

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 84 (2022)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Stickstoff verstehen  
**Autor:** Hunger, Ruedi  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1082575>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Laut Bundesamt für Umwelt entstehen in Stall und Laufhof 36% der gesamten landwirtschaftlichen N-Emissionen. Bild: R. Hunger

## Stickstoff verstehen

**Stickstoff in Form von Ammoniak ist der Hauptverursacher der Emissionen, die der Landwirtschaft angelastet werden. In den Jahren 2000 bis 2018 haben die landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen in der Schweiz nur um vier Prozent abgenommen. Viel zu wenig, um aus der Schusslinie zu kommen.**

**Ruedi Hunger**

Stickstoff hat viele Gesichter: In Form von Protein ist Stickstoff lebenswichtig für die Ernährung von Mensch und Tier. In seinen wasserlöslichen Formen bestimmt Stickstoff massgeblich, welche Pflanzenerträge erzielt werden. So nützlich Stickstoff auf der einen Seite ist, so schädlich kann er sein, wenn er in Form von Ammoniak, Lachgas oder Nitrat in die Umwelt gelangt. Ein grosser Teil des Stickstoffs verlässt die Landwirtschaft wieder in Form von Nahrungsmitteln. Beispielsweise in Form von menschlicher Nahrung, als Protein in Fleisch, Eiern und Milchprodukten, aber auch in Getreideprodukten

und Gemüse. Der andere Teil gelangt in die Umwelt. Das Verhältnis zwischen N-Input und N-Output ergibt die Stickstoffeffizienz. Die N-Effizienz ist, natürlich bedingt, im Pflanzenbau deutlich höher als in der tierischen Produktion.

### Stickstoff verstehen

Bei oberflächlichen Betrachtungsweisen wird Stickstoff oft aus dem Zusammenhang gerissen und «als etwas Schlechtes» dargestellt. Das stimmt natürlich nicht. Stickstoff ist ein essentieller Eiweissbaustein (16% N) und Bestandteil des Chlorophylls. Zudem ist Stickstoff zur Bil-

dung von Enzymen, Hormonen und Vitaminen notwendig und ist ebenso ein Baustein der Nukleinsäure. Kurz: Stickstoff ist die Quelle aller lebenden Organismen. Folglich ist nicht der Stickstoff das Problem, sondern der Umgang mit ihm. Denn Stickstoff kann vom Ausscheiden durch die Tiere bis zur Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln aus dem Kreislauf verloren gehen. Wir müssen verstehen, wie mit Stickstoff (in seinen verschiedenen Formen) umgegangen werden kann oder muss, damit möglichst keine schädlichen Verluste entstehen, sei es im Boden oder in der Atmosphäre (Luft). Ammoniak ent-



Der Anteil Ammoniakemissionen an der Gesamtmenge liegt bei der Ausbringung ungefähr bei 44%. Bild: zVg



Die Ammoniakemissionen werden durch das Separieren weder merklich erhöht noch signifikant gesenkt. Bild: R. Hunger

steht hauptsächlich, wenn sich Harn und Kot von Nutztieren miteinander vermischen. Das ist vorwiegend im Stall und dort fast immer der Fall. Deshalb wird bei neuen Stallbauten mit viel Aufwand versucht, Harn und Kot wieder zu trennen. Einen wesentlichen Einfluss auf die Ausgang hat einerseits der pH-Anstieg in der Gülle nach dem Ausbringen, dies, weil das chemische Gleichgewicht zwischen Ammonium und Ammoniak verschoben wird. Andererseits wird der Ammonium-N in der Gülle durch Austrocknung auf Pflanzenresten aufkonzentriert. Beide Effekte werden durch raschen Kontakt mit dem Boden verhindert bzw. verhindert. Dies, weil der Boden den pH-Anstieg abpuffert und das Ammonium bindet, welches dann wie mineralisierter N-Dünger wirkt. Wenn hingegen die Gülle auf Blättern oder an Ernteresten eintrocknet, verflüchtigt sich ein Grossteil des Ammonium-N.

#### Welche Formen von N-Verlusten gibt es?

Ammoniak, mit der Summenformel  $\text{NH}_3$ , ist eine chemische Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff. Um die  $\text{NH}_3$ -Verluste zu minimieren, ist einerseits auf eine gute Verteilgenauigkeit zu achten. Verlustmindernd wirkt sich auch das Verdünnen der Gülle aus, ebenso das Einarbeiten (Acker) und das rasche Infiltrieren der Gülle in den Boden (Grünland). Einmal freigesetztes  $\text{NH}_3$  kehrt in Form von Stäuben und mit dem Regen wieder aus der Atmosphäre zurück und belastet als Dünger die von Natur aus nährstoffarmen Ökosysteme (Wälder, Magerwiese, Moore). Lachgas mit der chemischen Summenformel  $\text{N}_2\text{O}$  ist ein farbloses, klimaschädigendes Gas aus der Gruppe der Stickoxide. Es

ist allgemein bekannt, dass Lachgas unter anderem in verdichteten Böden entsteht und in die Umwelt entweicht. Auch das Ausbringen von Gülle auf wassergesättigte Böden fördert Lachgasemissionen. Lachgas ist (je nach Quelle) 265- bis 300-mal klimaschädlicher als  $\text{CO}_2$  (Kohlendioxid). Die Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft sind zwischen 1990 und 2020 um 17% gesunken, wobei grösstenteils

vor 2000. Der landwirtschaftliche Anteil an den indirekten Lachgasemissionen, die als Folge atmosphärischer N-Einträge in Ökosysteme entstehen, beträgt rund zwei Drittel.

Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) ist eine Übergangsform von Stickstoff zu Eiweiss. Nitratverluste können durch das «System Immergrün», das heisst, durch Vermeidung von Brache (d.h. Brachflächen), minimiert werden.

#### Mögliche Verminderungspotenzial

Minderungstechnik	Einsatzgebiet	Tierart	Minderung %	Einschränkung
Schleppschlauch	Ackerland unbewachsen	Rind	8	Hangneigung Nicht zu stark, Parzellenform, Parzellengrösse, dicke Gülle, Abstand, Fahrgassen, Bestandeshöhe
	mit Bewuchs (bis 30 cm)	Schwein	30	
	Grünland niedriger Bewuchs	Rind	30	
	Grünland niedriger Bewuchs	Schwein	50	
	hoher Bewuchs (bis 30 cm)	Rind	10	
	hoher Bewuchs (bis 30 cm)	Schwein	30	
	hoher Bewuchs (bis 30 cm)	Rind	50	
Schleppschuh	Ackerland	Rind	30	wie oben sehr steinige Böden
	Ackerland	Schwein	60	
	Grünland	Rind	40	
	Grünland	Schwein	60	
Gülleschlitz	Grünland	Rind	60	steinige Böden, sehr trockener und verdichteter Boden, hoher Zugkraftbedarf
Güllegrubber	Ackerland	Schwein	80	steinige Böden, sehr trockener und verdichteter Boden, hoher Zugkraftbedarf
Direkte Einarbeitung (innerhalb 1 Stunde!)	Ackerland	Rind	90	Egge, Grubber, Pflug
Verdünnung	Grünland	Rind	30–50	nur auf Grünland erhöhter Transportaufwand, mehr Energiebedarf

### Ammoniakverluste beim Ausbringen von Hofdünger

**Art des Hofdüngers:** Mist, Gülle, Ammoniumgehalt

**Ausbringzeitpunkt:** Frühjahr, Sommer, Herbst, Tageszeit

**Witterung bei/nach Ausbringung:** Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Windstärke, Niederschläge

**verwendete Technik:** Breitverteiler, Schleppschlauch, Schleppschuh, Schlitzverteiler, Güllegrubber

### Ammoniakverluste beim Ausbringen von Hofdünger.

Entsprechend wichtig ist der Zwischenfruchtanbau. Ganz allgemein von Vorteil ist eine bedarfsgerechte Düngung.

#### Was die Verluste auch noch beeinflusst...

Im Mittelpunkt der Diskussionen über die Ammoniakverluste steht regelmäßig das Ausbringverfahren. Es gibt aber weitere Möglichkeiten, die zwar organisatorischen «Aufwand», aber kaum zusätzliche Kosten verursachen.

• **Bodenstruktur.** Je besser die Gülle vom Boden aufgenommen wird, desto weniger lang bleibt sie an der Oberfläche und desto weniger Ammoniak geht verloren (siehe auch TS-Gehalt).

• **Pflanzenbestand.** Mit dem Schleppschuhverteiler kann Gülle bis zu einer Wuchshöhe von 10 bis 15 cm bodennah ausgebracht werden. Die mit Federdruck belasteten Schleppschuhe verhindern eine Futterverschmutzung. Gleichzeitig wird durch die beschattende Wirkung des nachwachsenden Grasbestandes die Emissionsaktivität der Gülle zusätzlich reduziert.

Wachsende Pflanzen können den zeitig im Frühjahr ausgebrachten Gülle-Stickstoff gut verwerten. Laut AGFF haben Versuche gezeigt, dass die Pflanzenaufnahme des verfügbaren Stickstoffs aus der Gülle bei einer Frühjahrgabe im Vergleich zur Sommerngabe ein Drittel höher ist.

• **Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Wind beachten.** Die Ausbringung von Gülle bei «kühlern» Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit reduziert die Ammoniakverluste um bis zu 50%. Als kühl gelten Tagesmaxima bis zu 15° C. Grund

genug – wenn es organisatorisch möglich ist –, Gülle morgens oder abends auszubringen. Zudem steigen die Ammoniakverluste mit zunehmender Windstärke. Speziell ausgeprägte Berg-/Talwindsysteme, die vielfach um die Mittagszeit einsetzen, sind zu beachten.

**«Die Landwirtschaft ist sowohl Treiber als auch Opfer des Klimawandels und verfügt über entsprechende Potenziale zu dessen Begrenzung.»**

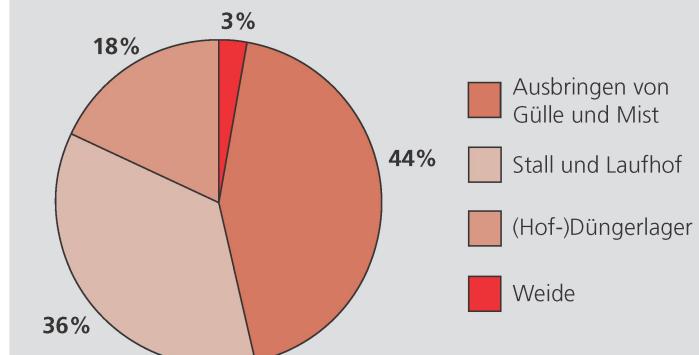
(Weltagrarbericht)

**• Trockensubstanzgehalt (TS) der Gülle.** Je höher der TS-Gehalt einer Gülle ist, desto mehr Ammoniakstickstoff geht verloren. Durch das 1:1-Verdünnen der Vollgülle mit Wasser reduzieren sich die Verluste massiv. Erklärbar ist dies durch die raschere Infiltration der Gülle in den Boden. Das Verdünnen ist sehr wirksam, aber dennoch keine beliebte Methode, weil sich die Menge insgesamt um den Verdünnungsanteil erhöht und dadurch die Ausbringkosten negativ beeinflusst werden. Das Verdünnen eignet sich daher mehrheitlich für arrondierte Betriebe mit kurzen Hof-Feld-Entfernung.

#### Fest-Flüssig-Trennung (Separierung)

Bei der Separierung werden die festen Bestandteile in der Gülle von den flüssigen getrennt. Das kann für das Güllema-

### Emissionen in der Tierhaltung



Mit Ausnahme der Weide, besteht überall Handlungsbedarf. Quelle: BAFU

nagement hilfreich sein, denn beim Ausbringen der (separierten) Dünngülle erfolgt eine schnellere Infiltration in aufnahmefähigen Boden. Verbunden mit dem geringen TS-Gehalt können daher die Emissionen tiefer sein. Ein positives Gesamtbild ergibt sich aber erst, wenn die Festphase (Gülleseparat) in gleicher Weise wie Mist auf Ackerland möglichst rasch eingearbeitet wird. Die Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL hat im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU die «Separierung von Gülle und ihr Einfluss auf Ammoniakemissionen» untersucht. Unter anderem wurde festgestellt, dass Mehremissionen bei separierter Dünngülle aufgrund der fehlenden Schwirmschicht zumindest teilweise durch weniger häufiges Aufrühen des Lagers von Dünngülle kompensiert werden. Die Forscher kamen zum Schluss, dass die Gülleseparierung, wie sie in der Schweiz angewendet wird, nicht wesentlich zur Emissionsminderung von Ammoniak beiträgt. Nach aktuellem Wissensstand (2015) sei auch nicht mit signifikanten Mehremissionen zu rechnen.

#### Fazit

Stickstoff in seinen verschiedenen Formen wird die Landwirte auch weiterhin beschäftigen. Wichtig ist, dass neben emissionsmindernder Ausbringtechnik alle weiteren Grundsätze zum Ausbringen von Gülle eingehalten werden. Denn nur, wenn die Emissionen von der Landwirtschaft ganzheitlich angegangen werden, kann es gelingen, das Problem in den Griff zu bekommen, ohne dass weitere Vorschriften erlassen werden.



**SCHLEPPFIX**  
simply better

Kein rotierender Verteilkopf

Ohne Ablaufschläuche

Geringer Verschleiss

Schweizer Qualitätsprodukt

Schweizer Patent CH716757,  
in Europa angemeldet

**BRUNNER**  
SPEZIALWERKSTATT AG

Brunner Spezialwerkstatt AG  
Bleiken  
CH-9536 Schwarzenbach SG

+41 (0)71 923 23 55  
info@brunner-spezialwerkstatt.ch  
www.brunner-spezialwerkstatt.ch

Wann Zuverlässigkeit zählt

Midland Schmierstoffe werden im aargauischen Hunzenschwil hergestellt. Vom Schweizer Familienunternehmen Oel-Brack AG, das seit 1880 im Schmierstoffgeschäft tätig ist.

Midland – Swiss Quality Oil

MIDLAND.CH



**Midland**®

Swiss Quality Oil.

**arnold**  
arnold-partner.ch



**Rührwerke, Pumpen, Separatoren**

Das volle Programm an qualitativ hochwertigen und langlebigen Rührwerken, Belüftern, Pumpen und Separatoren mit bestem Preis-/Leistungsverhältnis.

Arnold & Partner AG | Tel. 041 499 60 00

**Gülletechnik**

**WÄLCHLI**  
Brittnau



**Neugierig?**

Wälchli Maschinenfabrik AG ■ 062 745 20 40 ■ waelchli-ag.ch