

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 58 (1996)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Ammoniakverluste nach der Hofdüngeranwendung : stark unterschiedliche Verluste je nach Bedingungen  
**Autor:** Frick, Rainer / Menzi, Harald / Katz, Peter  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1081343>

#### 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>**

Herausgeber: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT)

CH-8356 Tänikon TG Tel. 052-368 31 31  
Fax 052-365 11 90

## **Ammoniakverluste nach der Hofdüngeranwendung**

### **Stark unterschiedliche Verluste je nach Bedingungen**

Rainer Frick, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon b. Aadorf  
 Harald Menzi und Peter Katz (zurzeit an der FAT), Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL),  
 Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), Liebefeld, CH-3003 Bern

Bei der Anwendung von Hofdüngern sind N-Verluste in Form von flüchtigem Ammoniak unvermeidbar. Sie bedeuten für den Landwirt nicht nur eine Einbusse an wertvollem Stickstoff, sondern sind auch die Hauptursache für die schlecht abschätzbare N-Wirkung von Gülle und Mist. Geringe Ammoniakverluste sind deshalb die Voraussetzung, um die Hofdünger effizient einsetzen zu können. Um die Kenntnisse auf diesem Gebiet zu verbessern, führte die FAT in Zusammenarbeit mit dem IUL

Liebefeld in den Jahren 1991–1995 umfangreiche Versuche durch. Zielsetzung waren die Quantifizierung der bei der Hofdüngeranwendung entstehenden Ammoniakverluste sowie die Ableitung von geeigneten Empfehlungen zur Verlustminde rung. Je nach Bedingungen fallen die Verluste sehr unterschiedlich aus. Sie schwanken in einem Bereich von 8 bis 30 kg N pro Hektare bzw. 25 bis 95% des applizierten Ammonium-N. Bei Gülle ist im Durchschnitt mit Verlusten von 50% des Ammonium-

N zu rechnen; bei Mist betragen die mittleren Verluste 60–70%. Charakteristisch ist – sowohl bei Gülle als auch bei Mist – ein sehr steiler Anstieg der Emission unmittelbar nach dem Austrag. Die Emmission in den ersten Stunden ist für den Gesamtverlust entscheidend. Für die Verlusthöhe vorrangige Bedeutung haben die Witterung kurz nach der Ausbringung, die Art und Zusammensetzung des Hofdüngers sowie bei Gülle der Bodenzustand (Versickerung). Mit der Wahl eines günstigen Ausbringtermins, durch ausreichende Gülleverdünnung, Bearbeitungsmaßnahmen im Ackerbau sowie durch Anwendung spezieller Ausbringtechnik lassen sich die Verluste gezielt beeinflussen.



Abb. 1. N-Verluste durch Ammoniakverflüchtigung bei der Hofdüngeranwendung: Wer diese in den Griff bekommen will, muss die Zusammenhänge ihrer Entstehung genau kennen.

Inhalt	Seite
Problemstellung	26
Wie entsteht Ammoniak?	26
Bedeutung der Ammoniakemissionen	26
Wie wurde gemessen?	26
Ergebnisse	26
Folgerungen für die Praxis	30
Literatur	31

## Problemstellung

Wo Hofdünger anfallen, gelagert und ausgebracht werden, entweicht Stickstoff (N) in Form von flüchtigem Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ). Der Schweizer Landwirtschaft gehen so jährlich rund 50 kt N verloren. Rund 90% dieser Ammoniakemissionen gehen zulasten der Nutztierehaltung, die restlichen 10% stehen mit der Mineraldünger- und Klärschlammwandlung in Zusammenhang. Die Emissionen aus der Tierhaltung stammen zu rund 70% aus der Rindviehhaltung. Hohe Ammoniakverluste haben sowohl für die Umwelt als auch für den Landwirt nachteilige Auswirkungen.

Gut die Hälfte der gesamten Ammoniakverluste entsteht bei der Hofdüngeranwendung. Im Ausland durchgeführte Messungen hatten schon vor Jahren gezeigt, dass bei Gölleanwendung bis zu 95% des applizierten Ammonium-N durch Ammoniakverflüchtigung verloren gehen können. Um die Kenntnisse der bei der Hofdüngeranwendung entstehenden Ammoniakverluste auch unter schweizerischen Produktionsbedingungen zu verbessern, führten die FAT und das IUL in den Jahren 1991 bis 1995 umfangreiche Versuche durch. Wie hoch fallen die Verluste beim Austrag von Gölle und Mist aus? Durch welche Faktoren werden die Verluste beeinflusst? Gibt es Möglichkeiten, die Verluste mit einfachen Massnahmen bei der Ausbringung zu vermindern? Im folgenden Bericht sind die Ergebnisse aus dem 5jährigen Messprogramm zusammengestellt.

## Wie entsteht Ammoniak?

Rund die Hälfte der tierischen N-Ausscheidungen erfolgt in löslicher Form – hauptsächlich als Harnstoff und Harnsäure. Diese löslichen N-Verbindungen werden rasch zu Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) bzw. Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) abgebaut.  $\text{NH}_4^+$  und  $\text{NH}_3$  befinden sich in wässriger Lö-

sung in einem dynamischen Gleichgewicht:



Bei einem pH-Wert über 7 verändert sich das Verhältnis von  $\text{NH}_3$  zu  $\text{NH}_4^+$  zunehmend zugunsten von  $\text{NH}_3$ . In der Gölle wird der pH-Wert unter anderem von der Konzentration leicht flüchtiger organischer Säuren kontrolliert. Nach der Gölleausbringung werden diese organischen Säuren oxidiert. Die Folge ist ein Anstieg des pH-Wertes in der Lösung und damit eine Begünstigung der Ammoniakverflüchtigung aus der Gölle.

## Bedeutung der Ammoniakemissionen

### für die Umwelt ...

Die Ammoniakmoleküle werden von der Emissionsquelle über eine Distanz von wenigen Metern bis einigen 100 Kilometern vom Wind verfrachtet und gelangen früher oder später als Ammoniak, Ammonium oder in Aerosolen wieder auf den Boden zurück. Auf diese Weise werden im schweizerischen Mittelland jährlich im Durchschnitt etwa 30 kg Stickstoff pro Hektare aus der Luft eingetragen. Ein grosser Teil dieser Deposition ist auf Ammoniakverluste aus Hofdüngern zurückzuführen. Auf landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen ist diese Gratisfüllung aus der Luft kein Problem. In naturnahen Ökosystemen (Wälder, Magerwiesen und Moorgebiete) dagegen, die wenig Stickstoff ertragen, kommen diese unkontrollierten N-Einträge einer Überdüngung gleich. Unerwünschte Bestandesveränderungen, eine Artenverarmung sowie ein gestörtes Nährstoffgleichgewicht sind mögliche Folgen.

### ... und für die Landwirtschaft

Für den Landwirt bedeutet das entwischene Ammoniak in erster Linie einen Verlust an wertvollem, betriebseigenem Stickstoff. Noch wichtiger ist jedoch die grosse Unsicherheit bezüglich der Wirkung des angewendeten Hofdüngers. Solange nicht bekannt ist,

ob 10 oder 90% des mit Gölle oder Mist ausgebrachten Ammonium-N durch Verflüchtigung verloren gehen, ist eine einigermassen sichere Abschätzung der N-Wirkung und damit ein optimaler Einsatz der Hofdünger praktisch unmöglich. Auf konventionell wirtschaftenden Betrieben führt dies dazu, dass zu hohe Einzelgaben ausgebracht oder aus Sicherheitsgründen mehr Mineral-N gedüngt wird als vom Pflanzenbedarf her nötig wäre. Die daraus resultierende Überdüngung erhöht die Gefahr einer Umweltbelastung durch Nährstoffabschwemmung oder -auswaschung. Umgekehrt müssen IP- und Bio-Betriebe mit limitiertem N-Einsatz die N-Verluste durch Ammoniakverflüchtigung so gering wie möglich halten, um unerwünschte Ertrags-einbussen zu vermeiden.

## Wie wurde gemessen?

Es kamen zwei verschiedene Methoden zur Anwendung: Praxisnahe Feldversuche und Versuche mit einer Windtunnelanlage. Die Feldversuche dienten in erster Linie dazu, die effektiven Ammoniakverluste, wie sie bei der Anwendung von Gölle und Mist in der Praxis auftreten, zu quantifizieren und den Einfluss von Witterungsparametern genauer zu untersuchen. Teilweise wurden sie auch für den Vergleich verschiedener Verfahren benutzt. Die zusätzlich eingesetzte Windtunnelanlage diente der gezielten Untersuchung spezifischer, varierbarer Einflussfaktoren (zum Beispiel Wirkung der Verdünnung oder der Ausbringmenge) auf die Ammoniakverluste bei Gölle (Abb. 2).

## Ergebnisse

### Dramatischer Verlauf der Verflüchtigung

Die Versuche waren stets von einem charakteristischen Emissionsverlauf geprägt: Ein sofortiger und starker Anstieg der Verluste unmittelbar nach der Ausbringung (Abb. 3). Ebenso typisch ist die deutliche Abflachung der

Emission in der folgenden Nacht. Diese ergibt sich als Folge sinkender Temperaturen, steigender Luftfeuchtigkeit und abnehmender Windstärke. Am folgenden Tag steigt die Verlustkurve nochmals leicht an, allerdings ohne bedeutende Auswirkung auf den Gesamtverlust.

In sämtlichen Fällen erfolgten über 60% der Gesamtemission am ersten Versuchstag, davon der grösste Teil sogar in den ersten zwei bis vier Stunden. Dies ist in zweifacher Hinsicht von Bedeutung:

1. Für die Höhe des Gesamtverlustes sind die ersten Stunden nach der Ausbringung entscheidend. Herrschen in dieser Phase für die Ammoniakverflüchtigung vorteilhafte Verhältnisse (vor allem hohe Temperaturen), resultieren unweigerlich hohe Verluste.

2. Die Einarbeitung von Hofdüngern nach der Ausbringung hat zur Eindämmung der Ammoniakverluste nur eine befriedigende Wirkung, wenn diese sofort, das heisst in den ersten Stunden nach dem Austrag möglich ist.

### Höhe der Ammoniakverluste

Die in den Feldversuchen gemessenen Verluste durch Ammoniakverflüchtigung lagen je nach Bedingungen in einem Bereich von 8 bis 30 kg N pro ha. Bezogen auf die mit dem Hofdünger ausgebrachte N-Menge betrugen die

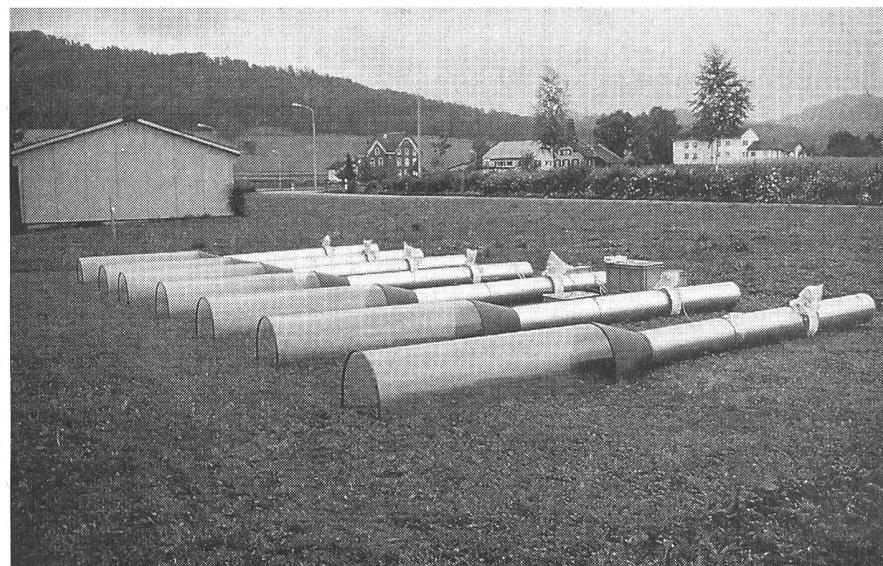


Abb. 2. Windtunnelanlage zur Messung von Ammoniakverlusten: Indem ein bestimmter Parameter (z.B. der Verdünnungsgrad) in Stufen variiert wird, kann dessen Einfluss auf die Verluste gezielt untersucht werden.

Verluste 25 bis 95% des Ammonium-N (Abb. 6).

Für die grossen Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchen sind in erster Linie die unterschiedlichen Witterungsbedingungen verantwortlich. Bei hohen Temperaturen und tiefer Luftfeuchtigkeit fielen die Verluste höher als bei feuchtkühlem Wetter aus. Dieser Sachverhalt zeigt sich auch in der saisonalen Verteilung der in den Feldversuchen gemessenen Verluste (Standardverfahren Gülle). In den

Sommermonaten Juni, Juli und August resultierten relative Ammoniakverluste, die im Durchschnitt rund 35% höher waren als in den übrigen Monaten (Abb. 4).

Für Gülle muss aufgrund der vorliegenden schweizerischen Messergebnisse bei breitflächiger Ausbringung im Durchschnitt mit Verlusten von 50% des applizierten Ammonium-N gerechnet werden. Bei einer Gabe von 30 m<sup>3</sup> pro ha und einem Ammonium-N-Gehalt von 1 kg pro m<sup>3</sup> Gülle entspricht dies einem N-Verlust von 15 kg pro ha.

Beim Mist liegen die mittleren Verluste mit 60 bis 70% des ausgebrachten Ammonium-N noch etwas höher als bei Gülle, was im wesentlichen damit zu erklären ist, dass Mist im Vergleich zur Gülle nicht im Boden versickern kann. Da aber Mist vergleichsweise wenig Ammonium-N enthält, sind die Verluste bezogen auf den Gesamt-N geringer als bei Gülle.

### Viele Einflussfaktoren

Die Ammoniakverflüchtigung nach der Hofdüngeranwendung hängt von mehreren Faktoren ab. In Abbildung 5 sind die wichtigsten Parameter zusammengestellt.

Für die Verlsthöhe entscheidend sind die **Witterungsbedingungen** in den ersten Stunden nach dem Ausbringen. Die Auswertung der Standardverfahren

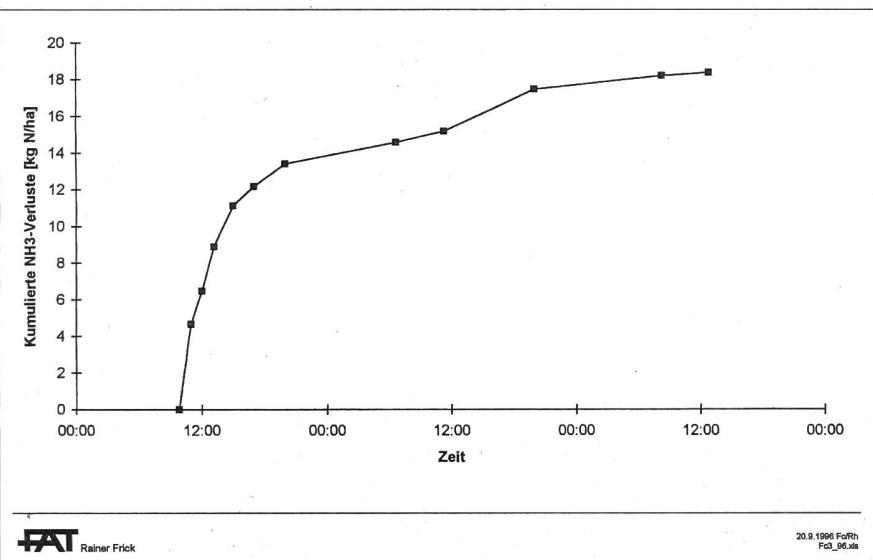
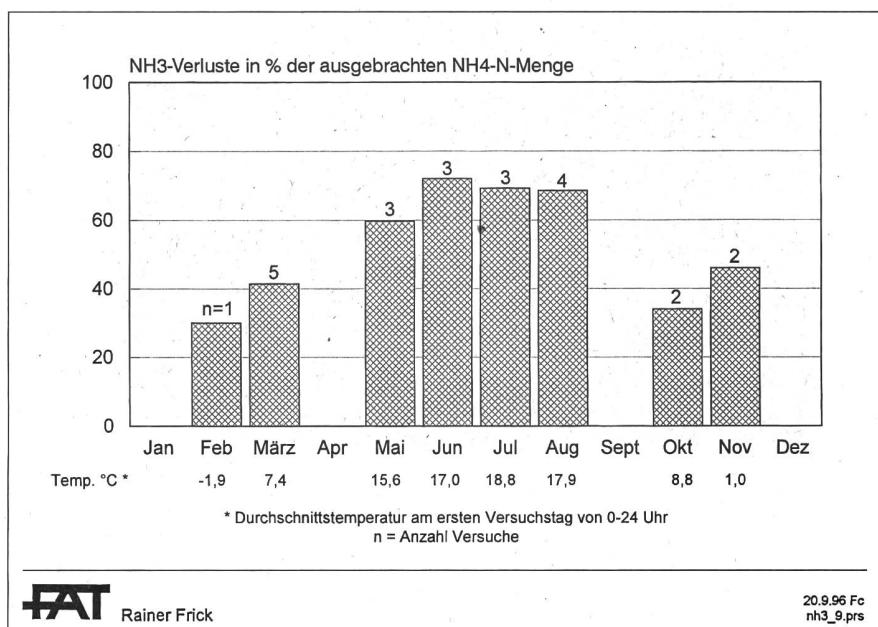


Abb. 3. Typischer Verlauf der Ammoniakverflüchtigung in den ersten zwei Tagen nach Gülleanwendung. Feldversuch mit 1:1 verdünnter Rindvieh-Vollgülle, 34 m<sup>3</sup> pro ha, Ausbringung um 10 Uhr, Temperatur zur Zeit der Ausbringung 18,1°C.

## FAT-Berichte Nr. 486: Ammoniakverluste



Rainer Frick

20.9.96 Fc  
nh3\_9.prs

Abb. 4. Saisonale Verteilung der relativen Ammoniakverluste in den ersten zwei Tagen nach Gölleanwendung (23 Verfahren aus den Feldversuchen mit Rindvieh-Vollgölle, 1:1 verdünnt, 30–35 m<sup>3</sup> pro ha, Ausbringung am Morgen).

mit Gölle aus den Feldversuchen zeigt eine deutliche Abhängigkeit der Ammoniakverluste von der Temperatur (Abb. 6). Von Bedeutung sind aber auch die relative Luftfeuchtigkeit und die Windstärke. Eine tiefe Luftfeuchtigkeit und starker Wind begünstigen die Ammoniakverflüchtigung. Werden Hofdünger während einem Regen ausgebracht, werden die Nährstoffe und damit auch der Ammonium-N in den Boden eingewaschen. Es ist davon auszugehen, dass nach Regenfällen

von mehr als 10 Liter pro m<sup>2</sup> praktisch kein Ammoniak mehr emittiert wird. Für die Höhe der Ammoniakemissionen wichtig ist im weiteren die **Art und Zusammensetzung** des eingesetzten Hofdüngers. Mist unterscheidet sich von der Gölle hinsichtlich der Entstehung von Ammoniakverlusten in zweierlei Hinsicht: Einerseits enthält Mist – bezogen auf den Gehalt an Gesamt-N – vergleichsweise wenig Ammonium-N. Andererseits kann er nicht wie die Gölle im Boden versickern, was be-

deutet, dass er nach der Ausbringung länger der Verflüchtigung ausgesetzt bleibt.

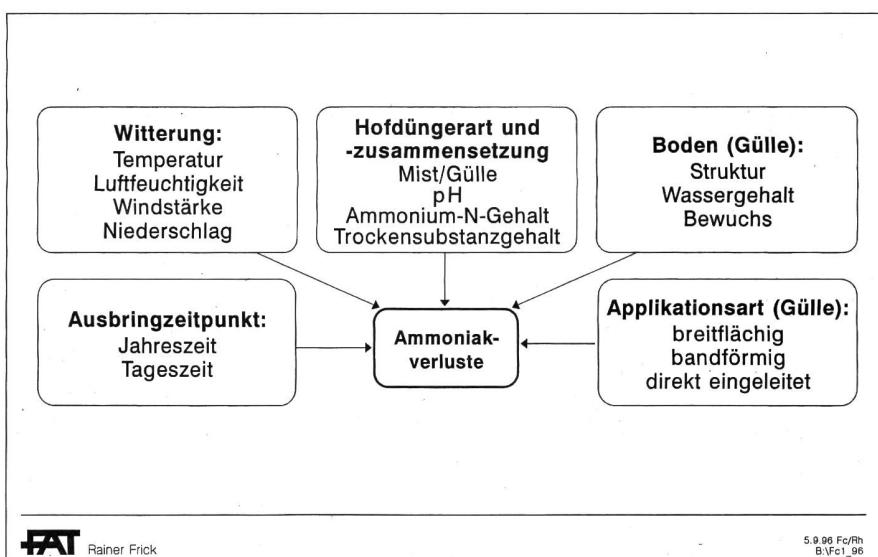
Mit abnehmendem pH-Wert in der Gölle vermindern sich die Ammoniakemissionen. Wie ausländische Laborversuche zeigen, ist die Ammoniakfreisetzung bei einem pH unter 6 praktisch unterbunden. Derart tiefe pH-Werte können allerdings nur durch Zugabe chemischer Säuren (Salpeter-, Phosphor- oder Schwefelsäure) erreicht werden, was aber aus ökologischen Gründen nicht in Frage kommt.

Eine deutliche Abhängigkeit besteht im weiteren zwischen dem *Ammonium-N-Gehalt* des Hofdüngers und den Ammoniakemissionen (Abb. 7). Je mehr Ammonium-N Gölle und Mist enthalten, desto höher sind die Verluste. Bei Gölle ist zudem der *Gehalt an Trockensubstanz (TS)* von Bedeutung. Die Ammoniakemissionen nehmen mit steigendem TS-Gehalt der Gölle linear zu (Abb. 8). Je tiefer der TS-Gehalt, desto schneller versickert die Gölle im Boden und desto rascher werden die Ammonium-Ionen an den Tonmineralien und Humusbestandteilen gebunden. Dadurch vermindert sich das Verlustpotential.

Für die Versickerung der Gölle entscheidend ist auch der **Zustand des Bodens**. Ist dessen Aufnahmevermögen gestört, sei es durch einen extremen Wassergehalt (ausgetrocknet, wassergesättigt oder gefroren), sei es durch eine ungünstige Bodenstruktur (verdichtet, verschlämmt), erhöht sich die Gefahr der Ammoniakverflüchtigung (Abb. 9). Dieselbe ungünstige Wirkung haben eine geschlossene Pflanzendecke oder eine Strohhäckselschicht, da sie eine grosse emittierende Oberfläche mit sich bringen und die Versickerung der Gölle weitgehend verhindern.

Einen grossen Einfluss hat bei der Gölleausbringung auch die **Art der Applikation**. Neben den herkömmlichen *Breitverteilern*, welche aufgrund der vollständigen Benetzung der Bodenoberfläche grundsätzlich ein hohes Verlustrisiko mit sich bringen, bieten sich neuerdings Systeme mit oberflächlicher, *bandförmiger* Gölleablage (zum Beispiel Schleppschlauchverteiler, Abb. 11) und Systeme mit *direkter Einleitung* der Gölle in den Boden (zum Beispiel Schlitzdrillgeräte) an.

In einem in Tänikon bei warmem Wetter durchgeführten Feldversuch fielen



FAT Rainer Frick

5.9.96 ForRh  
B1/Fc1\_96

Abb. 5. Wichtige Einflussfaktoren auf die Ammoniakemissionen bei der Hofdüngeranwendung.

Abb. 6. Relative Ammoniakverluste in den ersten zwei Tagen nach Gülleanwendung (Standardverfahren aus den Feldversuchen) in Abhängigkeit der Lufttemperatur. Die mittlere Temperatur des ersten Versuchstages ist für die Verlusthöhe entscheidend.

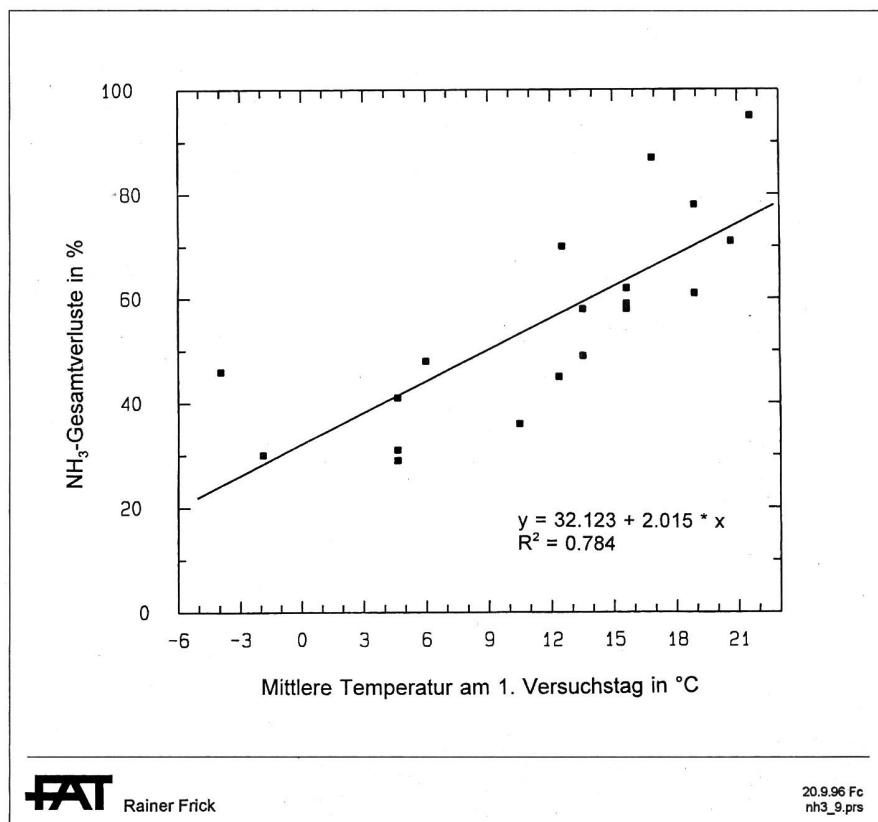
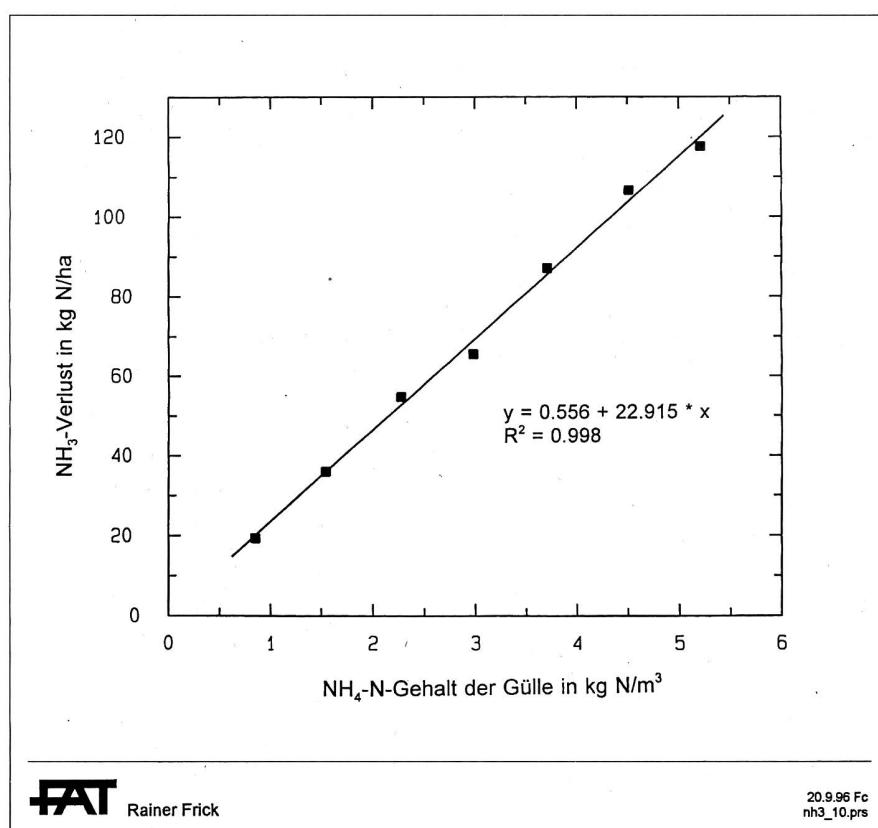
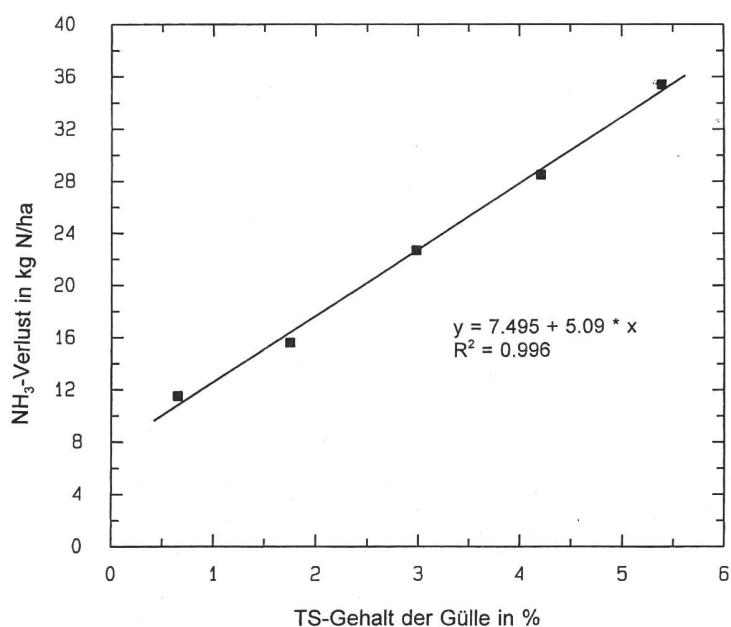


Abb. 7. Einfluss des Ammonium-N Gehaltes auf die Ammoniakverluste bei Gülle. Zur Variierung der N-Gehalte wurde den Güllen (Rindvieh-Vollgülle mit 4,1% TS, 35 m<sup>3</sup> pro ha) einige Tage vor dem Versuch Harnstoff beigegeben. Windtunnelversuch, Liebefeld, August 1995.





Rainer Frick

20.9.96 Fc  
nh3\_11.prs

Abb. 8. Ammoniakverluste bei Gülle in Abhängigkeit des TS-Gehaltes. Um in allen Verfahren den gleichen Ammonium-N-Gehalt (4,3 kg NH<sub>4</sub>-N pro m<sup>3</sup> Gülle) zu haben, wurden die verdünnten Güllen mit NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> aufgedüngt. Rindvieh-Vollgülle, Ausbringmenge 37 m<sup>3</sup> pro ha. Windtunnelversuch, Liebefeld, Juni 1994.



Abb. 9.  
Verschlämmt und verkrustete Böden bringen ein hohes Verlustpotential mit sich, weil die Gülle auf der Bodenoberfläche liegenbleibt und dadurch viel Ammoniak entweichen kann.

die Ammoniakverluste mit einem Schleppschlauchverteiler (Abstand der Ablaufschläuche 25 cm) um über 60% tiefer aus als mit einem Prallteller (Abb. 10). Mit einer Schlitzdrillmaschine liessen sich die Emissionen im gleichen Versuch um 77% reduzieren. Allerdings waren die Bedingungen aufgrund der hohen Temperaturen in diesem Versuch etwas extrem (Verluste mit dem Prallteller von 95% des Ammonium-N), so dass die Unterschiede zwischen den Verfahren gar deutlich ausfielen. Bei weniger heissem Wetter dürfte die Wirkung verlustärmer Technik weniger markant als im abgebildeten Versuch sein.

### Folgerungen für die Praxis

Aufgrund des aktuellen Kenntnisstandes lassen sich aus den vorliegenden Versuchsergebnissen folgende Empfehlungen ableiten:

#### Den richtigen Zeitpunkt wählen

Wichtigster Grundsatz bei der Hofdüngeranwendung ist die Rücksichtnahme auf die Witterung. Bei warmer, trockener Witterung ist das Ausbringen von Gülle und Mist möglichst zu vermeiden. Zu beachten sind vor allem die Bedingungen in den ersten Stunden nach dem Ausbringen. Vorteilhaft ist die Verschiebung des Hofdüngereinsatzes auf einen Tag mit Tiefdrucklage, kühlen Temperaturen und wenig Wind oder auf den späteren Nachmittag oder Abend. Ebenfalls günstig ist das Ausbringen kurz vor oder während eines leichten Regens, weil der Stickstoff dann rasch eingeschwemmt wird. Auswaschungs- und Abschwemmverluste sowie Bodenschäden durch das Befahren bei Nässe müssen aber unbedingt vermieden werden.

#### Bodenzustand beachten

Die rasche Versickerung der Gülle in den Boden muss gewährleistet sein. Auf verdichteten, ausgetrockneten oder vernässten Böden mit gehemmter Aufnahme sollte die Gülleanwendung vermieden werden.

### Gülle ausreichend verdünnen

Die Wasserzugabe vermindert in der Gülle den Gehalt an Trockensubstanz und Ammonium-N und bremst dadurch den Emissionsprozess. Dünne Gülle bleibt weniger an den Pflanzen haften und dringt rascher in den Boden ein. Die Wirkung der Verdünnung der Gülle mit Wasser wurde in mehreren Windtunnelversuchen untersucht. Alle diese Versuche zeigen, dass mit zunehmender Verdünnung bzw. abnehmendem Trockensubstanzgehalt die Ammoniakemissionen deutlich vermindert werden.

Auch wenn konkrete Empfehlungen bezüglich der optimalen Verdünnung schwierig sind (unterschiedliche Zusammensetzung der Gülle, ungleiche betriebliche Voraussetzungen), ist für Rindvieh-Vollgülle eine Verdünnung von mindestens 1:2, für gehaltreichere Güllen (zum Beispiel Harn- oder Schweinegülle) von mindestens 1:3 anzustreben. Diese Werte sind als grobe Faustregel zu verstehen.

### Ackerbau: Mist einarbeiten, Boden lockern

Im Ackerbau sollten die Hofdünger nach dem Ausbringen zügig eingearbeitet werden. Voraussetzung für eine gute Wirkung ist allerdings, dass die Einarbeitung unmittelbar, das heißt schon in den ersten Stunden nach dem Austrag erfolgt. Da dies bei Gülleanwendung problematisch ist (Verschmieren des Bodens, starker Schlupf), empfiehlt sich diese Massnahme insbesondere beim Mist. Bei Gülle wirkungsvoller ist eine Bodenlockerung vor dem Austrag. In einem auf Getreidestopeln durchgeföhrten Feldversuch konnten die Emissionen durch eine Bodenlockerung mit einem Grubber bzw. Zinkenrotor vor dem Gülleaustrag um 20% vermindert werden. Insbesondere auf schlecht saugfähigen Böden kann es deshalb sinnvoll sein, die Bodenbearbeitung vor und nicht nach der Gülleanwendung durchzuführen.

### Spezielle Gülleausbringtechnik

Deutliche Verlustreduktionen lassen sich im weiteren durch Anwendung von Schleppschlauch- oder Schlepp-

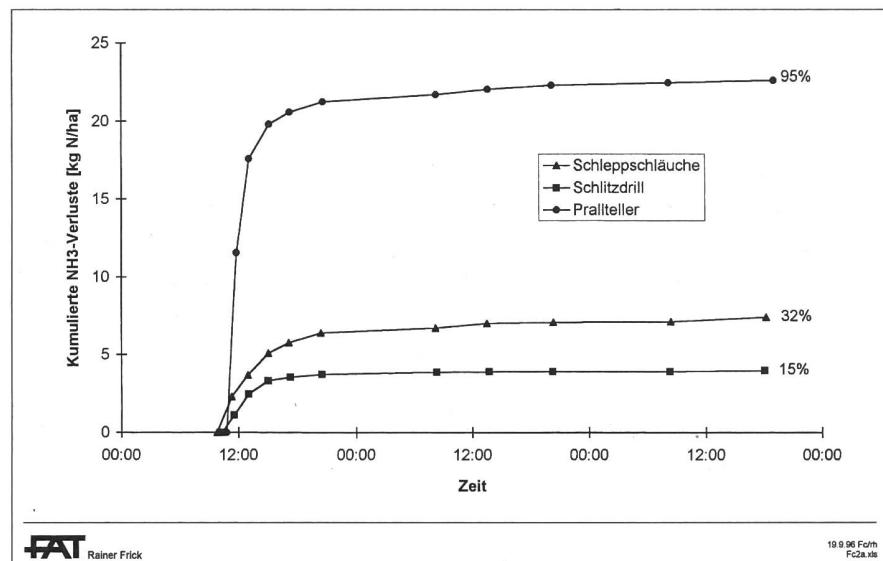


Abb. 10. Kumulierte Ammoniakverluste in den ersten drei Tagen nach Gülleanwendung ( $29-33 \text{ m}^3 \text{ pro ha}$ ) auf Kunstwiese in Abhängigkeit des Ausbringverfahrens. Rindvieh-Vollgülle mit 3,4% TS und  $0,8 \text{ kg NH}_4\text{-N pro m}^3$ ; trockener Boden; Temperatur beim Ausbringen  $24^\circ\text{C}$ . Tänikon, Juli 1994.

schuhverteilern mit bandförmiger, bodennaher Gullenablage erzielen. Noch wirkungsvoller sind Drillgeräte, welche die Gülle direkt in den Boden einleiten. Im Ackerbau ist ihr Einsatz möglich, sofern es die Bodenbedingungen zulassen. Schlitzdrillmaschinen für den Einsatz im Futterbau können nur bedingt empfohlen werden, da sie unter schweizerischen Verhältnissen kaum geeignet sind (hohe Maschinengewichte, Gefahr von Bodenschäden, begrenzte Hangtauglichkeit) oder andere

Nachteile aufweisen (mäßige Wirkung auf tonhaltigen Böden, Gefahr von Narbenschäden).

### Literatur

KATZ P., 1996. Ammoniakemissionen nach der Gülleanwendung auf Grünland. Dissertation ETH Nr. 11382.



Abb. 11. Schleppschlauchverteiler legen die Gülle bodennah und bandförmig auf dem Boden ab. Die auf einen Drittel reduzierte Kontaktfläche der Gülle hat deutlich geringere Ammoniakverluste zur Folge.