

NH₃-Verluste unter verschiedenen Anbaubedingungen

J. Huber und A. Amberger*

Groben Schätzungen zufolge werden in der Bundesrepublik Deutschland jährlich etwa 15 kg NH₃/ha Gesamtfäche emittiert. Der größte NH₃-Eintrag in die Atmosphäre geht dabei mit nahezu 90% von der Tierhaltung aus. NH₃ entweicht aus den tierischen Ausscheidungen: im Stall, aus dem Lagerbehälter, während und vor allem nach der Ausbringung auf das Feld.

Unsere Arbeit hatte zum Ziel, die NH₃-Verflüchtigung nach der Ausbringung von Rindergüllen auf Acker- und Grünland unter verschiedenen Anbaubedingungen zu bestimmen.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden im Freiland mit der Windtunnel-Methode durchgeführt.

Die Versuchsfläche (1 m²) ist mit einem Tunnel aus Plexiglas abgedeckt. Ein Tunnelende ist über ein Stahlrohr mit einem Radialventilator fest verbunden, das andere ist offen (Abb.1). Luft wird in den Tunnel gesaugt und über die Versuchsfläche geführt. Das aus der Gülle entweichende Ammoniak wird vom Luftstrom erfasst und aus dem Windtunnel transportiert. Ein aliquoter Teil der Abluft wird mit Hilfe einer Membrangaspumpe in eine Säurevorlage geleitet. Das Ammoniakgas wird in der Schwefelsäurelösung absorbiert, der Stickstoff schließlich im Labor durch Destillation bestimmt.

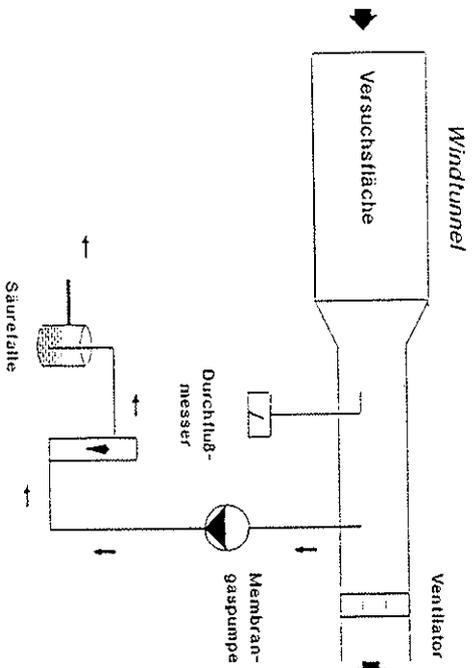
Die gesamte Anlage besteht aus 5 Windtunnel. Es konnten daher Versuche mit 2 Behandlungen und 2 Parallelen angestellt werden; ein Windtunnel-System über einer unbegüllten Fläche diente als Kontrolle (Messung der NH₃-Hintergrundkonzentration). Die Güllen wurden auf der Basis gleicher NH₄-Mengen eingesetzt: 100 kg NH₄-N/ha auf Ackerland, 60 kg NH₄-N/ha auf Grünland.

Die Trockensubstanzgehalte der Güllen schwankten zwischen 6.5

* Dipl.-Ing.-agr. Josef Huber und Prof. Dr. A. Amberger, Lehrstuhl für Pflanzenernährung der TU München in 8050 Freising 12

und 9.6 & TS, die pH-Werte zwischen 7.0 und 7.5. Sämtliche Versuche wurden auf schluffigem Lehm mit pH 6.5 und einer $\text{AK}_{\text{c}0.1}$ von 14.1 mval/100 g Boden durchgeführt. Der Luftdurchsatz im Tunnel entsprach einem 35-fachen Luftwechsel pro Minute.

Abb. 1: Schematische Darstellung der Versuchsanlage



Ergebnisse und Diskussion

1. Gülle in den Getreidebestand

Da Güllegaben im Herbst vor der Saat in der Regel mit hohen Auswaschungsverlusten verbunden sind, wird empfohlen, Gülle ähnlich wie Mineraldünger im Frühjahr zur wachsenden Kultur auszubringen.

Es sollte daher geprüft werden, wie sich ein Getreidebestand (Wintergerste, Winterweizen) im Entwicklungsstadium Anfang Schossen auf die Höhe der NH_3 -Verflüchtigung auswirkt. Zum Vergleich wurde dieselbe Gülle oberflächlich auf Boden (ohne Bewuchs, vorher mit Kreiselege bearbeitet) appliziert. Die Ausbringung auf Boden ohne Einarbeitung ergab NH_3 -Verluste von 40 bzw. 52%. Die Gülleapplikation in den Bestand führte dagegen in beiden Versuchen zu signifikant niedrigeren Verlusten von etwa 25%.

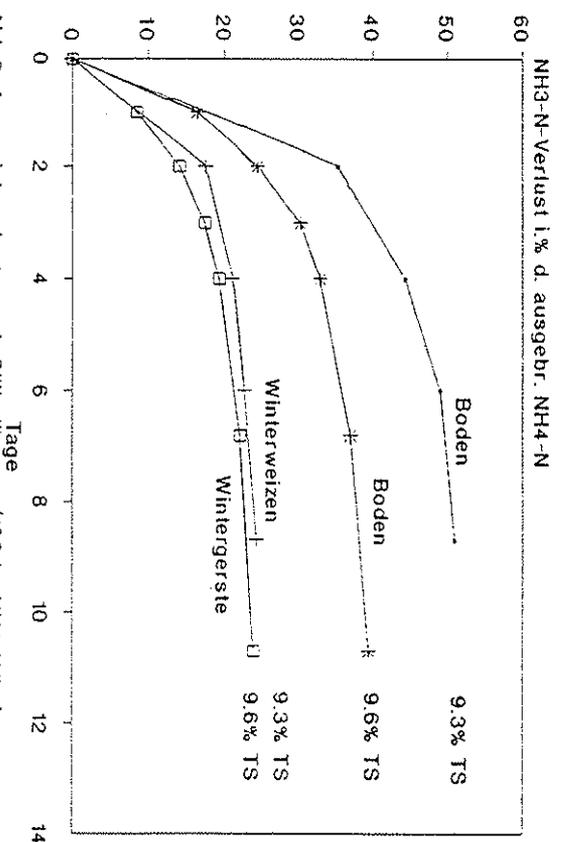


Abb. 2: Ammoniakverluste nach Gülledüngung (100 kg $\text{NH}_4\text{-N/ha}$) in den Getreidebestand (Anfang Schossen) bzw. auf Boden

Die Reduzierung der NH_3 -Verflüchtigung dürfte im wesentlichen darauf zurückzuführen sein, daß durch den dichten Pflanzenaufwuchs die Windgeschwindigkeit in Bodennähe gesenkt und infolgedessen der in diesem Bereich vorliegende Gülle-N stärker vor Verflüchtigung geschützt wird. Ferner besteht die Möglichkeit, daß ein Teil des freigesetzten NH_3 noch im Bestand wieder sorbiert und von den Pflanzen aufgenommen wird.

2. Gülle auf Ernterrückstände

Eine weitere Einsatzmöglichkeit für Gülle im Ackerbau ist die Ausbringung auf Ernterrückstände. Die Kombination von Stroh- und Gülledüngung hat einerseits den Vorteil, daß Gülle-N durch biologische Festlegung über die vegetationslose Zeit hinweg konserviert wird, andererseits besteht jedoch die Gefahr hoher NH_3 -Verluste, wie folgende Versuche zeigen (Abb. 3).

Dickflüssige Gülle (9.1% TS), im August bei hohen Temperaturen (T_{max} 26 °C) auf Stoppel und Stroh appliziert, hatte Verluste von annähernd 60% zur Folge.

Nach Gülledüngung auf Maisstroh im November ging trotz deutlich niedrigerer Temperaturen (T_{max} 12 °C) noch die Hälfte des zugeführten $\text{NH}_3\text{-N}$ als NH_3 verloren.

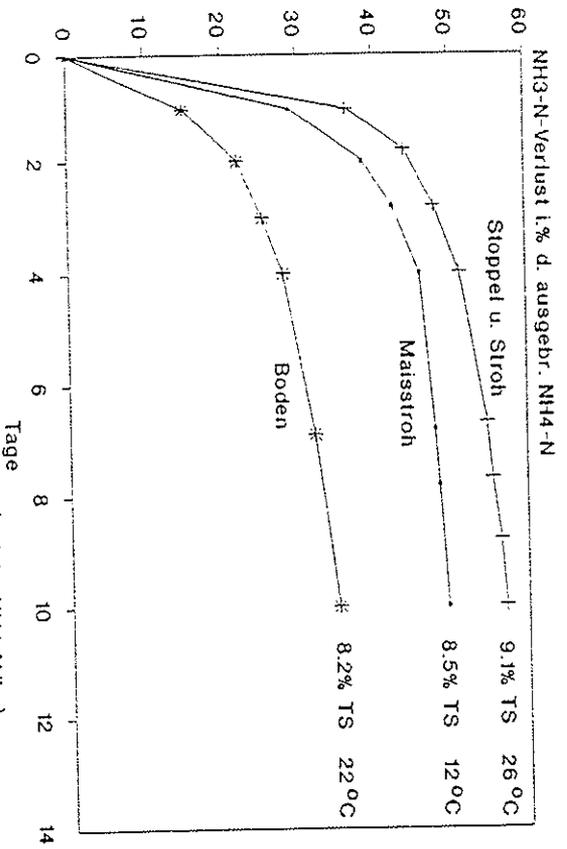


Abb. 3: Ammoniakverluste nach Gülledüngung (100 kg NH₄-N/ha) auf Ernterückstände (August, November) und Boden (Mai)

Im Vergleich dazu wies eine Gülle mit ähnlichem TS-Gehalt, oberflächlich auf Boden ausgebracht, um ca. 15% (ein Drittel) niedrigere Verluste auf, obwohl die Temperaturen um 10 °C höher lagen.

Dieser Vergleich zeigt, daß eine Strohecke die NH₃-Freisetzung fördert. Weiterhin wird deutlich, daß unter diesen Bedingungen der Einflußfaktor Temperatur offenbar von untergeordneter Bedeutung ist. Das Stroh hemmt das Eindringen der Gülle in den Boden, so daß die Sorption des NH₄⁺ an den Bodenpartikeln verzögert oder wie im Falle dickflüssiger Gülle sogar weitgehend unterbunden wird.

2. Einfluß der Applikationsform

Nachdem wir in einer früheren Untersuchung nachweisen konnten, daß eine Einarbeitung der Gülle mit dem Grubber die Verluste erheblich reduziert, sollte geprüft werden, wie sich eine flachere Einarbeitung mit einer Zinkenegge auswirkt.

Durch sofortiges, flaches Einarbeiten wurden die Verluste von 34% nach oberflächlicher Ausbringung auf 14% verringert, d.h. die geringe Einarbeitungstiefe reichte bereits aus, die NH₃-Freisetzung um mehr als die Hälfte zu senken.

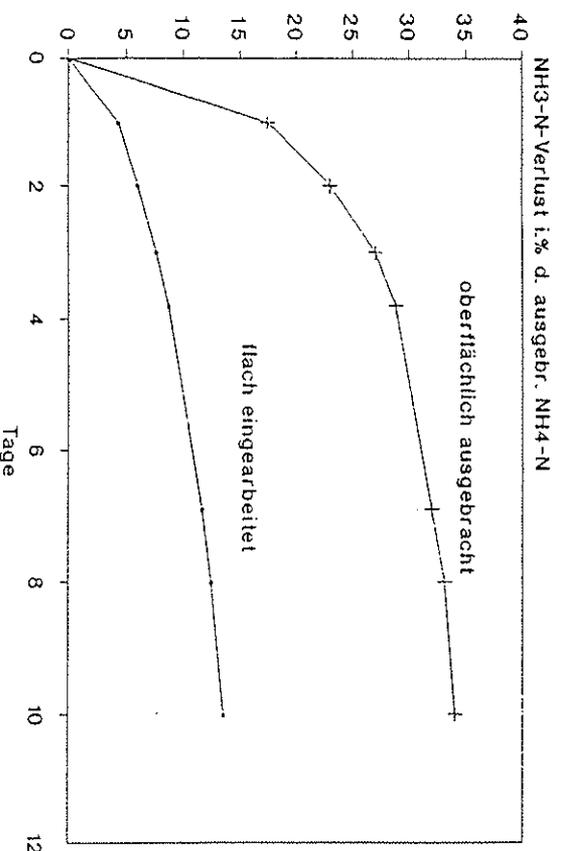


Abb. 4: Ammoniakverluste aus Rindergülle (100 kg NH₄-N/ha) in Abhängigkeit von der Applikationsweise

Die Durchmischung von Gülle und Boden sorgt dafür, daß mehr Gülle-NH₄ in kurzer Zeit an die Sorptionsstellen des Bodens herangeführt, sorbiert und damit einer potentiellen Verflüchtigung entzogen wird. Hinzu kommt, daß die aufgrund der Einarbeitung längere Diffusionsstrecke für NH₃ und NH₄⁺ an die Bodenoberfläche der Verflüchtigung entgegenwirkt.

Wie aus dem zeitlichen Verlauf der NH₃-Verflüchtigung hervorgeht, ist die Einarbeitung am wirksamsten, wenn sie unmittelbar nach der Gülleapplikation erfolgt.

4. Gülle auf Grünland

Auf Grünland ist eine Einarbeitung nicht oder zumindest mit den herkömmlichen Verfahren und Geräten nur schwer möglich. Um so deutlicher bestimmen der Ausbringungzeitpunkt und die Gülleigenschaften das Ausmaß der NH₃-Verflüchtigung (Abb. 5).

Im Winter bei niedrigen Temperaturen (T_{max} 15 °C, T_{min} -2 °C) auf gepflügtes Ackerland ausgebrachte Gülle führte zu geringen Verlusten von 16%. Dasselbe Gülle, zur gleichen Zeit auf Grünland ausgebracht, zeigte dagegen eine geringfügig höhere NH₃-Freisetzung (22%). Offensichtlich erschwerte die Grasnarbe das Einsickern der Gülle in den darunterliegenden Boden.

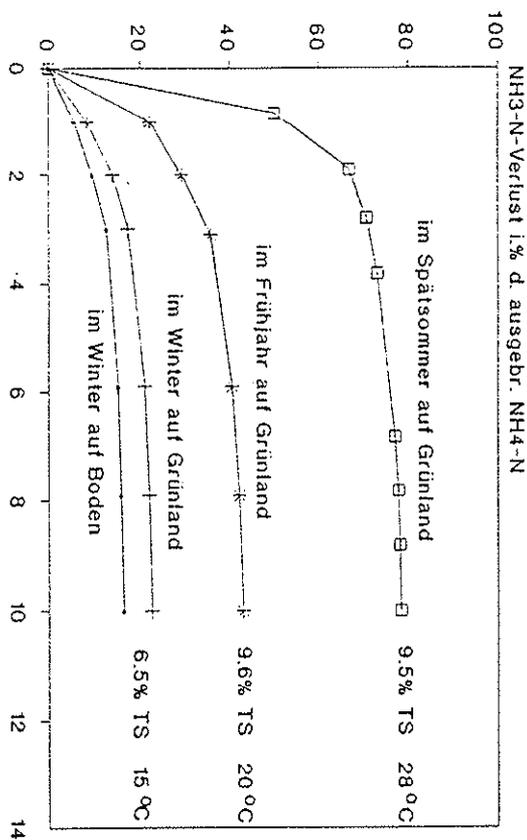


Abb. 5: Ammoniakverluste aus Rindergülle (60 kg $\text{NH}_4\text{-N/ha}$) in Abhängigkeit von Ausbringungszeitpunkt auf Grünland u. Boden

Mit steigender Temperatur und steigendem TS-Gehalt der Gülle nehmen die Verluste zu.

Im Spätsommer traten extrem hohe Verluste von 80% auf, die auf den gleichzeitigen Einfluß einer hohen Gülle-TS (9.5% TS) und hoher Temperaturen zurückzuführen sind.

Schlußfolgerungen

In Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen, den Witterungsverhältnissen sowie den Gülleeigenschaften ergeben sich erhebliche Unterschiede in der Höhe der Ammoniakverflüchtigung.

Mit beträchtlichen Verlusten ist vor allem zu rechnen, wenn dickflüssige Gülle auf Ernterrückstände, verdichteten Boden und Grünland ausgebracht wird.

Um das Ziel einer effektiven und damit auch umweltschonenden GÜlledüngung zu erreichen, ist es erforderlich, Gülle unmittelbar nach der Ausbringung einzuarbeiten.

Ist eine Einarbeitung aus pflanzenbaulichen Gründen (Grünland, Getreidebestand) nur schwer möglich, sollte dickflüssige Gülle nur nach Verdünnung mit Wasser ausgebracht werden.

Die Reduzierung der NH_3 -Verflüchtigung aus Gülle ist von Vorteil sowohl für den einzelnen Landwirt (Einsparung von Mineraldünger) als auch für die gesamte Umwelt (Verringerung der Immissionen und deren Schädwirkungen).

Zusammenfassung

Mit der Windtunnel-Methode wurden im Freiland Untersuchungen zur NH_3 -Verflüchtigung nach der Ausbringung von Rindergülle auf Acker- und Grünland durchgeführt; der Einfluß der Parameter Witterung, Konsistenz der Gülle sowie Art und Zeitpunkt der Ausbringung wurde geprüft.

Im Vergleich zu einer Bodenapplikation ohne Einarbeitung hatten GÜllegaben in den wachsenden Getreidebestand (Stadium Anfang Schossen) signifikant niedrigere NH_3 -Verluste zur Folge. Für Winterweizen und Wintergerste lagen die Verluste, bezogen auf die Ausgangsmenge an Ammoniumstickstoff, bei etwa 25%.

Ernterrückstände sowie Bodenverdichtung fördern die NH_3 -Freisetzung, da sie das Eindringen der Gülle in den Boden erschweren. Gülle nach der Getreideernte auf Stoppel und Stroh ausgebracht, führte bei sommerlichen Temperaturen zu Verlusten von nahezu 60%. Nach oberflächlicher Ausbringung auf Maisstroh im November betragen diese trotz niedrigerer Temperaturen noch 50%.

Eine rasche, flache Einarbeitung der Gülle mit der Egge reicht aus, um die Verluste um mehr als die Hälfte zu reduzieren. Auf Grünland, wo im Spätsommer mit 80% die höchsten Verluste auftraten, nahm die NH_3 -Verflüchtigung mit dem Trockensubstanzgehalt der GÜllen und der Temperatur zu.