

NH₃-Verluste: nach Hofdüngeranwendung vermeidbar?

Rainer FRICK, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Peter KATZ, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene (FAC), CH-3097 Liebefeld-Bern

Bei der Anwendung von Gülle und Mist kann ein beträchtlicher Teil des darin enthaltenen Ammoniumstickstoffs als Ammoniak in die Luft entweichen. Diese Ammoniakemissionen sind ein Verlust für die Landwirtschaft und eine Belastung für die Umwelt. Ihre Reduktion ist aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht dringend und lohnend. Die FAT hat zusammen mit der FAC-Liebefeld ein gemeinsames Projekt in Angriff genommen mit dem Ziel, diese Emissionen zu quantifizieren und Empfehlungen zu deren Verminderung abzuleiten.

Ammoniak (NH₃) entweicht überall dort, wo Hofdünger anfallen, gelagert und eingesetzt werden. Nach Schätzungen von Stadelmann (1990) gelangen aus der schweizerischen Landwirtschaft jährlich rund 46 kt Stickstoff (N) als Ammoniak in die Atmosphäre. Über 80 % dieser Ammoniakemissionen stammen aus der Tierhaltung beziehungsweise den Hofdüngern.

Ammoniak in der Luft

Die Problematik blieb lange Zeit wenig beachtet und wurde erst aktuell, als zunehmend auch die ökologischen Auswirkungen erkannt wurden:

- Überdüngung naturnaher Ökosysteme wie Wälder, Magerwiesen und Gewässer durch unkontrollierte N-Einträge aus der Luft.

- Beeinflussung verschiedener Prozesse im Boden (zum Beispiel Bodenversauerung) und in der Atmosphäre (zum Beispiel Oxydation von SO₂ zu H₂SO₄).

Die Ammoniakemissionen haben aber auch direkte Folgen für die Landwirtschaft, indem für die Düngung wertvoller Stickstoff verloren geht. Die in der Praxis häufig beobachtete schlechte Düngewirkung der Hofdünger ist zu einem grossen Teil auf hohe Ammoniakverluste zurückzuführen. Weil die N-Wirkung der Hofdünger nur einigermaßen abgeschätzt werden kann, greift der Landwirt sicherheitshalber zum Handelsdünger, wodurch die Gefahr einer Überdüngung zunimmt.

Interdisziplinäres Vorgehen

Übergeordnetes Ziel eines gemeinsamen, von der FAC-Liebefeld geleiteten Projek-

tes ist die Quantifizierung der Ammoniakemissionen auf der ganzen Hofdüngerkette (Stall, Lagerung und Ausbringung) sowie die Erarbeitung differenzierter Richtzahlen zur Abschätzung der Verluste bei unterschiedlichen Bedingungen. Aus den Ergebnissen sollen praxistaugliche

Empfehlungen zur Verlustminderung abgeleitet werden.

Da viele Zusammenhänge bereits bekannt sind, beschränken sich die zur Zeit laufenden Untersuchungen im wesentlichen auf jene Bereiche, in denen im Vergleich zum Ausland aus produktionstechnischen Gründen (Aufstallung, Entmistungssysteme, Ausbringtechnik usw.) abweichende Ergebnisse zu erwarten sind oder die noch ungenügend erforscht sind. Von Interesse ist beispielsweise, welchen Einfluss die in der Schweiz übliche starke Verdünnung der Gülle hat oder wie sich die Gesamtverluste von Mist und kotarmer Gülle von jenen von Vollgüllesystemen unterscheiden.

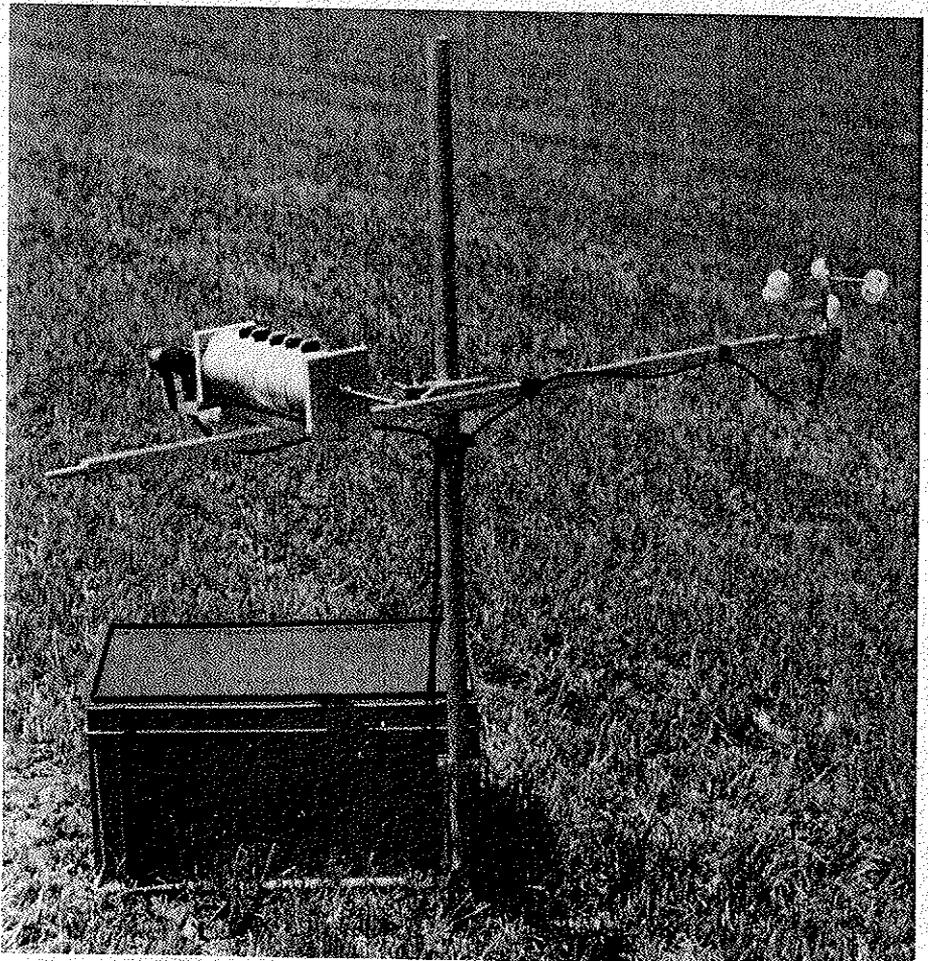


Abb. 1. Feldmessung mit der Z_{inn}-Methode: Messkiste mit Anemometer und Expositionsrohr mit Passivsammlern. Im Innern der Kiste befindet sich ein Datenlogger, der die Messdaten kontinuierlich aufzeichnet.

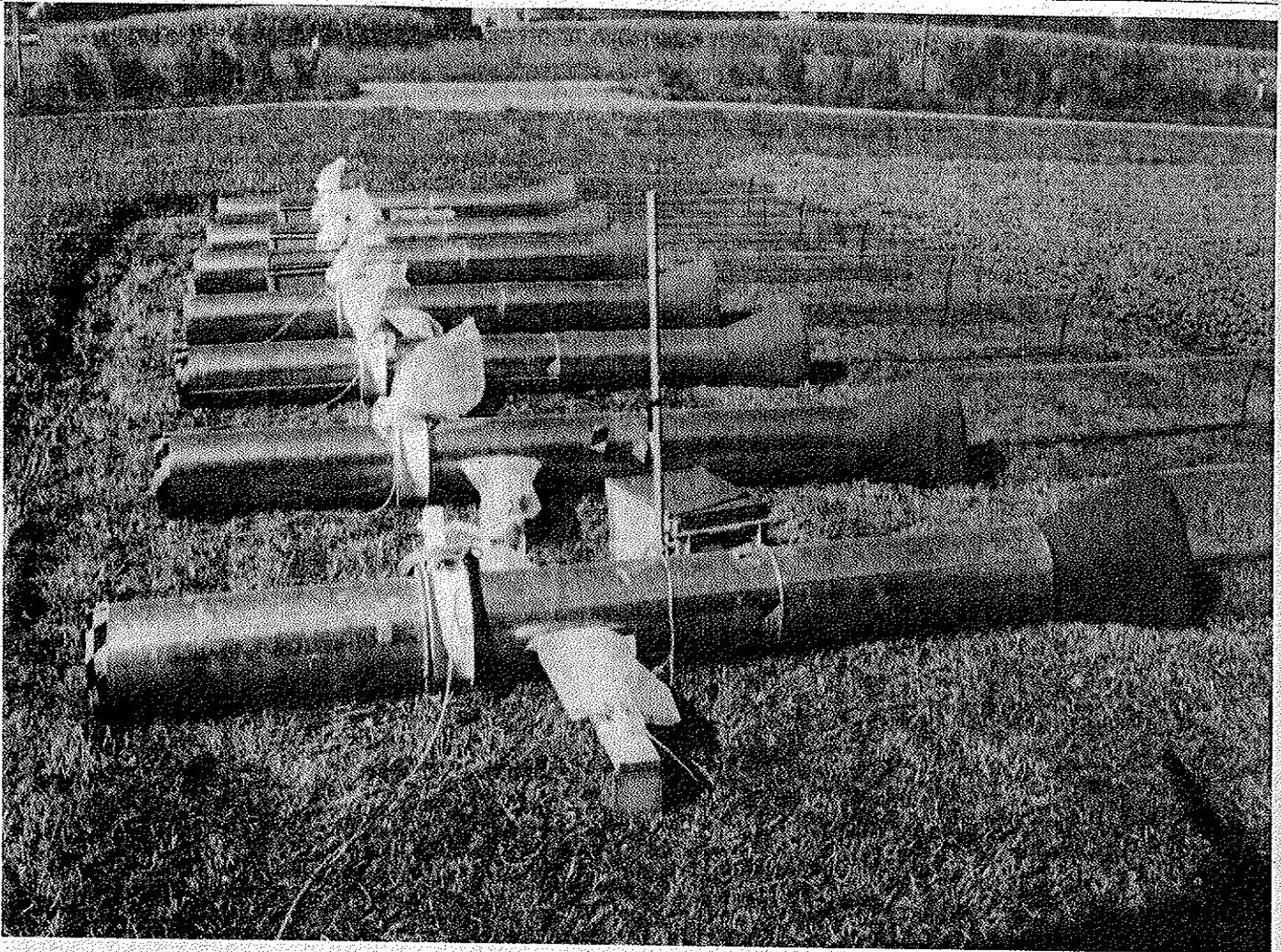


Abb. 2. Messung der Ammoniakverluste mit der Windfunnelanlage. Indem ein bestimmter Parameter (zum Beispiel die Ausbringungsmenge) in Stufen variiert wird, kann dessen Einfluss auf die Verluste gezielt untersucht werden.

Wie wird gemessen?

Es wird mit zwei verschiedenen Methoden gearbeitet. Für die **Feldversuche** kommt die von Wilson *et al.* (1982) beschriebene, mikrometeorologische Z_{inst} -Methode zur Anwendung (Abb. 1). Die Hofdünger werden mit praxisüblichen Geräten auf einer annähernd kreisförmigen Fläche mit einem Durchmesser von 40 Metern ausgebracht. Im Zentrum des Kreises werden auf einer bestimmten, von der Bodenoberflächenstruktur abhängigen Höhe die Ammoniakkonzentration und die Windgeschwindigkeit kontinuierlich während zwei bis vier Tagen gemessen. Die Ammoniakkonzentration wird mit Passivsammlern (Kunststoffröhrchen mit einer Membran, durch welche die Ammoniakmoleküle ins Innere diffundieren und in einer Säurelösung aufgefangen werden), die Windgeschwindigkeit mit speziellen Schalenstern-Anemometern erfasst.

Pro Versuch werden in der Regel drei Flächen beziehungsweise Verfahren gleichzeitig gemessen. In jedem Versuch wird ein Standardverfahren (30 m³/ha Rindervollgülle) plziert. Dadurch lassen sich die Ergebnisse aus verschiedenen Versuchen teilweise verknüpfen.

Feldversuche liefern zwar praxisnahe Ergebnisse, sind aber sehr aufwendig und stellen hohe Anforderungen an die Versuchspartellen. Sie werden deshalb mit Messungen unter **Windtunneln** (Abb. 2) gezielt ergänzt. Diese dienen der Untersuchung ausgewählter Einflussfaktoren, die in Stufen variiert werden (zum Beispiel unterschiedliche TS-Gehalte der Gülle).

Die Versuche zur Bestimmung der Verluste nach der Hofdüngeranwendung führen die FAT und FAC gemeinsam in Tänikon durch.

Einfache Massnahmen vermindern NH₃-Verluste

Die bisher durchgeführten Versuche waren stets von einem charakteristischen Emissionsverlauf geprägt: ein starker Anstieg der Verluste kurz nach dem Ausbringen und eine deutliche Abflachung in der folgenden Nacht. In fast allen Fällen erfolgten über 60 % der Gesamtemission am ersten Versuchstag, der grösste Teil sogar in den ersten zwei bis vier Stunden (vgl. Abb. 3).

Die Verluste schwanken – je nach den vorliegenden Bedingungen – sehr stark und liegen in einem Bereich von 30 bis 80 % des ausgebrachten Ammonium-N. Unter den diversen Einflussfaktoren scheint dem Infiltrationsvermögen des Bodens eine besondere Bedeutung zuzukommen.



kg NH₃/ha

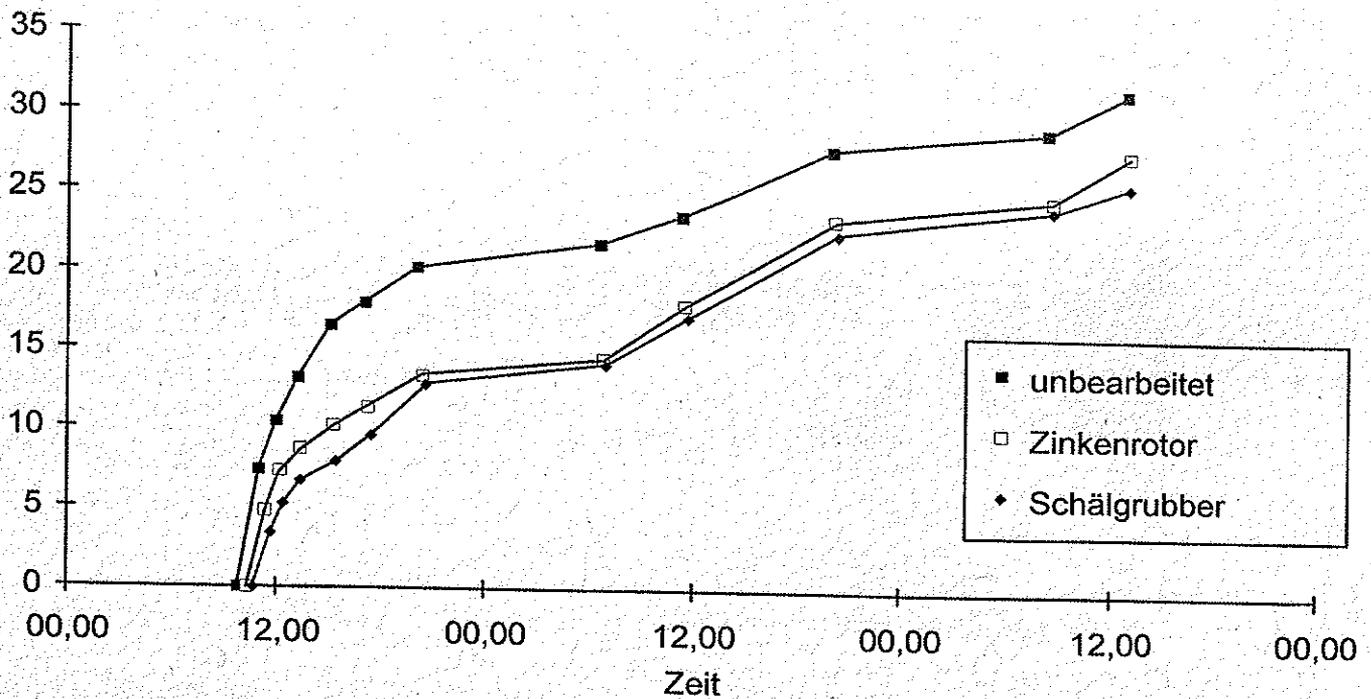


Abb. 3. Kumulierte Ammoniakverluste (kg NH₃/ha) in den ersten zwei Tagen nach Ausbringung von Rindervollgülle (je 34 m³/ha) auf Getreidestoppeln mit unterschiedlicher Bodenbearbeitung. Tänikon, August 1992.

Die mit Stalmist durchgeführten Messungen ergaben für Mist und Gülle einen ähnlichen Emissionsverlauf und deuten darauf hin, dass bei Stalmist gleiche Anteile des ausgebrachten Ammonium-N wie bei Gülle verloren gehen.

Der Vergleich verschiedener produktionstechnischer Verfahren hat gezeigt, dass mit einfachen Massnahmen deutliche Emissionsminderungen durchaus möglich sind. In einem Tageszeitversuch mit Gülle ergab das Ausbringen abends um 20.00 Uhr deutlich tiefere Verluste als am Morgen und zur Mittagszeit. Abbildung 3 zeigt das Ergebnis eines Versuchs mit Gülle auf Getreidestoppeln, welche vor dem Ausbringen unterschiedlich bearbeitet wurden. Die mit Grubber und Zinkenrotor aufgerissenen Flächen hatten tiefere Emissionen zur Folge, weil die Gülle rascher versickern konnte als dort, wo der Boden nicht bearbeitet wurde.

Problemlösungen angestrebt

Gezielte Angaben über die Ammoniakverluste sowie Empfehlungen zu deren Reduktion sind erst Ende 1994 möglich. Sicher ist, dass sich Ammoniakverluste nie ganz vermeiden lassen. Trotzdem dürfte es sich lohnen, alle Massnahmen, welche mit einfachen Mitteln eine Reduktion versprechen, anzuwenden. Erst ver-

schiedene kleine Einsparungen versprechen einen grösseren Erfolg. Wichtig ist nicht zuletzt, dass die Landwirtschaft Bemühungen zur Reduktion vorweisen kann. Nur so kann sie schwerwiegende politische Massnahmen wie zum Beispiel einen starken Abbau der Tierbestände vermeiden.

LITERATUR

Stadelmann F.X., 1990. Stickstoff in der Landwirtschaft: Kreislauf, Probleme, Verluste, Synthese und Schlussfolgerungen. *Schriftenreihe der FAC-Liebefeld* 7, 141-191.

Wilson J.D., Thurtell G.W., Kidd G.E. and Beauchamp E.G., 1982. Estimation of the rate of gaseous mass transfer from a surface source plot to the atmosphere. *Atmos. Environ.* 16, 1861-1867.

RÉSUMÉ

Emissions d'ammoniac après l'épandage des engrais de ferme

Un des projets en cours, réalisé en coopération avec la FAC-Liebefeld, a pour but de quantifier les émissions d'ammoniac se produisant après l'épandage des engrais de ferme. Il est prévu d'en déduire des valeurs indicatives différenciées permettant d'estimer les pertes dans certaines conditions ainsi que des recommandations pour une réduction des émissions. Les mesures s'effectuent

par des essais micrométéorologiques de plein champ, fondés sur la pratique, et à l'aide de tunnels aérodynamiques. Selon les premiers résultats, les pertes s'élèvent à 30 - 80 % de la quantité d'ammonium qui a été épandue. Les pertes les plus importantes se produisent dans les premières heures après l'épandage. Il faudra attendre que le projet soit achevé pour pouvoir procéder à une évaluation différenciée des pertes et fournir des recommandations détaillées à l'intention de la pratique.

SUMMARY

Ammonia losses after manure spreading

The objective of one of the current projects, carried out in cooperation with FAC-Liebefeld, is to quantify the ammonia emissions occurring after manure spreading. Differentiated standard values allowing to estimate the losses in certain conditions as well as recommendations for reducing the emissions are to be deduced from the test results. The measurements are carried out by micrometeorological field tests relating to practice and with the help of air tunnels. The first results show losses of 30 to 80 % of the spread quantity of ammonium. The most significant losses occur within the first hours after spreading. A differentiated evaluation of the losses and detailed practical recommendations won't be available before the project is concluded.

KEY WORDS: Ammonia losses, manure spreading.