



Doctoral Thesis

Ammoniakemissionen nach der Gülleanwendung auf Grünland

Author(s):

Katz, Peter E.

Publication Date:

1996

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001585239> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 11382

Ammoniakemissionen nach der Gülleanwendung auf Grünland

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines
Doktors der Technischen Wissenschaften
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
Peter E. Katz
Dipl. Ing. Agr. ETH
geboren am 16. Mai 1965
von Basel

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. P. Stamp, Referent
Prof. Dr. J. Nösberger, Korreferent
Dr. H. Menzi, Korreferent

Zürich 1996

7 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, die nach der Gülleanwendung auf Grünland entstehenden Ammoniakverluste zu quantifizieren. Dazu wurden zwei Methoden angewendet. In Feldversuchen wurden mit der mikrometeorologischen Z_{Inst} -Methode nach WILSON *et al.* (1982) die Ammoniakemissionen verschiedener Gülle bei verschiedenen Witterungsbedingungen untersucht. Mit einer Windtunnelanlage nach LOCKYER (1984) wurde der Einfluss einzelner Parameter (TS-Gehalt, N_{NH_4} -Gehalt, Gülleaufwandmenge, Windgeschwindigkeit, Globalstrahlung) auf die Höhe der Ammoniakemissionen untersucht.

Die Ammoniakverluste von Rindviehvollgülle in den Feldversuchen betragen im Mittel 50% des ausgebrachten N_{NH_4} , bei Werten zwischen 30 und 95%. Als wichtigste Einflussfaktoren konnten identifiziert werden:

- *N_{NH_4} -Gehalt der Gülle:* Die Höhe der Ammoniakemissionen war linear abhängig vom N_{NH_4} -Gehalt der Gülle. Eine Halbierung des N_{NH_4} -Gehaltes reduzierte die Ammoniakemissionen bei gleichbleibender Gülleaufwandmenge um rund 50%. Der prozentuale Anteil des N_{NH_4} , der verloren ging, war allerdings weitgehend unabhängig vom N_{NH_4} -Gehalt.
- *Wassersättigungsdefizit der Luft:* Dieses ist linear von der relativen Luftfeuchtigkeit und exponentiell von der Temperatur abhängig. Die Ammoniakemissionen waren linear abhängig vom Wassersättigungsdefizit der Luft. Bei einem N_{NH_4} -Gehalt der Gülle von 1 g N/kg Frischsubstanz verdoppelten sich die Ammoniakemissionen mit von 1 auf 10 mbar steigendem Wassersättigungsdefizit. Bei höheren N_{NH_4} -Gehalten war die Zunahme der Emissionen weniger ausgeprägt (2 g N/kg FS: 30% höhere Emissionen).

In den Windtunnelversuchen konnte der Einfluss weiterer Faktoren quantifiziert werden:

- Mit zunehmender *Gülleaufwandmenge* nahmen die Ammoniakverluste linear zu. Die prozentualen Verluste nahmen dabei leicht ab.
- Durch *Gülleverdünnung* konnten die Ammoniakverluste drastisch gesenkt werden. Eine Verdünnung von 1:1 bewirkte bis zu 60% tiefere Ammoniakemissionen, allerdings nur, wenn mit der verdünnten Gülle die selbe N_{NH_4} -Menge/Fläche ausgebracht wurde wie mit der unverdünnten Gülle.

- Die *Strahlung* als einzelner Faktor beeinflusste die Ammoniakemissionen nicht. Eine indirekte Beeinflussung über andere Faktoren (Temperatur, Windgeschwindigkeit etc.) muss jedoch aufgrund der Feldversuche angenommen werden.
- Mit bis ca. 1 m/s steigender *Windgeschwindigkeit* nahmen die Ammoniakemissionen zu. Darüber war kein Einfluss mehr festzustellen. In der Praxis dürfte der Windgeschwindigkeit deshalb eine untergeordnete Rolle zukommen.

Aus den Resultaten der Feldversuche wurde ein multiples Regressionsmodell entwickelt, das mit den Daten der Windtunnelversuche zu einem empirischen Modell erweitert wurde. Die Ammoniakemissionen in zwei Tagen nach dem Ausbringen von Rindviehvollgülle (N_{Em} ; kg N/ha) lassen sich mit folgender Formel aus N_{NH_4} -Gehalt der Gülle (NH_4 ; g N/kg Frischsubstanz), Wassersättigungsdefizit der Luft ($SDef$; mbar) und Gülleaufwandmenge (M ; t/ha) berechnen:

$$N_{Em} = (-9.506 + 19.408 * N_{NH_4} + 1.102 * SDef) * (0.21 * M + 0.358) \quad (R^2=0.81)$$

Dieses empirische Modell kann eingesetzt werden zur Schätzung der Ammoniakemissionen nach dem Ausbringen von Rindviehvollgülle mit N_{NH_4} -Gehalten über 0.7 g N/kg FS, die in Mengen zwischen 15 und 100 t/ha ausgebracht werden. Die Ammoniakemissionen von Schweinevollgülle liegen 10-20% tiefer als vom Modell geschätzt.

Das Modell lässt verschiedene Schlussfolgerungen zu über die Wirksamkeit von in der Praxis getroffenen Massnahmen zur Reduktion der Ammoniakemissionen.

SUMMARY

Using two different methods, ammonia emissions after slurry spreading on grassland were quantified. In field experiments according to the Z_{Inst} -Method described by WILSON *et al.* (1982) the ammonia emissions of different types of slurry were investigated under various weather conditions. With a wind tunnel system according to LOCKYER (1994) the influence of single factors (dry matter content [DM], total ammoniacal nitrogen [TAN] content, slurry application rate, wind speed, global radiation) on ammonia emissions was investigated.

In the field experiments, ammonia losses of cattle slurries averaged 50% of the applied TAN, with values ranging from 30 to 95%. The following major influencing factors could be identified:

- *TAN content of the slurry*: Ammonia emissions were linearly dependent of the TAN content of the slurry. Reducing the TAN content by half (with slurry application rate unchanged) reduced ammonia emissions by about 50%. Thus, the percentage of TAN lost was largely independent of the TAN content.
- *Water saturation deficit of the air (SDef)*: The SDef is linearly dependent of the relative humidity and exponentially dependent of the air temperature. Ammonia emissions were linearly dependent of SDef. At a TAN content of 1 g N/kg fresh matter ammonia emissions doubled when SDef increased from 1 to 10 mbar. At higher TAN contents this increase of emissions was less pronounced (2 g N/kg fresh matter: 30% higher emissions).

In the wind tunnel experiments further important factors could be quantified:

- With increasing *slurry application rate* the ammonia emissions increased linearly. The percentage of TAN lost decreased slightly.
- *Dilution of the slurry* had a strong effect. A dilution of 1:1 reduced ammonia emissions by up to 60%, but only when the same rate of TAN was applied per unit surface with diluted as with undiluted slurry.
- *Global radiation* as a single factor showed no influence on ammonia emissions. An indirect influence (temperature, wind speed, etc.) must nevertheless be assumed.
- With increasing *wind speed*, ammonia emissions increased up to 1 m/s. Above this no influence was observed.

The results of the field experiments were used to develop a multiple regression model, which was extended to an empirical model using the wind tunnel experiments. Ammonia emissions within two days after application of cattle slurry (N_{Em} ; kg N/ha) can be calculated from the TAN content of the slurry (NH_4 ; g N/kg fresh matter), the water saturation deficit of the air ($SDef$, mbar) and the slurry application rate (M ; t/ha):

$$N_{Em} = (-9.506 + 19.408 * NH_4 + 1.102 * SDef) * (0.21 * M + 0.358)$$

This empirical model can be used to estimate ammonia emissions after spreading cattle slurry with a TAN content above 0.7 g N/kg fresh matter at a rate of 15 to 100 t/ha. Ammonia emissions of pig slurry are overestimated 10 to 20% by the model.

The model allows various conclusions about the efficiency of ammonia abatement measures on farms.