

## Verflüchtigungsmessung von Ammoniak: ein Zwischenbericht

### Einleitung

Um den Einfluss der Ausbringungstechnik auf die Ammoniakemissionen von Gülle zu messen, haben wir 3 verschiedene Techniken der Gülleausbringung miteinander verglichen: klassische Prallteller, Schwenkverteiler und Schleppschuhe. Eine bodennahe Gülleausbringung, durch Schleppschuhe verursacht weit weniger Verflüchtungsverluste von Ammoniak, als eine Oberflächenausbringung durch Prallteller oder Schwenkverteiler. Durch den Schwenkverteiler wird die Gülle großtropfig zu Boden gebracht, was somit den Kontakt zwischen Gülle und Luft verringert und die Ammoniakverflüchtigung im Vergleich zum klassischen Prallteller reduziert.

### Material und Methode

Die Verluste werden mit einem System aerodynamischer Tunnel aus verzinktem Blech gemessen; ein Staubsauger saugt Luft durch die auf dem Boden – auf der mit Gülle bedeckten Fläche - angebrachten Tunnel (Öffnung von 50 x 10 cm = 500 cm<sup>2</sup>). Das gasförmige Ammoniak aus der Gülle, die unmittelbar vor der Messung auf die Fläche ausgebracht wurde, gelangt durch diese Öffnung in den Tunnel und vermischt sich mit der angesaugten Luft. Jede Variante wird mit 2 Wiederholungen (2 Tunnel) durchgeführt. Eine Pumpe saugt eine konstante Menge von 20 l/min Luft-Ammoniak Gemisch durch einen Luftwäscher, der 100 ml verdünnte Schwefelsäure (1 ml Schwefelsäure / Liter destilliertes Wasser) enthält, die dazu dient den Ammoniak zu fixieren. Diese Flüssigkeit wird jede Stunde gewechselt, was uns ermöglicht die stündlichen Ammoniakverluste zu bestimmen. Diese Messungen werden während 8 Stunden durchgeführt, die gesammelten Behälter aus Ammoniak und Säure werden kühl aufbewahrt und so schnell wie möglich ins Labor zur Analyse gebracht. Die Ammoniakgehalt wird mit Hilfe der Nessler-Methode (1977) ermittelt. Die Ammoniakkonzentrationen der unehandelten Parzelle (Zeuge) dienen als Referenz, zur Messung des Ammoniaks der Umgebungsluft.

Die Ammoniakemissionen durch Verflüchtigung (N-NH<sub>4</sub>)<sub>v</sub> während eines Messintervalls werden ausgedrückt in mg/ha, durch Anwendung einer definierten Formel:

$$(N-NH_4) = [ (N-NH_4)_{aq} \times V_k \times 104 ] / [ V_{aq} \times 0,05 \times 0,95 ]^1$$



Photo des Versuchsaufbaus

- 
- <sup>1</sup> (N-NH<sub>4</sub>)<sub>aq</sub> = der in der Säure gebundene Ammoniak (in mg/100ml)
  - V<sub>k</sub> = das gesamte Volumen Luft (m<sup>3</sup>), das durch den Tunnel fließt während der Messdauer (in dem Fall 1 Stunde)
  - V<sub>aq</sub> = die Menge Luft (m<sup>3</sup>), die durch den Luftwäscher fließt wissend, dass der Anteil fixierten Ammoniaks durch die Säure bei 95 % liegt (Paass, 1991) und die Öffnung des Tunnels auf dem Boden 0,05 m<sup>2</sup> beträgt.

## Ergebnisse

Das Wetter hat einen großen Einfluss auf die ausbringungsbedingte Ammoniakverflüchtigung. Regenwetter (bedeckter Himmel, wenig Wind, hohe Luftfeuchtigkeit und Niederschläge) verringern die Verflüchtigungsverluste. Die Daten zu den Wetterbedingungen des Messtages stammen entstammen einer Messstation, die 8 km vom Versuchsfeld entfernt ist und der VoG Pameseb angehört.

12.09.2019	TSA	THA	TSF	TSS	ENS	PLU	VVT	HRA
09h00	13,4	13,4	13,5	13	0	0,3	8,64	100
10h00	13,9	13,9	14,3	13	0	0,1	11,52	100
11h00	14,2	14,2	15	13	264	0,2	12,96	100
12h00	15	14,8	16,1	13,1	305	0,1	11,16	97,3
13h00	15,1	14,9	15,9	13,2	339	0,1	14,04	97,7
14h00	16,2	15,1	17,1	13,4	457	0	14,76	89,3
15h00	16,8	15,1	17,4	13,6	362	0	13,32	83,2
16h00	17,6	15,3	18,3	13,8	467	0	15,48	78,8
17h00	18,1	15	19,2	14	481	0	14,04	72

TSA : Lufttemperatur °C - THA : feuchte Lufttemperatur °C - TSF Temperatur an der Bodenoberfläche °C TSS : Temperatur im Boden °C - ENS : Strahlung W/m<sup>2</sup> - PLU : Niederschlag mm - VVT : Windgeschwindigkeit km/h - HRA : relative Luftfeuchtigkeit %

Die Messungen begannen gegen 9h unter leichtem Niederschlag, also gutem Wetter für die Gülleausbringung. Ab dem Mittag nahm die Luftfeuchtigkeit stetig ab, die Sonne zeigte sich und die Temperaturen stiegen, was die Ammoniakverflüchtigung vorantreiben dürfte.

Die verwendete Gülle stammt aus einem Milchviehbetrieb und ist mit 5,89 kg Gesamtstickstoff pro Tonne Frischprodukt sehr reich. Der Gehalt an Ammoniak (N-NH<sub>4</sub>) liegt bei 3,17 kg pro Tonne, was 53,8 % des Gesamtstickstoffs entspricht.

Ausbringungs- technik	Ausgebrachte Menge <b>T/ha</b>	kg ausgebrachter Stickstoff <b>kg N/ha</b>	kg ausgebrachter Ammoniak <b>kg N-NH<sub>4</sub>/ha</b>
Schleppschuhe	21,6	127	68,5
Schwenkverteiler	19,4	114	61,4
Prallteller	18,8	111	59,7



Schwenkverfahren: oberflächliche Ausbringung in großen Tropfen für einer geringere Verflüchtigung

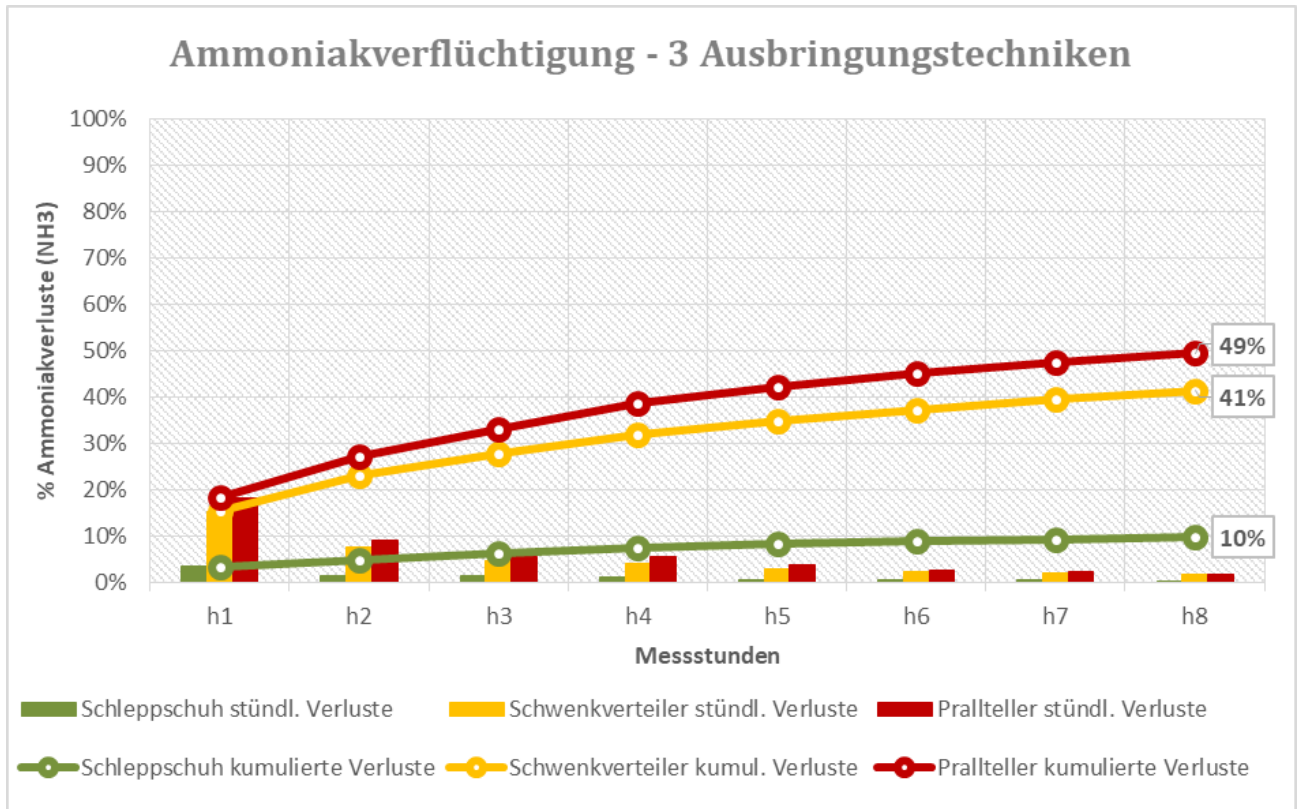


Prallteller: viel Kontakt zwischen Luft und Gülle, was die Verflüchtigung begünstigt



Schleppschuh: Bodenausbringung unter der Vegetation ohne den Boden zu beschädigen, reduzierte Verflüchtigung

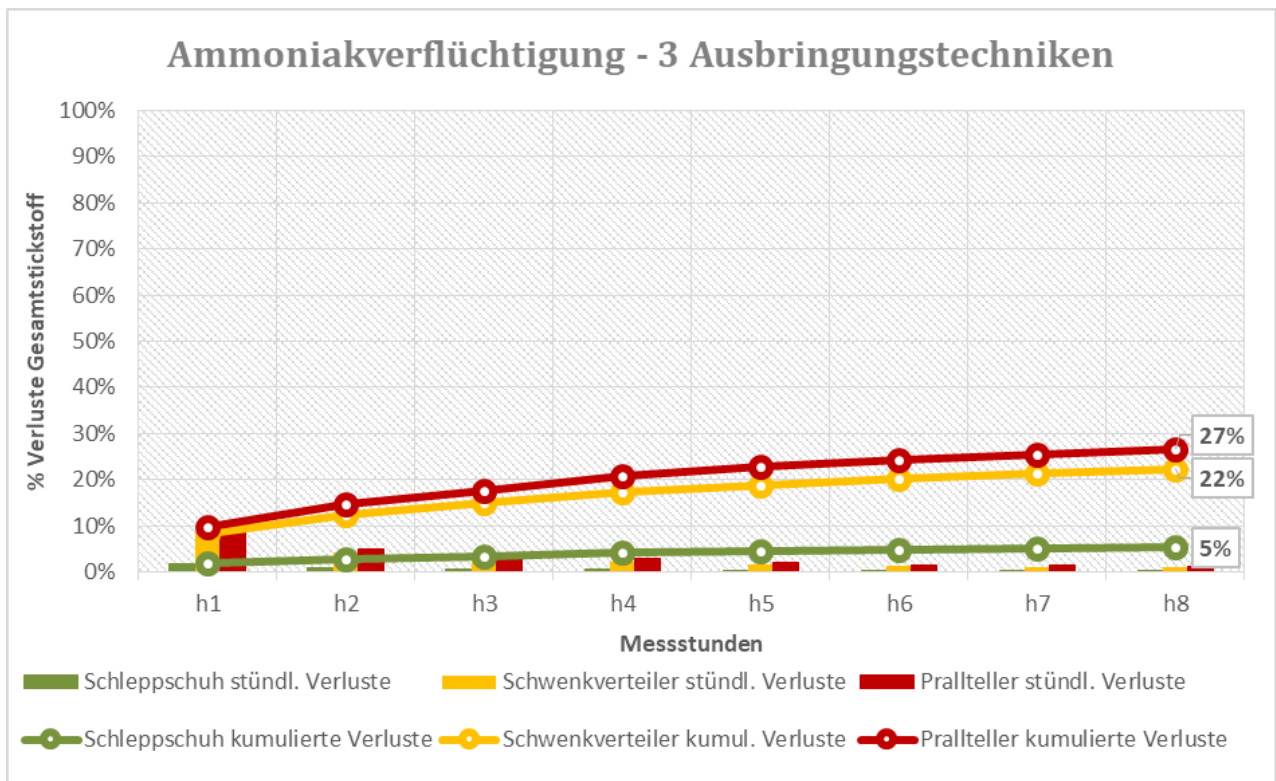
## Ammoniakverluste



Diese Graphik zeigt den prozentualen Anteil Ammoniakverluste im Vergleich zur Gesamtmenge des ausgebrachten Ammoniaks. Die Verflüchtigung ist unmittelbar nach der Gülleausbringung am höchsten. Unsere Messungen beschränken sich auf einen Zeitintervall von 8 Stunden nach der Ausbringung, da die Verluste darüber hinaus weniger ins Gewicht fallen.

Die durch Prallteller verursachten Verluste belaufen sich auf 49 % des gesamten ausgebrachten Ammoniaks. Bei der Ausbringung mittels Schwenkverteiler, betragen die Verluste 41 % des Ammoniaks. Die Schleppschuhe erzielen die niedrigsten Verluste, mit lediglich 10 % des Ammoniaks.

## Ammoniakverluste im Verhältnis zum Gesamtstickstoff



Durch den hohen Ammoniakanteil in der Gülle von 53,8 % im Vergleich zum Gesamtstickstoff, belaufen sich die Verluste an Gesamtstickstoff etwa auf die Hälfte der Verluste der ersten Graphik. Die Tendenzen bleiben unverändert.

### Fazit

Es ist wichtig zu präzisieren, dass diese Resultate einem einzigen Versuchstag entstammen, mit jeweils zwei Wiederholungen (2 Tunneln). Diese Messungen haben uns erlaubt, in Bezug auf die Ausbringungstechnik, gewisse Tendenzen zur Ammoniakverflüchtigung festzustellen, welche in der Zukunft durch weitere Messungen bestätigt werden müssen.

Im Zuge dieses Versuches fällt die Differenz zwischen den beiden Techniken, die die Gülle oberflächlich ausbringen (Prallteller und Schwenkverteiler) geringer aus als erwartet. Die bodennahe Gülleausbringung mittels Schleppschuhen ermöglicht eine starke Reduzierung der Verflüchtigungsverluste von Ammoniak.

Die Verflüchtigungsverluste sind innerhalb der ersten Stunden nach Gülleausbringung am höchsten. Dies unterstreicht die Notwendigkeit Gülle während angepasster Witterung (Regen, bedeckter Himmel, wenig Wind bei Oberflächenausbringung) auszubringen, um die Verflüchtigung so gering wie möglich zu halten.

Für die Zukunft: Weitere Verflüchtigungsmessungen sind in Planung, sowohl zu den Ausbringungstechniken, als auch zu verschiedenen Güllezusätzen, die dazu dienen, die Ammoniakverflüchtigung zu reduzieren.