

05.11.2024

Verdünnung (mit Wasser) als alternatives Verfahren zur Ammoniakminderung bei der Ausbringung von unbehandelter Rindergülle auf Grünland

Dr. P. Heinemann, S. Riesch, Dr. A. Freibauer, R. Knöferl (LfL)

Dr. B. Wolf, Dr. R. Gasche, Dr. R. Kiese (KIT)

Im Projekt AlterMin wurden zusätzliche Alternativen zur bodennahen Gülleausbringung untersucht, die bei entsprechenden Ergebnissen bezüglich der Ammoniakminderung als alternatives Verfahren nach § 6 Absatz 3 Satz 3 der Düngeverordnung (DüV) in Bayern zugelassen werden könnten. Mit den zusätzlichen Alternativen zur bodennahen Gülleausbringung sollen die Ziele der NEC-Richtlinie eingehalten werden.

Wie hoch muss die NH₃-Minderung sein?

Die DüV nennt als Mindestanforderung den Schleppschlauch. Gemäß ECE/EB.AIR/129 Tabelle 3 sind mit dem Schleppschlauch 30-35% NH₃-Minderung erreichbar.

Fazit der Experimente in AlterMin zur Verdünnung

Die Versuche bestätigten ältere Messungen und Praxisempfehlungen, wonach eine Verdünnung von Rindergülle mit Wasser als Minderungsmaßnahme möglich ist. Bei den Großparzellenversuchen zeigte die 1:1 Verdünnung im Mittel der vier Experimente eine vergleichbare Emissionsminderung wie der Schleppschuh. Ein weiterer Verdünnungsversuch mit kleineren Parzellen sowie Ergebnisse aus der Literatur bestätigten dies.

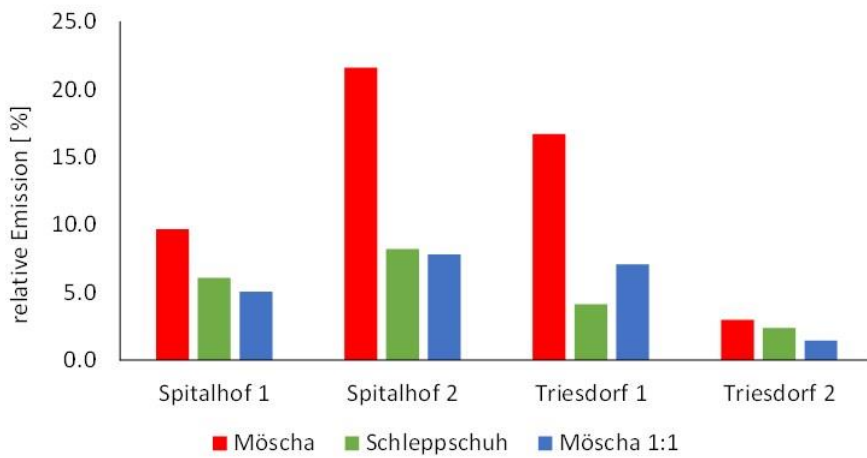
Ergebnis für zu erreichenden TS-Gehalt im Hinblick auf ein mögliches alternatives Verfahren

Aus den Messergebnissen im AlterMin Projekt und vergleichbaren Experimenten in der wissenschaftlichen Literatur aus Mitteleuropa (Schweiz, Bayern, Dänemark) wurde eine mittlere Verdünnungswirkung erst pro Experiment und dann gesamt als Mittel über die Verdünnungswirkungen als lineare Regression berechnet. Wird der Ausgangs-Trockensubstanz-(TS)-Gehalt der Gülle vorgegeben, kann der TS-Gehalt berechnet werden, mit dem eine entsprechende NH₃-Minderung erreicht wird.

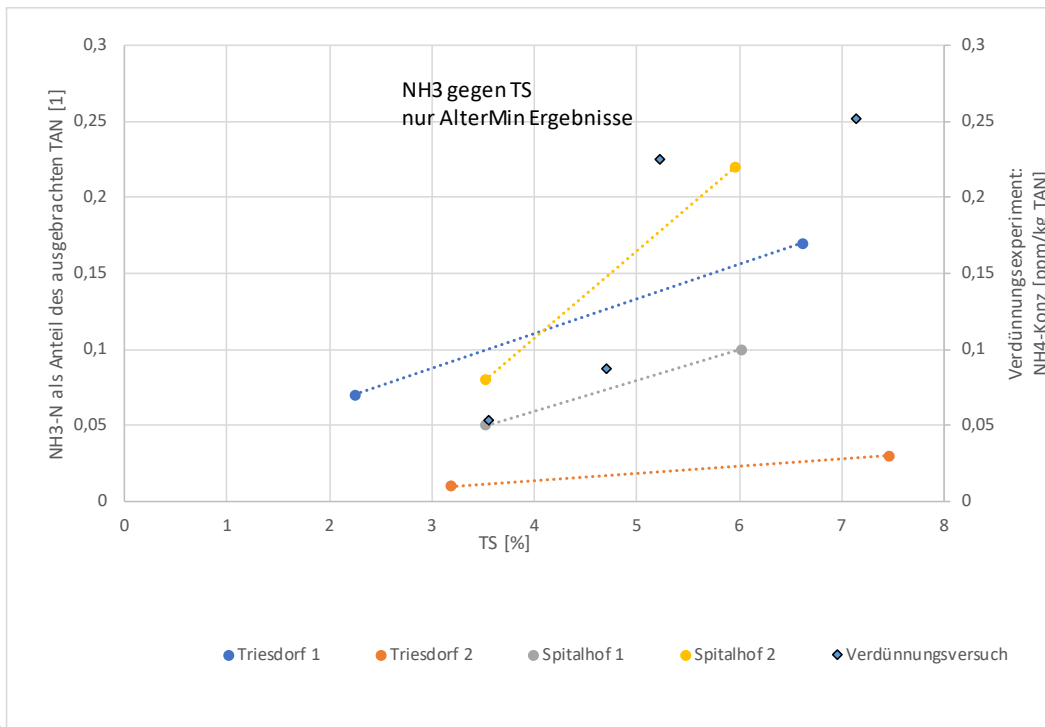
Ein TS-Wert von 7,0% in der Ausgangsgülle entspricht dem Mittelwert der in AlterMin und in der Literatur untersuchten Güllen. Er repräsentiert typische Güllen in Bayern. Eine Emissionsminderung von -30% äquivalent zum Schleppschlauch ist gemäß DüV bei einem TS-Gehalt von 4,6% erreicht.

Die Vergleichbarkeit wird im Ammoniakinventar dadurch sichergestellt, dass Betriebe, die das alternative Verfahren anwenden, bei der regelmäßigen statistischen Abfrage „Schleppschlauch“ ankreuzen.

AlterMin Versuchsergebnisse im Detail

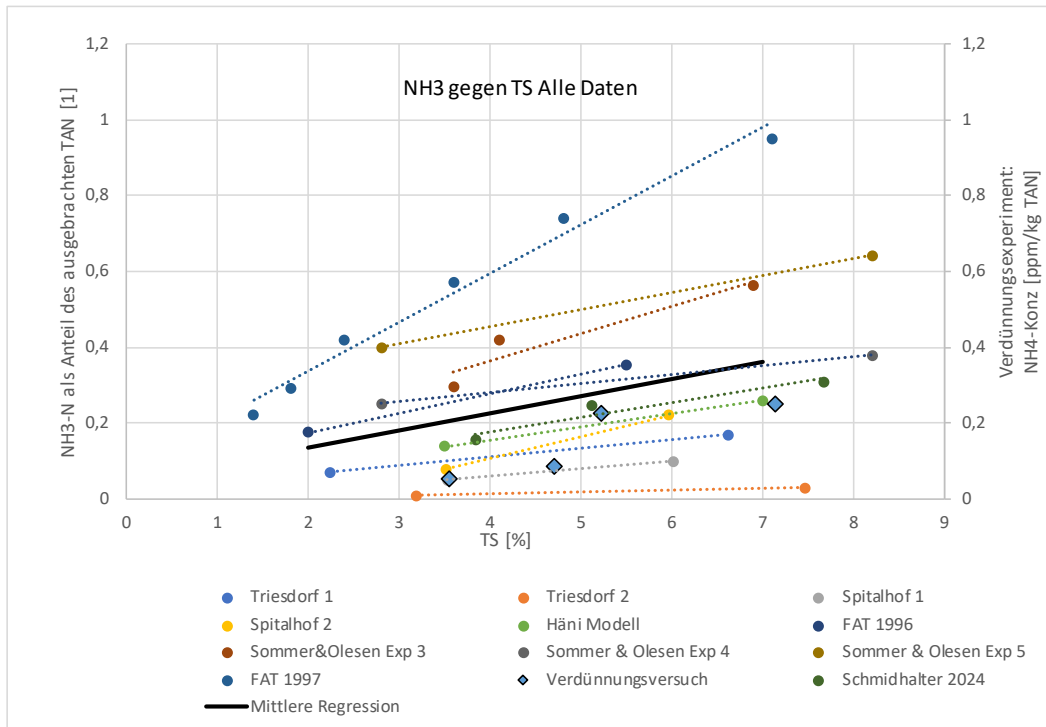


	Möscha	Möscha 1:1	Schleppschuh	Möscha 1:1 Schleppschuh	
	Anteil Emission an TAN [%]			Reduktion [%]	
Triesdorf 1	17	7	4	58	75
Triesdorf 2	3	1	2	51	20
Spitalhof 1	10	5	6	47	37
Spitalhof 2	22	8	8	64	62
Mittelwert	13	5	5	58	59
SD	7	2	2	7	7



3

Einordnung in die Literatur



Die Abbildung enthält alle in der Literatur gefundenen Verdünnungsexperimente mit Rindergülle auf Grünland.

Die AlterMin Versuche und Häni et al. 2016 verwendeten mikrometeorologische Verfahren. Sommer & Olesen 1991, FAT 1996 und FAT 1997 verwendeten Windtunnel, die aufgrund der z.T. recht hohen Windstärken zu höheren Emissionen tendieren. Schmidhalter 2024 verwendet die N-Bilanzmethode in Kleinstparzellen auf blankem Boden, wird aber wegen bayerischer Werte hinzugenommen.

Die Emissionshöhen sind zwischen den Experimenten sehr unterschiedlich. Daher wurde der Verdünnungseffekt experimentweise ausgewertet.

Methodisches Vorgehen zur Ableitung eines TS-Gehalts, bei dem eine vorgegebene NH₃-Minderung zu erwarten ist: Lineare Regression der NH₃-Emission abhängig vom TS-Gehalt in Rindergülle.

- Für jedes Experiment wird die Steigung (a) und der Achsenabschnitt (b) der relativen NH₃-Emission (r_{NH_3}) als Funktion des TS-Gehalts berechnet: $r_{NH_3} = a \cdot TS + b$. Die relative NH₃-Emission entspricht der NH₃-Emission bezogen auf die Ammoniumfracht der Gülle (TAN). Das Verdünnungsexperiment dient als Plausibilitätsprüfung, da es wegen anderer Einheit nicht mit den anderen Experimenten verrechnet werden darf.
- Es wird der Mittelwert der Steigungen (\bar{a}) berechnet → typische Abhängigkeit der relativen NH₃-Emissionen (in % des TAN) vom TS-Gehalt unbehandelter Rindergülle bei Breitverteilung: 0,0452 +/- 0,0334 [% TAN / % TS]
- Der Ausgangs-TS-Gehalt für die Variante ohne Zusatz von Wasser, also ohne Minderungsmaßnahme ($TS_{100\%}$) betrug für alle Rindergüllen im Mittel 7,0 +/- 0,9 % TS
- Die mittlere relative Ausgangs Emission bei $TS_{100\%}$, $r_{NH_3_{100\%}}$ betrug 0,362 +/- 0,267 (36,2 +/- 26,7 % des TAN)
- Aus der Beziehung $r_{NH_3_{100\%}} = \bar{a} \cdot TS_{100\%} + \bar{b}$ kann der Achsenabschnitt \bar{b} abgeleitet werden ($\bar{b} = 0.0471$)
- Berechnung des TS-Gehalts ($TS_{70\%}$) bei dem eine Emissionsminderung um 30% ($r_{NH_3_{70\%}}$) gegenüber dem Ausgangs-TS-Gehalt erreicht wird:
 - Bestimmung der um 30 % geminderten relativen NH₃ Emission $r_{NH_3_{70\%}} = 0.7 \cdot r_{NH_3_{100\%}}$
 - Lösung der Gleichung $r_{NH_3_{70\%}} = \bar{a} \cdot TS_{70\%} + \bar{b}$ nach $TS_{70\%}$
 - $TS_{70\%} = \frac{(r_{NH_3_{70\%}} - \bar{b})}{\bar{a}} = \frac{(0.2543 - 0.0471)}{0.0452} = 4,6$

Datengrundlage

Experiment	Behandlung	TS [%]	NH ₃ -N Emission [Anteil des ausgebrachten TAN]
AlterMin: Triesdorf 1	Original	6,6	0,17
AlterMin: Triesdorf 1	1:1 verdünnt	2,2	0,07
AlterMin: Triesdorf 2	Original	7,5	0,03
AlterMin: Triesdorf 2	1:1 verdünnt	3,2	0,01
AlterMin: Spitalhof 1	Original	6,0	0,10
AlterMin: Spitalhof 1	1:1 verdünnt	3,5	0,05
AlterMin: Spitalhof 2	Original	6,0	0,22
AlterMin: Spitalhof 2	1:1 verdünnt	3,5	0,08
Sommer&Olesen 1991	Exp 3	6,9	0,57
Sommer&Olesen 1991	Exp 3	4,1	0,42
Sommer&Olesen 1991	Exp 3	3,6	0,30
Sommer&Olesen 1991	Exp 4	2,8	0,25
Sommer&Olesen 1991	Exp 4	8,2	0,38
Sommer&Olesen 1991	Exp 5	2,8	0,40
Sommer&Olesen 1991	Exp 5	8,2	0,64
FAT 1997	Original	7,1	0,95
FAT 1997	[1:0,5]	4,8	0,74
FAT 1997	[1:1]	3,6	0,57
FAT 1997	[1:2]	2,4	0,42
FAT 1997	[1:3]	1,8	0,29
FAT 1997	[1:4]	1,4	0,22
Schmidhalter 2024	Control D	7,7	0,31
Schmidhalter 2024	Dilution 1:1	3,8	0,16
Schmidhalter 2024	Dilution 1:0,5	5,1	0,25
Häni Modell	Original 7% TS, 5°C	7,0	0,26
Häni Modell	1:1 verdünnt, 5°C	3,5	0,14
FAT 1996	6% TS	5,5	0,35
FAT 1996	2% TS	2,0	0,18

Experiment	Behandlung	TS [%]	NH ₃ -N Konzentration [Anteil des ausgebrachten TAN]
AlterMin: Verdünnungsversuch	Original	7,1	0,25
AlterMin: Verdünnungsversuch	fl_Phase	5,2	0,23
AlterMin: Verdünnungsversuch	[1:0.5]	4,7	0,09
AlterMin: Verdünnungsversuch	[1:2]	3,6	0,05

Literaturangaben

AlterMin: Projekt „Alternative NH₃-Minderungsoptionen bei Gülleausbringung (AlterMin)“, LfL, unveröffentlicht, laufend.

FAT 1996: Frick R., H. Menzi, P. Katz (1996) Ammoniakverluste nach Hofdüngeranwendung. Stark unterschiedliche Verluste je nach Bedingungen. FAT-Bericht Nr. 486 (1996), Hrsg.: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-Tänikon. https://www.gl.ch/public/upload/assets/2051/44_Ammoniakverluste_Hofduengeranwendung_FATBericht_486.pdf?fp=1533910349728

FAT 1997: Frick R., H. Menzi (1997) Hofdüngeranwendung: Wie Ammoniakverluste vermindern? Auch einfache Maßnahmen wirken. FAT-Bericht Nr. 496 (1997), Hrsg.: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-Tänikon. <https://link.ira.agroscope.ch/de-CH/publication/18425>

Häni et al.: Häni C., J. Sintermann, T. Kupper, M. Jocher, A. Neftel (2016) Ammonia emission after slurry application to grassland in Switzerland. *Atmospheric Environment* 125 (2016) 92–99. Mit Datenanhang.

Schmidhalter 2024: Schmidhalter U. (2024) ¹⁵N mass balance technique for measuring ammonia losses from soil surface-applied slurries containing various additives. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2024; 187:443-453. DOI: 10.1002/jpln.202400235

Sommer & Olesen 1991: Sommer, S. G., J. E. Olesen (1991) Effects of dry matter content and temperature on ammonia loss from surface-applied cattle slurry. *Journal of Environmental Quality* 20, 679e683. <https://doi.org/10.2134/jeq1991.00472425002000030029x>