

# Reduzierungspotential von stickstoffhaltigen Gülleemissionen durch Zusatzstoffe in Bezug auf die Ausbringung auf Grünland

Literaturrecherche mit Erfahrungswerten von Praktikern

Anna-Maria Bissinger  
18.06.2019



# Gliederung

- Einflussfaktoren der bodennaher Ausbringtechnik
  - Reduktionspotentiale stickstoffhaltiger Emissionen
  - Futtermverschmutzung
  - Kosten
- Lösungsansätze durch chemische und biologische Güllezusätze
  - Zusatzstoffe mit Sorptionseigenschaften
  - Ansäuerung der Gülle
  - Mikrobiologische und enzymatische Verfahren
- Fazit und Ausblick
- Literaturverzeichnis



# §

„Flüssige organische und flüssige organisch-mineralische Düngemittel, einschließlich **flüssiger Wirtschaftsdünger**, mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff oder Ammoniumstickstoff dürfen im Falle von bestelltem Ackerland ab dem 1. Februar 2020 nur noch **streifenförmig auf den Boden aufgebracht** oder **direkt in den Boden eingebracht** werden. Im Falle von Grünland, Dauergrünland oder mehrschnittigem Feldfutterbau gelten die Vorgaben nach Satz 1 ab dem **1. Februar 2025.**“ (DüV 2017)

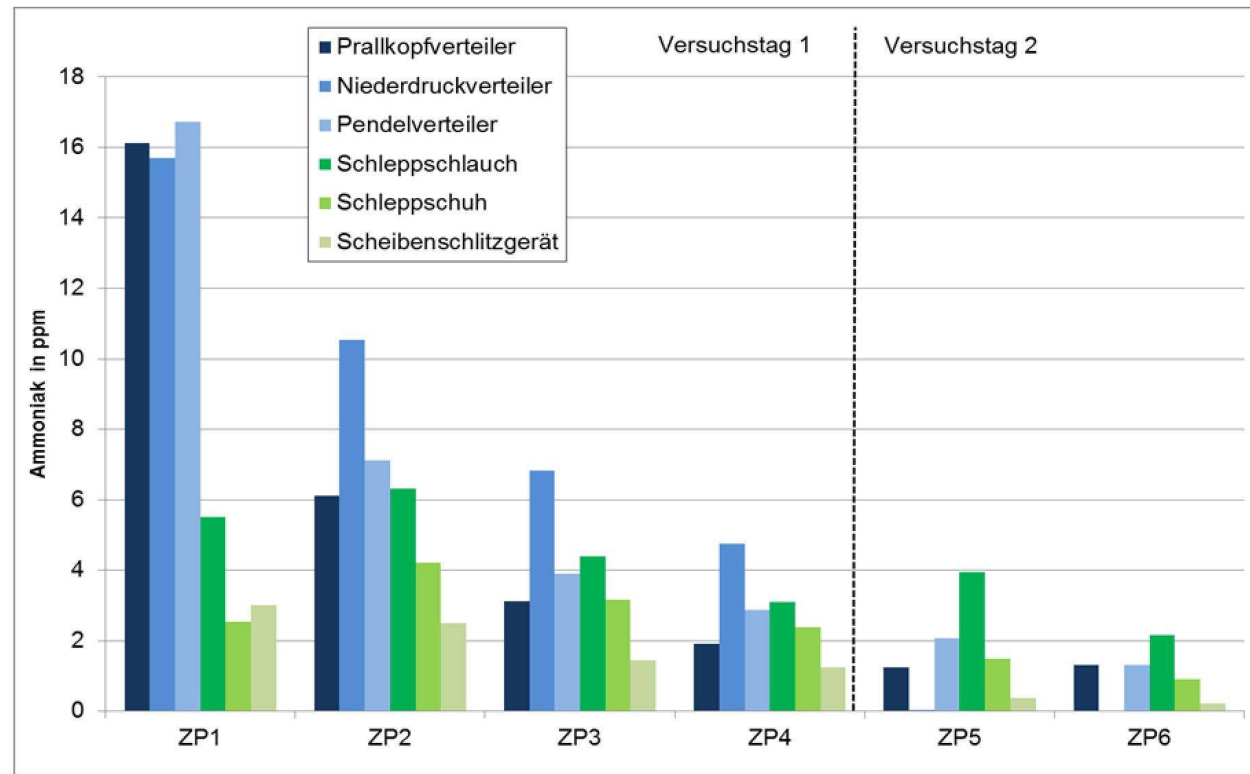
# Ausbringetechniken

- Emissionen
  - Ammoniak
  - Lachgas
- Pflanzenschutz
- Kosten



# Ausbringetechniken - Emissionen

## Ammoniakemissionen verschiedener Ausbringetechniken



PÖLLINGER O. J.

# Ausbringetechniken - Emissionen

## Ammoniakemissionen nach Niederschlag

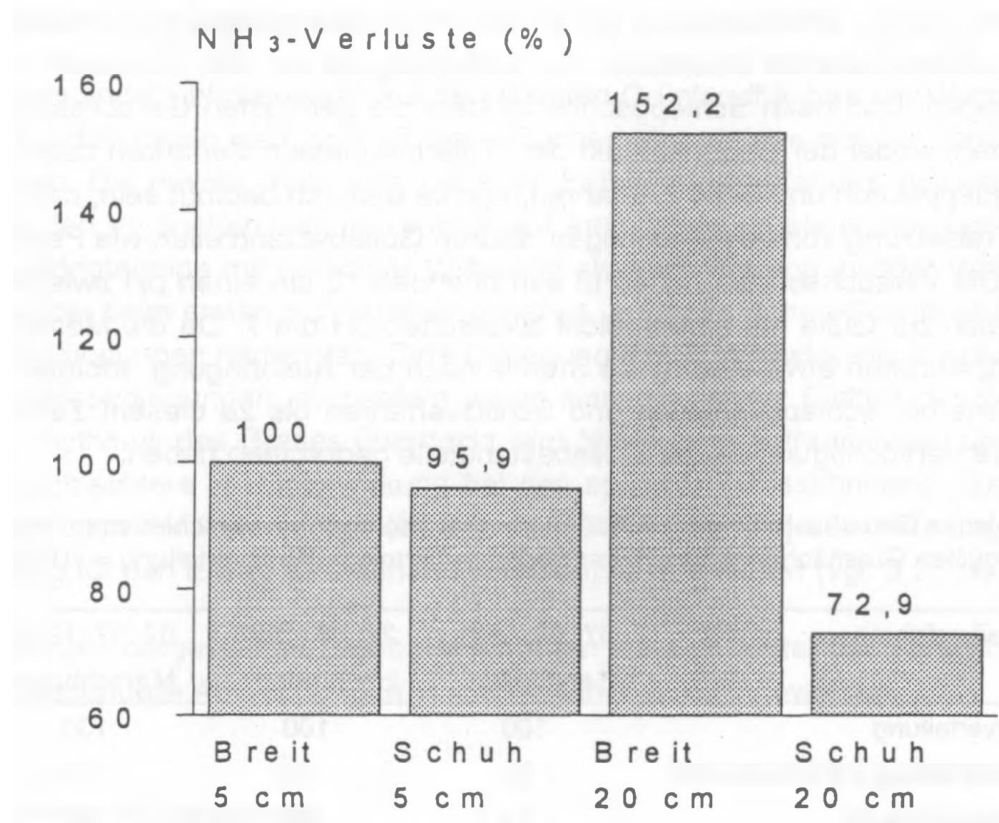
Behandlung	Ausbringungsmenge		NH <sub>3</sub> -N-Emission	
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		Veränderung zum Prallteller	
	[kg ha <sup>-1</sup> ]	[kg N ha <sup>-1</sup> ]	[% TAN]**	[%]
Prallteller*	49,89	5,377	10,77	100
Injektion*	49,89	7,229	14,51	135
Schleppschlauch*	49,89	8,214	16,46	153

\*Simulation von 10 mm Niederschlag unmittelbar nach der Ausbringung; \*\* TAN: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N (total ammoniacal-N)

LEICK 2003

# Ausbringtechniken - Emissionen

## Ammoniakemissionen unter Einfluss der Grashöhe



LORENZ UND STEFFENS 1996

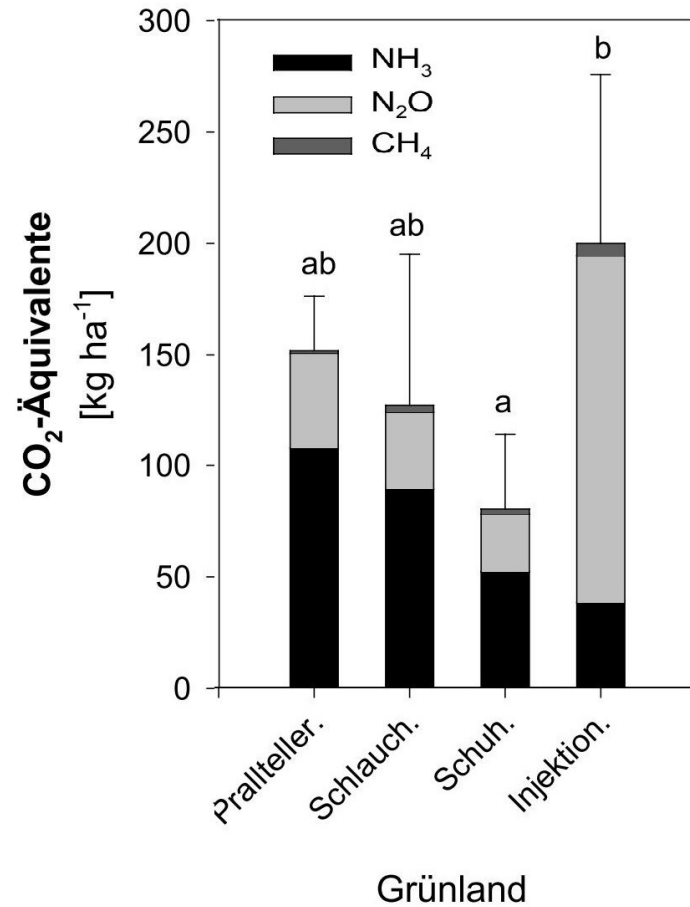


# Ausbringetechniken - Emissionen

## Lachgasemissionen

*„pollution swapping“*

THORMAN (2011)



Nach WULF ET AL 2002

Anna-Maria Bissinger



# Ausbringetechniken – Pflanzenbestand

- Verschmutzung
- Pflanzenzusammensetzung
- Narbenschäden
- Bodenbelastung



<https://www.lw-heute.de/guelle-geplant-einsetzen>



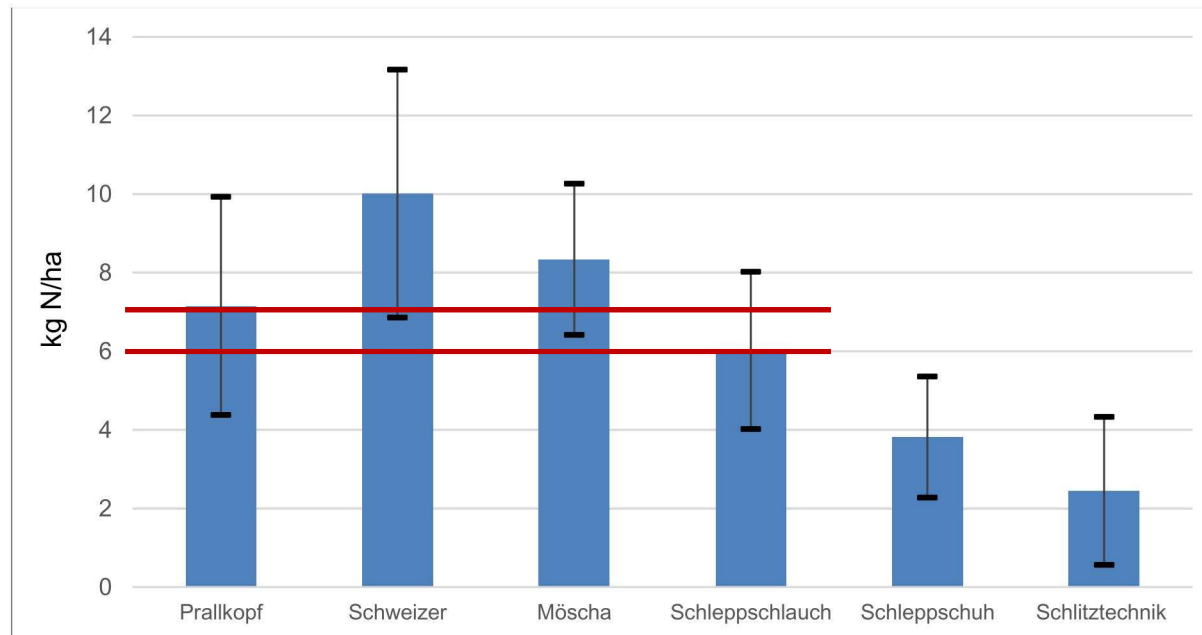
[http://krebs-partner.de/bilder\\_all/injektion/8782.jpg](http://krebs-partner.de/bilder_all/injektion/8782.jpg)




<https://www.ckkaempfe.de/chr/2006/08-schweiz/pDSCN9570.jpg>

# Ausbringtechnik - K o s t e n


- Geringer Mehrwert (1kg N/ha) (PÖLLINGER O. J.)
- Hohe Anschaffungskosten



PÖLLINGER O.J.



# Güllezusätze – eine Alternative zur bodennahen Ausbringtechnik?



# §

„Die nach Landesrecht zuständige Stelle kann [...] genehmigen, dass die [...] genannten Stoffe **mittels anderer Verfahren aufgebracht** werden dürfen, soweit diese anderen Verfahren zu **vergleichbar geringen Ammoniakemissionen** wie die [...] genannten Verfahren führen.“ (DÜV 2017)




■ Stall   ■ Lagerung   ■ Ausbringung   ■ Weide

(Nach RÖSEMANN ET AL. 2019)

Anna-Maria Bissinger





# Güllezusatzstoffe - G l i e d e r u n g

## 1. Sorptionseigenschaften

- Gesteinsmehl
- Pflanzenkohle
- Meeresalgen
- Braunkohleprodukte

# Gesteinsmehle

Gesteinsmehle	Reduzierungspotential				
	negativ	keine Wirkung	mittel	gut	sehr gut
Granit, Geis	[Yellow bar]				
Bentonit	[Green bar]				
Basalt, Diabas	[Yellow bar]				
Dolomit, Rohphosphat	[Red bar]				
Zeolith	[Grey bar]				
Produkt Glenor	[Yellow bar]				
Produkt Catomin	[Grey bar]				



## Beobachtungen der Praktiker

Erhöhter  
Kleeanteil

Verringerte  
Verätzungen

Geruchs-  
reduktion

Verringerte  
Schwimmschicht-  
bildung

Erhöhte  
Fließfähigkeit

# Pflanzenkohle

- Einsatz in allen Bereichen möglich (Futterkohle, Güllekohle)
- Aufwandmenge zur Güllebehandlung: 1% bis 5%



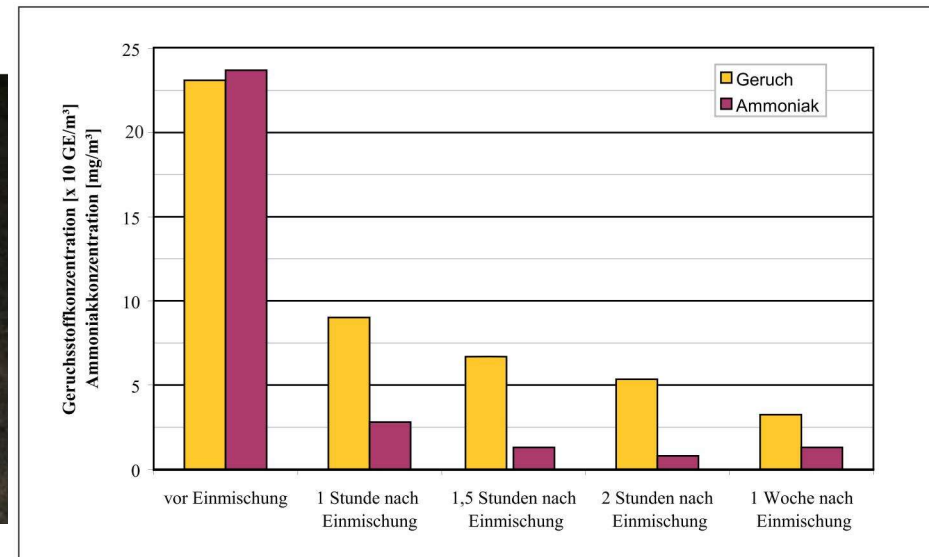
[https://pflanzenkohle.de/wp-content/uploads/2016/06/4\\_1.jpg](https://pflanzenkohle.de/wp-content/uploads/2016/06/4_1.jpg)

# Braunkohleprodukte

- System Hamel (Leonardit): 90% im Stall und während Ausbringung (HAMEL O. J.)
- Braunkohlestaub: Korrelation zwischen Geruch und Ammoniak (PFLUG UND STRAUB 2007)



Ausschnitt aus: [http://www.abl-bayern.info/fileadmin/Dokumente/AbL-Bayern/Dokumente/Hamel\\_Peter\\_Alternativen\\_zur\\_Reduzierung\\_von\\_Ammoniak\\_in\\_der\\_Landwirtschaft\\_kleiner.pdf](http://www.abl-bayern.info/fileadmin/Dokumente/AbL-Bayern/Dokumente/Hamel_Peter_Alternativen_zur_Reduzierung_von_Ammoniak_in_der_Landwirtschaft_kleiner.pdf)

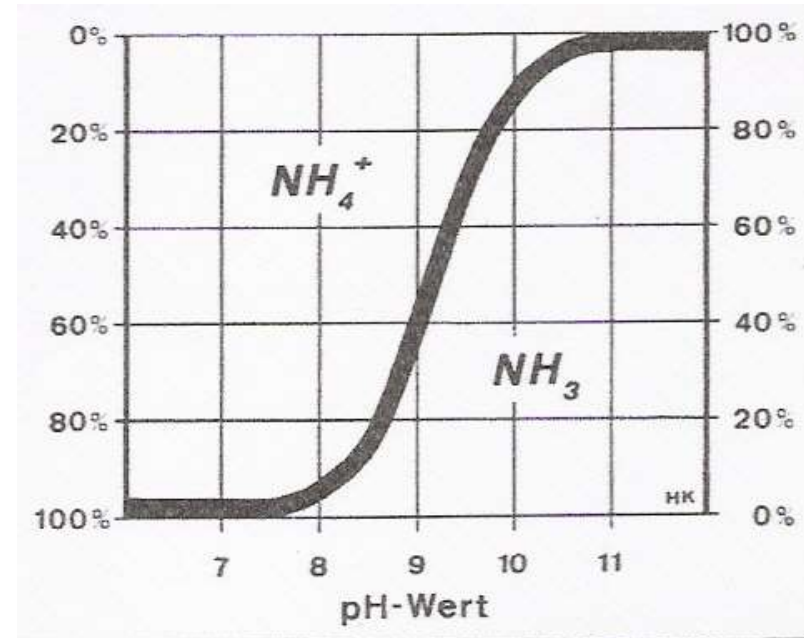


PFLUG UND STRAUB 2007

# Güllezusatzstoffe - Gliederung

## 2. Ansäuerung

- Organische Reststoffe
- Braunkohle
- Säuren
  - Anorganische Säuren
  - Organische Säuren



<http://www.science-partner.de/BILDER/Wasser/ammoni-1.jpg>



# Organische Reststoffe

- Zugabe von Stärke und Zucker
- Bildung von Kohlensäure
- Bis 45% weniger Ammoniak; „effektive Verringerung“
- Geruchsänderung
- Aufwandmenge unbekannt → pH-Wert von unter 5

(CLEMENS UND WULF O. J.; ZÄHNER ET AL. 2005)

# Braunkohle

- 30% Ammoniakminderung während der Lagerung
- Lachgas unter Nachweisgrenze
- 90% Geruchsminderung
- Aufwandmenge: 3%

(HÖRNIG ET AL. 2002)



[https://www.schweizerbauer.ch/images/55287\\_1.jpg](https://www.schweizerbauer.ch/images/55287_1.jpg)





# Säuren - anorganisch Schwefel- und Salpetersäure

- **Reduzierte Ammoniakemissionen** (KAI ET AL. 2007; KUPPER 2017; STEFFENS ET AL. 1990; BUSSINK ET AL. 1994; ZÄHNER ET AL. 2005)
- **Erhöhte Lachgasemissionen** (HÖRNIG ET AL. 1998; ZÄHNER ET AL. 2005)
  - „pollution swapping“ (THORMAN 2011)
- **Korrosion**
- **Arbeitssicherheit**





## Säuren - organisch Milchsäure

- bis zu 90% weniger Ammoniakemissionen in Stall, Lagerung (und Ausbringung)
- Keine ansteigenden Lachgasemissionen
- 50%ige Milchsäure
- Aufwandmenge 4% bis 5%

(BERG ET AL. 1998)



## Presssaft

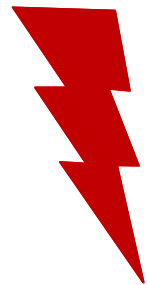
- Entstehung aus abgepresster Maissilage
- 95% weniger Ammoniakemissionen während der Lagerung
- Aufwandmenge 12% bis 17%

(RINKE 2000)


- SCHMIDT (2011) erwähnt auch den Einsatz von Silagesaft

# Sauerkrautsaft und Süß- oder Sauermolke

- Verdünnung 1:1
- In Vergleich zur Wasserverdünnung: 80% bis 95% weniger Ammoniakemissionen (HÄMMERLE ET AL. 2017)
- pH-Wert: 5,9
- Erhöhte Geruchswerte



Verdoppelung des Güllevolumens



## Sauerkrautsaft, Pflanzenkohle, Melasse

- 0,2% bis 0,5% Sauerkrautsaft
- 1% Melasse
- 2% Pflanzenkohle
  
- Täglich: 0,1% Sauerkrautsaft und Pflanzenkohle

(SCHMIDT 2011)

# Vorbereitungen



<http://www.agrartechnik-im-einsatz.de/resources/pictures/643058b.jpg>




Anna-Maria Bissinger



# Einmaliges Animpfen





# Güllezusatzstoffe - G l i e d e r u n g

## **3. Mikrobiologische und enzymatische Verfahren**

- Urease-Inhibitoren
- Nitrifikationshemmer
- Effektive Mikroorganismen
- Feinstoffliche Informationsübertragung



# Urease-Inhibitoren

- 46% weniger Ammoniakemissionen im Stall (LEINKER ET AL. 2007)
- Mehrmals täglich → Technik?



[https://www.westermann-radialbesen.de/fileadmin/user\\_upload/News/Mehr\\_Wirtschaftlichkeit\\_dank\\_guter\\_Technik\\_im\\_Stall/cm2\\_waescher\\_ausschnitt.jpg](https://www.westermann-radialbesen.de/fileadmin/user_upload/News/Mehr_Wirtschaftlichkeit_dank_guter_Technik_im_Stall/cm2_waescher_ausschnitt.jpg)



<https://www.sulzberger.de/vieh/Bilder/Entmistung3.jpg>

# Effektive Mikroorganismen



[https://emrojapan.com/images/dr-higa/p\\_dr.higa02.jpg](https://emrojapan.com/images/dr-higa/p_dr.higa02.jpg)

Prof. Dr. Higa

- Photosynthese-Bakterien
- Hefen
- Milchsäurebakterien
- Pilze
- ...

# Effektive Mikroorganismen

- Aufwandmenge: 1l/m<sup>3</sup> Gülle
- 30% weniger Ammoniak bei Rindergülle (AMON ET AL. 2004)
- 16,5% weniger Lachgas während der Lagerung (AMON ET AL. 2004)
- Bei 5l/m<sup>3</sup>: erhöhte Geruchswerte (GOTTHARDI ET AL. 2009)



<https://www.em-chiemgau.de/wp-content/uploads/2017/12/Nimbatus.jpg>



# Kosten

- Landwirte sind bereit 2.000 bis 15.000€ (für Ansäuerung) auszugeben (HÖCHERL UND LICHTI O. J.)
- Abhängig von der Aufwandmenge
- Notwendige Technik?



## F a z i t

- Reduktion von Emissionen in gesamter Verfahrenskette
- Futtermverschmutzung durch altbewährte Ausbringtechniken nicht gegeben
- Keine Belastung/ Förderung der Grünlandbestandes
- Kostenreduktion



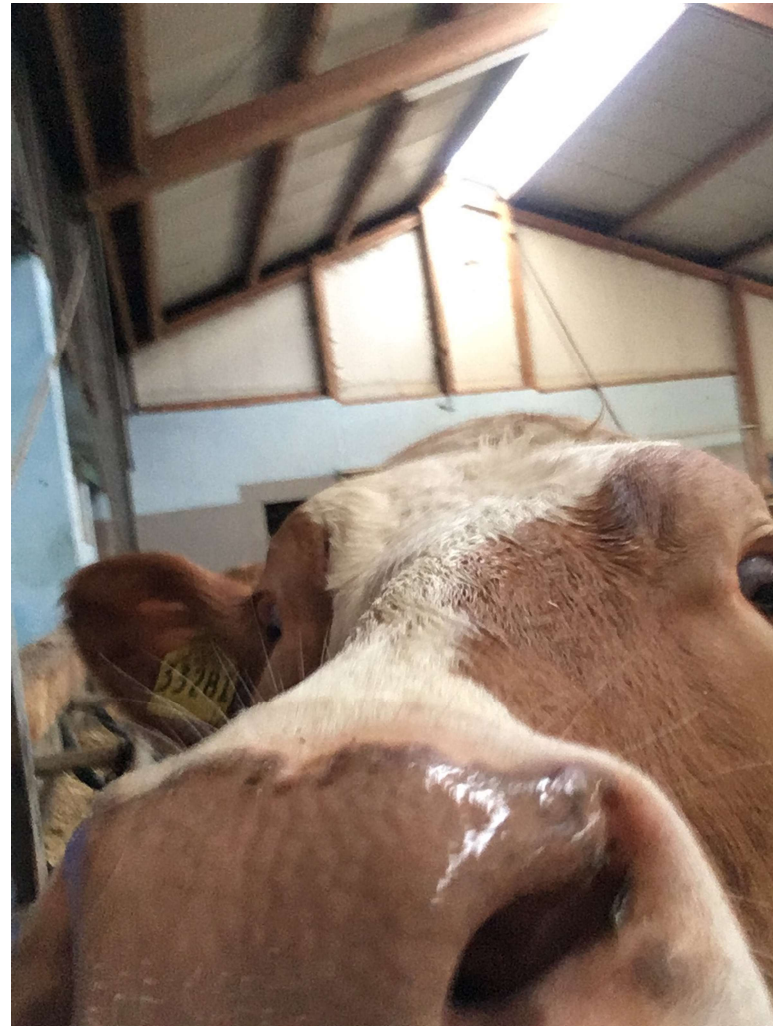
## Ausblick

- Untersuchungen über geringste Aufwandsmengen notwendig
- Grundlagenforschung *guter fachlicher Praxis* und bodennaher Ausbringtechnik, Einbezug von Lachgasemissionen
- Anerkennung der Verfahren von örtlichen Behörden mit standardisierter Methodik





Danke für die  
Aufmerksamkeit!





# Literaturverzeichnis

Amon, Barbara; Kryvoruchko, Vitaly; Amon, Thomas; Moitzi, Gerhard (2004): Wirkung des Zusatzstoffes "Effektive Mikroorganismen (EM)" auf den Umfang von Ammoniak-, Methan- und Lachgasemissionen und auf das Geruchsemissionspotential während der Lagerung von Rinder- und Schweineflüssigmist. Ergebnisbericht. Hg. v. Universität für Bodenkultur Wien. Institut für Landtechnik.

Berg, Werner; Hörnig, Günter; Türk, Meno (1998): Güllebehandlung mit Milchsäure. In: LANDTECHNIK–Agricultural Engineering 53 (6).


Bussink, D.W.; Huijsmans, J.F.M.; Ketelaars, J.J.M.H. (1994): Ammonia volatilization from nitric-acid-treated cattle slurry surface applied to grassland. In: Netherlands Journal of Agricultural Science (42-4).

Clemens, Joachim; Wulf, Sebastian (o. J.): Reduktion der Ammoniakausgasung aus Kofermentationssubstraten und Gülle während der Lagerung und Ausbringung durch interne Versauerung mit in NRW anfallenden organischen Kohlenstofffraktionen. Unter Mitarbeit von Sebastian Wulf, Elisabeth Steinke, Thomas Eichert und Joachim Clemens. Hg. v. Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Institut für Pflanzenernährung. Bonn (Forschungsbericht, 121).

DüV (2017): Düngeverordnung (Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV)). Online verfügbar unter [http://www.gesetze-im-internet.de/d\\_v\\_2017/\\_\\_6.html](http://www.gesetze-im-internet.de/d_v_2017/__6.html), zuletzt aktualisiert am 26.05.2017, zuletzt geprüft am 21.05.2019.

Gottardi, S.; Peratoner, G.; Egger, P.; Grandi, L. (2009): Können Güllebehandlungen Geruch und gasförmige Emissionen reduzieren? In: Futterbau und Klimawandel: Grünlandbewirtschaftung als Senke und Quelle für Treibhausgase. Unter Mitarbeit von Clara Berendonk und G. Riehl. 53. Jahrestagung der AGGF. Kleve, 27.-29.08.2009. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Kleve (Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 10).

Hamel, Peter (o.J.): Alternativen zur Reduzierung von Ammoniak in der Landwirtschaft. Online verfügbar unter [http://www.abl-bayern.info/fileadmin/Dokumente/AbL-Bayern/Dokumente/Hamel\\_Peter\\_Alternativen\\_zur\\_Reduzierung\\_von\\_Ammoniak\\_in\\_der\\_Landwirtschaft\\_kleiner.pdf](http://www.abl-bayern.info/fileadmin/Dokumente/AbL-Bayern/Dokumente/Hamel_Peter_Alternativen_zur_Reduzierung_von_Ammoniak_in_der_Landwirtschaft_kleiner.pdf), zuletzt geprüft am 04.06.2019.



Hämmerle, Johannes; Starz, Walter; Rohrer, Hannes; Pfister, Rupert; Freyer, Bernhard (2017): Verwendung von milchsauren Nebenprodukten der Lebensmittelverarbeitung zur Reduktion der Ammoniakemissionen während der Güllelagerung. In: HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Hg.): Grünlandbasierte Bio-Milchviehhaltung und Posterbeiträge zu aktuellen Bio-Forschungsergebnissen. Österreichische Fachtagung Biologische Landwirtschaft, 09.11.2017. Irdning-Donnersbachtal: Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

Höcherl, Susanne; Lichti, F. (o. J.): Ausführliche Ergebnisse einer Umfrage zu Interesse und Akzeptanz von Ansäuerungsverfahren im Stall. Hg. v. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. Institut für Landtechnik und Tierhaltung. Online verfügbar unter <https://www.lfl.bayern.de/guelle>, zuletzt geprüft am 17.04.2019.


Hörnig, Günter; Berg, Werner; Türk, Meno (1998): Emissionsminderung durch Ansäuern von Gülle. In: LANDTECHNIK–Agricultural Engineering 53 (3).

Hörnig, Günter; Brunsch, Reiner; Biegel, Anita; Noack, Michael (2002): Braunkohle mindert Gülleemissionen. Grundlagenuntersuchung zur Minderung von Emissionen aus Gülle durch Behandlung mit feinkörniger Braunkohle. In: Agrartechnische Forschung 8 (2).

Kai, P.; Pedersen P.; Jensen, J. E.; Sommer, S. G. (2007): Reduction of ammonia emissions from pig housing, slurry, storage and applied slurry through acidification of slurry. In: Ammonia emissions in agriculture. Unter Mitarbeit von Gert-Jan Monteny und Eberhard Hartung. Wageningen: Wageningen Academic Publ.

Kupper, Thomas (2017): Beurteilung der Ansäuerung von Gülle als Massnahme zur Reduktion von Ammoniakemissionen in der Schweiz-Aktueller Stand. Hg. v. Berner Fachhochschule. Online verfügbar unter <https://agrammon.ch/assets/Downloads/Further-Information/Bericht-Ansaeuerung-Guelle-20170123v.pdf>, zuletzt geprüft am 04.06.2019.

Leick, Barbara Cornelia, Elisabeth (2003): Emission von Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) von landwirtschaftlich genutzten Böden in Abhängigkeit von produktionstechnischen Maßnahmen. Dissertation. Universität Hohenheim. Institut für Pflanzenernährung.



Leinker, M.; Reinhardt-Hanisch, Annett; Borell, von E.; Hartung, E. (2007): Application of urease inhibitors in dairy facilities to reduce ammonia volatilisation. In: Ammonia emissions in agriculture. Unter Mitarbeit von Gert-Jan Monteny und Eberhard Hartung. Wageningen: Wageningen Academic Publ.

Lorenz, F.; Steffens G. (1996): Gülleeinsatz auf Grünland mit unterschiedlichen Verteiltechniken. Hg. v. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL). Darmstadt.

Pflug, C.; Straub, A. (2007): Gerüche in der Landluft binden. Minderung von Gerüchen aus Gülle durch Einsatz von Braunkohlestaub. In: wlb Wasser, Luft und Boden 51 (7-8). Online verfügbar unter [https://www.nachhaltig-nachhaltig.org/studien/Braunkohle-Leonardit\\_-\\_FH\\_Lausitz\\_Guelleaufbereitung\\_Kurzfassung.pdf](https://www.nachhaltig-nachhaltig.org/studien/Braunkohle-Leonardit_-_FH_Lausitz_Guelleaufbereitung_Kurzfassung.pdf).


Pöllinger, Alfred (o. J.): Abschlussbericht Emispread. Emissionstechnische, verfahrenstechnische und futterbauliche Bewertung verschiedener Gülleverteilterniken im Grünland. Unter Mitarbeit von Andreas Zentner, Christian Kapp, Gregor Huber und Sigrid Brettschuh. Hg. v. HBLFA Raumberg-Gumpenstein Landwirtschaft (3661).

Rinke, Gregor (2000): Verminderung von Ammoniakemissionen aus Gülle durch die Zumischung von milchsäurehaltigem Restwasser aus der mechanischen Entwässerung feuchtkonservierter Biomasse als regenerativer Energieträger. Dissertation. Unter Mitarbeit von Konrad Scheffer und Marianne Karpenstein-Machan. Kassel: Shaker (Berichte aus der Agrarwissenschaft).

Rösemann, Claus; Haenel, Hans-Dieter; Dämmgen, Ulrich; Döring, Ulrike; Wulf, Sebastian; Eurich-Menden, Brigitte et al. (2019): Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2017. Report on methods and data (RMD) Submission 2019. Hg. v. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Braunschweig (Thünen Report, 67).

Schmidt, Hans-Peter (2011): Güllebehandlung durch Pflanzenkohle. In: Ithaka Journal 2011 (1). Online verfügbar unter <http://www.ithaka-journal.net/gullebehandlung-durch-pflanzenkohle>, zuletzt geprüft am 01.04.2019.

Steffens G.; Klasink, A.; Lorenz, F. (1990): Ammoniakfreisetzung aus Flüssigmistlagerbehälter und nach Gülleausbringung bei unterschiedlichen Güllezusätzen. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (Hg.): Ammoniak in der Umwelt. Kreisläufe, Wirkungen, Minderungen. gemeinsames Symposium 10. bis 12. Oktober 1990. Münster-Hiltrup (Westf.): KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH.



Thorman, R. E. (2011): Nitrous oxide emissions following the application of livestock manure - an integrated approach. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (Hg.): Emissionen der Tierhaltung. Treibhausgase, Umweltbewertung, Stand der Technik: KTBL-Tagung 6.-8. Dezember 2011 Kloster Banz, Bad Staffelstein. Darmstadt (KTBL-Schrift, 491).

Wulf, Sebastian (o. J.): Untersuchung der Emission direkt und indirekt klimawirksamer Spurengase ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  und  $\text{CH}_4$ ) während der Lagerung und nach der Ausbringung von Kofermentationsrückständen sowie Entwicklung von Verminderungsstrategien. Abschlussbericht. Unter Mitarbeit von Joachim Clemens (DBU-AZ 08912). Online verfügbar unter [https://www.ipe.uni-bonn.de/news/bonner-agrikulturchemische-reihe/bar\\_16.pdf](https://www.ipe.uni-bonn.de/news/bonner-agrikulturchemische-reihe/bar_16.pdf), zuletzt geprüft am 21.05.2019.

Zähner, Michael; Keck, Margret; Hilty Richard (2005): Ammoniak-Emissionen von Rindviehställen. Minderung beim Bau und Management. Hg. v. Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT). Ettenhausen (FAT-Berichte, 641). Online verfügbar unter [https://www.strickhof.ch/custom/strickhof.ch/userfiles/files/Fachwissen/Duengung/RessourcenprojektAmmoniak/Merkblaetter/FA T\\_Bericht\\_641\\_Rindviehstaelle\\_Ammoniak\\_Emissionen.pdf](https://www.strickhof.ch/custom/strickhof.ch/userfiles/files/Fachwissen/Duengung/RessourcenprojektAmmoniak/Merkblaetter/FA T_Bericht_641_Rindviehstaelle_Ammoniak_Emissionen.pdf), zuletzt geprüft am 21.05.2019.