



Ammoniak- und Treibhausgasemissionen der Nutztierhaltung und Minderung - Rinderhaltung

David Janke et al., ATB Potsdam



- Emissionen aus der Rinderhaltung: Status Quo
- Projekte EmiDaT und EmiMin
- Aktuelle Daten zu Ammoniak (NH_3) und Methan (CH_4)
- Mögliche Minderungsmaßnahmen
- Aktuelle Daten zu Minderungsmaßnahmen
- Fazit

Projekt EmiDaT



„Ermittlung von Emissionsdaten für die Beurteilung der Umweltwirkung der Nutztierhaltung“

- Emissionsermittlung anhand von **einheitlichen Messprotokollen**
- Ableitung und Überprüfung von aktuellen **Emissionsfaktoren**

Laufzeit 01/2015 – 03/2022

Projekt EmiMin



"Emissionsminderungsmaßnahmen in Milchvieh- und Mastschweineeställen"

- Untersuchung von verfahrensintegrierten, baulich-technischen Maßnahmen zur Emissionsminderung
- Ableitung von Emissionsminderungsgraden bzw. Emissionsfaktoren

Laufzeit 07/2018 - 12/2023

Untersuchungsvarianten Liegeboxenlaufställe:

„Keller“:

- Laufgang mit Spaltenboden,
Güllelagerung im Stall

„Plan“:

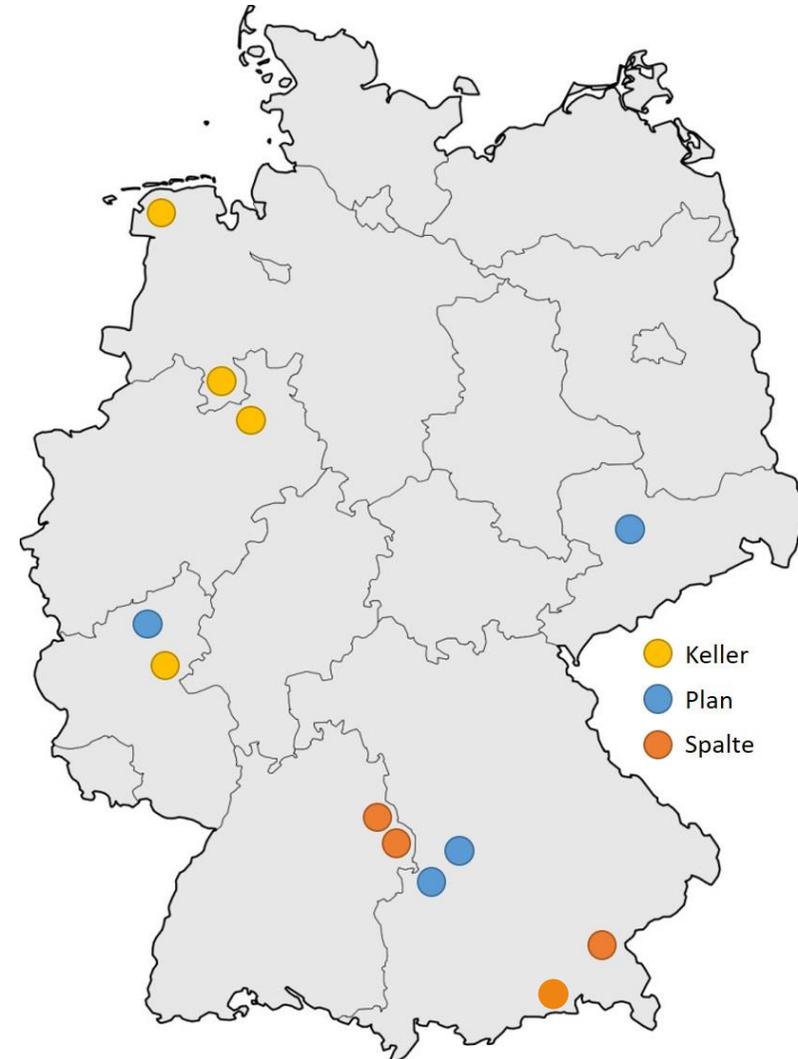
- Laufgang planbefestigt, Güllelagerung
außerhalb des Stalls

„Spalte“:

- Laufgang mit Spaltenboden,
Güllelagerung außerhalb des Stalls

= 3 Gruppen mit jeweils 4 Betrieben

(Messmethodik siehe Handout)

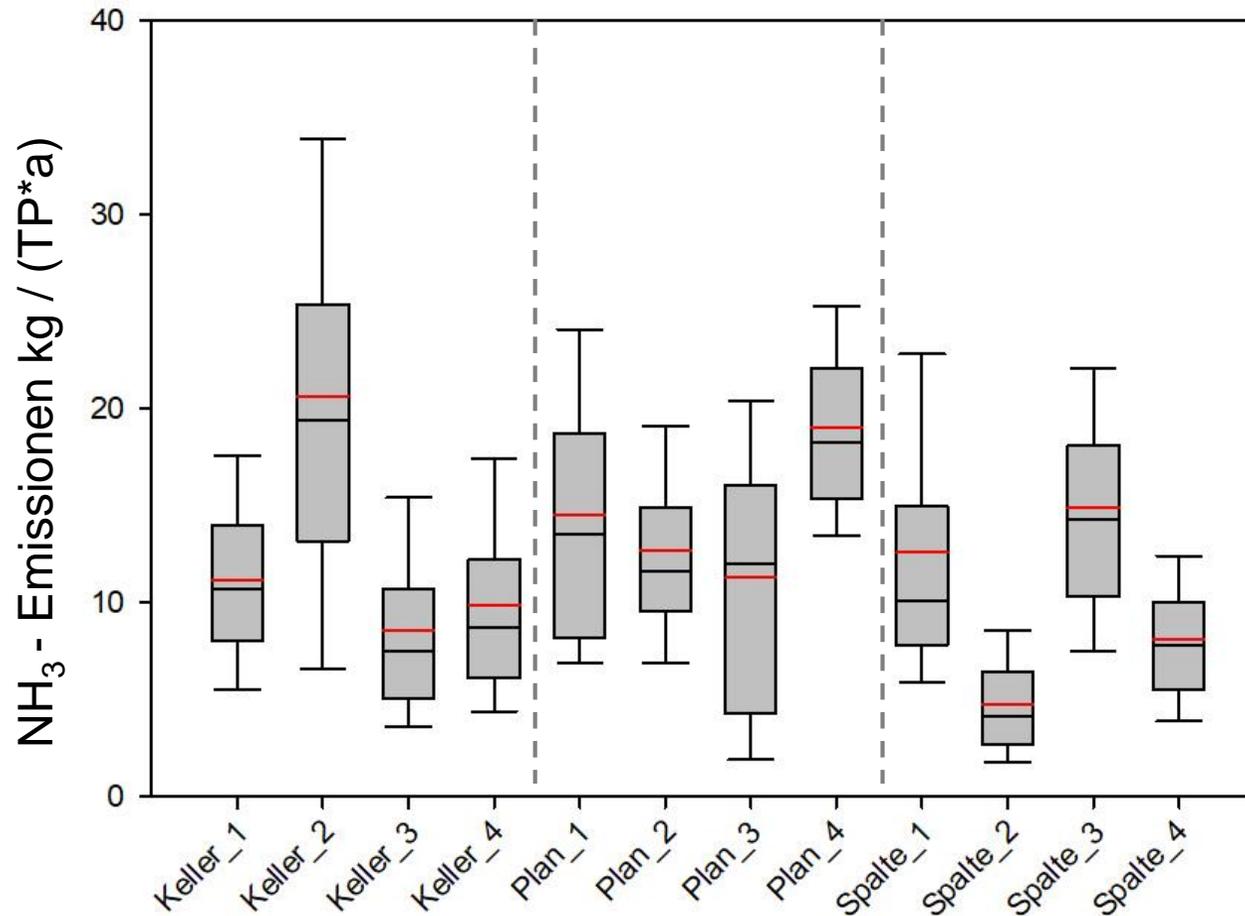


Forschungsfragen

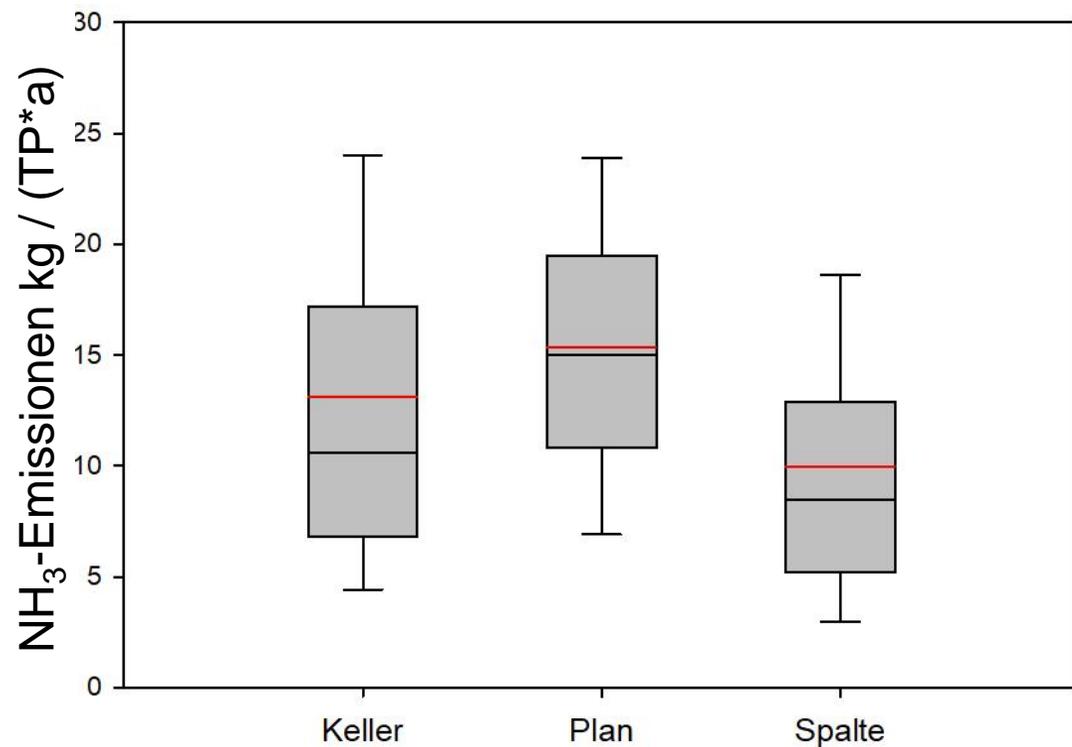
Wie hoch sind
Emissionen?



Wie unterscheiden
sich Systeme?



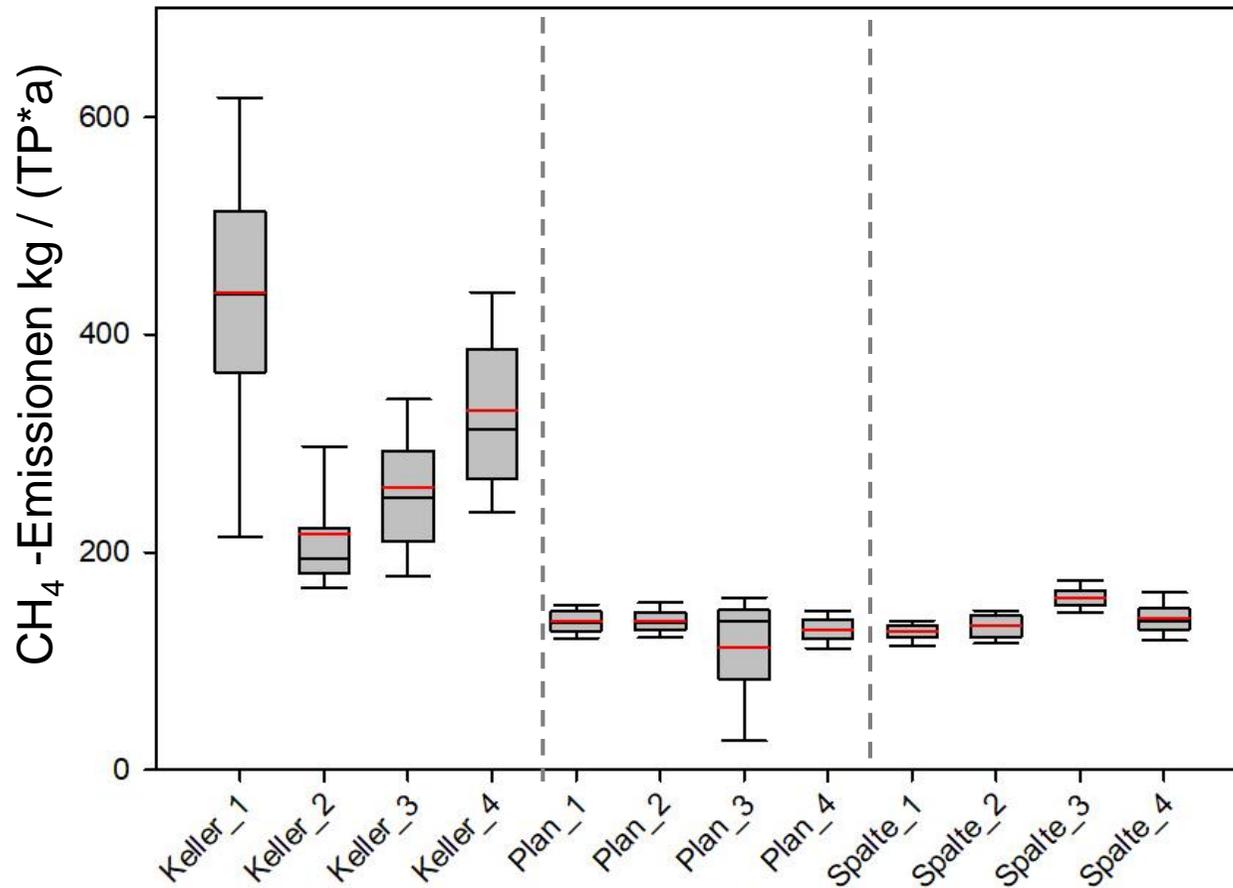
- hohe Variabilität:
- innerhalb und zwischen Betrieben
- keine Unterscheidung zwischen Varianten



© KTBL, EmiDaT

Variante	Emissionen NH ₃ kg / (TP-a)
Keller	12,7
Plan	13,6
Spalte	10,3

→ Mittelwert Emissionen NH₃: **12,2** kg / (TP-a)



Variante	Emissionen CH ₄ kg / (TP-a)
Keller	308
Plan	124
Spalte	136

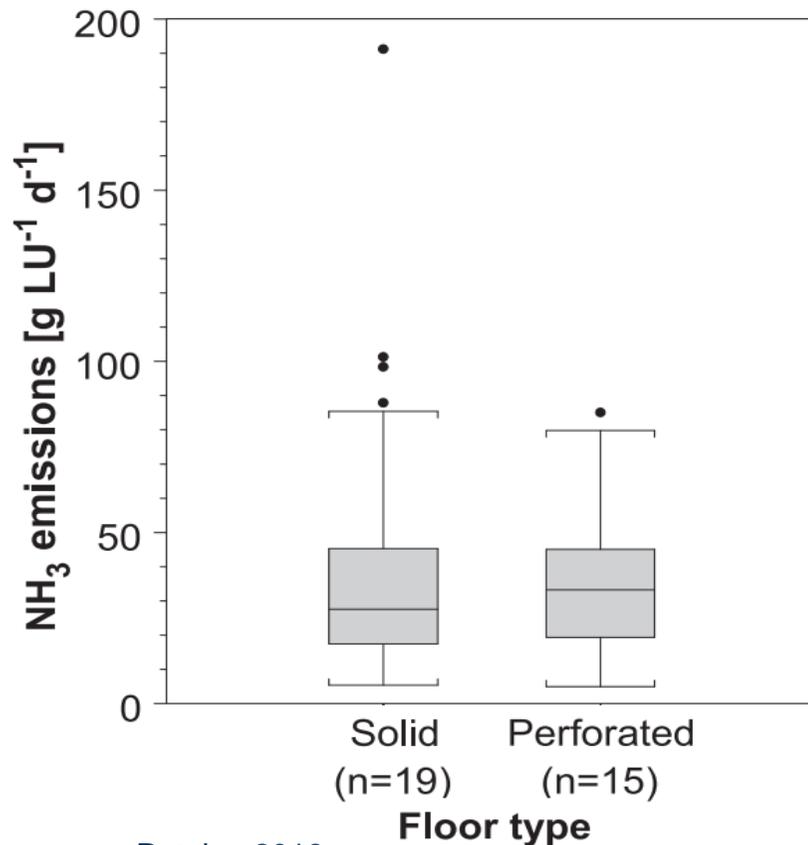
© KTBL, EmiDaT

→ **Signifikante Unterschiede zwischen den Varianten**

„Keller“ (Lagerung der Gülle im Stall) → **308 kg CH₄ / (TP*a)** und

„Plan/Spalte“ (Lagerung der Gülle außerhalb) → **130 kg CH₄ / (TP*a)**

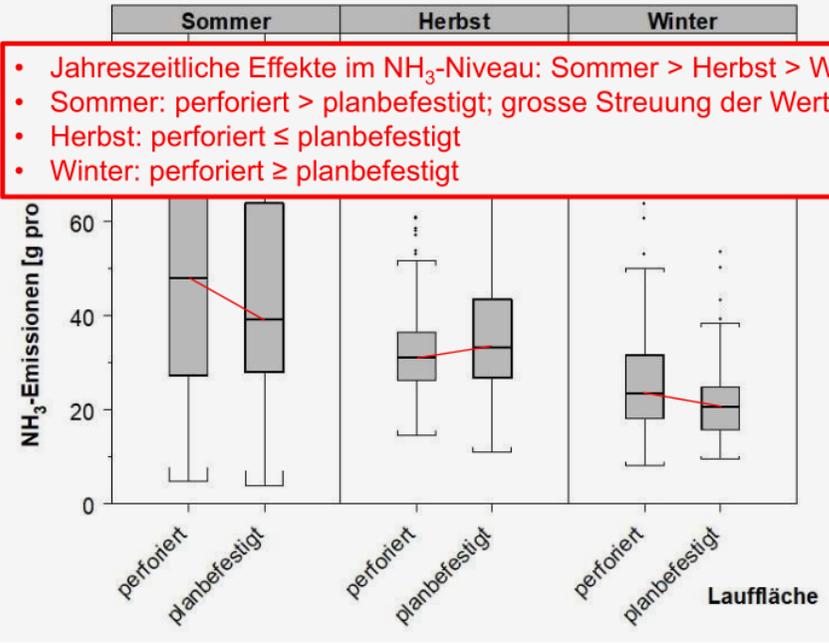
- Für Ammoniak: keine signifikanten Unterschiede zwischen Spalte und Plan



Poteko, 2019

Übersicht Jahreszeiten: NH₃-Emissionen

- Jahreszeitliche Effekte im NH₃-Niveau: Sommer > Herbst > Winter
- Sommer: perforiert > planbefestigt; grosse Streuung der Werte
- Herbst: perforiert ≤ planbefestigt
- Winter: perforiert ≥ planbefestigt



Schrade, 2020

Einordnung Ammoniak

Land	NH ₃ -Emission kg / (TP-a)	Grundlage	Quelle	Kommentar
DK	9,8	Messung	Kai, 2017	Messungen an 8 Ställen, Spalten- und planbefestigter Boden
NL	13,8	Messungen	Schep, 2020	Messungen an 18 Betrieben
NL	13	Konvention	Rav Liste, Basiswert	
NL	6 – 12,2	Messungen	Rav Liste	Rav Liste, abhängig von Stalltyp / Management
CH	11,9	Messung	Schrade, 2012	Messungen an 6 Ställen
D	14,57	Konvention	VDI 3894	
D	12,2	Messung	EmiDaT	Messungen in 12 Ställen (Spalte, Keller, Plan)
A	15,8	Konvention	Ottl, 2023	

- Aktuelle EmiDaT Messungen 20% niedriger als bisheriger Konventionswert
- Deckt sich mit Messwerten CH, DK, NL
- Messungen (D, DK, CH, NL) niedriger als Konventionswerte

Einordnung Methan

Land	CH ₄ -Emission kg / (TP·a)	Grundlage	Quelle	Kommentar
NL	193	Messung	Schep, 2020	Messungen auf 18 Betrieben
Int.	160	Metastudie	Poteko, 2019	16 Studien (peer review)
D	88 - 171	Konvention	nationaler Bewertungsrahmen	
D	141	Ergebnisdaten für Emissionsinventar	Rösemann, 2023	aktuelle Daten für 2021
D	130 ^a , 308 ^b	Messung	EmiDaT	^a Lagerung außerhalb ^b Keller

- Unterscheidung zwischen Lagerung in- und außerhalb des Stalles wichtig
- Aktuelle EmiDaT Messungen für Plan und Spalte im Rahmen bisheriger Konventionen und Inventare

Zusammenfassung Status Quo

- Ammoniak: ca. 20 % geringere Emissionsraten als bisheriger Wert (12,2 kg NH₃ / (TP a) statt 14,6 kg NH₃ / (TP a))
- Ammoniak: keine Unterschiede in der Emissionshöhe zwischen den Systemen Keller, Spalte, Plan
- Methan: keine Unterschiede zwischen Spalte und Plan, aber höhere Emissionen bei kompletter Lagerung im Stall (Typ Keller)

Minderung von Emissionen - Überblick

Betrieblich

Baulich

Technisch

Netherlands Journal of Agricultural Science 43 (1997) 49-64
Effects of floor design and floor cleaning on ammonia emission from cubicle houses for dairy cows
C.R. BRAAM¹, J.J.M.H. KETELAARS² AND M.C.J. SMITS³
¹ Institute of Agricultural and Environmental Engineering (IMAG-DLO), P.O. Box 43, NL - 6700 AA Wageningen, The Netherlands
² Institute for Agronomy and Soil Fertility (AB-DLO), P.O. Box 14, NL - 6700 AA Wageningen, The Netherlands
³ corresponding author (fax: +31-317-425676; e-mail: c.z.braam@imag.dlo.nl)

Biosystems Engineering
Volume 204, April 2023, Pages 115-129
Reduction of ammonia emissions by using a urease inhibitor in a mechanically ventilated dairy housing system
Anna B. Bobrowski¹, Hendrik Jan van Doorem², Nico Oginik³, Ernaike Hoeschmann-Karth⁴, Mario Hasler⁵, Eberhard Hartung⁶

Science of the Total Environment
journal homepage: www.elsevier.com/locate/scototenv
Effect of diets with different crude protein levels on ammonia and greenhouse gas emissions from naturally ventilated dairy housing
Silvia Scheide^{1,2}, Kerstin Zeyn³, Julian Mula⁴, Michael Zilber⁵

European Journal of Agronomy
Volume 20, Issue 2, February 2006, Pages 149-154
A whole-farm assessment of the efficacy of slurry acidification in reducing ammonia emissions
E. B. Bobrowski¹, L. E. Jensen², M. H. Jensen³, S. G. Sommer⁴, et al.

Biosystems Engineering
Volume 204, April 2023, Pages 104-114
Reduction of ammonia emissions by applying a urease inhibitor in naturally ventilated dairy barns
Anna B. Bobrowski¹, Olivera Willink², David Janke³, Thomas Amann⁴, Ernaike Hoeschmann-Karth⁵, Mario Hasler⁶, Eberhard Hartung⁷

Science of the Total Environment
Volume 576, 3 January 2023, Pages 520-538
Reduction of ammonia emissions from dairy cattle cubicle houses via improved management- or design-based strategies: A modeling approach
Luciano B. Mendes^{1,2}, Jim G. Pieters³, Dennis Sneeck⁴, Nico W.M. Oginik⁵, Eva Brusselman⁶, Peter Demeyer⁶

Journal of Environmental Quality
TECHNICAL REPORTS
ATMOSPHERIC POLLUTANTS AND TRACE GASES
Greenhouse Gas Mitigation through Dairy Manure Acidification
Vera Sokolov¹, Andrew VanderZaag², Jermaineh Habtewold³, Karl Dunfield⁴, Claudia Wagner-Riddle⁵, Jason J. Venkiteswaran⁶, and Robert Gordon

Biosystems Engineering
Reduction of ammonia emissions by using a urease inhibitor in a mechanically ventilated dairy housing system
Anna B. Bobrowski¹, Hendrik Jan van Doorem², Nico Oginik³, Ernaike Hoeschmann-Karth⁴, Mario Hasler⁵, Eberhard Hartung⁶

Journal of Environmental Management
Volume 311, 3 April 2023, 107260
Acidification of slurry to reduce ammonia and methane emissions: Deployment of a retrofittable system in fattening pig barns
Yeremika Overmeier¹, Manfred Timmermann², Joachim Clemens³, Richard Hölischer⁴, Wolfama Röscher⁵

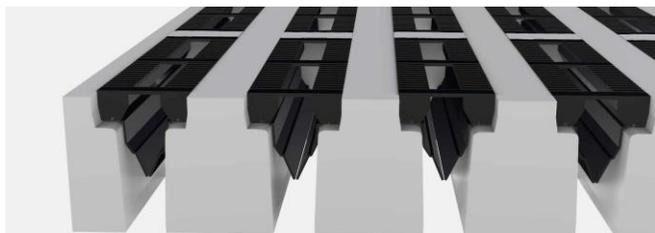
Journal of Environmental Quality
TECHNICAL REPORTS
ATMOSPHERIC POLLUTANTS AND TRACE GASES
Effects of Cattle Slurry Acidification on Ammonia and Methane Evolution during Storage
Soren O. Petersen¹, Astrid J. Andersen, and Jørgen Eriksen

Mögliche Minderungsmaßnahmen: praktische Beispiele

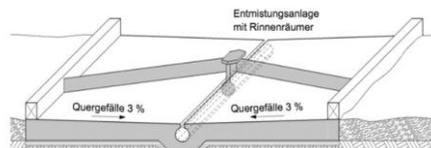
Baulich

Boden*

Prinzip: schneller Harnabfluss,
verminderter Luftaustausch.



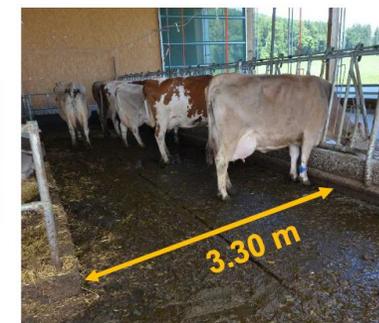
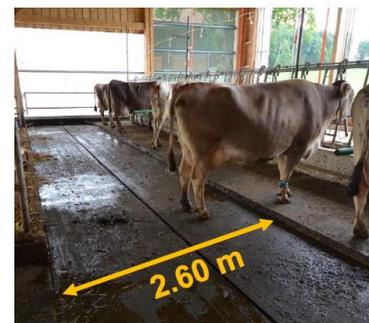
Proflex



[Quelle: Vollzugshilfe Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft, BAFU u. BLW 2011]

Fläche

Prinzip: verschmutzte Oberfläche
minimieren



Schrade, Agroscope

Minderungspotential [%]			
Maßnahme	NH ₃	CH ₄	Quelle
Neigung mit Harnrinne	20 - 50	-	Swierstra, 1995; Braum, 1997
Rillenboden	35	-	Winkel, 2020
Abdichtung der Spalten	45-53	-	lenW, 2021; VERA, 2021

Minderungspotential [%]			
Maßnahme	NH ₃	CH ₄	Quelle
Erhöhte Fressstände	16	-	Zähner, 2019
Reduktion verschmutzte Fläche	10 (pro m ² und Tier)	-	Ogink, 2014

*Bodensysteme immer in Kombination mit Reinigung, ggfls Befeuchtung

Mögliche Minderungsmaßnahmen: praktische Beispiele

Betrieblich

Reinigungsfrequenz und Reinigungseffizienz

Prinzip: sauberer Boden minimiert
Potential für NH₃-Emission

Optimiertes Stallklima

Prinzip: kühle Lufttemperaturen und
Minderung der Durchlüftung mindern
NH₃ und CH₄-Emissionen

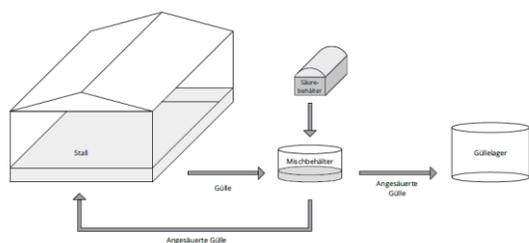
Maßnahme	Minderungspotential [%]		Quelle	Kommentar
	NH ₃	CH ₄		
Abschiebefrequenz erhöhen, spülen mit Wasser	21 -27	-	Mendes, 2017	Modellierungsstudie
Häufiges Reinigen, geringe Überströmgeschwindigkeit	Empfehlung	-	VDI 3894	Empfehlungen, nicht quantifiziert
Niedrige Lufttemperatur	hat Effekt	hat Effekt	Poteko, 2019	Meta Analyse, qualitativ

Mögliche Minderungsmaßnahmen: praktische Beispiele

Technisch

Säure

Prinzip: durch Senkung des pH-Wertes
Bindung von NH_4^+



© JH Agro

Urease Inhibitor

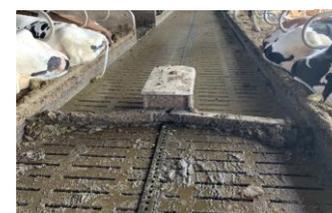
Prinzip: Einschränkung der
Ureaseaktivität



REDUCE



PraxREDUCE



© Dr. Andreas Melfsen, Uni Kiel

<https://www.uni-kiel.de/de/universitaet/detailansicht/news/287-praxreduce#>

Minderungspotential [%]				
Maßnahme	NH_3	CH_4	Quelle	Kommentar
Ansäuerung	30	erwartet	Danish EPA tech. list; Publikation in Planung (AU, P. Kai)	Mehr im Vortrag S. Wulf*
Ureaseinhibitor	17 - 58	-	Bobrowski, 2021a, 2021b	Applikation per Hand

*Mittwoch, 8:30 Möglichkeiten zur Emissionsminderung im Wirtschaftsdünger-Management

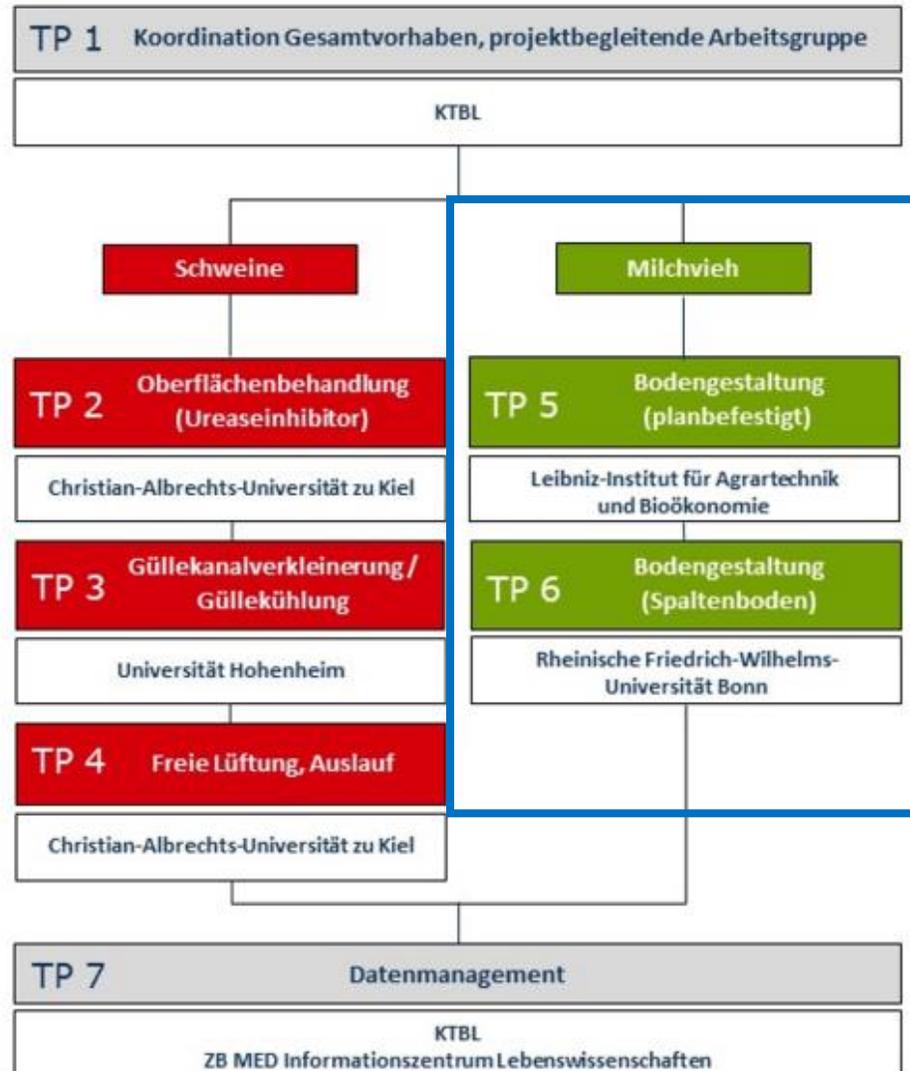
Mögliche Minderungsmaßnahmen: praktische Beispiele

Gesamtsystemisch: Urinabfluss, Kotsammelroboter, Unterflurabsaugung, Abluftwäscher, Gülleensäuerung



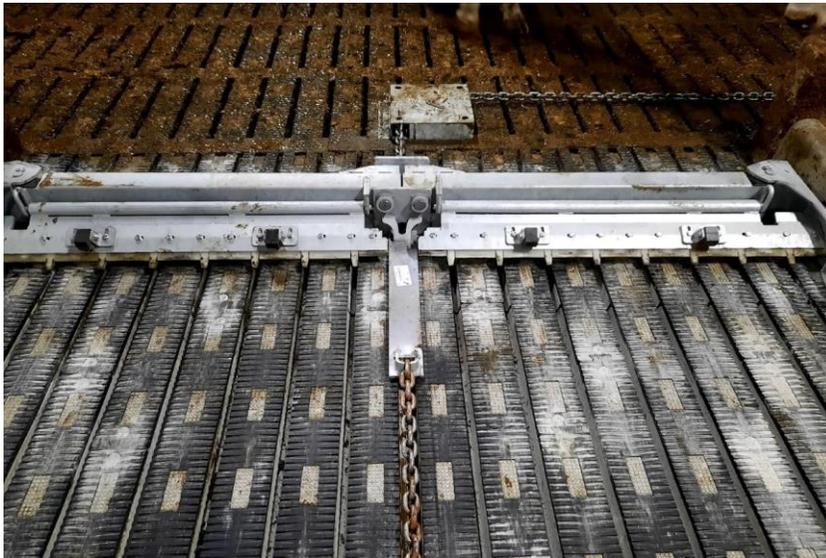
Minderungspotential [%]				
Maßnahme	NH ₃	CH ₄	Quelle	Kommentar
Lely Sphere	> 75 %	-	Rav Liste	BWL 2021.08 V1

EmiMin – Maßnahmen Rind

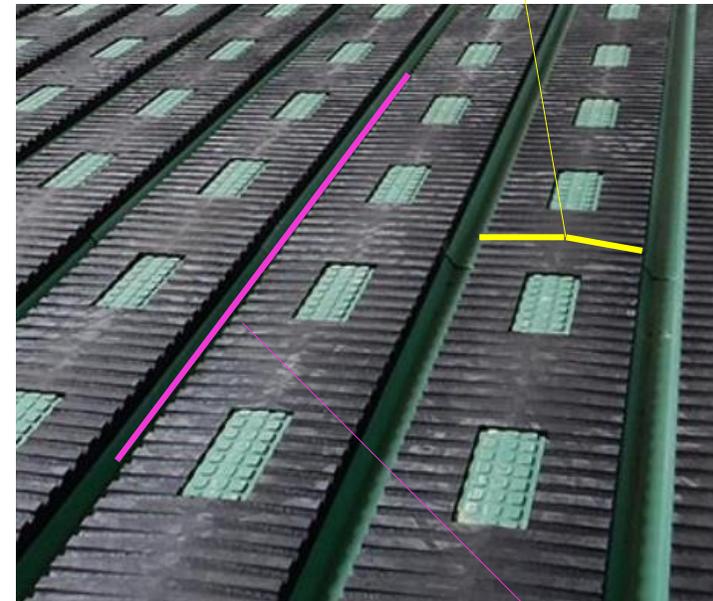


TP = Teilprojekt

- Minderungsmaßnahme planbefestigter Boden



Janke, ATB



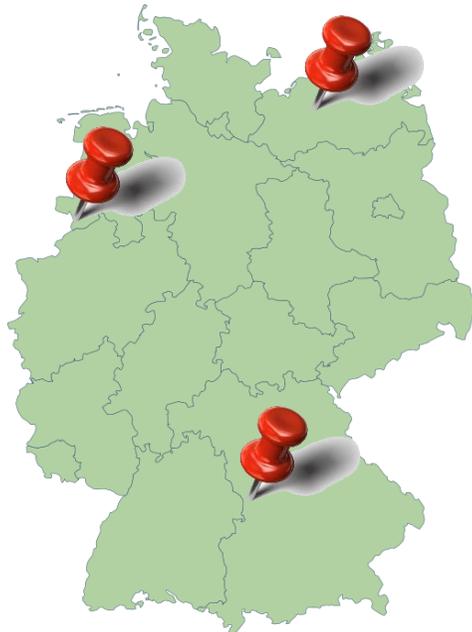
Janke, ATB

Speziell
angepasster
Schieber

Längsrillen

Querrillen mit
Neigung

- In drei Milchviehställen eingebaut
- Zwei verschiedene Hersteller
- Gleiches Wirkprinzip
- Einbau modular, segmentweise oder als Belag
- Messung case-control in time



Norddeutschland 2019



Janke, ATB

Westdeutschland 2020



Janke, ATB

Süddeutschland 2020



Janke, ATB

Planbefestigter Boden



Janke, ATB



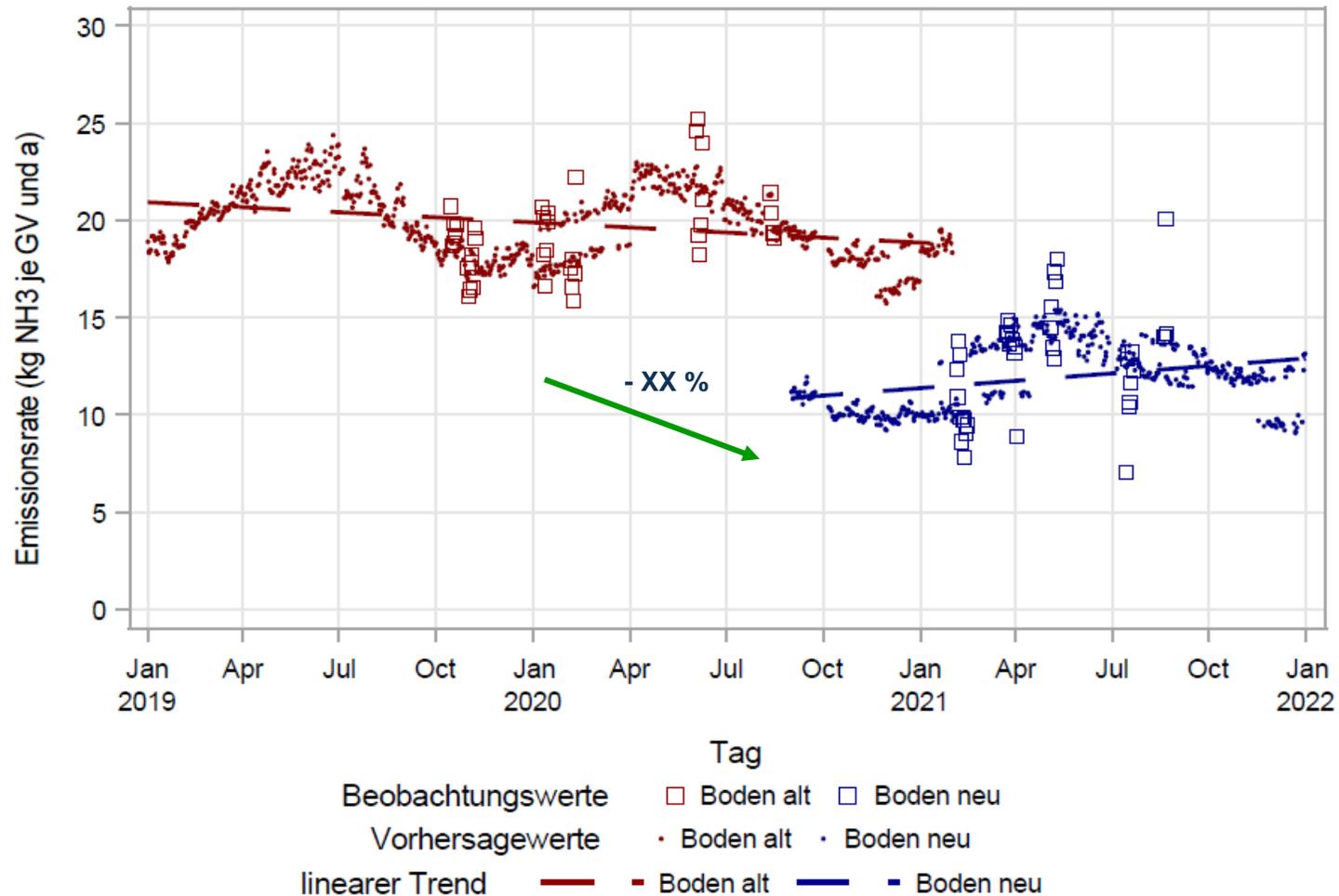
Janke, ATB

Planbefestigter Boden

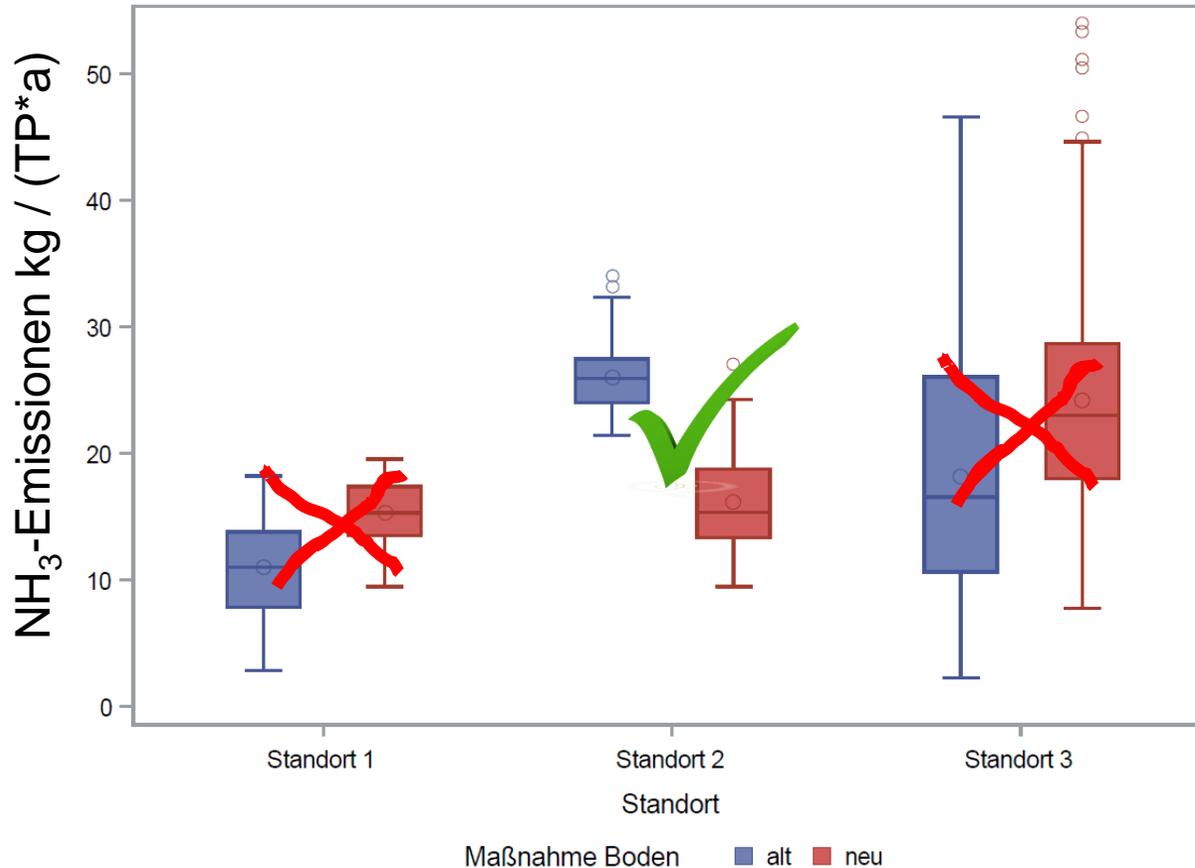


Alle Abbildungen Janke, ATB

Vorhersagewerte basierend auf Modellschätzern

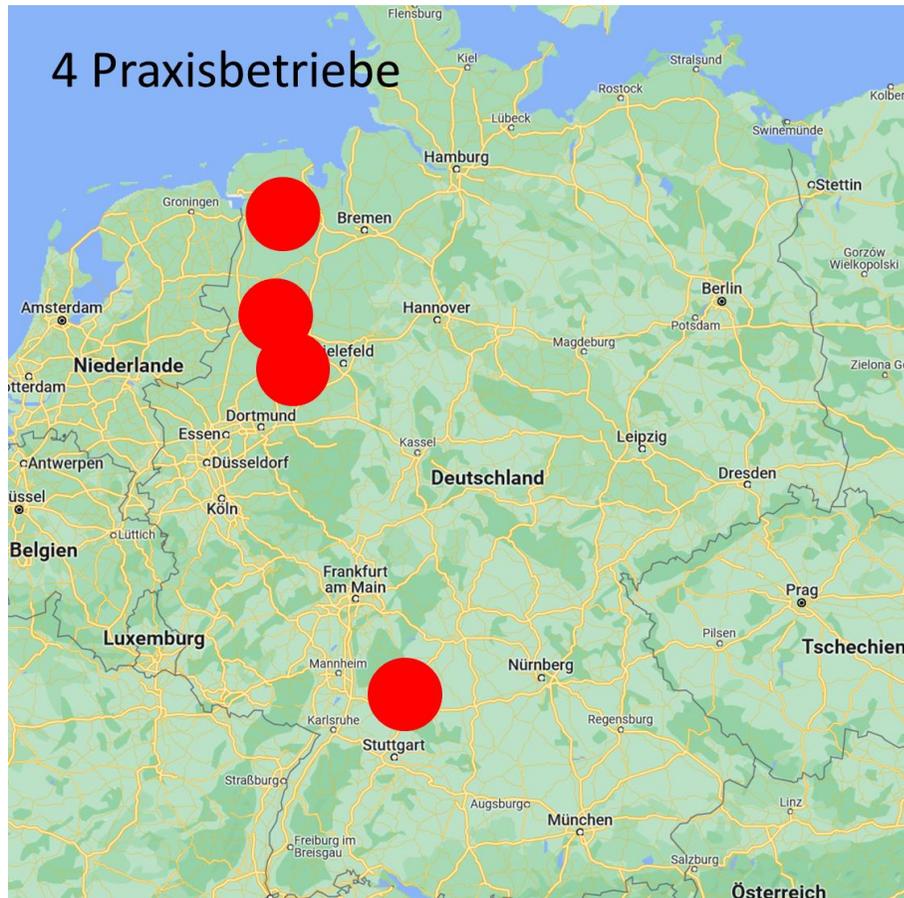


Vorher-Nachher Vergleich aller drei Standorte



Standort	NH ₃ Emissionen [kg / TP a]		Minderung
	Control	Case	
1	9,8	16,9	keine
2	26,5	16,3	39 %
3	20,8	21,6	keine

- Standortabhängig
- einzelbetriebliche Effekte
- Gesamtminderung nicht nachweisbar

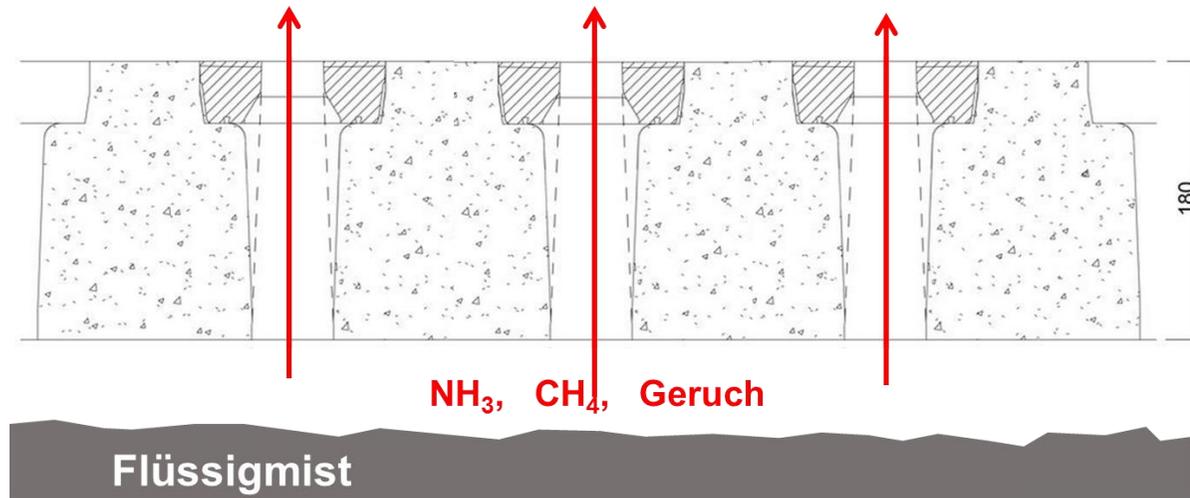


© Trimborn, Uni Bonn

- Minderungsmaßnahme Spaltenboden mit Klappen
- Untersuchung in 4 Praxisbetrieben
- Messungen gemäß VERA multi-site approach

Emissionsminderung durch Einbau von Dichtungsclappen

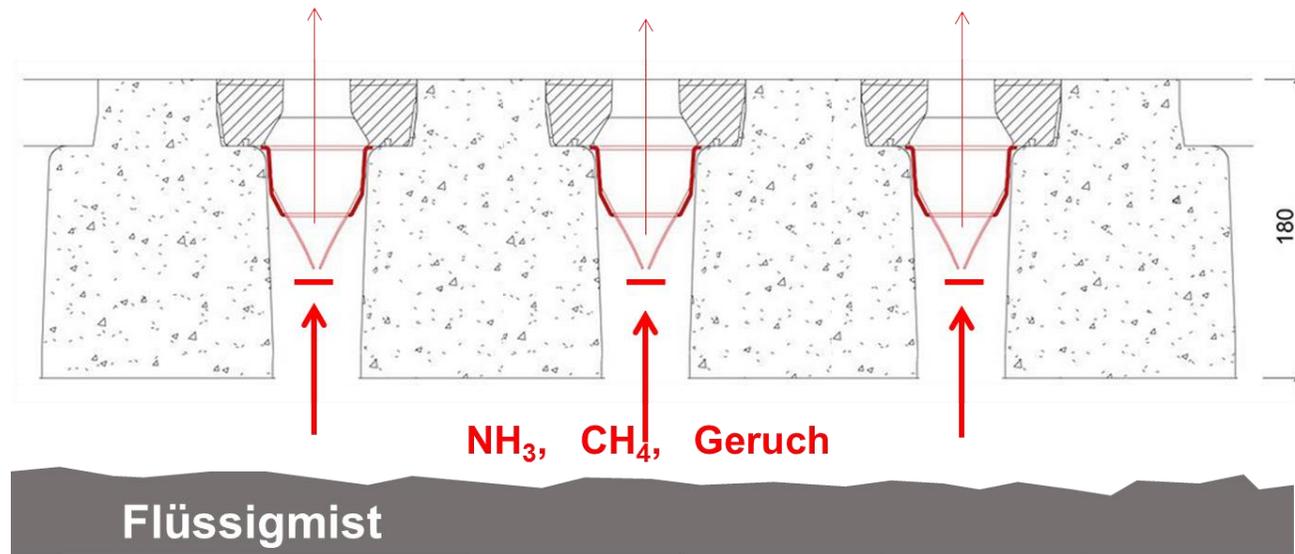
Der Gasraum über der unterflur lagernden Gülle wird vom Stallraum getrennt



© Trimborn, Uni Bonn

Emissionsminderung durch Einbau von Dichtungsclappen

Der Gasraum über der unterflur lagernden Gülle wird vom Stallraum getrennt



Gummieinsätze mit Dichtungsklappen

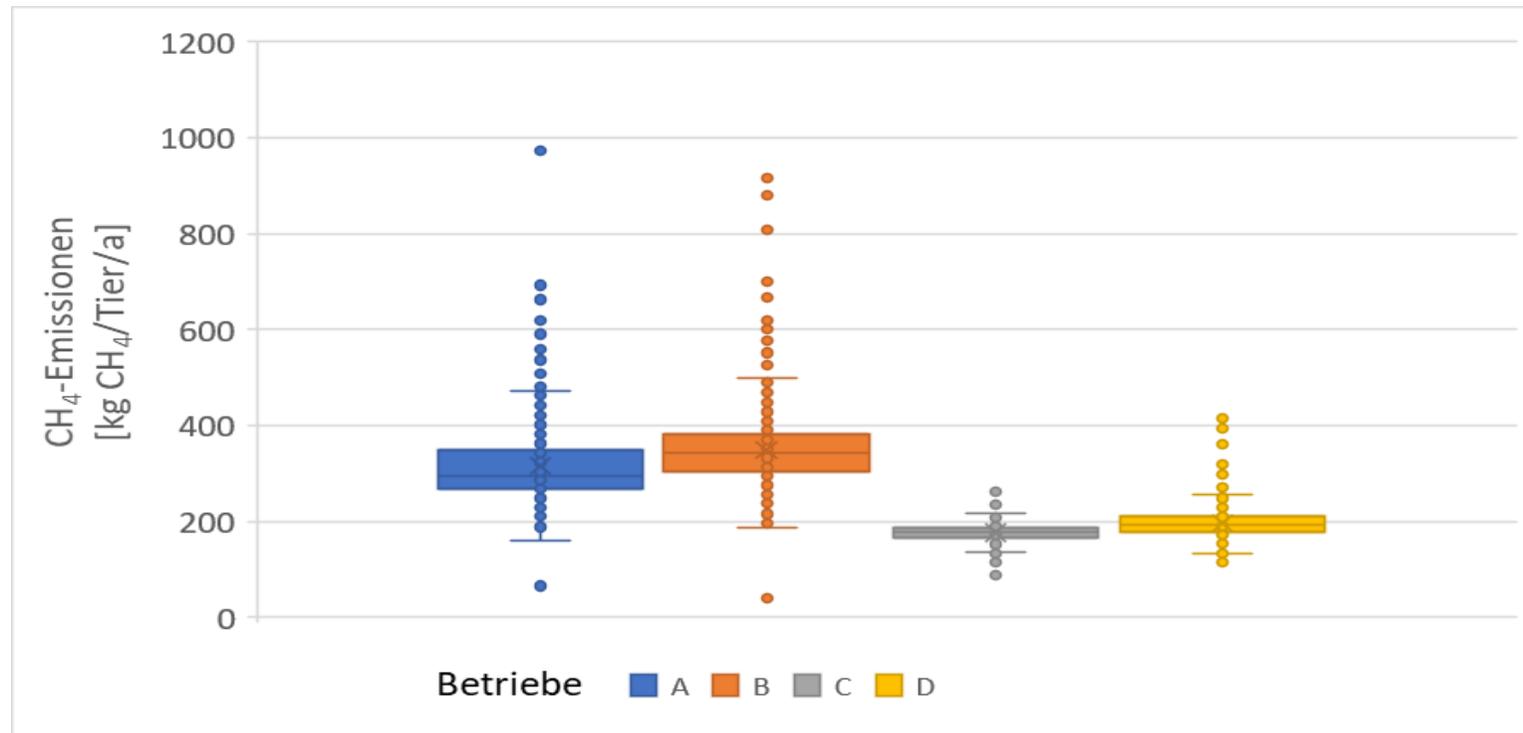


Bodenreinigung mit
Spaltenreiniger und
Wasser-
Sprüheinrichtung





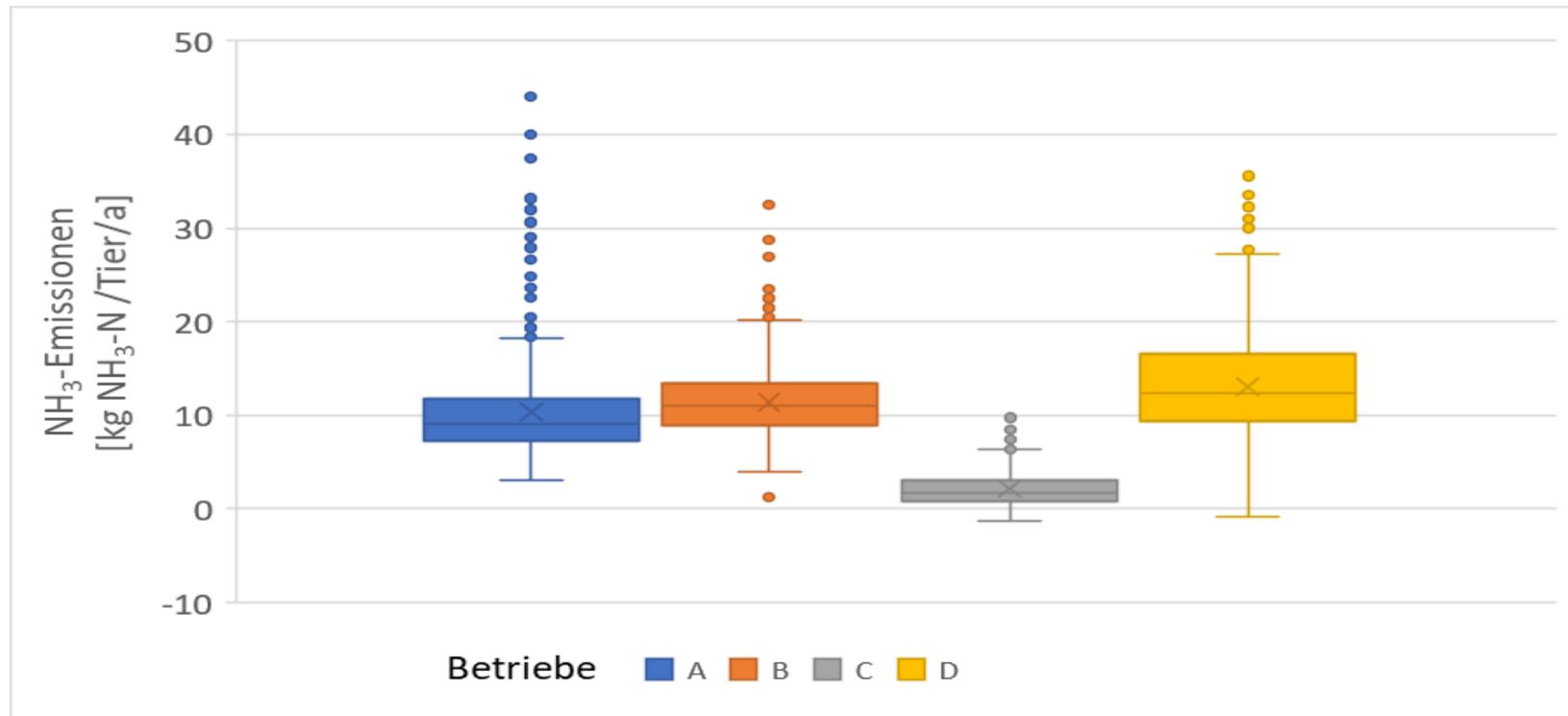
Erste Ergebnisse CH₄-Emissionen (vorläufig)



- noch nicht alle Daten ausgewertet
- Plausibilisierung noch nicht abgeschlossen



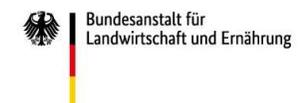
Erste Ergebnisse NH₃-Emissionen (vorläufig)



- noch nicht alle Daten ausgewertet
- Plausibilisierung noch nicht abgeschlossen
- Minderungspotential der Maßnahme wird vermutlich **nicht über 20 % hinauskommen.**

- Messungen in EmiDaT: wertvoller Pool an wissenschaftlich belastbaren Daten
- Hohe Variationen innerhalb der Haltungssysteme
- In EmiMin untersuchte Minderungsmaßnahme planbefestigter Boden:
 - Minderungswirkung stark abhängig von jeweiligem Standort
 - Wirksam bei hohen Ausgangsemissionen
 - Erreichbare Minderung bei 1 Standort: 39 % (aber: hohe absolute Werte)
 - Keine nachweisbare Minderung bei 2 weiteren Standorten (aber: niedrige Ausgangswerte)
- In EmiMin untersuchte Minderungsmaßnahme Spaltenboden mit Klappen:
 - Plausibilisierung noch nicht abgeschlossen
 - Minderung wahrscheinlich < 20 %
- Zur Diskussion: wie Minderung interpretieren?
 - Relative Änderung?
 - Absoluter Endwert?
 - -> Workshops am Mittwoch 😊
- Weitere Messungen auf verschiedenen Betrieben zu Minderungsmaßnahmen nötig

Vielen Dank !



Die Förderung erfolgt aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank, Frankfurt am Main. Die Durchführung wird vom Projektträger der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung betreut und begleitet.



David Janke
Christian Ammon
Moustapha Doumbia
Huyen Vu
Sabrina Hempel
Thomas Amon



Manfred Trimborn
Peter Ebertz
Wolfgang Büscher



Sabine Schrade



Gianna Dehler
Brigitte Eurich-Menden
Ewald Grimm
Dieter Horlacher
Andreas Rößner
Alexej Smirnov
Katrin Wagner
Ulrike Wolf

- Kai, P., Adamsen, A. P., Jensen, M. L., Kasper, P., & Feilberg, A. (2017). *Ammonia emission from Danish cubicle barns for dairy cows: Effect of floor type and manure scraping*. DCA-Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug.
- Öttl, D.; Kropsch, M.; Zentner, E.; Bachler, G.; Schlacher, R.; Pongratz, T.; Prietl, C.(2023): *Emissionen aus der Tierhaltung. Bericht Nr. ABT15-Lu-04-2023. ABT15 – Luftreinhaltung*. Das Land Steiermark- Energie, Wohnbau, Technik, Österreich. https://app.luis.steiermark.at/berichte/Download/Fachberichte/ABT15_Lu-04-2023_Emissionsfaktoren.pdf
- Mendes, L. B., Pieters, J. G., Snoek, D., Ogink, N. W., Brusselman, E., & Demeyer, P. (2017). Reduction of ammonia emissions from dairy cattle cubicle houses via improved management-or design-based strategies: A modeling approach. *Science of the Total Environment*, 574, 520-531.
- Bobrowski, A. B., Van Dooren, H. J., Ogink, N., Hagenkamp-Korth, F., Hasler, M., & Hartung, E. (2021a). Reduction of ammonia emissions by using a urease inhibitor in a mechanically ventilated dairy housing system. *Biosystems Engineering*, 204, 115-129.
- Bobrowski, A. B., Willink, D., Janke, D., Amon, T., Hagenkamp-Korth, F., Hasler, M., & Hartung, E. (2021b). Reduction of ammonia emissions by applying a urease inhibitor in naturally ventilated dairy barns. *Biosystems Engineering*, 204, 104-114.
- Zähler, M., Zeyer, K., Mohn, J., Hildebrandt, F., Burla, J. B., & Schrade, S (2019). Untersuchungen zu erhöhten Fressständen in der Milchviehhaltung im Hinblick auf Tierverhalten und Ammoniakemissionen.
- Schrade, S. et al. (2020). Emissionen aus der Milchviehhaltung: Messung und Bewertung von Minderungsmaßnahmen. ALB-Fachtagung Hohenheim, 5.3.2020
- Schep, C.A., H.J.C. van Dooren, J. Mosquera, E.A.P. van Well, J.A. Keuskamp, N.W.M. Ogink, 2022. Monitoring van methaan-, ammoniak- en lachgasemissies uit melkveestallen; Praktijkmetingen in de periode oktober 2018 - oktober 2020, 2022. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1388.
- Ogink, N. W. M., Groenestein, C. M., & Mosquera, J. (2014). Actualisering ammoniakemissiefactoren rundvee: advies voor aanpassing in de Regeling ammoniak en veehouderij= Update of ammonia emission factors for cattle categories: advisory report for amendments in regulations on ammonia and livestock (No. 744). Wageningen UR Livestock Research.
- Rösemann, Claus et al. (2023): Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2021: Input data and emission results. Göttingen: Open Agrar Repository. Online unter: <https://www.eminv-agriculture.de/>.

