



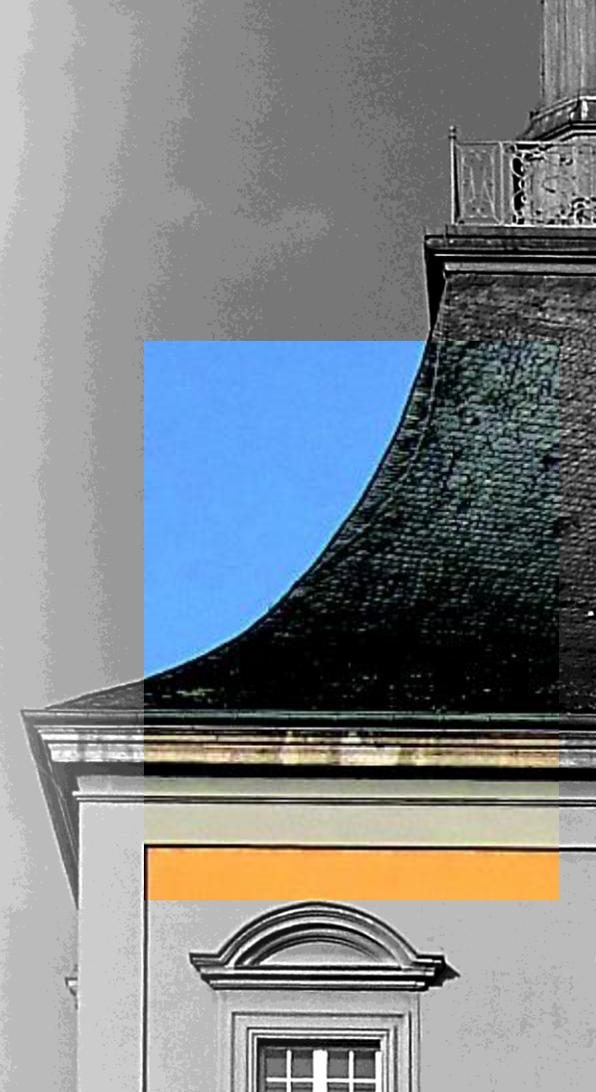
# Möglichkeiten der Ansäuerung von Flüssigmist in Schweine- und Rinderställen

**Dr. agr. Veronika Ebertz**

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn  
Institut für Landtechnik

**22. November 2023**

*Maßnahmen zur Emissionsminderung und  
zum Klimaschutz in viehhaltenden Betrieben  
(ALB-Hessen)*





Ammoniak  
(NH<sub>3</sub>)



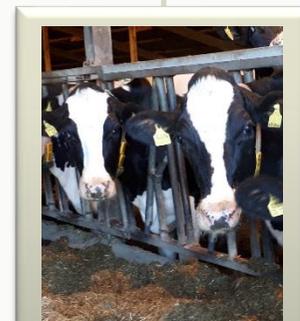
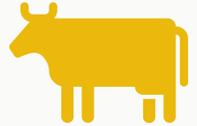
12 %  
Tier



22 %  
Flüssigmist

*(Janssen & Krause, 1987)*

Methan  
(CH<sub>4</sub>)



79 %  
Tier

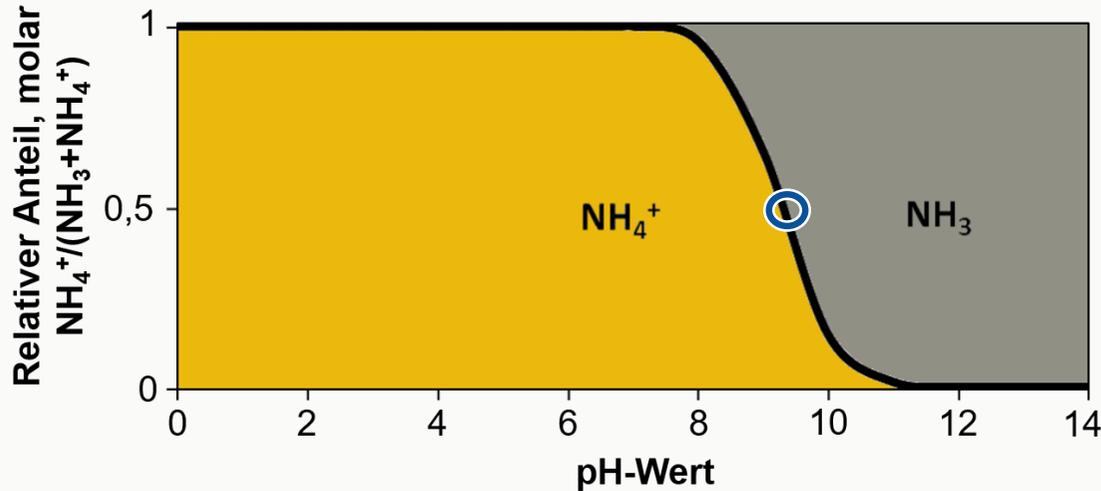


21 %  
Flüssigmist

*(Rösemann et al., 2023)*



# Ammonium/Ammoniak-Gleichgewicht



Beeinflussung des pH-Wertes im Flüssigmist auf den relativen Gehalt am gesamten Ammoniak-Stickstoff

[3]



Stallintern

[4]



Lagerung

[5]



Ausbringung

[6]

# SAFT

Entwicklung einer Nachrüstlösung  
zur **Säure-A**pplikation  
in **F**lüssigmistkanälen von **T**ierställen

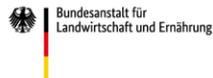
*Laufzeit: 01.09.2018 bis 31.12.2022*

Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Projektträger



- Campus Frankenforst, Königswinter; Universität Bonn
- Zwei Abteile mit je 32 Mastschweinen
  - Versuchsabteil mit Ansäuerung des Flüssigmistes
  - Kontrollabteil ohne Ansäuerung
- Teilspaltenboden mit Flüssigmistkanälen
- Zweiphasige Fütterung (*Futterwechsel bei 75 kg*)  
Vormast: 17,9 % bzw. Endmast: 16,5 % Rohproteingehalt
- Durchgang 1: 04.03. bis 20.05.2020  
Durchgang 2: 18.06. bis 11.09.2020  
Durchgang 3: 10.06. bis 06.09.2021



*Kontrollabteil ohne Ansäuerung*

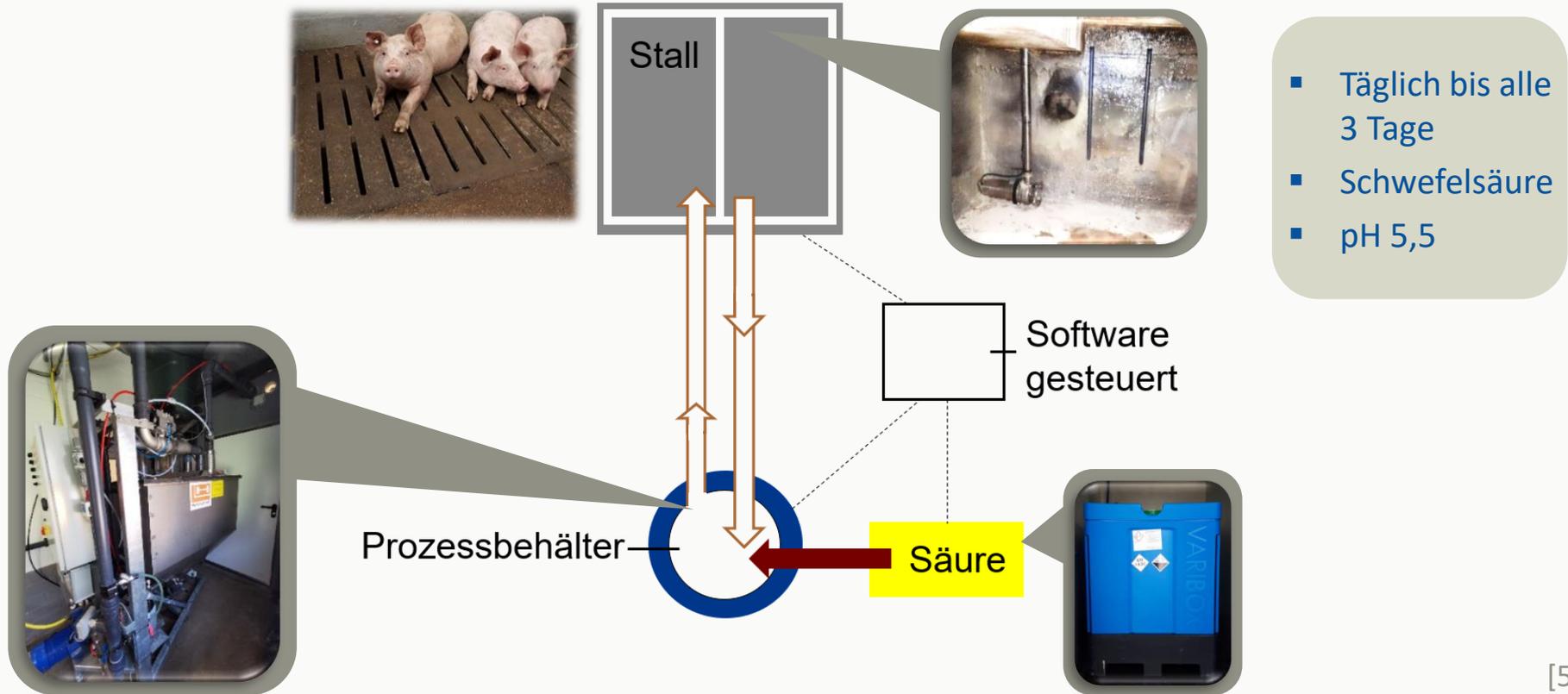
[1]



*Teilspaltenboden*

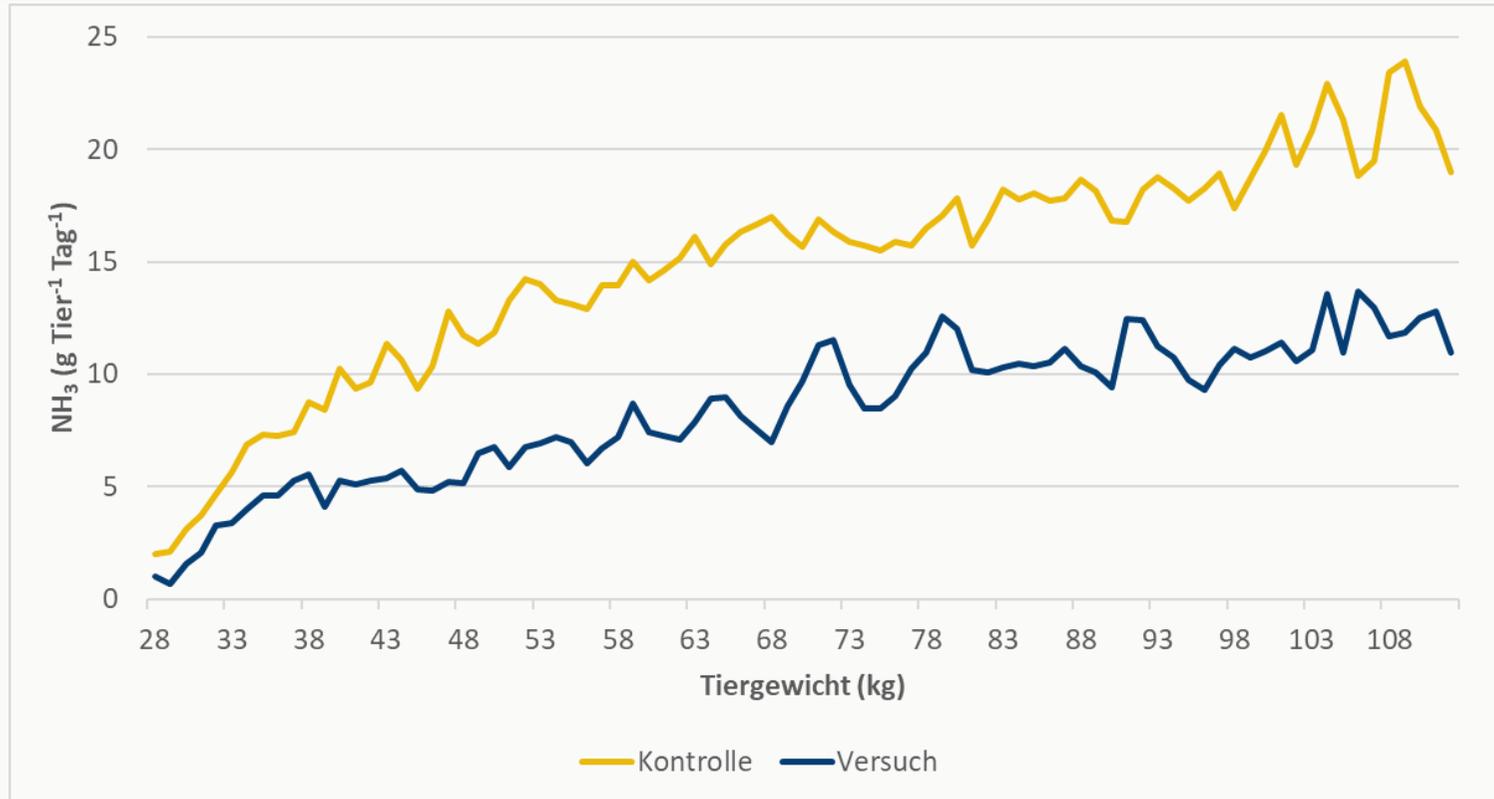
[1]

# Ansäuerung im Schweinestall Technik



# Ansäuerung im Schweinestall

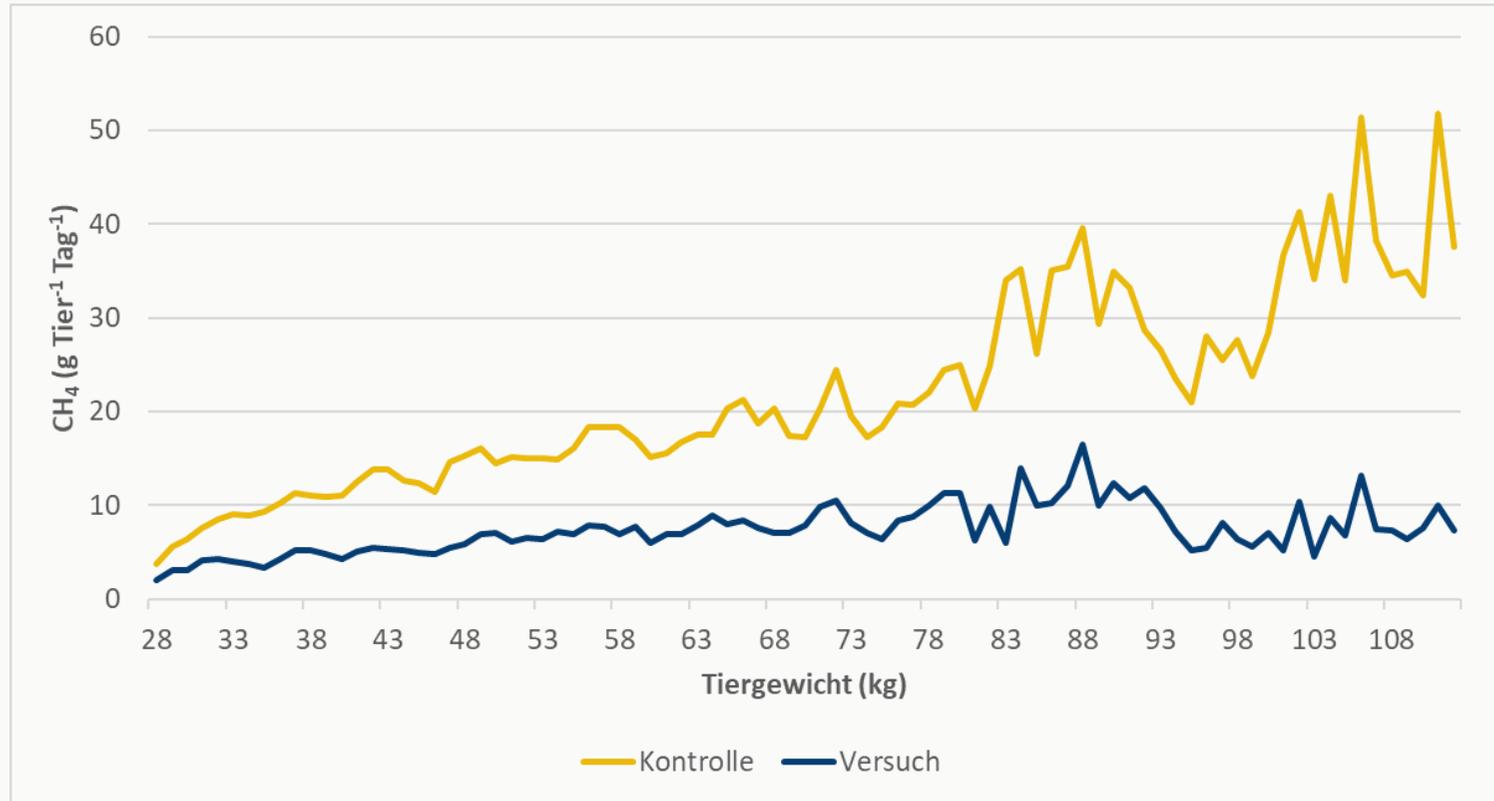
## $NH_3$ -Emissionen



*$NH_3$ -Emissionen im 2. Mastdurchgang im Kontroll- und Versuchsabteil mit Ansäuerung*

# Ansäuerung im Schweinestall

## CH<sub>4</sub>-Emissionen



CH<sub>4</sub>-Emissionen im 2. Mastdurchgang im Kontroll- und Versuchsabteil mit Ansäuerung

# Ansäuerung im Schweinestall

## Emissionsminderung

*Reduktion der Ammoniak- und Methan-Emissionen aus einem Schweinemastabteil mit Ansäuerung des Flüssigmistes gegenüber denen eines Referenzabteils*

	Ammoniak-Reduktion um	Methan-Reduktion um
Durchgang 1	43 %	55 %
Durchgang 2	41 %	65 %
Durchgang 3	33 %	80 %

➔ Verbessertes Buchtenhygienemanagement steigert die Effizienz der Ansäuerungstechnik ( $\text{NH}_3$ -Emissionen ↓)!

➔ Trotz Lagerung des Flüssigmistes im Stall

➔ deutliche Reduktion der Methanemissionen

TA Luft: -65 %  $\text{NH}_3$

*(Overmeyer et al., 2023)*

# Ansäuerung im Schweinestall

## Säureverbrauch

Schwefelsäureverbrauch zur Ansäuerung des Flüssigmistes während eines Mastdurchgangs

	I H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (96 %) je m <sup>3</sup> Flüssigmist	kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (96 %) je m <sup>3</sup> Flüssigmist*
1. Durchgang	8,53	15,66
2. Durchgang	9,90	18,18
3. Durchgang	9,45	17,34
Mittelwert	9,29	17,06



\*Dichte von Schwefelsäure (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 96 %): 1,83 kg l<sup>-1</sup>

Verwendung von 60%-iger H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> im Versuch

- ... H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (96 %) je m<sup>3</sup> Flüssigmist
  - 10 bis 11 kg (Petersen et al., 2014)
  - 7 bis 8 kg (Moset et al., 2012)
  - 5 kg (Eriksen et al., 2008)

# Ansäuerung im Schweinestall

## Schwimmschichtenbildung



*Angesäuerter Flüssigmist*



*Links: angesäuert  
Rechts: unbehandelt*



*Kontrolle  
(unbehandelt)*



- Sehr niedrige Schwefelwasserstoffkonzentration im Tierbereich
- Belüftung des Prozessbehälters zwingend erforderlich
- Anderer wahrnehmbarer Geruch im Stall, jedoch **keine** veränderte Stärke der Geruchseinheiten → Olfaktometrische Messungen
- Keine Auswirkungen auf die Tageszunahmen der Schweine



[1]

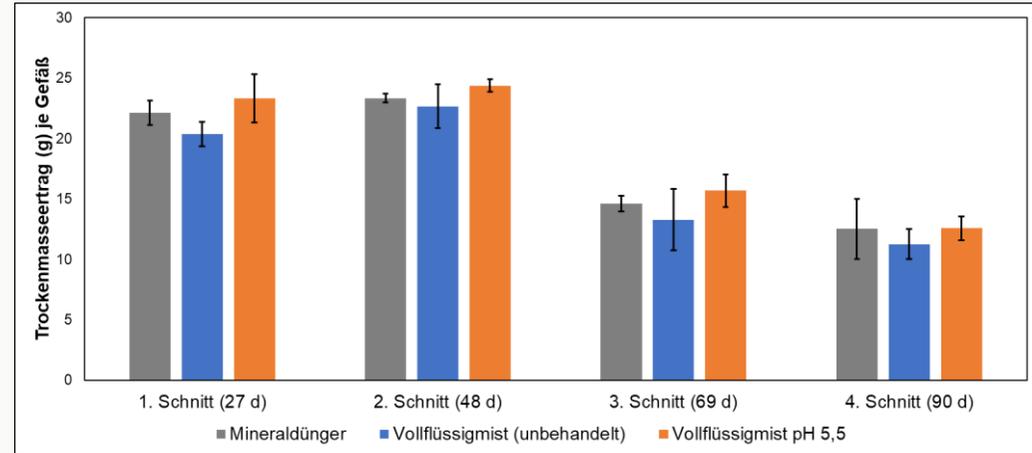
*Belüftung des Prozessbehälters*

# Düngewirkung von angesäuertem Flüssigmist

- Gewächshausversuch mit Deutschem Weidelgras
- Düngung mit **Mineraldünger**, **unbehandeltem** und **angesäuertem** Flüssigmist vor der Aussaat und nach jedem Schnitt

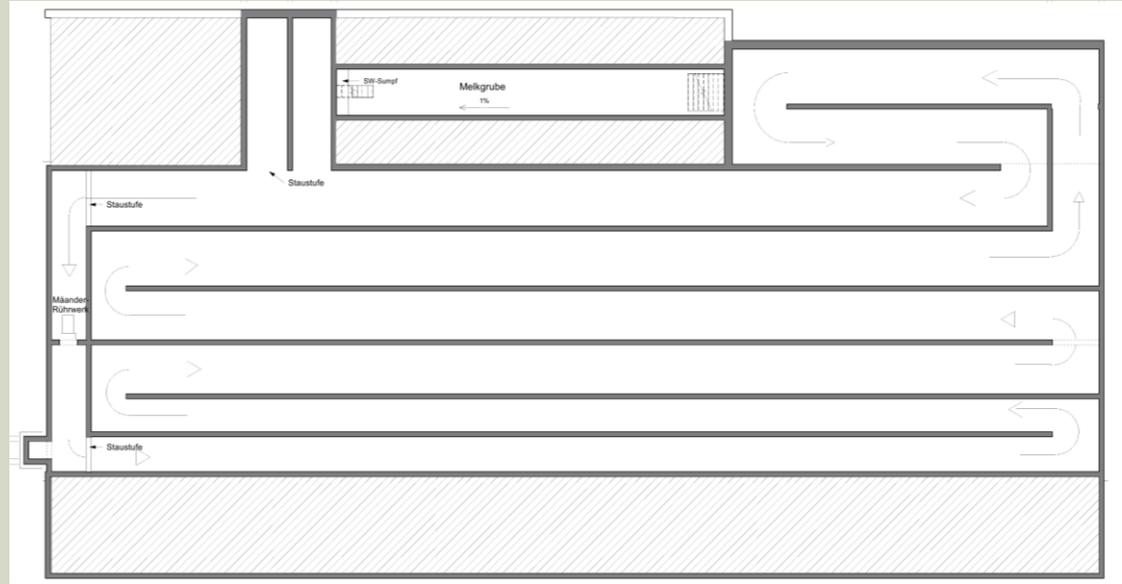


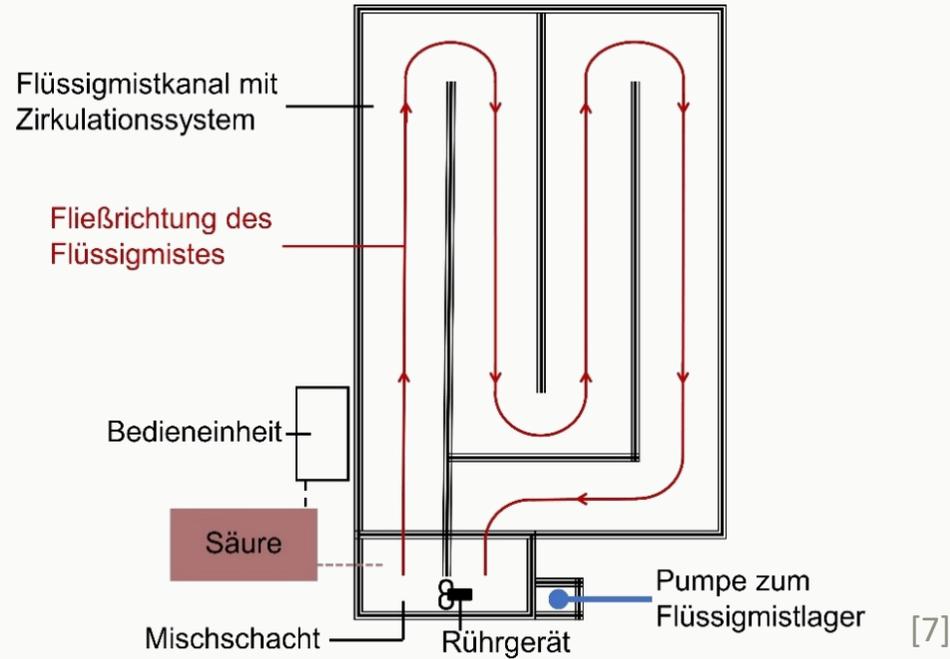
[1]



*Trockenmasseertrag von Deutschem Weidelgras zu verschiedenen Schnittzeitpunkten gedüngt mit Mineraldünger, unbehandeltem und angesäuertem Schweineflüssigmist, n = 4*

# Unterschied Schweinestall und Rinderstall





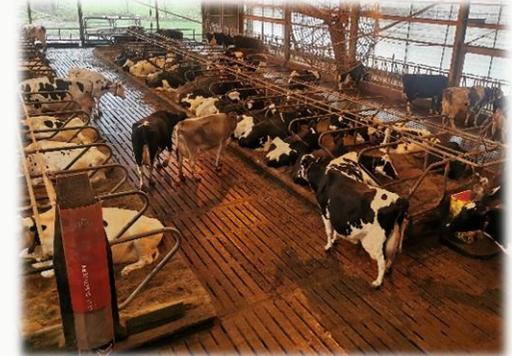
*Schematische Darstellung der stallinternen Flüssigmistansäuerung in Milchvieh- und Rinderställen*

➔ **Unterschied: kein externer Prozessbehälter**

# Emissionsminderung durch Ansäuerung von Milchviehflüssigmist

## ■ Im Stall:

- 44-49 % Ammoniak-Minderung, in Kombination mit Schieberentmistung (*Mendes et al., 2016*)
- 33-42 % Ammoniak-Minderung (*Bleijenberg et al., 1995*)



[1]

## ■ Während der Flüssigmistlagerung:

- 53 % Ammoniak-Minderung (*Sokolov et al., 2019*)
- 81 % Ammoniak-Minderung (*Regueiro et al., 2016*)
- 95 % Ammoniak-Minderung (*Petersen et al., 2012*)
- 67-87 % Methan-Minderung (*Petersen et al., 2012*)
- 89 % Methan-Minderung (*Sokolov et al., 2019*)

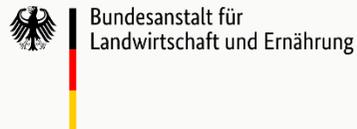


[1]

# SAFT<sup>2</sup> cattle

Separation und Ansäuerung nach Fällung von Flüssigmist  
aus Rinderställen

*Laufzeit: 10.05.2023 bis 09.05.2026*



HAGRONIC

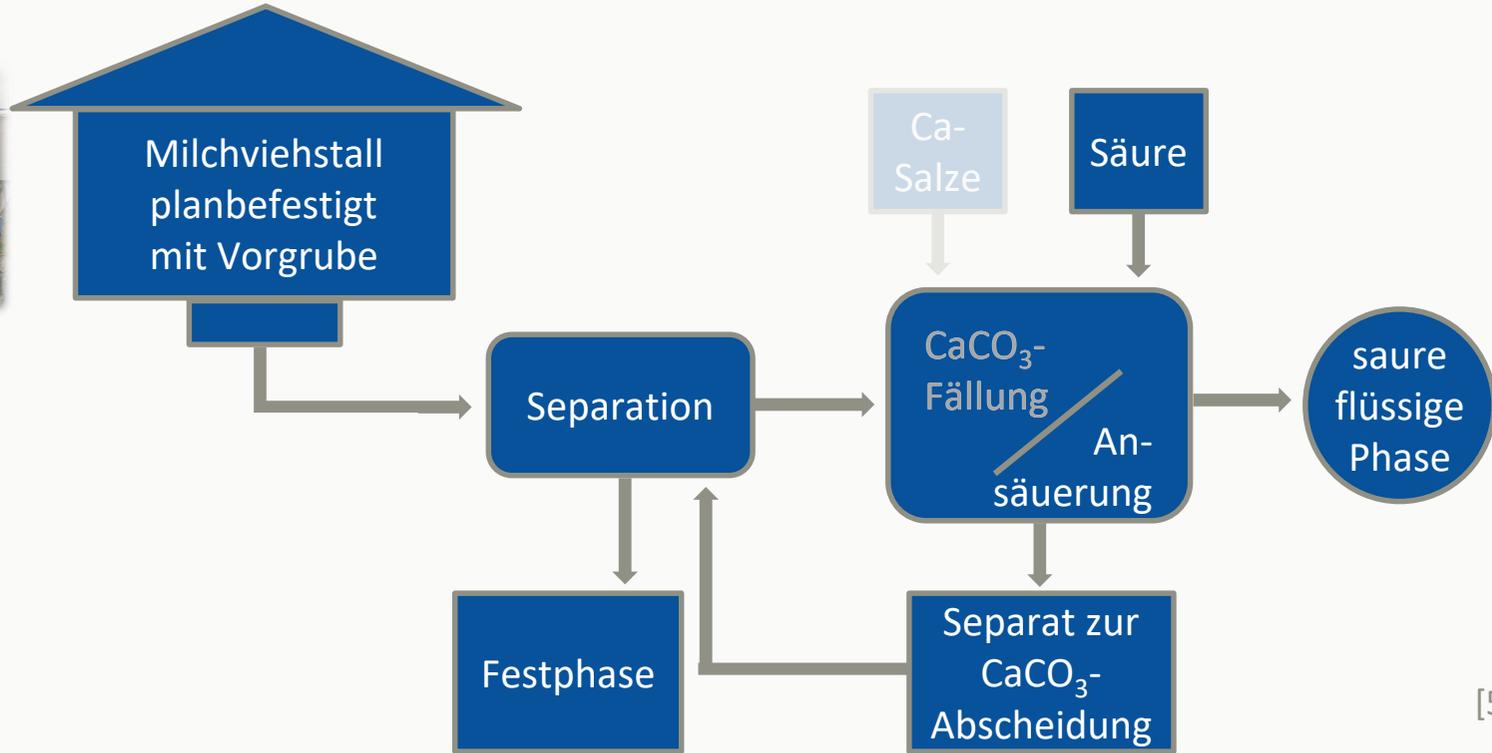


## ■ Hintergrund:

- Verschiedene Puffersysteme im Flüssigmist
- Vorherige Separation ➡ Säureeinsatz ↓ (*Overmeyer et al., 2021a, 2021b*)
- Carbonatpuffer im Flüssigmist beeinflusst Säureeinsatz  
➡ kann durch Zugabe von Calciumadditiven ausgefällt werden

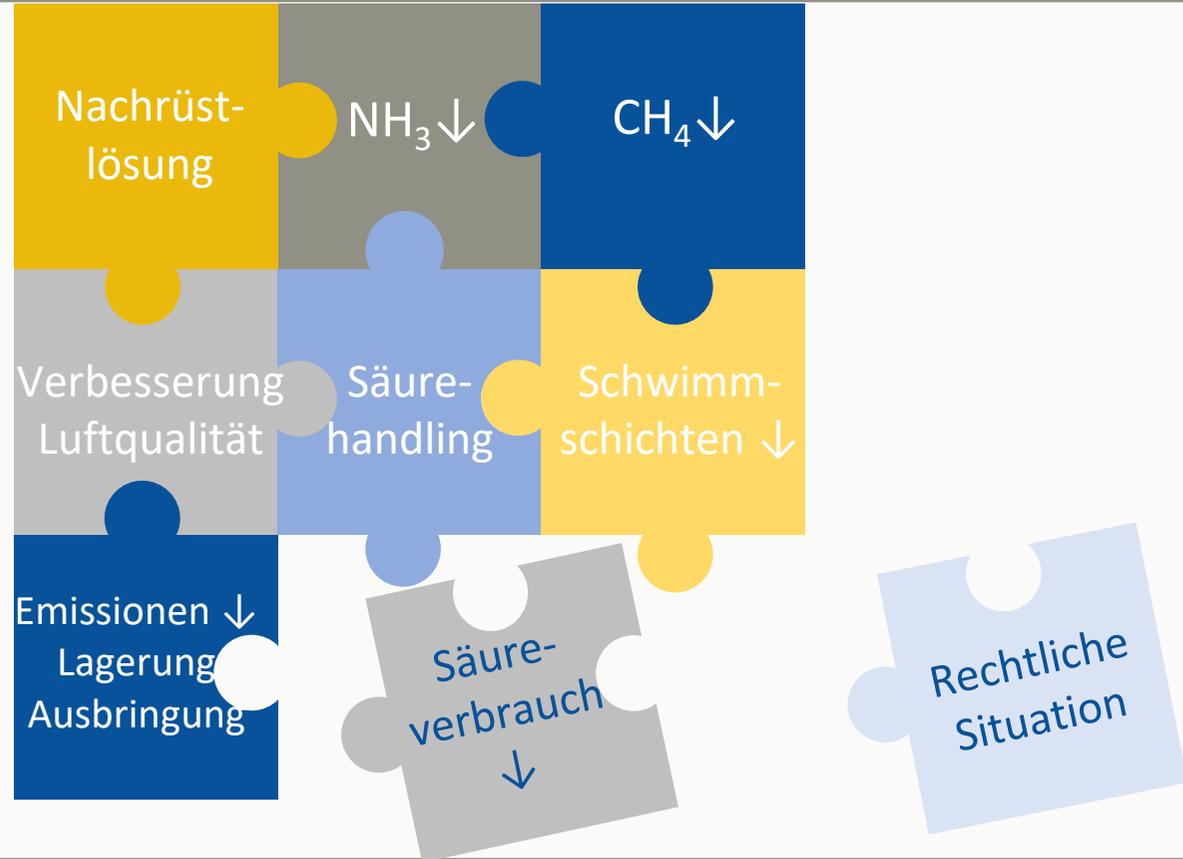
## ■ Ziel des Projektes:

- Entwicklung einer Kosten- und Ressourcen-effizienten Ansäuerungstechnik für Flüssigmist aus der Rinderhaltung als Nachrüstlösung
- Reduktion des Säureeinsatzes (oder mit Alternativen zur Schwefelsäure)



*Geplanter schematischer Aufbau der Ansäuerungstechnik im Projekt SAFT2cattle*

- Keine klare gesetzliche Regelung für Beimengungen zum Flüssigmist
- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)  
*§2 Abs. 13:* „*„Jauche-, Gülle- und Silagesickersaftanlagen (JGS-Anlagen)“ sind Anlagen zum Lagern oder Abfüllen ausschließlich von*
  - 1. Wirtschaftsdünger, insbesondere Gülle oder Festmist, ...“*
- Referentenentwurf zur ersten Verordnung zur Änderung der AwSV (Stand 25.11.2019)  
*„Zu den wassergefährdenden Stoffen nach Satz 1 können folgende Stoffe und Gemische in den in der Landwirtschaft üblichen Mengen beigemischt werden: ...*
  - 3. technisch reine Stoffe zur Ansäuerung von Gülle zur Verringerung der Ammoniakemissionen. ...“*
- Derzeit Überarbeitung der TRwS 792 „JGS-Anlagen“



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**Dr. agr. Veronika Ebertz**, geb. Overmeyer

**Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn**

Institut für Landtechnik

Verfahrenstechnik in der Tierischen Erzeugung

**Mail: [v.ebertz@uni-bonn.de](mailto:v.ebertz@uni-bonn.de)**

Telefon: +49 228 73-2837

Web: [www.landtechnik.uni-bonn.de](http://www.landtechnik.uni-bonn.de)



Universität Bonn



Lokalzeit Land.Schafft.  
(WDR)

Gefördert durch



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

Projekträger



Bundesanstalt für  
Landwirtschaft und Ernährung

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- Bleijenberg, W., Kroodsmas, W.; Ogink, N. W. M. (1995): Techniequen om de ammoniakemissie uit ligboxenstallen met roostervloer te beperken [Techniques for the reduction of ammonia emission from a cubicle house with slatted floor].
- Eriksen, J., Sørensen, P., Elsgaard, L. (2008): The fate of sulfate in acidified pig slurry during storage and following application to cropped soil. *J. Environ. Qual.* 37, 280–286.  
<https://doi.org/10.2134/jeq2007.0317>.
- Janssen, J; Krause, K.-H. (1987): Stallinterne Beeinflussung der Gesamtemission aus Tierhaltung. In: *Grundlagen Landtechnik* 37 (6), 213-220.
- Mendes, L. B., Pieters, J. G., Snoek, D., Ogink, N. W. M., Brusselman, E.; Demeyer, P. (2017): Reduction of ammonia emissions from dairy cattle cubicle houses via improved management- or design-based strategies: A modeling approach. *The Science of the total environment* 574, 520–531.

- Moset, V., Cerisuelo, A., Sutaryo, S., Møller, H.B. (2012): Process performance of anaerobic co-digestion of raw and acidified pig slurry. *Water research* 46, 5019–5027.  
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.06.032>.
- Overmeyer, V.; Trimborn, M.; Clemens, J.; Hölscher, R.; Büscher, W. (2023): Acidification of slurry to reduce ammonia and methane emissions: Deployment of a retrofittable system in fattening pig barns. *Journal of Environmental Management* 2023, 331, 117263.
- Overmeyer, V.; Kube, A.; Clemens, J.; Büscher, W.; Trimborn, M. (2021a): One-Time Acidification of Slurry: What Is the Most Effective Acid and Treatment Strategy? *Agronomy* 2021, 11, 1319.
- Overmeyer, V.; Holtkamp, F.; Trimborn, M.; Clemens, J.; Büscher, W. (2021b): Acidification of slurry with different pretreatments and their effects on buffer capacity and acid consumption. In: 5th International Conference of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR), Virtual Conference.

- Petersen, S.O., Højberg, O., Poulsen, M., Schwab, C., Eriksen, J. (2014): Methanogenic community changes, and emissions of methane and other gases, during storage of acidified and untreated pig slurry. *Journal of applied microbiology* 117, 160–172.  
<https://doi.org/10.1111/jam.12498>.
- Petersen, S. O., Andersen, A. J.; Eriksen, J. (2012): Effects of cattle slurry acidification on ammonia and methane evolution during storage. *Journal of Environmental Quality* 41(1), 88–94.
- Regueiro, I., Coutinho, J.; Fanguero, D. (2016): Alternatives to sulfuric acid for slurry acidification: impact on slurry composition and ammonia emissions during storage. *Journal of Cleaner Production* 131, 296–307.
- Rösemann C, Vos C, Haenel H-D, Dämmgen U, Döring U, Wulf S, Eurich-Menden B, Freibauer A, Döhler H, Steuer B, Osterburg B, Fuß R (2023) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2021: Report on methods and data (RMD) Submission 2023.  
(<https://git-dmz.thuenen.de/vos/EmissionsAgriculture2023/-/wikis/home>)

- Sokolov, V., VanderZaag, A., Habtewold, J., Dunfield, K., Wagner-Riddle, C., Venkiteswaran, J. J.; Gordon, R. (2019): Greenhouse Gas Mitigation through Dairy Manure Acidification. *Journal of Environmental Quality* 48(5), 1435–1443.

- [1] Eigene Abbildung
- [2] EmiMin (2020): Innovative Maßnahmen zur Minderung der Ammoniakemissionen bei der Schweinemast, Digitale Innovationstage der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Online verfügbar unter <https://innovationstage.pageflow.io/emimin#267822> (zuletzt geprüft am 28.03.2021 ).
- [3] modifiziert nach Fangueiro, D; Hjorth, M.; Gioelli, F. (2015): Acidification of animal slurry – a review. In: Journal of Environmental Management 149, S. 40-56.
- [4] Sindhøj, E. (2018): An introduction to slurry acidification techniques to reduce nitrogen loss from agriculture. Vortrag am 26.11.2018 im Rahmen der Baltic Slurry Acidification zu dem Thema "Solving the Ammonia Emission Problem in the EU".
- [5] Rodhe, L.; Casimir, J.; Sindhøj, E. (2018): Possibilities and bottlenecks for implementing slurry acidification techniques in the Baltic Sea Region (revised). Interreg Baltic Sea Region. Baltic Slurry Acidification.
- [6] Rohlmann, A.-K. (2019): Mehr Gülle-Stickstoff an die Pflanze. top agrar 2/2019, S. 60-61.

- [7] modifiziert nach Wesnæs, M. S.; Wenzel, H.; Molt Petersen, B. (2009): Life cycle assessment of slurry management technologies, 1. Aufl. Danish Environmental Protection Agency. ISBN 9788792548207.

# Ergebnisse – Flüssigmist-Homogenisierung

- Gleiche Lüftungsrate im Kontroll- und Versuchsabteil
- **Exemplarische Messung!**



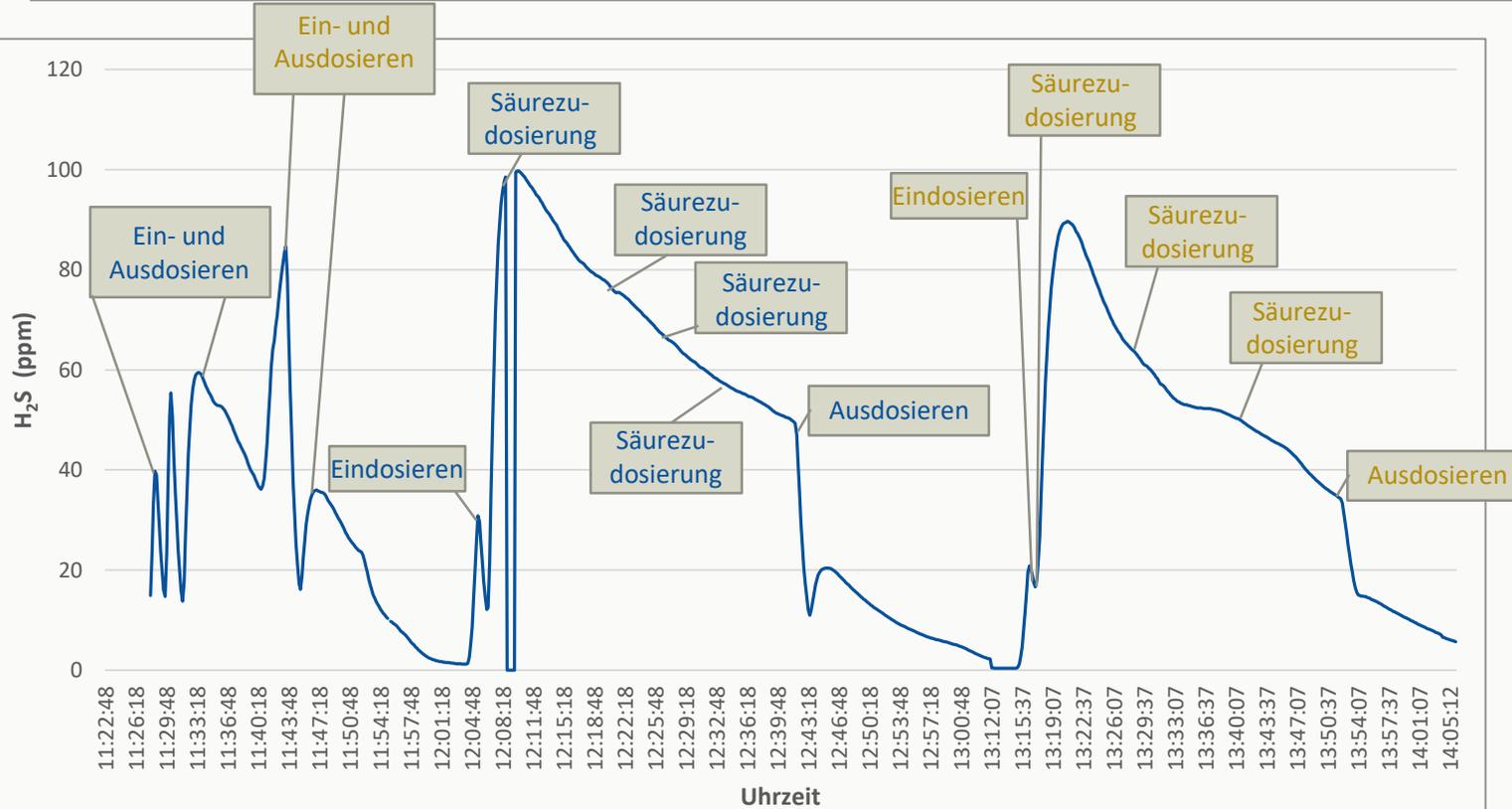
Messung der  $H_2S$ -Konzentration während der Flüssigmist-Homogenisierung

[1]

	Kontrolle		Versuch	
<i>in ppm</i>	<b>vorher</b>	<b>während</b>	<b>vorher</b>	<b>während</b>
<b>Schwefelwasserstoff*</b>	0,3	> 100	0,0	max. 10,7

\*Mittelwert von 1 min

# Schwefelwasserstoffkonzentration während des Ansäuerungsprozesses



FlüMi-Kanal links, FlüMi-Kanal rechts

Probenluftentnahme aus dem Ansäuerungsbehälter