



© b.eurich-menden, KTBL



© s.wulf, KTBL

# Emissionsminderung im Wirtschaftsdüngermanagement

Sebastian Wulf

DAFA-Webinar– Mit Rindern Treibhausgase mindern  
27. Oktober 2025

- Bedeutung des Wirtschaftsdüngermanagements für die Emissionen
- Wirtschaftsdüngerlagerung
  - Management
  - Technische Maßnahmen
  - Additive
- Wirtschaftsdüngerausbringung
- Zusammenfassung

➤ CH<sub>4</sub>-/N<sub>2</sub>O-Emissionen



Klimawirksamkeit

➤ NH<sub>3</sub>-Emissionen



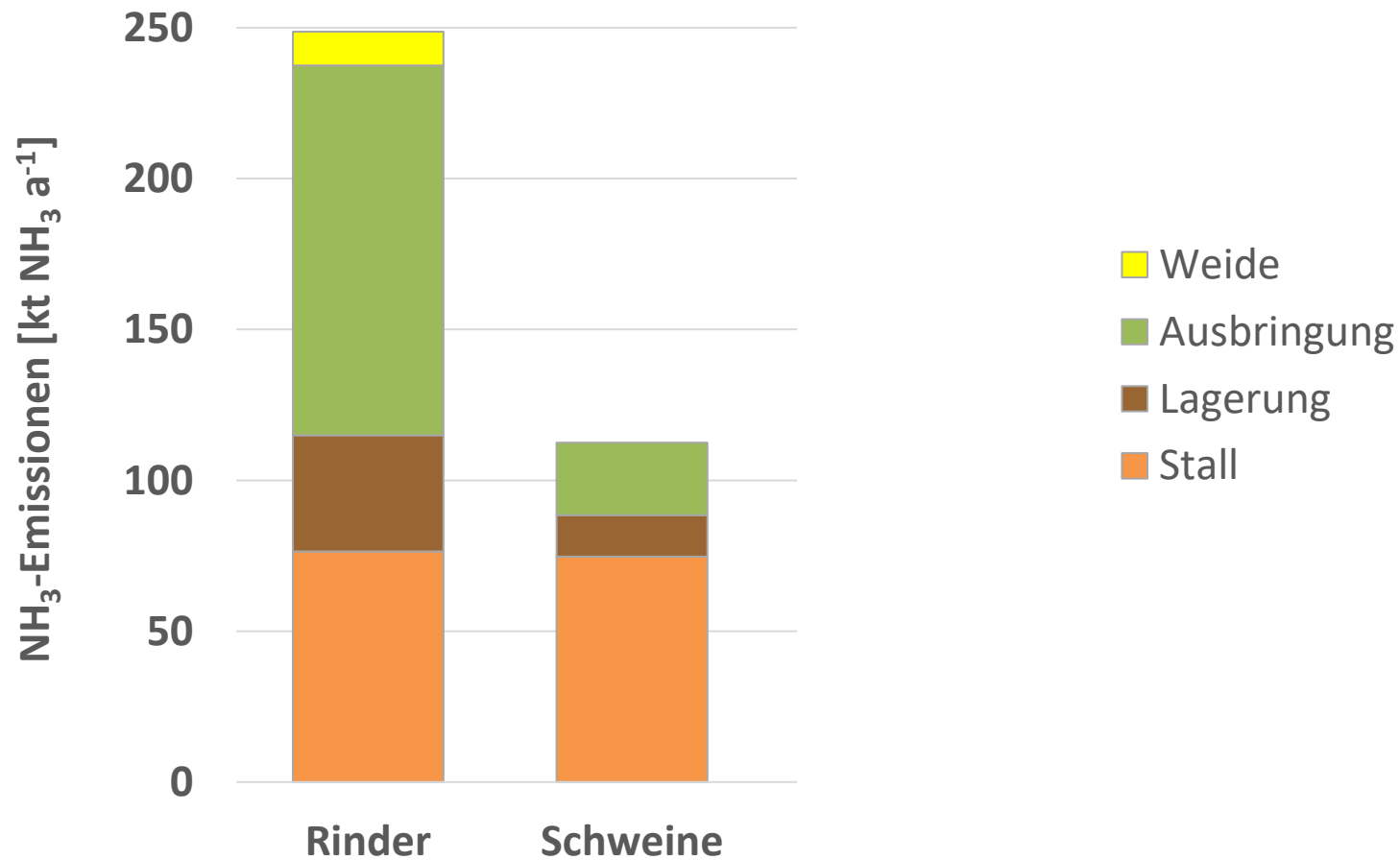
Eutrophierung/Versauerung  
Feinstaub (Luftreinhaltung)



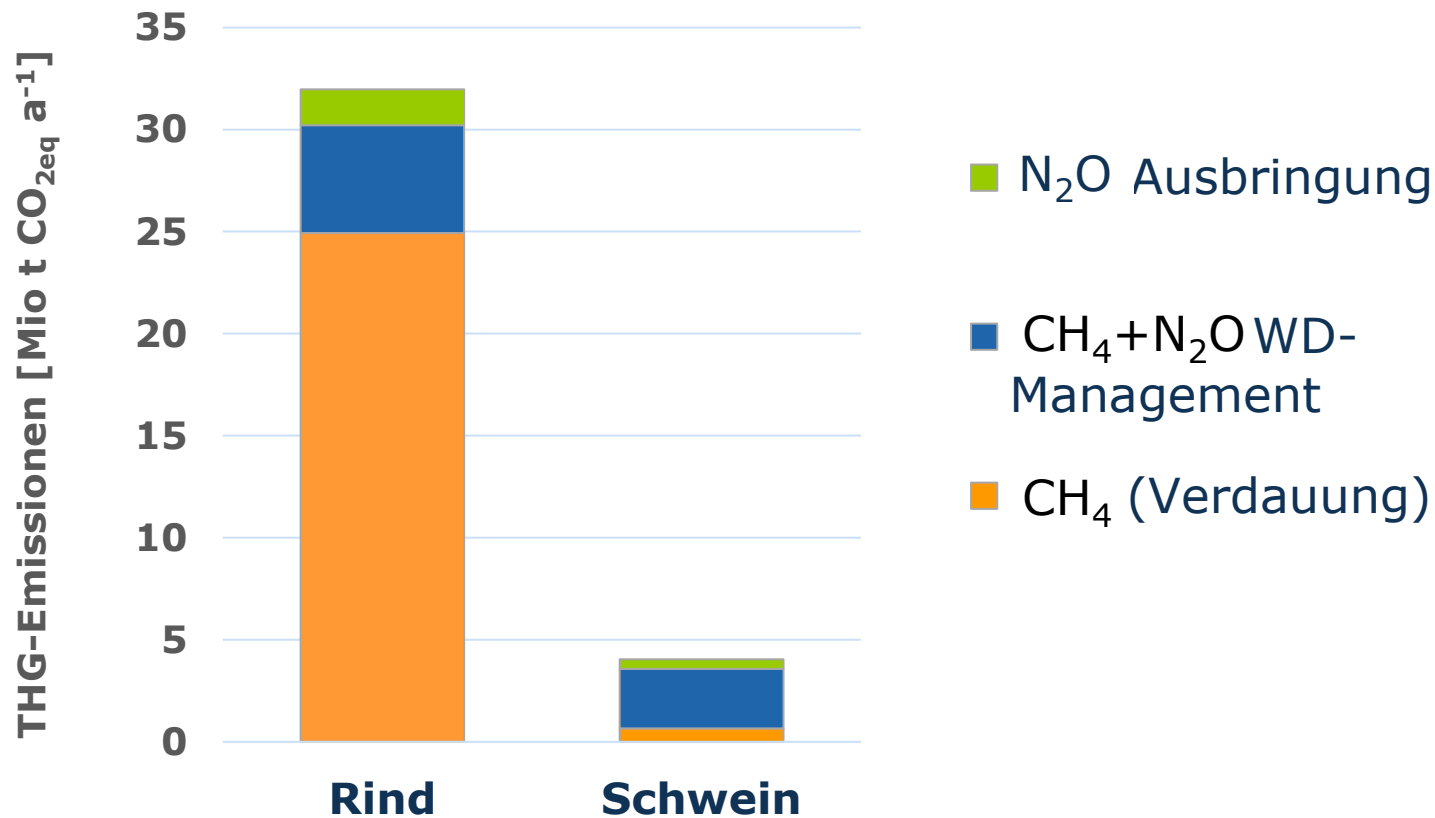
Indirekte Klimawirksamkeit

- indirekte N<sub>2</sub>O-Bildung bei Deposition
- Wirkung auf N-Effizienz und Bedarf an synth. N-Düngemitteln (Emissionen in Herstellung)

# NH<sub>3</sub> - Ort der Emission



Daten für 2019: Rösemann et al (2021)



(Daten: Rösemann et al. 2023)

- $\text{NH}_3$ -mindernde Böden in der Rinderhaltung haben im Projekt EmiMin nur zu sehr uneinheitlichen Ergebnissen geführt
- Kot-Harn-Trennung hat emissionsminderndes Potenzial
  - Lösungen in der Rinderhaltung?
  - Untersuchung zur Kuhtoilette
    - Minderung der  $\text{NH}_3$ -Emissionen 33% (Galama et al. 2025)
- Keine Maßnahmen zur Minderung der direkten THG-Emissionen
  - außer solche die Güllelagerung im Stall betreffen (siehe Lagerung)

## NH<sub>3</sub>-Minderung:

- Reduzierung der Luftbewegung über der direkten Gülleoberfläche
- Möglichst geringe Lagertemperatur
- Geringe Gülleoberfläche im Verhältnis zum Güllevolumen
  - Rasches Überführen von Gülle aus dem Stall in ein separates, abgedecktes Lager
  - Lagerung der Gülle in Hoch- oder Tiefbehältern
  - Befüllung unterhalb der Gülleoberfläche, kein zu häufiges Aufrühren
  - Gute fachliche Praxis: Abdeckung des Güllelagers
    - Natürliche Schwimmdecke: 30-80% Minderung
    - Feste Abdeckung (Betondecke, Zelt): 85-95% Minderung

## CH<sub>4</sub>-Minderung:

- NH<sub>3</sub>-mindernde Abdeckungen in der Regel unwirksam
- Bildung durch Umsetzung von org. Substanz (anaerob)
- Freisetzung über aufsteigende Bläschen
- Temperaturabhängiger Prozess

➡ Möglichst rasche Überführung aus dem Stall in ein (kühleres) externes Lager

## ➤ Nutzung in Biogasanlage

- Schnelles Überführen in BGA ohne Zwischenlagerung
- Nutzung des entstehenden Methans
- Vermeidung von Leckagen
- Gasdichte Lagerung von Gärresten

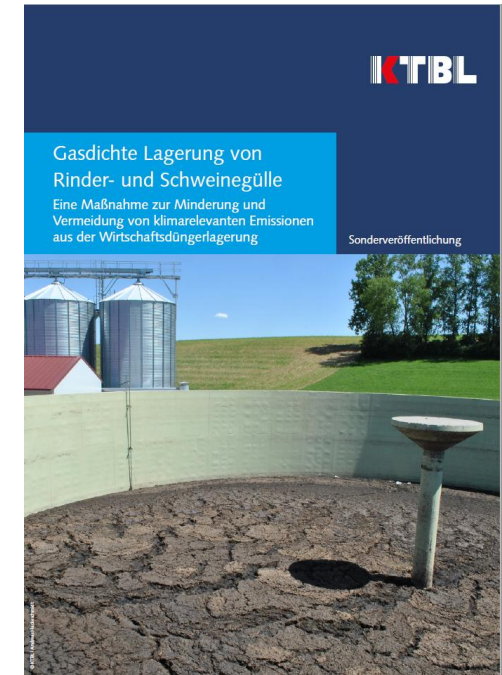


(Foto: M.Paterson, KTBL)



- **Gasdichte Abdeckungen** in Verbindung mit Nutzung/Verbrennung des entstehenden Methans
- Herausforderungen:
  - Sicherheit (Explosionsschutz bei wiederholtem Befüllen des Behälters)
  - Dynamik der Gasbildung
  - Gaserfassung und Speicherung
  - Kapazität und Anforderung der Gasbehandlung

➡ Bewertung der Agru (2021):  
Derzeit nur in Verbindung mit Biogaserzeugung technisch und ökonomisch sinnvoll



(KTBL 2021)

## ➤ Gasdichte Abdeckungen (Fortsetzung)

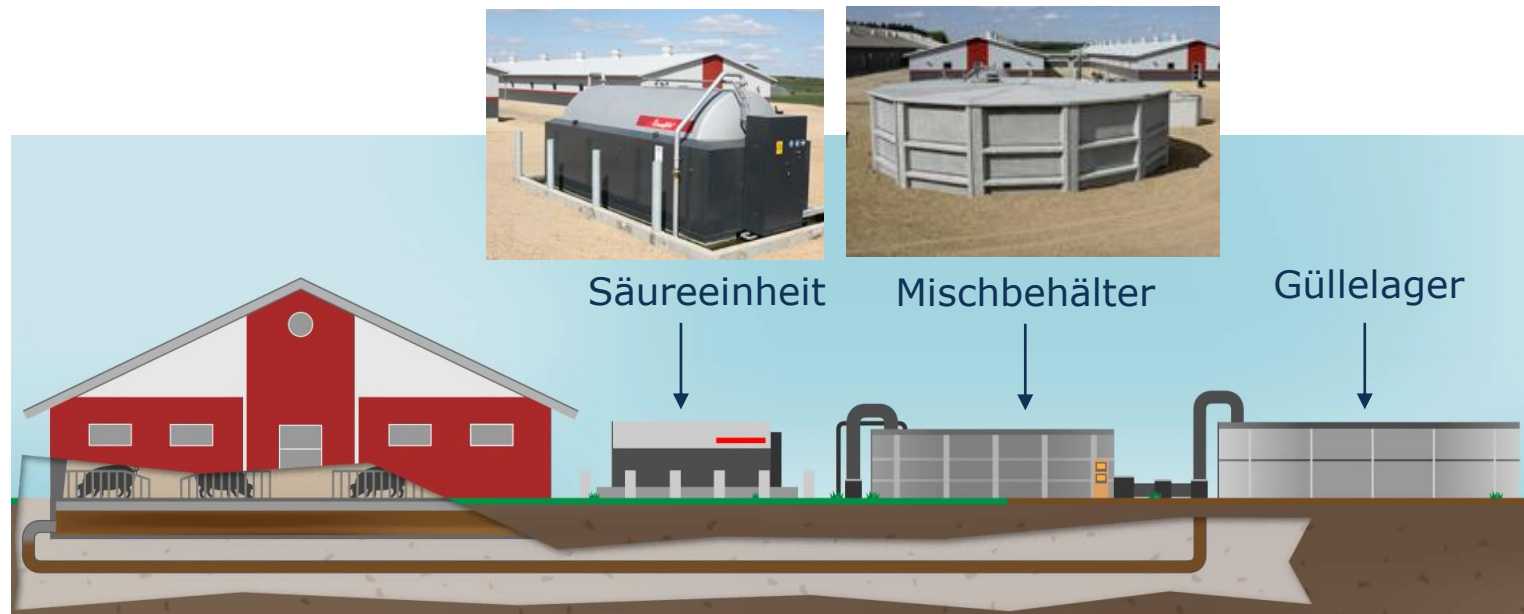
**Aktuell:** Weiterführende Untersuchungen in Dänemark

- andere rechtlich/ökonomische Rahmenbedingungen
- Entwicklung/Test auf 3 Betrieben (Schweinehaltung)
- Dänische Sicherheitsauflagen werden eingehalten
- Abgaswärmetauscher wird getestet
- wg. Kosten nur für Großbetriebe geeignet

 Kommerzieller Anbieter

## Ansäuerung (Schwefelsäure): Stall und Lager

- In Dänemark auf einigen Betrieben eingesetzt, meist durch Ansäuerung bereits im Stall -> Absenkung des pH-Wertes auf  $< \text{pH } 6$
- Anmischbehälter außerhalb des Stalls, in dem der pH-Wert der Gülle abgesenkt wird
- Rückführung und Spülen der Güllekanäle mit der angesäuerten Gülle



# Lagerung - Additive

## Ansäuerung (Schwefelsäure):

➤ Deutliche Minderung der **NH<sub>3</sub>**-Emissionen



- Im Stall: 64 % (VERA)
- Im Lager: ca. 75% (Kupper et al. 2020)
- Auch Emissionen bei der Ausbringung vermindert

➤ Minderung der **CH<sub>4</sub>**-Emissionen: 60-90%

➤ Zu beachtende Aspekte:

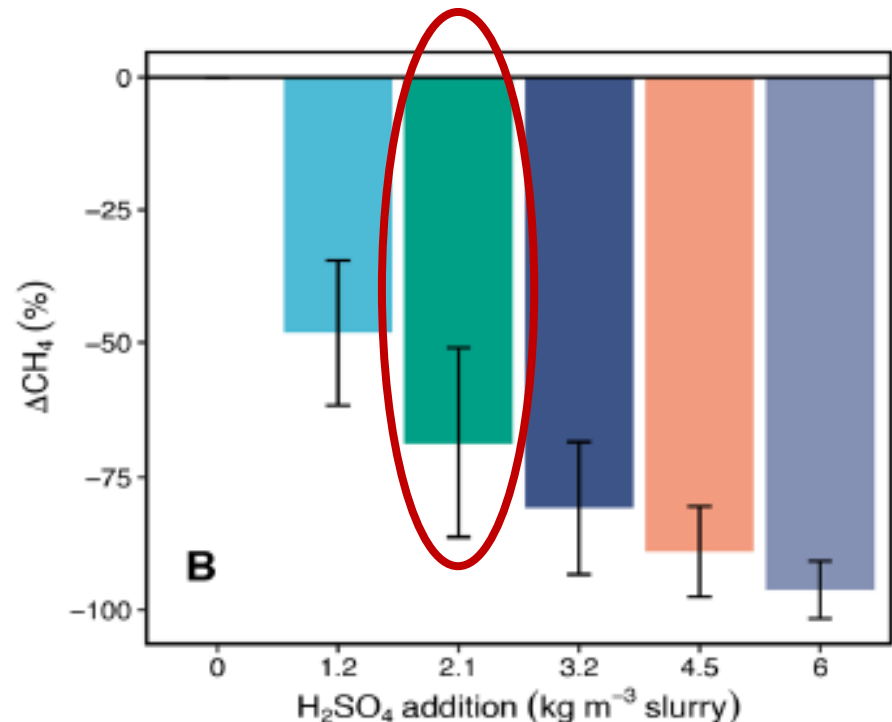
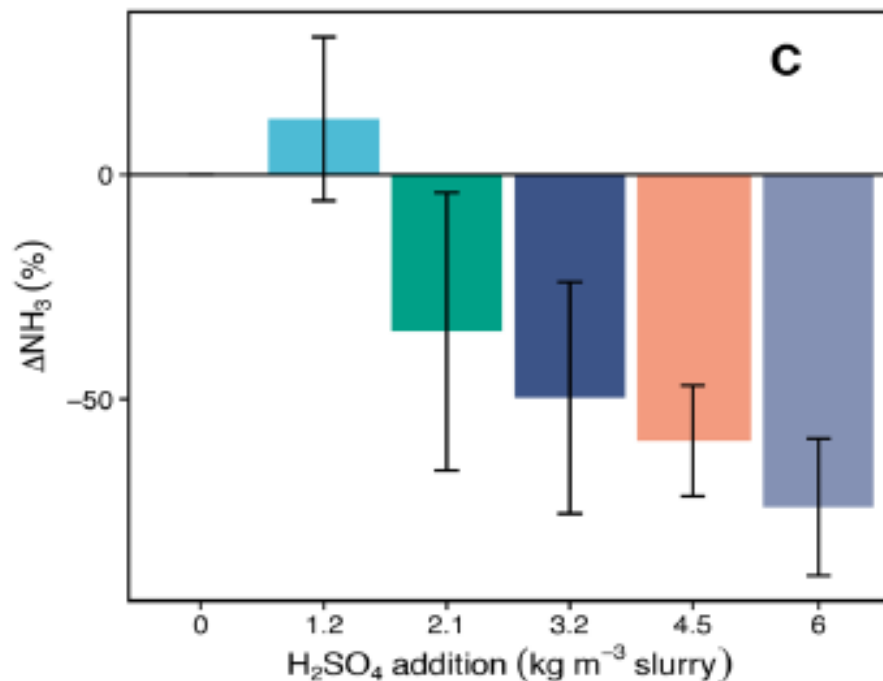
- Korrosionsschutz (Beton)
- Arbeitssicherheit
- Ausgleichskalkung
- Schwefeldüngung ➡ Düngung über Bedarf!

Konsequenzen für Qualität Grünland und Ackerfutter?

# Lagerung - Additive

## Niedrig dosierte Ansäuerung zu Methanminderung:

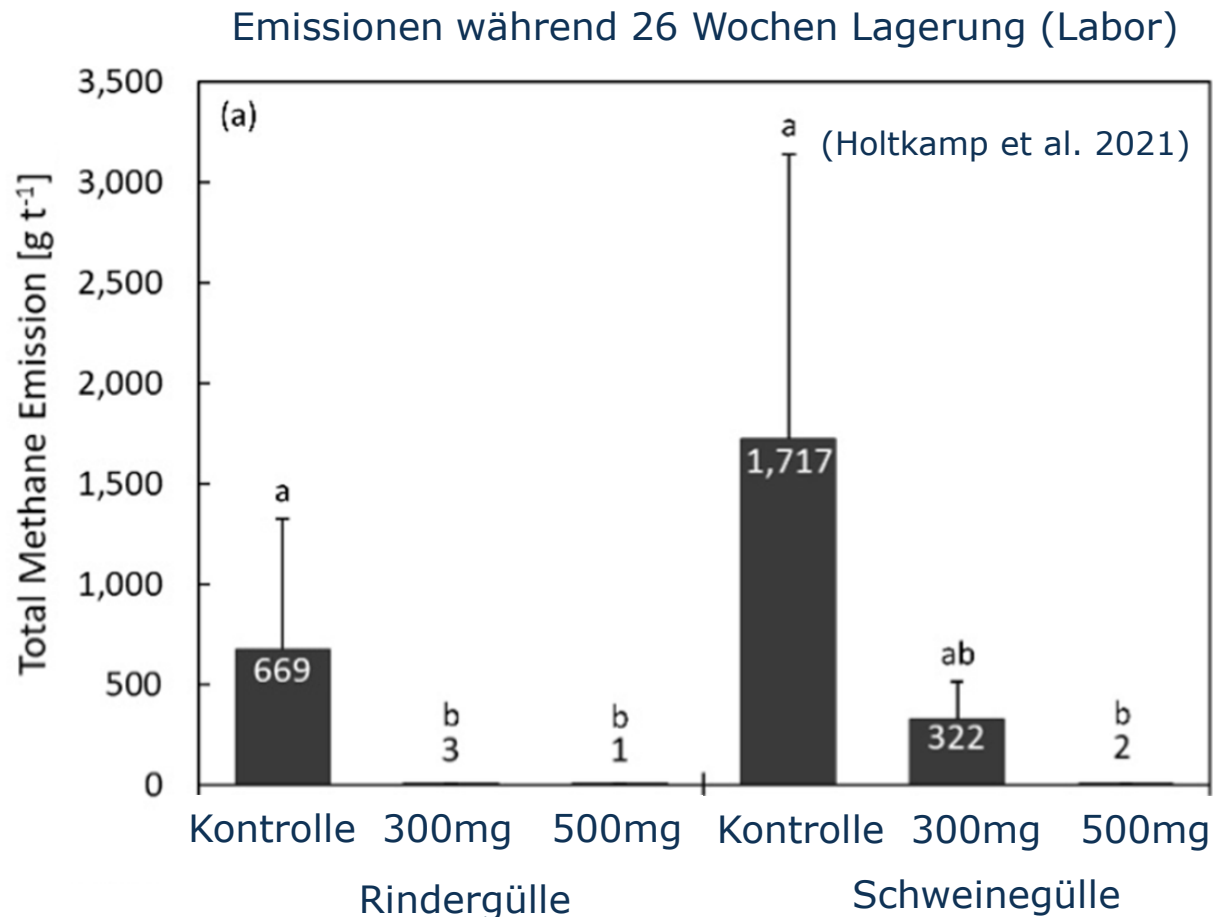
Technikumsversuch mit Schweinegülle (Ma et al. 2022)



➡ Als Minderungsmaßnahme zur Methanminderung bereits 2 kg/t ausreichend (70%) für Rind evtl. sogar weniger?

## Kalkstickstoff (Calciumcyanamid):

- Deutliche Minderung der  $\text{CH}_4$ -Bildung bei geringer Aufwandmenge
  - 80-99% (Holtkamp et al 2023)
  - 89% (HBLFA 2021)



# Lagerung - Additive

---

## Kalkstickstoff (Calciumcyanamid):

- Reduzierung der Schwimmdeckenbildung
  - Nur geringe Erhöhung des N-Gehaltes
  
  - Zu beachtende Aspekte:
    - Geringere Schwimmschichtbildung:  $\text{NH}_3$ -Emissionen?
    - Laufendes Beschränkungsverfahren bei EU-ECHA (Düngemittel)
    - Bedenken hinsichtlich der toxikologischen und endokrinen Wirkung
- ➡ Arbeitssicherheit  
Abbauverhalten in Gülle und Boden

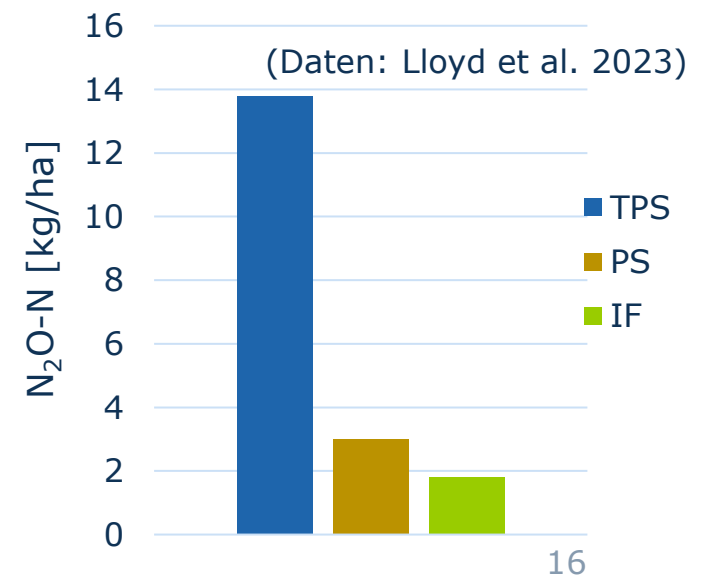
## Plasma-Behandlung von Gülle (N<sub>2</sub>applied)

- In Plasma-Reaktor (Strom):  $N_2 \rightarrow NO_x$
  - Eingeleitet in Gülle wird  $NO_2^-$  und  $NO_3^-$  gebildet
    - Anreicherung der Gülle mit Nährstoffen
    - Ansäuerung und Hygienisierung
- ➡ Minderung der  $NH_3$ -Emissionen und  $CH_4$ -Bildung
- ➡ Jeweils ca. 80-90% (Rollett et al. 2023 für Ausbringung)

### – N<sub>2</sub>O bei Lagerung und Ausbringung?

- ➡ Lagerung: keine Ergebnisse bekannt
- ➡ Ausbringung: 5-fach höhere Emissionen, als bei unbehandelter Schweinegülle

220 kg Nmin/ha; 83 Tage nach Düngung





# Gülleausbringung



**CH<sub>4</sub>:** In der Regel nur Freisetzung von gelöstem CH<sub>4</sub>  
(keine Bildung)

**N<sub>2</sub>O:** Bildung durch Nitrifikation und Dentrifikation

➡ Kein signifikanter Nachweis, dass **Nitrifikationsinhibitoren**  
(bei Betrachtung längerer Zeiträume) mindern

(Dinuccio et al. 2025, Wonneberger et al. 2025)

**NH<sub>3</sub>:** Deutliche Minderung der Emissionen durch Ausbringtechnik

➤ Acker (gegenüber Einarbeitung in 4h)

- Einarbeitung innerhalb 1h : 60%
- Güllegrubber: 80%

➤ Grünland (Prallteller)

- Schleppschlauch: 10%
- Schleppschuh: 40%
- Scheibenschlitz: 60%
- Ansäuerung: 60%

- ➡
- Minderung indirekte N<sub>2</sub>O-Bildung
  - Erhöhung der N-Effizienz

# Zusammenfassung

---

- Gülle sollte rasch in ein Außenlager überführt werden
  - Wenn möglich, Überführung und Nutzung in einer **Biogasanlage** (mit gasdichter Gärrestlagerung)
- Maßnahmen im Lager (ohne Biogasnutzung)
  - **Technische Maßnahmen** (bisher) nur für  $\text{NH}_3$  vorhanden
  - Wirksame emissionsmindernde **Additive** ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ , Calciumcyanamid) mit Wirksamkeit auf die  $\text{CH}_4$ -Bildung sind vorhanden

➡ Bisher noch Einschränkungen bzgl. Anwendung
- In der Ausbringung effektive Maßnahmen (**Ausbringtechniken**) nur für  $\text{NH}_3$  vorhanden
- Neben direkter Minderung von Treibhausgasemissionen sind:
  - die Vermeidung **indirekter  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen** durch  $\text{NH}_3$
  - die Erhöhung der **N-Effizienz**

wichtige Maßnahmen zur Verringerung der Klimawirksamkeit im Wirtschaftsdüngermanagement