

## Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen



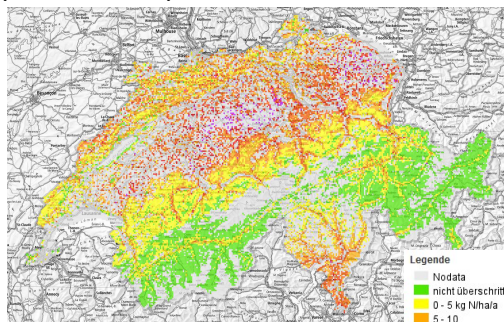
S. Schrade, K. Zeyer, J. Mohn, F. Dohme-Meier, M. Zähler

3. BFL - Beratertagung, 25. - 26. September 2023

www.agroscope.ch | gutes Essen, gesunde Umwelt

## Situation Stickstoff-Einträge Schweiz

Überschreitung der kritischen Eintragungsgrenzen  
(Critical Loads) für Stickstoff 2015



[Quelle: BAFU 2020]

→ Überschreitungen der Critical Loads für Stickstoff 2010 (CLN = kritische Belastungsgrenzen für naturnahe Ökosysteme gemäss UNECE) bei

95 % der Waldflächen

100 % der Hochmoorflächen

84 % der Flachmoorflächen

42 % der Trockenwiesen/-weiden

[BAFU 2013, BAFU 2015, EKL 2014]

Weitere Infos zu stickstoffhaltigen Luftschadstoffen:

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/fachinformationen/luftqualitaet-in-der-schweiz/stickstoffhaltige-luftschadstoffe-beeintraechtigen-auch-die-biod.html>

Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen

Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung

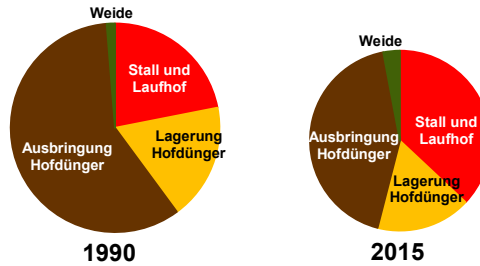
© Agroscope



## Situation Ammoniak(NH<sub>3</sub>)-Emissionen CH

~43'000 t Stickstoff pro Jahr

~93 % der NH<sub>3</sub>-Emissionen aus der Landwirtschaft, v. a. Tierhaltung



[BAFU 2007, Kupper et al. 2018]

**Umweltziele Landwirtschaft** [BLW u. BAFU 2008]

→ Zur Einhaltung der Critical Loads für NH<sub>3</sub>-N  
Reduktion auf ~25'000 t Stickstoff pro Jahr

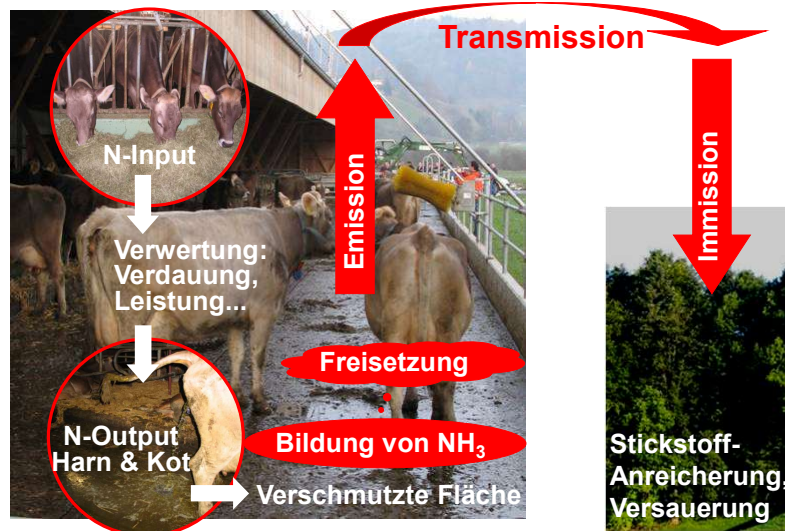
Emissionsdaten  
Einflussgrößen  
Minderung  
Massnahmen  
Umsetzung  
Umweltziele

Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
Schrade et al. 2023 BFL – Berateratung © Agroscope

3



## Entstehung und Freisetzung von NH<sub>3</sub>



[Bilder: Agroscope, 2007]

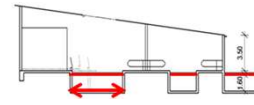
Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
Schrade et al. 2023 BFL – Berateratung © Agroscope

4



## Emissionsversuchsstall

- Liegeboxenlaufstall mit zwei Versuchsbereichen für je 20 laktierende Kühe und getrennten Güllesystemen
  - Variable Anordnung und Abmessungen
  - Modulartige Bauweise
  - Weitere spezielle Versuchseinrichtungen
- Versuchsvarianten effizient variieren
  - Entwicklung und Optimierung schrittweise
  - Praxismassstab
  - Tieraktivität unbeeinflusst
  - Eingriff in betriebliche Abläufe gezielt



Messungen zur Minderung von Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen

Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung © Agroscope

5



## Messkonzept

- Referenz ↔ bauliche Variante + organisatorische Varianten
- Vergleichende Messung, zeitgleich
- Jeweils 3 Jahreszeiten
- 24-h-Messungen online
- Tracer-Ratio-Methode mit  $SF_6$  und  $SF_5CF_3$
- Analytik:  $SF_6$ ,  $SF_5CF_3$  mit Gaschromatographie  
 $NH_3$ ,  $CH_4+CO_2$  mit Laserspektrometer
- Begleitparameter: Klima, Fütterung, Tierparameter, Verschmutzung...



[Bild: Agroscope, 2016]



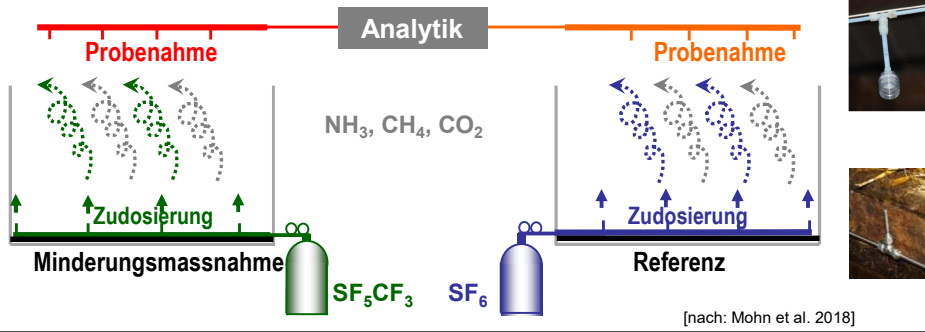
Messungen zur Minderung von Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen

Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung © Agroscope

6



## Emissionsversuchsstall mit zwei Stallabteilen für vergleichende Messungen



[nach: Mohn et al. 2018]

Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen

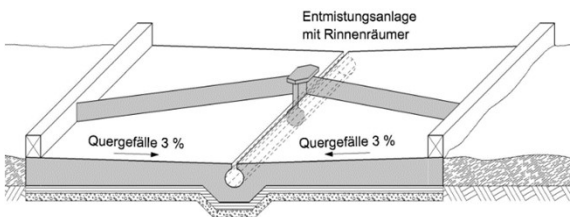
Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung

© Agroscope

7



## Laufflächen mit Quergefälle u. Harnsammelrinne → rascher Harnabfluss



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

## Ammoniak-Minderung unter CH-Haltungsbedingungen?



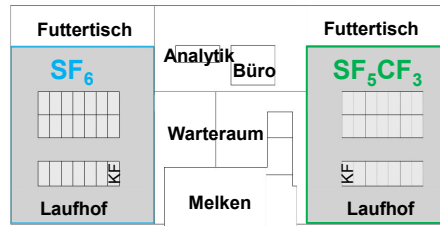
Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen

Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung

© Agroscope

8

## Varianten



Baulich	Laufflächen mit Gefälle (3 %)	Laufflächen ohne Gefälle
Organisatorisch	12 x entmisten, mit Laufhof 12 x entmisten, ohne Laufhof 3 x entmisten, ohne Laufhof	
	Je 4 Messtage: Sommer, Übergangszeit, Winter	



[Bilder: Agroscope, 2016]

Messungen zur Minderung von Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen

Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung

© Agroscope

9

## Beispiel Wintermessung

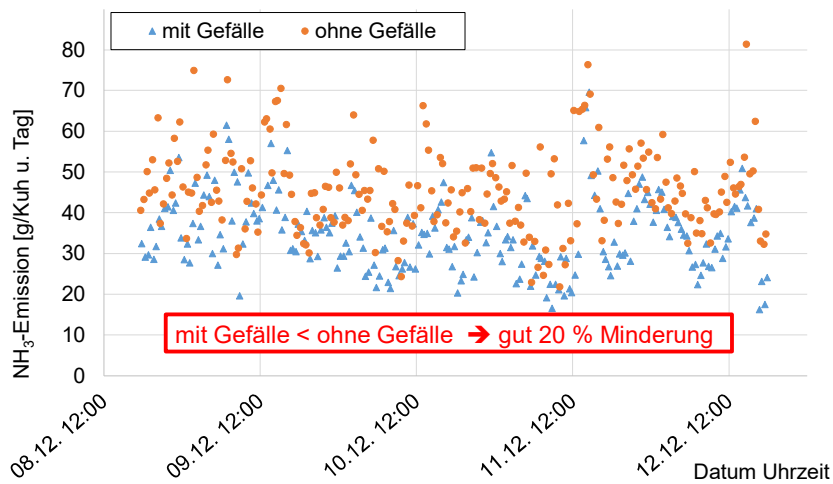
ohne Laufhof, 12 x entmisten  
8.-12.12.2015

	Laufflächen mit Gefälle (3 %)	Laufflächen ohne Gefälle
Curtains	Beide Längsseiten geschlossen	
Ration	TMR: Gras-, Maissilage, Heu, ZR-Schnitzel Krafftutter ab KF-Station	
Grundfutter-Aufnahme	38-43 kg FM/Kuh u. d	40-45 kg FM/Kuh u. d
Lebendmasse	Ø 694 kg	Ø 690 kg
Milchleistung	Ø 29.6 kg	Ø 27.2 kg
Harnstoffgehalt Milch (Poolproben Herde)	Ø 24.3/24.2 mg/dl	Ø 23.1/23.9 mg/dl
Temperatur (Tagesmittel)	Ø 3-7 °C	Ø 3-7 °C





## NH<sub>3</sub>-Emissionen: Wintermessung ohne Laufhof, 12 x entmisten 8.-12.12.2015

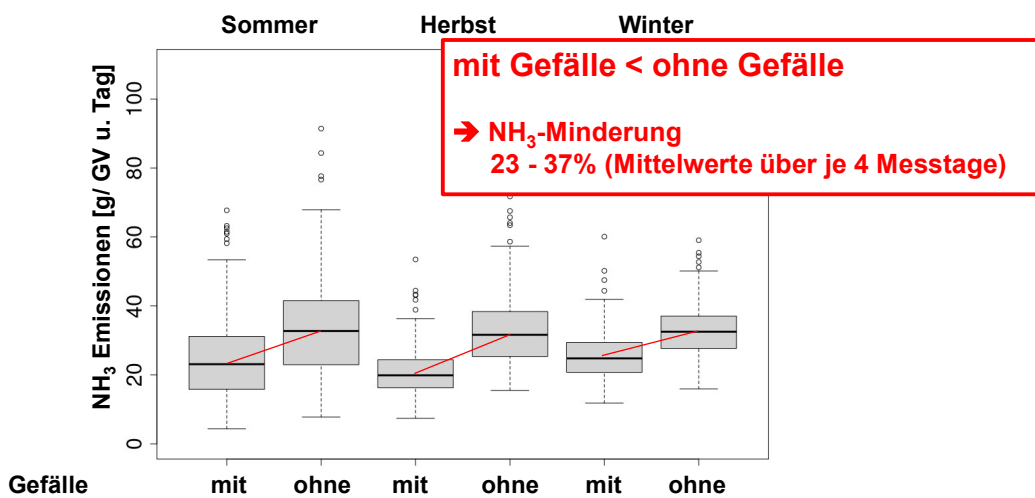


Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
Schrade et al. 2023 BFL – Berateratung © Agroscope

11



## NH<sub>3</sub>-Emissionen: Übersicht über 3 Jahreszeiten ohne Laufhof, 12 x entmisten



Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
Schrade et al. 2023 BFL – Berateratung © Agroscope

12





## Laufflächenverschmutzung



mit Quergefälle (3 %)



ohne Quergefälle

[Bilder: Agroscope, 2015]

Messungen zur Minderung von Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung © Agroscope

13



## Hintergrund Untersuchung Rutschfestigkeit

### Erfahrungen Milchviehstall Tünikon und Praxisbetriebe

⇒ Vermehrtes Ausrutschen bei Laufflächen mit Gefälle

### Möglicher Grund

⇒ Vermehrte Schmierschichten, vor allem im Sommer, durch das schnelle Abfließen von Harn

[Bild: Agroscope, 2015]

14



## Ausrutschen: Material und Methoden

Lauffläche: Gummimatten (KuraP)

Varianten:

- ⇒ mit und ohne Gefälle
- ⇒ 3 und 12 Entmistungsvorgänge pro Tag

Methode Direktbeobachtungen (kontinuierliche Aufnahme):

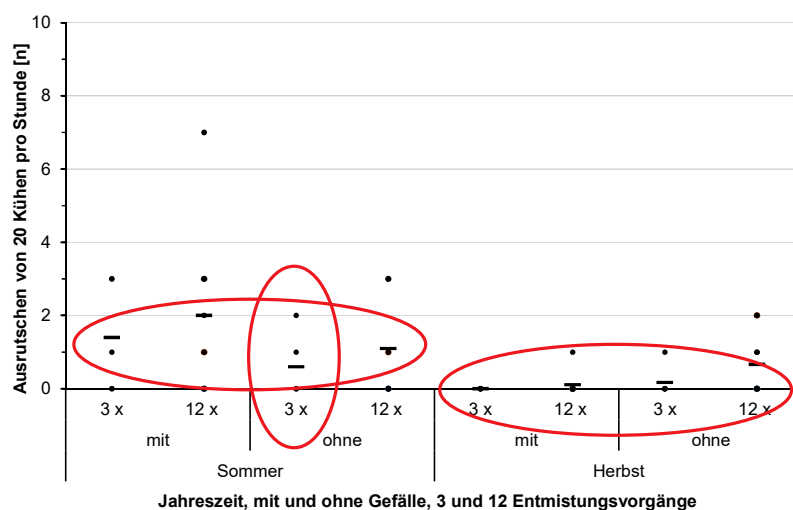
- ⇒ Ausrutschen im Zusammenhang mit bestimmten Verhaltensweisen und Stürze
- ⇒ Häufigkeit bzw. Vorkommen bestimmter Verhaltensweisen

Zeitraum:

- ⇒ Sommer und Herbst
- ⇒ Total 30 Tage à 60 Minuten pro Gruppe



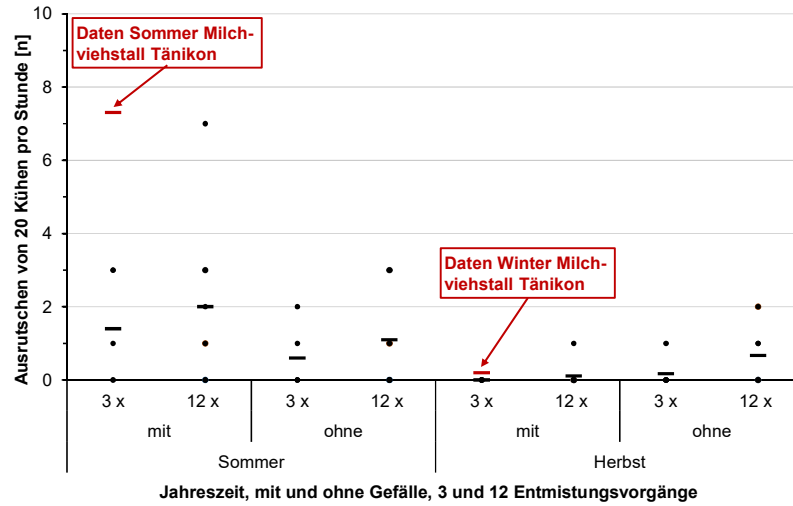
## Ausrutschen beim Gehen: Emissionsversuchsstall







## Ausrutschen beim Gehen: Emissionsversuchsstall



Messungen zur Minderung von Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
Schrade et al. 2023 BFL – Berateratung © Agroscope

17



**Schmierschicht kann sich auch bei einer Lauffläche ohne Gefälle aufbauen  
→ gezieltes Befeuchten**

[Bild: Agroscope, 2016]

18



## Gezieltes Befeuchten: Material und Methoden

Stall und Tiere: Milchviehstall Tänikon, 1 Gruppe à 17 Kühe

Lauffläche: Gefälle mit Harnsammelrinne, Gummimatten (KuraP)

Varianten:

- ⇒ ohne und mit Befeuchtung
- Befeuchtung mit einer Niederdruckvernebelung von oben

Zeitraum:

- ⇒ Sommer
- ⇒ 10 Tage à 60 Minuten

Methode Direktbeobachtungen (kontinuierliche Aufnahme):

- ⇒ Ausrutschen im Zusammenhang mit bestimmten Verhaltensweisen und Stürze
- ⇒ Häufigkeit bzw. Vorkommen bestimmter Verhaltensweisen

Messungen zur Minderung von Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen

Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung © Agroscope

19



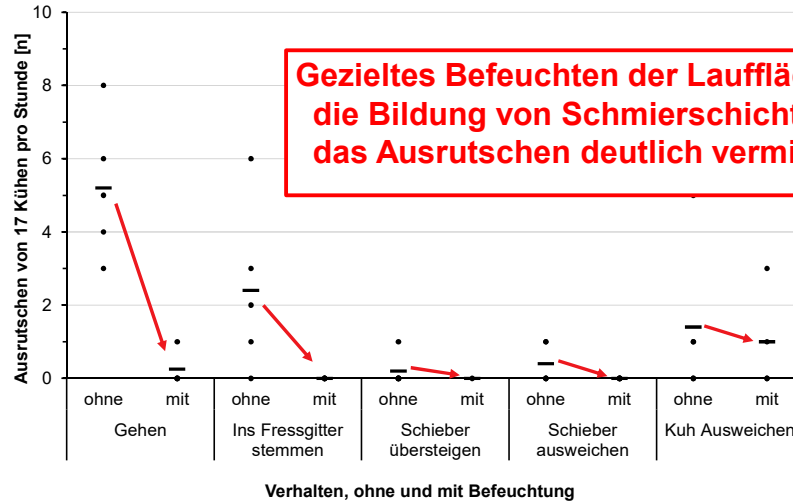
Einrichtung zur Befeuchtung der Laufflächen

[Bilder: Agroscope, 2016/2019]

20



# Ausrutschen bei diversem Verhalten



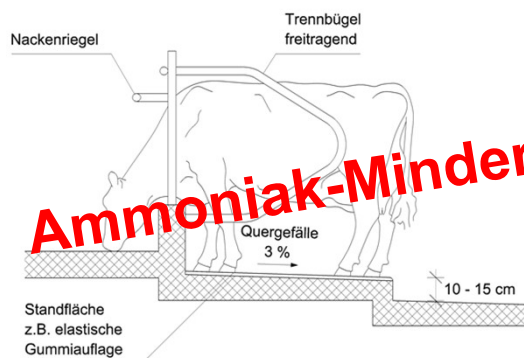
**Gezieltes Befeuchten der Laufflächen kann die Bildung von Schmierschichten und das Ausrutschen deutlich vermindern**

Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung © Agroscope



# Fressstände: Erhöhter Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen

➔ Reduktion der stark verschmutzten Fläche



**Ammoniak-Minderung?**

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



Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung © Agroscope



## Vergleichende Emissionsmessungen

### mit Fressständen

→ Reduktion der stark verschmutzten Fläche hier um ca. 9 %

### ohne Fressstände

→ Referenz



Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen

Schrade et al. 2023

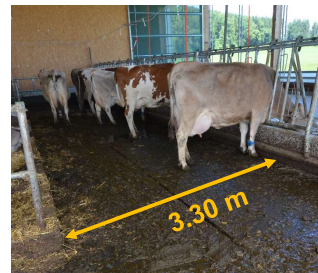
BFL – Beratertagung

© Agroscope

23



## Varianten



Baulich	mit Fressständen	ohne Fressstände
Organisatorisch	12 x entmisten, mit Laufhof	12 x entmisten, ohne Laufhof
	12 x entmisten, ohne Laufhof	3 x entmisten, ohne Laufhof
	18 x entmisten, ohne Laufhof	3 x entmisten, ohne Laufhof
	→ Je 4 Messtage <b>Sommer, Übergangszeit, Winter</b>	

[Bilder: Agroscope, 2016]

Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen

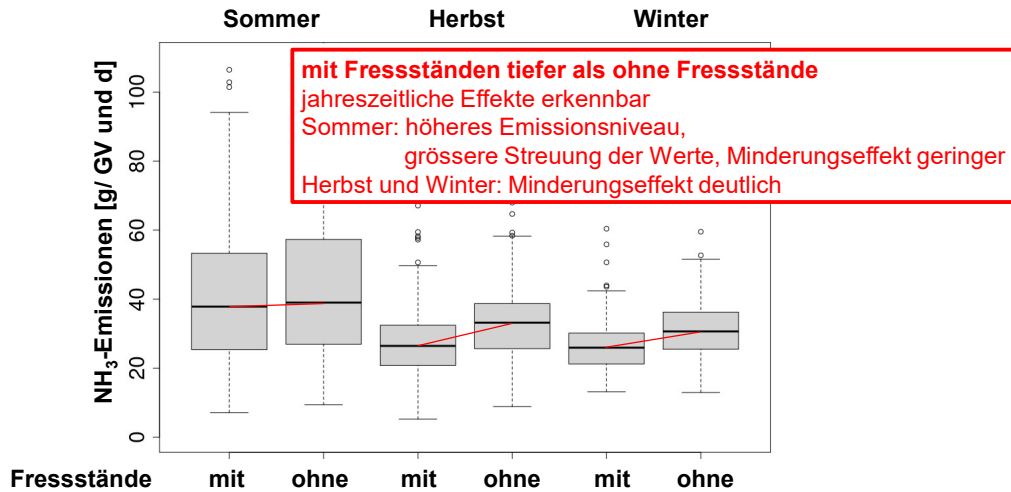
Schrade et al. 2023

BFL – Beratertagung

© Agroscope

24

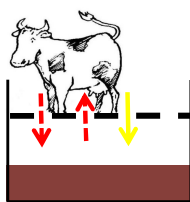
## NH<sub>3</sub>-Emissionen: Übersicht über 3 Jahreszeiten mit Laufhof, 12 x entmisten



Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
 Schrade et al. 2023    BFL – Beratertagung    © Agroscope

25

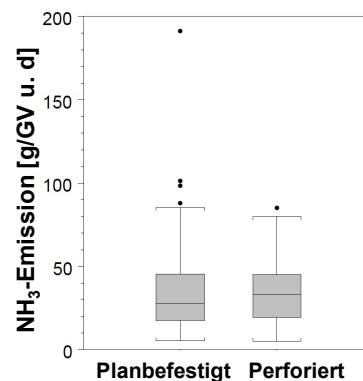
## Perforiert = NH<sub>3</sub>-Minderung?



Harnabfluss ins Lager  
 Luftaustausch durch Spalten

↑ NH<sub>3</sub>-Freisetzung Lager

Literaturdaten Messungen  
 Liegeboxenlaufstall Milchvieh  
 (planbefestigt: 19 Studien,  
 perforiert: 15 Studien)



[Poteko et al. 2019]

Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
 Schrade et al. 2023    BFL – Beratertagung    © Agroscope

26



## Vergleichende Emissionsmessungen

### Perforierte Lauffläche



### Planbefestigte Lauffläche



Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
 Schrade et al. 2023 BFL – Berateratung © Agroscope

27

## Varianten



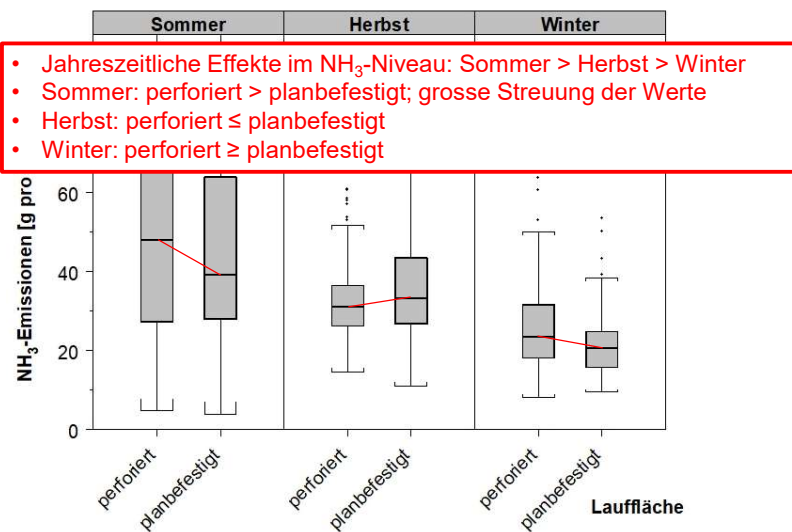
[Bilder: Agroscope, 2017]

Baulich	perforiert	planbefestigt (Referenz)
Organisatorisch	Roboter ohne Wasser, mit Laufhof	12 x entmisten, mit Laufhof
	Roboter ohne Wasser, ohne Laufhof	12 x entmisten, ohne Laufhof
	<b>Roboter mit Wasser, ohne Laufhof</b>	<b>12 x entmisten, ohne Laufhof</b>
	ohne Roboter, ohne Laufhof	3 x entmisten, ohne Laufhof
	<b>→ Je 3-4 Messtage: Sommer, Übergangszeit, Winter</b>	

Messungen zur Minderung vom Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
 Schrade et al. 2023 BFL – Berateratung © Agroscope

28

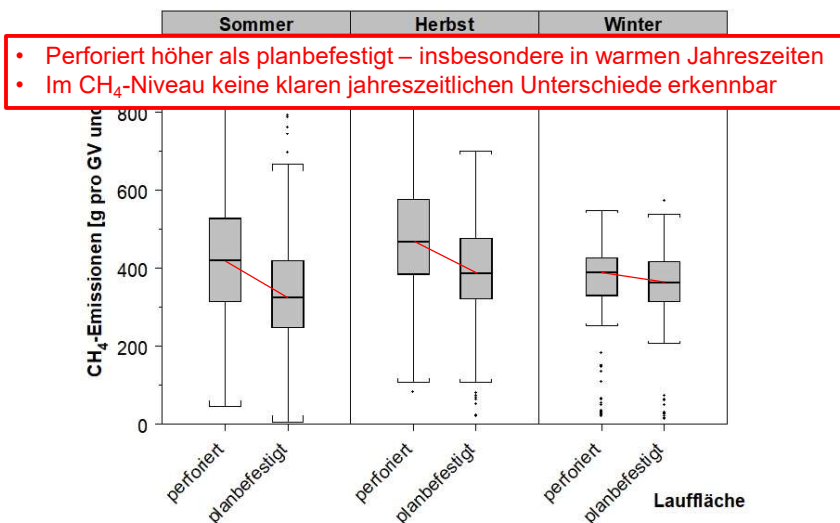
## 🇨🇭 NH<sub>3</sub>-Emissionen: Übersicht über 3 Jahreszeiten



Messungen zur Minderung von Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung © Agroscope

29

## 🇨🇭 CH<sub>4</sub>-Emissionen: Übersicht über 3 Jahreszeiten



Messungen zur Minderung von Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung © Agroscope

30



## Folgerungen: Emissionen

- ✓ Herdendaten: nur geringe Unterschiede zwischen Gruppen  
Temperatur: keine Unterschiede zwischen Versuchsbereichen
- ✓ **Laufflächen mit 3 % Gefälle und Harnsammelrinne**
  - klare NH<sub>3</sub>-Minderung im Vergleich zu Laufflächen ohne Gefälle
  - gezieltes Befeuchten der Laufflächen empfehlenswert
- ✓ **Fressstände**
  - mit Fressständen tiefere NH<sub>3</sub>-Emissionen im Vergleich zur Variante ohne Fressstände
- ✓ **Vergleich perforierte ↔ planbefestigte Laufflächen**
  - NH<sub>3</sub>-Emissionen bei perforiert z.T. deutlich höhere, z.T. gleiche oder etwas tiefere Emissionen als planbefestigt
  - CH<sub>4</sub>-Emissionen perforiert insbesondere in den warmen Jahreszeiten deutlich höher (als planbefestigt)
  - Perforierte Laufflächen können nicht als NH<sub>3</sub>-Minderung betrachtet werden, mit Blick auf erhöhte CH<sub>4</sub>-Emissionen nicht empfehlenswert



[Bilder: Agroscope, 2016-2018]

Messungen zur Minderung von Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung © Agroscope



## Bewertung der Minderungsmaßnahmen

Die beiden Massnahmen **Laufflächen mit 3 % Quergefälle und Harnsammelrinne** sowie erhöhter **Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen** («Fressstände»)

- ⇒ sind praxistauglich
- ⇒ eignen sich vor allem für Neubauten
- ⇒ lassen sich mit technischen Lösungen verbessern
- ⇒ sind für eine gute Funktion richtig zu planen (Anordnung und Grösse der Funktionsbereiche, Lüftung)

⇒ können die **Haltungsbedingungen für Milchkühe im Laufstall aus Sicht des Umweltschutzes und des Tierwohls optimieren**

Messungen zur Minderung von Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung: Übersicht über bauliche Varianten im Bereich Laufflächen  
Schrade et al. 2023 BFL – Beratertagung © Agroscope



## Danke für Ihre Aufmerksamkeit

**Sabine Schrade**  
 sabine.schrade@agroscope.admin.ch

**Agroscope** gutes Essen, gesunde Umwelt  
 www.agroscope.admin.ch



## Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



[Bild: Agroscope, 2015]

### Herzlicher Dank an

M. Keller, J. Poteko, F. Hildebrandt, T. Leinweber, S. Sauter, T. Kupferschmied,  
 M. Hatt, M. Giger, M. Schlatter, B. Steiner, M. Keck...  
 Mitarbeitende des Versuchsbetriebs Tänikon,  
 Technische Dienste sowie Messtechnik und Informatik-Support Tänikon,  
 Labore Agroscope Liebefeld, Posieux und Reckenholz,  
 Bewirtschafter der umliegenden Flächen



sabine.schrade@agroscope.admin.ch • Tel. +41 58 480 33 33