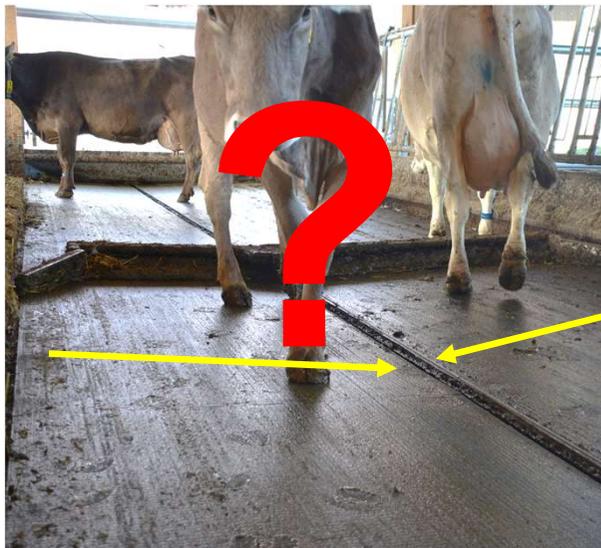




Emissionen aus der Milchviehhaltung: Messung und Bewertung von Minderungsmaßnahmen



Sabine Schrade, Kerstin Zeyer, Joachim Mohn, Michael Zähler
Fachtagung, ALB Baden-Württemberg, Hohenheim, 5. März 2020



Inhalte

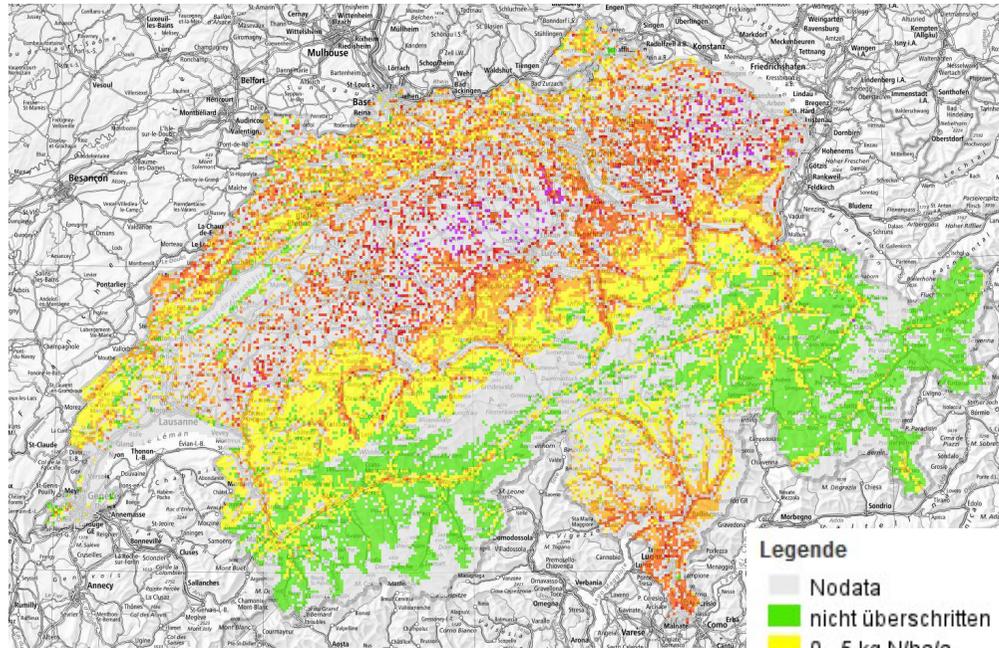
- **Situation NH₃-Emissionen Schweiz**
- **NH₃-Minderungsansätze**
- **Emissionsversuchsstall und Messkonzept**
- **Erste Ergebnisse von Untersuchungen**
 - Laufflächen mit Quergefälle und Harnsammelrinne
 - Fressstände
 - Vergleich Laufflächen perforiert ↔ planbefestigt
- **Folgerungen und Ausblick**





Situation Stickstoff-Eintrag 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>



Situation Ammoniak(NH₃)-Emissionen CH

~43'000 t Stickstoff pro Jahr

~93 % der NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft, v. a. Tierhaltung



[BAFU 2007, Kupper et al. 2018]

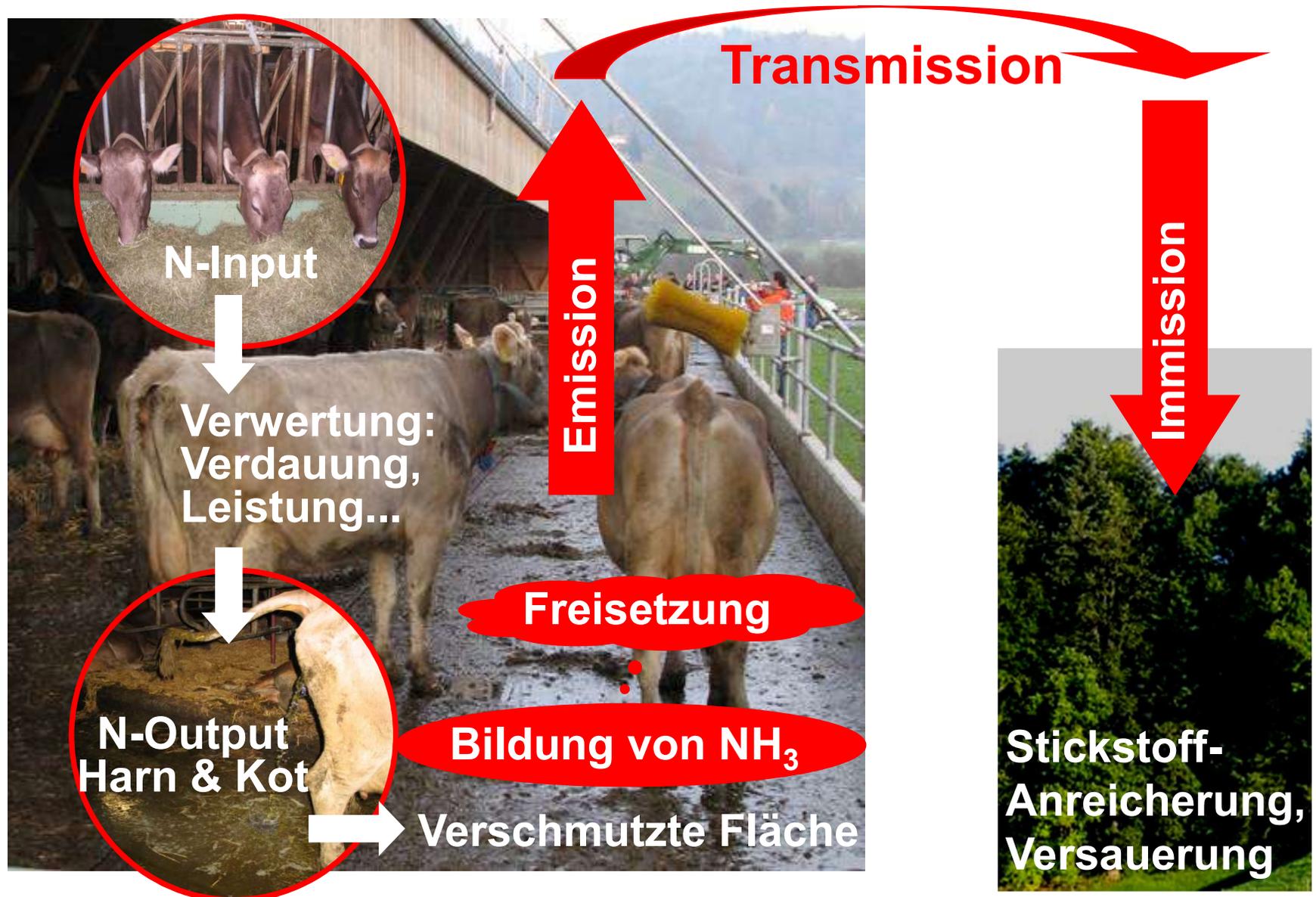
Umweltziele Landwirtschaft [BLW u. BAFU 2008]

→ Zur Einhaltung der Critical Loads für NH₃-N
Reduktion auf ~25'000 t Stickstoff pro Jahr

Emissionsdaten
Einflussgrößen
Minderung
Massnahmen
Umsetzung
Umweltziele



Entstehung und Freisetzung von NH_3





Minderungsprinzipien NH₃-Emissionen

- Minimierung der N-Ausscheidung
- Minimierung verschmutzte Fläche
- Rasches Abführen des Harns
- Saubere, trockene Aktivitäts- und Liegefläche
- Möglichst tiefe Temperatur und Luftgeschwindigkeit
- Abluftreinigung

Meist Kombination von Aspekten

baulich **technisch**
organi-
satorisch



Deutliches Minderungspotential

Massnahmen-
kombinationen

Hindernisse ausgeräumt
Akzeptanz in der Praxis

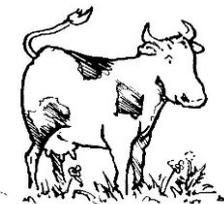
Kontrolle

Aspekte für erfolgreiche Minderungsansätze

Unerwünschte
Effekte gering
(z.B. Energie)

Neubau
Umbau

CO₂



Synergien zum
Tierschutz

Keine Verlagerung auf
andere Verlustpfade

N₂O

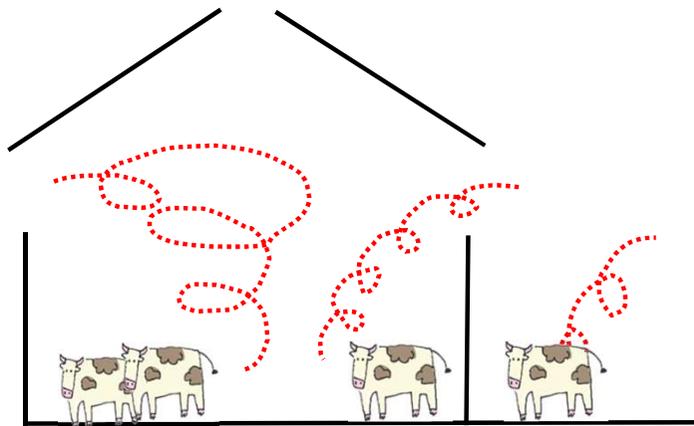
Ohne ständige Abhängigkeit
bei Betriebskosten



Maßnahmen zur NH_3 -Minderung

Primär

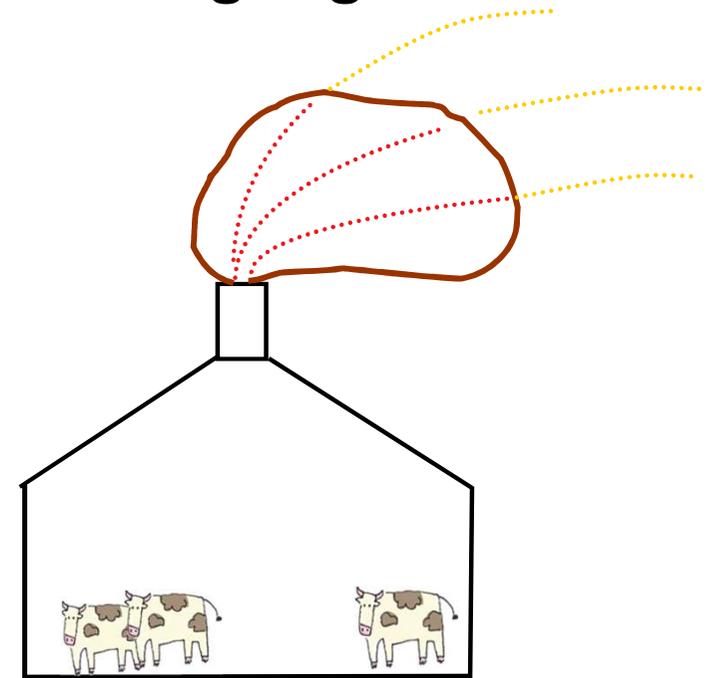
Reduktion d. NH_3 -Bildung
u. -Freisetzung



→ bei Zwangslüftung
u. freier Lüftung

Sekundär

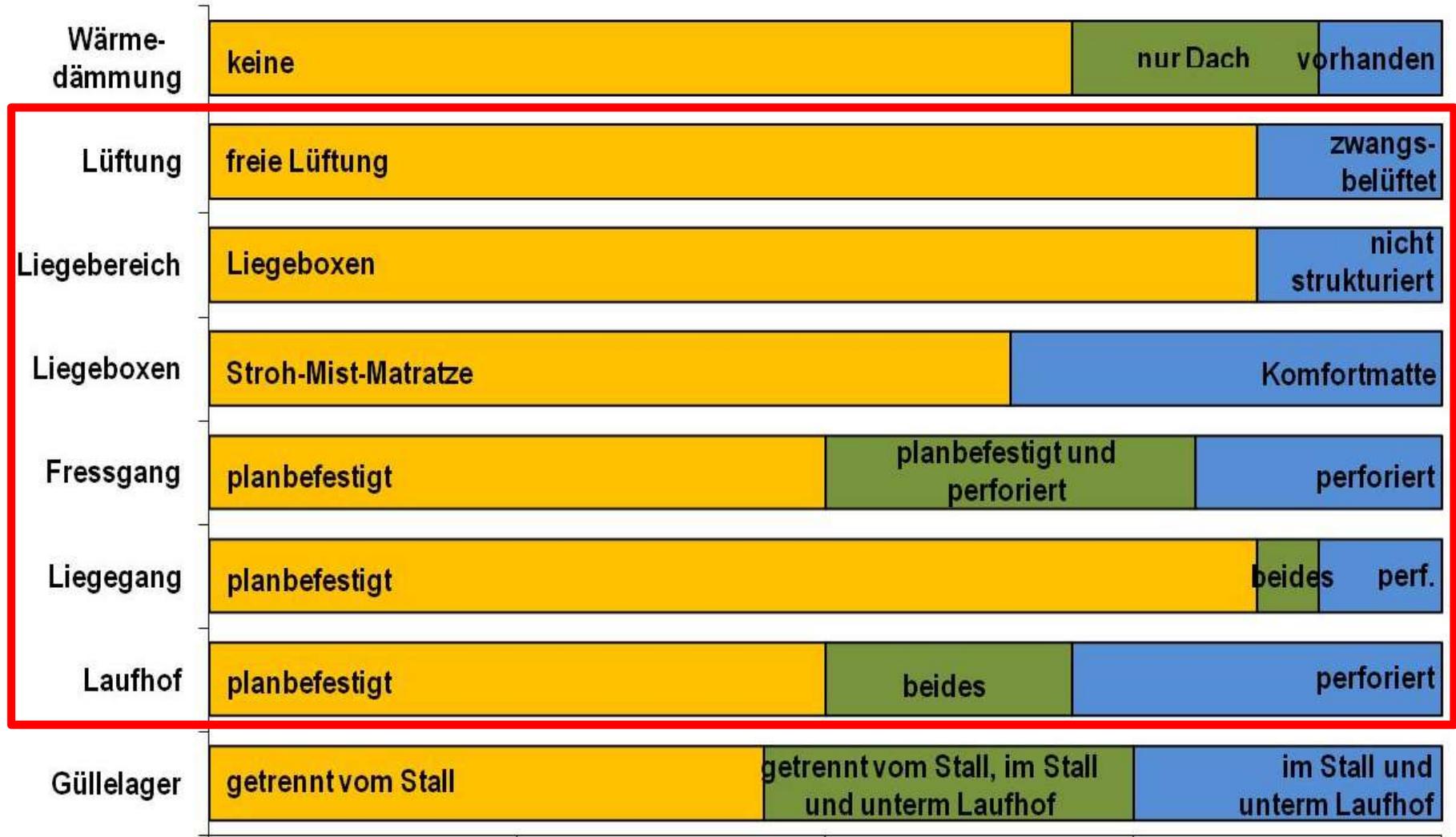
Abluftreinigung



→ Nur bei Zwangslüftung



Verbreitung wichtiger Elemente im Laufstall für Milchvieh in der Schweiz

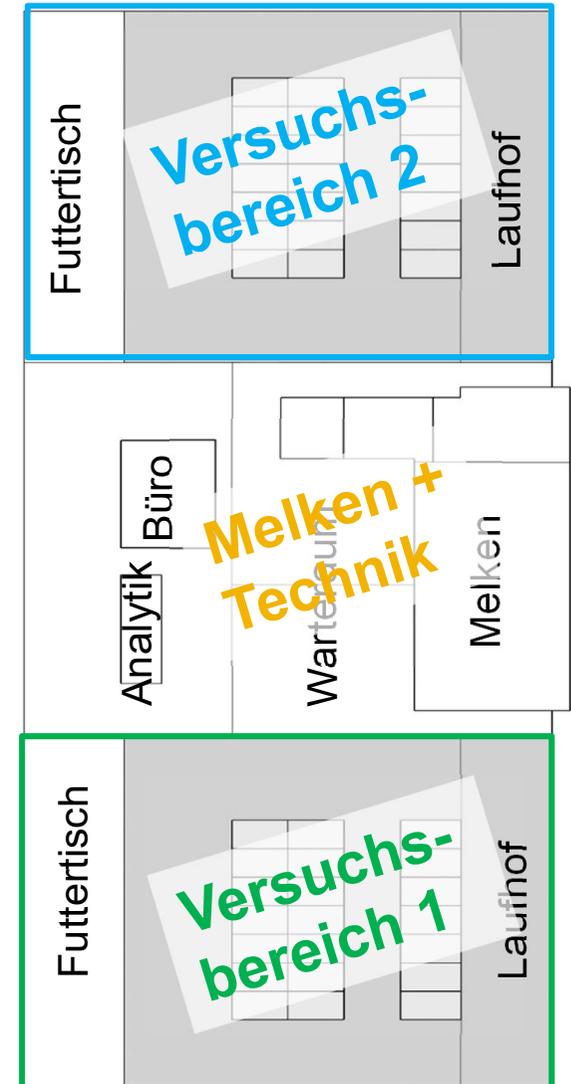
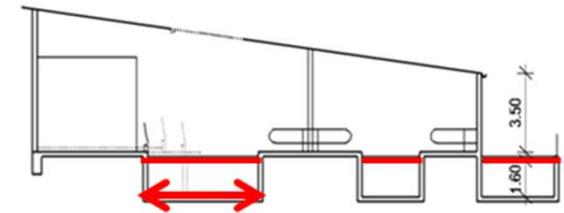


Lösungen für CH-Situation mit freier Lüftung, Stroheinstreu, v.a. planbefestigten Laufflächen, Laufhof



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





Messkonzept



[Bild: Agroscope, 2016]

- **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...**





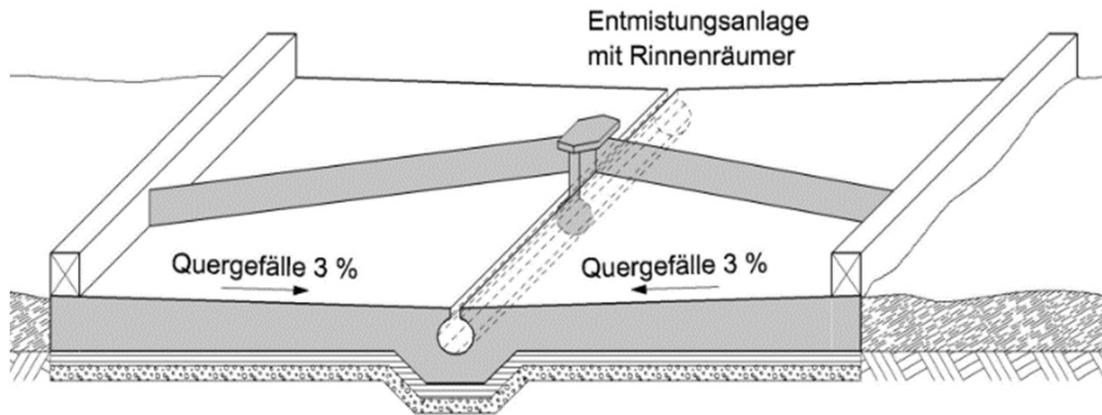
Übersicht Emissionsmessungen

2015	Aug	Sommer	Laufflächen mit Gefälle	
	Okt/Nov	Übergangszeit		
	Dez	Winter		
2016	Jan/Feb	Leinsamenration	Fressstände	
	Apr	Method. Versuche		
	Jun/Jul	Sommer		
	Sept/Okt	Übergangszeit		
	Nov/Dez	Winter		
2017	Feb/Mrz	N-Niveau Fütterung	Lauffläche perforiert	
	Jun/Jul	Sommer		
	Sept/Okt	Übergangszeit		
	Nov/Dez	Winter		
2018	Jul	Sommer	Silage vs. silofrei	
	Sept/Okt	Herbst		
	Nov/Dez	Winter		



Laufflächen mit Quergefälle u. Harnsammelrinne

→ rascher Harnabfluss



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

Ammoniak-Minderung unter CH-Haltungsbedingungen?

2011 | Umwelt-Vollzug | Landwirtschaft

Nutztiere | Vergleich des Abflussverhaltens auf planbefestigten Laufflächenbelägen in Rinderställen

FLIR 25.3°C 13.1°C 11.24 D°C 18.6°C

Profi Lait **Rascher Harnabfluss reduziert Ammoniak**

www.profi-lait.ch

KOLAS | COSAC
Konferenz der Landwirtschaftler der Schweiz
Conférence suisse des services de l'agriculture romande
Conférence svizzera dei servizi dell'agricoltura comasca

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Bundesamt für Landwirtschaft BLW

Baumerkblatt
Rindvieh – Dimensionierung Harnsammelrinne

ART-Baumerkblatt Nr. 01.09
Autor: S. Schrade, B. Steiner, M. Sax, M. Zähler

Hintergrund

Auf planbefestigten Laufflächen ohne Gefälle verbleibt bis zum nächsten Entmistungszeitpunkt stehende Nässe. Stehende Nässe (Harnplätzen) in Senken und Mulden stellt ein grosses Blaugas- und Freisetzungspotenzial für Ammoniak dar, beeinträchtigt die Klauengesundheit und die Tiersauereit. Ham soll auf dem kürzesten Weg mit einem Quergefälle von rund 3 % zu einer Harnsammelrinne geführt werden. Er kann nur bei einer sauberen Lauffläche ungehindert abfließen. Während der Aktivitätszeit der Tiere ist deshalb eine Entmistung im 2-Stunden-Intervall empfehlenswert.

Das Volumen der derzeit verbreiteten Führungsrinnen von Scheibentrostungsanlagen ist begrenzt. Insbesondere bei Verschmutzungen durch Kot und Einstreu kann es zum Aufstauen und Überlaufen und somit zu stehendem Ham auf der Lauffläche kommen. Daher sind ausreichend gross konzipierte Harnsammelrinnen erforderlich.

Skizze:

Planbefestigte Lauffläche mit Quergefälle (ca. 3 %).
Harnsammelrinne sowie Schieberentmistung mit Rinneentrüster (Vollzugshilfe Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft, BAFU & BLW 2011)

Herleitung

Die Dimensionierung der Harnsammelrinne lässt sich ausgehend vom Harnanfall in den jeweiligen Stallbereichen und der Länge der Laufflächen sowie der Entleerungsfähigkeit herleiten. Dabei ist ein passender Zuschlag als „Pufferkapazität“ für unregelmässigen Harnanfall und für Kot in der Rinne einzukalkulieren:

$$\text{Querschnittsfläche der Harnsammelrinne [cm}^2\text{]} =$$

$$(\text{Harnanfall pro Kuh und Tag [l]} \cdot \text{Anzahl Ham auf der Fläche verbleibend [h]}^2 \cdot \text{Zuschlag passch [g]}^2 \cdot \text{Anzahl Tiere/unterteil im Laufbereich [Stk]} / 100^2$$

$$+ (\text{Anfall Regenwasser im Laufhof pro Tag [dm}^3\text{]} \cdot \text{Lauffläche pro Kuh [m}^2\text{)})^2$$

$$\cdot (\text{Anzahl Kühe [Stk]} / \text{Länge Laufgang [m]} / \text{Anzahl Entmistungsgeränge [Stk]} / 10^3$$

Anmerkungen:

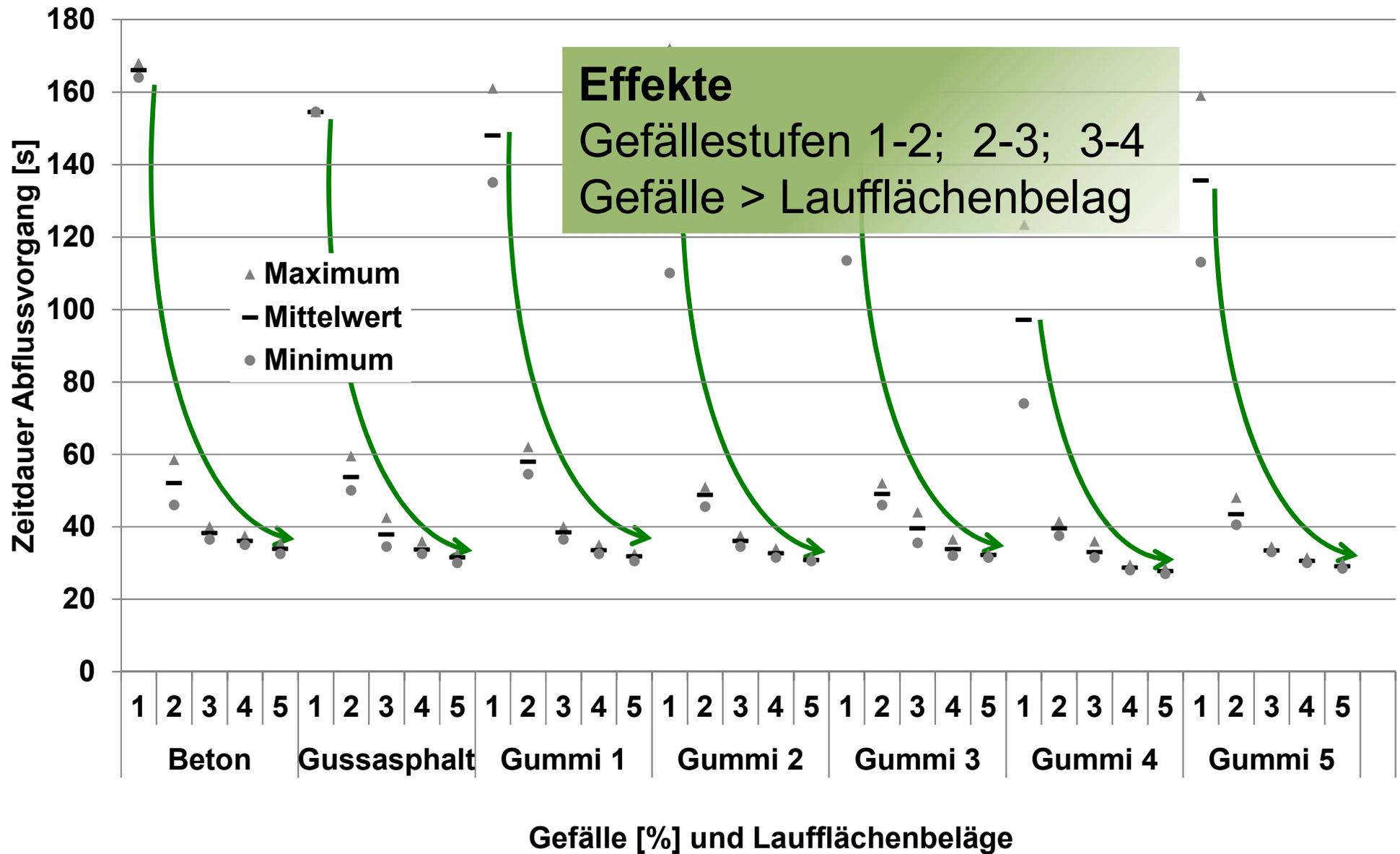
- ¹ 30 l Harnanfall pro Kuh u. Tag, hergeleitet von Monteny (2002) und Schrade (2009)
- ² 30 % bzw. 7 l des Harns verbleibt auf der Fläche, hergeleitet von Steiner (2012)
- ³ 30 % bzw. 10.5 l für unregelmässigen Harnanfall und für Kot in der Harnsammelrinne
- ⁴ Tiereaufenthalt im angebauten Laufhof 5 %, hergeleitet von Klotz & Hauser (1997) und Schrade et al. (2010); Tiereaufenthalt im Laufhof kombiniert mit Laufgang als Zugang zu Liegeboxen 55 %, hergeleitet von Schrade et al. (2010) mit Rechnung in Dezimalform
- ⁵ für Laufflächen (Belweise) nicht überbaute 12 l Regenwasser pro Quadratmeter und Tag, hergeleitet von der Definition für Landregen (0.5 l/h) und 2.6 m² nicht überbaute Lauffläche pro Kuh (nach RAUS-Programm)
- ⁶ Umrechnungsfaktor von bzw. dm³ Harnanfall pro m Hammertlänge in cm³ Querschnittsfläche und % in Dezimalform

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

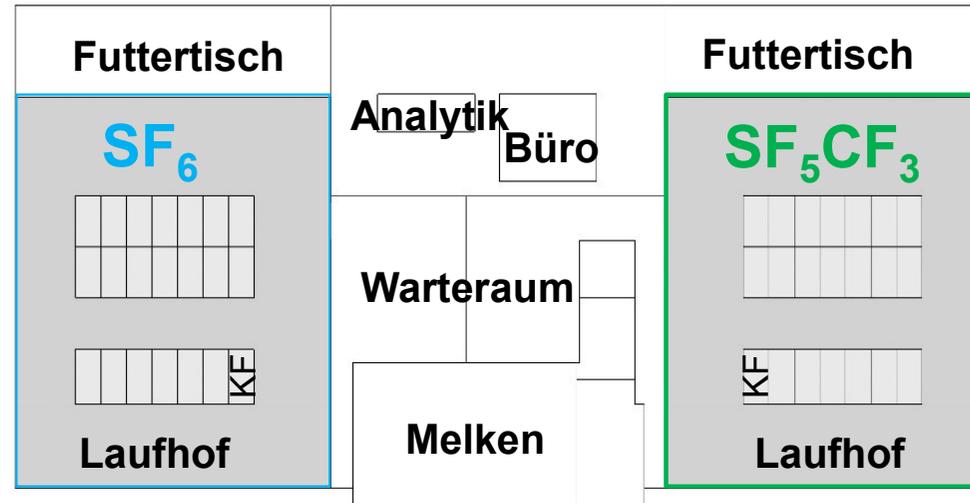


Rascher Harnabfluss mit Gefälle

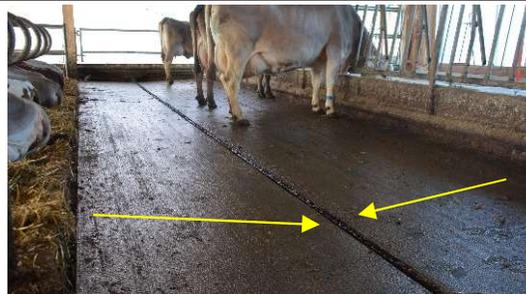




Varianten



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]



Beispiel Wintermessung

ohne Laufhof, 12 x entmisten
8.-12.12.2015

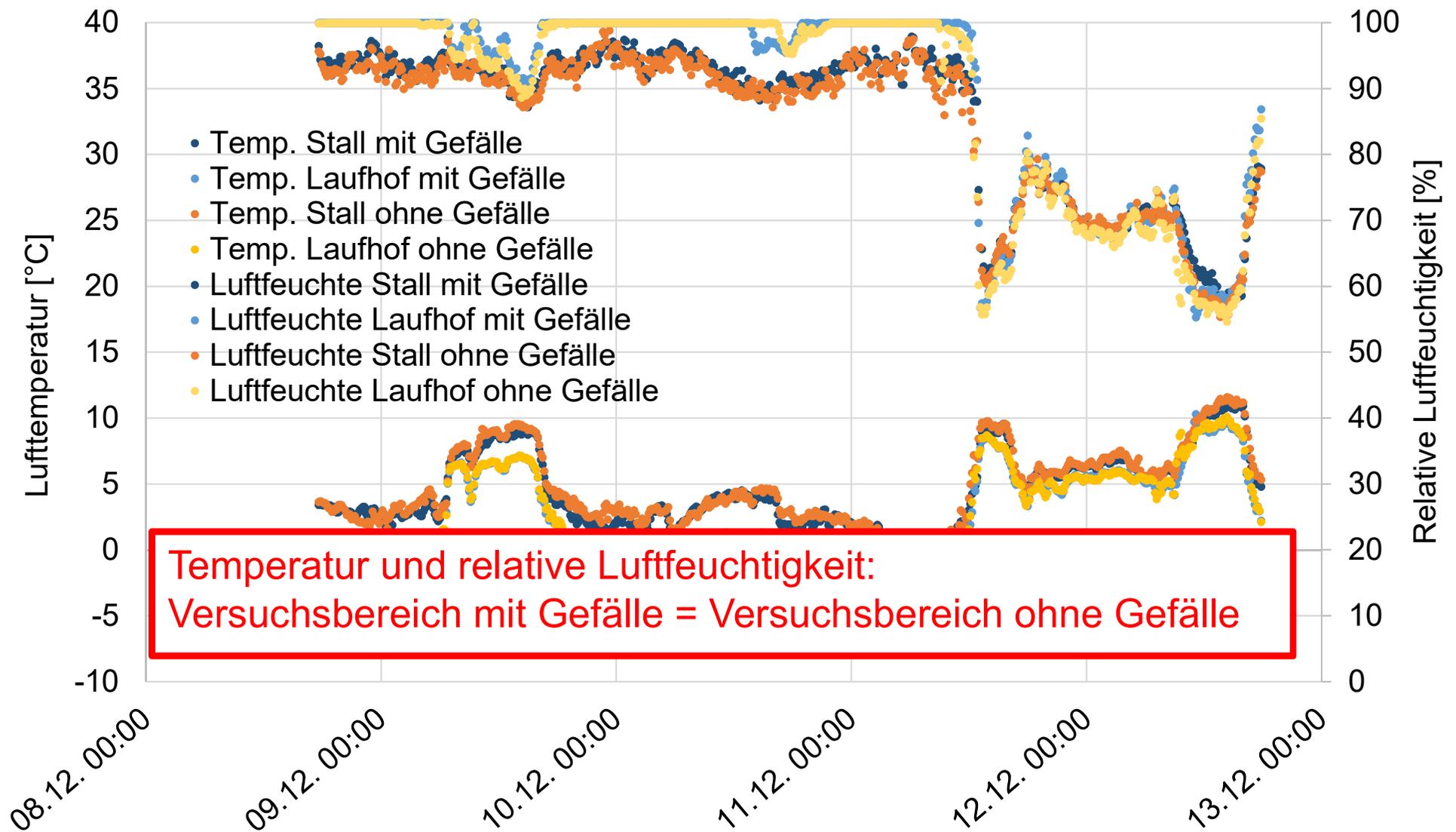


[Bild: Agroscope, 2016]

	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	∅ 694 kg	∅ 690 kg
Milchleistung	∅ 29.6 kg	∅ 27.2 kg
Harnstoffgehalt Milch	∅ 24.3/24.2 mg/dl	∅ 23.1/23.9 mg/dl



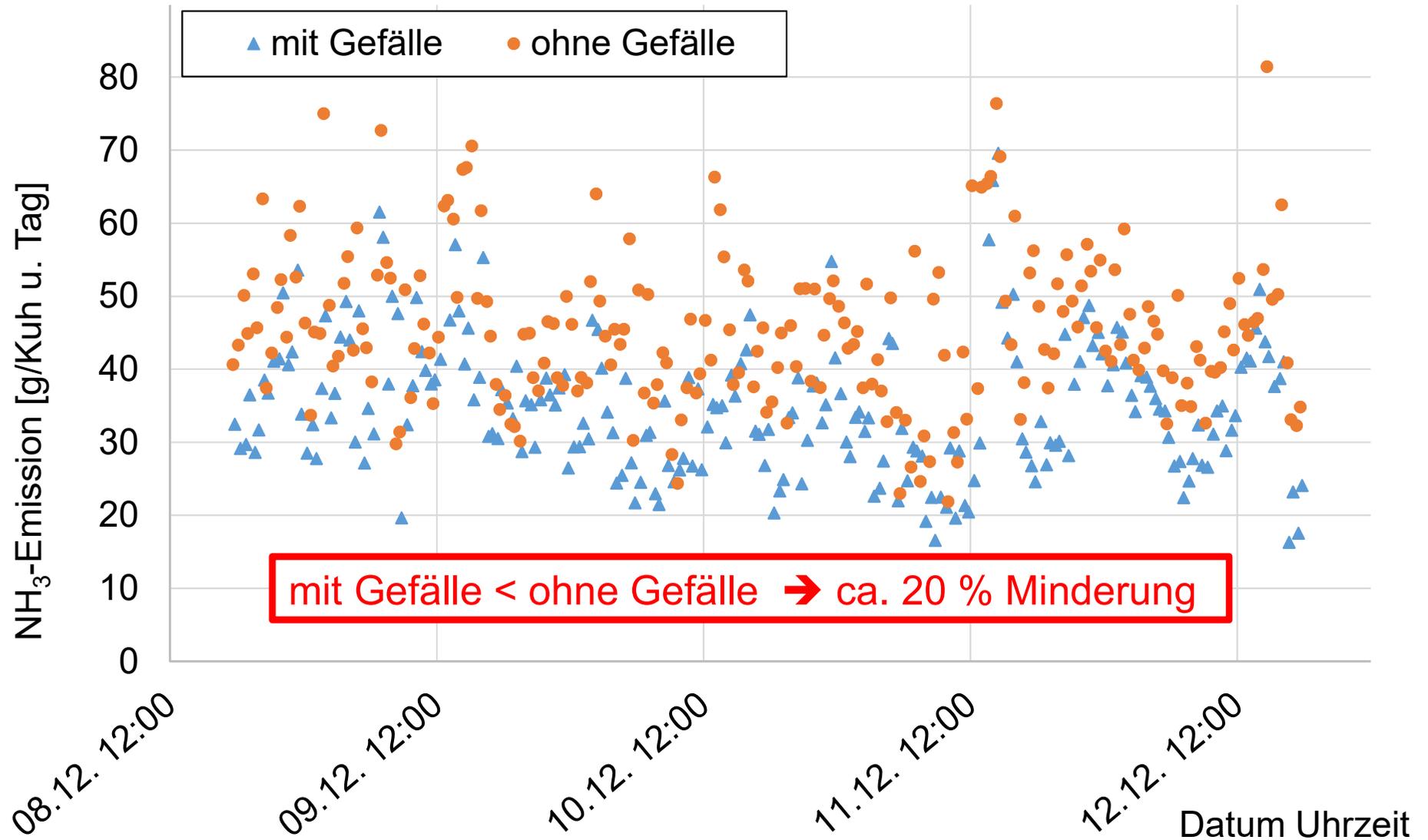
Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit





Erste Berechnung der NH_3 -Emissionen

(inklusive Melkzeiten etc.)





Laufflächenverschmutzung



[Bilder: Agroscope, 2015]

mit Quergefälle (3 %)

ohne Quergefälle



Hintergrund Untersuchung Rutschfestigkeit

Erfahrungen Milchviehstall Technik und Praxisbetriebe

⇒ Vermehrtes Ausrutschen bei Laufflächen mit Gefälle

Möglicher Grund

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



Ausrutschen: Material und Methoden

Lauffläche: Gummimatten (KuraP)

Varianten:

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

Methode Direktbeobachtungen (kontinuierliche Aufnahme):

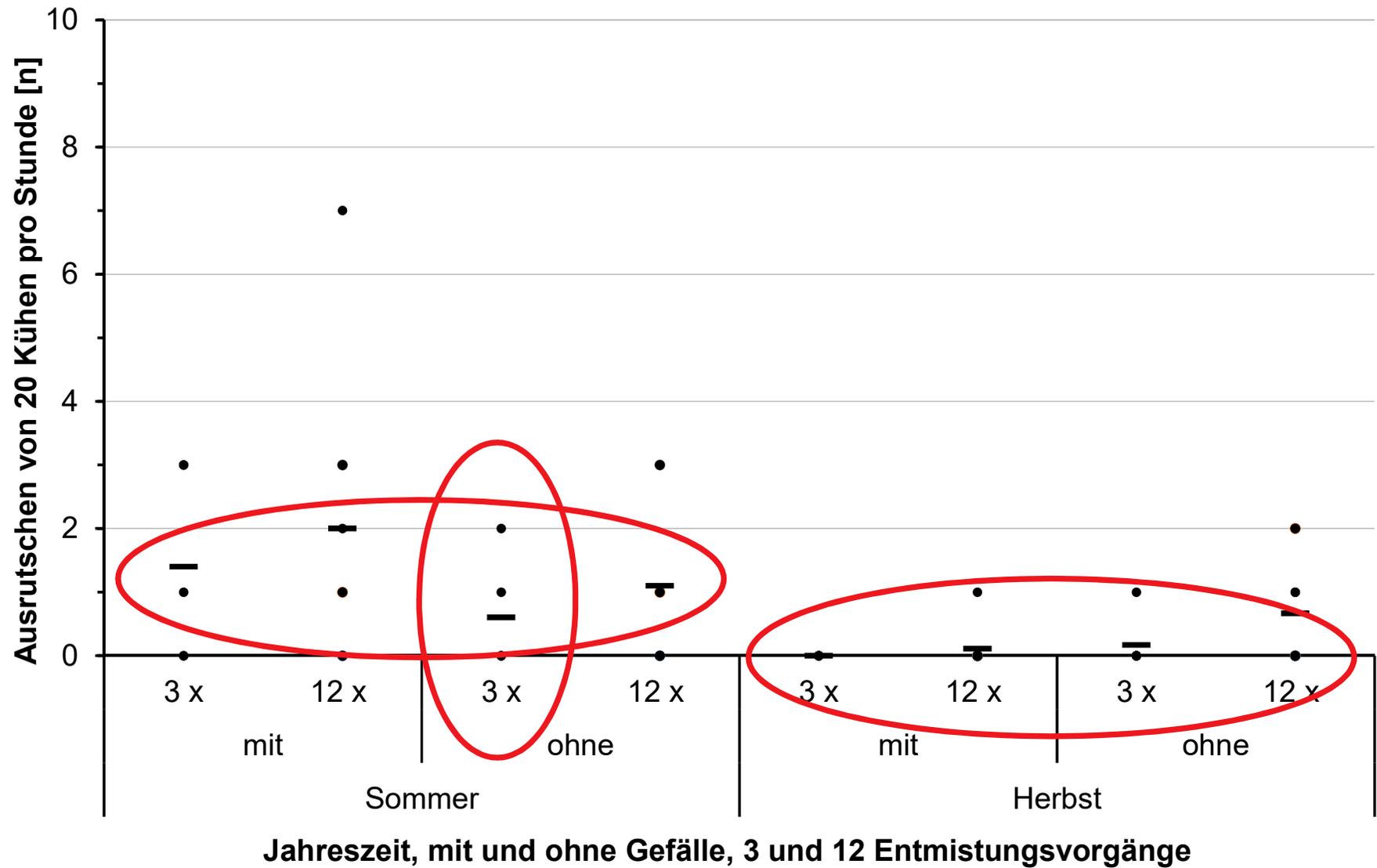
- ⇒ Ausrutschen im Zusammenhang mit bestimmten Verhaltensweisen und Stürze
- ⇒ Häufigkeit bzw. Vorkommen bestimmter Verhaltensweisen

Zeitraum:

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

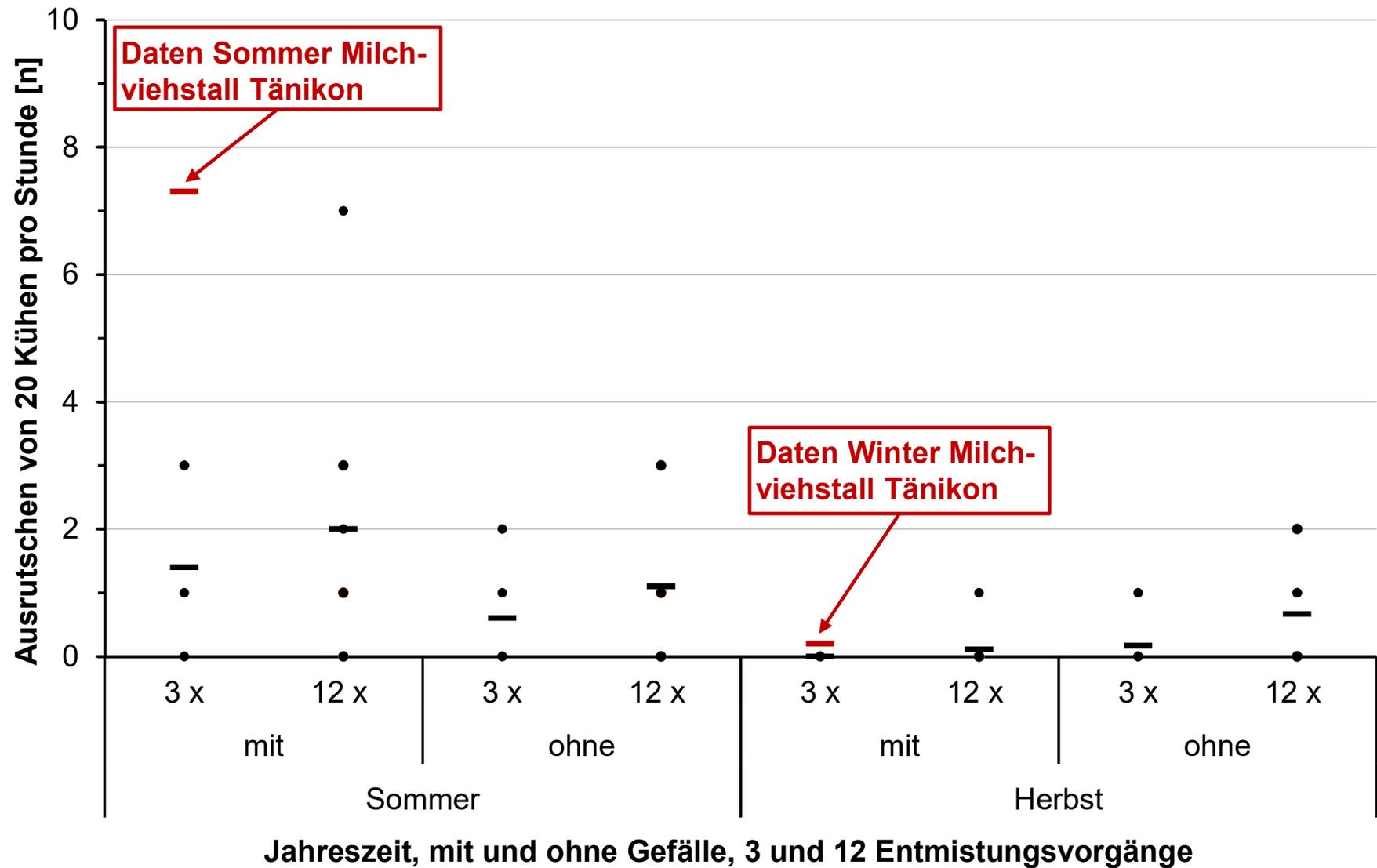


Ausrutschen beim Gehen





Ausrutschen beim Gehen





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



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):

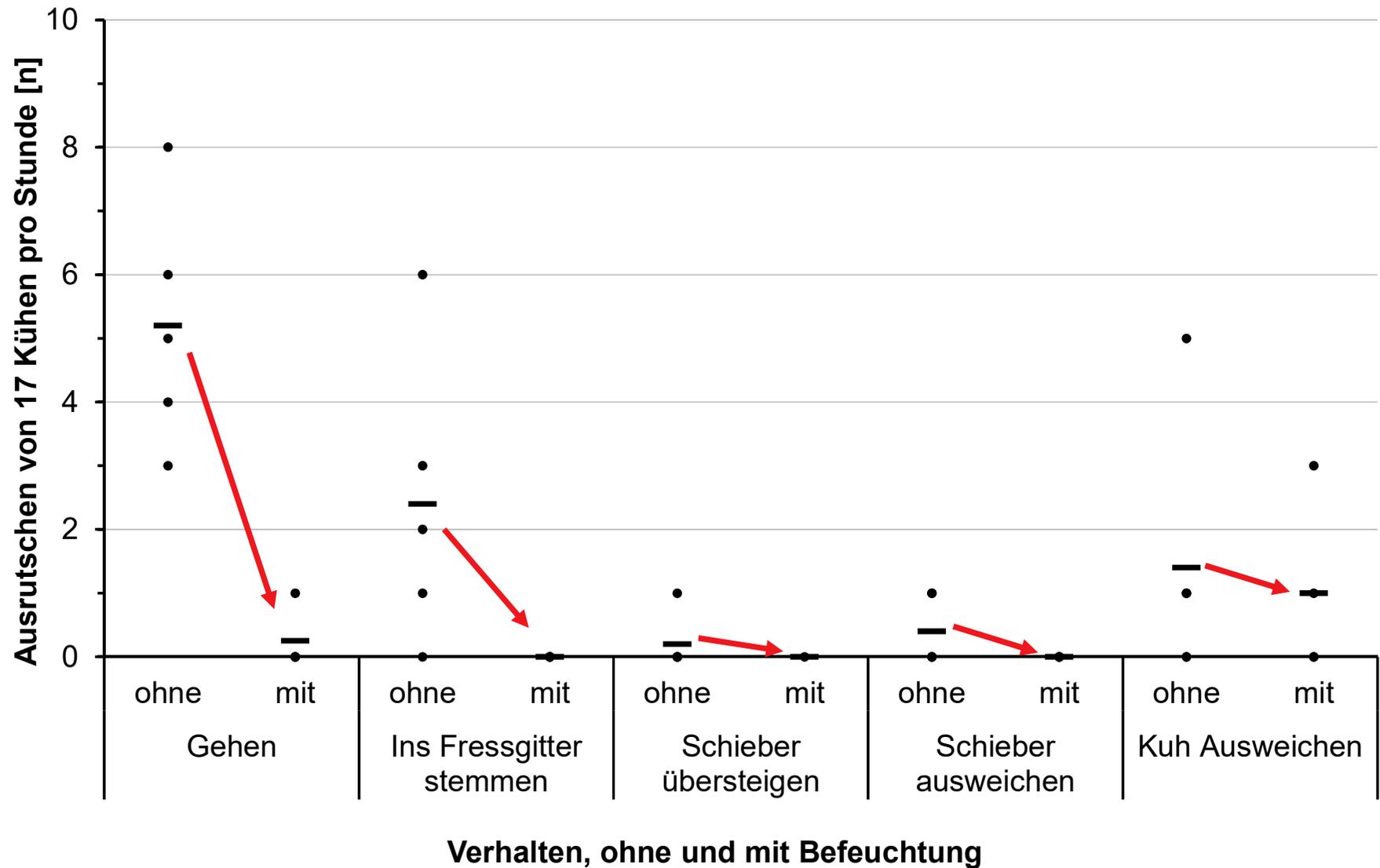
- ⇒ Ausrutschen im Zusammenhang mit bestimmten Verhaltensweisen und Stürze
- ⇒ Häufigkeit bzw. Vorkommen bestimmter Verhaltensweisen



Einrichtung zur Befeuchtung der Laufflächen



Ausrutschen bei diverssem Verhalten





Folgerungen Verhaltensbeobachtungen

- ⇒ Gefälle und Häufigkeit der Reinigung scheinen in der untersuchten Situation keinen direkten Zusammenhang mit der Häufigkeit des Ausrutschens zu haben, ABER
- ⇒ Ausrutschen steht in Zusammenhang mit der Reinigungsqualität bzw. Sauberkeit der Laufflächen (Bildung einer Schmierschicht)
- ⇒ Häufigeres Ausrutschen im Sommer (deutlicher Jahreszeiteffekt)
- ⇒ Vermehrtes Ausrutschen und einzelne Stürze bei mehr Aktivität (brünstige Tiere, Auseinandersetzungen)

- ⇒ **Optimierung der Reinigungsqualität, z.B. gezieltes Befeuchten der Laufflächen ist erforderlich**



Übersicht Emissionsmessungen

2015

Aug

Sommer

Okt/Nov

Übergangszeit

Dez

Winter

2016

Jan/Feb

Leinsamenration

Apr

Method. Versuche

Jun/Jul

Sommer

Sept/Okt

Übergangszeit

Nov/Dez

Winter

2017

Feb/Mrz

N-Niveau Fütterung

Jun/Jul

Sommer

Sept/Okt

Übergangszeit

Nov/Dez

Winter

2018

Jul

Sommer

Sept/Okt

Herbst

Nov/Dez

Winter

Laufflächen mit Gefälle



Fressstände



Lauffläche perforiert



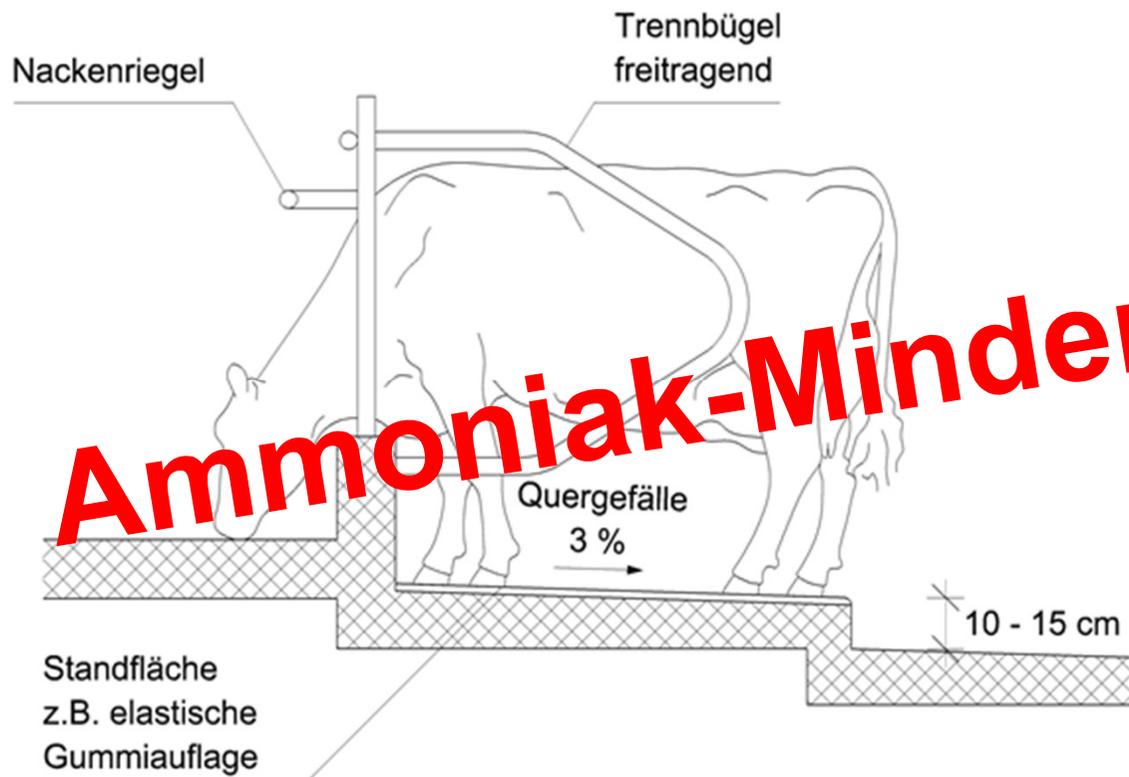
Silage vs. silofrei





Fressstände: Erhöhter Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen

➔ Reduktion der stark verschmutzten Fläche



Ammoniak-Minderung?

2011 | > Umwelt-Vollzug | > Landwirtschaft

Fressstände für Milchkühe

HOCHSCHULE WEIHENSTPHAN-TRIESDORF
Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft

Masterarbeit

Tiergerechte Haltungsverfahren

Einfluss von Fressplatzabtrennungen auf Platzverhältnisse und Fressplatzwahl von Milchkühen

Influence of stall partitions on space conditions and feeding place selection of dairy cows

JOAN-BRYCE BURTLA¹, CHRISTOPH SIEBENHAAR¹, MICHAEL ZÄHNER², LORENZ GYGAX¹, BILLY WECHSLER¹

¹ Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, Tänikon 1, 8356 Ettenhausen, Schweiz; joan-bryce.burtla@agroscope.admin.ch
² Wiederkäuer, Agroscope, Tänikon 1, 8356 Ettenhausen, Schweiz

Zusammenfassung

In der Praxis werden üblicherweise Fressplatzabtrennungen eingesetzt, welche die Ausrichtung der Kühe im Rumpfbereich steuern. Eine Alternative bietet das auf Beinhöhe angebrachte FlexStall-Kunststoffrohr. Die Studie untersuchte in zwei Gruppen à 20 Milchkühen, welchen Einfluss die Anbringung von FlexStall an jedem zweiten (einseitig) und jedem (beidseitig) Fressplatz, im Vergleich zur Kontrolle ohne Fressplatzabtrennungen, auf das Verhalten der Kühe hat. Der Anteil der Beobachtungszeit während dem die Kühe in Kontakt mit den FlexStall waren, stieg von 5 % bei einseitiger auf 20 % bei beidseitiger Anbringung an. Der Anteil des Kontakts mit Nachbarkühen lag ohne Fressplatzabtrennungen sowie bei einseitiger Abbringung bei rund 45 % und stieg bei beidseitiger Anbringung auf 55 % an. Der Anteil gleichzeitig fressender Kühe und die Wahl des Fressplatzes wurden durch die Versuchsbedingungen nicht beeinflusst. Die Kühe fraßen bevorzugt an einem Fressplatz ohne Nachbarinnen. Die Anzahl Verdrängungen war bei ein- und beidseitig angebrachten FlexStall deutlich niedriger als ohne Fressplatzabtrennungen.

Summary

Feed stall partitions typically in use control the orientation of the cows at the trunk. As an alternative, the FlexStall plastic pipes are installed on leg height. This study investigated the effects of FlexStalls installed at every other (one-sided) or every (both-sided) feeding place, compared to a control without partitions, on cow behavior in two groups of 20 dairy cows. The proportion of observation time during which the cows were in contact with the FlexStalls increased from 5 % with one-sided to 20 % with both-sided installation. The proportion of contact with neighboring cows was about 45 % without partitions as well as with one-sided installation and increased to 55 % with both-sided installation. The proportion of simultaneously feeding cows and the choice of feeding place were not affected by the treatments. In general, cows preferred feeding places without neighboring cows. The number of displacements was markedly lower with one- and both-sided installed FlexStalls compared to the condition without partitions.

Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2017, Stuttgart-Hohenheim 23

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



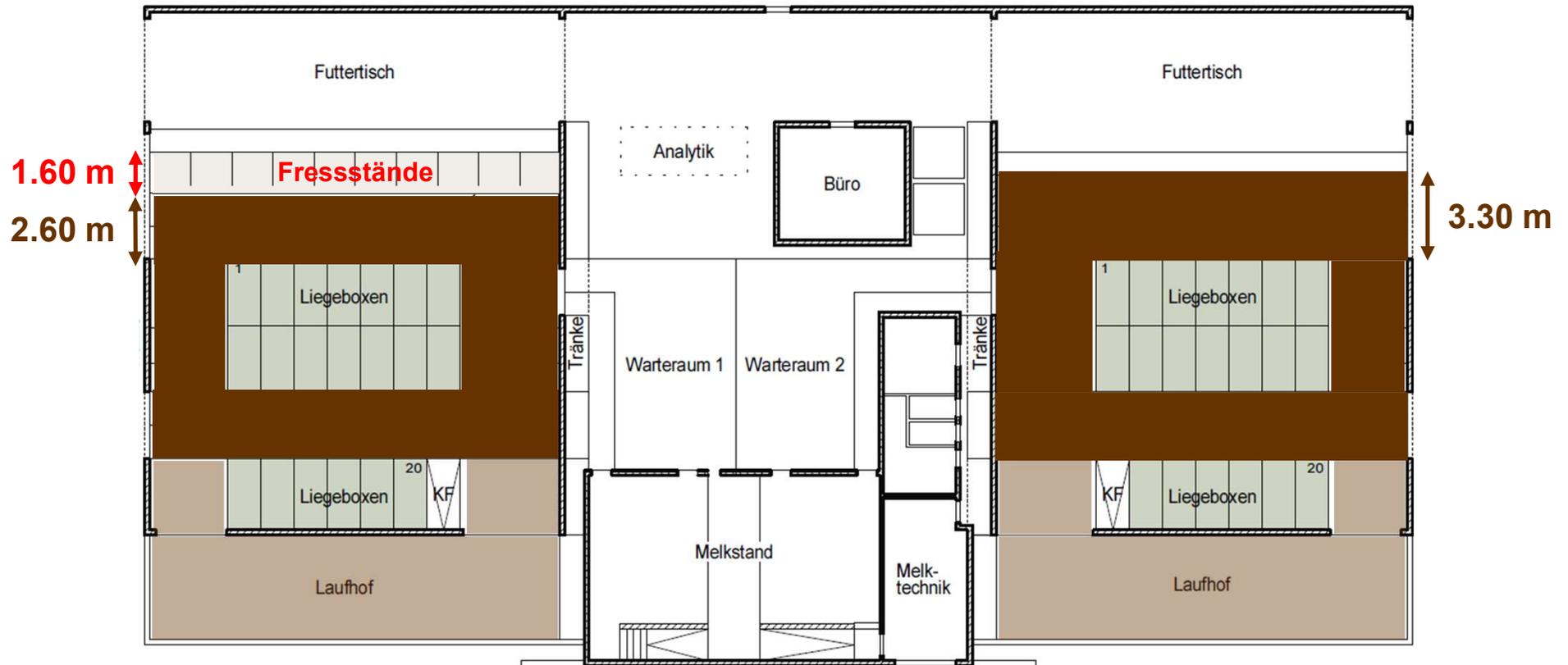
Vergleichende Emissionsmessungen

mit Fressständen

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

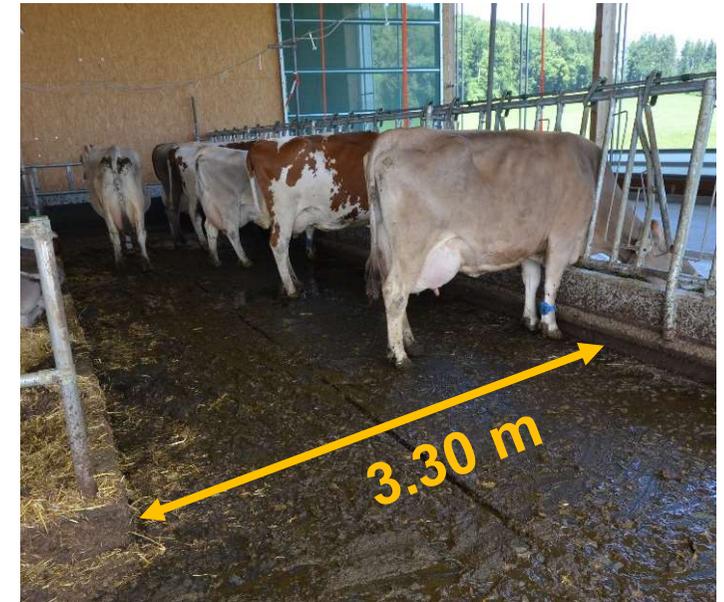
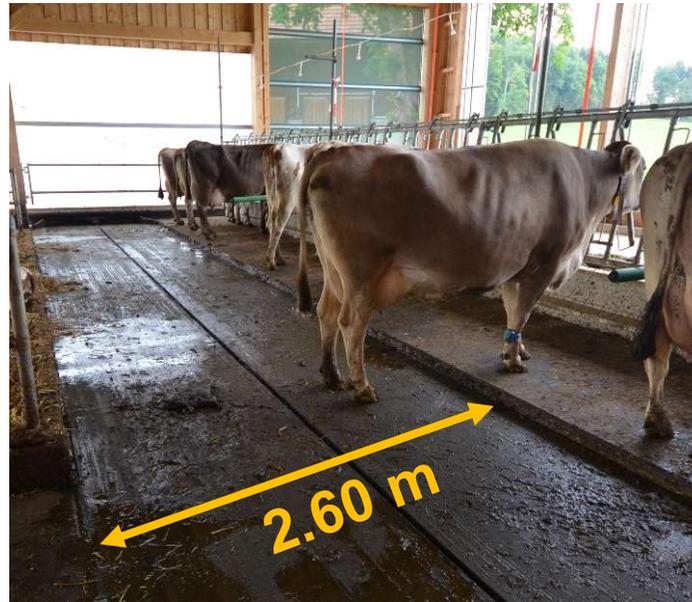
ohne Fressstände

→ Referenz





Varianten



Baulich	mit Fressständen	ohne Fressstände
Organisatorisch	<div style="border: 2px solid red; padding: 2px;">12 x entmisten, mit Laufhof</div> 12 x entmisten, ohne Laufhof 3 x entmisten, ohne Laufhof 18 x entmisten, ohne Laufhof	3 x entmisten, ohne Laufhof <div style="border: 2px solid red; padding: 2px;">→ Je 4 Messtage Sommer, Übergangszeit, Winter</div>

[Bilder: Agroscope, 2016]

Beispiel Sommermessung

mit Laufhof, 12 x entmisten
27.6. – 1.7.2016

[Bild: Agroscope, 2016]

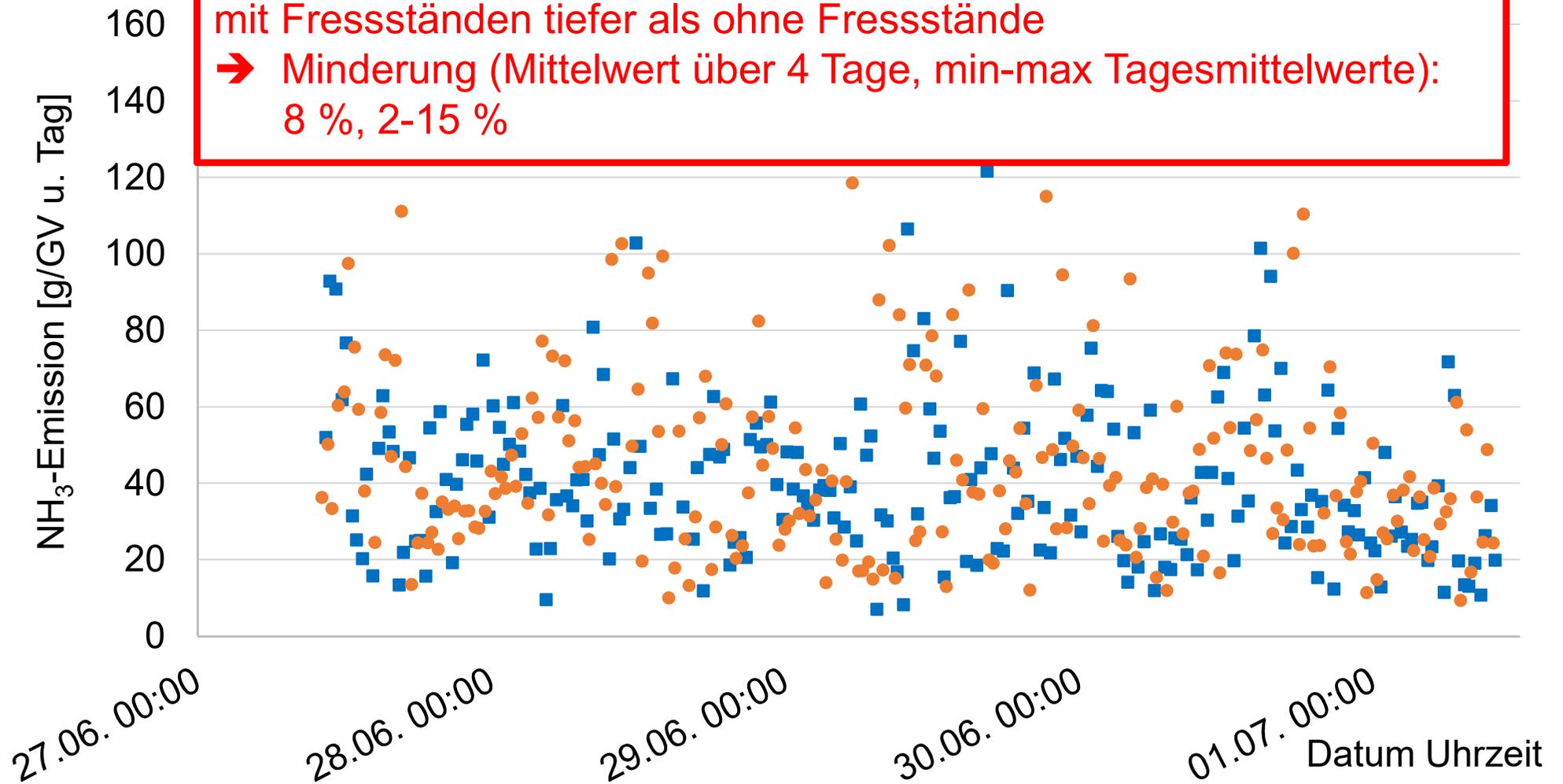


	mit Fressständen	ohne Fressstände
Curtains	Beide Längsseiten offen	
Ration	TMR: Gras-, Maissilage, Heu, ZR-Schnitzel Krafffutter ab KF-Station	
Grundfutter-Aufnahme	37-38 kg FM/Kuh u. d	36-39 kg FM/Kuh u. d
Lebendmasse Herde	Ø 704 kg	Ø 722 kg
Milchleistung Herde	Ø 32-34 kg	Ø 31-33 kg
Harnstoffgehalt Milch (Poolproben Herde)	Ø 18-21 mg/dl	Ø 20-21 mg/dl



Sommer: Erste Berechnung NH₃-Emissionen (inklusive Melkzeiten etc.)

Tagesverläufe: nachmittags höchste Werte
mit Fressständen tiefer als ohne Fressstände
→ Minderung (Mittelwert über 4 Tage, min-max Tagesmittelwerte):
8 %, 2-15 %



Beispiel Herbstmessung

mit Laufhof, 12 x entmisten

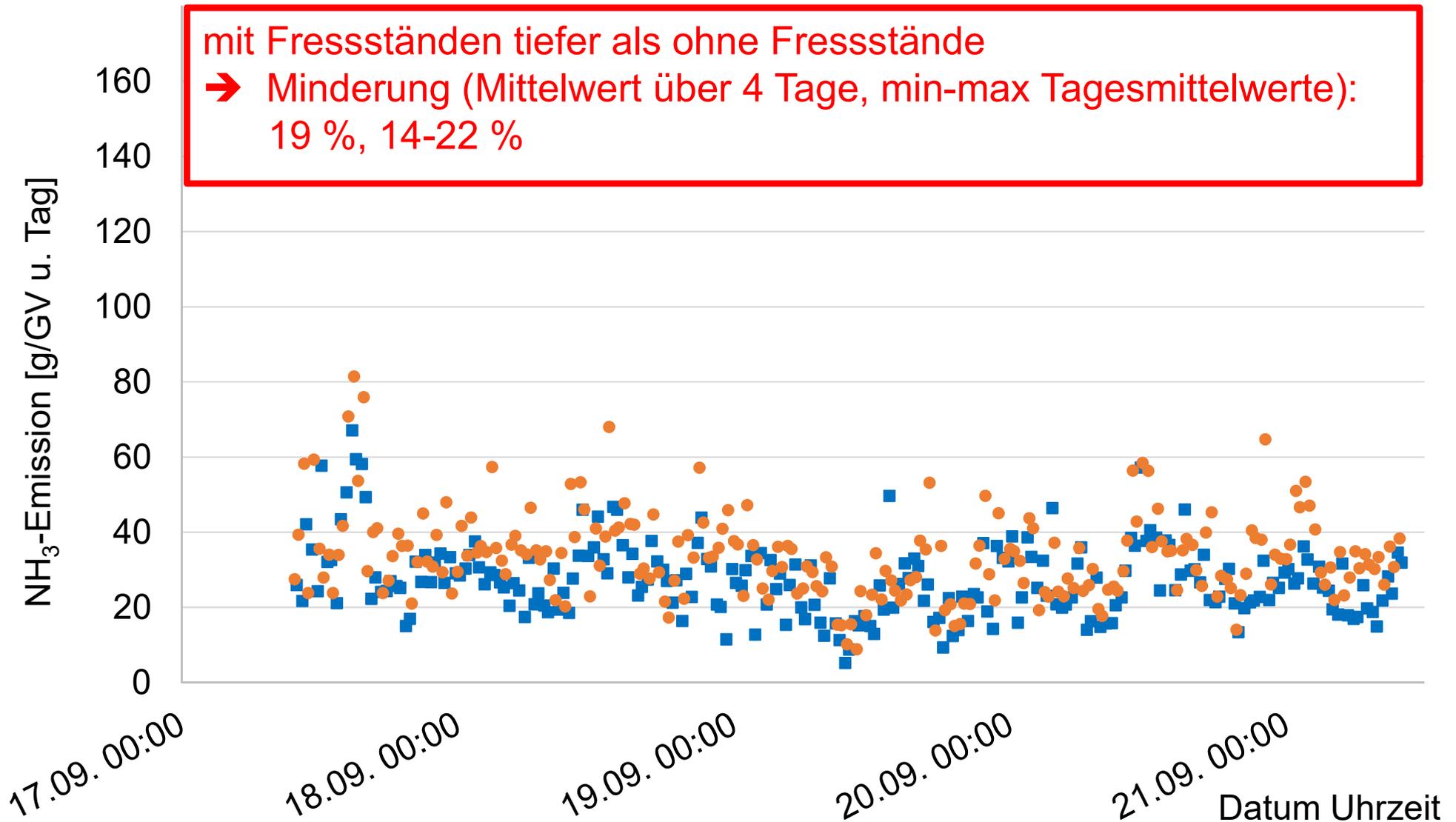
17.9. – 21.9.2016

[Bild: Agroscope, 2017]

	mit Fressständen	ohne Fressstände
Curtains	Laufhof offen, Futtertisch geschlossen	
Ration	TMR: Gras-, Maissilage, Heu, ZR-Schnitzel Krafftutter ab KF-Station	
Grundfutter-Aufnahme	35-40 kg FM/Kuh u. d	35-41 kg FM/Kuh u. d
Lebendmasse Herde	Ø 729 kg	Ø 707 kg
Milchleistung Herde	Ø 30-31 kg	Ø 26-27 kg
Harnstoffgehalt Milch (Poolproben Herde)	Ø 17-21 mg/dl	Ø 17-19 mg/dl

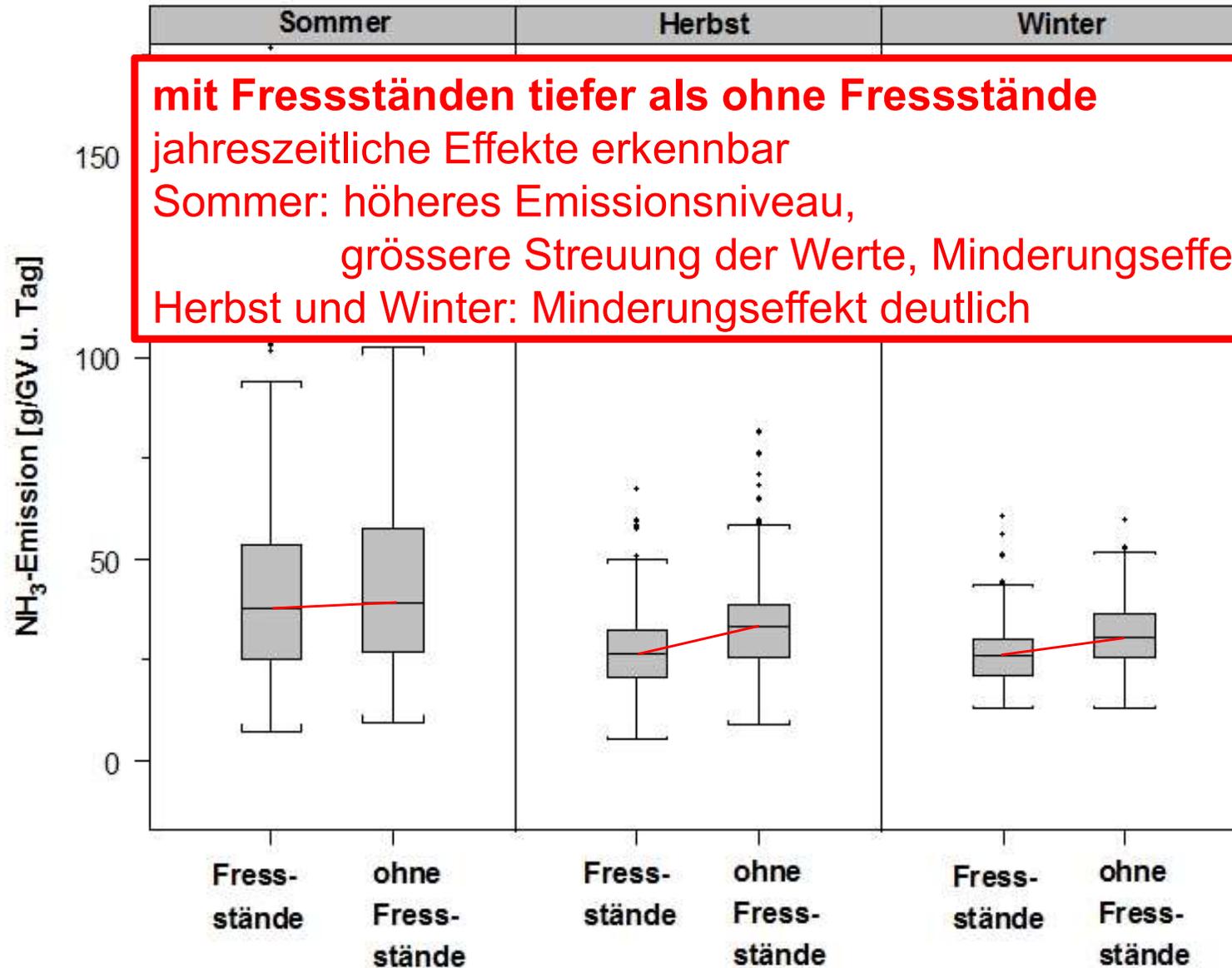


Herbst: Erste Berechnung NH₃-Emissionen (inklusive Melkzeiten etc.)





Übersicht Jahreszeiten





Übersicht Emissionsmessungen

2015	Aug	Sommer
	Okt/Nov	Übergangszeit
	Dez	Winter
2016	Jan/Feb	Leinsamenration
	Apr	Method. Versuche
	Jun/Jul	Sommer
	Sept/Okt	Übergangszeit
	Nov/Dez	Winter
2017	Feb/Mrz	N-Niveau Fütterung
	Jun/Jul	Sommer
	Sept/Okt	Übergangszeit
	Nov/Dez	Winter
2018	Jul	Sommer
	Sept/Okt	Herbst
	Nov/Dez	Winter

Laufflächen mit Gefälle



Fressstände



Lauffläche perforiert

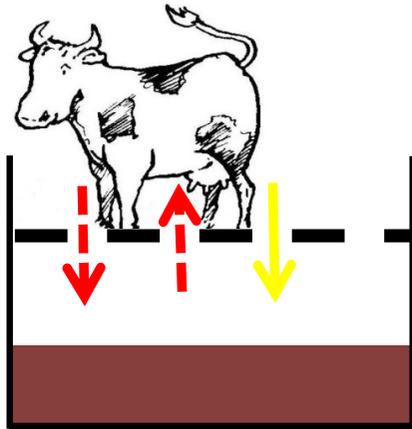


Silage vs. silofrei





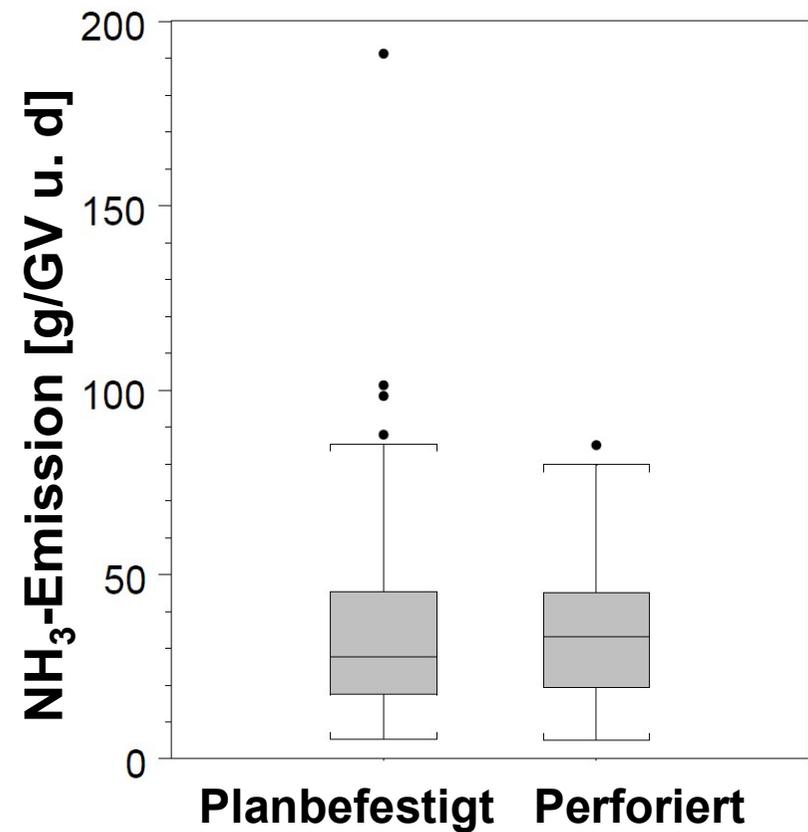
Perforiert = NH₃-Minderung?



Harnabfluss ins Lager
Luftaustausch durch Spalten

↑ NH₃-Freisetzung Lager

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



[Poteko et al. 2019]

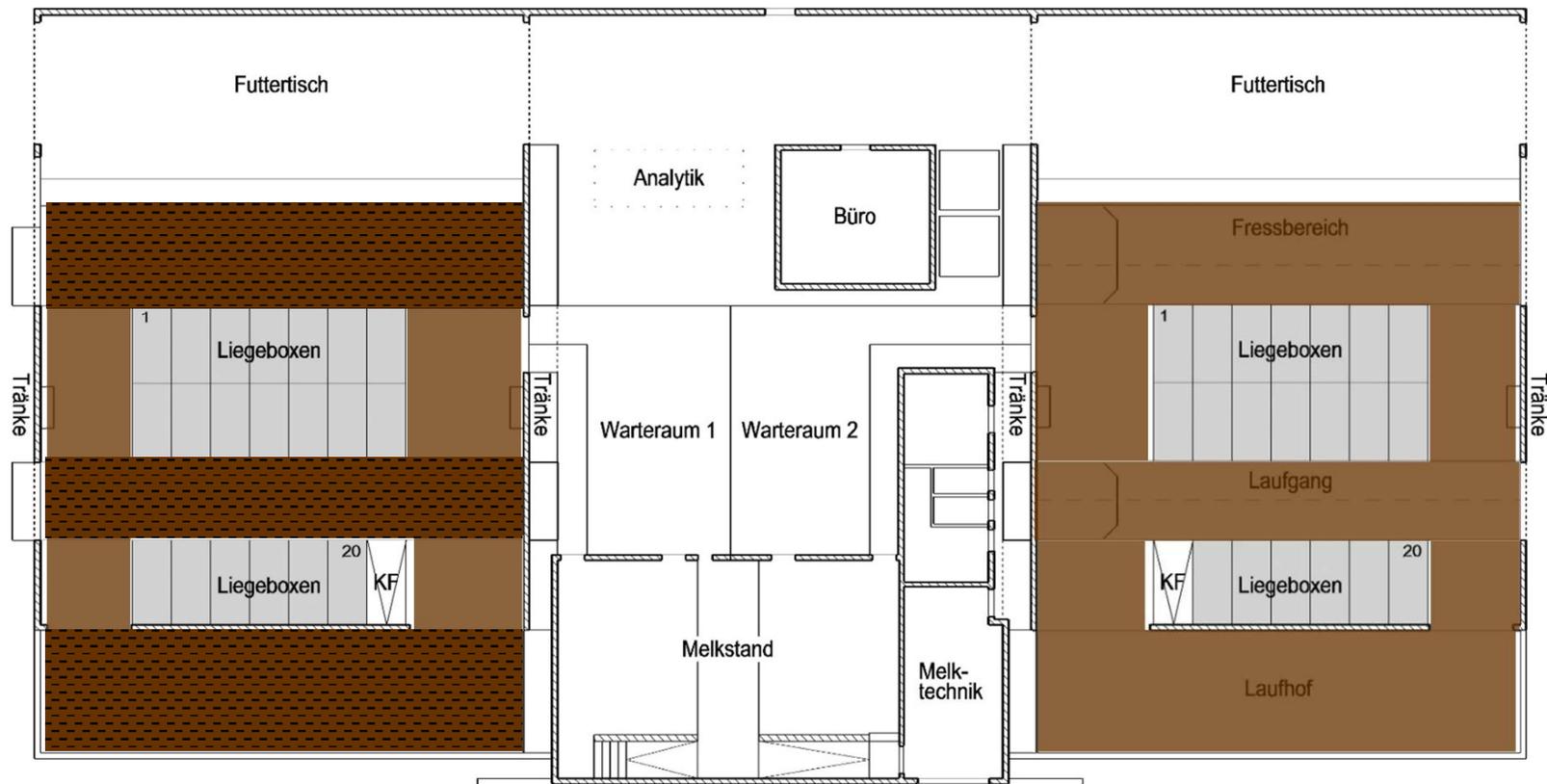


Vergleichende Emissionsmessungen

Perforierte Lauffläche



Planbefestigte Lauffläche





Varianten



[Bilder: Agroscope, 2017]

Baulich	perforiert	planbefestigt (Referenz)
Organi- satorisch	Roboter ohne Wasser, mit Laufhof	12 x entmisten, mit Laufhof
	Roboter ohne Wasser, ohne Laufhof	12 x entmisten, ohne Laufhof
	Roboter mit Wasser, ohne Laufhof	12 x entmisten, ohne Laufhof
	ohne Roboter, ohne Laufhof	3 x entmisten, ohne Laufhof
→ Je 3-4 Messtage: Sommer, Übergangszeit, Winter		

Beispiel Sommermessung (18.-22.7.2017)

ohne Laufhof

perforiert: **Roboterentmistung mit Wasser**

planbefestigt: **12 x Entmistungsschieber**

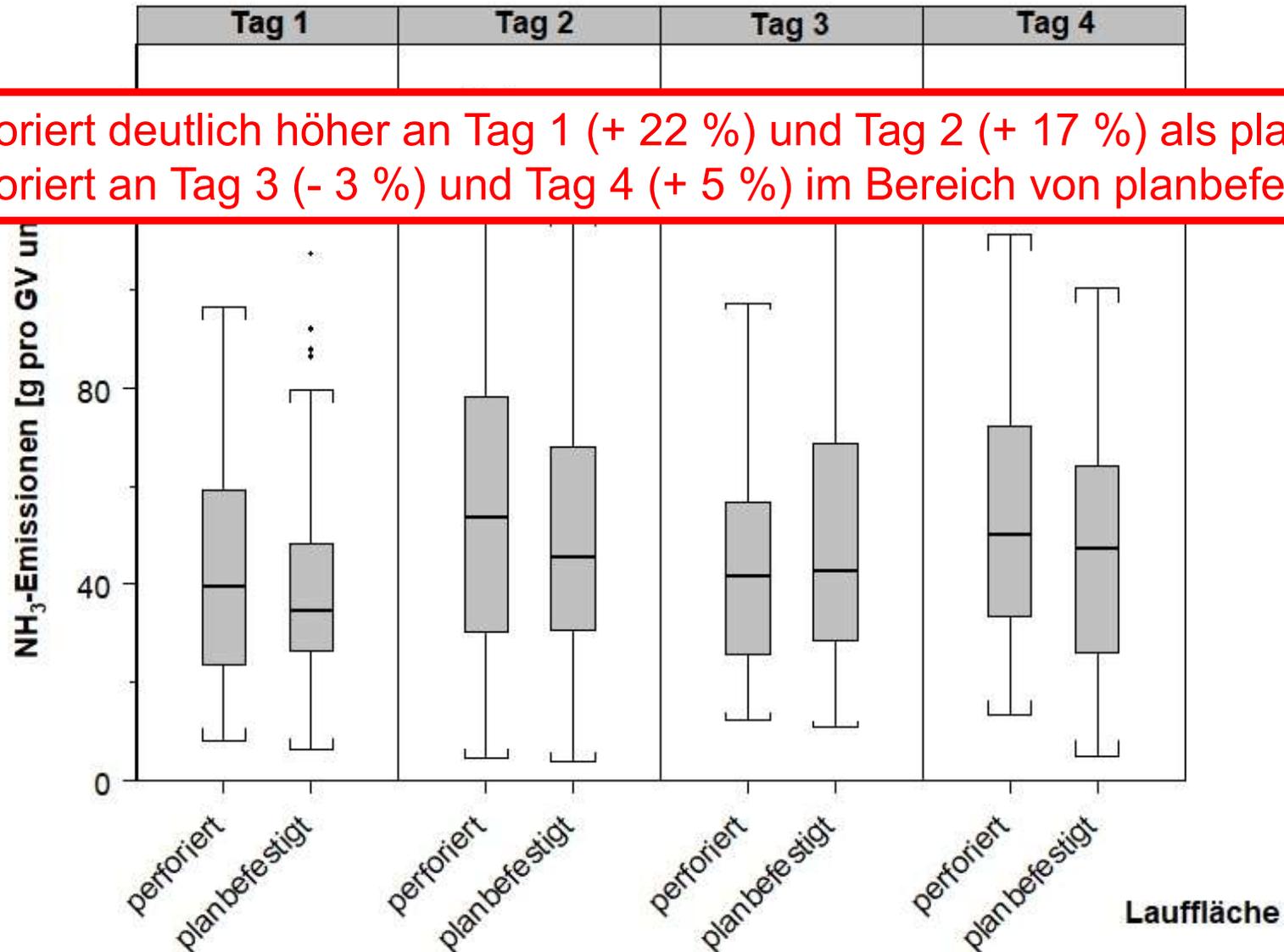
[Bild.: Agroscope, 2018]

	perforiert	planbefestigt
Curtains	Beide Längsseiten offen	
Ration	TMR: Gras-, Maissilage, Heu, ZR-Schnitzel Krafftutter ab KF-Station	
Grundfutter-Aufnahme	36-39 kg FM/Kuh u. d	38-40 kg FM/Kuh u. d
Lebendmasse Herde	Ø 707 kg	Ø 691 kg
Milchleistung Herde	Ø 29-30 kg	Ø 26-28 kg
Harnstoffgehalt Milch (Poolproben Herde)	Ø 23-29 mg/dl	Ø 24-29 mg/dl
Temperatur (Tagesmittel)	Ø 20-24 °C	Ø 20-24 °C



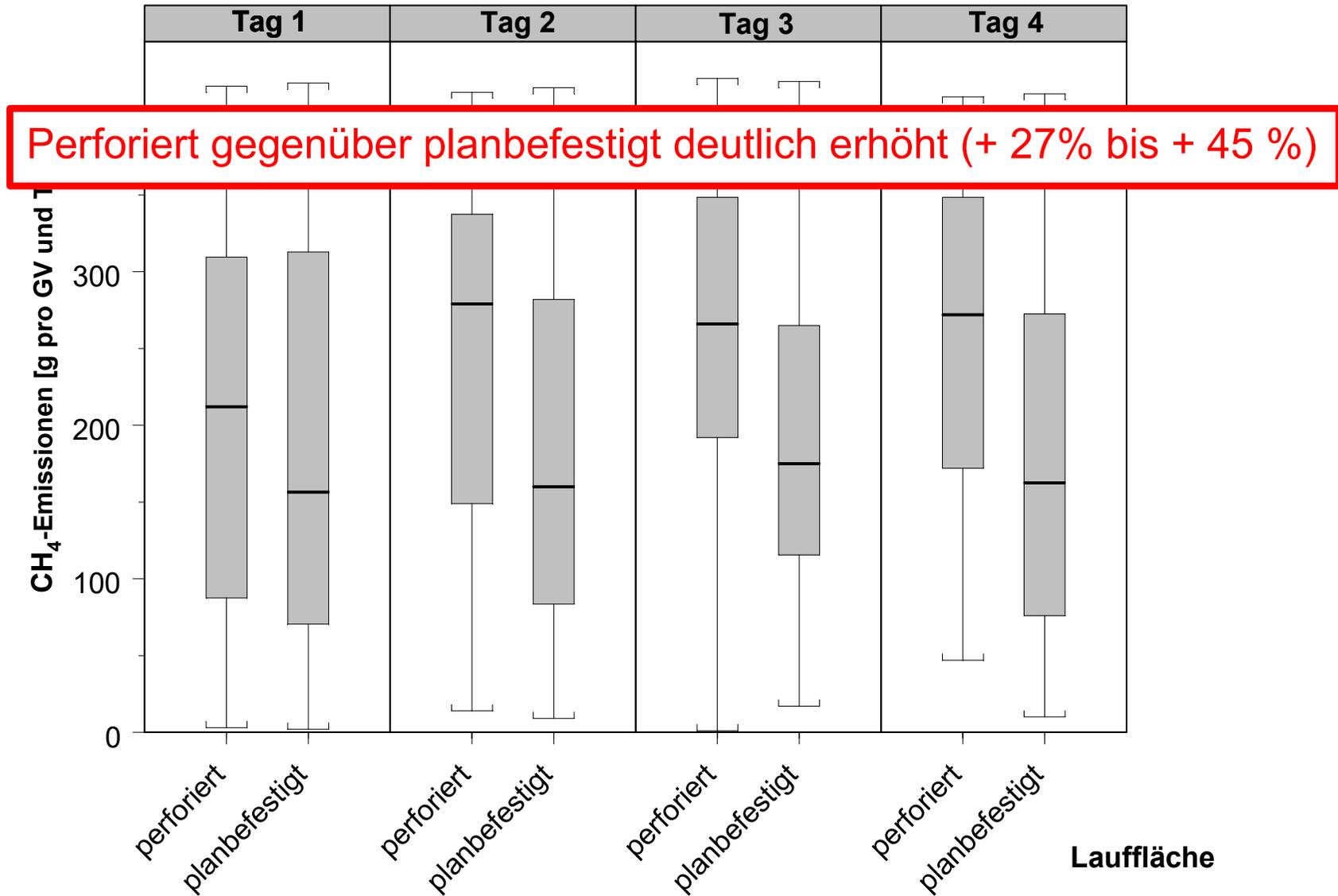
Sommer: Erste Berechnung NH₃-Emissionen (inklusive Melkzeiten etc.)

- Perforiert deutlich höher an Tag 1 (+ 22 %) und Tag 2 (+ 17 %) als planbefestigt
- Perforiert an Tag 3 (- 3 %) und Tag 4 (+ 5 %) im Bereich von planbefestigt





Sommer: Erste Berechnung CH₄-Emissionen (inklusive Melkzeiten etc.)



Beispiel Herbstmessung (2.-6.10.2017)

ohne Laufhof

perforiert: **Roboterentmistung mit Wasser**

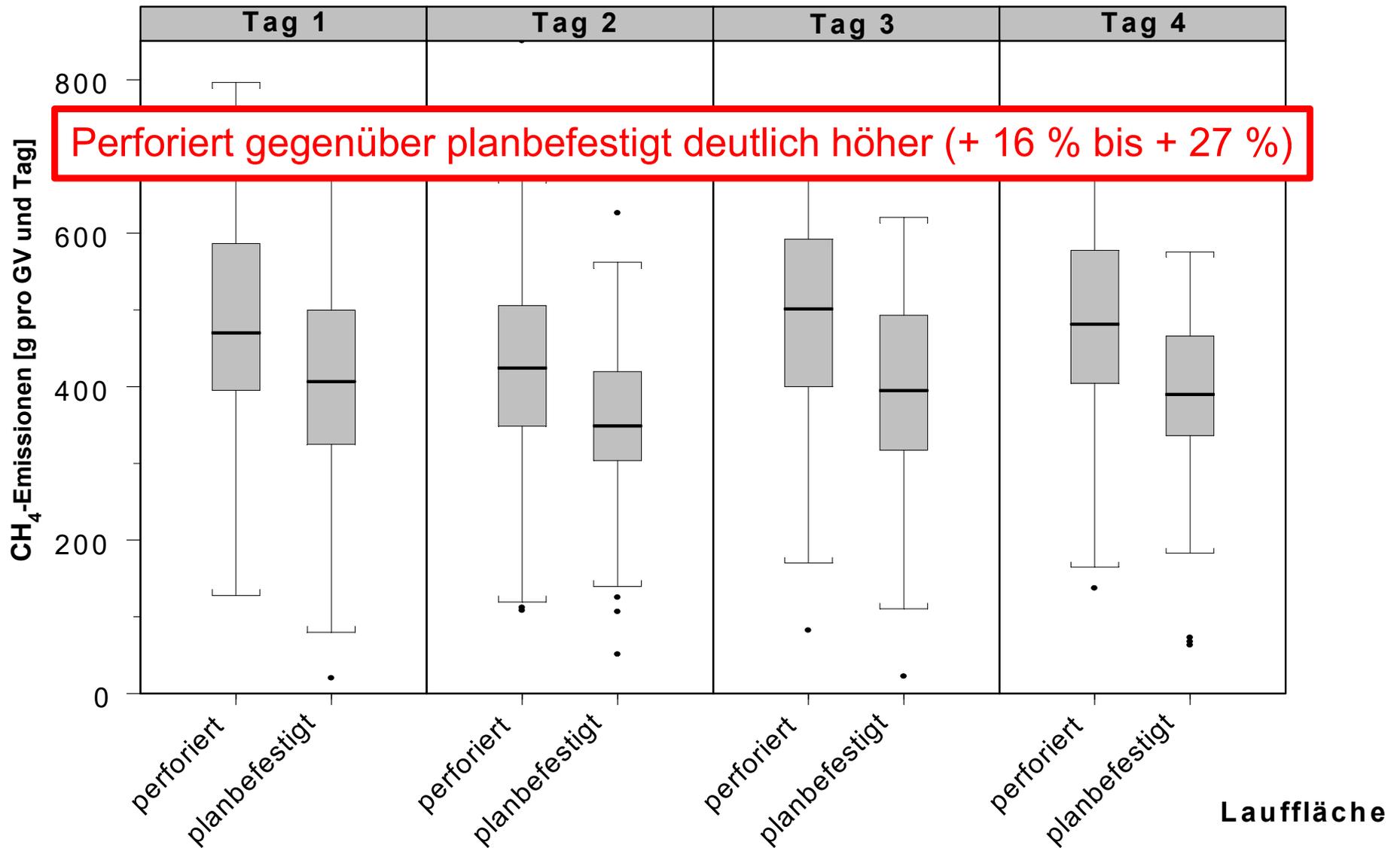
planbefestigt: **12 x Entmistungsschieber**

[Bild: Agroscope, 2017]

	perforiert	planbefestigt
Curtains	Laufhof offen, Futtertischseite geschlossen	
Ration	TMR: Gras-, Maissilage, Heu, ZR-Schnitzel Krafftutter ab KF-Station	
Grundfutter-Aufnahme	42-44 kg FM/Kuh u. d	40-45 kg FM/Kuh u. d
Lebendmasse Herde	Ø 723 kg	Ø 699 kg
Milchleistung Herde	Ø 29-30 kg	Ø 28-29 kg
Harnstoffgehalt Milch (Poolproben Herde)	Ø 20-27 mg/dl	Ø 21-25 mg/dl
Temperatur (Tagesmittel)	Ø 13-16 °C	Ø 13-17 °C



Herbst: Erste Berechnung CH₄-Emissionen (inklusive Melkzeiten etc.)



Beispiel Wintermessung (11.-14.12.2017)

ohne Laufhof

perforiert: **Roboterentmistung mit Wasser**

planbefestigt: **12 x Entmistungsschieber**

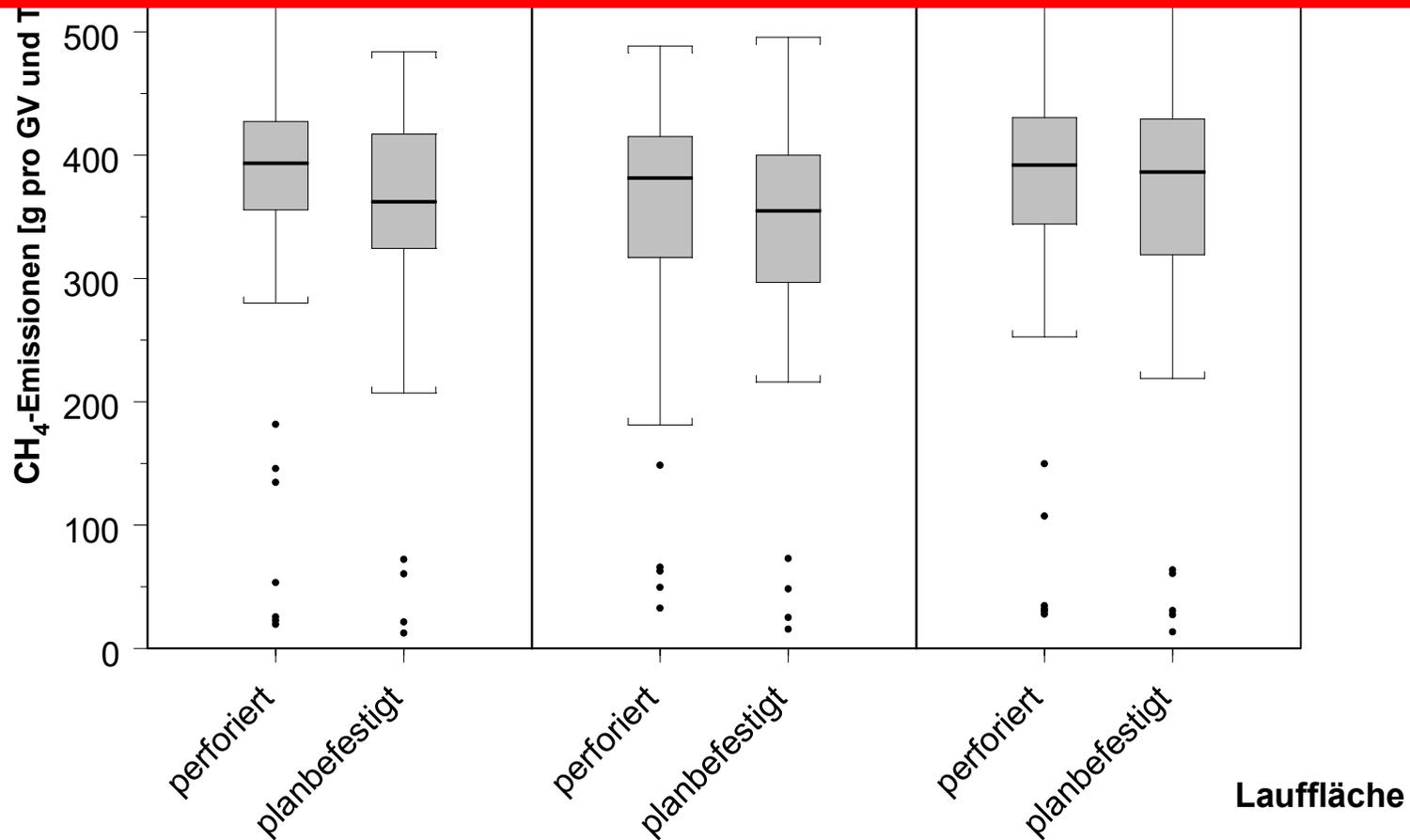
	perforiert	planbefestigt
Curtains	Beide Längsseiten geschlossen	
Ration	TMR: Gras-, Maissilage, Heu, ZR-Schnitzel Krafftutter ab KF-Station	
Grundfutter-Aufnahme	41-43 kg FM/Kuh u. d	38-46 kg FM/Kuh u. d
Lebendmasse Herde	Ø 721 kg	Ø 712 kg
Milchleistung Herde	Ø 30-31 kg	Ø 30 kg
Harnstoffgehalt Milch (Poolproben Herde)	Ø 18-22 mg/dl	Ø 16-21 mg/dl
Temperatur (Tagesmittel)	Ø 2-4 °C	Ø 2-4 °C



Winter: Erste Berechnung CH₄-Emissionen (inklusive Melkzeiten etc.)

Tag 1	Tag 2	Tag 3
-------	-------	-------

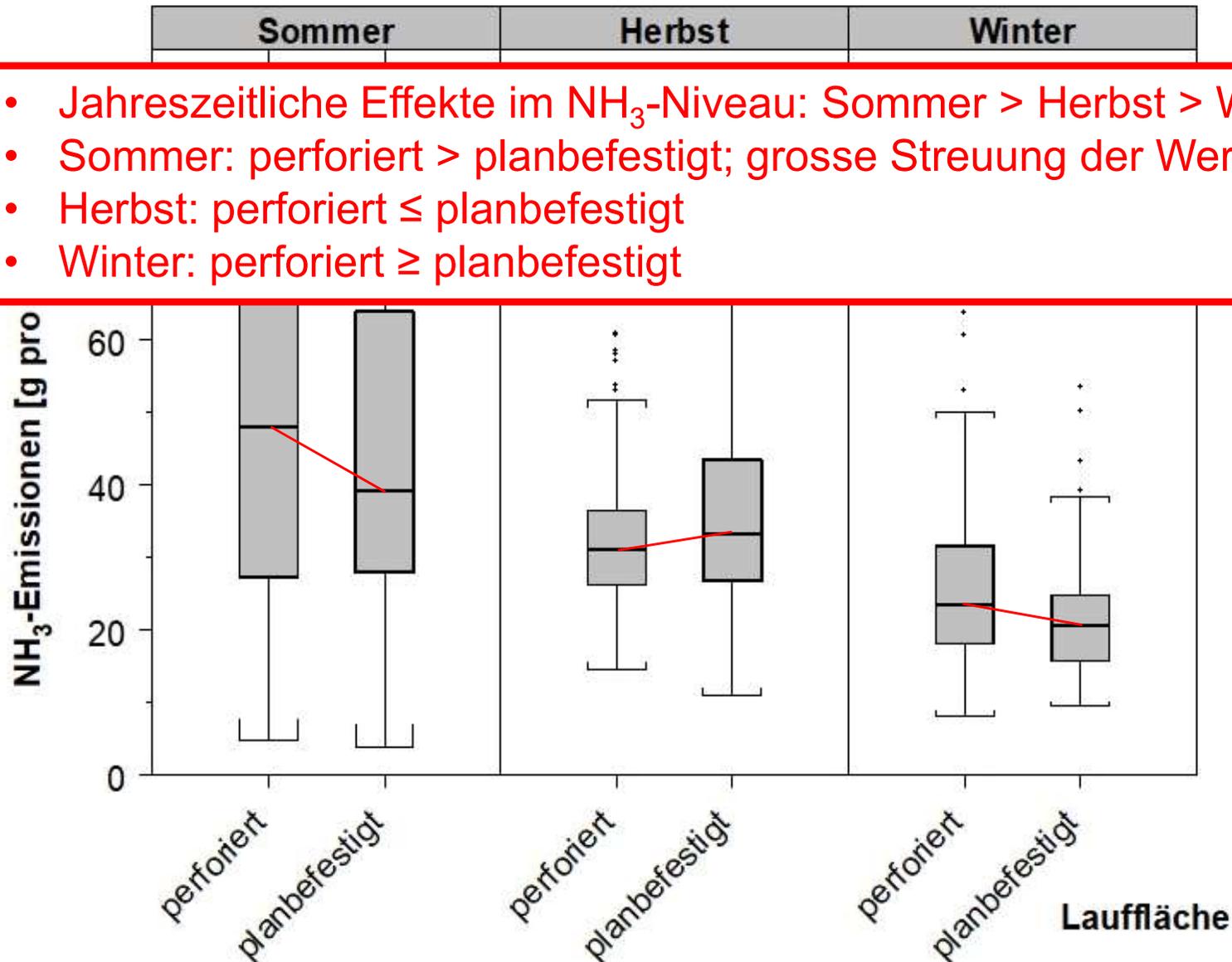
- Perforiert an Tag 1 und 2 (je + 8 %) gegenüber planbefestigt leicht erhöht
- Perforiert an Tag 3 (+ 1 %) im Bereich von planbefestigt





Übersicht Jahreszeiten: NH₃-Emissionen

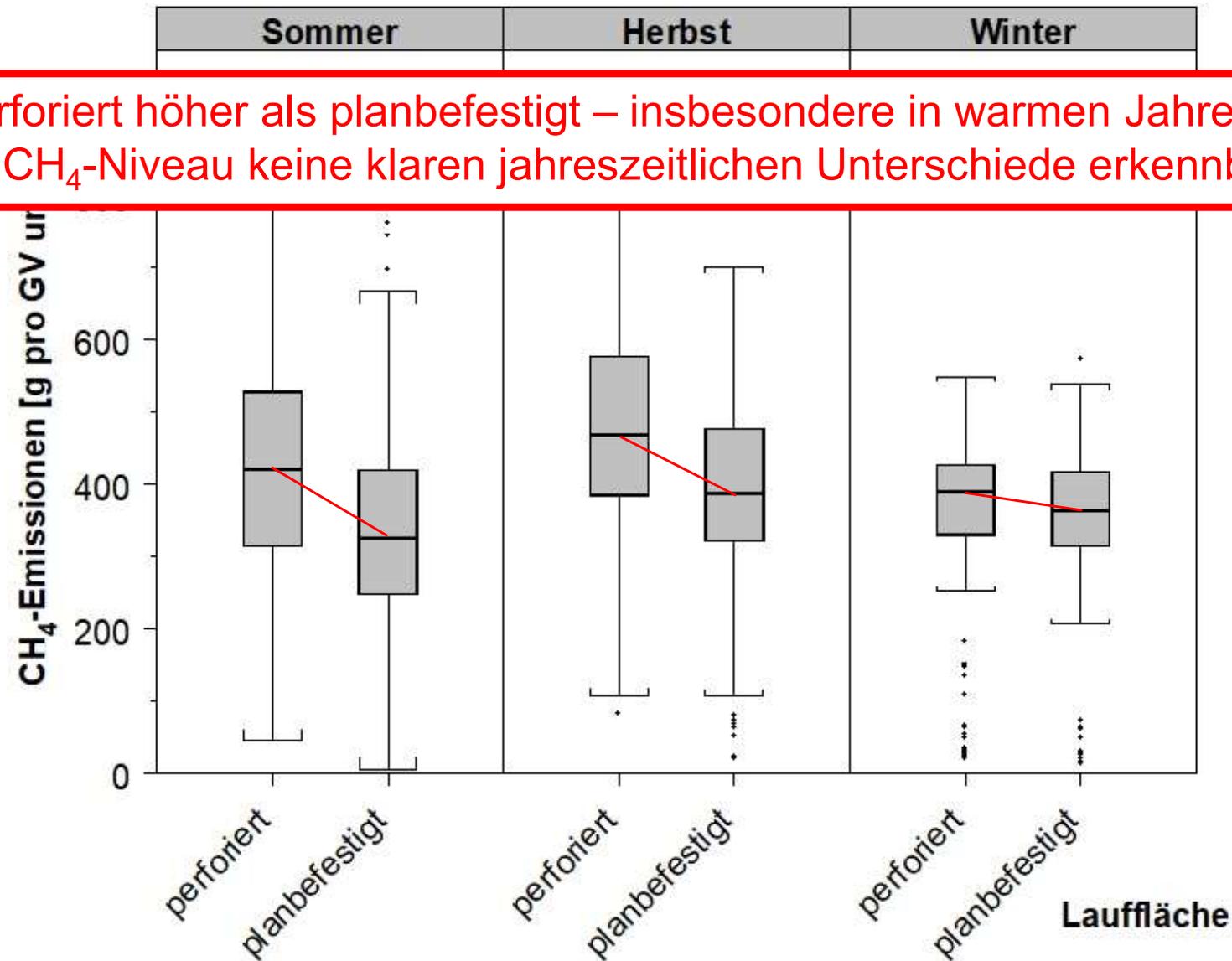
- Jahreszeitliche Effekte im NH₃-Niveau: Sommer > Herbst > Winter
- Sommer: perforiert > planbefestigt; grosse Streuung der Werte
- Herbst: perforiert ≤ planbefestigt
- Winter: perforiert ≥ planbefestigt





Übersicht Jahreszeiten: CH₄-Emissionen

- Perforiert höher als planbefestigt – insbesondere in warmen Jahreszeiten
- Im CH₄-Niveau keine klaren jahreszeitlichen Unterschiede erkennbar





Folgerungen: Emissionen

- ✓ Herdendaten: nur geringe Unterschiede zwischen Gruppen
Temperatur: keine Unterschiede zwischen Versuchsbereichen
- ✓ **Laufflächen mit 3 % Gefälle und Harnsammelrinne**
 - ca. 20 % NH_3 -Minderung im Vergleich zu Laufflächen ohne Gefälle
 - gezieltes Befeuchten der Laufflächen empfehlenswert
- ✓ **Fressstände**
 - mit Fressständen tiefere NH_3 -Emissionen im Vergleich zur Variante ohne Fressstände
- ✓ **Vergleich perforierte ↔ planbefestigte Laufflächen**
 - NH_3 -Emissionen bei perforiert z.T. deutlich höhere, z.T. gleiche oder etwas tiefere Emissionen als planbefestigt
 - CH_4 -Emissionen perforiert insbesondere in den warmen Jahreszeiten deutlich höher als planbefestigt
 - **Perforierte Laufflächen können nicht als NH_3 -Minderung betrachtet werden, mit Blick auf erhöhte CH_4 -Emissionen nicht empfehlenswert**





Bewertung der untersuchten 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 (Stallkonzept mit Anordnung und Grösse der Funktionsbereiche, Art der Lüftung)
- ⇒ Mehr-Investitionen vertretbar, zur Zeit in der Schweiz gefördert
- ⇒ **können die Haltungsbedingungen für Milchkühe im Laufstall aus Sicht des Umweltschutzes und des Tierwohls optimieren**



[Bilder: Agroscope, 2016-2017]



Fragen?



[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

