



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF

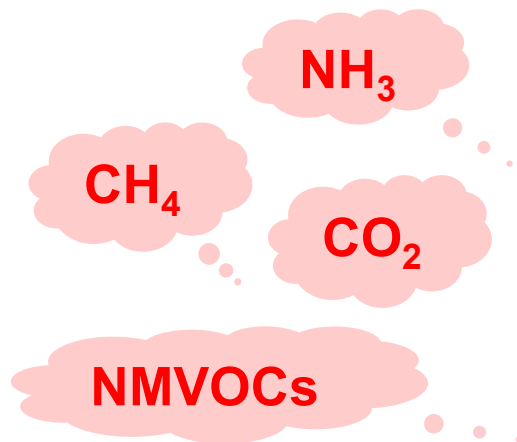
Agroscope



Empa

Materials Science and Technology

Emissionen aus der Milchviehhaltung: Minderungsmaßnahmen im Emissionsversuchsstall messen und bewerten



S. Schrade, K. Zeyer, J. Mohn, M. Zähler

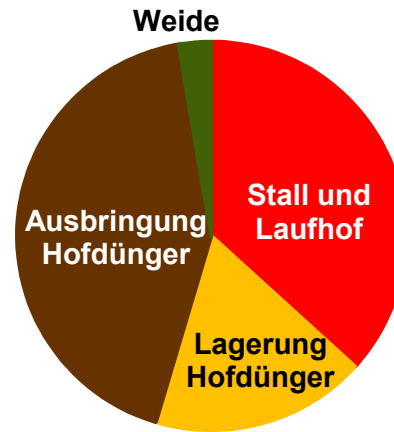
Nachhaltigkeitstagung 2021, Agroscope – online, 28.1.2021

www.agroscope.ch | gutes Essen, gesunde Umwelt

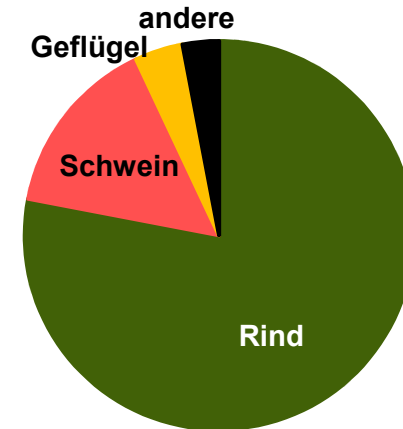


Situation NH₃-Emissionen Schweiz

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



2015



2015

[Kupper et al. 2018]

Umweltziele Landwirtschaft [BLW u. BAFU 2008]

→ Zur Einhaltung der Critical Loads für NH₃-N
Reduktion um rund 40 %

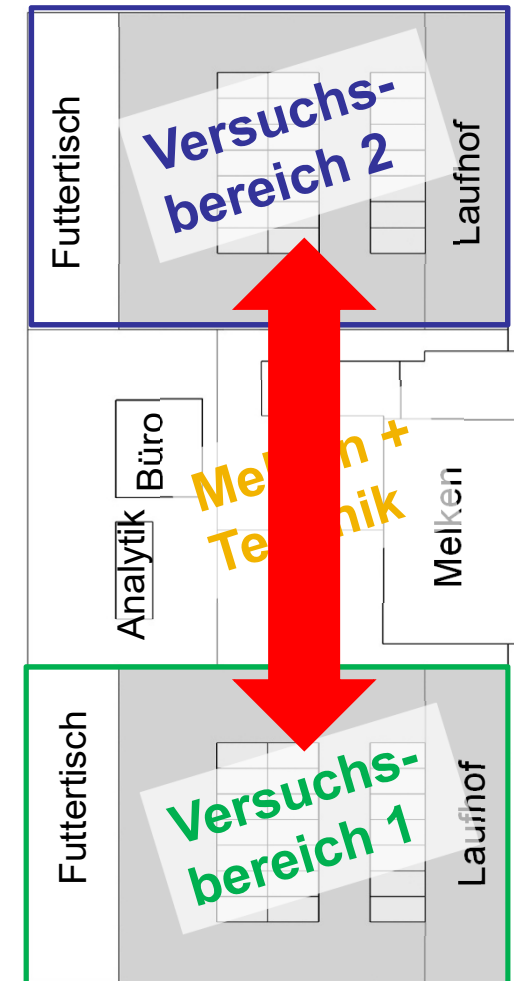
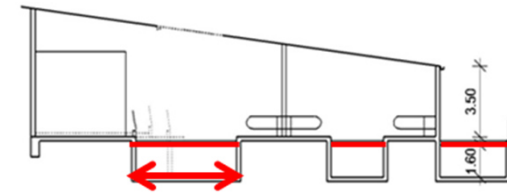
Emissionsdaten
Einflussgrößen
Minderung
Massnahmen
Umsetzung
Umweltziele



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
 - Gezielte Eingriffe in betriebliche Abläufe und Fütterung

➔ **Vergleichende Untersuchung von Minderungsmaßnahmen**





Messkonzept

- 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 , NMVOC mit Gaschromatographie
 NH_3 , CH_4 , CO_2 mit Laserspektrometer
- Begleitparameter: Klima, Fütterung, Tierparameter, Verschmutzung, Verhalten, technische Daten...





Tracer-Ratio-Methode

Atmospheric Environment 179 (2016) 13–22

Contents lists available at ScienceDirect

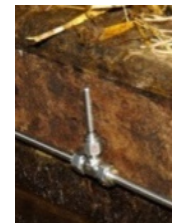
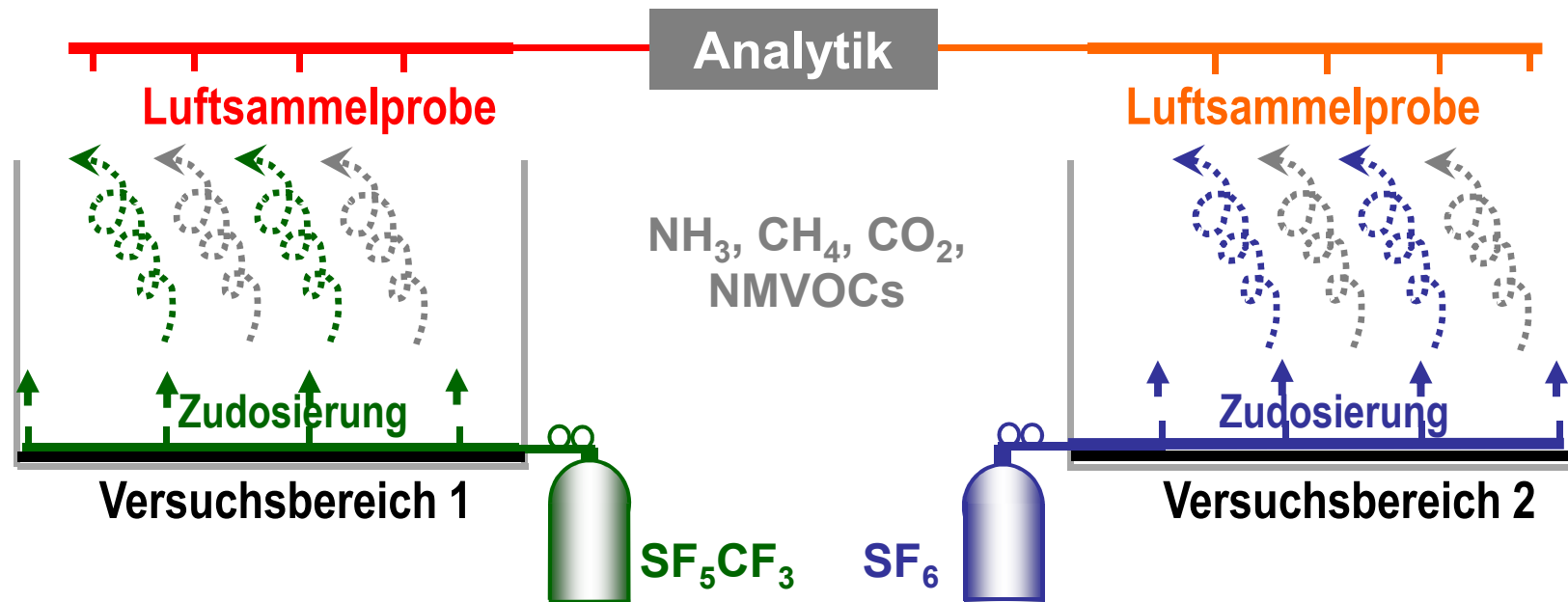
Atmospheric Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/atmosenv

A dual tracer ratio method for comparative emission measurements in an experimental dairy housing

Joachim Mohn^{a,*}, Kerstin Zeyer^a, Margret Keck^b, Markus Keller^b, Michael Zähler^b, Jemey Poteko^a, Lukas Emmenegger^a, Sabine Schrade^a

^aLaboratory for Air Pollution/Environmental Technology, Empa, CH-8600 Dübendorf, Switzerland
^bAgroscope, Trilliken 1, 8500 Frickhofen, Switzerland



Agroscope



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
2018	Nov/Dez	Winter
	Jul	Sommer
	Sept/Okt	Übergangszeit
2020	Nov/Dez	Winter
	Jun/Jul	Sommer
	Sept/Okt	Übergangszeit
Nov/Dez	Winter	

Laufflächen mit Gefälle



Fressstände



planb. - perforiert



Silage - silofrei

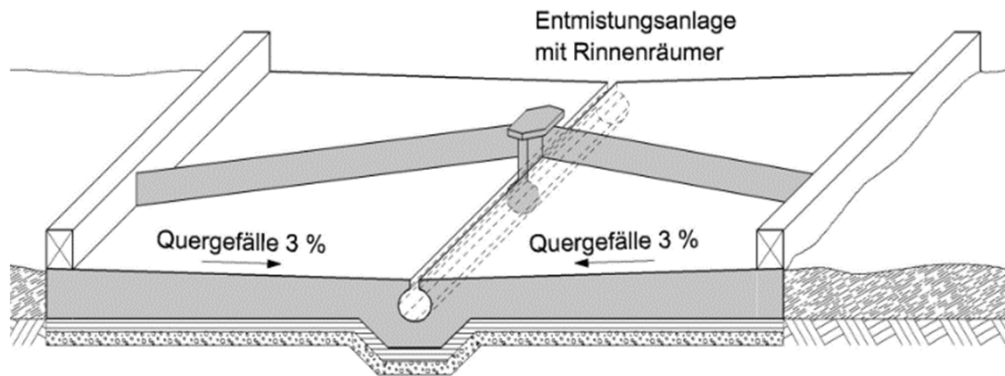


Esparsette

[Bilder: Agroscope, 2015-2018]



Laufflächen mit Gefälle und Harnsammelrinne → rascher Harnabfluss



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

Ammoniak-Minderung unter CH-Haltungsbedingungen?

2011 | Umwelt-Vollzug | Landwirtschaft

Multimediale | Vergleich des Abflusserhaltens auf planbefestigten Laufflächenbelägen in Rinderställen

FLIR 1 25.3°C 13.1°C 2 24.0°C 19.6°C

Profi Lait Rascher Harnabfluss reduziert Ammoniak

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Föderation der Landwirtschaftlichen Organisationen der Schweiz
Confederazione Svizzera delle Organizzazioni Agrarie
Confederaziun svizra d'organisaziuns agricolas

KOLAS | COSAC

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Föderation der Landwirtschaftlichen Organisationen der Schweiz
Confederazione Svizzera delle Organizzazioni Agrarie
Confederaziun svizra d'organisaziuns agricolas

Baumerkblatt
Rindvieh – Dimensionierung Harnsammelrinne

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

Hintergrund

Auf planbefestigten Laufflächen ohne Gefälle verbleibt bis zum nächsten Entmistungszeitpunkt stehende Harnse. Stehende Harnse (Harnpfützen) in Ställen und Mästen stellen ein grosses Böden- und Freisetzungspotential für Ammoniak dar, beeinträchtigt die Klauengesundheit und die Tiersauberkeit. Harn soll auf dem kürzesten Weg mit einem Quergefälle von rund 3 % zu einer Harnsammelrinne abfließen. Er kann nur bei einer sauberen Lauffläche ungehindert abfließen. Während der Abfließzeit der Tiere ist deshalb eine Entmistung im 2-Stunden-Intervall empfehlenswert.

Das Volumen der derzeit verbreiteten Führungsrinne von Scheibereinstaltungsanlagen ist begrenzt. Insbesondere bei Vermistabzügen durch Kot und Einstreu kann es zum Anhalten und Überlaufen und somit zu stehendem Harn auf der Lauffläche kommen. Daher sind ausreichend gross konstruierte Harnsammelrinnen erforderlich.

Skizze:

Planbefestigte Lauffläche mit Quergefälle von 3 %, Harnsammelrinne sowie Scheibereinstellung mit Rinnenräumer (Vollzugshilfe Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft, BAFU & BLW 2011)

Herleitung

Die Dimensionierung der Harnsammelrinne lässt sich ausgehend vom Harnfall in den jeweiligen Stallbereichen und der Länge der Laufflächen sowie der Einstreuauflagehöhe herleiten. Dabei ist ein passiver Zutrieb als „Pufferkapazität“ für unregelmässigen Harnfall und für Kot in der Rinne anzukalkulieren.

Querschnittsfläche der Harnsammelrinne (qm²) =

$$((\text{Harnfall pro Kuh und Tag}) \cdot \text{Anzahl Harn auf der Fläche verbleibend})^2 + \text{Zusatz passiver} (P) \cdot \text{Anzahl Tieraufenthalts im Laufbereich} (N) \cdot 100$$

$$+ (\text{Anzahl Regenwasser im Laufhof pro Tag}) \cdot \text{Lauffläche pro Kuh (qm²)} + \text{Lauffläche pro Kuh (qm²)}$$

$$\cdot \text{Anzahl Kühe} (N) / \text{Länge Laufgang (m)} \cdot \text{Anzahl Einstreuauflagehöhe (m)} \cdot 10^4$$

Annehmen:

- 35 Harnfall pro Kuh u. Tag, hergeleitet von Monteny (2000) und Schrade (2006)
- 20 % bzw. 7 l des Harns verbleibt auf der Fläche, hergeleitet von Steiner (2012)
- 50 % bzw. 10.5 l für unregelmässigen Harnfall und für Kot in der Harnsammelrinne
- Tieraufenthalts im angebauten Laufhof 5 %, hergeleitet von Köster & Häusser (1997) und Schrade et al. (2010), mit Rechnung in Oberboden
- für Laufflächen (Belweise) nicht überdeckt: 12 l Regenwasser pro Quadratmeter und Tag, hergeleitet von der Definition für Laufgänge (D 0.5 l/m) und 2.5 m nicht überdeckte Lauffläche pro Kuh (nach INALU-Programm)
- Umschlagfaktor von bzw. auf Harnfall pro m Harnmenge in und Querschnittsfläche und % in Dezimalform

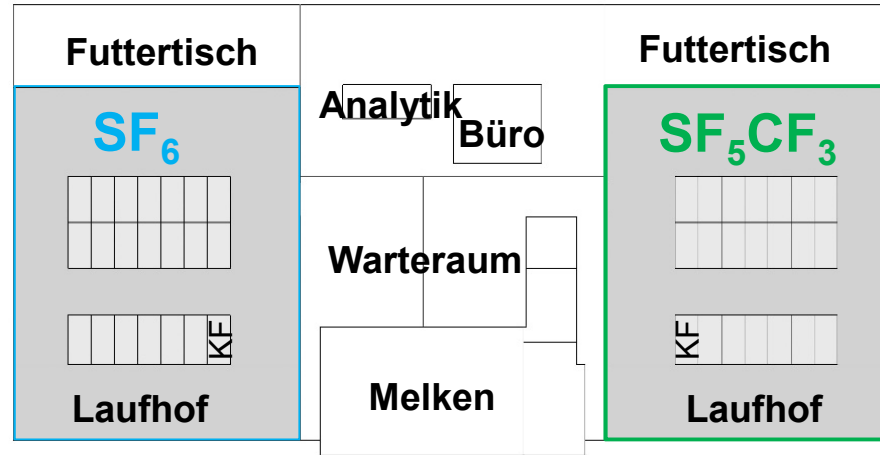
Agroscope

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

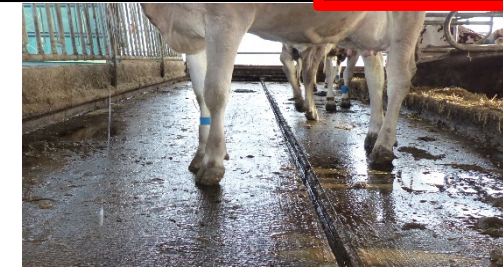
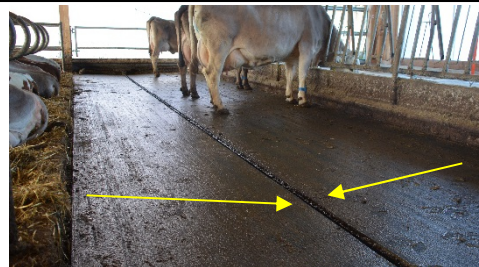
Föderation der Landwirtschaftlichen Organisationen der Schweiz
Confederazione Svizzera delle Organizzazioni Agrarie
Confederaziun svizra d'organisaziuns agricolas



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	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

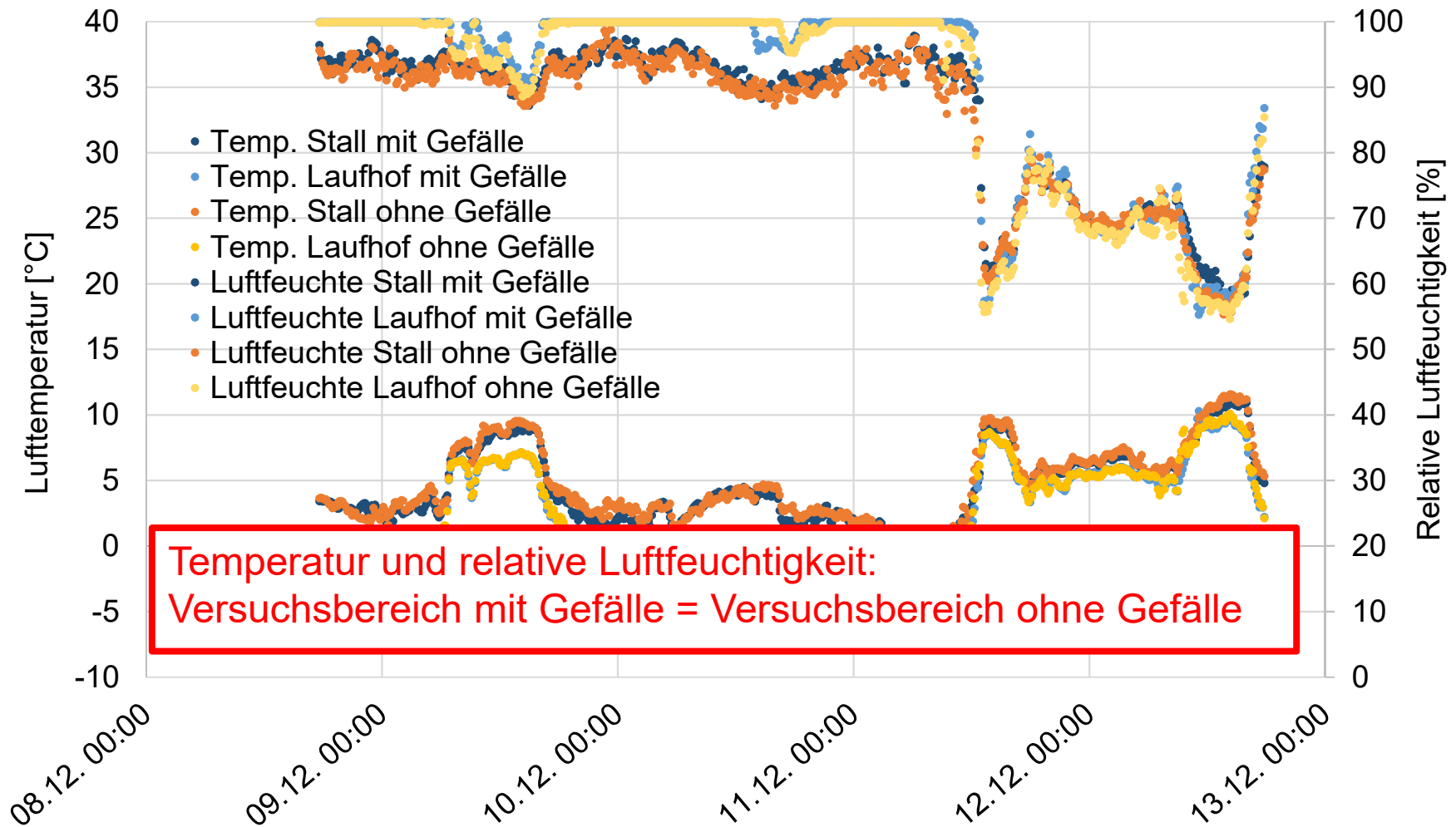


[Bild: Agroscope, 2016]

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

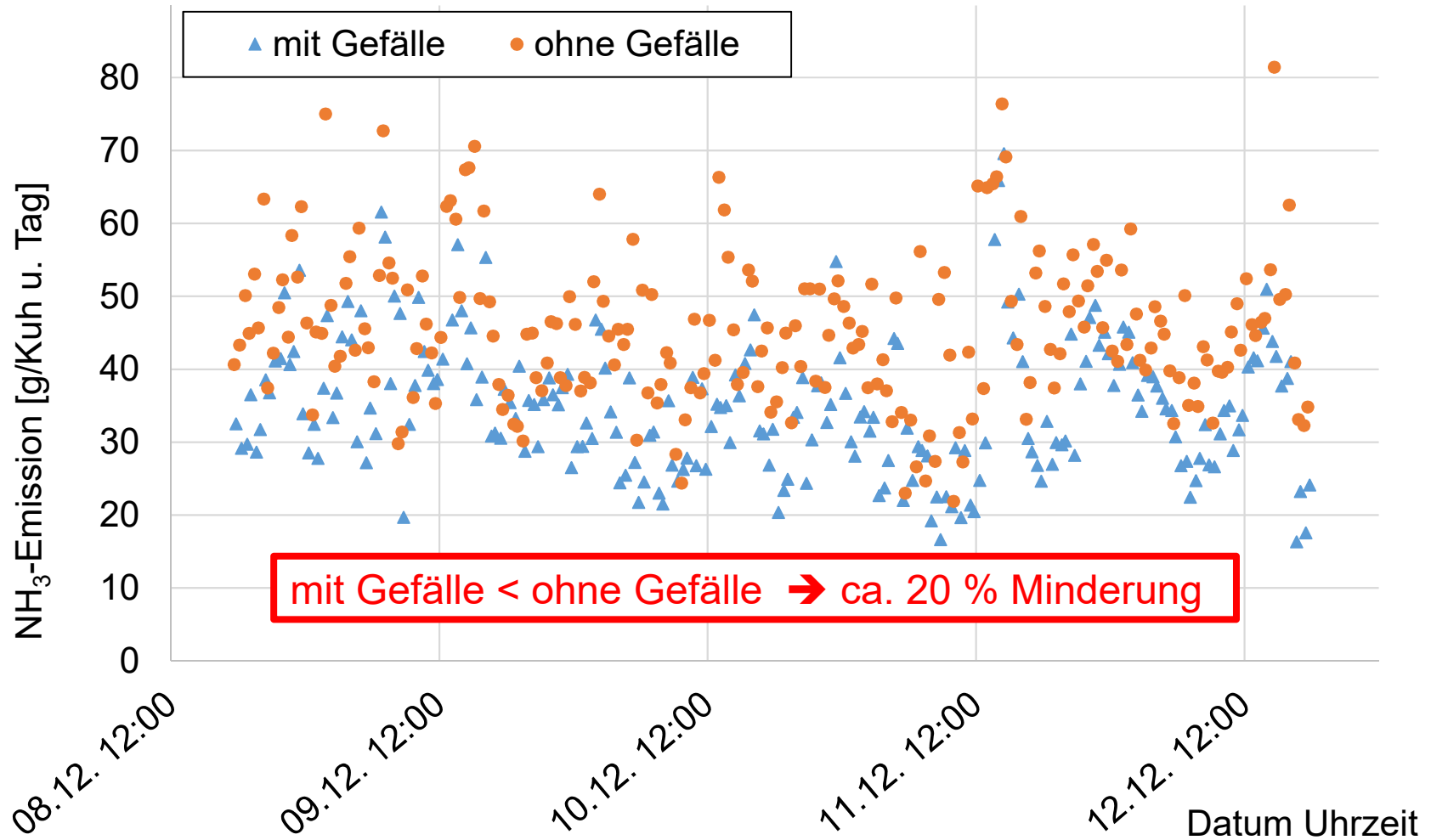


Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit





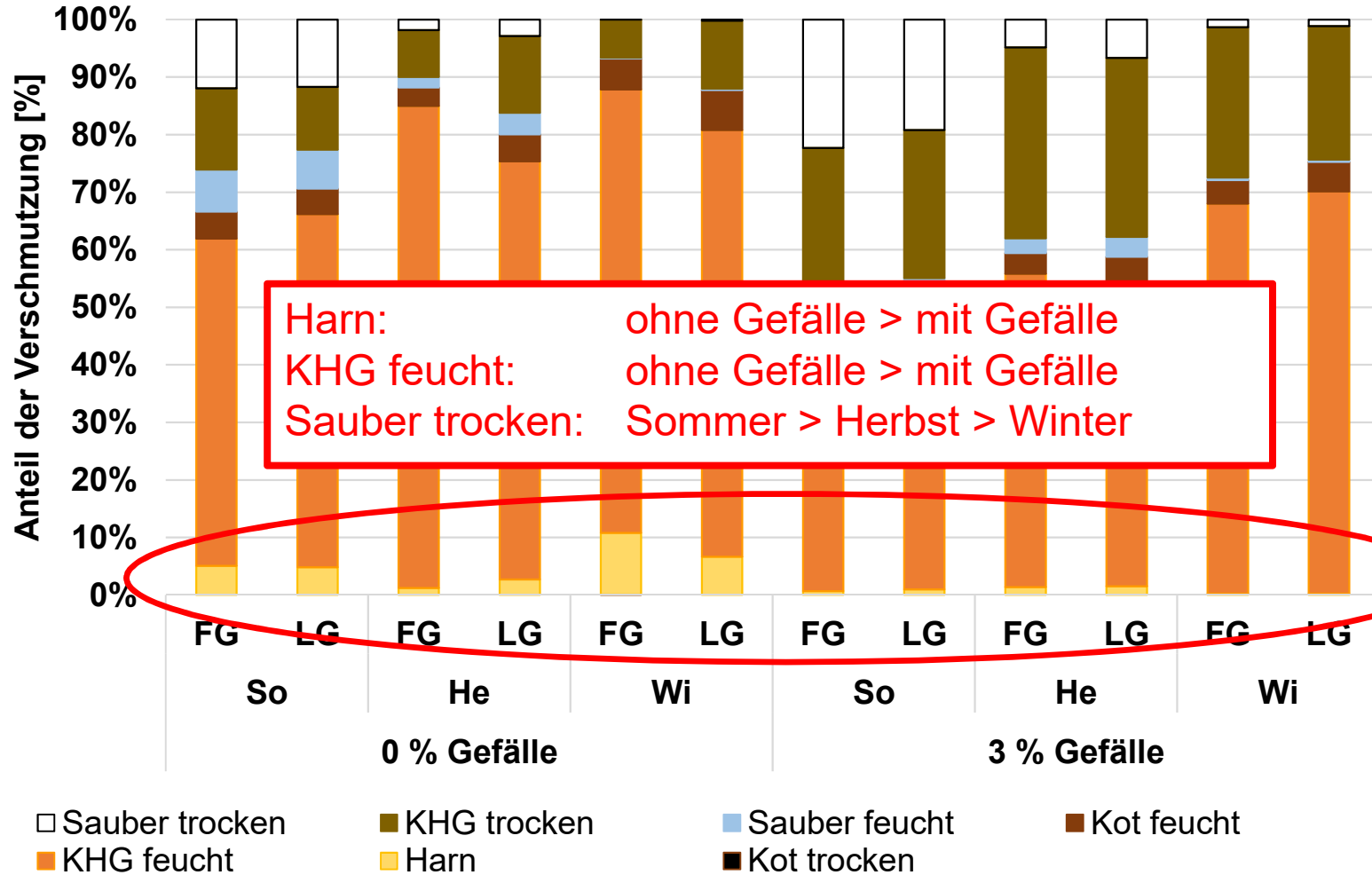
NH₃-Emissionen





Laufflächenverschmutzung:

Rel. Anteil nach Art (12 x entmisten, Sommer, Herbst, Winter)





Hintergrund Untersuchung Rutschfestigkeit

Erfahrungen Milchviehstall TÄnikon 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

Varianten:

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

Methode Direktbeobachtungen (kontinuierliche Aufnahme):

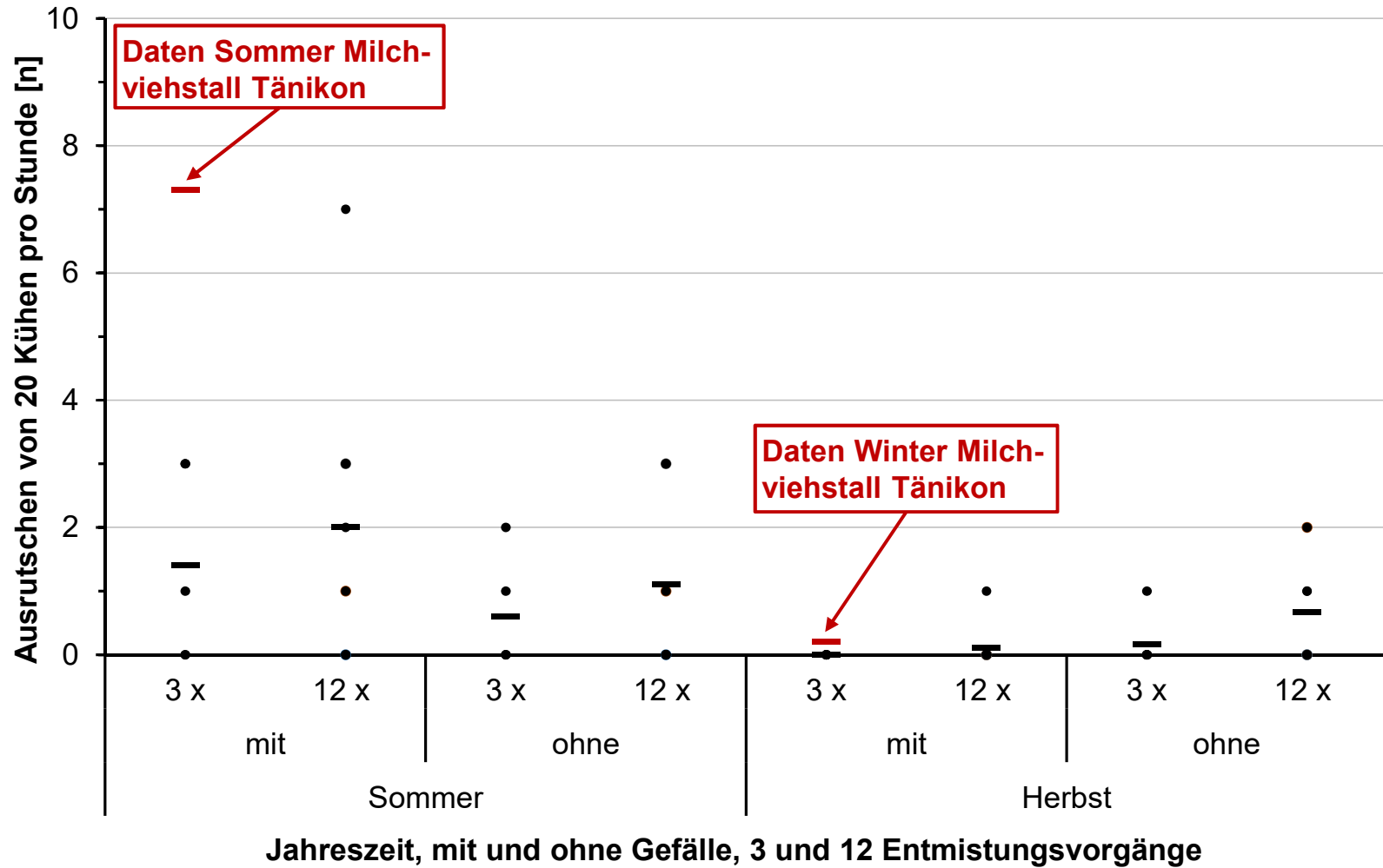
- ⇒ Ausrutschen im Zusammenhang mit bestimmten Verhaltensweisen und Stürze
- ⇒ Häufigkeit bzw. Vorkommen bestimmter Verhaltensweisen

Zeitraum:

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



Ausrutschen beim Gehen





Gezieltes Befeuchten der Laufflächen



[Bild: Buri AG, 2016]

[Bild: Agroscope, 2016]



Gezieltes Befeuchten: Material und Methoden

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

Lauffläche: 3 % Gefälle mit Harnsammelrinne, Gummimatten

Varianten:

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

Methode Direktbeobachtungen (kontinuierliche Aufnahme):

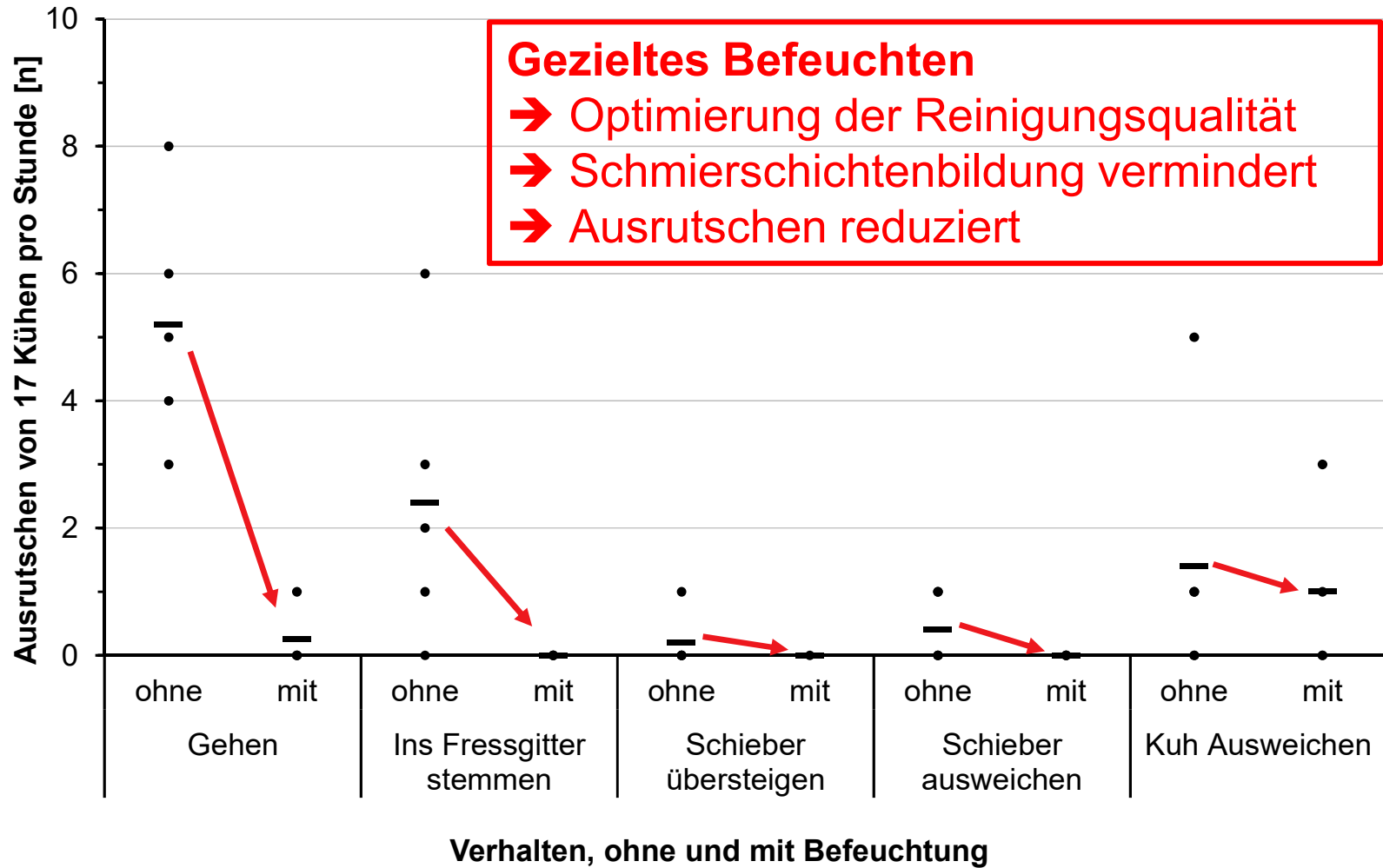
- ⇒ Ausrutschen im Zusammenhang mit bestimmten Verhaltensweisen und Stürze
- ⇒ Häufigkeit bzw. Vorkommen bestimmter Verhaltensweisen

Zeitraum:

- ⇒ Sommer
- ⇒ 10 Tage à 60 Minuten



Ausrutschen bei diverssem Verhalten





Folgerungen

- ✓ **Emissionsversuchsstall ermöglicht vergleichende Messungen:**
 Herdendaten: nur geringe Unterschiede zwischen Gruppen
 Stallklima: keine Unterschiede zwischen Versuchsbereichen
- ✓ **3 % Gefälle und Harnsammelrinne**
 - ➔ rasches Abfließen des Harns von der Lauffläche
 - ➔ ca. 20 % NH₃-Minderung im Vergleich zu Laufflächen ohne Gefälle
 - ➔ gezieltes Befeuchten der Laufflächen wichtig



Bauen Förd 01_10
 Agrarwissen Merkblatt | Nr. 60 | 2020
Laufflächen mit 3 % Quergefälle und Harnsammelrinne in Laufställen für Milchkühe
 Autoren: Michael Zähler und Sabine Schrade
 Version 1, Januar 2020

Die Ammoniak-Emissionen aus Laufställen für Milchvieh zu reduzieren, sind die Massnahme «Laufflächen mit 3 % Quergefälle und Harnsammelrinne» für einen starken Handlungsbedarf. Diese bauliche Massnahme wird derzeit vom Bund und dem Kanton finanziell unterstützt.

Hintergrund
 Ammoniak in Laufställen für Milchkühe entsteht hauptsächlich aus dem Harn auf den Laufflächen. Dieser Prozess beginnt unmittelbar nach dem Absitzen von Harn und läuft sehr schnell ab – unter anderem auch abhängig von Temperatur und Windgeschwindigkeit. Um die Bildung und Freisetzung von Ammoniak zu vermeiden, ist ein rasches Abfließen des Harns von den Laufflächen notwendig. Dies wird mit dem Einbau eines Quergefälles und einer Harnsammelrinne an einem Scheitel der Harnsammelrinne in Kombination mit häufigen Entleerungen erreicht.

Die Einflüsse des Quergefälles auf den Ammoniakverlust wurden in einem Experiment mit Stuten von 0-5 % Gefälle untersucht. Die Ammoniak- und stickstoffhaltige Nipol-Reduktion sank bis zu einem Gefälle von 3 % anhebt. Eine weitere Erhöhung des Gefälles brachte nur noch geringe Verbesserungen (Danner et al. 2015). Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung werden für die Massnahme zur Minderung der Ammoniak-Emissionen 3 % Quergefälle bei Laufflächen abgeleitet. Eine Beseitigung der Kühe (z. B. der Querteile) bei Laufflächen mit 3 % Quergefälle konnte bisher nicht bestätigt werden, weshalb diese aus ethischer und veterinärmedizinischer Sicht nicht empfohlen werden.

Im Emissionsversuchsstall für Milchkühe vor Ammoniak in Tullen wurde 2015 die Massnahme «Planreliefte Laufflächen mit 3 % Quergefälle und einer Harnsammelrinne» in der Praxis am häufigsten verbreiteten Bauweise «Planreliefte Laufflächen ohne Gefälle» verglichen. Die Ergebnisse zeigen für Laufflächen mit Quergefälle und Harnsammelrinne eine Minderung der Ammoniak-Emissionen von rund 20 % gegenüber der Referenz ohne Gefälle (Schrade et al. 2016).

Skizze

Abb. 1: Mögliche Variante einer planreliefte Lauffläche mit 3 % Quergefälle. Harnsammelrinne sowie Scheitelentleerung mit Rotationsarm (R&V) und BLW 2011. Graphik: Daniel Herzig, Agroscope.

Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederaziun Svizra
 Confederaziun Svizra

Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederaziun Svizra
 Confederaziun Svizra



Fragen?

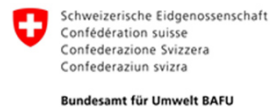


[Bild: Agroscope, 2015]

Herzlicher Dank an

M. Keller, J. Poteko, H. Lüthi, 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