

Milchviehhaltung: Welchen Effekt hat der Rohproteingehalt der Ration auf die Ammoniakemissionen?

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

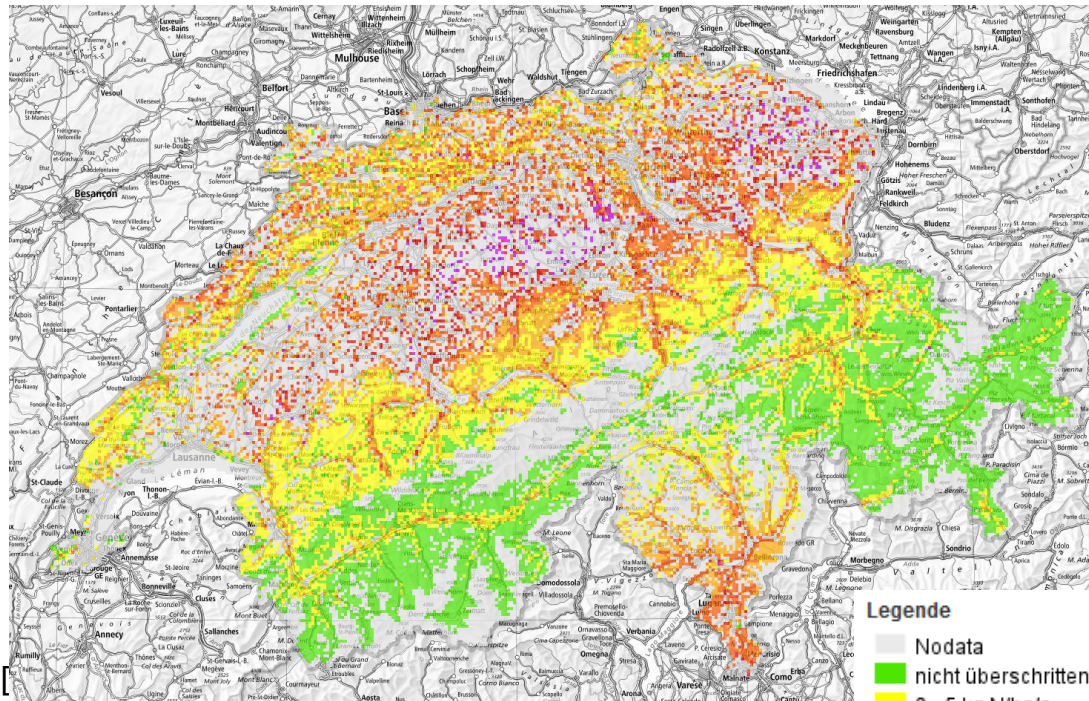
15.5.2024, Tagung Netzwerk Nutztiere, Zollikofen





Hintergrund

Überschreitung der kritischen Eintragsgrenzen (Critical Loads) für Stickstoff



➔ **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]



Situation NH₃- und N₂O-Emissionen Schweiz

~94 % der NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft (2019), v. a. Tierhaltung

~63 % der N₂O-Emissionen aus der Landwirtschaft (2020)



Umwelt- und Klimaziele Landwirtschaft [BLW u. BAFU 2008, BLW 2011]

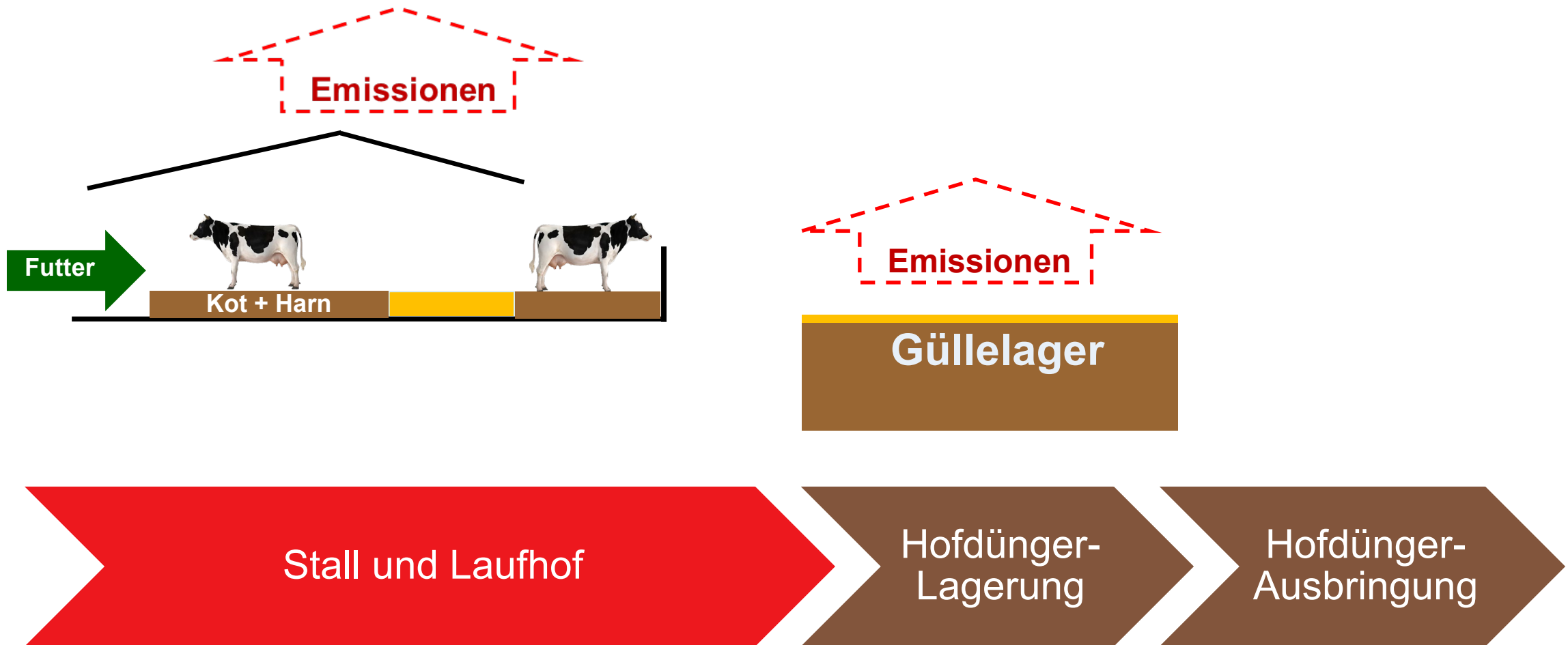
- Zur Einhaltung der Critical Loads für NH₃-N Reduktion auf ~25'000 t Stickstoff pro Jahr
- Reduktion der Treibhausgase aus der Landwirtschaft um mindestens ein Drittel bis zum Jahr 2050



[BAFU 2007, 2022, Kupper et al. 2018, 2022]



Stickstoff-Kette und NH₃-Emissionen





Zusammenhänge: Rohprotein-Gehalt (RP) der Ration

→ Milchharnstoffgehalt → NH₃-Emission

Praxisuntersuchungen:

Van Duinkerken et al. 2005, 2011;

Powell et al. 2008;

Schrade et al. 2012;

Edouard et al. 2019

Literaturübersicht:

Bracher 2011

→ Ziel: Ausgeglichene und bedarfsgerechte Fütterung

→ Milchharnstoff-Gehalt als Indikator für Stickstoffverwertung und -ausscheidung



[Bild: Agroscope]



Fragestellungen

- Wie wirkt sich ein hoher RP-Gehalt im Vergleich zu einem tiefen RP-Gehalt der Ration auf die NH₃-Emissionen im Stall (Praxismassstab) aus?
- Welches sind signifikante Einflussgrößen auf die Emissionen?
- Kann der Milchwahstoffgehalt als Indikator für die N-Ausscheidung und somit auch auf das NH₃-Emissionspotenzial herangezogen werden?
- Beeinflussen die Rationen («RP-Gehalt hoch» ↔ «RP-Gehalt tief») Milchleistung und –inhaltsstoffe?

Science of the Total Environment 896 (2023) 165027



<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165027>

Effect of diets with different crude protein levels on ammonia and greenhouse gas emissions from a naturally ventilated dairy housing



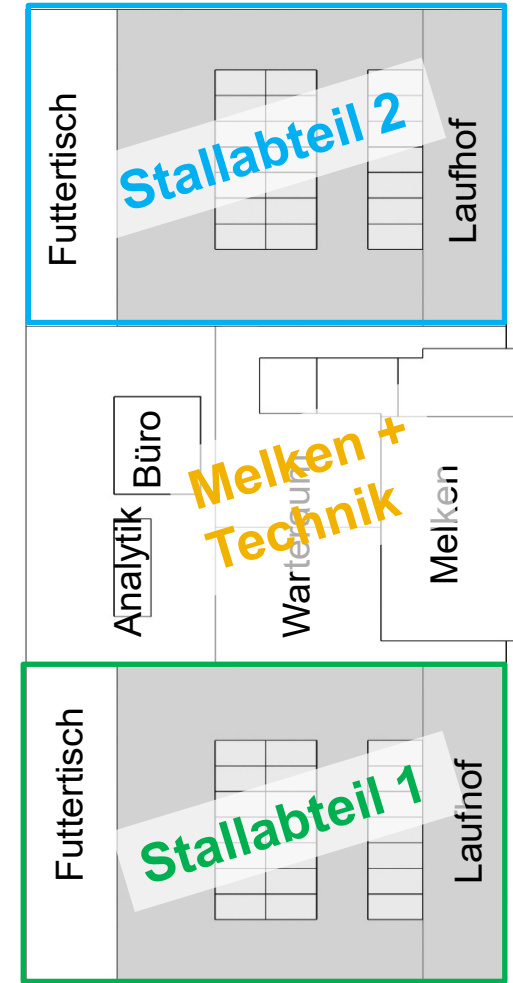
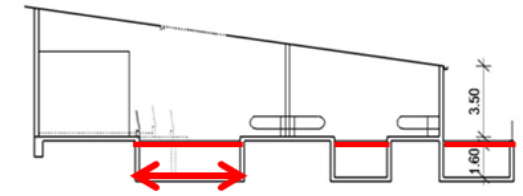
Sabine Schrade ^{a,*}, Kerstin Zeyer ^b, Joachim Mohn ^b, Michael Zähler ^a

^a Agroscope, Ruminant Nutrition and Emissions Research Group, 8356 Birmensdorf, Switzerland
^b Empa, Laboratory for Air Pollution / Environmental Technology, 8600 Dübendorf, Switzerland



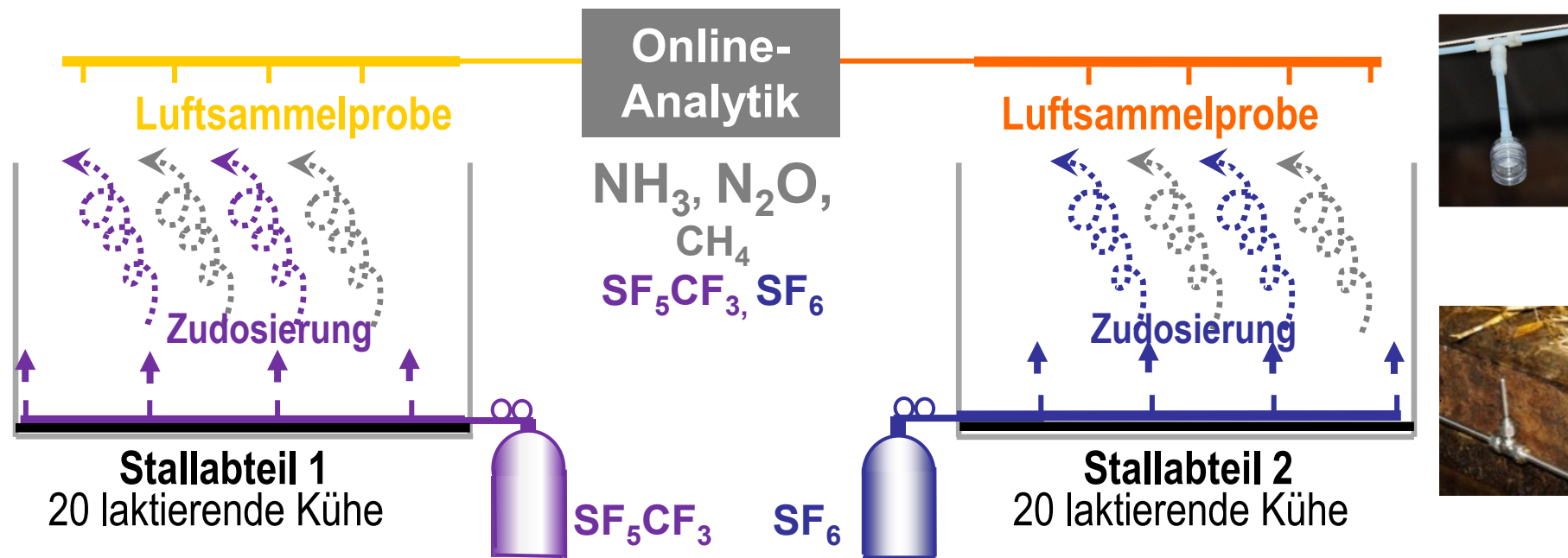
Emissionsversuchsstall

- Liegeboxenlaufstall mit zwei Stallabteilen für je 20 laktierende Kühe und getrennten Güllesystemen
 - Variable Anordnung und Abmessungen
 - Modulartige Bauweise
 - Weitere spezielle Versuchseinrichtungen
-
- Vergleichbare klimatische Bedingungen in beiden Stallabteilen
 - Praxismassstab («Ebene Stallabteil/Herde»)
 - Tieraktivität unbeeinflusst
 - Eingriff in betriebliche Abläufe gezielt





Tracer-Ratio-Methode im Emissionsversuchsstall mit zwei Stallabteilen für vergleichende Messungen





Vergleichende Messungen mit «crossover-design»



[Fotos: Agroscope]

crossover design

	Stallabteil 1	Stallabteil 2
Eingewöhnung (10 Tage)	RP-Gehalt tief	RP-Gehalt hoch
Messung (6 Tage)	RP-Gehalt tief	RP-Gehalt hoch
Eingewöhnung (10 Tage)	RP-Gehalt hoch	RP-Gehalt tief
Messung (6 Tage)	RP-Gehalt hoch	RP-Gehalt tief

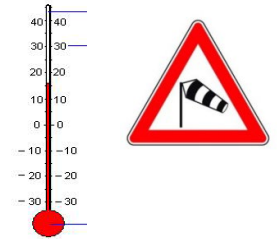
Messungen in eher kühler Jahreszeit: Februar bis März



Begleitparameter

➔ Beschreibung der Messsituation, Einflussgrößen auf die Emissionen

- **Futter**
Futter- und Trogrestmassen täglich,
Gehalte: Analyse von Poolproben über 6-tägige Messung
- **Tierdaten**
Milchleistung (täglich, Einzeltier), Lebendmasse (Einzeltier),
Fress- und Wiederkäuverhalten (10 Fokustiere)
- **Milchproben**
an 3 Tagen pro Messung jeweils morgens und abends (Einzeltier)
- **Harnproben**
an 2 Tagen pro Messung morgens, 9 Fokustiere
- **Wetterdaten**
Temperatur, Windgeschwindigkeit relative Luftfeuchtigkeit,
Niederschlag etc. im Stall und aussen



[Fotos: Agroscope]



Rationen

	RP tief		RP hoch
Futterkomponenten in der Ration	Grassilage, Maissilage, Heu, Zuckerrübenschnitzel-Silage, Milchleistungsfutter, Energiereiches Kraftfutter, Dextrose, Mineralfutter		Grassilage, Maissilage, Heu, Zuckerrübenschnitzel-Silage, Milchleistungsfutter, Proteinausgleichfutter, Energiereiches Kraftfutter, Harnstoff, Mineralfutter
Rohprotein [g / kg TM]	115	<	169
Rohfaser [g / kg TM]	239	>	195
NEL [MJ / kg TM]	6.3	=	6.4

Ziel

Vergleich der NH_3 -Emissionen von typischen CH-Teilmischrationen mit unterschiedlichen RP-Gehalten

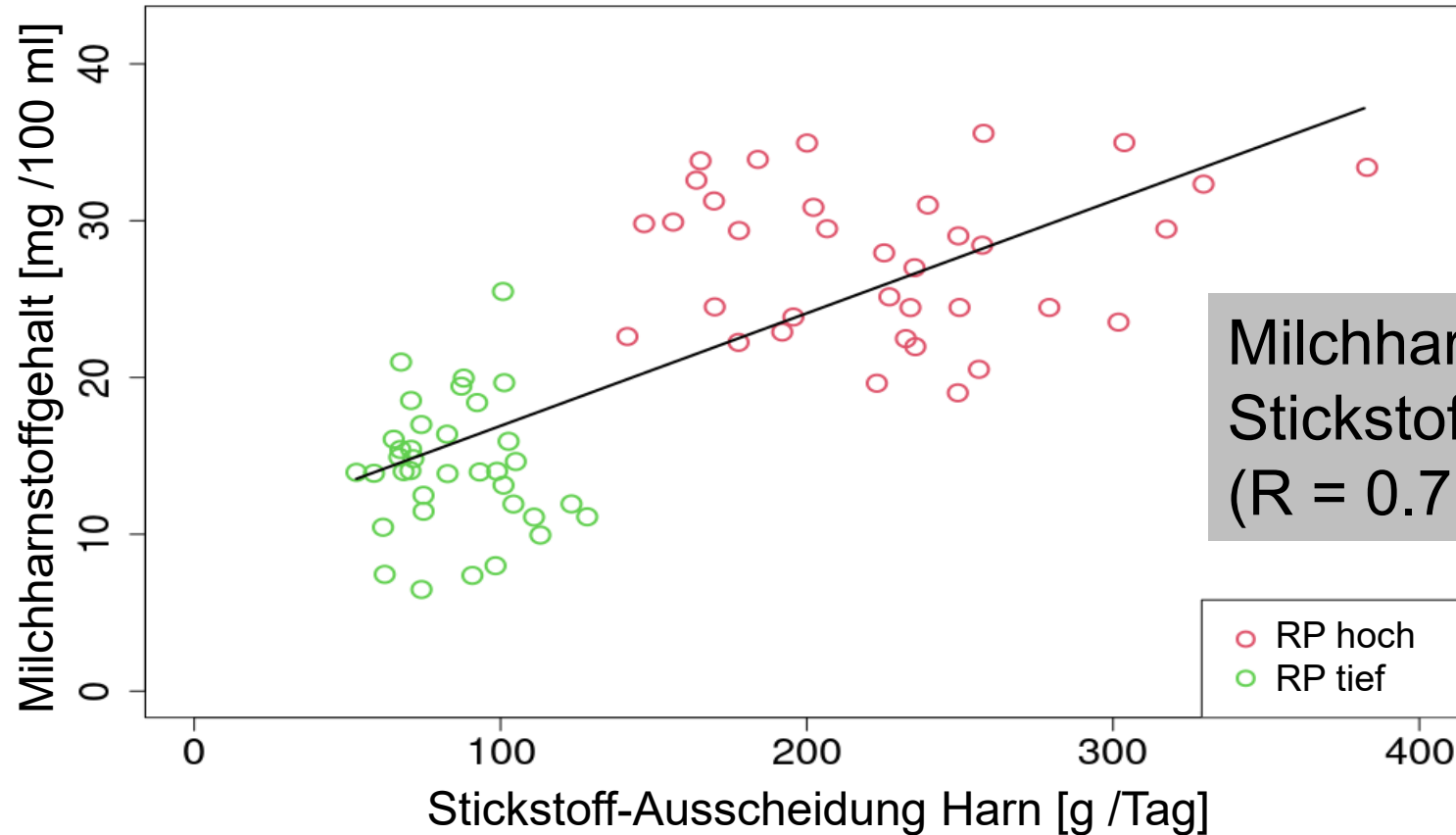


Rationen und Tierdaten

	RP tief		RP hoch
Futterkomponenten in der Ration	Grassilage, Maissilage, Heu, Zuckerrübenschnitzel-Silage, Milchleistungsfutter, Energiereiches Kraftfutter, Dextrose, Mineralfutter		Grassilage, Maissilage, Heu, Zuckerrübenschnitzel-Silage, Milchleistungsfutter, Proteinausgleichfutter, Energiereiches Kraftfutter, Harnstoff, Mineralfutter
Rohprotein [g / kg TM]	115	<	169
Rohfaser [g / kg TM]	239	>	195
NEL [MJ / kg TM]	6.3	=	6.4
Lebendmasse [kg]	714 ± 85	=	719 ± 83
Trockenmasseverzehr [kg / Kuh u. Tag]	17.6 ± 0.3	<	20.4 ± 1.0
Milchleistung in ECM [kg / Kuh u. Tag]	24.8 ± 0.8	<	27.8 ± 2.3
Stickstoff-Aufnahme [g / Kuh u. Tag]	323 ± 5.7	<	551 ± 26
Milchharnstoffgehalt [mg / L)	151 ± 21	<	293 ± 27
Stickstoff im Harn [g / Kuh u. Tag]	84.8 ± 19.0	<	224.9 ± 56.3



Milchharnstoffstoffgehalt und Stickstoff-Ausscheidung Harn



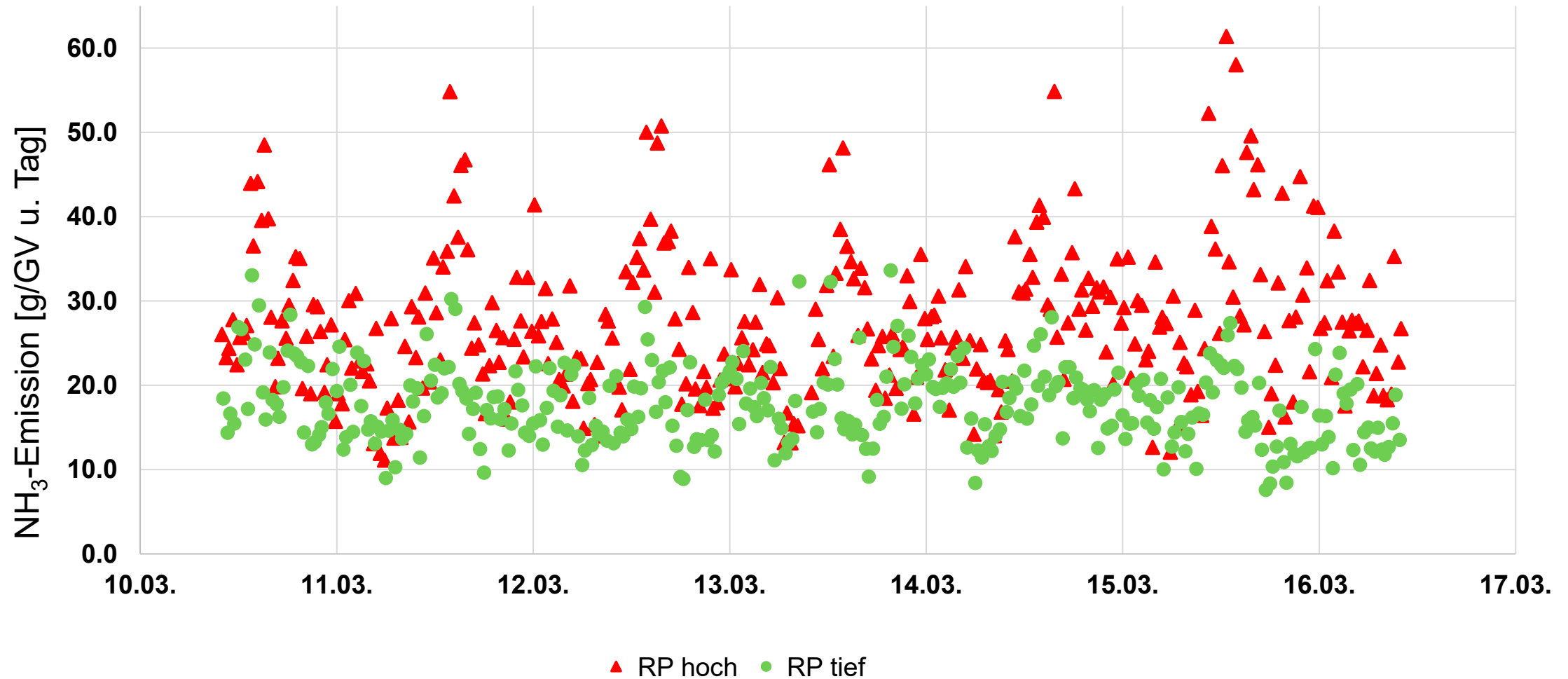
Weitere Korrelationen

RP-Gehalt Ration und Stickstoff- Ausscheidung Harn (R = 0.84)

RP-Gehalt Ration und Milchharnstoffgehalt (R = 0.82)



Beispiel Verläufe NH₃-Emissionen



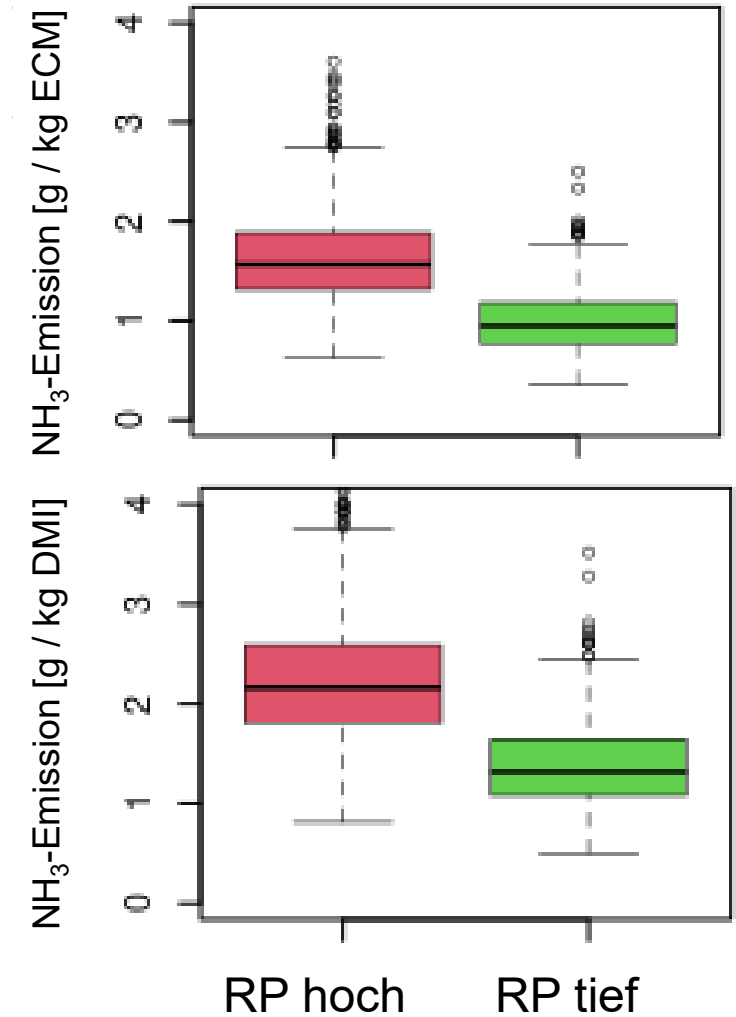
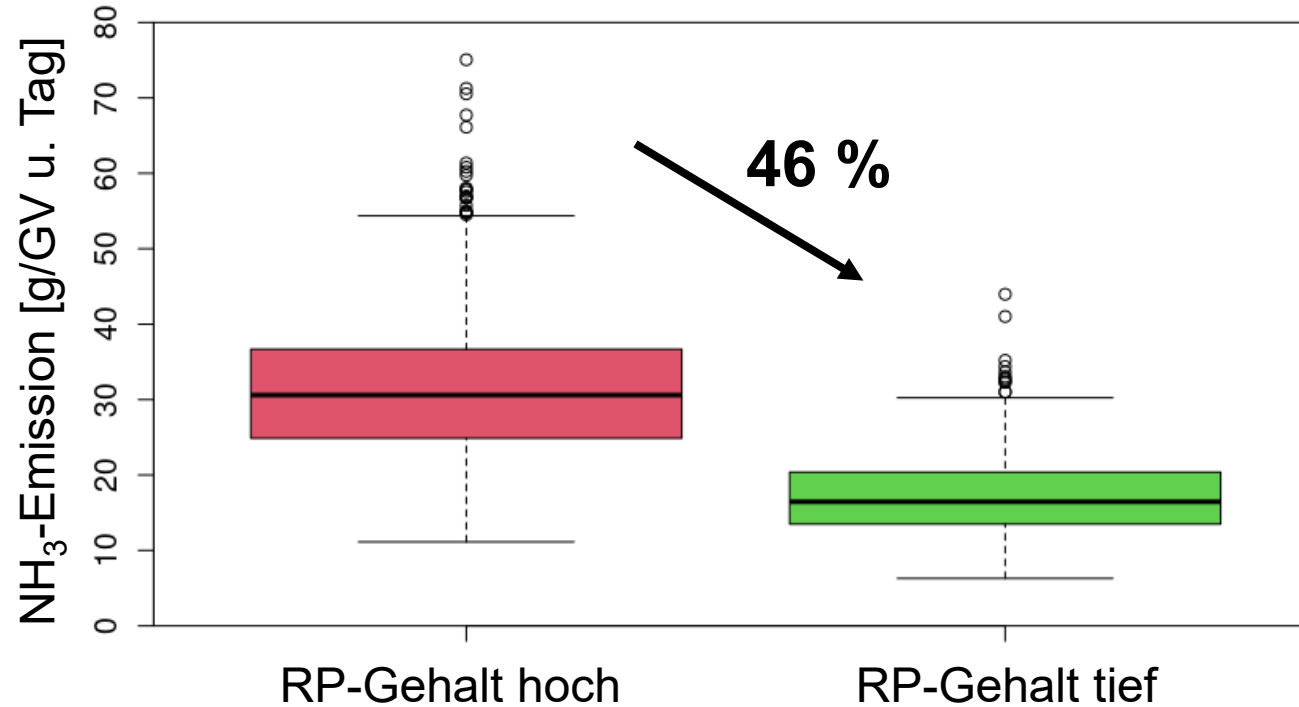
Milchviehhaltung: Welchen Effekt hat der Rohproteingehalt der Ration auf die Ammoniakemissionen? | Tagung Netzwerk Nutztiere. 15.5.2024, Zollikofen

Sabine Schrade et al., Agroscope



NH₃-Emissionen

nach Grossvieheinheit (1 GV = 500 kg Lebendmasse)
Milchleistung (ECM) und Trockenmasseverzehr (DMI)

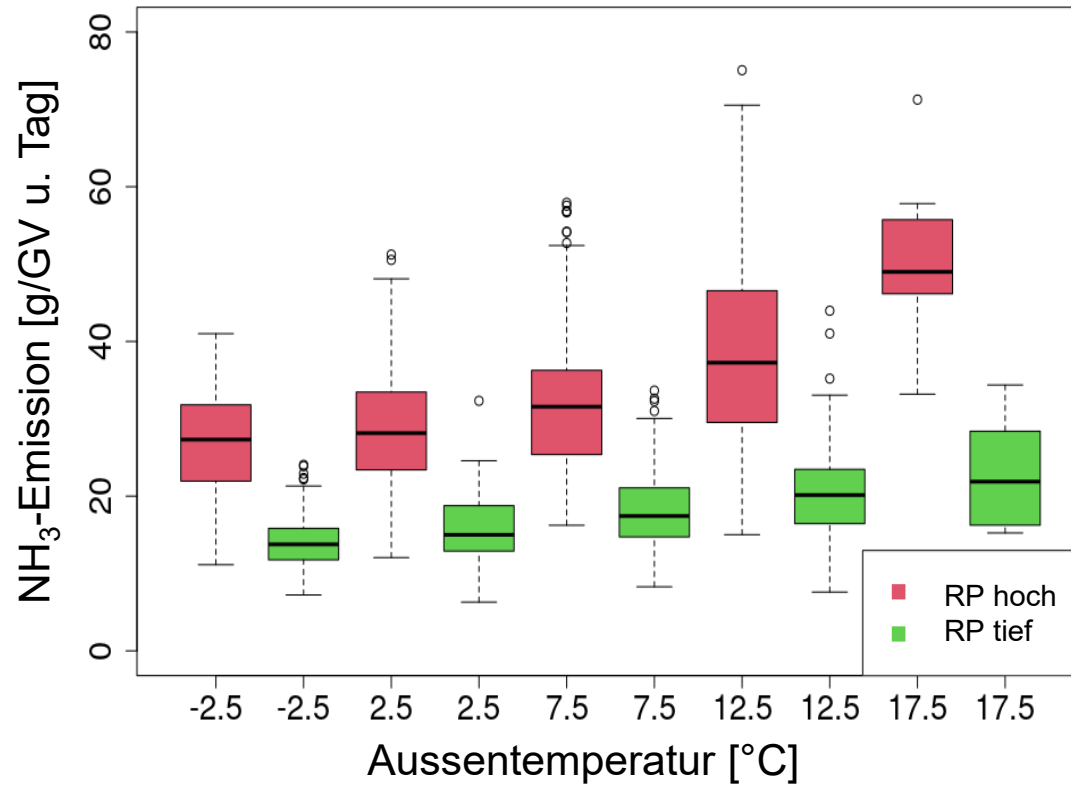


Einflussgrößen auf NH₃-Emission

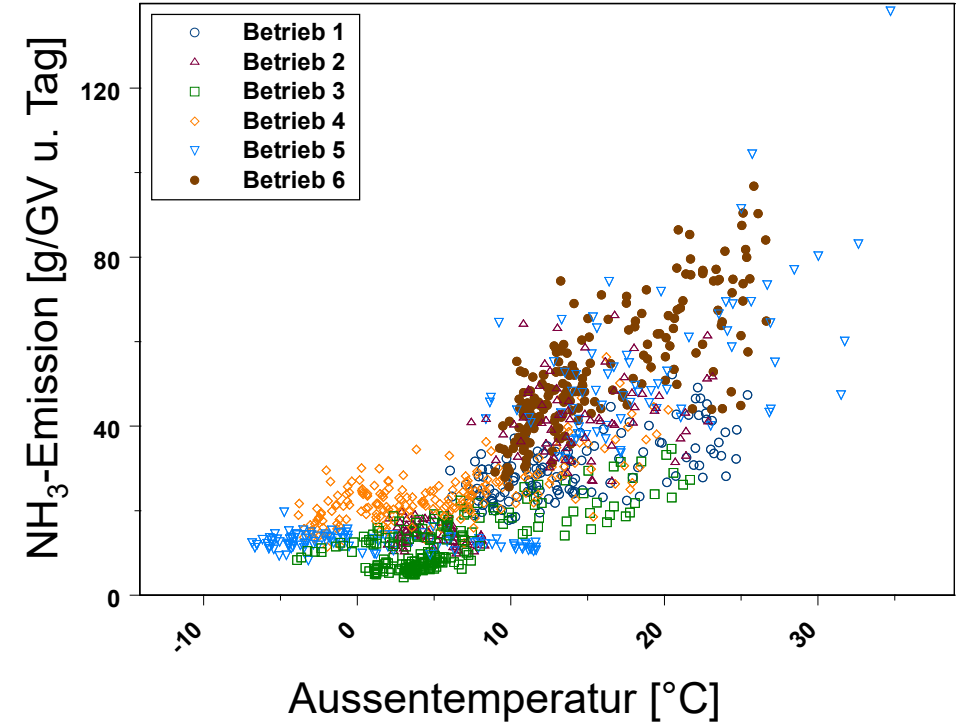
Ration ($p < 0.001$), Aussentemperatur ($p < 0.001$),
Windgeschwindigkeit im Stall ($p < 0.001$)



Effekt auf die NH₃-Emissionen: Aussentemperatur



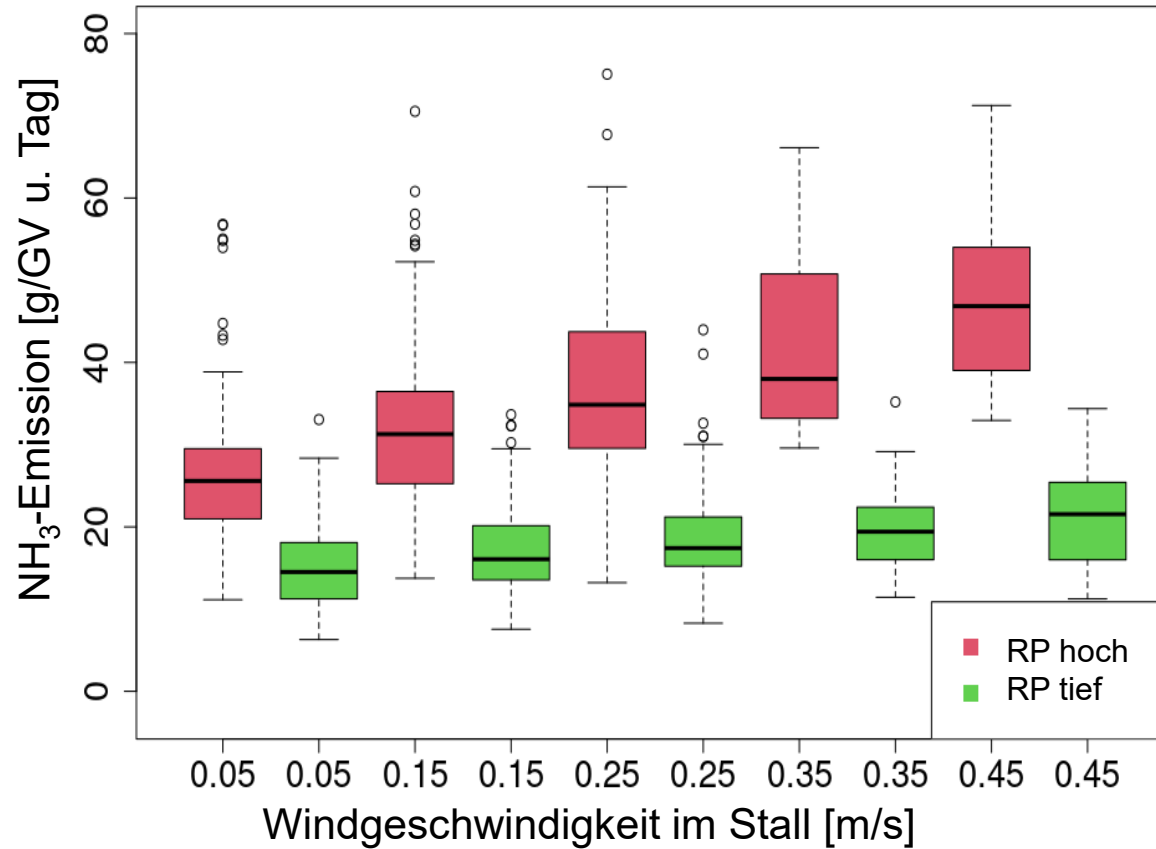
Vergleich: Messungen auf Praxisbetrieben mit grösserem Temperaturbereich
[Schrade et al. 2011]



Temperatureffekt auf NH₃-Emissionen bei höherem RP-Gehalt deutlicher



Effekt auf die NH₃-Emissionen: Windgeschwindigkeit im Stall



Effekt der Windgeschwindigkeit im Stall auf NH₃-Emissionen bei höherem RP-Gehalt deutlicher

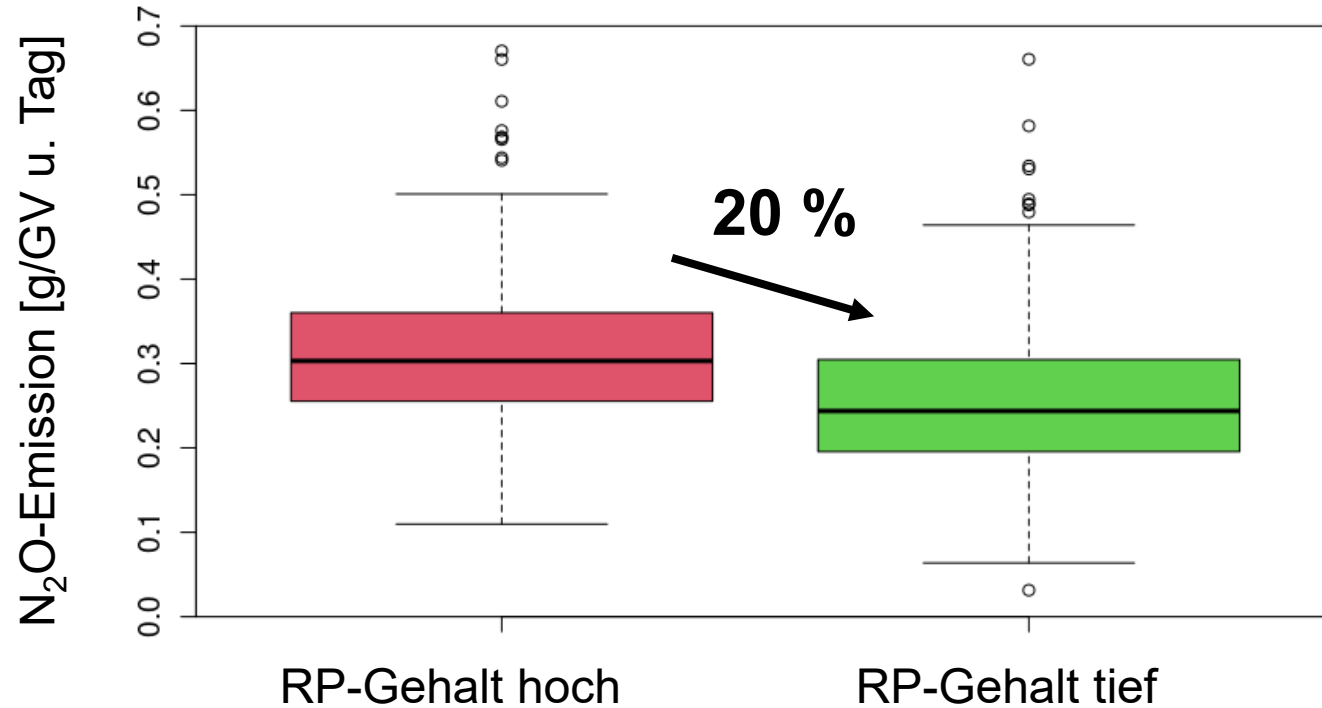


Effekt auf die NH₃-Emissionen: Milchharnstoffgehalt - Vergleich mit Literaturwerten

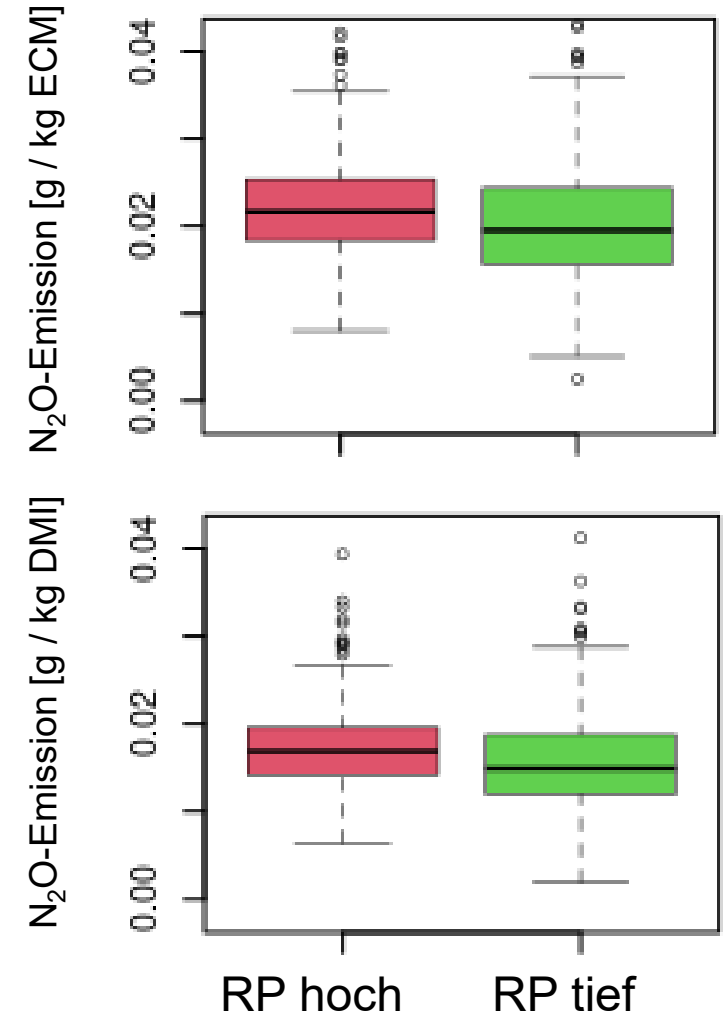
Referenz	Milchharnstoffgehalt [mg/L]	Änderung der NH ₃ -Emissionen bei Erhöhung des Milchharnstoffgehalts um 10 mg/L	Bemerkungen
Van Duinkerken et al. (2005)	200 bis 400	ca. 2 %	Liegeboxenlaufstall, perforierte Laufflächen
Van Duinkerken et al. (2011)	200 bis 300	2.5 bis 3.5 %	Liegeboxenlaufstall, perforierte Laufflächen, 8.5 h Weide
Powell et al. (2011)	210 bis 300	5 bis 7 %	Abgeleitet von 5 Betrieben mit unterschiedlichen Haltungssystemen
Schrade et al. (2023)	151 vs. 293	6 %	Liegeboxenlaufstall, planbefestigte Laufflächen



Emissionen von Lachgas (N_2O) nach Grossvieheinheit (1 GV = 500 kg Lebendmasse) Milchleistung (ECM) und Trockenmasseverzehr (DMI)

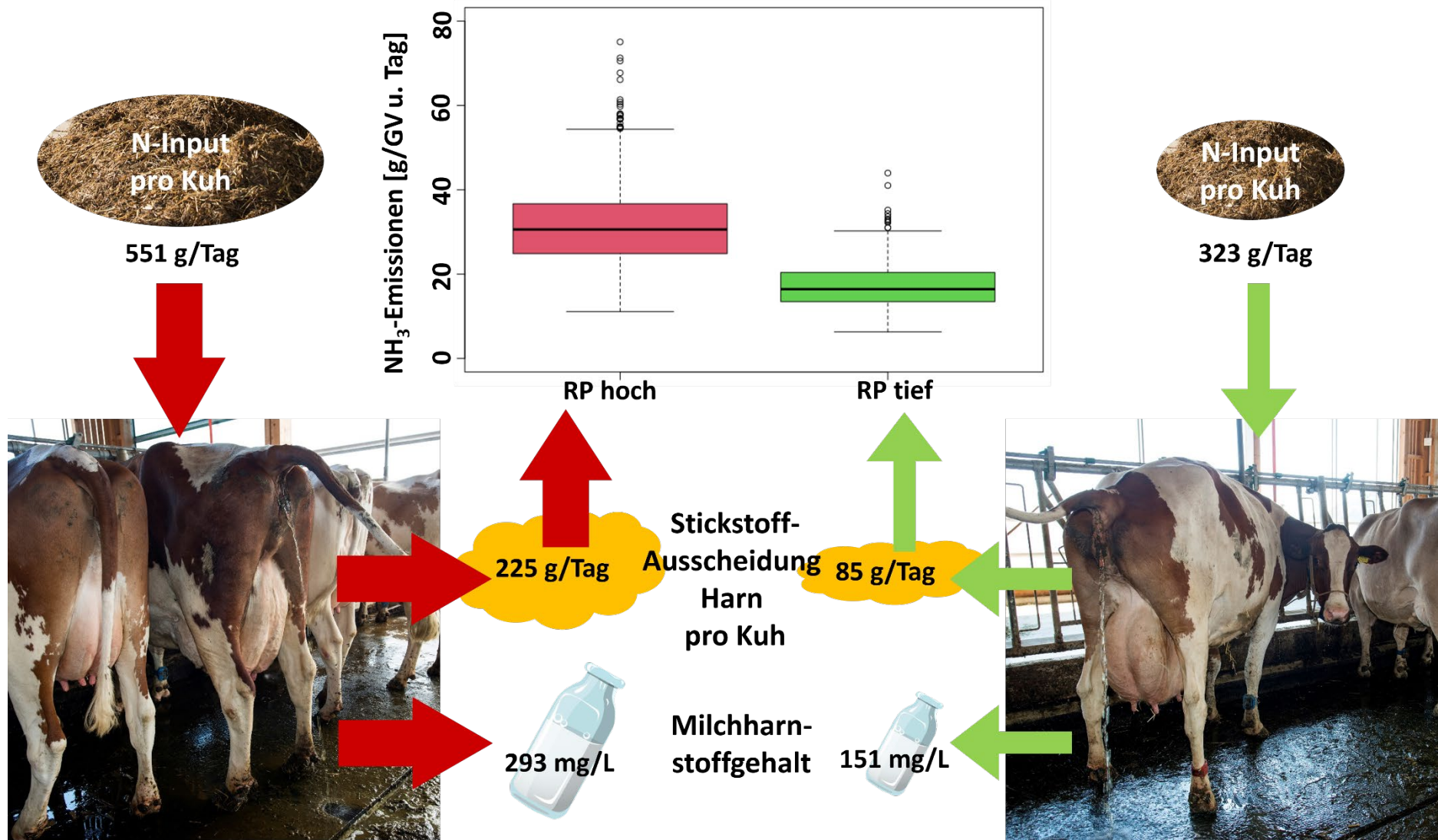


Unterschiede bei Bezug der N_2O -Emissionen auf Grossvieheinheit ausgeprägter als bezogen auf Milchleistung in ECM und Trockenmasseverzehr (DMI)





Zusammenfassung



Milchviehhaltung: Welchen Effekt hat der Rohproteingehalt der Ration auf die Ammoniakemissionen? | Tagung Netzwerk Nutztiere. 15.5.2024, Zollikofen

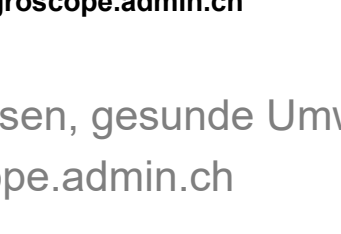
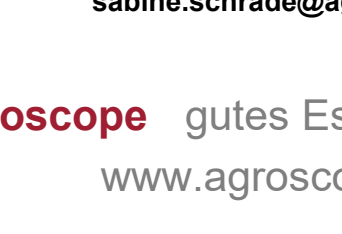
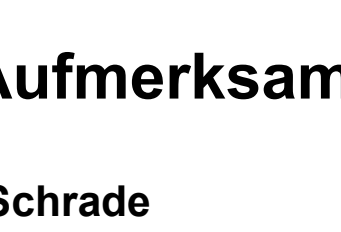
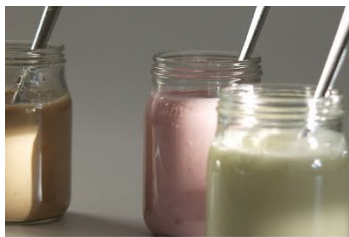
Sabine Schrade et al., Agroscope

[nach: Schrade et al. 2023]



Schlussfolgerungen

- ✓ Vergleich der NH_3 -Emissionen von zwei Milchviehrationen mit hohem RP-Gehalt (17 %) bzw. tiefem RP-Gehalt (12 %) im Praxismassstab
- ✓ Tiefer RP-Gehalt → tiefere NH_3 -Emissionen
- ✓ Signifikante Einflussgrößen auf NH_3 -Emission:
Ration, Aussentemperatur, Windgeschwindigkeit im Stall
- ✓ Enge Korrelationen zwischen RP-Gehalt in der Ration, Stickstoff-Ausscheidung im Harn und Milchwahnstoffgehalt
→ Milchwahnstoffgehalt kann als Indikator für die Stickstoff-Ausscheidung im Harn und somit auch für das NH_3 -Emissionspotenzial herangezogen werden
- Die Optimierung des RP-Gehalts der Ration steht zu Beginn der Stickstoff-Kette und kann breit in der landwirtschaftlichen Praxis umgesetzt werden, da weder bauliche Veränderungen an Gebäuden noch Zusätze notwendig sind.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Sabine Schrade

sabine.schrade@agroscope.admin.ch

Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt

www.agroscope.admin.ch

