



Optimierung des Stickstoffmanagements entlang der Hofdüngerkaskade

Eine modellbasierte Analyse der N-Flüsse von tierischen Ausscheidungen bis zur Ausbringung

Carole A. Epper¹, Anina Gilgen², Thomas Steinsberger³, Jérôme Schneuwly², Thomas Kupper⁴, Jochen Mayer¹ & Frank Liebisch¹

¹ Agroscope, FG Gewässerschutz & Stoffflüsse

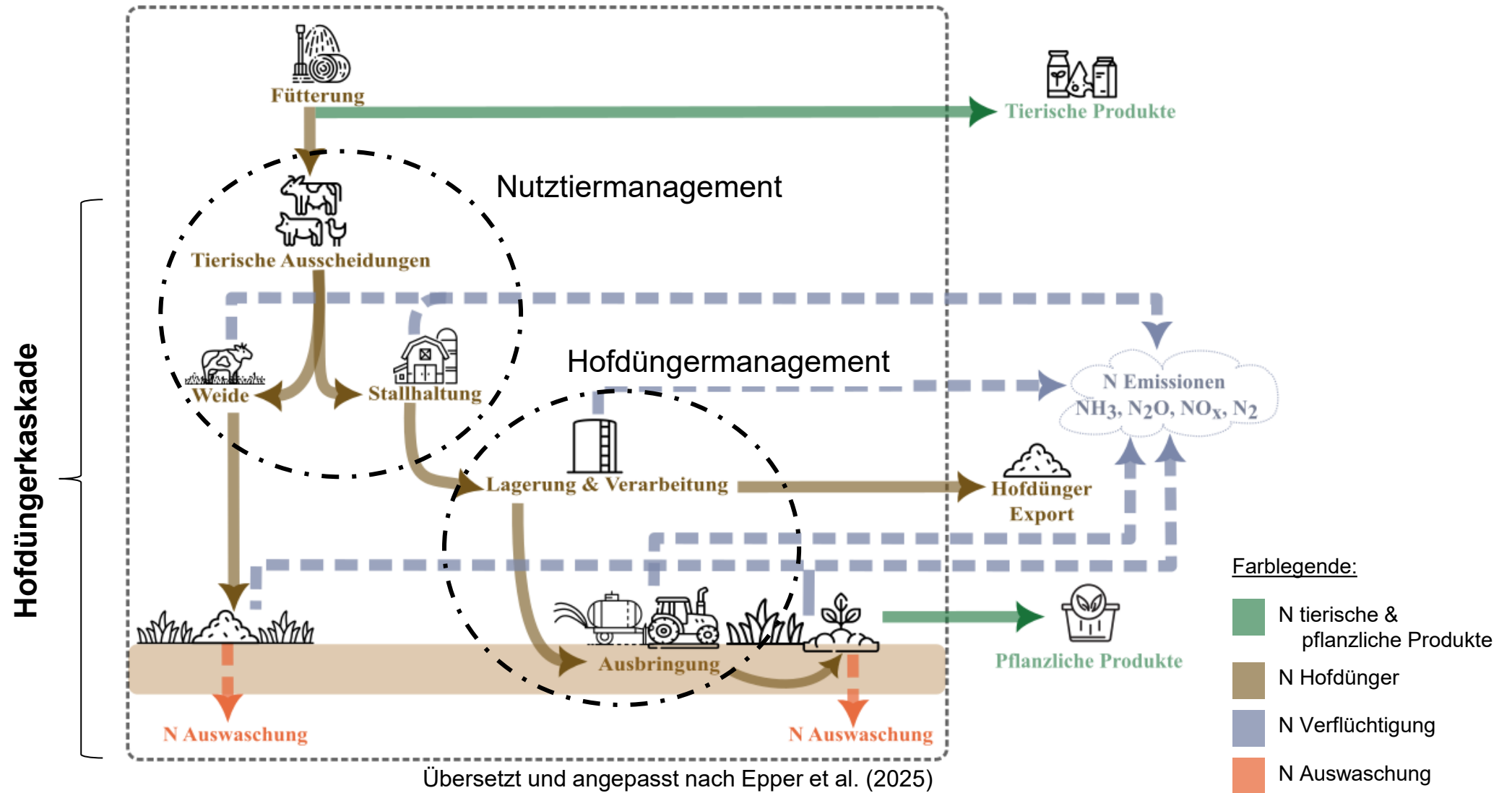
² Agroscope, FG integrative Agrarökologie

³ Agroscope, Versuchsstation Nährstoffflüsse

⁴ HAFL, Gruppe Gasförmige Emissionen Landwirtschaft

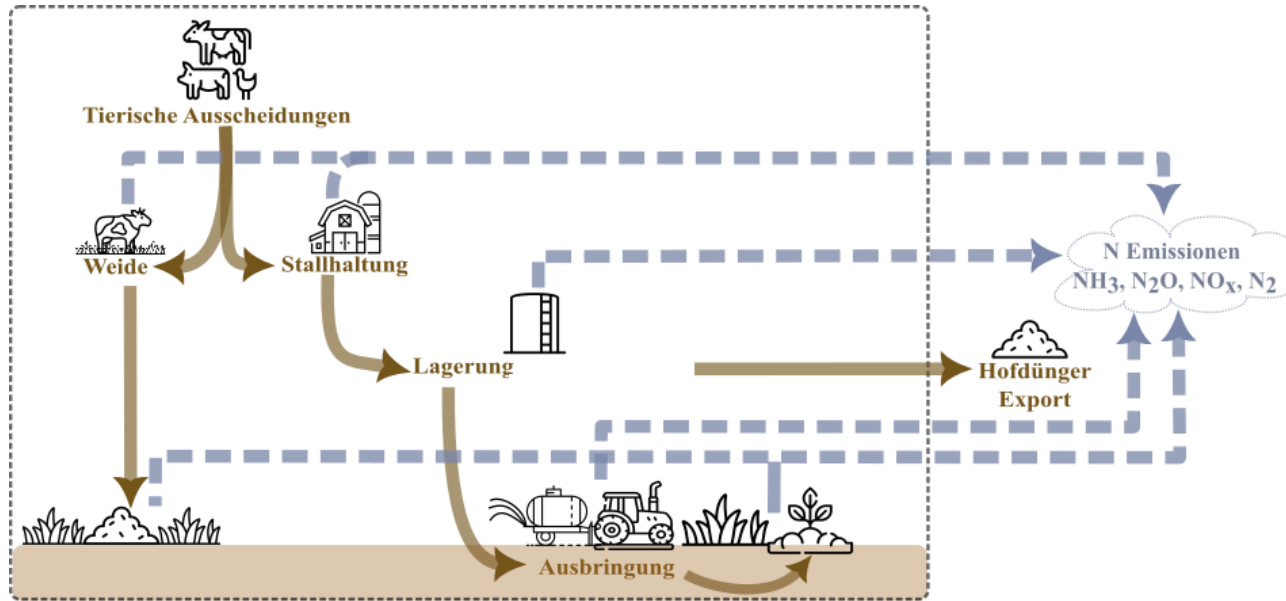


Einführung – Die Stickstoff-Hofdüngerkaskade





Fokus – gasförmige Stickstoffemissionen



Übersetzt und angepasst nach Epper et al. (2025)

Ammoniak (NH₃)

Kupper et al. (2022)

Lachgas (N₂O)

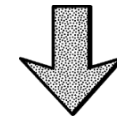
FOEN (2025)

Bretscher et al. (2018)

Stickstoffmonoxid (NO)

Molekularer Stickstoff (N₂)

Berechnungsgrundlage: Swiss Ammonia and Greenhouse Gas Emission Modell (SAGE)



Agrammon

(Kupper 2024)

+

ALFAM2

(Hafner et al. 2025)



Ziel dieser Analyse – Abbildung von Optimierungs- und Reduktionspotentialen entlang der Hofdüngerkaskade



Massnahmen, die über den gesamten Datensatz realistisch umsetzbar sind

Drei Szenarien

❖ Keine Umsetzung

❖ Aktuelle Umsetzung

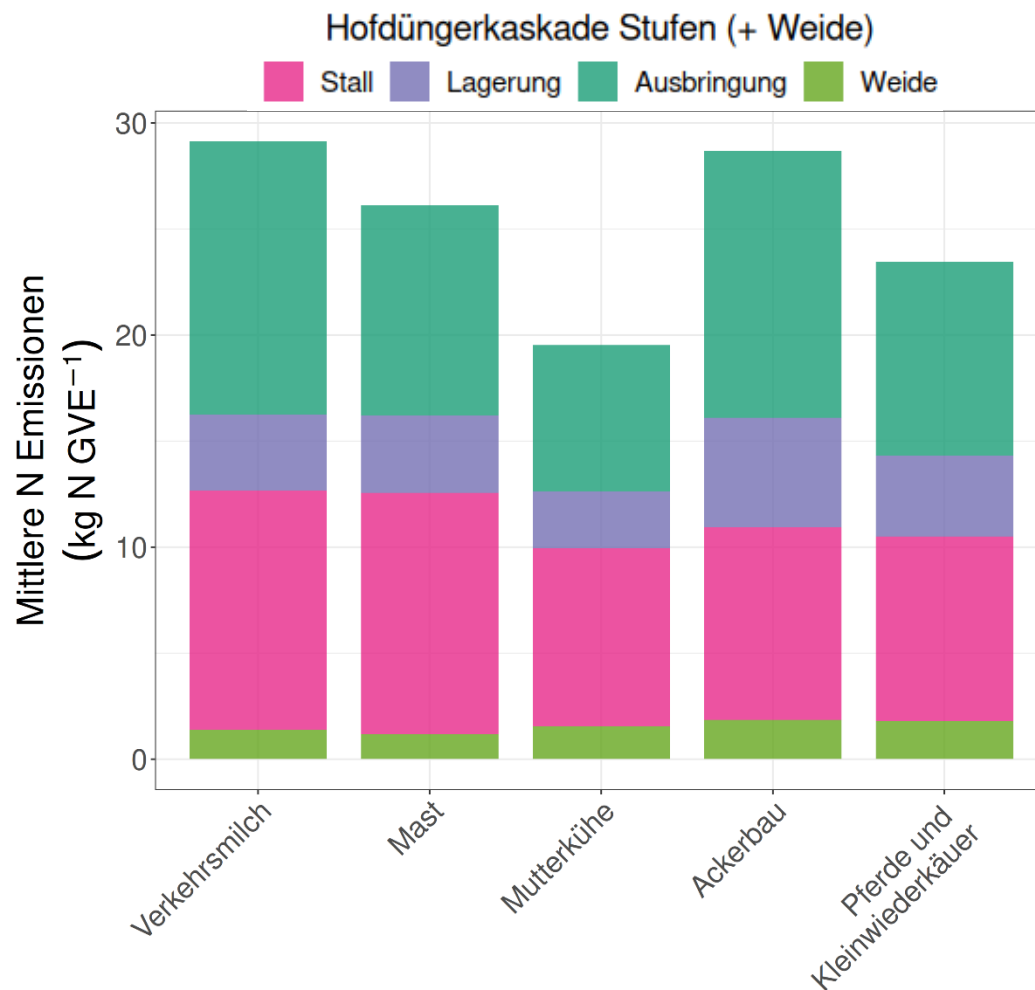
(Gilgen et al. 2023)

❖ Region- & Nutztierspezifische Umsetzung

Die Szenarien wurden auf dem Betriebsdatensatz der Zentralen Auswertung von Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI) aus dem Jahr 2022 angewendet (Gilgen et al. 2023)

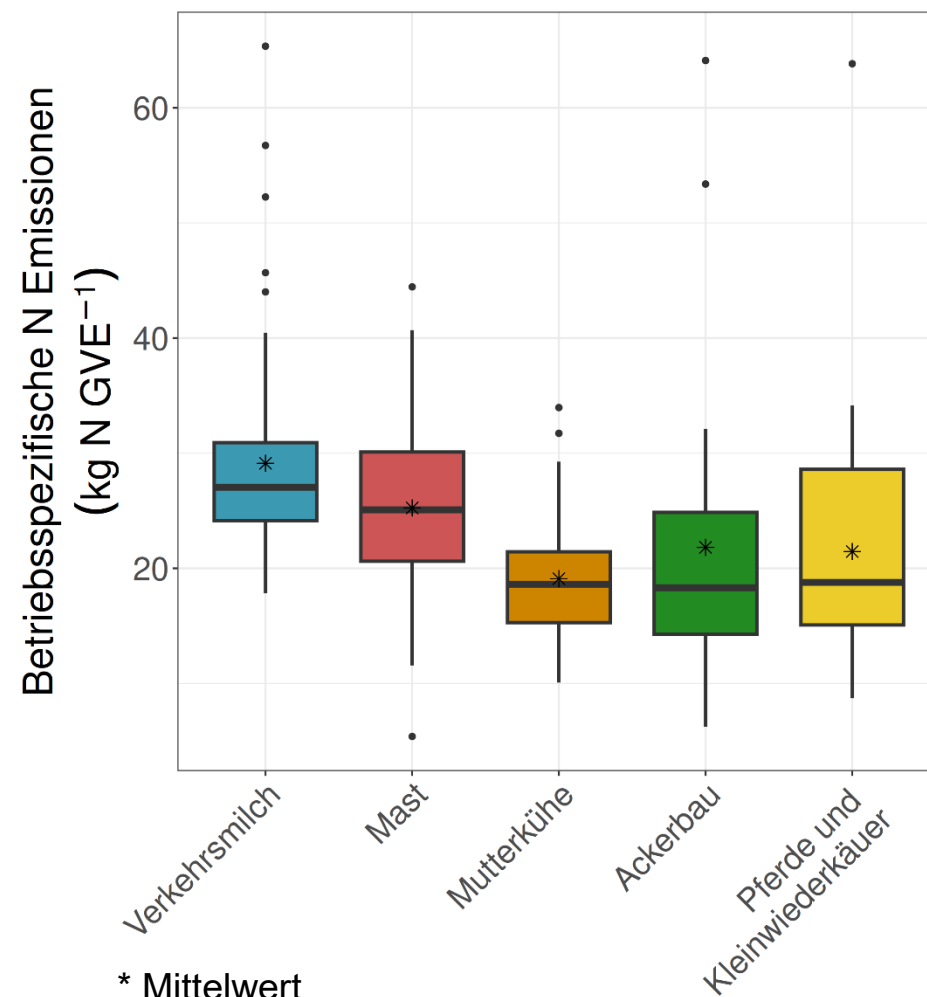


Aktuelle Stickstoffemissionen



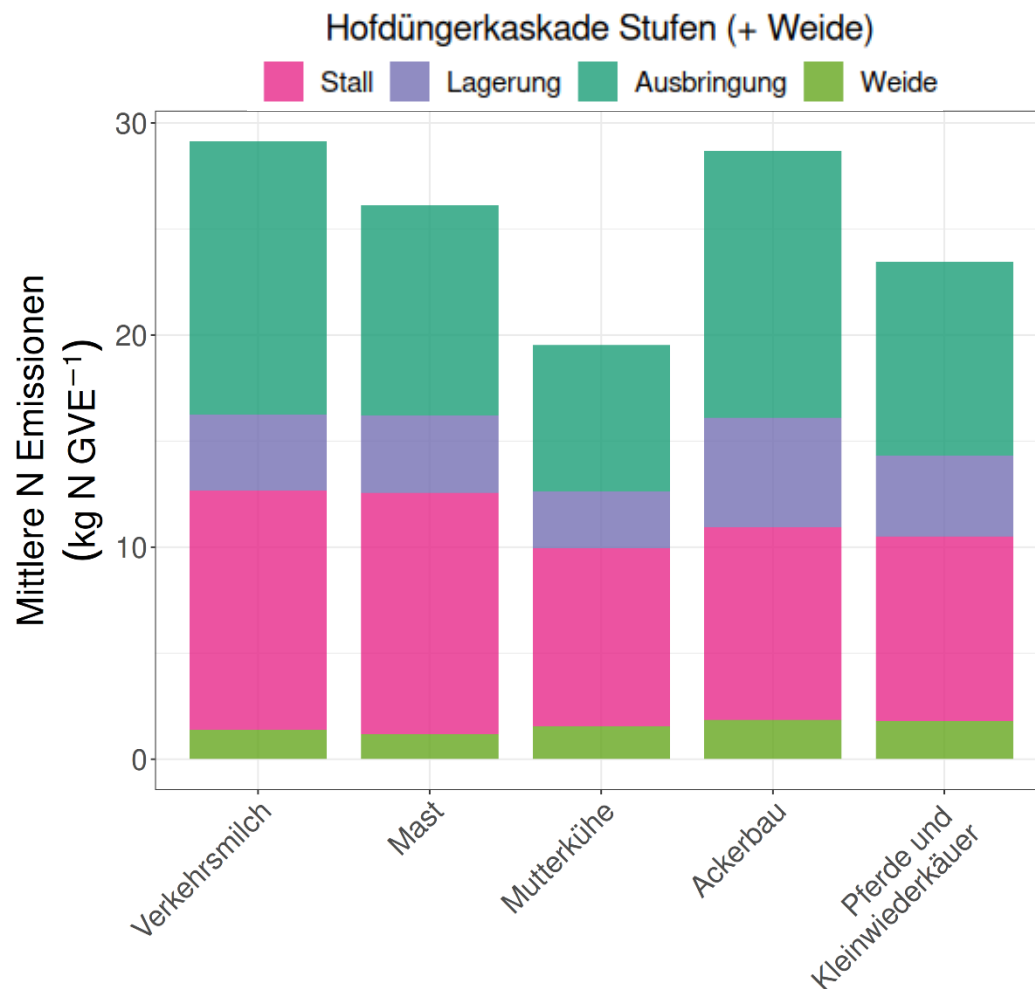
# Betriebe:	68	73	48	27	42
-------------	----	----	----	----	----

Angepasste Klassifizierung der Betriebstypen ausgehend von Meier (2000)





Aktuelle Stickstoffemissionen



# Betriebe:	68	73	48	27	42
-------------	----	----	----	----	----

Angepasste Klassifizierung der Betriebstypen ausgehend von Meier (2000)

Optimierung der Hofdüngerkaskade | Nachhaltigkeitstagung 22.01.2026

Epper et al.

Stall:



Mehr Laufstall



~ 50/50 Labelstall/Konventionell

Lager:



~ 100% abgedeckt



~ 0% abgedeckt

Ausbringung:



Hauptsächlich Grasland

50/50 Prallteller/Schleppschlauch

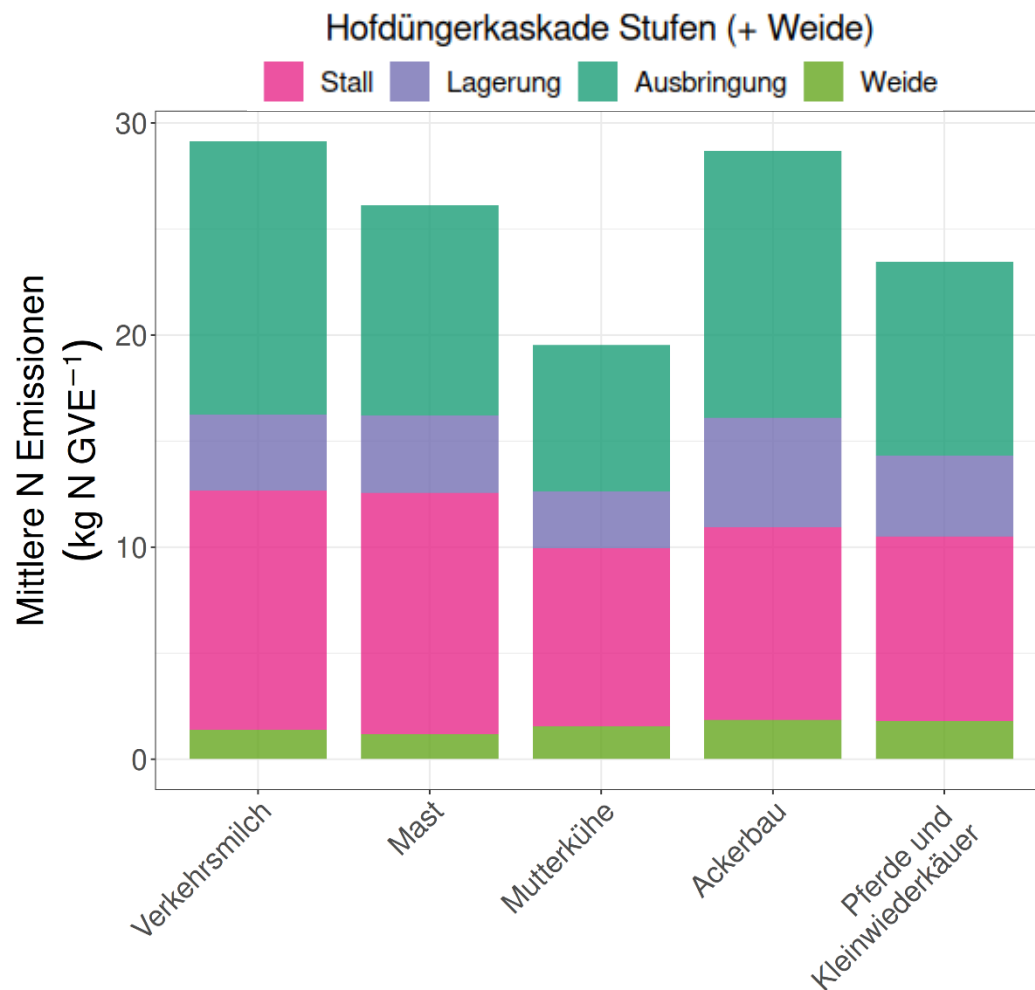
Detailliertere Informationen:

ZA-AUI Betriebsstrukturen: Gilgen et al. (2023)

Schweizerische Betriebsstrukturen: Kupper (2022)



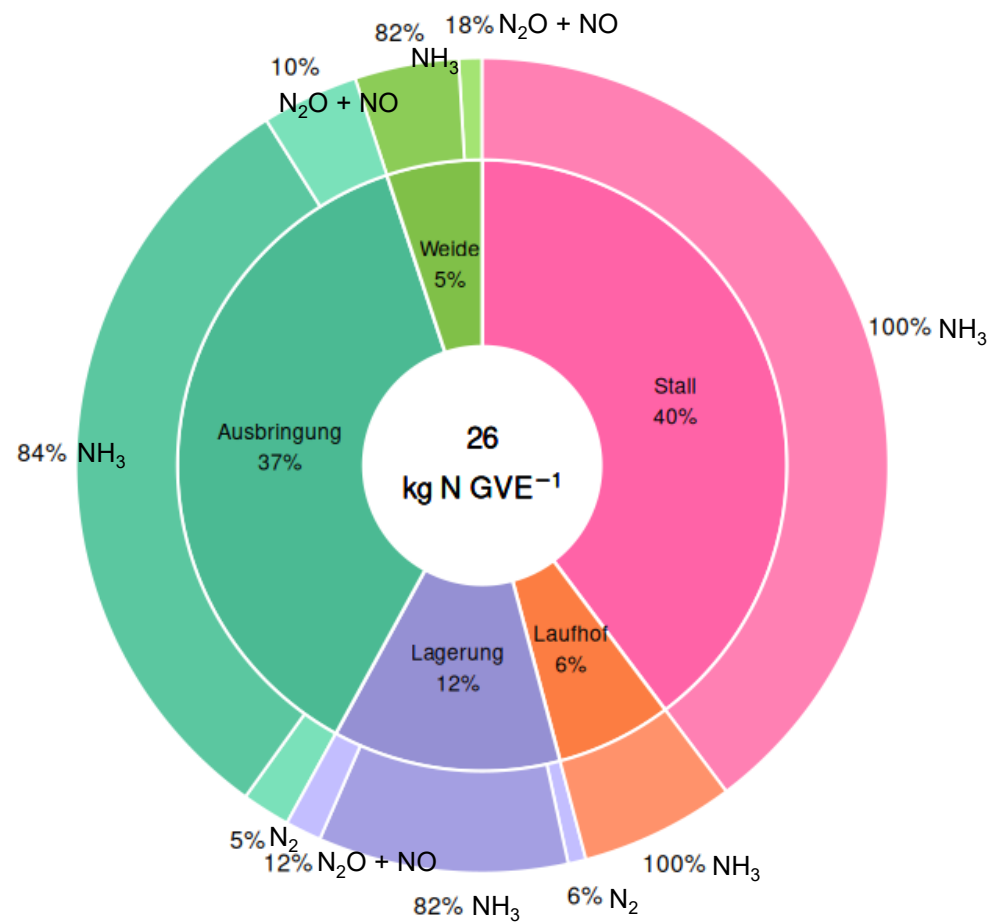
Aktuelle Stickstoffemissionen



# Betriebe:	68	73	48	27	42
Angepasste Klassifizierung der Betriebstypen ausgehend von Meier (2000)					

Optimierung der Hofdüngerkaskade | Nachhaltigkeitstagung 22.01.2026

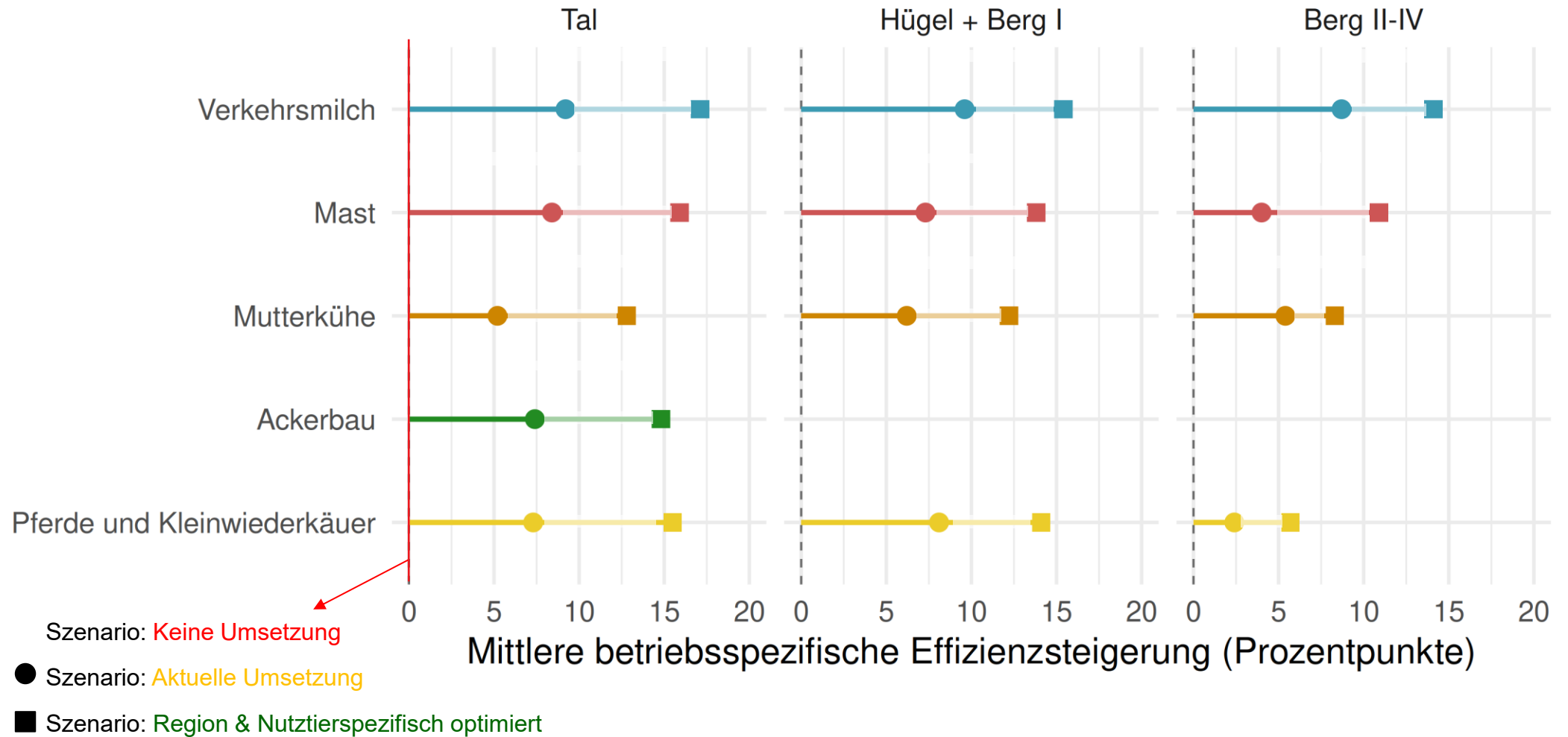
Epper et al.



Anteilmässige Verteilung der mittleren betriebsspezifischen N-Emissionen (NH₃, N₂O + NO, N₂) über den gesamten Betriebsdatensatz für das Szenario **Aktuelle Umsetzung**

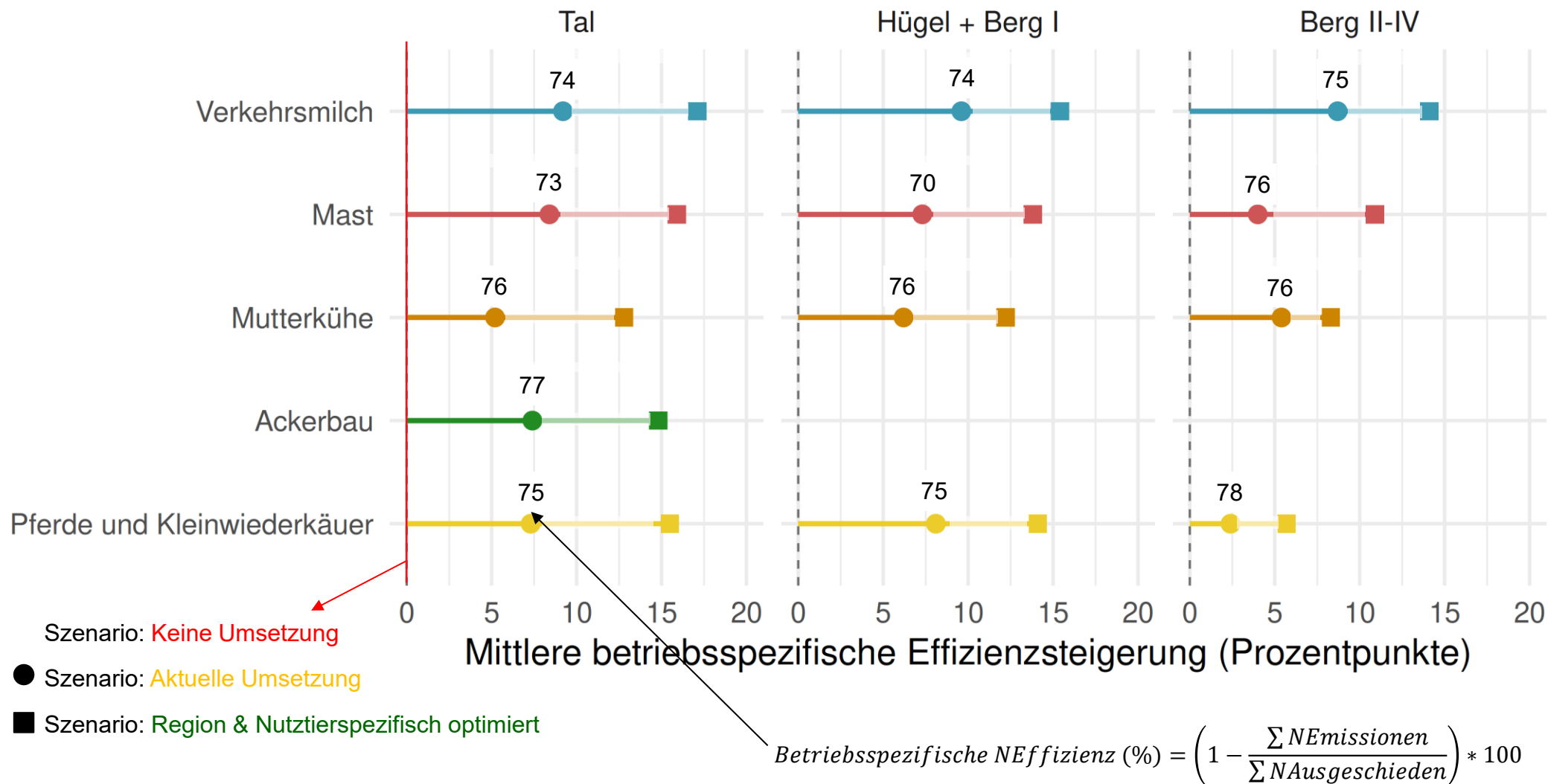


Szenario basierte N-Effizienzsteigerungen





Szenario basierte N-Effizienzsteigerungen





Ansatzpunkte entlang der Hofdüngerkaskade und darüber hinaus



Stallhaltung



- Zielkonflikt zwischen Tierwohl, N-Emissionen und Investitionskosten
- Weitere nutztierspezifische Massnahmen bereits verfügbar

(Kupper 2024; Nationale Drehscheibe Ammoniak)



Weidehaltung

- Weidehaltung reduziert Emissionen in Stall/Laufhof
- Geringe reale N-Effizienz aufgrund Akkumulation der Ausscheidungen an einzelnen Stellen der Weideflächen

(Selbie et al. 2015; Epper et al. 2025)



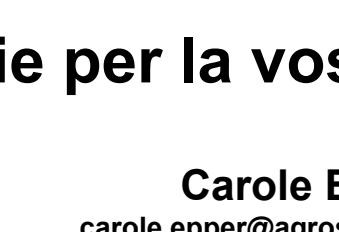
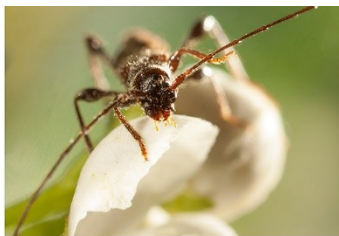
Fütterung

- Potenziale durch Fütterungsanpassungen sind systemweit wirksam (Epper et al. 2025)



Schlussfolgerungen

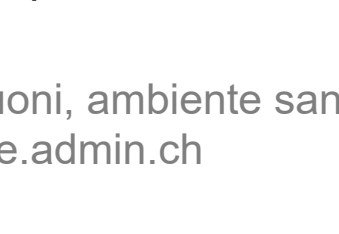
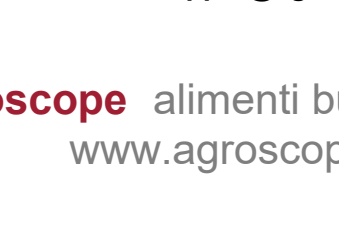
- Durch die Berücksichtigung aller Stufen der Hofdüngerkaskade können im Modell **Auswirkungen von Massnahmen auf nachgelagerte Prozessschritte** sowie potenzielle **Pollution-Swapping-Effekte** sichtbar gemacht werden.
- Verschiedene Massnahmen mit grosser Hebelwirkung zur Reduktion von Ammoniakemissionen wurden auf vielen Schweizer Betrieben bereits umgesetzt.
- Weitere Effizienzsteigerungen sind möglich, erfordern jedoch eine **gesamtsystemische Betrachtung der Hofdüngerkaskade und darüber hinaus**.
→ **Betriebsspezifische Lösungen sind unabdingbar**



Grazie per la vostra attenzione

Carole Epper
carole.epper@agroscope.admin.ch

Agroscope alimenti buoni, ambiente sano
www.agroscope.admin.ch





Literaturverzeichnis & -hinweise

- Bretscher, D., Ammann, C., Wüst, C., Nyfeler, A., & Felder, D. (2018). Reduktionspotenziale von Treibhausgasemissionen aus der Schweizer Nutztierhaltung. Agrarforschung Schweiz, 9(11-12), 376-383.
- Agrofutura, Agridea & Fischler, M (2025). Nationale Drehscheibe Ammoniak. <https://www.ammoniak.ch/home> Letzter Zugriff: 19.12.2025
- Epper, C. A., Zavattaro, L., Velthof, G. L., Thuriès, L., Steinsberger, T., Sørensen, P., ... & Mayer, J. (2025). Optimizing nitrogen use efficiency in European livestock systems: From feed to plant growth. Advances in Agronomy, 191, 277-362.
- FOEN (2025). Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2023: National Inventory Document and reporting tables (CRT). Submission of 2025 under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Paris Agreement. Federal Office for the Environment, Bern. <http://www.climate reporting.ch>
- Gilgen, A., Blaser, S., Schneuwly, J., Liebisch, F., und Merbold, L. (2023). The Swiss agri-environmental data network (SAEDN): Description and critical review of the dataset. Agricultural Systems, 205, 103576.
- Kupper, T. (2024). Technische Parameter Modell Agrammon. Version 2024-10-02.
- Kupper, T., Häni, C., Bretscher, und Zaucker, F. (2022c). Ammoniakemissionen der schweizerischen Landwirtschaft 1990 bis 2020. Berner Fachhochschule. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, Zollikofen.
- Hafner, S. D., Pedersen, J., Fuß, R., Kamp, J. N., Dalby, F. R., Amon, B., ... & Sommer, S. G. (2025). Improved tools for estimation of ammonia emission from field-applied animal slurry: Refinement of the ALFAM2 model and database. Atmospheric Environment, 340, 120910.
- Meier (2000). Neue Methodik für die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten an der FAT. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT).
- Selbie, D. R., Buckthought, L. E., & Shepherd, M. A. (2015). The challenge of the urine patch for managing nitrogen in grazed pasture systems. Advances in agronomy, 129, 229-292.