

Einfluss des Futterprotein-Gehaltes auf die Ammoniak-Emission bei Weidehaltung von Milchkühen

C. Ammann¹, D. Bretscher¹ und K. Voglmeier^{1,2}

¹Agroscope, Gruppe Klima und Landwirtschaft, Zürich

²ETH Zürich, Institut für Agrarwissenschaften, Zürich

Kontakt: Christof Ammann, christof.ammann@agroscope.admin.ch

Einleitung

Emissionen von Ammoniak (NH₃) entstammen zum Grossteil der landwirtschaftlichen Stallhaltung von Milchkühen und treten vor allem bei der Güllelagerung und -ausbringung auf. Eine effiziente Möglichkeit zur Emissionsminderung stellt die Weidehaltung dar. Hierbei werden die Emissionen hauptsächlich durch den ausgeschiedenen Urin der Kühe auf den Boden verursacht. Eine optimierte Fütterung im Hinblick auf einen möglichst geringen Anteil von Stickstoff (N) in den Exkrementen kann zu einer zusätzlichen Reduzierung der Emissionen führen. Dabei wird das Verhältnis von Energie zu Protein in der Futtermittelration erhöht möglichst ohne dass dabei Milchleistung und Körpergewicht verändert werden. Die Wirksamkeit einer N-optimierten Fütterung auf die tatsächlichen Emissionen wurde allerdings noch kaum unter realen Bedingungen untersucht. Dies liegt zum einen an der komplexen Messtechnik zur Bestimmung der NH₃-Emissionen auf der Weide und zum anderen an den aufwändigen zusätzlich benötigten Messungen, um den vollständigen Stickstoffhaushalt der Kuh abbilden zu können. Die fehlenden Messungen führen zu Unsicherheiten in Emissionsinventaren und folglich auch zu grösseren Unsicherheiten in Bezug auf die Wirksamkeit unterschiedlicher Fütterungsmethoden.

Die vorliegende Studie befasst sich mit der Bestimmung der NH₃-Emissionen von zwei Weidesystemen, welche sich im mittleren Proteingehalt des Futters unterscheiden. Zusätzlich wurde die Auswirkung der unterschiedlichen Fütterung auf den N-Gehalt in den Exkrementen untersucht und in Relation zu den gemessenen Emissionen gesetzt.

Versuchsanordnung und Datenauswertung

Der Versuch wurde auf dem Gelände der Agroscope Forschungsstation in Posieux, Fribourg, durchgeführt. Die insgesamt 5.5 ha umfassende Versuchsfläche wurde als Umtriebsweide (Ganztagesweide) von Mitte März bis Ende Oktober betrieben und aufgeteilt in zwei Systeme mit je 11 Parzellen. Beide Weidesysteme wurden mit je 12 Milchkühen bestossen, die zweimal täglich für ca. 2 Stunden

den nahen Stall zum Melken aufsuchten. Sofern es die Temperaturen und Grasbestände zuließen, ergab sich daher eine Weidedauer von ca. 20 Stunden pro Tag. Im ersten Weidesystem (System G) ernährten sich die Kühe ausschliesslich von Weidegras während im zweiten System (System M) zusätzlich Maissilage zugefüttert wurde (ca. 25 % der Gesamtration). Bei ähnlicher Bruttoenergieaufnahme wurde so im System M etwa 13% weniger Protein aufgenommen was zu einem geringeren N-Überschuss und schlussendlich zu reduzierten Stickstoffeinträgen über die Exkremente in den Boden führte.

Die NH₃-Konzentrationen wurden mit vier miniDOAS-Instrumenten (siehe Sintermann et al., 2016) gemessen. Diese ermitteln die Konzentrationen anhand differentieller optischer Absorptionsspektroskopie und integrierten dabei über einen offenen Messpfad von ca. 30 Meter Länge. Bedingt durch die wind-angepasste Anordnung mit einem Instrument im Lee und einem Instrument im Luv einer beweideten Parzelle konnte die aus der Emission resultierende Konzentrationserhöhung windabwärts bestimmt werden. Um aus den gemessenen Konzentrationsunterschieden eine Emissionsrate ableiten zu können, wurde ein rückwärts-rechnendes Dispersionsmodell (bLS, siehe Häni et al, 2018) verwendet.

Zur Bestimmung von Emissionsfaktoren (EF) mussten die flächenbezogen gemessenen Emissionen der Weideparzellen ins Verhältnis zur eingebrachten N-Menge gesetzt werden. Eine direkte Bestimmung der von den Tieren ausgeschiedenen N-Menge gestaltet sich unter realen Bedingungen auf der Weide sehr schwierig. Um dennoch einen EF ableiten zu können, wurde die N-Fracht in den Exkrementen (aufgeteilt auf Urin und Dung) über die Energie- und Stickstoffbilanz der Kühe abgeschätzt (siehe Bracher et al., 2011; Bretscher et al., 2017). Die dafür benötigten tierbezogenen Eingangsgrößen wie Milchleistung, Proteingehalt der Milch und Körpergewicht wurden täglich bestimmt während die futterbezogenen Eingangsgrößen an acht Zeitpunkten zwischen April und September gemessen wurden. Dazwischen wurde linear interpoliert um tägliche Ausscheidungsraten zu erhalten.

Resultate und Schlussfolgerungen

Die unterschiedliche Fütterung führte zu einer deutlichen Reduzierung der ausgeschiedenen N-Menge im Urin um etwa 20 % für das System M (saisonale Mittelwerte von 269 und 216 g N Kuh⁻¹ d⁻¹ für System G bzw. M) während sich kein signifikanter Unterschied im Kot ergab (148 und 147 g N Kuh⁻¹ d⁻¹ für System G bzw. M). Die Leistungsdaten der Kühe (Gewicht, Milch) in den beiden Systemen zeigten ebenfalls sehr vergleichbare Werte.

Während der Messperiode wurden tageszeitlich stark variierende NH₃-Flüsse mit einem Maximum zwischen Mittag und dem späten Nachmittag beobachtet. Die Emissionen bewegten sich üblicherweise zwischen 0 bis 2.5 µg N-NH₃ m⁻² s⁻¹. Das absolute Maximum der Emissionen wurde am Ende

der einzelnen Weidephasen auf den Messparzellen beobachtet, und die darauffolgende Abklingdauer betrug jeweils ca. 3-5 Tage. Die gemessenen NH_3 Emissionen pro Kuh und Weidestunde (siehe Abb. 1) betragen $1.07 \pm 0.12 \text{ g N-NH}_3 \text{ Kuh}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (Mittelwert \pm eine Standardabweichung) für das System G während die Emissionen für System M mit ca. $0.64 \pm 0.11 \text{ g N-NH}_3 \text{ Kuh}^{-1} \text{ h}^{-1}$ quantifiziert wurden (für Details siehe Voglmeier et al., 2018). Die signifikante mittlere Differenz von $0.43 \pm 0.13 \text{ g N-NH}_3 \text{ Kuh}^{-1} \text{ h}^{-1}$ entspricht daher einer Verminderung der Emissionen für das System M mit N-reduzierter Fütterung um 40 % gegenüber System G mit reiner Weidegrasfütterung.

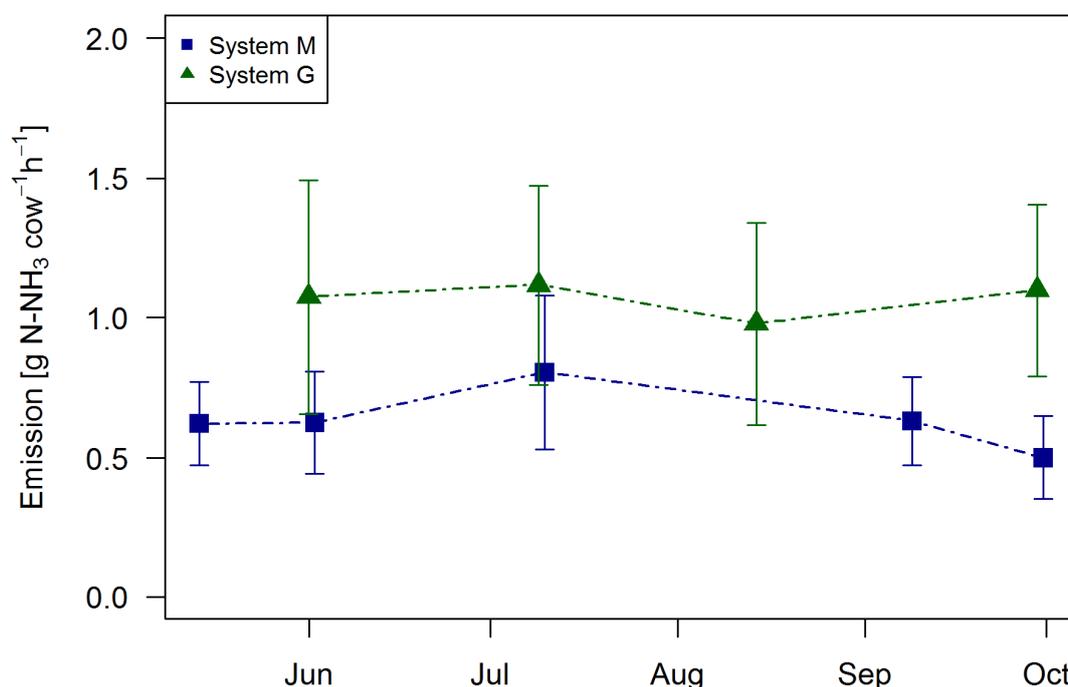


Abb. 1: NH_3 -Emissionen pro Kuh und Weidestunde für Weidesysteme mit unterschiedlicher Futterzusammensetzung (G: nur Weidegras; M: Weidegras + 25% Maissilage).

Bezogen auf den N Gehalt im Urin ergeben sich somit jährliche EF von $8.7 \pm 2.7 \%$ für System G und $6.4 \pm 2.0 \%$ für System M, wobei der Unterschied hier statistisch nicht signifikant ist. Trotzdem könnte dies auf einen nichtlinearen Zusammenhang zwischen der ausgeschiedenen Urin-N-Menge und den NH_3 Emissionen der Weide hindeuten und verdeutlicht nochmals die Effizienz einer N optimierten Fütterungsstrategie. Ein Vergleich mit der verfügbaren Literatur zeigt, dass die gefundenen EF am unteren Ende des Wertebereiches liegen aber vergleichbar mit neueren Studien sind.

Literaturverzeichnis

- Bracher, A., Schlegel, P., Mürger, A., Stoll, W. and Menzi, H. (2011): Möglichkeiten zur Reduktion von Ammoniakemissionen durch Fütterungsmassnahmen beim Rindvieh (Milchkuh), SHL Agroscope Zollikofen Posieux
- Bretscher, D., Ammann, C., 2017. Treibhausgasemissionen aus der schweizerischen Nutztierhaltung; wie stark belasten unsere Kühe das Klima?, ETH Schriftenreihe zur Tierernährung, 40, 1-12.
- Häni, C., Flechard, C., Neftel, A., Sintermann, J., Kupper, T. (2018): Accounting for Field-Scale Dry Deposition in Backward Lagrangian Stochastic Dispersion Modelling of NH₃ Emissions. Preprints, 2018030026 (doi: 10.20944/preprints201803.0026.v1).
- Sintermann, J., Dietrich, K., Häni, C., Bell, M., Jocher, M. and Neftel, A. (2016): A miniDOAS instrument optimised for ammonia field-measurements, Atmospheric Meas. Tech. Discuss., 1–26, doi:10.5194/amt-2015-360
- Voglmeier, K., Jocher, M., Häni, C., and Ammann, C. (2018): Ammonia emission measurements of an intensively grazed pasture, Biogeosciences Discuss., <https://doi.org/10.5194/bg-2018-86>, in review