

Ammoniak- und PM10-Emissionen im Laufstall für Milchvieh mit freier Lüftung und Laufhof anhand einer Tracer-Ratio-Methode

M.Sc. Sabine Schrade

Prof. Dr. Eberhard Hartung

Literaturdaten für die Emission von Ammoniak (NH_3) und Feinstaub (PM_{10}) bei Milchvieh sind für die in der Schweiz verbreiteten Laufstallsysteme mit Laufhof nicht aussagekräftig. Bisher sind Liegeboxenlaufställe mit freier Lüftung und Laufhof nicht untersucht. Ziel dieser Untersuchung ist es, die Emissionen von NH_3 und PM_{10} für die zukünftig häufigste Situation in der Schweiz mit Laufstall und Laufhof für Milchvieh zu bestimmen und damit einen Beitrag für Emissionsinventare zu leisten.

Die Messungen erfolgten in zwölf Messperioden auf sechs Praxisbetrieben mit freigelüfteten Laufställen mit planbefestigten Laufflächen und Laufhof für Milchvieh. Messungen in je zwei von drei Jahreszeiten (Sommer, Übergangszeit, Winter) pro Betrieb deckten die klimatische Variation im Jahresverlauf ab. Die Messdauer pro Jahreszeit und Betrieb betrug mindestens drei Tage. Für die Bestimmung der Emissionen bei freier Lüftung und von Flächenquellen wurde eine Tracer-Ratio-Methode mit zwei Tracergasen entwickelt und erfolgreich eingesetzt. Um die Emissionen von zwei Bereichen separat zu bestimmen bzw. zwei Emissionsquellen mit unterschiedlicher Quellstärke abzubilden, war ein zweites Tracergas notwendig. Dazu wurde neben dem bereits etablierten Tracergas Schwefelhexafluorid (SF_6) Trifluormethylschwefelpentafluorid (SF_5CF_3) eingesetzt. Die verdünnten Tracergase wurden über ein Rohrsystem mit kritischen Kapillaren direkt an den emittierenden Laufflächen kontinuierlich zudosiert und bildeten so die Quelle der NH_3 -Emission ab. Ein Luftsammlersystem mit kritischen Kapillaren aus Glas ermöglichte in den weiträumigen Ställen eine repräsentative Probenahme der Tracergase und von NH_3 . Die Analyse der beiden Tracergase erfolgte mittels Gaschromatographie (GC-ECD). NH_3 wurde mit einem photoakustischen Verfahren (PAS) quantifiziert. PM_{10} wurde an mehreren Messorten im Stallbereich und Laufhof bzw. Liegegang/Laufhof sowie im Hintergrund anreichernd mit Impaktoren gesammelt und anschließend gravimetrisch quantifiziert. Zur Charakterisierung der jeweiligen Messsituation, zur Plausibilisierung von Messdaten, als Bezugsgrößen und zur Ableitung von wichtigen Einflussgrößen auf die Emissionen wurden neben beschreibenden Betriebsdaten folgende Parameter erfasst: Außenklima, Klima in Stall und Laufhof, Tieraufenthalt, Laufflächenverschmutzung sowie Stickstoff-Input, -Output und -Verwertung. Ist zwischen Stallbereich und Laufhof keine räumliche Abgrenzung vorhanden, so ist es nicht möglich, die NH_3 -Emission für die beiden Bereiche getrennt zu bestimmen. Hingegen kann die Gesamtemission berechnet werden, wenn das Verhältnis der emissionsrelevanten Parameter vom Laufhof bzw. Liegegang/Laufhof zum Stallbereich herangezogen wird.

Mit diesem systematischen Messansatz konnten für die NH_3 -Emissionen betriebliche sowie jahreszeitliche Effekte aufgezeigt werden. Die Tagesmittelwerte der NH_3 -Emissionen variierten über alle Betriebe hinweg im Sommer von 31 bis 67 g pro Großvieheinheit (GV; 1 GV = 500 kg Lebendmasse) und Tag (d), in der Übergangszeit von 16 bis 44 g/GV-d und im Winter von 6 bis 23 g/GV-d. Als relevante Einflussgrößen auf die NH_3 -Emission resultieren in einem linearen Gemischte-Effekte-Modell, welches die hierarchische Datenstruktur von Betrieb, Messperiode und Messtag berücksichtigt, die Außentemperatur ($F_{1,1053} = 100,7836$; $p < 0,0001$), die Windgeschwindigkeit im Stall ($F_{1,1053} = 99,4947$; $p < 0,0001$) und der Harnstoffgehalt der Tankmilch ($F_{1,5} = 6,9097$; $p = 0,0466$). Diese Einflussgrößen geben Hinweise auf Minderungsansätze durch bedarfsgerechte und ausgeglichene Fütterung sowie Stallklimaaspekte.

Erstmalig wurden PM_{10} -Emissionen auf Milchviehbetrieben mit freier Lüftung quantifiziert. Die PM_{10} -Konzentrationen im Stall und Laufhof lagen meist knapp über oder im Bereich der Hintergrundkonzentration. Die berechneten PM_{10} -Emissionen variierten über alle Betriebe hinweg zwischen 0,02 und 2,1 g/GV-d.