

EmiDaT – Ergebnisse der Emissionsmessungen in Mastschweineställen mit Auslauf

ULRIKE WOLF, BRIGITTE EURICH-MENDEN, GIANNA DEHLER, DIETER HORLACHER, ALEXEJ SMIRNOV, EWALD GRIMM, KATRIN WAGNER, SEBASTIAN WULF

Einleitung und Zielsetzung

Im Rahmen des Projektes „Ermittlung von Emissionsdaten für die Beurteilung der Umweltwirkungen der Nutztierhaltung“ (EmiDaT) wurden Emissionsdaten für Ammoniak (NH_3) in Mastschweineställen mit Auslauf in verschiedenen Regionen Deutschlands ermittelt.

Ziele des Projekts EmiDaT sind neben der Emissionsermittlung aus Ställen für verschiedene Tierarten und in verschiedenen Stallhaltungsverfahren u. a. die Validierung und Etablierung von Messstandards für zukünftige Vorhaben sowie der Aufbau einer Datenbank für Emissionen aus der Tierhaltung.

Insbesondere bei der Haltung von Mastschweinen besteht häufig ein Zielkonflikt. Der Wunsch nach mehr Tierwohl, umgesetzt durch mehr Fläche pro Tier und Zugang zu Auslauf oder Freilufhaltung, kann zu Problemen bei der Genehmigung von Ausläufen aufgrund der angenommenen höheren Emissionsraten führen. Allerdings ist gegenwärtig die Datengrundlage für Ammoniakemissionen zur Bewertung von Haltungssystemen mit Auslauf noch gering. Das Projekt EmiDaT liefert Emissionsdaten, die zur Bewertung von Haltungssystemen für Mastschweine mit Auslauf verwendet werden können.

Untersuchte Haltungssysteme und Standorte

Für die Emissionsmessungen in Mastschweineställen wurden zwei unterschiedliche Haltungsverfahren mit Auslauf (Plan, Spalte) ausgewählt. Für jede Variante wurden vier repräsentative Praxisställe ausgesucht und für die Ausläufe die Ammoniakemissionen gemessen. Die Standorte der Betriebe zeigt Abbildung 1.

Wesentliche Kriterien für die Auswahl der Betriebe waren deren Eignung für Emissionsmessungen. Hierbei musste berücksichtigt werden, dass sich in der näheren Umgebung keine weiteren Emissionsquellen befinden, um eine nicht quantifizierbare „Hintergrundbelastung“ auszuschließen. Außerdem sollte das Gebäude möglichst freistehend sein, damit eine gute Durchströmung der zu messenden Bereiche gewährleistet ist. Neben diesen messtechnischen Voraussetzungen wurde bei der Betriebsauswahl auch das Einhalten der „guten fachlichen Praxis“ im Betriebsmanagement berücksichtigt.

Die Untersuchungsvarianten „Plan“ und „Spalte“ unterscheiden sich in ihrer baulichen Ausführung des Stallsystems sowie in der Gestaltung des Auslaufs mit oder ohne Einstreu.

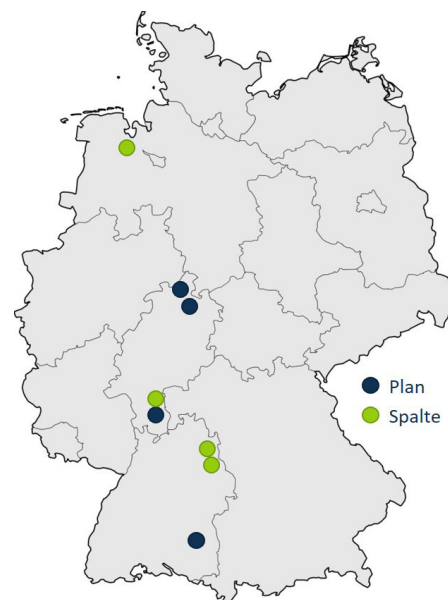


Abb. 1: Standorte der untersuchten 8 Mastschweineställe in Deutschland (© KTBL)

Variante „Plan“: geschlossene Mastschweinställe mit planbefestigtem, eingestreutem Auslauf. Die Innenlüftung erfolgt über Fenster/Türen sowie über die Durchgänge für die Schweine in den Auslauf. Die Ausläufe von drei der vier Betriebe sind zu 100 % der Gesamtauslauffläche eingestreut, bei einem Betrieb beträgt der Einstreuanteil der Fläche 30 %. Die Entmistung der Ausläufe erfolgte bei allen vier Betrieben manuell (Hofschlepper) und mindestens 2-mal pro Woche.

Variante „Spalte“: freigelüftete Außenklimaställe, im Inneren des Stalles Liegekiste mit Deckel; Ausläufe mit perforierten Böden (Spalten). Innenlüftung des Stalls über Curtains und Durchgänge für die Schweine in den Auslauf. Zwei der vier Betriebe sind mit Unterflurschiebern ausgestattet, dabei wird täglich unter den Spalten entmistet. Bei den anderen beiden Betrieben erfolgt die Reinigung des Güllekanals unter dem Auslauf in periodischen Abständen.

Trotz vergleichbarer Haltungsbedingungen und baulicher Struktur innerhalb der beiden Haltungsvarianten (Plan, Spalte) unterscheiden sich die Stallanlagen der ausgewählten Betriebe bei der baulichen Gestaltung der Auslaufüberdachung. Diese variiert zwischen einem Überdachungsanteil von 50 % bis zur vollständigen Überdachung des Auslaufs. Ein Betrieb hat zur Beschattung des Auslaufs Sonnensegel installiert, jedoch keine bauliche Überdachung.

Emissionsmessungen an Mastschweinställen mit Auslauf

An jedem EmiDaT-Untersuchungsstandort wurden in mindestens sechs Messwochen, verteilt über das Jahr, Emissionsmessungen durchgeführt. Für die Messungen wurde ein standardisiertes Messprotokoll mit einheitlichen Messroutinen in Anlehnung an VERA (2018) angewandt.

Die Emissions- und Ventilationsraten der Ställe mit Auslauf wurden mit der Tracergas-Ratio-Methode bestimmt. Dabei wird im Auslauf ein künstlicher Tracer, hier SF₆, eingesetzt (Schrade 2009). Das künstliche Tracergas (SF₆) wird mit konstantem Volumenstrom im Bodenbereich zudosiert; in dem darüber liegenden Messraum wird die Tracergaskonzentration in der Luft mittels Gaschromatograph mit Elektroneneinfangdetektor (GC-ECD) gemessen (Abb. 2). Orts- und zeitgleich erfolgt die Messung von Ammoniak mittels Fourier-Transform-Infrarot-Spektroskopie (FTIR). Die bodennahe Zudosierung des Tracergases erfordert besondere Aufmerksamkeit, da sich in diesem Bereich Tiere aufhalten. Es wurden daher praktikable Lösungen angewandt, die den idealen Zudosierungs- und Luftprobenahmepunkten möglichst nahekommen und trotzdem tiersicher sind. Aufgrund der individuellen baulichen Gegebenheiten und des Managements der Ställe mussten für jeden Standort individuelle Messaufbauten konzipiert werden. Um die Vergleichbarkeit der Messsysteme zu ermöglichen, erfolgte eine möglichst hohe Standardisierung, z. B. beim Abstand der Zudosierungskapillaren oder der Höhe der Beprobungspunkte.

Die Zudosierung des künstlichen Tracers SF₆ sowie die Gasprobenahme zur Detektion von NH₃ und SF₆ erfolgten nur im Auslaufbereich (Abb. 2). Im Innenbereich der Ställe wurde die Verschmutzung während der Messwochen regelmäßig bonitiert und mit Fotos dokumentiert. Es zeigte sich, dass die Tiere Kot und Harn nahezu nur im Auslauf absetzen; nur in Einzelfällen wurden in wenigen Buchten Verschmutzungen im Innenbereich festgestellt. Es ist daher davon auszugehen, dass Emissionen von Ammoniak vor allem im Außenbereich stattfinden.

Die Messungen der Gaskonzentrationen in der Umgebungsluft erfolgten in der Regel alle 20 Minuten. Meteorologische Daten (Temperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Windrichtung usw.) wurden mit einer Wetterstation in Stallnähe erhoben. Nach Qualitätsprüfung und Plausibilisierung der erhobenen Daten erfolgte in einer Datenbankanwendung eine Synchronisierung der erhobenen Gaskonzentrationen in der Umgebungsluft mit den Zudosierungsraten des Tracergases.

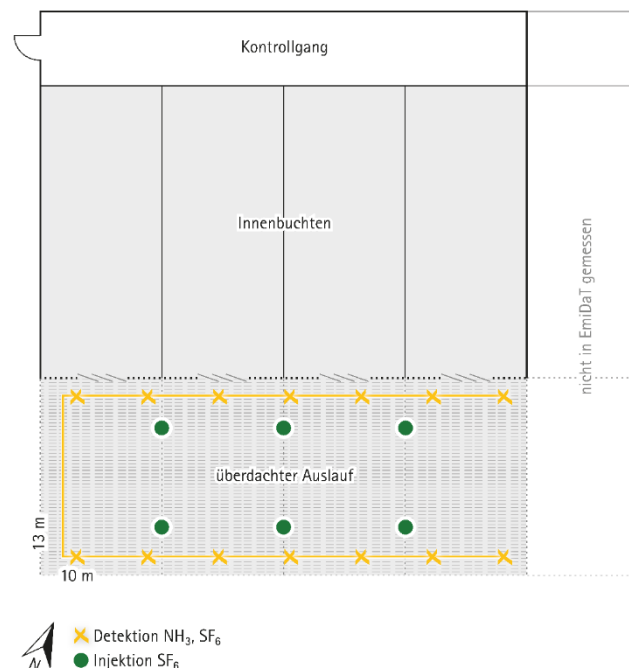


Abb. 2: Schematischer Messaufbau an einem Betrieb der Variante „Spalte“. Im Bereich des Auslaufs erfolgt die bodennahe Zudosierung des künstlichen Tracergases SF₆ (grüne Punkte), die Konzentrationsmessung von SF₆ und NH₃ in der Umgebungsluft erfolgt in dem darüberliegenden Messraum in ca. 1,8 m Höhe (Ringleitung) (© KTBL)

Um unterschiedliche Witterungsbedingungen, insbesondere Temperaturbereiche, im Jahresverlauf abbilden zu können, erfolgten die Messungen über das Jahr verteilt mehrfach in allen Jahreszeiten. Außerdem mussten während der Messungen auch die unterschiedlichen Abschnitte des Mastzyklus, d. h. unterschiedliche Tiermassen, berücksichtigt werden (VERA 2018). Um die berechnete jährliche Ammoniakemissionsrate für das mittlere Tiergewicht angeben zu können, wurden Gewichtungsfaktoren für die Lebendmasse auf Basis einer sigmoidalen Wachstumskurve verwendet.

Die Berechnungsergebnisse der Einzelmesszeitpunkte wurden zu arithmetischen Stundenmittelwerten aggregiert. Zur Berechnung von Jahreswerten für die Emissionsraten, d. h. Abbildung eines langjährigen mittleren meteorologischen Jahres, erfolgte eine Gewichtung der Stundenmittelwerte auf Basis der Häufigkeiten der langjährigen Temperaturstundenmittel von einer dem jeweiligen Untersuchungsstandort nahegelegenen Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2020).

Der Datensatz der Ammoniakemissionsraten (gewichtete Jahresmittelwerte) wurde nach Variante („Plan“, „Spalte“) gruppiert und auf signifikante Unterschiede bezüglich der Emissionsraten zwischen den Varianten mittels linearer Kontraste nach Varianzanalyse getestet.

Ergebnisse

Zwischen den untersuchten Varianten „Plan“ und „Spalte“ konnten keine signifikanten Unterschiede bei den Jahreswerten der Ammoniakemissionsraten nachgewiesen werden. Zur Charakterisierung der unterschiedlichen Messsituationen im Jahreslauf, d. h. unterschiedliche Temperaturbedingungen, Mastabschnitt-

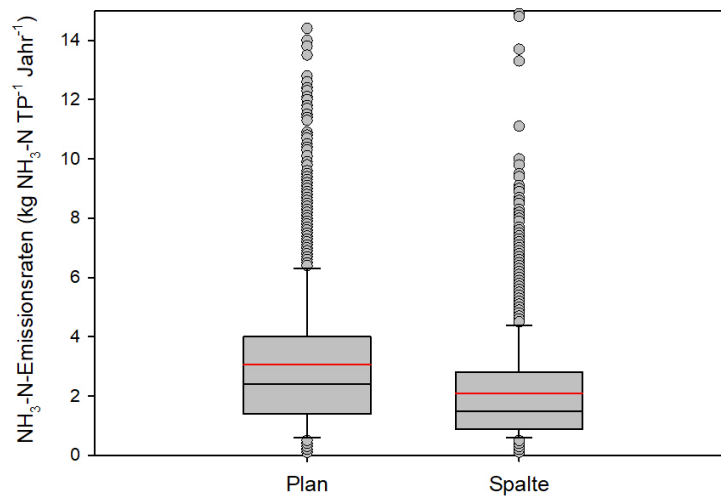


Abb. 3: Stundenmittelwerte der Ammoniak-Stickstoff-Emissionsraten ($\text{kg NH}_3\text{-N TP}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$) für die untersuchten Varianten „Plan“ und „Spalte“. Die rote Linie kennzeichnet das arithmetische Mittel, die schwarze Linie den Median. (© KTBL)

te, Reinigungs- bzw. Verschmutzungsereignisse usw., sind in Abbildung 3 die Stundenmittelwerte der Ammoniakemissionsraten dargestellt.

Da keine signifikanten Unterschiede bei den Jahreswerten der Ammoniakemissionsraten zwischen den beiden Varianten festgestellt werden konnten, wurde eine mittlere Ammoniakemissionsrate pro Jahr berechnet. Der in dieser Untersuchung berechnete arithmetische Mittelwert der Emissionsrate für Mastschweineeställe mit Auslauf beträgt für Ammoniak $2,6 \text{ kg NH}_3\text{-N pro Tierplatz und Jahr}$ (mittlere Tiermasse über die Mastperiode: $67 \text{ kg Lebendmasse}$).

Die berechneten mittlere jährlichen Ammoniakemissionen der Haltungssysteme mit Auslauf sind auf Basis der vorliegenden Untersuchungen niedriger als der Emissionswert von $3 \text{ kg NH}_3\text{-N pro Tierplatz und Jahr}$ für zwangsgelüftete Ställe mit Vollspaltenböden aus der VDI-Richtlinie 3894 Blatt 1 (2011). Die durchschnittlichen Auslaufflächen betragen dabei zwischen $0,4$ und $1,3 \text{ m}^2$ pro Tier. Ein Zusammenhang zwischen der jeweiligen Auslauffläche und der Ammoniakemissionsrate konnte nicht nachgewiesen werden. In der Regel verschmutzen die Tiere nicht den gesamten Auslauf, sondern legen einen Kotplatz an. Dadurch ist die potenziell emittierende Fläche auch bei größeren Ausläufen begrenzt und führt nicht zu höheren Emissionen.

Wichtiger Ansatzpunkt zur Emissionskontrolle ist das Management der verschmutzten Bereiche, hier des Auslaufs. Eine regelmäßige Reinigung und ausreichende Einstreu bei planbefestigten Ausläufen sind wichtige Managementmaßnahmen, um die Emissionen gering zu halten. Bei Ausläufen mit Spaltenboden ist eine regelmäßige Reinigung der Spalten notwendig, wenn die Tiere den Kot nicht ausreichend durch die Spalten treten. Der Einsatz eines Unterflurschiebers kann hier ebenfalls die Emissionen im Auslauf reduzieren.

Mit dem EmiDaT-Projekt wurde eine Datengrundlage für Ammoniakemissionsraten aus Ställen geschaffen, die auf einheitlichen Messmethoden und Auswerteroutinen beruht. Die Bereitstellung einer mittleren jährlichen Ammoniakemissionsrate ermöglicht die Bewertung von Haltungssystemen mit Auslauf für Mastschweine. Hinsichtlich Ammoniakemissionsraten sind Außenklimaställe mit Auslauf für Mastschweine generell nicht schlechter zu bewerten als zwangsgelüftete Ställe.

Die Messmethodik (Messprotokolle, Vorgehensweisen bei der Datenplausibilisierung und Auswertung usw.) sowie die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in einer KTBL-Schrift (in Vorbereitung) veröffentlicht.

Literatur

- DWD (Climate Data Center) (2020): Vieljährige Stationsmittelwerte für die Klimareferenzperiode 1981–2010 für aktuellen Standort und Bezugsstandort. https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/multi_annual/, Zugriff am 21.01.2020
- Schrade, S. (2009): Ammoniak- und PM10-Emissionen im Laufstall für Milchvieh mit freier Lüftung und Laufhof anhand einer Tracer-Ratio-Methode. VDI-MEG 483, Dissertation, Christian-Albrechts-Universität Kiel
- VDI (2011): Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen – Haltungsverfahren und Emissionen Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. VDI Richtlinie 3894, Blatt 1. Hrsg. Verein Deutscher Ingenieure
- VERA (2018): VERA Test Protocol for Livestock Housing and Management Systems, Version 3:2018-09. https://www.vera-verification.eu/app/uploads/sites/9/2019/05/VERA_Testprotocol_Housing_v3_2018.pdf, Zugriff am 15.01.2019

Danksagung

Die Förderung erfolgt aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank, Frankfurt am Main. Wir danken den Mitgliedern der KTBL-Arbeitsgruppe „EmiDaT“ für die fachliche Unterstützung im Projekt. Weitere Informationen zum Projekt unter <https://www.ktbl.de/themen/emidat>.