

# Emissionen der Tierhaltung 2023 – erheben, beurteilen, mindern



Tagung am 10. und 11. Oktober 2023 –  
Gustav-Stresemann-Institut, Bonn

Gefördert durch



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

Projektträger



Bundesanstalt für  
Landwirtschaft und Ernährung

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



rentenbank

## Emissionsarmer Tierwohlstall für Mastschweine mit vollständiger Kot-Harn-Trennung – Ermittlung von Emissionen und Immissionen, EIP-AGRI-Projekt „SaLu\_T“

MICHAEL KROPSCH, DIETMAR ÖTTL, EDUARD ZENTNER

### 1 Einleitung

Im Rahmen des EIP-AGRI-Projektes „Saubere Luft in der Tierproduktion: Emissionsminderung und Tierwohl in der Schweinemast (SaLu\_T)“ wurden u. a. umfassende Untersuchungen zu Emissionen und Immissionen durchgeführt – im Fokus standen Geruch und Ammoniak, Staub, Bioaerosole und Lärm.

Der im Projekt „SaLu\_T“ untersuchte „Emissionsarme Tierwohlstall für die konventionelle Mastschweinehaltung“ stellt einen komplett neuen Systemansatz dar, in dem, neben der Verbesserung des Tierwohls (mehr Platz pro Tier, Zurverfügungstellung von Einstreu und mehreren Beschäftigungsmaterialien, Zugang zu Außenklimabereich), der Fokus auf die Kombination mehrerer Emissionsminderungsmaßnahmen (Reduktion der emittierenden Oberflächen, N-angepasste Fütterung, Trennung von Kot und Harn, Kühlung der Zuluft, Strohentstaubungsanlage) gelegt wurde.

### 2 Material und Methoden

**Geruchserhebungen:** Die essenzielle Ressource für Feldbegehungen ist ein ausreichend großer Pool an Probanden, deren Geruchsempfinden zuvor unter normativen Bedingungen ermittelt wurde. Vorgabe der entsprechenden ÖNORM EN 13725 (2022) ist das Selektieren von geeigneten Personen, deren Geruchssinn nicht zu sensibel bzw. zu unempfindlich ausgebildet ist. Die Feldbegehungen zur Ermittlung der Geruchshäufigkeiten wurden an 8 Erhebungspunkten, im Zeitraum vom 10.1. bis 12.7.2022, auf Basis der ÖNORM EN 16841-1 (2017) geplant und durchgeführt. Die Geruchseindrücke „Schweinestall“ und „Güllegrube“ wurden zur Berechnung der Geruchshäufigkeiten zusammengefasst; unberücksichtigt blieben Gerüche durch „Gülleausbringung“ und andere Geruchsarten. Ziel der Geruchserhebungen war die Generierung von Emissionsdaten, aus denen durch „Rückrechnung“ (siehe Abschnitt 3) ein stallspezifischer Geruchsemissionsfaktor abgeleitet werden kann.

**Ermittlung der Ammoniakkonzentration in der Emission:** Um die Ammoniakbelastung im Innenbereich des Stalles und in den einzelnen Funktionsbereichen im Auslaufbereich zu erheben, wurde die Methodik der FTIR-Emissionsmessung verwendet. Das FTIR-Messgerät wurde von der DLG Deutschland zur Verfügung gestellt und war zur Messung der Ammoniakemissionsverläufe 4-mal pro Jahr (Frühjahr, Sommer, Herbst und Winter) für jeweils 10 Tage im Einsatz. Die Messungen der  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen wurden in der Mitte des Stallgebäudes, in je einer nördlich und südlichen gelegenen Mastbucht (beide sind baugleich), durchgeführt. Dazu wurden je Bucht drei Gasmessleitungen in den Funktionsbereichen installiert: im Ruhebereich (innen), im Fress- und Kotbereich (außen).

**Ammoniakmessung in der Stallumgebung:** An insgesamt zehn Punkten wurden  $\text{NH}_3$ -Messungen mit Passivsammlern (Typ „Radiello“) durch das Institut für Landtechnik und Tierhaltung (LFL Bayern) in Kooperation mit der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Es erfolgte eine Doppelbeprobung in ca. 3 m Höhe über Grund; für die weiteren Auswertungen wurde jeweils der Mittelwert herangezogen. Die Messperiode

erstreckte sich von Oktober 2020 bis März 2022, mit monatlichem Wechsel der Passivsammler. Wie bei den Geruchserhebungen dienten die ermittelten  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen zur „Rückrechnung“ (siehe Abschnitt 3) auf einen spezifischen  $\text{NH}_3$ -Emissionsfaktor für den untersuchten „Emissionsarmen Tierwohlstall“.

**Ermittlung der Staubkonzentration:** Für die Staubmessungen wurde ein Environmental Dust Monitor der Firma Grimm (Spektrometer 11-C) verwendet, mit Auswertung der Fraktionen  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_1$  und Analyse der Partikelverteilung über 31 Größenkanäle. Im Zeitraum von 23.07.2021 bis 02.03.2023 wurden insgesamt 5 Messkampagnen im Stallinnenraum und im Auslaufbereich durchgeführt. Im Rahmen des letzten Erhebungsblocks Anfang 2023 wurden unterschiedliche Minderungsszenarien, „Stroh entstaubt mit Öl-Vernebelung“ und „Stroh entstaubt ohne Öl-Vernebelung“, ergänzend untersucht.

**Messung der Bioaerosolkonzentration:** Das Ziel der Messungen war, den Ist-Zustand der Immissionen im Bereich des neuen „Emissionsarmen Tierwohlstalles für Mastschweine“ zu erheben. Das Hautaugenmerk lag dabei auf der Gruppe der Staphylokokken bzw. auf *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) – in Anlehnung an die Leitparameter der VDI 4250 Blatt 3 (2016). Zusätzlich wurden die Gesamtbakterien sowie die Gruppe der grampositiven Bakterien erfasst. Über einen Zeitraum von rund einem Jahr wurden in Summe 9 Messserien abgehalten; Start dazu war im Juni 2021. Für die Erhebung der Bioaerosole kamen zwei Messverfahren zur Anwendung: die direkte Sammelmethode der „Impaktion“ und die indirekte Sammelmethode des „Impingements“. Analog zur Geruchsbegehung und zur Erhebung der Ammoniakkonzentration im Umfeld des „SaLu\_T“-Stalles wurden die Bioaerosole an mehreren Mess- bzw. Immissionspunkten gemessen.

**Schalltechnische Untersuchung:** Für die Untersuchung der Lärmemissionen wurden zwei Schallpegelmessgeräte der Type Nor140, mit Mikrofon Nor1225 und Mikrofonvorverstärker Nor1209 (alle Firma Norsonic) verwendet. Vor und nach jeder Messung wurden die Schallpegelmessgeräte mit einer Prüfschallquelle der Bauart Nor1251 kalibriert. Bei der Messkampagne im August 2022 wurden, jeweils zur gleichen Zeit, 10 Kurzzeitmessungen mit zwei Schallpegelmessgeräten der Type Nor140 durchgeführt. Die Erhebungen fanden im Bediengang des nördlichen Auslaufbereiches, innerhalb der Gebäudehülle, statt. Während der Messperioden erfolgte eine gleichmäßige Bewegung der beiden Schallpegelmessgeräte zwischen der westlichen und östlichen Stallaußenseite, rund 1,5 m über Boden. Der gesamte nördliche Auslaufbereich der Mastschweine wurde damit erfasst. Schalltechnischer Untersuchungsgegenstand war die Frage, ob die Haltung von Mastschweinen in dem neu konzipierten „Emissionsarmen Tierwohlstall“ höhere Lärmpegel hervorruft als die Haltung in herkömmlichen, konventionellen, zwangsentlüfteten Systemen. Basis dieses Vergleichs waren die vom UBA (2013) publizierten Schallemissionsdaten von Mastschweinen.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Für die Modellierung mit GRAL wurde als initiale Emissionsfracht 1 MGE/h gewählt (Öttl 2022). Diese Emissionsfracht wurde im Postprocessing so lange verändert, bis eine bestmögliche Übereinstimmung zwischen erhobenen und modellierten Geruchshäufigkeiten erzielt wurde. Der spezifische Geruchsemissionsfaktor des überprüften Stallsystems liegt bei rund 8 GE/GVE/s und entspricht damit einer Reduktion gegenüber dem Faktor für zwangsbelüftete Mastschweinestallungen um 95 % (140 GE/GVE/s; Öttl et al. 2021).

Die Ammoniakkonzentration im Stallsystem (Funktionsbereiche des „Emissionsarmen Tierwohlstalles“) weist mit maximal 3,1 ppm, gegenüber Parallelmessungen in einem zwangsbelüfteten Mastschweinestall mit maximal 16,5 ppm, eine um rund 80 % verminderte Konzentration auf.

Bei der Ermittlung der Ammoniakemissionen wurde, analog zu den Geruchsmodellierungen, von einer initialen Emissionsfracht von 1 kg/h ausgegangen (Öttl 2022). Diese Emissionsfracht wurde im Anschluss

derart optimiert, dass eine bestmögliche Übereinstimmung (minimaler Bias) mit den gemessenen Konzentrationen erzielt wurde:

$$Bias = \sum_k \sum_i \sum_n |B_n - (M_n \cdot f_i + H_k)| \quad (Gl. 1)$$

Hierbei ist  $B_n$  die jeweilige monatsdurchschnittliche gemessene Konzentration am Messpunkt  $n$ ,  $M_n$  die von GRAL modellierte monatsdurchschnittliche Konzentration an diesem Messpunkt,  $f_i$  die modulierte Emission und  $H_k$  die modulierte Hintergrundbelastung (räumlich homogen angenommen). Der ermittelte Ammoniakemissionsfaktor von 0,73 kg/TP/a weist eine Minderung von rund 80 % gegenüber dem Basisfaktor der VDI 3894-1 (3,64 kg/TP/a; VDI 2011) auf.

Die Staubkonzentrationen im Innenbereich des Projektstalls zeigen einen jahres- und tageszeitlichen Verlauf und können durch den Einsatz einer Strohentstaubungsanlage, in Kombination mit einer Öl-Niedrigdruck-Vernebelung, die Belastung deutlich mindern. Dies ist zentral hinsichtlich der Atemwegsgesundheit von Schweinen.

Eine der zentralen Fragen zur Thematik der Bioaerosole war der Umfang des Austrags (von der Quelle „SaLu\_T“-Projektstall) in die unmittelbare Umgebung. Hier zeigte sich – durch Verdünnungseffekte – eine rasche Konzentrationsabnahme ausgehend von der Quelle. Vergleiche mit den Ergebnissen aus dem Projekt „Luquasta“ (Galler 2022) weisen darauf hin, dass die Konzentration der Staphylokokken im Umfeld des untersuchten „Emissionsarmen Tierwohlstalls“ nicht höher liegen als bei begutachteten zwangsbelüfteten Mastschweinestallungen. Die *spa*-Typisierung ausgewählter *S.-aureus*-Keime zeigte das Vorliegen typischer nutztierassoziiertes LA-MRSA mit charakteristischem Resistenzmuster.

Wesentlich, insbesondere hinsichtlich zukünftiger Genehmigungsverfahren für „Emissionsarme Tierwohlställe“ mit Außenklimabereich, war die Klärung, ob die Mastschweine in diesem neuen System höhere Geräuschemissionen zeigen als in konventioneller Haltung mit Zwangsbelüftung. Der Vergleich des ermittelten Emissionsfaktors von  $L_{WA,1 \text{ Schwein-Ma,SaLuT}} = 60,9$  dB im Tages- und Abendzeitraum entspricht beinahe exakt jenem Wert ( $L_{W,1 \text{ Schwein-Ma,TA}} = 61,0$  dB) für zwangsbelüftete Mastschweinestallungen (UBA 2013).

## Literatur

- Galler, H. (2022): Forschungsauftrag Projekt Luquasta – Immissions- und Emissionsmessungen von Bioaerosolen im Bereich von Geflügel- und Schweinestallungen. Vortrag im Rahmen des Webinars Emissionsbeurteilung in der Nutztierhaltung am 5. April 2022
- ÖNORM EN 13725 (2022): Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration durch dynamische Olfaktometrie und Ermittlung der Geruchsstoffemissionsrate, Wien
- ÖNORM EN 16841-1 (2017): Außenluft – Bestimmung von Geruchsstoffemissionen durch Begehungen – Teil 1: Rastermessung, Wien
- Öttl, D. (2022): Projekt SaLu\_T – Erhebungen der Geruchs- und Ammoniakimmissionen in der Umgebung eines Tierwohlstalles für die Schweinemast. (Hg.) Amt der Steiermärkischen Landesregierung
- Öttl et al. (2021): Richtlinie zur Beurteilung von Geruchsimmissionen. Bericht Nr. LU-02-2021, (Hg.) Amt der Steiermärkischen Landesregierung
- UBA (2013): Praxisleitfaden Schalltechnik in der Landwirtschaft. REP-0409, Wien, Umweltbundesamt
- VDI 3894 Blatt 1 (2011): Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen – Haltungsverfahren und Emissionen – Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. Berlin, Beuth Verlag
- VDI 4250 Blatt 3 (2016): Bioaerosole und biologische Agenzien – Anlagenbezogene, umweltmedizinisch relevante Messparameter und Beurteilungswerte, Berlin, Beuth Verlag