

## EmiDaT – Emissionsmessungen in Milchvieh- und Mastschweineeställen

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

### 1 Einleitung und Zielsetzung

In dem bundesweiten Projekt „Ermittlung von Emissionsdaten für die Beurteilung der Umweltwirkungen der Nutztierhaltung“ (EmiDaT) werden Emissionsdaten für Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) und Methan ( $\text{CH}_4$ ) in freigelüfteten Liegeboxenlaufställen für Milchkühe und in Mastschweineeställen mit Auslauf in verschiedenen Regionen Deutschlands ermittelt.

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

### 2 Untersuchungsstandorte

Für die Emissionsmessungen im Rahmen von EmiDaT wurden 11 Milchviehbetriebe (ohne Weidegang) ausgewählt (Abb. 1). Die untersuchten Liegeboxenlaufställe unterscheiden sich zum einen in der Bodengestaltung des Laufgangs (planbefestigt oder perforierter Boden) und zum anderen im Ort der Güllelagerung (im Stall oder außerhalb des Stalls). Die Stalltypgruppe „Keller“ umfasst Ställe mit Güllekeller unter dem perforierten Laufgang, die Stalltypgruppe „Plan“ beinhaltet Ställe mit planbefestigtem Laufgang und Gülleaußenlager, die Stalltypgruppe „Spalte“ impliziert Ställe mit perforiertem Boden im Laufgangbereich und Gülleaußenlager. Es wurden drei bzw. vier Ställe je Stalltypgruppe untersucht.

Die zu untersuchenden Mastschweineeställe mit Auslauf werden in zwei Varianten unterteilt: in geschlossene Ställe mit eingestreutem, planbefestigtem Auslauf, Lüftung über Gebäudeöffnungen (Variante „Plan“) und freigelüf-

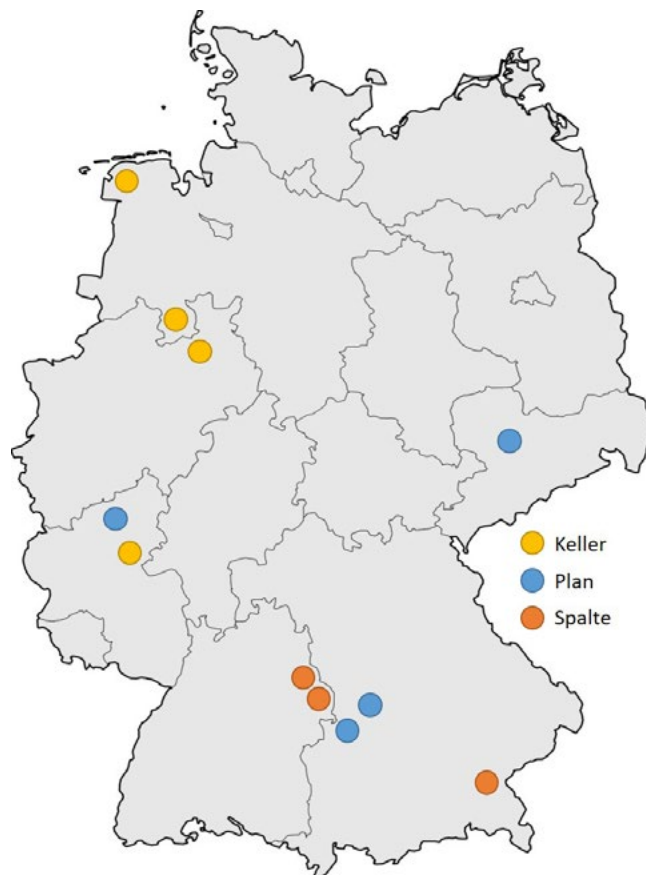


Abb. 1: Standorte der untersuchten 11 Milchviehställe in Deutschland (© KTBL)

tete Ställe mit perforiertem Boden im Auslauf (Variante „Spalte“). Insgesamt werden je Variante vier Ställe untersucht. Die Messungen bei den Mastschweinställen werden bis Ende 2021 abgeschlossen sein.

Die Beschreibung der Emissionsmessungen, der Auswertungsmethoden sowie die Ergebnisdarstellung erfolgen daher im Folgenden nur für die Milchviehställe.

### 3 Emissionsmessungen an Milchviehställen

An jedem EmiDaT-Untersuchungsstandort wurden in mindestens sechs Messwochen, verteilt über das Jahr, Emissionsmessungen durchgeführt. Für die Messungen wurde ein standardisiertes Messprotokoll mit einheitlichem Messaufbau und Messroutinen in Anlehnung an VERA (2018) angewandt. Generell umfasste der Messaufbau zur Gasprobennahme in den Milchviehställen eine Sammelleitung im Stallgebäude und zwei Außenmesspunkte an den Längsseiten des Gebäudes (Abb. 2).

Die innere Sammelleitung und die Außenmesspunkte wurden in zeitlicher Abfolge beprobt und die Gaskonzentrationen ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ) mittels FTIR-Analysator bestimmt.

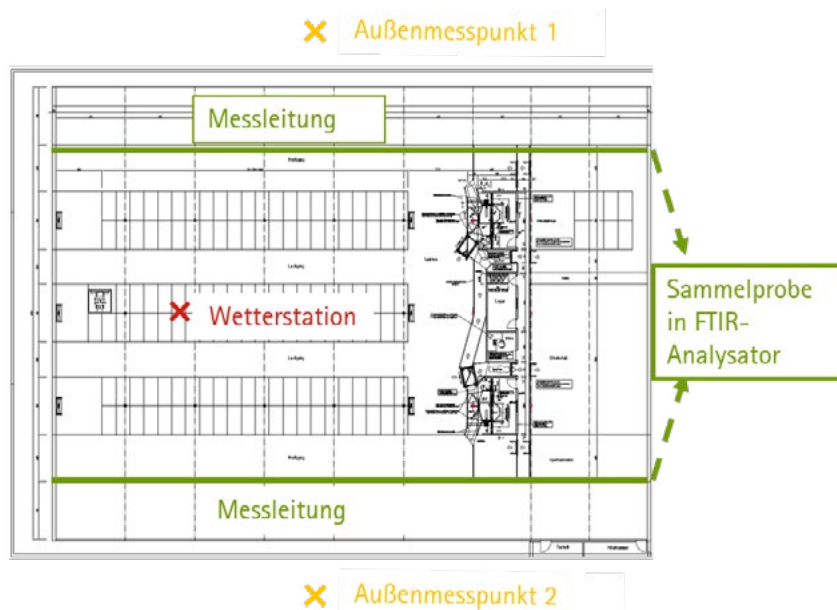


Abb. 2: Schematischer Messaufbau an einem Milchviehstall (© KTBL)

In der Regel wurden mindestens fünf Messwerte pro Stunde im Stall bzw. außerhalb des Stalls ermittelt. Meteorologische Daten (Temperatur, Luftfeuchte, Windrichtung und Windgeschwindigkeit) wurden mit einer Wetterstation in ca. 100 m Entfernung vom gemessenen Stall erhoben. Zudem wurden im Stall Lufttemperatur, Luftfeuchte und zum Teil auch Windgeschwindigkeiten erfasst. Im weiteren Umfeld der Ställe wurden Passivsammler zur ergänzenden Bestimmung der Hintergrundkonzentration an  $\text{NH}_3$  in der zuströmenden Luft aufgestellt. Generell wurden auf allen Betrieben emissionsrelevante Tier- und Managementdaten erfasst.

Nach Qualitätsprüfung und Plausibilisierung der erhobenen Daten erfolgte in einer Datenbank-anwendung eine Synchronisierung der asynchron erhobenen Gas- und Meteodaten. Synchronisationskriterien waren Windrichtung bzw. -anströmungswinkel des Stallgebäudes, Windgeschwindigkeiten innerhalb eines Toleranzbereichs sowie eine maximal tolerierbare Zeitdifferenz zwischen Innen- und Außenmessung.

Die Berechnung der Ventilations- bzw. Emissionsraten für  $\text{NH}_3$  und  $\text{CH}_4$  der einzelnen Messzeitpunkte erfolgte unter Verwendung von  $\text{CO}_2$  als natürlichem Tracergas mit der Massenbilanzmethode (VERA 2018). Die Berechnungsergebnisse der Einzelmesszeitpunkte wurden zu arithmetischen Stundenmittelwerten aggregiert. Zur Berechnung von mittleren jährlichen Emissionsraten erfolgte eine Gewichtung der Einzelmesswerte auf Basis der Häufigkeiten der langjährigen Temperaturstundenmittel von einer dem jeweiligen Untersuchungsstandort nahegelegenen Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2020). Der Datensatz (gewichtete Jahresmittelwerte) wurde nach Stalltyp („Keller“, „Spalte“, „Plan“) gruppiert und auf signifikante Unterschiede bezüglich der Emissionsraten zwischen den Stalltypen mittels linearer Kontraste nach Varianzanalyse getestet.

#### 4 Ergebnisse

Zwischen den Stalltypen „Keller“, „Plan“ und „Spalte“ konnten keine signifikanten Unterschiede bei den Ammoniakemissionsraten nachgewiesen werden (Abb. 3). Die Boxplots stellen jeweils die Emissionsraten für vier bzw. beim Stalltyp „Spalte“ für drei Ställe mit jeweils sechs Messwochen dar. Die roten Linien kennzeichnen die arithmetischen Mittel, die schwarzen Linien die Mediane. Da keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei untersuchten Stalltypen festgestellt werden konnten, wurde eine mittlere Emissionsrate für alle untersuchten drei Stalltypen in Großvieheinheit (GV) und Jahr berechnet. Der in dieser Untersuchung berechnete arithmetische Mittelwert über alle Stalltypen beträgt für Ammoniak ca.  $8 \text{ kg NH}_3\text{-N GV}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ .

Im Gegensatz zu den Ammoniakmessungen wurden bei Methan zwischen dem Stalltyp „Keller“ und den Stalltypen „Spalte“ und „Plan“ signifikante Unterschiede bei den Emissionsraten festgestellt (Abb. 4). Daraus kann abgeleitet werden, dass der Ort der Güllelagerung die Höhe der Methanemissionen beeinflusst, mit niedrigeren Methanemissionsraten aus dem Stall bei Lagerung der Gülle außerhalb des Stallgebäudes.

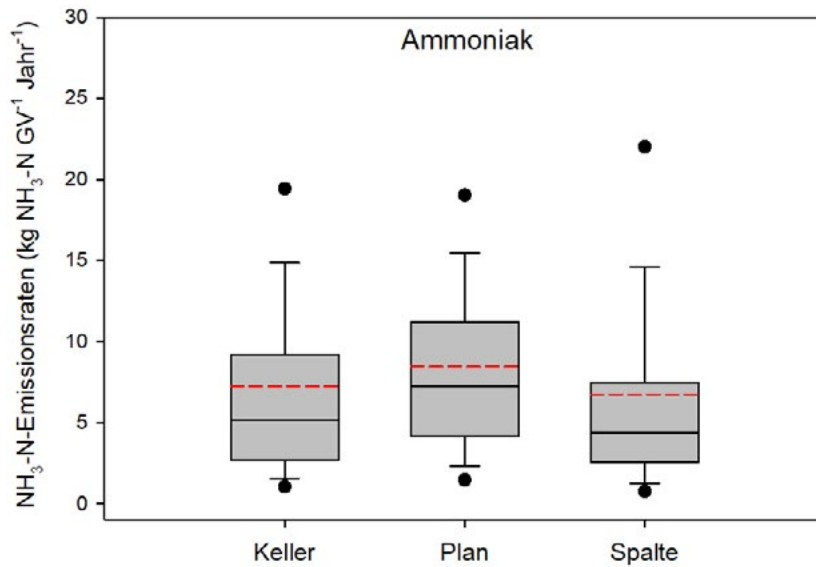


Abb. 3: Ammoniak-Stickstoff-Emissionsraten (kg NH<sub>3</sub>-N GV<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>) für die drei untersuchten Stalltypen „Keller“, „Plan“ und „Spalte“ (© KTBL)

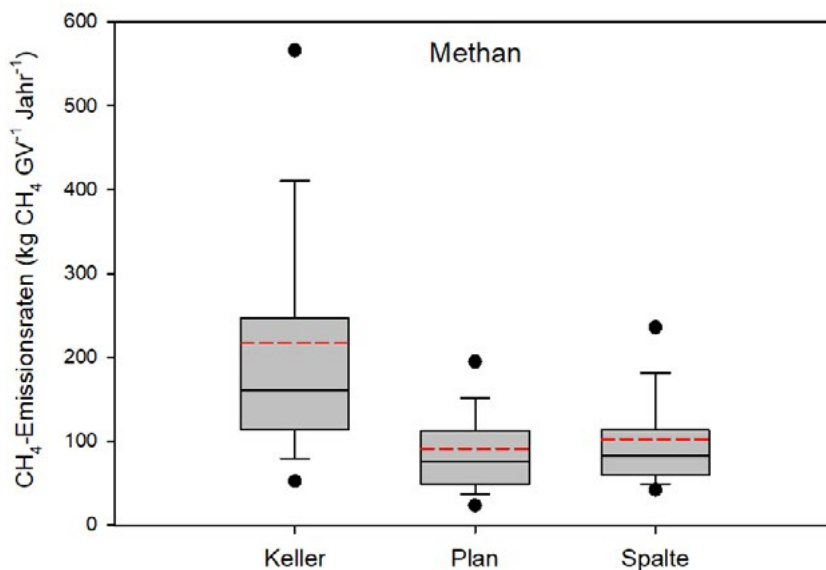


Abb. 4: Methanemissionsraten (kg CH<sub>4</sub> GV<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>) für die drei untersuchten Stalltypen „Keller“, „Plan“ und „Spalte“ (© KTBL)

Die vorgestellten Emissionsraten aus den 11 untersuchten Betrieben (Abb. 3 und 4) sind auf die Einheit Großvieheinheit (GV) bezogen, d.h. die im Stall befindliche Lebendmasse (Milchkühe, Trockensteher, Färsen) wird als Summenprodukt aus Anzahl der Tiere und jeweiliger Lebendmasse berücksichtigt. Für eine GV wurde eine Lebendmasse (LM) von 500 kg angenommen.

Für die Verwendung der Ergebnisse durch die Genehmigungsbehörden oder im landwirtschaftlichen Emissionsinventar ist eine Umrechnung der Emissionsraten von der Bezugseinheit GV auf

die Bezugseinheit Tierplatz (TP) notwendig. Die Umrechnung der Emissionsraten auf die Einheit Tierplatz erfolgt im EmiDaT-Projekt auf Basis von 675 kg LM je Milchkühe (LM nach DüV 2017) bzw. 1,35 GV je Tierplatz. Für die Bezugsbasis Tierplatz wird eine 100-Prozent-Belegungsrate des Tierplatzes unterstellt. Die Lebendmasse von 675 kg entspricht in etwa der gemessenen durchschnittlichen Lebendmasse der Milchkühe in den untersuchten Ställen.

In der VDI-Richtlinie 3894 Blatt 1 (2011) und im landwirtschaftlichen Emissionsinventar (Rösemann et al. 2021) werden für die aufgeführten Emissionsraten für Milchvieh als Bezugseinheit „1 Tierplatz entspricht 1,2 GV“ verwendet. Die unterstellten Belegungsraten je Tierplatz sind nicht angegeben.

Die Umrechnung der in der VDI-Richtlinie (2011) verwendeten Ammoniakemissionsrate von 12 kg NH<sub>3</sub>-N TP<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> (entspricht 14,57 kg NH<sub>3</sub> TP<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>) auf die Einheit GV (1 TP = 1,2 GV) ergibt ca. 10 kg NH<sub>3</sub>-N GV<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>. Dies zeigt, dass die im EmiDaT-Projekt ermittelten Emissionsraten in Höhe von ca. 8 kg NH<sub>3</sub>-N GV<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> deutlich niedriger liegen als die bisher verwendete Emissionsrate nach VDI-Richtlinie (2011).

Beim Vergleich der Emissionsraten für Liegeboxenlaufställe der vorliegenden Studie mit Ergebnissen anderer Veröffentlichungen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen: Neben der Verwendung unterschiedlicher Bezugseinheiten (GV, TP) bei der Ergebnisdarstellung der Veröffentlichungen erfolgte bei den hier vorgestellten Ergebnissen eine Temperaturgewichtung der Messergebnisse, um mittlere „langjährige“ Jahreswerte abbilden zu können. Weiterhin sind die Emissionsraten unter anderem abhängig vom Messkonzept (z. B. Art des Tracergases bei Massenbilanzmethoden, zeitliche Auflösung der Messungen), der Auswertungsmethodik und dem untersuchten Stallsystem. Ein direkter Vergleich der Emissionsraten ist somit nur bedingt möglich.

Mit dem EmiDaT-Projekt wurde eine Datengrundlage geschaffen, die auf einer einheitlichen Messmethodik und Auswerteroutinen beruht. Die Messprotokolle, die Vorgehensweisen bei der Datenplausibilisierung und Auswertung sowie die Ergebnisse werden in einer KTBL-Schrift (in Vorbereitung) veröffentlicht.

## Literatur

- DÜV (2017): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen vom 26.05.2017 (BGBl. I S.1305). Zuletzt geändert am 28.04.2020 (BGBl. S. 846)
- 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/](https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/multi_annual/), Zugriff am 21.01.2020
- Rösemann, C; Haenel, H-D; Vos, C; Dämmgen, U; Döring, U.; Wulf, S.; Eurich-Menden, B.; Freibauer, A., Döhler, H.; Schreiner, C.; Osterburg, B.; Fuß, R. (2021) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2019 : Report on methods and data (RMD). Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 454 p, Thünen Rep 84, <https://doi.org/10.3220/REP1616572444000>
- 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](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>.

# EmiDaT - Emissionsmessungen in Milchvieh- und Mastschweineeställen



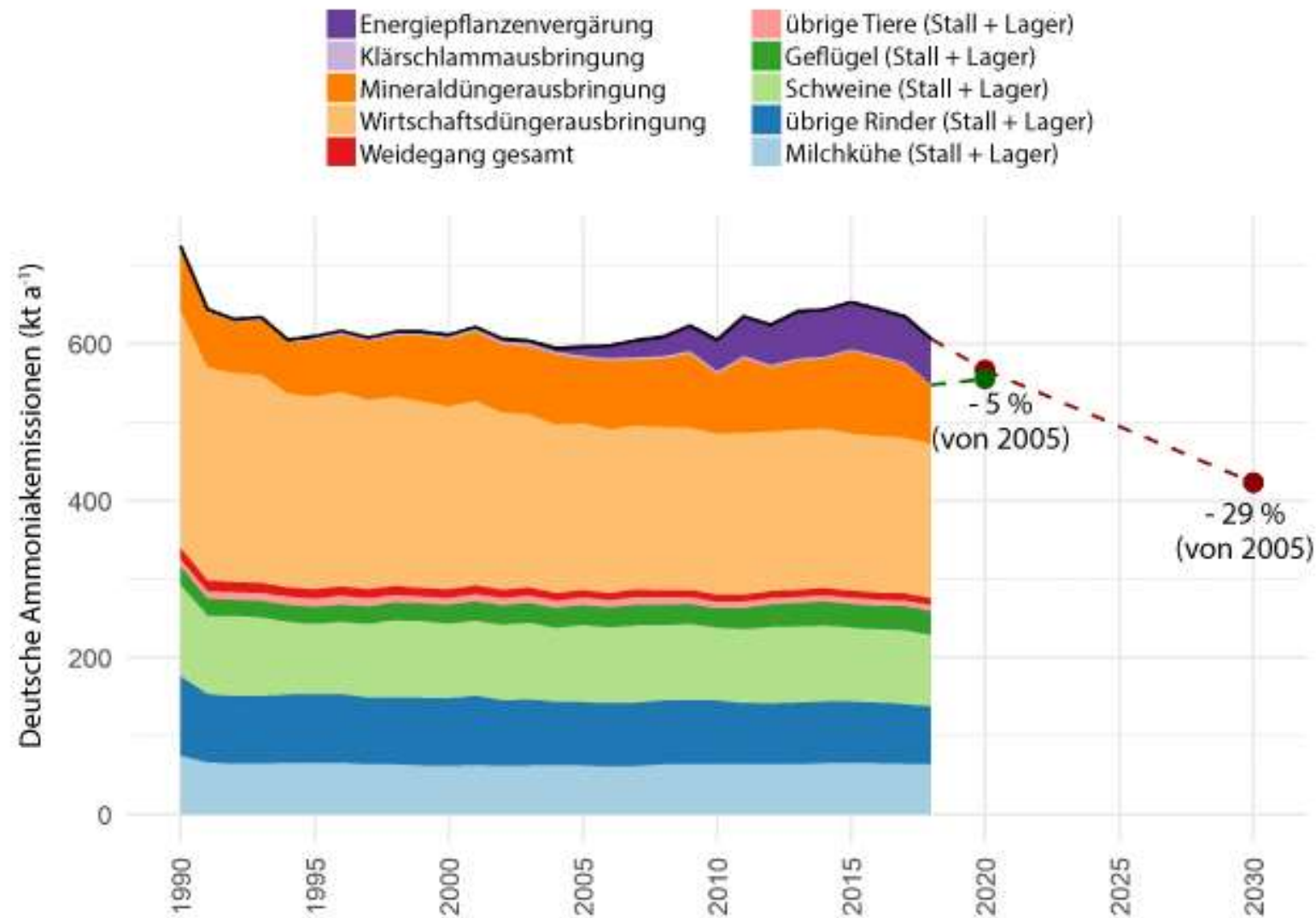
B. Eurich-Menden, U. Wolf, G. Dehler, D. Horlacher,  
A. Smirnov, A. Rössner, E. Grimm, K. Wagner, S. Wulf

17. KTBL Tagung - Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen für die  
Tierhaltung, online, 18.06.2021

- Warum wurde gemessen?
- Was wurde gemessen?
- Wo und wie wurde gemessen?
- Aktueller Stand



# Ammoniakemissionen der LW



Haenel H-D et al. (2020) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2018: Report on methods and data (RMD) Submission 2020. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 448 p, Thünen Rep 77, DOI:10.3220/REP1584363708000

## Ermittlung von Emissionsdaten zur:

- Verbesserung der Datengrundlage für die **Emissionsberichterstattung**
- Ableitung **Emissionsfaktoren**  
**kg NH<sub>3</sub>-N GV<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>** und/oder **kg NH<sub>3</sub>-N Tierplatz<sup>-1</sup>Jahr<sup>-1</sup>**
- Beurteilung der potenziellen **Emissionsrate von Tierhaltungsanlagen** im Rahmen von Genehmigungsverfahren (Ammoniak; Geruch)  
→ Einordnung innovative Haltungsverfahren mit **freier Lüftung** und **Auslauf** bzgl. Ammoniak-Emissionen

- Ermittlung von Emissionsraten (Ammoniak etc.) anhand von **einheitlichen Messprotokollen**
- Validierung und Etablierung von **Messstandards** für zukünftige Vorhaben
- Ermittlung von **Emissionsfaktoren**
- Aufbau einer **Datenbank für Emissionsdaten** und ihren Einflussvariablen auf Emissionen (Metadaten) für Milchvieh- und Mastschweinehaltung
- Ableiten von **Managementempfehlungen** für die **landwirtschaftliche Praxis**

**Laufzeit:** 01/2015 – 03/2022



- **Messmethodik: nach VERA-Messprotokoll**  
„Test Protocol for Livestock Housing and Management Systems“ (2018)
- **Untersuchte Tierkategorien:**  
Milchvieh, Mastschweine
- **Untersuchte Haltungssysteme:**  
Milchvieh: Liegeboxenlaufställe mit unterschiedlicher Laufganggestaltung und Ort der Güllelagerung, Betriebe mit Weidehaltung  
  
Mastschweine: Ställe mit Auslauf  
(Ausläufe planbefestigt und eingestreut bzw. mit Spaltenboden)
- **Messumfang:**  
je Haltungssystem Messungen an vier Stallanlagen

## Zeitlicher Messumfang

- 6 x 1 Woche unter Sommer-, Winter- und Übergangsbedingungen

## Messvariablen

- $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$
- Geruch (Milchvieh: nur einige Ställe, Mastschweine: alle Ställe)
- Meteorologische Daten (Temperatur, Wind etc.)
- Weitere Erhebungen zu Tierbestand und Management:



- Anzahl der Tiere
- Tiergewichte
- Milchleistung
- Milhharnstoffgehalt
- Gewichtszunahme

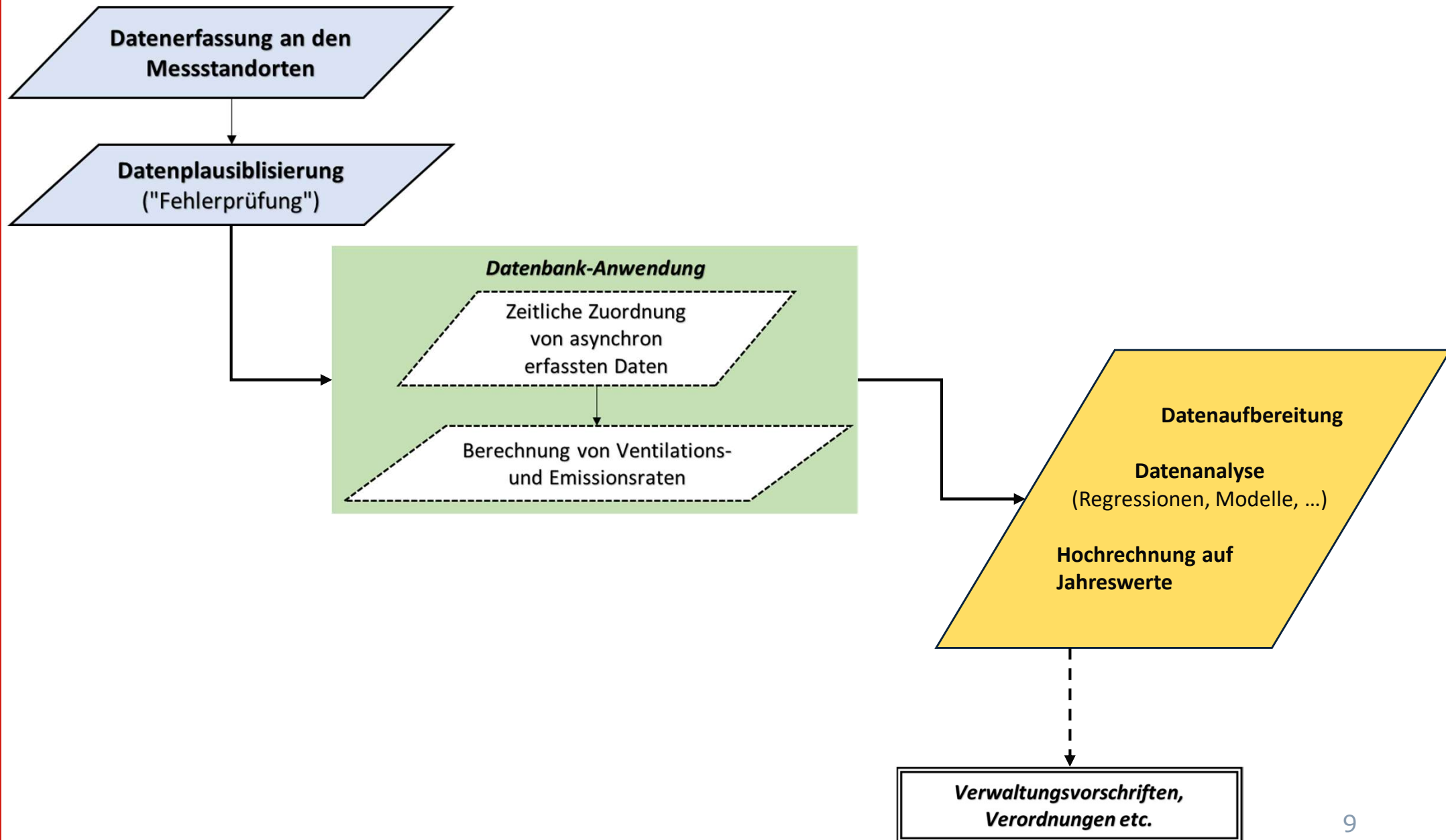


- Fläche pro Tier
- Reinigungsfrequenz der Bodenoberfläche
- Position der Curtains
- Güllefüllstand
- Futterinhaltsstoffe, Gülle

## Messprinzip

- Massenbilanzmethode mit Tracergas (natürlich/künstlich) zur Bestimmung der Ventilations- und Emissionsraten

# Schema Datenerfassung, Aufbereitung und Analyse



# Milchvieh

## Standorte – Messungen – Ergebnisse



B. Eurich-Menden



B. Eurich-Menden



K. Wagner

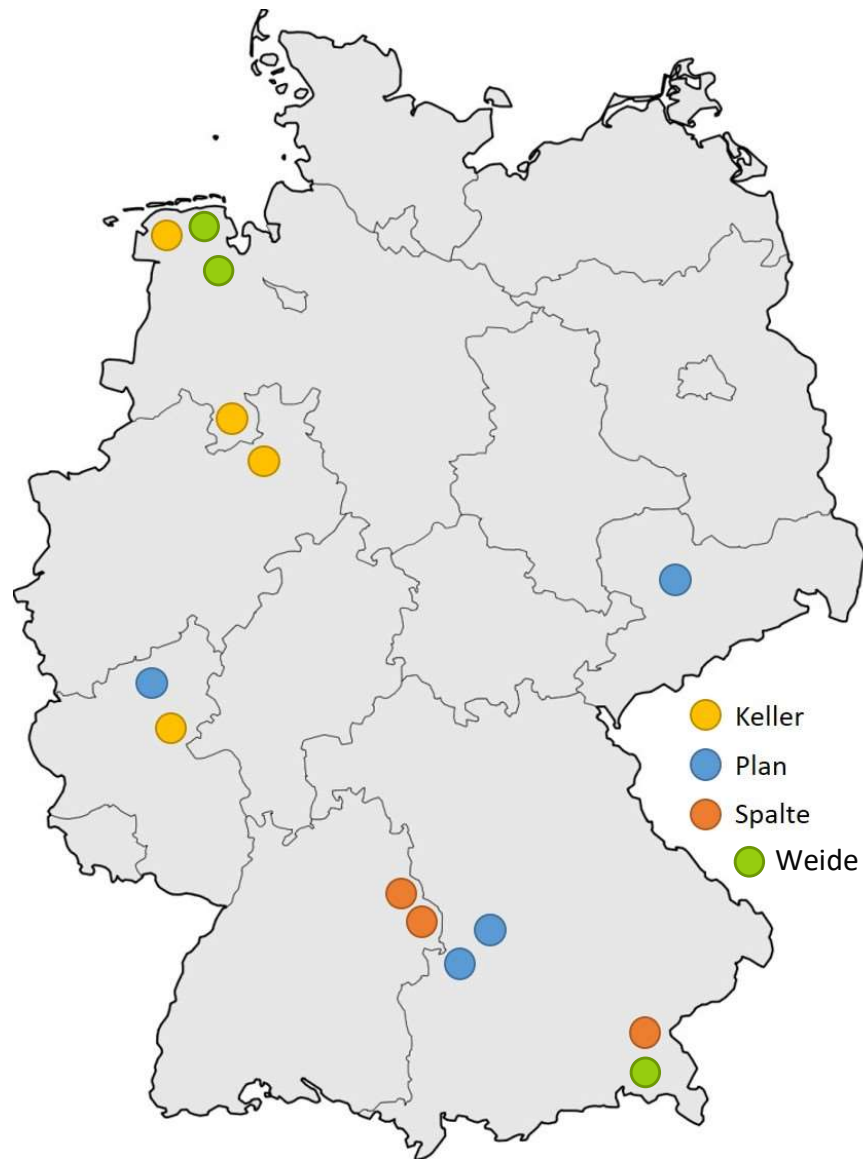


B. Eurich-Menden



u.a.

- Freie Anströmbarkeit des Stallgebäudes
- Keine weiteren Quellen von  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  oder Geruch in naher Umgebung (Hintergrundbelastung)
- Alter des Stallgebäudes (< 10 Jahre)
- Tierzahl (Ställe müssen bzgl. ihrer Dimensionierung messbar bleiben)



11 Betriebe ohne Weidehaltung

→ 3 Gruppen à 4 (3) Betriebe

**„Keller“:** Güllekeller unter den Spalten

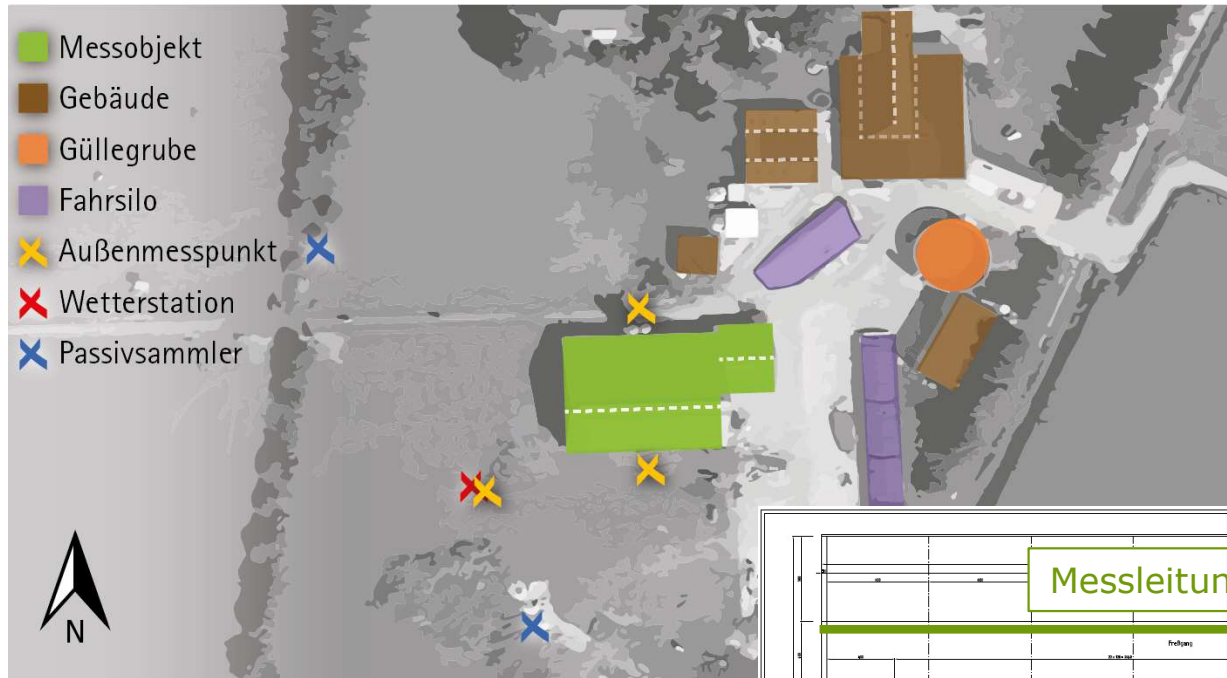
**„Plan“:** Planbefestigter Laufgang und Gülleaußenlager

**„Spalte“:** Spaltenboden im Laufgangbereich und Gülleaußenlager

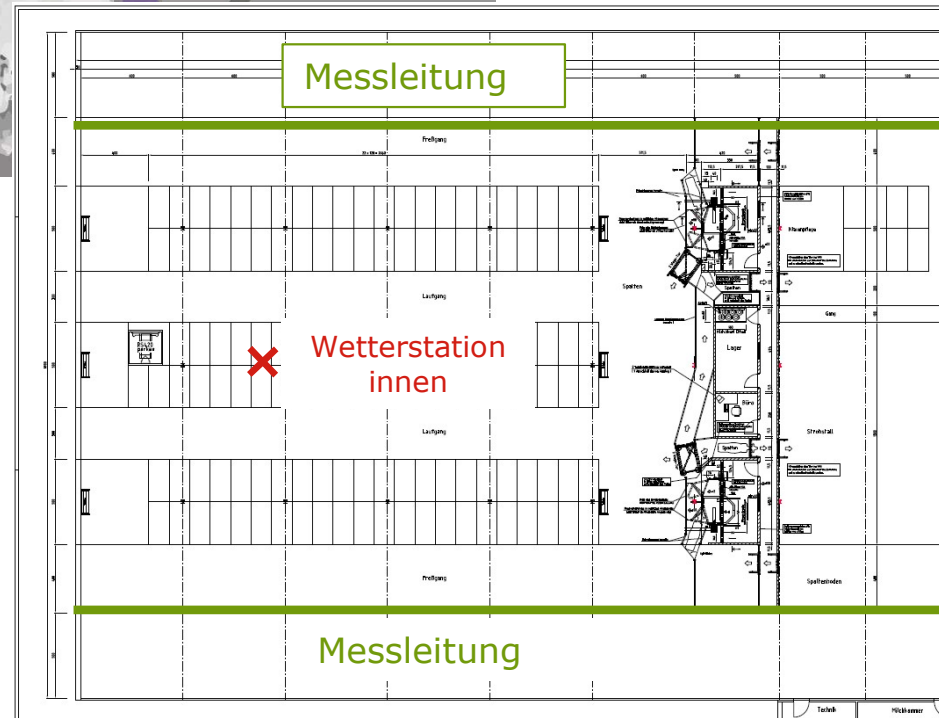
3 Betriebe mit Weidehaltung:

→ je ein Stall mit Keller, Plan, Spalte

# Messaufbau

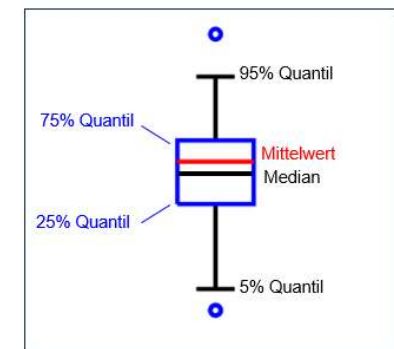
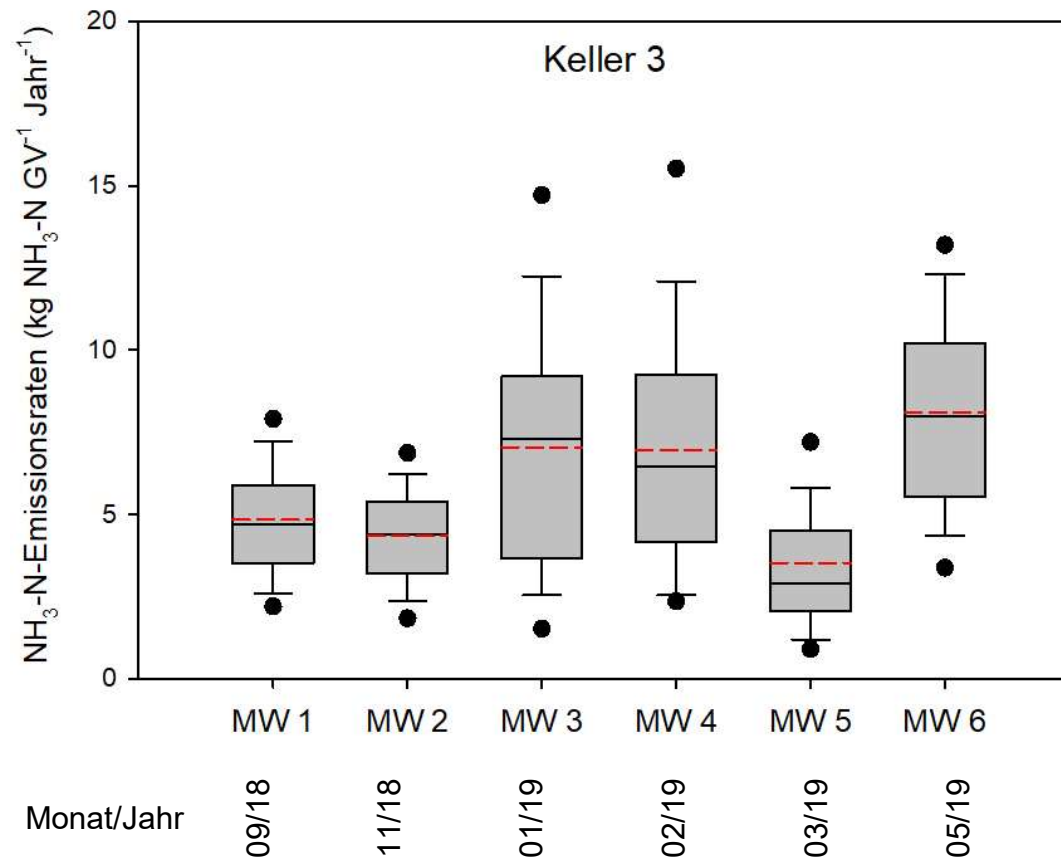


✘ Außenmesspunkt 1



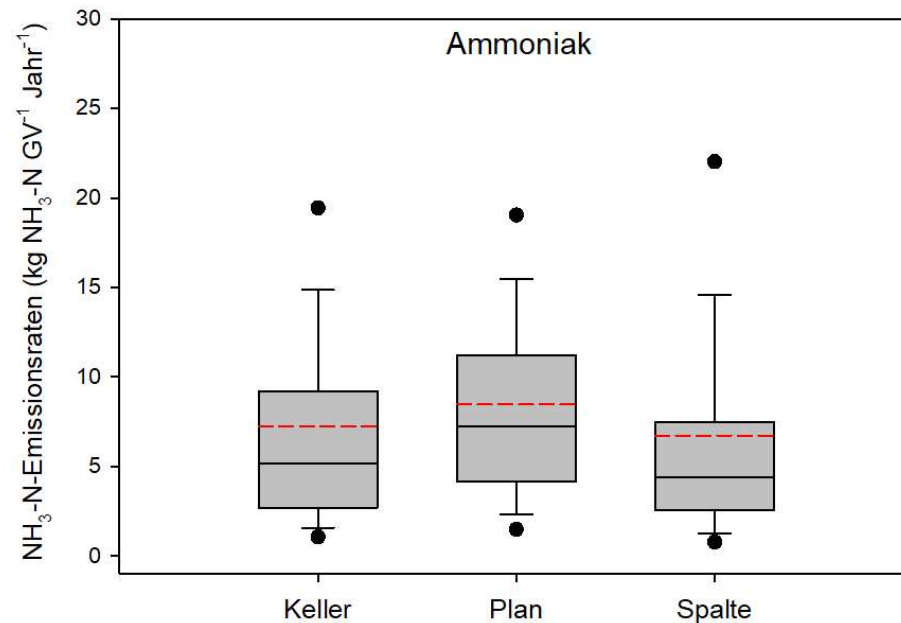
✘ Außenmesspunkt 2

# Berechnete NH<sub>3</sub>-N-Emissionsraten: „Keller“ (Spaltenboden mit Unterflurkeller)

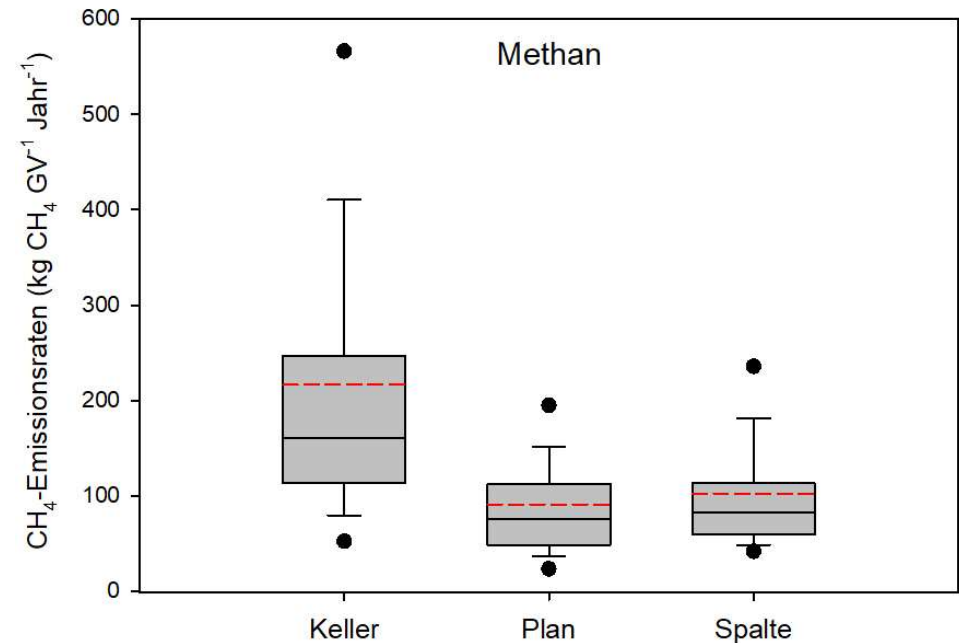


- Teilweise hohe Variabilität der NH<sub>3</sub>-N-Emissionsraten (Stundenwerte hochgerechnet auf Jahreswerte) innerhalb und zwischen den Messwochen (Beispiel Keller 3)

- Untersucht wurden die Zusammenhänge zwischen den Emissionsraten und....
  - Temperatur
  - Luftfeuchte
  - Windgeschwindigkeit
  - Milchwahstoffgehalt der Tankmilch
  - Milchleistung
  - Lauffläche pro Tier
  - Abschiebehäufigkeit
  - Abstand der Gülle zur Stallbodenoberfläche (Lagerung innen)
- Durch Regressionen und Modellierungen waren **keine sinnvollen Kausalzusammenhänge** (statistisch signifikant) für die ausgewählten Variablen auf die Stalltypen (Keller, Plan, Spalte) nachweisbar
- Deskriptive Statistik und multiple Mittelwertvergleiche



- keine statistisch signifikanten Unterschiede bei den Emissionsraten zwischen den drei Stallvarianten nachweisbar (= ein Mittelwert über alle 3 Gruppen)
- Mittlere Emissionsrate ist geringer als der zur Zeit verwendete Emissionsfaktor nach VDI 3894, Blatt 1 (2011)



- Methan-Emissionsraten bei Ställen mit Güllelagerung **im Stall** (Keller) signifikant höher im Vergleich zur Ställen mit Außenlagerung (Plan und Spalte)
- 2 verschiedene Werte je nach Lagerungsort möglich

- Ergebnisse aus EmiDaT:  
Angabe verschiedener Bezugsgrößen zur Berechnung der Emissionsraten (siehe Tabelle unten für NH<sub>3</sub>)
- Bisheriger Emissionsfaktor nach VDI 3894, Blatt 1 (2011):  
12 kg NH<sub>3</sub>-N/TP und Jahr bei 1 TP = 1,2 GV

## Ammoniak

<i>Werte auf Basis von Massenbilanzmethode mit CO<sub>2</sub> als Tracer-Gas</i>		
Stalltyp: Boxenlaufstall	NH <sub>3</sub> -N-Emissionsraten (kg NH <sub>3</sub> -N GV <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> -N-Emissionsraten (kg NH <sub>3</sub> -N TP <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> )
Mittelwert (arithmetisch)	7,7	10,4

Mittlere Tiermasse Milchkuh	675	kg LM
Livestock Unit (LU) bzw. Großvieheinheit (GV)	500	kg LM
1 Milchkuh = 1 Tierplatz (TP)	1,35	LU oder GV
Mittlere Milchleistung	9514	kg Milch Jahr <sup>-1</sup>
Mittlere TAN-Ausscheidung (in Exkrementen (excr))	71	kg TANexcr TP <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>
Mittlere N-Ausscheidung	130	kg N TP <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>
<i>TAN = Total Ammonical Nitrogen</i>		
Anzahl Betriebe	11	
Mittlere Anzahl Großvieheinheiten	189	GV <sup>-1</sup> Betrieb <sup>-1</sup>

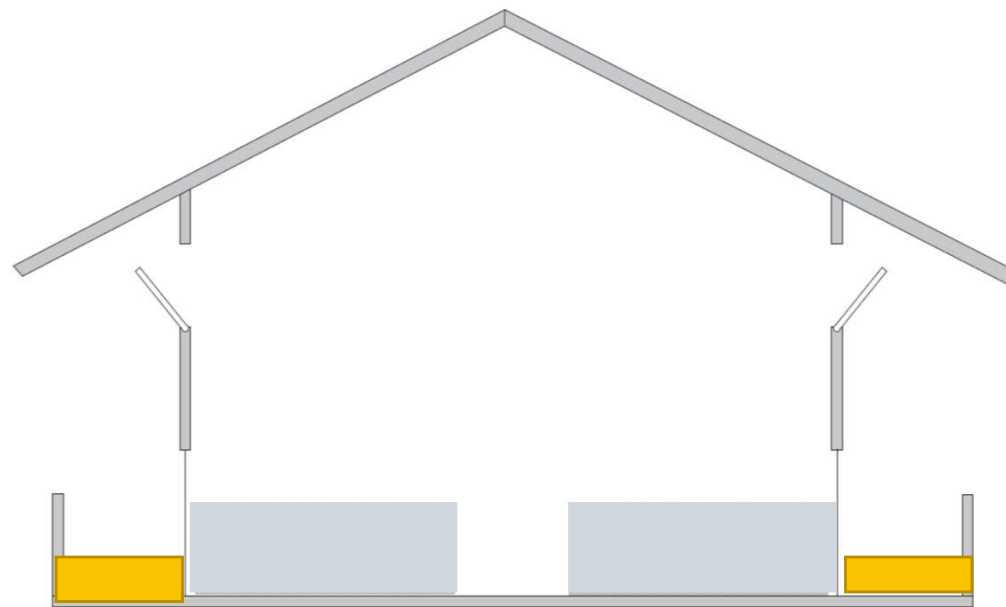
# Mastschweine

Standorte – Messungen – Ergebnisse

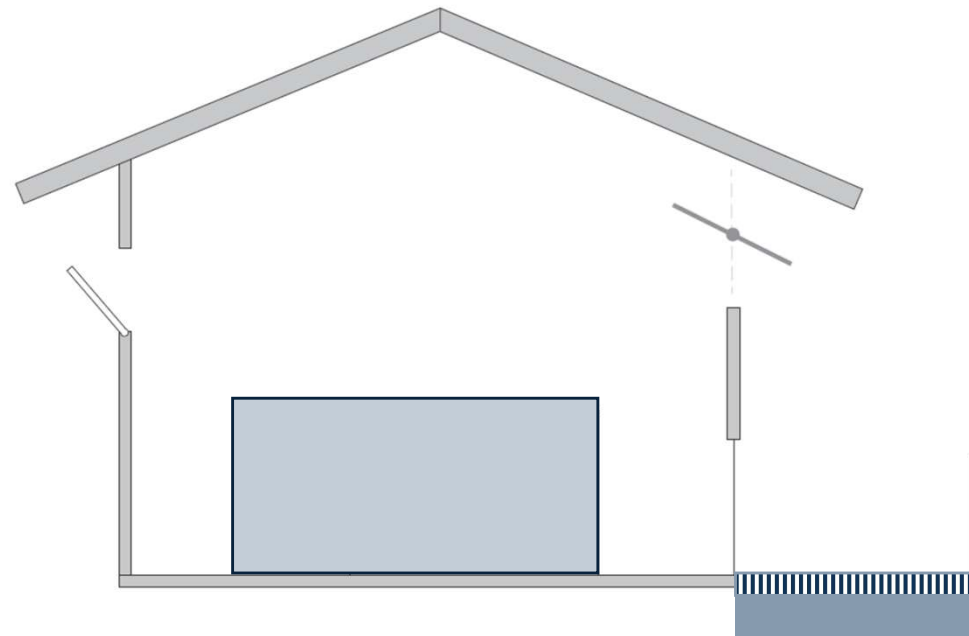




- Geschlossener Stall mit Auslauf – planbefestigt mit Einstreu



- Freigelüftete Ställe, Innen: Kiste mit Deckel planbefestigt mit geringer Einstreu; Auslauf: Spaltenboden





## 8 Betriebe

→ 2 Gruppen à 4 Betriebe

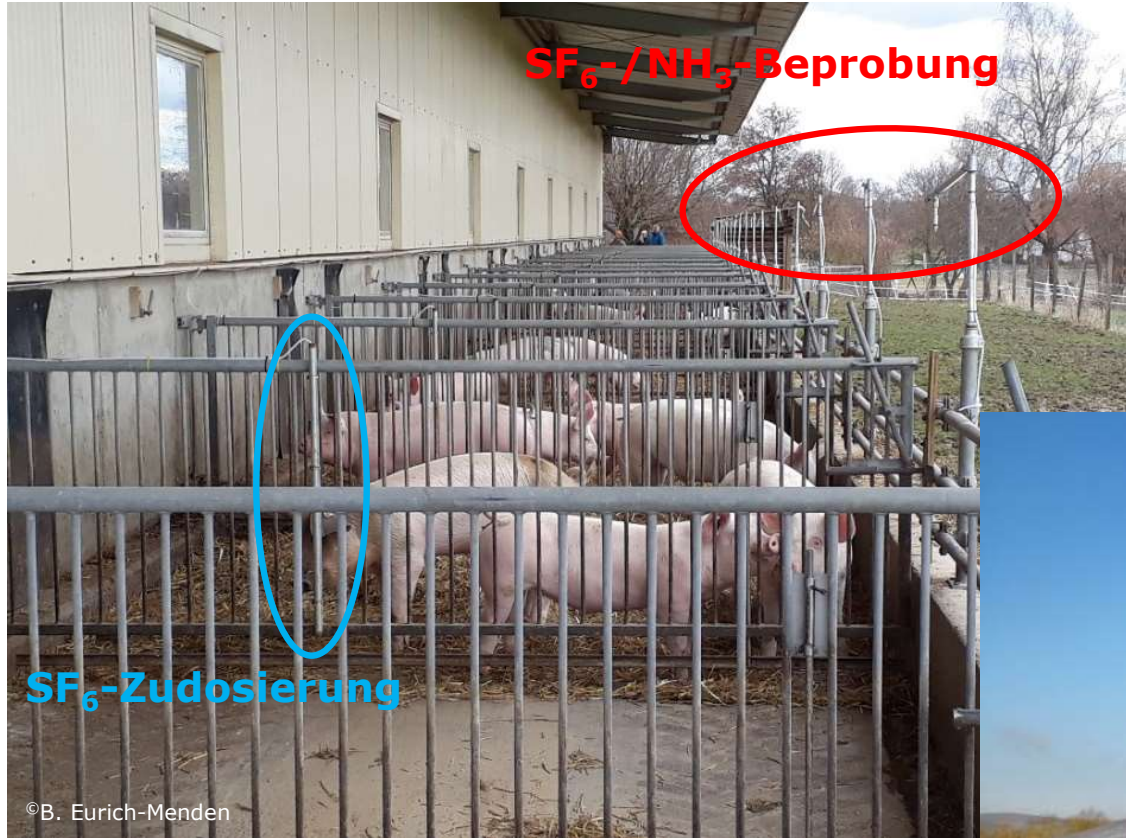
**„Plan“:** Geschlossener Stall, Lüftung über Fenster und Türen, planbefestigter und (teil)eingestreuter Auslauf

**„Spalte“:** Freigelüfteter Stall, Kiste mit Deckel, Spaltenboden im Auslauf

- Messungen und Auswertung an 3 Betrieben abgeschlossen (✓),
- 5 Betriebe bis Ende 2021 in Messung

# Messaufbau

**SF<sub>6</sub>-/NH<sub>3</sub>-Beprobung**



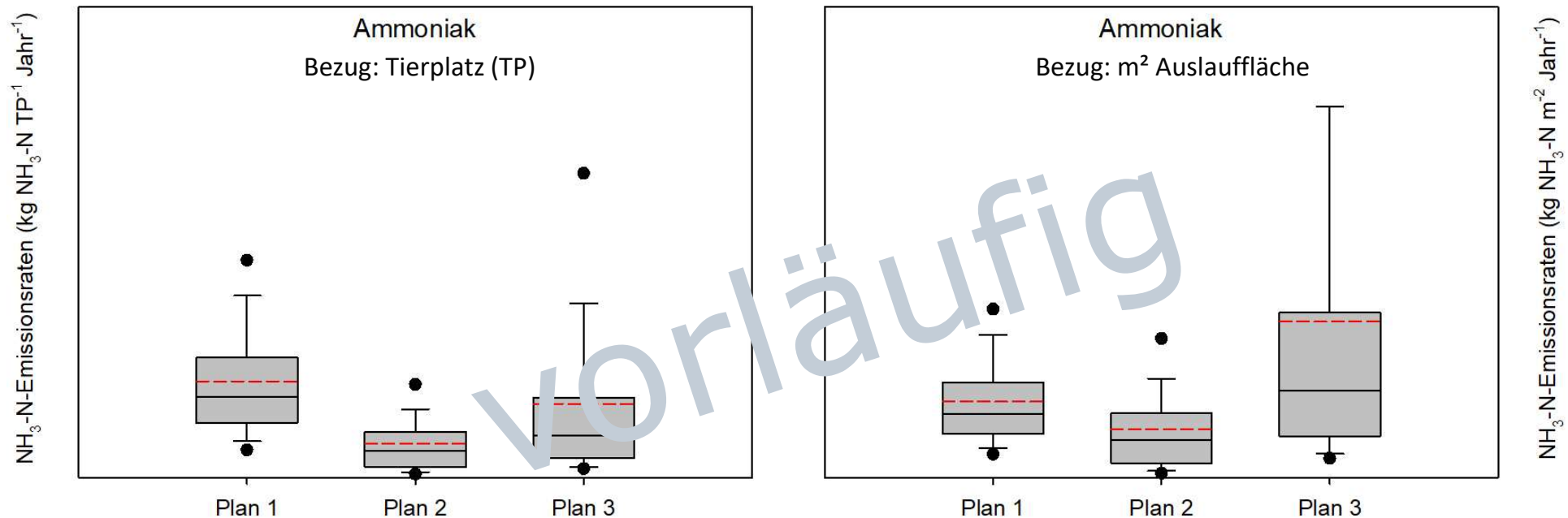
**SF<sub>6</sub>-Zudosierung**

©B. Eurich-Menden



©LUFA Nord West

# Ergebnisse Mastschweine „plan“



- Emissionsquelle Lauffläche im Stall wird wegen sehr geringer Verschmutzung nicht berücksichtigt (→ Bezug auf m<sup>2</sup> Auslauf)
- Hohe Variabilität der Stundenwerte (hochgerechnet auf Jahreswerte) innerhalb und zwischen den Messwochen sowie zwischen den Standorten
- Mögliche Ursachen: → Temperatur, Niederschläge, Abschiebefrequenz etc.
- Abschließende Auswertung und statistische Analyse nach Abschluss aller Messungen

# Wie geht's weiter?

---



- Prüfung und Auswertung neuer Messdaten für restliche Mastschweinebetriebe
- Ausbau der **Datenbank für Emissionsdaten** und ihren Einflussvariablen auf Emissionen (Metadaten) für Milchvieh- und Mastschweinehaltung
- KTBL-Schrift (Milchvieh in Arbeit, Mastschweine in 2022)
- Emissionstagung in Planung (frühestens Ende 2022)

# Erreichung der Ziele des Projekts

- Emissionsermittlung anhand von **einheitlichen Messprotokollen**
- Validierung und Etablierung von **Messstandards** für zukünftige Vorhaben
- Ermittlung von **Emissionsfaktoren „Milchvieh“**,  
Ermittlung von **Emissionsfaktoren „Mastschweine“**
- Aufbau einer **Datenbank für Emissionen** aus der Milchvieh- und Mastschweinehaltung
- Ableiten von **Managementempfehlungen** für die **landwirtschaftliche Praxis**



**Vielen Dank!**



Foto: B. Eurich-Menden, KTBL