

Institut für Boden und Umwelt

Jägerstr. 23 - 27
26121 Oldenburg
Telefon: (04 41) 801-868

Email julian.markus@lufa-nord-west.de
<http://www.lufa-nord-west.de>



LUFA
NORD-WEST

Projekt-Nr.: 20221220-1735_Vers.2

Datum: 14.10.2024

Messbericht

**über die wissenschaftliche Untersuchung zur Herleitung
eines Emissionsfaktors gemäß Anhang 11 der TA Luft für
ein innovatives Stallsystem in der Hähnchenschwermast**

Auftraggeber:



Messzeitraum:

Januar 2023 bis Juni 2024

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen

Name der nach § 29b BImSchG bekannt gegebenen Stelle für G, P, O: LUFA Nord-West

Projektnummer: 20221220-1735

Datum: 22.07.2024

Auftragsdatum: 20.12.22 (Standort 1-2) / 18.09.23 (Standort 3) / 05.03.24 (Standort 4)

Messtermin: Januar 2023 bis Juni 2024
(3 vollständige Mastdurchgänge je Standort)

Berichtsumfang: 81 Seiten
2 Anlagen

Aufgabenstellung: Die LUFA Nord-West wurde mit einer entsprechenden wissenschaftlichen Untersuchung zur Herleitung eines Emissionsfaktors für ein Stallsystem in der Masthähnchenhaltung beauftragt, welches durch verschiedene Maßnahmen eine emissionsmindernde Wirkung gegenüber dem TA-Luft Referenzwert erzielen soll. Die Untersuchung soll in Anlehnung an das VERA-Prüfprotokoll für Tierhaltungs- und Management-Systeme erfolgen.

Zusammenfassung:

Anlagen: Betrieb 1: [Redacted]
Hähnchenmaststall mit 41.800 Tierplätzen für Schwermast
Betrieb 2: [Redacted]
Hähnchenmaststall mit 36.500 Tierplätzen für Schwermast
Betrieb 3: [Redacted]
Hähnchenmaststall mit 41.500 Tierplätzen für Schwermast
Betrieb 4: [Redacted]
Hähnchenmaststall mit 41.000 Tierplätzen für Schwermast

Betriebszeiten: kontinuierlich, 24 h/d (während der Mast)
7,5 Mastdurchgänge pro Jahr

Emissionsquelle: Mistauflage und Futter;
Austritt giebelseitig über Ventilatoren

Messkomponenten: Gase (NH₃, N₂O, CO₂, CH₄), Randparameter, Klimaparameter, Einstreu-, Futter- und Mistanalysen

Ergebnis:

Ammoniak-Emissionsfaktor [kg/ (TP*a)	Sommer	Übergang	Winter	Mittelwert
Betrieb 1	0,0069	0,0339	0,0159	0,0189
Betrieb 2	0,0232	0,0118	0,0071	0,0140
Betrieb 3	0,0203	0,0175	0,0177	0,0185
Betrieb 4	0,0354	0,0427	0,0244	0,0342
Mittelwert (1-4)	0,0215	0,0265	0,0163	0,0214

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Formulierung der Messaufgabe	5
1.1 Auftraggeber:.....	5
1.2 Anlagen:.....	5
1.3 Datum der Messungen:.....	5
1.4 Anlass der Messung:.....	5
1.5 Aufgabenstellung:	5
1.6 Messobjekte:.....	6
1.7 Durchgeführte Ortsbesichtigung vor Messdurchführung:.....	6
1.8 Messplanabstimmung:	6
1.9 An der Probenahme beteiligte Personen:.....	6
1.10 Beteiligung weiterer Institute:	6
1.11 stellv. fachlich Verantwortlicher:	6
2. Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe	7
2.1 Art der Anlage:.....	7
2.2 Beschreibung der Anlagen:.....	7
2.3 Beschreibung der Emissionsquellen:	7
2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe:	8
2.5 Betriebszeiten:	8
2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen	8
3. Beschreibung der Probenahmestelle	11
3.1 Lage des Messquerschnittes:.....	11
3.2 Abmessungen des Messquerschnittes:.....	11
3.3 Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt:.....	11
3.4 Anzahl und Größe der Messöffnungen (Messstutzen):.....	11
4 Messverfahren und Messreinrichtungen	12
4.1 Abgasrandbedingungen	12
4.2 automatische Messverfahren	13
4.3 manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen	14
5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen	16
5.1 Betrieb 1	16
5.2 Betrieb 2	19
5.3 Betrieb 3	22
5.4 Betrieb 4	25
6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	28
6.1 Betrieb 1	28
6.2 Betrieb 2	37
6.3 Betrieb 3	46
6.4 Betrieb 4	55
6.5 Diskussion der Ergebnisse.....	64
6.6 Berechnung der Emissionsfaktoren.....	64
6.7 Plausibilitätsprüfung	66

7. Literatur	67
8. Anhang	68

1. Formulierung der Messaufgabe

1.1 Auftraggeber:

[REDACTED]

1.2 Anlagen:

Vier Hähnchenmastbetriebe für Schwermast mit Strohpellets als Einstreu

Betrieb 1:

[REDACTED]

Hähnchenmaststall mit 41.800 Tierplätzen für Schwermast

Betrieb 2:

[REDACTED]

Hähnchenmaststall mit 36.500 Tierplätzen für Schwermast

Betrieb 3:

[REDACTED]

Hähnchenmaststall mit 41.500 Tierplätzen für Schwermast

Betrieb 4:

[REDACTED]

Hähnchenmaststall mit 41.000 Tierplätzen für Schwermast

1.3 Datum der Messungen:

Januar 2023 bis Januar 2024
(3 Mastdurchgänge je Standort)

1.4 Anlass der Messung:

Die LUFA Nord-West wurde mit einer entsprechenden wissenschaftlichen Untersuchung zur Herleitung eines Emissionsfaktors für ein Stallsystem in der Masthähnchenhaltung beauftragt, welches durch verschiedene Maßnahmen eine emissionsmindernde Wirkung gegenüber dem TA-Luft Referenzwert erzielen soll. Die Untersuchung soll in Anlehnung an das VERA-Prüfprotokoll für Tierhaltungs- und Management-Systeme erfolgen.

1.5 Aufgabenstellung:

Das VERA-Prüfprotokoll setzt für die Berechnung von Emissionsfaktoren Untersuchungen an vier unterschiedlichen Betrieben zu unterschiedlichen Jahreszeiten voraus, da die Emissionen im Tages- und Jahresverlauf eine große Variabilität aufweisen, die vom Wachstumsabschnitt der Tiere, der Umgebungstemperatur und der Tieraktivität beeinflusst wird. Um eine möglichst lückenlose Nährstoffbilanzierung von Stickstoff und Phosphor zu gewährleisten wurden drei vollständige aufeinander folgende Mastdurchgänge in den drei unterschiedlichen Jahrestemperaturbereichen (Sommer, Übergang, Winter) untersucht.

Die Temperaturbereiche (Tagesmittel) wurden unter Berücksichtigung des langjährigen Mittelwertes (1991-2020) wie folgt festgelegt:

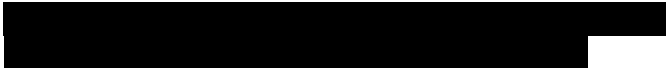
Winter: < 8 °C

Übergangszeit: 8 – 16 °C

Sommer: > 16 °C

Im Rahmen der Untersuchungen sollten Messungen der folgenden Parameter in dargestellter Häufigkeit an ausgewählten Positionen durchgeführt werden:

- Konzentrationsmessungen der Zu- und Abluft für die Parameter Ammoniak (NH₃), Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) kontinuierlich über den Messzeitraum
- Konzentrationsmessungen des Parameters Ammoniak mittels nasschemischem Referenzverfahren (diskontinuierlich)
- Messung der Klimabedingungen (kontinuierlich, außen und innen)
- Analyse von Einstreu-, Mist- und Futterproben
- Erfassung der Volumenströme (kontinuierlich), sowie die regelmäßige Überprüfung
- Dokumentation des Betriebsmanagements und der Medienverbräuche

- 1.6 Messobjekte:** Ammoniak, Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas, Randparameter
- 1.7 Durchgeführte Ortsbesichtigung vor Messdurchführung:** Ortsbesichtigungen durchgeführt am
08.11.2022: Betriebe 1 und 2
22.08.2023: Betrieb 3
08.02.2024: Betrieb 4
Messbedingungen entsprechend DIN EN 15259
 nicht vorgefunden
Nach o. g. Norm ist eine ausreichende Einlauf- und eine Auslaufstrecke für die Messebene erforderlich, die für laminare Strömungsbedingungen sorgen. Aus fachlicher und wirtschaftlicher Sicht wurde auf eine geführte Ein- und Auslaufstrecke verzichtet, da die Gasmessungen auch in der Turbulenz gemessen werden. Ein Frischlufteintrag kann zudem ausgeschlossen werden, da die Messungen im direkten Ansaugbereich der Lüfter stattfanden.
- 1.8 Messplanabstimmung:** mit dem Betreiber
 mit dem Auftraggeber
- 1.9 An der Probenahme beteiligte Personen:** 
- 1.10 Beteiligung weiterer Institute:** Die Beteiligung weiterer Institute war nicht vorgesehen.
- 1.11 stellv. fachlich Verantwortlicher:** Lars Broer
Tel.-Nr.: 0441 801 955
E-Mail-Adresse: lars.broer@lufa-nord-west.de

2. Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

2.1 Art der Anlage: Hähnchenmastställe mit 37.750 bis 41.800 Tierplätzen (Schwermast).

2.2 Beschreibung der Anlagen:

Bei allen vier Betrieben handelt es sich um Zwillingsställe mit je 37.750 bis 41.800 Tierplätzen. Um mögliche Unterschiede zwischen den beiden jeweils baugleichen Ställen festzustellen, wurden die Untersuchungen abwechselnd in beiden Ställen durchgeführt. Mit dem Wechsel der Ställe wird ein stallbedingter Einfluss ausgeschlossen.

Die Zwillingsställe sind baugleich unmittelbar nebeneinander angeordnet und durch einen gemeinsamen Betriebsraum mit einem gemeinsamen Stallmanagementcomputer ausgestattet.

Alle Betriebe weisen mit der Genetik Ross 308 die gleiche Tierherkunft auf, welche in einer 42-tägigen Schwermast gemästet wird. Futter und Wasser für die Hähnchen werden aus dem Wartungsraum jeweils über ein Leitungssystem im gesamten Stall gleichmäßig verteilt. Die Ställe sind mit Nippeltränken und Auffangschalen (Tränke-Cups) ausgestattet, welche den Wasserverbrauch und eine Befeuchtung der Mistmatratze reduzieren soll. Als Einstreumaterial dienen Strohpellets, welche das Emissionsverhalten weiter senken sollen.

Alle Ställe entlüften über die Rückseite des Stalles (Giebelseite) nach einer Umlenkung der Abluft über eine Wabenwand oder Ablufttürme, die der Staubabscheidung dienen. Die Ventilatoren sind in der Giebelwand der Ställe installiert und saugen die Luft aus den Ställen und drücken diese durch die Staubfilterwände bzw. -türme nach außen. Die Zuluft wird durch auf den gesamten Längsseiten der Ställe angeordnete verstellbare Seitenklappen den Ställen zugeführt.

Die Betriebe unterscheiden sich hauptsächlich durch Stallgröße, Tierzahl und Stallmanagement. In Tabelle 1 sind die Unterschiede dargestellt.

Tabelle 1: Übersicht der Betriebe

Angaben (je Stall)	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
Tierzahl (lt. Auslegung)	41.800	37.750	41.500	41.400
Futter	4-Phasen N/P-reduziert	4-Phasen N/P-reduziert	4-Phasen N/P-reduziert	4-Phasen N/P-reduziert
Stallausrichtung (vorne / hinten)	NW / SO	O / W	O / W	NO / SW
Länge [m]	90	84,3	94,5	90
Breite [m]	20	20	20	20
Fläche [m ²]	1800	1.686	1.890	1.800
Installierte Luftrate [m ³ /h]	414.190	348.660	377.000	354.000
Lüftungssteuerung	CO ₂ / Temp.	CO ₂ / Temp.	Temp.	Temp.

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen:

Emissionsquelle: Mistaufgabe und Futter;
Austritt giebelseitig über Ventilatoren

Höhe über Grund: Stallrückseite: 0,9 bis 10,0 m über Grund

Austrittsfläche: Entspricht der Anzahl der sich in Betrieb befindlichen Ventilatoren (siehe Pkt. 2.6)

2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe:

- entfällt -

2.5 Betriebszeiten:

- 2.5.1 Gesamtbetriebszeit:** Kontinuierlicher Betrieb
Zwischen den Durchgängen: Reinigung/ Desinfektion/ Wartung
- 2.5.2 Emissionszeit nach Betreiberangaben:** ca. 7,5 Mastdurchgänge pro Jahr (49 Tage-Rhythmus)

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen

2.6.1 Betrieb 1

- 2.6.1.1 Art der Emissionserfassung** Druckkammer mit insgesamt 11 vorgeschalteten Ventilatoren je Stall
- 2.6.1.2 Ventilator肯ndaten** 9x EM50: 1,50PS 08 Edelst. 41.930 m³
2x FE091-6DQ: 18.410 m³ h⁻¹ bei 50 Pa
- 2.6.1.3 Ansaugfläche:** 9x 1,29 m² + 2x 0,66 m² = 12,93 m²

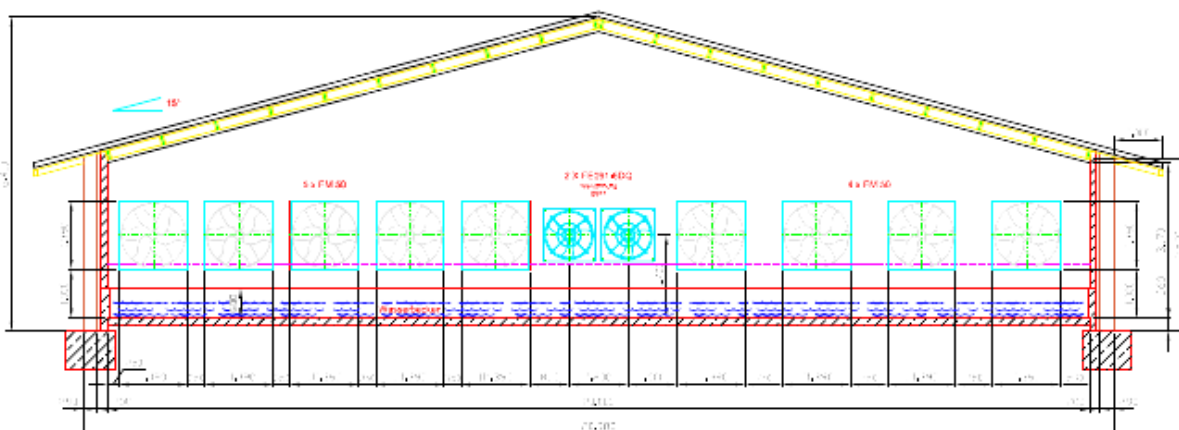


Abbildung 1: Skizze – Ventilatoranordnung Betrieb 1

2.6.2 Betrieb 2

- 2.6.2.1 Art der Emissionserfassung** Druckkammer mit insgesamt 10 vorgeschalteten Ventilatoren je Stall
- 2.6.2.2 Ventilator肯ndaten** 8x EM50-3-1,5 400 Volt: 37.560 m³ bei 30 Pa
2x FE091-6DT 400 Volt: 24.090 m³ h⁻¹ bei 30 Pa
- 2.6.2.3 Ansaugfläche:** 8x 1,29 m² + 2x 0,66 m² = 11,64 m²



Abbildung 2: Foto - Ventilatoranordnung Betrieb 2

2.6.3 Betrieb 3

- | | |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 2.6.3.1 Art der Emissionserfassung | Druckkammer mit insgesamt 11 vorgeschalteten Ventilatoren je Stall |
| 2.6.3.2 Ventilator肯ndaten | 9x EM50: 37.000 m ³
2x FE091: 22.000 m ³ h ⁻¹ |
| 2.6.3.3 Ansaugfläche: | 9x 1,29 m ² + 2x 0,66 m ² = 12,93 m ² |

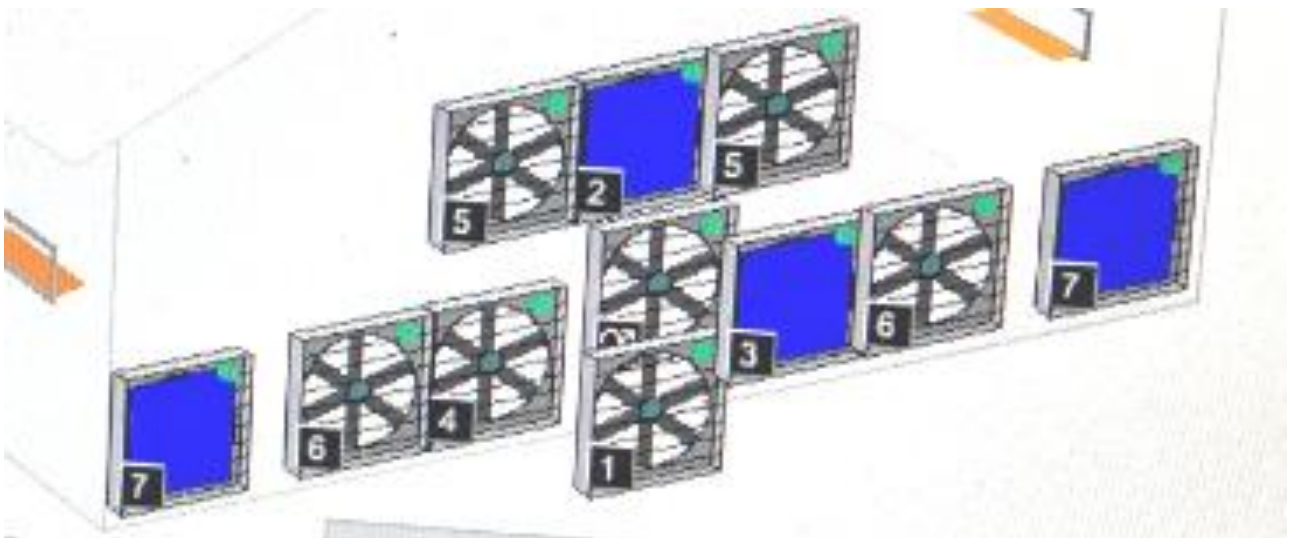


Abbildung 3: Skizzierte Ventilatoranordnung Betrieb 3

2.6.4 Betrieb 4

- | | |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 2.6.4.1 Art der Emissionserfassung | Druckkammer mit insgesamt 11 vorgeschalteten Ventilatoren je Stall |
| 2.6.4.2 Ventilator肯ndaten | 9x EM50: 35.000 m ³
2x FE091: 19.500 m ³ h ⁻¹ |
| 2.6.4.3 Ansaugfläche: | 9x 1,29 m ² + 2x 0,66 m ² = 12,93 m ² |



Abbildung 3: Skizzierte Ventilatoranordnung Betrieb 4

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

Bei den untersuchten Betrieben handelt es sich um Ställe, die sich durch unterschiedliche Maßnahmen eine emissionsmindernde Wirkung gegenüber der in der TA-Luft festgesetzten Referenzwerte erzielen sollen. Neben der N-/P-reduzierten Fütterung sorgen die verbauten Nippeltränken mit Auffangschale (Tränke-Cups) für eine reduzierte Befeuchtung der Mistauflage für ein geringeres Emissionspotential. Weiterhin wurden Strohpellets mit einer erhöhten Einstreumenge von ca. 1,1 kg/ m² eingesetzt. Das Einstreuprodukt wurde vor der Einstallung im Stall ausgebracht. Die genauen Einstreumengen je Durchgang sind in Tabelle 2 dargestellt.

Zudem wurde dem Betreiber für den Bedarfsfall Nachstreumaterial für alle Ställe bereitgestellt. Nachstreumengen und Zeiten wurden vom Betreiber ebenfalls dokumentiert.

Tabelle 2: Einstreumengen der Durchgänge

Betrieb	Mengen [kg]	DG 1	DG 2	DG 3
Betrieb 1	Grundeinstreu	2.000	2.000	2.000
	Nachstreu	800	-	-
	Gesamt	2.800	2.000	2.000
Betrieb 2	Grundeinstreu	1.800	1.800	1.800
	Nachstreu	800	800	800
	Gesamt	2.600	2.600	2.600
Betrieb 3	Grundeinstreu	2.090	2.070	2.030
	Nachstreu	-	800	800
	Gesamt	2.090	2.870	3.030
Betrieb 4	Grundeinstreu	2.000	2.010	2.010
	Nachstreu	800	800	810
	Gesamt	2.800	2.810	2.820

3. Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Lage des Messquerschnittes:

Für die Gasmessungen wurde auf die Einrichtung von ausreichenden Ein- und Auslaufstrecken gemäß DIN EN 15259, die mit erheblichem baulichem Aufwand einher gegangen wären, verzichtet. Aus fachlicher Sicht ist diese Vorgehensweise vertretbar, da sich die Gaskomponenten bereits im Stall vermischen und durch die Turbulenz am Lüfter, wo sich die Messpunkte befinden, nicht entmischen. Bei allen Ställen wurden die Gaskomponenten zur Vergleichbarkeit jeweils an der gleichen Stelle beprobt. Die Messpunkte wurden als Mischline an den frequenzgesteuerten zentralen Lüftern installiert, da für die kontinuierlichen Gasmessungen ein Luftvolumenstrom aus dem Stall vorliegen muss. Zudem wurde ein Absaugpunkt zur Erfassung der Hintergrundkonzentration mittig zwischen den beiden Ställen in unmittelbarer Nähe zum Einzugsbereich der Frischluft positioniert.

Die kontinuierliche Erfassung der physikalischen Außenrandparameter, wie Luftfeuchte, Temperatur und Luftdruck, fand in einer Höhe von ca. 3 m jeweils in Stallnähe statt.

3.2 Abmessungen des Messquerschnittes:

Durchmesser:	0,92 m
Messquerschnitt:	0,66 m ²
horizontal / vertikal:	Vertikal

3.3 Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt:

Messquerschnitt:	0,66 m ²
Anzahl Messpunkte je Achse:	2
Abstand zur Innenwand:	0,14 m bzw. 0,79 m

3.4 Anzahl und Größe der Messöffnungen (Messstutzen):

Größe der Messöffnungen	8 mm
Messstutzen vorhanden:	nein

4 Messverfahren und Messreinrichtungen

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

Ermittlungsmethode: Prandtl-Staurohr
 Flügelrad
 Thermisches Anemometer
 Sonstiges:

Messeinrichtung:
Hersteller: TSI GmbH
Bezeichnung: TSI Model 9565 (9565-4)
Inventar-Nr.: 830806

Berechnungsverfahren: DIN EN ISO 16911-1 - Bestimmung des Volumensstroms aus punktuellen Geschwindigkeitsmessungen

kontinuierliche Ermittlung: ja nein
Messbereich: +0...+50 m s⁻¹

4.1.2 statischer Druck

Messeinrichtung:
Hersteller: TSI GmbH
Bezeichnung: TSI Model 9565 (9565-4)
Inventar-Nr.: 830806

Messbereich: -3735...3735 Pa

4.1.3 Luftdruck

Messeinrichtung:
Hersteller: Testo SE & Co. KGaA
Bezeichnung: Testo 511
Inventar-Nr.: 831673

4.1.4 Stalltemperatur und -feuchte

Messeinrichtung:
Hersteller: Testo SE & Co. KGaA
Bezeichnung: Testo 440-1 dp
Inventar-Nr.: 831253

kontinuierliche Ermittlung: ja nein
Messbereich: -20...+180°C
0...100 %rF

4.2 automatische Messverfahren

4.2.1 Messkomponente NH₃, N₂O, CO₂ und CH₄

4.2.1.1 Messverfahren

FTIR mit Messzelle gemäß DIN CEN/TS 17337: 2019-08

4.2.1.2 Analysator

FTIR Analysator CX4000 (FTIR 3, FTIR 4, FTIR 5), Fa. Gaset Technologies GmbH

4.2.1.3 Eingestellter Messbereich

	Messbereich (ppm)	Messunsicherheit (%)	Nachweisgrenze (ppm)	Bestimmungsgrenze (ppm)
CO ₂	0 – 3500	5,2	< 1	6
NH ₃	0 – 20	5	< 0,05	0,2
N ₂ O	0 – 10	5	< 0,2	0,4
CH ₄	0 - 50	4,1	< 0,05	0,3

4.2.1.4 Gerätetyp eignungsgeprüft

Für das Gerät liegt eine Eignungsprüfung des TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH für die Komponenten CO, NO, NO₂, N₂O, SO₂, HCl, NH₃, CO₂, und H₂O vor (Prüfbericht Eignungsprüfung 0000001013_06 / Juli 2021).

Zertifizierung nach DIN EN 15267-3

4.2.1.5 Probenahme und Probenaufbereitung

Staubfilter

Material:

Quarzfaser

beheizt auf: / unbeheizt

unbeheizt (Stalltemperatur)

Probengasleitung

beheizt auf: / unbeheizt

50 °C

Länge:

20 m

4.2.1.6 Überprüfen von Null- und Referenzpunkt mit Prüfgasen

Nullgas:

N₂ 5.0

Prüfgas:

CH₄ 50 ppm Trägergas: N₂ 5.0

Hersteller:

Westfalen AG

Zertifikat gültig bis:

02.2025

4.2.1.7 Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

Aufgabe des Prüfgases drucklos über die gesamte Probenahmeleitung.

T₉₀-Zeit: 15 sek.

4.2.1.8 Erfassung / Registrierung der Messwerte

Messwernerfassungssystem:

Notebook Fujitsu, Calcmet Software

4.2.2 Klimadaten (Wetterstation)

4.2.2.1 Temperatur

METER Group, ATMOS 41 All-in-one Wetterstation mit ZL6 Funk-Datenlogger

Messbereich: -50 bis 60° C

Auflösung: 0,1° C

Genauigkeit: ± 0,6° C

4.2.2.2 relative Luftfeuchte

METER Group, ATMOS 41 All-in-one Wetterstation mit ZL6 Funk-Datenlogger

Messbereich: 0 bis 100%

Auflösung: 0,1%

Genauigkeit: 3% typisch, abhängig von Temperatur und Luftfeuchtigkeit

4.2.2.3 Luftdruck

METER Group, ATMOS 41 All-in-one Wetterstation mit ZL6 Funk-Datenlogger

Messbereich: 500 bis 1100 hPa

Auflösung: 0,015 kPa

Genauigkeit: ± 1 hPa

4.3 manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen

4.3.1 Messkomponente

Ammoniak

4.3.1.1 Messverfahren

VDI 3878 (2017-09): Messen gasförmiger Emissionen; Bestimmung der durch Absorption in Schwefelsäure erfassbaren basischen Stickstoffverbindungen und DIN EN ISO 21877:2019: Emissionen aus stationären Quellen- Ermittlung der Massenkonzentration von Ammoniak- Manuelles Verfahren. Die Abluft wurde ca. 30 min mit einem Volumenstrom von 0,18 m³·h⁻¹ über die Waschflaschen mit 30 ml Absorptionslösung (0,05 mol l⁻¹ H₂SO₄) geleitet.

Die Analytik erfolgte nach dem Indophenol-Verfahren. Hierbei wurde die Konzentration an Ammoniak in der Probenlösung photometrisch bestimmt.

4.3.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde:

Material PTFE; Ø 6 mm innen

beheizt auf: / unbeheizt 50 °C

Partikelfilter

Material: Quarzfaser

beheizt auf: / unbeheizt unbeheizt (Stalltemperatur)

Ab-/Adsorptionseinrichtungen Desaga – Waschflaschen mit Fritteneinsätzen

Sorptionsmittel / Menge: 0,05 mol l⁻¹ H₂SO₄; je Probe 3 x 30 ml

Abstand (Strömungsweg) zwischen Eingang Entnahmesonde zum Sorptionsmittel / Abscheideelement:	Die Entnahme fand aufgrund Validierungszwecken der kont. Messeinrichtung unmittelbar am Ausgang der Messzelle statt.
Absaugeinrichtung:	Absorptionsgefäße, Trockenturm, Pumpe, Volumenzähler, Durchflussmessgerät Die zu untersuchende Luft wird durch 0,05 mol l ⁻¹ Schwefelsäure (Absorptionslösung) geleitet, wobei Ammoniak als Ammoniumsulfat gebunden wird. Zur Probenahme werden jeweils 30 mL Absorptionslösung in die Waschflaschen gefüllt. Diese werden über den Trockenturm und der Saugpumpe mit dem Gasmengenzähler verbunden. Der Abstand von der Ansaugöffnung der Entnahmesonde und den Absorbern wird dabei möglichst kurzgehalten. Die Dichtigkeit des Probenahmesystems muss vom Sondeneintritt bis zum Gasmengenzähler überprüft werden. Die Dichtigkeitsprüfung ist mit verschlossener Sonde bei einem Unterdruck durchzuführen, der größer ist als der zu erwartende Betriebsunterdruck. Der zulässige Volumenstrom bei Fritten-Waschflaschen beträgt 1 l min ⁻¹ bis 3 l min ⁻¹ . Nach der Probenahme werden die Absorptionslösungen direkt verschlossen und bis zur Analyse gekühlt.
Bezeichnung:	Komplettsystem (Typ Desaga) mit Pumpe, Rotameter, Regeleinheit, Volumenzähler und Trockeneinheit
Inventarnummer:	831651
Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse:	ca. 10 Tage
4.3.1.3 analytische Bestimmung	
Analyseverfahren:	Messen der Ammoniak-Konzentration; Indophenol-Verfahren (interne Arbeitsanweisung AA 1/1-929)
Aufarbeitung des Probenmaterials:	Im Labor wird die Absorptionslösung mit 0,2 n NaOH, Phenol-Lsg., Hypochlorit-Lsg. und bidest.-Wasser versetzt. Anschließend wird die Extinktion der Lösung bei 623 nm photometrisch gemessen. Die Probelösung wird auf bis zu 1:200 verdünnt bzw. 1:1 gemessen.
Analysengeräte:	Kontron Uvikon 710, Spectrophotometer
Standards -Stammlösung:	0,315 g NH ₄ Cl wurden in 100 ml 0,1 n H ₂ SO ₄ gelöst.
Kalibrierstandards:	10 – 1000 µg NH ₃ /100 ml
Beteiligung eines Fremdlabors:	Kein Fremdlabor beteiligt

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

Im Folgenden werden die wichtigsten Parameter zum Anlagenbetrieb aller drei Mastdurchgänge (DG) der Betriebe (1-4) dargestellt, die bei den wöchentlichen Messtagen aufgenommen wurden. Neben den Angaben zum Tierbesatz wurden die Stallsensoren durch Vergleichsmessungen im Stall überprüft. Weiterhin wurden die stallspezifischen Verbräuche von Gas und Wasser aufgenommen. Stromverbräuche konnten nicht stallspezifisch ermittelt werden, da dieser lediglich für beide Zwillingställe gemessen wurde.

5.1 Betrieb 1

5.1.1 Durchgang 1

Tabelle 3: Randbedingungen DG 1 (Teil 1)

Datum	31.01.2023	06.02.2023	14.02.2023	20.02.2023
Tierzahl	41800	41573	41347	41237
Tiergewicht [kg]	0,04	0,17	0,52	0,95
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	-	11.200	30.000	44.800
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	-	9.300	26.900	39.000
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	11.047	30.459	77.038	124.012
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	35	30	28	25
Stallfeuchte (gemessen) [%]	66	70	66	70
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	39	30	29	26
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	45	68	63	69
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	4	7	28	38
Gaszählerstand [m ³]	187940	189656	191848	193095
Wasserzählerstand [m ³]	0	11	45	88

Tabelle 4: Randbedingungen DG 1 (Teil 2)

Datum	27.02.2023	06.03.2023	15.03.2023
Tierzahl	41.165	30.431	-
Tiergewicht [kg]	1,51	2,19	-
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	52.350	43.500	-
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	48.600	44.700	-
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	174.115	169.408	-
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	26	23	-
Stallfeuchte (gemessen) [%]	67	75	-
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	25	25	-
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	69	73	-
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	31	34	-
Gaszählerstand [m ³]	193854	194944	195990
Wasserzählerstand [m ³]	147	208	278

5.1.2 Durchgang 2

Tabelle 5: Randbedingungen DG 2 (Teil 1)

Datum	21.03.2023	28.03.2023	04.04.2023	11.04.2023
Tierzahl	41800	41501	41273	41122
Tiergewicht [kg]	0,04	0,21	0,52	0,98
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	19.700	29.000	42.800	77.100
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	16.500	25.100	42.900	62.900
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	10.730	36.214	76.900	126.620
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	37	29	28	25
Stallfeuchte (gemessen) [%]	55	50	55	68
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	37	29	27	25
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	61	55	61	73
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	0	7	31	21
Gaszählerstand [m ³]	280811	282521	284398	285324
Wasserzählerstand [m ³]	273	286	315	361

Tabelle 6: Randbedingungen DG 2 (Teil 2)

Datum	18.04.2023	24.04.2023	03.05.2023
Tierzahl	40918	30407	-
Tiergewicht [kg]	1,60	2,08	-
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	96.900	82.700	-
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	85.000	57.400	-
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	180.431	162.632	-
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	26	25	-
Stallfeuchte (gemessen) [%]	67	70	-
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	25	24	-
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	71	77	-
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	21	34	-
Gaszählerstand [m ³]	285659	285841	286478
Wasserzählerstand [m ³]	427	475	540

5.1.3 Durchgang 3

Tabelle 7: Randbedingungen DG 3 (Teil 1)

Datum	27.06.2023	05.07.2023	13.07.2023	20.07.2023
Tierzahl	41300	41136	41009	40902
Tiergewicht [kg]	0,04	0,22	0,59	1,08
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	-	30.350	84.400	113.300
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	-	19.500	67.500	110.000
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	10.602	37.316	84.721	135.479
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	34	29	27	26
Stallfeuchte (gemessen) [%]	44	58	64	56
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	34	29	28	26
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	52	63	66	64
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	0	8	16	23
Gaszählerstand [m ³]	204008	205330	205628	205628
Wasserzählerstand [m ³]	837	853	892	947

Tabelle 8: Randbedingungen DG 3 (Teil 2)

Datum	27.07.2023	04.08.2023	09.08.202
Tierzahl	30116	21572	-
Tiergewicht [kg]	1,68	2,43	-
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	71.700	76.800	-
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	57.800	60.800	-
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	137.553	130.742	-
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	27	25	-
Stallfeuchte (gemessen) [%]	76	77	-
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	27	25	-
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	78	78	-
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	30	38	-
Gaszählerstand [m ³]	205671	205774	205782
Wasserzählerstand [m ³]	1011	1069	1102

5.2 Betrieb 2

5.2.1 Durchgang 1

Tabelle 9: Randbedingungen DG 1 (Teil 1)

Datum	16.02.2023	23.02.2023	02.03.2023	09.03.2023
Tierzahl	36500	36059	35909	35806
Tiergewicht [kg]	0,04	0,19	0,52	0,98
Lüfterleistung (gemessen) [m ³ /h]	-	17.000	21.300	32.600
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	-	14.900	18.700	37.800
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	9.370	29.208	66.906	109.825
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	35	30	26	29
Stallfeuchte (gemessen) [%]	63	68	65	64
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	34	32	27	26
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	62	65	65	64
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	6	21	30	26
Flüssiggasverbrauch (kumuliert) [l]	460	2124	3788	5200
Wasserzählerstand [m ³]	4945	4958	4986	5031

Tabelle 10: Randbedingungen DG 1 (Teil 2)

Datum	17.03.2023	23.03.2023	30.03.2023
Tierzahl	25041	20240	-
Tiergewicht [kg]	1,69	2,26	-
Lüfterleistung (gemessen) [m ³ /h]	31.600	-	-
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	36.100	-	-
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	114.816	115.656	-
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	25	24	-
Stallfeuchte (gemessen) [%]	67	74	-
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	26	25	-
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	70	74	-
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	23	34	-
Flüssiggasverbrauch (kumuliert) [l]	6228	6228	6228
Wasserzählerstand [m ³]	5095	5138	5181

5.2.2 Durchgang 2

Tabelle 11: Randbedingungen DG 2 (Teil 1)

Datum	03.04.2023	13.04.2023	20.04.2023	26.04.2023
Tierzahl	36.500	36.098	35.966	35.912
Tiergewicht [kg]	0,04	0,35	0,69	1,06
Lüfterleistung gemessen [m ³ /h]	-	12.800	31.000	41.100
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	-	10.800	31.100	36.500
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	8.816	52.890	84.288	117.633
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	35	31	28	25
Stallfeuchte (gemessen) [%]	46	61	62	70
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	35	31	27	26
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	60	67	69	72
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	0	32	16	27
Flüssiggasverbrauch (kumuliert) [l]	512	3.328	4.480	4.480
Wasserzählerstand [m ³]	3.830	3.855	3.890	3.933

Tabelle 12: Randbedingungen DG 2 (Teil 2)

Datum	05.05.2023	11.05.2023	15.05.2023
Tierzahl	35.843	35.805	-
Tiergewicht [kg]	1,90	2,33	-
Lüfterleistung (gemessen) [m ³ /h]	45.900	53.900	-
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	41.000	53.000	-
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	178.812	209.809	-
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	24	24	-
Stallfeuchte (gemessen) [%]	70	72	-
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	25	25	-
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	72	73	-
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	31	25	-
Flüssiggasverbrauch (kumuliert) [l]	4.480	4.480	4.480
Wasserzählerstand [m ³]	4.005	4.048	4.071

5.2.3 Durchgang 3

Tabelle 13: Randbedingungen DG 3 (Teil 1)

Datum	03.07.2023	11.07.2023	18.07.2023	25.07.2023
Tierzahl	36500	36073	35930	35842
Tiergewicht [kg]	0,04	0,24	0,59	0,91
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	-	29.647	58.061	76.613
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	-	31.824	56.000	73.000
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	8.955	35.318	74.228	104.217
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	34	30	28	26
Stallfeuchte (gemessen) [%]	49	62	65	65
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	34	30	29	27
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	63	67	69	73
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	8	27	37	23
Flüssiggasverbrauch (kumuliert) [l]	500	2770	3633	3633
Wasserzählerstand [m ³]	4320	4337	4366	4413

Tabelle 14: Randbedingungen DG 3 (Teil 2)

Datum	01.08.2023	07.08.2023	14.08.2023
Tierzahl	35787	35730	-
Tiergewicht [kg]	1,46	2,06	-
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	70.037	94.369	-
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	62.200	86.000	-
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	147.671	189.414	-
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	26	24	-
Stallfeuchte (gemessen) [%]	72	72	-
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	27	25	29
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	74	72	67
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	32	19	0
Flüssiggasverbrauch (kumuliert) [l]	3633	3633	3633
Wasserzählerstand [m ³]	4468	4516	4562

5.3 Betrieb 3

5.3.1 Durchgang 1

Tabelle 15: Randbedingungen DG 1 (Teil 1)

Datum	31.08.2023	06.09.2023	14.09.2023	20.09.2023
Tierzahl	-	42308	42166	42052
Tiergewicht [kg]	-	0,13	0,43	0,79
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	-	33.620	-	207.473
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	-	38.700	46.700	165.700
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	-	24.491	66.991	110.006
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	-	31	-	26
Stallfeuchte (gemessen) [%]	-	59	-	62
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	-	31	26	25
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	-	54	61	62
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	-	5	21	23
Wasserzählerstand [m ³]	28153	28160	28190	28229

Tabelle 16: Randbedingungen DG 1 (Teil 2)

Datum	28.09.2023	04.10.2023	12.10.2023
Tierzahl	41897	27851	-
Tiergewicht [kg]	1,40	1,87	-
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	262.750	108.806	-
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	266.000	100.500	-
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	167.469	137.425	-
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	27	25	-
Stallfeuchte (gemessen) [%]	60	63	-
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	27	23	-
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	54	67	-
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	27	33	-
Wasserzählerstand [m ³]	28303	28348	28403

5.3.2 Durchgang 2

Tabelle 17: Randbedingungen DG 2 (Teil 1)

Datum	23.10.2023	01.11.2023	07.11.2023	14.11.2023
Tierzahl	41500	40826	40632	40483
Tiergewicht [kg]	0,04	0,26	0,55	0,99
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	-	25.613	41.936	70.525
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	-	20.600	34.900	66.600
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	10.653	43.012	79.035	125.421
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	-	27	25	24
Stallfeuchte (gemessen) [%]	-	69	71	70
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	-	27	25	24
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	-	64	63	68
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	-	9	21	21
Wasserzählerstand [m ³]	28736	28746	28773	28821

Tabelle 18: Randbedingungen DG 2 (Teil 2)

Datum	20.11.2023	29.11.2023	04.12.2023
Tierzahl	40366	18895	-
Tiergewicht [kg]	1,44	2,22	-
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	89.101	42.869	-
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	65.200	36.000	-
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	165.166	106.441	-
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	25	21	-
Stallfeuchte (gemessen) [%]	71	74	-
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	23	21	-
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	68	67	-
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	18	37	-
Wasserzählerstand [m ³]	28877	28953	28989

5.3.3 Durchgang 3

Tabelle 19: Randbedingungen DG 3 (Teil 1)

Datum	14.12.2023	22.12.2023	05.01.2024
Tierzahl	41500	41091	40861
Tiergewicht [kg]	0,045	0,230	0,998
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	-	25.590	64.393
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	-	21.200	64.500
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	10.653	38.421	126.289
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	29	26	24
Stallfeuchte (gemessen) [%]	-	72	72
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	28	26	24
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	-	63	59
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	0	8	22
Wasserzählerstand [m ³]	28657	28672	28753

Tabelle 20: Randbedingungen DG 3 (Teil 2)

Datum	11.01.2024	18.01.2023	24.01.2024
Tierzahl	40793	23325	18234
Tiergewicht [kg]	1,488	2,100	2,972
Luftraten (gemessen) [m ³ /h]	74.523	48.928	-
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	63.800	47.700	-
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	167.476	123.746	171.767
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	20	17	-
Stallfeuchte (gemessen) [%]	64	64	-
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	18	17	-
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	65	61	-
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	28	35	-
Wasserzählerstand [m ³]	28808	28874	28920

5.4 Betrieb 4

5.4.1 Durchgang 1

Tabelle 21: Randbedingungen DG 1 (Teil 1)

Datum	15.02.2024	22.02.2024	29.02.2024	07.03.2024
Tierzahl	41000	40584	40394	402621
Tiergewicht [kg]	0,045	0,207	0,599	0,883
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	-	10.450	25.440	32.770
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	11.301	34.992	84.482	144.892
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	-	31	27	26
Stallfeuchte (gemessen) [%]	-	62	64	69
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	35	31	29	27
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	56	60	57	63
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	5	33	25	28
Wasserzählerstand [m ³]	28803	28819	28850	28902

Tabelle 22: Randbedingungen DG 1 (Teil 2)

Datum	12.03.2024	21.03.2024	27.03.2024
Tierzahl	40191	19802	-
Tiergewicht [kg]	1,437	2,003	-
Luftraten (lt. EBTB) [m ³ /h]	46.230	39.540	-
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m ³ /h]	164.039	102.918	-
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	24	22	-
Stallfeuchte (gemessen) [%]	78	73	-
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	25	24	-
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	71	71	-
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	28	29	-
Wasserzählerstand [m ³]	28945	29012	29049

5.4.2 Durchgang 2

Tabelle 23: Randbedingungen DG 2 (Teil 1)

Datum	02.04.2024	08.04.2024	15.04.2024	22.04.2024
Tierzahl	41000	40758	40464	40312
Tiergewicht [kg]	0,042	0,172	0,454	1,064
Luftraten (lt. EBTB) [m³/h]	14.980	16.906	23.326	32.742
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m³/h]	10.836	30.150	67.390	132.046
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	36	30	28	26
Stallfeuchte (gemessen) [%]	49	61	62	65
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	36	32	29	26
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	47	57	63	63
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	5	28	18	28
Wasserzählerstand [m³]	9042	9054	9081	9127

Tabelle 24: Randbedingungen DG 2 (Teil 2)

Datum	29.04.2024	06.05.2024	13.05.2024
Tierzahl	40128	26326	-
Tiergewicht [kg]	2,087	3,214	-
Luftraten (lt. EBTB) [m³/h]	65.912	58.636	-
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m³/h]	215.178	210.756	-
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	25	68	-
Stallfeuchte (gemessen) [%]	63	65	-
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	27	24	-
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	67	72	-
Differenzdruck (Anzeige) [Pa]	28	28	-
Wasserzählerstand [m³]	9190	9242	9292

5.4.3 Durchgang 3

Tabelle 25: Randbedingungen DG 3 (Teil 1)

Datum	16.05.2024	24.05.2024	30.05.2024	07.06.2024
Tierzahl	-	40709	40463	40280
Tiergewicht [kg]	-	0,21	0,43	0,93
Luftraten (lt. EBTB) [m³/h]	-	19.500	27.800	58.000
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m³/h]	-	35.100	64.410	119.186
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	33	30	28	25
Stallfeuchte (gemessen) [%]	53	59	67	59
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	34	32	30	27
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	54	57	64	60
Differenzdruck-Anzeige [Pa]	-	37	31	35
Wasserzählerstand [m³]	29316	29333	29360	29415

Tabelle 26: Randbedingungen DG 3 (Teil 2)

Datum	13.06.2024	19.06.2024	26.06.2024
Tierzahl	40169	28893	22725
Tiergewicht [kg]	1,41	1,96	2,62
Luftraten (lt. EBTB) [m³/h]	60.800	107.400	-
100% Sommerluftrate nach DIN 18910 [m³/h]	161.723	147.741	147.178
Stalltemperatur (gemessen) [°C]	25	25	-
Stallfeuchte (gemessen) [%]	66	63	-
Stalltemperatur (Anzeige) [°C]	26	25	25
Stallfeuchte (Anzeige) [%]	64	67	70
Differenzdruck-Anzeige [Pa]	29	27	15
Wasserzählerstand [m³]	29471	29527	29583

6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

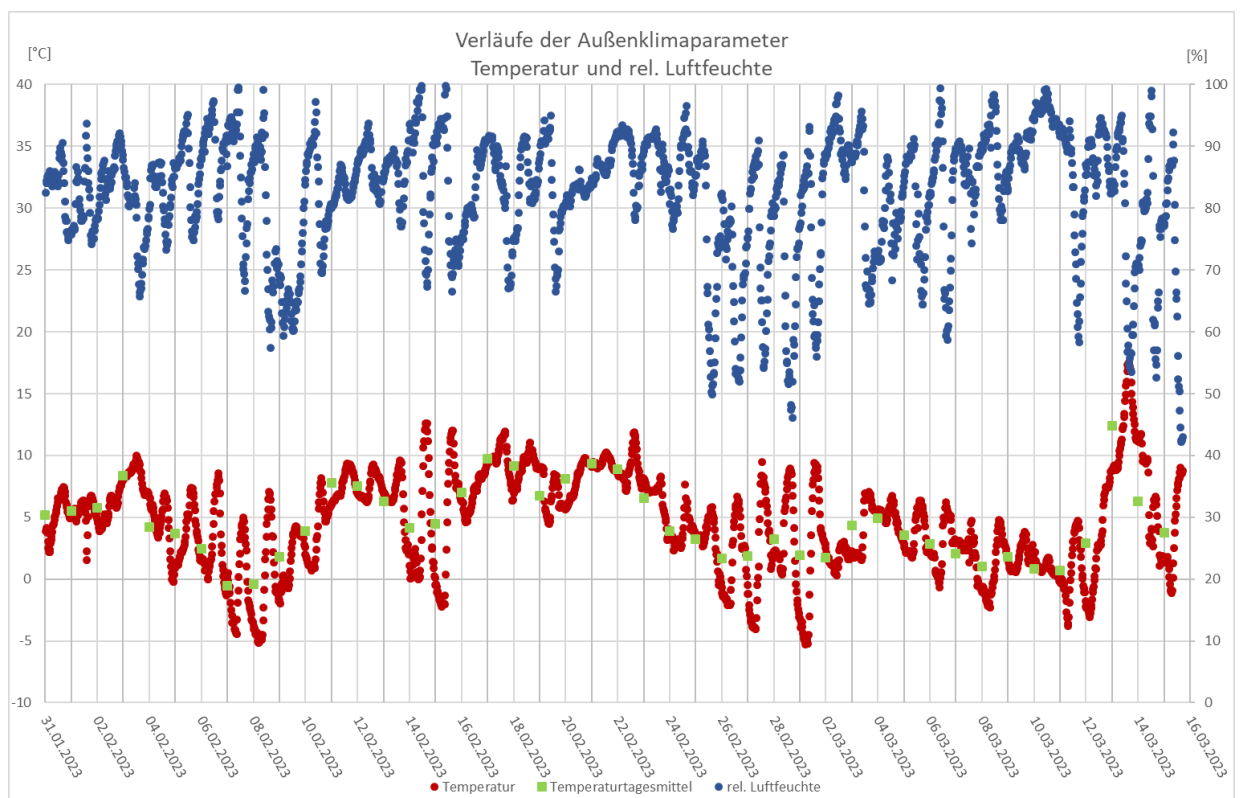
Während der Untersuchungen wurden mittels FTIR kontinuierlich u.a. die Ammoniak (NH₃)-Kohlenstoffdioxid (CO₂)-, Methan (CH₄)- und Lachgas (N₂O)- Konzentrationen der Zu- und Abluft gemessen. Zur Validierung der Ergebnisse wurden nasschemische Ammoniakmessungen am Ausgang des FTIR durchgeführt. Während des Untersuchungszeitraums wurden die Außenklimadaten kontinuierlich mit einer Wetterstation erfasst. Außerdem wurden die Stallparameter durch die Stallklimacomputer aufgezeichnet und ausgewertet. Die Stallparameter wurden an den wöchentlichen Messtagen durch die LUFA Nord-West überprüft. Die Volumenströme wurden zudem mit der CO₂-Methode validiert. Abschließend wurde jeder Mastdurchgang über die Stickstoff- und Phosphorwiederfindungsraten in Futter, Tier, Einstreu, Mist und Gas bilanziert.

Die folgenden Abbildungen und Tabellen zeigen die Ergebnisse der Untersuchungen.

6.1 Betrieb 1

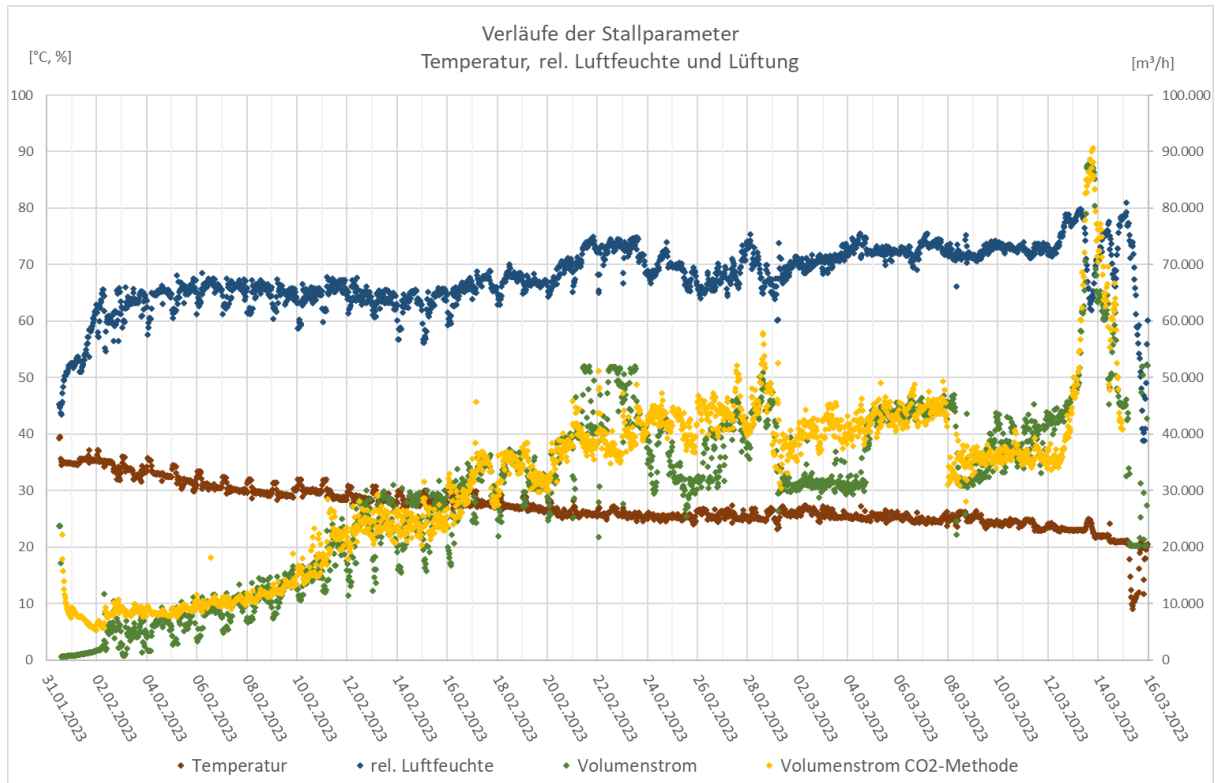
6.1.1 Durchgang 1 - Winter (31.01. bis 15.03.2023)

6.1.1.1 Außenklimaparameter



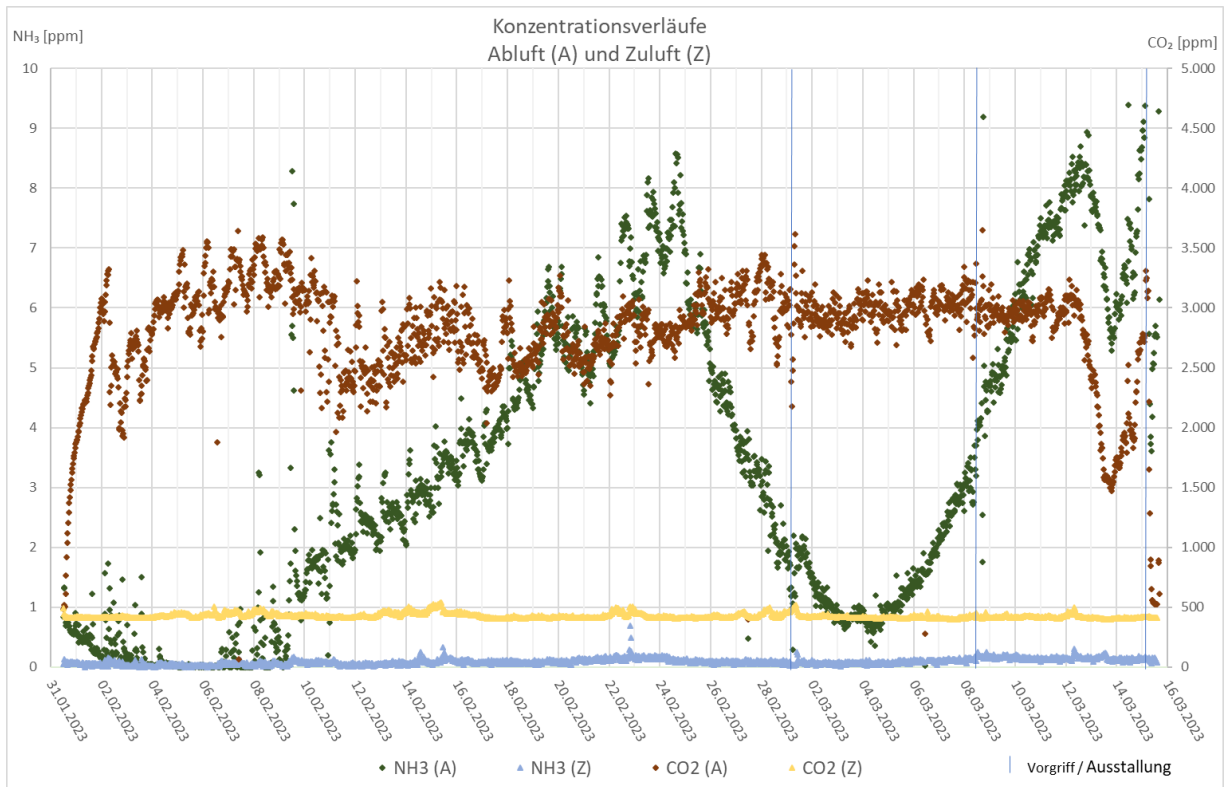
Die Tagesmittelwerte der Temperaturen zeigen, dass während des Untersuchungszeitraumes vor allem Winterbedingungen (< 8 °C) vorlagen.

6.1.1.2 Stallparameter



Die Aufzeichnungen der Stallparameter sind unauffällig und plausibel.

6.1.1.3 Gasmessungen



Um die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung einzuhalten, wurde in Absprache mit allen Beteiligten die Lüftungssteuerung mit dem Parameter CO₂ am 09.02.23 ergänzt. Die Ammoniakkonzentrationen zeigen einen klassischen Verlauf mit zwei Piken.

Die Zuluftkonzentrationen sind während der gesamten Zeit unauffällig.

Die Stickstoffemissionen wurden bei der Ausstellung ebenfalls durch kontinuierliche Messungen über die vollständige Entmistungsphase am 15.03.23 erfasst.

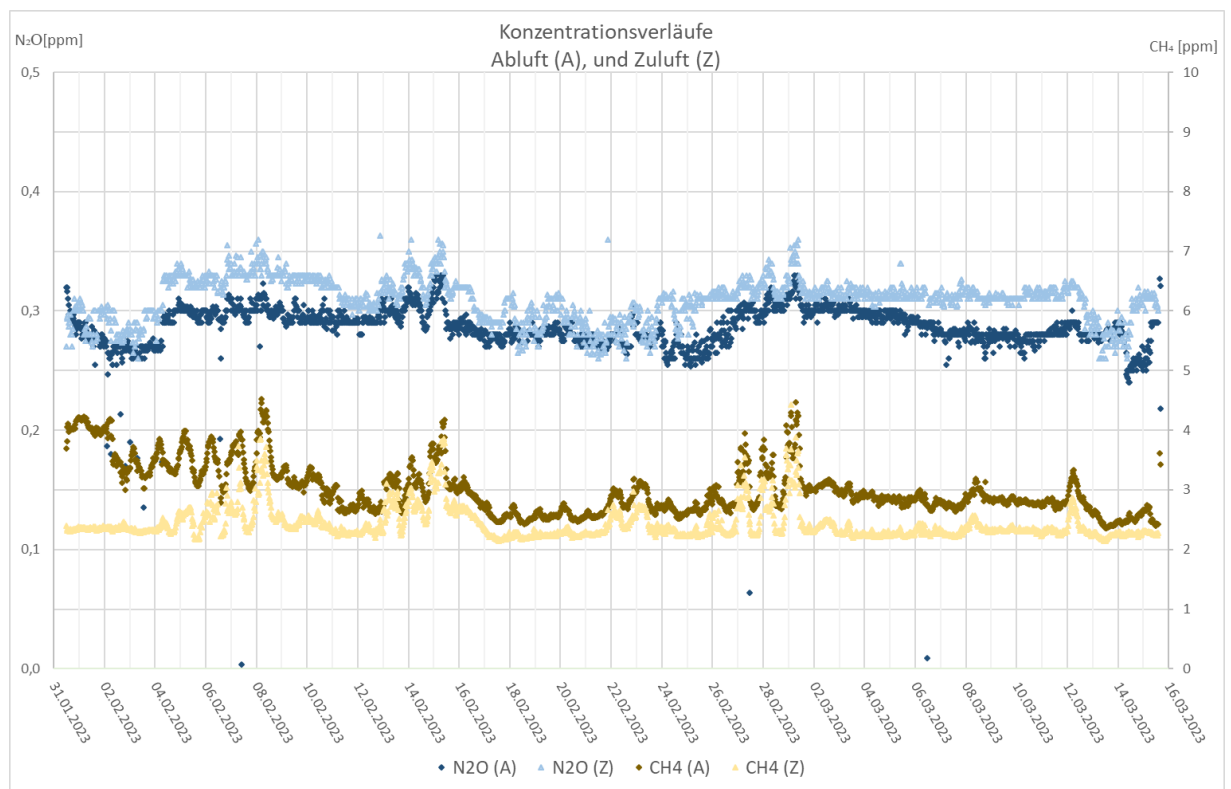
Diskontinuierliche Ammoniakmessungen:

Im Rahmen der Validierung der Messtechnik werden zum Anfang und Ende der Mast nasschemische Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren nach VDI 3878 durchgeführt, die in folgender Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 27: Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren

Messdatum	06.02.2023	06.03.2023
Uhrzeit Start	11:48	11:21
Uhrzeit Ende	12:18	11:51
Messdauer [min]	30	30
Normvolumen [Nm ³]	0,0851	0,0824
FTIR-Konzentration [mg/m ³]	0,01	1,08
Ammoniakkonzentration Normbedingungen [mg/Nm³]	0,20	0,17

Die nasschemischen Vergleichsmessungen zeigen, generell hohe Übereinstimmungen mit den Konzentrationen der FTIR-Messtechnik. Am 06.03.23 kam es bei der nasschemischen Vergleichsmessung zu einem Minderbefund. Grund hierfür war ein Falschlufteintrag, der aber keinen Einfluss auf die kontinuierlichen Messungen hatte.



Die Verläufe von CH₄ und N₂O über den gesamten Mastdurchgang unauffällig und auf dem gleichen Konzentrationsniveau wie die Zuluft.

6.1.1.4 Bilanzierungen

Über den gesamten Mastdurchgang wurden je Stall Bilanzierungen der Parameter Stickstoff (N) und Phosphor (P) durchgeführt, bei denen sämtliche Ein- und Austräge ermittelt wurden.

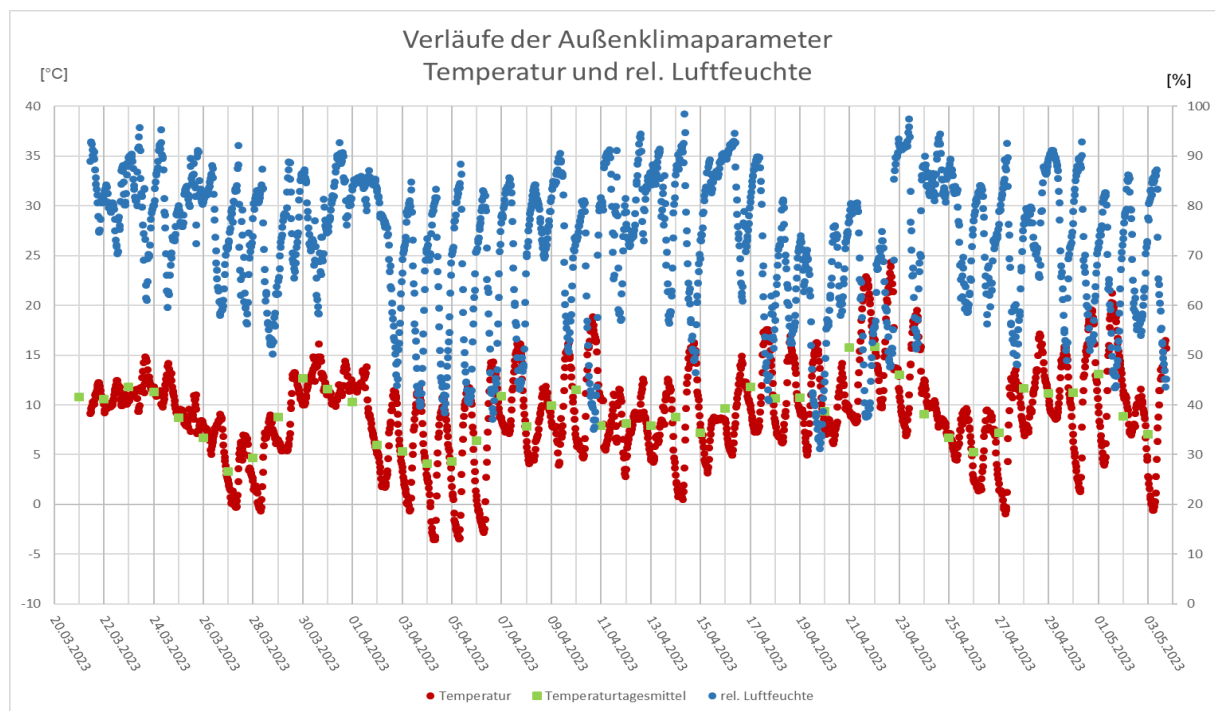
Tabelle 28: Nährstoffbilanz Durchgang 1

Bilanzierung		Stickstoff	Phosphor
Eintrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Einstreu	11,5	2,4
	Futter	4413,2	655,7
	Gas	1,9	0,0
	Tier	50,2	6,7
	Gesamt	4476,7	664,8
Austrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Mist	1521,8	201,4
	Gas	76,8	0,0
	Tier	3047,5	406,3
	Gesamt	4646,1	607,7
Wiederfindung [%]		103,8	91,4

Die Wiederfindungsraten zeigen mit 103,8 % für Stickstoff bzw. 91,4 % für Phosphor sehr gute Wiederfindungen.

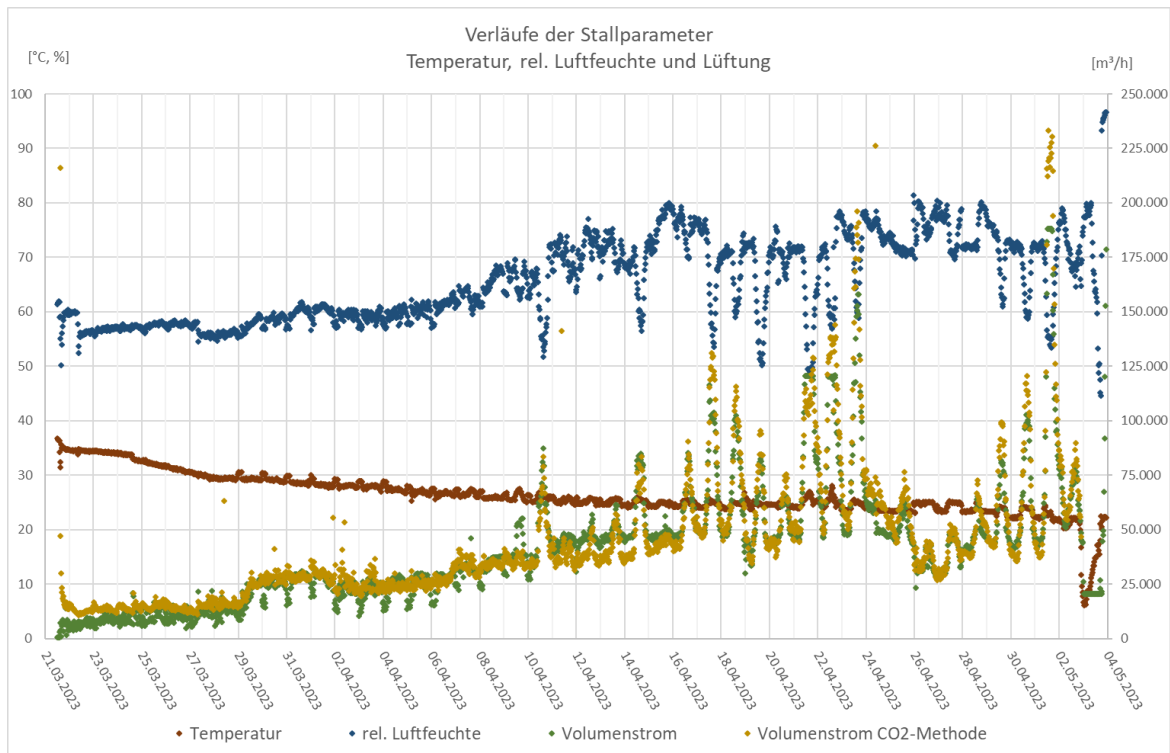
6.1.2 Durchgang 2 - Übergang (20.03. bis 03.05.2023)

6.1.2.1 Außenklimaparameter



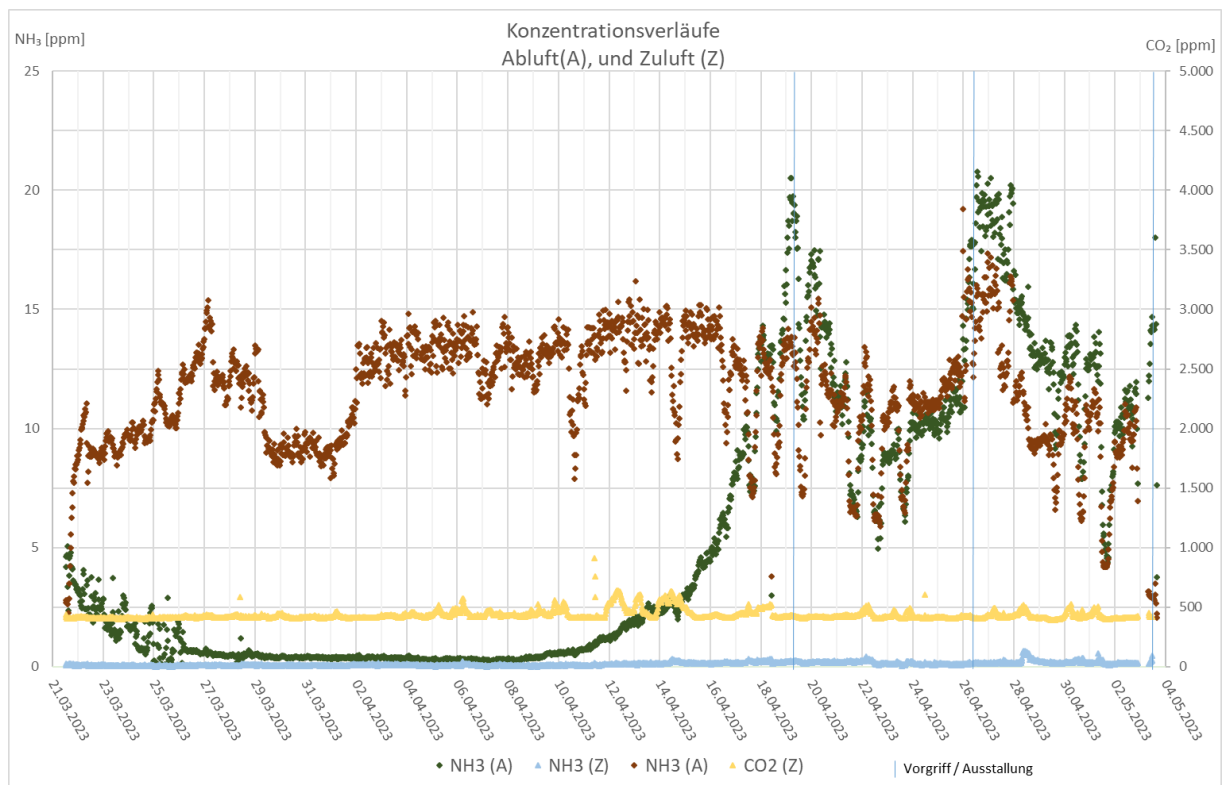
Die Tagesmittelwerte der Temperaturen zeigen, dass während des Untersuchungszeitraumes fast ausschließlich Übergangsbedingungen (8 – 16 °C) vorlagen.

6.1.2.2 Stallparameter



Alle dargestellten Verläufe sind bis zum Tag der Ausstellung unauffällig und plausibel.

6.1.2.3 Gasmessungen



Die Ammoniakkonzentrationen zeigen einen klassischen Konzentrationsverlauf für die Hähnchenmast.

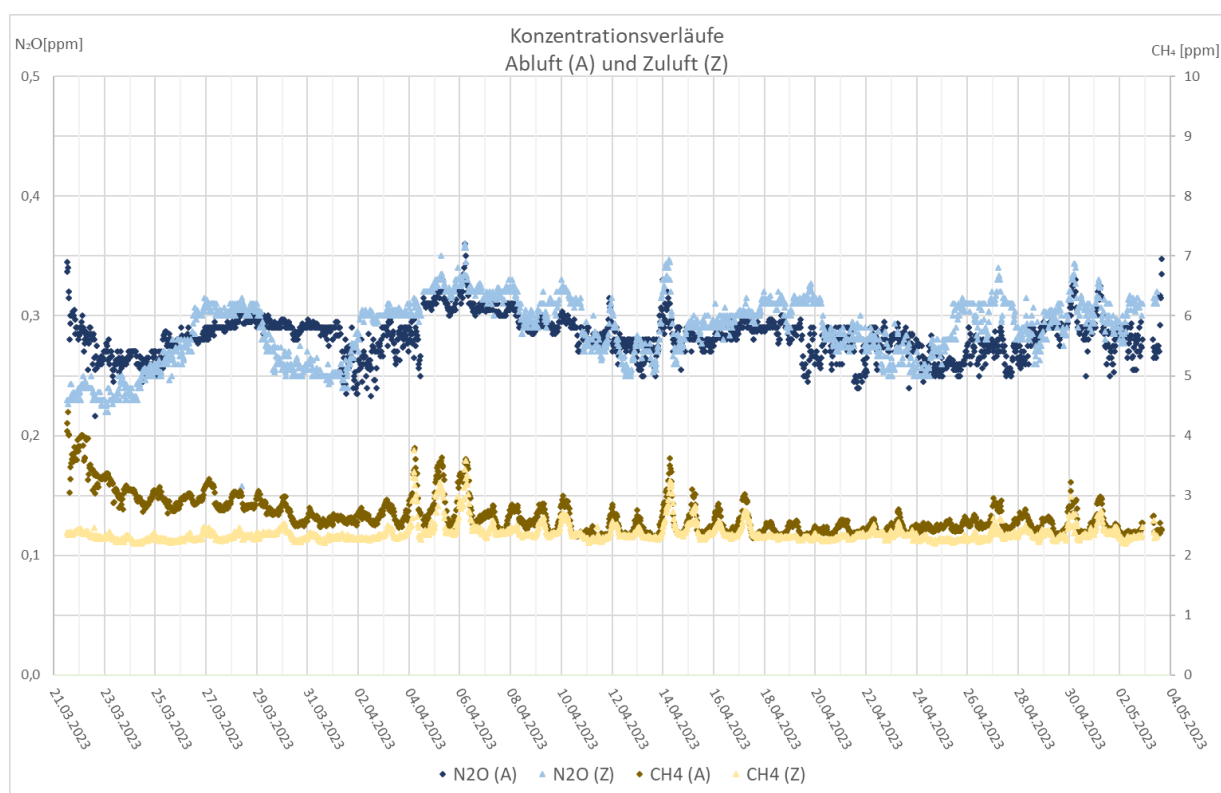
Diskontinuierliche Ammoniakmessungen:

Im Rahmen der Validierung der Messtechnik werden zum Anfang und Ende der Mast nasschemische Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren nach VDI 3878 durchgeführt, die in folgender Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 29: Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren

Messdatum	04.04.2023	24.04.2023
Uhrzeit Start	13:02	11:20
Uhrzeit Ende	13:32	11:50
Messdauer [min]	30	30
Normvolumen [Nm ³]	0,1039	0,0733
FTIR-Konzentration [mg/m ³]	0,24	7,11
Ammoniakkonzentration Normbedingungen [mg/Nm³]	0,73	6,79

Unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten decken sich die Ergebnisse der Vergleichsmessungen mit den kontinuierlichen Messungen.



Die Verläufe von CH₄ und N₂O bleiben bis auf wenige Tage zum Mastbeginn über den gesamten Mastdurchgang unauffällig und auf dem gleichen Konzentrationsniveau wie die Zuluft.

6.1.2.4 Bilanzierungen

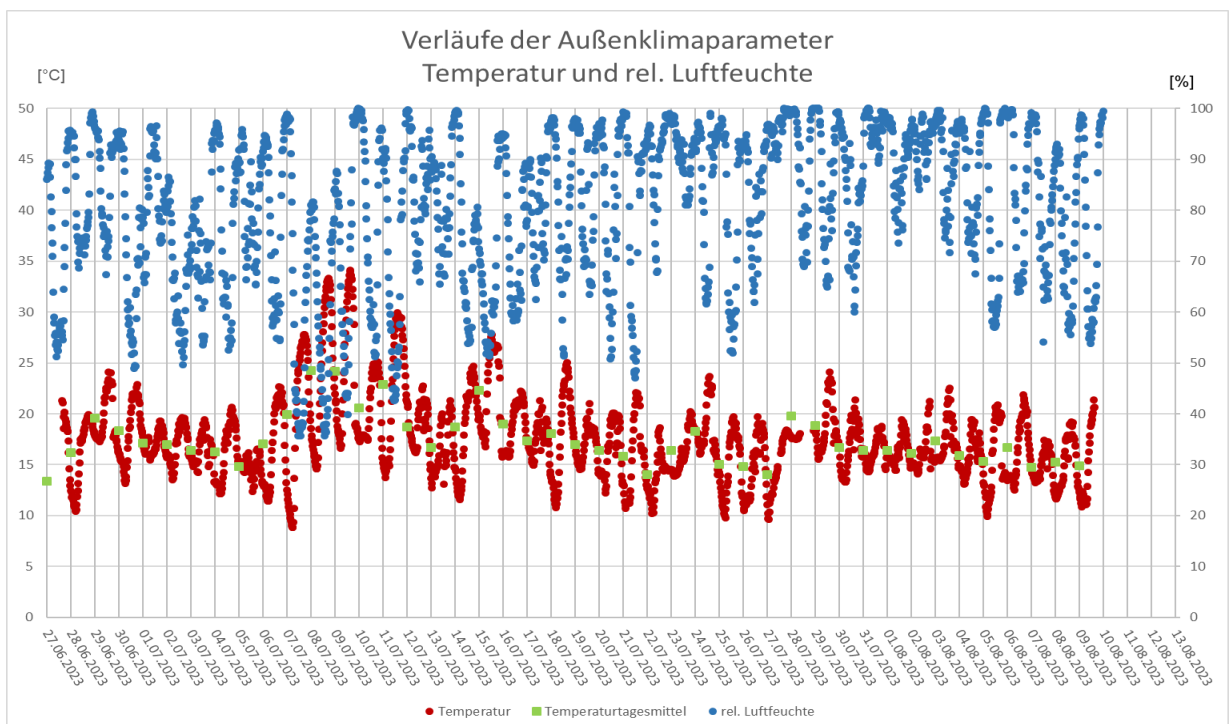
Tabelle 30: Nährstoffbilanz Durchgang 2

Bilanzierung		Stickstoff	Phosphor
Eintrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Einstreu	10	2
	Futter	4269	636
	Gas	3	0
	Tier	50	7
	Gesamt	4332	645
Austrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Mist	1886	260
	Gas	161	0
	Tier	2939	392
	Gesamt	4986	652
Wiederfindung [%]		115,1	101,1

Die Wiederfindungsraten zeigen mit 115,1 % für Stickstoff bzw. 101,1 % für Phosphor unter Berücksichtigung der erhöhten Messunsicherheit durch die Beprobung der Mistauflage sehr gute Wiederfindungen.

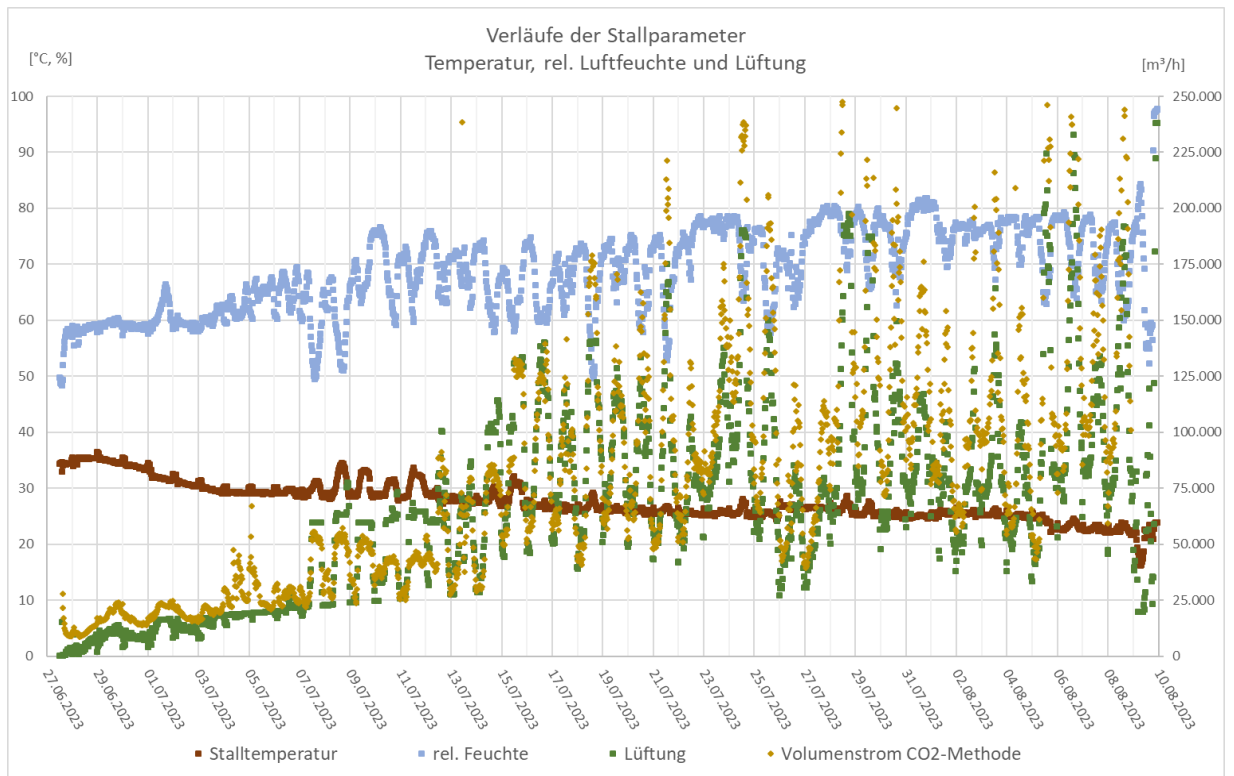
6.1.3 Durchgang 3 - Sommer (27.06. bis 09.08.2023)

6.1.3.1 Außenklimaparameter



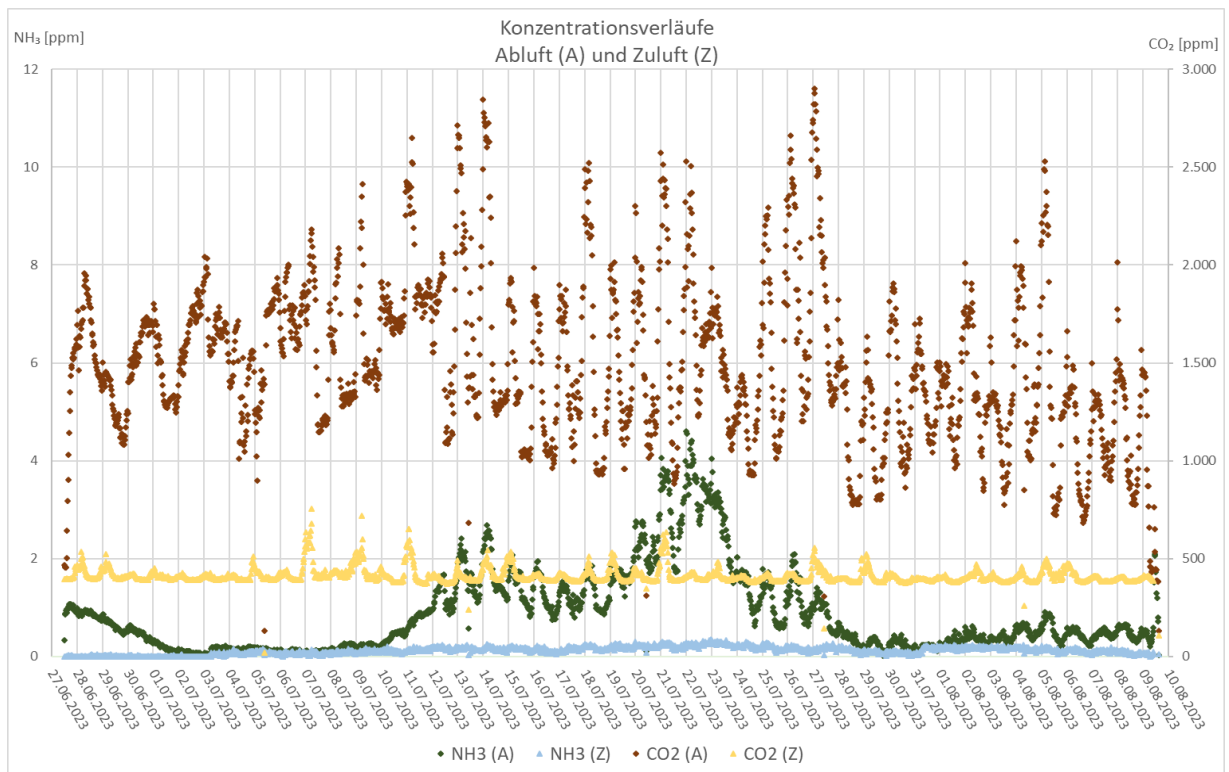
Die Tagesmittelwerte der Temperaturen zeigen, dass während des Untersuchungszeitraumes fast ausschließlich Sommerbedingungen (> 16 °C) vorlagen.

6.1.3.2 Stallparameter



Die Verläufe der Stallparameter blieben über den gesamten Mastverlauf unauffällig.

6.1.3.3 Gasmessungen



Die Ammoniakkonzentration der Abluft des Stalles weisen über die gesamte Mast ein sehr niedriges Konzentrationsniveau auf. Die Zuluftkonzentrationen sind während der gesamten Zeit unauffällig.

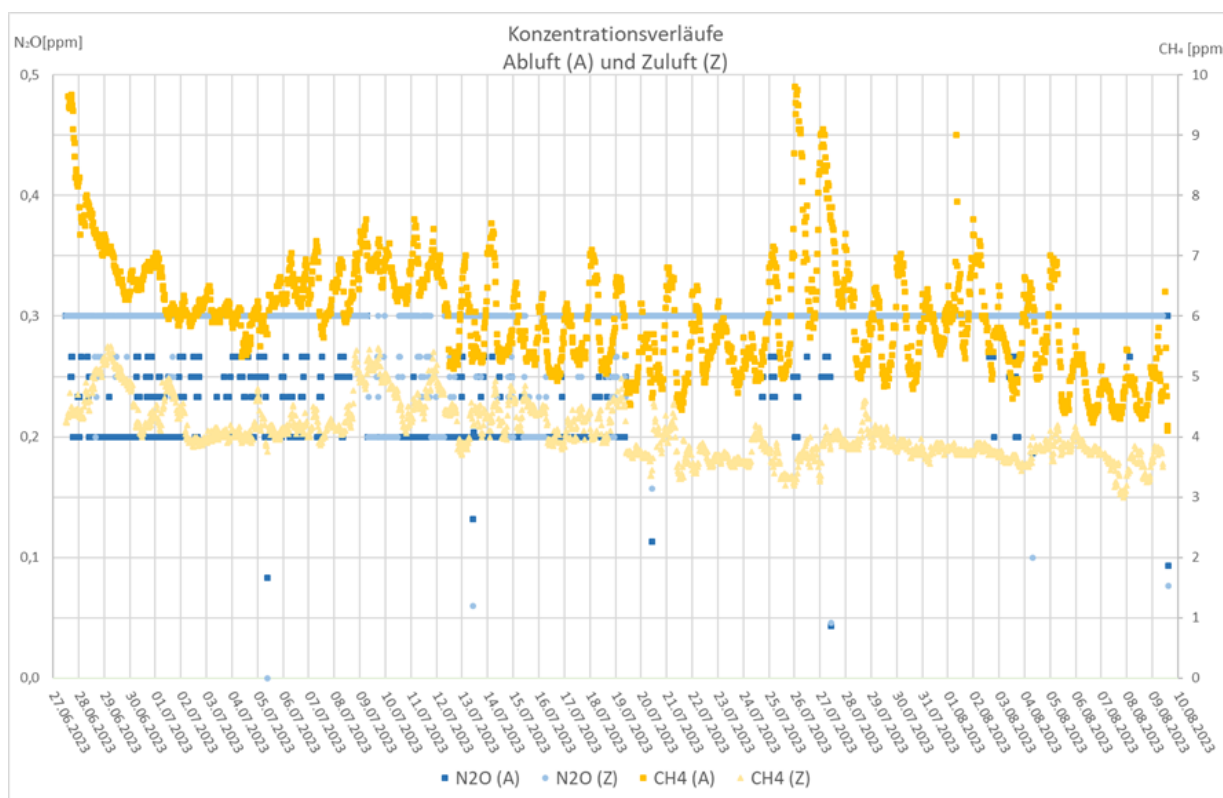
Diskontinuierliche Ammoniakmessungen:

Im Rahmen der Validierung der Messtechnik werden zum Anfang und Ende der Mast nasschemische Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren nach VDI 3878 durchgeführt, die in folgender Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 31: Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren

Messdatum	13.07.2023	04.08.2023
Uhrzeit Start	11:35	8:00
Uhrzeit Ende	11:05	8:30
Messdauer [min]	30	30
Normvolumen [Nm ³]	0,0745	0,0749
FTIR-Konzentration [mg/m ³]	1,07	0,43
Ammoniakkonzentration Normbedingungen [mg/Nm³]	1,15	0,24

Die nasschemischen Vergleichsmessungen zeigen eine hohe Übereinstimmung mit den Konzentrationen der FTIR-Messtechnik.



Die Verläufe von CH₄ und N₂O bleiben bis auf wenige Tage zum Mastbeginn über den gesamten Mastdurchgang unauffällig und auf einem ähnlichen Konzentrationsniveau wie die Zuluft.

6.1.3.4 Bilanzierungen

Tabelle 32: Nährstoffbilanz Durchgang 3

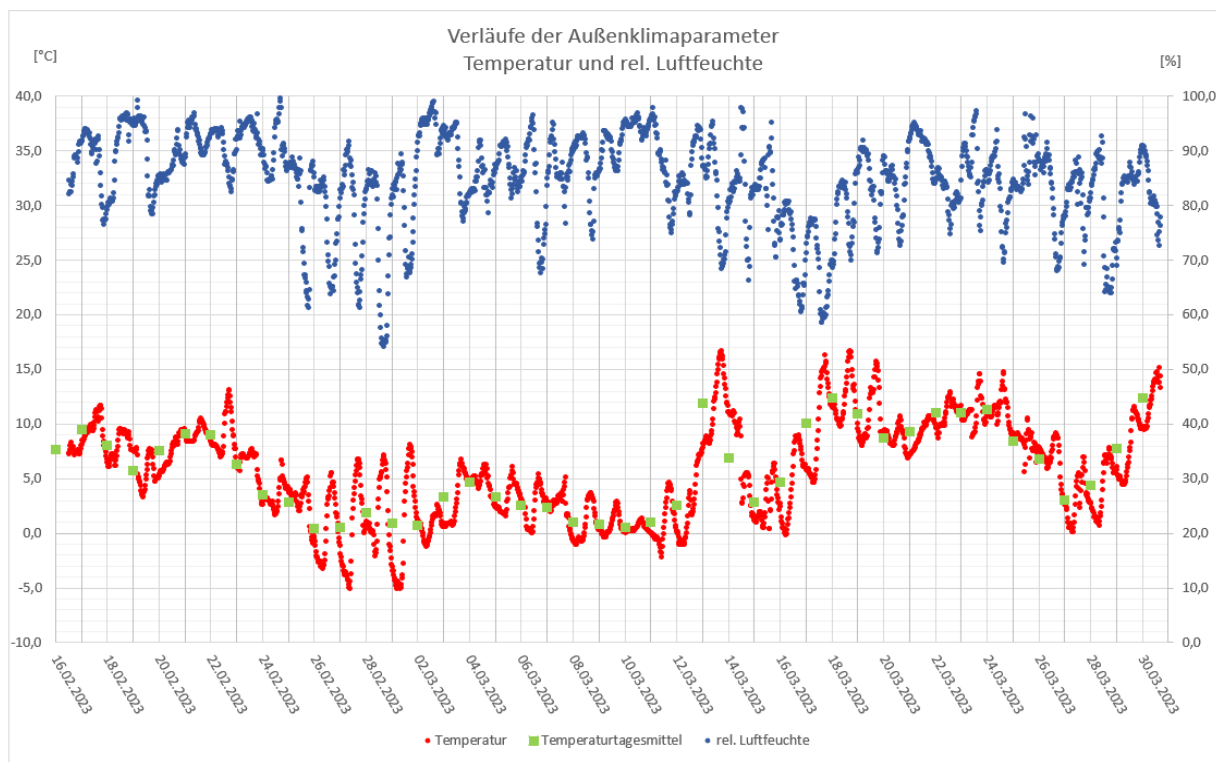
Bilanzierung		Stickstoff	Phosphor
Eintrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Einstreu	8	2
	Futter	4285	609
	Gas	6	0
	Tier	50	7
	Gesamt	4349	618
Austrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Mist	1431	152
	Gas	38	0
	Tier	2976	397
	Gesamt	4445	549
Wiederfindung [%]		102,2	88,8

Die Wiederfindungsraten zeigen mit 102,2 % für Stickstoff bzw. 88,8 % für Phosphor gute Wiederfindungen.

6.2 Betrieb 2

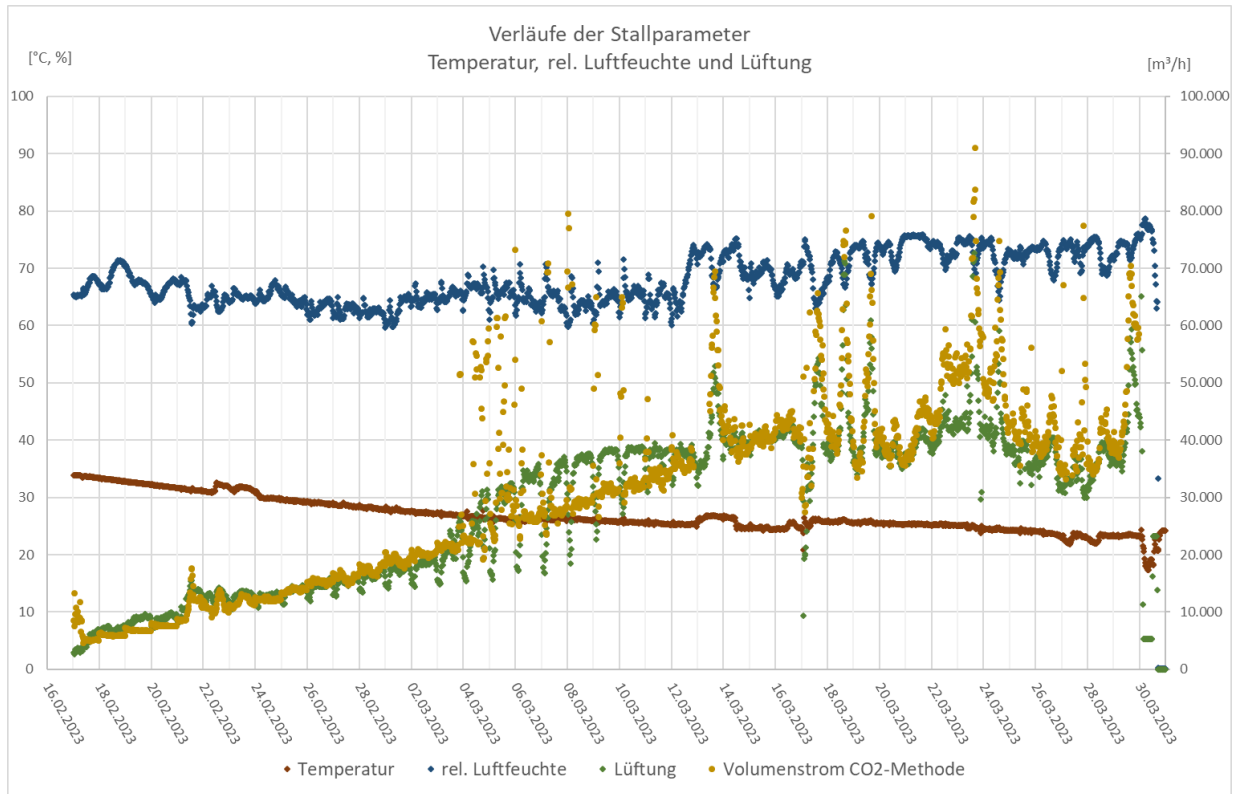
6.2.1 Durchgang 1 - Winter (16.02. bis 30.03.2023)

6.2.1.1 Außenklimaparameter



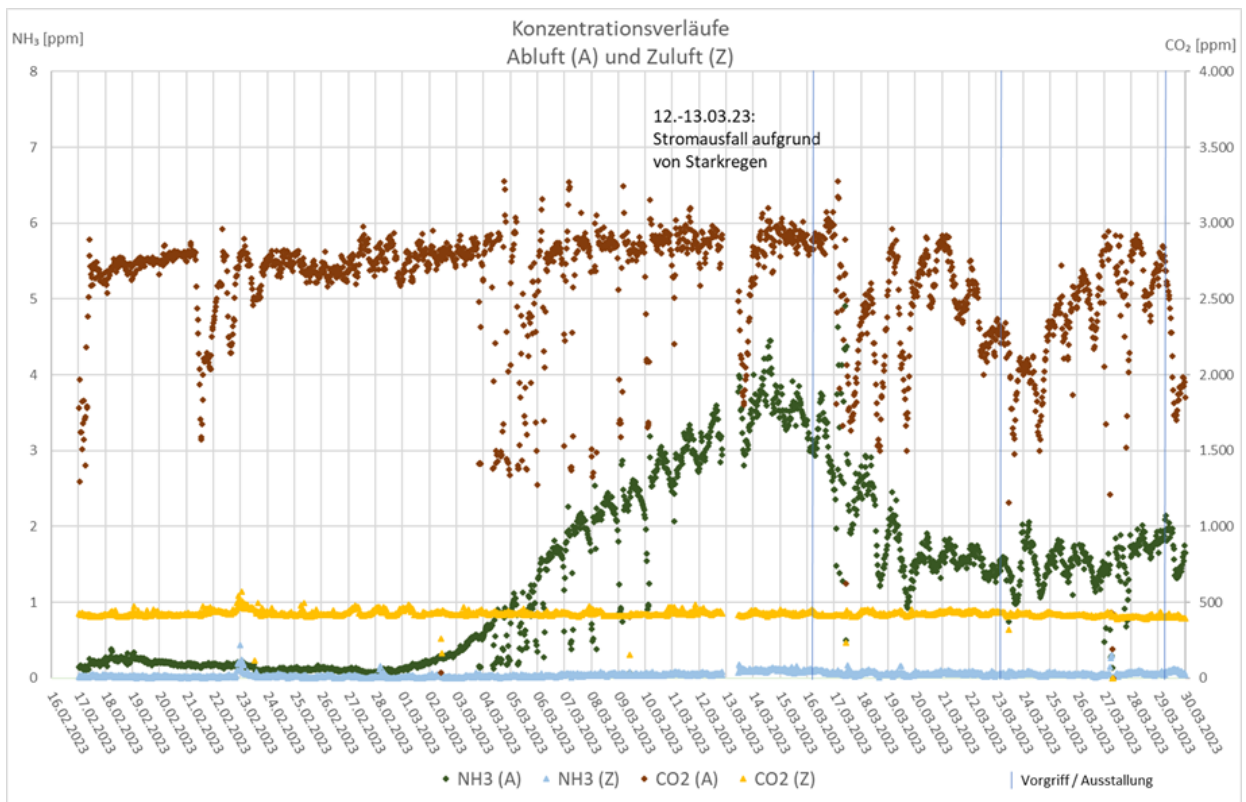
Die Tagesmittelwerte der Temperaturen zeigen, dass während des Untersuchungszeitraumes vor allem Winterbedingungen (< 8°C) vorlagen.

6.2.1.2 Stallparameter



Die Aufzeichnungen der Stallparameter sind unauffällig und plausibel.

6.2.1.3 Gasmessungen



Um die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung einzuhalten, wurde in Absprache mit allen Beteiligten die Lüftungssteuerung mit dem Parameter Kohlenstoffdioxid bereits zu Beginn der Mast ergänzt.

Die vielen kleineren Konzentrationseinbrüche resultieren aus der geringen Drehzahl des stufenlosen Ventilators und des damit verbundenen Falschluftetrags in den Kamin, an dem die Gasmessungen erfolgen. Um diesen Fehler zu minimieren und eine längere Auslaufstrecke zu erhalten wurden die Absaugpunkte am 17.03.23 unmittelbar hinter den Lüftern installiert, da für eine fest eingestellte Minimumlüftung des stufenlosen Ventilators laut Hersteller nicht realisierbar ist.

Am 12.03.23 kam es aufgrund starker Regenschauer zu einem Stromausfall, der am Folgetag behoben werden konnte.

Die Zuluftkonzentrationen sind während der gesamten Zeit unauffällig.

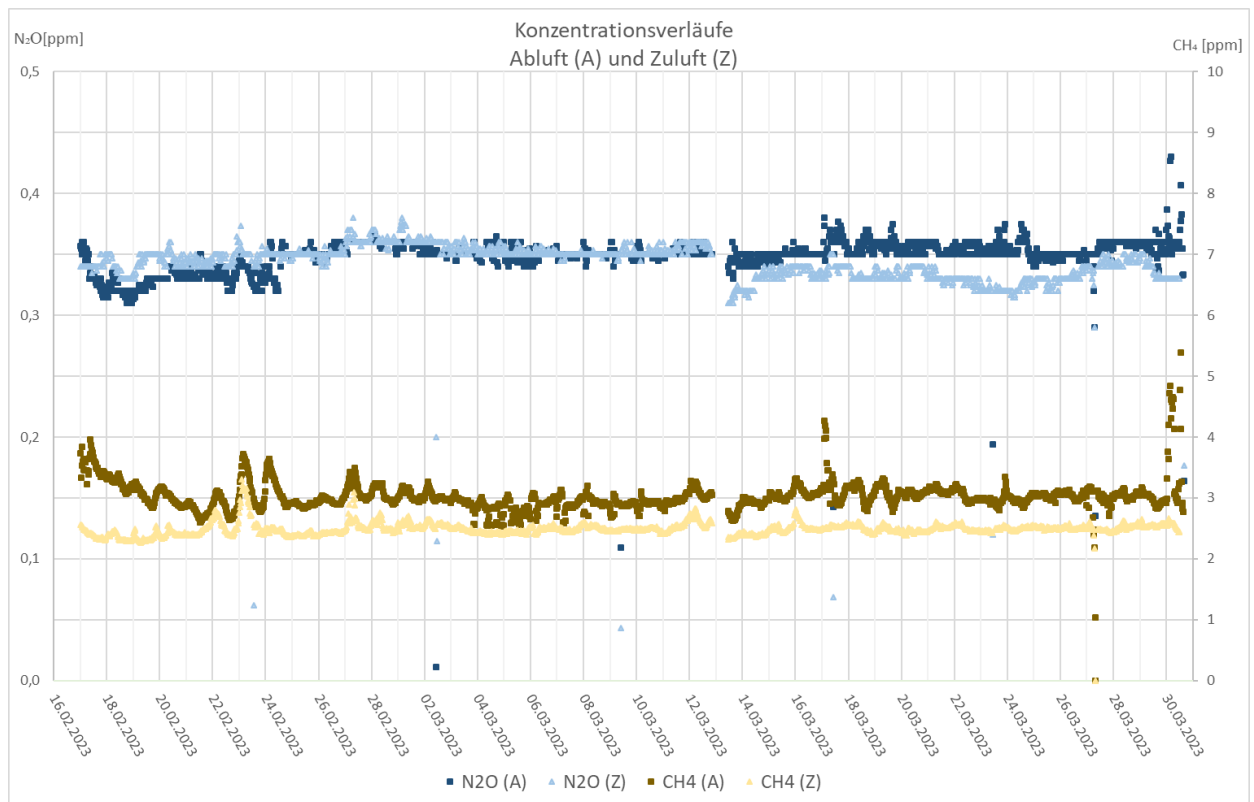
Diskontinuierliche Ammoniakmessungen:

Im Rahmen der Validierung der Messtechnik werden zum Anfang und Ende der Mast nasschemische Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren nach VDI 3878 durchgeführt, die in folgender Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 33: Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren

Messdatum	23.02.2023	23.03.2023
Uhrzeit Start	11:18	11:05
Uhrzeit Ende	11:48	11:35
Messdauer [min]	30	30
Normvolumen [Nm ³]	0,0833	0,0848
FTIR-Konzentration [mg/m ³]	0,12	1,00
Ammoniakkonzentration Normbedingungen [mg/Nm³]	0,10	0,29

Unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten zeigen die nasschemischen Vergleichsmessungen hohe Übereinstimmungen mit den Konzentrationen der FTIR-Messtechnik.



Die Verläufe von CH₄ und N₂O bleiben bis auf wenige Tage zum Mastbeginn über den gesamten Mastdurchgang unauffällig und auf dem gleichen Konzentrationsniveau wie die Zuluft.

6.2.1.4 Bilanzierungen

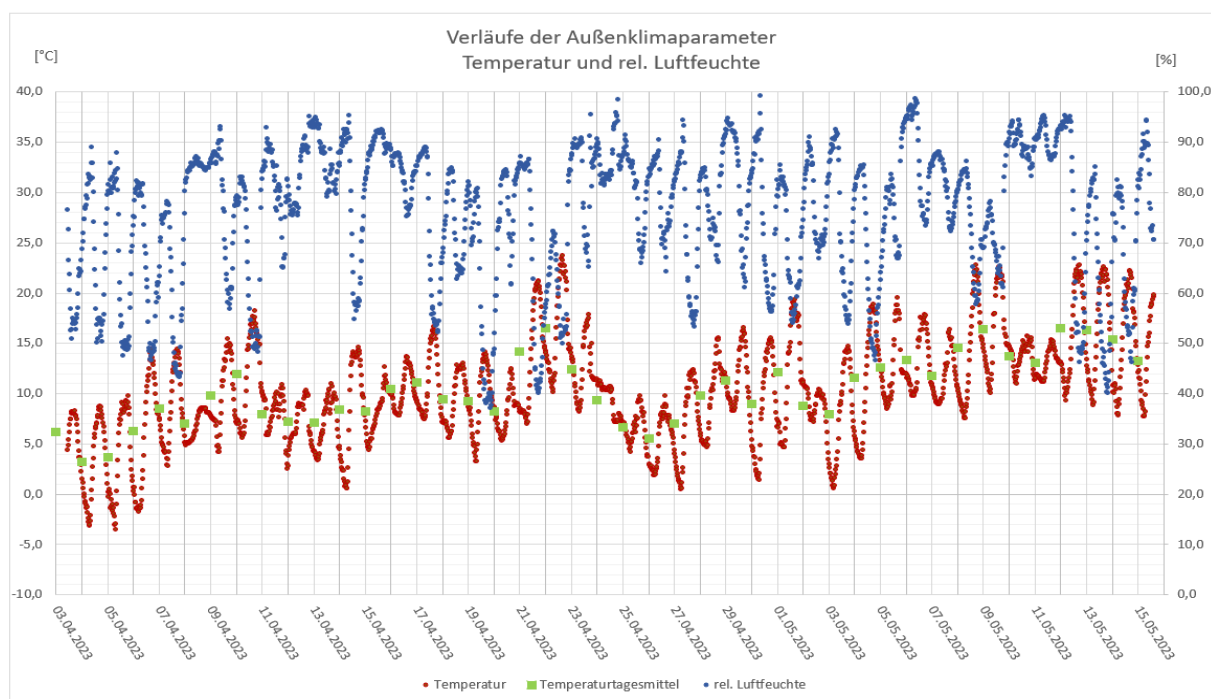
Tabelle 34: Nährstoffbilanz Durchgang 1

Bilanzierung		Stickstoff	Phosphor
Eintrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Einstreu	11,2	1,8
	Futter	3923,2	599,8
	Gas	0,9	0,0
	Tier	43,8	5,8
	Gesamt	3979,1	607,5
Austrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Mist	1361,6	217,3
	Gas	28,7	0,0
	Tier	2609,9	348,0
	Gesamt	4000,2	565,3
Wiederfindung [%]		100,5	93,1

Die Wiederfindungsraten zeigen mit 100,5 % für Stickstoff bzw. 93,1 % für Phosphor sehr gute Wiederfindungen.

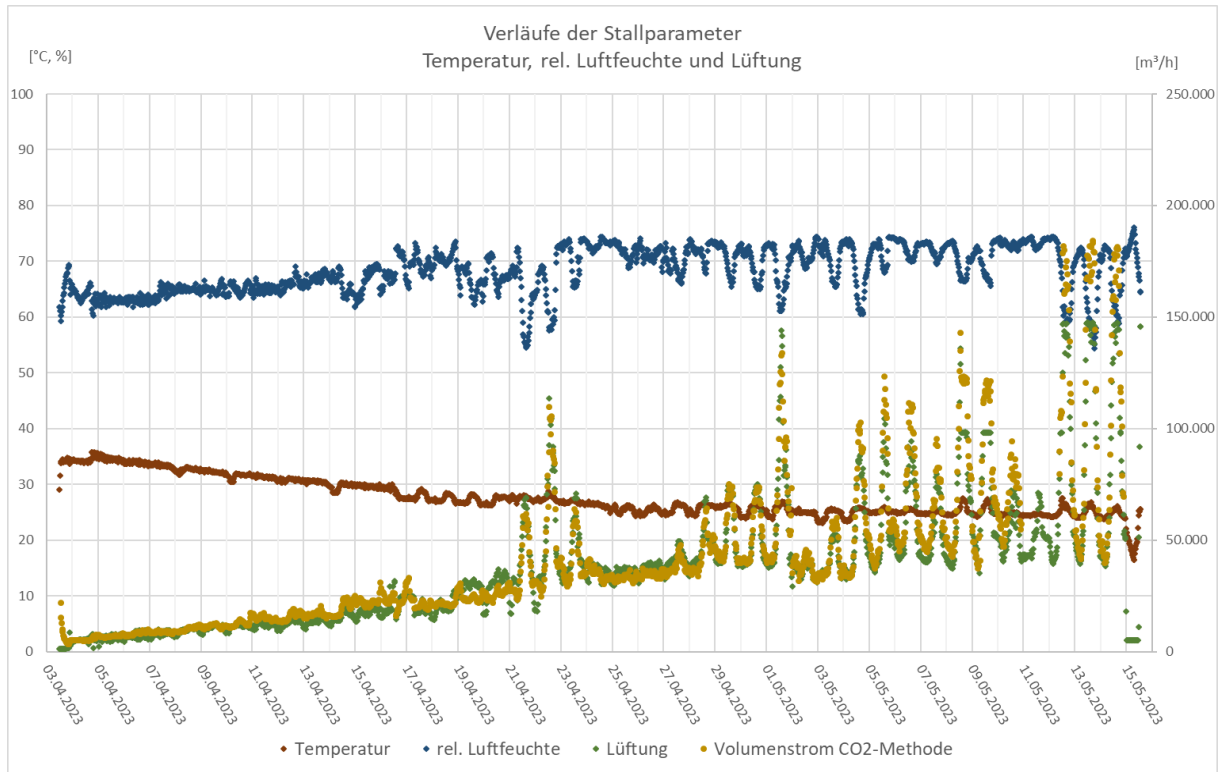
6.2.2 Durchgang 2 - Übergang (03.04. bis 15.05.2023)

6.2.2.1 Außenklimaparameter



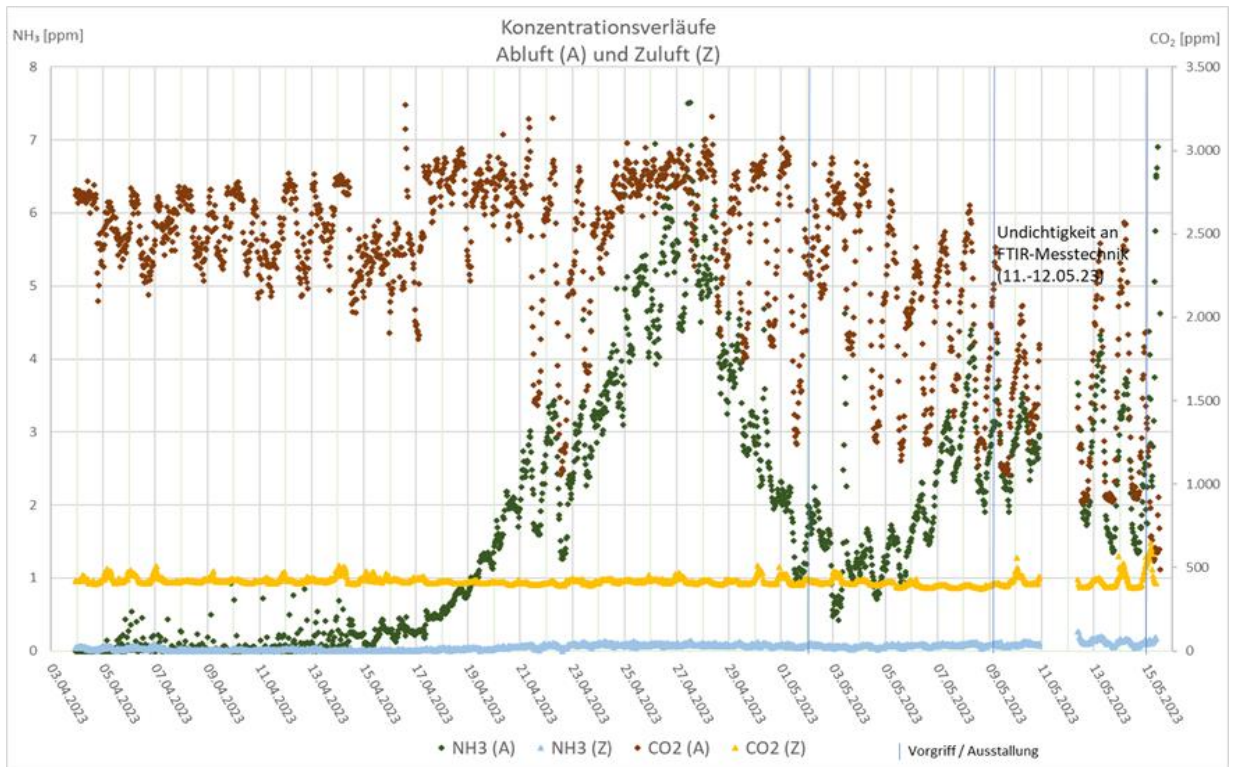
Die Tagesmittelwerte der Temperaturen zeigen, dass während des Untersuchungszeitraumes fast ausschließlich Übergangsbedingungen (8 - 16 °C) vorlagen.

6.2.2.2 Stallparameter



Die Aufzeichnungen der Stallparameter sind unauffällig und plausibel.

6.2.2.3 Gasmessungen



Aufgrund einer Undichtigkeit an der beheizten Zone der FTIR-Messtechnik, wurde die Messtechnik am 12.05. ausgetauscht. Die Ammoniakkonzentrationen zeigen einen klassischen Verlauf.

Auch die Zuluftkonzentrationen sind während der gesamten Zeit unauffällig.

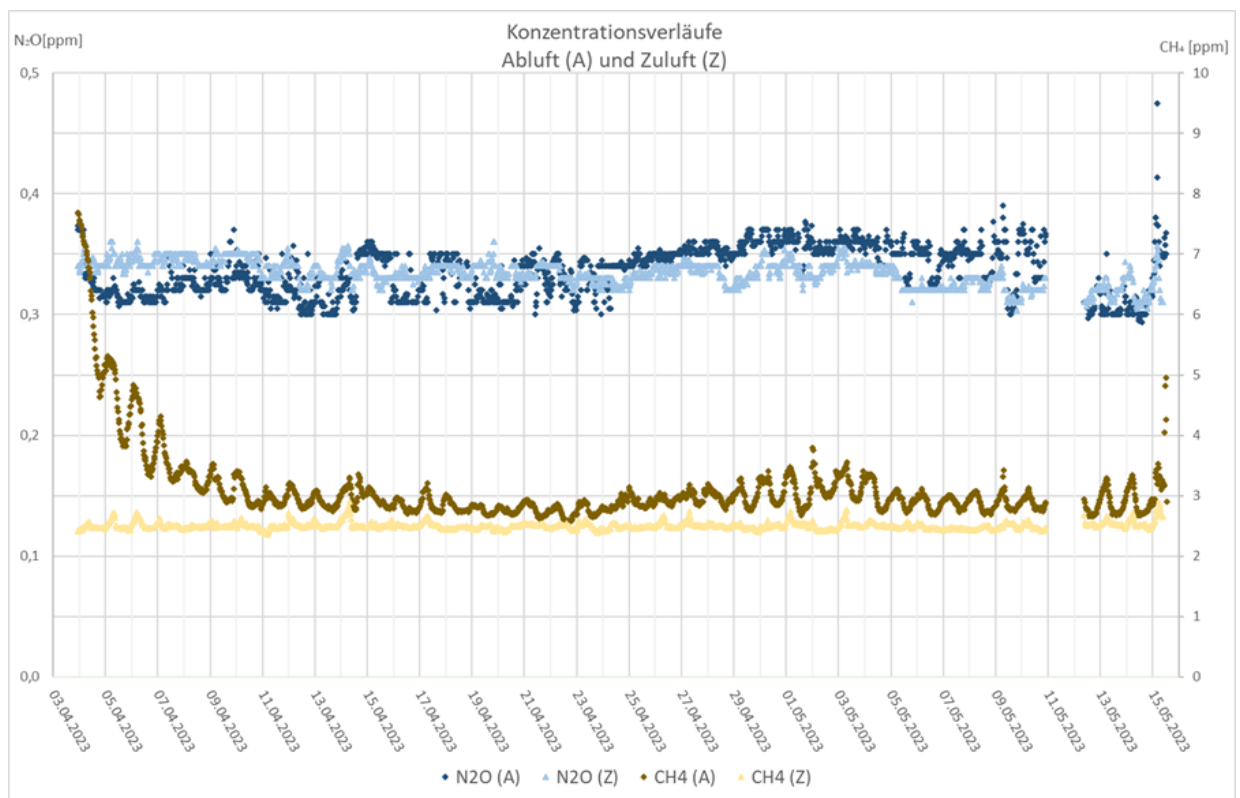
Diskontinuierliche Ammoniakmessungen:

Im Rahmen der Validierung der Messtechnik werden zum Anfang und Ende der Mast nasschemische Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren nach VDI 3878 durchgeführt, die in folgender Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 35: Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren

Messdatum	20.04.2023	12.05.2023
Uhrzeit Start	11:49	10:13
Uhrzeit Ende	12:19	10:43
Messdauer [min]	30	30
Normvolumen [Nm ³]	0,0840	0,0569
FTIR-Konzentration [mg/m ³]	1,55	3,61
Ammoniakkonzentration Normbedingungen [mg/Nm³]	1,45	2,56

Unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten decken sich die Ergebnisse der Vergleichsmessungen mit den kontinuierlichen Messungen.



Die Verläufe von CH₄ und N₂O bleiben bei beiden Ställen bis auf wenige Tage zum Mastbeginn über den gesamten Mastdurchgang unauffällig und auf dem gleichen Konzentrationsniveau wie die Zuluft.

6.2.2.4 Bilanzierungen

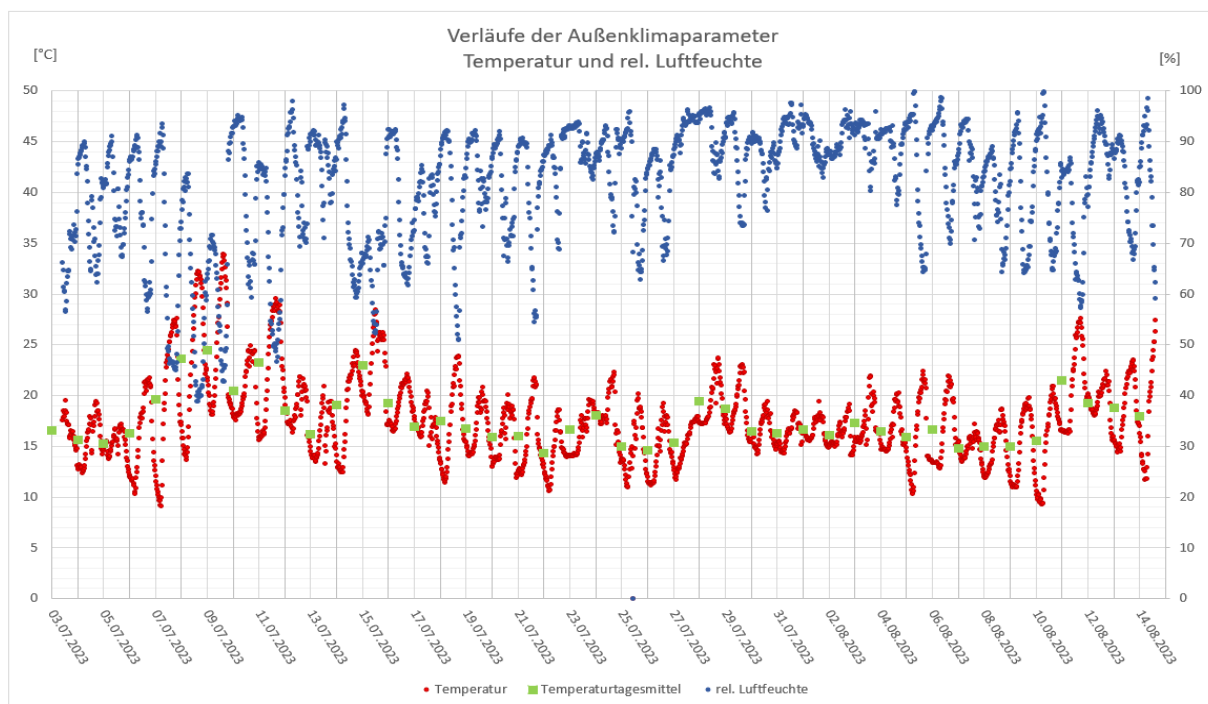
Tabelle 36: Nährstoffbilanz Durchgang 2

Bilanzierung		Stickstoff	Phosphor
Eintrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Einstreu	12	3
	Futter	3792	580
	Gas	2	0
	Tier	44	6
	Gesamt	3850	588
Austrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Mist	1454	228
	Gas	48	0
	Tier	2544	339
	Gesamt	4046	567
Wiederfindung [%]		105,1	96,4

Die Wiederfindungsraten zeigen mit 105,1 % für Stickstoff bzw. 96,4 % für Phosphor sehr gute Wiederfindungen.

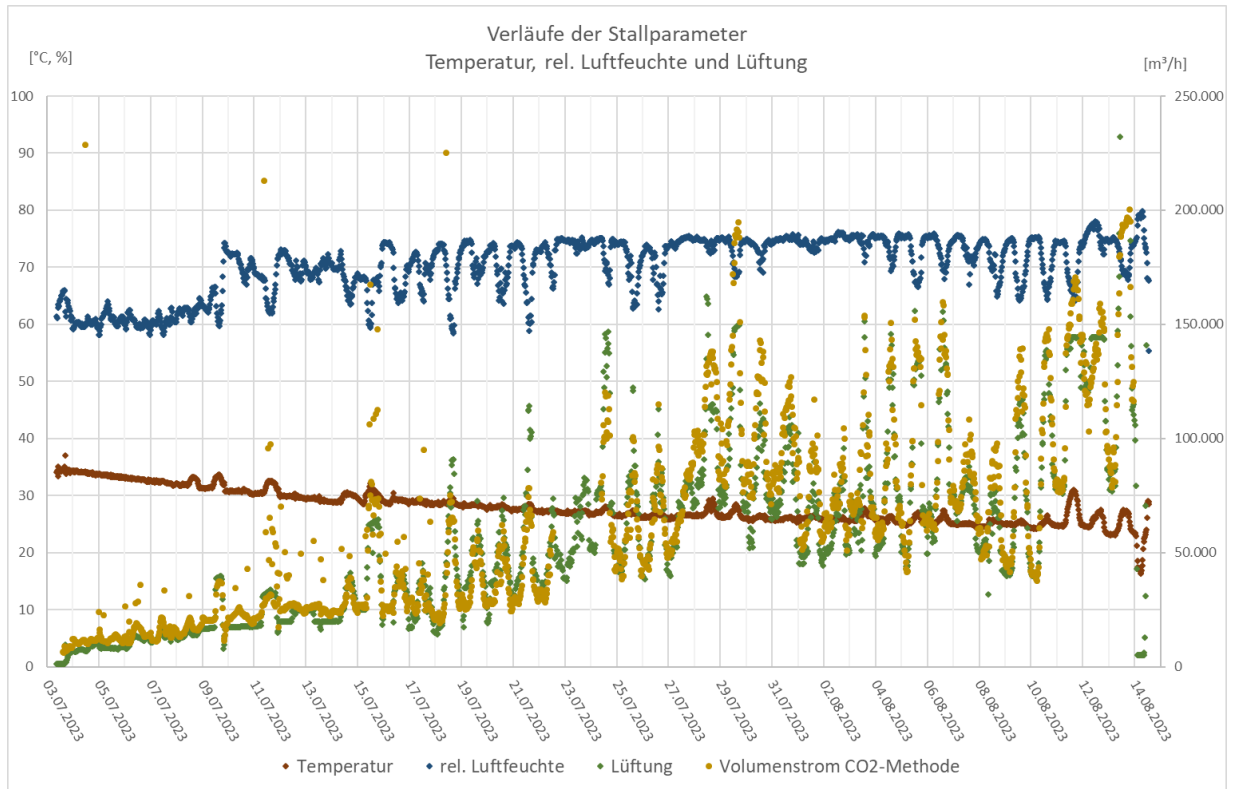
6.2.3 Durchgang 3 - Sommer (03.07. bis 14.08.2023)

6.2.3.1 Außenklimaparameter

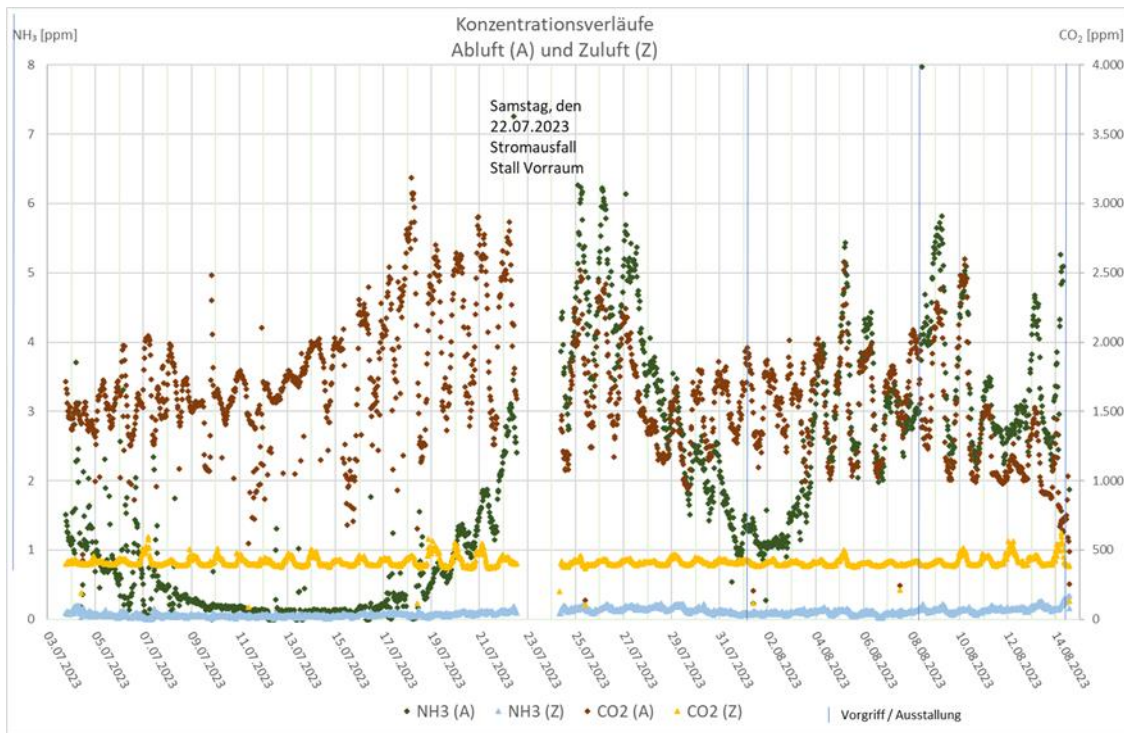


Die Tagesmittelwerte der Temperaturen zeigen, dass während des Untersuchungszeitraumes fast ausschließlich Sommerbedingungen (> 16 °C) vorlagen.

6.2.3.2 Stallparameter



6.2.3.3 Gasmessungen



Am 22.07.23 kam es aufgrund eines Stromausfalls am Stall zu einem Messausfall. Die Messungen konnten am 25.07.23 wieder gestartet werden.

Die Zuluftkonzentrationen sind während der gesamten Zeit unauffällig.

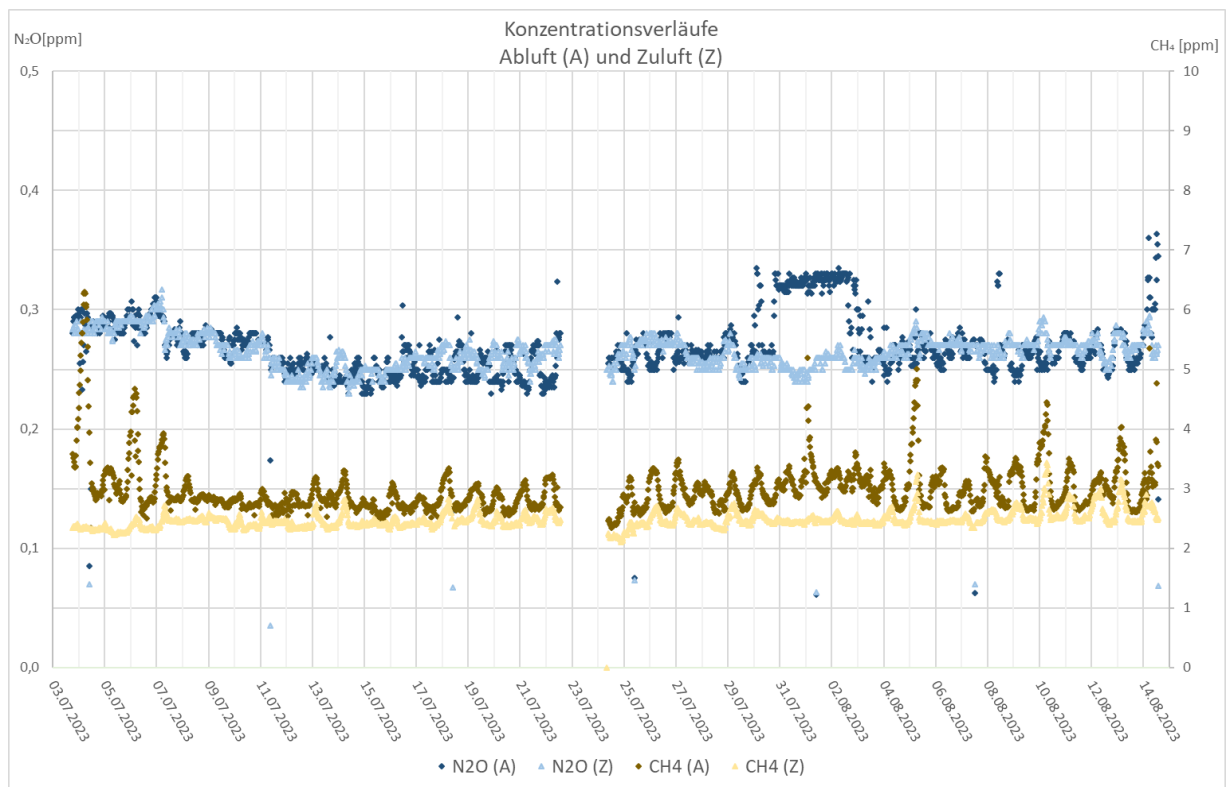
Diskontinuierliche Ammoniakmessungen:

Im Rahmen der Validierung der Messtechnik werden zum Anfang und Ende der Mast nasschemische Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren nach VDI 3878 durchgeführt, die in folgender Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 37: Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren

Messdatum	18.07.2023	07.08.2023
Uhrzeit Start	11:29	13:37
Uhrzeit Ende	11:59	14:07
Messdauer [min]	30	30
Normvolumen [Nm ³]	0,0721	0,0722
FTIR-Konzentration [mg/m ³]	0,33	2,03
Ammoniakkonzentration Normbedingungen [mg/Nm³]	0,40	1,86

Die nasschemischen Vergleichsmessungen zeigen hohe Übereinstimmungen mit den Konzentrationen der FTIR-Messtechnik.



Die Verläufe von CH₄ und N₂O bleiben bis auf wenige Tage zum Mastbeginn über den gesamten Mastdurchgang unauffällig und auf ähnlichen Konzentrationsniveau wie die Zuluft.

6.2.3.4 Bilanzierungen

Tabelle 38: Nährstoffbilanz Durchgang 3

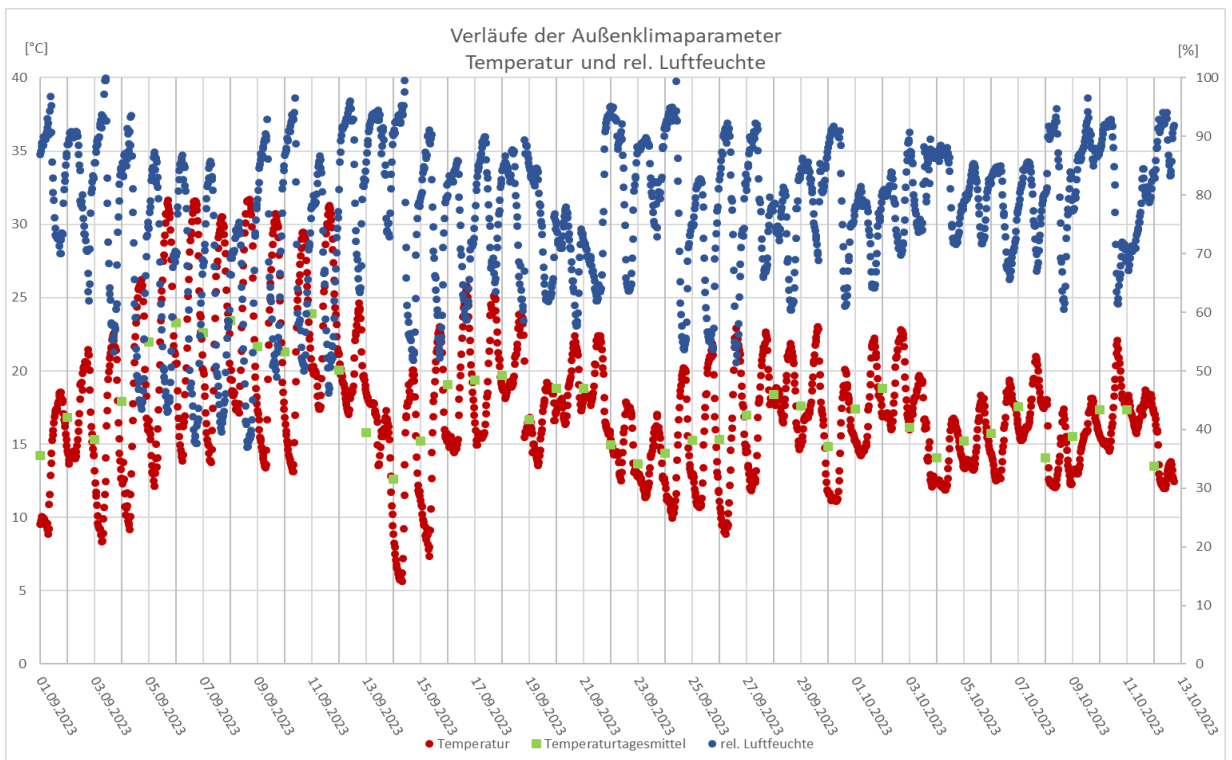
Bilanzierung		Stickstoff	Phosphor
Eintrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Einstreu	13	3
	Futter	3738	574
	Gas	5	0
	Tier	44	6
	Gesamt	3799	583
Austrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Mist	1449	234
	Gas	94	0
	Tier	2467	329
	Gesamt	4010	563
Wiederfindung [%]		105,5	96,6

Die Wiederfindungsraten zeigen mit 105,5 % für Stickstoff bzw. 96,6 % für Phosphor sehr gute Wiederfindungen.

6.3 Betrieb 3

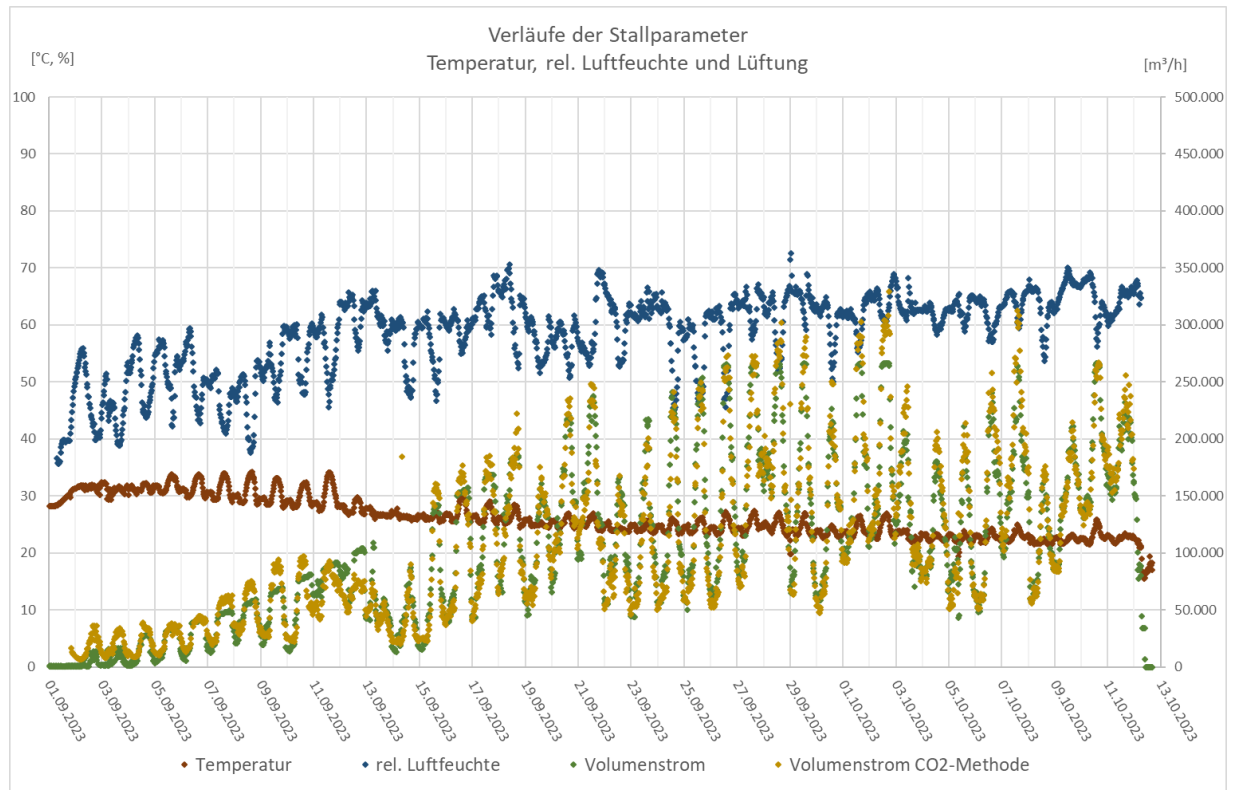
6.3.1 Durchgang 1 - Sommer (01.09. bis 12.10.2023)

6.3.1.1 Außenklimaparameter



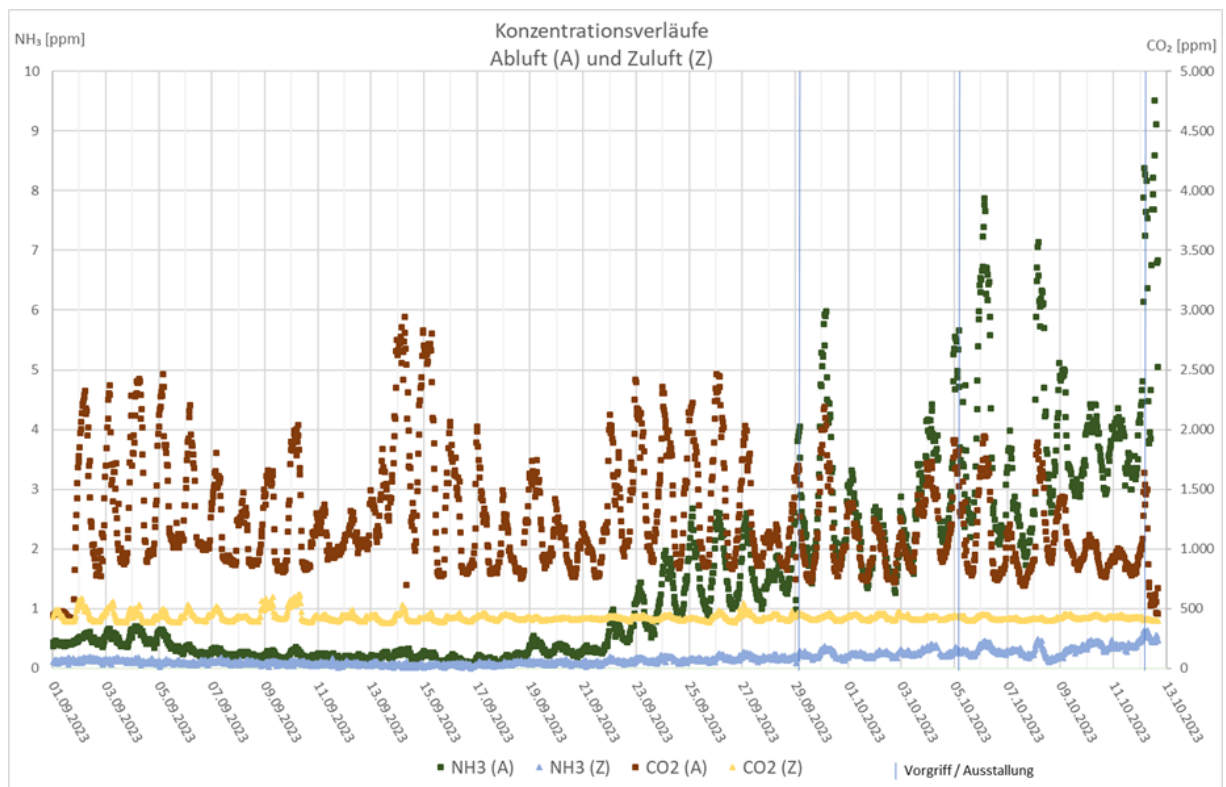
Die Tagesmittelwerte der Temperaturen zeigen, dass während des Untersuchungszeitraumes vor allem Sommerbedingungen (> 16 °C) vorlagen.

6.3.1.2 Stallparameter



Die Aufzeichnungen der Stallparameter sind unauffällig und plausibel.

6.3.1.3 Gasmessungen



Die Ammoniakkonzentrationen liegen während des gesamten Mastdurchgangs auf einem niedrigen Niveau. Die Zuluftkonzentrationen sind während der gesamten Zeit unauffällig.

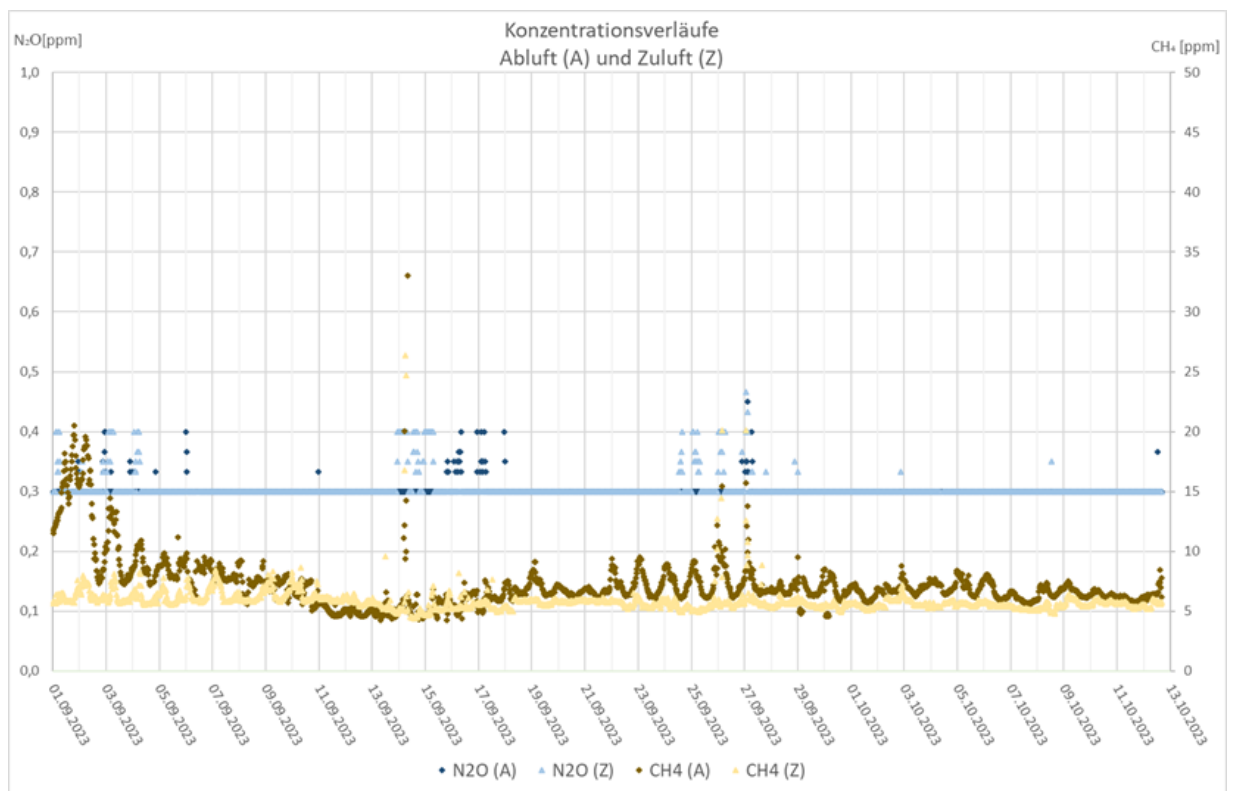
Diskontinuierliche Gasmessungen:

Im Rahmen der Validierung der Messtechnik werden zum Anfang und Ende der Mast nasschemische Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren nach VDI 3878 durchgeführt, die in folgender Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 39: Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren

Messdatum	14.09.2023	04.10.2023
Uhrzeit Start	09:58	09:38
Uhrzeit Ende	10:28	10:08
Messdauer [min]	30	30
Normvolumen [Nm ³]	0,0752	0,0795
FTIR-Konzentration [mg/m ³]	0,23	2,47
Ammoniakkonzentration Normbedingungen [mg/Nm³]	0,19	2,18

Die nasschemischen Vergleichsmessungen zeigen hohe Übereinstimmungen mit den Konzentrationen der FTIR-Messtechnik.



Die Verläufe von CH₄ und N₂O bleiben bis auf wenige Tage zum Mastbeginn über den gesamten Mastdurchgang unauffällig und auf dem gleichen Konzentrationsniveau wie die Zuluft.

6.3.1.4 Bilanzierungen

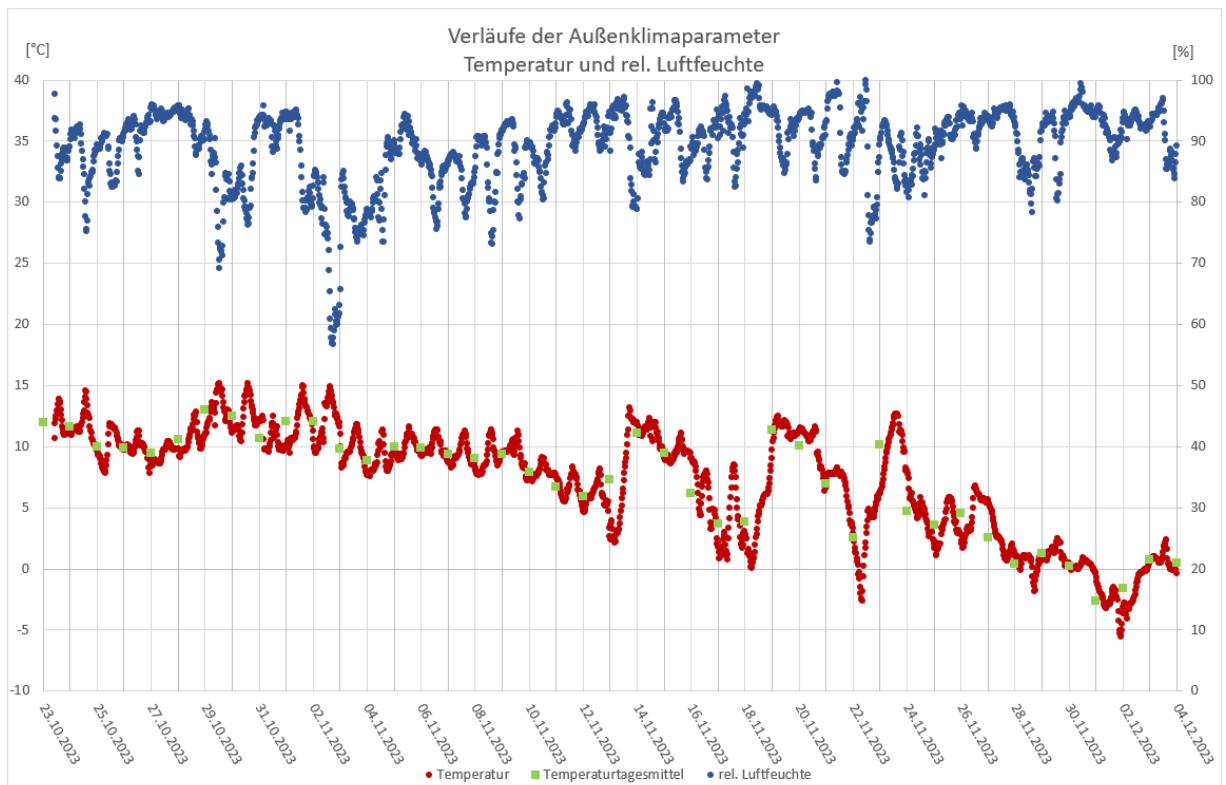
Tabelle 40: Nährstoffbilanz Durchgang 1

Bilanzierung		Stickstoff	Phosphor
Eintrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Einstreu	7,9	1,8
	Futter	4308,4	627,2
	Gas	11,4	0,0
	Tier	51,0	6,8
	Gesamt	4378,8	635,8
Austrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Mist	1481,8	193,6
	Gas	104,4	0,0
	Tier	2921,3	389,5
	Gesamt	4507,4	583,1
Wiederfindung [%]		102,9	91,7

Die Wiederfindungsraten zeigen mit 102,9 % für Stickstoff bzw. 91,7 % für Phosphor sehr gute Wiederfindungen.

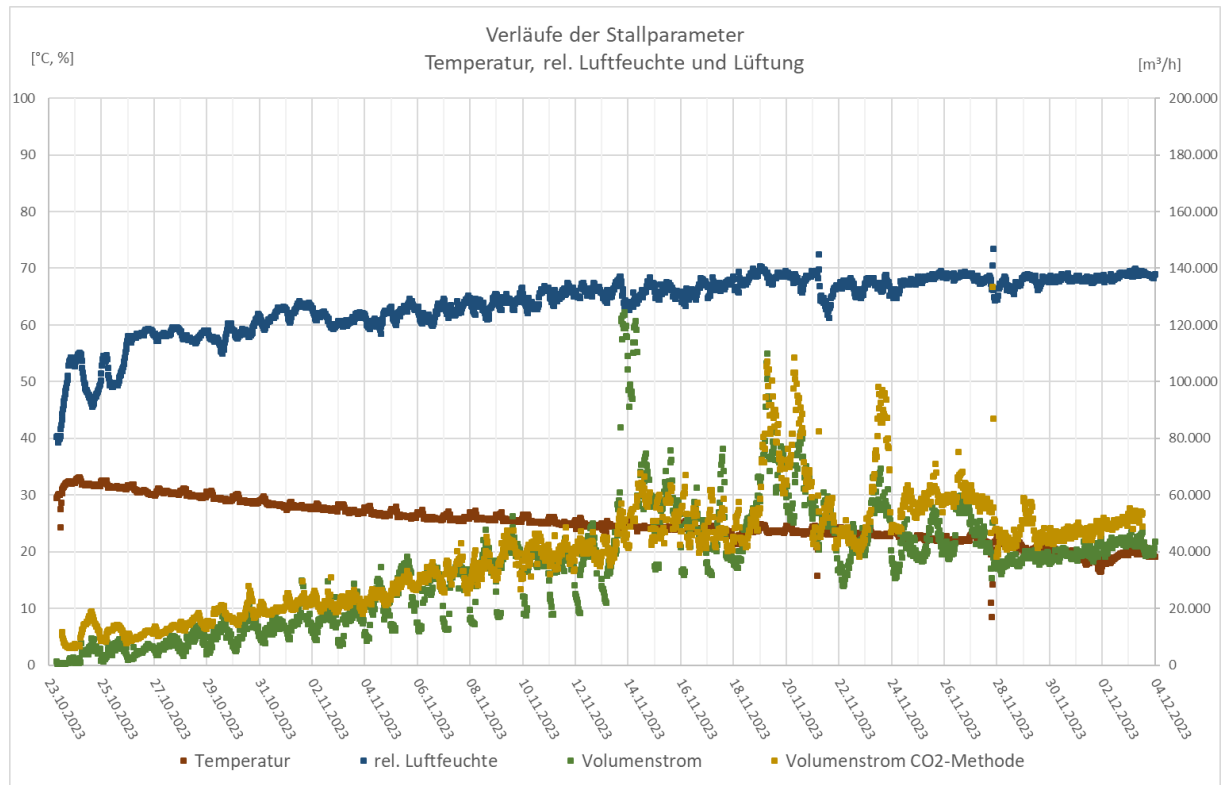
6.3.2 Durchgang 2 - Übergang (23.10. bis 03.12.2023)

6.3.2.1 Außenklimaparameter



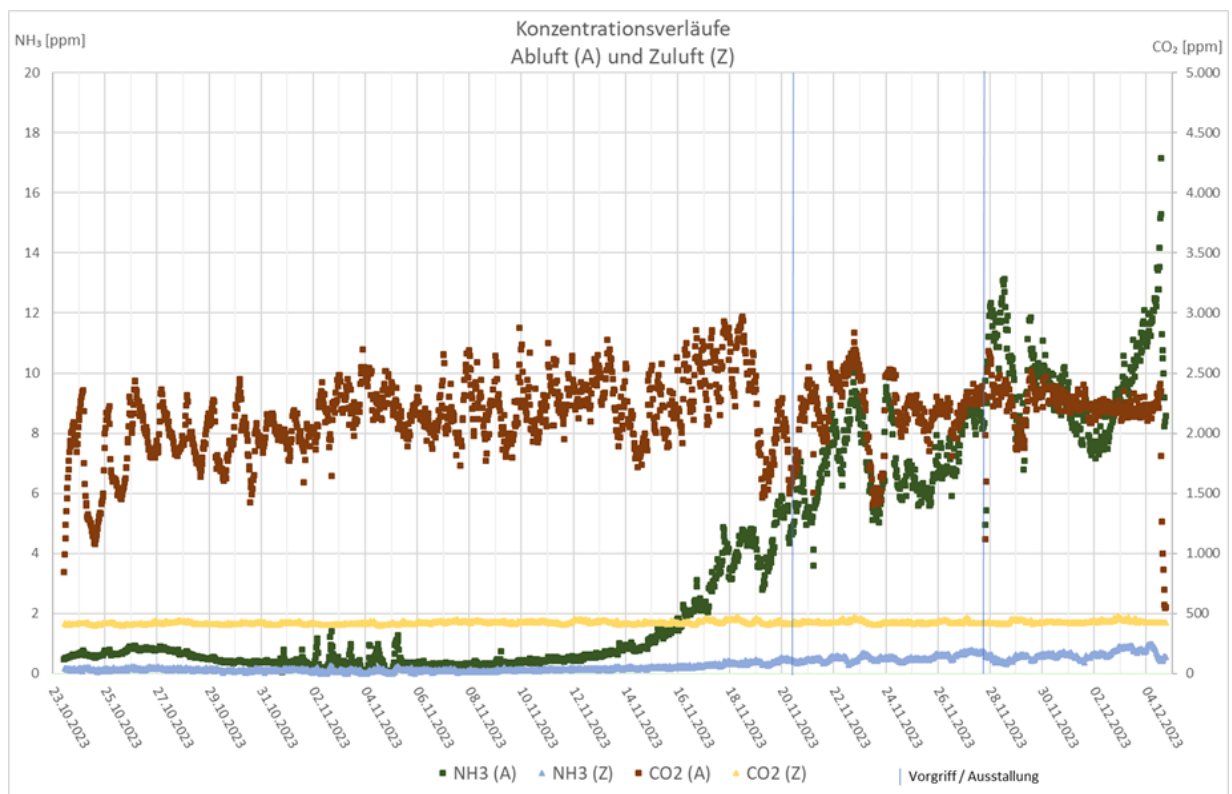
Die Tagesmittelwerte der Temperaturen zeigen, dass während des Untersuchungszeitraumes vor allem Übergangsbedingungen (8-16 °C) vorlagen.

6.3.2.2 Stallparameter



Die Aufzeichnungen der Stallparameter sind unauffällig und plausibel.

6.3.2.3 Gasmessungen



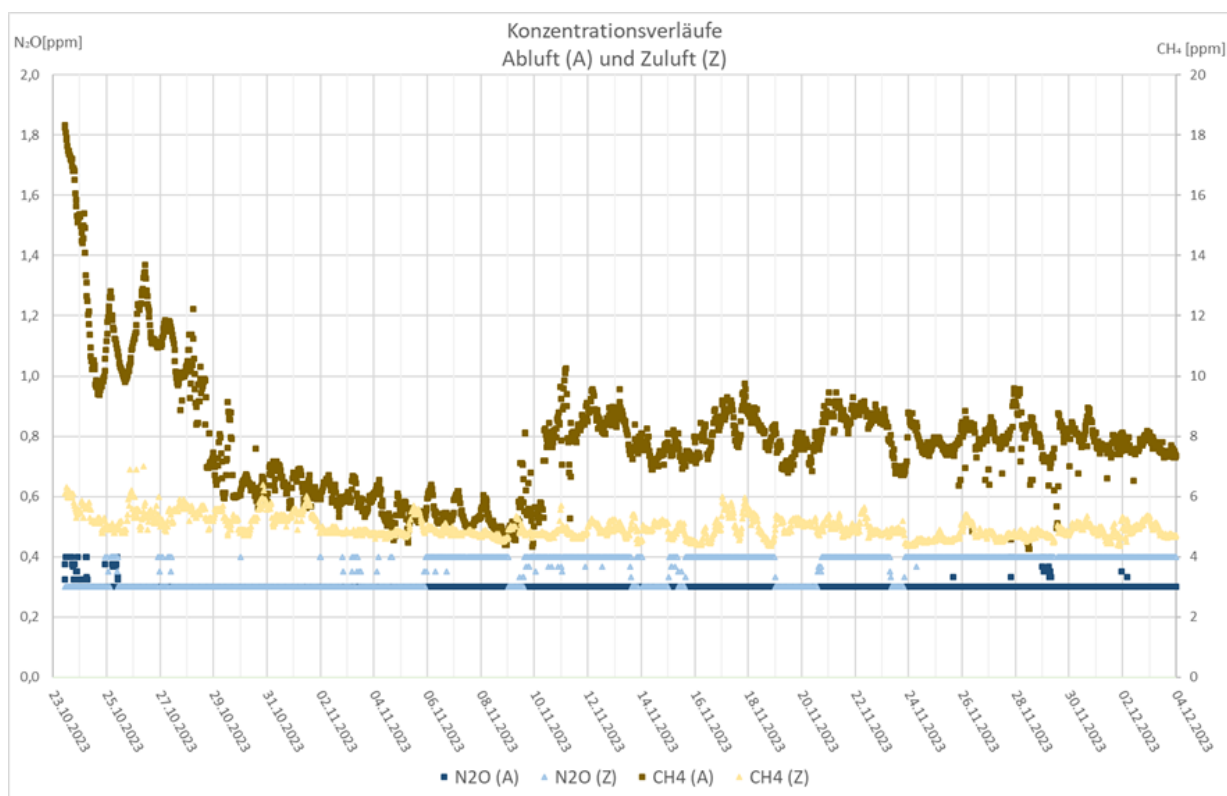
Diskontinuierliche Gasmessungen:

Im Rahmen der Validierung der Messtechnik werden zum Anfang und Ende der Mast nasschemische Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren nach VDI 3878 durchgeführt, die in folgender Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 41: Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren

Messdatum	07.11.2023	29.11.2023
Uhrzeit Start	11:15	12:24
Uhrzeit Ende	11:45	12:54
Messdauer [min]	30	30
Normvolumen [Nm ³]	0,0748	0,0740
FTIR-Konzentration [mg/m ³]	0,21	8,30
Ammoniakkonzentration Normbedingungen [mg/Nm³]	0,30	6,21

Die nasschemischen Vergleichsmessungen zeigen, generell hohe Übereinstimmungen mit den Konzentrationen der FTIR-Messtechnik. Am 29.11.23 kam es bei der nasschemischen Vergleichsmessung zu einem Minderbefund. Grund hierfür war ein Falschlufteintrag, der aber keinen Einfluss auf die kontinuierlichen Messungen hatte.



Die CH₄-Konzentrationen der Abluft liegen zu Mastbeginn und in der zweiten Masthälfte etwas über den Konzentrationen der Zuluft, aber dennoch auf einem niedrigen Niveau.

6.3.2.4 Bilanzierungen

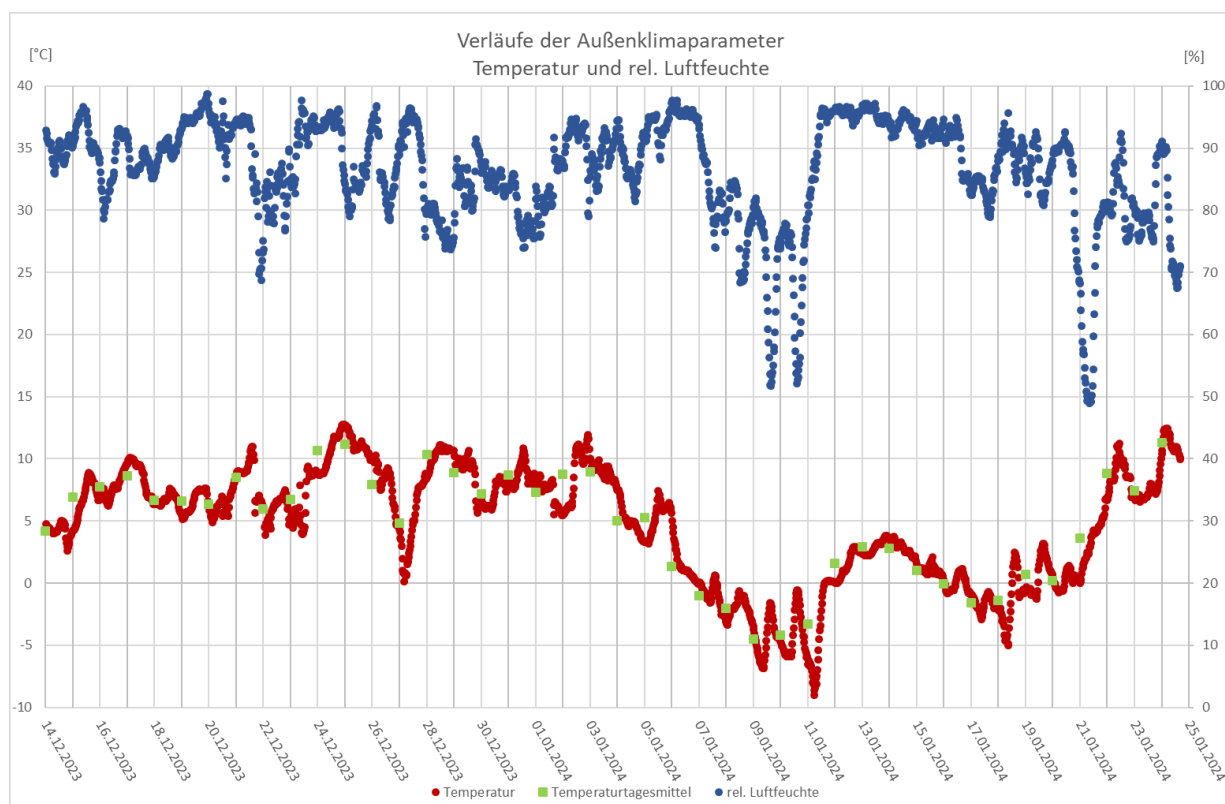
Tabelle 42: Nährstoffbilanz Durchgang 2

Bilanzierung		Stickstoff	Phosphor
Eintrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Einstreu	16,4	3,6
	Futter	4289,3	893,1
	Gas	7,0	0,0
	Tier	49,8	6,6
	Gesamt	4362,5	903,4
Austrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Mist	2240,9	316,2
	Gas	85,8	0,0
	Tier	3040,9	405,5
	Gesamt	5367,7	721,6
Wiederfindung [%]		123,0	79,9

Die Wiederfindungsraten zeigen mit 123,0 % für Stickstoff bzw. 79,9 % für Phosphor Wiederfindungen innerhalb des zu erwartenden Bereiches.

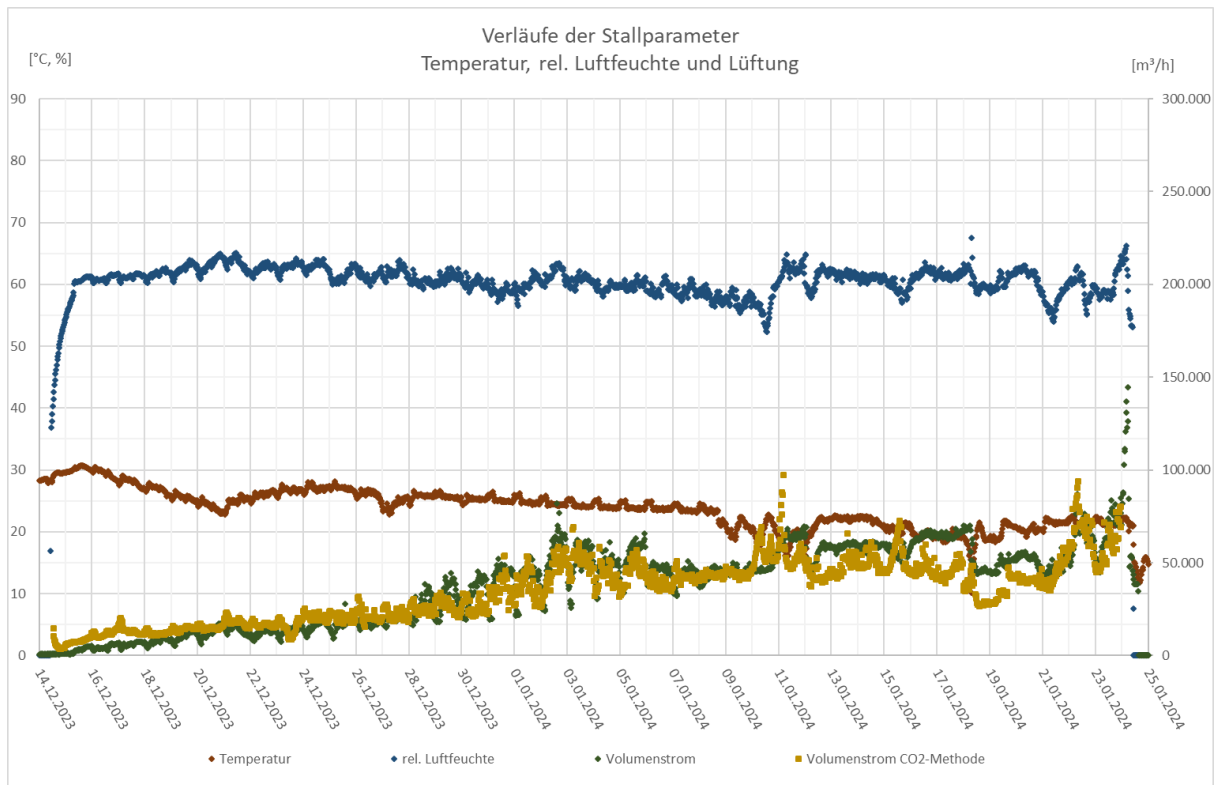
6.3.3 Durchgang 3 - Winter (14.12.2023 bis 24.01.2024)

6.3.3.1 Außenklimaparameter



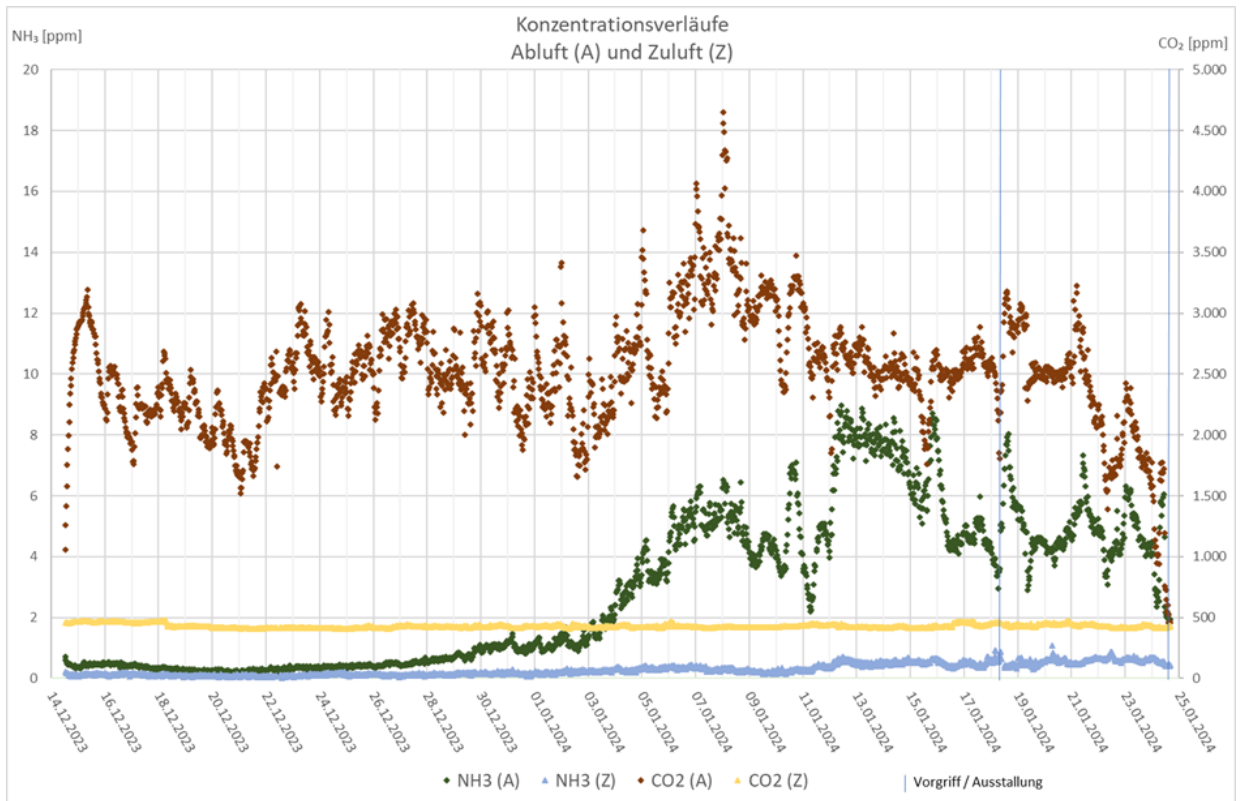
Die Tagesmittelwerte der Temperaturen zeigen, dass während des Untersuchungszeitraumes vor allem Winterbedingungen (< 8 °C) vorlagen.

6.3.3.2 Stallparameter



Die Aufzeichnungen der Stallparameter sind unauffällig und plausibel.

6.3.3.3 Gasmessungen



Am 18.01. wurde im Fallstall nachgestreut. Die Zuluftkonzentrationen sind während der gesamten Zeit unauffällig.

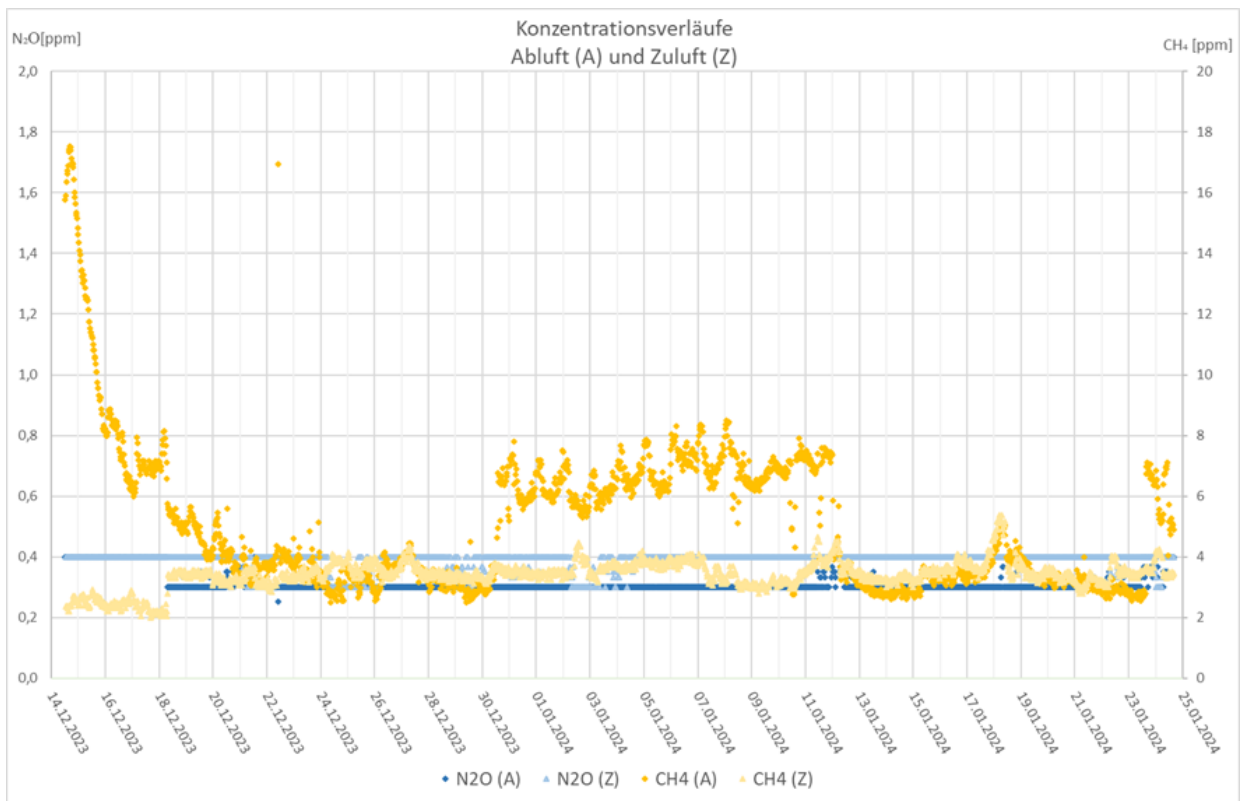
Diskontinuierliche Gasmessungen:

Im Rahmen der Validierung der Messtechnik werden zum Anfang und Ende der Mast nasschemische Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren nach VDI 3878 durchgeführt, die in folgender Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 43: Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren

Messdatum	22.12.2023	18.01.2024
Uhrzeit Start	09:55	10:53
Uhrzeit Ende	10:25	11:23
Messdauer [min]	30	30
Normvolumen [Nm ³]	0,0678	0,0680
FTIR-Konzentration [mg/m ³]	0,25	0,27
Ammoniakkonzentration Normbedingungen [mg/Nm³]	0,00	0,21

Die nasschemischen Vergleichsmessungen zeigen hohe Übereinstimmungen mit den Konzentrationen der FTIR-Messtechnik.



Die Verläufe N₂O bleiben bis auf wenige Tage zum Mastbeginn über den gesamten Mastdurchgang unauffällig niedrig und auf dem gleichen Konzentrationsniveau wie die Zuluft. Der CH₄-Verlauf der Abluft steigt zur Mitte der Mast etwas an, was auf kleine Unterschiede im CH₄-IR-Wellenbereiches zurückzuführen ist. Dieser Messfehler hat daher keinen Einfluss auf andere Parameter.

6.3.3.4 Bilanzierungen

Tabelle 44: Nährstoffbilanz Durchgang 3

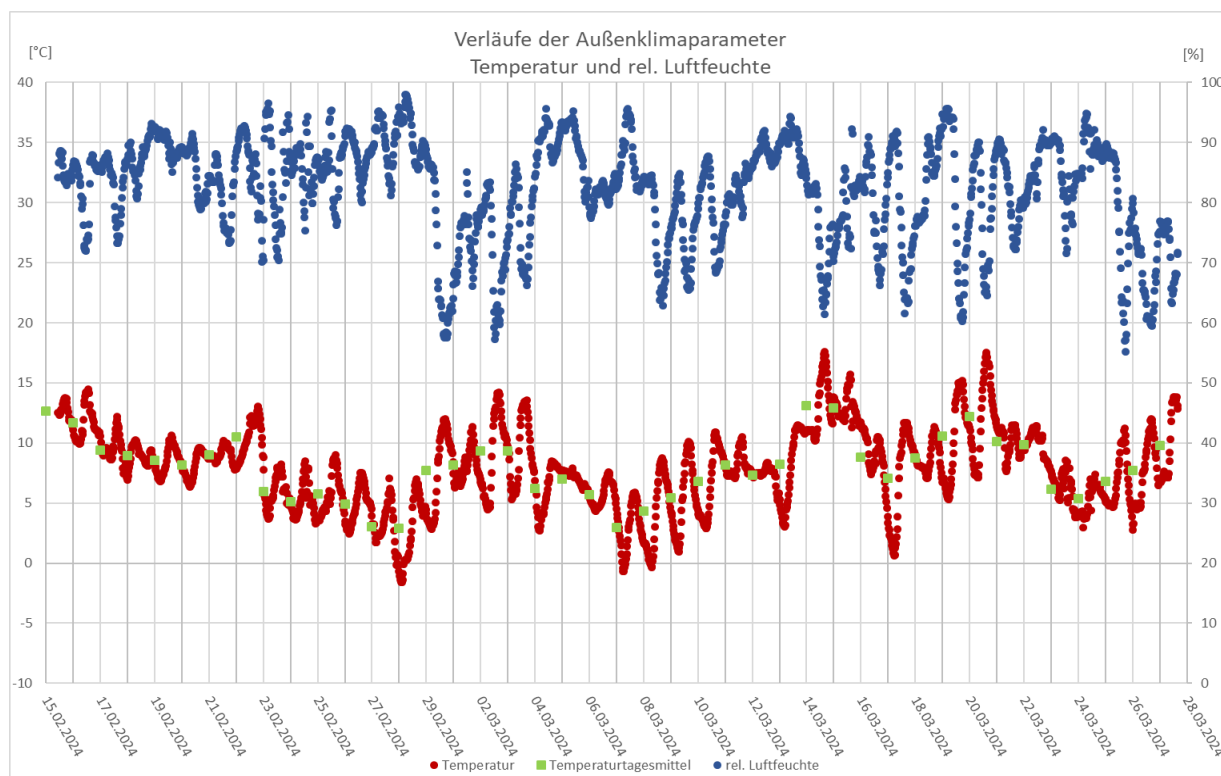
Bilanzierung		Stickstoff	Phosphor
Eintrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Einstreu	13,3	2,3
	Futter	4916,0	716,0
	Gas	7,9	0,0
	Tier	49,8	6,6
	Gesamt	4987,0	724,9
Austrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Mist	2582,7	403,9
	Gas	37,8	0,0
	Tier	3154,1	420,5
	Gesamt	5774,6	824,4
Wiederfindung [%]		115,8	113,7

Die Wiederfindungsraten zeigen mit 115,8 % für Stickstoff bzw. 113,7 % für Phosphor gute Wiederfindungen.

6.4 Betrieb 4

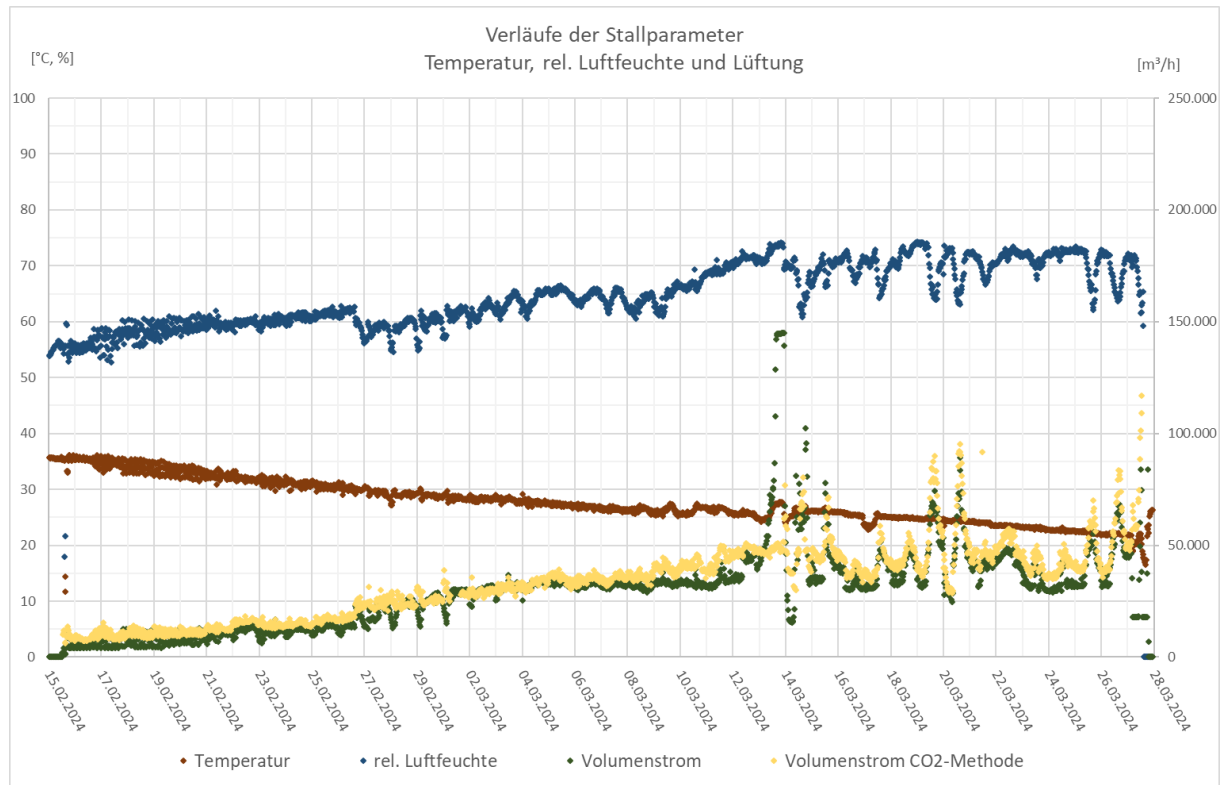
6.4.1 Durchgang 1 - Winter (15.02. bis 27.03.2024)

6.4.1.1 Außenklimaparameter



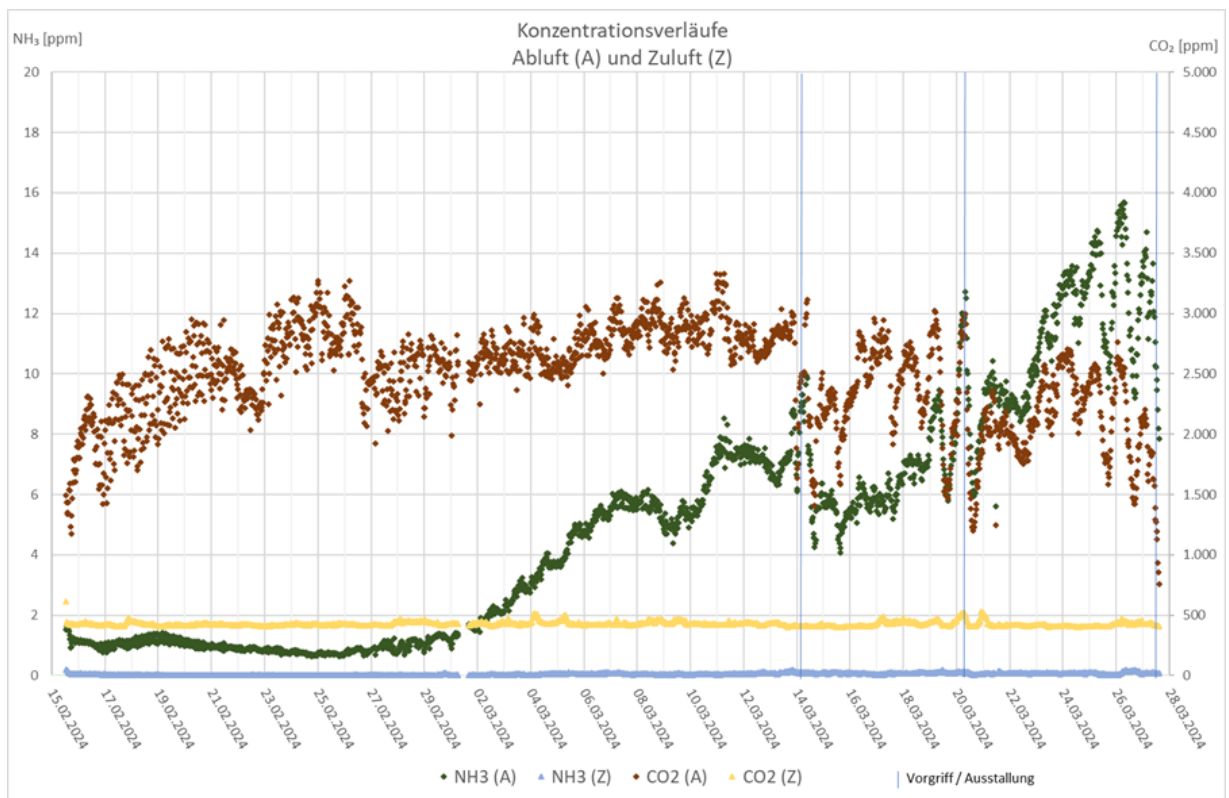
Die Tagesmittelwerte der Temperaturen zeigen, dass während des Untersuchungszeitraumes hauptsächlich Wintertemperaturen von < 8 °C vorlagen.

6.4.1.2 Stallparameter



Die Aufzeichnungen der Stallparameter sind unauffällig und plausibel.

6.4.1.3 Gasmessungen



Diskontinuierliche Gasmessungen:

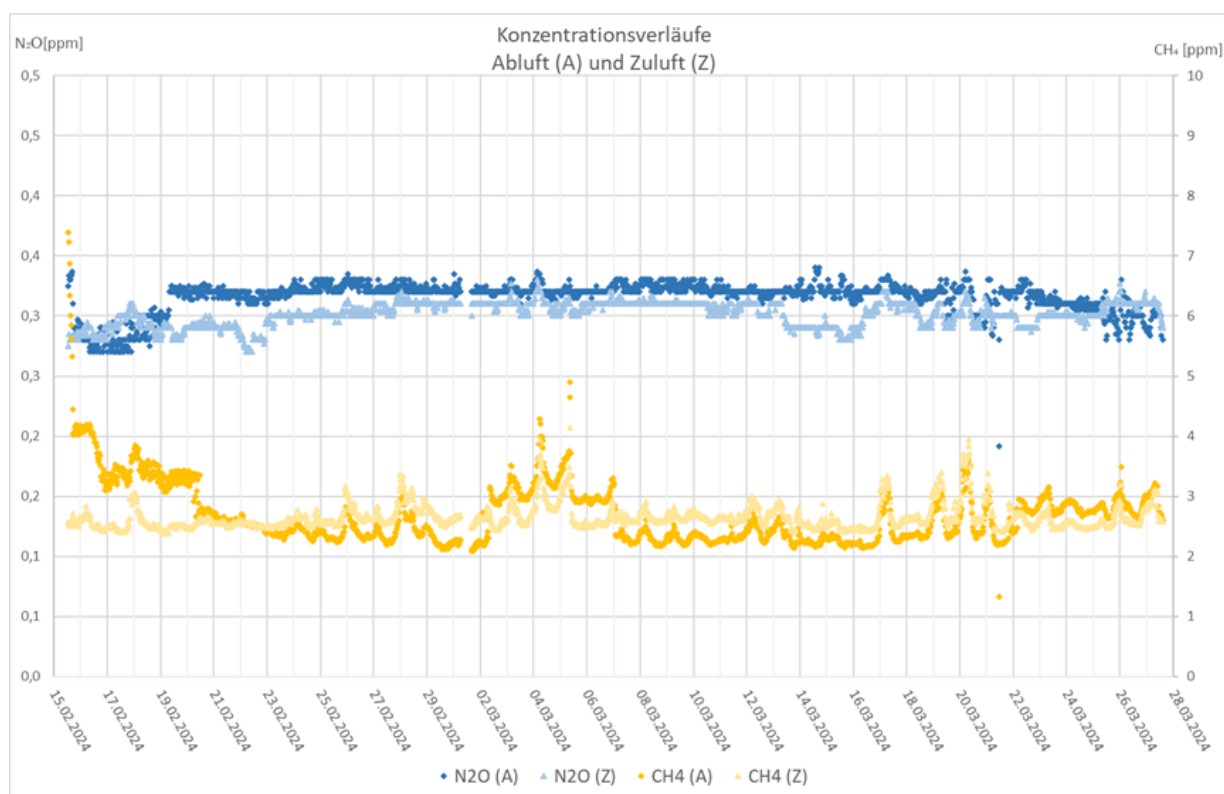
Im Rahmen der Validierung der Messtechnik werden zum Anfang und Ende der Mast nasschemische Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren nach VDI 3878 durchgeführt, die in folgender Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 45: Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren

Messdatum	29.02.2024	21.03.2024
Uhrzeit Start	10:05	11:15
Uhrzeit Ende	10:35	11:45
Messdauer [min]	30	30
Normvolumen [Nm ³]	0,0733	0,0738
FTIR-Konzentration [mg/m ³]	0,92	6,70
Ammoniakkonzentration Normbedingungen [mg/Nm³]	0,56	n.B.*

*Fehlerhafte Probenahme: Die Validierung der Messungen konnte durch eine weitere Vergleichsmessung am Zwillingsstall mit der gleichen Messtechnik sichergestellt werden (FTIR: 1,90 mg/m³; Referenzverfahren: 1,93 mg/m³).

Die nasschemischen Vergleichsmessungen zeigen hohe Übereinstimmungen mit den Konzentrationen der FTIR-Messtechnik.



Die Verläufe von CH₄ und N₂O bleiben über den gesamten Mastdurchgang unauffällig und auf dem gleichen Konzentrationsniveau wie die Zuluft.

6.4.1.4 Bilanzierungen

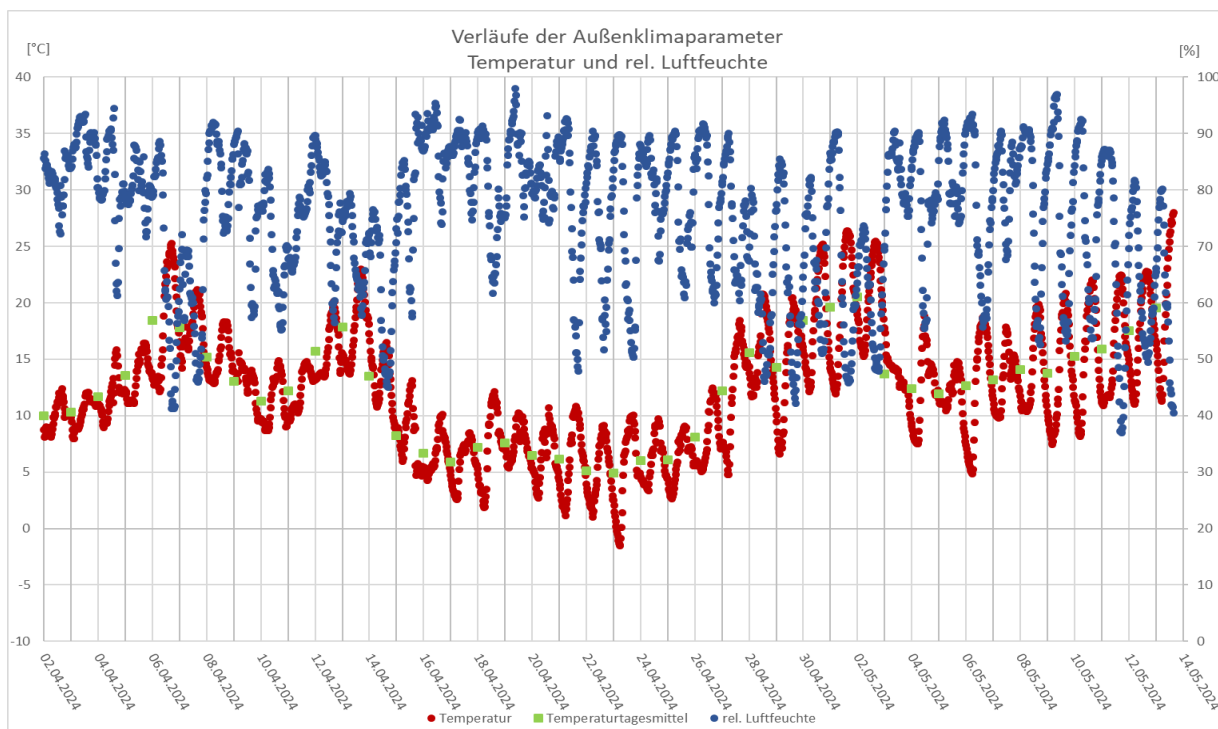
Tabelle 46: Nährstoffbilanz Durchgang 1

Bilanzierung		Stickstoff	Phosphor
Eintrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Einstreu	9,8	1,8
	Futter	4325,5	688,2
	Gas	1,1	0,0
	Tier	49,2	6,6
	Gesamt	4385,6	696,6
Austrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Mist	1634,4	201,6
	Gas	108,2	0,0
	Tier	3009,3	401,2
	Gesamt	4751,9	602,9
Wiederfindung [%]		108,4	86,5

Die Wiederfindungsraten zeigen mit 108,4 % für Stickstoff bzw. 86,5 % für Phosphor gute Wiederfindungen.

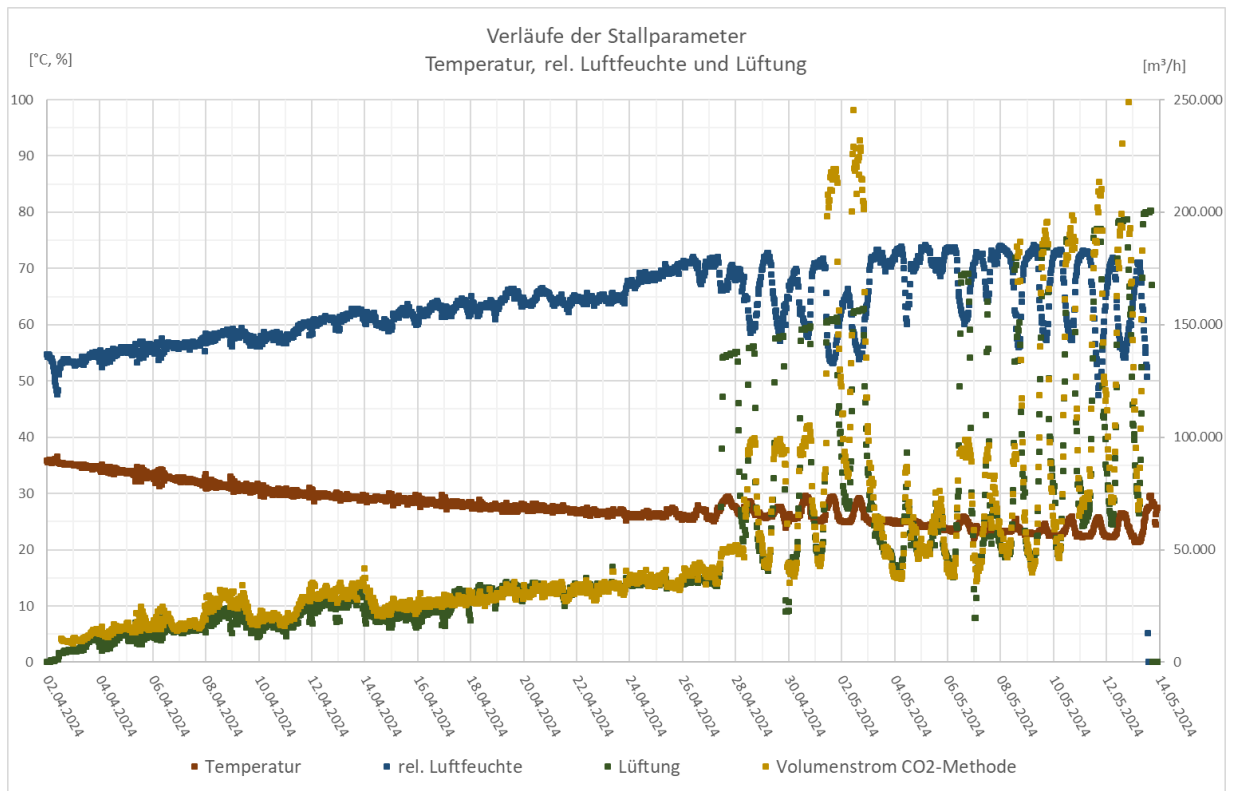
6.4.2 Durchgang 2 - Übergang (02.04. bis 13.05.2024)

6.4.2.1 Außenklimaparameter



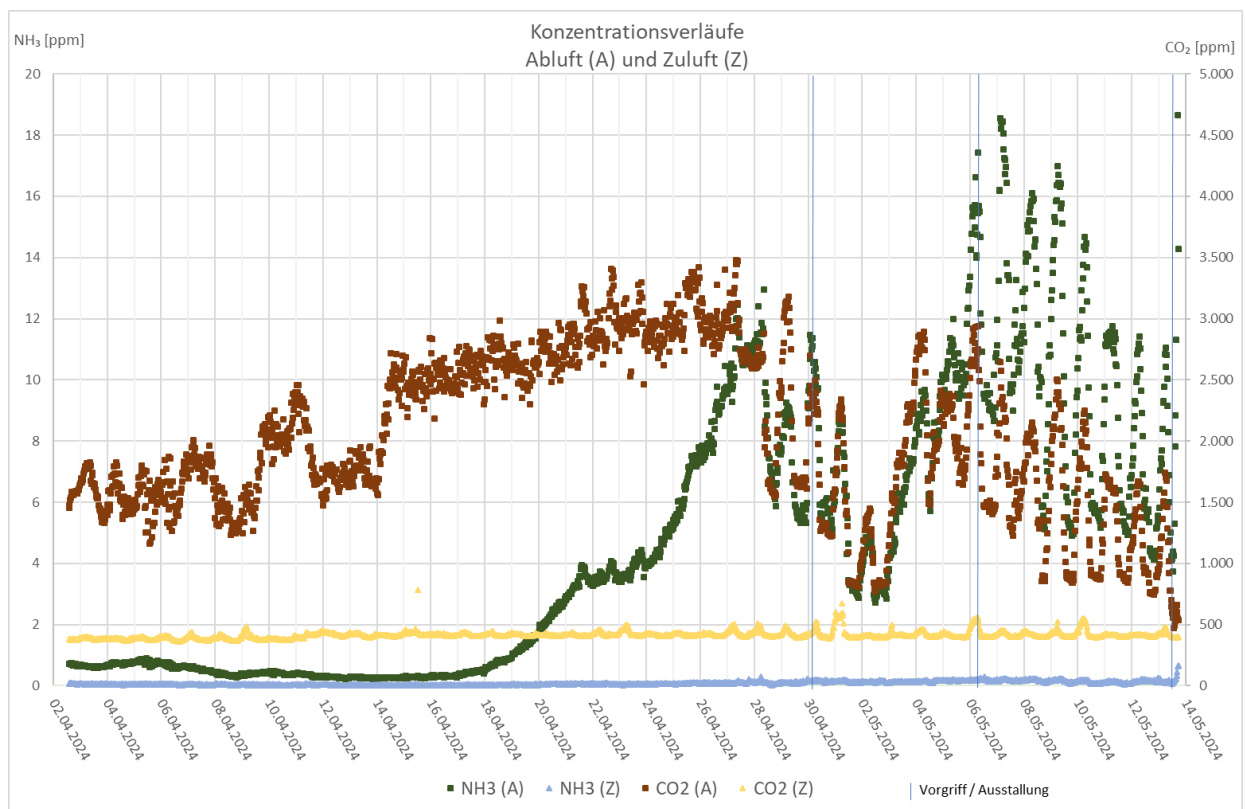
Die Tagesmittelwerte der Temperaturen zeigen, dass während des Untersuchungszeitraumes hauptsächlich Übergangstemperaturen zwischen 8 und 16 °C vorlagen.

6.4.2.2 Stallparameter



Die Aufzeichnungen der Stallparameter sind unauffällig und plausibel.

6.4.2.3 Gasmessungen



Die Ammoniakkonzentrationen der Abluft liegen weitestgehend auf einem geringen Niveau. Die Zuluftkonzentrationen sind während der gesamten Zeit unauffällig.

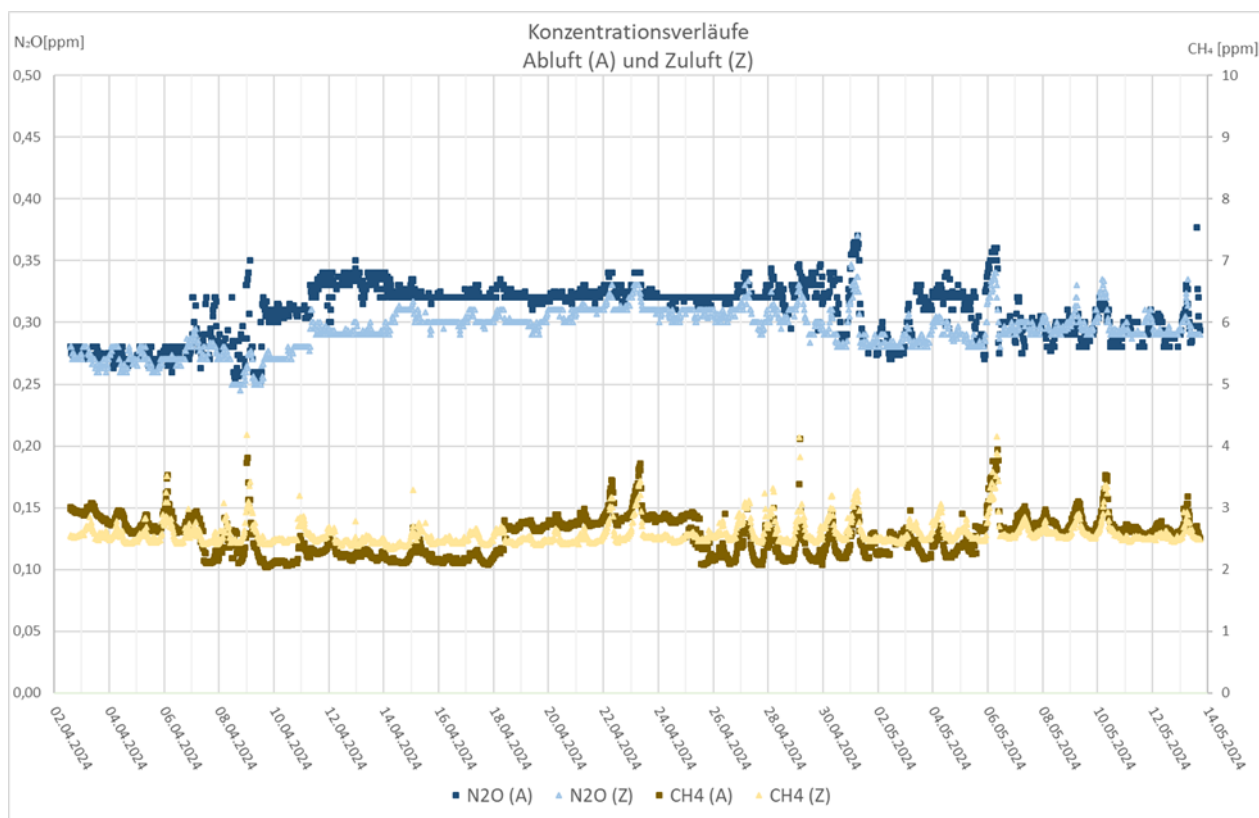
Diskontinuierliche Gasmessungen:

Im Rahmen der Validierung der Messtechnik werden zum Anfang und Ende der Mast nasschemische Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren nach VDI 3878 durchgeführt, die in folgender Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 47: Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren

Messdatum	15.04.2024	06.05.2024
Uhrzeit Start	11:29	11:43
Uhrzeit Ende	11:59	12:13
Messdauer [min]	30	30
Normvolumen [Nm ³]	0,0738	0,0500
FTIR-Konzentration [mg/m ³]	0,22	6,76
Ammoniakkonzentration Normbedingungen [mg/Nm³]	0,12	6,63

Die nasschemischen Vergleichsmessungen zeigen hohe Übereinstimmungen mit den Konzentrationen der FTIR-Messtechnik.



Die Verläufe von CH₄ und N₂O bleiben über den gesamten Mastdurchgang unauffällig und auf dem gleichen Konzentrationsniveau wie die Zuluft.

6.4.2.4 Bilanzierungen

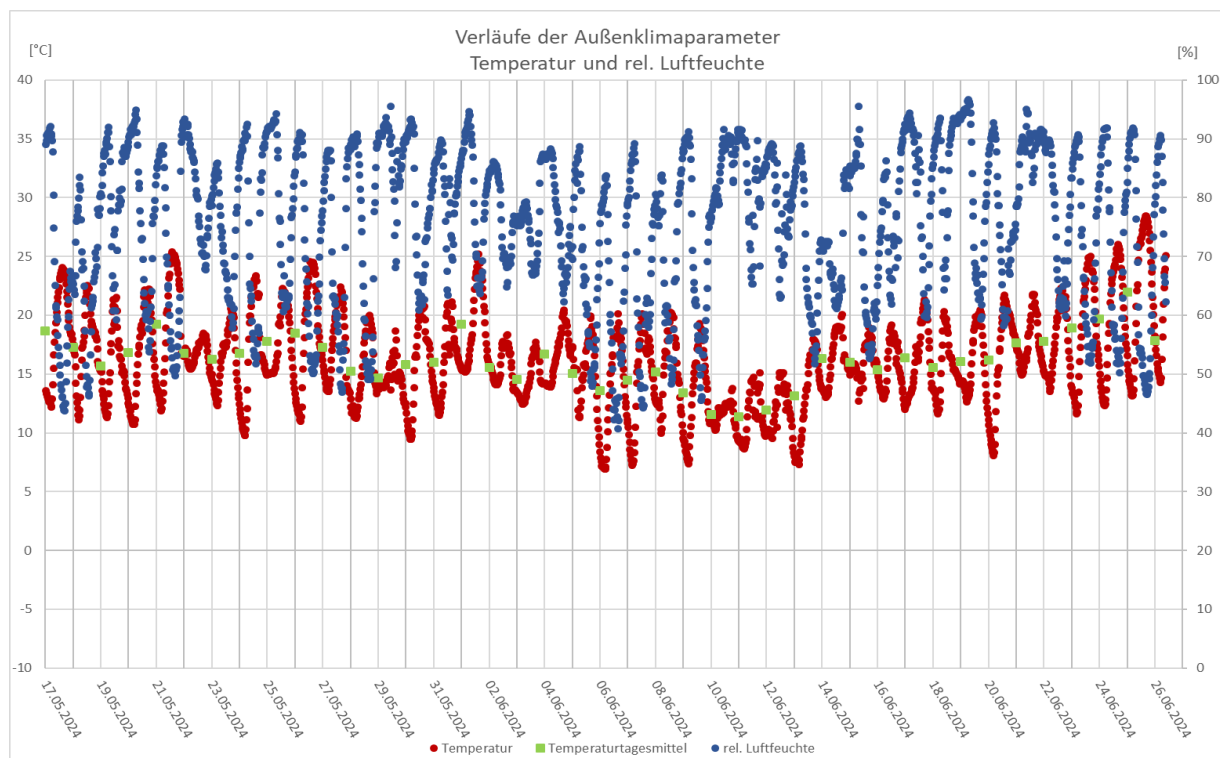
Tabelle 48: Nährstoffbilanz Durchgang 2

Bilanzierung		Stickstoff	Phosphor
Eintrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Einstreu	12,6	2,1
	Futter	3912,2	680,2
	Gas	3,5	0,0
	Tier	49,2	6,6
	Gesamt	3977,6	688,9
Austrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Mist	1441,7	201,8
	Gas	190,9	0,0
	Tier	2844,2	379,2
	Gesamt	4476,7	581,0
Wiederfindung [%]		112,5	84,3

Die Wiederfindungsraten zeigen mit 112,5 % für Stickstoff bzw. 84,3 % für Phosphor gute Wiederfindungen.

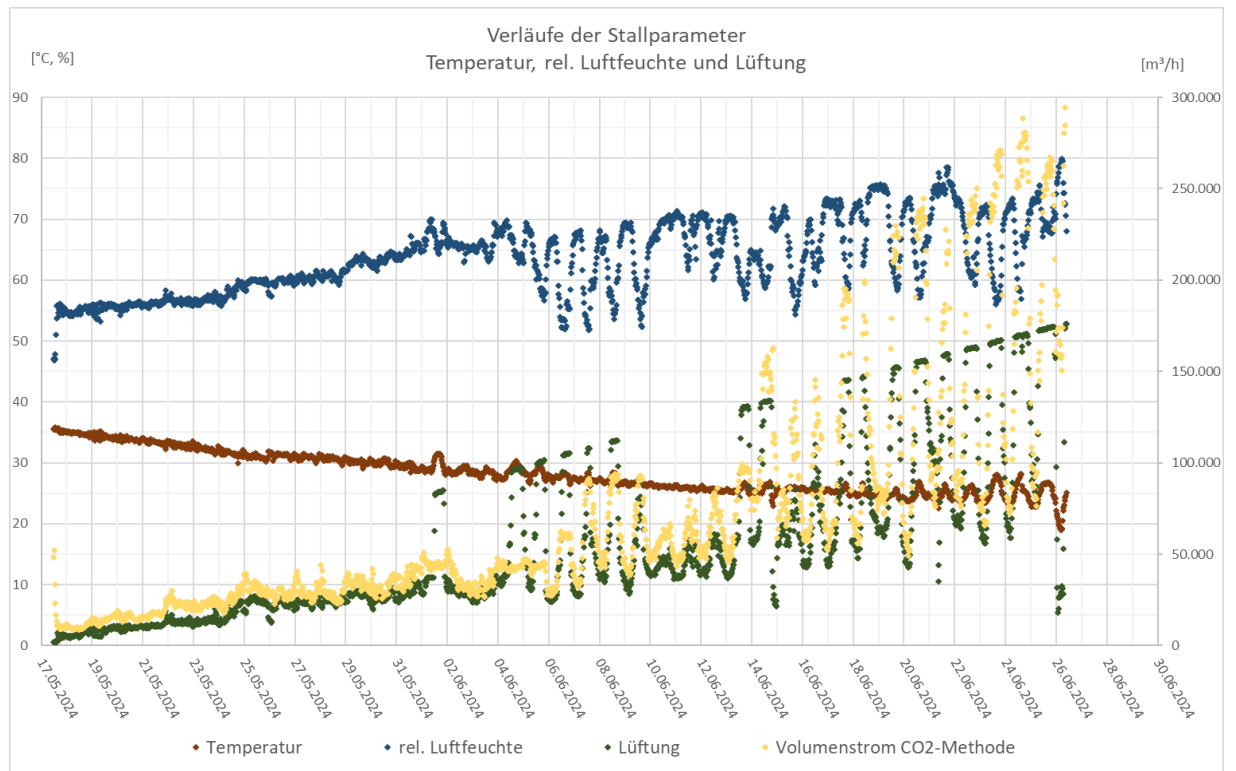
6.4.3 Durchgang 3 - Sommer (17.05. bis 26.06.2024)

6.4.3.1 Außenklimaparameter



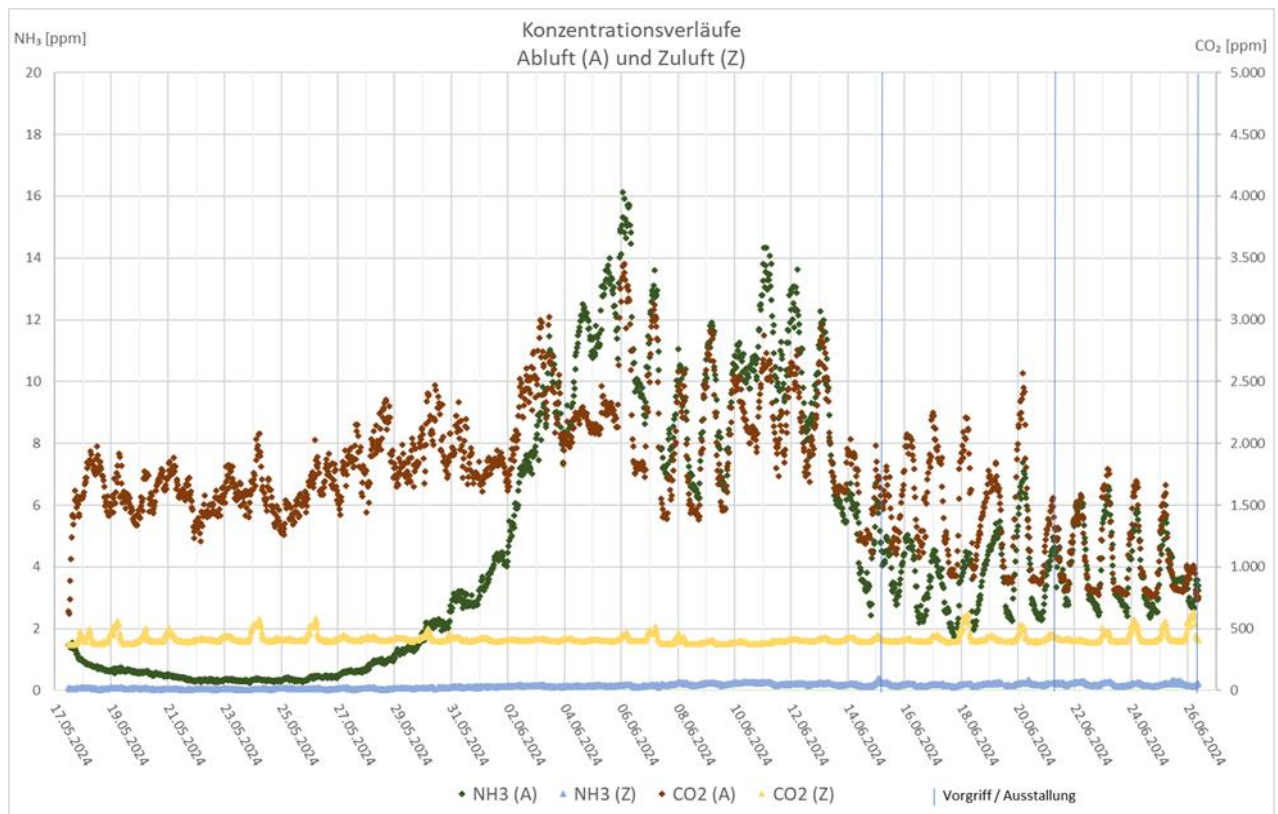
Die Tagesmittelwerte der Temperaturen zeigen, dass während des Untersuchungszeitraumes hauptsächlich Sommerbedingungen (Temperaturen > 16 °C) vorlagen.

6.4.3.2 Stallparameter



Die Aufzeichnungen der Stallparameter sind bis auf wenige Ausreißer der Volumenstromberechnung über die CO₂-Methode, hervorgerufen durch starke Temperaturschwankungen, unauffällig und plausibel.

6.4.3.3 Gasmessungen



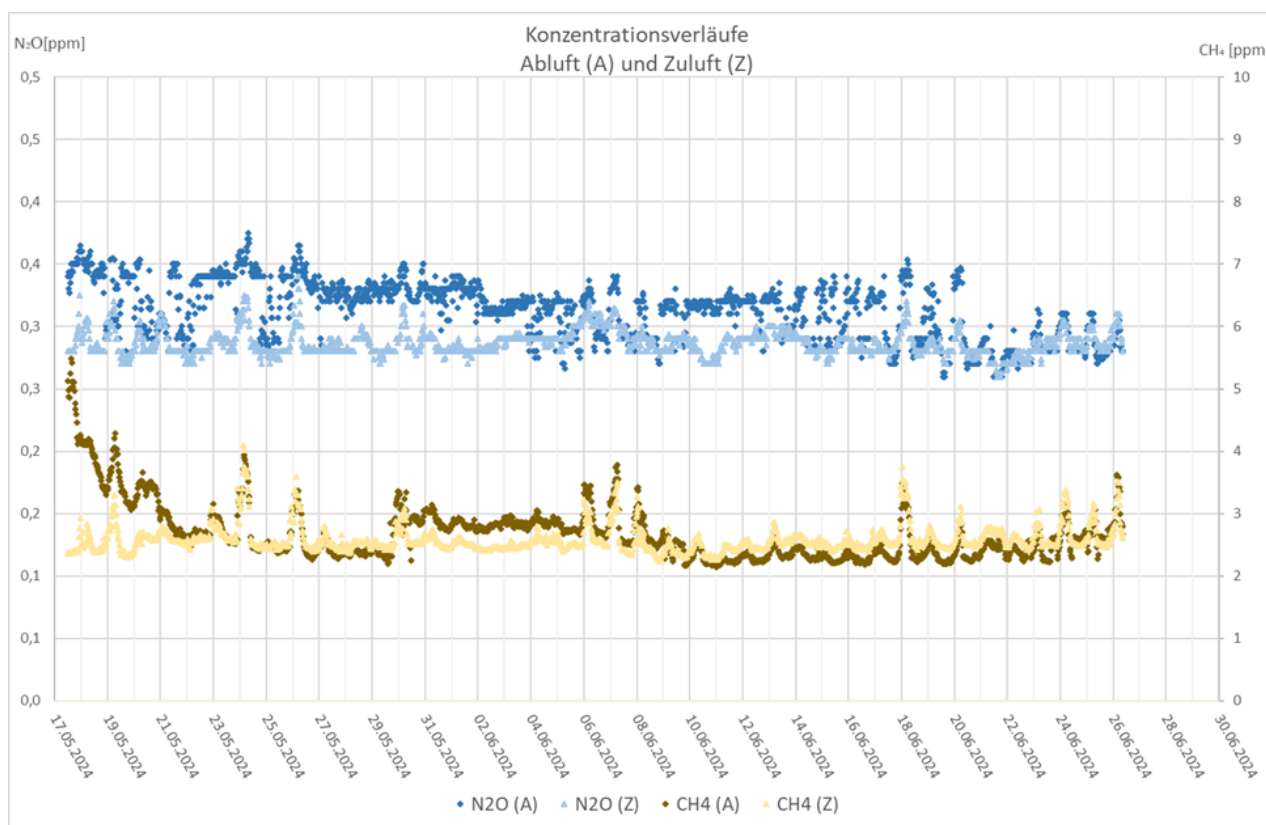
Diskontinuierliche Gasmessungen:

Im Rahmen der Validierung der Messtechnik werden zum Anfang und Ende der Mast nasschemische Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren nach VDI 3878 durchgeführt, die in folgender Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 49: Vergleichsmessungen mit dem Referenzverfahren

Messdatum	30.05.2024	19.06.2024
Uhrzeit Start	09:49	11:04
Uhrzeit Ende	10:19	11:34
Messdauer [min]	30	30
Normvolumen [Nm ³]	0,0524	0,0493
FTIR-Konzentration [mg/m ³]	1,54	2,58
Ammoniakkonzentration Normbedingungen [mg/Nm³]	1,02	3,19

Die nasschemischen Vergleichsmessungen zeigen unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten eine hohe Übereinstimmung mit den Konzentrationen der FTIR-Messtechnik.



Die Verläufe von CH4 und N2O bleiben über den gesamten Mastdurchgang unauffällig und auf dem gleichen Konzentrationsniveau wie die Zuluft.

6.4.3.4 Bilanzierungen

Tabelle 50: Nährstoffbilanz Durchgang 3

Bilanzierung		Stickstoff	Phosphor
Eintrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Einstreu	11,0	1,7
	Futter	4213,6	672,8
	Gas	5,3	0,0
	Tier	49,2	6,6
	Gesamt	4279,1	681,1
Austrag		N-Gehalt [kg]	P-Gehalt [kg]
	Mist	1585,0	222,9
	Gas	156,0	0,0
	Tier	3000,6	400,1
	Gesamt	4741,5	623,0
Wiederfindung [%]		110,8	91,5

Die Wiederfindungsraten zeigen mit 110,8 % für Stickstoff bzw. 91,5 % für Phosphor gute Wiederfindungen.

6.5 Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse aller vier Betriebe zeigen eine gute jahreszeitliche Verteilung. Da sich die Messungen über die gesamten Mastabschnitte erstreckten, wurden so die unterschiedlichen Emissionen während der Mastverläufe für die Ermittlung eines Emissionsfaktors bereits berücksichtigt. Die Stallparameter waren bis auf wenige Ausreißer unauffällig und plausibel.

Die Ammoniakkonzentrationen befinden sich bei fast allen Durchgängen auf einem niedrigen Niveau und sind valide. Dies bestätigen die nasschemischen Vergleichsmessungen und die Nährstoffbilanzen, die trotz ihrer erhöhten Messunsicherheit durch die Beprobung der Mistauflage zu guten Wiederfindungen führen. Größere Differenzen der Mistmengenbestimmungen durch die Wägungen der beprobten Teilflächen und anschließender Hochrechnung auf die Stallflächen mit den Wägungen der Mistmengen beim LKW-Abtransport bestätigen dies.

Die Gaskonzentrationen von Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas waren über alle Mastdurchgänge unauffällig und plausibel. Wöchentliche Prüfgasaufgaben bestätigten eine einwandfreie Funktionalität der FTIR-Messtechnik.

6.6 Berechnung der Emissionsfaktoren

Durch die kontinuierliche Erfassung der Ammoniakemissionen über alle Jahreszeiten (Sommer, Übergang, Winter) und der gesamten Mastverläufe an vier unterschiedlichen Betrieben, wurden alle relevanten Emissionseinflüsse, wie das Stallmanagement, das Wachstum der Tiere, die Umgebungstemperatur und die Tieraktivität für die Berechnung von Emissionsfaktoren berücksichtigt.

Für die Berechnung wurden die Emissionsraten der jeweiligen Mastdurchgänge auf ein Jahr und Tierplatz bezogen. Hierbei wurde bei einer Umtriebs- u. Servicezeit von ca. 49 Tagen von 7,5 Mastdurchgängen pro Jahr ausgegangen. Dies entspricht bei einer 42-tägigen Schwermast eine Stallbelegungsdauer von 315 Tagen und einer Leerstandszeit von 50 Tagen im Jahr. Da die Ställe unmittelbar nach der Ausstallung entmistet und gereinigt werden, wurden die während der Mast ermittelten Emissionen auf 315 Tage bezogen.

Die Berechnung der Emissionsfaktoren erfolgte als Mittelwertbildung aus den drei Mastdurchgängen aller vier Betriebe.

Tabelle 51: Emissionsraten und der errechnete Emissionsfaktor

Emissionsfaktor [kg/ (TP*a)	Sommer	Übergang	Winter	Mittelwert
Betrieb 1	0,0069	0,0339	0,0159	0,0189
Betrieb 2	0,0232	0,0118	0,0071	0,0140
Betrieb 3	0,0203	0,0175	0,0177	0,0185
Betrieb 4	0,0354	0,0427	0,0244	0,0342
Mittelwert (1-4)	0,0215	0,0265	0,0163	0,0214

Die Untersuchungen ergaben einen Ammoniakmissionsfaktor von 0,0214 kg/ (TP*a) für das beschriebene Stallsystem. Im Vergleich zur TA-Luft (2021), die einen Referenzfaktor von 0,0437 kg/(TP*a) ausweist, ergibt sich eine Minderungsrate von 51,0 %.

6.7 Plausibilitätsprüfung

Die im Rahmen der Untersuchung erhobenen Messwerte sind unter Berücksichtigung der eingesetzten Maßnahmen plausibel.

Die Außenklimaparameter belegen die unterschiedlichen Witterungsbedingungen zu den drei Mastdurchgängen (Sommer, Übergang, Winter). Bestätigt wird dies durch die steigenden Luftraten ausgehend von den Winter- hin zu den Sommerdurchgängen.

Es konnten keine signifikanten Einflüsse des untersuchten Einstreumanagements auf die Tiergesundheit oder Futterverwertung gefunden werden.

Die weiteren Gaskomponenten, wie Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas blieben hingegen unauffällig.

Die Anforderungen der Nutztierhaltungsverordnung für Ammoniak (max. 20 ppm) und Kohlenstoffdioxid (max. 3000 ppm) wurden bis auf wenige Ausreißer eingehalten.

Die Wiederfindungsraten der Bilanzierungen für Stickstoff und Phosphor liegen bei allen Mastdurchgängen innerhalb des zu erwartenden Bereiches.

Die ermittelte Ammoniak-Emissionsfaktor für das untersuchte Stallsystem der Hähnchenschwermast liegt bei 0,0214 kg/ (TP*a). Dies entspricht einer Ammoniakminderung von 51,0 % gegenüber dem Referenzwert der TA-Luft für dieses Haltungsverfahren.

Lars Broer
(Laborbereichsleiter)

Julian Markus
(Projektleiter)

Dieser Messbericht darf nicht auszugsweise ohne unsere schriftliche Genehmigung vervielfacht bzw. weitergegeben werden.

7. Literatur

TA LUFT (2021): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz.

VERA (2018): VERA-Prüfprotokoll: für Tierhaltungs- und Management-Systeme Version 3:2018-09, https://www.vera-verification.eu/app/uploads/sites/9/2019/05/VERA_Pruefprotokoll_Stallsysteme_v3_2018.pdf, Link geprüft am 28.07.2023

8. Anhang

Anlage 1: Messplan

Anlage 2: .zip-Datei

Anlage 1: Messplan**Messplanung Standort 1 Durchgang 1**

Datum		Messkomponente					
		Gasmessungen		Futteranalysen	Einstreuanalysen	Stallparameter	Wetter
		FTIR (CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , N ₂ O, H ₂ O)	30 Min Impingement (NH ₃)	TS, ME, N, P, K, Rohfaser, Rohprotein, Lysin	pH, TS, org. Substanz, N, P, K, Na, S	Strömung, T, rF, Druck, Betriebsdaten, Zählerstände	T, rF, Druck
Mi	25.01.2023						
Do	26.01.2023						
Fr	27.01.2023						
Sa	28.01.2023						
So	29.01.2023						
Mo	30.01.2023						
Di	31.01.2023	x		x	x	x	x
Mi	01.02.2023	x					x
Do	02.02.2023	x					x
Fr	03.02.2023	x					x
Sa	04.02.2023	x					x
So	05.02.2023	x					x
Mo	06.02.2023	x	x			x	x
Di	07.02.2023	x					x
Mi	08.02.2023	x					x
Do	09.02.2023	x					x
Fr	10.02.2023	x					x
Sa	11.02.2023	x					x
So	12.02.2023	x					x
Mo	13.02.2023	x			nur pH	x	x
Di	14.02.2023	x					x
Mi	15.02.2023	x					x
Do	16.02.2023	x					x
Fr	17.02.2023	x					x
Sa	18.02.2023	x					x
So	19.02.2023	x					x
Mo	20.02.2023	x				x	x
Di	21.02.2023	x					x
Mi	22.02.2023	x					x
Do	23.02.2023	x					x
Fr	24.02.2023	x					x
Sa	25.02.2023	x					x
So	26.02.2023	x					x
Mo	27.02.2023	x			nur pH	x	x
Di	28.02.2023	x					x
Mi	01.03.2023	x					x
Do	02.03.2023	x					x
Fr	03.03.2023	x					x
Sa	04.03.2023	x					x
So	05.03.2023	x					x
Mo	06.03.2023	x				x	x
Di	07.03.2023	x					x
Mi	08.03.2023	x					x
Do	09.03.2023	x					x
Fr	10.03.2023	x					x
Sa	11.03.2023	x					x
So	12.03.2023	x					x
Mo	13.03.2023	x					x
Di	14.03.2023	x					x
Mi	15.03.2023	x			x	x	x

Aufbau	Auswahl der Messpunkte und Installation der Messgasleitungen
Einstellung	Einstellung der Tiere
Messtag	Probenahme und Kontrolle der Messtechnik
Ausstellung	Hier werden die Endparameter erfasst.

Messplanung Standort 1 Durchgang 2

Datum		Messkomponente					
		Gasmessungen		Futteranalysen	Einstreuanalysen	Stallparameter	Wetter
		FTIR (CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , N ₂ O, H ₂ O)	30 Min Impingement (NH ₃)	TS, ME, N, P, K, Rohfaser, Rohprotein, Lysin	pH, TS, org. Substanz, N, P, K, Na, S	Strömung, T, rF, Druck, Betriebsdaten, Zählerstände	T, rF, Druck
Di	21.03.2023	x		x	x	x	x
Mi	22.03.2023	x					x
Do	23.03.2023	x					x
Fr	24.03.2023	x					x
Sa	25.03.2023	x					x
So	26.03.2023	x					x
Mo	27.03.2023	x				x	x
Di	28.03.2023	x					x
Mi	29.03.2023	x					x
Do	30.03.2023	x					x
Fr	31.03.2023	x					x
Sa	01.04.2023	x					x
So	02.04.2023	x					x
Mo	03.04.2023	x					x
Di	04.04.2023	x	x		nur pH	x	x
Mi	05.04.2023	x					x
Do	06.04.2023	x					x
Fr	07.04.2023	x					x
Sa	08.04.2023	x					x
So	09.04.2023	x					x
Mo	10.04.2023	x				x	x
Di	11.04.2023	x					x
Mi	12.04.2023	x					x
Do	13.04.2023	x					x
Fr	14.04.2023	x					x
Sa	15.04.2023	x					x
So	16.04.2023	x					x
Mo	17.04.2023	x			nur pH	x	x
Di	18.04.2023	x					x
Mi	19.04.2023	x					x
Do	20.04.2023	x					x
Fr	21.04.2023	x					x
Sa	22.04.2023	x					x
So	23.04.2023	x					x
Mo	24.04.2023	x	x	x		x	x
Di	25.04.2023	x					x
Mi	26.04.2023	x					x
Do	27.04.2023	x					x
Fr	28.04.2023	x					x
Sa	29.04.2023	x					x
So	30.04.2023	x					x
Mo	01.05.2023	x					x
Di	02.05.2023	x					x
Mi	03.05.2023	x			x	x	x

- Einstellung Einstellung der Tiere
- Messtag Probenahme und Kontrolle der Messtechnik
- Ausstellung Hier werden die Endparameter erfasst.

Messplanung Standort 1 Durchgang 3

Datum		Messkomponente					
		Gasmessungen		Futteranalysen	Einstreuanalysen	Stallparameter	Wetter
		FTIR (CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , N ₂ O, H ₂ O)	30 Min Impingement (NH ₃)	TS, ME, N, P, K, Rohfaser, Rohprotein, Lysin	pH, TS, org. Substanz, N, P, K, Na, S	Strömung, T, rF, Druck, Betriebsdaten, Zählerstände	T, rF, Druck
Di	27.06.2023	x		x	x	x	x
Mi	28.06.2023	x					x
Do	29.06.2023	x					x
Fr	30.06.2023	x					x
Sa	01.07.2023	x					x
So	02.07.2023	x					x
Mo	03.07.2023	x					x
Di	04.07.2023	x					x
Mi	05.07.2023	x					x
Do	06.07.2023	x				x	x
Fr	07.07.2023	x					x
Sa	08.07.2023	x					x
So	09.07.2023	x					x
Mo	10.07.2023	x					x
Di	11.07.2023	x					x
Mi	12.07.2023	x					x
Do	13.07.2023	x	x		nur pH	x	x
Fr	14.07.2023	x					x
Sa	15.07.2023	x					x
So	16.07.2023	x					x
Mo	17.07.2023	x					x
Di	18.07.2023	x					x
Mi	19.07.2023	x					x
Do	20.07.2023	x				x	x
Fr	21.07.2023	x					x
Sa	22.07.2023	x					x
So	23.07.2023	x					x
Mo	24.07.2023	x					x
Di	25.07.2023	x					x
Mi	26.07.2023	x					x
Do	27.07.2023	x			nur pH	x	x
Fr	28.07.2023	x					x
Sa	29.07.2023	x					x
So	30.07.2023	x					x
Mo	31.07.2023	x					x
Di	01.08.2023	x					x
Mi	02.08.2023	x					x
Do	03.08.2023	x	x	x		x	x
Fr	04.08.2023	x					x
Sa	05.08.2023	x					x
So	06.08.2023	x					x
Mo	07.08.2023	x					x
Di	08.08.2023	x					x
Mi	09.08.2023	x					x

Einstellung	Einstellung der Tiere
Messtag	Probenahme und Kontrolle der Messtechnik
Ausstallung	Hier werden die Endparameter erfasst.

Messplanung Standort 2 Durchgang 1

Datum		Messkomponente					
		Gasmessungen		Futteranalysen	Einstreuanalysen	Stallparameter	Wetter
		FTIR (CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , N ₂ O, H ₂ O)	30 Min Impingement (NH ₃)	TS, ME, N, P, K, Rohfaser, Rohprotein, Lysin	pH, TS, org. Substanz, N, P, K, Na, S	Strömung, T, rF, Druck, Betriebsdaten, Zählerstände	T, rF, Druck
Mo	13.02.2023						
Di	14.02.2023						
Mi	15.02.2023						x
Do	16.02.2023	x		x	x	x	x
Fr	17.02.2023	x					x
Sa	18.02.2023	x					x
So	19.02.2023	x					x
Mo	20.02.2023	x					x
Di	21.02.2023	x					x
Mi	22.02.2023	x					x
Do	23.02.2023	x	x			x	x
Fr	24.02.2023	x					x
Sa	25.02.2023	x					x
So	26.02.2023	x					x
Mo	27.02.2023	x					x
Di	28.02.2023	x					x
Mi	01.03.2023	x					x
Do	02.03.2023	x			nur pH	x	x
Fr	03.03.2023	x					x
Sa	04.03.2023	x					x
So	05.03.2023	x					x
Mo	06.03.2023	x					x
Di	07.03.2023	x					x
Mi	08.03.2023	x					x
Do	09.03.2023	x				x	x
Fr	10.03.2023	x					x
Sa	11.03.2023	x					x
So	12.03.2023	x					x
Mo	13.03.2023	x					x
Di	14.03.2023	x					x
Mi	15.03.2023	x					x
Do	16.03.2023	x					x
Fr	17.03.2023	x			nur pH	x	x
Sa	18.03.2023	x					x
So	19.03.2023	x					x
Mo	20.03.2023	x					x
Di	21.03.2023	x					x
Mi	22.03.2023	x					x
Do	23.03.2023	x	x	x		x	x
Fr	24.03.2023	x					x
Sa	25.03.2023	x					x
So	26.03.2023	x					x
Mo	27.03.2023	x					x
Di	28.03.2023	x					x
Mi	29.03.2023	x					x
Do	30.03.2023	x			x	x	x

- Aufbau Auswahl der Messpunkte und Installation der Messgasleitungen
- Einstellung Einstellung der Tiere
- Messtag Probenahme und Kontrolle der Messtechnik
- Ausstallung Hier werden die Endparameter erfasst.

Messplanung Standort 2 Durchgang 2

Datum		Messkomponente					
		Gasmessungen		Futteranalysen	Einstreuanalysen	Stallparameter	Wetter
		FTIR (CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , N ₂ O, H ₂ O)	30 Min Impingement (NH ₃)	TS, ME, N, P, K, Rohfaser, Rohprotein, Lysin	pH, TS, org. Substanz, N, P, K, Na, S	Strömung, T, rF, Druck, Betriebsdaten, Zählerstände	T, rF, Druck
Mo	03.04.2023	x		x	x	x	x
Di	04.04.2023	x					x
Mi	05.04.2023	x					x
Do	06.04.2023	x					x
Fr	07.04.2023	x					x
Sa	08.04.2023	x					x
So	09.04.2023	x					x
Mo	10.04.2023	x					x
Di	11.04.2023	x					x
Mi	12.04.2023	x					x
Do	13.04.2023	x				x	x
Fr	14.04.2023	x					x
Sa	15.04.2023	x					x
So	16.04.2023	x					x
Mo	17.04.2023	x					x
Di	18.04.2023	x					x
Mi	19.04.2023	x					x
Do	20.04.2023	x	x		nur pH	x	x
Fr	21.04.2023	x					x
Sa	22.04.2023	x					x
So	23.04.2023	x					x
Mo	24.04.2023	x					x
Di	25.04.2023	x					x
Mi	26.04.2023	x					x
Do	27.04.2023	x				x	x
Fr	28.04.2023	x					x
Sa	29.04.2023	x					x
So	30.04.2023	x					x
Mo	01.05.2023	x					x
Di	02.05.2023	x					x
Mi	03.05.2023	x					x
Do	04.05.2023	x			nur pH	x	x
Fr	05.05.2023	x					x
Sa	06.05.2023	x					x
So	07.05.2023	x					x
Mo	08.05.2023	x					x
Di	09.05.2023	x					x
Mi	10.05.2023	x					x
Do	11.05.2023	x	x	x		x	x
Fr	12.05.2023	x					x
Sa	13.05.2023	x					x
So	14.05.2023	x					x
Mo	15.05.2023	x			x	x	x

- Aufbau Auswahl der Messpunkte und Installation der Messgasleitungen
- Einstellung Einstellung der Tiere
- Messtag Probenahme und Kontrolle der Messtechnik
- Ausstellung Hier werden die Endparameter erfasst.

Messplanung Standort 2 Durchgang 3

Datum		Messkomponente					
		Gasmessungen		Futteranalysen	Einstreuanalysen	Stallparameter	Wetter
		FTIR (CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , N ₂ O, H ₂ O)	30 Min Impingement (NH ₃)	TS, ME, N, P, K, Rohfaser, Rohprotein, Lysin	pH, TS, org. Substanz, N, P, K, Na, S	Strömung, T, rF, Druck, Betriebsdaten, Zählerstände	T, rF, Druck
Mo	03.07.2023	x		x	x	x	x
Di	04.07.2023	x					x
Mi	05.07.2023	x					x
Do	06.07.2023	x					x
Fr	07.07.2023	x					x
Sa	08.07.2023	x					x
So	09.07.2023	x					x
Mo	10.07.2023	x					x
Di	11.07.2023	x				x	x
Mi	12.07.2023	x					x
Do	13.07.2023	x					x
Fr	14.07.2023	x					x
Sa	15.07.2023	x					x
So	16.07.2023	x					x
Mo	17.07.2023	x					x
Di	18.07.2023	x	x		nur pH	x	x
Mi	19.07.2023	x					x
Do	20.07.2023	x					x
Fr	21.07.2023	x					x
Sa	22.07.2023	x					x
So	23.07.2023	x					x
Mo	24.07.2023	x					x
Di	25.07.2023	x				x	x
Mi	26.07.2023	x					x
Do	27.07.2023	x					x
Fr	28.07.2023	x					x
Sa	29.07.2023	x					x
So	30.07.2023	x					x
Mo	31.07.2023	x					x
Di	01.08.2023	x			nur pH	x	x
Mi	02.08.2023	x					x
Do	03.08.2023	x					x
Fr	04.08.2023	x					x
Sa	05.08.2023	x					x
So	06.08.2023	x					x
Mo	07.08.2023	x					x
Di	08.08.2023	x	x	x			x
Mi	09.08.2023	x					x
Do	10.08.2023	x					x
Fr	11.08.2023	x					x
Sa	12.08.2023	x					x
So	13.08.2023	x					x
Mo	14.08.2023	x			x	x	x

Aufbau	Auswahl der Messpunkte und Installation der Messgasleitungen
Einstellung	Einstellung der Tiere
Messtag	Probenahme und Kontrolle der Messtechnik
Ausstellung	Hier werden die Endparameter erfasst.

Messplanung Standort 3 Durchgang 1

Datum		Messkomponente					
		Gasmessungen		Futteranalysen	Einstreuanalysen	Stallparameter	Wetter
		FTIR (CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , N ₂ O, H ₂ O)	30 Min Impingement (NH ₃)	TS, ME, N, P, K, Rohfaser, Rohprotein, Lysin	pH, TS, org. Substanz, N, P, K, Na, S	Strömung, T, rF, Druck, Betriebsdaten, Zählerstände	T, rF, Druck
Do	31.08.2023	x			x	x	x
Fr	01.09.2023	x					x
Sa	02.09.2023	x					x
So	03.09.2023	x					x
Mo	04.09.2023	x					x
Di	05.09.2023	x					x
Mi	06.09.2023	x		x		x	x
Do	07.09.2023	x					x
Fr	08.09.2023	x					x
Sa	09.09.2023	x					x
So	10.09.2023	x					x
Mo	11.09.2023	x					x
Di	12.09.2023	x					x
Mi	13.09.2023	x					x
Do	14.09.2023	x	x		nur pH	x	x
Fr	15.09.2023	x					x
Sa	16.09.2023	x					x
So	17.09.2023	x					x
Mo	18.09.2023	x					x
Di	19.09.2023	x					x
Mi	20.09.2023	x				x	x
Do	21.09.2023	x					x
Fr	22.09.2023	x					x
Sa	23.09.2023	x					x
So	24.09.2023	x					x
Mo	25.09.2023	x					x
Di	26.09.2023	x					x
Mi	27.09.2023	x					x
Do	28.09.2023	x			nur pH	x	x
Fr	29.09.2023	x					x
Sa	30.09.2023	x					x
So	01.10.2023	x					x
Mo	02.10.2023	x					x
Di	03.10.2023	x					x
Mi	04.10.2023	x		x		x	x
Do	05.10.2023	x					x
Fr	06.10.2023	x					x
Sa	07.10.2023	x					x
So	08.10.2023	x					x
Mo	09.10.2023	x					x
Di	10.10.2023	x					x
Mi	11.10.2023	x					x
Do	12.10.2023	x			x	x	x

Aufbau	Auswahl der Messpunkte und Installation der Messgasleitungen
Einstellung	Einstellung der Tiere
Messtag	Probenahme und Kontrolle der Messtechnik
Ausstellung	Hier werden die Endparameter erfasst.

Messplanung Standort 3 Durchgang 2

Datum		Messkomponente					
		Gasmessungen		Futteranalysen	Einstreuanalysen	Stallparameter	Wetter
		FTIR (CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , N ₂ O, H ₂ O)	30 Min Impingement (NH ₃)	TS, ME, N, P, K, Rohfaser, Rohprotein, Lysin	pH, TS, org. Substanz, N, P, K, Na, S	Strömung, T, rF, Druck, Betriebsdaten, Zählerstände	T, rF, Druck
Mo	23.10.2023	x			x	x	x
Di	24.10.2023	x					x
Mi	25.10.2023	x					x
Do	26.10.2023	x					x
Fr	27.10.2023	x					x
Sa	28.10.2023	x					x
So	29.10.2023	x					x
Mo	30.10.2023	x					x
Di	31.10.2023	x					x
Mi	01.11.2023	x		x		x	x
Do	02.11.2023	x					x
Fr	03.11.2023	x					x
Sa	04.11.2023	x					x
So	05.11.2023	x					x
Mo	06.11.2023	x	x		nur pH	x	x
Di	07.11.2023	x					x
Mi	08.11.2023	x					x
Do	09.11.2023	x					x
Fr	10.11.2023	x					x
Sa	11.11.2023	x					x
So	12.11.2023	x					x
Mo	13.11.2023	x				x	x
Di	14.11.2023	x					x
Mi	15.11.2023	x					x
Do	16.11.2023	x					x
Fr	17.11.2023	x					x
Sa	18.11.2023	x					x
So	19.11.2023	x					x
Mo	20.11.2023	x			nur pH	x	x
Di	21.11.2023	x					x
Mi	22.11.2023	x					x
Do	23.11.2023	x					x
Fr	24.11.2023	x					x
Sa	25.11.2023	x					x
So	26.11.2023	x					x
Mo	27.11.2023	x	x	x		x	x
Di	28.11.2023	x					x
Mi	29.11.2023	x					x
Do	30.11.2023	x					x
Fr	01.12.2023	x					x
Sa	02.12.2023	x					x
So	03.12.2023	x					x
Mo	04.12.2023	x					x
Di	05.12.2023	x			x	x	x

- Aufbau Auswahl der Messpunkte und Installation der Messgasleitungen
- Einstellung Einstellung der Tiere
- Messtag Probenahme und Kontrolle der Messtechnik
- Ausstallung Hier werden die Endparameter erfasst.

Messplanung Standort 3 Durchgang 3

Datum		Messkomponente					
		Gasmessungen		Futteranalysen	Einstreuanalysen	Stallparameter	Wetter
		FTIR (CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , N ₂ O, H ₂ O)	30 Min Impingement (NH ₃)	TS, ME, N, P, K, Rohfaser, Rohprotein, Lysin	pH, TS, org. Substanz, N, P, K, Na, S	Strömung, T, rF, Druck, Betriebsdaten, Zählerstände	T, rF, Druck
Do	14.12.2023	x			x	x	x
Fr	15.12.2023	x					x
Sa	16.12.2023	x					x
So	17.12.2023	x					x
Mo	18.12.2023	x					x
Di	19.12.2023	x					x
Mi	20.12.2023	x					x
Do	21.12.2023	x					x
Fr	22.12.2023	x	x	x		x	x
Sa	23.12.2023	x					x
So	24.12.2023	x					x
Mo	25.12.2023	x					x
Di	26.12.2023	x					x
Mi	27.12.2023	x					x
Do	28.12.2023	x					x
Fr	29.12.2023	x					x
Sa	30.12.2023	x					x
So	31.12.2023	x					x
Mo	01.01.2024	x					x
Di	02.01.2024	x					x
Mi	03.01.2024	x					x
Do	04.01.2024	x					x
Fr	05.01.2024	x			nur pH	x	x
Sa	06.01.2024	x					x
So	07.01.2024	x					x
Mo	08.01.2024	x					x
Di	09.01.2024	x					x
Mi	10.01.2024	x					x
Do	11.01.2024	x				x	x
Fr	12.01.2024	x					x
Sa	13.01.2024	x					x
So	14.01.2024	x					x
Mo	15.01.2024	x					x
Di	16.01.2024	x					x
Mi	17.01.2024	x					x
Do	18.01.2024	x	x	x	nur pH	x	x
Fr	19.01.2024	x					x
Sa	20.01.2024	x					x
So	21.01.2024	x					x
Mo	22.01.2024	x					x
Di	23.01.2024	x					x
Mi	24.01.2024	x			x	x	x

Aufbau	Auswahl der Messpunkte und Installation der Messgasleitungen
Einstellung	Einstellung der Tiere
Messtag	Probenahme und Kontrolle der Messtechnik
Ausstallung	Hier werden die Endparameter erfasst.

Messplanung Standort 4 Durchgang 1

Datum		Messkomponente					
		Gasmessungen		Futteranalysen	Einstreuanalysen	Stallparameter	Wetter
		FTIR (CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , N ₂ O, H ₂ O)	30 Min Impingement (NH ₃)	TS, ME, N, P, K, Rohfaser, Rohprotein, Lysin	pH, TS, org. Substanz, N, P, K, Na, S	T, rF, Druck, Betriebsdaten, Zählerstände	T, rF, Druck
Do	15.02.2024	x			x		x
Fr	16.02.2024	x					x
Sa	17.02.2024	x					x
So	18.02.2024	x					x
Mo	19.02.2024	x					x
Di	20.02.2024	x					x
Mi	21.02.2024	x					x
Do	22.02.2024	x		x	nur pH	x	x
Fr	23.02.2024	x					x
Sa	24.02.2024	x					x
So	25.02.2024	x					x
Mo	26.02.2024	x					x
Di	27.02.2024	x					x
Mi	28.02.2024	x					x
Do	29.02.2024	x	x		nur pH	x	x
Fr	01.03.2024	x					x
Sa	02.03.2024	x					x
So	03.03.2024	x					x
Mo	04.03.2024	x					x
Di	05.03.2024	x					x
Mi	06.03.2024	x					x
Do	07.03.2024	x			nur pH	x	x
Fr	08.03.2024	x					x
Sa	09.03.2024	x					x
So	10.03.2024	x					x
Mo	11.03.2024	x					x
Di	12.03.2024	x			nur pH	x	x
Mi	13.03.2024	x					x
Do	14.03.2024	x					x
Fr	15.03.2024	x					x
Sa	16.03.2024	x					x
So	17.03.2024	x					x
Mo	18.03.2024	x					x
Di	19.03.2024	x					x
Mi	20.03.2024	x					x
Do	21.03.2024	x	x	x	nur pH	x	x
Fr	22.03.2024	x					x
Sa	23.03.2024	x					x
So	24.03.2024	x					x
Mo	25.03.2024	x					x
Di	26.03.2024	x					x
Mi	27.03.2024	x					x
Do	28.03.2024	x			x	x	x

- Aufbau** Auswahl der Messpunkte und Installation der Messgasleitungen
- Einstellung** Einstellung der Tiere
- Messtag** Probenahme und Kontrolle der Messtechnik
- Ausstellung** Hier werden die Endparameter erfasst.

Messplanung Standort 4 Durchgang 2

Datum		Messkomponente					
		Gasmessungen		Futteranalysen	Einstreuanalysen	Stallparameter	Wetter
		FTIR (CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , N ₂ O, H ₂ O)	30 Min Impingement (NH ₃)	TS, ME, N, P, K, Rohfaser, Rohprotein, Lysin	pH, TS, org. Substanz, N, P, K, Na, S	T, rF, Druck, Betriebsdaten, Zählerstände	T, rF, Druck
Di	02.04.2024	x			x		x
Mi	03.04.2024	x					x
Do	04.04.2024	x					x
Fr	05.04.2024	x					x
Sa	06.04.2024	x					x
So	07.04.2024	x					x
Mo	08.04.2024	x		x	nur pH	x	x
Di	09.04.2024	x					x
Mi	10.04.2024	x					x
Do	11.04.2024	x					x
Fr	12.04.2024	x					x
Sa	13.04.2024	x					x
So	14.04.2024	x					x
Mo	15.04.2024	x	x		nur pH	x	x
Di	16.04.2024	x					x
Mi	17.04.2024	x					x
Do	18.04.2024	x					x
Fr	19.04.2024	x					x
Sa	20.04.2024	x					x
So	21.04.2024	x					x
Mo	22.04.2024	x			nur pH	x	x
Di	23.04.2024	x					x
Mi	24.04.2024	x					x
Do	25.04.2024	x					x
Fr	26.04.2024	x					x
Sa	27.04.2024	x					x
So	28.04.2024	x					x
Mo	29.04.2024	x		x	nur pH	x	x
Di	30.04.2024	x					x
Mi	01.05.2024	x					x
Do	02.05.2024	x					x
Fr	03.05.2024	x					x
Sa	04.05.2024	x					x
So	05.05.2024	x					x
Mo	06.05.2024	x	x	x	nur pH	x	x
Di	07.05.2024	x					x
Mi	08.05.2024	x					x
Do	09.05.2024	x					x
Fr	10.05.2024	x					x
Sa	11.05.2024	x					x
So	12.05.2024	x					x
Mo	13.05.2024	x			x	x	x

- Aufbau** Auswahl der Messpunkte und Installation der Messgasleitungen
- Einstellung** Einstellung der Tiere
- Messtag** Probenahme und Kontrolle der Messtechnik
- Ausstellung** Hier werden die Endparameter erfasst.

Messplanung Standort 4 Durchgang 3

Datum		Messkomponente					
		Gasmessungen		Futteranalysen	Einstreuanalysen	Stallparameter	Wetter
		FTIR (CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , N ₂ O, H ₂ O)	30 Min Impingement (NH ₃)	TS, ME, N, P, K, Rohfaser, Rohprotein, Lysin	pH, TS, org. Substanz, N, P, K, Na, S	T, rF, Druck, Betriebsdaten, Zählerstände	T, rF, Druck
Do	16.05.2024	x			x		x
Fr	17.05.2024	x					x
Sa	18.05.2024	x					x
So	19.05.2024	x					x
Mo	20.05.2024	x					x
Di	21.05.2024	x					x
Mi	22.05.2024	x					x
Do	23.05.2024	x		x	nur pH	x	x
Fr	24.05.2024	x					x
Sa	25.05.2024	x					x
So	26.05.2024	x					x
Mo	27.05.2024	x					x
Di	28.05.2024	x					x
Mi	29.05.2024	x					x
Do	30.05.2024	x	x		nur pH	x	x
Fr	31.05.2024	x					x
Sa	01.06.2024	x					x
So	02.06.2024	x					x
Mo	03.06.2024	x					x
Di	04.06.2024	x					x
Mi	05.06.2024	x					x
Do	06.06.2024	x					x
Fr	07.06.2024	x			nur pH	x	x
Sa	08.06.2024	x					x
So	09.06.2024	x					x
Mo	10.06.2024	x					x
Di	11.06.2024	x					x
Mi	12.06.2024	x					x
Do	13.06.2024	x		x	nur pH	x	x
Fr	14.06.2024	x					x
Sa	15.06.2024	x					x
So	16.06.2024	x					x
Mo	17.06.2024	x					x
Di	18.06.2024	x					x
Mi	19.06.2024	x					x
Do	20.06.2024	x	x	x	nur pH	x	x
Fr	21.06.2024	x					x
Sa	22.06.2024	x					x
So	23.06.2024	x					x
Mo	24.06.2024	x					x
Di	25.06.2024	x					x
Mi	26.06.2024	x			x	x	x

- Aufbau Auswahl der Messpunkte und Installation der Messgasleitungen
- Einstellung Einstellung der Tiere
- Messtag Probenahme und Kontrolle der Messtechnik
- Ausstellung Hier werden die Endparameter erfasst.

Anlage 2:

Die Daten der Anlage 2 wird dem Auftraggeber aufgrund der hohen Datenmenge als .zip-Datei zur Verfügung gestellt.

Ordner	Inhalt
1_Messbericht	Gesamtbericht der Untersuchungen
2_Messdaten	Rohdaten als Halbstundenmittelwerte dargestellt
3_Prüfberichte	Analysen von Einstreu und Mist
4_Betriebsdaten	Informationen zur Tierbeständen und Futtermengen