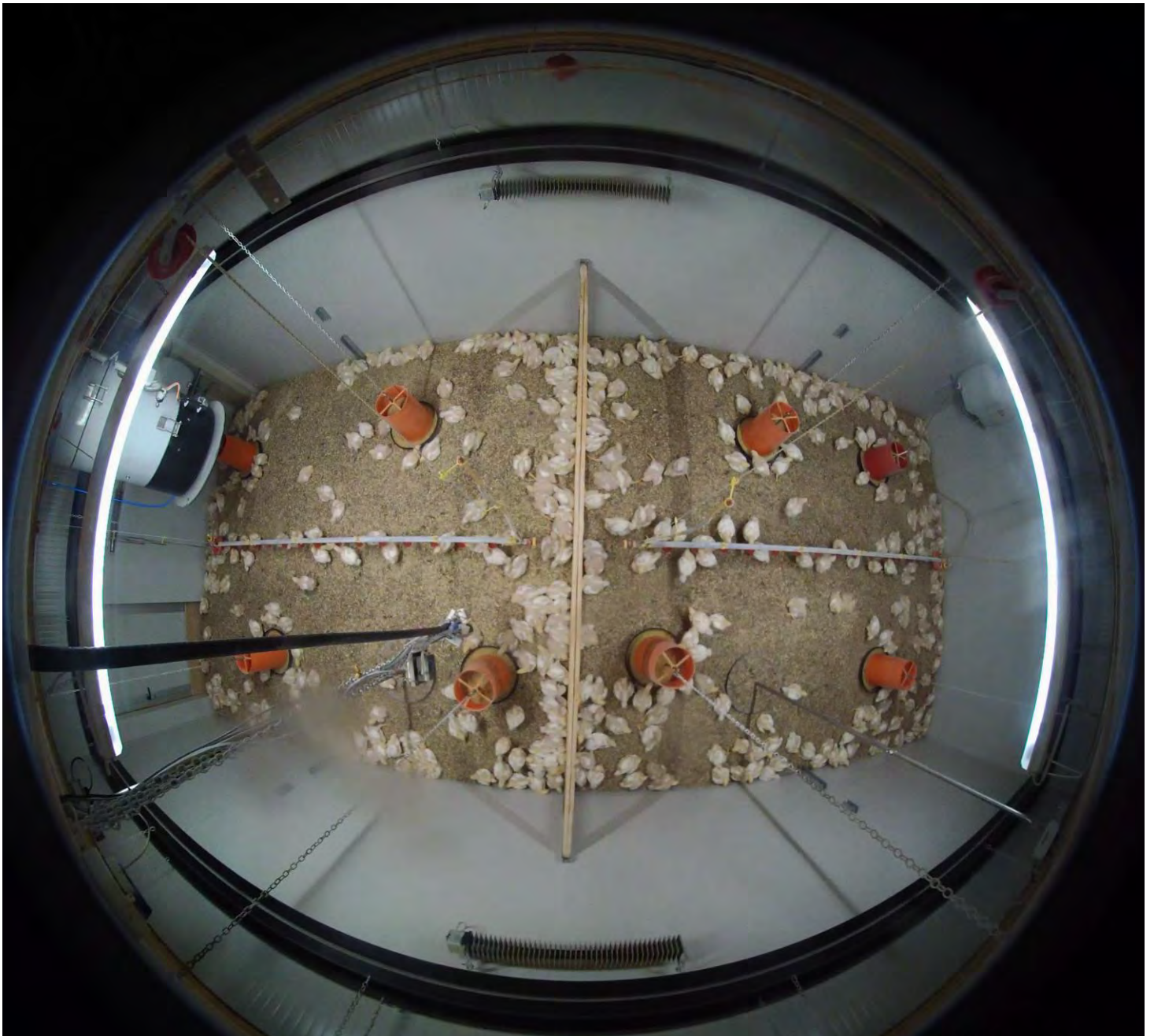




## Endbericht

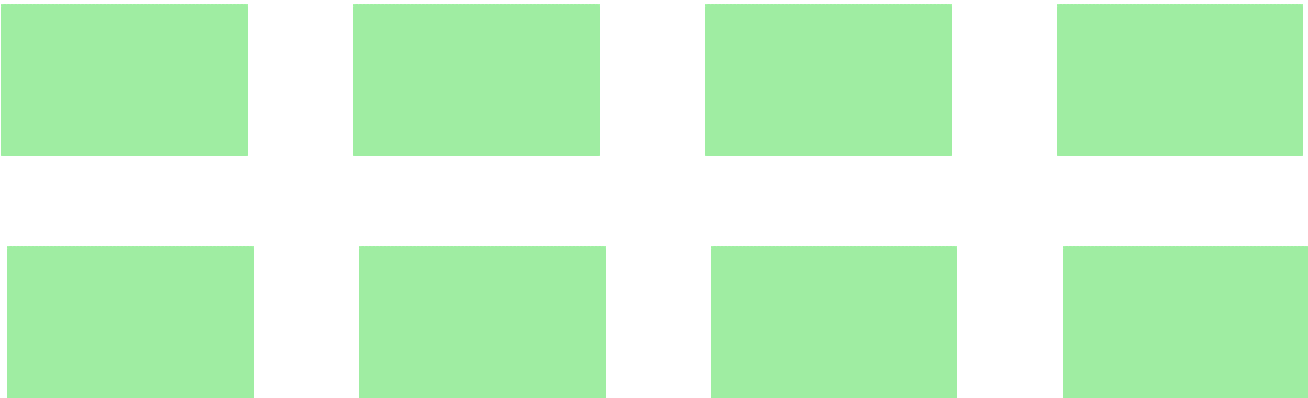
# Mastgeflügelversuch - Green Innovation

*Geruchs- & Ammoniakemissionen, biologische Parameter,  
Futtermittel-, Kot- & Fleischanalysen*





# Endbericht – Mastgeflügelversuch Green Innovation





## Impressum

Projektnehmer: HBLFA Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein  
Department für Tier, Technik & Umwelt  
Adresse: 8952 Irdning-Donnersbachtal, Raumberg 38

Projektleiter: Michael Kropsch  
Tel.: 0043 3682 22451-625375  
E-Mail: [michael.kropsch@raumberg-gumpenstein.at](mailto:michael.kropsch@raumberg-gumpenstein.at)

Autoren: Michael Kropsch, Christian Fritz, Birgit Heidinger, Josef Kaufmann, Roland Kitzer,  
Lukas Lackner, Irene Mösenbacher-Molterer, Petra Unterweger, Daniela Vockenhuber,  
Eduard Zentner

Kooperationspartner: Green Innovation GmbH  
Wissenschaftliche Leitung Dr. Giuliano Leonardi, Ing. Joachim Knapp  
Grabenweg 68, 6020 Innsbruck

Projektlaufzeit: 2020-2021  
1. Auflage

Alle Rechte vorbehalten.

Irdning-Donnersbachtal, 2021

# Inhalt

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Material und Methoden</b> .....	<b>7</b>
2.1 Versuchsstallungen.....	7
2.2 Versuchstiere.....	8
2.3 Lüftung .....	8
2.4 Lichtprogramm .....	8
2.5 Fütterungsmanagement.....	9
2.6 Messtechnik .....	11
ad Messung der Geruchsstoffkonzentration .....	11
2.7 Eckdaten der Versuchsdurchgänge.....	12
<b>3 Ergebnisse</b> .....	<b>14</b>
3.1 DGE31 – Green Innovation I .....	14
3.1.1 Temperatur und Luftfeuchte – DGE31 .....	14
3.1.2 Ammoniak – DGE31.....	15
3.1.3 Olfaktometrie – DGE31.....	16
3.1.4 Leistungsdaten – DGE31.....	17
3.2 DGE32 – Green Innovation II .....	18
3.2.1 Temperatur und Luftfeuchte – DGE32 .....	18
3.2.2 Ammoniak – DGE32.....	19
3.2.3 Olfaktometrie – DGE32.....	20
3.2.4 Leistungsdaten – DGE32.....	21
<b>4 Zusammenfassung</b> .....	<b>22</b>
4.1 Temperatur und Luftfeuchte .....	22
4.2 Ammoniak.....	23
4.3 Olfaktometrie .....	24
4.4 Leistungsdaten.....	25
4.5 Sukkus.....	26

<b>5 Literaturverzeichnis.....</b>	<b>27</b>
<b>Anhänge .....</b>	<b>30</b>
A1 Futtermittelanalysen.....	30
A2 Kotanalysen .....	31
A3 Fleischanalysen .....	31
A4 Fleischqualitätsdaten .....	35
A5 Bilddokumentation .....	35

# 1 Einleitung

Einen wesentlichen Einfluss auf Ammoniak- und Geruchsemissionen aus der Nutztierhaltung haben Proteinbestandteile der Futtermittel - die daraus resultierenden Immissionen im Bereich der Nachbarschaft führen in der Praxis regelmäßig zu Problemen. Mittlerweile sind nicht nur jahrelange Verzögerungen bei landwirtschaftlichen Bauverfahren zum Teil Realität - in manchen Bundesländern besteht zudem die baurechtliche Möglichkeit, von Seiten der Behörden nachträglich auf bestehende und genehmigte Stallungen einzugreifen.

Verschiedene Möglichkeiten bieten sich in der Praxis, Einfluss auf Ammoniak- und Geruchsemissionen von Mastgeflügel zu nehmen – sei es einerseits durch eine Reduktion des Proteins bzw. durch die Verwendung alternativer Eiweißquellen (siehe Abschlussbericht zum Projekt *EmiProt*, DaFNE Nr. 101024/1) oder durch die Beimengung von Zusatzstoffen im Rahmen der Futtermittelherstellung. Im vorliegenden Endbericht erfolgt die Darlegung der Ergebnisse der Versuchsdurchgänge, die in Kooperation mit der Fa. *Green Innovation* durchgeführt wurden.

Im Vorfeld eines breitflächigen Einsatzes von alternativen Eiweißquellen, Ergänzungsfuttermittel bzw. neuen Rezepturen in der Praxis benötigt die heimische Geflügelwirtschaft gesicherte Erkenntnisse über potentielle Auswirkungen der eingesetzten Komponenten. In der vorliegenden Versuchsreihe mit einem Produkt der Firma Green Innovation (*PhytOxal*, ein 100 % natürlicher Rohstoff aus einer Kombination von 90% *Oxilem* und 10 % *Argat*) wurden potenzielle Einflüsse desselben auf die Mastleistung (tägliche Zunahme, Mastendgewicht, Futtermittelverwertung), auf die Freisetzung von Schadgasen (Ammoniak) sowie auf die Geruchsfreisetzung in der Geflügelmast untersucht. Ergänzend fanden analytische Untersuchungen der eingesetzten Futtermittel, der Fleischqualität und der Ausscheidungen statt.

Der gegenständliche Endbericht, der die Testreihen mit der Firma *Green Innovation* als Projektpartner beleuchtet, umfasst zwei Mastdurchgänge, die in den Versuchsstallungen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein von Anfang Oktober 2020 bis Mitte März 2021 durchgeführt wurden.



# 2 Material und Methoden

## 2.1 Versuchsstallungen

Der Mehrzweckversuchstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein verfügt, neben Abteilen für die Haltung von Rindern, über zwei Stallungen (Abteil OST und Abteil WEST) für Versuche mit Mastgeflügel. In den gegenständlichen Versuchen wurden jeweils in einem Abteil Futtermittel mit der Beimengung des Green Innovation-Produktes (Versuchsgruppen), im zweiten solche mit einer „herkömmlichen“ Praxisrezeptur (Kontrollgruppe), an die Tiere verfüttert. Um eine Beeinflussung durch die Abteile auszuschließen wurden die Versuchs- und Kontrollgruppen nach dem ersten Mastdurchgang getauscht; in einem Durchgang beherbergte das Abteil OST die Versuchsgruppe, im nächsten das Abteil WEST. Die Stallabteile wurden jeweils – durch Einfügung einer unüberwindbaren Barriere – in zwei gleich große Buchten geteilt. Hinsichtlich der Parameter tägliche Zunahme, Mastendgewicht und Futterverwertung stehen somit pro Versuchsdurchgang (jeweils für den Versuch- und die Kontrolle) Daten aus zwei Gruppen (Buchten) zur Verfügung. In Bezug auf die gasförmigen und olfaktorischen Emissionen erfolgt der Vergleich jeweils für das Versuchs- und das Kontrollabteil im Gesamten.

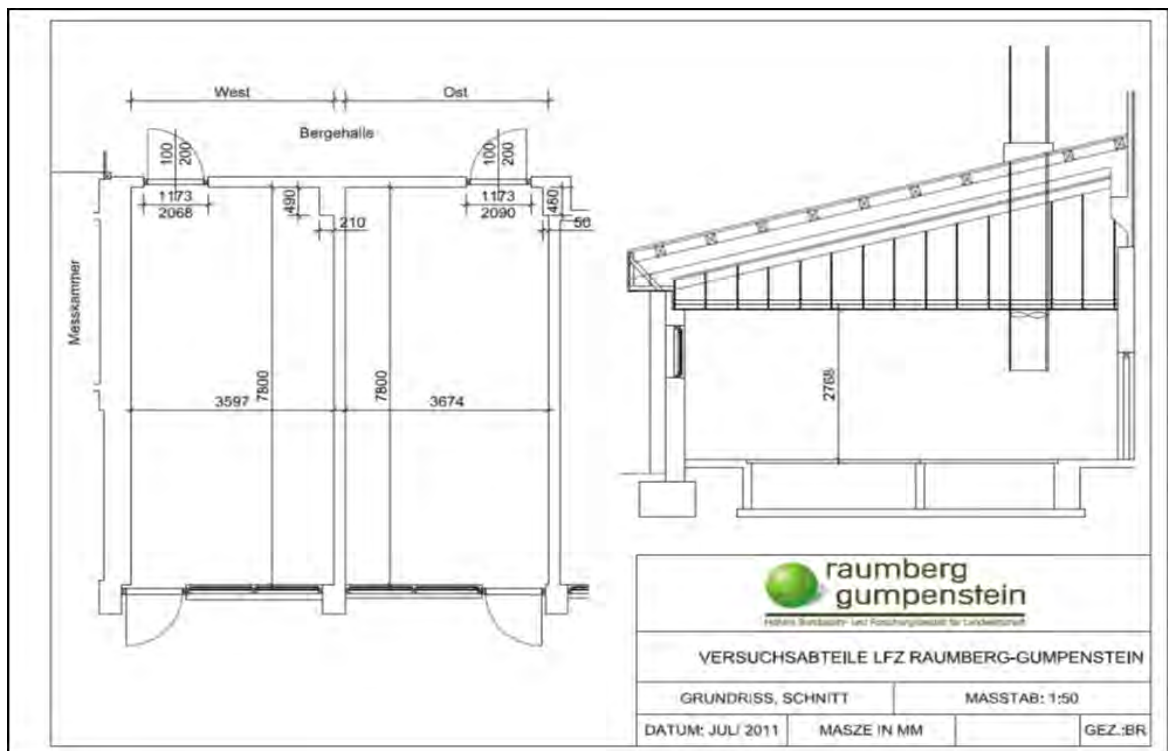


Abbildung 1: Plandarstellung, Geflügelstallungen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

In jedem Abteil können, gemäß AMA-Vorgaben, je 420 Mastküken gehalten werden; vor jeder Einnistung werden die Mastabteile entsprechend desinfiziert und vorgewärmt. Entsprechend der Versuchsanordnung (Unterteilung jedes Abteils in zwei gleich große Bereiche) wurden je Bucht 210 Tiere eingestallt.

Für die Fleischuntersuchungen wurden am Ende des ersten Mastversuchsdurchgangs DGE31 aus jeder Bucht (2 je Abteil) vier Tiere entnommen, vor Ort gekeult und an das Institut für Nutztierforschung, Referat Produktqualität sowie an das anstaltseigene chemische Laboratorium weitergeleitet. Die Ergebnisse der Fleischanalysen (8 Tiere aus der Versuchs- und 8 Tiere aus der Kontrollgruppe) sind im Anhang gelistet.

## 2.2 Versuchstiere

Die Mastküken wurden von der Firma Geflügelzucht Schulz, 8301 Laßnitzhöhe, bezogen. Die Tiere der Rasse Ross werden unmittelbar nach dem Schlupf in der Brüterei einer Vakzination gegen Infektiöse Bronchitis (IB) unterzogen.

Nach Beendigung der Mastdurchgänge wurden die Hühner durch das Stallbetreuungspersonal in Transportbehältnisse verladen und mittels LKW zur Schlachtung an die Johann Titz GmbH in Feldbach transportiert.

## 2.3 Lüftung

Über eine – in beiden Abteilen – verbaute Porendecke gelangt die Frischluft über den Dachraum in den Tierbereich. Die Fortluft wird über je einen Abluftkamin aus den Abteilen abgesaugt, die Steuerung erfolgt elektronisch.

## 2.4 Lichtprogramm

Tierschutzrechtlich ist bei der Haltung von Geflügel (mit Ausnahme der Kükenaufzucht in den ersten 48 Stunden) eine ununterbrochene Dunkelphase von täglich mindestens sechs Stunden zu gewährleisten. In Abstimmung mit Geflügelexperten der Vet. Med. Universität Wien wird im Rahmen der Mastversuche ein praxisbewährtes Programm eingesetzt: Die Lichtphase umfasst dabei täglich den Zeitraum zwischen 04:00 – 22:00 Uhr und dem entsprechend dauert die Dunkelphase von 22:00 - 04:00 Uhr. Dieses Lichtprogramm wird ganzjährig beibehalten.

## 2.5 Fütterungsmanagement

Trinkwasser und Futter stehen den Tieren während der gesamten Mastperiode ad libitum zur Verfügung. Die Futtermittel werden dabei entweder in Form von Pellets oder als Granulat über Automaten angeboten. Die beiden Versuchs-Mastdurchgänge wurden mit einer Produktionscharge durchgeführt

Im Projektverlauf mit der Fa. Green Innovation wurde ein dreiphasiges Fütterungsregime, mit Futterwechsel an den Masttagen 14 und 28, eingesetzt. Dem dreiphasigen Versuchsfutter wurden jeweils 2 kg / Tonne *PhytOxal* beigemischt; die verwendeten Futtermittel weisen folgende Spezifikationen auf:

Tabelle 1: Spezifikation Kükenstarter, pastus<sup>®</sup>, AMA-Gütesiegel tauglich

<b>KükenStarter OGT – Alleinfuttermittel für Hühnerküken</b>	
Hersteller: UNSER Lagerhaus Warenhandels Ges. M. b. H., 9020 Klagenfurt am Wörthersee	
21,50 % Rohprotein	0,60 % Phosphor
5,00 % Rohfett	0,56 % Methionin
3,30 % Rohfaser	1,32 % Lysin
6,70 % Rohasche	0,16 % Natrium
0,95 % Calcium	12,00 MJ ME/kg

Tabelle 2: Spezifikation Hühnermastfutter I, pastus<sup>®</sup>, AMA-Gütesiegel tauglich

<b>Hühnermastfutter I OGT – Alleinfuttermittel für Mastküken</b>	
Hersteller: UNSER Lagerhaus Warenhandels Ges. M. b. H., 9020 Klagenfurt am Wörthersee	
20,50 % Rohprotein	0,59 % Phosphor
6,98 % Rohfett	0,55 % Methionin
3,92 % Rohfaser	1,31 % Lysin
4,97 % Rohasche	0,15 % Natrium
0,84 % Calcium	12,75 MJ ME/kg

Tabelle 3: Spezifikation Hühnermastfutter II, pastus<sup>®</sup>, AMA-Gütesiegel tauglich

<b>Hühnermastfutter II OGT – Alleinfuttermittel für Mastküken</b>	
Hersteller: UNSER Lagerhaus Warenhandels Ges. M. b. H., 9020 Klagenfurt am Wörthersee	
19,00 % Rohprotein	0,55 % Phosphor
6,60 % Rohfett	0,49 % Methionin
3,50 % Rohfaser	1,06 % Lysin
6,60 % Rohasche	0,16 % Natrium
0,75 % Calcium	12,70 MJ ME/kg

## 2.6 Messtechnik

Während der Versuchsdurchgänge wurden in beiden Abteilen jeweils die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit und der Ammoniakgehalt kontinuierlich erfasst. Im Außenbereich (Hintergrund) erfolgte zusätzlich die Messung der Ammoniakgehalte. Die Wiegung der Tiere, zur Erfassung der Mastleistung, erfolgte manuell zu Beginn jedes Durchgangs am Tag der Einstellung und in der Folge durch kontinuierlich aufzeichnende, automatische Wiegesysteme. Die Gewichte wurden am 10., 17., 24 und 31. Masttag, sowie zu Versuchsende, ergänzend manuell protokolliert. An den genannten Tagen (außer am Tage der Ausstallung) erfolgte jeweils in den Abluftkaminen die Probenziehung zur geruchstechnischen Untersuchung am Olfaktometer. Nach Beendigung jedes Durchgangs wurde pro Abteil eine Mistprobe (Mischprobe, von mehreren unterschiedlichen Stellen) aus den Versuchs- und Kontrollbuchten, sowie eine Probe der eingesetzten Futtermittel zur Analyse an das anstaltseigene Laboratorium übermittelt. Die in den Mastabteilen eingesetzte Messtechnik (siehe nachfolgende Auflistung), wird jährlich den erforderlichen Kalibrationen unterzogen:

- Temperatur- und Feuchtemessung: *testo-Saveris™ Funkfühler plus*
- Messung der Ammoniakkonzentrationen: *INNOVA 1412 Multi Gas Monitoring Instrument, LumaSense Technologies*
- Ermittlung der Geruchsstoffkonzentration: *Olfaktometer TO 8, Olfasense*
- Ermittlung des Luftvolumenstroms: *ZAsen* (Software zur Steuerung von Ventilatoren der Fa. Ziehl-Abegg) und via Eichkurve, erstellt durch RLT-Messung der Abluftgeschwindigkeit mittels *testo 480*

### ad Messung der Geruchsstoffkonzentration

Die Olfaktometrie ist ein wirkungsbezogenes Messverfahren bei dem die (Reiz-)Wirkung eines dargebotenen Geruches auf ein normativ zusammengestelltes Probandenkollektiv ermittelt wird. Ziel ist es, die Stärke der Geruchsbelästigung (Geruchsstoffkonzentration), verursacht durch eine definierte Probenluft (hier: Luftproben aus den Abluftkaminen der Versuchs- und Kontrollabteile), festzustellen. Gebräuchlich ist die Angabe der Messergebnisse in Geruchseinheiten pro Kubikmeter (GE/m<sup>3</sup>). Um die empfundenen Unterschiede in der Geruchswahrnehmung im Rahmen der Probenanalyse besser darzustellen (das Geruchsempfinden ist dabei eine logarithmische Funktion der Geruchsstoffkonzentration), empfiehlt sich zusätzlich die Ausweisung als Geruchspegel dB<sub>od</sub> (Geruchsdezibel); das

menschliche Riechorgan kann Geruchsstoff-Konzentrationsunterschiede im Bereich von 3 dB<sub>od</sub> gerade noch unterscheiden.

Die Durchführung der Olfaktometrie erfolgt gemäß ÖNORM EN 13725 (April 2006), VDI 3884 Blatt 1 (Februar 2015) sowie der VDI 3880 (Oktober 2011).

Die Untersuchung der Geruchsstoffkonzentrationen erfolgt vier Mal im Verlauf eines Mastdurchganges; pro Untersuchungstag werden jeweils zwei Luftproben aus dem Versuchs- und dem Kontrollabteil (aus dem Abluftkamin) gezogen. Die unter Pkt. 3 dargelegten Ergebnisse stellen jeweils den Mittelwert aus den beiden gezogenen Proben dar.

## 2.7 Eckdaten der Versuchsdurchgänge

In Ergänzung zu den oben erläuterten Versuchsspezifikationen des Projektes erfolgt nachstehend die Darlegung wichtiger Versuchseckdaten der zwei Mastversuche (Durchgänge DGE31 – DGE32) in Kooperation mit der Fa. Green Innovation.

Die Anzahl der Ausfälle während der Mastdurchgänge DGE31 und DGE32 betragen in den Kontrollabteilen 9 – 22 Tiere und 13 - 23 Tiere in den Versuchsabteilen. Insgesamt waren über die beiden Durchgänge in den Kontrollabteilen 31 (7,3 %) und in den Versuchsabteilen 36 (8,5 %) Ausfälle an Tieren zu verzeichnen.

### DGE31 – Green Innovation I

- Versuchsabteil: WEST (23 Ausfälle)
- Kontrollabteil: OST (9 Ausfälle)
- Versuchsbeginn & Ende: 12.10. – 17.11.2020
- Mastdauer: 36 Tage

### DGE32 – Green Innovation II

- Versuchsabteil: OST (13 Ausfälle)
- Kontrollabteil: WEST (22 Ausfälle)
- Versuchsbeginn & Ende: 08.02. – 12.03.2021
- Mastdauer: 32 Tage

Im Fokus der versuchsmäßigen Fragestellungen stehen die Auswirkungen des Ergänzungsfuttermittels *PhytOxal* von Green Innovation (im Vergleich zum Kontrollfutter ohne Zusatz) auf das Stallklima (Lufttemperatur und Luftfeuchte), auf die Ammoniakemissionen und die Geruchsstoffkonzentration in der Abluft sowie auf die biologischen Parameter tägliche Zunahme, Mastendgewicht und Futterverwertung (Ausfälle miteinbezogen). Gemäß Green Innovation haben vorausgegangene wissenschaftliche Forschungen neben antioxidativen, antibakteriellen und entzündungshemmenden Wirkungen auch positive Effekte auf die Verdauung gezeigt.

Entsprechend der Wiegeperioden und der Tage der Geruchsanalysen erfolgt die Darlegung der Ammoniak- und Geruchsemissionen getrennt, in vier bis fünf Abschnitte je Mastdurchgang, sowie als Mittelwerte über die gesamte Mastdauer.

Ergänzend wurden die eingesetzten Futtermittel einer Weender-Analyse im dienststelleneigenen Labor unterzogen und eine Untersuchung der Fleischqualität aus einem Mastdurchgang (DGE31) vorgenommen. In den – jeweils am Versuchsende – gezogenen Festmist-Sammelproben je Bucht und Abteil erfolgte die Bestimmung von Trockenmasse, Asche, Stickstoff, Ammonium-Stickstoff, pH-Wert, Kalzium, Magnesium, Kalium, Phosphor, Natrium, Mangan, Eisen, Kupfer und Zink (in Form einer Mischprobe von mehreren Stellen).

Gemäß Geflügelhygieneverordnung 2007 sind vor der Schlachtung Stiefeltupferproben aus den Buchten bzw. den Stallabteilen zu entnehmen; die bakteriologische Untersuchung auf Salmonellen erfolgte an der akkreditierten Prüfstelle der Universitätsklinik für Geflügel und Fische, an der Veterinärmedizinischen Universität Wien.

# 3 Ergebnisse

Nachstehend werden – entsprechend dem Projektfokus – die Ergebnisse der Ammoniak- und Geruchsstoffkonzentrationsmessungen in der Abluft (inklusive Berechnung der Emissionsfaktoren), die Stallklima-Parameter (Lufttemperatur und -feuchte) sowie die Leistungsdaten aus den zwei Versuchsdurchgängen dargelegt. Die zusätzlich durchgeführten laborchemischen Analysen (Futtermittel, Fleischqualität und Kotproben) finden sich im Anhang.

Bei den numerischen Detailauswertungen der Ammoniak-Messungen aus den Abluftkaminen wurden jeweils die Hintergrundkonzentration des Versuchstandortes Gumpenstein in Abzug gebracht.

## 3.1 DGE31 – Green Innovation I

### 3.1.1 Temperatur und Luftfeuchte – DGE31

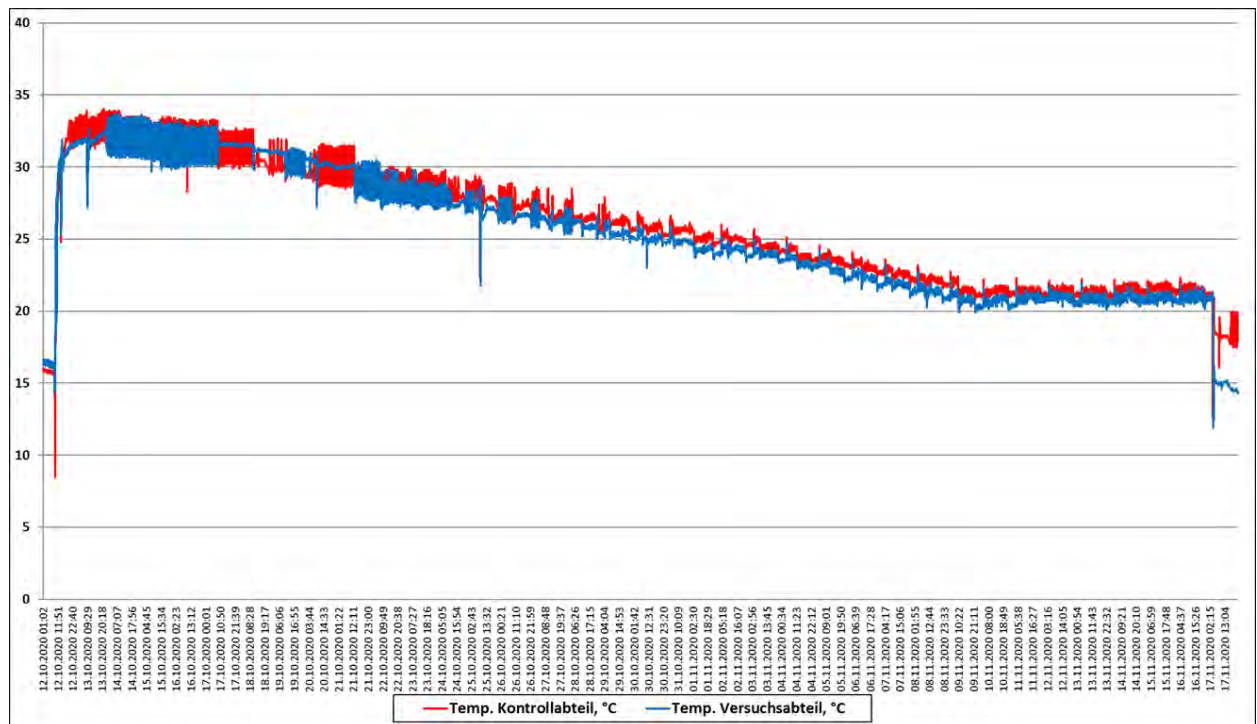


Abbildung 2: Temperaturverlauf im Versuchs- und Kontrollabteil, DGE31



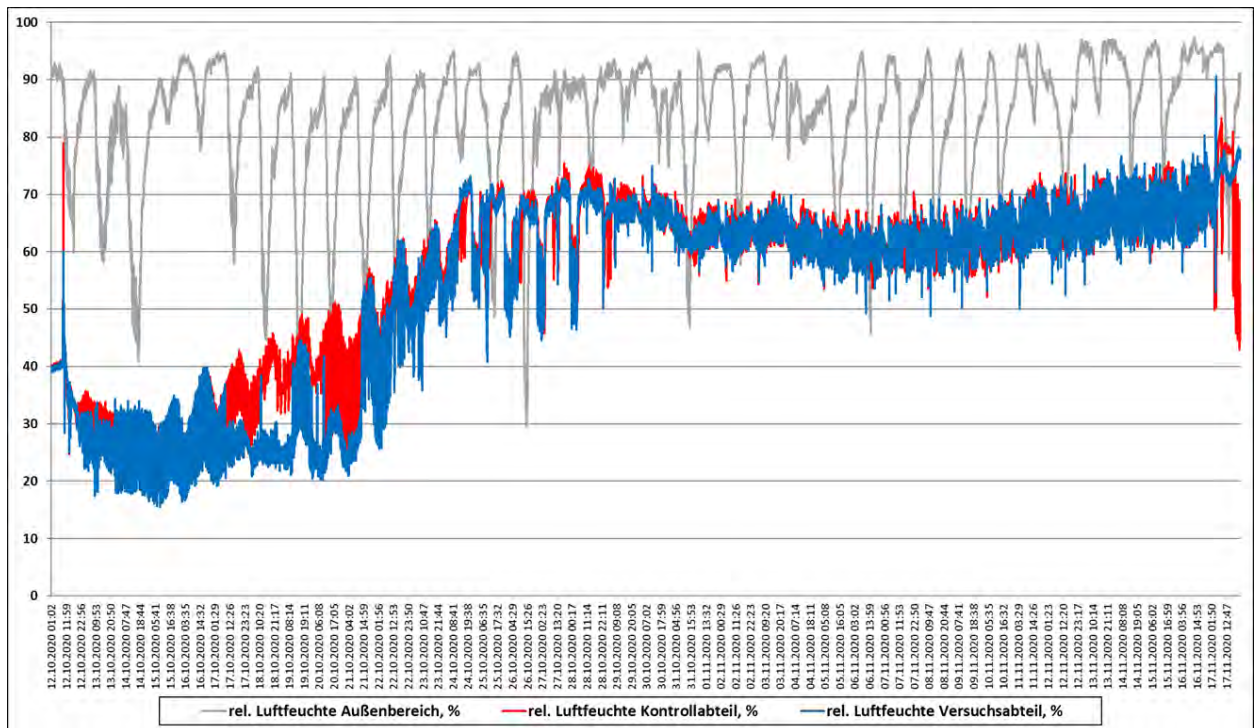


Abbildung 3: Luftfeuchte im Versuchs- und Kontrollabteil sowie im Außenbereich, DGE31

### 3.1.2 Ammoniak – DGE31

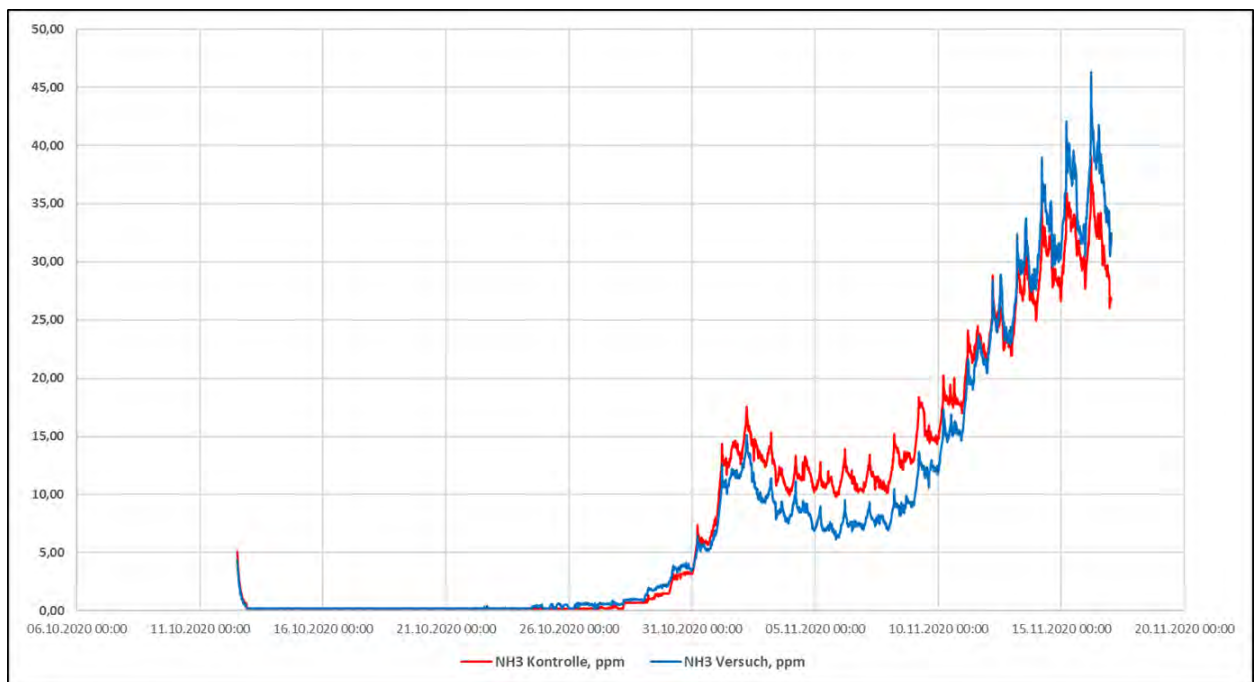


Abbildung 4: NH<sub>3</sub>-Konzentration in der Abluft des Versuchs- und Kontrollabteils, DGE31

Tabelle 4: Ammoniakkonzentrationen in der Abluft, Versuchs- und Kontrollabteil (die Außenbereichskonzentration wurde abgezogen), DGE31

Versuchsabschnitt	VERSUCH NH <sub>3</sub> in ppm	KONTROLLE NH <sub>3</sub> in ppm
(1) 12.10. – 22.10.2020	0,2	0,3
(2) 23.10. – 29.10.2020	0,7	0,4
(3) 30.10. – 05.11.2020	8,0	10,0
(4) 06.11. – 12.11.2020	13,8	16,4
(5) 13.11. – 17.11.2020	33,5	30,1
<b>MW Gesamt DGE31</b>	<b>8,3</b>	<b>8,8</b>

Tabelle 5: NH<sub>3</sub>-Emissionen pro kg Zunahme pro Tier (durchschnittlicher Gewichtszuwachs von 1.700g), pro Jahr und Tierplatz (7 Umtriebe), Versuchs- und Kontrollabteil, DGE31

	VERSUCH	KONTROLLE
NH <sub>3</sub> Emissionen g/kg Zunahme	1,17	1,36
NH <sub>3</sub> Emissionen g/Tier 1700 g	1,98	2,32
NH <sub>3</sub> Emissionen kg/Tierplatz/Jahr	0,014	0,016

### 3.1.3 Olfaktometrie – DGE31

Die Ermittlung der Geruchsstoffkonzentrationen erfolgten am 22.10. (Masttag 10) und 29.10.2020 (Masttag 17); die für die Masttage 24 und 31 geplanten Geruchsstoffanalysen mussten auf Grund vorbeugend zu treffender Corona-Maßnahmen abberaumt werden.

Tabelle 6: Geruchsstoffkonzentration in der Abluft des Versuchs- und Kontrollabteils, DGE31

Messtag	VERSUCH GE/m <sup>3</sup>	VERSUCH dB <sub>od</sub>	KONTROLLE GE/m <sup>3</sup>	KONTROLLE dB <sub>od</sub>
22.10.2020	452	26,6	1199	30,8
29.10.2020	724	28,6	725	28,6
Ausfall (Coronapräv.)	-	-	-	-
Ausfall (Coronapräv.)	-	-	-	-
<b>MW Gesamt DGE31</b>	<b>588</b>	<b>27,7</b>	<b>962</b>	<b>29,8</b>

Tabelle 7: Geruchsemissionen des Versuchs- und Kontrollabteils, DGE31

	VERSUCH	KONTROLLE
Emissionen Periode 1, GE/s*GVE	37	100
Emissionen Periode 2, GE/s*GVE	56	62
Emissionen Periode 3, GE/s*GVE	-	-
Emissionen Periode 4, GE/s*GVE	-	-
<b>MW GE/s*GVE</b>	<b>56</b>	<b>101</b>

### 3.1.4 Leistungsdaten – DGE31

Tabelle 8a: Leistungsdaten der Tiere, Versuchsabteil DGE31

	WEST Versuch	
	Bucht 3	Bucht 4
MW tägl. Zunahme, in g	61,9	62,9
Futtermittelnverwertung	1,63	1,58
Mittleres Schlachtgewicht in g, pro Tier	2273	2305

Tabelle 8b: Leistungsdaten der Tiere, Kontrollabteil DGE31

	OST Kontrolle	
	Bucht 1	Bucht 2
MW tägl. Zunahme, in g	62,4	62,6
Futtermittelnverwertung	1,57	1,56
Mittleres Schlachtgewicht in g, pro Tier	2292	2300

## 3.2 DGE32 – Green Innovation II

### 3.2.1 Temperatur und Luftfeuchte – DGE32

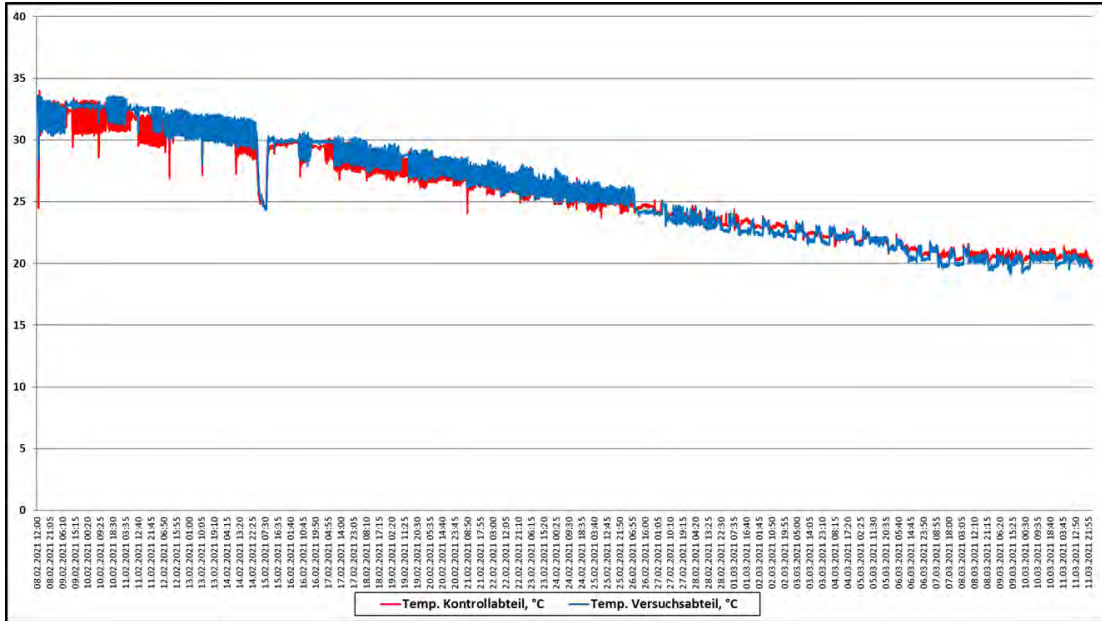


Abbildung 5: Temperaturverlauf im Versuchs- und Kontrollabteil, DGE32

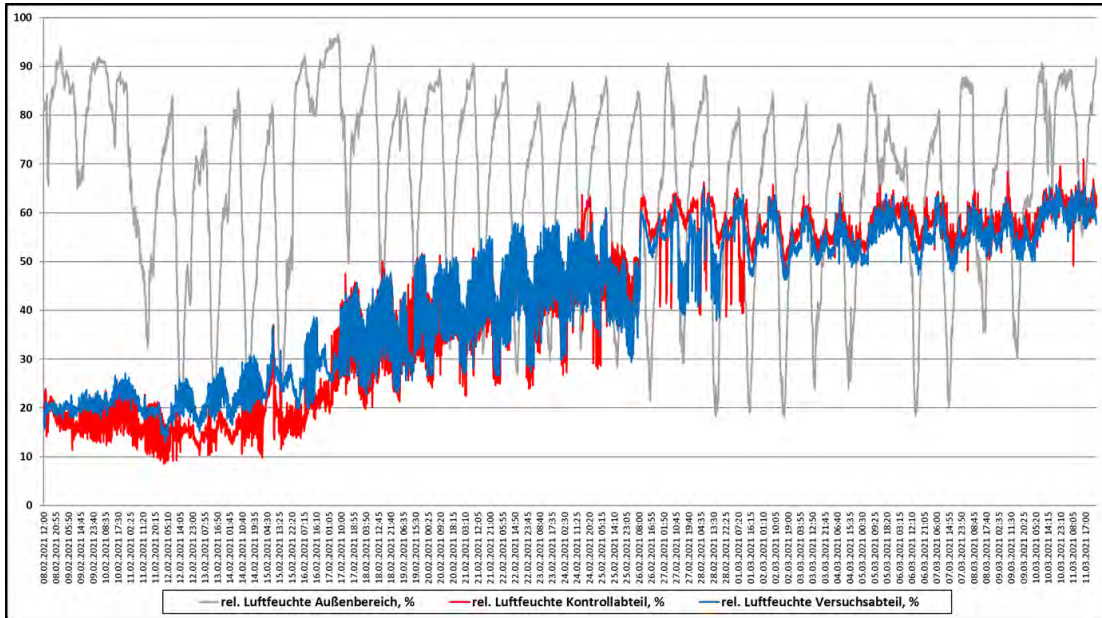


Abbildung 6: Luftfeuchte im Versuchs- und Kontrollabteil sowie im Außenbereich, DGE32

### 3.2.2 Ammoniak – DGE32

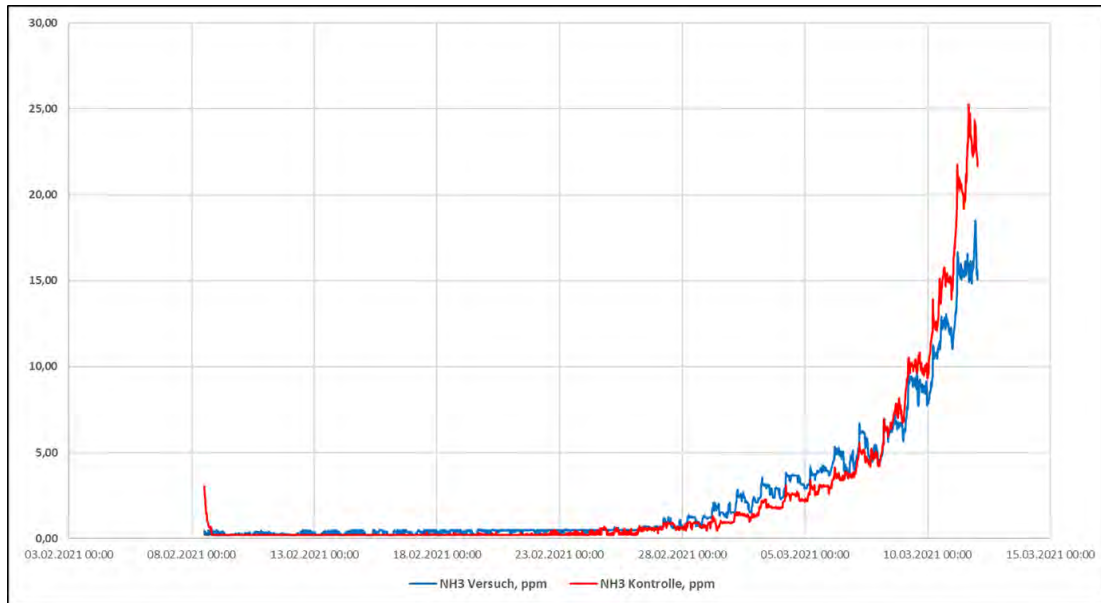


Abbildung 7: NH<sub>3</sub>-Konzentration in der Abluft des Versuchs- und Kontrollabteils, DGE32

Tabelle 9: Ammoniakkonzentrationen in der Abluft, Versuchs- und Kontrollabteil (die Außenbereichskonzentration wurde abgezogen), DGE32

Versuchsabschnitt	VERSUCH NH <sub>3</sub> in ppm	KONTROLLE NH <sub>3</sub> in ppm
(1) 08.02. – 18.02.2021	0,3	0,2
(2) 19.02. – 25.02.2021	0,5	0,3
(3) 26.02. – 04.03.2021	1,7	1,2
(4) 05.03. – 12.03.2021	7,8	8,9
<b>MW Gesamt DGE32</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>

Tabelle 10: NH<sub>3</sub>-Emissionen pro kg Zunahme pro Tier (durchschnittlicher Gewichtszuwachs von 1.700g), pro Jahr und Tierplatz (7 Umtriebe), Versuchs- und Kontrollabteil, DGE32

	VERSUCH	KONTROLLE
NH <sub>3</sub> Emissionen g/kg Zunahme	0,42	0,36
NH <sub>3</sub> Emissionen g/Tier 1700 g	0,72	0,61
NH <sub>3</sub> Emissionen kg/Tierplatz/Jahr	0,005	0,004

### 3.2.3 Olfaktometrie – DGE32

Im Versuchsdurchgang DGE32 fanden die Analysen der Geruchsproben aus den Abluftkaminen des Versuchs- und Kontrollabteils an folgenden Tagen statt: 18.02. (Masttag 10), 25.02. (Masttag 17), 04.03. (Masttag 24) und 11.03.2021 (Masttag 31).

Tabelle 11: Geruchsstoffkonzentration in der Abluft des Versuchs- und Kontrollabteils, DGE32

Messtag	VERSUCH GE/m <sup>3</sup>	VERSUCH dB <sub>od</sub>	KONTROLLE GE/m <sup>3</sup>	KONTROLLE dB <sub>od</sub>
18.02.2021	123	20,9	164	22,1
25.02.2021	340	25,3	235	23,7
04.03.2021	204	23,1	211	23,3
11.03.2021	548	27,4	770	28,9
<b>MW Gesamt DGE32</b>	<b>304</b>	<b>24,8</b>	<b>345</b>	<b>25,4</b>

Tabelle 12: Geruchsemissionen des Versuchs- und Kontrollabteils, DGE32

	VERSUCH	KONTROLLE
Emissionen Periode 1, GE/s*GVE	11	14
Emissionen Periode 2, GE/s*GVE	35	21
Emissionen Periode 3, GE/s*GVE	23	20
Emissionen Periode 4, GE/s*GVE	69	85
<b>MW GE/s*GVE</b>	<b>32</b>	<b>33</b>

### 3.2.4 Leistungsdaten – DGE32

Tabelle 13a: Leistungsdaten der Tiere, Versuchsabteil DGE32

	OST Versuch	
	Bucht 1	Bucht 2
MW tägl. Zunahme, in g	53,0	55,8
Futtermittlungsleistung	1,54	1,43
Mittleres Schlachtgewicht in g, pro Tier	1737	1825

Tabelle 13b: Leistungsdaten der Tiere, Kontrollabteil DGE32

	WEST Kontrolle	
	Bucht 3	Bucht 4
MW tägl. Zunahme, in g	55,0	57,0
Futtermittlungsleistung	1,52	1,44
Mittleres Schlachtgewicht in g, pro Tier	1801	1866

# 4 Zusammenfassung

In der Abwicklung und Durchführung der Versuchsdurchgänge DGE31 und DGE32 in den Geflügelstallungen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein fanden die 2011 begonnenen, umfangreichen Emissionsuntersuchungen im Mastgeflügelbereich eine Fortsetzung. Die aktuellen Versuchsreihen wurden in Kooperation mit der Fa. Green Innovation durchgeführt; untersucht wurde ein dreiphasiges Versuchsfutter dem das Ergänzungsfuttermittel *PhytOxal* zugesetzt wurde, im Vergleich mit einem praxisüblichen, dreiphasigen Futtermittel.

Der Projektfokus von *EmiProt III* richtet sich – als Folgeprojekt von *EmiProt I und EmiProt II* – ebenso auf die potentiellen Auswirkungen des eingesetzten Versuchs-Futtermittels auf das Stallklima (Lufttemperatur und Luftfeuchte), auf die Ammoniakemissionen, auf die Geruchsstoffkonzentrationen sowie auf die biologischen Parameter (tägliche Zunahme, Futtermittelverwertung und Mastendgewicht). In zwei Versuchsabteilungen werden jeweils das Versuchsfutter mit einem Kontrollfutter verglichen.

Untenstehend erfolgt eine abschließende Zusammenschau der beiden Green Innovation-Versuchsdurchgänge mit Fokus auf ausgewählte Parameter.

Die zusätzlich bei jedem Mastdurchgang durchgeführten Untersuchungen der eingesetzten Futtermittel (eine Charge für beide Durchgänge), der Fleischqualität (nur in DGE31) und der Kotproben werden im Anhang gelistet.

## 4.1 Temperatur und Luftfeuchte

Die Temperaturkurven der Versuchs- und Kontrollabteile während der Mastdurchgänge DGE31 und DGE32 zeigen gute Übereinstimmung. Auch der Verlauf der relativen Luftfeuchte in den beiden Abteilen ist weitestgehend kongruent; auf (in den Kurven) sichtbare Unterschiede wurde regeltechnisch mit einer Anpassung der Lüftraten reagiert. Im Verlauf der Mastdurchgänge wurden so vergleichbare Bedingungen für die Versuchs- und Kontrollgruppen sichergestellt.



## 4.2 Ammoniak

Wie unter Pkt. 2.7 erläutert, erfolgt die Ausweisung der Ammoniakemissionen als Mittelwert, getrennt in vier bis fünf Abschnitte je Mastdurchgang sowie als Gesamtdurchschnittswert.

Tabelle 14: Mittelwerte der Ammoniakemissionen je Messabschnitt in der Abluft der Versuchs- und Kontrollabteile plus Gesamtdurchschnittsbetrachtung über die Versuchsdurchgänge

	Abschnitt 1 NH <sub>3</sub> /ppm	Abschnitt 2 NH <sub>3</sub> /ppm	Abschnitt 3 NH <sub>3</sub> /ppm	Abschnitt 4 NH <sub>3</sub> /ppm	Abschnitt 5 NH <sub>3</sub> /ppm	MW NH <sub>3</sub> /ppm
Kontrolle	0,3	0,4	5,6	12,7	30,1	9,8
Versuch	0,3	0,6	4,9	10,8	33,5	10,0

Die mittleren Ammoniakemissionen erreichen max. 30,1 ppm in der Kontroll- und max. 33,5 ppm in der Versuchsgruppe. Diese Maximalwerte repräsentieren die Mittelwerte des letzten Versuchsabschnitts (5 Tage) des ersten Mastversuchs DGE31, Mitte November 2020. Die Gesamtdurchschnittsbetrachtung weist in den Versuchsabteilen eine um 0,2 ppm gering erhöhte Ammoniakkonzentration im Vergleich zur Kontrollgruppe auf.

Tabelle 15: Ammoniakemissionen pro kg Zunahme pro Tier (normiert auf einen durchschnittlichen Gewichtszuwachs von 1.700g je Mastdurchgang), pro Jahr und Mastplatz, Versuchs- und Kontrollabteile, über die beiden Mastdurchgänge

Mastversuch	Versuch NH <sub>3</sub> -Emissionen kg/Tierplatz/Jahr	Kontrolle NH <sub>3</sub> -Emissionen kg/Tierplatz/Jahr
DGE31	0,014	0,016
DGE32	0,005	0,004
Gesamt - MW	0,009	0,010

Bezieht man die mittleren Abluftvolumenströme (Luftraten) der jeweiligen Mastversuchsreihe in die Emissionsbetrachtung mit ein, ergeben sich daraus die NH<sub>3</sub>-Emissionsfaktoren in Tabelle 15 (NH<sub>3</sub>-Emissionen in kg/Tierplatz/Jahr); dargelegt als Mittelwerte je Durchgang und als Durchschnitt über die beiden Mastdurchgänge für die Versuchs- und Kontrollgruppe. Bei dieser, auf ein Kalenderjahr bezogenen Betrachtung zeigt sich, sowohl für die Versuchs- als

auch die Kontrollgruppe, ein äußerst geringes Ammoniak-Emissionsniveau von 9 g bzw. 10 g pro Tierplatz und Jahr.

### 4.3 Olfaktometrie

Tabelle 16: Auswertung der Geruchsemissionen je Messabschnitt in der Abluft der Versuchs- und Kontrollabteile plus Gesamtdurchschnittsbetrachtung über beide Versuchsdurchgänge

	Abschnitt 1 Geruch GE/m <sup>3</sup>	Abschnitt 2 Geruch GE/m <sup>3</sup>	Abschnitt 3 Geruch GE/m <sup>3</sup>	Abschnitt 4 Geruch GE/m <sup>3</sup>	MW Geruch GE/m <sup>3</sup>
Kontrolle	681	480	211	770	653
Versuch	287	532	204	548	446

Die Auswertung der Geruchsstoffkonzentrationen in den Abluftkaminen wurde je Mastdurchgang vier Mal durchgeführt (1x pro Woche, ab der 2. Mastwoche). Die Mittelwerte aus diesen Abschnitten (1 – 4), sowie der Mittelwert über die gesamten Mastdurchgänge sind in Tabelle 16 dargelegt. Im Gesamtdurchschnitt zeigen sich mit 446 GE/m<sup>3</sup> deutlich geringere Geruchsemissionskonzentrationen in den Versuchsgruppen.

Anmerkung: Aufgrund der coronabedingten Stornierung der Olfaktometrie in den Abschnitten 3 und 4 in DGE31 ergibt die Mittelwertbildung der Werte in Tabelle 16 (Abschnitte 1 – 4) nicht die dargelegten Ergebnisse der Mittelwerte. Die Mittelwertbildung erfolgte aus den resultierenden mittleren Geruchsstoffkonzentrationen der Tabellen 6 und 11.

Tabelle 17: Geruchsemissionsfaktoren der einzelnen Mastdurchgänge in den Versuchs- und Kontrollabteilen sowie Durchschnittsbetrachtung über beide Mastdurchgänge

Mastversuch	Versuch GE/s*GVE	Kontrolle GE/s*GVE
DGE31	56	101
DGE32	32	33
Gesamt - MW	44	67

Aus den Geruchsstoffkonzentrationen (Olfaktometrie), unter Miteinbeziehung der Abluftvolumenströme, ermitteln sich die Geruchsemissionsfaktoren in Tabelle 17; diese bilden die

Basis von Geruchsausbreitungsberechnungen und sind ein direktes Maß für die Höhe der Geruchsemissionen die in die Umgebung abgegeben werden. Über die beiden Mastdurchgänge zeigt die Versuchsgruppe eine im Mittel 34 % reduzierte Geruchsemissionsfracht.

#### 4.4 Leistungsdaten

Die unter den Pkt. 3.1.4 und 3.2.4 dargelegten Leistungsdaten der Versuchsdurchgänge DGE31 und DGE32 werden nachfolgend einer zusammenfassenden Betrachtung unterzogen:

Tabelle 18: Leistungsdaten der Tiere aus den Versuchs- und Kontrollabteilungen im Mittel über die beiden abgehaltenen Mastdurchgänge

	tägl. Zunahmen (g)	Futtermittelerwertung	Schlachtgewicht (g)
Kontrolle	59,3	1,52	2065
Versuch	58,4	1,55	2035

Hinsichtlich der biologischen Parameter (mittlere tägliche Zunahmen, mittlere Futtermittelerwertung unter Miteinbeziehung der Ausfälle und mittleres Schlachtgewicht), betrachtet über die zwei Versuchs-Mastdurchgänge, zeigt sich ein gering positives Ergebnis in der Kontrollgruppe.

## 4.5 Sukkus

Die Emissionsfaktoren für Ammoniak und Geruch stellen das wesentliche Substrat zur Einschätzung der jeweiligen Verfrachtung – aus dem Stall in die Umgebung – dar.

Mit den ermittelten Ammoniakemissionen in kg pro Tierplatz und Jahr von 0,009 bzw. 0,010 in der Versuchs- und der Kontrollgruppe liegen Faktoren vor, die im untersten Bereich der in der Literatur genannten Werte rangieren. Zum Teil weisen frühere Studien (z. B. Keck, 2010) ungleich höhere Werte aus – auch die deutsche TA-Luft 2002 führt hier einen Ammoniak-Emissionsfaktor von 0,0486 kg NH<sub>3</sub> pro Tierplatz und Jahr an. Die gegenständlichen Ammoniak-Emissionsfaktoren sind mitunter die niedrigsten, die im Versuchsverlauf der letzten Jahre an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein registriert wurden.

Bei Betrachtung der mittleren Geruchs-Emissionsfaktoren zeigt sich folgendes Bild: Mit 44 GE/s/GVE (Geruchseinheiten pro Sekunde pro Großvieheinheit) im Versuch und 67 GE/s/GVE in der Kontrolle weisen beide Gruppen sehr niedrige Emissionsfaktoren auf. Die Publikation „Geruchsemissionen aus Tierhaltungsanlagen“ empfiehlt für Masthühner bei dreiphasigem Fütterungsregime einen Faktor von 180 GE/s/GVE (Öttl et. al, 2018). Der mittlere Geruchsemissionsfaktor der Versuchsgruppen liegt um 34 % unter jenen der Kontrollgruppen.

Die Auswertung der biologischen Leistung fällt bei den betrachteten Parametern tägl. Zunahmen, Futtermittelverwertung und Schlachtgewicht leicht positiv zu Gunsten der Kontrollgruppe aus. Hervorzuheben ist die gute mittlere Futtermittelverwertung, sowohl in der Versuchs- (1,55) als auch in der Kontrollgruppe (1,52). Die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft führt für eine Mastdauer von 32 – 35 Tagen, eine Futtermittelverwertung von 1,65 als kennzeichnend an (Berk, 2017).

# 5 Literaturverzeichnis

BARTELT, J. (2003): Rohproteinreduzierung im Geflügelfutter - Möglichkeiten und Grenzen, Lohmann Information, Okt.- Dez. 2003 4/2003

BERGFELD, U. et al (2004): Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen. Abschlussbericht zum Gemeinschaftsprojekt der Landesanstalten für Landwirtschaft der Freistaaten Bayern, Sachsen und Thüringen, Schriftenreihe Landwirtschaft und Landschaftspflege in Thüringen Heft 9 / 2004

BERK, J. et al (2017): Haltung von Masthühnern, Haltungsansprüche – Fütterung – Tiergesundheit. DLG-Merkblatt 406. DLG e. V. Fachzentrum Landwirtschaft, Eschborner Landesstraße 122, 60489 Frankfurt am Main

EUROPÄISCHE KOMMISSION, Generaldirektion Umwelt (2006): Leitfaden für die Durchführung des Europäischen PRTR, 31. Mai 2006

GRIMM, E. (2010): Genehmigungsrechtliche Fragen zukunftsfähiger Tierhaltungsstandorte - Immissionsschutzrechtliche Aspekte. KTBL Darmstadt, ALB Hessen -Baulehrschau am Landwirtschaftszentrum Eichhof, Bad Hersfeld, 24.3.2010

KRDL - Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN- Normenausschuss (1986): 10. VDI-Richtlinie Emissionsminderung Tierhaltung – Hühner (VDI 3472). König/Roeser/Stock, BauNVO, 2. Auflage 2003

KECK, M. (2011): Ammoniak-Emissionen und Ansätze zur Minderung. Vortrag im Rahmen des AGRIDEA – Aviforum, 06.04.2011, Zollikofen. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

KROPSCH, M., ZENTNER, E. et al (2016): Geruchs- und Ammoniakemissionen unterschiedlicher Rationen aus der Jung- und Legehennenhaltung, Geflügel- und Putenmast, Abschlussbericht zum DaFNE Projekt 101024/1 (EmiProt), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

KROPSCH, M., ZENTNER, E. et al (2020): Emissionen aus Broilermast & Larvenzucht, Teil-Abschlussbericht zum DaFNE Projekt 101373/1 (Insektenlarven), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

KROPSCH, M., ZENTNER, E. et al (2020): Geruchs- und Ammoniakemissionen aus der Geflügelhaltung unter Anwendung unterschiedlicher Emissionsminderungsstrategien, Abschlussbericht zum DaFNE Projekt 101214/1 (EmiProt II), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

KTBL-Schrift 446 (2006): Nationaler Bewertungsrahmen: Methode zur Bewertung von Tierhaltungsanlagen hinsichtlich Umweltwirkungen und Tiergerechtigkeit. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. Darmstadt

KTBL-Schrift 449 (2006): Emissionen der Tierhaltung. KTBL Tagung vom 5. bis 7. Dezember 2006, Bildungszentrum Kloster Banz. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. Darmstadt

LIPPMANN, J. (2007): Untersuchungen zur Wirksamkeit emissionsmindernder Maßnahmen bei alternativen Legehennenhaltungsverfahren zur Reduzierung der Gase, Stäube und Keimbelastung. Emissionsminderung in der Legehennenhaltung. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 3/2007

MANNEBECK, D. (2007): Olfaktometrische Messverfahren nach DIN EN 13725:2003. VDI Wissensforum, Seminar in Schwetzingen, 08.-09. Mai 2007

ÖTTL, D. (2017a): Documentation of the Lagrangian Particle Model GRAL (Graz Lagrangian Model) Vs. 17.9, Bericht Nr. Lu-01-2017 Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik, Referat Luftreinhaltung, Amt der Steiermärkischen Landesregierung

ÖTTL, D. (2017b): Documentation of the prognostic mesoscale model GRAMM (Graz Mesoscale Model) Vs. 17.1, Bericht Nr. Lu-02-2017, Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik, Referat Luftreinhaltung, Amt der Steiermärkischen Landesregierung

ÖTTL, D., KROPSCH, M., ZENTNER, E., BACHLER, G. und POLLET, A. (2018): Geruchsemissionen aus Tierhaltungsanlagen. Bericht Nr. Lu-06-2018. Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik, Referat Luftreinhaltung, Amt der Steiermärkischen Landesregierung

ÖTTL, D. et al (2018): Richtlinie zur Beurteilung von Geruchsimmissionen, Bericht Nr. Lu-08-2018, Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik, Referat Luftreinhaltung, Amt der Steiermärkischen Landesregierung

PIRINGER, M. und G. SCHAUBERGER (2005): Geruch - Emission, Ausbreitung, Immission, Bewertung. Interessengemeinschaft Geruch (igG), Pressegespräch 26. September 2005

SCHMAUZ, S. (2010): Methan- und Distickstoffoxid-Emissionen. In: Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Dezember 2010

TLUG - Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (2004): Emissionen von Ammoniak und Staub aus Tierhaltungsanlagen. Kooperationsprojekt „Evaluierung alternativer Haltungsverfahren für Legehennen“, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)

VDI-RICHTLINIE 3894 Blatt1 (2011): Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen. Haltungsverfahren und Emissionen Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL. Beuth Verlag GmbH, Berlin

ZENTNER, E. et al (2014): Einflüsse unterschiedlicher Futtermittelrationen auf Emissionen aus der Geflügelhaltung. Abschlussbericht zum DaFNE Projekt 100751/1, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

# Anhänge

## A1 Futtermittelanalysen

Tabelle A1: Analysenergebnisse bezogen auf TM = 1000g, Versuchs- und Kontrollfutter

Geflügelmastfutter Green Innovation									
Bezogen auf TM = 1000g									
Nummer	TM [g/kg]	RP [g/kg TM]	RFA [g/kg TM]	RFE [g/kg TM]	Asche [g/kg TM]	Ca [g/kg TM]	Mg [g/kg TM]	K [g/kg TM]	P [g/kg TM]
99	922,4	245,3	33,2	68,1	68,9	8,9	2,4	10,0	7,2
100	923,0	235,8	36,1	68,2	70,3	10,0	2,6	10,7	7,7
101	920,7	223,8	34,6	72,4	60,5	9,3	2,3	9,6	6,7
102	920,2	208,9	26,8	79,0	57,7	8,5	2,5	9,5	6,7
103	920,2	209,7	37,3	75,8	56,8	8,9	2,4	8,9	6,2
104	921,0	213,0	39,1	76,0	55,0	8,3	2,4	9,3	6,3

Nummer	Na [mg/kg TM]	Zn [mg/kg TM]	Mn [mg/kg TM]	Cu [mg/kg TM]	Fe [mg/kg TM]	Legende
99	1380,6	164,2	161,5	22,9	314,6	Kükenstarter - Versuch
100	1528,7	176,1	162,5	24,9	316,7	Kükenstarter - Kontrolle
101	1315,3	151,5	132,5	22,0	266,2	Hühnermastfutter 1 - Versuch
102	1269,8	166,8	150,5	19,2	235,1	Hühnermastfutter 1 - Kontrolle
103	1637,1	176,6	165,2	20,6	242,1	Hühnermastfutter 2 - Versuch
104	1635,7	166,1	159,1	21,1	217,1	Hühnermastfutter 2 - Kontrolle



## A2 Kotanalysen

Tabelle A2: Analysenergebnisse der Kotproben aus dem Versuchs- und Kontrollabteil, bezogen auf TM = 1000g, Mastdurchgang DGE31

Green Innovation I - Kotproben									
Bezogen auf TM = 1000g									
Nummer	TM [g/kg]	Asche [g/kg TM]	Ca [g/kg TM]	Mg [g/kg TM]	K [g/kg TM]	P [g/kg TM]	N [g/kg TM]	NH4-N [g/kg TM]	pH-Wert
105	900,3	139,0	17,8	8,5	28,3	12,9	32,2	3,5	8,4
106	904,0	133,4	17,1	7,7	25,2	11,8	34,6	3,9	8,1
Nummer	TM [g/kg]	Na [mg/kg TM]	Zn [mg/kg TM]	Mn [mg/kg TM]	Cu [mg/kg TM]	Fe [mg/kg TM]	Probe		
105	900,3	3274,6	613,2	587,6	76,0	746,7	KONTROLLE		
106	904,0	2771,2	535,4	524,4	64,9	722,9	VERSUCH		

Tabelle A3: Analysenergebnisse der Kotproben aus dem Versuchs- und Kontrollabteil, bezogen auf TM = 1000g, Mastdurchgang DGE32

Green Innovation II - Kotproben									
Bezogen auf TM = 1000g									
Nummer	TM [g/kg]	Asche [g/kg TM]	Ca [g/kg TM]	Mg [g/kg TM]	K [g/kg TM]	P [g/kg TM]	N [g/kg TM]	NH4-N [g/kg TM]	pH-Wert
107	790,7	136,4	16,2	6,7	24,7	10,5	39,0	4,3	8,1
108	835,1	128,6	15,2	7,1	24,1	10,8	34,8	3,8	8,3
Nummer	TM [g/kg]	Na [mg/kg TM]	Zn [mg/kg TM]	Mn [mg/kg TM]	Cu [mg/kg TM]	Fe [mg/kg TM]	Probe		
107	790,7	2500,2	489,4	510,9	64,2	708,7	Versuch		
108	835,1	2695,6	519,7	532,9	66,6	635,2	Kontrolle		

Die höheren N- und NH4-N Werte im Kot legen nahe, dass es in den Versuchsgruppen zu einer vermehrten Stickstoffausscheidung, im Vergleich zur Kontrolle, gekommen ist.

## A3 Fleischanalysen

Tabelle A4: Analysenergebnisse der Fleischproben aus dem Kontroll- und Versuchsabteil, bezogen auf TM = 1000g, Mastdurchgang DGE31

V/K	Beschreibung	TM [g/kg]	RFE [g/kg TM]	RA [g/kg TM]	RP [g/kg TM]	Ca [g/kg TM]	Mg [g/kg TM]	K [g/kg TM]	P [g/kg TM]	Na [mg/kg TM]	Zn [mg/kg TM]	Mn [mg/kg TM]	Cu [mg/kg TM]	Fe [mg/kg TM]
K	Bucht 1 / Tier 1	245,4	52,8	48,3	905,2	0,5	1,4	15,9	8,8	2148,1	24,0	1,4	1,3	26,9
K	Bucht 1 / Tier 2	255,9	79,7	44,9	879,0	0,4	1,3	14,6	8,0	2224,7	25,6	1,1	1,2	27,1
K	Bucht 1 / Tier 3	241,9	74,6	46,2	875,0	0,4	1,3	13,9	7,8	2565,8	28,2	1,2	1,2	29,1
K	Bucht 1 / Tier 4	249,7	20,6	47,1	928,5	0,4	1,4	14,3	8,5	2017,3	23,5	1,3	1,2	26,4
K	Bucht 2 / Tier 1	238,1	56,0	48,7	907,8	0,4	1,3	14,8	8,4	1937,3	27,7	1,0	1,1	21,6
K	Bucht 2 / Tier 2	245,6	43,8	51,6	924,2	0,3	1,1	13,8	6,8	1326,1	21,0	0,8	0,8	16,9
K	Bucht 2 / Tier 3	246,2	53,0	49,2	920,0	0,3	1,4	16,4	8,6	1805,4	25,7	1,2	0,8	21,0
K	Bucht 2 / Tier 4	244,7	65,6	48,6	901,3	0,3	1,0	13,3	6,5	1559,7	22,5	0,8	1,0	15,4
K	<b>MW Kontrolle</b>	<b>245,9</b>	<b>55,8</b>	<b>48,1</b>	<b>905,1</b>	<b>0,4</b>	<b>1,3</b>	<b>14,6</b>	<b>7,9</b>	<b>1948,1</b>	<b>24,8</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>	<b>23,0</b>
V	Bucht 3 / Tier 1	251,8	55,5	48,6	920,4	0,1	0,6	7,5	3,8	700,8	12,2	0,3	0,4	8,5
V	Bucht 3 / Tier 2	244,7	63,0	49,3	916,7	0,1	0,5	5,7	3,1	695,0	8,9	0,3	0,4	7,1
V	Bucht 3 / Tier 3	244,0	73,3	49,0	887,4	0,4	1,2	16,3	8,3	2189,9	27,1	1,0	1,1	28,9
V	Bucht 3 / Tier 4	241,1	32,5	49,7	927,4	0,4	1,4	16,2	8,8	1901,3	31,1	1,1	0,9	24,1
V	Bucht 4 / Tier 1	242,8	51,9	50,4	917,7	0,3	1,5	15,4	8,8	1799,2	29,6	1,1	0,9	23,4
V	Bucht 4 / Tier 2	240,6	40,0	50,1	925,6	0,3	1,4	15,0	8,8	1722,8	31,0	1,1	0,8	23,3
V	Bucht 4 / Tier 3	248,4	33,9	54,6	938,8	0,3	1,4	16,5	8,6	1600,0	24,0	0,9	0,8	20,8
V	Bucht 4 / Tier 4	227,8	65,8	52,2	965,0	0,4	1,4	17,5	9,0	2256,4	28,5	1,0	0,9	24,8
V	<b>MW Versuch</b>	<b>242,6</b>	<b>52,0</b>	<b>50,5</b>	<b>924,9</b>	<b>0,3</b>	<b>1,2</b>	<b>13,8</b>	<b>7,4</b>	<b>1608,2</b>	<b>24,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>20,1</b>

Tabelle A5: Fettsäureanalysen der Fleischproben aus dem Kontroll- und Versuchsabteil, Werte angegeben in Prozent bzw. Verhältnis, Mastdurchgang DGE31

V/K	Beschreibung	SFA [%]	MUFA [%]	PUFA [%]	CLA [%]	n-3-FS [%]	n-6-FS [%]	n-6/n3 [Verhältnis]
K	Bucht 1 / Tier 1	30,2	39,9	29,8	0,1	2,0	27,8	13,9
K	Bucht 1 / Tier 2	29,3	40,4	30,2	0,1	2,1	28,1	13,6
K	Bucht 1 / Tier 3	30,4	38,2	31,4	0,1	2,0	29,3	14,6
K	Bucht 1 / Tier 4	31,1	31,9	37,0	0,0	2,9	34,1	11,9
K	Bucht 2 / Tier 1	32,3	35,8	31,9	0,3	2,0	29,6	14,9
K	Bucht 2 / Tier 2	31,9	36,1	32,0	0,5	2,2	29,3	13,2
K	Bucht 2 / Tier 3	30,9	36,8	32,3	0,4	2,3	29,6	12,8
K	Bucht 2 / Tier 4	29,4	38,7	31,9	0,3	2,1	29,5	13,9
K	<b>MW Kontrolle</b>	<b>30,7</b>	<b>37,2</b>	<b>32,1</b>	<b>0,2</b>	<b>2,2</b>	<b>29,6</b>	<b>13,6</b>
V	Bucht 3 / Tier 1	30,7	38,9	30,4	0,3	2,1	28,0	13,2
V	Bucht 3 / Tier 2	30,9	37,9	31,1	0,3	2,1	28,8	13,6
V	Bucht 3 / Tier 3	31,3	40,4	28,2	0,3	1,8	26,1	14,4
V	Bucht 3 / Tier 4	31,0	35,5	33,5	0,3	2,4	30,8	12,9
V	Bucht 4 / Tier 1	30,1	38,5	31,4	0,3	2,2	28,9	13,1
V	Bucht 4 / Tier 2	31,4	38,1	30,5	0,4	2,3	27,9	12,1
V	Bucht 4 / Tier 3	31,2	36,1	32,7	0,3	2,6	29,8	11,6
V	Bucht 4 / Tier 4	32,1	38,6	29,2	0,3	2,0	26,9	13,6
V	<b>MW Versuch</b>	<b>31,1</b>	<b>38,0</b>	<b>30,9</b>	<b>0,3</b>	<b>2,2</b>	<b>28,4</b>	<b>13,1</b>

Die höheren Rohproteingehalte in den untersuchten Proben der Versuchsgruppe (Tabelle A4) deuten auf eine bessere Eiweißverwertung im Sinne eines vermehrten Fleischansatzes hin.

Wesentlich für eine gesunde humane Ernährung sind Lebensmittel mit einem geringen Anteil an gesättigten Fettsäuren (SFA) und hohen Anteilen mehrfach ungesättigter Fettsäuren (PUFA). Das Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren sollte zudem möglichst niedrig sein.

SFA:	gesättigte Fettsäuren ( $\Sigma$ SFA + MUFA + PUFA = 100 %)
MUFA:	einfach ungesättigte Fettsäuren ( $\Sigma$ MUFA + SFA + PUFA = 100 %)
PUFA:	mehrfach ungesättigte Fettsäuren ( $\Sigma$ PUFA + SFA + MUFA = 100 %)
CLA:	Conjugierte Linolsäuren (bilden einen Teil der PUFA)
n-3-FS:	Omega-3-Fettsäuren (bilden einen Teil der PUFA)
n-6-FS:	Omega-6-Fettsäuren (bilden einen Teil der PUFA)
n-6/n-3:	Verhältnis Omega-6-Fettsäuren zu Omega-3-Fettsäuren

## A4 Fleischqualitätsdaten

Tabelle A6: Analysenergebnisse der Fleischqualitätsdaten aus dem Kontroll- und Versuchsabteil, Mastdurchgang DGE31

Box	Tier	V/K	L	a	b	C	H	O_L	O_a	O_b	O_c	O_H	GV EW	GV AWwarm	GV AWkalt	Grillsaftverlust warm %	Grillsaftverlust kalt %
1	1	K	53,5	2,3	22,0	22,1	83,9	53,8	2,5	22,1	22,2	83,7	106,5	88,3	77,0	17,1	27,7
1	2	K	53,7	2,7	22,9	23,1	83,4	53,4	3,0	22,7	22,9	82,4	85,4	72,2	65,2	15,4	23,6
1	3	K	53,7	1,3	17,0	17,0	85,7	54,5	1,6	16,9	17,0	84,7	83,2	66,8	59,0	19,6	29,0
1	4	K	52,2	1,7	19,8	19,9	85,0	53,7	2,1	20,5	20,6	84,2	58,8	50,3	45,6	14,5	22,5
2	1	K	55,0	2,6	23,6	23,7	83,6	56,2	2,9	24,4	24,6	83,3	105,5	90,7	76,6	14,0	27,4
2	2	K	50,7	2,6	20,4	20,5	82,8	51,0	3,2	21,1	21,3	81,5	76,1	66,6	58,6	12,5	23,0
2	3	K	52,8	2,6	22,2	22,4	83,3	52,8	3,4	22,2	22,5	81,4	62,4	55,3	50,3	11,4	19,5
2	4	K	49,7	2,1	18,9	19,0	83,8	50,5	2,6	19,0	19,2	82,2	80,9	71,4	63,6	11,8	21,4
Ø K			52,7	2,2	20,8	21,0	83,9	53,2	2,6	21,1	21,3	82,9	82,3	70,2	62,0	14,5	24,3

Box	Tier	V/K	L	a	b	C	H	O_L	O_a	O_b	O_c	O_H	GV EW	GV AWwarm	GV AWkalt	Grillsaftverlust warm %	Grillsaftverlust kalt %
3	1	V	48,6	1,7	18,2	18,3	84,7	48,7	2,2	17,9	18,1	83,0	60,9	55,9	50,7	8,2	16,8
3	2	V	52,6	3,2	19,0	19,3	80,3	53,7	3,4	20,0	20,3	80,3	87,4	76,1	66,0	12,8	24,4
3	3	V	49,7	4,8	19,1	19,7	75,8	50,5	5,0	19,3	20,0	75,5	65,0	55,5	49,6	14,6	23,7
3	4	V	52,6	1,9	17,7	17,8	84,0	52,0	1,7	17,4	17,5	84,6	92,0	80,7	72,6	12,2	21,1
4	1	V	52,3	1,9	20,4	20,5	84,7	54,2	2,1	20,0	20,1	84,0	85,9	73,3	65,1	14,7	24,3
4	2	V	52,9	2,2	19,1	19,2	83,5	52,4	1,8	18,4	18,5	84,4	62,1	53,7	47,7	13,5	23,2
4	3	V	50,7	2,2	19,4	19,5	83,7	50,7	2,5	19,5	19,6	82,6	58,0	51,9	47,3	10,4	18,4
4	4	V	53,2	3,1	19,7	20,0	81,0	54,4	3,2	20,2	20,5	81,0	87,6	76,4	68,7	12,7	21,6
Ø V			51,6	2,6	19,1	19,3	82,2	52,1	2,7	19,1	19,3	81,9	74,8	65,4	58,5	12,4	21,7

Die wesentlichen Parameter für die Qualitätsbeurteilung von Geflügelfleisch sind „L“ (je höher, desto heller das Fleisch) und „Grillsaftverlust warm %“ (sollte < 22 % sein). Der geringere Wert in der Versuchsgruppe lässt ein saftigeres und bekömmlicheres Fleisch vermuten.

- L: Helligkeit (0 = schwarz, 100 = weiß)
- a: Rotton
- b: Gelbton
- C: Buntton
- H: Farbsättigung
- O\_L: Oxidation Helligkeit
- O\_a: Oxidation Rotton
- O\_b: Oxidation Gelbton
- O\_c: Oxidation Buntton
- O\_a: Oxidation Farbsättigung
- GV EW: Grillsaftverlust Einwaage
- GV AW<sub>warm</sub>: Grillsaftverlust Auswaage warm
- GV AW<sub>kalt</sub>: Grillsaftverlust Auswaage kalt

## A5 Bilddokumentation



Abbildung A1: Blick in ein Versuchsabteil vor Einbringen der Einstreu

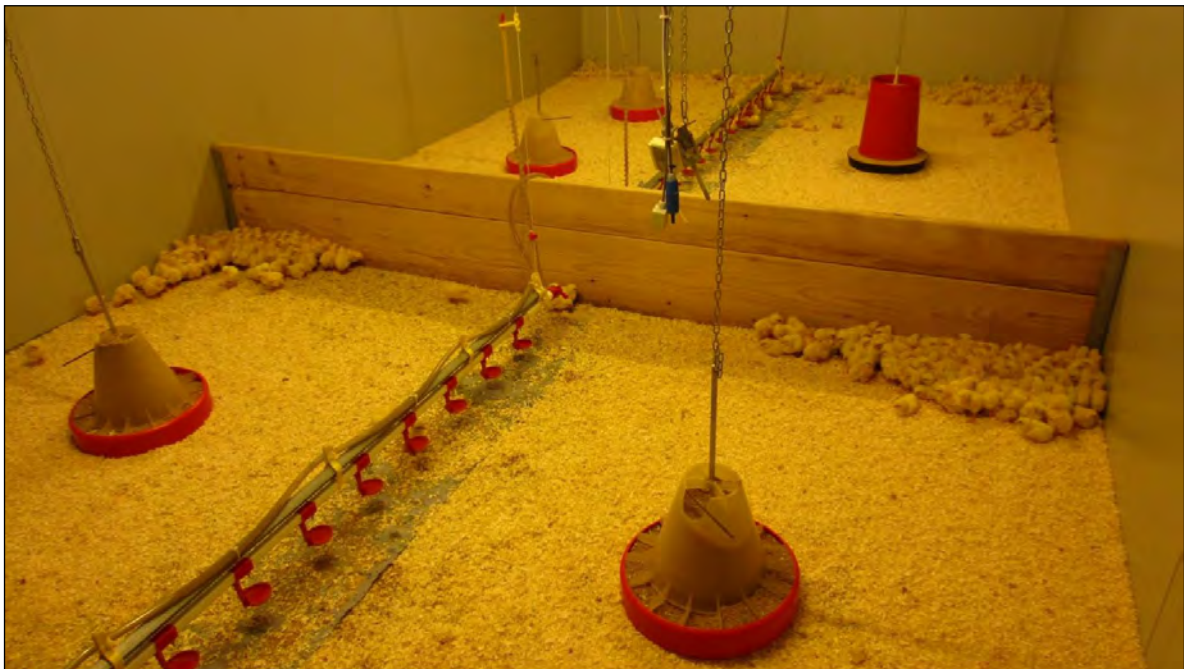


Abbildung A2: Versuchsabteil mit eingestellten Küken (im Alter von zwei Tagen), Fütterungs- und Tränkeeinrichtungen





Abbildung A3: Versorgung der Tiere mit Trinkwasser durch höhenverstellbare ad libitum Nippeltränken



Abbildung A4: Tiere bei der Nahrungsaufnahme, am Ende der Mastperiode



Abbildung A5: LKW-Ladeboxen für den Abtransport der Tiere zum Schlachthof

