

# LÜFTUNGSSYSTEME IN DER PUTENHALTUNG

Praxisbericht



# EIP-AGRI-Projekt „PUMAZU“

Konzept zur Verbesserung der Tiergesundheit und Optimierung  
des Stallklimas in Niedersächsischen Putenmastställen

## Was ist EIP-AGRI?

In der Europäischen Innovationspartnerschaft (EIP-Agri) arbeiten Landwirte, Berater, Wissenschaftler und andere Akteure entlang der Wertschöpfungskette in einer Operationellen Gruppe (OG) zusammen. Eine Problemstellung wird durch innovative Lösungsansätze aus der landwirtschaftlichen Praxis heraus bearbeitet. Ziel ist ein intensiver Wissensaustausch in der nachhaltigen und produktiven Land- und Forstwirtschaft. Die Produktivität soll bei ressourcenschonendem Vorgehen, Schutz der Umwelt und Effizienzsteigerung bestehen bleiben.

Gefördert im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft „Produktivität und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft“ (EIP Agri).

Gefördert durch:



## IMPRESSUM:

Herausgeber:	Landwirtschaftskammer Niedersachsen Fachbereich 3.7 Tierzucht, Tierhaltung, ökologische Tierhaltung, Versuchswesen Tier Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover - Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie
Redaktionsteam:	Christina Schulte Dr. Stephanie Schäfers (Projektkoordination) Dr. Peter Hiller Stefan Sagkob Dr. Ludwig Diekmann Prof. Dr. Nicole Kemper
Fotos:	Landwirtschaftskammer Niedersachsen Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

© 2022 Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Stiftung Tierärztliche Hochschule, BMEL  
Alle Rechte vorbehalten  
Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Genehmigung des Herausgebers

## Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

vor Ihnen liegt der Praxisbericht aus dem EIP-Agri Projekt „Konzept zur Verbesserung der Tiergesundheit und Optimierung des Stallklimas in Niedersächsischen Putenmastställen (PumaZu)“.

Dieser Bericht fußt auf einem interdisziplinären Austausch zwischen drei niedersächsischen Putenmästern, einem niedersächsischen Geflügelstallausstatter, der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, sowie der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Diese Institutionen haben sich in einer Operationellen Gruppe (OG) zusammengeschlossen, um gemeinsam an einem Konzept zur Verbesserung des Tierwohls in der konventionellen Putenmast zusammen zu arbeiten. Das EIP-Agri Projekt „PumaZu“ leistet einen Beitrag zur tierwohlorientierten Nutztierhaltung in Niedersachsen und Europa, indem ein neues System in Hinblick auf Klimaführung und Lüftungstechnik in Praxisbetrieben erprobt und somit neues Wissen generiert wurde. Das Haltungsmanagement, insbesondere das Klimamanagement, in der Putenmast stellt hohe Ansprüche an den Tierhalter und -betreuer. Durch die verhältnismäßig lange Mastdauer von Puten, welche überwiegend in Offenställen gehalten werden, steht das Stallpersonal regelmäßig vor der Aufgabe, eine Balance zwischen den altersgerechten Bedürfnissen der Puten und den jeweils aktuellen Witterungsbedingungen zu finden. Gerade hier ist eine hohe Störanfälligkeit im Haltungsmanagement zu beobachten. Das „PumaZu“-Projekt setzt bei der optimierten Klimagestaltung an und soll durch ein innovatives und optimiertes Lüftungssystem eine tierwohlorientierte Mastputenhaltung unterstützen.

Während sich die Experten der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover im Schwerpunkt mit den Aspekten der Tiergesundheit und des Tierwohls beschäftigt haben, befassten sich die Fachleute aus dem Ressort Tier, Technik und Bauen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen mit der Tierhaltung und dem betrieblichen Management. Ergänzend stellten die teilnehmenden Landwirte nicht nur ihre Ställe zur Verfügung, sondern optimierten die erzielten Ergebnisse durch ihre Erfahrungen während des gesamten Projektverlaufs.

Die operationelle Gruppe dankt allen beteiligten Organisationen, Versuchspartnern und Mitarbeitern und wünscht Ihnen eine interessante und aufschlussreiche Lektüre!

Oldenburg, Dezember 2022



Gerhard Schwetjke  
Präsident  
Landwirtschaftskammer Niedersachsen



Dr. Dr. h.c.mult. Gerhard Greif  
Präsident  
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	1
2. Lüftungssysteme in der Putenmast .....	3
2.1 Natürliche Wind- und Schwerkraftlüftung – Jalousien- und Klappenställe.....	3
2.2 Mechanisch gelüftete Ställe – Geschlossene Ställe mit Unterdrucklüftung .....	5
2.3 Optimierter natürlich gelüfteter Stall (Lüftungssystem: PumaZu) .....	6
2.4 Bedeutung des richtigen Lüftungsmanagements.....	10
3. Das EIP – Projekt „PumaZu“ .....	13
3.1 Ausgangssituation .....	13
3.2 Projektdurchführung.....	14
3.3 Datenerhebung .....	18
4. Ergebnisse .....	22
4.1 Biologische Daten .....	22
4.2 Einstreubewertung .....	26
4.3 Entwicklungen der Schadgaskonzentration .....	29
4.4 Tierverhalten .....	33
4.5 Ökonomie.....	34
5. Fazit .....	35

---

# 1. Einleitung

## Putenhaltung in Deutschland

Die Putenhaltung in Deutschland befindet sich seit jeher in einem Spannungsfeld zwischen einer auskömmlichen und effizienten Produktion, einem hohen Qualitätsstandard und der Unbedenklichkeit des Lebensmittels Putenfleisch. Darüber hinaus wird die Putenmast an sich durch hohe Anforderungen an eine tiergerechte und tierwohlorientierte Putenhaltung sowie höheren Ressourcenschutz und Umweltverträglichkeit geprägt. Seit Jahrzehnten betätigen sich Akteure entlang der Wertschöpfungskette der Putenhaltung in eben diesem Spannungsfeld, wenn auch mit unterschiedlich gewichteten Schwerpunkten.

Eine wirtschaftliche Bedeutung erlangte die Pute im deutschsprachigen Raum mit zunehmender Industrialisierung und zunehmendem Wohlstand ab den 1960er Jahren. Putenfleisch wurde ab dieser Epoche zunehmend nachgefragt, da es bereits mit Attributen wie wohlschmeckend, hochwertig, sowie fett- und kalorienarm in Verbindung gebracht wurde. Im Jahre 1970 betrug der Pro-Kopf-Verbrauch in der Bundesrepublik Deutschland 600 g Putenfleisch, 1980 lag er bei 1,5 kg und 1987 wurden bereits 2,0 kg Putenfleisch je Verbraucher verzehrt. 1990 lag der Verbrauch in Deutschland bei 2,3 kg Putenfleisch je Einwohner und stieg bis um die Jahrtausendwende kontinuierlich an, bis der Pro-Kopf-Verbrauch 2003 bei 6,6 kg lag. Seit 2008 stagniert der Pro-Kopf-Verbrauch an Putenfleisch zwischen 5,8 bis 6,3 kg. Der Selbstversorgungsgrad lag hierbei 2020 bei lediglich 80,8 %. Dass der Selbstversorgungsgrad bei Putenfleisch nicht höher liegt, hat unterschiedliche Ursachen. Die Putenfleischproduktion ist in Deutschland verhältnismäßig teuer. So wurde in Polen und Spanien unter anderem die Putenhaltung in den letzten Jahren massiv ausgebaut. Die Produktion orientiert sich hierbei an den europäischen Mindestvorgaben. In Deutschland arbeiten die Landwirte in der Putenhaltung mit einem Gesundheitskontrollprogramm, welches verpflichtend ist, um die Tiere mit höheren Besatzdichten im Stall halten zu dürfen. Weiterhin hat Deutschland Haltungsrichtlinien für Puten veröffentlicht, die weit über die Mindestanforderungen anderer europäischer Staaten hinausgehen. Dadurch, und aktuell infolge niedriger Lohnkosten im europäischen Ausland, ist die Putenproduktion in Teilen Europas, wie Polen, Ungarn, Italien und Spanien bisweilen deutlich günstiger als die inländische Erzeugung. Lücken in unserer Selbstversorgung können daher durch günstige Importware gedeckt werden.

Eine Investition in einen Neubaustall für Putenaufzucht und -mast ist in Deutschland heute in der Regel nicht mehr kostendeckend. Hinzu kommen bürokratische Hürden bezüglich Genehmigungsverfahren, Mindestluftraten (Hitzemerkblatt), Verschärfung des Emissionspotenzials tierhaltender Betriebe (TA-Luft), sowie steigende Anforderungen an die Tierhaltung in

Verbindung mit dem geplanten Schnabelkupierverzicht, und den zunehmenden, teils regionalen Einbußen durch Bestandskeulungen nach Ausbrüchen der aviären Influenza.

Damit die Putenerzeugung, mit den mitunter höchsten Qualitäts- und Tierwohlstandards weltweit nicht aus Deutschland abwandert, beschäftigen sich zahlreiche Gruppierungen aus Wissenschaft, Wirtschaft, Beratung und Praxis mit Ansätzen, die Kompromisslösungen in die eingangs beschriebenen Spannungsfelder bringen sollen. Neben Herausarbeitung der Qualitäts- und Tierwohlstandards in der deutschen Putenhaltung muss die hiesige Erzeugung ökonomisch effizienter bei steigenden Anforderungen im Bereich Tiergesundheit- und Tierwohl sein. Zusätzlich müssen Ansätze für innovative Lüftungssysteme erarbeitet werden, mit denen die Tiergesundheit gefördert und die N-Emissionen aus den Ställen minimiert werden können.

Dieses Ziel verfolgt das Vorhaben PumaZu, in dem eine innovative Form der Lüftungstechnik und Klimaführung erprobt werden soll, um das Lüftungsmanagement in der Putenhaltung zu optimieren.



Abb. 1 Saubere und trockene Einstreu in der Putenmast ist abhängig von einer optimalen Klimagegestaltung

## 2. Lüftungssysteme in der Putenmast

Das Ziel der Lüftung eines Stalles ist die Versorgung der Tiere mit frischer, sauerstoffreicher Luft, der Abtransport von Schadgasen (Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ), Ammoniak ( $\text{NH}_3$ )) und von Stallstäuben, die Abfuhr von Feuchtigkeit aus dem Tierbereich und die Steuerung der für wachsende Tiere optimalen Stalltemperatur (vgl. 2.4 Bedeutung des richtigen Lüftungsmanagements).

Um dies zu gewährleisten, haben sich verschiedene Lüftungssysteme in der Putenmast in den vergangenen Jahrzehnten etabliert.

### 2.1 Natürliche Wind- und Schwerkraftlüftung – Jalousien- und Klappenställe

Die Putenhaltung erfolgt in Deutschland überwiegend in Offenställen mit natürlicher Schwerkraftlüftung.

Der typische Offenstall ist etwa 16 m bis 20 m breit und hat eine Länge von 70 m bis 100 m. Die Längsachse des Stalls sollte quer zur Hauptwindrichtung liegen, um einen entsprechenden Luftaustausch zu ermöglichen. Die seitlichen Stallöffnungen für die Lüftung sind mit Jalousien oder Lüftungsklappen ausgestattet (Abb. 2), die über einen Klimacomputer gesteuert werden, sodass diese nach Bedarf entsprechend geöffnet bzw. vollständig geschlossen werden können. Durch Firstöffnungen oder einen mobilen Hubfirst über die gesamte Stalllänge wird ein zusätzlicher Luftaustausch erreicht (Abb. 3). Durch die einfallende Frischluft an den Stallseiten wird die Luft im Stall walzenförmig gemischt und im Tierbereich erwärmt. Die erwärmte Luft steigt durch die natürliche Thermik nach oben und gelangt durch die Firstöffnungen wieder nach draußen. Eine Unterstützung der Abluft durch Ventilatoren ist möglich.



Abb. 2 Offenstall, hier mit geöffneten Jalousien, Außenansicht



Abb. 3 Offenstall mit geöffneten Firstöffnungen; Innenansicht

## Natürliche Schwerkraftlüftung

### Vorteile:

- sehr gutes und günstiges Lüftungsverfahren
- bei Wärmeabfuhr aus dem Stall sehr effektiv

### Nachteil:

- Mindestluftfrate beruht auf Schätzungen, was die Lüftungseinstellungen erschwert
- bei niedrigen Temperaturen unzureichende Luftzirkulation im Stall, da die Jalousien schließen (v.a. bei jungen Tieren) und so der Luftaustausch eingeschränkt wird.

### Geeignet für:

- Putenmast
- Entenmast
- Verlängerte Junghühnermast
- Heizphase < Mastphase

Naturgemäß ist die Luftaustauschrate in offenen Ställen stark von der jeweiligen Witterung abhängig. Das gleichzeitige Auftreten von hohen Außentemperaturen, hoher Luftfeuchtigkeit und Windstille kann dazu führen, dass bei der Schwerkraftlüftung keine ausreichende Frischluftzufuhr und keine Abfuhr der Wärme aus dem Tierbereich erfolgen kann (Achtung: Hitzestress!). Oft wird versucht, dies über zusätzliche Ventilatoren, welche schwenk- und kippbar sind, zu kompensieren, um eine möglichst ausreichende Luftzirkulation aufzubauen.

Das Einsatzoptimum liegt im Winter, wenn die Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Stalltemperatur besonders hoch ist – hier baut sich eine effiziente Thermik im Stall auf, durch die kalte einfallende Luft erwärmt wird, entsprechend Feuchtigkeit aufnimmt und dann über die Firstöffnungen wieder nach außen gelangt.

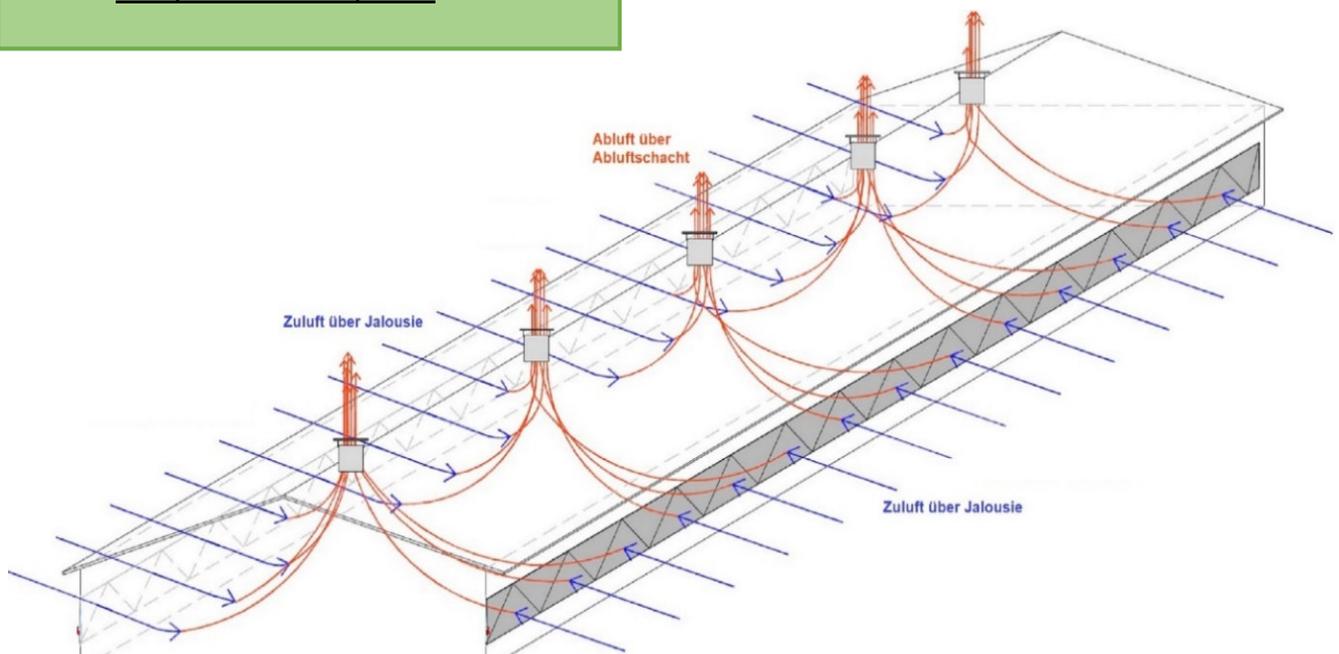


Abb. 4 Schematische Darstellung einer natürlichen Schwerkraftlüftung

Jedoch können die Jalousinen erst dann weit geöffnet werden, wenn die Tiere älter und vollständig befiedert sind.

Bei Ställen mit Lüftungsklappen ist bei der Installation der Lüftungsklappen darauf zu achten, dass diese sich nach oben öffnen lassen und die untere Stallwand überragen. Hierdurch kann die Außenluft nicht direkt in den Stall einfallen, sondern wird zunächst nach oben abgelenkt. So gelangt die einströmende Luft bereits leicht vorgewärmt in den Tierbereich.

## 2.2 Mechanisch gelüftete Ställe – Geschlossene Ställe mit Unterdrucklüftung

Geschlossene Stallsysteme verfügen über eine geregelte Be- und Entlüftung mit Hilfe eines mechanischen Lüftungssystems, das auch Zwangsbelüftung genannt wird. In Geflügelställen ist die Unterdrucklüftung das am weitesten verbreitete mechanische Lüftungssystem. Hierbei wird durch regelbare Abluftventilatoren die verbrauchte Abluft aktiv aus dem Stall ventiliert. Es entsteht ein Unterdruck im Stall. Durch den Unterdruck wird frische Außenluft über regelbare Zuluftklappen kontrolliert in den Tierbereich geführt. Die hierbei entstehende Luftumwälzung sorgt sowohl für den Austausch der verbrauchten Luft als auch für eine i. d. R. ausreichende Abfuhr von Wärme, Schadgasen und Feuchtigkeit aus dem Tierbereich. Die Lüftungsraten können hier in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit, Stall- und Außentemperatur und CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum eingestellt und durch den Stallcomputer weitestgehend automatisch abgerufen werden.

Zusätzlich haben geschlossene Ställe den Vorteil, dass hier die Aufzucht der Putenküken in einem gut isolierten Raum ohne Kükenringe erfolgen kann. Temperaturschwankungen können ohne weiteres ausgeglichen werden.

### Mechanisch gelüftete Ställe

#### Vorteile:

- Energieaufwand kontrollierbar
- geringer Wärmebedarf
- kontrollierte Luftführung, vorgewärmte Luft am Tier
- bessere Möglichkeiten auf Schwankungen im Tierbereich zu reagieren
- kontrollierte Lichtsteuerung möglich

#### Nachteile:

- hohe Lüftungsraten im Sommer (Energieaufwand)
- Gefahr von Zugluft
- Potential bei hohen Lüftungsraten nicht ausschöpfbar

#### Geeignet für:

- alle Jungtieraufzuchten
- Kurzmast: Junghühnermast
- Heizphase > Mastphase

Dadurch dass der Lichteinfall von außen gleichmäßiger ist als zum Beispiel bei Jalousienställen, bei denen durch die klimabedingte Öffnungsweite der Jalousien unterschiedlich viel Licht in den Stall gelangen kann, lässt sich das Lichtregime in geschlossenen Ställen mitunter einfacher und kontinuierlicher handhaben. Dies kann einen positiven Einfluss auf das Vermeiden von Federpicken- und Kannibalismus in Geflügelställen haben.

Geschlossene Stallsysteme galten bis vor wenigen Jahren noch als ungeeignet für die Putenmast, da davon ausgegangen wurde, nicht genügend Frischluft in den Tierbereich zu bekommen, ohne dass es dabei zu Zugluft kommt.

### 2.3 Optimierter natürlich gelüfteter Stall (Lüftungssystem: PumaZu)

Das neuartige Lüftungskonzept vereint die Lüftungssysteme der Schwerkraftlüftung mit der mechanisch gesteuerten Lüftung. Der Umbau von Bestandsgebäuden mit Jalousien oder Klappen ist i.d.R. gut durchführbar und die Umbaukosten vertretbar, da vorhandene Bauelemente, wie die Abluftschächte, genutzt werden können. Für die Nutzung des optimierten Lüftungssystems werden etwa  $\frac{3}{4}$  der vorhandenen Firstöffnungen mit Firstdoppelklappen ausgestattet. Hierüber gelangt in der Phase der Unterdrucklüftung ausreichend Frischluft in den Tierbereich (Jalousien geschlossen).  $\frac{1}{4}$  der Firstöffnungen werden durch Abluftschächte



Abb. 5 Links: Vor dem Umbau der Firstöffnungen. Rechts: Durch den Umbau wurden die Firstöffnungen durch regelbare Lüftungsklappen ergänzt, außerdem wurde ein Teil der Firstöffnungen durch Abluftschächte ersetzt.

ausgetauscht. Diese dienen der aktiven Ablüftung von verbrauchter Stallluft und Luftfeuchtigkeit (Abb. 5).

Eine Baugenehmigungspflicht besteht nicht, sofern bestehende Abluftschächte (z.B. aus Holz) durch leichtere Konstruktionen z.B. aus leichteren Kunststoffen ausgetauscht werden. In diesem Fall handelt es sich um eine baurechtlich genehmigungsfreie Maßnahme, da etwaige Dachkonstruktionen entlastet werden. Die Statik des Dachs darf nicht nachteilig beeinflusst werden.

Das neuartige Lüftungskonzept vereint die Vorteile beider Lüftungssysteme: Bei der natürlichen Schwerkraftlüftung lässt sich der Wärmeüberschuss im Sommer kostengünstig abführen. Große Öffnungen bringen viel Luft bei geringen Luftgeschwindigkeiten in den Stall. Dennoch entsteht i.d.R. keine Zugluft, ein Problem, das bei mechanisch gelüfteten Ställen im Sommer bei falscher Einstellung auftreten kann.

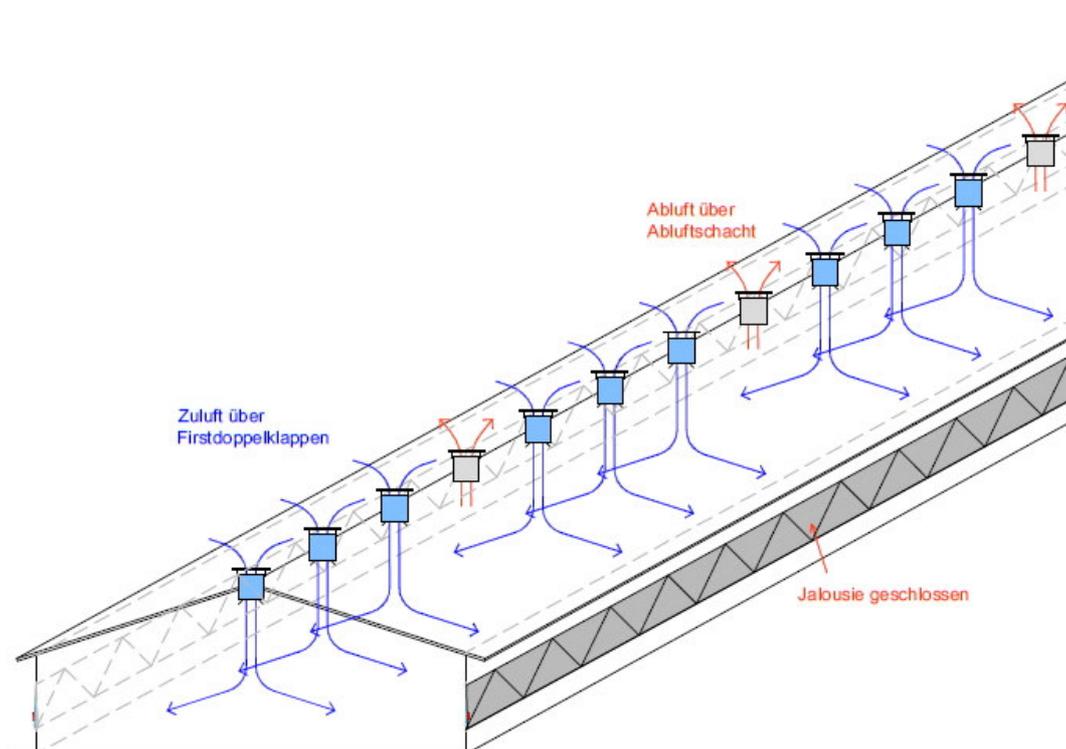


Abb. 6 Schematische Darstellung der optimierten Schwerkraftlüftung. Neben den Firstdoppelklappen verfügt dieses Lüftungssystem auch über Abluftventilatoren, welche aktiv verbrauchte Luft aus dem Stall ziehen.

Im Herbst und Winter hingegen wird die Zuluft über den First in den Stall geleitet und die Jalousien können geschlossen bleiben. Die warme Stallluft und die frische Zuluft vermischen sich somit bereits unter der Stalldecke. Es fällt keine kalte Luft auf die Tiere und die Einstreu bleibt verhältnismäßig trocken, da keine Feuchtigkeit aus der Luft kondensiert. Der Stall, der

in den kälteren Monaten zwangsbelüftet wird, kann über die optimierte Lüftung zielgerichteter angesteuert werden und sein Potenzial vor allem dann ausschöpfen, wenn die Tiere noch jünger und anfälliger gegenüber Zug- und Kaltluft sind.

Grundsätzlich ist zu empfehlen, unabhängig vom zugrundeliegenden Lüftungssystem, die Klimasteuerung nicht nur über die Temperatur zu steuern, sondern auch über den relativen Luftfeuchtegehalt und die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Stallluft. Puten reagieren auf hohe CO<sub>2</sub> – Gehalte in der Stallluft empfindlicher als andere Geflügelarten, sodass frühzeitig durch gezieltes Lüften kritischen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen entgegengewirkt werden sollte.

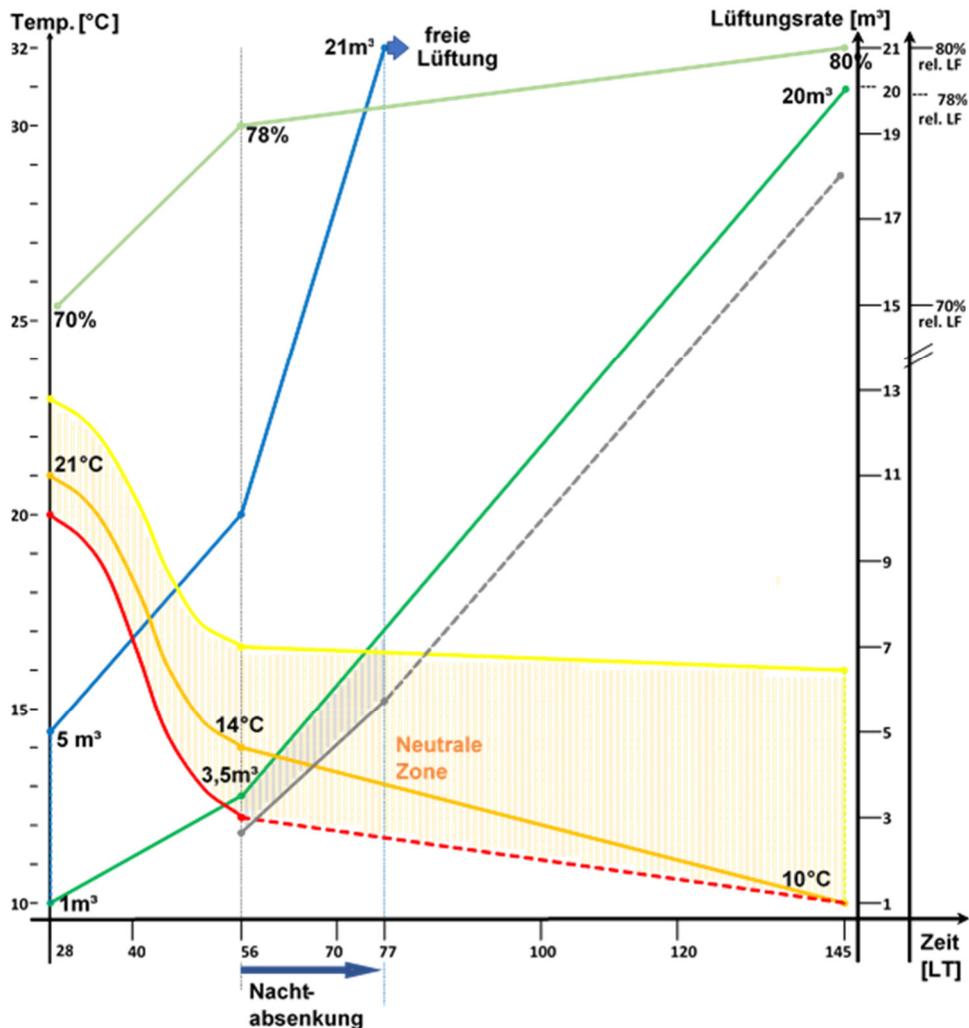
### **Funktionsweise des optimierten natürlichen Lüftungssystems**

Im Rahmen der Projektdurchführung wurde in einem Partnerbetrieb gemeinsam mit dem Betriebsleiter, dem zuständigen Bestandstierarzt, dem Stallausrüster, der Landwirtschaftskammer Niedersachsen sowie der Tierärztlichen Hochschule Hannover ein Lüftungskonzept erarbeitet, welches alle Entwicklungsphasen in der Putenmast und damit alle notwendigen Lüftungsphasen abdeckt. Die Funktionsweise des Lüftungskonzeptes ist graphisch in der Abb. 7 dargestellt.

Es existiert in der Putenmast eine ideale Temperaturkurve für die Tiere, bei der sich die Puten besonders wohl fühlen und der Stoffwechsel der Tiere maximal entlastet ist. Dieser ideale Temperaturbereich wird als „neutrale Zone“ bezeichnet (in Abb.7 orange schraffiert). Die neutrale Zone stellt die gesamte Schwankungsbreite zwischen der Maximaltemperatur, bei deren Überschreitung der Stall gekühlt werden muss und der Minimaltemperatur, unterhalb derer die Tiere Energie für die Aufrechterhaltung der eigenen Körpertemperatur benötigen, dar.

Bei hohen Stalltemperaturen reguliert die Pute ihre Körpertemperatur über eine vermehrte Wasseraufnahme und durch vermehrte Schnabelatmung bzw. einer erhöhten Atemfrequenz, was absolut vermieden werden sollte. Technisch können Sprühkühlungssysteme mit und ohne Luftbewegung im Stall dazu beitragen, die Hitzebelastung zu reduzieren. Es ist bekannt, dass durch Sprühkühlungen und die dadurch entstehende Verdunstungskälte die Stalltemperatur in Hitzeperioden um 3 – 5°C heruntergekühlt werden kann. Zusätzlich kann durch Luftbewegung die Wärmeabfuhr aus dem Tierbereich erleichtert und die Frischluftzufuhr zum Tier gewährleistet werden (siehe auch: „Merkblatt zur Vermeidung von Hitzestress bei Puten“ welches unter anderem auf der Internetseite der Landwirtschaftskammer Niedersachsen abrufbar ist).

Das Heizen bei Stalltemperaturen unterhalb der thermoneutralen Zone der Puten erfolgt über entsprechende technische Lösungen, wie z.B. Heizkanonen bzw. Konvektionsstrahler. Liegt die Stalltemperatur unterhalb der neutralen Zone und es wird nicht geheizt, kompensiert die Pute das Temperaturdefizit zunächst über eine erhöhte Futteraufnahme, um die eigene Körpertemperatur aufrecht und konstant zu halten.



### Legende

- = Minimumtemperatur (untere Abgrenzung: Neutrale Zone)      — = Ideale Temperatur
- = Maximaltemperatur (obere Abgrenzung: Neutrale Zone)      — = Maximum-Lüftung
- = Minimum-Lüftung nach Abluft      — = rel. Luftfeuchtigkeit
- = Lüftungsrate Nachtabsenkung (56. LT  $\triangleq$  -15%  $\rightarrow$  145. LT  $\triangleq$  -10%)

Abb. 7 Graphische Darstellung des optimierten Lüftungssystems (PumaZu) im Verlauf der Mast

Der Toleranzbereich der Pute, also die Schwankungsbreite der neutralen Zone, ist vor allem zu Beginn der Putenmast (bis zum 56. Lebenstag) noch gering. Die optimale Einstellung der Lüftung ist daher schwierig, vor allem dann, wenn unkontrolliert Außenluft durch die natürliche Schwerkraftlüftung in den Stall geführt wird. Durch das optimierte Lüftungssystem kann der Jalousien-Stall in dieser kritischen Entwicklungsphase der Puten wie ein mechanisch gelüfteter Stall gesteuert werden. Durch den einstellbaren Unterdruck lassen sich die Lüftungsraten, also die Minimum- und Maximumlüftung, entsprechend dem Bedarf der Tiere einstellen. Ab dem 56. Lebenstag wird hierbei allerdings bei kühlen Außentemperaturen eine Nachtabenkung (grau) notwendig, um Zugluft im Tierbereich zu vermeiden. Die Nachtabenkung erfolgt über eine Reduzierung der Minimumlüftung vom 56. bis etwa dem 77. Lebenstag um 15 % und ab dem 77. Lebenstag optional um 10 %.

Der Übergang von mechanischer Lüftung auf natürliche Lüftung erfolgt in diesem Lüftungssystem schleichend. Der Frischluftbedarf der Tiere steigt, während der Toleranzbereich der neutralen Zone sich relativ konstant einstellt. Die Tiere kommen zunehmend besser mit niedrigeren Stalltemperaturen zurecht, sodass verstärkt auf die natürliche bzw. freie Lüftung übergegangen wird. Mit Beginn der 12. Lebenswoche kann davon ausgegangen werden, dass in Abhängigkeit von Außentemperatur, relativer Luftfeuchtigkeit und niedriger Schadgaskonzentration im Stall, der Luftaustausch im Stall ausschließlich über die natürliche Lüftung erfolgt.

In Kapitel 4 werden die Versuchsergebnisse des Projektes und die Unterschiede zwischen natürlicher und optimierter natürlicher Schwerkraftlüftung dargestellt.

## **2.4 Bedeutung des richtigen Lüftungsmanagements**

In Geflügelställen wird durch Be- und Entlüftung, sowie Steuerung der Temperatur ein eigenes Kleinklima erzeugt. Dies ermöglicht es ganzjährig, optimale Temperaturbedingungen für die spezifische Geflügelart zu halten. Ein gutes Stallklima hat einen bedeutenden Einfluss auf die Vitalität der Tiere.

Das Stallklima in seiner Gesamtheit setzt sich zusammen aus der Stalltemperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit, dem Sauerstoff- und Schadgasgehalt der Stallluft, der Staubbelastung im Stall und der (zugfreien) Be- und Entlüftung.

Puten stellen in Abhängigkeit ihres Alters spezifische Anforderungen an die Stalltemperatur (Tab. 1). In den ersten Lebenstagen ist es ihnen kaum möglich, ihre Körpertemperatur aufgrund ihres geringen Körpergewichts konstant zu halten. Hier werden Stalltemperaturen bei ringfreier Aufzucht von 35°C– 37°C benötigt. Mit zunehmendem Alter der Tiere wird die Temperatur gleitend abgesenkt. Bei Umstallung vom Aufzuchtstall in den Maststall mit der 5. bzw. 6. Lebenswoche liegt die Umgebungstemperatur nur noch bei 21°C – 22°C und die Tiere

reagieren vor allem bei Abweichungen nach unten sehr empfindlich. Hier setzt das optimierte Lüftungssystem an und reguliert feinstufig den Luft- und Wärmeaustausch um ein Unterkühlen der Tiere oder Zugluft zu verhindern. Ab der 10. Lebenswoche bis zur Ausstallung ist der Temperaturbedarf der Tiere konstant bei 16°C – 17°C, ihr Toleranzbereich (vgl. Abb. 7 Neutrale Zone) aber zunehmend weiter, sodass kühle Temperaturen kein Problem mehr darstellen, solange es dabei trocken ist.

Tab. 1 Empfohlene Temperaturentwicklung während der Aufzucht und Mast von Puten (MOORGUT KARTZFEHN 2021)

<b>Alter</b>	<b>Unter dem Aufzuchtstrahler [°C]</b>	<b>Umgebungs-temperatur [°C]</b>	<b>Ringfreie Aufzucht [°C]</b>
1. LT	40		36 - 37
2. LT	40		35 - 36
3. LT	39 - 40		34 - 35
4.-7. LT	38 - 40		tägl. -1°C
2. LW		27 - 28	
3. LW		25 - 26	
4. LW		23 - 24	
5. LW		21 - 22	
6. LW		20 - 21	
7. LW		19 - 20	
8. LW		18 - 19	
9. LW		17 - 18	
ab 10. LW		16 - 17	

Die relative Luftfeuchtigkeit (rel. LF) sollte in einem Bereich zwischen 70 % bis 80 % gehalten werden. Eine zu geringe Luftfeuchtigkeit kann die Staubbelastung im Stall erhöhen. Eine zu hohe Luftfeuchtigkeit verhindert den Abtransport von Feuchtigkeit aus der Einstreu und begünstigt das Vernässen der Einstreu mit Plattenbildung und somit das Auftreten von Fußballenschäden (Fußballendermatitis). Zudem erschwert eine hohe Luftfeuchtigkeit im Stall an heißen Tagen die Wärmeabgabe für die Puten.

Schadgase, wie Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>), gelangen zum einen durch die Atmung der Tiere (CO<sub>2</sub>), zum anderen über die Ausscheidung von Kot sowie deren bakterielle Zersetzung (NH<sub>3</sub>) in die Stallluft. Daneben gibt es auch technische Ursachen, wie das unvollständige Verbrennen in Gasheizungen oder eine schlecht eingestellte Lüftung, die zu einer Anreicherung von Schadgasen in der Stallluft führen können. Ein schlechtes Lüftungsmanagement verursacht unter anderem, dass verbrauchte Atemluft nicht ausreichend abgeführt wird und es so zu einer Anreicherung von CO<sub>2</sub> bei gleichzeitiger Reduktion von Sauerstoff (O<sub>2</sub>) in

der Stallluft kommt. Es ist bekannt, dass CO<sub>2</sub> in der Stallluft schwerer als Sauerstoff (O<sub>2</sub>) ist und somit sich in Tierhöhe anreichern kann, wenn es nicht aus dem Tierbereich abgeführt wird. Tabelle 2 zeigt die maximal zulässigen Schadgaskonzentrationen, die in der Stallluft nicht überschritten werden sollten, um negative Auswirkungen für die Tiergesundheit zu vermeiden.

Tab. 2 Maximal zulässige Schadgaskonzentrationen in der Haltung von Puten, sowie Eigenschaften und Folgen auf Mensch und Tier bei Überschreitung der Grenzwerte

Gas	Maximale Gehalt in der Stallluft [ppm/m <sup>3</sup> ]	Eigenschaften und Folgen zu hoher Schadgaskonzentrationen
NH <sub>3</sub> (Ammoniak)	20	- stechender Geruch - reizt die Schleimhäute - Stress auslösend
CO <sub>2</sub> (Kohlenstoffdioxid)	3000	- geruchslos - verursacht Unwohlsein, Atembeschwerden und Kopfschmerzen - löst Angst und Unruhe aus
CO (Kohlenstoffmonoxid)	1200	- geruchslos - blockiert den Gasaustausch in den Lungen - Schwindel, Kopfschmerzen, Verwirrtheit, Übelkeit, Bewusstlosigkeit, Sauerstoffarmut im Blut (Hämoglobin)
H <sub>2</sub> S (Schwefelwasserstoff)	5	- faulig - Zerstörung des Hämoglobins und damit Störung des Sauerstoffaustausches

In Geflügelställen sammeln sich große Mengen von Staub an, die durch verschiedene Aktivitäten im Stall, wie z. B. Nachstreuen oder Durcharbeiten der Einstreu, Bewegung der Tiere mit Flügelschlagen, sowie Scharren und „Sandbaden“ freigesetzt werden. Staub ist ein Gemisch aus Haut- und Federpartikeln, sowie Kot-, Futter- und Einstreubestandteilen. Staubpartikel können Träger für pathogene Keime sein und sind teilweise so klein, dass sie die Lungenalveolen durchdringen können. Daher kann pathogener Feinstaub bei Tier und Mensch zu Luftröhrenentzündungen (Tracheitis), Bronchitis, Alveolitis oder einer Lungenfibrose (umgangssprachlich: „Hühnerhalterlunge“) führen.

Stallluftemissionen durch Staub und Schadgase treten in Abhängigkeit von Jahreszeit, Besatzdichte, sowie Alter und Aktivität der Tiere in unterschiedlichen und wechselnden Mengen auf, hierbei spielt auch das Haltungssystem eine Rolle. Bei Stallsystemen mit Einstreu, zu denen die Haltungssysteme in der Putenhaltung zählen, sind die Luftbelastungen durch Staub und Schadgase deutlich erhöht, so dass wiederum auch Einfluss auf die Emissionsfrachten in der Stallumgebung genommen wird. Durch die Stalllüftung gelangen Staub, gasförmige N- Emissionen und auch pathogene Keime in die Umwelt und können diese belasten.

### **3. Das EIP – Projekt „PumaZu“**

Im Projekt „PumaZu – Putenmastställe der Zukunft“ wurde in Zusammenarbeit zwischen der Tierärztlichen Hochschule Hannover, der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, einem Stalleinrichter und drei Puten haltenden Betrieben das Ziel verfolgt, ein innovatives Haltungssystem für Mastputen zu entwickeln und zu erproben. Dieses Haltungssystem soll allen gesetzlichen Anforderungen entsprechen und insbesondere ein geringeres Emissionspotential haben und zusätzlich einen Beitrag zur Steigerung der Tiergesundheit und des Tierschutzes leisten.

#### **3.1 Ausgangssituation**

Bestehende Lüftungssysteme stellen Putenmäster und Tierbetreuer, besonders in den Wintermonaten und bei feuchtkalter Witterung, immer wieder vor Herausforderungen. Um auch in diesen Monaten einen ausreichenden Eintrag von Frischluft gewährleisten zu können, werden die Zuluftelemente (Jalousien) an den Seiten der Offenställe auch bei sehr kalten Temperaturen verhältnismäßig weit geöffnet. Dadurch strömt kalte Außenluft zu schnell in den Tierbereich. Zu kalte und auch zu feuchte Außenluft kann besonders bei noch jungen Tieren das Immunsystem schwächen und damit das Auftreten von Atemwegsinfektionen begünstigen. Zudem vermindert kaltfeuchte Außenluft den Abtrocknungsprozess der Einstreu. Zum Ausgleich des erhöhten Wärmeverlustes muss verstärkt geheizt werden, was jedoch wiederum einen Anstieg der Energiekosten und damit der Produktionskosten nach sich zieht. Tierhalter versuchen daher häufig, den Eintrag zu kalter Luft zu reduzieren, indem sie die Luftwechselraten vermindern. Hierdurch steigt jedoch das Risiko erhöhter Schadgaskonzentrationen in der Stallluft. Dies kann sowohl das Auftreten von Atemwegsinfektionen als auch Verhaltensstörungen wie Federpicken und Kannibalismus begünstigen. Ein unzureichendes Stallklima kann zudem negative Auswirkungen auf die biologischen Leistungen der Tiere haben, da das Stallklima einen direkten Einfluss auf das Wachstum, das Tierverhalten und somit auch auf Federpicken und Kannibalismus hat.

Ein weiteres Problem in der Putenmast sind häufig auftretende entzündliche Veränderungen der Fußballen. Je nach Schweregrad der Fußballenveränderungen zeigen die Puten im Verlauf der Mast zum Teil hochgradige Lahmheiten und sitzen vermehrt in der Einstreu. Diese Tiere fressen und trinken weniger und bleiben im Wachstum zurück. Zudem kann das vermehrte Sitzen möglicherweise die Entstehung von Brustblasen (breast buttons) begünstigen. Feuchte Einstreu ist ein Auslöser, der zu entzündlichen Veränderungen an der Fußballenhaut führen kann. In Putenställen erfolgt das Wasserangebot meist über offene, automatisch gesteuerte Rundtränken. Durch Spritz- oder Leckage-Wasser ist die Einstreu im Bereich der Tränken häufig feuchter als in den unstrukturierten Ruhebereichen der Ställe. Daher muss in

den Bereichen um die Tränken verstärkt nachgestreut werden. Der dauerhafte Kontakt durch Umsetzungsprodukte der Harnsäure in der Einstreu kann ebenfalls zu entzündlichen Veränderungen der Fußballenhaut führen.

### **3.2 Projektdurchführung**

Das EIP-Projekt ist in drei Projektabschnitte unterteilt, die sich in eine Planungsphase mit Vorbereitungsphase und zwei weitere Projektphasen untergliedern. An der Projektumsetzung nahmen drei landwirtschaftliche Putenmastbetriebe (Betriebe A – C) teil, welche jeweils mindestens über zwei baugleiche bzw. ähnliche Ställe verfügten. Bei zwei baugleichen Mastställen diente ein Stall als Kontrollstall und sollte nach bisherigem Managementstandard wie üblich geführt werden. Der zweite Stall wurde entsprechend der Projektvorgaben und der jeweiligen Projektphase umgerüstet. Dieser Stall wird im Folgenden als Versuchsstall beschrieben.

#### Planungs- und Vorbereitungsphase

In der Planungs- und Vorbereitungsphase wurden die Betriebe durch den Stallausstatter beraten und bei den nachfolgenden Ausschreibungen für den Umbau unterstützt. In der Regel benötigten die Versuchsställe neue Abluftkamine mit integrierten Abluftventilatoren, ggf. neue Lüftungselemente in Form von Jalousien, eine neue Klimamesstechnik und nach Bedarf einen neuen Stallcomputer mit ausreichend Schnittstellen.

Da der Umbau der Abluftkamine einen Eingriff an der Außenhülle des Stalles darstellt, könnte hierfür mitunter die Statik des Daches verändert und ggf. eine Baugenehmigung des Landkreises gefordert werden. Bei den Projektpartnern handelte es sich allerdings um ein genehmigungsfreies Verfahren, da die Statik unberührt von dem Umbauvorhaben blieb. Die Projektbetriebe ersetzen einen Teil der vorhandenen Abluftschächte aus Holz durch Schächte mit leichteren und witterungsbeständigen Materialien.

#### Projektphase 1:

In dieser Phase wurde zunächst das Lüftungssystem des Versuchsstalles angepasst. Alle Ställe waren Jalousien-Ställe, also Offenställe mit einer natürlichen Schwerkraftlüftung. In den Versuchsställen, wurden etwa dreiviertel der Abluftschächte baulich durch automatische Klappen erweitert und die übrigen Schächte durch Abluftkamine mit Ventilatoren, welche der aktiven Ablüftung dienten, ausgetauscht (Abb. 8). Des Weiteren wurde bei Bedarf die Messtechnik



Abb. 8 Umbaumaßnahmen an den Firstlüftungen

ergänzt, sodass die Lüftung stufenlos und je nach Alter der Tiere auf Temperatur, Luftfeuchtegehalt der Stallluft,  $\text{NH}_3$  – und  $\text{CO}_2$ -Konzentration eingestellt werden konnte. Durch den Umbau konnten die Ställe vor allem in kälteren und feuchteren Jahreszeiten nun zwangsgelüftet werden.

Diese Umbaumaßnahmen erfolgten bei allen drei Betrieben. Betrieb C hat darüber hinaus auch neue Jalousien installiert. Diese sind, anders als bei Betrieb A und B nicht grün und helligkeitsdurchlässig, sondern schwarz und lichtundurchlässig.

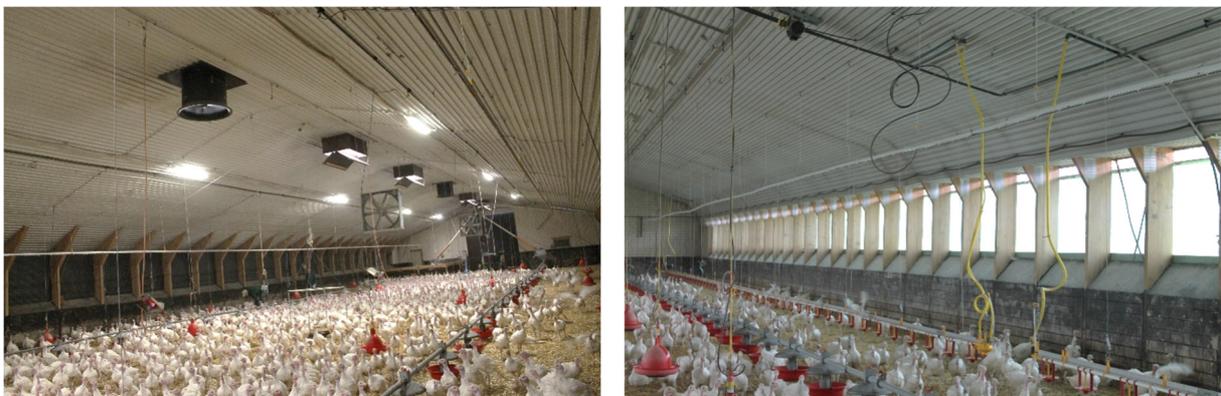


Abb. 9 Links: Versuchsstall mit dunklen Jalousien. Rechts: Kontrollstall mit hellen Jalousien.

In allen Betrieben wurden in dieser Projektphase in drei Durchgängen Daten erhoben.

## Projektphase 2:

In der zweiten Projektphase sollten Änderungen bezüglich der Tränktechnik zur Verbesserung des Einstreumanagements durchgeführt werden. Hierbei wurden in den Versuchsställen zweier Projektbetriebe (Betrieb A und B) die Tränkbahnen dahingehend umgebaut, dass Tränkebars eingerichtet wurden (Abb. 10 und 11). Die Tränkebars bestanden aus fünf räumlich zusammengezogenen Einzeltränken, wodurch der Ruhebereich erweitert wurde (Abb. 11). Der dabei erweiterte Ruhebereich sollte zu einer trockeneren Einstreu beitragen und dadurch direkt Einfluss auf die Fußballengesundheit und indirekt auf die Schadgase in der Stallluft nehmen. Des Weiteren sollte durch den erweiterten Ruhebereich eine Stressminderung bei den Puten erreicht und dadurch ein Beitrag zur Reduktion von Federpicken und Kannibalismus geleistet werden.

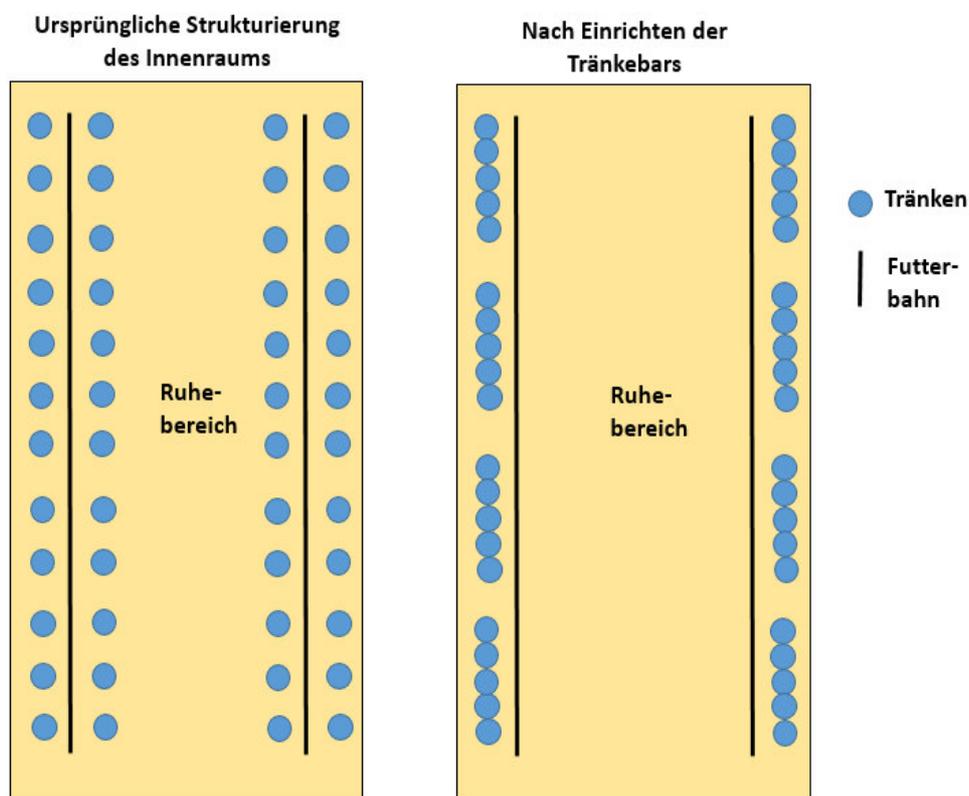


Abb. 10 Darstellung des Umbaus für Tränken. Links: Standarteinrichtung in Putenmastställen, rechts: Einrichtung der Tränkebars durch Zusammenziehen der Einzeltränken.



Abb. 11 Links: der Verbund von fünf Einzeltränken zu einer Tränkebar. Rechts: Einzeltränken.

Betrieb C hat keine Tränkebars installiert. Dieser Betrieb hatte während der ersten Projektphase (Umbau Lüftung) unterschiedliche Tränkesysteme im Versuchs- und Kontrollstall verbaut (Abb. 12). Im Kontrollstall waren während der gesamten Projektlaufzeit Lubing®-Tränken verbaut. Im Versuchsstall wurden die Lubing®-Tränken erst nach dem dritten Durchgang nachgerüstet. Zuvor erfolgte das Wasserangebot über Plasson-Tränken. Betrieb C ist daher nur bedingt mit den Betrieben A und B vergleichbar, dennoch gab es auch hier interessante Ergebnisse, die in Kapitel 4 dargestellt werden.

Auch diese zweite Projektphase wurde für jeweils drei Durchgänge geplant. Allerdings war dies zeitlich nicht auf allen Betrieben möglich, da es zu wiederholten lokalbegrenzten Einstallverboten für Puten infolge von Ausbrüchen der Aviären Influenza kam, von denen vor allem Betrieb A betroffen war.

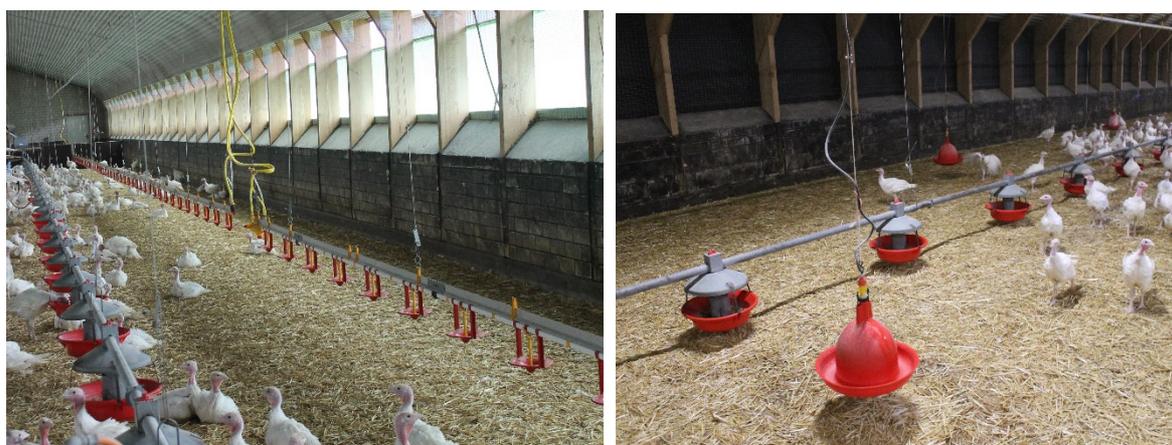


Abb. 12 Tränkesystem Betrieb C. Links: Installierte Lubing-Tränke. Rechts: Plasson-Tränken im Versuchsstall während der Durchgänge 1 - 3.

### 3.3 Datenerhebung

Die Datengrundlage beruht zum einen auf Daten, die während der Projektlaufzeit von den Mitarbeiterinnen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen und der Tierärztlichen Hochschule Hannover erfasst wurden und zum anderen auf Daten, die seitens der Landwirte zur Verfügung gestellt wurden. Die Landwirte übermittelten vor allem Daten in unterschiedlicher Datendichte zur ökonomischen Betrachtung, wie Futterverbrauch, Schlachtgewichte und -erlöse oder Verlustraten.

Die Betriebe wurden während des Durchgangs von der 6. bis zur 16. Lebenswoche der Tiere in einem zweiwöchigen Abstand besucht. An diesen Terminen wurden je Kontroll- und Versuchsstall 50 Tiere gewogen und die Fußballen bonitiert (Tab. 3)

Tab. 3 Boniturschlüssel zur Fußballengesundheit (modifiziert nach MARTRENCAR ET AL., 2002)

Score	Beschreibung	Beispiel
0 - 1	Keine Läsionen oder nur max. stecknadelkopfgroße (<0,3 cm) des (Mittel-)Fußballens	
2	Läsionen auf < 25% des Fußballens (leichte Veränderungen)	
3	Läsionen auf 25 - <50% des Fußballens (mittlere Veränderungen)	
4	Läsionen auf > 50% des Fußballens (starke Veränderungen)	

Neben der Erfassung der biologischen Daten wurde an verschiedenen Punkten im Stall die Einstreufeuchte und -temperatur erfasst. Auf einem Fokusbetrieb (Betrieb A) wurden die Daten der Einstreufeuchte und -temperatur wöchentlich erfasst (Abb. 13)

Über die 16. Lebenswoche hinaus wurden keine weiteren Daten am Tier und im Stall manuell erfasst, da die Hähne ein ausgeprägtes Dominanzverhalten aufwiesen und durchaus aggressiv gegenüber Fremden waren. Das Verletzungsrisiko für die Tiere, wie auch für die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen war ab diesem Zeitpunkt zu hoch.



Abb. 13: Messtechnik zur Erfassung der Einstreufeuchte und -temperatur (links) und der Tiergewichte (rechts).

Für die Einstreubeurteilung wurde der Stall in vier Abschnitte eingeteilt (Abb. 14). Hierbei entspricht Q1 dem vorderen Stallviertel und Q4 dem hinteren Stallviertel. In jedem Stallviertel wurde an je sechs Messpunkten die Einstreufeuchte und die Einstreutemperatur erhoben. Dabei wurden je zwei Werte im Bereich der Futterbahnen, zwei Werte im Bereich der Tränken und zwei Werte im Ruhebereich erhoben.

	Q1	Q2	Q3	Q4		
--						
1	x	x	x	x	Futter	MP 1 & 5
2	x	x	x	x	Wasser	MP 2 & 6
3	x	x	x	x	Ruhebereich	MP 3 & 4
4	x	x	x	x		
--						
5	x	x	x	x		
6	x	x	x	x		

Abb. 14: Darstellung der Verteilung der Messpunkte (MP) im Stall ( Q1 = vorderes Stallviertel, Q4 = hinteres Stallviertel) während der ersten Projektphase.

Der Fokusbetrieb (Betrieb A) wurde mit zusätzlicher Sensortechnik ausgestattet (Abb. 15). Ziel war es, mögliche Unterschiede in der Luftqualität zwischen Kontroll- und Versuchsstall herauszustellen und zu untersuchen, ob das neuartige Lüftungssystem Vorteile bezüglich der Luftqualität aufweist. Beide Ställe im Betrieb A wurden mit je zwei NH<sub>3</sub>- und CO<sub>2</sub>-Sensoren sowie weiteren Temperatur – und Luftfeuchtigkeitssensoren ausgestattet, welche die Daten direkt auf einen Stallcomputer übertrugen. Außerdem wurden die Daten in 10-minütigen Intervallen an eine Cloud geschickt und waren dadurch auch extern abrufbar.



Abb. 15: Messtechnik zur kontinuierlichen Erfassung der Klimadaten auf dem (Fokus-) Betrieb A (Temp., rel. LF, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>)

Um die Ergebnisse besser einordnen zu können wurden die Daten zu Gewichten, Fußballengesundheit, Einstreufeuchte und -temperatur, sowie die CO<sub>2</sub>- und NH<sub>3</sub>-Werte statistisch ausgewertet.

Mittels deskriptiver Statistik wurden die Daten der manuell erfassten Stichproben (Gewichte, Fußballengesundheit, Einstreufeuchte- und temperatur) ausgewertet und übersichtlich dargestellt. Weiterführend wurden einfaktorielle Varianzanalysen in Hinblick auf unterschiedliche Zielvariablen wie z.B. das Gewicht der Tiere durchgeführt. Für das Signifikanzniveau, welches die Irrtumswahrscheinlichkeit abbildet, wurde  $p=0,05$  gewählt. Das heißt, dass bei einem p-Wert von  $> 0,05$  mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% kein gesicherter Unterschied in den Vergleichsgruppen festgestellt werden konnte und bei einem p-Wert von  $<0,05$  ein signifikanter Unterschied mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% vorliegt.

Bei der Beurteilung der CO<sub>2</sub>- und NH<sub>3</sub>-Werte war die statistische Beurteilung komplexer, da neben den erhobenen Werten auch Beziehungen zur Uhrzeit, Stall und Alter der Tiere geprüft werden sollten. Hierzu wurde auf das Vorliegen von Zwischensubjekteffekten getestet, um direkte Effekte von Faktoren (Uhrzeit, Alter, Stall) auf die abhängige Variable (CO<sub>2</sub>/ NH<sub>3</sub>) festzustellen. Auch hier wurde ebenfalls ein Signifikanzniveau von  $p=0,05$  festgelegt.

Alle Vergleiche zwischen Kontroll- und Versuchstall fanden betriebsspezifisch und nicht betriebsübergreifend statt. Ein direkter Vergleich zwischen den Betrieben war nicht möglich, da zu viele betriebsspezifische Einflüsse (Umwelteinflüsse) wie Umstellungszeitpunkt, Tierge-

wichte bei Umstallung, Fütterungs- und Haltungsmanagement, das Außenklima und auch der Tierbetreuer als nicht definierte Umwelteffekte (Restfehler) das Ergebnis mit beeinflusst hätten.

Ein weiterer Fokus wurde durch die Tierärztliche Hochschule Hannover auf das Tierverhalten und welchen Einfluss darauf die umgebauten Tränken haben, gelegt. So fanden Videoaufzeichnungen statt. Im Kontroll- und im Versuchsstall wurde ein Bereich, der sowohl Tränkebar als auch Ruhebereich umfasste, von der Einstallung bis zur Ausstallung rund um die Uhr aufgezeichnet (Abb. 16). Bei der Auswertung der Videos erfolgte die Erfassung von Häufigkeit und Dauer des agonistischen Verhaltens, Komfortverhaltens, Trinkverhaltens und Ruheverhaltens. Für die Erfassung des agonistischen Verhaltens wurden Kämpfe, aggressives Picken und Federpicken berücksichtigt. Der Einfluss des Stalls, der Woche, der Tageszeit und die Interaktion dieser drei Faktoren wurden ebenfalls statistisch evaluiert.



Abb. 16 Perspektive einer Kamera im Versuchsstall mit Ruhebereich und Teil einer Tränkebar

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Biologische Daten

#### Entwicklung der Lebendgewichte

Während des Projektes konnten in Hinblick auf das Lebendgewicht der Tiere auf allen drei Betrieben keine durchgängigen und wiederholbaren Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollstall nachgewiesen werden. Es lassen sich folglich vergleichbare Lebendgewichte mit der klassischen natürlichen Schwerkraftlüftung und der optimierten natürlichen Schwerkraftlüftung erzielen.

In Abb. 17 werden beispielhaft zwei Durchgänge (DG) auf den Betrieben dargestellt. Hier zeigt sich bei Betrieb A zwischen Durchgang 2 und 4 ein Unterschied in den Lebendgewichten der Tiere. Dieser Unterschied ist jedoch nicht auf das eingesetzte Lüftungssystem, sondern auf eine Änderung im Betriebsmanagement zurückzuführen.

So erhielt dieser Betrieb in den Durchgängen 1 bis 3 Jungputen, die von einem anderen Aufzuchtbetrieb aufgezogen wurden. Die Fremdaufzuchten wurden im Alter von maximal 35 Lebenstagen abgegeben. Der Betrieb bevorzugt aber die Einstellung von etwas älteren Tieren. Im 4. Durchgang wurden die Puten im Betrieb A selber aufgezogen. Durch die eigene Aufzucht der Jungputen erfolgte die Umstallung sieben Tage später. Aufgrund der späteren Umstallung und dementsprechend höheren Umstallungsgewicht waren die Jungputen besser auf die Haltungsbedingungen im Maststall angepasst und vorbereitet. Die höheren Lebendgewichte in allen Gewichtsphasen in Durchgang 4 im Vergleich zum Durchgang 2 zeigen dies deutlich (Abb 17).

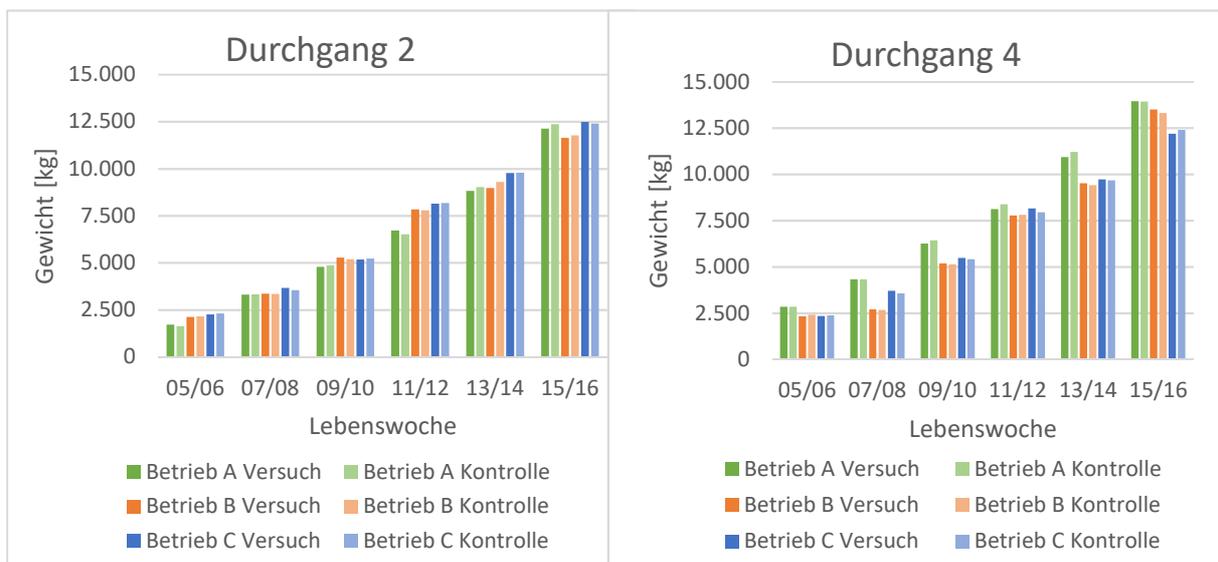


Abb. 17: Darstellung der Gewichtsentwicklungen anhand zweier Durchgänge im Laufe des Projektes.

Hier wird aber auch ersichtlich, dass es auf den einzelnen Betrieben keine signifikanten Unterschiede in den Lebendgewichten zwischen den Versuchs- und Kontrollgruppen gab.

### Fußballenentzündungen

Der Zustand der Fußballen wurde in einem zweiwöchigen Abstand bonitiert und beurteilt. Aus den zugrunde liegenden Daten konnte wiederholt festgestellt werden, dass das optimierte natürliche Lüftungssystem einen tendenziell positiven Effekt auf die Fußballengesundheit hat. Dennoch gab es Unterschiede zwischen den Betrieben.

Auf Betrieb A konnten Daten zur Fußballengesundheit (FPD=footpad dermatitis) nur in vier Durchgängen erfasst werden. In den ersten beiden Durchgängen konnten im Versuchsstall bessere Fußballenergebnisse erzielt werden, dieser Effekt konnte in den folgenden Durchgängen, in denen in einem Durchgang die Tränkebars installiert waren, jedoch nicht repliziert werden (Abb. 18).

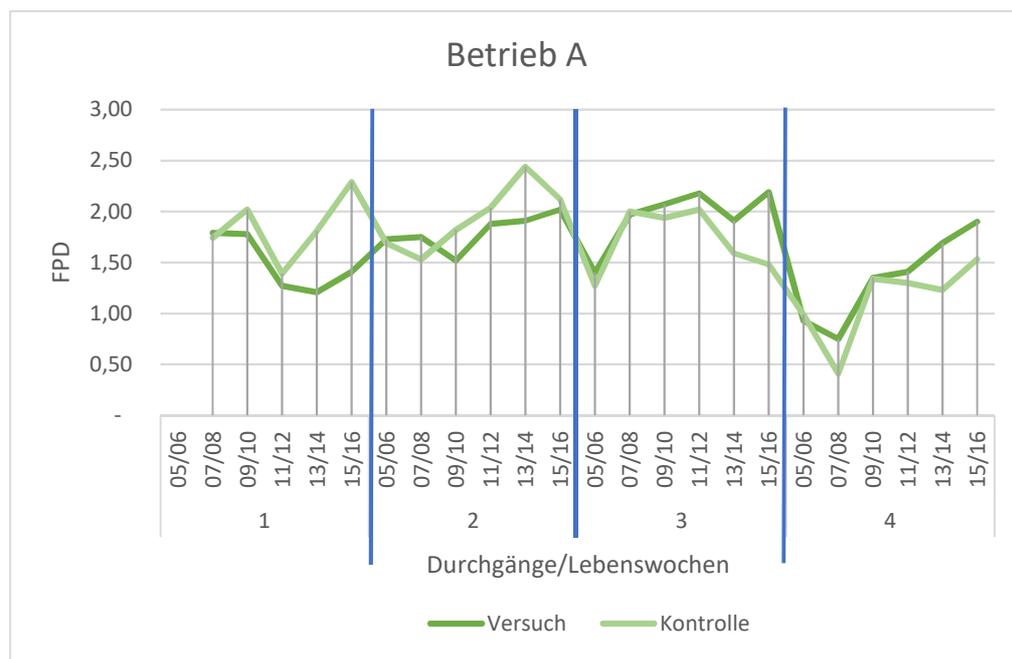


Abb. 18 Betrieb A: Beurteilung der Fußballengesundheit (0=keine Veränderungen; 4= >50% Veränderungen der Fußballen) im Überblick über alle Durchgänge

Auch in den Ställen von Betrieb B, auf dem in sechs Durchgängen die Fußballengesundheit beurteilt werden konnte, wies die Versuchsgruppe tendenziell eine bessere Fußballengesundheit auf. Insgesamt verliefen alle sechs Durchgänge hinsichtlich der Fußballengesundheit sehr ähnlich, mit besserer Fußballengesundheit der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Ergebnisse waren zum größten Teil signifikant, lediglich in Durchgang 6 waren die

Ergebnisse der Fußballengesundheit beider Gruppen annähernd identisch (Abb. 19). Dieser Betrieb setzte neben dem optimierten Lüftungssystem ab dem 4. Durchgang auch die Tränkbars im Versuchsstall ein. Es wird deutlich, dass ein positiver Effekt des Tränkesystems auf die Fußballengesundheit ausblieb, vielmehr näherten sich die Ergebnisse zwischen Kontroll- und Versuchsstall an.

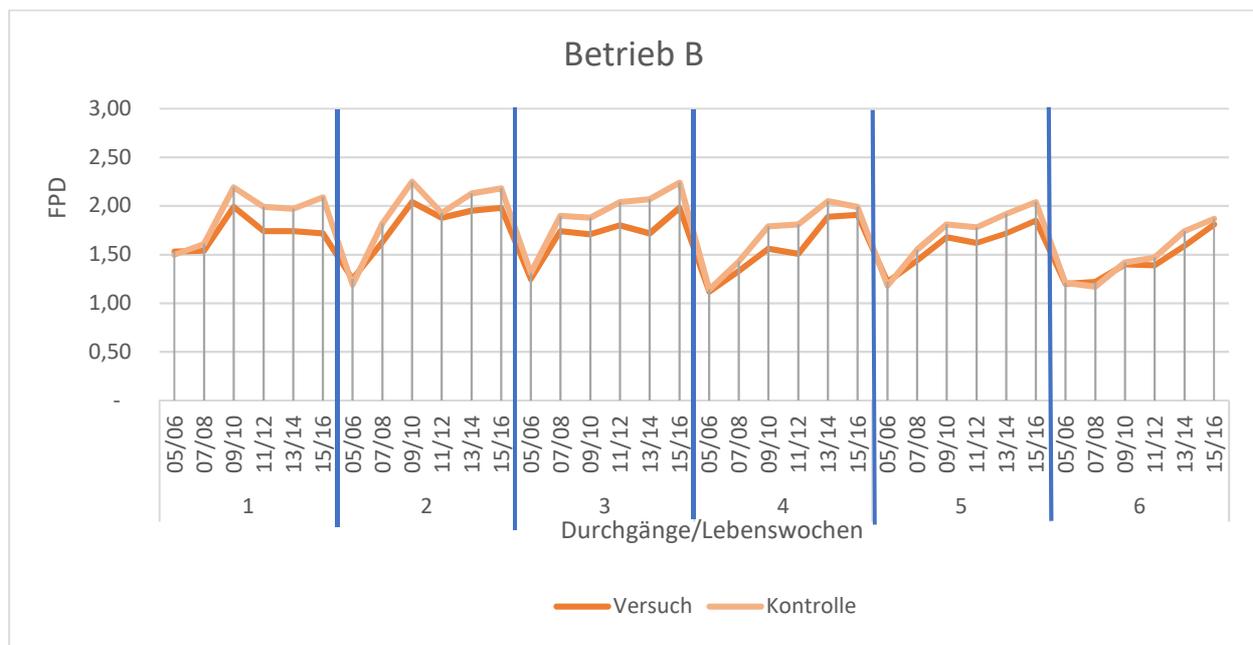


Abb. 19 Betrieb B: Beurteilung der Fußballengesundheit (0=keine Veränderungen; 4= >50% Veränderungen der Fußballen) im Überblick über alle Durchgänge

Die Ergebnisse auf Betrieb C zeigen, welchen Einfluss vor allem die Tränketchnik auf die Fußballengesundheit hat. Dieser Betrieb hatte anders als die beiden anderen Betriebe in den ersten drei Durchgängen eine unterschiedliche Tränketchnik verbaut. In den ersten drei Durchgängen schnitt der Kontrollstall vor allem in der Mitte der Mast (9. – 16. Lebenswoche) signifikant schlechter ab als der Versuchsstall. Zum vierten Durchgang wurde im Versuchsstall dasselbe Tränkesystem verbaut wie im Kontrollstall, in Folge dessen konnten keine Unterschiede hinsichtlich der Fußballengesundheit zwischen Kontroll- und Versuchsstall mehr beobachtet werden. Dennoch können keine Aussagen darüber getroffen werden, ob der Umstieg von Plasson-Tränken auf Lubing®-Tränken zu einer Verbesserung oder Verschlechterung der Fußballengesundheit geführt hat, da sich ab dem 4. Durchgang die Fußballengesundheit beider Gruppen auf jeweils besserem, aber gleichem Niveau befanden. Auch durch den Einsatz der gleichen Tränketchnik konnte kein Einfluss durch die unterschiedliche Art des Lüftungssystems auf die Fußballengesundheit festgestellt werden.

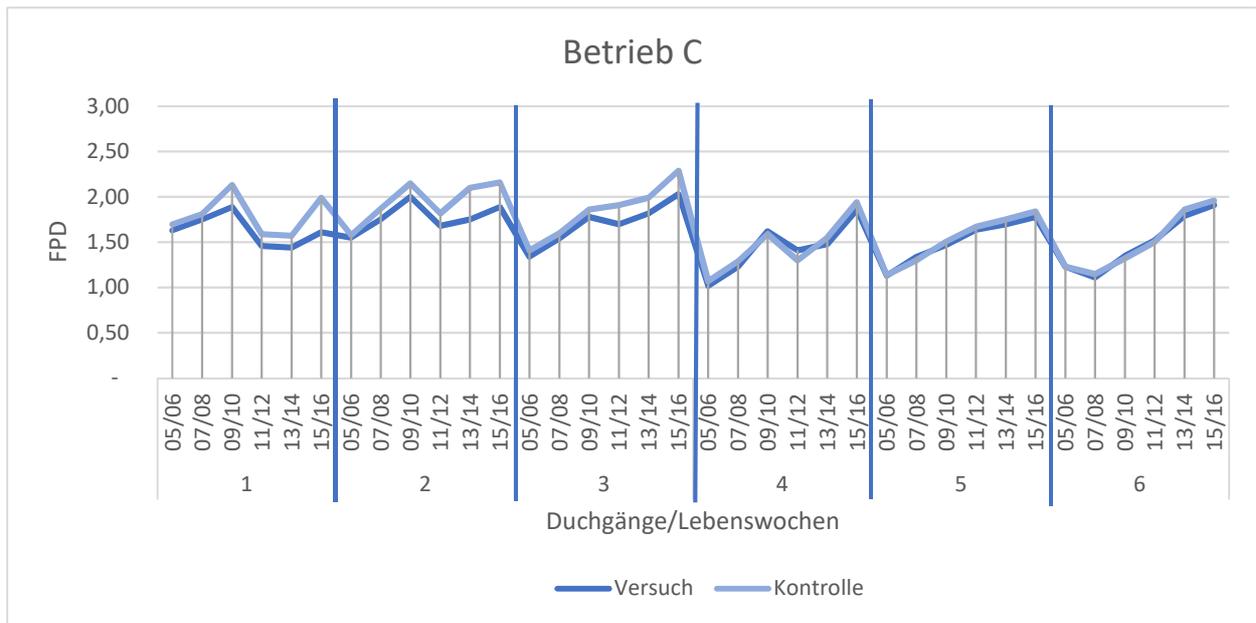


Abb. 20 Betrieb C: Beurteilung der Fußballengesundheit (0=keine Veränderungen; 4= >50% Veränderungen der Fußballen) im Überblick über alle Durchgänge

Zusammenfassend zeigen die Abbildungen 18 – 20, dass der Einfluss der Tränketeknik einen größeren Einfluss auf die Fußballengesundheit hat, als die hier verglichenen Lüftungssysteme.

### Verluste

Es konnten während des Projektes eine Tendenz hinsichtlich geringerer Verluste durch das optimierte natürliche Lüftungssystem beobachtet werden. Dies konnte jedoch nicht über alle Durchgänge hinweg belegt werden. Einen direkten Einfluss auf atypische Verhaltensmuster wie Federpicken- und Kannibalismus gab es während der Projektlaufzeit nicht.

### Atemwegserkrankungen

Das Auftreten von Atemwegsinfektionen war auf den jeweiligen Betrieben zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe identisch. Einen Effekt auf das Auftreten von Atemwegserkrankungen durch das optimierte natürliche Lüftungssystem konnte nicht festgestellt werden.

### Futtermittelnutzung

Das optimierte Lüftungssystem hatte keinen Einfluss auf die Futtermittelnutzung und auch nicht auf die Lebendgewichte bei der Ausstallung. Unterschiede in den einzelnen Durchgängen, die sowohl in Kontroll- als auch Versuchsstall zu beobachten waren, sind auf das Gesundheitsmanagement, sowie äußeren Einflüssen, wie das Außenklima zurückzuführen.

## Einstreumenge

Es konnte im Rahmen des Projektes keine Reduktion der Einstreumenge erzielt werden. Eine Ursache hierfür war der arbeitswirtschaftliche Aspekt. Alle Betriebe streuten die Kontroll- und Versuchsställe immer am gleichen Tag ein. Ob die Ställe eingestreut wurden, richtete sich nach der Einstreuqualität des momentan schlechtesten Stalls und dem Arbeitszeitfenster der durchführenden Arbeitskraft. Der Arbeitsaufwand wäre zu groß gewesen, die Ställe in unterschiedlichen Rhythmen einzustreuen. Daher wurden beide Ställe, also Kontroll- und Versuchsstall zeitgleich und in einem Arbeitsgang nachgestreut.

## **4.2 Einstreubewertung**

Neben den biologischen Leistungen und der Fußballengesundheit wurde auch die Einstreufeuchte und -temperatur ermittelt. Diese Daten wurden auf allen Betrieben erfasst, um einen Effekt der Umbaumaßnahmen im Tiernahbereich feststellen zu können. Es sollte der Frage nachgegangen werden, ob durch das Lüftungssystem mehr Feuchtigkeit aus der Einstreu abgeführt werden kann und ob anhand der Temperatur abgeleitet werden kann, in wieweit das Abfallen von kalter Frischluft in den Tiernahbereich verhindert werden konnte. Dafür wurde mit einem digitalen Heu- und Strohmessgerät die Einstreutemperatur und -feuchtigkeit erfasst. Das Messgerät verfügte über eine Edelstahlsonde, mit der aus technischen Gründen etwa 8 – 10 cm tief in die Mistmatte eingestochen wurde. Diese Tiefe war notwendig, um eine entsprechende Verdichtung der Mistmatte und eine damit verbundene Messgenauigkeit gewährleisten zu können. In höheren Schichten lag in der Regel relativ trockene und lose Einstreu oben auf.

## Einstreutemperatur

Anhand der erfassten Temperaturdaten konnte nur schwer ein alleiniger Effekt des Lüftungssystems auf die Einstreutemperatur ermittelt werden. Die Ergebnisse zwischen den einzelnen Betrieben sind unterschiedlich und lassen unterschiedliche Schlüsse zu. Es konnten zwar an einzelnen Erhebungsterminen signifikante Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt werden, jedoch waren diese weder zwischen den Erhebungsterminen noch zwischen den Durchgängen, noch zwischen den Betrieben replizierbar.

Ein Grund hierfür könnten die bauliche Ausgangssituation sowie die Ausrichtung der Ställe zueinander sein. Betrieb A und B wurden in West-Ost-Ausrichtung gebaut, während in Betrieb A der Kontrollstall im Windschatten des Versuchsstalls stand, war es in Betrieb B umgekehrt. Betrieb C wurde eher in Nord-Süd-Ausrichtung gebaut. Diese Faktoren könnten bereits Einfluss auf die Einstreutemperatur genommen haben, so dass ein alleiniger Effekt der Lüftungstechnik auf die Einstreutemperatur nicht ausreichend belegbar war.

Des Weiteren gab es natürliche Effekte der Außentemperatur und Witterung in direkten Bezug auf die Stalltemperatur und der jeweiligen Einstreutemperatur.

Eine weitere Herausforderung in Bezug auf die Einstreutemperatur ist das Tieralter. Bei jüngeren Tieren ist die Belegdichte im Stall gering, sodass die Einstreu leichter auskühlen kann. Außerdem weist zu Mastbeginn die Mistmatratze eine lockere Struktur auf, wohingegen sich die Mistmatratze zum Ende der Mast zunehmend verdichtet. Untere Schichten können somit nicht mehr abtrocknen. In den verdichteten Bereichen der Mistmatratze schreiten organische anaerobe Umsetzungsprozesse stetig voran, die mit Wärmebildung einhergehen. Somit wird die Einstreutemperatur im Laufe der Mast durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst. So besteht zu Beginn der Mast ein starker Zusammenhang zwischen Stalltemperatur und Einstreutemperatur. Zum Ende der Mast hingegen entsteht zusätzlich innerhalb der wachsenden Mistmatte Wärme, die an die Umgebung abgegeben wird.

### Einstreufeuchte

Die Ergebnisse der Einstreufeuchte sind ebenfalls sehr unterschiedlich zwischen den Betrieben. Auf Betrieb A und C ließen sich bei Betrachtung der gesamten Durchgänge keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Einstreufeuchte zwischen Kontroll- und Versuchsstall nachweisen. So scheint weder die Lüftung noch das jeweilige Tränkesystem einen Einfluss auf die Einstreufeuchte gehabt zu haben.

Auf Betrieb B hingegen gab es über alle Durchgänge hinweg einen signifikanten Unterschied ( $p < 0,05$ ) zu Gunsten des Versuchsstalls (Abb. 21) und des optimierten natürlichen Lüftungssystems. Ein Effekt durch die genutzte Tränketechnik auf die Einstreufeuchte lässt sich aber auch hier nicht erkennen.

In Abb. 21 werden die Unterschiede zwischen Betrieb B und Betrieb C graphisch dargestellt (Betrieb A wird auf Grund Ähnlichkeiten zu Betrieb C nicht extra aufgeführt). Es ist zu erkennen, dass die Einstreu im Verlauf der einzelnen Durchgänge feuchter wird, aber während es in Betrieb C keine Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollstall gibt, ist die Einstreu in Betrieb B im Versuchsstall trockener als im Kontrollstall.

In Abb. 19 wird die Entwicklung der Fußballengesundheit auf Betrieb B dargestellt. Der Vergleich der Fußballengesundheit mit der in dem Betrieb gemessenen Einstreufeuchte lässt den Schluss zu, dass die Fußballen der Tiere im Kontrollstall durch die dort feuchtere Einstreu schlechter abschnitten als im Versuchsstall. Dies könnte einen positiven Rückschluss auf den Nutzen des optimierten natürlichen Lüftungssystems zulassen, da die Tränkebars hier keine Rolle zu spielen scheinen.

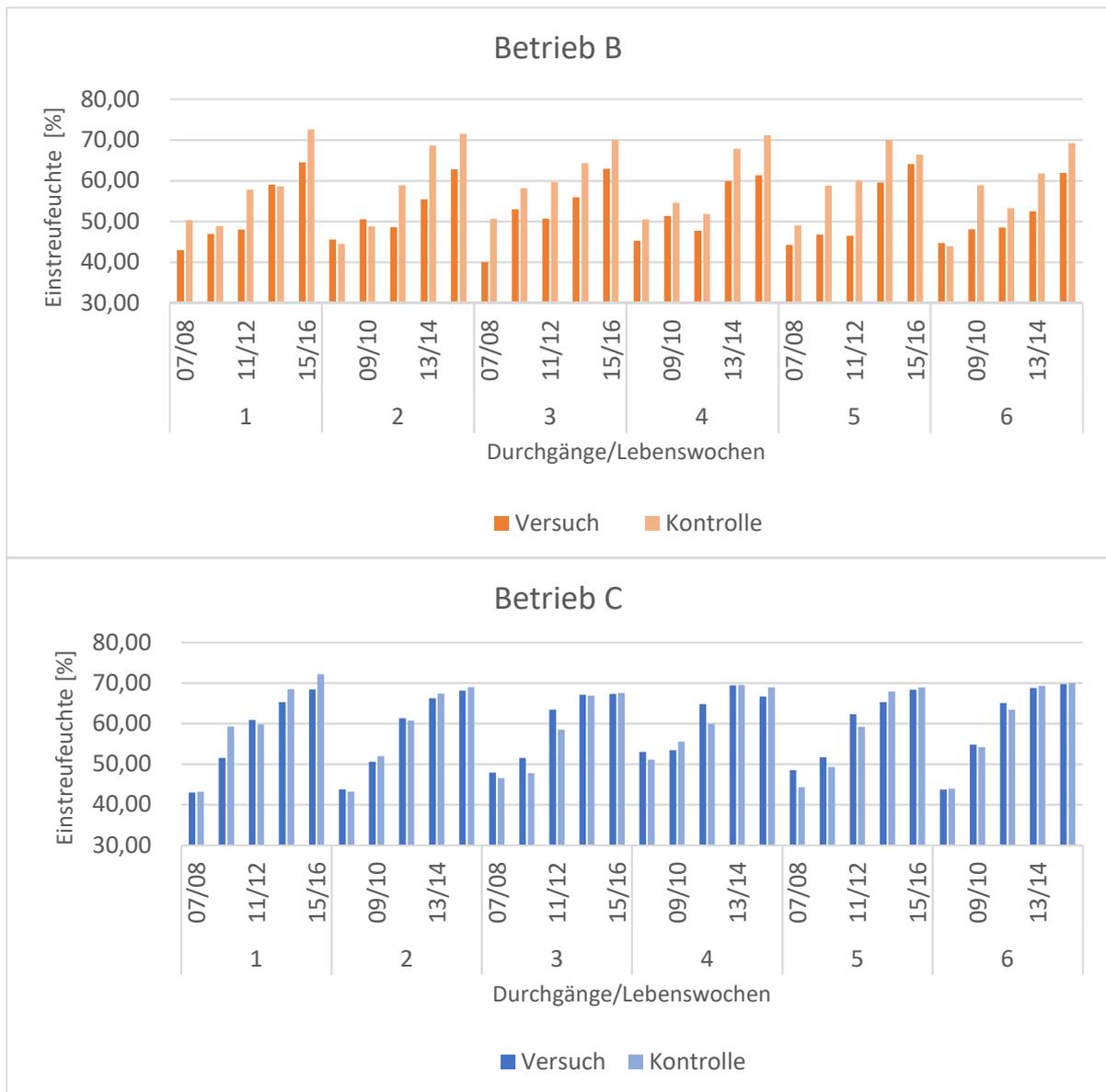


Abb. 21 Vergleich der unterschiedlichen Einstreufeuchtigkeiten zwischen den Betrieben B und C.

In Abb. 20 wird die Fußballengesundheit für Betrieb C graphisch dargestellt. Hier schnitt der Kontrollstall im Bezug auf die Fußballengesundheit zunächst schlechter ab (Durchgang 1 – 3) und ab Durchgang 4, nach Umbau des Tränkesystems im Versuchsstall, waren keine Unterschiede mehr messbar. Somit lässt sich mit Hilfe der hier dargestellten Ergebnisse zur durchschnittlichen Einstreufeuchte die schlechtere Fußballengesundheit nicht erklären. Allerdings war während der ersten drei Durchgänge die Einstreu im Kontrollstall im Bereich der Tränken deutlich feuchter, sodass dies ursächlich für die schlechteren Fußballen gewesen sein könnte.

Auch auf Betrieb A ließ sich kein zwingender Zusammenhang zwischen Einstreufeuchte und Fußballengesundheit der Tiere herstellen. Die Einstreubeurteilung fiel zumeist ohne

signifikante Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollstall aus, während es sehr wohl Unterschiede hinsichtlich der Fußballengesundheit gab. Jedoch fielen die ersten beiden Durchgänge mit geringeren Benotungen für den Versuchsstall und die letzten beiden Durchgänge mit besseren Fußballbenotungen für den Kontrollstall aus. Hier lässt sich folglich weder ein deutlicher Zusammenhang zwischen Fußballengesundheit und Einstreufeuchte, noch zur Lüftungstechnik oder dem Tränkesystem erkennen.

### **4.3 Entwicklungen der Schadgaskonzentration**

#### CO<sub>2</sub> Konzentration

Um einen Effekt des optimierten Lüftungssystems auf die Qualität der Stallluft abbilden zu können, wurde in Betrieb A kontinuierlich die Schadgasentwicklung von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>) über vier Durchgänge erfasst (vgl. 3.3 Datenerhebung).

Vor allem in der ersten Phase, von der Einstallung der jungen Aufzuchtputen in den Maststall bis zu einem Alter von ungefähr zwölf Lebenswochen, unterschieden sich die Lüftungsprogramme zwischen dem Versuchs- und Kontrollstall. Während der Kontrollstall ganzzzeitiglich durch die natürliche Wind- und Schwerkraftlüftung gelüftet wurde, wurde der Versuchsstall dahingehend ausgestattet, dass er in dieser kritischen Entwicklungsphase der Jungputen bis zur 12. Lebenswoche durch Unterdruck und dadurch zielgerichteter gelüftet werden konnte (vgl. 2 Lüftungssysteme in der Putenmast). Lange hielt sich die Behauptung, dass insbesondere Putenhähne nur in Offenställen zu mästen seien, da vor allem Putenhähne einen extrem hohen Frischluftbedarf hätten und der hohe Frischluftbedarf in geschlossenen Ställen mit Unterdrucklüftung nicht sichergestellt werden könnte. Dieser Versuchsansatz zeigte jedoch gerade in der kritischen Phase bis zur 12. Lebenswoche, dass männliche Puten ebenfalls durch eine geregelte Unterdrucklüftung über den Dachfirst gemästet werden können.

Im Vorfeld der Erhebungen bestand die Vermutung, dass sich die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Stallluft in den Nachtstunden bei Inaktivität der Putenherde und reduzierter Lüftung anreichern könnte. Durch die reduzierte Luftbewegung im Stall könnte sich Kohlenstoffdioxid aufgrund seiner höheren Dichte im Vergleich zu Sauerstoff vor allem im Tiernahbereich sammeln. Zu erwarten gewesen wäre somit ein CO<sub>2</sub>-Peak zu Tagesbeginn bei Einsetzen der Tieraktivitäten im Stall, wodurch CO<sub>2</sub> aus dem Tiernahbereich wieder freigegeben werden würde. Diese Annahme konnte im Rahmen der kontinuierlichen Datenerhebung nicht vollständig belegt werden. Zwar gibt es eine Anreicherung von CO<sub>2</sub> in der Stallluft über die Nacht hinweg vor allem zu Beginn der Mast, aber es konnte kein Peak mit Einsetzen der Tieraktivitäten festgestellt werden (Abb. 22).

In dem Zeitraum von Mastbeginn bis zur 12. Lebenswoche der Puten wurde der Versuchsstall über eine geregelte Unterdrucklüftung mit 15%iger Nachtabsenkung (Lüftungsreduktion) gelüftet. In Abb. 22 ist ein beispielhafter Tagesverlauf aus der 8. Lebenswoche dargestellt. Man erkennt, dass es in den Nachtstunden in beiden Ställen zu CO<sub>2</sub>-Anreicherung in der Stallluft kam. Diese fielen nachts im Versuchsstall höher aus als im Kontrollstall. Im Verlauf der Hellphase am Tag und der aktiven Ablüftung der verbrauchten Stallluft durch das optimierte natürliche Lüftungssystem fielen die CO<sub>2</sub>-Werte im Versuchsstall zum Teil deutlich geringer aus als im Kontrollstall.

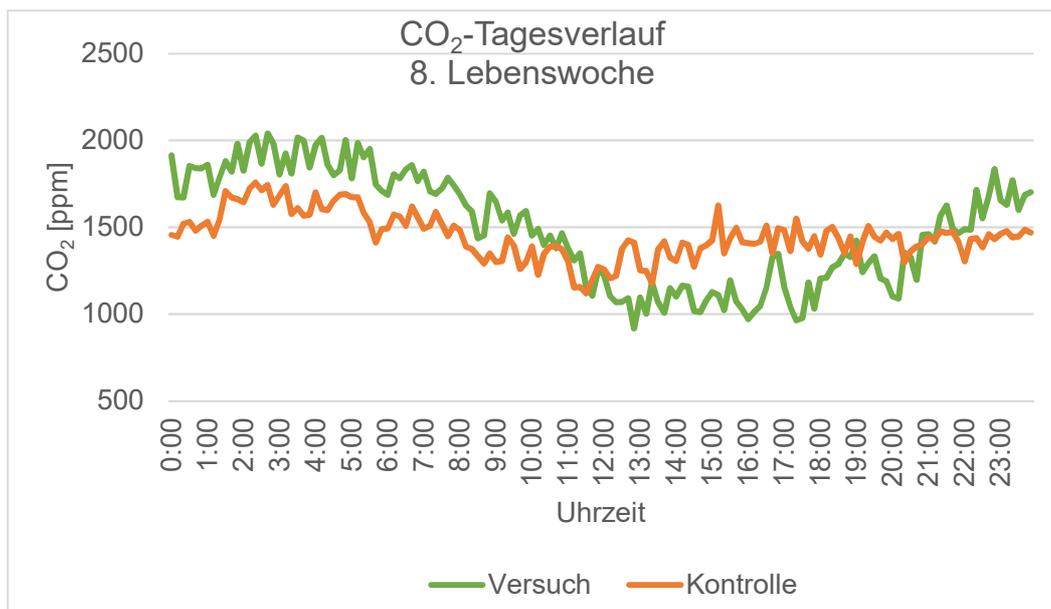


Abb. 23 Beispielsweiser CO<sub>2</sub>-Tagesverläufe in der 8. Lebenswoche der Puten (4. Durchgang)

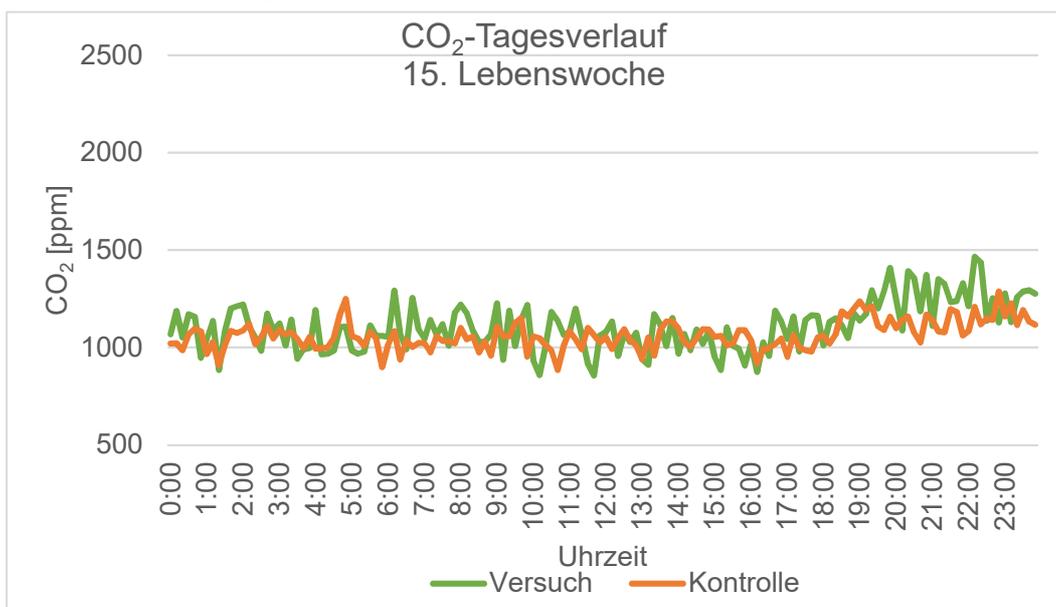


Abb. 22 Beispielsweiser CO<sub>2</sub>-Tagesverläufe in der 15. Lebenswoche der Puten (4. Durchgang)

In Abb. 23 ist beispielhaft ein Tag aus der 15. Lebenswoche der Puten dargestellt. Zu diesem Zeitpunkt wurden beide Ställe mit identischem Lüftungssystem, der natürlichen Schwerkraftlüftung, abgelüftet. Die Tagesverläufe unterscheiden sich zwischen den Ställen nicht mehr, auch gibt es zu diesem Zeitpunkt kaum noch Unterschiede zwischen den Tag- und Nachtstunden.

Mit Hilfe von statistischen Testverfahren wurde untersucht, in wieweit das Lüftungssystem, die Uhrzeit und das Alter der Puten Einfluss auf die gemessenen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen nahmen. Die Ergebnisse der Tests bestätigten die beschriebenen Beobachtungen. So konnte nachgewiesen werden, dass die Uhrzeit, wie auch in Abb. 22 zu sehen, einen signifikanten Einfluss auf die Höhe der CO<sub>2</sub>-Konzentration hatte. Zudem war aus den Ergebnissen der Tests ableitbar, dass das Lüftungssystem Einfluss auf die Höhe der CO<sub>2</sub>-Konzentration nahm und dieser Einfluss aber auch vom Alter der Tiere abhing. So war in der 8. Lebenswoche noch ein Unterschied zwischen den Lüftungssystemen sichtbar (Abb. 22), während nach der zwölften Lebenswoche aufgrund der Umstellung von Unterdruck auf Schwerkraftlüftung im Versuchsstall keine Unterschiede zum Kontrollstall mehr vorlagen (Abb. 23).

Wichtig jedoch ist zu erwähnen, dass alle gemessenen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen, sowohl im Kontroll- wie auch im Versuchsstall, und über alle Zeitfenster und Lebensabschnitte hinweg, in einem moderaten Bereich lagen und weit unter den empfohlenen Grenzwerten nach dem Gesundheitskontrollprogramm für Puten lagen.

### NH<sub>3</sub> Konzentration

Ein ähnliches Bild zeichnet sich auch bei der Betrachtung der NH<sub>3</sub>-Werte ab. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass es auch hier zu einer Anreicherung an NH<sub>3</sub> in den Nachtstunden kam, welche sich zwischen den Ställen in unterschiedlicher Intensität abzeichnete (Abb. 23).

Aber auch hier muss ausdrücklich erwähnt werden, dass beide Ställe während der Durchgänge die empfohlenen Maximalvorgaben für den NH<sub>3</sub>-Gehalt in der Stallluft von 20 ppm eingehalten haben und im Schnitt der einzelnen Durchgänge sowohl tags wie auch nachts unterhalb von 10 ppm lagen.

Bei Betrachtung des NH<sub>3</sub>-Tagesverlaufs in der 8. Lebenswoche der Tiere (Abb. 24) wird ersichtlich, dass die NH<sub>3</sub>-Werte im Versuchsstall über den gesamten Tag hinweg höher ausfielen als im Kontrollstall. Es scheint, als wenn NH<sub>3</sub> durch das optimierte natürliche Lüftungssystem, welches zu diesem Zeitpunkt als Unterdrucklüftung arbeitete, schwerer abzulüften ist als durch die natürliche Schwerkraftlüftung. Anders als die CO<sub>2</sub>-Werte die am selben Tag zumindest

tagsüber im Versuchsstall unterhalb der Werte des Kontrollstalles lagen, weist der Versuchsstall hier ganztags höhere  $\text{NH}_3$ -Werte auf als der Kontrollstall (Abb. 22 und 24).

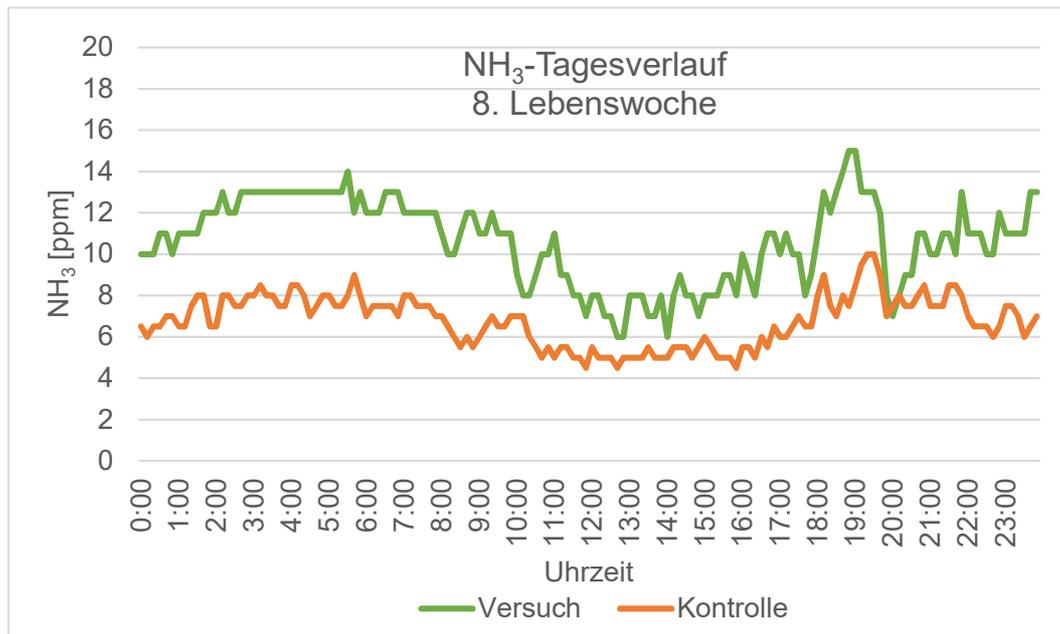


Abb. 24 Beispielsweiser  $\text{NH}_3$ -Tagesverläufe in der 8. Lebenswoche der Puten (4. Durchgang)

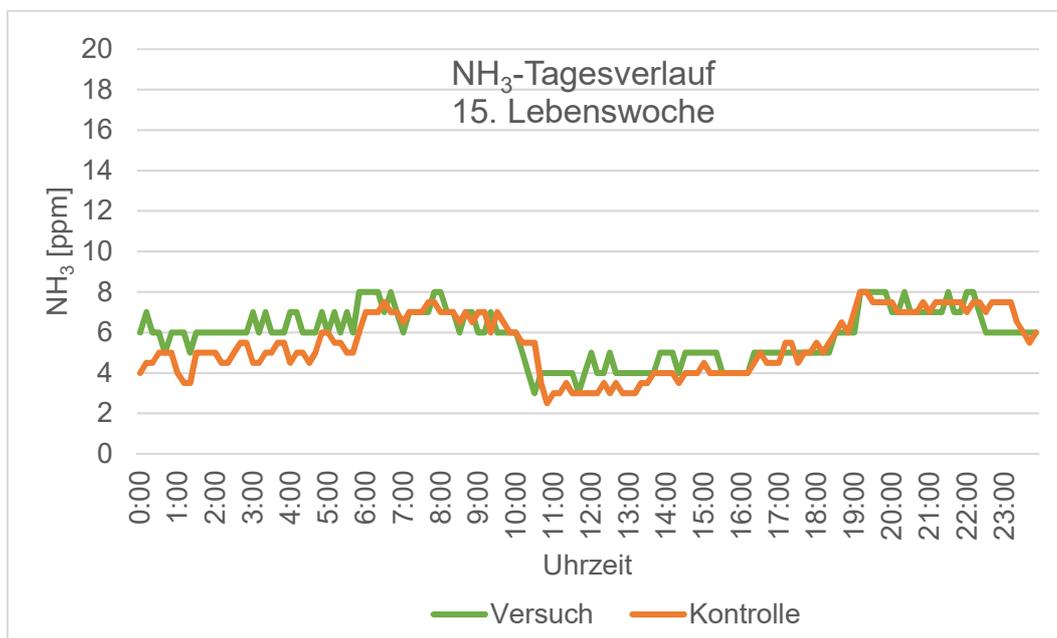


Abb. 25 Beispielhafte  $\text{NH}_3$ -Tagesverläufe in der 15. Lebenswoche der Puten (4. Durchgang)

In der 15. Lebenswoche, als beide Ställe über die natürliche Schwerkraftlüftung belüftet wurden, glichen sich die  $\text{NH}_3$ -Werte ähnlich der  $\text{CO}_2$ -Werte in Versuchsstall und Kontrollstall an (Abb. 25). Dennoch gab es hier, anders als bei den  $\text{CO}_2$ -Werten, noch einen erkennbaren Unterschied zwischen Tag- und Nachtstunden. So waren die  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen in der Nacht bei

beiden Lüftungssystemen höher als am Tag, während die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der 15. Lebenswoche nachts und tagsüber auf einem gleichen Niveau blieben.

Vergleicht man die beiden unterschiedlichen Altersstufen miteinander (Abb. 24 und 25), so fällt auf, dass bei beiden Lüftungssystemen die NH<sub>3</sub>-Konzentrationen im Stall in der ersten Masthälfte höher waren als in der zweiten Masthälfte.

Auch hier wurde überprüft, in wie weit die Faktoren Stall, Uhrzeit und Alter der Tiere signifikant Einfluss auf die NH<sub>3</sub>-Konzentrationen im Stall nahmen. Hier zeigte sich auch, dass sowohl die Tageszeit als auch das Alter der Tiere Einfluss auf die Höhe der NH<sub>3</sub>-Konzentrationen hatten. Während das Lüftungssystem in Hinblick auf die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen einen signifikanten Einfluss hatte, konnte für NH<sub>3</sub> nur im zweiten und dritten Durchgang ein signifikanter Einfluss nachgewiesen werden.

#### **4.4 Tierverhalten**

Nach Abschluss der ersten drei Durchgänge wurden auf zwei der Betriebe die Tränkelinien zu außen liegenden „Tränkebars“ mit jeweils fünf Tränken pro Bar umgebaut (vgl. 3.2 Projektdurchführung). Das Ziel dieses Umbaus war die Schaffung eines vergrößerten Ruhebereichs. Hierdurch steht einerseits den Tieren mehr freier Platz zur Verfügung. Andererseits wird durch die Umstrukturierung die Fläche, in der es zu feuchter Einstreu durch Wassereintrag kommen kann, verkleinert.

Der Einfluss des Stalls, der Woche, der Tageszeit und die Interaktion dieser drei Faktoren wurde statistisch evaluiert. Insbesondere in der Spätmast konnte gesteigertes Auftreten von agonistischem Verhalten, also Kämpfe, aggressives Picken und Federpicken, im Bereich der Tränkebars beobachtet werden. Die Ursache hierfür liegt darin, dass durch die zusammengedrängten Tränken weniger Platz rund um die individuellen Tränken vorhanden war. Hierdurch kam es zu Störungen und Abbruch der Wasseraufnahme. Eine direkte Folge dieses agonistischen Verhaltens ist die gesteigerte Zahl und verringerte Dauer des Trinkverhaltens. Die Tiere mussten die Tränken häufiger aufsuchen, um ihren Wasserbedarf decken zu können.

Ebenfalls in der Spätmast zeigte sich ein Anstieg von Komfortverhalten. Dies ist auf den vergrößerten Ruhebereich, der den Tieren mehr Platz bot, zurückzuführen.

Ab der neunten Lebenswoche zeigten die Puten im Versuchsstall ein vermindertes Ruheverhalten. Hierfür sind zwei Faktoren ausschlaggebend. Einerseits fördert das vergrößerte Platzangebot die Bewegung der Tiere. Andererseits zeigt sich hier auch der Einfluss der bereits oben erwähnten gesteigerten Tränkefrequenz.

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass der Tränkenumbau einerseits positive Effekte (gesteigertes Komfortverhalten, erhöhte Aktivität), aber andererseits auch ein erhöhtes Auftreten agonistischen Verhaltens zur Folge hatte. Somit lässt sich durch den Umbau der Tränken insgesamt kein positiver Einfluss auf das Tierverhalten und das Wohlbefinden erzielen.

#### 4.5 Ökonomie

Neben den Auswirkungen der zu vergleichenden Lüftungssysteme auf das Haltungsmanagement, sollte der Umbau der Luftführung auch ökonomisch bewertet werden.

Die Umbaumaßnahmen der jeweiligen Ställe beliefen sich auf etwa 30.000 € bis 38.000 € (Tab. 4). Die unterschiedlichen Investitionskosten der drei Betriebe sind durch einen unterschiedlichen Materialbedarf und Unterschiede in der vorhandenen Technik variabel. Darüber hinaus war der Anteil der Eigenleistungen der einzelnen Betriebe verschieden und haben in Gänze auch dem entsprechend zu unterschiedlichen Gesamtinvestitionen geführt.

Tab. 4 Umbaukosten gesamt (in € inkl. MWSt.)

<b>Position</b>	<b>Betrieb A</b>	<b>Betrieb B</b>	<b>Betrieb C</b>
Umbau Klimatechnik	10.159,71 €	13.662,66 €	15.569,49 €
Umbau Lüftungstechnik	13.584,32 €	24.306,10 €	18.236,11 €
Umbau Lüftungsschächte	6.396,21 €	- €	- €
<b>Summe Umbau</b>	<b><u>30.140,24 €</u></b>	<b><u>37.968,76 €</u></b>	<b><u>33.805,60 €</u></b>

Bei der Umlage der Kosten auf die Tierplätze wird der finanzielle Aufwand für den Umbau des Lüftungssystems nochmal deutlicher. Während Betrieb A die Gesamtinvestition von 30.140 € auf 4.800 Tierplätze umlegt, hat Betrieb B mit 3200 Tierplätzen und Betrieb C mit 3500 Tierplätzen höhere Investitionskosten je Stallplatz. Dies zeigt Tab. 5.

Tab. 5 Umbaukosten je Stallplatz (in € inkl. MWSt.)

<b>Position</b>	<b>Betrieb A</b>	<b>Betrieb B</b>	<b>Betrieb C</b>
Umbau Klima	2,12 €	4,27 €	4,45 €
Umbau Lüftung	2,83 €	7,60 €	5,21 €
Umbau Lüftungsschächte	1,33 €	- €	- €
<b>Summe Umbau</b>	<b><u>6,28 €</u></b>	<b><u>11,87 €</u></b>	<b><u>9,66 €</u></b>

Darüber hinaus gab es kaum finanziellen Unterschiede zwischen den Versuchs- und Kontrollställen. Dabei soll jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass es sehr wohl einen Mehraufwand bei

Strom- und Gasverbrauch in den Versuchsställen gab, um unter anderen die Stellmotoren für die Lüftungsklappen zu betreiben oder zum Betreiben der Heizkanonen. Dies konnte jedoch nicht weiter verifiziert werden, da es keine technischen Vorkehrungen gab, um Strom- und Gasverbräuche in den Betrieben getrennt nach Versuchsstall und Kontrollstall zu erfassen. Rein subjektiv wurde durch die Betriebsleiter die Einschätzung abgegeben, dass es durch das optimierte natürliche Lüftungssystem in Phasen der Unterdrucklüftung zu 20 – 30 % höheren Energiekosten kam.

Im Rahmen des Projektes konnten keine Einsparungen im Einstreumanagement erarbeitet werden. Darüber hinaus sind keine nennenswerten Unterschiede bezüglich Tierverluste, Schlachtgewichten oder Verwürfe am Schlachthof in Bezug zur Lüftungstechnik bekannt, so dass keine monetären Differenzen zwischen Versuchs- und Kontrollstall festgestellt werden konnten.

## **5. Fazit**

Im Rahmen des Projektes konnte gezeigt werden, dass es sehr wohl möglich ist, Putenhähne auch in Ställen mit Unterdrucklüftung zu mästen. Diese Lüftungstechnik gewährleistet einen ausreichenden Luftaustausch und Abtransport von Schadgasen wie auch Feuchtigkeit. Darüber hinaus ist allerdings das zugrundeliegende Haltungsmanagement mit den diversen Teilaspekten von großer Bedeutung. So ist das betriebsindividuelle Einstreu- und Tränkmanagement ebenso wichtig, wie das Fütterungs- und Gesundheitsmanagement und auch die betriebsindividuelle Klimaführung. Im Projekt waren zwei Durchführungsphasen vorgesehen. Die erste Phase umfasste drei Durchgänge mit Vergleich einer unterschiedlichen Lüftungstechnik. Diese Projektphase konnte in Gänze durchgeführt werden und lieferte ein vollständiges Bild zur Eignung der unterschiedlichen Lüftungssysteme. In der zweiten Projektphase sollte zusätzlich die Eignung von Tränkebars in Putenmastställen getestet werden. Diese wurden lediglich auf zwei Betrieben erprobt, von denen auf einem Betrieb auf Grund von regionalen Wiedereinstellungsverboten in Folge von Ausbrüchen Aviärer Influenza nur noch ein Durchgang durchgeführt werden konnte. Dennoch konnten auch hier aufschlussreiche Erkenntnisse zum Tränkmanagement gesammelt werden. So liefern die Ergebnisse Hinweise darauf, dass die Wahl des Tränkesystems sehr wohl einen Einfluss auf die Fußballengesundheit hat, sich Tränkebars sich allerdings nicht als vorteilhaft erwiesen. Darüber hinaus konnten die Unterschiede in der Höhe der Schadgaskonzentrationen, der Temperatur und der Feuchtigkeit der Einstreu nicht eindeutig nur einem Einflussfaktor zugeordnet werden.

An dem Projekt haben drei sehr gute und innovativ aufgestellte Putenmäster mitgewirkt, die bereits im Alltag stets in Verbesserungen von Haltungsmanagement und Arbeitsabläufen

investiert haben. So ist es nicht verwunderlich, dass diese Betriebe in der Lage waren mit beiden Lüftungssystemen gute Ergebnisse in Bezug auf die Tiergesundheit und biologischen Leistungen zu erzielen. Ziel des Projektes war es, durch einen mit nicht unerheblichen Investitionskosten verbundenen Umbau der Lüftungstechnik in der eher kritischen Lebensphase von Putenhähnen, die Tiergesundheit, die Luftqualität das Tierwohl und auch die biologischen Leistungen zu verbessern.

Im Rahmen der Untersuchungen zeigten sich beim Einsatz des innovativen Lüftungskonzeptes jedoch keine eindeutigen Vorteile hinsichtlich der Tiergesundheit und des Tierverhaltens. Nur in Hinblick auf die Fußballengesundheit wurden bei Einsatz des kombinierten Systems aus Unterdruck- und Schwerkraftlüftung in einem Teil der Durchgänge bessere Ergebnisse erzielt.

### **Kurz gelesen:**

- Ein kombiniertes Lüftungssystem aus Unterdruck- und Schwerkraftlüftung eignet sich zur Mast von konventionellen Putenhähnen.
- Die maximalen Grenzwerte für Schadgaskonzentrationen von CO<sub>2</sub> und NH<sub>3</sub> wurden während der gesamten Projektlaufzeit bei keinem der beiden Lüftungssystem überschritten.
- Auch die Form des Wasserangebotes nahm entscheidend Einfluss auf die Fußballengesundheit.
- Durch Tränkebars lässt sich insgesamt kein positiver Einfluss auf das Tierverhalten und das Wohlbefinden der Puten erzielen
- Die Kosten für den Umbau konnten nicht durch verbesserte Tierleistungen und -gesundheit kompensiert werden.

## Literaturverzeichnis

BIERSCHENK, F., GERTH, C., MÜNTER, M., NORDHUES, P. (1987): Hühner und Puten. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.

GIGAS, H., OELSCH, C., ROTT, M., 1986: Puten. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

FELDHAUS, L., SIEVERDING, E. (2007): Putenmast. Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

HARTUNG, J., SPINDLER, B. (2012): Klimabedingungen. In Otfried Siegmann/ Ulrich Neumann (Hrsg.): Kompendium der Geflügelkrankheiten. 7. Aufl. Schlütersche, Hannover.

HILLER, P. et al. (2017): Leitfaden Geflügelhaltung. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg.

MARTRENCAR, A., BOILLETOT, E., HUONNIC, D., POL, F 2002. Risk factors for foot-pad dermatitis in chicken and turkey broilers in France. *Prev. Vet. Med.* 52, 213-226.

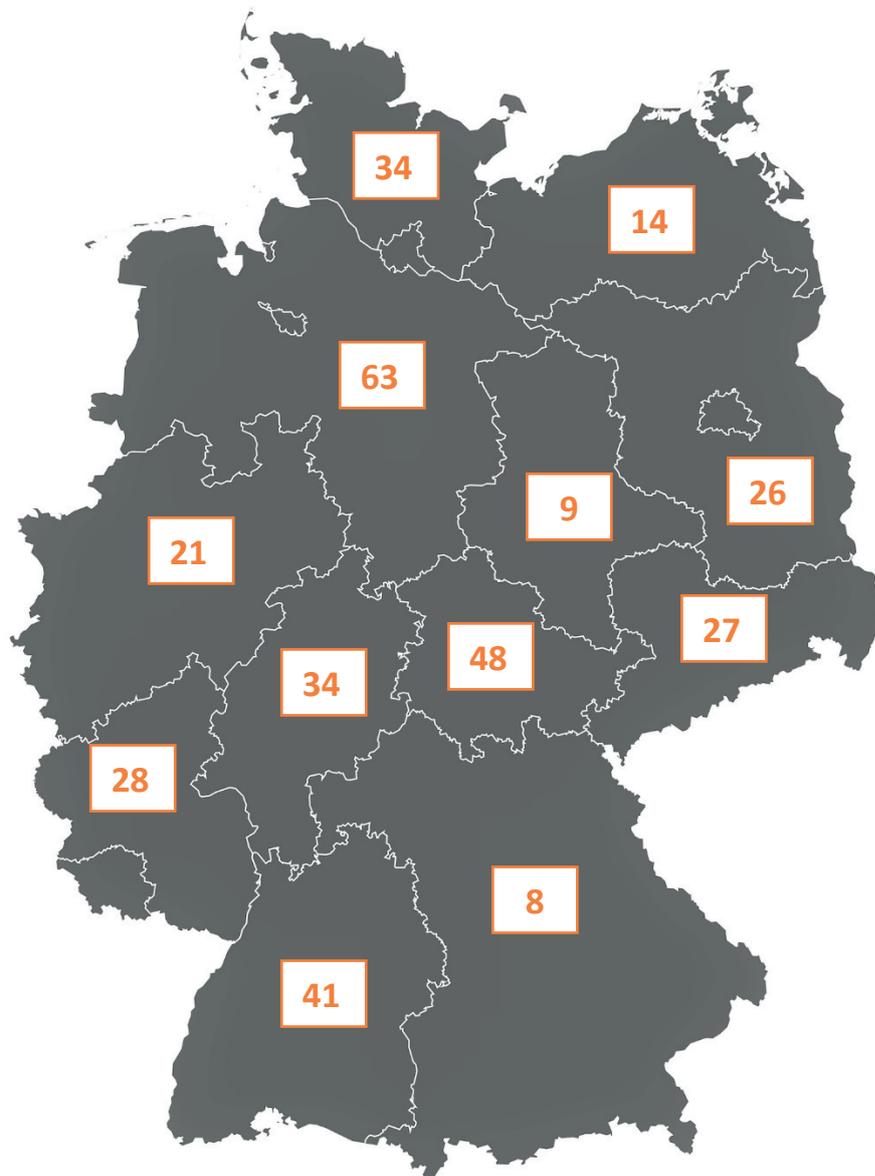
MOORGUT KARTZFEHN VON KAMEKE GMBH & CO KG (2012): Informationen zur Putenmast.

NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2019): Empfehlung zur Vermeidung des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus bei Puten. Ströher Druckerei und Verlag GmbH Co. KG, Celle

## EIP IN DEUTSCHLAND

Es wurden bisher 353 EIP-Projekte in Deutschland bewilligt und umgesetzt (DVS, Stand Juli 2022).

Die Grafik zeigt die Verteilung auf die Bundesländer.



- Weitere Informationen über die deutschlandweiten Projekte finden Sie unter:

[www.netzwerk-laendlicher-raum.de](http://www.netzwerk-laendlicher-raum.de)

- Eine Übersicht über die niedersächsischen Projekte finden Sie auf der Homepage des Netzwerks Agrar& Innovationen Niedersachsen

[www.eip-nds.de](http://www.eip-nds.de)



Landwirtschaftskammer Niedersachsen  
Mars-la-Tour-Straße 1-13  
26121 Oldenburg

Telefon: 0441 801-696  
Telefax: 0441 801-634

E-Mail: [christina.schulte@lwk-niedersachsen.de](mailto:christina.schulte@lwk-niedersachsen.de)  
[peter.hiller@lwk-niedersachsen.de](mailto:peter.hiller@lwk-niedersachsen.de)  
[stefan.sagkob@lwk-niedersachsen.de](mailto:stefan.sagkob@lwk-niedersachsen.de)

Internet: [www.lwk-niedersachsen.de](http://www.lwk-niedersachsen.de)



Landwirtschaftskammer  
**Niedersachsen**

