

Beleuchtung als Einflussfaktor für eine tiergerechte Mastputenhaltung

G. Raveendran*, K. Homeyer*, J. Raabe**, T. Bartels**, R. Lachmayer***

Organisation:

*Hochschule Hannover, Fakultät I - Elektro- und Informationstechnik; **Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Tierschutz und Tierhaltung; *** Leibniz-Universität Hannover, Fakultät für Maschinenbau, Institut für Produktentwicklung und Gerätebau

Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Optimierung des Lichtmanagements in der Haltung von Mastputen“ (OptiLiMa) wird der Einfluss der Stallbeleuchtung auf das Verhalten von Mastputen untersucht. Dafür wird eine LED-Vollspektrumbeleuchtung mit Wellenlängen vom UVA-Bereich bis zum sichtbaren Licht sowie ein automatisches Tierbeobachtungssystem mittels KI-videobasierter Objekterkennung entwickelt. Im Fokus der Untersuchungen steht dabei ein bislang wenig untersuchter möglicher Haltungsfaktor, der Einfluss der Beleuchtung auf das Verhalten von Mastputen. Getestet wurde einerseits die Auswirkung von Flimmerfrequenzen mit 165 Hz, 500 Hz und 16 kHz sowie andererseits unterschiedliche Lichtspektren im für Menschen sichtbaren Bereich mit und ohne einen zusätzlichen UVA-Anteil. Die von den Puten bevorzugten Aufenthaltsbereiche im Maststall wurden analysiert. Zusätzlich wurde in Federproben die Konzentration von Corticosteron gemessen, um die Effekte der verschiedenen Flimmerfrequenzen auf die Langzeitsekretion dieses Stresshormons als Reaktion auf die Umgebungsbedingungen zu erfassen. Ziel der Studie ist es, Parameter für eine den Haltungsansprüchen von Mastputen gerecht werdende Stallbeleuchtung zu bestimmen, die ggf. zur Verbesserung des Tierwohls beitragen kann.

Index Terms: Künstliche Intelligenz, 24/7 Tierverfolgung, Digitalisierung in der Putenhaltung

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln der Landwirtschaftlichen Rentenbank



© 2023 by the authors. – Licensee Technische Universität Ilmenau, Deutschland.



This is an **Open Access** article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution ShareAlike-4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/), (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

1 Einleitung

Tierhalter sind laufend bemüht, die Haltung der Tiere zu verbessern, um einerseits Gesundheit und Wohlbefinden der Tiere zu erhalten, andererseits aber auch die Tierhaltung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu optimieren. Beschädigungspicken durch Artgenossen ist immer noch eine große Herausforderung in der Putenmast, die Tierverluste der Putenhalter liegen bei bis zu 10 %, was neben dem Leid der Tiere auch zu hohen finanziellen Einbußen führen kann.

Die Stallautomation bietet zahlreiche Möglichkeiten, diese Prozesse (Fütterungsprozess, Versorgung der Tränke etc.) mit minimalem Arbeits- und Ressourcenaufwand optimal zu gestalten. Unerwünschte Verhaltensweisen, wie z.B. Beschädigungspicken („Kannibalismus“), können nur durch intensive Beobachtung durch den Tierhalter frühzeitig erkannt und ggf. verhindert werden, technische Geräte können den Menschen und seine persönliche Wahrnehmung derzeit noch nicht ersetzen. Beschädigungspicken unterliegt multifaktoriellen Einflüssen, die schwer zu trennen sind, wobei agonistische Verhaltensweisen wie Rangordnungskämpfe bei Wildputen aber auch bei ihren domestizierten Abkömmlingen zum Normalverhalten gehören und keineswegs als Verhaltensstörungen anzusehen sind [2]. Anders als unter intensiven Haltungsbedingungen, in denen einzelne Tiere schwere Verletzungen durch Artgenossen erleiden können oder sogar zu Tode kommen, verlaufen Rangordnungskämpfe zwischen Wildtruthühnern in freier Wildbahn in der Regel harmlos und ohne Schäden [2].

Auch Beleuchtungssituation und Lichtverhältnisse können das Verhalten und das Stressniveau von Puten beeinflussen. Konventionelle Leuchtstoffröhren werden auch in der Stallbeleuchtung zunehmend durch innovatives Licht emittierende Dioden (LED) ersetzt. Der Einfluss dieser LEDs, insbesondere die Rolle der Flimmerfrequenzen auf die Pute, ist wenig untersucht, obwohl allgemein bekannt ist, dass das zeitliche visuelle Auflösungsvermögen bei Vögeln wesentlich höher ist als bei Menschen. Rechtliche Vorgaben und Empfehlungen fordern, Puten unter Licht mit einer Flimmerfrequenz von mehr als 160 Hz zu halten. Doch worauf basiert diese Mindestanforderung an die Flimmerfrequenz und ist sie ausreichend für das visuelle Wahrnehmungsvermögen der Pute? Die Tierschutznutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV) legt fest, dass die künstliche Beleuchtung in Putenställen an die spezifische Wahrnehmungsfähigkeit der Tiere angepasst sein muss. Dies beinhaltet nicht nur die Berücksichtigung einer verträglichen Flimmerfrequenz, sondern auch eine geeignete spektrale Zusammensetzung des Lichts. Aufgrund der Empfindlichkeit der Putenaugen für kurze Wellenlängen müssen auch ultraviolette Anteile im Licht enthalten sein. Diese Anforderung dient dem Ziel, das Wohlbefinden und die natürlichen Bedürfnisse der Tiere zu berücksichtigen und ihnen eine artgerechte Umgebung zu bieten.

2 Motivation und Forschungsfragen

Vor diesem Hintergrund zielt die vorliegende Arbeit darauf ab, die Ursache der Tierverteilung in Abhängigkeit von der Einstellung vordefinierter Lichtbedingungen eingehend zu untersuchen. Durch eine gründliche Analyse dieser Auswirkungen werden wertvolle Erkenntnisse gewonnen, die zur Identifizierung der geeigneten Lichtparameter für die Mastputenhaltung beitragen.

Ein tiefgehendes Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Licht bzw. Beleuchtung, Tierverteilung und Verhalten ermöglicht es, die erforderlichen Parameter für eine adäquate Stallbeleuchtung präzise zu ermitteln. Es ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- Unterscheidet sich die Verteilung von Mastputen in einem bestimmten Stallareal in Abhängigkeit von der Tageszeit und den Beleuchtungsverhältnissen?
- Welche Auswirkungen hat die Beleuchtung mit warmweißem/kaltweißem Licht und auch der Vergleich der Beleuchtung mit UV- oder ohne UV-Anteil auf das Verhalten von Mastputen zu verschiedenen Tageszeiten?

3 Experimentelles Design

Im Rahmen des Forschungsprojekts OptiLiMa werden Experimente mit einem innovativen LED-basierten Stallbeleuchtungssystem in einem konventionell betriebenen Mastputenstall (Größe: 20 m x 120 m) durchgeführt, in dem rund 7000 Mastputen ("Praxisherde") gehalten werden. Insgesamt sind 36 Leuchten im Stall installiert, die einzeln angesteuert werden können. Das gewünschte Spektrum lässt sich über die drei Farbkanäle (UV-A / Grün / Weiß) für jede Leuchte individuell einstellen (s. Abb. 1).

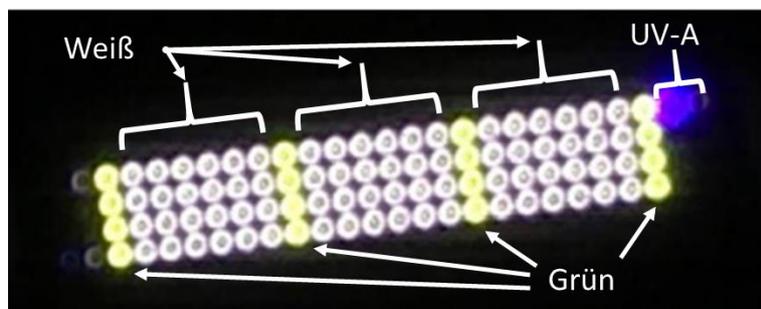


Abbildung 1: OptiLiMa-Leuchte mit 3 Kanälen

Durch die kanalweise Steuerung kann neben der Spektralen Zusammensetzung auch die Bestrahlungsstärke insgesamt variiert werden. Dies hat den Vorteil, dass unterschiedliche Bereiche (Konsumzonen, Komfortzonen, Ruhezone etc.) individuell angepasst beleuchtet werden können. In einem ersten Mastdurchgang wird die Akzeptanz und Präferenz der Puten eines homogen kaltweiß (5000 K) und eines homogen warmweiß (2700 K) beleuchteten Stallbereichs getestet. Dabei liegt das Augenmerk auf der Aktivität und der Aufenthaltsdichte der Puten im jeweiligen Bereich.

In einem zweiten Mastdurchgang wird der Beleuchtung einer Stallhälfte eine UVA-Komponente hinzugefügt, um die Tierverteilung bzw. Tieraktivität im Vergleich zu einer ohne UVA-Komponente beleuchteten Vergleichsfläche zu analysieren (vgl. Abb. 2).

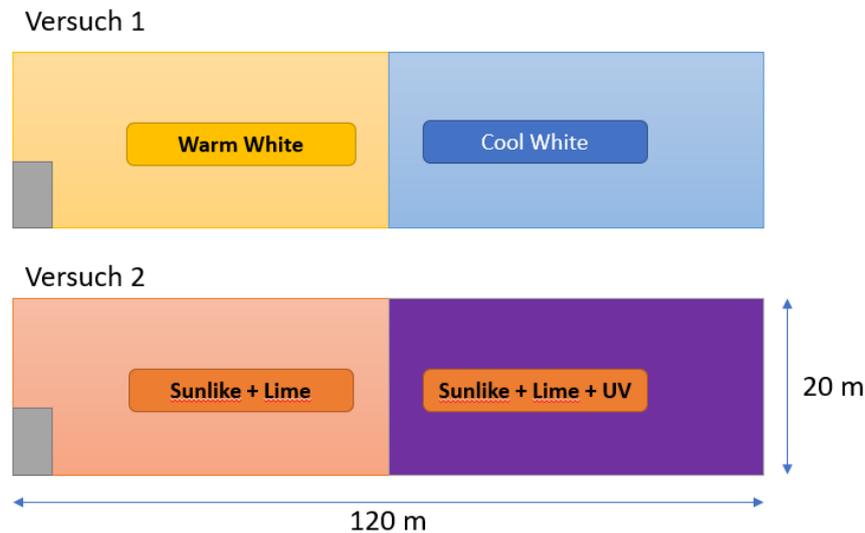


Abbildung 2: Beleuchtungsvorgabe für die ersten beiden Mastdurchläufe im Maststall

4 Analysesoftware zur automatischen Erfassung der Tierverteilung

Um das Verhalten der Puten im Stall, die Position ihres Aufenthalts sowie ihr Bewegungsverhalten analysieren zu können, wird eine Videoüberwachung installiert und eine Software entwickelt, die die Putenpositionen mit Hilfe einer KI-basierten Bildverarbeitung in Echtzeit bestimmt.

Angesichts der Tatsache, dass während der Überwachung sehr viele Daten anfallen (ca. 16 Stunden Videostreams von 12 Kameras pro Tag plus Positionsdaten der Tiere), ist es jedoch nicht praktikabel, diese manuell zu analysieren, indem jedes einzelne aufgezeichnete Video „von Hand“ betrachtet wird. Daher werden automatisierte Analyseverfahren eingesetzt, um die Daten effizient zu verarbeiten und extrahierte Informationen mittels Heatmaps darzustellen. Dies ermöglicht eine schnellere und präzisere Bewertung der Tieraktivitäten und unterstützt die Identifizierung von Trends oder Abweichungen.

4.1 Tierdetektionssystem für Mastputen

Um eine mit 7.000 männlichen Mastputen besetzte konventionelle Mastputenhaltung im Versuchsstall (Stallfläche 2.400 m²) zu überwachen, werden zwölf IP-Kameras eingesetzt. Diese zeichnen den Stallbereich mit einer Frequenz von drei Bildern pro Sekunde auf und übertragen die Videodaten über das Real-Time Streaming Protocol (RTSP). Für die Verarbeitung und Speicherung der Kameradaten werden drei Workstations verwendet. Zur Identifikation der Tiere im Videomaterial wird die Methode des maschinellen Lernens eingesetzt. Hierfür wurde ein Convolutional Neural Networks (CNNs) Modell entwickelt, das auf einem 50-schichtigen Residualnetzwerk

(ResNet) basiert. Das ResNet wird durch einen Single Shot MultiBox Detector (SSD) ergänzt, der in einem Durchlauf durch das Netzwerk Objekte (die einzelnen Puten) erkennt. Der SSD eliminiert die Notwendigkeit eines separaten Schritts zur Objektvorschlagserstellung und kombiniert Vorhersagen aus verschiedenen Merkmalskarten mit unterschiedlichen Auflösungen, um Objekte verschiedener Größen zu behandeln. Ein manueller Schritt besteht darin, die zu erkennenden Objekte im Bildmaterial zu markieren und das Netzwerk zu trainieren. Zur effizienten Verarbeitung und Ausführung der Algorithmen der neuronalen Netzwerke in Echtzeit bei drei Bildern pro Kamera und Sekunde werden pro Kamera eine Grafikkarte eingesetzt, jeweils 4 sind pro Workstation verbaut. Die erfassten Tierpositionsdaten werden in einer MySQL-Datenbank gespeichert. Zusätzlich wird eine Fernzugriffsfunktion für das Remote-Management implementiert. Abbildung 3 zeigt den Systemaufbau für die Tierdetektion.

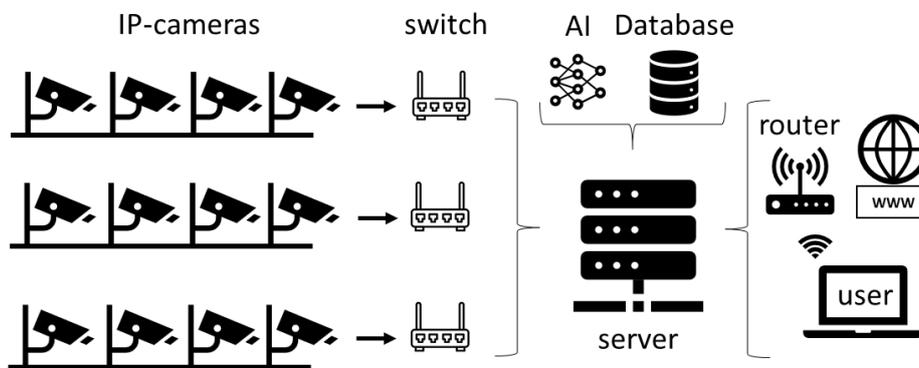


Abbildung 3: Schematischer Aufbau des Tierdetektionssystems

4.2 Kameraanordnung für die Auswertung der Tierpositionen

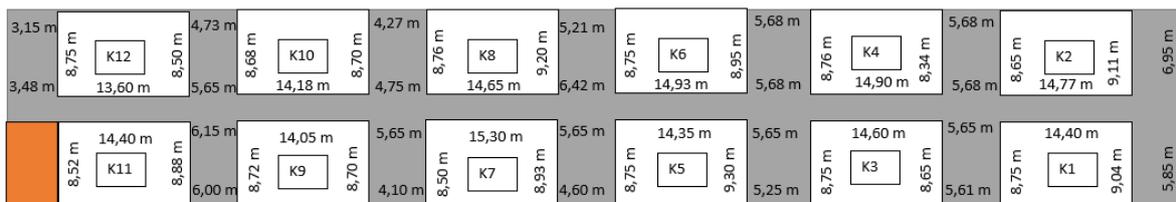


Abbildung 4: Kameraanordnung im Mastputenstall

Die Kameraanordnung wurde so gestaltet, dass ein möglichst großer Teil der Stallfläche überwacht werden kann, es ist ein Kompromiss zwischen Blickwinkel und Anzahl der Kameras; im Ergebnis wird der Stallbereich flächenmäßig zu etwa 65% abgedeckt. Damit können nicht alle Tiere erfasst werden, mit der vorhandenen Anordnung von 12 Kameras werden aber etwa 4.000 der insgesamt 7.000 Tiere erfasst. Schon dadurch kann ein umfassenderes Bild von der Tierverteilung und ihrem Verhalten abgeleitet werden.

4.3 Abfrage der Tierpositionsdaten mittels Threads

Die erfassten Positionsdaten bilden die Basis für die Analyse-Software (vgl. Abbildung 5).



Abbildung 5: Detektierte Tiere im Erfassungsbereich einer Kamera

Aufgrund der enormen Datenmenge von über 21 TB Rohdaten (Bildmaterial und vorverarbeitete Daten für einen Mastdurchlauf) in der Datenbank stellt die effektive Auswertung eine bedeutende Herausforderung dar. Es ist daher von großer Bedeutung, einen effizienten Abfrageprozess zu entwickeln, um die Daten schnell und effektiv auswerten zu können. Eine der Lösungen besteht darin, Threads in SQL-Datenabfragen zu verwenden, um die Leistung und Skalierbarkeit des Systems zu verbessern. Die Verwendung von Threads ermöglicht eine parallele Ausführung von Datenabfragen, wodurch Engpässe vermieden werden und die Datenverarbeitung beschleunigt wird. Dies ist besonders wichtig, um die Auswertung der großen Datenmenge effizient durchführen zu können. Durch die Verbesserung der Leistung und Skalierbarkeit des Systems kann eine schnellere und effizientere Verarbeitung der Rohdaten erreicht werden. Daher wird das Konzept der parallelen Verarbeitung von Abfragen mit Threads in die Analyse-Software implementiert.

4.4 Visuelle Darstellung der Tierverteilung mittels Heatmaps

Die visuelle Darstellung der Tierverteilung mittels Heatmaps ist ein Werkzeug für die Beurteilung bei der wissenschaftlichen Analyse von Daten. Durch diese Methode können Informationen über die Verteilung der Tiere auf einen Blick erfasst werden. Die Nutzung von Heatmaps bietet dabei verschiedene Vorteile (Visualisierung, Mustererkennung, Überwachung von Tierverteilungen) und ermöglicht eine umfassende Untersuchung der Tierverteilung im Stall. Durch die Verwendung von Farben und Intensitäten werden Bereiche mit hoher und niedriger Tierdichte sichtbar gemacht. Dadurch können Muster und Trends in der Tierverteilung erkannt werden. Beispielsweise können bevorzugte Bereiche im Stall oder Unterschiede in der Verteilung zu unterschiedlichen Zeiten identifiziert werden. Darüber hinaus können die visualisierten Daten (Heatmaps) für gezielte Maßnahmen, wie die optimale Steuerung des Lichts im Stall, abgeleitet werden. Dies trägt zur Förderung einer nachhaltigen Tierhaltung bei.

Die Visualisierung der Tierverteilung im Maststall wird anhand eines Beispiels (siehe Abbildung 6) veranschaulicht. Durch die farbliche Darstellung werden Bereiche mit hoher Tierdichte (rot) und Bereiche mit niedriger Tierdichte (blau) sichtbar.

Die Benutzeroberfläche stellt die absolute Anzahl der Tiere in den jeweiligen Kamera-bereichen dar und ermöglicht es den Benutzern, Datensätze aus verschiedenen Analysezeitpunkten über einen Zeitschieberegler abzurufen und zu analysieren. Durch diese Funktion können historische Informationen über die Tierverteilung visualisiert und ausgewertet werden. Die Benutzeroberfläche bietet somit einen umfassenden Überblick über die zeitabhängige Verteilung der Tierpopulation im Stall.

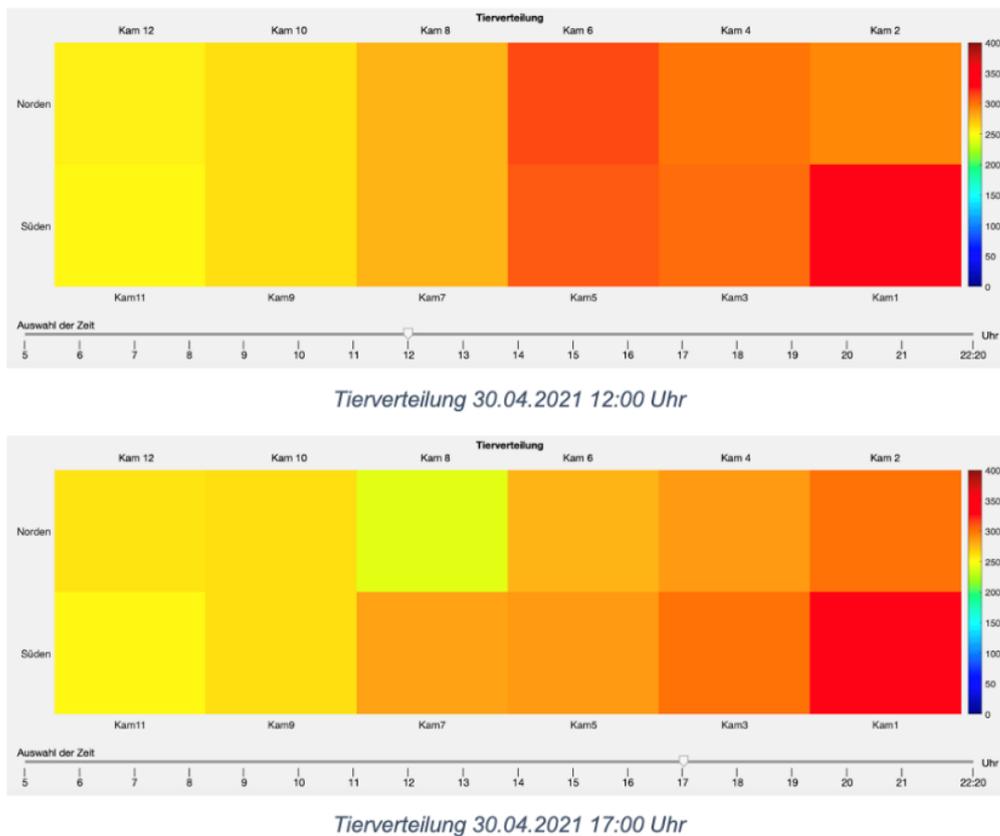


Abbildung 6: Heatmap für die Beurteilung der Tierverteilung im Stall zu verschiedenen Zeitpunkten

5 Auswertung der beleuchtungsabhängigen Tierverteilung

Die Auswertung der beleuchtungsabhängigen Tierverteilung erfolgt in zwei Schritten. Im ersten Schritt werden die Heatmaps jeder Kamera manuell ausgewertet. Indem die Heatmaps über einen bestimmten Zeitraum hinweg verglichen werden, können zeitliche Trends und Veränderungen in der Tierverteilung erkannt werden. Dies ermöglicht die Identifizierung von Verhaltensmustern, saisonalen Schwankungen oder anderen zeitabhängigen Faktoren. Im zweiten Schritt werden die Ergebnisse nach Zeiten sortiert und nach der Kameraanordnung in West und Ost aufgeteilt. Die Kameras 1 bis 6 werden dem östlich ausgerichteten Stallbereich zugeordnet und die Kameras 7 bis 12 dem nach Westen orientierten Stallbereich. Dadurch können die Tieraktivitäten in

den verschiedenen Beleuchtungszonengezielt analysiert werden, basierend auf der geografischen Ausrichtung des Maststalles. Im ersten Versuch wurde der westliche Stallbereich mit warmweißem Licht (WW) beleuchtet, während der östliche Stallbereich mit kaltweißem Licht (KW) beleuchtet wurde. Im zweiten Versuch wurde der westliche Stallbereich ohne UV-Anteil (ohne UV) beleuchtet, während der östliche Stallbereich einen UV-Anteil (mit UV) in der Beleuchtung aufwies (vgl. Abbildung 2).

Diese strukturierte Analyse ermöglicht es, potenzielle Zusammenhänge zwischen den Lichtverhältnissen und dem Verhalten der Tiere zu identifizieren, um Rückschlüsse auf ihre Wahrnehmung ziehen zu können.

5.1 Statistische Analyse der Tierverteilung in Bezug auf Lichtzonen

Nachdem die Kameraaufnahmen entsprechend ihrer Ausrichtung sortiert sind, werden die absoluten Werte der Tierverteilung entsprechend der Zeit sortiert und in einem Säulendiagramm dargestellt. Dadurch entsteht eine visuelle Darstellung der Veränderungen der Tierverteilung über einen bestimmten Zeitraum. Das Säulendiagramm ermöglicht es, Trends, Muster oder Abweichungen in der Tierverteilung zwischen den verschiedenen Zeitpunkten und Stallhälften zu erkennen. In den Mastdurchgängen wird die Tierverteilung monatlich analysiert, um ein umfassendes Verständnis des Tierwachstums und der damit verbundenen Trends hinsichtlich Raumnutzung und Aufenthaltspräferenzen zu erhalten. Die monatliche Analyse ermöglicht es auch, gezielte Beobachtungen über einen bestimmten Zeitraum hinweg durchzuführen, um Veränderungen und Muster in Bezug auf das Tierwachstum und die Aktivität präzise zu klassifizieren. Dadurch können spezifische Entwicklungsphasen und Veränderungen in der Tierverteilung erkannt und bewertet werden. Die Kenntnisse der spezifischen Wachstumsphasen und Veränderungen in der Tierverteilung bieten die Möglichkeit, gezielte Maßnahmen zur Optimierung des Tierwachstums und des Wohlbefindens zu ergreifen. Durch das Lichtmanagement können optimale Bedingungen geschaffen werden, um die Haltungsbedingungen zu verbessern und die Gesundheit und das Wohlergehen der Tiere zu fördern.

Im Zeitraum vom 17.03.21 bis zum 23.06.21 wurde der erste Mastdurchgang durchgeführt, wobei im März zunächst Videomaterial aufgezeichnet wurde, um das Convolutional Neural Network (CNN) zu trainieren und das Modell für die spätere Analyse der Tierverteilung vorzubereiten. Gleichzeitig wurde der Aufbau der Anlage im Prozess implementiert und ein zuverlässiger Betrieb durch Identifikation und Beseitigung von Fehlern sichergestellt, um damit eine solide Grundlage für die anschließende Auswertung und Tierverhaltensanalyse zu schaffen.

Für den Monat April 2021 konnte folgendes Verteilungsszenario abgebildet werden: Am Vormittag betrug der Anteil der sich auf der Westseite befindlichen Tiere 51,3 %, der auf der Ostseite 48,7 % der insgesamt erfassten Tiere. Zu Mittag änderte sich das Verhältnis leicht, wobei sich 49,6 % der Tiere auf der Westseite und 50,4 % der Herde auf der Ostseite aufhielten.

Am Abend zeigte sich eine ähnliche Verschiebung, wobei nun 48,4 % der Puten auf der Westseite und 51,6 % auf der Ostseite residierten.

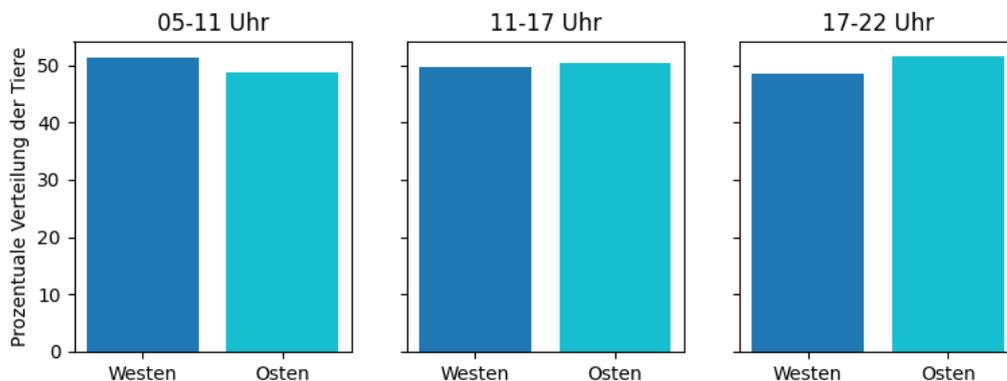


Abbildung 7: April vom Mastdurchgang 1 (Westen mit WW und Osten mit KW)

Es scheint eine leichte Tendenz zu geben, dass sich die Tiere am Morgen eher auf der Westseite (WW) aufhielten, während sie sich in der Mittagszeit und am Abend vermehrt auf der Ostseite (KW) befanden.

Im Monat Mai betrug der Anteil der Tiere am Vormittag auf der Westseite 48,8 % und auf der Ostseite 51,2 %. In der Mittagszeit änderte sich das Verhältnis leicht, wobei sich 48,5 % der Puten auf der Westseite und 51,5 % auf der Ostseite befanden. Am Abend zeigte sich eine ähnliche Verschiebung, wobei sich auf der Westseite 48,0 % und der Ostseite 52,0 % der Tiere aufhielten. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Tiere tendenziell die Ostseite (KW) des Stalls präferieren.

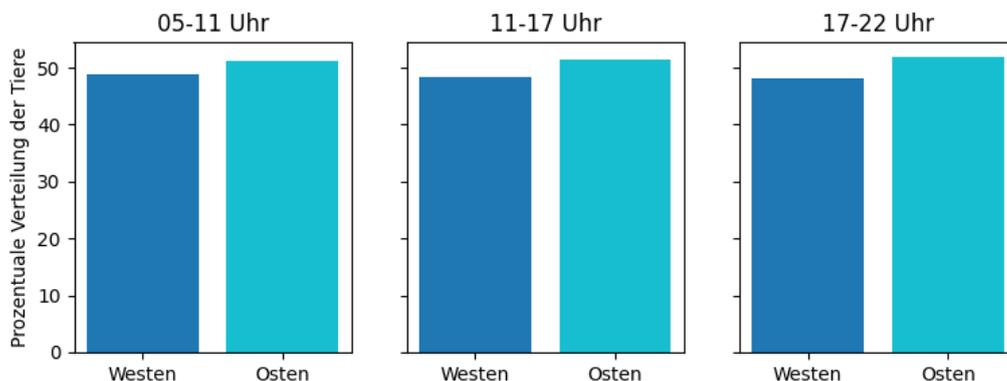


Abbildung 8: Mai vom Mastdurchgang 1 (Westen mit WW und Osten mit KW)

Im Versuchsmonat Juni betrug am Vormittag der Anteil der Tiere auf der Westseite 49,7 % und auf der Ostseite 50,3 %. In den Mittagsstunden änderte sich das Verhältnis leicht, wobei sich 49,3 % des Schwarms auf der Westseite und 50,7 % auf der Ostseite befanden. Am Abend zeigte sich erneut eine Verschiebung, wobei sich 48,3 % der Tiere auf der Westseite und 51,7 % der Puten auf Ostseite des Stalles aufhielten.

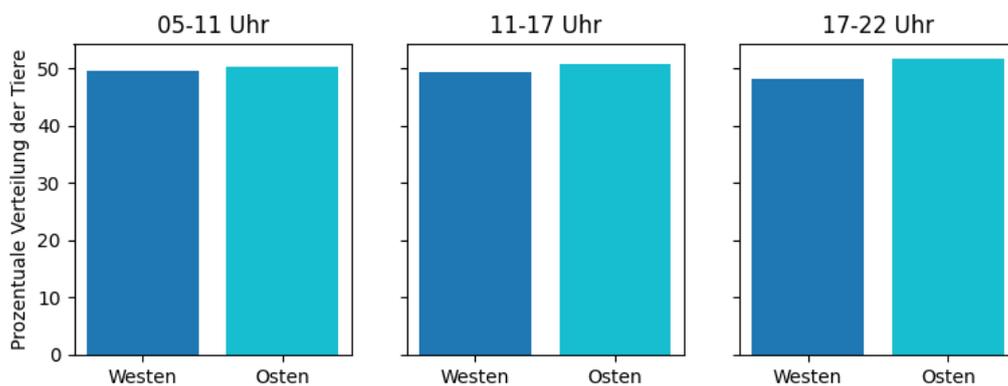


Abbildung 9: Juni vom Mastdurchgang 1 (Westen mit WW und Osten mit KW)

Diese Ergebnisse legen nahe, dass es im Laufe des Tages auch hier eine Tendenz gibt, dass sich die Tiere von der Westseite zur Ostseite des Stalls bewegen. Insbesondere am Abend scheint die Ostseite attraktiver für die Tiere zu sein, während sich die Tierversammlung auf der Westseite entsprechend verringert.

Im Zeitraum vom 13.07.21 bis zum 03.11.21 verlief der zweite Mastdurchgang, wobei sich im Versuchsmonat Juli am Vormittag 51,5 % der Tiere auf der Westseite und 48,5 % der Tiere auf der Ostseite aufhielten. Zu Mittag verschob sich das Verhältnis, wobei sich 48,8 % der Herde auf der Westseite und 51,2 % auf der Ostseite befanden. Am Abend zeigte sich eine deutlichere Veränderung, wobei auf der Westseite lediglich 47,3 % der Puten und auf der Ostseite 53,7 % der Puten verweilten.

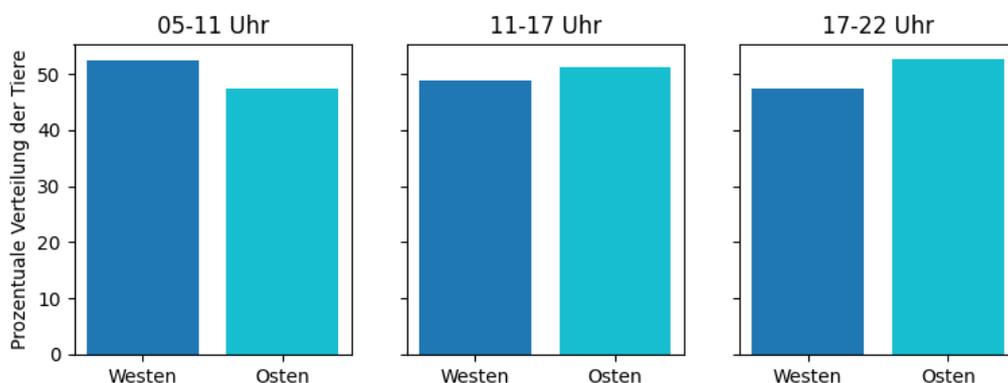


Abbildung 10: Juli vom Mastdurchgang 2 (Westen ohne UV und Osten mit UV)

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich die Tiere im Laufe des Tages von der Westseite (ohne UV) zur Ostseite (mit UV) des Stalls bewegen. Insbesondere am Abend scheint die Ostseite (mit UV) attraktiver für die Tiere zu sein, während die Anzahl der Tiere auf der Westseite (ohne UV) abnimmt.

Im Monat August lag während des Vormittags der Anteil der Tiere auf der Westseite bei 51,9 % und auf der Ostseite bei 48,9 %. Mittags verlagerte sich das Verhältnis mit 47,7 % auf der Westseite und 53,3 % auf der Ostseite. Am Abend zeigt sich eine ähnliche Verteilung, mit 48,5 % der Puten auf der Westseite und 52,5 % auf der Ostseite.

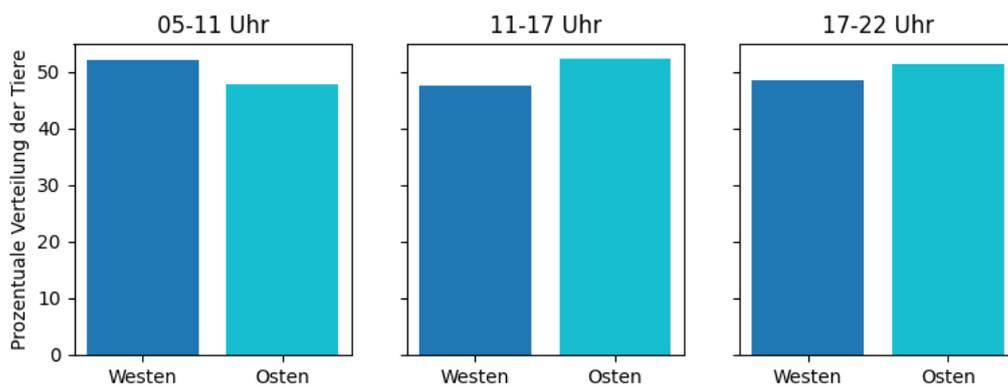


Abbildung 11: August vom Mastdurchgang 2 (Westen ohne UV und Osten mit UV)

Diese Daten deuten darauf hin, dass sich die Tierverteilung im Laufe des Tages leicht verschiebt. Morgens scheint die Ostseite (mit UV) einen geringeren Anteil an Tieren zu haben, während die Westseite dominiert. Im Laufe des Tages neigt sich das Verhältnis zugunsten der Ostseite (mit UV).

Im September betrug am Vormittag der Anteil der Tiere auf der Westseite 51,4 % und auf der Ostseite 48,6 %. Zur Mittagszeit hielten sich die Puten zu 48,3 % auf der Westseite und zu 51,7 % auf der Ostseite auf. Am Abend zeigte sich eine ähnliche Verteilung, wobei die Westseite 50,3 % der Herde und die Ostseite 49,7 % nahe zu gleichverteilt sind.

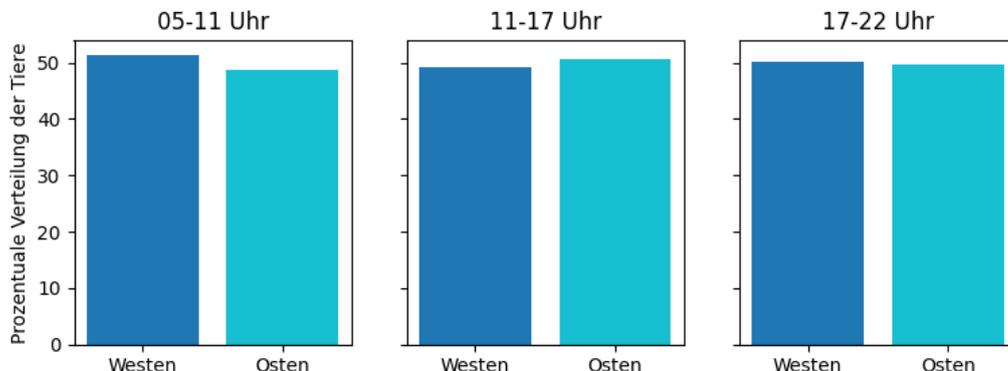


Abbildung 12: September vom Mastdurchgang 2 (Westen ohne UV und Osten mit UV)

Diese Daten deuten darauf hin, dass es im Verlauf des Tages zu leichten Verschiebungen in der Tierverteilung kommt. Während des Vormittags scheinen mehr Tiere die Westseite (ohne UV) aufzusuchen, während sich zur Mittags- und Abendzeit ein höherer Anteil der Herde auf der Ostseite (mit UV) befinden.

Im Monat Oktober lag der Anteil der sich auf der Westseite befindlichen Tiere während des Vormittags bei 53,9 % und auf der Ostseite bei 47,1 %. Mittags verschob sich das Verhältnis zu einem Anteil von 51,9 % Puten auf der Westseite und 48,1 % auf der Ostseite. Am Abend zeigte sich eine ähnliche Verteilung, wobei die Westseite 50,8 % der Herde aufsuchte und die Ostseite 49,2 % der Puten.

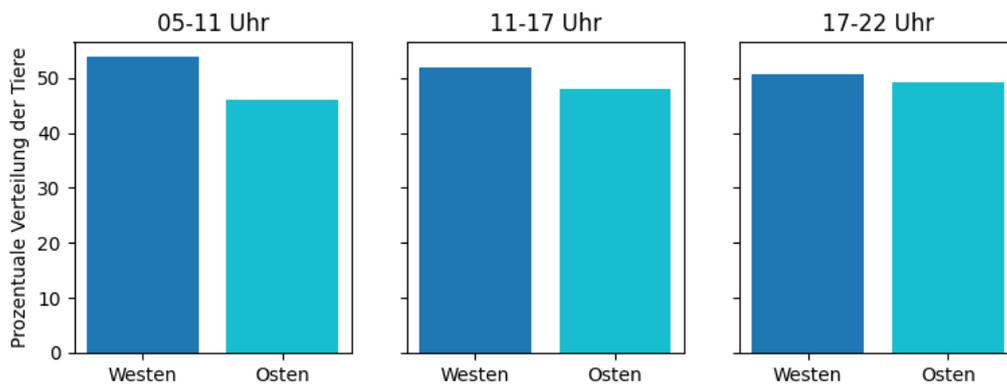


Abbildung 13: Oktober vom Mastdurchgang 2

Es scheint, dass die Tiere morgens eine Präferenz für die Westseite (ohne UV) haben, während sie mittags und abends eher eine ausgeglichene Verteilung aufweisen.

Das Tierbeobachtungssystem wurde im November vorübergehend abgeschaltet und demontiert, um Reinigungsarbeiten im Stall durchzuführen. Dies ermöglichte eine effiziente Reinigung und Wartung, ohne das System zu beeinträchtigen. Nach Abschluss der Arbeiten wurde das System wieder installiert und in Betrieb genommen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die Mastputen morgens bevorzugt auf der Westseite des Stalls aufhielten, unabhängig von der Art des Lichts. Mögliche Gründe dafür sind Umweltgeräusche, die von der Straße kommen, die an der Westseite vorbeiführt, der morgendliche Start des Futternachlaufs auf der Westseite oder auch der Standort des Eingangs- und Arbeitsbereichs des Stalls auf der Westseite. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich Mastputen mittags im östlichen Teil des Stalls verteilen. Dabei könnte die UV-Beleuchtung eine Rolle bei der Anziehung der Tiere zu helleren Bereichen spielen, insbesondere in jüngerem Alter. Das UV-Licht zieht sie zu den helleren Bereichen, was möglicherweise auf ihre natürliche Wahrnehmung oder auch Präferenz für intensiveres Lichtspektrum zurückzuführen ist. Es ist wichtig anzumerken, dass weitere Studien erforderlich sind, um die genauen Zusammenhänge zwischen UV-Licht, Verhalten und der Verteilung der Mastputen im Stall zu untersuchen, da innerhalb des Projektzeitraums nur eine begrenzte Anzahl von Mastdurchläufen durchgeführt werden konnten. Abends wurden die Mastputen vermehrt auf der Ostseite des Stalls erfasst. Es kann keine klare Korrelation zu der angebotenen Beleuchtungsvariante festgestellt werden. Eine Vermutung liegt nahe, dass die Tiere sich am Ende der Hellphase eher in einem helleren Licht aufhalten, das weniger warmweiße und keine UV-Anteile aufweist. Die Geräusche könnten erneut eine Rolle spielen, da die Ostseite weniger von Verkehrsgeräuschen betroffen ist, sowie die Akustik der im Westen gelegene Futterkette, da diese nachts nicht aktiv ist.

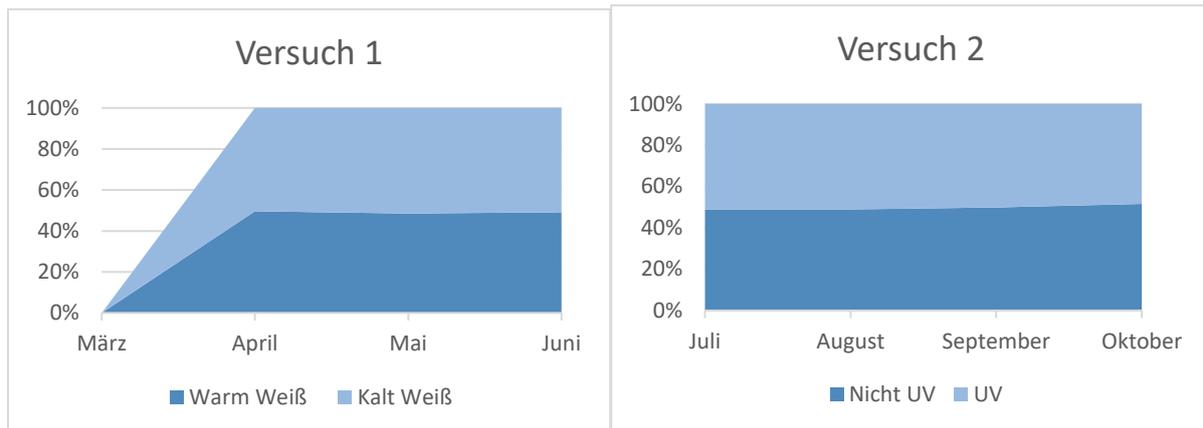


Abbildung 14: Tierverteilung in den zwei Beleuchtungszonen im Verlauf des Mastdurchlaufs

In Abbildung 14 wird eine Übersicht zur Beantwortung der zweiten Fragestellung gegeben, die den Einfluss der Beleuchtung auf das Verhalten der Tiere betrifft. Im ersten Mastdurchgang zeigte sich ein Durchschnittswert der untersuchten drei Monate von 48,9 % für warmweißes Licht und 51,1 % für kaltweißes Licht. Im März ergab sich aufgrund der Systemarchitektur eine signifikante Zunahme der Detektion, wodurch eine immer größere Anzahl von Tieren erkannt wurde. Im zweiten Mastdurchgang mit und ohne UV-Licht werden Mittelwerte von 49,6 % ohne UV und 50,4 % mit UV festgestellt. Bei genauer Betrachtung des Monats Oktober, in dem die Tiere die 20. Lebenswoche erreichten, war eine leichte Tendenz erkennbar, dass jüngere Mastputen das UV-Licht bevorzugten, mit einem Durchschnittswert von 48,5 % ohne UV und 51,5 % mit UV. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Unterschiede auch durch Umweltgeräusche oder andere Faktoren beeinflusst sein könnten, wie bereits erwähnt wurde, und nur die Verteilung von ca. 2/3 der Herde erfasst werden konnte.

6 Fazit und Ausblick

Die beiden Versuche haben keine eindeutigen Trends gezeigt, welche Beleuchtung von den Mastputen bevorzugt wird. Es bedarf weiterer Versuche und Analysen, um diese Frage zu beantworten. Ein möglicher Ansatz wäre der Wechsel der Lichtzonen zwischen Ost und West, um die Lichtabhängigkeit genauer zu verifizieren und festzustellen, ob die möglichen Störungen in ähnlicher Weise wirken. Es ist jedoch deutlich erkennbar, dass ein Tagesverhalten der Tiere im Stall vorliegt, bei dem sie im Stall umherwandern, jedoch keine gravierenden Unterschiede hinsichtlich der Lichtzusammensetzung zeigen. Die zweite Forschungsfrage, ob bei Mastputen altersabhängige Präferenzen einer bestimmten Beleuchtung bestehen, kann gegenwärtig nicht eindeutig beantwortet werden. Es zeigt sich lediglich eine Tendenz zum kaltweißen Licht, die jedoch noch nicht fundiert bestätigt werden kann. Die subjektive Einschätzung des Tierbetreuers und die automatische Erfassung zeigen deutliche Unterschiede. Der Tierhalter war der Ansicht, dass die Tiere die gesamte Stallfläche nicht ausnutzen und sich hauptsächlich auf der Westseite aufhalten. Die Auswertung der Kameradaten ergab jedoch ein gegenteiliges Bild. Dies zeigt, dass eine

automatische Erfassung sinnvoll ist, um eine objektive Beurteilung der Putenherde vorzunehmen, ohne die „Störung“ durch das Personal.

Es ist jedoch zu beachten, dass diese Schlussfolgerungen auf Beobachtungen und Vermutungen basieren und weitere Untersuchungen erforderlich sind, um eine genauere Erklärung für das Verhalten der Mastputen zu liefern. Es ist wichtig anzumerken, dass das Licht nicht der alleinige Faktor ist, der das Tierverhalten beeinflusst. Vielmehr handelt es sich um ein multifaktorielles Zusammenspiel verschiedener Einflussgrößen. Durch den Einsatz des automatischen Tiererfassungssystems können nun sämtliche Einflussfaktoren separat untersucht werden, um den größten Einfluss zu ermitteln und die Beziehungen zwischen den Faktoren zu analysieren. Die Integration von Rohdaten und die Durchführung detaillierter Analysen können dazu beitragen, die Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen Licht, Umweltakustik und anderen Faktoren besser zu verstehen. Durch kontinuierliche Forschung und datengesteuerte Ansätze können Tierhalter ihr Stallmanagement weiter verbessern und optimale Bedingungen für ihre Tiere schaffen.

Als Ausblick ergeben sich weitere Fragenstellungen, wie die Analyse von agonistischen Verhaltensweisen wie beispielsweise Rangordnungskämpfen in den verschiedenen Lichtbereichen, die Untersuchung der Aktivität einzelner Tiere und die Analyse von Bewegungsmustern und zurückgelegten Wegstrecken. Auch die Wechselhäufigkeiten der Tiere von der Komfortzone in die Konsumzone zur Nahrungs- und Wasseraufnahme in den jeweiligen Lichtbereichen ist interessant zu erforschen. Die erfassten Rohdaten können eine gute Basis für weiterführende Untersuchungen und Auswertungen bilden.

7 Weiterführende Literatur

[1] Bartels, T., J.-H. Lütgeharm, M. Wähner, J. Berk (2017): UV reflection properties of plumage and skin of domesticated turkeys (*Meleagris gallopavo* f. dom.) as revealed by UV photography. *Poult. Sci.* 96, 4134–4139.

[2] Bartels, T., R. A. Stuhmann, E. T. Krause, L. Schrader (2020): Research Note: Injurious pecking in fattening turkeys (*Meleagris gallopavo* f. dom.). Video analyses of eliciting factors and behavioral sequence in small groups of male turkeys. *Poult. Sci.* 99, 6326-6331.

[3] Bortolotti, G. R., T. A. Marchant, J. Blas, and T. German (2008): Corticosterone in feathers is a long-term, integrated measure of avian stress physiology. *Funct. Ecol.* 22, 494–500.

[4] Hart, N. S., J. C. Partridge, and I. C. Cuthill (1999): Visual pigments, cone oil droplets, ocular media and predicted spectral sensitivity in the domestic turkey (*Meleagris gallopavo*). *Vis. Res.* 39, 3321–3328.

[5] Lewis, P. D., and T. R. Morris (2006): *Poultry lighting: the theory and practice.* Northcot, Andover, UK.