



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Schlussbericht zum Thema

24. Juni 2024

Optimierung des Mobilstallkonzeptes der Freilandhaltung von Legehennen unter Berücksichtigung von Prädatorenschutz, Nährstoffverteilung und Tierwohl hin zu einem universellen und skalierbaren low-input Geflügelhaltungsverfahren

FKZ: 2819OE049

Projektnehmer/Projektnehmerin: Universität Kassel

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.

Das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) hat sich zum Ziel gesetzt, die Rahmenbedingungen für die ökologische Landwirtschaft in Deutschland zu verbessern. Es wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) finanziert und in der BÖL-Geschäftsstelle in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in die Praxis umgesetzt. Das Programm gliedert sich in zwei ineinandergreifende Aktionsfelder - das Forschungs- und das Informationsmanagement.

Detaillierte Informationen und aktuelle Entwicklungen finden Sie unter:

www.bundesprogramm.de
www.oekolandbau.de/forschung

Wenn Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte an:

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Bundesprogramm Ökologischer Landbau
Deichmanns Aue 29
53179 Bonn
Tel.: 0228-6845-3280
E-Mail: boel-forschung@ble.de

Gefördert durch



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

BÖL
BUNDEPROGRAMM
ÖKOLOGISCHER LANDBAU

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



UNI KASSEL | ÖKOLOGISCHE
VER S I T Ä T | A G R A R
W I S S E N S C H A F T E N

Fördermaßnahme: BÖL
Förderbereich: Aufbau und Weiterentwicklung einer nachhaltigen Geflügelwirtschaft im ökologischen Landbau
Förderkennzeichen: 2819OE049

OptiHuhn:
Optimierung des Mobilstallkonzeptes der Freilandhaltung von Legehennen unter Berücksichtigung von Prädatorenschutz, Nährstoffverteilung und Tierwohl hin zu einem universellen und skalierbaren low-input Geflügelhaltungsverfahren

Abschlussbericht

Berichtszeitraum: 15.02.2021 bis 31.05.2024

Autor*Innen: Boris Kulig, Joachim Bursch, Inka Hütten, Ulrike Wilczek, Oliver Hensel

Projektlaufzeit: 15.02.2021 – 14.02.2024

Projektleitung: Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Fachgebiet Agrartechnik
Prof. Dr. Oliver Hensel
Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen
Telefon: 05542 - 98 1224, E-Mail: ohensel@uni-kassel.de

Teil I: Kurzfassung deutsch

Das Projekt OptiHuhn widmete sich der Entwicklung und Erprobung innovativer Auslaufvarianten für mobile Geflügelställe. Ziel war es, die Bereiche Flächennutzung, Nährstoffverteilung, Prädatorenschutz und Tierwohl zu optimieren. Drei Auslaufvarianten wurden konstruiert und sowohl in der Praxis als auch in wissenschaftlichen Versuchen getestet.

Die im Projekt OptiHuhn angewandte Auslaufgestaltung führte zu einer deutlichen Verbesserung der Nährstoffverteilung und Flächennutzung im Vergleich zu konventionellen Systemen. Durch die gezielte Platzierung von weiteren Strukturelementen im Auslauf könnten die erzielten Ergebnisse noch weiter verbessert werden.

Die vollständige Einhausung des Auslaufs (Variante 1a und 1b) verhinderte Verluste durch Prädatoren vollständig. In der Variante 2, die nicht vollständig eingehaust war, könnten durch Optimierungsmaßnahmen die Verluste auch deutlich reduziert werden.

Die Tiere zeigten in den optimierten Ausläufen ein verbessertes Verhalten und hatten weniger Stresssymptome. Tierverluste durch Krankheiten waren nicht zu verzeichnen. Tierwohlproblematiken waren gering ausgeprägt bzw. nahezu nicht vorhanden. Die vorhandenen Tierwohlprobleme stehen nicht ursächlich in Verbindung zur Auslaufgestaltung.

Eine detaillierte ökonomische Bewertung wurde zwar nicht durchgeführt, jedoch deuten die Ergebnisse auf positive Effekte durch geringere Tierverluste, eine bessere Nährstoffnutzung und eine bessere Flächennutzung hin. Das Versetzen oder Umstellen des Auslaufs sollte noch weiter optimiert werden.

Das Projekt OptiHuhn hat gezeigt, dass durch die Optimierung mobiler Geflügelställe und Ausläufe deutliche Verbesserungen in den Bereichen Flächennutzung, Nährstoffverteilung, Prädatorenschutz und Tierwohl erreicht werden können. Die Ergebnisse liefern wertvolle Erkenntnisse für die Weiterentwicklung praxistauglicher Lösungen in der Geflügelhaltung.

Es besteht Bedarf an weiterer Forschung, um die Erkenntnisse des Projekts OptiHuhn zu vertiefen und in die Praxis umzusetzen. Folgende Fragestellungen sollten in zukünftigen Forschungsarbeiten adressiert werden:

- Optimierung der Konstruktion: weitere Automatisierung und Mobilität der Ställe und Ausläufe, Verbesserung des Prädatorenschutzes für Variante 2, Entwicklung von Raubzeug-Vergrämungsmaßnahmen.
- Wissenschaftliche Fragestellungen: Einfluss mobiler Strukturelemente auf die Auslaufnutzung, Beitrag des Systems zur Weidenutzung, Optimierung der Parzellennutzung und des Wiederaufwuchses, Integration der Mobilstallhaltung in eine ökologische Fruchtfolge.
- Politische Fragestellungen: Möglichkeiten der Befreiung von der Aufstallungspflicht bei Vogelgrippe, Reduzierung des Flächenbedarfs für die ökokonforme Geflügelhaltung.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Projekt OptiHuhn einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung der Mobilstallhaltung in der Geflügelhaltung geleistet hat. Die Ergebnisse zeigen, dass durch den verfolgten innovativen Ansatz des OptiHuhn-Projektes deutliche Verbesserungen in den verschiedenen genannten Bereichen erzielt werden können.

Teil I: Summary English

The OptiHuhn project was dedicated to the development and testing of innovative range variants for mobile poultry housing. The goal was to optimize land use, nutrient distribution, predator protection, and animal welfare. Three range variants were constructed and tested both in practice and in scientific trials.

The range design applied in the OptiHuhn project led to a significant improvement in nutrient distribution and land use compared to conventional systems. By strategically placing additional structural elements in the range, the achieved results could be further enhanced.

The complete enclosure of the range (variants 1a and 1b) entirely prevented losses due to predators. In variant 2, which was not fully enclosed, losses could also be significantly reduced through optimization measures.

The animals showed improved behavior and had fewer stress symptoms in the optimized ranges. There were no recorded losses of animals due to diseases. Animal welfare issues were minimal or almost nonexistent. The existing animal welfare problems were not causally related to the range design.

Although a detailed economic evaluation was not conducted, the results suggest positive effects due to lower animal losses, better nutrient utilization, and better land use. The relocation or adjustment of the range should be further optimized.

The OptiHuhn project demonstrated that by optimizing mobile poultry housing and ranges, significant improvements in land use, nutrient distribution, predator protection, and animal welfare can be achieved. The results provide valuable insights for the further development of practical solutions in poultry farming.

There is a need for further research to deepen the insights gained from the OptiHuhn project and to implement them in practice. The following questions should be addressed in future research:

- Optimization of construction: further automation and mobility of the housing and ranges, improvement of predator protection for variant 2, development of predator deterrence measures.
- Scientific questions: impact of mobile structural elements on range utilization, contribution of the system to pasture use, optimization of parcel use and regrowth, integration of mobile housing into an ecological crop rotation.
- Political questions: possibilities of exemption from the requirement to confine poultry during avian influenza outbreaks, reduction of land requirements for eco-compliant poultry farming.

In summary, it can be said that the OptiHuhn project has made an important contribution to the further development of mobile housing in poultry farming. The results show that the innovative approach pursued by the OptiHuhn project can achieve significant improvements in the various mentioned areas.

Inhalt

Teil I: Kurzfassung deutsch	I
Teil I: Summary English	II
Teil II: Abschlussbericht	1
1 Einführung	1
1.1 Gegenstand des Vorhabens	1
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des BÖLN oder zu konkreten Bekanntmachungen und Ausschreibungen	1
1.3 Planung und Ablauf des Projektes	4
2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	6
2.1 Stand der Wissenschaft und Technik	6
2.1.1 Auslaufnutzung	6
2.1.2 Methoden für die Erfassung der Auslaufnutzung	6
2.1.3 Nährstoffverteilung	7
2.1.4 Parasiten und Verluste durch Raubzeug	7
2.1.5 Investitionen, Arbeitswirtschaft, Konstruktion	7
2.1.6 Fazit	8
3 Tiere, Material, Methoden und Statistik	9
3.1 Tiere, Betreuung, Kontrolle, Fütterung	9
3.2 Ställe	9
3.2.1 Hähnchenmaststall	9
3.2.2 Legehennenstall	10
3.3 Getestete Auslaufkonstruktionen	12
3.3.1 Variante 1a: „Tortenstück“ – rotierender Auslauf	12
3.3.2 Variante 1b: rechtwinkliges „Tortenstück“ – rotierender Auslauf	15
3.3.3 Variante 2: rechteckiger Auslauf, modular – lineares Versetzen	16
3.4 Wissenschaftlich Erprobung	18
3.4.1 Erprobung der Handhabung der Auslaufvarianten	19
3.4.2 Tierverluste, Gesundheit, Tierwohl	19
3.4.3 Erfassung und Beurteilung der Flächennutzung	19
4 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	28
4.1 Erprobung der Handhabung der Auslaufvarianten	28
4.1.1 Variante 1a: „Tortenstück“ – rotierender Auslauf	28
4.1.2 Variante 1b: rechtwinkliges „Tortenstück“ – rotierender Auslauf	30
4.1.3 Variante 2: rechteckiger Auslauf, modular – lineares Versetzen	33
	III

4.1.4	Einbindung von Firmen und Messeauftritte	34
4.2	Tierverluste, Gesundheit, Tierwohl	35
4.2.1	Hähnchen	35
4.2.2	Legehennen	39
4.2.3	Greifvogelsimulation	39
4.3	Erfassung und Beurteilung der Flächennutzung	39
4.3.1	Präferenzversuch Hähnchen	39
4.3.2	Auslaufnutzung Hähnchen	43
4.3.3	Auslaufnutzung Legehennen	47
4.3.4	Nährstoffverteilung Hähnchen	52
5	Diskussion der Ergebnisse	61
5.1	Erprobung der Handhabung der Auslaufvarianten	61
5.2	Tierverluste, Gesundheit, Tierwohl	62
5.3	Erfassung und Beurteilung der Flächennutzung	64
5.4	Arbeitswirtschaft / Ökonomie	65
5.5	Fazit und Ausblick	65
6	Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse. Wurden im Projekt praxisrelevante Ergebnisse erzielt? Falls nein, bitte begründen, falls ja: erläutern, inwiefern diese Ergebnisse direkt praktisch anwendbar sind. Sofern praxisrelevante Erkenntnisse gewonnen wurden, Erstellung eines Merkblatts zwecks Transfer dieser Ergebnisse in die Praxis (s. III.)	68
7	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen	69
8	Zusammenfassung	70
9	Literaturverzeichnis	71
10	Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt (Printmedien, Newsletter usw.), bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse	73
10.1	Projektarbeiten	73
10.2	Bachelorarbeiten	73
10.3	Tagungsbeiträge	73
10.4	Veröffentlichungen	73
Teil III: Anhang		76
11	Anhang zum Schlussbericht: kurz gefasster Erfolgskontrollbericht	76

11.1	Der Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen, z.B. des Förderprogramms (ggf. unter Angabe des Schwerpunkts), soweit dies möglich ist	76
11.2	Das wissenschaftliche und technische Ergebnis des Vorhabens, die erreichten Nebenergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen	76
11.3	Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte, die vom Zuwendungsempfänger oder von am Vorhaben Beteiligten gemacht oder in Anspruch genommen wurden, sowie deren standortbezogene Verwertung (Lizenzen u.a.) und erkennbare weitere Verwertungsmöglichkeiten	77
11.4	Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) – z.B. auch funktionale/wirtschaftliche Vorteile gegenüber Konkurrenzlösungen, Nutzen für verschiedene Anwendergruppen/-industrien am Standort Deutschland, Umsetzungs- und Transferstrategien (Angaben, soweit die Art des Vorhabens dies zulässt)	77
11.5	Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) – u.a. wie die geplanten Ergebnisse in anderer Weise (z.B. für öffentliche Aufgaben, Datenbanken, Netzwerke, Transferstellen etc.) genutzt werden können. Dabei ist auch eine etwaige Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen, Firmen, Netzwerken, Forschungsstellen u.a. einzubeziehen	77
11.6	Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche notwendige nächste Phase bzw. die nächsten innovatorischen Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der Ergebnisse sowie Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben,	78
11.7	Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer, z.B. Anwenderkonferenzen (Angaben, soweit die Art des Vorhabens dies zulässt)	79
11.8	die Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung.	80

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel -Center Pivot (Quelle: Werksbilder)	2
Abbildung 2: Schematische Darstellung des Stall- und Auslaufkonzeptes (Quelle: Patentskizze, Agrartechnik Witzenhausen)	3
Abbildung 3: Mögliche Ausführungen des Center Pivot Konzeptes (Quelle: Patentskizze, Agrartechnik Witzenhausen)	4
Abbildung 4: Mobiler Hähnchenmaststall der Firma EicMo (Quelle: EicMo)	10
Abbildung 5: Modifikationen des EicMo Hähnchenmaststalls – Drehkranz mit Bodenstützstern (links montiert unter Hauptrahmen des Stalls (rechts), damit der gesamte Stall ohne versetzen per Hand drehbar ist.	10
Abbildung 6: Mobiler Legehennenstall - Chicken-Trailer 430 (Quelle: Chicken-Trailer)	11
Abbildung 7: Prototyp des semiautonomen Stallantriebs (Bild: Chicken Trailer - vertraulich)	11
Abbildung 8: Auslaufvariante 1a	12
Abbildung 9: Auslaufvariante 1a – Links: Höhenverstellung des Zauns; rechts unterer Zaunabschluss mit Kette	13
Abbildung 10: Auslaufvariante 1a – Antriebseinheit für den rotierenden Auslauf.	14

Abbildung 11: Auslaufvariante 1a – Links: Einhausung des Auslaufs; rechts: Auslaufnutzung gleichmäßig über die gesamte Fläche.	14
Abbildung 12: Auslaufvariante 1b – Links und Mitte: Höhenverstellung des Zauns; rechts unterer Zaunabschluss mit Kette	15
Abbildung 13: Auslaufvariante 1b – Umstellen des Auslaufs	16
Abbildung 14: Auslaufvariante 2 – Schematische Zeichnung des modularen Aufbaus des Auslaufs. Bögen = Module des Auslaufs; rechteckige Kiste = Stall	17
Abbildung 15: Auslaufvariante 2 – Gestaltung des Auslaufs rechts und links des Stalls mit möglicher linearer Fahrtrichtung (roter Pfeil)	17
Abbildung 16: Auslaufvariante 2 – Praktische Umsetzung	18
Abbildung 17: Präferenzversuch – Versuchsplan	20
Abbildung 18: Präferenzversuch – praktischer Versuchsaufbau (Variante: erster Block)	21
Abbildung 19: Auslaufvariante 1b – Tiererkennung in definierten Sektoren mit Hilfe der angepassten Computer Vision Tiererkennung (vgl. [12])	22
Abbildung 20: rot = Mobilstall; blau = Ausgänge des Stalles; Zahlen 1 - 4 = „Segmente“; Magistrale A = 60 % Beschattungsnetz = „Shelter Area“; Magistrale B = 85% Beschattungsnetz inkl. Überbrückungen in orange = „Walkway“; Magistrale C = „Open Space“ ohne Rahmen	24
Abbildung 21: Mit Netz bespannte Rahmen aus der Perspektive des Stalles, A = Shelter Area; B = Walkway; C = Open Space	24
Abbildung 22: Beispielbild einer Beobachtungskamera. Die blauen Linien markieren die Grenzen der einzelnen Bereiche gebildet aus Segment und Orientation. Zu unterscheiden sind Segment 1 bis 4 und Orientation „Shelter Area“, „Walkway“ und „Open Space“. Die Grenzen sind in das für die Auswertung angepasste Computer Vision System einprogrammiert.	25
Abbildung 23: Nährstoffverteilung – Versuchsplan: Probenpositionen und Probenbezeichnung Bodenproben Hähnchenauslauf	27
Abbildung 24: Schaden durch Wind	29
Abbildung 25: Auslaufnutzung am Tag der Aufstallung (Variante 1a) bis zum Ende des Auslaufs	29
Abbildung 26: Qualitative Beurteilung der Auslaufnutzung (Variante 1a) mit Hilfe eines Drohnenflugs	30
Abbildung 27: Variante 1b - Links: Höhenverstellung des Zauns; rechts unterer Zaunabschluss mit Kette	31
Abbildung 28: Variante 1b – Hütte zur Attraktivitätssteigerung am Ende des Auslaufs	32
Abbildung 29: Typische visuelle Kotbefunde bei Kokzidieninfektion	35
Abbildung 30: Links: Trittsiegel Fuchs; rechts: Riss durch einen „Hühner“-Habicht	36
Abbildung 31: Präferenzversuch Hähnchen – Bivariat Beschattungstyp vs. durchschnittliche stündliche Anzahl Hähnchen	39

Abbildung 32: Präferenzversuch Hähnchen –Beschattungstyp in Abhängigkeit von Temperatur vs. durchschnittliche stündliche Anzahl Hähnchen	40
Abbildung 33: Präferenzversuch Hähnchen – Beschattungstyp in Abhängigkeit von Uhrzeit vs. durchschnittliche stündliche Anzahl Hähnchen	40
Abbildung 34: Präferenzversuch Hähnchen – Modellkonstruktion, der Faktor Block ist als Random Effect definiert.	41
Abbildung 35: Auslaufnutzung Hähnchen – Einfluss der Faktoren Tag und Zeit auf die Auslaufnutzung, hier in durchschnittlicher Anzahl	43
Abbildung 36: Auslaufnutzung Hähnchen – Darstellung der beiden Haupteffekte Distanz und Seite vs. Auslaufnutzung, hier als relativer Anteil in einem Bereich	44
Abbildung 37: Auslaufnutzung Hähnchen – Wechselwirkung der Haupteffekte Distanz und Seite vs. durchschnittliche Nutzung, hier als relativer Anteil in einem Bereich	44
Abbildung 38: Auslaufnutzung Hähnchen – Modellkonstruktion: alle Effekte sind als Fixed Effects definiert, quadratische Terme für Tag und Stunde sind ebenfalls integriert.	45
Abbildung 39: Auslaufnutzung Legehennen – durchschnittliche Anzahl Hühner im gesamten beobachteten Bereich nach Tag (links) und Stunde (rechts)	47
Abbildung 40: Auslaufnutzung Legehennen – relative Legehennen Häufigkeit im beobachteten Bereich nach Bereichen; links nach Distanz zum Stall und rechts nach Ausgestaltungsvariante	48
Abbildung 41: Auslaufnutzung Legehennen – relative Legehennen Häufigkeit im beobachteten Bereich nach Bereichen; Wechselwirkung Distanz zum Stall x Ausgestaltungsvariante	48
Abbildung 42: Auslaufnutzung Legehennen – relative Legehennen Häufigkeit im beobachteten Bereich nach Bereichen; Wechselwirkung Distanz zum Stall x Ausgestaltungsvariante in Bezug zu Tageszeit	49
Abbildung 43: Auslaufnutzung Legehennen – Modellkonstruktion: Fixed Effect sind Segment, ausgestalteter Bereich, Stunde, die zweifach Wechselwirkungen und der quadratische Term der quadratische Terme für Stunde. Der Tag ist als zufälliger Effekt modelliert.	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick Konstruktion vs. Erprobung und wissenschaftliche Fragestellungen	5
Tabelle 2: Auslaufnutzung Legehennen – Wetter	47
Tabelle 3: Auslaufnutzung Legehennen – durchschnittliche Anzahl Hühner im gesamten beobachteten Bereich nach Stunde	47
Tabelle 4: Nährstoffverteilung Hähnchen – Modellüberblick Response N	52
Tabelle 5: Nährstoffverteilung Hähnchen – Modellüberblick Response pH-Wert, P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO	52

Verzeichnis Statistischer Ausgaben

Statistische Ausgabe 1: Exemplarisches Ergebnis der Gesundheitsüberwachung der Hähnchen in Kooperation mit dem Projekt „ProBioHuhn“ – 4. Erhebung im Durchgang 1	37
Statistische Ausgabe 2: Exemplarisches Ergebnis der Gesundheitsüberwachung der Hähnchen in Kooperation mit dem Projekt „ProBioHuhn“ – 5. Erhebung im Durchgang 1	38
Statistische Ausgabe 3: Präferenzversuch Hähnchen – Ergebnis des analytischen Modells	42
Statistische Ausgabe 4: Auslaufnutzung Hähnchen – Analytisches Modell	46
Statistische Ausgabe 5: Auslaufnutzung Legehennen – Analytisches Modell	50
Statistische Ausgabe 6: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response NO_3^- -N [kg/ha]	53
Statistische Ausgabe 7: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response NH_4^+ -N [kg/ha]	54
Statistische Ausgabe 8: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response N_{min} in Schicht	55
Statistische Ausgabe 9: Nährstoffverteilung Hähnchen – Prediction Profiler N	56
Statistische Ausgabe 10: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response pH-Wert	57
Statistische Ausgabe 11: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response P_2O_5	58
Statistische Ausgabe 12: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response K_2O	59
Statistische Ausgabe 13: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response MgO	60

Teil II: Abschlussbericht

1 Einführung

Die Tierhaltung ist in Deutschland sowohl in ökonomischer als auch ökologischer Hinsicht von herausragender Bedeutung, steht aber zunehmend unter dem kritischen Blick der Öffentlichkeit, die vor allem im Geflügelbereich deutliche Verbesserungen z.B. beim Tierschutz anmahnt. Das Huhn ist das am häufigsten vorkommende Nutztier in Deutschland und erwirtschaftete mit der Produktion von Ei und Geflügelfleisch ca. 7% des Produktionswerts in der deutschen Landwirtschaft. Der Konsum von Geflügelfleisch in Deutschland wächst. Der Verzehr lag 2012 bei 10,7 kg pro Kopf und stieg 2022 auf 11,4 kg pro Kopf [1]. Deutschland produziert 15,7 Milliarden Eier pro Jahr und ist so unter den führenden Produzenten in Europa. Hierbei nimmt die Anzahl von Tieren, die im Freiland oder unter ökologischen Richtlinien gehalten werden, zu[1]. In den letzten Jahren wurde speziell in der Legehennenhaltung mit dem "Hühnermobil" ein Haltungssystem entwickelt, welches schon einige relevante Aspekte von Tierfreundlichkeit, Artgemäßheit und Umweltfreundlichkeit aufweist. Außerdem hat dieses Verfahren eine positive Öffentlichkeitswirksamkeit, welche eine Direktvermarktung befördert. Leider ist dieses Verfahren noch nicht in jeder Hinsicht optimal. Es besteht in mehreren förderungsrelevanten Bereichen Verbesserungsbedarf.

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Im Rahmen des beantragten Forschungsvorhabens sollte deshalb die positiven Aspekte des Hühnermobils aufgegriffen und durch innovative konstruktive Ansätze weiterentwickelt werden. Durch die Kombination vorhandener Techniken und Neuentwicklungen sollten Verbesserungen unter anderem im Bereich Flächennutzung, Schadstoffemission / Nährstoffverteilung, Prädatorenschutz und parasitären Erkrankungen erreicht werden.

Ziel des beantragten Forschungsvorhabens war es also die Weiterentwicklung des Mobilstallkonzeptes der Freilandhaltung von Legehennen und Masthähnchen hin zu einem universellen und skalierbaren low-input Geflügelhaltungsverfahren zu wandeln. entsprechende Lösungsansätze wurden entwickelt und erprobt. Fundierte Vorschläge für die Praxis wurden entwickelt.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des BÖLN oder zu konkreten Bekanntmachungen und Ausschreibungen

Gesamtziel des Projektes OptiHuhn war es, das Konzept des Mobilstalls weiterzuentwickeln. Bewährte Bausteine sollten übernommen werden, für bekannte Schwierigkeiten und Systemkonflikte sollten jedoch Lösungsmöglichkeiten entwickelt und umgesetzt werden. Zentrale Systemkonflikte sind Auslaufnutzung, Investitionskosten, Komplexität, Prädatoren, Parasiten und Skalierbarkeit.

Im OptiHuhn Projekt sollte ein durch das Fachgebiet Agrartechnik entwickeltes und in Patentanmeldung befindliches Geflügelweidehaltungssystem praktisch umgesetzt und erprobt und weiterentwickelt werden.

Ausgangspunkt und somit zentraler Bestandteil des umzusetzenden Konzeptes war die Auslaufgestaltung und das Auslaufmanagement. Während bei bisherigen Mobilställen das gesamte (und bei Großställen sehr schwere) Fahrzeug mit Maschinenunterstützung umgesetzt werden muss, und das aufwendige Versetzen der Weidezäune per Hand erforderlich ist, wird beim hier vorgestellten Haltungssystem das Konzept aufgeteilt in einen feststehenden Stall und einen zugehörigen Auslauf, der im Gegensatz zur üblichen händischen Umsetzung nun mobil angelegt ist. Hierbei wird auf das seit Jahrzehnten bewährte System der kreisförmigen Felder zurückgegriffen, wie sie in der Bewässerungstechnik weltweit schon mit langer Tradition unter dem Namen "Kreisbewässerungsanlage", (englisch: center pivot) mit großem Erfolg eingesetzt werden. Bei diesem System rotiert ein 10 – 500 m langer, meist von kleinen Elektromotoren angetriebener Arm in niedriger Geschwindigkeit um einen zentralen Punkt. Dabei werden, abhängig von der Baugröße, für einen Umlauf von 360° eine Zeit von zwei bis fünf Tagen benötigt und eine Fläche von wenigen tausend Quadratmetern bis hin zu 40 Hektar überstrichen.



*Abbildung 1: Beispiel -Center Pivot
(Quelle: Werksbilder)*

Diese Anlagen sind konstruktiv ausgereift, werden kostengünstig in Serie hergestellt und sind modular als Standardbauteile verfügbar. Im beantragten Forschungsprojekt wird diese Konstruktionsform nun aber nicht zum Tragen von Bewässerungsleitungen verwendet, sondern als Grundgestell für eine sehr arbeitssparende Weidezuteilung eingesetzt: Dazu werden nun zwei dieser Auslegerarme in Form eines "Kuchenstückes" angeordnet, das um ein zentrales Stallgebäude rotiert. Nach einigen Tagen der Nutzung des Weidesegments kann dann der Auslauf auf das nächste frische Teilstück rotiert werden, das Stallgebäude wird dabei nicht bewegt. Es muss lediglich die nächstfolgende Auslaufklappe am Stall geöffnet werden, so dass der Zutritt der Hennen nun in das nächste Segment erfolgen kann. Je nach gewünschter Nutzungsdauer (z.B. 2 Wochen) kann der Landwirt so innerhalb weniger Minuten den ganzen Auslauf ohne jede Handarbeit versetzen. Das Verfahren ist aufgrund der niedrigen Bodendrücke auch im Winter und bei Nässe möglich.

Die Bauform ermöglicht zudem sehr einfach das vollständige Überspannen der Weidefläche mit dem Ziel eines vollständigen Greifvogelschutzes, beispielsweise mit Schattiergewebe oder Hagelschutznetz (wie im Obstbau üblich). Es ist durch die Rotation kontinuierlich und nach der Erstinstallation ohne weitere Montagearbeit ein vollständiger Schutz auf der ganzen Fläche gewährleistet.

Durch die Konstruktion kann kontinuierlich auch der Weidezaun mit verfahren werden, ohne dass es irgendeiner Handarbeit bedarf. Dieser Zaun kann wahlweise aus den verschiedensten Materialien gestaltet sein, als Prädatorenschutz ist neben einer unteren Abdichtung gegen den Boden beispielsweise mittels Schleifkante auch ein Elektrozaun problemlos möglich, der auch nicht demontiert werden muss, sondern konstruktiv bedingt dauerhaft mitgeführt wird. Ähnliches gilt auch für evtl. andere Einbauten wie Tränkeeinrichtungen etc., die bei bisherigen Systemen nur unter großem Aufwand auf der Außenfläche angeboten werden konnten, hier aber kontinuierlich an der Konstruktion verbleiben.



*Abbildung 2: Schematische Darstellung des Stall- und Auslaufkonzeptes
(Quelle: Patentskizze, Agrartechnik Witzenhausen)*

Zusätzlich können bei sehr großen Anlagen ggf. auch noch weitere Deckungselemente, Tränken und Futterautomaten kontinuierlich am Gestänge mitgeführt werden, die auch sehr sensiblen Tieren einen vollständigen Schutz und Anreiz für eine Flächennutzung bieten. So können durch ein Futter- und Wasserangebot die Tiere auch bis in die äußeren Bereiche des Auslaufs gelockt werden und so das bisherige "stallnah-Problem" mit der dortigen Anhäufung von Kot und erhöhtem Parasitendruck gelöst werden.

Damit wird das bisherige Problem der Anhäufung der Tiere in Stallnähe deutlich entschärft. Die bislang hohe punktuelle Nährstoff- und Beweidungsbelastung wird vermieden. Das Potenzial der gesamten Weidefläche wird genutzt.

Der Energieaufwand für das Weiterfahren des Weidesegementes ist sehr niedrig und kann daher kostengünstig beispielsweise über Solarmodule bereitgestellt werden, so dass kein Anschluss an das Stromnetz erforderlich ist. Die Kreisform bietet das günstigste Verhältnis von Fläche zu Materialaufwand.

Der zentrale Ankerpunkt (hier der Stall mit den Legenestern, Sitzstangen, Kotgrube, Tränken und Fütterung) muss zudem nicht notwendigerweise dauerhaft fixiert sein. Wie bei Kreisberegnungsanlagen auch kann dieser durch ein einfaches Fahrgestell ergänzt werden, so dass sogar das Feld gewechselt werden kann und daher z.B. saisonal Stoppelfelder o.ä. als Haltungsfläche nutzbar werden.

Das System ist nicht nur für Legehennen geeignet, sondern kann auch für Mastgeflügel eingesetzt werden. Lediglich die Stallinneneinrichtung muss dann verändert werden.

Neben der Eignung für große Betriebe lässt sich das System durch eine beliebige Skalierbarkeit auch für Kleinbetriebe nutzen. Das Fachgebiet Agrartechnik hat dafür bereits einen Entwurf erstellt, der aufgrund der einfachen Bauart auch durch Landwirte in Eigenleistung umgesetzt werden kann.

Eine beliebige Anpassbarkeit des Systems an Weideaufwuchs und Bestandesgröße ergibt sich aus der Wahl der Segmentlänge, des Segmentwinkels und der Rotationsgeschwindigkeit. Das System lässt sich zudem durch die modulare Bauweise auch nachträglich vergrößern.

Vorteilhaft ist auch die Adaptionmöglichkeit des Center Pivot Konzeptes an Altanlagen (Bauen im Bestand). Dabei wird der Auslauf an ein vorhandenes Stallgebäude angeflanscht und als pendelndes System ausgeführt.

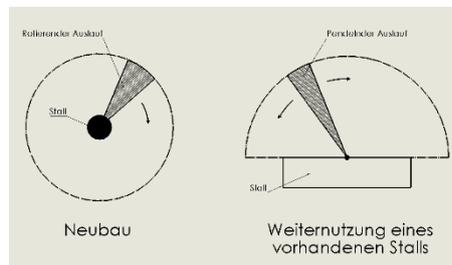


Abbildung 3: Mögliche Ausführungen des Center Pivot Konzeptes
(Quelle: Patentskizze, Agrartechnik Witzenhausen)

Das OptiHuhn-Vorhaben bearbeitet mehrere Ziele, die in der Bekanntmachung "Aufbau und Weiterentwicklung einer nachhaltigen Geflügelwirtschaft im ökologischen Landbau" genannt wurden. Im Einzelnen sind dies Beiträge zu: (1) einem verbesserten Produktionssystem mit einer geringeren Intensitätsstufe auf Grund eines deutlich reduzierten Arbeitsaufwandes in der Freilandhaltung; (2) Steigerung des Tierwohls durch geringeren Parasitendruck und häufigeren Zugang zu frischem Grünfutter durch selbstständige und höher frequentierte Auslaufrotation; (3) Schutz vor Prädatoren durch einen komplett umzäunten Auslauf mit Auslaufläche nach EU-Öko-Verordnung; (4) Besseres Explorationsverhalten durch automatisch mitfahrende Deckungsmöglichkeiten und blickdichte Netze; (5) Minimierung des Stickstoffeintrags durch Hühnerkot pro Fläche durch besseres Explorationsverhalten; (6) Verminderung von parasitären Erkrankungen durch ein optimiertes Auslaufmanagement und verbesserte Auslaufnutzung.

1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Aus dem beschriebenen Grundkonzept ergeben sich für das Projekt OptiHuhn folgende zu erreichende technischen und wissenschaftlichen Einzelziele:

- Praktische Umsetzung des Haltungssystems anhand von Beispielen. → Kapitel 3.3 und 4.1
- Die Beurteilung der praktischen Umsetzung am Ende des Projektes wird Aufschluss über Konzepte der erweiterten Automatisierung des Haltungssystems geben. → Kapitel 4.1, Kapitel 5
- Durch die Präsentation des Systems auf der EuroTier-Fachmesse und auf Konferenzen sollen Industriepartner gewonnen werden, um die Ergebnisse in ein serienfähiges Produkt zu überführen. → Kapitel 4.1.4
- Folgende wissenschaftlichen Fragen werden mit Hilfe des Projektes beantwortet:
 - Wie kann das Haltungssystem arbeitswirtschaftlich bewertet werden? → Kapitel 5.4

- In welchem Umfang und in welcher Form ändert sich die Auslaufnutzung? → Kapitel 4.3.2 und 4.3.3
- Lässt sich das Verhalten der Legehennen durch die Wahl der Schutznetze beeinflussen? → 4.3.3
- Wie unterscheidet sich die Reaktion der Tiere auf eine Greifvogelsimulation in Abhängigkeit der Auslaufstrukturierung und Abdeckung?
→ Kapitel 4.2.3
- In welchem Maß kann der Verlust an Legehennen durch Prädatoren minimiert werden? → Kapitel 4.1.1.3, 4.1.2.3 und 4.1.3.3
- Wie gestaltet sich die Nährstoffverteilung im Auslauf? → Kapitel 4.3.4
- Kann auf die Kotverteilung durch Strukturierung des Auslaufs Einfluss genommen werden? → Kapitel 4.3.4 und Kapitel 5
- Welchen Einfluss hat das Haltungssystem auf Tierwohlindikatoren? → Kapitel 4.2

Das Projekt OptiHuhn gliedert sich in die zwei übergeordnet Arbeitsblöcke „Konstruktion“ des Hühnerauslaufs und die „praktische und wissenschaftlich Erprobung“ der Konstruktion. Nachfolgende Tabelle liefert einen Überblick über die Konstruktionsschritte und die zugehörigen Versuche zur praktischen und wissenschaftlichen Erprobung.

Tabelle 1: Überblick Konstruktion vs. Erprobung und wissenschaftliche Fragestellungen

		Variante 1a: „Tortenstück“ – rotierender Auslauf	Präferenz- versuch	Variante 1b: rechtwinkliges „Tortenstück“ – rotierender Auslauf	Variante 2: rechteckiger Auslauf, modular – lineares Versetzen
		Abbildung 8	Abbildung 17	Abbildung 13	Abbildung 16
Erprobung der Handhabung des Stalls (vgl. Kapitel 4.2.2)		X		X	X
Erfassung und Beurteilung der Flächennutzung (vgl. Kapitel 4.1)	Einfluss des Schutznetztyps auf das Verhalten der Tiere	X	X	X	X
	Einfluss der Auslauf- Strukturierung auf das Verhalten der Tiere		X	X	X
	Erfassung der Dichte und Verteilung der Hühner		X	X	X
	Greifvogelsimulation mit Drohne	X		X	X
Erfassung und Beurteilung der Nährstoffverteilung (vgl. Kapitel 4.3.4)				X	X
Erfassung von Tierwohlindikatoren (vgl. Kapitel 4.2)		X		X	X

2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

2.1 Stand der Wissenschaft und Technik

Die EU Öko-VO [2] regelt die Mindestanforderungen für die ökologische Haltung von Geflügel. Unter anderem sind Flächenbedarf, das Vorhandensein eines Auslaufs und Bestandesobergrenzen je Fläche oder Stall bestimmt. Auf Grundlage dieser Verordnung haben sich ökologische Haltungssysteme für Geflügel entwickelt. Nachfolgend wird exemplarisch auf die Legehennenhaltung eingegangen.

Es entwickelten sich im Wesentlichen zwei grundsätzliche Haltungskonzepte. Es sind zum einen stationäre Hühnerställe mit festem Freilandauslauf, und zum anderen mobile Hühnerställe. Eine Zusammenführung der Vorzüge beider Konzepte ist bisher noch nicht erfolgt. Im Vergleich zu stationären Hühnerställen mit festem Auslauf erweist sich das Hühnermobil wohl als das tierfreundlichere, artgemäßere und umweltfreundlichere Haltungssystem. Ein wesentlicher Vorteil ergibt sich dabei durch das Versetzen eines mobilen Stalls in regelmäßigen Abständen auf einer Futterfläche, der Auslauf wandert also mit. Diese hat einen zu begrüßenden Einfluss auf Nährstoffverteilung auf der Freilauffläche, auf die Flächennutzung zu Futterzwecken, und auf den Parasitendruck. Die Vorteile des aktuellen Mobilstallkonzeptes werden jedoch kontrovers gesehen, da sich auch in Freilandhaltungssystemen Problemfelder ergeben. Nachfolgend wird auf einige verbesserungswürdige Aspekte näher eingegangen.

2.1.1 Auslaufnutzung

Diverse wissenschaftliche Untersuchungen (z.B. [3], [4]) zeigen auf, dass sich Hühner nur "ungerne" weit in den Auslauf hineinwagen. Damit verbunden ergibt sich eine ungünstige Verteilung von Kot und eine ungenügende Ausnutzung der Futterversorgung aus dem Auslauf. Im Mittel halten sich von den auslaufenden Hühnern 75 % im Radius von 20 m um den Stall herum auf. Im Bereich > 50 m Radius um den Stall hielten sich nur noch weniger als 5 % der Hühner auf. Das Ergebnis spiegelt sich im Zustand der Grasnarbe des Auslaufes wider.

2.1.2 Methoden für die Erfassung der Auslaufnutzung

Die direkte Zählung der Hennen aufgeteilt auf 5 Zonen in [3] ergab, dass nur durchschnittlich 35 % der Hennen den Auslauf nutzen. Es wäre wünschenswert zu klären, wie viele Hennen nie den Auslauf nutzen und ob dieses Verhalten durch Strukturierung des Auslaufes geändert werden kann.

Neben dem visuellen Auszählen von Hennen vor Ort, bzw. auf Fotografien in definierten Bereichen und zu definierten Zeitpunkten ([5], [6], [7], [8]) wurden verschiedene Systeme entwickelt, um den Aufenthaltsort von Hennen zu identifizieren, sowie die Dauer und die Häufigkeit der Aufenthalte im Auslauf einzelner Hennen zu erkennen. Für den Abschlussbericht der Landesanstalten für Landwirtschaft der Bundesländer Bayern, Sachsen und Thüringen im Rahmen einer Evaluierung von alternativen Haltungsformen für Legehennen wurde der Auslauf mit Absperrband in verschiedene Bereiche eingeteilt, Fotoserien der Hennen im Auslauf erstellt und diese computergestützt

ausgewertet [6]. Die mittlerweile kostengünstige Tiererkennung mit RFID-Sensoren wäre ein probates Mittel, um zu einer Klärung beizutragen. In einigen Untersuchungen wurde ebendiese RFID Technologie mit Wingtags genutzt [9], oder Transponder an den Ständern [10]. Gordon et al. (vgl. [11]) nutzte ein System von Transpondern und im Boden vergrabenen Receivern, um die Häufigkeit der Auslaufbesuche der Hennen in diesen zu dokumentieren.

Im Forschungsprojekt OptiHuhn wurde die Zählmethode an Hand von Fotos und Computer Vision basierend ebenso auf Fotos (vgl. [12]) angewandt Die Methode wurde an die Erfassung von Geflügel angepasst.

2.1.3 Nährstoffverteilung

In [3] wurde die Kot- bzw. Nährstoffverteilung in einem allerdings stationären, aber strukturierten Hühnerauslauf beurteilt. Es ergab sich eine erhebliche Überdüngung (2086 kg/ha N im Untersuchungszeitraum) des stallnahen Bereiches und eine Unterversorgung der Flächen mit einer Entfernung von über 50 m. Insgesamt können sich also Bedingungen ergeben, die zu einer Zerstörung der Grasnarbe und daraus resultierend einer erhöhten Gefahr von Verschlammung und Erosion, sowie einer Auswaschung bzw. Anreicherung von Nährstoffen im Boden, einer sinkenden Futteraufnahme der Tiere im Grünauslauf, und nur geringen Anreizen zur Freilandnutzung für die Tiere führen (vgl.: [13], [14]).

2.1.4 Parasiten und Verluste durch Raubzeug

Der Tierverlust in der Weidehaltung durch Raubzeug - insbesondere Greifvögel - wird nach mündlicher Auskunft von Betriebsleitern in der Regel als zu niedrig bewertet, da meist eine sehr starke Standortabhängigkeit besteht. Diese Aussage wird unter anderem durch die Untersuchung von [15] bestätigt. Im Mittel wurden 12,5 % der Tierverluste auf Beutegreifer zurückgeführt, wobei die Spannweite von 0 % bis 74,2 % reichte. Diese Verluste ließen sich durch Schutzmaßnahmen im Auslauf vermindern. Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen erfolgt ein wirksamer Schutz derzeit nicht. Der Aufwand für das regelmäßige Versetzen von Stall plus Zaun und Schutzstrukturierungen scheint zu hoch zu sein.

Durch die Freilandhaltung rückte das Thema Parasiten wieder stärker in den Fokus. Die Befallshäufigkeiten liegen deutlich über denen der Käfig- und Bodenhaltung [15]. Durch den fehlenden Schutz vor Raubtieren, insbesondere Greifvögel, halten sich die Hühner überwiegend im stallnahen Bereich auf. Dies hat zur Folge, dass auch in diesem Bereich die Kotabsonderung erfolgt und damit der Kontakt zu den Exkrementen deutlich stärker ausfällt. Eine Technik, bei der der Auslauf durch die Deckung nach oben vollflächig für die Tiere nutzbar gemacht werden kann, wird daher den Parasitendruck deutlich reduzieren.

2.1.5 Investitionen, Arbeitswirtschaft, Konstruktion

Ein weiterer Nachteil speziell des Mobilstalls sind die vergleichsweise hohen Investitionskosten pro Hennenplatz (vgl. [16]). In dieser Kostenaufstellung schneiden die mobilen Volierenställe mit Abstand am schlechtesten ab. Dieses ergibt sich aus der aufwendigen Konstruktion der Ställe mit Komponenten

wie Achsen und Hydraulikeinrichtungen. Einerseits sind Kleinsteinheiten nicht ökonomisch, da die preisbestimmenden Komponenten Mindestpreise haben. Andererseits führt das hohe Gewicht aktueller Konstruktionen zu einer eingeschränkten Skalierbarkeit und zu starken Bodenverdichtungen auf den befahrenen Flächen. Große Mobilställe sind somit konstruktiv nur bedingt beherrschbar.

Arbeitswirtschaftlich ergeben sich ebenso Probleme. Die Untersuchung des KTBL (vgl. [17]) kommt zu folgendem Ergebnis: "Mobile Ställe verursachen durch die notwendigen Transporte und das Versetzen von Stall und Zaun sowie durch das manuelle Einsammeln der Eier einen zusätzlichen Arbeitszeitaufwand".

2.1.6 Fazit

Die beschriebenen Nachteile limitieren die weitere Verbreitung dieser an sich sehr tierfreundlichen und auch eine von den Verbrauchern erwünschte Haltungsform. Das neue Haltungssystem OptiHuhn mit feststehendem Stall und mobilen Auslauf greift alle diese Probleme auf und stellt eine auch kostengünstigere Weiterentwicklung der Freilandhaltung dar.

3 Tiere, Material, Methoden und Statistik

3.1 Tiere, Betreuung, Kontrolle, Fütterung

Die Tiere für die Versuche im OptiHuhn Projekt wurden von der Hessischen Staatsdomäne Frankenhäuser (DFH) zur Verfügung gestellt. Zum Einsatz kamen Masthähnchen und Legehennen der Zweinutzungsrasse Coffee & Cream der ÖTZ (Ökologische Tierzucht gGmbH).

Die Versuchsdurchführung gliederte sich in den Wirtschaftsbetrieb der DFH ein. Die Futtermittel wurden vom Betrieb gestellt. Die Betreuung der Tiere wurde geteilt. Die Legehennen wurden durch die DFH und die Masthähnchen durch das Fachgebiet Agrartechnik gepflegt und überwacht.

Bei der Versuchsdurchführung wurden die ökologischen Haltungsrichtlinien (EU-Bio, Bioland und Naturland) eingehalten. Über die reine Haltung und landwirtschaftliche Nutzung wurden die Tiere nicht durch die durchgeführten Versuche belastet. Auch die unter Kapitel 3.4.2 aufgeführten Maßnahmen entsprachen den üblichen landwirtschaftlichen Tierwohl-Eigenkontrollen.

Da das Alter und die absolute Anzahl der Tiere für die Beurteilung der Versuchsergebnisse nicht von Bedeutung ist, es werden jeweils relative Zielgrößen genutzt (sie werden in den entsprechenden Unterkapiteln beschrieben), werden Angaben hierzu nur in notwendigen Einzelfällen gemacht. Insbesondere die Versuche im Zusammenhang mit den Legehennen wurden im laufenden Betrieb durchgeführt.

Es wurden jeweils 292 Legehennen je Periode aufgestellt. Eine Zählung erfolgte in der Regel nur bei Aufstallung und bei der Schlachtung. Verluste durch Tod wurden dokumentiert. Die Verluste durch Raubzeug ergab sich als Differenz von Aufstallung minus dokumentierte Tode minus Anzahl geschlachteter Tiere.

Die Masthähnchen wurden im Alter von 7 bis 9 Wochen aufgestellt und mit ca. 18 Wochen geschlachtet. Der Maststall wurde jeweils mit 75 bis maximal 100 Tieren bestückt.

Als Futter wurde bei den Legehennen eine ökokonforme bedarfsgerechte Eigenmischung der DFH eingesetzt. Die Masthähnchen wurden mit dem ökokonformen pelletierten Alleinfutter der Firma Meyerhof zu Bakum GmbH gemästet.

3.2 Ställe

3.2.1 Hähnchenmaststall

Der Masthähnchenstall wurde von der Firma EicMo gefertigt. Das vollmobile System ist autark und ermöglicht das Mitführen eines Wasser- und Futtermittels. Der Stall hat eine innere Grundfläche von 2,3 m x 5,45 m, ist mit zwei Auslaufklappen mit einer Größe von 0,5 m Breite x 0,45 m Höhe, sowie vier reihen Sitzstangen mit jeweils einer Länge von 5,35 m ausgestattet. 20 Nippeltränken und vier Rundtröge mit einer Fressplatzlänge von jeweils 1,5 m stehen den Hähnen im Stall zur Verfügung. Der Stall wurde mit maximal 100 Masthähnchen bestückt. Eine Photovoltaikanlage mit Pufferbatterie liefert den Strom. Die Automatisierung des Stalls (Licht, Lüftung und Auslaufklappen) erfolgt über ein Speicher-Programmierbare-Steuerung (Poultry Buttler).

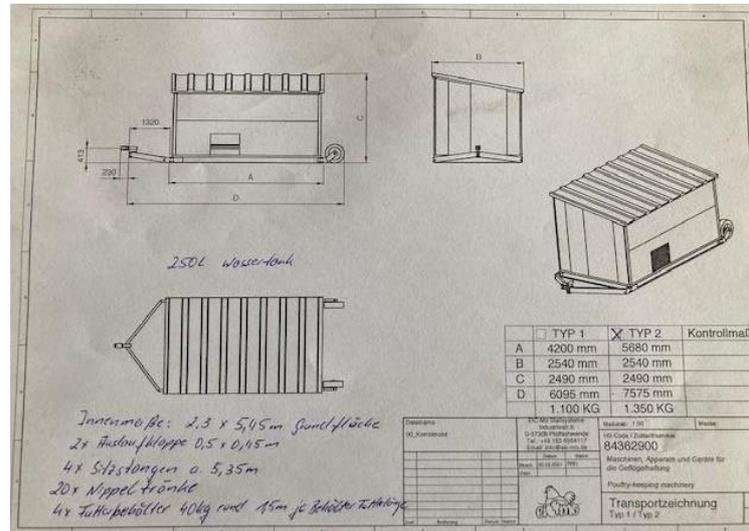


Abbildung 4: Mobiler Hähnchenmaststall der Firma EicMo (Quelle: EicMo)

Für die geplanten Versuchsdurchführungen wurden einige Modifikationen am Stall vorgenommen. Der Stall ist in zwei gleich große Abteile untertrennbar. Die Auslaufklappen sind individuell steuerbar, sodass bei Unterteilung des Stalls die Tiere in getrennte Ausläufe gelassen werden können. Außerdem ist der Stall mit Hilfe eines Drehkranz per Hand auf der Stelle zu drehen. Diese ermöglicht es das Konzept des rotierenden Auslaufs ohne umstellen des Stalls zu ermöglichen. Gleichzeitig verliert der Stall nicht seine Vollmobilität.

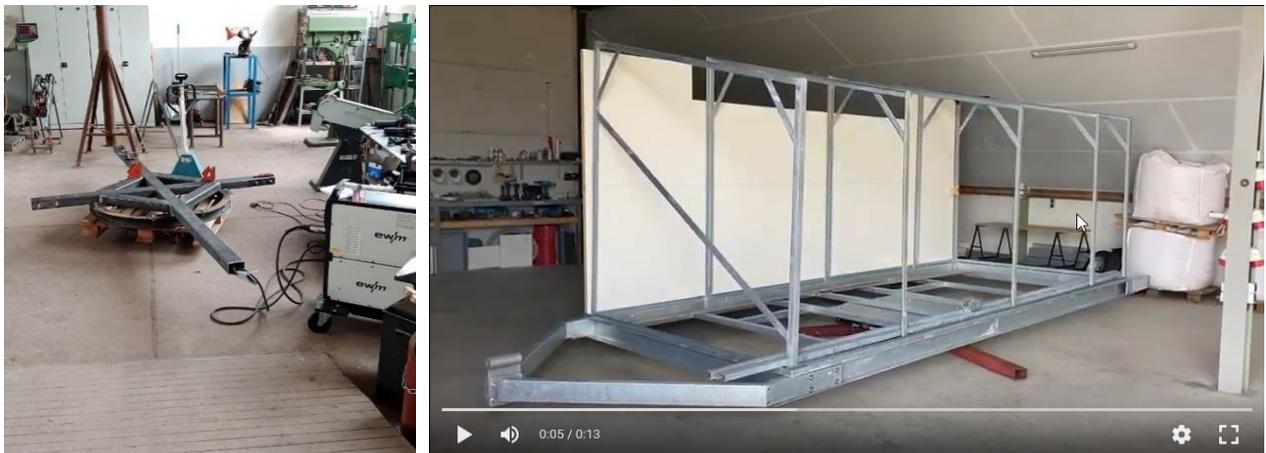


Abbildung 5: Modifikationen des EicMo Hähnchenmaststalls – Drehkranz mit Bodenstützstern (links) montiert unter Hauptrahmen des Stalls (rechts), damit der gesamte Stall ohne versetzen per Hand drehbar ist.

Der Stall wurde für die Versuche mit der Auslaufvariante 1a und 1b genutzt (vgl. Tabelle 1.)

3.2.2 Legehennenstall

Der Legehennenstall wurde von der Firma Chicken-Trailer gefertigt. Die Variante Chicken-Trailer 430 ist ein Mobilstall mit einer nutzbaren Gesamtfläche von 48,68 m², welche sich aus der Grundfläche des Stalles und des Scharraums in Bodenhöhe ergibt. Die Länge und Breite des Stallraumes beträgt 1004

cm x 300 cm mit einer Höhe von 340 cm. Der Stall ist serienmäßig mit einer verzinkten Stahlrohrkonstruktion und mit Stahlbodenrosten im oberen sowie im Bodenbereich ausgestattet. Das ermöglicht ein regelmäßiges Entmisten mittels eines Kotbandes unterhalb der Roste. Das vollmobile System ist autark und ermöglicht das Mitführen eines Wasser- und Futtermittels.



Abbildung 6: Mobiler Legehennenstall - Chicken-Trailer 430 (Quelle: Chicken-Trailer)

Eine Photovoltaikanlage mit Pufferbatterie liefert den Strom. Die Automatisierung des Stalls (Futterkette, Licht, Lüftung, Nest- und Auslaufklappen) erfolgt über ein Speicher-Programmierbare-Steuerung (Siemens Simatic). Das Mobil verfügt über eine Hygieneschleuse, in Form eines Vorräumes inkl. Eierpackstation.



Abbildung 7: Prototyp des semiautONOMEN Stallantriebs (Bild: Chicken Trailer - vertraulich)

Das Fachgebiet Agrartechnik ist eine Kooperation mit der Firma Chicken Trailer eingegangen. Eine Patentanmeldung für ein System zum semiautONOMEN Verfahren des Stalls ist in Vorbereitung (vgl. Abbildung 7). Diese Information muss vertraulich behandelt werden.

Für die geplanten Versuchsdurchführungen wurden einige Modifikationen beim Hersteller in Auftrag gegeben. Der Stall ist in zwei gleich große Abteile unterteilbar, so dass im Stall auch Rassen- und Fütterungsversuche durchgeführt werden können. Weiterhin sind auf beiden Seiten des Stalls auf

voller Länge Auslaufklappen installiert. Diese lassen sich individuell steuern, sodass in Versuchen der Auslauf den Haltungsgruppen individuell zugeteilt werden kann. Somit sind auch getrennte Ausläufe möglich.

Der Stall wurde von der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen in Abstimmung mit dem Fachgebiet Agrartechnik erworben und für die Projektlaufzeit des OptiHuhn Projektes an das Fachgebiet Agrartechnik vermietet.

Der Stall wurde für die Versuche mit der Auslaufvariante genutzt (vgl. Tabelle 1.).

3.3 Getestete Auslaufkonstruktionen

3.3.1 Variante 1a: „Tortenstück“ – rotierender Auslauf

Diese Variante stellt die Umsetzung der ersten Idee dar und basiert auf der angenommenen Patentschrift (vgl. Abbildung 2 und Abbildung 3). Die Konstruktion besteht aus miteinander verbundenen fahr- und schwenkbaren Stahl-Fachwerk-Segmente. Die Segmente sind über ein landwirtschaftliche Standard-Koppelfverfahren modular radial verbindbar und schwenkbar. Daraus ergeben sich Arme, die an eine rotierbaren Stall gekoppelt werden. Zwei Arme, die einen Kreisabschnitt bzw. ein Tortenstück bilden, ermöglichen die Einhausung der gesamten Konstruktion mit Beschattungsnetzen.



Abbildung 8: Auslaufvariante 1a

Die zwei Arme wurden im Winkel von 45° zueinander am Stall befestigt. Die Armlänge betrug $4 \text{ Segmente} \times 9 \text{ m} = 36 \text{ m}$. Somit überdecken die Arme ca. 509 m^2 Auslauffläche. Stall und Auslauf können also insgesamt 8-mal verschwenkt werden, bis die Auslauffläche ein zweites Mal genutzt wird. Die Gesamtkreisfläche beträgt ca. 4071 m^2 .

Weiterhin wurde ein Elektro-Kontengitter-Zaun an das Fachwerk montiert. Der Zaun ist dabei nur am Fachwerk montiert und nicht im Boden verankert. Diese Befestigung ermöglicht das Verschwenken des Zauns gemeinsam mit dem überdachten Auslauf. In die untere nicht stromführende Litze des Zauns wurde eine Stahlkette eingeflochten. Diese bildet den flexiblen Abschluss des Zauns zum Boden. Der Zaun kann sich an die Kontur des Bodens anpassen. Falls Raubzeug den Zaun anhebt, kommt es sicher zu einem Stromschlag. Abbildung 8 zeigt die praktische Umsetzung.

Die Aufhängung des Elektrozauns ist höhenverstellbar, sodass der Zaun beim Verschwenken des Auslaufs nicht abmontiert werden muss. Den Abschluss des Zauns zum Boden bildet eine Kette (Abbildung 9, rechts). Diese führt zu einer idealen Anpassung des Zauns an die Bodenkontur, ein Untergraben des Zauns durch Raubtiere wird vermieden.



Abbildung 9: Auslaufvariante 1a – Links: Höhenverstellung des Zauns; rechts unterer Zaunabschluss mit Kette



Abbildung 10: Auslaufvariante 1a – Antriebseinheit für den rotierenden Auslauf.

Ebenso konnte ein Antriebssystem für die Auslaufversetzung (Variante 1a und 1b) konstruiert werden. Durch Veränderung des Übersetzungsverhältnisses kann die Bahngeschwindigkeit der einzelnen Segmente an die gewünschte Winkelgeschwindigkeit angepasst werden. D.h. die stallfernen Segmente können mit höherer Geschwindigkeit (weil mehr Weg) als die stallnahen Segmente verfahren werden.

Die Auslaufvariante 1a (Hähnchenstall mit rotierendem Auslauf, vgl. Zwischenbericht 2021) konnte erfolgreich getestet werden. Die komplette Einhausung des Auslaufs konnte wie erwartet Tierverluste durch Prädatoren verhindern. Auch die gleichmäßige Nutzung des Auslaufs durch die Hühner gestaltete sich nahezu ideal.



Abbildung 11: Auslaufvariante 1a – Links: Einhausung des Auslaufs; rechts: Auslaufnutzung gleichmäßig über die gesamte Fläche.

Viele weitere Detaillösungen konnten erprobt und optimiert werden. Erkenntnisse, die über den vorher im Fokus liegenden Bereich hinausgingen, konnten zusätzlich gewonnen werden.

Der Auslauf wurde mit dem in Kapitel 3.2.1 beschriebenen Stall verbunden. In Kapitel 4.1.1 werden die Erfahrungen und Beobachtungen mit dieser Versuchsvariante aufgeführt. Wissenschaftliche Versuche wurden mit dieser Variante des Auslaufs auf Grund einer Beschädigung durch Wind nicht durchgeführt (vgl. Kapitel 4.1.1). Aus diesem Grund wurde der Auslauf weiterentwickelt (vgl. Kapitel 3.3.2).

3.3.2 Variante 1b: rechtwinkliges „Tortenstück“ – rotierender Auslauf

Die Variante 1b stellt eine Weiterentwicklung der Variante 1a dar. Der Auslauf wurde mit dem in Kapitel 3.2.1 beschriebenen Stall verbunden. Die Weiterentwicklung wurde auf Grund der im Kapitel 4.1.1 beschriebenen Erfahrungen und Problem notwendig. Diese Variante dient als Technikum für die geplanten Versuche mit dem rotierenden Auslauf.



Abbildung 12: Auslaufvariante 1b – Links und Mitte: Höhenverstellung des Zauns; rechts unterer Zaunabschluss mit Kette

Es werden weiterhin die in Kapitel 3.3.1 beschriebenen Stahl-Fachwerk-Segmente genutzt. Die Segmente wurden allerdings tangential stabiler aber immer noch flexibel miteinander verbunden (Stahlbrücke oben und Drahtseile unten). Das Tortenstück wurde zu einem Rechteck von 8 m x 36 m verengt (vgl. Abbildung 13). Es ergibt sich eine eingehauste Fläche von 288 m². Nach wie vor ist die Öko-Richtlinien konforme Belegung des Stalls mit 100 Masthähnchen möglich. Die seitliche Aufhängung des Zauns wurde verbessert. Sie ermöglicht nun eine einfache Justierung der Höhe der Aufhängung. Die Boden Anpassung des Zauns ist dadurch flexibler, konturierte Flächen stellen kein Problem mehr dar. Durch die tangentielle Verstärkung der Verbindung der beiden Auslaufarme wurde gleichzeitig auch die Stabilität der Einhausung mit Sichtschutznetzen verbessert.



Abbildung 13: Auslaufvariante 1b – Umstellen des Auslaufs

In Kapitel 4.1.2 werden die Erfahrungen und Beobachtungen mit dieser Versuchsvariante aufgeführt. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über Konstruktion vs. Erprobung und wissenschaftliche Fragestellungen, für die diese Auslaufvariante genutzt wurde.

3.3.3 Variante 2: rechteckiger Auslauf, modular – lineares Versetzen

Parallel zur Konstruktionsverbesserung und Erprobung der Stall- und Auslaufversion 1a und b erfolgte mit Blick auf die gewonnenen Erfahrungen eine Neukonzeption des Auslaufs. Für die Neukonzeption wurde als Haltungssystem ein modifizierter Standardstall Typ 430 der Firma Chicken Trailer verwendet (vgl. Kapitel 3.2.2).

Auch dieser Auslauf wurde modular aufgebaut. Ein Segment hat die Breite der Auslaufklappen des Stalls (9,35 m) und eine Länge von 6 m. Die Segmente haben somit eine rechteckige Grundform, die sich aus vorhergehenden Versuchen als vorteilhaft erwies. Die Grundform ist als verwindbarer Stahlrahmen ausgestaltet, welcher im Ruhezustand direkt auf dem Boden lagert. Rundbögen überspannen den Rahmen. Die Rundbögen sind mit dem Stahlrahmen verbunden. Alle Teile eines Segments sind zerlegbar, sodass sie einfach transportiert werden können. Die einzelnen Segmente sind mit Rädern bestückt und können daher als Ganzes linear verfahren. Die einzelnen Segmente sind auch koppelbar. Ein gemeinsames Verfahren des gesamten Auslaufs ist somit machbar.

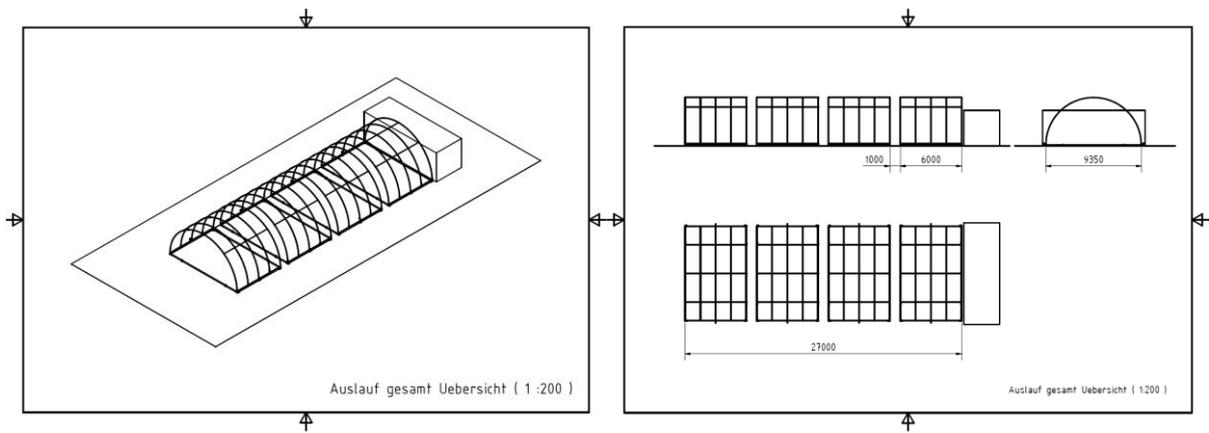


Abbildung 14: Auslaufvariante 2 – Schematische Zeichnung des modularen Aufbaus des Auslaufs. Bögen = Module des Auslaufs; rechteckige Kiste = Stall

Derzeit sind die Module der Variante 2 noch nicht mit einem Antrieb versehen und müssen mit einem Traktor gezogen werden. Es ist jedoch vorgesehen, dasselbe Antriebsaggregat, welches den Stall antreibt, auch für den Auslauf zu verwenden.

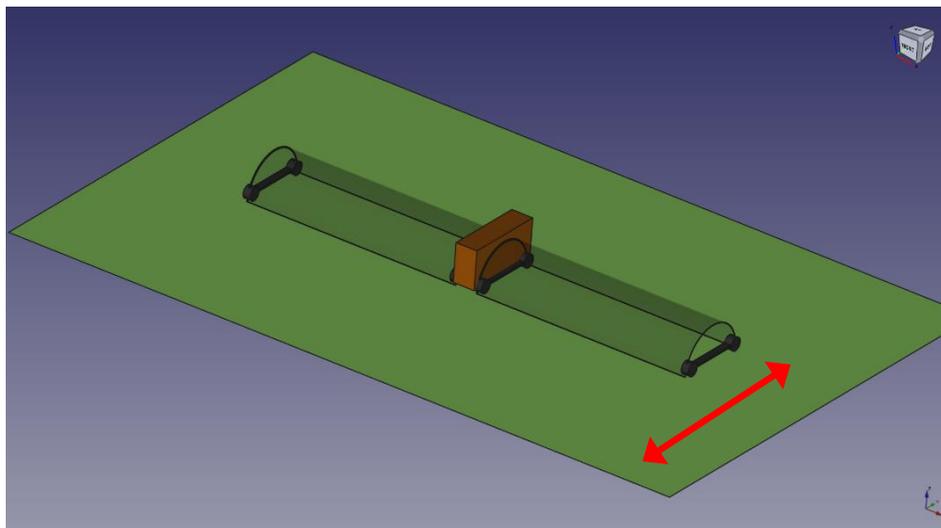


Abbildung 15: Auslaufvariante 2 – Gestaltung des Auslaufs rechts und links des Stalls mit möglicher linearer Verfahrrichtung (roter Pfeil)

Die Abdeckung der Modulbögen erfolgt zweistufig: 1. Stufe: Vogelschutznetze (Maschenweite: 2 cm x 2 cm) gespannt über die Bögen und auf der Giebelseite bis in 1 m Höhe; 2. Stufe: Rahmen gespannt mit dichten Beschattungsnetze nahe über dem Boden (vgl. Abbildung 16). Beide Netzsystem können gemeinsam mit dem Auslauf, ohne dass ein weiterer Eingriff notwendig ist, versetzt werden.

Der gesamte Bogen wird mit Vogelschutznetzen (Maschenweite 5 cm x 5 cm) überspannt. Vogelschutznetze verursachen nur wenig Windlast, die Auftretenden Kräfte werden beherrscht. Bodennah wird eine dichte Beschattungsnetz in Form von Bespannten Holzrahmen eingehängt, dessen Dichte aufgrund von Präferenzversuchs-Ergebnissen noch angepasst werden kann. Die Konfiguration dieser Netzebene wird in Kapitel 3.4.3.3 beschrieben. Ebenso kann die Aufhänge-Höhe noch nachträglich variiert werden.



Abbildung 16: Auslaufvariante 2 – Praktische Umsetzung

Im Projekt OptiHuhn kommen insgesamt 4 Segmente zu Einsatz. Ein Segmente überdachen eine Fläche von $9,35 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 56,1 \text{ m}^2$. Das erste Segment wurde im Abstand von 2 m vom Stall aufgestellt. Die einzelnen Segmente haben einen Abstand von 1 m zueinander. Es ergibt sich ein zusammenhängender durch Vogelschutznetze geschützter Bereich von ca. 750 m^2 . Bei 292 aufgestellten Legehennen beträgt die durch Vogelschutznetze geschützte Fläche von $2,57 \text{ m}^2$ je Legehennen. Die Tiere haben über die Giebelfläche des geschützten Bereichs freien Zugang zum übrigen ökokonformen Auslauf. Die Vogelschutznetze lassen im Giebelbereich einen Durchschlupf von 1 m Höhe. Der gesamte übrige Auslauf wurde mit einem herkömmlichen Geflügelnetz umzäunt

In 4.1.3 werden die Erfahrungen und Beobachtungen mit dieser Versuchsvariante aufgeführt. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über Konstruktion vs. Erprobung und wissenschaftliche Fragestellungen, für die diese Auslaufvariante genutzt wurde.

3.4 Wissenschaftlich Erprobung

Versuchsübergreifend wurden folgende weitere Standards gesetzt:

- Für die Tierbeobachtungen wurden Berger & Schröter bzw. baugleiche Denver Wildkameras eingesetzt (vgl. <https://www.frankonia.de/p/berger-schr%C3%B6ter/wildkamera-mini-full-hd-20-mp/2005253?navCategoryId=62182>). Fotos wurden im 5 min Abstand aufgenommen. Die Aufnahmen starten mit der Öffnung der Auslaufklappen (meist ab 8:00) und wurden mit dem Schließen der Auslaufklappen (meist bis 21:00) beendet.
- Bodenproben für die pH, P, K, Mg gehalten wurden in den Tiefen 1) 0 - 2 cm; 2) 2 - 7 cm; 3) 7 - 12 cm genommen. Ziel war es, durch die Anpassung der Tiefen (Standard wäre 0-30, 30-60, 60-90) eine möglichst starke Anreicherung in den gemessenen Schichten durch die einhergehende Bodenvolumenverminderung zu erfassen.
- Die N_{\min} Proben wurden in den Tiefen 1) 0 - 30 cm und 2) 30 - 60 cm genommen.
- Da das Alter und die absolute Anzahl der Tiere für die Beurteilung der Versuchsergebnisse nicht von Bedeutung ist, es werden jeweils relative Zielgrößen genutzt (sie werden in den entsprechenden Unterkapiteln beschrieben), werden Angaben hierzu nur in notwendigen Einzelfällen gemacht.
- Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit JMP 17.2 [18].

- Die graphische Datenexploration und deskriptive Statistik wird mit Hilfe von Box-and-Whisker- und Scatterplots mit Dichtefunktion dargestellt. Die X-Achse bezeichnet die Einflussgrößen und die Y-Achse die Zielgrößen. Ebenso werden Tabellen zur Dokumentation von statistischen Kennzahlen genutzt.
- Die Visualisierung der angepassten analytischen statistischen Modelle erfolgt mit Prediction Profilern.
- Bei Paarvergleichen wird der Kumulation des alpha-Fehlers generell mit der Tukey HSD Methode begegnet.
- In Fällen, wo nicht die Signifikanz, sondern die Äquivalenz getestet wird, wird das TOST-Verfahren angewendet. Die Relevanzgrenzen werden aufgelistet.

3.4.1 Erprobung der Handhabung der Auslaufvarianten

Die Dokumentation der Erprobung und Handhabung der Auslaufvarianten in Kombination mit den jeweiligen Stellen erfolgt rein narrativ. Die Beschreibung ist in Kapitel 4.1 zu finden.

3.4.2 Tierverluste, Gesundheit, Tierwohl

Die Gesundheits- und Tierwohlüberwachung bei den Masthähnchen erfolgte in Kooperation mit dem Projekt „Neue Strategien zur Reduktion von Erkrankungen auf ökologischen Masthühnerbetrieben unter besonderer Berücksichtigung des Darmmikrobioms“ (ProBioHuhn) und wurde nach den Projektregeln von Frau Dr. Lisa Jung durchgeführt. Die Erfassung der Tierverluste erfolgte bei den Legehennen durch die DFH und bei den Masthähnchen durch das Fachgebiet Agrartechnik. Die Ergebnisse sind in Kapitel 4.2 dargestellt.

Im Verlauf der einzelnen Mastdurchgänge sind immer wieder Drohnenüberflüge über den Auslauf durchgeführt worden. Aus Gründen des Tierschutzes wurden kein systematisch geplanter Versuch durchgeführt. Durch die Drohne wurde ein anfliegender Greifvogel simuliert. Die Bewertung der Beobachtungen erfolgte rein qualitativ. Die Beobachtungen waren reproduzierbar. Die Ergebnisse sind in Kapitel 4.2.3 dargestellt.

Ein Drohnensimulation konnte am Standort des Legehennenstalls nicht durchgeführt werden, dass sich der Standort DFH in der Nähe eines Flughafens befindet. Eine Sondergenehmigung wurde nicht erwirkt.

3.4.3 Erfassung und Beurteilung der Flächennutzung

3.4.3.1 Präferenzversuch Hähnchen

Auslaufkonfiguration

Da es wie in Kapitel 4.1.1.2 beschrieben zu Sturmschäden am Auslauf kam, musste die Auslaufüberdachung hinsichtlich der Windanfälligkeit optimiert werden. Neben der überdachten Gesamtfläche ist die Beschattungsnetzdicke der entscheidende Faktor für die Größe der Windlast des Auslaufs. Je dichter das Netz, desto schwerer ist es und desto mehr Windlast verursacht es.

Eine Literaturrecherche förderte keine verwertbaren Quellen zur Klärung der Frage, welche Netzdichte von Hühnern – bei der Abdeckung von großen Arealen – als Schutz wahrgenommen werden, zutage. Aus diesem Grund wurde ein entsprechender Versuch konzipiert. Ziel war es, die geringste als Schutz empfundene Netzdichte zu bestimmen. Als Schutzobjekte wurden Hütten mit den Maßen 2 x 2 m und einer Höhe von 1 m gebaut und wie in Abbildung 17 dargestellt im Auslauf verteilt. Die Schutzobjekte unterschieden sich in der Blickdichte. Hierzu wurden insgesamt 5 Beschattungsvarianten (von einer Nullvariante bis hin zu einem Tarnnetz, welches Blattwerk simuliert, vgl. auch Abbildung 17) ausgewählt.

Um einen Positions- und Nachbarschaftseffekt auszuschließen, wurden die Position der Objekte in Form eines lateinischen Quadrats (vgl. Abbildung 17) randomisiert über die Zeit angeordnet. Ein Confounding von Zeit- und Positionseffekt kann mit diesem Versuchsaufbau leider nicht ausgeschlossen werden. Ein Versuchsaufbau, der einen solche Wechselwirkung berücksichtigt, erschien zu aufwendig. Es kann jedoch vermutet werden, dass ein solcher Effekt von untergeordneter Bedeutung ist.

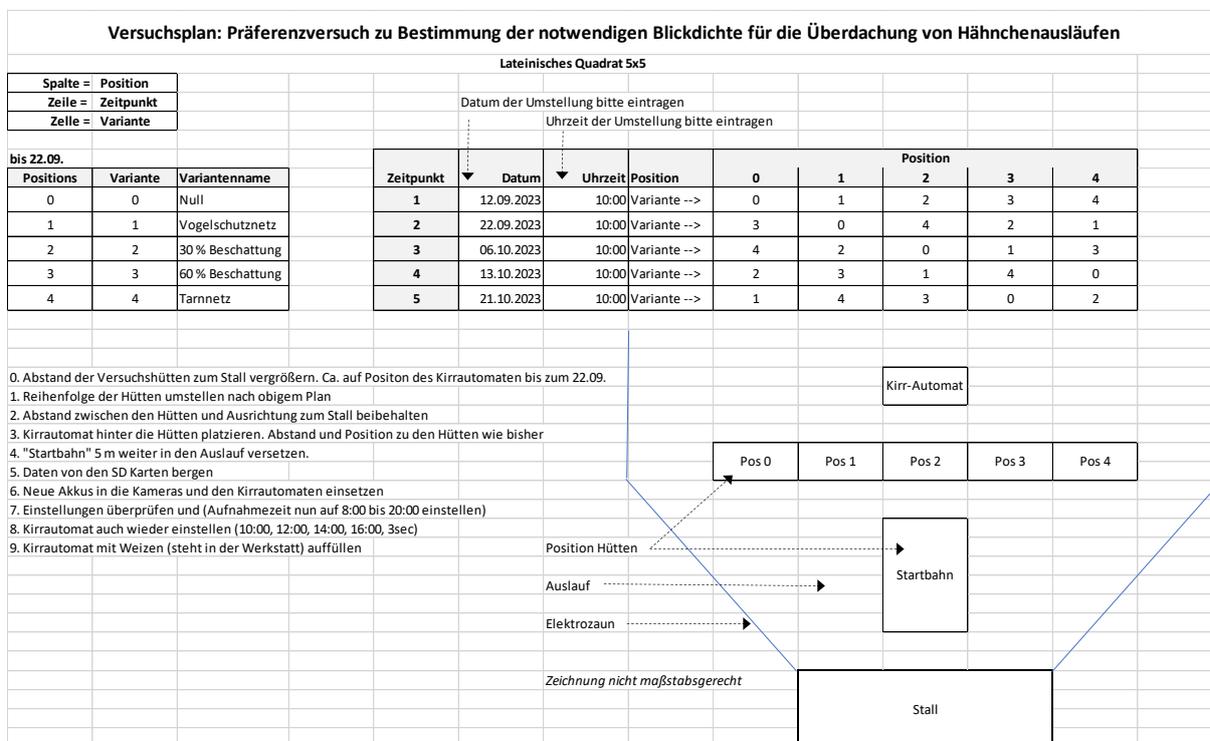


Abbildung 17: Präferenzversuch – Versuchsplan

Die praktische Umsetzung des beschriebenen Versuchsaufbaus ist in Abbildung 18 zu sehen.



Abbildung 18: Präferenzversuch – praktischer Versuchsaufbau (Variante: erster Block)

Versuchsablauf und statistische Auswertung

Die Messgröße „durchschnittliche stündliche Anzahl Hähnchen je Beschattungseinheit“ wurde während des Tagesverlaufs mit an den Schutzobjekten monierten Wildkameras erfasst. Die Kameras nahmen jeweils alle 5 min ein Foto auf. Fotos wurden von 8:00 bis 20:00 aufgenommen. Die Kameras waren zeitlich synchronisiert. Die Kameras haben Uhrzeit und aktuelle Umgebungstemperatur auf den Fotos aufgezeichnet. Da die Schutzobjekte in Ost-West-Richtung aufgestellt wurden, ist der seitliche Schattenwurf der Varianten eher gering. Die Kameras waren in der Mitte des nördlichen Querholms angebracht, die Blickrichtung der Kameras war von Nord nach Süd in Richtung Stall.

Der Versuch startete am 09.09.2022 und wurde am 26.10.2022 beendet. Je Block wurden nach einer Eingewöhnungsphase von 3 Tagen 5 Tage vollständig ausgewertet. Insgesamt wurden also Zählraten von insgesamt 25 Tagen erfasst. Es wurde gezählt, wie viele Hühner sich auf einem Bild innerhalb der Fläche des Schutzhüttchens befinden. Ein Huhn wird gezählt, wenn sich mindestens 1 Fuß unter dem Unterstand befand.

Leider mussten die Bilder händisch ausgewertet werden, da für Computer-Vision der Horizontalwinkel der Kameras zu ungünstig war. Zwei hintereinanderstehende Tiere in Nord-Süd-Richtung würden nur als ein Tier erfasst werden.

Kontrollierte Einflussfaktoren sind Beschattungstyp, Temperatur in der Beschattungseinheit und Uhrzeit. Die Zielgröße ist die durchschnittliche stündliche Anzahl Hähnchen je Beschattungseinheit. Der Versuch ist als lateinische Quadrat angelegt, somit wird der Faktor Block als zufälliger Effekt modelliert, alle übrigen Faktoren als fixe Effekte.

Die Auswertung ist in Kapitel 4.3.1 dargestellt.

Der Versuch wurde im Jahr 2023 bei den Legehennen erneut durchgeführt (vgl. Kapitel 3.4.3.3 und 4.3.3), um die Wiederholbarkeit bzw. ein mögliches unterschiedliches Verhalten bei Masthähnchen und Legehennen zu überprüfen.

3.4.3.2 Auslaufnutzung Hähnchen

Auslaufkonfiguration

Für die Versuchsdurchführung wurde die Auslaufvariante 1b (vgl. Kapitel 3.3.2) genutzt. In Reaktion auf die Ergebnisse des Präferenzversuchs (vgl. Kapitel 4.3.1) wurde der Auslauf mit Beschattungsnetzen der Dichte 60 % als Bedeckung des Auslaufs und mit einer Beschattungsdichte von 30 % an den Seiten des Auslaufs eingehaust. Die Bestückung der Bedeckung erfolgte in zwei Phasen: 1) nur die rechte Hälfte (mit Blick vom Stall in den Auslauf) und 2) ab dem 15. Tag die gesamte Fläche.

Versuchsablauf

Den Masthähnchen wurde keine Gewöhnungsphase an den Auslauf gegönnt. Die Datenerhebung fand vom 18.05.2023 bis 18.06.2023 statt. Die tägliche Erfassung der Masthähnchen im geschützten Auslauf begann täglich ab 6.00 Uhr und endete um 22.00 Uhr.

Die Hähnchen hatten zu Versuchsbeginn ein Alter von 96 Tagen, der Versuch lief bis zum 126. Tag. Insgesamt war der Stall mit 100 Hähnchen bestückt.

In einem Abstand von fünf Minuten wurde von einer Wildkamera ein Foto des gesamten Auslaufs geschossen. Die Kamera wurden mittig an der Traufe des Stalls angebracht, sodass eine reibungslose automatisierte Zählung der Masthähnchen im Auslauf möglich wurde.

Die gesammelten Fotos wurden durch eine Computer Vision System bestehend aus den Softwareelementen OpenCV 3.4 (vgl. [19]), Python 3.6 ([20]) und Tensorflow (vgl. [21]) ausgewertet. Das Auswertungssystem wurde beschrieben in [12] und an die Bedingungen des vorliegenden Versuchs angepasst. Dazu wurden das Deep-Learning-Training und die Auswertung auf einem Windows 10 mit einer NVIDIA GeForce GTX 1060 GPU mit 6 GB Speicher durchgeführt. Es wurde für die Merkmalerkennung die „faster regions with convolutional neural network features“ (Faster R-CNN) Methode mit dem „Interception V2 Model“ genutzt (vgl. [12]).



Abbildung 19: Auslaufvariante 1b – Tiererkennung in definierten Sektoren mit Hilfe der angepassten Computer Vision Tiererkennung (vgl. [12])

Die gesammelten Fotos wurden durch ein Computer Vision System bestehend aus den Softwareelementen OpenCV 3.4 (vgl. [19]), Python 3.6 ([20]) und Tensorflow (vgl. [21]) ausgewertet. Das Auswertungssystem wurde beschrieben in [12] und an die Bedingungen des vorliegenden Versuchs angepasst. Dazu wurden das Deep-Learning-Training und die Auswertung auf einem Windows 10 mit einer NVIDIA GeForce GTX 1060 GPU mit 6 GB Speicher durchgeführt. Es wurde für die Merkmalerkennung die „faster regions with convolutional neural network features“ (Faster R-CNN) Methode mit dem „Interception V2 Model“ genutzt (vgl. [12]). In Abbildung 19 ist die Anwendung des Algorithmus zur Erkennung der einzelnen Tiere zu sehen. Dem Algorithmus wurden Bereichsdefinitionen (Linien im Bild) vorgegeben. Für jeden Bereich wurde die Tieranzahl je Foto ausgegeben.

Statistische Datenauswertung

Die Auswertung gliedert sich in Graphische Datenexploration und Analytische Statistik. Die Ergebnisse werden in Kapitel 4.3.2 präsentiert.

Faktoren sind Nutzungstag (Day), die Entfernung zum Stall (Distance = Segment 1 bis 4), Auslaufseite (Orientation = left / right). Die Zielgröße ist die durchschnittliche stündliche Anzahl Hähnchen je Auslaufbereich. Alle Faktoren werden als fixe Effekte in das Modell aufgenommen. Der Nutzungstag wird bewusst als kontinuierlicher Fixer Effekt und nicht als Random Effekt modelliert, da der Gewöhnungseffekt an den Auslauf geprüft werden sollte. Während der Versuchsdurchführung wurde der Auslauf einmal verschwenkt. Auch dieser Effekt wird durch den Faktor „Day“ geprüft

Die Zielgröße ist die relative Häufigkeit der Masthähnchen in einem Bereich (Segment x Orientation = 8 Bereiche) im zeitlichen Bezug = mittlerer Anteil je Stunde, berechnet aus 12 Zählungen je Stunde und Bereich. Die Zielgröße wird gegen die Gesamtanzahl Tiere im sichtbaren Bereich normiert, d.h. die Anzahl sichtbarer Tiere wird als 100 % gesetzt, die Angaben für die einzelnen Bereiche sind also auch in Prozent angegeben. Die Summe der Prozentwerte aller Bereiche ergeben für jeden Zeitabschnitt 100 %. Somit wird die Zielgröße als metrisch und nicht als Poisson verteilt angenommen. Es wird somit ein Gemischtes Allgemeines Lineares Modell (GLM) an die Daten angepasst.

3.4.3.3 Auslaufnutzung Legehennen

Auslaufkonfiguration

Für den Versuch wurden Legehennen der Zweinutzungsrasse Coffee & Cream der ÖTZ (Ökologische Tierzucht gGmbH) genutzt. Sie wurden mit 18 Wochen auf der DFH aufgestellt und stammen aus ökologischer Aufzucht. Gehalten wurden die Hennen in einem Chicken-Trailer 430 Mobilstall (vgl. Kapitel 3.2.2). Für den Versuch wurde der Auslauf, wie beschrieben in Kapitel 3.3.3, genutzt. Die Gesamtauslauffläche betrug pro Tier mindestens 4 m², die durch Vogelschutznetze geschützte Fläche 2,57 m² je Tier. Die Hennen konnten den Auslauf über den Kaltscharrraum unter dem Stall betreten und über die Giebelseite und an den Segmentgrenzen den geschützten Bereich verlassen. Die Stallausgänge befanden sich in der linken und rechten Ecke des Kaltscharrraumes (vgl. Abbildung 20).

Der geschützte Auslaufbereich (Fläche der Segmente) unterhalb der Vogelschutznetze wurde ausgestaltet. Das Layout wird in Abbildung 20 schematisiert und in der Abbildung 21 praktisch umgesetzt dargestellt.

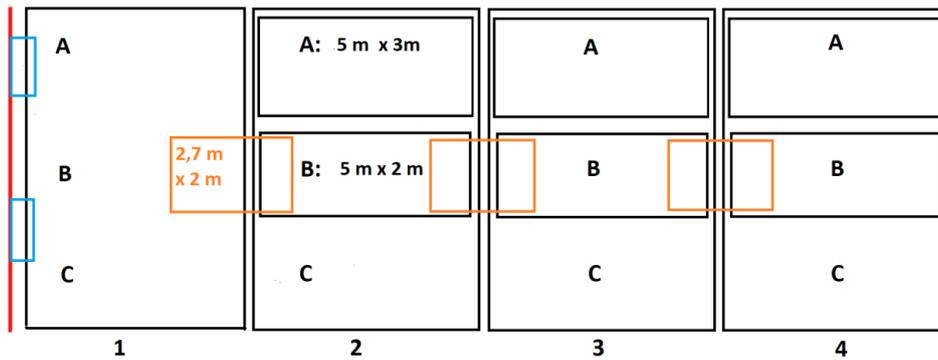


Abbildung 20: rot = Mobilstall; blau = Ausgänge des Stalles; Zahlen 1 - 4 = „Segmente“;
 Magistrale A = 60 % Beschattungsnetz = „Shelter Area“;
 Magistrale B = 85% Beschattungsnetz inkl. Überbrückungen in orange = „Walkway“;
 Magistrale C = „Open Space“ ohne Rahmen

Zur erkennen in Abbildung 20 sind links der Stall mit seinen Auslaufklappen, die mit Vogelschutznetzen bespannten Segmente (Segment 1 bis 4) in horizontaler Richtung und die ausgestalteten Bereiche A = „Shelter Area“, B = „Walkway“ und C = „Open Space“ in vertikaler Richtung. Die drei ausgestalteten Bereiche werden in der Auswertung „Orientation“ genannt.

Die drei ausgestalteten Bereiche A, B, C bilden zusammenhängende „Magistralen“ vom Stall weg in Richtung offener ungeschützter Auslauf (vgl. Abbildung 21). Die Magistralen A und B starten nicht direkt am Stall. In Segment 1 wurde durchgängig ein nur durch Vogelschutznetze geschützter Bereich gelassen. Durch diese Maßnahme wurde versucht die Tiere möglichst schnell weg vom stallnahen Bereich unter die massiv geschützten Magistralen A und B zu locken. In die Magistralen A und B wurden an den Segmentrahmen befestigte horizontal Holzrahmen an Ketten eingehängt, welche mit Beschattungsnetzen bespannt wurden (vgl. Abbildung 21). Die Holzrahmen wurden in einer Höhe von 1 m aufgehängt. Die Magistrale A = „Shelter Area“ wurde mit einem Netz mit einer Beschattungsdichte von 64 % und die Magistrale B = „Walkway“ wurde mit einem Netz mit einer Beschattungsdichte von 85 % bestückt. Die Magistrale C = „Open Space“ bleibt ungestaltet und nur durch die Vogelschutznetze geschützt.



Abbildung 21: Mit Netz bespannte Rahmen aus der Perspektive des Stalles, A = Shelter Area; B = Walkway; C = Open Space

Die Segmente haben wie in Kapitel 3.3.3 beschrieben eine Fläche von jeweils 9,3 m x 6 m. Die Maße der Rahmen in den Magistralen A und B sind der Abbildung 20 zu entnehmen. Die einzelnen Segmente blieben mobil und konnten mit dem Mobilstall nach Bedarf versetzt werden.

Versuchsablauf

Die Hennen hatten vor Versuchsbeginn eine Gewöhnungsphase an den von 55 Tagen. Die Datenerhebung fand vom 22.11.2023 bis 20.12.2023 statt. Die tägliche Erfassung der Hennen im geschützten Auslauf begann täglich ab 8.00 Uhr und endete um 20.00 Uhr, die ersten Hennen wurden in der Stunde von 9.00 Uhr bis 10.00 Uhr erkannt. Die letzten Hennen wurden in der Stunde von 17.00 bis 18.00 Uhr erkannt. Der Zeitraum zwischen 9.00 Uhr und 18.00 Uhr wurde letztendlich ausgewertet.

In einem Abstand von fünf Minuten wurde von Wildkameras synchron in allen vier Segmenten die Bereiche unter den Netzen („Shelter Area“ und „Walkway“), sowie der ungeschützte Bereich („Open Space“) fotografiert. Die Kameras wurden so angebracht, dass eine reibungslose automatisierte Zählung der Legehennen in den einzelnen zu differenzierenden Bereichen möglich wurde. Insgesamt mussten 4 Kameras für 4 Segmente x 3 Orientation = 12 Bereiche eingesetzt werden. Alle Kameras wurde auf einer Höhe von ca. 97 cm blickwinkelstabil angebracht. Es war ein freier Blick sowohl unter die von Schattierungsnetzen bespannten Bereiche und auf den „Open Space“ möglich.

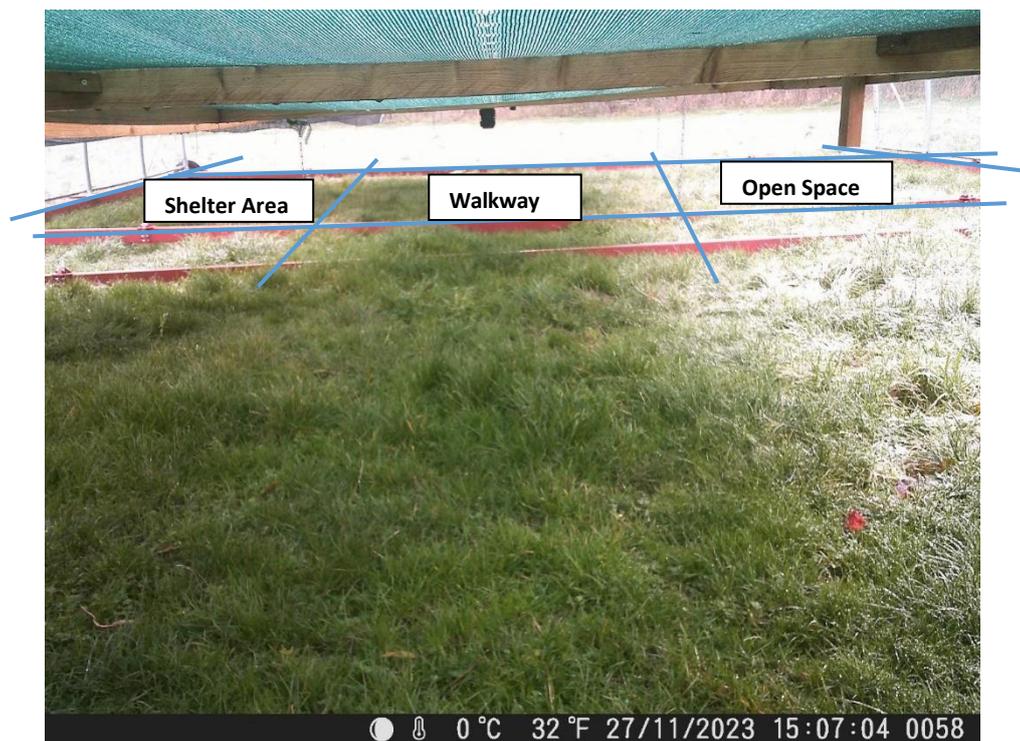


Abbildung 22: Beispielbild einer Beobachtungskamera. Die blauen Linien markieren die Grenzen der einzelnen Bereiche gebildet aus Segment und Orientation. Zu unterscheiden sind Segment 1 bis 4 und Orientation „Shelter Area“, „Walkway“ und „Open Space“. Die Grenzen sind in das für die Auswertung angepasste Computer Vision System einprogrammiert.

Die gesammelten Fotos wurden durch eine Computer Vision System bestehend aus den Softwareelementen OpenCV 3.4 (vgl. [19]), Python 3.6 ([20]) und Tensorflow (vgl. [21]) ausgewertet. Das Auswertungssystem wurde beschrieben in [12] und an die Bedingungen des vorliegenden Versuchs angepasst. Dazu wurden das Deep-Learning-Training und die Auswertung auf einem Windows 10 mit

einer NVIDIA GeForce GTX 1060 GPU mit 6 GB Speicher durchgeführt. Es wurde für die Merkmalerkennung die „faster regions with convolutional neural network features“ (Faster R-CNN) Methode mit dem „Interception V2 Model“ genutzt (vgl. [12]). In Abbildung 19 ist die Anwendung des Algorithmus zur Erkennung der einzelnen Tiere bei einem Vorversuch (vgl. Kapitel 3.4.3.23.4.3.1 und 4.3.2) zu sehen. Dem Algorithmus wurden Bereichsdefinitionen (blaue Linien), wie beispielhaft in Abbildung 22 zu sehen, vorgegeben. Für jeden Bereich wurde die Tieranzahl je Foto ausgegeben.

Die Wetterdaten, welche für die Auswertung genutzt wurden, wurden von der Wetterstation der DFH erhoben. Die Station hat ein Messintervall von 10 Minuten. Aus diesen Rohdaten wurden stündliche Mittelwerte gebildet und mit den Hennenzählungen verbunden.

Statistische Datenauswertung

Die Auswertung gliedert sich in Graphische Datenexploration und Analytische Statistik. Die Ergebnisse werden in Kapitel 4.3.3 präsentiert.

Systematische Einflussgrößen sind Segment (= Entfernung vom Stall) und Orientation (= die drei verschiedenen ausgestalteten Bereiche), als Kofaktoren werden Temperatur und Uhrzeit genutzt. Der Faktor Tag wurde als zufälliger Effekt modelliert.

Die Zielgröße ist die relative Häufigkeit der Hennen in einem Bereich (Segment x Orientation = 12 Bereiche) im zeitlichen Bezug = relativer mittlerer Anteil je Stunde, berechnet aus 12 Zählungen je Stunde und Bereich. Die Zielgröße wird gegen die Gesamtanzahl Tiere im sichtbaren Bereich normiert, d.h. die Anzahl sichtbarer Tiere wird als 100 % gesetzt, die Angaben für die einzelnen Bereiche sind also auch in Prozent angegeben. Die Summe der Prozentwerte aller Bereiche ergeben für jeden Zeitabschnitt 100 %. Somit wird die Zielgröße als metrisch und nicht als Poisson verteilt angenommen. Es wird somit ein Gemischtes Allgemeines Lineares Modell (REML) an die Daten angepasst.

3.4.3.4 Nährstoffverteilung Hähnchen

Die Bodenproben wurden von einem akkreditierten Bodenanalyselabor ausgewertet. Die Probenahme erfolgte vor und nach einer Beweidungsperiode. Die Bodenprobenpositionen wurden markiert (vgl. Abbildung 23), so dass eine paarweise Zuordnung möglich ist. Es kann die Differenz zwischen Vorher- und Nachhermessung berechnet werden. Die Differenz dient als Maß (Zielgröße) für die Nährstoffanreicherung an einer bestimmten Position über die Zeit und damit als Maß für die Nutzungsintensität des Auslaufs in Abhängigkeit von der Position zum Stall.

Zur Auswertung der Messdaten wurde ein Lineares-Mixed-Modell (REML) mit nachfolgend beschriebenen Settings gerechnet. Faktoren sind Entfernung zum Stall (y-Achse = 4 Segmente), Probentiefe (z-Achse = 3 Tiefen bzw. 2 Tiefen) und die Wechselwirkung von y- und z-Achse. Die Position auf der x-Achse (Probenahme von rechts nach links, in Richtung des Auslaufs) wird als Probenwiederholung innerhalb eines Segmentes genutzt. Die Zielgrößen sind pH-Wert, P_2O_5 -, K_2O - und MgO -Gehalt, bzw. N_{min} -Gehalt. Der Faktor Durchlauf ist als zufälliger Effekt modelliert, alle übrigen Faktoren als fixe Effekte. Es wurden Proben vor der Auslaufnutzung und nach der Auslaufnutzung genommen (Faktor „Beweidung“, Stufen: vorher / nachher).

Auch hier geht es nicht um den absoluten Gehalt an Nährstoffen, sondern um die Frage nach Signifikanz bzw. Äquivalenz der Positionen im Auslauf zueinander. Eine Nichtsignifikanz bzw. eine Äquivalenz des Faktors „Entfernung zum Stall“ könnte als ein Hinweis auf eine homogenere Nutzung des Auslaufs dienen.

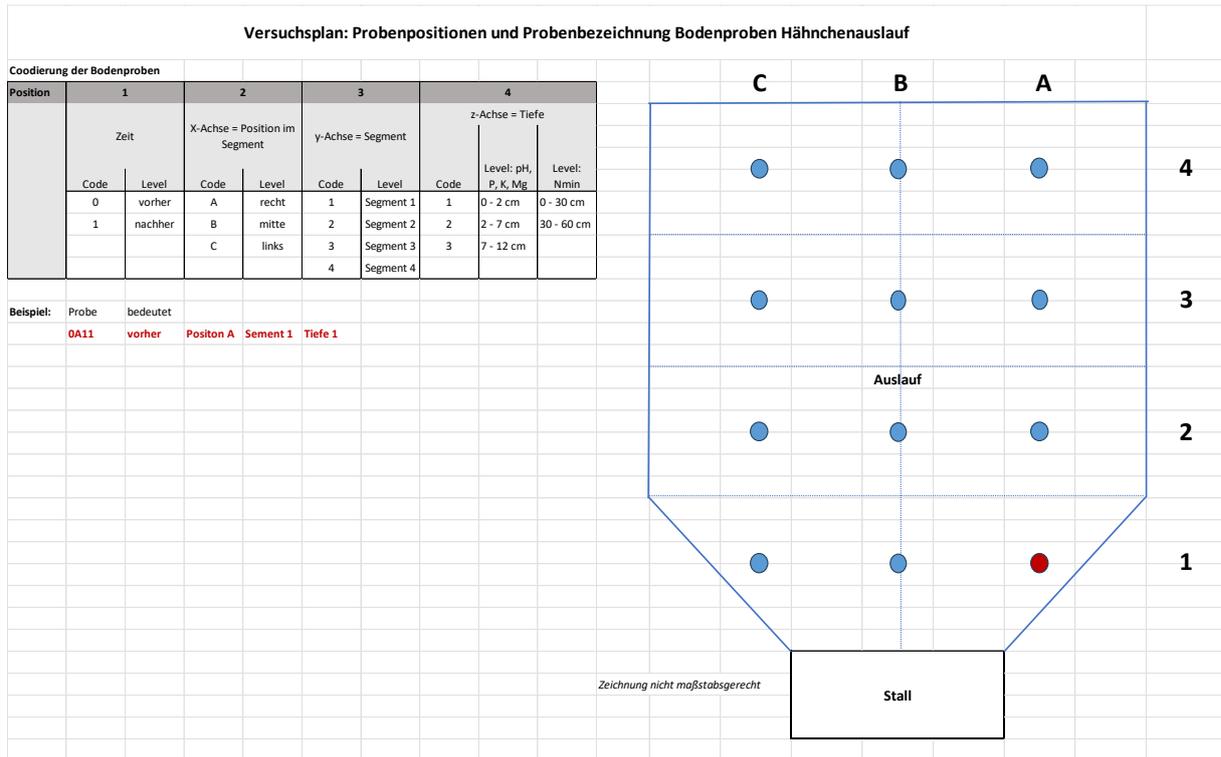


Abbildung 23: Nährstoffverteilung – Versuchsplan: Probenpositionen und Probenbezeichnung Bodenproben Hähnchenauslauf

Interpretiert wird sowohl die Signifikanz als auch die Äquivalenz zwischen den Segmenten und den Tiefen. Für den Äquivalenztest werden folgende Level angenommen: pH = 0,3; P₂O₅⁻, K₂O und MgO jeweils 2,5.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind in Kapitel 4.3.4 aufgeführt.

4 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

4.1 Erprobung der Handhabung der Auslaufvarianten

In diesem Kapitel wurde die sachliche Darstellung der Beobachtung mit Interpretationen des Geschehens vermischt. Wesentliche Aspekte der Interpretation werden im Kapitel 5 aufgegriffen.

4.1.1 Variante 1a: „Tortenstück“ – rotierender Auslauf

Mit der realisierten Konstruktion des Auslaufs konnte umfangreiche Erfahrungen gesammelt werden, die in eine verbesserte Konstruktion einfließen. Insbesondere das Versetzen des Auslaufs und die Windanfälligkeit der Konstruktion bereiteten Probleme

4.1.1.1 Versetzen

Der den Auslauf umgebener Elektrozaun konnte angehoben werden und somit während des Schwenkens am Auslauf verbleiben. Dies stellt eine deutliche Arbeitserleichterung gegenüber dem üblichem Ab- und wieder Aufbauen dar.

Die konstruierte Antriebseinheit (vgl. Abbildung 10) erwies sich jedoch als zu schwach um den kompletten Auslauf versetzen zu können, es wurde aber gezeigt, dass ein solches Vorgehen prinzipiell möglich ist. Es hätte jedes Rad mit solch einem Antrieb ausgerüstet werden müssen. Darauf wurde aus Zeit und Kostengründen verzichtet. Stattdessen wurde ein vorhandener Traktor als Antrieb für das Versetzen genutzt.

Das Schwenken des Auslaufs mit dem Traktor erwies sich als kompliziert, da die einzelnen Segmente des Auslaufs flexibel miteinander verbunden sind. Mit dem Traktor kann mehr oder weniger nur in tangentialer Richtung gezogen werden, dabei muss leider genau ein Anhängepunkt gewählt werden, was unweigerlich zum Verknicken des Auslaufs führt. Die Bahngeschwindigkeit der Auslaufsegmente nimmt mit dem Radius, wie oben schon beschrieben, zu.

Es konnte festgestellt werden, dass die Verwendung eines Tortenstücks als Auslauf einen Eigenantrieb der Segmente, mit an die Bahngeschwindigkeit angepassten bzw. synchronisierten Antrieben, benötigt, wie sie bei Center Pivot Anlagen auch zu finden sind. Um weitere Versuche mit dem rotierenden Auslauf durchführen zu können wurde die Konstruktion angepasst (vgl. Kapitel 3.3.2)

4.1.1.2 Windanfälligkeit

Die Windanfälligkeit der Auslaufkonstruktion erwies sich als gravierender als vermutet und berechnet. Durch die große Windangriffsfläche ergaben sich, bei den drei aufeinanderfolgenden Winterstürmen im Februar 2022, bei den es sich um die schwersten Winterstürme in Deutschland seit 20 Jahren handelte, nicht beherrschbare Probleme. Das Ausmaß des Sturmschadens (vgl. Zwischenbericht 2022) ist auf Abbildung 24 zu sehen. Erschwerend kam hinzu, die gewählte Netzdicht von bis zu 84 % durch Oberflächenspannung wasserundurchlässig ist. Dieser Umstand klärte sich erst bei der Nutzung des Auslaufs. Konstruktionsbedingt (Problem: Auslauf = Tortenstück, windanfällige Fläche erhöht sich nicht linear, sondern eher exponentiell) potenziert sich das Windproblem mit der Länge des Auslaufs. Die Skalierbarkeit der Auslaufvariante 1a scheint begrenzt.



Abbildung 24: Schaden durch Wind

Außerdem wurde mit Hilfe eines Präferenzversuchs (Kapitel 3.4.3.1) die sinnvolle geringste durch die Hühner als Schutz wahrnehmbare Netzdichte ermittelt.

Mit dieser Erfahrung wurde die Form des Auslaufes rechteckig angelegt, damit aber auch die Auslauffläche verkleinert (Variante 1b).

4.1.1.3 Prädatorenschutz

Mit der vollständigen Einhausung traten keine Verluste durch Prädatoren auf. Insgesamt kam es nur zum einem Tierverlust durch Raubzeug. Dieser wurde durch einen Rotfuchs verursacht. Allerdings gelangte der Rotfuchs nicht in den Auslauf, vielmehr schaffte es ein Masthähnchen aus dem Auslauf zu entkommen und wurde außerhalb des Auslaufs gestellt.

4.1.1.4 Nutzung des Auslaufs

Die Tiere nutzten den Auslauf bis zur äußersten Ausdehnung. Die Verteilung der Tiere und des Kots wurde bisher nur visuell bonitiert. Eine Abhängigkeit der Flächennutzung von der Dichte des Schutzgewebes konnte vermutet werden. Die Hebelwirkung der Stallentfernung auf die Auslaufnutzung schien durch die Beschattungsnetze erheblich vermindert zu sein.



Abbildung 25: Auslaufnutzung am Tag der Aufstallung (Variante 1a) bis zum Ende des Auslaufs

4.1.1.5 Netzdichte

Die Netzdichte wurde für den Prototypen nach theoretischen Überlegungen relativ intuitiv ausgewählt. Es wurden Netze von 30 % bis 84 % Beschattung gewählt und mit aufsteigender Dichte hin zur Mitte des Auslaufs (radial) als komplette Einhausung verbaut. Insbesondere die dichten Netze verursachten, wie oben beschrieben, Probleme, schienen aber der Auslaufnutzung zuträglich zu sein. Aus diesem Grund wurde ein Präferenzversuch konzipiert und durchgeführt (vgl. 3.4.3.1 und 4.3.1). Die Ergebnisse flossen in die Konstruktion der Variante 1b ein.

4.1.1.6 Nährstoffverteilung

Die Kotverteilung wurde in dieser Phase nur visuell beurteilt. Die Kotverteilung gestaltet sich gleichmäßiger als dies bei einer konventionellen Auslaufgestaltung der Fall ist. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass der Flächenbedarf der Tiere reduziert werden könnte, ohne dass sich Probleme mit der Nährstoffbelastung ergeben würden. Diese Hypothese wurde in den nachfolgenden Versuchsdurchläufen überprüft.



Abbildung 26: Qualitative Beurteilung der Auslaufnutzung (Variante 1a) mit Hilfe eines Drohnenflugs

4.1.2 Variante 1b: rechtwinkliges „Tortenstück“ – rotierender Auslauf

Infolge des Sturmschadens (Abbildung 24) wurde die Auslauflänge rechteckig angelegt (vgl. Variante 1b, Kapitel 3.3.2) und für die weiteren Versuche auf 36 m Länge bei einer Breite von ca. 9 m limitiert. Weitere Versuche wurden und werden mit dieser Konfiguration durchgeführt.

4.1.2.1 Versetzen

Mit einem vorhandenen Traktor kann der Auslauf nun leicht versetzt / verschwenkt werden. Das Verschwenken des Stalls zusammen mit dem Auslauf dauert ca. 1 h, wobei der Elektrozaun nicht ab und wieder aufgebaut werden muss. Auch müssten alle weiteren Strukturelemente im Auslauf nicht manuell versetzt werden, da sie an der Auslaufkonstruktion aufgehängt werden können und somit automatisch mit verschwenken. Die Räder der Elemente hatten allerdings nicht mehr die für das Versetzen optimale Ausrichtung, da sich die zu fahrenden Radien mit der Veränderung zur Variante 1b leicht geändert hatten. Eine Anpassung erschien nicht notwendig, da die Funktionalität gegeben war.

Inwieweit sich die Konstruktion noch einfacher drehen ließe, wenn die Geometrien weiter optimiert werden würde, bleibt offen, ebenso ob dann eine Verankerung notwendig wird, um selbständiges weiterdrehen unter Windeinfluss zu verhindern.

Der Einfluss von Bodenunebenheiten (z.B. Fahrspuren, Maulwurfshaufen) ist auf die Konstruktionselemente des Auslaufs nicht zu unterschätzen, aber beherrschbar. Es ist zu beachten, dass die Konstruktion entsprechende Anpassungsmöglichkeiten hat und die Befestigungspunkte am Mobilstall die auftretenden Kräfte aufnehmen können.



Abbildung 27: Variante 1b - Links: Höhenverstellung des Zauns; rechts unterer Zaunabschluss mit Kette

Die Aufhängung des Elektrozauns wurde optimiert. Der den Auslauf umgebene Elektrozaun kann nun noch leichter angehoben werden und somit während des Schwenkens am Auslauf verbleiben. Auch wurde es durch diese Maßnahme leichter den Pfad, auf dem der Elektrozaun aufliegt, freizumähen um eine Stromableitung nur verhindern.

4.1.2.2 Windanfälligkeit:

Diese Variante hielt den auftretenden Stürmen stand.

4.1.2.3 Prädatorenschutz

Mit der vollständigen Einhausung traten weiterhin keine Verluste durch Prädatoren auf.

4.1.2.4 Nutzung des Auslaufs

Der Auslauf wurde mit Kameras überwacht, die Verteilung der Tiere in der Fläche mit Hilfe geeigneter Software erfasst und ausgewertet (vgl. 4.3.2). Es zeigte sich, dass der Stallnahbereich bei jungen Masttieren etwas stärker genutzt wurde. Der Verbiss der Vegetation verlagerte sich mit zunehmendem Alter der Tiere und nach dem Schwenken des Auslaufs in die entfernten Bereiche. Letztendlich wurde die gesamte Vegetation verbissen.

In welchem Zeitablauf der Auslauf geschwenkt werden sollte, um ein Gleichgewicht von Verbiss und Wachstum der Vegetation zu erreichen wurde nicht objektiv ermittelt. Prinzipiell schien es möglich die Zeit bis zum Verschwenken des Auslaufs über die ökokonformen zwei Wochen hinaus zu verlängern. Alternativ könnte das Platzangebot auch verringert werden.

Eine Attraktivitätssteigerung der weiter entfernten Bereiche schien sinnvoll. Es wurde am Ende des Auslaufs eine bodennahe Schutzhütte in das Gestell des Auslaufs eingebunden (vgl. Abbildung 28). Diese Hütte wurde gut angenommen. Die Kombination aus kompletter Einhausung plus Hütte am Ende des Auslaufs führte dazu, dass sich die Herde bei simuliertem Habichtsangriff teilte. Einige Hähnchen liefen in Richtung Stall andere in Richtung Hütte. Durch die Einhausung allein wurde dieser Effekt nicht erzielt. Die Hütte stellte bei Verschwenken kein Problem dar.



Abbildung 28: Variante 1b – Hütte zur Attraktivitätssteigerung am Ende des Auslaufs

Die Verminderung der Netzdichte war unter anderem für die Verbesserung der Windstabilität verantwortlich. Sie scheint aber auch die Auslaufnutzung negativ zu beeinflussen. Weitere Untersuchungen scheinen nötig um die Optimierung des Systems voranzutreiben.

Es wurde insbesondere in der Auslaufvariante 1b beobachtet, dass bei hinreichend hohen Temperaturen in der Nacht, die Masthähnchen im Außenbereich auf höher gelegene Plätze des Segmentgestänges aufbaumten.

4.1.2.5 Netzdichte

Die Netzdichte wurde in Bezugnahme auf das Ergebnis des Präferenzversuchs (vgl. 4.3.1) auf 60 % Dichte für die Überdachung und auf 30 % Dichte an den Seitenflächen festgelegt.

4.1.2.6 Nährstoffverteilung

Der Boden des Auslaufs wurde systematische beprobt und auf mineralisiertem Stickstoff, Phosphor, Kalium und Magnesium sowie den pH-Wert untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchung finden sich in Kapitel 4.3.4 .

4.1.3 Variante 2: rechteckiger Auslauf, modular – lineares Versetzen

4.1.3.1 Versetzen

Die einzelnen Elemente waren mit Aufnahmen für Achsen und Zugösen ausgestattet. Als Zugfahrzeug diente ein auf dem Versuchsbetrieb vorhandenes Fahrzeug. Für ein Versetzen auf Acker- oder Grünland erwies sich die Montage der Achsen mit den Rädern als nicht unbedingt notwendig, aber problemlos machbar.

Bodenunebenheiten erwiesen sich als unbedeutendes Problem. Die auftretenden Kräfte und Bewegungen während des Versetzens wurden innerhalb der Konstruktion aufgenommen und abgefangen. Eine Kraftübertragung an benachbarte Konstruktionen oder den Stall fand nicht statt.

Für das Versetzen auf Feldwegen erwiesen sich die einzelnen Elemente mit 6,00 m Breite und 9,30 m Länge (zuzüglich Zugösen und Rädern) als grenzwertig groß.

Die Umsetzung auf der Fläche geschah nur innerhalb des umzäunten Auslaufes, somit war ein Auf- und Abbauen des Elektrozaunes nur insofern notwendig, um dem Zugfahrzeug Zugang zu verschaffen. Das Versetzen innerhalb einer Fläche benötigte ca. eine Stunde, wobei das Versetzen des Stalls eine weitere halbe Stunde benötigt. Auslauf und Stall waren in dieser Variante nicht miteinander verbunden und konnten unabhängig voneinander bewegt werden.

Die Elemente mit Fahrtrieben auszurüsten ist möglich, erschien aber zum damaligen Zeitpunkt unwirtschaftlich, da auf dem Versuchsbetrieb ausreichend geeignete Zugfahrzeuge zur Verfügung standen. Ebenfalls ist davon auszugehen, dass auf Praxisbetrieben diese vorhanden sind. In der Zwischenzeit hat es aber eine beachtliche Weiterentwicklung von kleinen kraftvollen elektrischen Antriebseinheiten gegeben. Bei zukünftigen Weiterentwicklungen sollte die Verwendung dieser zumindest in Betracht gezogen werden, besonders da das sinnvolle Intervall für das Versetzen des Auslaufs noch nicht geklärt ist.

4.1.3.2 Windanfälligkeit

Die Rundbögen wurden mit Vogelschutznetzen bespannt, somit traten keine nennenswerten Windlasten auf. Diese Variante hielt den auftretenden Stürmen stand. Der Standort ist recht Windexponiert, trotzdem ist nicht mit dem Versagen der Konstruktion in dieser Konfiguration zu rechnen.

4.1.3.3 Prädatorenschutz

Der eingehauste Bereich des Auslaufs reichte nicht aus, um den von den Bioverbänden geforderten Auslauf vollständig zur Verfügung zu stellen. Deshalb mussten die Hühner freien Zugang zum praxisüblich eingezäunten Bereich haben. Hier traten regelmäßig Verluste durch Raubvögel auf, wobei anzumerken ist, dass es am Standort Frankenhausen eine große Population von Bussarden gibt. Ein Eindringen von Raubvögeln in den Schutzbereich war nicht zu beobachten. Das umgesetzte Konzept bietet hinsichtlich des Prädatorenschutz noch Verbesserungspotential. Weiteres wird im Kapitel 5 diskutiert und in Kapitel 5.4 werden Empfehlungen für weitere Optimierungen ausgesprochen.

4.1.3.4 Nutzung des Auslaufs:

In der Mitte der einzelnen Elemente wurde eine Leitbahn mit Netzen (84% Blickdicht) in 90 cm Höhe eingehängt. Bis auf das 1. Element erhielten die Elemente einseitig Abdeckungen mit 60% Netzen als Unterschlupf. Die Hühner wurden mittels Wildkamera beobachtet, die beobachteten Tiere dann mittels Software gezählt. Ergebnisse dieser Beobachtung werden in Kapitel 4.3.3 dargelegt.

4.1.3.5 Netzdichte

Zusätzlich zu den Vogelschutznetzen über den Rundbögen wurde ein großflächige Zusatzdeckungen für die Hühner eingebaut. In die Rundbögen der Elemente wurden mehrere Deckungen eingehängt. Diese konnten während des Versetzens an Ort und Stelle verbleiben. Diese Art der Konstruktion zeigte sich als äußerst praktikabel und zuverlässig und bietet sich zur Nachahmung für alle möglichen Ausstattungselemente des Auslaufes an.

Auch können, entsprechendem Witterungsschutz vorausgesetzt, Teile der Stalleinrichtung in den Auslauf verlagert werden. Die Erwartung besteht, dass im Stall selbst weniger Inneneinrichtung verbaut werden muss, und dadurch mehr Platz und weniger Verletzungsmöglichkeiten für die Tiere vorhanden sind. Hierdurch kann der Auslauf insgesamt für die Tiere attraktiver werden, wodurch sich der Anteil der Tiere, welche den Auslauf überhaupt nutzen steigt. Solch ein Verlagern der Stalleinrichtung bedeutet auch, dass die Wartung, Reinigung und Desinfektion einfacher, schneller, zuverlässiger und damit ergonomischer und kostengünstiger durchgeführt werden kann. Dies führt zu positiven Auswirkungen auf die Arbeitsmotivation, -sicherheit, Zuverlässigkeit der verbauten Technik und dem langfristigen Gesundheitszustand der Herde.

4.1.3.6 Nährstoffverteilung:

Wurde hier nicht untersucht. Der Standort war eine abgeweidete Wiese mit entsprechend punktuell abgesetztem Kot. Eine Beprobung versprach keine aussagekräftigen Ergebnisse, besonders nach den Erkenntnissen der Variante 1b.

4.1.4 Einbindung von Firmen und Messeauftritte

Im Rahmen des Projektes kam es zu einer Zusammenarbeit mit der Firma Chicken-Trailer. Es kam zu einem regelmäßigen Informationsaustausch. Die Firma Chicken-Trailer hat Interesse geäußert die Ergebnisse des Projektes in ein Produkt umzusetzen. Hierheran würde Sie im Rahmen einer „Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar“ (DIP) zusammen mit der Agrartechnik arbeiten (mündliche Vereinbarung). Chicken-Trailer sieht Marktchancen.

Das Projekt wurde auf der EuroTier (2022), den Ökofeldtagen in Ditzingen (2023), der Agritechnica (2023) und der BLE Geflügeltagung in Neustadt am Rübenberge (2023) vorgestellt. Auf den Messen kam es zu vielen positiven Rückmeldungen und Interessensbekundungen durch Praktiker*Innen. Es kann von einem Interesse des Marktes ausgegangen werden.

4.2 Tierverluste, Gesundheit, Tierwohl

4.2.1 Hähnchen

Variante 1a

Insgesamt kam es nur zum einem Tierverlust durch Raubzeug. Dieser wurde durch einen Rotfuchs verursacht. Allerdings gelangte der Rotfuchs nicht in den Auslauf, vielmehr schaffte es ein Masthähnchen aus dem Auslauf zu entkommen und wurde außerhalb des Auslaufs gestellt. Die Masthähnchen waren mit Kokzidien infiziert. Diese Infektion führte weder zu Verlusten noch zu einer Erkennbaren Veränderung des Verhaltens. Tägliche Zunahmen und Futterverwertung wurden erfasst. Beide Parameter waren in diesem ersten Mastdurchgang schlechter als erwartet. Ebenso wurde eine hohe Prävalenz bei Brustbeinschäden beobachtet. Die Bonitur des Federkleides ergab keine außergewöhnlichen Befunde. Die Ergebnisse dieser Erhebungen fließen in die Veröffentlichungen im Rahmen des AutoWohl Projektes (Förderkennzeichen 2817903615) ein.



Abbildung 29: Typische visuelle Kotbefunde bei Kokzidieninfektion

Präferenzversuch

Nachdem ein Sturm den Auslauf Variante 1a zerstört hatte, wurde ein weiterer Mastdurchlauf mit klassischer Auslaufgestaltung durchgeführt. In diesem Durchlauf kam es zu insgesamt 16 Tierverlusten. Bei insgesamt 10 Tieren konnte durch Obduktion als Todesursache Quetschungen identifiziert werden. Diese Verluste traten direkt nach der Aufstellung der Jungtiere auf. Als Ursache wurden menschliche Störungen (Randale) vermutet, bei der die Tiere im geschlossenen Stall verschreckt wurden. Bewohner eines nahegelegenen Studentenwohnheims meldeten Ruhestörungen. Die toten Tiere befanden sich jeweils in derselben Stallecke. Ein sicherer Kausalitätsbeweis kann jedoch nicht erbracht werden.

Die sechs übrigen Tierverlust gingen auf Kosten von Raubzeug. Da der Auslauf konventionell gestaltet wurde, fanden sich Spuren eines Rotfuchse auch im Auslauf. Trittsiegel konnten gefunden werden (vgl. Abbildung 30). Auch fanden sich Federn im Stallbereich, welche auf einen Riss durch einen Habicht schließen lassen. Es ließ sich nicht ermitteln, wie viele der sechs Verluste welchem Raubtier zuzuordnen waren, da keine Kadaver übrigblieben.



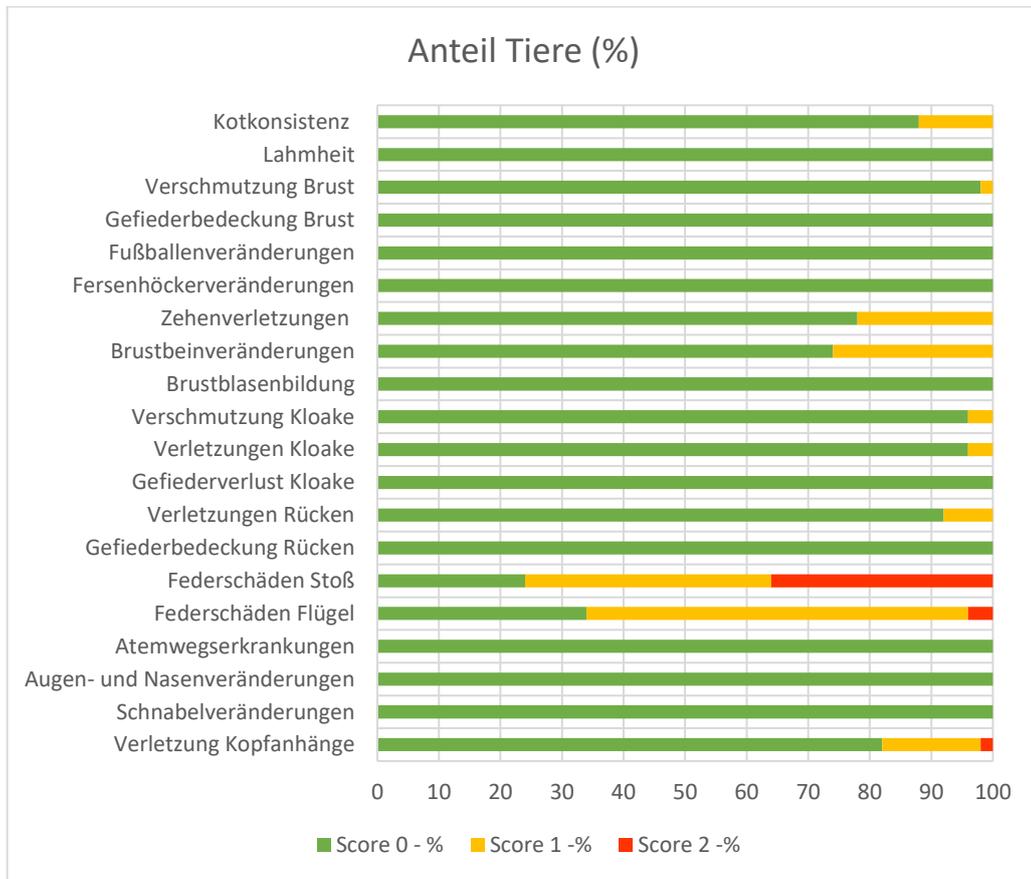
Abbildung 30: Links: Trittsiegel Fuchs; rechts: Riss durch einen „Hühner“-Habicht

Auch die Masthähnchen des zweiten Durchlaufs waren mit Kokzidien infiziert, allerdings nur in geringfügigem Umfang. Diese Infektion führte nicht zu Verlusten und auch nicht zu einer erkennbaren Veränderung des Verhaltens. Tägliche Zunahmen und Futtermittelverwertung wurden erfasst, beide Parameter waren besser als im ersten Durchlauf, da pelletiertes Futter verwendet wurde. Dieses führte augenscheinlich zu weniger Futter in der Einstreu. Ebenso wurde wieder eine hohe Prävalenz bei Brustbeinschäden beobachtet. Die Bonitur des Federkleides ergab keine außergewöhnlichen Befunde. Die Ergebnisse dieser Erhebungen fließen in die Veröffentlichungen im Rahmen des AutoWohl Projektes (Förderkennzeichen 2817903615) ein.

Variante 1b

In den weiteren Mastdurchgängen, die alle mit der Auslaufvariante 1b durchgeführt wurden, kam es zu keinen Tierverlusten. Kokzidienprobleme traten nur noch vereinzelt bis mäßig auf. Es traten jedoch in jedem Durchgang vermehrt Brustbein und Federschäden auf. Die Mastleistungen verbesserten sich. In Kooperation mit dem ProBioHuhn Projekt wurden ein Gesundheitsüberwachungsprogramm etabliert. Die exemplarischen Ergebnisse zweier aufeinanderfolgender Bonituren mit derselben Herde sind in Statistische Ausgabe 1 im Einzelnen nachzulesen.

Betrieb XX – Durchgang 1 – 4. Erhebung – 22.08.2023 – Tialter: 66 Tage



Hinweise: Anteil lahmer Tiere – ein unrunder Gang sowie das Unvermögen auf einem Bein zu balancieren ist typisch für Masthybriden und daher nicht unbedingt ein Hinweis auf gesundheitliche Störungen; Zehenverletzungen – hier wurde im ersten Durchgang ein sehr scharfes Bewertungsschema genutzt, bei dem bereits kleinste Abschürfungen und Kratzer als Verletzungen zählen; dieses wird im Projektverlauf noch verbessert, damit tatsächlich nur solche Verletzungen erfasst werden, die das Tierwohl beeinträchtigen.

Befund der parasitologischen Untersuchung

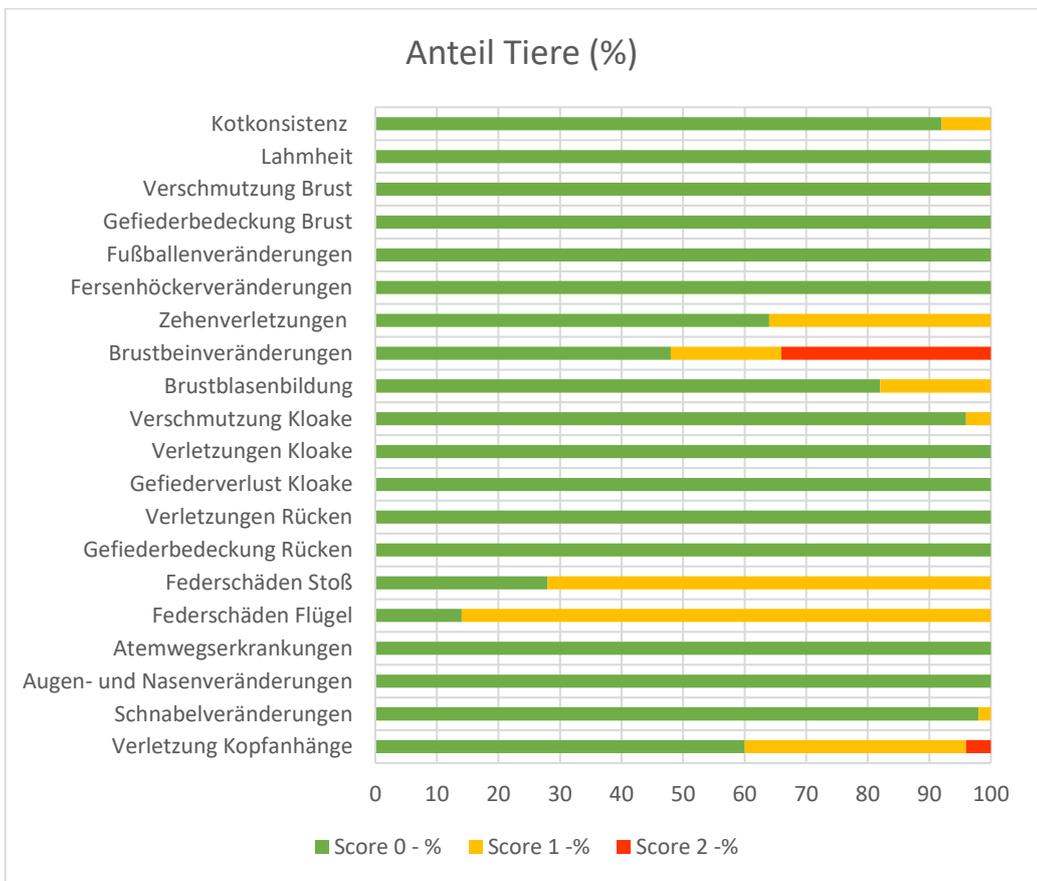
Parasiten Befund	Nachweis (semiquantitativ)				
	negativ	vereinzelt	wenig	mäßig	zahlreich
Eimeria spp. (Kokzidien) - Oozysten		x			
Ascariden/Heterakiden	x				

Gewichte

Mittelwert	1341 g
Min. - Max.	1040 g - 1640 g
Referenzwert der jeweiligen Zuchtlinie ¹	1300 g
Referenzgewichtserfüllung ²	103 %
Anteil zu leichter Tiere ³	6 %
Uniformität ⁴	76 %

N = 50 Tiere; ¹ Hinweise zur Herkunft des Referenzwertes siehe Deckblatt; ² Anteil Tiere, die mind. den Referenzwert erreichen; ³ Anteil Tiere, die mehr als 10% unter dem Referenzwert liegen; ⁴ Anteil Tiere innerhalb +/-10 % vom Mittelwert Gewicht

Betrieb XX – Durchgang 1 – 5. Erhebung – 20.09.2023 – Tialter: 95 Tage



Hinweise: Anteil lahmer Tiere – ein unrunder Gang sowie das Unvermögen auf einem Bein zu balancieren ist typisch für Masthybriden und daher nicht unbedingt ein Hinweis auf gesundheitliche Störungen; Zehenverletzungen – hier wurde im ersten Durchgang ein sehr scharfes Bewertungsschema genutzt, bei dem bereits kleinste Abschürfungen und Kratzer als Verletzungen zählen; dieses wird im Projektverlauf noch verbessert, damit tatsächlich nur solche Verletzungen erfasst werden, die das Tierwohl beeinträchtigen

Befund der parasitologischen Untersuchung

Parasiten Befund	Nachweis (semiquantitativ)				
	negativ	vereinzelt	wenig	mäßig	zahlreich
Eimeria spp. (Kokzidien) - Oozysten				x	
Ascariden/Heterakiden	x				

Gewichte

Mittelwert	2386 g
Min. - Max.	2040 g - 2950 g
Referenzwert der jeweiligen Zuchtlinie ¹	2174 g
Referenzgewichtserfüllung ²	110 %
Anteil zu leichter Tiere ³	0 %
Uniformität ⁴	74 %

N = 50 Tiere; ¹ Hinweise zur Herkunft des Referenzwertes siehe Deckblatt; ² Anteil Tiere, die mind. den Referenzwert erreichen; ³ Anteil Tiere, die mehr als 10% unter dem Referenzwert liegen; ⁴ Anteil Tiere innerhalb +/-10 % vom Mittelwert Gewicht

4.2.2 Legehennen

Die Überwachung der Legehennenherde oblag den Mitarbeitern der DFH. Der Wirtschaftsbetrieb stellte dem Projekt keine Protokolle zu Verfügung.

4.2.3 Greifvogelsimulation

In Abhängigkeit von der Netzdichte reagierten die Tiere frühzeitig auf die Drohne. Im ersten Durchgang mit der Variante 1a bei einer Beschattungsdichte von bis zu 84 % war die Reaktion „moderat schnell“. In der Variante 1b bei einer Beschattungsdichte von 60 % oberhalb und 30 % an den Seiten des Auslaufs konnte die Fluchtgeschwindigkeit mit „sehr schnell, fluchtartig“ bewertet werden, wenn die Drohne über die 30 %ige Seitenabschattung sichtbar wurde. Wenn die Drohne über die 60 %ige obere Abdeckung wahrgenommen wurde, konnte die Fluchtgeschwindigkeit mit „schnell“ bewertet werden. Bei allen obig beschriebenen Varianten sind die Masthähnchen in Richtung Stall geflüchtet.

Im letzten durchgeführten Mastdurchgang mit der Variante 1b wurde am Ende des Auslaufs eine „Schutzhütte“ eingebaut (vgl. Abbildung 28). Die Schutzhütte wurde von den Tieren angenommen. Im Falle eines Drohenüberflugs war das Verhalten der Tiere indifferent. Einige Tiere entschieden sich die Schutzhütte aufzusuchen und nicht in Richtung Stall zu flüchten.

4.3 Erfassung und Beurteilung der Flächennutzung

4.3.1 Präferenzversuch Hähnchen

4.3.1.1 Graphische Datenexploration

Abbildung 31 zeigt die das allgemeine Nutzungsverhalten der einzelnen Beschattungstypen. Blockeffekt, Tageszeit und Temperatur bleiben unberücksichtigt. Der Median der 60 % Shading Variante scheint am höchsten zu sein, die Nullvariante hat den niedrigsten Median. Die Streuung im Nutzungsverhalten ist bei der Camouflage Variante am höchsten.

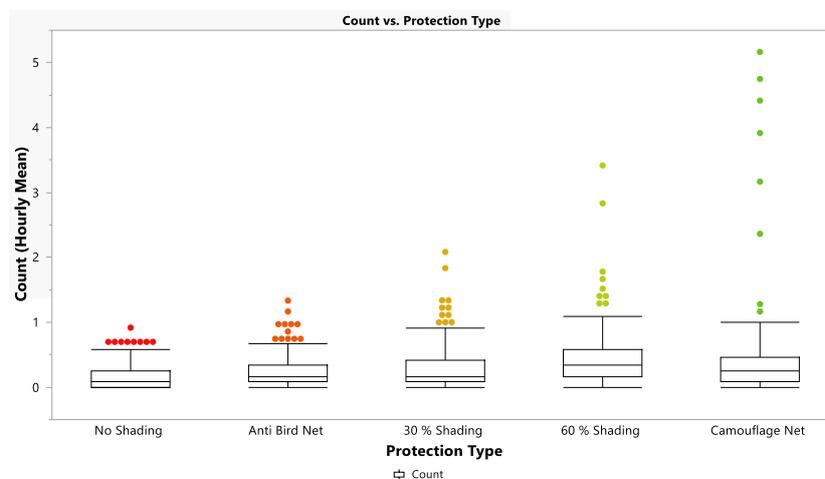


Abbildung 31: Präferenzversuch Hähnchen – Bivariat Beschattungstyp vs. durchschnittliche stündliche Anzahl Hähnchen

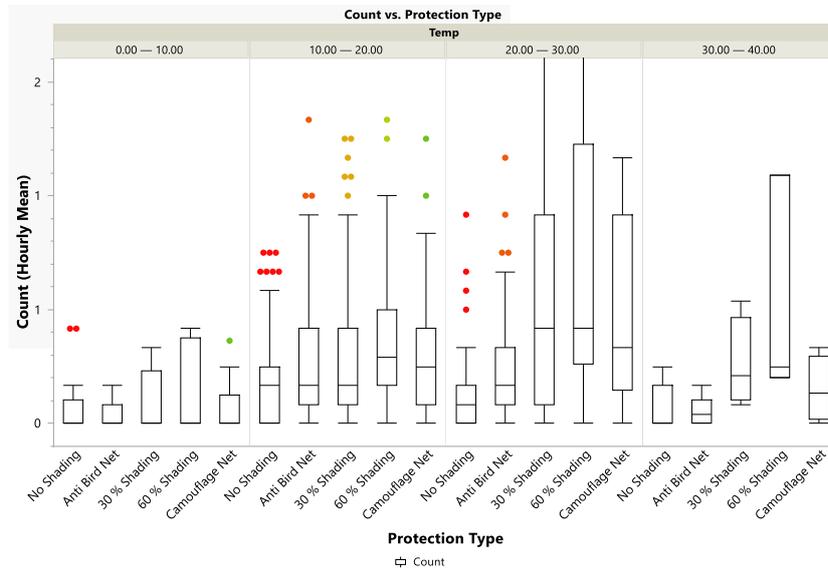


Abbildung 32: Präferenzversuch Hähnchen – Beschattungstyp in Abhängigkeit von Temperatur vs. durchschnittliche stündliche Anzahl Hähnchen

In Abbildung 32 wird der Faktor Temperatur hinzugenommen und in 4 Tagesabschnitten dargestellt. Scheinbar steigt die Auslaufnutzung insgesamt bei höherer Temperatur. Gleichzeitig steigt mit der Temperatur auch die Streuung im Nutzungsverhalten. Bei höheren Temperaturen scheinen die Beschattungstypen mit höherer Dichte bevorzugt zu werden.

Abbildung 33 setzt Beschattungstyp und Uhrzeit in Beziehung zur Auslaufnutzung, wobei der Tag in 5 Abschnitte geteilt wurde. Vormittags und am späten Nachmittag steigt die Nutzung scheinbar. Generell deutet sich eine höhere Nutzung der höheren Schutzdichten an.

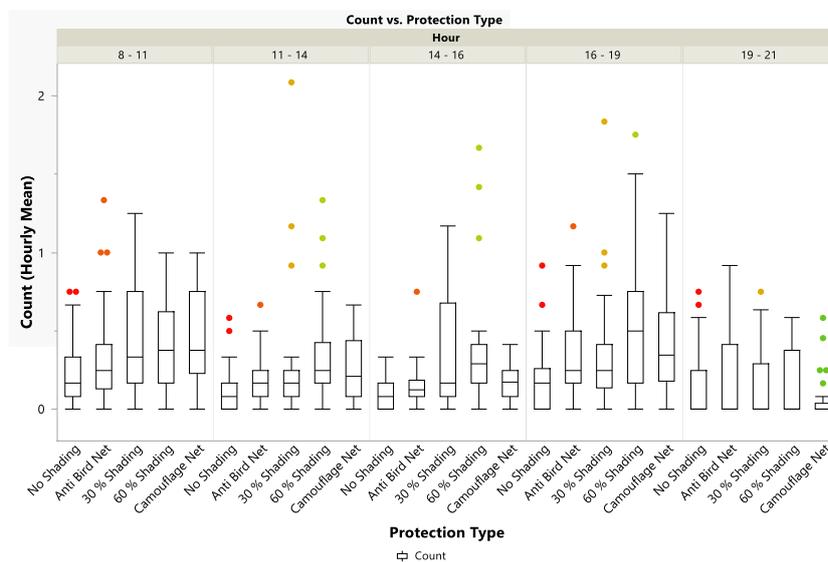


Abbildung 33: Präferenzversuch Hähnchen – Beschattungstyp in Abhängigkeit von Uhrzeit vs. durchschnittliche stündliche Anzahl Hähnchen

4.3.1.2 Analytische Statistik

Faktoren sind Beschattungstyp, Temperatur in der Beschattungseinheit und Uhrzeit. Die Zielgröße ist die durchschnittliche stündliche Anzahl Hähnchen je Beschattungseinheit. Der Versuch ist als lateinische Quadrat angelegt. Der Faktor Block ist als zufälliger Effekt modelliert, alle übrigen Faktoren als fixe Effekte. Folgendes Modell wurde angepasst.

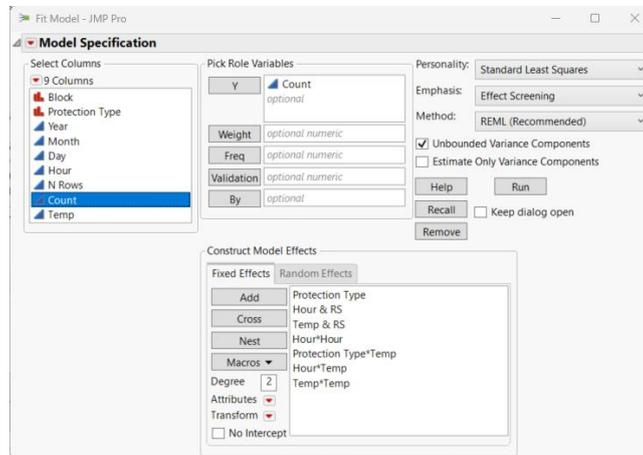


Abbildung 34: Präferenzversuch Hähnchen – Modellkonstruktion, der Faktor Block ist als Random Effect definiert.

Das Modell wird als vollständiges Modell präsentiert. Eine Backward-Elimination nicht signifikanter Terme wurde nicht vorgenommen. Das Modell erklärt insgesamt ca. 30 % der Streuung bezüglich der Präferenz. Die Fixed Effect Test Tabelle zeigt die signifikanten Terme. Der Faktor Temperatur ist insgesamt der wichtigste Faktor, gefolgt vom Beschattungstyp. Der Faktor Zeit hat den geringsten Einfluss, er steht aber in signifikanter Wechselwirkung zum Faktor Temperatur.

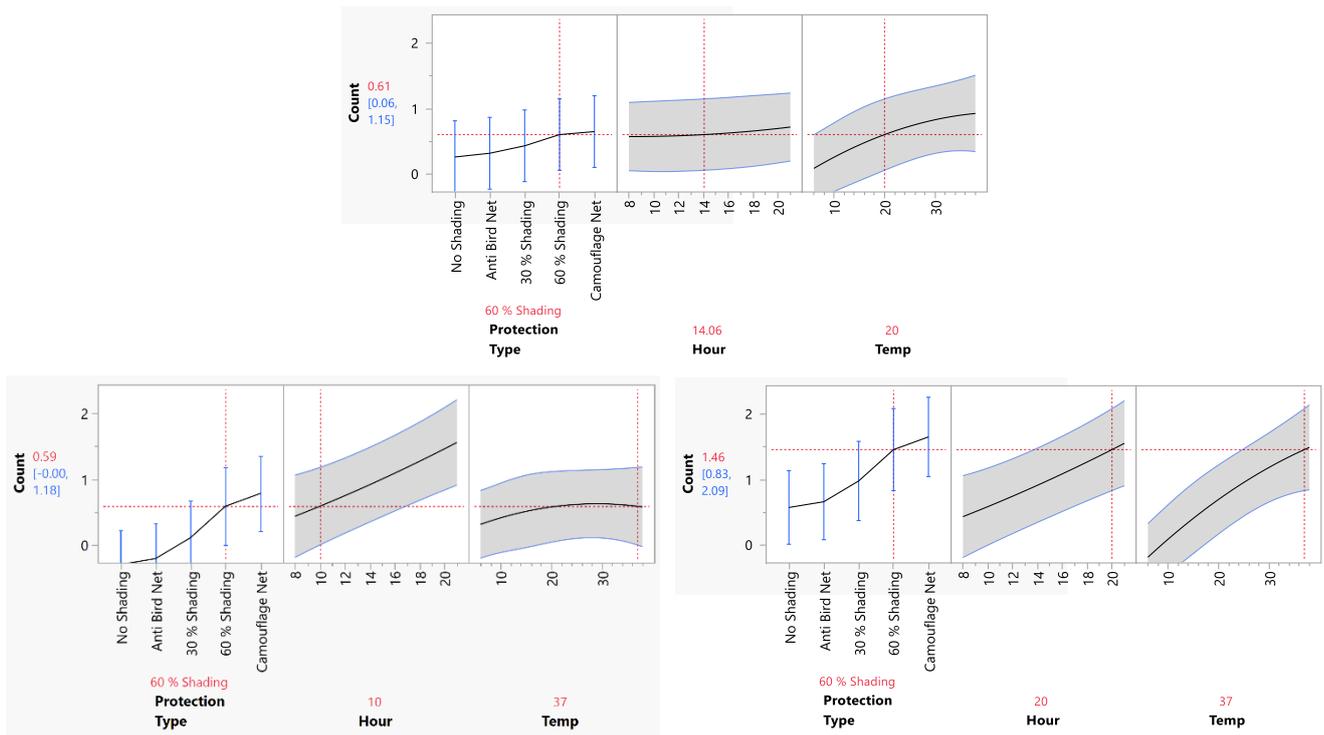
Der Prediction Profiler verdeutlicht, zum einen die höhere Präferenz für dichtere Netze (links) und zum anderen die verstärkte Nutzung des Schutzbereichs bei hohen Temperaturen und fortschreitender Tageszeit. Ein Confounding zwischen Uhrzeit und Temperatur kann nicht ausgeschlossen werden. Der Anstieg der Nutzung dichter Netztypen ist überproportional zur Temperaturerhöhung und dem Verstreichen des Tages. Die Wirkung der Temperaturerhöhung auf die Nutzung ist am Vormittag geringer als am Nachmittag.

Der Paarvergleich verdeutlicht, dass insgesamt dichtere Netze bevorzugt werden. Das Ergebnis ist jedoch indifferent.

Fixed Effect Tests

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Protection Type	4	4	692.4	11.7771	<.0001 *
Hour	1	1	692.2	0.0725	0.7879
Temp	1	1	692.4	16.6819	<.0001 *
Hour*Hour	1	1	692.3	0.3639	0.5465
Protection Type*Temp	4	4	692.1	8.0678	<.0001 *
Hour*Temp	1	1	692.7	19.2154	<.0001 *
Temp*Temp	1	1	692	2.3617	0.1248

Prediction Profiler



Tukey HSD All Pairwise Comparisons – All Pairwise Differences Connecting Letters

Quantile = 2.735, Adjusted DF = 692.4, Adjustment = Tukey-Kramer

Protection Type		Least Squares Mean
Camouflage Net	A	0.54788363
60 % Shading	A B	0.52536671
30 % Shading	B C	0.40251656
Anti Bird Net	C D	0.32053965
No Shading	D	0.26837637

Levels not connected by same letter are significantly different.

4.3.2 Auslaufnutzung Hähnchen

4.3.2.1 Graphische Datenexploration

Abbildung 35 zeigt den Einfluss der Faktoren Zeit (Tag und Tageszeit) auf die Auslaufnutzung (durchschnittlicher Anzahl). Insgesamt zeigt sich eine tendenzielle Verminderung der Auslaufnutzung hin zum Ende der Beobachtungszeit. Der Tagesgang zeigt zwei Peaks.

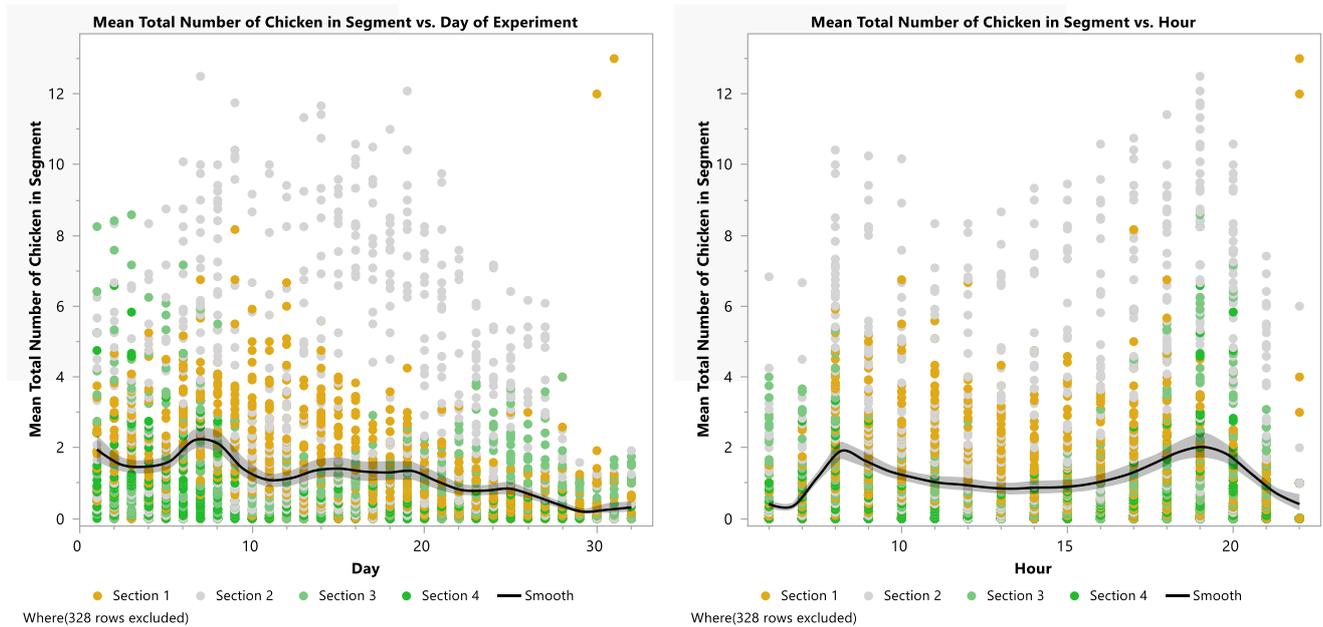


Abbildung 35: Auslaufnutzung Hähnchen – Einfluss der Faktoren Tag und Zeit auf die Auslaufnutzung, hier in durchschnittlicher Anzahl

Abbildung 36 zeigt das allgemeine Nutzungsverhalten des Auslaufs (relativer Anteil Tiere in einem Bereich, korrigiert zur Gesamtzahl im Auslauf). Der Fokus wird also auf die relative Verteilung der Tiere gesetzt. Der Nutzungstag, die Tageszeit und Temperatur bleiben unberücksichtigt. Links: Der Faktor Segment steht für die Entfernung zum Stall. Segment 4 ist am weitesten vom Stall entfernt. Die Nutzung des Segments 2 ist am höchsten und nimmt scheinbar hin zu Segment 4 ab. Rechts: Am Anfang der Datenerfassung wurde nur die rechte Hälfte des Auslaufs überdacht (beide Seitenflächen waren allerdings eingehaust). Es zeigt sich, dass die rechte Seite des Auslaufs bevorzugt wird. Allerdings schwächte sich die Präferenz zum Ende hin (da waren ja beide Seiten geschützt) ab.

Abbildung 37 präsentiert die mittlere Auslaufnutzung (relativer Anteil in einem Bereich) unter Einbeziehung von Distanz und Seite. Es zeigt sich eine Wechselwirkung. Wie in der vorherigen Graphik ist eine Bevorzugung der rechten Seite erkennbar. Zusätzlich werden die weiter entfernten Bereiche aber überproportional genutzt.

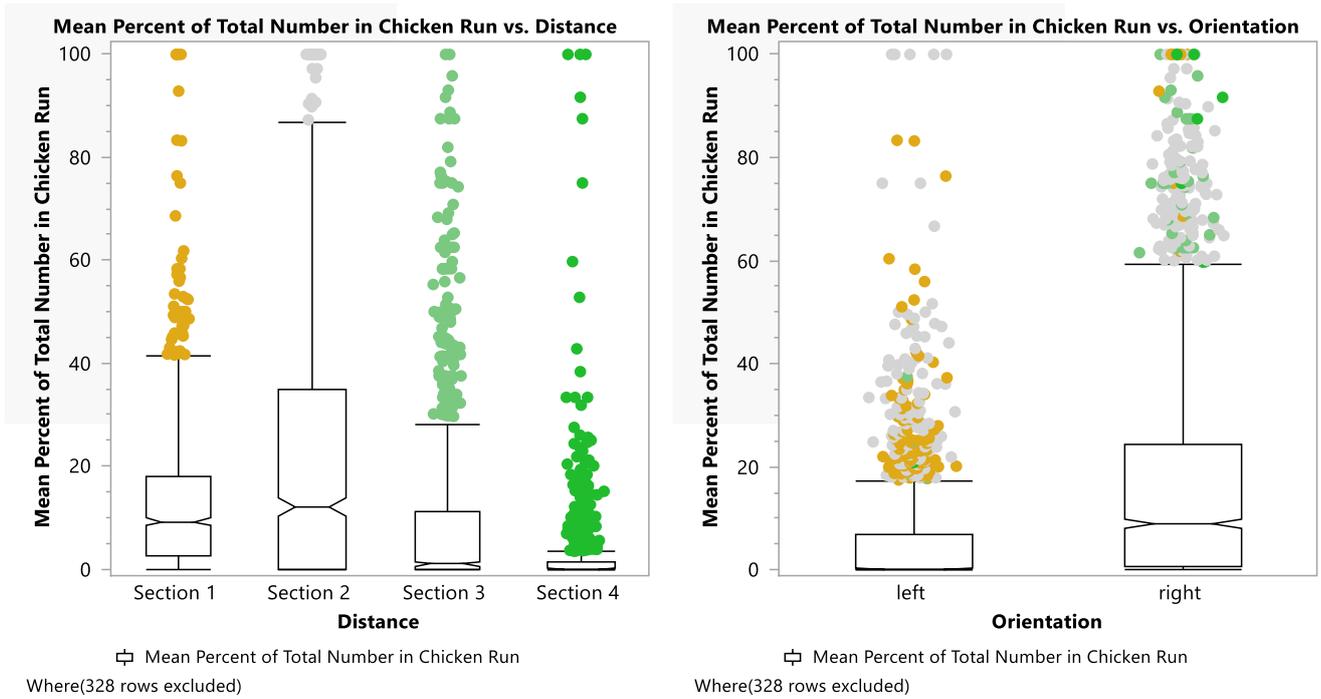


Abbildung 36: Auslaufnutzung Hähnchen – Darstellung der beiden Haupteffekte Distanz und Seite vs. Auslaufnutzung, hier als relativer Anteil in einem Bereich

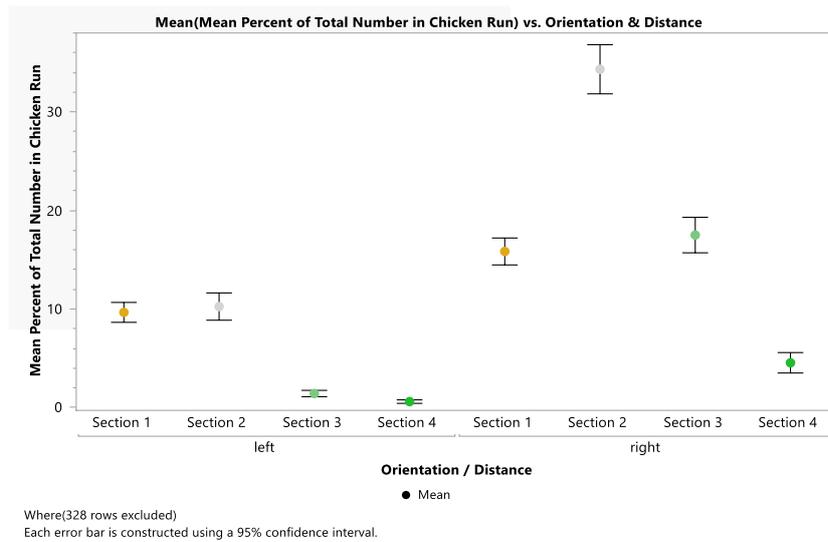


Abbildung 37: Auslaufnutzung Hähnchen – Wechselwirkung der Haupteffekte Distanz und Seite vs. durchschnittliche Nutzung, hier als relativer Anteil in einem Bereich

4.3.2.2 Analytische Statistik

Faktoren sind Entfernung zum Stall (Distance = Segment 1 bis 4), Auslaufseite (Orientation = left / right), Nutzungstag (Day) und Uhrzeit (Hour). Alle Zweifach-Wechselwirkungen und quadratische Terme für Tag und Uhrzeit sind ebenso integriert. Alle Faktoren werden als fixe Effekte in das Modell aufgenommen. Die Zielgröße ist die durchschnittliche stündliche Anzahl Hähnchen je Auslaufbereich. Folgendes Modell wurde angepasst.

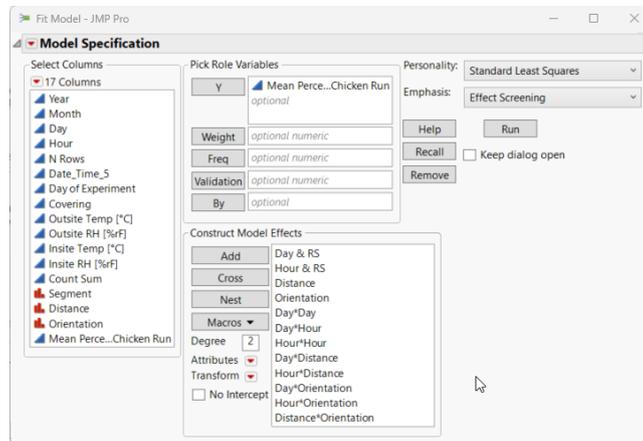


Abbildung 38: Auslaufnutzung Hähnchen – Modellkonstruktion: alle Effekte sind als Fixed Effects definiert, quadratische Terme für Tag und Stunde sind ebenfalls integriert.

Das Modell wird als vollständiges Modell präsentiert. Eine Backward-Elimination nicht signifikanter Terme wurde nicht vorgenommen. Das Modell erklärt insgesamt ca. 36 % der Streuung in der Auslaufnutzung. Das Gesamtmodell ist signifikant ($p < 0,0001$). Die Fixed Effect Test Tabelle zeigt die signifikanten Terme.

Wichtigster Faktor im Modell ist Auslaufseite. Die signifikante Wechselwirkungsterm Nutzungstag x Auslaufseite ist ebenso signifikant. Im Prediction Profiler wird sichtbar, dass sich das Nutzungsverhalten der Auslaufseite über die Nutzungstage umkehrt. Die anfänglich nicht bedeckte Seite wird am Ende der Nutzungszeit zur präferierten Seite. Ab dem 15. Tag waren beide Seiten bedeckt.

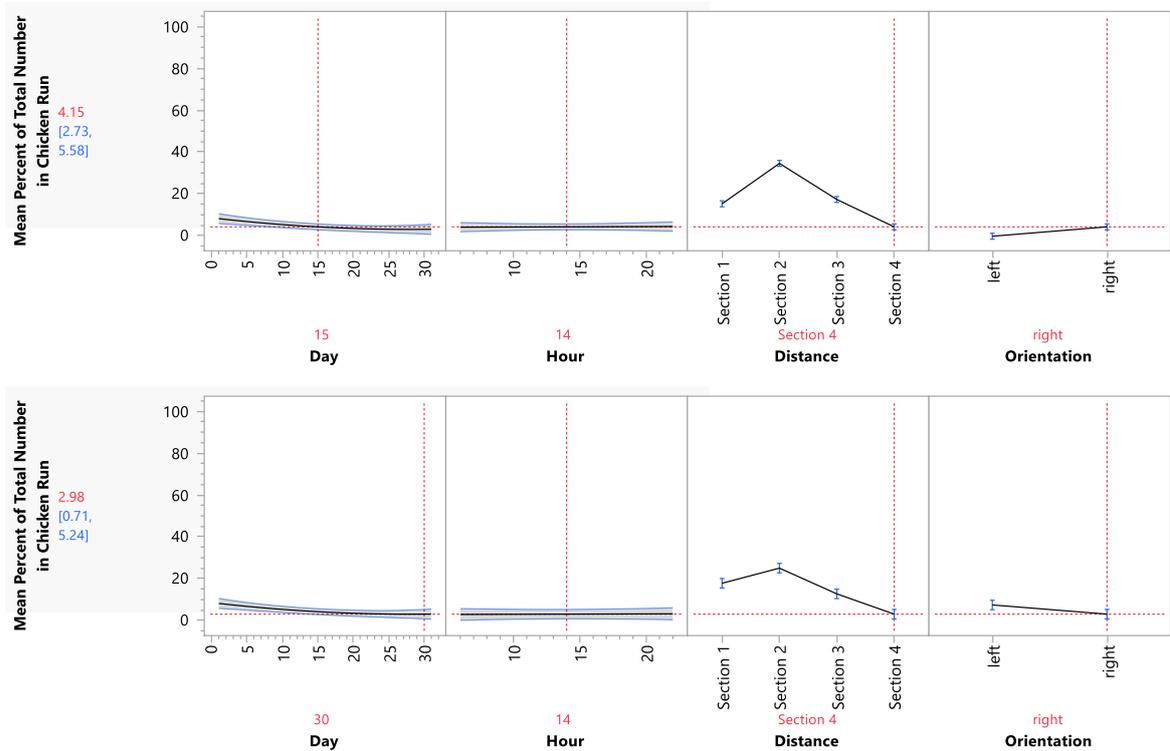
Insgesamt nahm die Auslaufnutzung über die Nutzungsdauer ab. Der Versuch wurde einen Tag vor Ende der Mast beendet.

Die Paarvergleiche des Haupteffekts Entfernung zeigen, dass das präferierte Segment das zweite ist. Betrachtet man die Wechselwirkung aus Entfernung und Seite, so zeigt sich ein differenzierteres Bild. Die rechte Seite (ab Anfang bedeckt) wird tendenziell bevorzugt. Auf der rechten Seite gehen mehr Tiere weiter in den Auslauf als auf der anfangs unbedeckten linken Seite.

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Day	1	1	29.14	0.1237	0.7251
Hour	1	1	60.83	0.2582	0.6114
Distance	3	3	207318.61	293.3368	<.0001 *
Orientation	1	1	162618.17	690.2693	<.0001 *
Day*Day	1	1	1024.34	4.3481	0.0371 *
Day*Distance	3	3	28631.16	40.5105	<.0001 *
Hour*Distance	3	3	32912.75	46.5685	<.0001 *
Day*Orientation	1	1	28484.05	120.9070	<.0001 *
Hour*Orientation	1	1	2353.98	9.9920	0.0016 *
Distance*Orientation	3	3	66924.09	94.6914	<.0001 *

Prediction Profiler



Tukey HSD All Pairwise Comparisons – All Pairwise Differences Connecting Letters

Quantile = 2.57009, Adjusted DF = 4101.0, Adjustment = Tukey-Kramer

Quantile = 3.03247, Adjusted DF = 4101.0, Adjustment = Tukey-Kramer

Distance	Least Squares Mean
Section 2	A 21.732344
Section 1	B 12.199207
Section 3	C 8.914946
Section 4	D 2.027682

Levels not connected by same letter are significantly different.

Distance	Orientation	Least Squares Mean
Section 2	right	A 33.767113
Section 3	right	B 16.952435
Section 1	right	B 15.288668
Section 2	left	C 9.697576
Section 1	left	C 9.109746
Section 4	right	D 3.996162
Section 3	left	E 0.877458
Section 4	left	E 0.059202

Levels not connected by same letter are significantly different.

4.3.3 Auslaufnutzung Legehennen

4.3.3.1 Graphische Datenexploration

Tabelle 2 zeigt die Durchschnittswerte des Wetters auf der DFH während der Versuchsdurchführung. Die Datenerhebung fand vom 22.11.2023 bis 20.12.2023 statt. Während dieser Zeit war das Wetter kühl und relativ niederschlagsfrei.

Tabelle 2: Auslaufnutzung Legehennen – Wetter

	Mean	Min	Max	Std Dev	Median
Niederschlag	0.02	0.00	0.80	0.078	0.00
Luftfeuchtigkeit 2m	93.78	74.75	102.07	6.196	94.97
Lufttemperatur 2m	2.72	-2.90	9.77	2.838	2.68
Lufttemperatur 20cm	2.62	-2.85	9.30	2.824	2.74
Bodentemperatur 5cm	4.69	2.30	6.67	1.296	4.98

Insgesamt scheint die Auslaufnutzung der Herde während der Versuchsdurchführung eher mäßig intensiv (vgl. Tabelle 3). Es ist jedoch anzumerken, dass sich diese Zahlen nur auf den Beobachtungsbereich beziehen. Die Tiere hatten die Möglichkeit den Beobachtungsbereich zu verlassen. Es wurde nicht erfasst, welcher Anteil Tiere sich außerhalb des Beobachtungsbereiches befand. Die meisten Tiere waren in der 13. und 14. Stunde zu verzeichnen.

In der Abbildung 39 zeigt, dass maximal 12 Hühner im beobachteten Auslaufbereich erkannt wurden. Die Nutzung über den gesamten Beobachtungszeitraum ist sehr indifferent, sie schwankt zwischen 1 und 12 Tieren durchschnittlich je Stunde.

Tabelle 3: Auslaufnutzung Legehennen – durchschnittliche Anzahl Hühner im gesamten beobachteten Bereich nach Stunde

Hour	Sum Hen Count Hourly Average				
	Mean	Min	Max	Std Dev	Median
9	2.17	0.00	7.80	2.516	0.83
10	2.59	0.08	6.00	1.929	2.25
11	2.13	0.00	9.75	2.217	1.83
12	2.09	0.17	6.92	1.911	1.75
13	3.43	0.00	12.18	3.753	2.09
14	3.43	0.17	9.42	2.604	3.27
15	2.76	0.17	7.25	2.086	2.50
16	1.25	0.00	4.00	1.143	0.67
17	0.25	0.00	1.00	0.438	0.00
All	2.42	0.00	12.18	2.462	1.74

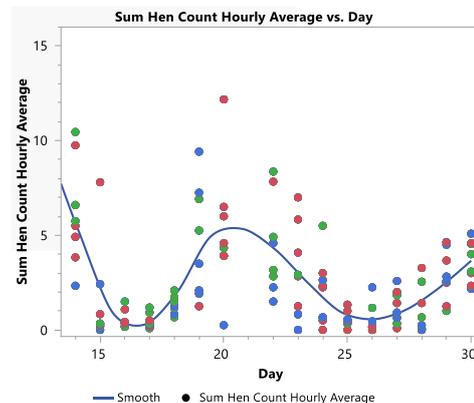


Abbildung 39: Auslaufnutzung Legehennen – durchschnittliche Anzahl Hühner im gesamten beobachteten Bereich nach Tag (links) und Stunde (rechts)

Abbildung 40 zeigt das allgemeine Nutzungsverhalten des Auslaufes (relativer Anteil Tiere in einem Bereich, korrigiert zur Gesamtzahl im Auslauf). Der Fokus wird also auf die relative Verteilung der Tiere gesetzt. Der Nutzungstag, die Tageszeit und Temperatur bleiben unberücksichtigt. Links: Der Faktor Segment steht für die Entfernung zum Stall. Segment 4 ist am weitesten vom Stall entfernt. Die Nutzung

des Segments 2 ist am höchsten und nimmt scheinbar hin zu Segment 4 ab. Rechts: Der ausgestaltete Bereich „Shelter Area“ wird am stärksten genutzt.

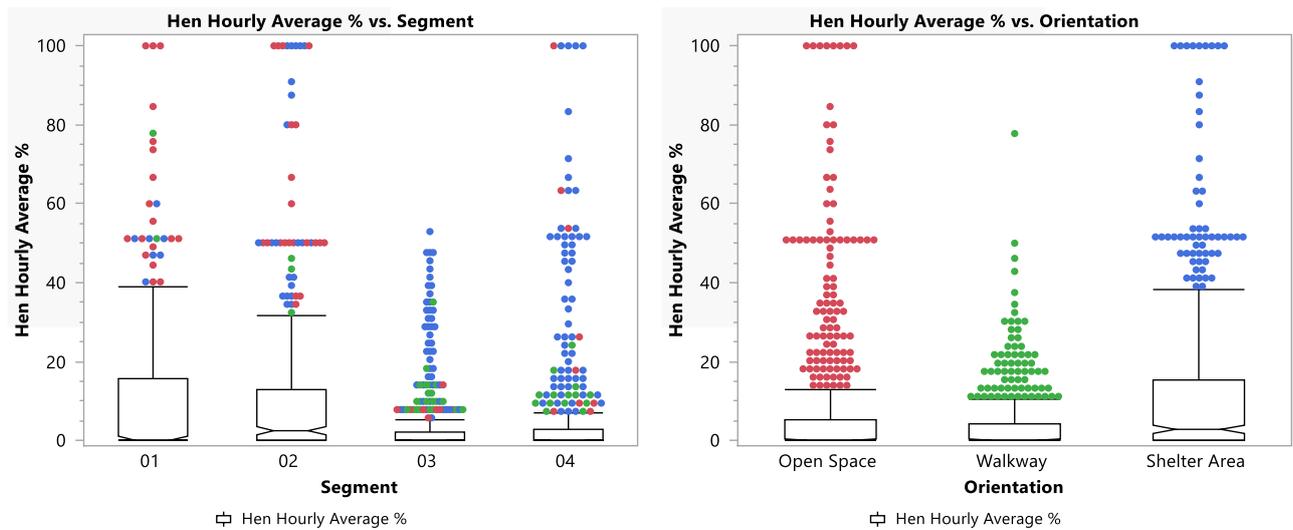


Abbildung 40: Auslaufnutzung Legehennen – relative Legehennen Häufigkeit im beobachteten Bereich nach Bereichen; links nach Distanz zum Stall und rechts nach Ausgestaltungsvariante

Abbildung 41 präsentiert die mittlere Auslaufnutzung (relativer Anteil in einem Bereich) unter Einbeziehung von Distanz und ausgestaltetem Bereich. Es zeigt sich eine Wechselwirkung. Die höchste Nutzung findet im stallnahen offenen Bereich und im stallfernen stark geschützten Bereich „Shelter Area“ statt.

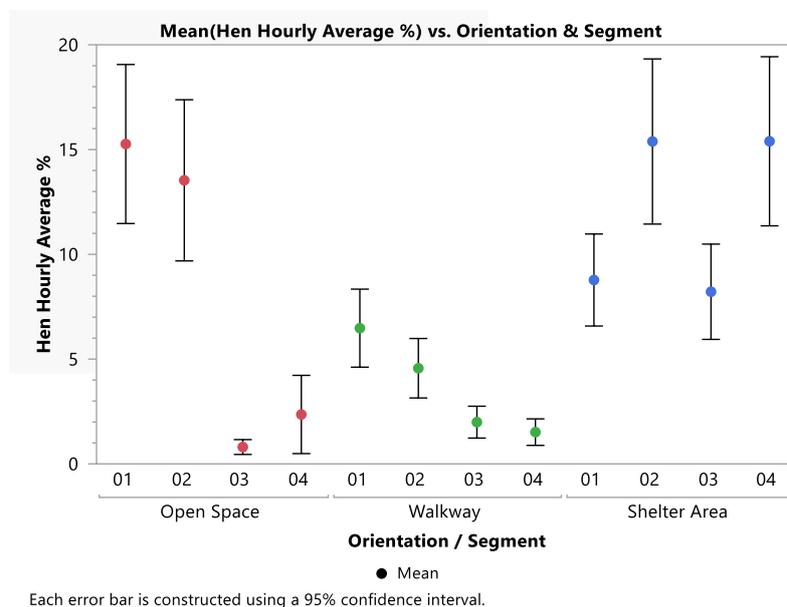
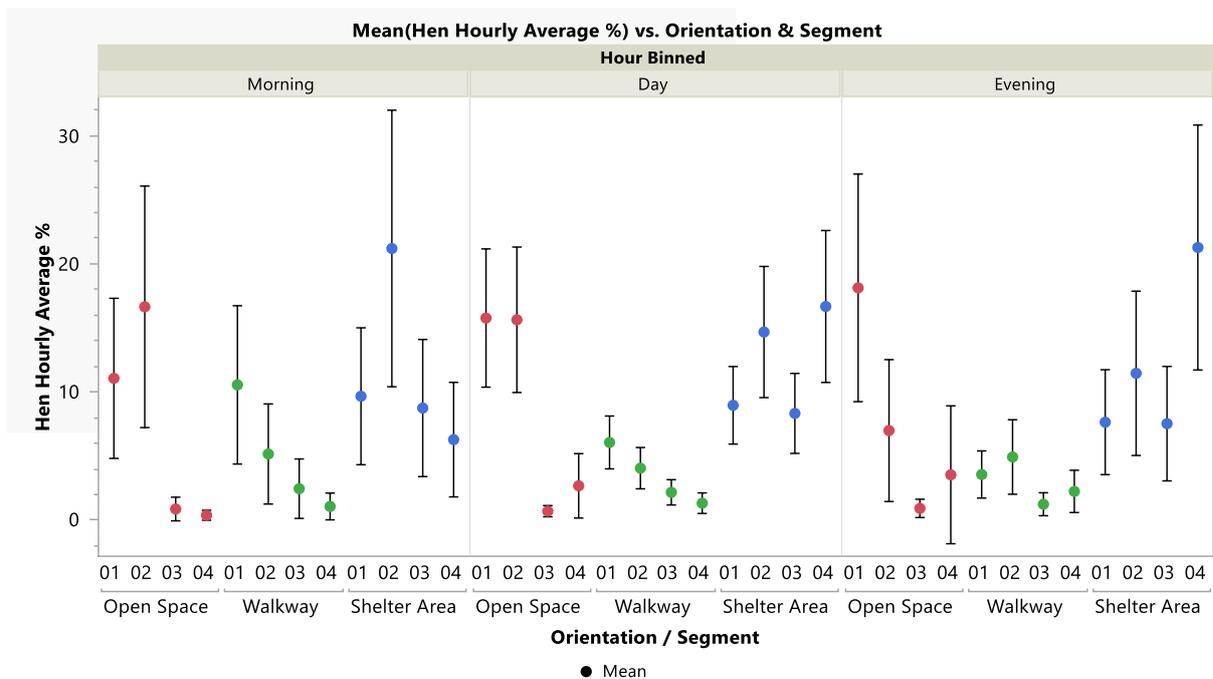


Abbildung 41: Auslaufnutzung Legehennen – relative Legehennen Häufigkeit im beobachteten Bereich nach Bereichen; Wechselwirkung Distanz zum Stall x Ausgestaltungsvariante

Das obig beschriebene Muster scheint unabhängig vom Tagesablauf zu sein. Tendenziell verstärkt sich die Wechselwirkung zum Abend hin (vgl. Abbildung 42).



Each error bar is constructed using a 95% confidence interval.

Abbildung 42: Auslaufnutzung Legehennen – relative Legehennen Häufigkeit im beobachteten Bereich nach Bereichen; Wechselwirkung Distanz zum Stall x Ausgestaltungsvariante in Bezug zu Tageszeit

4.3.3.2 Analytische Statistik

Faktoren sind Entfernung zum Stall (Segment = Segment 1 bis 4), ausgestalteter Bereich (Orientation = left / right) und Uhrzeit (Hour). Alle Zweifach-Wechselwirkungen und der quadratische Terme Uhrzeit sind ebenso integriert. Alle Faktoren werden als fixe Effekte in das Modell aufgenommen. Der Faktor Tag wurde als zufälliger Effekt modelliert. Die Zielgröße ist die durchschnittliche stündliche Anzahl Hähnchen je Auslaufbereich. Folgendes Modell wurde angepasst.

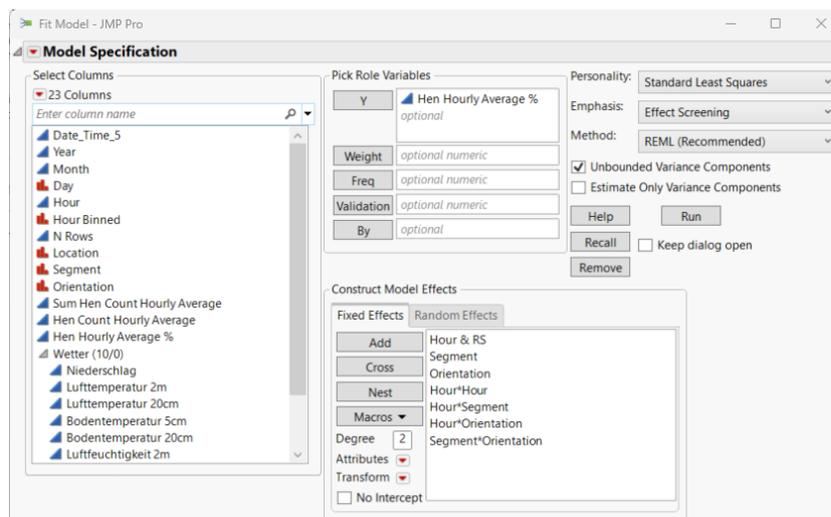


Abbildung 43: Auslaufnutzung Legehennen – Modellkonstruktion: Fixed Effect sind Segment, ausgestalteter Bereich, Stunde, die zweifach Wechselwirkungen und der quadratische Terme für Stunde. Der Tag ist als zufälliger Effekt modelliert.

Das Modell wird als vollständiges Modell präsentiert. Eine Backward-Elimination nicht signifikanter Terme wurde nicht vorgenommen. Das Modell erklärt insgesamt nur ca. 8 % der Streuung in der Auslaufnutzung. Die Fixed Effect Tests Tabelle zeigt die signifikanten Terme.

Wichtigster Faktor im Modell ist ausgestalteter Bereich (Orientation) gefolgt von Distanz (Segment). Die Wechselwirkungsterm Distanz x ausgestalteter Bereich ist ebenso signifikant wie die Wechselwirkung Stunde x Segment. Im Gegensatz dazu ist die Wechselwirkung Stunde x ausgestalteter Bereich nicht signifikant. Der Faktor Stunde ist nicht signifikant. Der quadratische Term für Stunde ist jedoch signifikant. Im Profiler ist zu erkennen, dass die Auslaufnutzung gegen 14:00 Uhr ihr Optimum hat.

Im Prediction Profiler wird sichtbar, dass die Shelter Area ab Segmente 2 überdurchschnittlich frequentiert wird. Abends ist die relative Tierhäufigkeit in im Shelter Area Bereich im 4. Segment sogar höher als in den vorderen Segmenten. Der Walkway Bereich wird über alle Segmente nur gering genutzt.

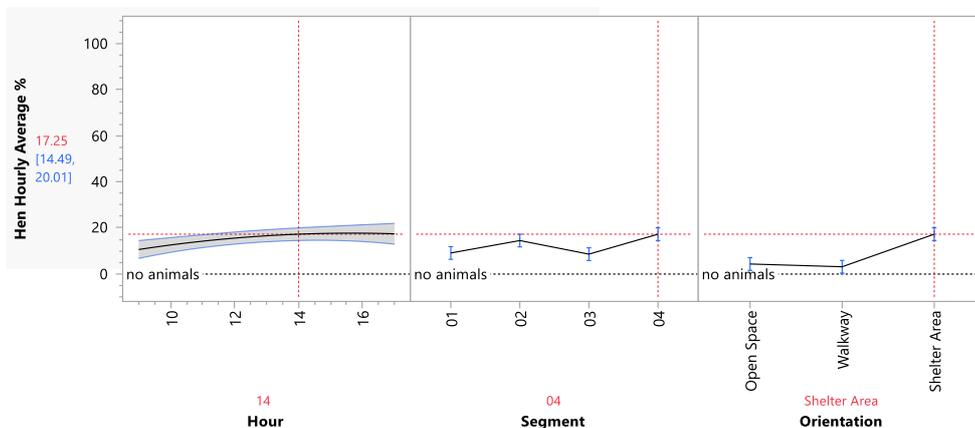
Die Paarvergleiche des Haupteffekts Segment zeigt signifikant unterschiedliche Kontrastgruppen. Zum einen sind es Segment 1 und 2 und zum anderen sind es Segment 3 und 4. Es ist jedoch anzumerken, dass jeweils das entferntere Segment innerhalb der Kontrastgruppen die höhere Nutzung zeigt. Die drei ausgestalteten Bereiche sind alle signifikant unterschiedlich zueinander. Die Shelter Area weist die höchste Nutzung auf. Die Paarvergleiche der Wechselwirkung aus Distanz x ausgestalteter Bereich zeigt ein Kontrastgruppe (A), gebildet aus gegensätzlichen Ausgestaltungsvarianten. In der Diskussion wird auf diesen Umstand explizit eingegangen. Der Bereich mit der höchsten Nutzung ist der Shelter Area Bereich im 4 Segment.

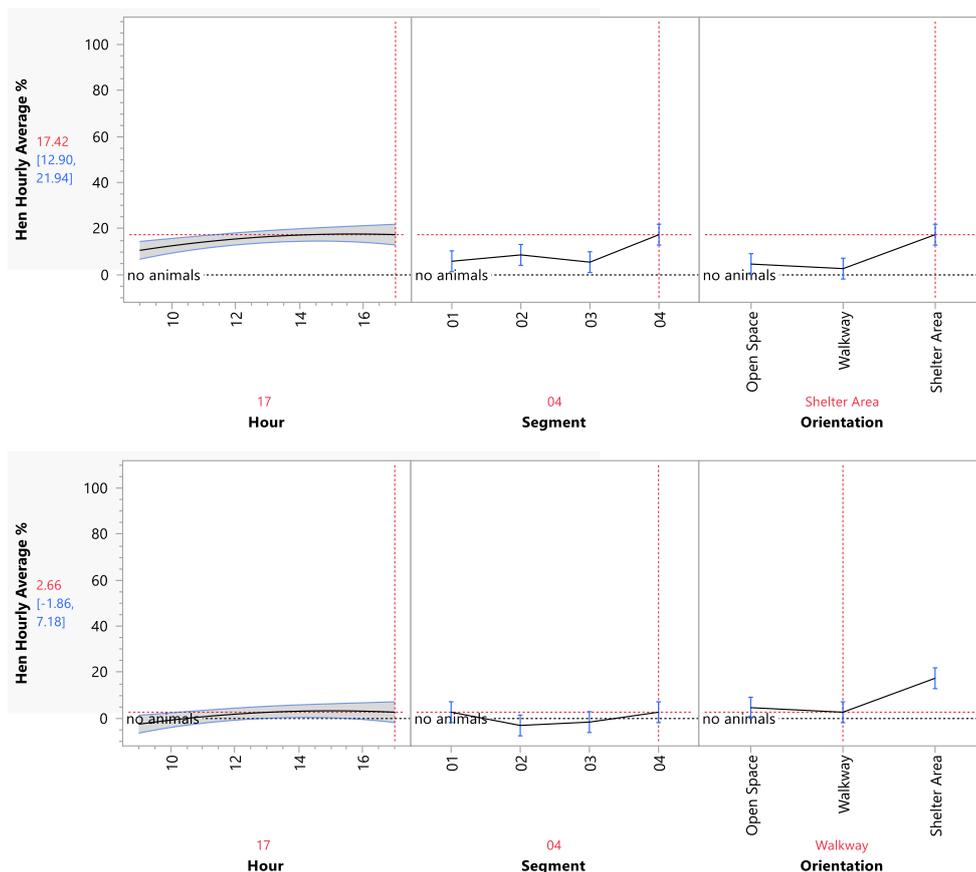
Statistische Ausgabe 5: Auslaufnutzung Legehennen – Analytisches Modell

Fixed Effect Tests

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Hour	1	1	1377	0.7310	0.3927
Segment	3	3	1647	20.8024	<.0001 *
Orientation	2	2	1647	40.0457	<.0001 *
Hour*Hour	1	1	714.4	4.8958	0.0272 *
Hour*Segment	3	3	1647	6.6859	0.0002 *
Hour*Orientation	2	2	1647	0.2433	0.7841
Segment*Orientation	6	6	1647	11.9170	<.0001 *

Prediction Profiler





Tukey HSD All Pairwise Comparisons – All Pairwise Differences Connecting Letters

Quantile = 2.57166, Adjusted DF = 1647.3, Adjustment = Tukey-Kramer

Segment	Least Squares Mean
02	A 11.984004
01	A 10.995700
04	B 7.245768
03	B 4.493104

Levels not connected by same letter are significantly different.

Quantile = 2.34583, Adjusted DF = 1647.3, Adjustment = Tukey-Kramer

Orientation	Least Squares Mean
Shelter Area	A 12.766066
Open Space	B 8.812873
Walkway	C 4.459993

Levels not connected by same letter are significantly different.

Quantile = 3.27275, Adjusted DF = 1647.3, Adjustment = Tukey-Kramer

Segment	Orientation	Least Squares Mean
04	Shelter Area	A 16.219273
02	Shelter Area	A 16.208955
01	Open Space	A 16.088648
02	Open Space	A B 14.355793
01	Shelter Area	B C 9.598145
03	Shelter Area	B C D 9.037892
01	Walkway	C D E 7.300306
02	Walkway	C D E 5.387263
04	Open Space	D E 3.180028
03	Walkway	E 2.814399
04	Walkway	E 2.338005
03	Open Space	E 1.627023

Levels not connected by same letter are significantly different.

4.3.4 Nährstoffverteilung Hähnchen

Der Boden des Auslaufs wurde systematisch beprobt und auf mineralisiertem Stickstoff sowie auf pH-Wert, Phosphor, Kalium und Magnesium untersucht. In Kapitel 4.3.4.1 und 4.3.4.2 sind die Ergebnisse der statistischen Auswertung der Bodenproben aufgeführt. Tabelle 4 und Tabelle 5 fassen die Ergebnisse zusammen.

Die NO_3^- und entsprechend Gesamt-N waren nach der Beweidung signifikant erhöht (vgl. Tabelle 4, Statistische Ausgabe 6 und Statistische Ausgabe 8). Vor der Beweidung war kein signifikanter Unterschied zwischen Segment 1 und 4 zu beobachten, nach der Beweidung war der Unterschied zwischen Segment 1 und 4 signifikant. Auf den NH_4^+ -Gehalt hatte die Beweidung keinen Einfluss (vgl. Tabelle 4 und Statistische Ausgabe 7). Gleiches gilt für die Unterschiede zwischen den Segmenten. Alle drei N-Parameter zeigten auch keine Äquivalenz zueinander (vgl. Tabelle 4 und die Statistische Ausgabe 6 bis Statistische Ausgabe 8).

Die anderen untersuchten Nährstoffe sowie der pH-Wert veränderten sich durch die Beweidung ebenso signifikant (vgl. Tabelle 5 und Statistische Ausgabe 10 bis Statistische Ausgabe 13). Allerdings wiesen die Bodenproben vor der Beweidung auch schon keine Äquivalenz auf.

Tabelle 4: Nährstoffverteilung Hähnchen – Modellüberblick Response N

		NO_3^- [kg/ha]	NH_4^+ [kg/ha]	N_{min} in Schicht
R²		0,53	0,29	0,50
Signifikant?	Gesamtmodell	ja	nein	ja
	Entfernung	ja	nein	ja
	Nutzung	ja	nein	ja
	Entfernung x Nutzung	nein	nein	nein
	Praktischer Äquivalenzbereich	-20 +20	-20 +20	-20 +20
Äquivalenz nach Nutzung zwischen Segment 1 und Segment 4		nein	nein	nein

Tabelle 5: Nährstoffverteilung Hähnchen – Modellüberblick Response pH-Wert, P_2O_5 , K_2O , MgO

		pH-Wert	P_2O_5	K_2O	MgO
R²		0,53	0,49	0,66	0,52
Signifikant?	Probentiefe	ja	ja	ja	ja
	Entfernung	ja	ja	ja	ja
	Nutzung	nein	nein	nein	nein
	Entfernung x Nutzung	nein	nein	nein	nein
	Praktischer Äquivalenzbereich	-0,3 +0,3	-2,5 +2,5	-2,5 +2,5	-2,5 +2,5
Äquivalenz vorher gegen nachher		ja	ja	nein	ja

4.3.4.1 Response N

Statistische Ausgabe 6: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response NO₃⁻-N [kg/ha]

Summary of Fit

RSquare	0.53503
RSquare Adj	0.418787
Root Mean Square Error	11.79248
Mean of Response	13.9375
Observations (or Sum Wgts)	16

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	3	1920.1875	640.063	4.6027	
Error	12	1668.7500	139.063		Prob > F
C. Total	15	3588.9375			0.0230 *

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Entfernung	1	1	885.0625	6.3645	0.0268 *
Nutzung	1	1	1035.1250	7.4436	0.0183 *
Entfernung*Nutzung	1	1	517.5625	3.7218	0.0777

Multiple Comparisons for User-Defined Estimates

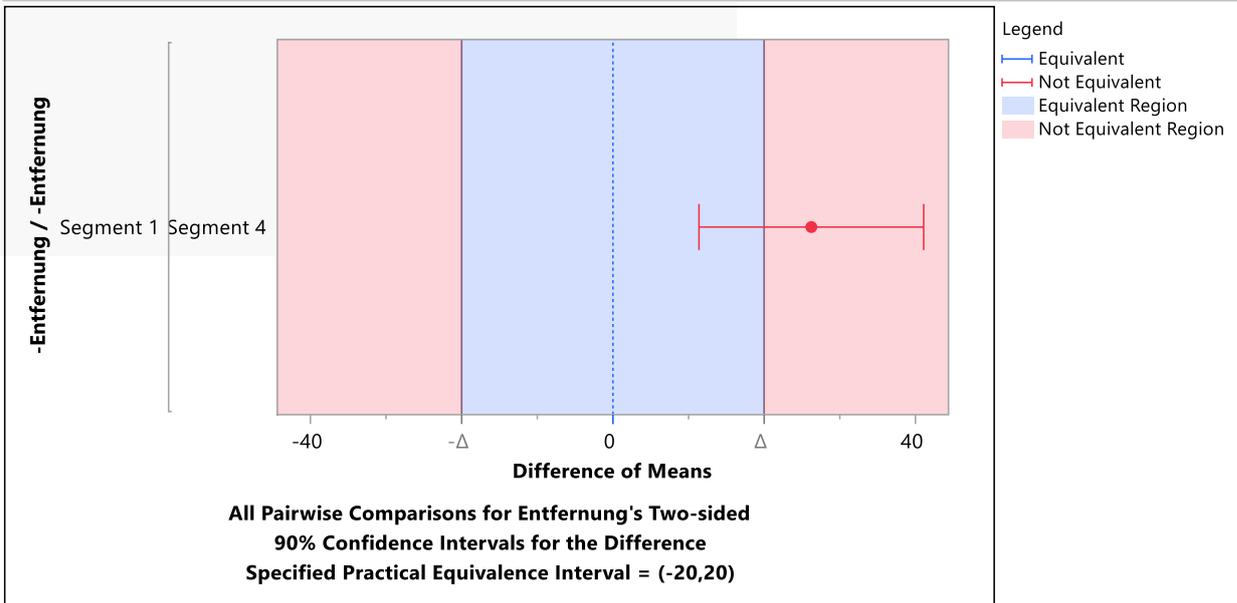
User-Defined Estimates

Nutzung = nachher

Entfernung	Estimate	Std Error	DF	Lower 95%	Upper 95%
Segment 1	32.750000	5.8962382	12	19.90320	45.596799
Segment 4	6.500000	5.8962382	12	-6.34680	19.346799

Equivalence Tests

Forest Plot



Statistische Ausgabe 7: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response NH4+-N [kg/ha]

Summary of Fit

RSquare	0.285053
RSquare Adj	0.106316
Root Mean Square Error	11.62433
Mean of Response	4.5
Observations (or Sum Wgts)	16

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	3	646.5000	215.500	1.5948
Error	12	1621.5000	135.125	Prob > F
C. Total	15	2268.0000		0.2423

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Entfernung	1	1	210.25000	1.5560	0.2361
Nutzung	1	1	435.12500	3.2202	0.0979
Entfernung*Nutzung	1	1	196.00000	1.4505	0.2517

Multiple Comparisons for User-Defined Estimates

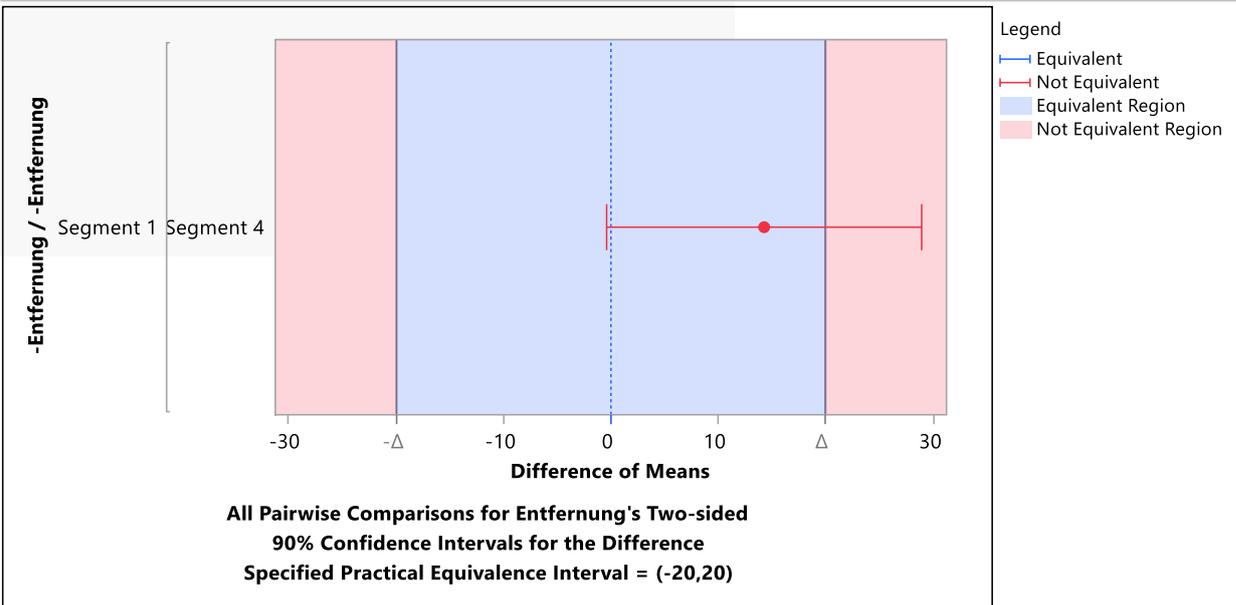
User-Defined Estimates

Nutzung = nachher

Entfernung	Estimate	Std Error	DF	Lower 95%	Upper 95%
Segment 1	15.500000	5.8121640	12	2.83638	28.163617
Segment 4	1.250000	5.8121640	12	-11.41362	13.913617

Equivalence Tests

Forest Plot



Statistische Ausgabe 8: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response N_{min} in Schicht

Summary of Fit

RSquare	0.4953
RSquare Adj	0.369125
Root Mean Square Error	20.12927
Mean of Response	18.4375
Observations (or Sum Wgts)	16

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	3	4771.6875	1590.56	3.9255
Error	12	4862.2500	405.19	Prob > F
C. Total	15	9633.9375		0.0365 *

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Entfernung	1	1	1958.0625	4.8325	0.0483 *
Nutzung	1	1	2812.5000	6.9412	0.0218 *
Entfernung*Nutzung	1	1	1350.5625	3.3332	0.0929

Multiple Comparisons for User-Defined Estimates

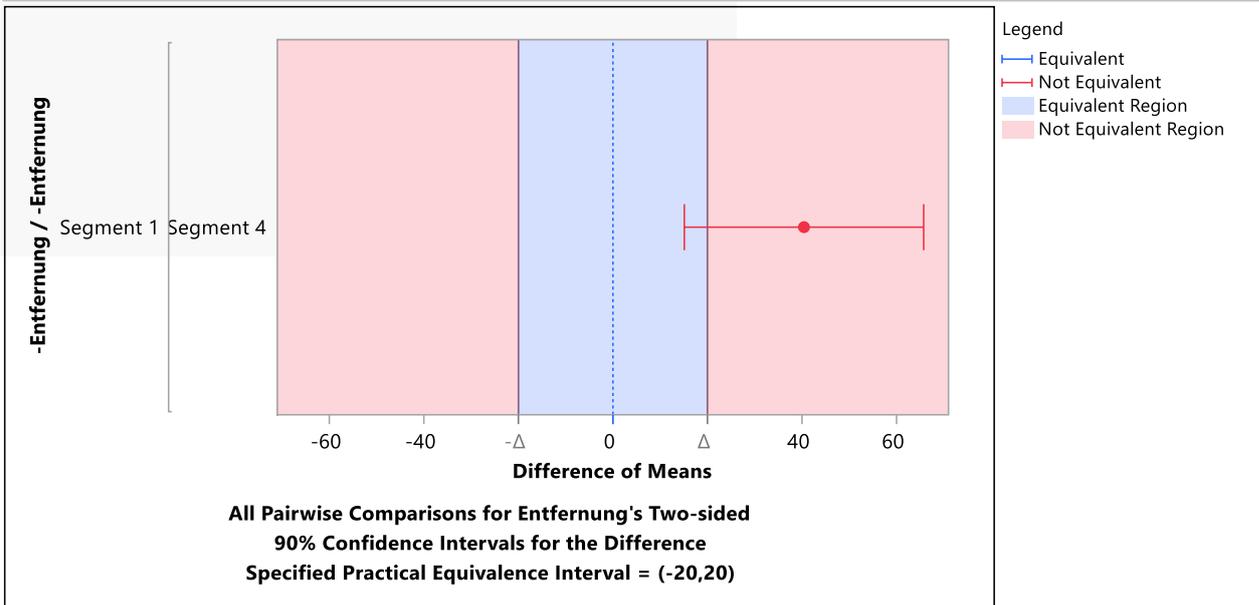
User-Defined Estimates

Nutzung = nachher

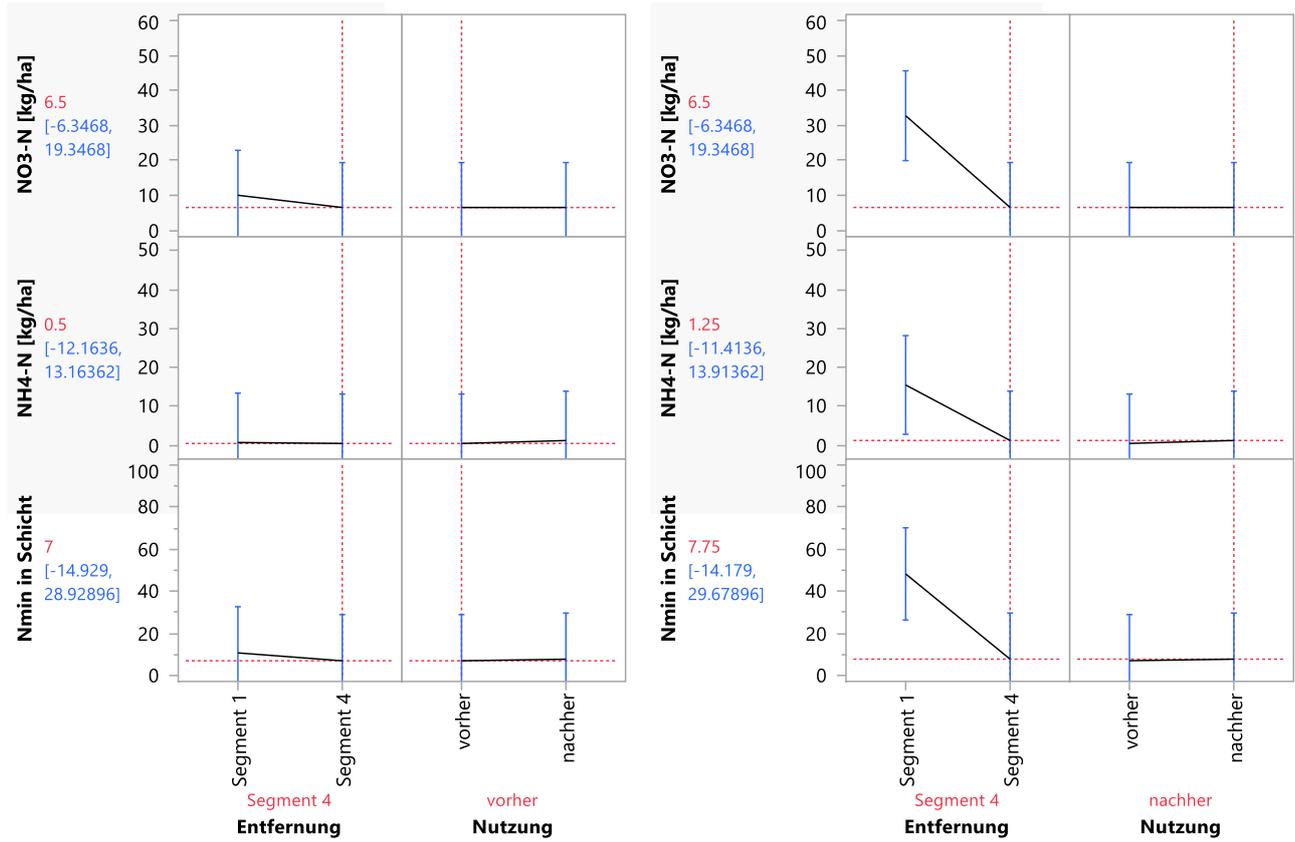
Entfernung	Estimate	Std Error	DF	Lower 95%	Upper 95%
Segment 1	48.250000	10.064635	12	26.32104	70.178956
Segment 4	7.750000	10.064635	12	-14.17896	29.678956

Equivalence Tests

Forest Plot



Statistische Ausgabe 9: Nährstoffverteilung Hähnchen – Prediction Profiler N



4.3.4.2 Responses pH-Wert, P₂O₅, K₂O, MgO

Statistische Ausgabe 10: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response pH-Wert

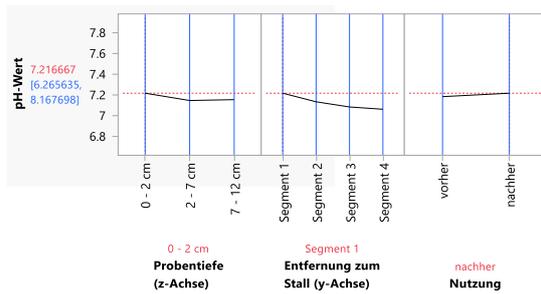
Summary of Fit

RSquare	0.493342
RSquare Adj	0.459312
Root Mean Square Error	0.124435
Mean of Response	7.086806
Observations (or Sum Wgts)	144

Fixed Effect Tests

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Probentiefe (z-Achse)	2	2	133	4.6464	0.0112 *
Entfernung zum Stall (y-Achse)	3	3	133	5.7930	0.0009 *
Nutzung	1	1	133	0.5427	0.4626
Nutzung*Entfernung zum Stall (y-Achse)	3	3	133	0.9134	0.4364

Prediction Profiler



Tukey HSD All Pairwise Comparisons

Quantile = 2.60182, Adjusted DF = 133.0, Adjustment = Tukey-Kramer

All Pairwise Differences Connecting Letters

Entfernung zum Stall (y-Achse)	Least Squares Mean
Segment 1	A 7.1555556
Segment 2	A B 7.0916667
Segment 3	B 7.0527778
Segment 4	B 7.0472222

Levels not connected by same letter are significantly different.

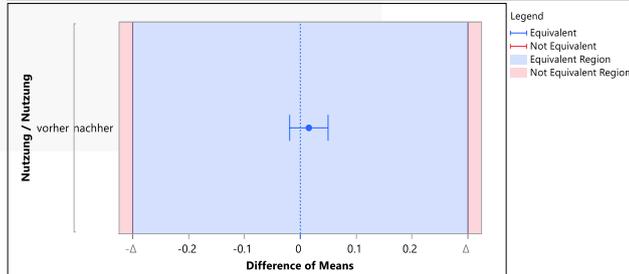
Multiple Comparisons for Nutzung

Least Squares Means Estimates

Nutzung	Estimate	Std Error	DF	Lower 95%	Upper 95%
vorher	7.0944444	0.10399052	1.0202	5.8333300	8.3555589
nachher	7.0791667	0.10399052	1.0202	5.8180522	8.3402811

Equivalence Tests

Forest Plot



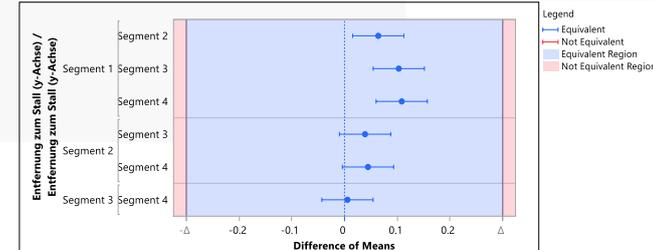
All Pairwise Comparisons for Nutzung's Two-sided
90% Confidence Intervals for the Difference
Specified Practical Equivalence Interval = (-0.3,0.3)

Least Squares Means Estimates

Entfernung zum Stall (y-Achse)	Estimate	Std Error	DF	Lower 95%	Upper 95%
Segment 1	7.1555556	0.10501945	1.0612	5.9898567	8.3213544
Segment 2	7.0916667	0.10501945	1.0612	5.9259679	8.2573655
Segment 3	7.0527778	0.10501945	1.0612	5.8870790	8.2184766
Segment 4	7.0472222	0.10501945	1.0612	5.8815234	8.2129210

Equivalence Tests

Forest Plot



All Pairwise Comparisons for Entfernung zum Stall (y-Achse)'s Two-sided
90% Confidence Intervals for the Difference
Specified Practical Equivalence Interval = (-0.3,0.3)

Statistische Ausgabe 11: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response P₂O₅

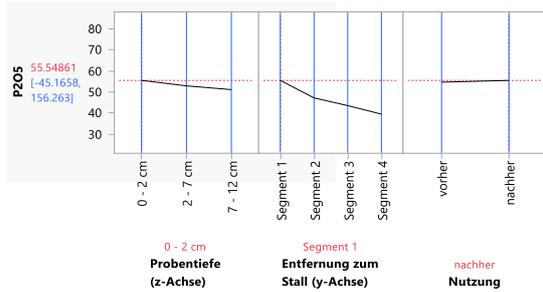
Summary of Fit

RSquare	0.85512
RSquare Adj	0.845389
Root Mean Square Error	4.473262
Mean of Response	44.25694
Observations (or Sum Wgts)	144

Fixed Effect Tests

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Probentiefe (z-Achse)	2	2	133	11.6174	<.0001 *
Entfernung zum Stall (y-Achse)	3	3	133	79.8305	<.0001 *
Nutzung	1	1	133	0.1253	0.7239
Nutzung*Entfernung zum Stall (y-Achse)	3	3	133	0.4575	0.7124

Prediction Profiler



Tukey HSD All Pairwise Comparisons

Quantile = 2.60182, Adjusted DF = 133.0, Adjustment = Tukey-Kramer

All Pairwise Differences Connecting Letters

Entfernung zum Stall (y-Achse)	Least Squares Mean
Segment 1	A 52.805556
Segment 2	B 45.694444
Segment 3	C 41.277778
Segment 4	D 37.250000

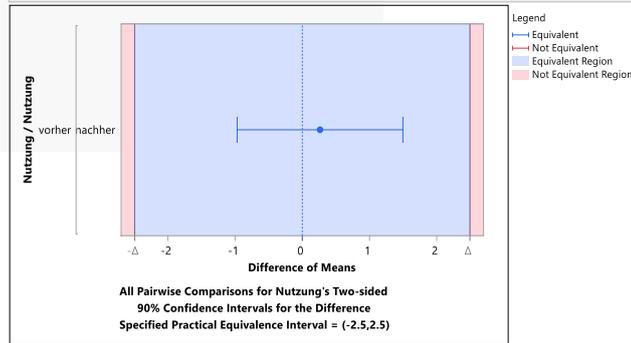
Levels not connected by same letter are significantly different.

Multiple Comparisons for Nutzung

Nutzung	Estimate	Std Error	DF	Lower 95%	Upper 95%
vorher	44.388889	8.5151079	1.0038	-62.83166	151.60944
nachher	44.125000	8.5151079	1.0038	-63.09555	151.34555

Equivalence Tests

Forest Plot

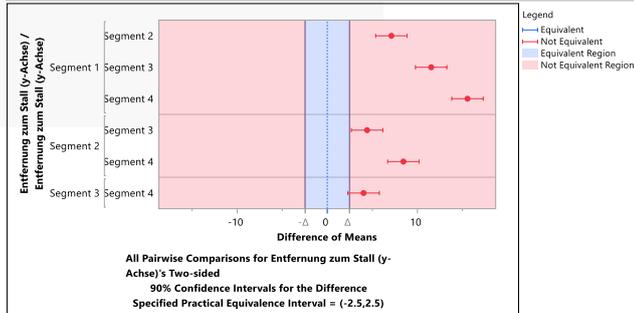


Multiple Comparisons for Entfernung zum Stall (y-Achse)

Entfernung zum Stall (y-Achse)	Estimate	Std Error	DF	Lower 95%	Upper 95%
Segment 1	52.805556	8.5314114	1.0116	-52.71373	158.32484
Segment 2	45.694444	8.5314114	1.0116	-59.82484	151.21373
Segment 3	41.277778	8.5314114	1.0116	-64.24151	146.79706
Segment 4	37.250000	8.5314114	1.0116	-68.26929	142.76929

Equivalence Tests

Forest Plot



Statistische Ausgabe 12: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response K₂O

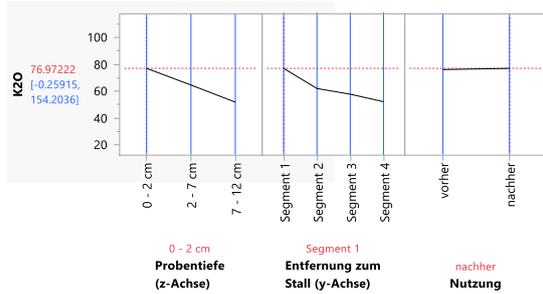
Summary of Fit

RSquare	0.657726
RSquare Adj	0.634737
Root Mean Square Error	12.0176
Mean of Response	50.65278
Observations (or Sum Wgts)	144

Fixed Effect Tests

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Probentiefe (z-Achse)	2	2	133	52.1944	<.0001 *
Entfernung zum Stall (y-Achse)	3	3	133	22.9539	<.0001 *
Nutzung	1	1	133	0.7393	0.3914
Nutzung*Entfernung zum Stall (y-Achse)	3	3	133	0.5357	0.6586

Prediction Profiler



Tukey HSD All Pairwise Comparisons

Quantile = 2.60182, Adjusted DF = 133.0, Adjustment = Tukey-Kramer

All Pairwise Differences Connecting Letters

Entfernung zum Stall (y-Achse)	Least Squares Mean
Segment 1	A 64.055556
Segment 2	B 50.888889
Segment 3	B C 45.166667
Segment 4	C 42.500000

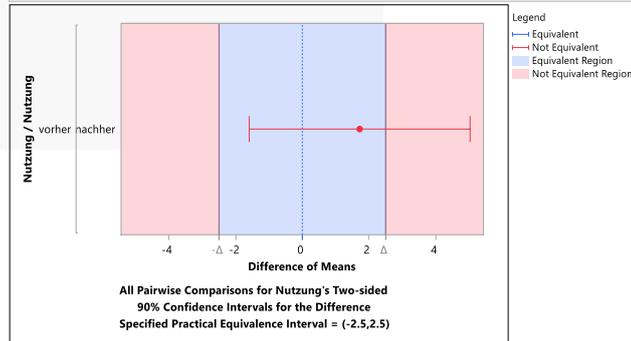
Levels not connected by same letter are significantly different.

Multiple Comparisons for Nutzung

Nutzung	Estimate	Std Error	DF	Lower 95%	Upper 95%
vorher	51.513889	9.0141373	1.0251	-6.59036	159.61814
nachher	49.791667	9.0141373	1.0251	-58.31259	157.89592

Equivalence Tests

Forest Plot

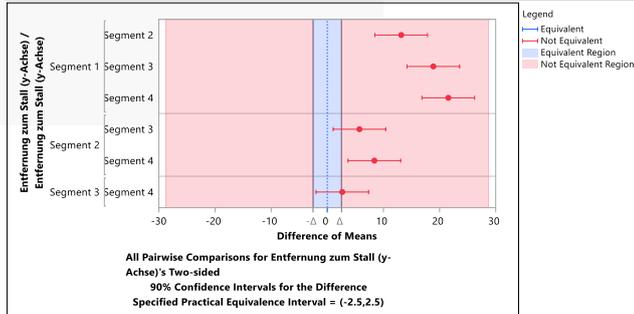


Multiple Comparisons for Entfernung zum Stall (y-Achse)

Entfernung zum Stall (y-Achse)	Estimate	Std Error	DF	Lower 95%	Upper 95%
Segment 1	64.055556	9.1247214	1.0764	-34.14173	162.25284
Segment 2	50.888889	9.1247214	1.0764	-47.30840	149.08617
Segment 3	45.166667	9.1247214	1.0764	-53.03062	143.36395
Segment 4	42.500000	9.1247214	1.0764	-55.69729	140.69729

Equivalence Tests

Forest Plot



Statistische Ausgabe 13: Nährstoffverteilung Hähnchen – Response MgO

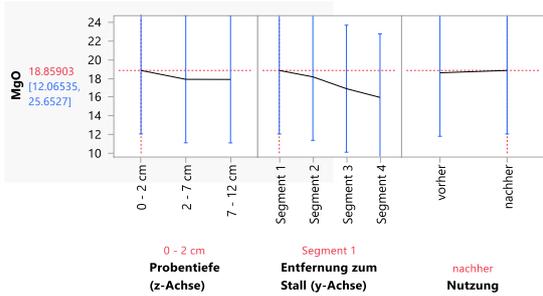
Summary of Fit

RSquare	0.520326
RSquare Adj	0.488109
Root Mean Square Error	1.527132
Mean of Response	16.79653
Observations (or Sum Wgts)	144

Fixed Effect Tests

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Probtiefe (z-Achse)	2	2	133	6.2604	0.0025 *
Entfernung zum Stall (y-Achse)	3	3	133	26.1434	<.0001 *
Nutzung	1	1	133	0.1337	0.7152
Nutzung*Entfernung zum Stall (y-Achse)	3	3	133	0.4216	0.7378

Prediction Profiler



Tukey HSD All Pairwise Comparisons

Quantile = 2.60182, Adjusted DF = 133.0, Adjustment = Tukey-Kramer

All Pairwise Differences Connecting Letters

Entfernung zum Stall (y-Achse)	Least Squares Mean
Segment 1	A 18.097222
Segment 2	A 17.505556
Segment 3	B 16.450000
Segment 4	C 15.133333

Levels not connected by same letter are significantly different.

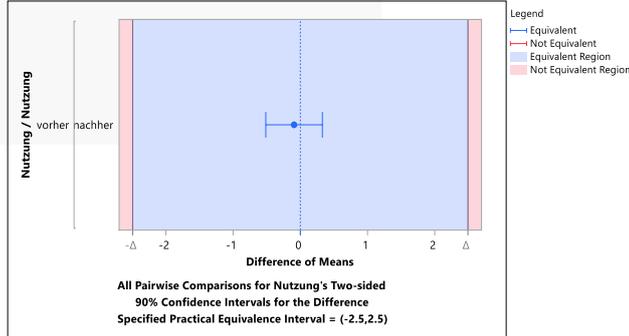
Multiple Comparisons for Nutzung

Least Squares Means Estimates

Nutzung	Estimate	Std Error	DF	Lower 95%	Upper 95%
vorher	16.750000	0.92614620	1.0389	5.9730283	27.526972
nachher	16.843056	0.92614620	1.0389	6.0660839	27.620027

Equivalence Tests

Forest Plot



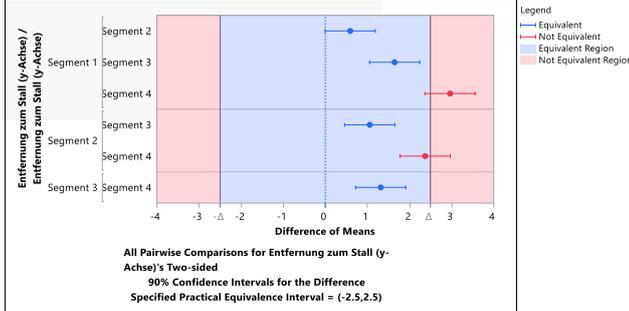
Multiple Comparisons for Entfernung zum Stall (y-Achse)

Least Squares Means Estimates

Entfernung zum Stall (y-Achse)	Estimate	Std Error	DF	Lower 95%	Upper 95%
Segment 1	18.097222	0.94347099	1.1188	8.7354468	27.458998
Segment 2	17.505556	0.94347099	1.1188	8.1437801	26.867331
Segment 3	16.450000	0.94347099	1.1188	7.0882246	25.811775
Segment 4	15.133333	0.94347099	1.1188	5.7715579	24.495109

Equivalence Tests

Forest Plot



5 Diskussion der Ergebnisse

Im Projektverlauf wurden insgesamt drei Auslaufvarianten konstruiert und erprobt. Alle Varianten dienten sowohl zur praktischen Erprobung von alternativen Ausläufen als auch als Technikum für die Durchführung von wissenschaftlichen Versuchen. Hierheraus ergibt sich ein Zielkonflikt. Einzelne Konstruktionen konnten im Rahmen des Projektes nicht zu einer Vorserienreife gebracht werden. Das hätte die Anzahl an Varianten und Variationen, die zur Prüfung gekommen sind, eingeschränkt. Der Fokus im Projekt OptiHuhn lag darauf, praktische und wissenschaftliche Grundlagen zu schaffen, um die für die Praxis relevanten und erfolgreich umsetzbaren Varianten zu infizieren und ein Pflichtenheft (vgl. Kapitel 5.4) für eine Konstruktion zu erarbeiten. Ein möglicher Industriepartner für eine solche Umsetzung konnte im Projektverlauf gewonnen werden.

5.1 Erprobung der Handhabung der Auslaufvarianten

Die finalen Konstruktionen Variante 1b und Variante 2 sind grundsätzlich handhabbar. Die Variante 2 ist darüber hinaus auch skalierbar.

Das Verschwenken der Variante 1b mit allen weiteren Elementen ist in ca. einer Stunde zu erledigen. Es ist aber zu beachten, dass das vollständige Wechseln des Stallstandorts einen größeren Aufwand darstellt. Der Auslauf ist modular (die einzelnen Stahlsegmente haben handhabbare Transportmaße) und auch die Bestückung der Seitenflächen ist segmentweise ausgeführt. Gleiches wäre für den Elektrozaun machbar. Die Abdeckung des Auslaufs muss derzeit noch nach dem Umstellen erneuert werden. Die Windanfälligkeit ist minimiert und stellt eher kein Risiko mehr da. Schneelasten konnten nicht geprüft werden. Die beschriebenen Details könnten Gegenstand einer Optimierung hin zu einem Prototypen sein. Das Versetzen der Variante 2 benötigt ca. 1,5 Stunden.

Einhausung

Die vollständige Einhausung des Auslaufs (wie in Variante 1a und 1b erfolgt) beseitigt das Problem mit den Prädatorenverlusten. Da der Auslauf für die Variante 2 anderen Ansprüchen genügen musste, ist dieses Ergebnis nicht auf die Legehennenherde übertragbar. Bei geeigneter Optimierung des Auslaufs der Variante 2 könnte mit ähnlichen Ergebnissen gerechnet werden. Im Rahmen von Überlegungen in der Projektgruppe wurden Maßnahmen der aktiven Vergrämung angedacht. Eine Umsetzung dieser Ideen wäre wünschenswert.

Es wurde insbesondere in der Auslaufvariante 1b beobachtet, dass bei hinreichend hohen Temperaturen in der Nacht die Masthähnchen im Außenbereich auf höher gelegene Plätze des Segmentgestänges aufbaumten. Das bedeutet, dass sich die Tiere im Auslauf sicher fühlen. Ob dieses für eine Legehennenherde wünschenswert ist, oder ob es Probleme mit der Eiablage geben wird, konnte nicht geklärt werden.

Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein möglicher Infektionsdruck von innerhalb der Herde vermindert würde. Bei einer Übernachtung im Außenbereich müsste jedoch auf das erhöhte Kotaufkommen geachtet werden. Das Weidemanagement müsste angepasst werden.

Ob eine Vollständige Einhausung mit Vogelschutz- oder Beschattungsnetzen eine Befreiung von der Aufstallpflicht aufgrund tierseuchenrechtlicher Anweisungen rechtfertigt, wäre evtl. auch politisch zu diskutieren. Die Auslaufvarianten 1b und 2 böten eine Experimentierumgebung die Gefahr einer möglichen Kontamination des geschützten Auslaufs mit Wildvogelkot zu bewerten. Die Einhausung verhindert nicht nur das Eindringen von Raubvögeln in den geschützten Auslauf, sondern es gilt auch für andere Wildvögel. Eine Kontamination könnte nur über Einwaschung von Kot über die Schutznetze erfolgen.

Eine Befreiung von der Aufstallpflicht würde einen deutlichen Fortschritt im Bereich des Tierwohles bedeuten. Eine Verminderung der Aufenthaltsdauer der Tiere im Stall würde die gleitende durchschnittliche Besatzdichte im Stall herabsetzen, was innerhalb eines Stalls mehr Platz für die Ausübung artgerechter Verhaltensweisen führen könnte. Eine positive Auswirkung auf einige Tierwohlparameter, die in Bezug zur räumlichen Enge stehen, wäre zu vermuten. Auch dieses sollte in weiteren Versuchen abgeprüft werden.

In der Kommunikation mit dem Verbraucher*Innen erscheint es auch konsistenter, wenn im Seuchenfalle den Tieren zumindest ein Teil des Auslaufes zur Verfügung stünde, und die Produkte weiterhin mit gutem Gewissen als Freilandprodukte vermarktet werden könnten.

Nachrüstung der Konstruktion an bestehende Ställe

Variant 1a und b: Die Belastung der Koppelpunkte vom Auslauf an den Stall sollte nicht unterschätzt werden, besonders wenn Bodenunebenheiten mit den Rädern des Auslaufes durch- oder überfahren werden. Ein Standortwechsel des Mobilstalles gestaltet sich aber schwieriger, da die gesamte Konstruktion in die einzelnen Elemente zerlegt werden muss, oder sehr groß und ohne zentralen Anhängpunkt ausgeführt ist. In der Variante 1b konnte diese Problematik durch konstruktive Maßnahmen entschärft werden.

Variante 2: Durch die Trennung der einzelnen Elemente werden keine Kräfte in die Stallkonstruktion eingeleitet. Baulicherseits werden hier dementsprechend keine Anforderungen gestellt. Auch ist ein Versetzen recht einfach möglich. Durch die Modularität ist eine Vergrößerung oder Verkleinerung des Hühnerauslaufes ebenfalls jederzeit möglich.

5.2 Tierverluste, Gesundheit, Tierwohl

Eine durchgängige Erfassung von Tierverlusten, Gesundheit und Tierwohl erfolgte bei den Masthähnchen in Kooperation mit dem Projekt „Neue Strategien zur Reduktion von Erkrankungen auf ökologischen Masthühnerbetrieben unter besonderer Berücksichtigung des Darmmikrobioms“ (ProBioHuhn). Eine Erfassung in der Legehennenherde im laufenden Betrieb erfolgte nicht, da die von OptiHuhn durchgeführten Versuche mitten in der Legeperiode starteten. Die Zuordnung von Verlusten und Problemen mit dem Haltungssystem wären nicht sinnvoll zuordbar gewesen. Nachfolgende Ausführung bezieht sich aus diesem Grund auf die Masthähnchen. Bei der Beurteilung der Ergebnisse sollte zwischen den Effekten „intensives Management“ und „Haltungssystem mit optimiertem Auslauf“ unterschieden werden.

Tierverluste

Die in Kapitel 4.2.1 beschriebenen Tierverluste bei den Masthähnchen sind als extrem gering einzustufen. Der überwiegende Teil der Verluste ist auf exogene und nicht auf haltungs- und managementbezogene Gründe zurückzuführen (Erdrücken durch Lärmbelästigung). Die Prädatorenverluste bei vollständiger Einhausung des Auslaufs beliefen sich auf genau 0 Tiere. Dieses ist sicherlich durch keine andere Maßnahme als durch die Einhausung begründbar

Gesundheit

In den Varianten 1 (a und b) gab es durchgehend Kokzidienprobleme. Diese rührten aus der massiven Infektion der ersten Versuchsgruppe, welche vom schon im Aufzuchtstall stattgefunden hatte. Durch Hygiene im Stall, das Wechseln des Auslaufs und vorbeugende Impfung der nachfolgenden Durchgänge wurden diese Probleme beherrschbar und nur durch Blutuntersuchungen als weiterhin bestehend erkannt (vgl. Kapitel 4.2.1).

Während der Projektlaufzeit wurden keine krankheitsbedingten Ausfälle verzeichnet.

Die allgemeine Gesundheit der Tiere ist sicherlich verstärkt auf das insgesamt intensive Management zurückzuführen. Inwieweit eine mögliche Stressreduktion der Tiere durch den verbesserten Auslauf eine Auswirkung auf Gesundheitsparameter und krankheitsbedingte Verluste hat, konnte im Rahmen des OptiHuhn Projektes nicht abgegrenzt werden.

Tierwohlindikatoren

In Kapitel 4.2.1 ist beispielhaft die Erfassung von Tierwohlindikatoren aufgelistet. Wesentliche Probleme ergaben sich im Bereich Feder- und Brustbeinschäden. Die Ausprägung beider Kriterien hängt wahrscheinlich nicht von der Auslaufgestaltung ab. Diese Beurteilung ist allerdings auch nicht vordringlicher Gegenstand des Projektes OptiHuhn.

Reaktion der Tiere auf Greifvogelsimulationen

Durch eine Drohne sollte ein anfliegender Greifvogel simuliert werden. Die Tiere reagierten frühzeitig fluchtartig, wobei die Fluchtrichtung „Stall“ den einzig definitiven Schutz bot.

Ein Einfluss durch die verwendeten Beschattungsnetze ließ sich nur bedingt erkennen. Die Netze mit einer Dichte von 84 %, die im ersten Durchlauf (vgl. Variante 1a, Kapitel 4.1.1) verwendet wurden, führten durch ihre extreme Blickdichte zu einer Reduktion des Fluchtverhaltens. Wie ebenso in Kapitel 4.1.1 beschrieben, führten sie aber zu Problemen mit der Windstabilität. Dieser Zielkonflikt sollte bearbeitet werden, um zu optimalen Ergebnissen zu kommen.

Des Weiteren wurde eine Schutzhütte in den Auslauf 1b am Ende des Auslaufs integriert. Dieses führte zu einer Verhaltensänderung. Die Schutzhütte wurde angenommen. Die Hähnchen waren differenzierter bei der Wahl der Fluchtrichtung. Einige Tiere flüchteten nicht in den Stall, sondern in Richtung Schutzhütte. Durch eine solche Maßnahme könnte eine weitere Verbesserung der Verteilung der Tiere auf der Fläche erreicht werden.

Inwieweit diese Beobachtung übertragbar auf die Legehennen ist, muss überprüft werden.

Mastleistung

Die Mastleistung der Tiere verbesserte sich zum Ende des Projektes. Über die Zeit verbesserte sich die Auslaufgestaltung. Dieser Effekt ist allerdings confounded mit der Veränderung der Fütterung, dem Impfstatus und der Qualität des Tiermaterials. Rückschlüsse auf einzelne Aspekte des Haltungssystems und des Managements sind nicht zu treffen. Diese Beurteilung ist allerdings auch nicht vordringlicher Gegenstand des Projektes OptiHuhn.

5.3 Erfassung und Beurteilung der Flächennutzung

Auch bei einer Optimierung der Auslaufnutzung wird es zu einer Nährstoffanreicherung im Auslauf kommen. Diese Anreicherung ist sogar gewollt und ließe sich in ihrem Umfang über die Dauer der jeweiligen Parzellennutzung steuern, um geeignete Mengen für Nachfolgekulturen und erneute Weideaufwüchse verfügbar zu machen.

Es stellt sich lediglich die Frage, wie die z.B. in [3] und [4] kalkulierten Mengen an Nährstoffen im Auslauf verteilt werden. Im Rahmen des Projektes OptiHuhn (vgl. Kapitel 4.3.4) konnte nachgewiesen werden, dass die im Projekt popagierte Gestaltung des Auslaufs eine deutliche Entschärfung des Problems zulässt. Die Schiefe der Verteilung der N_{\min} -Mengen über den Auslauf (Verminderung mit der Entfernung) ist zwar Signifikant (vgl. Tabelle 4), die Erhöhung im Stallnahen Bereich bleibt nach der Beweidung aber trotzdem im durch Auswuchs verwertbaren Bereich (Segment 1 = 48,3 kg N_{\min} /ha in Schicht – vgl. Kapitel 4.3.4.1). Die erneut wachsenden Pflanzenbestände können diese Menge problemlos aufnehmen. Die Gefahr der Auswaschung von Stickstoffverbindungen (NO_3^-) ist gering. Eher das Gegenteil ist der Fall, der Stickstoffgehalt blieb auch nach der Beweidung im stallnahen Bereich ein ertragsbegrenzender Faktor.

Der pH-Wert sowie die P_2O_5 und MgO Gehalten zeigten bei Annahme praktischer Relevanzgrenzen Äquivalenz des Zustands vor und nach der Beweidung, eine Schiefe der Verteilung im Auslauf ist allerdings signifikant (vgl. Tabelle 5 und Kapitel 4.3.4.2). Aber auch hier konnten keine relevante Akkumulation der Nährstoffe im Nahbereich des Auslaufs nachgewiesen werden. K_2O zeigte zwar keine Äquivalenz, übriges trifft aber auch hier zu (vgl. Tabelle 5 und Kapitel 4.3.4.2).

Über die erreichten Verbesserungen hinaus konnten Ideen für eine weitere Optimierung der Auslaufnutzung entwickelt werden. Eine weitere Erprobung wäre wünschenswert.

Durch die Verbesserung der Nährstoffverteilung scheint auch eine Diskussion über den tatsächlich notwendigen Flächenbedarf des Geflügels im Auslauf sinnvoll zu sein. Z.B. scheint die Fläche von 4 m² je Legehenne im Auslauf nicht wirklich notwendig zu sein, um artgerechtes Verhalten für alle Tiere im Auslauf zu garantieren. Der begrenzende Faktor ist eher die Nährstoffmenge je Quadratmeter und Zeit. Bei einer hinreichend gleichmäßigen Verteilung der Nährstoffe im Auslauf kann die Gesamtmenge über die Verweildauer relativ exakt gesteuert werden. Voraussetzung wäre eine punktgenauer Versetzungszyklus. Das OptiHuhn-Projekt legte Grundlagen für eine automatisierte Versetzung des Auslaufs, ohne dass schwere Geräte eingesetzt werden müssten. Eine wetterunabhängige und gleichzeitig bodenschonende Versetzung des Auslaufs ist greifbar.

Obige Ausführungen sind übertragbar auf die Aufwuchsnutzung.

5.4 Arbeitswirtschaft / Ökonomie

Eine aufgeschlüsselte ökonomische Bewertung wurde nicht durchgeführt. An dieser Stelle sei auf folgende Sachverhalte hingewiesen: Für das Versetzen des Auslaufs in der Variante 1b muss ca. eine Stunde veranschlagt werden. Das Versetzen des Auslaufs der Variante 2 benötigt in der derzeit nicht optimierten Form ca. 1,5 Stunden. In der Auslaufvariante 1b kam keine Tierverluste durch Raubzeug vor. Nach Optimierung der Variante 2 kann man ähnliche Erfolge erwarten. Am Standort DFH kam es durch eine hohe Raubvogeldichte, gefördert durch ein parallellaufendes Programm zur Etablierung von Raubvögeln, nach mündlicher Aussage der Leitung der Tierhaltung zu Prädatorenverlusten von bis zu 30 % der Herde über einen Nutzungszyklus.

Um die Einhausung des Auslaufes wirtschaftlich zu gestalten, ist die drastische Verminderung der Tierverluste allein wahrscheinlich noch nicht hinreichend. Es kämen jedoch weitere Aspekte, die der Wirtschaftlichkeit dienen könnten, hinzu.

1. Vieles hängt an der Zeitdauer für das Versetzen des Auslaufs. Die Ansätze, die im Projekt OptiHuhn umgesetzt wurden, sind vielversprechend. Eine weitere Optimierung der Zeitdauer scheint praktisch greifbar.
2. Die bessere Nährstoffverteilung im Auslauf führt dazu, dass sie sinnvoll von der nachfolgenden Kultur genutzt werden können und dass die benötigte Auslauffläche deutlich reduziert werden könnte.
3. Im Projekt OptiHuhn konnte beobachtet werden, dass die Abweidung des Auslaufs gleichmäßiger war. Eine bessere Nutzung der Auswuchs als echte Futterkomponente ist wahrscheinlich. Es scheint also sinnvoll, dass die Geflügelhaltung als Fruchtfolgeglied unter Verwendung spezieller Feldfuttermischungen eingebunden wird. Sowohl das Konzept des rotierenden Auslaufs (Variante 1b) als auch das Konzept des hoch modularen Auslaufs mit der linearen Versetzung (Variante 2) ist vorbereitet für einen solchen Einsatz. Denkbar wäre auch eine kombinierte Beweidung mit Rindern / Milchkühen und Hühnern von Dauergrünland. Das Geflügel könnte wahrscheinlich erheblich zur Rinderkotverteilung beitragen und den Grundlandertrag von Portionsweiden oder bei Mob-Grazing. Eine Prüfung solcher Konzepte steht aus. In jedem Fall müsste die Mobilität der Ställe und des Auslaufs für solche Konzepte noch erhöht werden. Ansätze diesbezüglich konnten im OptiHuhn Projekt gezeigt werden.
4. Insbesondere in Legehennenherden könnte ein drastisch verminderter Tierverlust die wirtschaftliche Nutzung der Tiere über die Mauser hinaus ermöglichen. Eine zweite Legeperiode der Hennen wäre außerdem ein gutes Vermarktungsargument und würde auch eine Verbesserung des Tierwohls darstellen.

5.5 Fazit und Ausblick

Das Projekt OptiHuhn konnte mit Erfolg abgeschlossen werden. Für die derzeitigen Problemfelder der Mobilstallhaltung Flächennutzung, Nährstoffverteilung, Prädatorenschutz und Tierwohl konnten Verbesserungen erreicht werden. Weiterhin konnten Lösungsansätze für eine weitere Optimierung entwickelt werden. Folgende Ansätze zur Optimierung sollten weiterverfolgt werden:

- Konstruktion:
 - Arbeitszeiterparnis durch motorisiertes- bzw. teilautonomes versetzen auf der Fläche sowie einfachere Wartung und Betreuung des Stalles durch aufgelöste Anordnung der Technik, bzw. der Stalleinrichtung (Anordnung der Funktionselement in Stall vs. Auslauf);
 - Optimierung des Versetzens zwischen Flächen;
 - Der Auslauf bzw. die Auslauf-Stall-Kombination sollten insgesamt leichter und mobiler werden, damit das Verschwenken / Versetzen unabhängig vom Wetter erfolgen kann;
 - Prädatorenschutz für die Auslaufvariante 2 verbessern;
 - Vergrämungsmaßnahmen für Variante 2 oder deren Weiterentwicklung konzipieren.
- Wissenschaftliche Fragestellungen:
 - Im Rahmen der oben beschriebenen Präferenzversuche ergab sich folgende neue Fragestellung: Der maximal sinnvolle bzw. wirksame Abstand der Schutzobjekte des Auslaufs vom Boden für großflächige Beschattungen ist unerforscht. Die Stall- und Auslaufvariante 2 bietet konstruktionsbedingt eine ideale Möglichkeit auch die Frage nach der wirksamen Höhe zu klären.
 - Wie kann durch weitere mobile sich mitbewegende Strukturelemente im Auslauf die Auslaufnutzung und Nährstoffverteilung noch weiter harmonisiert werden? Die Stall- und Auslaufvariante 1b und 2 bietet die Möglichkeit andere alternative Auslaufgestaltungsvarianten und „Habitat Anreicherungen“ systematisch zu erproben. Z.B. könnte der Auslauf mit Sitzstangen, Schutzhütten, Futter- und Wasserangebot angereichert werden.
 - Welches ist die ideale Balance zwischen Dauer der Parzellennutzung und Wiederaufwuchs unter Berücksichtigung harmonischer Nährstoffverteilung? Das Versetzen sollte dem Pflanzenbestand im Auslauf angepasst werden. In diesem Fall kann der Bewuchs ohne nachhaltige Schädigung beweidet werden. Die mit dem Kot anfallenden Nährstoffe können durch den Aufwuchs bestmöglich genutzt werden. Der Aufwuchs selbst steht wiederum als Futtergrundlage für Nutztiere oder die Bodenlebewesen zur Verfügung. Somit wird ein Austrag der wertvollen Nährstoffe verhindert und Humus aufgebaut. Wichtig hierfür ist die kontrollierte gleichmäßige Nutzung des Auslaufes. Ob dieses durch die Beweidungsform, die Steigerung der Attraktivität des Auslaufs oder die verringerte Größe des Auslaufs je Tier und je Zeitabschnitt geschieht, ist zu diskutieren. Als Vorbild hierfür könnte das System der Portionsweide oder des Mob-Grazings dienen. In beiden Fällen ist es wichtig, dass die Tiere in der Lage sind, die angebotene Futterfläche in kurzer Zeit zu nutzen, aber nicht zu übernutzen.
 - Welchen Beitrag kann die weitere Optimierung des Stall- und Auslaufsystem auf die Weidenutzung als Futterkomponente grundsätzlich liefern?
 - Lässt sich die Mobilstallhaltung in eine ökologische Fruchtfolge einbinden? Was ist die geeignete Futterpflanze hierfür?
 - Der Einsatz der RFID-Sensoren würde Informationen über die tierindividuelle Auslaufnutzung geben. Hieraus ließen sich tierindividuelle Zuchtziele ableiten. Die Auslaufsystem des OptiHuhn-Projekts böten die Möglichkeit diese Technik zu erproben, ohne dass es zu Tierverlusten durch Prädatoren käme. Hier ergäbe sich eine Synergie mit dem RegioHuhn-Projekt.

- Politische Fragestellungen

- Die komplette Einhausung des Auslaufs könnte evtl. eine geänderte Handhabung der Aufstallpflicht bei der Gefahr von Aviäre Influenza zur Folge haben. Es wäre wünschenswert zu klären, ob ein Kontakt mit infektiösem Material durch die besondere Gestaltung des Auslaufs verhindert werden kann. Somit entfielen die Aufstallungspflicht, was ein erhebliches Plus an Tierwohl für die Mobilstallhaltung bedeuten würde. Welche Grundvoraussetzungen muss ein Mobilstall- und Auslaufsystem dafür erfüllen?
- Die getesteten Stall- und Auslaufvarianten ermöglicht potenziell ein tägliches Versetzen des Auslaufs. Damit könnte ein Geflügelauslauf als Portionsweide gestaltet werden. Derzeit wird durch die Ökoverordnung eine Auslaufgröße von 4 m² für Legehennen und 2,5 m² für Masthähnchen bei einem Flächenwechselintervall von zwei Wochen festgelegt. Basis für diese Regelung scheint die theoretische Nährstoffverteilung auf der Fläche zu sein. Die durch die Stall- und Auslaufvarianten geänderte Auslaufgestaltung ermöglicht eine wissenschaftlich fundierte Überarbeitung dieser Regelung. Es wäre wünschenswert einen geeigneten Versuchsplan für die Klärung dieser Fragestellung aufzustellen. Kann der Flächenbedarf für die ökokonforme Geflügelhaltung reduziert werden? Wie groß müsste die Fläche je Tier sein, damit artgerechtes Verhalten möglich ist?

Es wäre wünschenswert obige Fragestellungen in einen Folgeantrag bearbeiten zu können. Unabhängig davon möchte das Fachgebiet Agrartechnik zusammen mit der Firma Chicken-Trailer die vorhandenen Erkenntnisse und Konstruktionsideen im Rahmen einer „Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar (DIP)“ für die Praxis umsetzen.

6 Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse. Wurden im Projekt praxisrelevante Ergebnisse erzielt? Falls nein, bitte begründen, falls ja: erläutern, inwiefern diese Ergebnisse direkt praktisch anwendbar sind. Sofern praxisrelevante Erkenntnisse gewonnen wurden, Erstellung eines Merkblatts zwecks Transfer dieser Ergebnisse in die Praxis (s. III.)

Das Projekt OptiHuhn konnte einen Beitrag zur Weiterentwicklung des Mobilstallkonzeptes für Masthähnchen und Legehennen beitragen. Es zeigte konstruktive Möglichkeiten der mobilen großflächigen Einhausung und der Strukturierung des Auslaufs auf. Mit Hilfe dieser Maßnahmen konnten Verbesserungen des Mobilstallkonzeptes hinsichtlich Auslaufflächennutzung, Nährstoffverteilung, Prädatorenschutz und Tierwohl erreicht werden.

Neben den genannten konkreten Verbesserungen konnte das Potential für weitere Verbesserungen und Veränderungen aufgedeckt und benannt werden (vgl. Kapitel 5.5).

7 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Das Projekt hatte besonders in der Anfangsphase stark unter den Auswirkungen der Coronakrise und den damit auftretenden Lieferschwierigkeiten zu leiden, trotzdem konnten alle wesentlichen Projektziele erreicht werden.

Die Tiererkennung mittels RFID wurde auf Grund von Lieferschwierigkeiten und Kostensteigerungen nicht umgesetzt (vgl. Zwischenbericht). Die Beurteilung der Auslaufnutzung konnte mit Hilfe manueller Zählung und auf Computer-Vision basierter Zählung ermittelt werden.

Da anhand von Tierbeurteilungen keine relevante Endoparasitenbelastung der Tiere nachgewiesen werden konnte (bis auf die mit den Tieren gelieferten Kokzidien) wurde auf eine Beprobung des Auslaufs verzichtet. Die Beurteilung einer möglichen Akkumulation von Parasitendauerformen im Auslauf schien also mangels Befalls sinnlos zu sein.

8 Zusammenfassung

Das Projekt OptiHuhn widmete sich der Entwicklung und Erprobung innovativer Auslaufvarianten für mobile Geflügelställe. Ziel war es, die Bereiche Flächennutzung, Nährstoffverteilung, Prädatorenschutz und Tierwohl zu optimieren. Drei Auslaufvarianten wurden konstruiert und sowohl in der Praxis als auch in wissenschaftlichen Versuchen getestet.

Die im Projekt OptiHuhn angewandte Auslaufgestaltung führte zu einer deutlichen Verbesserung der Nährstoffverteilung und Flächennutzung im Vergleich zu konventionellen Systemen. Durch die gezielte Platzierung von weiteren Strukturelementen im Auslauf könnten die erzielten Ergebnisse noch weiter verbessert werden.

Die vollständige Einhausung des Auslaufs (Variante 1a und 1b) verhinderte Verluste durch Prädatoren vollständig. In der Variante 2, die nicht vollständig eingehaust war, könnten durch Optimierungsmaßnahmen die Verluste auch deutlich reduziert werden.

Die Tiere zeigten in den optimierten Ausläufen ein verbessertes Verhalten und hatten weniger Stresssymptome. Tierverluste durch Krankheiten waren nicht zu verzeichnen. Tierwohlproblematiken waren gering ausgeprägt bzw. nahezu nicht vorhanden. Die vorhandenen Tierwohlprobleme stehen nicht ursächlich in Verbindung zur Auslaufgestaltung.

Eine detaillierte ökonomische Bewertung wurde zwar nicht durchgeführt, jedoch deuten die Ergebnisse auf positive Effekte durch geringere Tierverluste, eine bessere Nährstoffnutzung und eine bessere Flächennutzung hin. Das Versetzen oder Umstellen des Auslaufs sollte noch weiter optimiert werden.

Das Projekt OptiHuhn hat gezeigt, dass durch die Optimierung mobiler Geflügelställe und Ausläufe deutliche Verbesserungen in den Bereichen Flächennutzung, Nährstoffverteilung, Prädatorenschutz und Tierwohl erreicht werden können. Die Ergebnisse liefern wertvolle Erkenntnisse für die Weiterentwicklung praxistauglicher Lösungen in der Geflügelhaltung.

Es besteht Bedarf an weiterer Forschung, um die Erkenntnisse des Projekts OptiHuhn zu vertiefen und in die Praxis umzusetzen. Folgende Fragestellungen sollten in zukünftigen Forschungsarbeiten adressiert werden:

- Optimierung der Konstruktion: weitere Automatisierung und Mobilität der Ställe und Ausläufe, Verbesserung des Prädatorenschutzes für Variante 2, Entwicklung von Raubzeug-Vergrämungsmaßnahmen.
- Wissenschaftliche Fragestellungen: Einfluss mobiler Strukturelemente auf die Auslaufnutzung, Beitrag des Systems zur Weidenutzung, Optimierung der Parzellennutzung und des Wiederaufwuchses, Integration der Mobilstallhaltung in eine ökologische Fruchtfolge.
- Politische Fragestellungen: Möglichkeiten der Befreiung von der Aufstallungspflicht bei Vogelgrippe, Reduzierung des Flächenbedarfs für die ökokonforme Geflügelhaltung.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Projekt OptiHuhn einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung der Mobilstallhaltung in der Geflügelhaltung geleistet hat. Die Ergebnisse zeigen, dass durch den verfolgten innovativen Ansatz des OptiHuhn-Projektes deutliche Verbesserungen in den verschiedenen genannten Bereichen erzielt werden können.

9 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), “Der Appetit auf Geflügelfleisch wächst, Deutschland mehr Geflügel als Rind.” Accessed: Jun. 05, 2024. [Online]. Available: <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tierhaltung/gefluegelhaltung#:~:text=Der Appetit auf Geflügelfleisch wächst, Deutschland mehr Geflügel als Rind>
- [2] EU, “EG VO 834/2007.” Accessed: Mar. 31, 2024. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0834&from=DE>
- [3] F. D. und J. H. A. Fürmetz, C. Keppler, U. Knierim, “Legehennen in einem mobilen Stallsystem - Auslaufnutzung und Flächenzustand. In: Heß, J und Rahmann, G (Hrsg.) Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau,” Kassel University Press GmbH, Kassel. [Online]. Available: <http://orgprints.org/3842/1/3842.pdf>
- [4] C. W. U. Elbe, A. Roß, G. Steffens, H. Van den Weghe, “Ökologische Legehennenhaltung in großen Herden: Spezifische Auslaufnutzung und Nährstoffeintrag. In: Heß, J und Rahmann, G (Hrsg.) Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau,” Kassel University Press GmbH, Kassel. [Online]. Available: <https://orgprints.org/id/eprint/3842/1/3842.pdf>
- [5] M. S. Dawkins, P. A. Cook, M. J. Whittingham, K. A. Mansell, and A. E. Harper, “What makes free-range broiler chickens range? In situ measurement of habitat preference,” *Animal Behaviour*, Vol. 66, No. 1, 2003, p. S. 151–160.
- [6] M. Mußblick, “Auslaufnutzung,” in *Evaluierung alternativer Haltungsformen von Legehennen*, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2004, p. S. 123-138.
- [7] E. Zeltner, H. Hirt, and J. Hauser, “How to motivate laying hens to use the hen run?,” in *Organic livestock farming: potential and limitations of husbandry practice to secure animal health and welfare and food quality. Proceedings of the 2nd SAFO Workshop*, M. Hovi, A. Sundrum, and S. Padel, Eds., Witzenhausen, Germany: SAFO Sustaining Animal Health and Food Safety in Organic Farming. A European Commission funded Concerted Action Project. University of Reading, 2004, p. S. 161–165.
- [8] D. Bazer, “Einfluss einer Auslaufstrukturierung auf das Verhalten, den Gesundheitszustand und die Leistung von Legehennen in Freilandhaltung,” Ludwig-Maximilians-Universität München, 2005. doi: 10.5282/edoc.4140.
- [9] K. Reiter, U. Oestreicher, W. Peschke, and K. Damme, “Individual use of free range by laying hens,” *World’s Poult. Sci. J.*, 2006.
- [10] G. Trei, B. Hörning, D. Lampert, and J. Jahn, “Am Mut hängt der Erfolg: Rückblicke und Ausblicke auf die ökologische Landbewirtschaftung,” in *Beiträge zur 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, Eberswalde: Köster, Berlin. [Online]. Available: <https://orgprints.org/27118/>
- [11] S. H. Gordon, M. J. Forbes, J. Powell, and et al., “Management factors affecting the use of pasture by table chickens in extensive production systems,” in *Proceedings of the UK Organic Research 2002 Conference*, 2002. [Online]. Available: <https://orgprints.org/8257/>
- [12] A. Nasirahmadi *et al.*, “Deep learning and machine vision approaches for posture detection of individual pigs,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 17, pp. 1–15, 2019, doi: 10.3390/s19173738.

- [13] KTBL (Hrsg.), *Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung – BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift 399*. KTBL-Schriften-Vertrieb, 2002.
- [14] V. Maurer, H. Hirt, and P. Hördegen, “Laying hen husbandry: effect of run management on turf quality,” in *IFOAM 2000 – The world grows organic: Proceedings of the 13th Scientific Conference*, Basel (CH), 2000, p. 368.
- [15] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), *Alternative Legehennenhaltung*. 2004.
- [16] W. Vogt-Kaute, C. Gaio, and U. Klöble, “Gebäudekosten und Arbeitszeitbedarf für die ökologische Legehennenhaltung,” in *10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, Zürich, 2009. [Online]. Available: http://orgprints.org/14337/1/VogtKaute_14337.pdf
- [17] C. Gaio, U. Klöble, W. Vogt-Kaute, K. Mager, C. Moriz, and K. Heitkämper, “Arbeitszeitbedarf in der ökologischen Legehennenhaltung,” in *Bioland- Geflügeltagung 2011*, Rostock, 2011. [Online]. Available: http://orgprints.org/18787/4/gaio-etal_arbeitszeitbedarf-legehennen_bioland-gefluegeltagung-2011.pdf
- [18] SAS Institute Inc., “JMP Pro, Version 17.2 for Microsoft® Windows® for x64.” SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2023. [Online]. Available: <https://www.jmp.com/>
- [19] G. Bradski, “The OpenCV Library.” 2021. [Online]. Available: <https://opencv.org/>
- [20] Python Software Foundation, “Python Language Reference.” Python Software Foundation, 2021. [Online]. Available: <http://www.python.org>
- [21] M. Abadi *et al.*, “TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems,” Mar. 2016, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1603.04467>

10 Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt (Printmedien, Newsletter usw.), bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

10.1 Projektarbeiten

Gröticke, Lena: Stand der Technik des Mobilstalles für Hühner unter besonderer Berücksichtigung der mit der Haltungsform verbundenen Problemfelder. Witzenhausen, 12.01.2021. Betreuung: Hensel und Kulig.

Apfelböck, Johannes: Erarbeitung eines Konzepts zur Gestaltung von Hühnerunterständen. Witzenhausen, 12.10.2022. Betreuung: Arthmann und Kulig.

Haufe, Anselm: Konstruktion segmentierter Center-Pivot-Arme zur Auslaufbegrenzung eines optimierten Mobilstallkonzeptes der Geflügelfreilandhaltung unter Berücksichtigung vereinfachter Fertigungsbedingungen. Witzenhausen, 31.08.2021. Betreuung: Zentner, Kulig und Tostmann.

Hartung, Dora, Nickl, Niclas: Bestimmung der optimalen Ausführung der Netzüberdachung für die Gestaltung der Einhausung eines Auslaufs in der Mobilstallhaltung von Masthähnchen mit Hilfe eines Präferenzversuches. Witzenhausen, 10.06.2024. Betreuung: Kulig, Jung.

10.2 Bachelorarbeiten

Haufe, Anselm: Thema: Festigkeitsberechnung Konstruktion Auslaufvariante 2. In Arbeit. Betreuung: Zentner und Kulig.

Hütten, Inka: Erfassung und Optimierung der Auslaufnutzung in der Freiland-Legehennenhaltung. Witzenhausen, 18.05.2024. Betreuung: Jung, Kulig.

Bürkel, Angelina: Vergleich von Sitzstangen bei Legehennen im Mobilstall unter Beachtung von Auswahl und Nutzungsverhalten. Witzenhausen, 30.05.2024. Betreuung: Kulig, Gieseke.

10.3 Tagungsbeiträge

Jung, Lisa; Kulig, Boris; Schäfer, Bertram; Addo, Sowah; Hinrichs, Dirk: The Influence of Sample Size on Fitting the True Flock Prevalences in Animal Welfare Assessment. Abstract #2214850 to The 75th EAAP Annual Meeting, 01. - 05.09.2024, Florence, Italy.

10.4 Veröffentlichungen

Jung, Lisa; Kulig, Boris; Louton, Helen; Knierim, Ute: Can the Assessment of Skin Injuries and Keel Bone Damage at the Slaughterhouse tell about Hen Welfare On-Farm? PLOS ONE. Aktuell in Review.

Jung, Lisa; Kulig, Boris; Schäfer, Bertram; Addo, Sowah; Hinrichs, Dirk: Calculation of sample size for prevalence assessment considering detection uncertainty in Animal Welfare Assessment with unknown true herd prevalence. Simulation of confidence intervals in the case of major differences between the assumed and estimated prevalence. In Bearbeitung.

Kulig, B., Wilczek, U., Bursch, J., Jung, L., Hütten, I., Nasirahmadi A., Hensel, O.: Optimization of the use of outdoor runs in mobile housing for laying hens and broilers, considering animal and nutrient distribution with the help of a new concept of outdoor run design. agricultural engineering.eu. In Bearbeitung.

Kulig, B., Wilczek, U., Bursch, J., Jung, L., Hütten, I., Nasirahmadi A., Hensel, O.: Technische Optimierungsansätze in der Mobilstallhaltung von Legehennen und Masthähnchen, Vorschlag zur Auslaufgestaltung. Bioland, In Bearbeitung.

Teil III: Anhang

11 Anhang zum Schlussbericht: kurz gefasster Erfolgskontrollbericht

Der Erfolgskontrollbericht soll, sofern im Einzelfall zutreffend, Angaben zu nachfolgenden Punkten enthalten. Es kann auf Abschnitte des Schlussberichts verwiesen werden. Der Erfolgskontrollbericht wird nicht veröffentlicht.

11.1 Der Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen, z.B. des Förderprogramms (ggf. unter Angabe des Schwerpunkts), soweit dies möglich ist

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Projekt OptiHuhn einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung der Mobilstallhaltung in der Geflügelhaltung geleistet hat. Die Ergebnisse zeigen, dass durch den verfolgten innovativen Ansatz des OptiHuhn-Projektes deutliche Verbesserungen in den verschiedenen genannten Bereichen erzielt werden können.

Das OptiHuhn-Vorhaben bearbeitete mehrere Ziele, die in der Bekanntmachung "Aufbau und Weiterentwicklung einer nachhaltigen Geflügelwirtschaft im ökologischen Landbau" genannt wurden. Im Einzelnen sind dies Beiträge zu:

1. Einem verbesserten Produktionssystem mit einer geringeren Intensitätsstufe auf Grund eines deutlich reduzierten Arbeitsaufwandes in der Freilandhaltung (vgl. Kapitel 5.1 und 5.4);
2. Steigerung des Tierwohls durch geringeren Parasitendruck und häufigeren Zugang zu frischem Grünfutter durch selbstständige und höher frequentierte Auslaufrotation (vgl. Kapitel 5.1);
3. Schutz vor Prädatoren durch einen komplett umzäunten Auslauf mit Auslaufläche nach EU-Öko-Verordnung (vgl. Kapitel 5.1 und 5.2);
4. Besseres Explorationsverhalten durch automatisch mitfahrende Deckungsmöglichkeiten und blickdichte Netze (vgl. Kapitel 5.3);
5. Minimierung des Stickstoffeintrags durch Hühnerkot pro Fläche durch besseres Explorationsverhalten (vgl. Kapitel 5.3);
6. Verminderung von parasitären Erkrankungen durch ein optimiertes Auslaufmanagement und verbesserte Auslaufnutzung (vgl. Kapitel 5.2).

11.2 Das wissenschaftliche und technische Ergebnis des Vorhabens, die erreichten Nebenergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen

Vgl. Kapitel 4 und Kapitel 5 des Abschlussberichts.

11.3 Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte, die vom Zuwendungsempfänger oder von am Vorhaben Beteiligten gemacht oder in Anspruch genommen wurden, sowie deren standortbezogene Verwertung (Lizenzen u.a.) und erkennbare weitere Verwertungsmöglichkeiten

Eine Patenterteilung auf die Auslaufkonstruktion wurde bereits erteilt. Ein weitere Erfindungsmeldung bzw. Gebrauchsmusteranmeldung zur automatischen Versetzung von Mobilstall und Auslauf ist in Zusammenarbeit mit der Firma Chicken Trailer in Vorbereitung.

11.4 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) – z.B. auch funktionale/wirtschaftliche Vorteile gegenüber Konkurrenzlösungen, Nutzen für verschiedene Anwendergruppen/-industrien am Standort Deutschland, Umsetzungs- und Transferstrategien (Angaben, soweit die Art des Vorhabens dies zulässt)

Die Verringerung der Tierverluste durch die Einhausung des Auslaufs, die harmonisierte Nährstoffverteilung und die Optimierung der Auslaufnutzung und deren Beitrag als Futtergrundlage könnten zu einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Mobilstallhaltung von Geflügel führen. Eine Minimierung der Zeiten, die für das Verschwenken oder Versetzen des Auslaufs benötigt werden, scheint möglich. Dieses würde die Wirtschaftlichkeit weiter verbessern.

Im Rahmen einer „Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar (DIP)“ in Kooperation mit der Firma Chicken-Trailer könnten weitere Schritte in diese Richtung gegangen werden.

11.5 Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) – u.a. wie die geplanten Ergebnisse in anderer Weise (z.B. für öffentliche Aufgaben, Datenbanken, Netzwerke, Transfer-stellen etc.) genutzt werden können. Dabei ist auch eine etwaige Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen, Firmen, Netzwerken, Forschungsstellen u.a. einzubeziehen

Das Projekt „OptiHuhn“ führte allgemeine zu einer Stärkung der Kompetenz der Arbeitsgruppe „Maschinelle Lernen und Robotik“ der Uni Kassel, Fachgebiet Agrartechnik. So können z.B. die im Rahmen des Projektes weiterentwickelt Computer- Vision Ansätze in andere Projekte des Fachgebietes einfließen.

Eine Zusammenarbeit mit der Firma Chicken-Trailer ist bereits etabliert. Ein gemeinsames Projekt ist geplant. Eine Kooperation mit dem Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz am Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften der Uni Kassel wird eruiert. Eine Zusammenarbeit kann sich durch die Projektidee „Geflügelhaltung als Fruchtfolgeglied“ und bei der Projektidee „Synergistische Effekte der gemeinsamen Beweidung durch Geflügel und Rinder auf Weideertrag und Biodiversität auf der Weide“ ergeben.

11.6 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche notwendige nächste Phase bzw. die nächsten innovatorischen Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der Ergebnisse sowie Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben,

Das Projekt „OptiHuhn“ führte allgemeine zu einer Stärkung der Kompetenz der Arbeitsgruppe „Maschinelle Lernen und Robotik“ der Uni Kassel, Fachgebiet Agrartechnik. So können z.B. die im Rahmen des Projektes weiterentwickelt Computer- Vision Ansätze in andere Projekte des Fachgebietes einfließen.

Folgende Fragestellungen sind während der Bearbeitung des Projekts OptiHuhn abgeleitet bzw. entwickelt worden:

- Konstruktion:
 - Arbeitszeiterparnis durch motorisiertes- bzw. teilautonomes versetzen auf der Fläche sowie einfachere Wartung und Betreuung des Stalles durch aufgelöste Anordnung der Technik, bzw. der Stalleinrichtung (Anordnung der Funktionselement in Stall vs. Auslauf);
 - Optimierung des Versetzens zwischen Flächen;
 - Der Auslauf bzw. die Auslauf-Stall-Kombination sollten insgesamt leichter und mobiler werden, damit das Verschwenken / Versetzen unabhängig vom Wetter erfolgen kann;
 - Prädatorenschutz für die Auslaufvariante 2 verbessern;
 - Vergrämgungsmaßnahmen für Variante 2 oder deren Weiterentwicklung konzipieren.
- Wissenschaftliche Fragestellungen:
 - Im Rahmen der oben beschriebenen Präferenzversuche ergab sich folgende neue Fragestellung: Der maximal sinnvolle bzw. wirksame Abstand der Schutzobjekte des Auslaufs vom Boden für großflächige Beschattungen ist unerforscht. Die Stall- und Auslaufvariante 2 bietet konstruktionsbedingt eine ideale Möglichkeit auch die Frage nach der wirksamen Höhe zu klären.
 - Wie kann durch weitere mobile sich mitbewegende Strukturelemente im Auslauf die Auslaufnutzung und Nährstoffverteilung noch weiter harmonisiert werden? Die Stall- und Auslaufvariante 1b und 2 bietet die Möglichkeit andere alternative Auslaufgestaltungsvarianten und „Habitat Anreicherungen“ systematisch zu erproben. Z.B. könnte der Auslauf mit Sitzstangen, Schutzhütten, Futter- und Wasserangebot angereichert werden.
 - Welches ist die ideale Balance zwischen Dauer der Parzellennutzung und Wiederaufwuchs unter Berücksichtigung harmonischer Nährstoffverteilung? Das Versetzen sollte dem Pflanzenbestand im Auslauf angepasst werden. In diesem Fall kann der Bewuchs ohne nachhaltige Schädigung beweidet werden. Die mit dem Kot anfallenden Nährstoffe können durch den Aufwuchs bestmöglich genutzt werden. Der Aufwuchs selbst steht wiederum als Futtergrundlage für Nutztiere oder die Bodenlebewesen zur Verfügung. Somit wird ein Austrag der wertvollen Nährstoffe verhindert und Humus aufgebaut. Wichtig hierfür ist die kontrollierte gleichmäßige Nutzung des Auslaufes. Ob dieses durch die Beweidungsform, die Steigerung der Attraktivität des Auslaufs oder die verringerte Größe des Auslaufs je Tier und je Zeitabschnitt geschieht, ist zu diskutieren. Als Vorbild hierfür könnte das System der

Portionsweide oder des Mob-Grazings dienen. In beiden Fällen ist es wichtig, dass die Tiere in der Lage sind, die angebotene Futterfläche in kurzer Zeit zu nutzen, aber nicht zu übernutzen.

- Welchen Beitrag kann die weitere Optimierung des Stall- und Auslaufsystems auf die Weidenutzung als Futterkomponente grundsätzlich liefern?
- Lässt sich die Mobilstallhaltung in eine ökologische Fruchtfolge einbinden? Was ist die geeignete Futterpflanze hierfür?
- Der Einsatz der RFID-Sensoren würde Informationen über die tierindividuelle Auslaufnutzung geben. Hieraus ließen sich tierindividuelle Zuchtziele ableiten. Die Auslaufsysteme des OptiHuhn-Projekts böten die Möglichkeit diese Technik zu erproben, ohne dass es zu Tierverlusten durch Prädatoren käme. Hier ergäbe sich eine Synergie mit dem RegioHuhn-Projekt.
- „Politische“ Fragestellungen
 - Die komplette Einhausung des Auslaufs könnte evtl. eine geänderte Handhabung der Aufstallpflicht bei der Gefahr von Aviäre Influenza zur Folge haben. Es wäre wünschenswert zu klären, ob ein Kontakt mit infektiösem Material durch die besondere Gestaltung des Auslaufs verhindert werden kann. Somit entfielen die Aufstallungspflichten, was ein erhebliches Plus an Tierwohl für die Mobilstallhaltung bedeuten würde. Welche Grundvoraussetzungen muss ein Mobilstall- und Auslaufsystem dafür erfüllen?
 - Die getesteten Stall- und Auslaufvarianten ermöglichen potenziell ein tägliches Versetzen des Auslaufs. Damit könnte ein Geflügelauslauf als Portionsweide gestaltet werden. Derzeit wird durch die Ökoverordnung eine Auslaufgröße von 4 m² für Legehennen und 2,5 m² für Masthähnchen bei einem Flächenwechselintervall von zwei Wochen festgelegt. Basis für diese Regelung scheint die theoretische Nährstoffverteilung auf der Fläche zu sein. Die durch die Stall- und Auslaufvarianten geänderte Auslaufgestaltung ermöglicht eine wissenschaftlich fundierte Überarbeitung dieser Regelung. Es wäre wünschenswert einen geeigneten Versuchsplan für die Klärung dieser Fragestellung aufzustellen. Kann der Flächenbedarf für die ökokonforme Geflügelhaltung reduziert werden? Wie groß müsste die Fläche je Tier sein, damit artgerechtes Verhalten möglich ist?

Es wäre wünschenswert obige Fragestellungen in Folgeanträgen bearbeiten zu können.

Die technischen Fragestellungen ließen sich zusammen mit der Firma Chicken-Trailer im Rahmen einer „Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar (DIP)“ für die Praxis umsetzen.

Die wissenschaftlichen und „politischen“ Fragestellungen könnten im Rahmen einer Kooperation mit dem Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz am Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften der Uni Kassel auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen abgearbeitet werden.

11.7 Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer, z.B. Anwenderkonferenzen (Angaben, soweit die Art des Vorhabens dies zulässt)

Falls eine Finanzierung ermöglicht wird, können die finalen Ergebnisse auf den Ökofeldtagen 2025 präsentiert werden. Gleiches gilt für die EuroTier 2024 und die BÖL Geflügelveranstaltung im Winter 2024.

11.8 die Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung.

Trotz des negativen Einflusses der Corona-Pandemie auf den Projektablauf und die Materialbeschaffung, -verfügbarkeit und -kosten konnten Budget und Zeitplan eingehalten werden. Die reguläre Projektlaufzeit von 36 Monaten ging bis zum 14.02.2024. Über diesen Termin hinaus wurden im Rahmen des Projektes vom Fachgebiet Agrartechnik Abschlussarbeiten betreut, deren zusätzlichen Ergebnisse in das Projekt und in den Abschlussbericht eingeflossen sind.