

Umsetzung der Europäischen Innovationspartnerschaft
„Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-AGRI)
im Freistaat Sachsen

Endbericht

für ein nach Richtlinie LIW/2014 mit Mitteln des ELER gefördertes Vorhaben

Titel des Vorhabens:

Einstreuqualität und Parasitenlast als Einflussfaktoren auf das physiologische Verhalten von Legehennen in sächsischen Geflügelhaltungen

Autoren: Dr. Ruben Schreiter
Prof. Dr. Markus Freick
Roland Küblböck

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie e.V.
an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

Inhalt

1. Zusammenfassung der Projektplanung	3
1.1. Problembeschreibung	3
1.2. Zielformulierung	4
1.3. Arbeitsplan	5
1.3.1. Methodenbeschreibung	5
1.3.2. Arbeits- und Lösungsweg	5
1.3.3. Arbeitsbeiträge der einzelnen Mitglieder der operationellen Gruppe	6
1.4. Erwartete Ergebnisse	7
2. Darstellung des Projektverlaufs	8
2.1. Übersicht zum zeitlichen und inhaltlichen Ablauf	8
2.2. Bilddokumentation	10
2.3. Herden der Untersuchungen	12
2.4. Arbeitsschritte und Datenerhebungen in den Projektherden	12
2.5. Datenauswertungen	20
3. Projektergebnisse	23
3.1. Einschätzung der Zielerreichung	23
3.2. Hauptergebnisse des Projektes	23
3.2.1. Eignung der Infrarotthermografie zur Gefiederbeurteilung	25
3.2.2. Einfluss der Einstreuqualität auf das Auftreten von Federpicken	30
3.2.3. Einfluss der Parasitenlast auf das Auftreten von Federpicken	36
3.3. Nebenergebnisse des Projektes	39
3.3.1. Einfluss der Junghennenqualität auf Verhaltensstörungen	39
3.3.2. Futter- und Wasseranalysen	43
3.3.3. Leistungsmerkmale und Tierverluste	45
4. Ergebnisverwertung	47
4.1. Nutzung der Ergebnisse in der Praxis	47
4.2. Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse	47
5. Wirkung des Projektes	48
5.1. Beitrag zu den Prioritäten der EU für die Entwicklung des ländlichen Raums	48
5.2. Beitrag zu den Zielen der EIP-AGRI	48
5.3. Beitrag zu den in der SWOT-Analyse festgestellten Bedarfen	48
6. Zusammenarbeit in der operationellen Gruppe	49
6.1. Ausgestaltung der Zusammenarbeit	49
6.2. Mehrwert der operationellen Gruppe	49
7. Verwendung der Zuwendung	50
8. Schlussfolgerungen und Ausblick	50
8.1. Rückblick	50
8.2. Ausblick	50
9. Studentische Abschlussarbeiten aus Daten des Projektes	51
10. Literaturverzeichnis	52
11. Anhang	55

1. Zusammenfassung der Projektplanung

1.1. Problembeschreibung

Federpicken und Kannibalismus stellen schwerwiegende Problematiken für den Tierschutz, die Tiergesundheit und Leistungen in der Legehennenhaltung dar. Um die Schäden, die aus diesen Verhaltensstörungen hervorgehen, zu reduzieren, wurde Legehennenküken in Deutschland bis Juli 2016 die Schnabelspitze kupiert. Infolge einer freiwilligen Vereinbarung zwischen Geflügelwirtschaft und BMEL wird auf diesen nicht-kurativen Eingriff seit 01.08.2016 in Deutschland verzichtet. Seit 01.01.2017 werden keine schnabel-kupierten Hennen in die Legeställe mehr eingestallt. Gegenüber der Haltung von Legehennenherden mit gekürztem Schnabel ist das Risiko für Gefiederschäden und Pickverletzungen in Herden mit intaktem Schnabel deutlich erhöht. Daraus resultieren neben möglichen Beeinträchtigungen bezüglich des Tierschutzes auch negative Aspekte für die Leistung und Ökonomie. Im multifaktoriellen Ursachengefüge von Federpicken und Kannibalismus sind zentrale Einflussfaktoren in den Komplexen Genetik, Fütterung, Haltungsumwelt, soziale Struktur und Tiergesundheit zu finden. Trotz der Kenntnisse zur Einflussnahme von einer Vielzahl an Faktoren, ist noch keine Verfahrensweise bekannt, die ein Auftreten der Verhaltensstörungen bzw. deren Schäden sicher verhindern kann.

Für ein erfolgreiches Einleiten von Gegenmaßnahmen bei sich abzeichnenden Federpicken, ist ein frühzeitiges Erkennen erster Gefiederschäden elementar. Zur Bewertung des Gefiederzustandes erfolgt üblicherweise ein Gefiederscoring durch den Menschen, wo mittels definiertem Schema die Vollständigkeit des Gefieders einer Henne einem Score zugeordnet wird, der das Ausmaß des Gefiederverlusts wiedergibt. Schwachstellen dieser manuellen Untersuchung ergeben sich aus dem subjektiven Einfluss des Beobachters und der damit verbundenen Variation nach Qualifikation, Erfahrung, Motivation und zeitlicher Kapazität der durchführenden Person (Döhring et al., 2020). Deshalb besteht verstärkt die Forderung nach einer bildgebenden Diagnose zur objektiven und quantifizierbaren Beurteilung der Gefiederabdeckung.

Mittels Infrarotthermografie kann die Oberflächentemperatur des Gefieders mit einer Wärmebildkamera festgestellt und federlose Areale aufgrund der höheren Temperatur identifiziert werden (Zhao et al., 2013). Bei braunbefiederten Brauneilegern zeigten Cooke et al. (2006), dass die Temperaturen der Infrarotthermografie mit den Scores der Gefiederbonitur korrelieren und sich zwischen den Scores unterscheiden. Zusätzlich zu diesen Parametern konnten Zhao et al. (2013) bei weißbefiederten Weißeilegern charakteristische Temperaturbereiche für einzelne Boniturscores bestimmen. In weiteren Untersuchungen zur Infrarotthermografie von Pichova et al. (2017) an weißbefiederten Hennen wurden diese Erkenntnisse um Parameter zur Identifikation von federlosen Arealen durch Berechnung des Anteils an Pixeln, die mit Temperaturen oberhalb einer Schwelle von 33,5 °C belegt sind, ergänzt.

1.2. Zielformulierung

Als wesentliche Fragestellungen sollten folgende Ideen bzw. Lösungsansätze im Projekt bearbeitet werden:

1) Eignet sich die Infrarot (IR)-Thermografie als nicht invasive Methode der Einzeltieruntersuchung zur Ergänzung und Erweiterung klassischer Verfahren der Gefiederschäden-Scoring-Systeme im Hinblick auf eine Früherkennung und verbesserte Objektivierbarkeit von Gefiederschäden in Praxisbetrieben?

Pichová et al. (2017) konnten zeigen, dass die IR-Thermografie unter experimentellen Bedingungen ein geeignetes Werkzeug zur Beurteilung des Gefieders darstellt mit dem Vorteil des Fehlens subjektiver Komponenten des jeweiligen Untersuchers und einer höheren Präzision im Vergleich zu subjektiven Scoring-Systemen. Damit erscheint dieses System auch für die betriebliche Eigenkontrolle tierbezogener Tierschutzindikatoren gemäß § 11 (8) Tierschutzgesetz für den Tierhalter interessant, da die Vollständigkeit des Gefieders u.a. ein solcher Indikator ist.

2) Ist die Einstreuqualität und deren Veränderung über die Legeperiode ein praxistauglicher Indikator für die Beurteilung des Risikos des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus in Legehennenherden?

Der Zeitpunkt des Zugangs zu Einstreumaterialien, die aktuelle Verfügbarkeit sowie die Einstreuart und –qualität sind wissenschaftlich anerkannte Faktoren, die das Entstehen von Federpicken und Kannibalismus beeinflussen können. Eine mangelhafte Einstreuqualität in Legehennenherden (keine Strukturierung, Plattenbildung etc.) kann sowohl Mängel hinsichtlich des Stallklimas, der Tierverteilung im Stall, Tiergesundheit, Fütterung als auch bezüglich der Verfügbarkeit der Einstreu als Beschäftigungsmaterial für die Tiere widerspiegeln.

3) Spielt die Parasitenbürde (Endo- und Ektoparasiten) eine Rolle als Risikofaktor für das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus?

Neben lokaler Schädigung (z.B. Haut bzw. Darm) führt ein Parasitenbefall immer auch zu einer Aktivierung des angeborenen und erworbenen Immunsystems. Parmentier et al. (2009) zeigten, dass eine Stimulation des spezifischen humoralen Immunsystems bei Legehennen das Verhalten der Tiere beeinflussen kann. Weiterhin wird ein starker Befall der Roten Vogelmilbe in den Ställen als nachhaltiger Stressor und wichtiger Risikofaktor für ein abweichendes Verhalten betrachtet. Die Parasitenlast als möglicher Risikofaktor für diese Verhaltensstörungen werden als Einflussfaktoren auf den Gefiederzustand untersucht.

1.3. Arbeitsplan

1.3.1. Methodenbeschreibung

Zur Prüfung der Fragestellungen des Projektes werden unter Praxisbedingungen in 28 sächsischen Legehennenherden Untersuchungen durchgeführt, die sich in folgende Arbeitspakete gliedern:

- Arbeitspaket 1 – Datenerhebung und Probenahmen in sächsischen Legehennenbetrieben: In 12 Bestandsbesuchen je Herde werden Daten zur Herdenführung, zum Stallklima, Einstreumanagement, Einstreuanalytik, Bonitur der Einstreu und Parasitenlast erhoben.
- Arbeitspaket 2 – Einzeltieruntersuchungen zur Früherkennung von Federpicken und Kannibalismus: Es erfolgt ein Scoring des Integuments und eine Infrarotthermografie im Rahmen der Bestandsbesuche.
- Arbeitspaket 3 – Statistische Auswertung: Die in den Arbeitspaketen 1 und 2 erhobenen Daten werden vor dem Hintergrund der Zielstellungen des Projektes statistisch ausgewertet.
- Arbeitspaket 4 – Erarbeitung einer Checkliste zur betriebsspezifischen Schwachstellenanalyse.
- Arbeitspaket 5 – Beratung der Projektbetriebe zur Vorbeugung und Früherkennung von Federpicken und Kannibalismus sowie zu geeigneten Maßnahmen
- Arbeitspaket 6 – Wissenstransfer durch Schulungen, Informationsveranstaltungen und Publikationen.

1.3.2. Arbeits- und Lösungsweg

Der Arbeits- und Lösungsweg des Projektes wird folgend überblicksmäßig dargestellt.

Tabelle 1: Tabellarische Übersicht zum geplanten Arbeits- und Lösungsweg

Arbeitspaket	Aktivität	II/2019	III/2019	IV/2019	I/2020	II/2020	III/2020	IV/2020	I/2021	II/2021	III/2021	IV/2021	I/2022
1	Erfassung des Ist-Zustandes in den Projektbetrieben als Vergleichsbasis												
1	Methodenetablierung in der Projektbetrieben												
1	Datenerhebung												
2	Einzeltieruntersuchungen												
3	Statistische Auswertung												
4	Erarbeitung Checkliste												
5	Beratung der Projektbetriebe												
6	Erfahrungsaustausch für Projektbetriebe												
6	Wissenstransfer/Informationsveranstaltungen für Legehennenhalter												
6	Publikationen												

Meilensteine im Projektablauf:

- bis Ende Quartal II/2019: Anschaffung der mobilen Technik
- bis Ende Quartal II/2020: Datenerfassung (betriebliche Datenerhebungen, Einzeltieruntersuchungen) und Laboruntersuchungen (Futter-, Tränkwasser-, Einstreuanalyse, parasitologische Untersuchungen)
- Quartal IV/2020: Zwischenauswertung - statistische Auswertung der Ergebnisse aus der betrieblichen Datenerhebungen, der Einzeltieruntersuchungen (inkl. Infrarotthermografie) sowie der Daten aus der Einstreuanalyse und den parasitologischen Untersuchungen
- Quartal I/2021: Erarbeitung einer Checkliste für Legehennenhalter (Beratungskonzept), 1. Wissenstransfer an Legehennenhalter
- bis Ende Quartal III/2021: Datenerfassung (betriebliche Datenerhebungen, Einzeltieruntersuchungen) und Laboruntersuchungen (Futter-, Tränkwasser-, Einstreuanalyse, parasitologische Untersuchungen)
- Quartal IV/2021: Endauswertung - statistische Auswertung der Ergebnisse aus der betrieblichen Datenerhebungen, der Einzeltieruntersuchungen (inkl. Infrarotthermografie) sowie der Daten aus der Einstreuanalyse und den parasitologischen Untersuchungen
- Quartal I/2022: Fertigstellung der Checkliste für Legehennenhalter (Beratungskonzept), 2. Wissenstransfer an Legehennenhalter, Publikation der Projektergebnisse

1.3.3. Arbeitsbeiträge der einzelnen Mitglieder der operationellen Gruppe

Im Rahmen dieses Projektes werden die vorhandenen fachlichen Kompetenzen der beteiligten Institutionen, Verbände und Betriebe durch eine Intensivierung der Zusammenarbeit und Kommunikation vernetzt und gebündelt. Die Verfahren zur Sicherstellung der Transparenz der Tätigkeit und der Entscheidungsfindung sowie zur Vermeidung von Interessenkonflikten wurden in einem Kooperationsvertrag der operationellen Gruppe (OG) niedergeschrieben. Der Beitrag der Mitglieder der OG zur Gesamtstrategie des Projektes wird nachfolgend dargestellt:

Projektbetriebe – Legehennenhalter: In den beteiligten Betrieben ermöglicht die intensive fachliche Begleitung und der Erfahrungsaustausch der am Projekt teilnehmenden Legehennenherden die Identifikation und in der Folge die Optimierung von Einflussfaktoren, die zu Federpicken und Kannibalismus führen. Daraus resultiert eine Verbesserung des Tierwohls und der Tiergesundheit der gehaltenen Legehennen. Darüber hinaus ist durch den Gewinn neuer Erkenntnisse eine fachliche Qualifizierung des in die Projektaktivitäten eingebundenen, tierbetreuenden Personals über die Projektdauer zu erwarten. Durch diese Effekte trägt das Projekt in den Projektbetrieben zur Sicherung einer tierschutzkonformen, leistungsfähigen und ressourcenschonenden Legehennenhaltung bei.

Sächsischer Geflügelwirtschaftsverband (GWV): Der GWV ist die Vertretung aller an der Geflügelwirtschaft Beteiligten und Interessierten. In diesem Rahmen vertritt er die Interessen der gesamten Geflügelwirtschaft in Sachsen gegenüber der Politik und den amtlichen Beratungsstellen sowie gegenüber der Öffentlichkeit. Weiterhin vertritt der GWV die Interessen des Zentralverbandes Deutsches Geflügel e.V. auf Bundeslandebene. Das Bemühen um ständige, enge Kontakte und einen regen Gedankenaustausch mit den Organisationen des landwirtschaftlichen Berufsstandes und der Wirtschaft ist ein weiterer Baustein der Arbeit des GWV. Im Rahmen dieses Förderprojektes dient der Sächsische GWV als Multiplikator, um die Erkenntnisse aus diesem Projekt im Rahmen von Öffentlichkeitsarbeit und Fortbildungsveranstaltungen an die sächsischen Geflügelhalter zu verbreiten.

Sächsische Tierseuchenkasse – Geflügelgesundheitsdienst (GGD): Die Beratung der Geflügelhalter in allen tiergesundheitslichen und tierschutzrechtlichen Angelegenheiten ist eine Aufgabe der von der Tierseuchenkasse gemäß §14 (4) Sächsisches Ausführungsgesetz zum Tiergesundheitsgesetz unterhaltenen Tiergesundheitsdienste. Es ist abzusehen, dass in Beratungen von Legehennenhaltern der Umgang mit Schnabel unkupierten Herden auch zukünftig eine häufige und wichtige Fragestellung sein wird. Diese Beratungen müssen praxisrelevante Maßnahmen zur Vermeidung von Federpicken und Kannibalismus und deren Auswirkungen auf das Tierwohl und die Tiergesundheit enthalten. Eine systematische Schwachstellenanalyse der Betriebe und ein zielgerichtetes, stringentes Beratungskonzept mit praxiserprobten Empfehlungen ermöglichen eine effektive und zielgerichtete fachliche Beratung und tragen dazu bei, das Tierwohl und die Tiergesundheit in den Legehennenhaltungen nachhaltig zu sichern.

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie e.V. (ZAFT) an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (Antragsteller): Die wissenschaftliche Leitung und Projektkoordination wird von der Professur für Tierhygiene/Tierzucht an der Fakultät Landbau/Umwelt/Chemie übernommen. Neben der Lehre ist die anwendungsorientierte Forschung eine der Kernaufgaben von Hochschulen der angewandten Wissenschaften. Der Wissenstransfer des erreichten Erkenntnisgewinnes zum Herdenmanagement von unkupierten Legehennen in die Praxis in Form von Informations- und Beratungsunterlagen, Publikationen entsprechend der Förderrichtlinie und in Fachzeitschriften sowie Vorträgen im Rahmen von Fortbildungsveranstaltungen wird ein wichtiger Baustein dieses Projektes sein und von der HTW übernommen.

1.4. Erwartete Ergebnisse

Internationale Praxiserfahrungen und Berichte aus deutschen Herden zeigen, dass in Folge des Kupierverzichtes ohne qualifiziertes Management und eine intensive Bestandsbetreuung tierschutzrelevante Tierverluste, forciert durch Federpicken und Kannibalismus, Gefiederschäden sowie Leistungseinbußen eintreten können. Analog

zu Aktivitäten in anderen Bundesländern sollen die im Rahmen dieses Projektes entwickelte Risiko- und Schwachstellenanalyse in sächsischen Betrieben die betrieblichen Prozesse optimieren und dadurch zur Sicherung des Tierwohls und zur wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit der Legehennenhaltung in dieser Region beitragen.

Im Rahmen einer anwendungsorientierten Forschung sollen hierbei insbesondere a) die IR-Thermografie als objektives Werkzeug zur Erfassung von Gefiederschäden in der Praxis erprobt werden, b) die Einstreubonitur/-analyse als Parameter hinsichtlich ihrer Eignung als Risikofaktor/Frühwarnsystem für Federpicken/Kannibalismus evaluiert werden und c) der Einfluss der parasitären Bürde auf das Auftreten von Federpicken/Kannibalismus untersucht werden.

Die erarbeitete Checkliste soll es ermöglichen, Federpicken und Kannibalismus frühzeitig zu erkennen und zu minimieren und dadurch Legehennen halten zu können, die auch im Alter von über 75 Lebenswochen keinen großflächigen Gefiederverlust zeigen und Mortalitätsraten der gesamten Legeperiode unter 10 % aufweisen.

2. Darstellung des Projektverlaufs

2.1. Übersicht zum zeitlichen und inhaltlichen Ablauf

Eine chronologische Zeit- und Arbeitsübersicht der projektintegrierten Arbeitspakete erfolgt unter Einbezug der zu realisierenden Meilensteine in Abbildung 1.

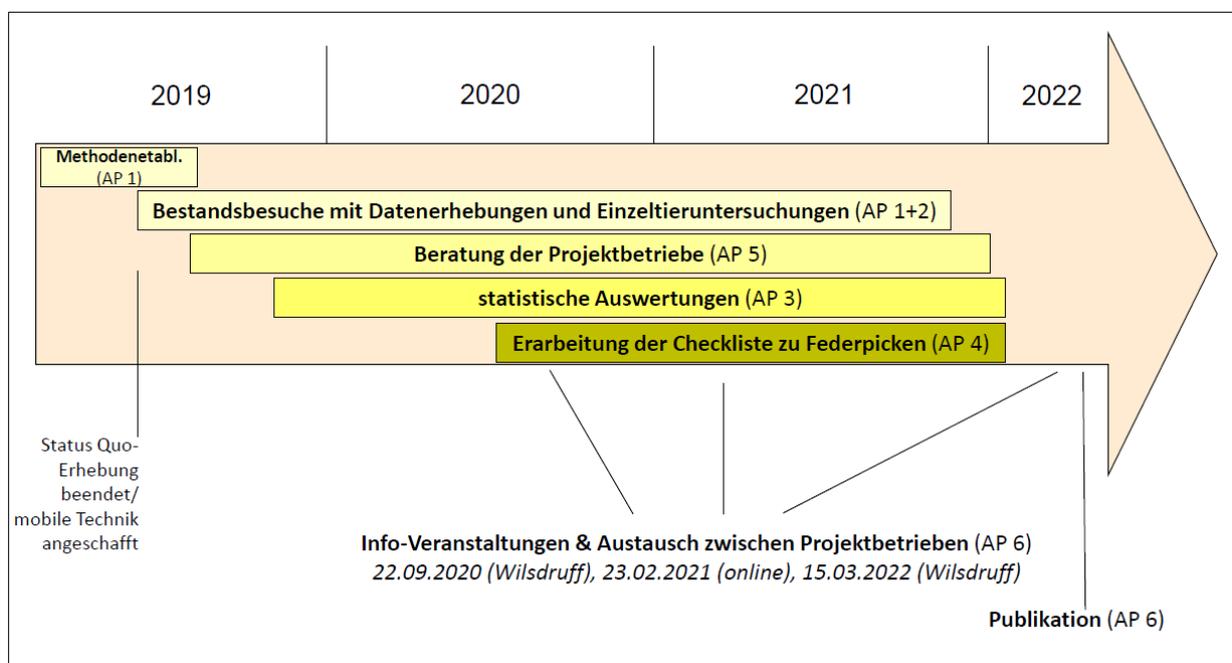


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Zeit- und Arbeitsablaufs in den Arbeitspaketen (AP) des Projektes

Die in den Arbeitspaketen 1 bis 3 durchgeführten, konkreten Arbeitsschritte (verantwortlich Projektbetriebe, ZAFT, GGD, GWV) werden detailliert unter 2.4 und die durchgeführten Maßnahmen zum Wissenstransfer (Arbeitspaket 6 - verantwortlich GWV, GGD, ZAFT) unter 4.2 beschrieben.

Die Beratungen der Projektbetriebe (verantwortlich GGD, ZAFT) begannen mit der Datenerhebung im Juni 2019 auf Basis des bei den monatlichen Bestandsbesuchen angetroffenen Herdenzustands sowie bei Problemsituationen in Herden in Form von ad hoc-Besuchen. Identifizierte Optimierungsmöglichkeiten (z.B. Einstreuverfügbarkeit/-zustand, Milbenprophylaxe, Nestvorhänge, Lichteinstellungen, Maßnahmen im Herdenmanagement) wurden unmittelbar mit den Betriebsverantwortlichen kommuniziert und mögliche Maßnahmen besprochen. Wichtige Hilfestellungen für die Beratungen ergaben sich aus den Befunden der Futter-, Wasser- und Kotanalysen. Durch Abgleich mit bestehenden Empfehlungswerten aus der Literatur konnten in Folge verschiedene Defizite abgestellt und so auch das herdenindividuelle Risiko für Federpicken reduziert werden. Erste Ergebnisse der Zwischenauswertung (November 2020) und der ab September 2020 im Bearbeitungsprozess befindlichen Checkliste dienten bereits während der laufenden Erhebungen im Projekt für individuelle und zielgerichtete Beratungen sächsischer Legehennenhalter.

Nachdem im Arbeitspaket 3 bedeutsame Einflussfaktoren für Federpicken identifiziert wurden und im Rahmen der Bestandsbesuche wichtige Erfahrungen zur erfolgreichen Herdenführung Schnabel unkupierter Legehennen gesammelt werden konnten, wurde unter Leitung des ZAFT und Mitwirkung der Betriebe, des GGD und des GWV ein Konzept zur betriebsspezifischen Schwachstellenanalyse erarbeitet.

Teilgebiete zu den erhobenen Daten wurden bzw. werden auch im Rahmen von fünf studentischen Abschlussarbeiten bearbeitet.

Aufgrund der ab März 2020 bestehenden COVID-19-Pandemie und den daraus rechtsverbindlich hervorgegangenen Restriktionen ergaben sich folgende Besonderheiten bzw. Abweichungen im Projektablauf:

- Der für das erste Quartal 2020 geplante Erfahrungsaustausch wurde auf September 2020 verschoben.
- Die Veranstaltung zum Wissenstransfer im Februar 2021 wurde als Onlinetagung durchgeführt.
- Einzelne Datenerhebungen wurden durch das Personal der beteiligten Betriebe eigenständig nach vorheriger Schulung und Einweisung durch die Projektleitung realisiert. Eine Übergabe des Probenmaterials erfolgte ohne physischen Kontakt.
- Beratungen der Betriebe erfolgten phasenweise auch verstärkt in Form von Telefon- und Onlinemeetings.

2.2. Bilddokumentation

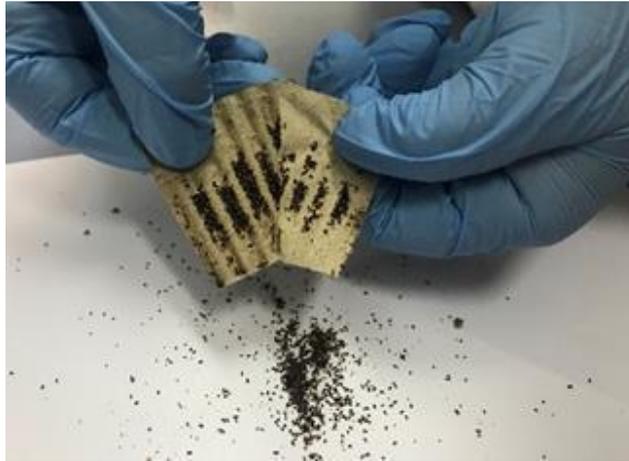


Abbildung 2: Bilddokumentation zu den Aktivitäten im Projekt zur Datenerhebung in den Legehennenherden (oben) und den Einzeltieruntersuchungen (mittig und unten)



Abbildung 3: Bilddokumentation zu den Aktivitäten im Projekt zur statistischen Auswertung (oben), Beratung der Projektbetriebe (mittig) und dem Wissenstransfer (unten)

2.3. Herden der Untersuchungen

Insgesamt 28 Legehennenherden in elf sächsischen Betrieben waren in die multizentrische Feldstudie im Zeitraum von 2019 bis 2021 einbezogen. Die Tiere wurden gemäß den geltenden rechtlichen Maßgaben der EU (Richtlinie des Rates 1999/74/EG - Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen) und Deutschlands (Tierschutzgesetz; Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung) gehalten. Eine Charakterisierung der Herden nach Haltungform, Hybridtyp, Einstallungsalter und Herdengröße erfolgt in Tabelle 2.

Tabelle 2: Haltungform, Hybridtyp, Einstallungsalter und Herdengröße der Untersuchungsherden (n = 28)

Merkmal	Einheit	deskriptive Eigenschaften
Haltungform		
Bodenhaltung	n (%)	21 (75,0)
Freilandhaltung	n (%)	6 (21,4)
Ökolog. Haltung ¹	n (%)	1 (3,6)
Hybridtyp		
Brauneileger	n (%)	19 (67,9)
Weißileger	n (%)	9 (32,1)
Einstallungsalter (LW)	MW ± STW	17,6 ± 0,7
Tierzahl je Herde	Median (1.–3. Quartil)	12.357 (5.671-16.996)

¹in Auswertungsmodellen als Freilandherde betrachtet

2.4. Arbeitsschritte und Datenerhebungen in den Projektherden

Zur Bearbeitung der Fragestellungen des Projektes wurden die im Vorhabensplan definierten Erhebungen in den Legehennenherden durchgeführt. Im Rahmen von zwölf planmäßigen Bestandsbesuchen wurden Daten in den Herden erhoben. Das Tieralter zu den Bestandsbesuchen ist in Tabelle 3 und eine Übersicht zu den erhobenen Merkmalen in Abbildung 4 dargestellt.

Tabelle 3: Tieralter der Herden für die in den verschiedenen Lebensabschnitten durchgeführten Bestandsbesuche zur Datenerhebung

Lebensabschnitt (Legemonat)	0 ¹	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Tieralter in LW (MW ± STW)	17,6 ± 0,8	23,3 ± 1,5	28,1 ± 1,5	32,5 ± 1,7	36,7 ± 1,6	41,2 ± 1,3	45,3 ± 1,8	50,1 ± 2,2	54,8 ± 1,7	58,8 ± 2,0	62,3 ± 2,4	66,1 ± 2,7

¹: erster Bestandsbesuch 1-2 Tage nach Einstellung der Herde; LW = Lebenswochen

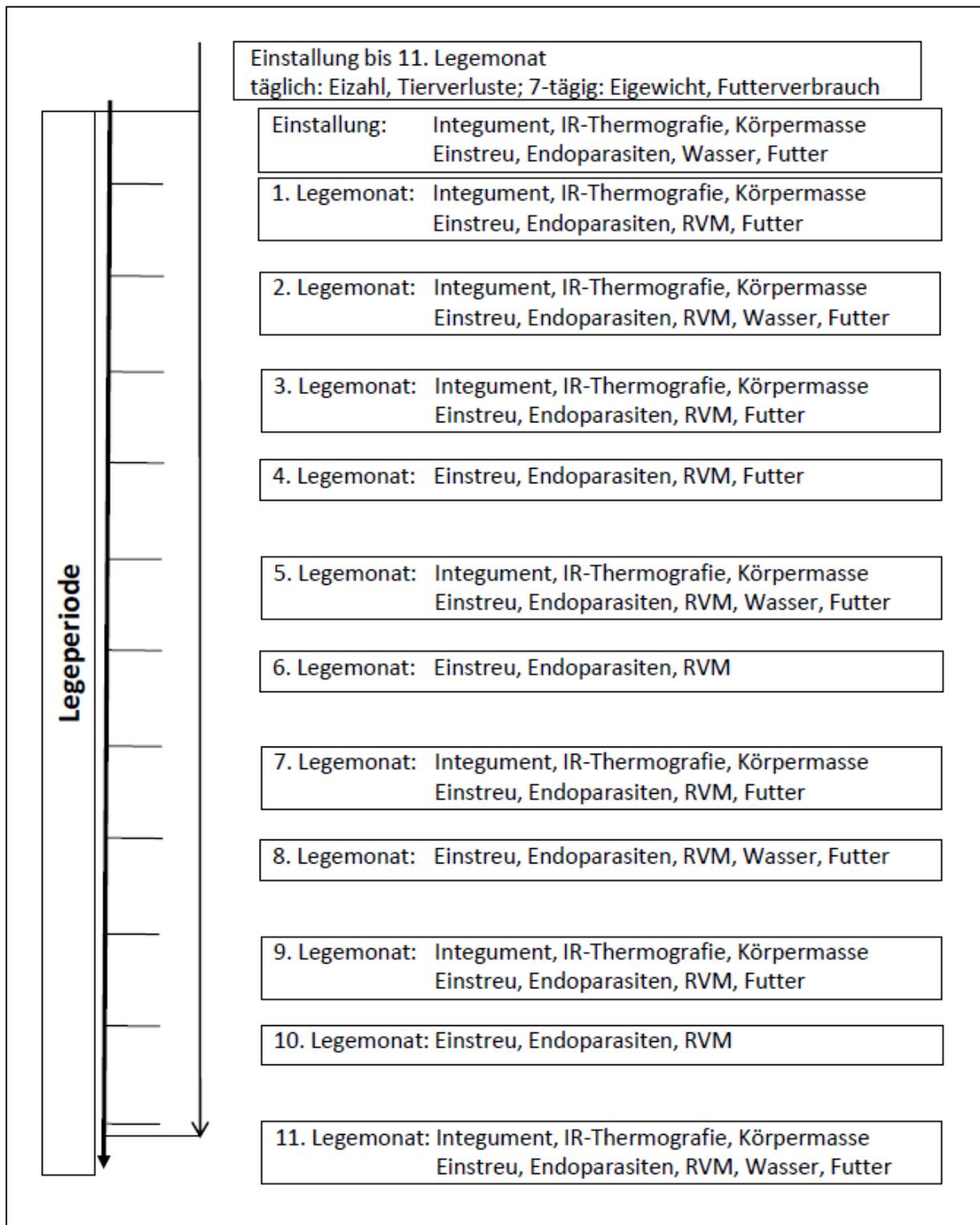


Abbildung 4: Übersicht zu den erhobenen Merkmalen im Verlauf der Legeperiode

RVM = Rote Vogelmilbe

Integument und Infrarotthermografie

Zur indirekten Quantifizierung des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus fand im Rahmen der Bestandsbesuche eine Bonitur des Integumentzustands an acht Erhebungszeitpunkten statt. Der Stichprobenumfang (50 Hennen je Zeitpunkt und Herde) und die randomisierte Auswahl der Tiere in der Herde aus allen Stallbereichen und -ebenen erfolgte nach Kaesberg et al. (2018). Bei allen bonitierten Tieren wurde die Körpermasse mit einer FlexScale-Waage (Big Dutchman AG, Vechta-Calveslage/DE) erhoben.

Die Bonitur erfolgte nach einem auf Welfare Quality® (2009) basierten und nach Keppler (2017) modifizierten Schema für die Merkmale Gefiederverlust, Hautverletzungen, Zehenverletzungen und Fußballenschwellungen (Tabelle 12 und Tabelle 13). Bei allen Merkmalen wurde in drei Scores unterschieden (0 = intakt, 1 = leichte Veränderungen, 2 = starke Veränderungen). Das Gefieder erhielt für das Rücken-, Legebauch- (inkl. Kloakenregion und Bürzelunterseite) und dorsalem Halsgefieder jeweils einen Score. Das Gefieder der Halsvorderseite und der Brust wurde nicht in die Bonitur einbezogen, da hier auftretende Gefiederschäden aufgrund der mechanischen Beanspruchung am Futtertrog keine eindeutigen Hinweise auf Federpicken geben (Bilcik und Keeling, 1999). Zusätzlich zu den drei Einzelscores für die bonitierten Gefiederregionen wurde für jedes Tier durch Addition der Einzelscores ein Gesamt-Gefiederscore gebildet (Schreiter et al., 2020). Der in den Abbildungen zum Gefiederzustand dargestellte relative Anteil je Score stellt das arithmetische Mittel der prozentualen Anteile im betreffenden Score der drei bonitierten Gefiederregionen dar. Für jede der drei beurteilten Körperregionen lagen zum Gefiederscoring und der Infrarotthermografie (IRT) 3.600 Datensätze für weißbefiederte Weißleger (WL) und 7.600 für braunbefiederte Braunleger (BL) vor.

Die Aufnahmen zur IRT des Gefieders erfolgten mit der Wärmebildkamera FLIR E5 (FLIR Systems Inc., Wilsonville, OR) mit dem von Zhao et al. (2013) beschriebenen System und Kameraeinstellungen (Emissionsgrad 0,98, Luftfeuchtigkeit 60 %, Temperatur 22°C, Auflösung 360 Pixel × 240 Pixel). Bei einem horizontalen Abstand zur Kamera von 0,8 m wurde von Hals, Rücken und Legebauch jeweils ein Bild vor einer weißen Wand ohne Sonnenreflektion aufgenommen. Bei der Aufnahme wurden die Hennen durch eine Person kopfüber (Hals, Rücken) bzw. rückseitig (Legebauch) fixiert. Die tatsächliche Raumtemperatur am Ort der IR-Aufnahme wurde mittels Thermohygrothermometer (Klima Logger TFA; TFA-Dostmann, Wertheim, DE) aufgezeichnet.

Bei den IR-Aufnahmen war für jedes Pixel eine Oberflächentemperatur des aufgenommenen Tieres abgespeichert, welche mittels kameraspezifischer Software (FLIR-Tools+ ResearchIR-Standard, FLIR Systems Inc., Wilsonville, OR) analysiert wurde. Hierzu erfolgte mittels Freihandwerkzeug der Software eine Markierung des relevanten Bildbereichs der Aufnahme entsprechend der beim Gefiederscoring definierten Regionen und die Temperaturwerte der betreffenden Pixel wurden in ein Tabellenblatt von Microsoft Excel® (Version 2013, Microsoft Corporation,

Redmond/USA) exportiert. Getrennt für jedes Tier und jede Körperregion wurden daraufhin in Anlehnung an Pichova et al. (2017) folgende Parameter errechnet: 1. arithmetisches Mittel aller Pixel (MT), 2. Temperaturdifferenz zwischen MT und aufgezeichneter Umgebungstemperatur (ΔT) und 3. relativer Anteil an federlosen Arealen (FL%). Letztgenannter Parameter stellt den relativen Anteil an Pixel oberhalb einer definierten Schwelle an der Gesamtzahl an Pixel für die Körperregion dar. Als Schwellen für die Definition eines federlosen Areals wurden basierend auf die Erkenntnisse von Pichova et al. (2017) Temperaturen von 32,0 °C, 32,5 °C, 33,0 °C, 33,5 °C, 34,0 °C und 34,5 °C verwendet.

Befall mit Endoparasiten

Zur Quantifizierung der Kotalausscheidung von Wurmeiern und Kokzidienoozysten in den Untersuchungsherden wurden im Rahmen der Bestandsbesuche je Erhebungszeitpunkt und Herde drei Sammelkotproben (gesamt 1.008 Proben) entnommen. Dabei wurden in jedes Probenbehältnis (125 ml Urinbecher) acht Frischkothaufen als Sammelkotprobe gefüllt, die je zur Hälfte aus dem Einstreubereich und dem Kotband verteilt aus allen Stallbereichen entnommen wurden. Die quantitative parasitologische Untersuchung der Kotproben auf Kokzidienoozysten, Wurmeier des Askaridentyps (Spul-/Blinddarmwürmer) und Capillaria-Wurmeiern (Haarwürmer) erfolgte mittels Flotationsverfahren nach McMaster bei einer Nachweisgrenze von 25 Eiern bzw. Oozyten je g Kot in den Laboren der Landesuntersuchungsanstalt (LUA) für das Gesundheits- und Veterinärwesen Sachsen (Leipzig/DE und Dresden/DE). Auf Basis der Befunde der quantitativen Untersuchung erfolgte zusätzlich für jede Kotprobe eine Klassifizierung in eine ordinale Skala nach Küblböck (2019, persönliche Mitteilung) in kein (Kokzidienoozysten bzw. Wurmeier unterhalb Nachweisgrenze), geringgradiger (25-199 Kokzidienoozysten bzw. Wurmeier je g Kot), mittelgradiger (200-999 Kokzidienoozysten bzw. Wurmeier je g Kot) und hochgradiger (≥ 1.000 Kokzidienoozysten bzw. Wurmeier je g Kot) Befall.

Befall mit der Roten Vogelmilbe

Zur Quantifizierung des Befalls mit der Roten Vogelmilbe erfolgte ein Monitoring mittels Milbenfallen. Verwendet wurden dabei AviVet Trap Milbenfallen (AviVet B.V., Lunteren/NL), welche als geeignetes System zur Erfassung von Eiern, Larven, Nymphenstadien und adulten Milben in Legehennenställen von Lammers et al. (2016) validiert wurde. Bei der AviVet Trap Milbenfalle handelt es sich um ein 5 cm langes schwarzes Kunststoffrohr mit einem Innendurchmesser von 1,2 cm und einem aufgedruckten Etikett zur eindeutigen Identifikation. In dem kurzen Schlauch ist eine zusammengerollte, gewellte, 1 mm dicke Pappe (Abmessungen 5 x 6 cm). Mit der zusammengerollten, gewellten Pappe werden die bevorzugten Verstecke der Roten Vogelmilbe wie Risse oder Spalten nachempfunden, um die Milbe dadurch in die Falle zu locken (Nordenfors und Höglund, 2000). Zu den in Abbildung 4 definierten

Zeitpunkten wurden je Herde und Erhebung zehn AviVet-Fallen für die nach Nordenfors und Chirico (2001) optimale Zeitdauer von 48 Stunden im Stall aufgehängt. Vor dem ersten Anbringen der Milbenfallen wurden dazu in jeder Untersuchungsherde zehn Stellen definiert, wo jeweils eine Milbenfalle angebracht wird. Die Auswahl dieser Stellen erfolgte nach Lammers et al. (2006) an typischen Strecken vom Versteck der Milben am Tag zum Ruheort der Hennen in der Nacht (3x an Volierenständer, 3x an Sitzstangen, 2x an Tränklinien, 2x im Nestbereich), wo die AviVet-Fallen durch den enthaltenen Kabelbinder fixiert wurden. Bei der Abnahme der Fallen wurde jede Falle in einem Kunststoffbeutel (AviVet B.V., Lunteren/NL) verpackt. Alle einzeln versiegelten Fallen wurden in einem weiteren Kunststoffbeutel gelegt und in einem Gefrierschrank (Premium NoFrost, Liebherr-Hausgeräte GmbH, Ochsenhausen/DE) für mindestens 48 Stunden bei -20°C (Nordenfors und Höglund, 2000) gelagert.

Die Behandlung und Analyse der AviVet-Fallen im Labor zur Bestimmung der Masse der enthaltenen Roten Vogelmilben erfolgte nach Lammers et al. (2016). Die für 14 Stunden bei 12 °C aufgetauten Milbenfallen wurden aus dem Kunststoffbeutel entnommen und im Beutel enthaltene Milben wurden in eine Wägeschale (Einmal-Wägeschale, neoLab Migge GmbH, Heidelberg/DE) gefüllt. Die Wellpappe wurde aus dem Kunststoffrohr mittels Edelstahl-Mikropistill (neoLab Migge GmbH, Heidelberg/DE) gedrückt. Alle enthaltenen Milbenstadien wurden aus der geöffneten Wellpappe und dem Kunststoffrohr mit einem Einwegpinsel (Outus, Shanghai/CHN) abgewischt und zu den Milben aus dem Beutel in die Wägeschale (Einmal-Wägeschale, neoLab Migge GmbH, Heidelberg/DE) gefüllt. Danach erfolgte die Wägung mit der Präzisionswaage SI-234 (Denver Instrument GmbH, Göttingen/DE). Die Berechnung der Milbenanzahl je Falle aus der ermittelten Milbenmasse erfolgte nach Lammers et al. (2016): $\text{Milbenanzahl} = 58,5 + 9,56 \cdot \text{Milbenmasse (mg)}$. Fallen mit einer Milbenmasse von über 250 mg wurden als Hotspot-Befall (AviVet, 2019) betrachtet.

Einstreuqualität

Im Rahmen der Bestandsbesuche erfolgte eine visuelle Beurteilung des Einstreuzustands an drei Stellen des Stalls, welche in Anlehnung an Oliveira et al. (2019) unter der Volierenanlage, unter der äußeren Sitzstange am Volierenblock und im offenen Einstreubereich lokalisiert waren. Für jede Herde wurden diese Messstellen beim ersten Bestandsbesuch ausgewählt, dokumentiert und bei den anschließenden Bestandsbesuchen wieder verwendet. An jeder der Stellen erfolgte ein Scoring zur Einstreubeweglichkeit nach Welfare Quality® (2009), zur Strukturierung des Einstreusubstrats nach Hammes (2017) sowie zum Vorhandensein von Konturfedern nach Hammes (2017). Die Boniturschemata werden in Tabelle 4 dargestellt. Zudem wurde jeweils die Einstreutiefe nach Oliveira et al. (2019) mittels runden Holzstabes (Buche Rundstab 2 cm, Rentsch Holzhandels GmbH, Dresden/DE) und Metalllineal (Stahllineal 50 cm, Eidertal Messtechnik, Kiel/DE) ermittelt. Der Holzstab wurde in die Einstreu gesteckt, bis er den Betonboden erreichte, woraufhin eine Linie auf dem

Holzstab gezogen und die Einstreutiefe mit dem Metalllineal gemessen wurde. Auf Basis der drei beurteilten Einstreu-Messstellen wurde der Anteil verplatteter Einstreu an der gesamten Einstreufäche (Oliveira et al., 2019) des Stalls sowie ein Score für den Anteil an mit Einstreu bedeckter Stallbodenfläche nach Campbell et al. (2016) ermittelt.

Tabelle 4: Boniturschema zur Beurteilung des Einstreuzustands im Rahmen der Bestandsbesuche

Kriterium/ Referenz	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	
Beweglichkeit der Einstreu (Welfare Quality®, 2009)	Einstreu sehr trocken, leicht mit dem Fuß beweglich 	Einstreu trocken, nicht leicht mit dem Fuß zu bewegen 	Einstreu lässt sich zu einem Ball formen, dieser fällt aber auseinander 	Einstreu lässt sich zu einem Ball formen und bleibt kompakt 	Einstreu liegt als verplattetes Substrat vor 	
Strukturierung des Einstreusubstrats (modifiziert nach Hammes, 2017)	deutliche, grobvisuell erkennbare Struktur des Substrats mit Partikeln >1,5 cm 	leichte, grobvisuell erkennbare Struktur des Substrats mit Partikeln im Bereich von 0,5-1,5 cm 	keine grobvisuell erkennbare Struktur des Substrats ohne Partikel >0,5 cm 	/		
Vorhandensein von Federn in der Einstreu (Hammes, 2017)	>50 Konturfedern je beobachtetem m ² Stallfläche 	11-50 Konturfedern je beobachtetem m ² Stallfläche 	1-10 Konturfedern je beobachtetem m ² Stallfläche 	0 Konturfedern je beobachtetem m ² Stallfläche 	/	
Abdeckung des Stallbodens durch Einstreu (Campbell et al., 2016)	>95 % der Stallfläche ist mit Einstreu bedeckt	>75 bis 95 % der Stallfläche ist mit Einstreu bedeckt	>50 bis 75 % der Stallfläche ist mit Einstreu bedeckt	>25 bis 50 % der Stallfläche ist mit Einstreu bedeckt	<25 % der Stallfläche ist mit Einstreu bedeckt	

Für die Laboranalysen wurden je Bestandsbesuch zwei Poolproben gebildet. Sofern verplattete, feste Einstreu vorhanden war, wurde davon eine Poolprobe gezogen. Die zweite Poolprobe oder wenn an allen Messtellen keine verplattete vorhanden war, beide Poolproben setzten sich aus beweglichem Einstreusubstrat zusammen. Je Messstelle zur visuellen Einstreubeurteilung wurden für jede der zwei Poolproben jeweils zwei Einzelproben entnommen. Probenentnahme und Poolbildung erfolgten nach Cronin et al. (2018): Für jede Einzelprobe wurde die volle Einstreuhöhe mittels Maurerkelle (18 x 12 cm, Hermann Jung GmbH & Co. KG, Wuppertal/DE) angehoben und das Substrat in einen Kunststoffbehälter (38 x 26 x 19 cm, Regalux Clear Box XS, BAHAG AG, Mannheim/DE) verbracht. Je Einzelprobe wurden 100 g des Substrats abgewogen (Waage: DE6 K2N, Kern, Balingen/DE) und in einen weiteren Kunststoffbehälter gebracht, wo die Einzelproben zur Poolprobe intensiv durchmischt wurden. Die Nährstoffanalyse der Proben erfolgte im Labor der LKS-Landwirtschaftliche Kommunikations- und Service-GmbH (Lichtenwalde/DE) nach den aktuellen Vorgaben des Verbands Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) für chemische Analysen. Analysiert wurden Trockensubstanz, Stickstoff, Phosphor, Phosphoroxid, Kalium, Kaliumoxid und der pH-Wert.

Futter und Wasser

Die Probenahme der 280 Futterproben erfolgte nach den Vorgaben der EG-VO 152/2009. Alle Einzelproben wurden einer Nährstoffanalyse und trockenen Siebanalyse unterzogen. Die Nährstoffanalyse der Proben erfolgte im Labor der Agroproduct Qualitätssicherungs-GmbH (Bestensee/DE) nach den aktuellen Vorgaben des Verbands Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) für chemische Analysen von Futtermitteln auf Basis der EG-VO 152/2009. Analysiert wurden Trockensubstanz, Rohprotein, Rohfett, Rohasche, Rohfaser, Stärke, Zucker, Calcium, Natrium und Methionin. Die Konzentration an Metabolisierbarer Energie (ME) wurde auf Grundlage der analysierten Gehalte an Rohprotein, Rohfett, Stärke und Zucker nach der Formel der World Poultry Science Association (1984) berechnet. Zur Bestimmung der Partikelgrößenverteilung wurde eine trockene Siebanalyse in Anlehnung an Röhe et al. (2014) und Ege et al. (2019) durchgeführt. Zur Charakterisierung der Partikelgrößenverteilung mit einem metrischen Merkmal wurde der mittlere geometrische Durchmesser (GMD) nach Wolf et al. (2012) berechnet.

Im Rahmen der Bestandsbesuche wurden 140 Wasserproben zur anschließenden mikrobiologischen Untersuchung aus einem Tränknippel entnommen, welches bezogen auf die Längsrichtung des Volierenblocks in der Stallmitte positioniert war. Vor der Entnahme erfolgte eine Reinigung des Tränknippels mittels feuchter Einwegtücher (kodan® (n) wipes, Schülke & Mayr GmbH, Norderstedt/DE) und Desinfektion der Entnahmestelle durch Sprühapplikation von Isopropylalkohol (70 %, Chemie Vertrieb Hannover, Hannover/DE) bei einer Einwirkzeit von drei Minuten

(Messung mittels Stoppuhr Stoptec 410, Schütt Handelsgesellschaft mbH, Marburg/DE). Daraufhin wurde das Tränknippel betätigt und das Wasser für fünf Minuten (Messung mittels Stoppuhr Stoptec 410, Schütt Handelsgesellschaft mbH, Marburg/DE) frei auslaufen lassen. Anschließend wurden 200 ml Tränkwasser in das sterile Probengefäß (sterile SAL10-3, Aqua Control Diagnosticum GmbH, Hof/DE) gefüllt, welches unmittelbar verschlossen wurde. Bei allen Tätigkeiten zur Wasserentnahme trug die durchführende Person Einweg-Nitrilhandschuhe (Nitrile Purple 30, Econ securisse, Heilsbronn/D). Zehn bis 14 Stunden nach Probenentnahme begann die Aufbereitung und mikrobiologische Tränkwasseruntersuchung im Labor (Aqua Control Diagnosticum GmbH, Hof/DE), wobei der Transport der Probe bei einer Temperatur von 4-6°C erfolgte. Die mikrobiologische Untersuchung der Proben zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl bei 22°C bzw. 36 °C sowie der Gehalte an E.Coli und coliformen Keimen erfolgte im Labor der Aqua Control Diagnosticum GmbH (Hofe/DE) nach den aktuellen Vorgaben der DIN ISO 9308-2:2014-06 und Trinkwasserverordnung.

Stallklima

Als Tool zur Beratung der Tierhalter und zur Abklärung von Auffälligkeiten in den Herden erfolgten stallklimatische Messungen. Die Temperatur und Luftfeuchte wurden mittels in Tierhöhe im Volierensystem fixierten Thermohygrometer (Klima Logger TFA, TFA-Dostmann, Wertheim/DE) aufgezeichnet. Zur Bestimmung der Ammoniak- und Kohlenstoffdioxidkonzentration der Stallluft fanden Messungen mit einem Schadgasmessgerät (X-am 5600, Dräger, Lübeck/DE) statt.

Leistungsdaten und Herdenführung

Durch die beteiligten Betriebe erfolgten zu den Herden fortlaufend bzw. anlassbezogen Aufzeichnungen zur biologischen Leistung (Eizahl, Eigewicht), dem Futtermittelverbrauch und den Tierverlusten. Um eine Vergleichbarkeit der Leistungen zu ermöglichen, erfolgte die Auswertung bei allen Herden bis zum Abschluss der 72. Lebenswoche (LW), da mit diesem Alter bei praxisüblichem Legebeginn in der 20.-22. LW ein Legejahr vollendet ist. Für Herden mit einer Ausstallung vor der 72. LW erfolgte für die Altersspanne ohne vorliegende Leistungsdaten eine Modellierung der Legeleistung je Anfangshenne (AH) bzw. Durchschnittshenne (DH) und des Eigewichts nach Narushin & Takma (2003).

Als Merkmale der Herdenführung wurden Impfungen, eingesetzte Allein- und Ergänzungsfuttermittel, Änderungen im Lichtregime, angebotenes Beschäftigungsmaterial und das Einstreumanagement (Nachstreuen, Substrat und Menge der Einstreu, Scharrraum-Entmistung) dokumentiert.

2.5. Datenauswertungen

Zur Datensammlung, -aufbereitung und Erstellung ausgewählter Diagramme wurde Microsoft Excel® (Version 2013, Microsoft Corporation, Redmond/USA) verwendet. Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programmpaket Standard SAS (Version 9.4., SAS Institute Inc., Cary/USA) und dem Programm IBM SPSS Statistics (Version 23, SPSS Inc., Chicago/USA). Statistische Beratungen und Analysen erfolgten auch durch Dr. Silke Lange (p-Wert, Jena/DE).

Vorbereitende Auswertung für Einflussfaktoren auf Federpicken mit Case-Control-Studienansatz – Einteilung der Herden nach stattgefundenem Federpicken: Als Grundlage für statistische Analysen zu Einflussfaktoren auf das Auftreten von Federpicken erfolgte eine retrospektive Einteilung der Herden in Kontrollherden (nicht stark federpickende Herden = Herden mit weitestgehend intakten Gefiederzustand = nSFP-Herden) und Versuchsherden (stark federpickende Herden = Herden mit deutlichen Gefiederschäden = SFP-Herden) auf Basis des Gefiederzustands beim letzten Bestandsbesuch im elften Legemonat (Tabelle 5). Hierzu wurde der gruppierte Median des Gesamt-Gefiederscores der Hennen einer Herde für diesen Erhebungszeitpunkt gebildet. Der beste Wert mit intaktem Gefieder an den drei bonitierten Körperregionen stellte 0 und der Wert mit starken Gefiederschäden aller drei Regionen 6 dar. Bei einem Gesamt-Gefiederscore >3 erfolgte die Einteilung der Herde in die Versuchsgruppe, da durchschnittlich für die drei Körperregionen mehr als ein leichter Gefiederverlust vorlag und somit von schwerwiegenden Problemen mit Federpicken in der Herde auszugehen ist. Herden mit einem Gesamt-Gefiederscore ≤ 3 wurden als Kontrollherden ohne schwerwiegende Probleme mit Federpicken definiert. Der Gesamt-Gefiederscore im elften Legemonat beträgt bei den Kontrollherden 1,64 (gruppiertes Median), bei den Versuchsherden 4,64. Dieser Ansatz wurde insbesondere zur Visualisierung der Verläufe von untersuchten Variablen und als vorbereitende Auswertung für das finale Modell genutzt. Wegen der geringen Anzahl von Herden einer Gruppe kam zum Vergleich der Lage der Verteilung der metrischen Variablen (Einstreuanalytik, Milbenmasse, Endoparasiten) von zwei unabhängigen Gruppen (SFP-Herden vrs. nSFP-Herden) der Mann-Whitney-U Test zur Anwendung. Zum Vergleich der Häufigkeitsverteilungen der ordinalen Variablen (Einstreuscoring) von unabhängigen Gruppen wurde der exakte Test nach Fisher verwendet.

Tabelle 5: Haltungform, Hybridtyp, Einstallungsalter und Herdengröße der auf Grundlage des Gefiederzustandes zum Untersuchungsende gruppierten Kontroll- und Versuchsherden

Merkmal	Einheit	deskriptive Eigenschaften		
		alle Herden	Kontrollherden (nSFP-Herden)	Versuchsherden (SFP-Herden)
Haltungform				
Bodenhaltung	n (%)	21 (75,0)	5 (45,5)	16 (94,1)
Freilandhaltung	n (%)	7 (25,0)	6 (54,5)	1 (5,9)
Hybridtyp				
Brauneileger	n (%)	19 (67,9)	8 (72,7)	11 (64,7)
Weißseileger	n (%)	9 (32,1)	3 (27,3)	6 (35,3)
Einstallungsalter (LW)	MW ± STW	17,6 ± 0,7	17,8 ± 0,5	17,5 ± 0,8
Tierzahl je Herde	Median (1.-3. Quartil)	12.357 (5.671-16.996)	15.634 (4.350-18.483)	12.355 (6.075-15.113)

Zentrale Auswertungsmodelle für Einflussfaktoren auf Federpicken – multivariate Analysen: Für den Gefiederzustand wurden als multivariate Analysen logistische Regressionen nach dem Modell BLR (binär logistic regression) durchgeführt. Es kamen multiple logistische und keine ordinalen Regressionsmodelle zum Einsatz, da einzelne Scores mit nur sehr wenigen Beobachtungen besetzt waren. Für die multiple logistische Regression wurde die ordinale Datenskalierung in eine nominale Skalierung umgewandelt (Gesamtgefiederscore 0-3 = Kategorie 0; Gesamtgefiederscore >3 = Kategorie 1). Für die vier Merkmalskomplexe Milbenlast (Variable: Milbenmasse), Endoparasitenlast (Variablen: Anzahl Kokzidienoozysten, Anzahl Wurmeier des Askaridentyps), Einstreuscoring (Variablen: Beweglichkeit, Plattenbildung, Strukturierung der Einstreu) und Einstreuanalytik (Variablen: N-, P-, K-, TS-Gehalt, pH-Wert) wurden jeweils logistische Regressionen zur Erklärung der Gefiederschäden berechnet. In allen Modellen wurden neben den genannten Variablen das Tieralter und der Hybridtyp als zusätzliche erklärende Variable und der Betrieb als zufälliger Effekt berücksichtigt.

Analyse der Daten der Infrarotthermografie: Die Auswertung der Daten erfolgte getrennt nach den Hybridtypen, um mögliche Differenzen in der diagnostischen Eignung der Infrarotthermografie zwischen BL und WL zu determinieren. Der Test auf Normalverteilung der Residuen erfolgte mittels Kolmogorov-Smirnov-Tests. Für die in Normalverteilung vorliegenden MT- und ΔT -Daten erfolgte ein F-Test mit dem Boniturscore als fixen Effekt. Der nicht normalverteilte FL% wurde mittels Kruskal-Wallis-Test geprüft (du Prel et al., 2010). Die Korrelationskoeffizienten für MT, ΔT und FL% zum FS wurden mit dem Korrelationstest nach Spearman errechnet. Für FL% der sechs verschiedenen Schwellenwerte und ΔT wurden zur Untersuchung der diagnostischen Güte Receiver Operating Characteristic-Analysen (ROC-Analysen) anhand des dazugehörigen Boniturscores durchgeführt. Verglichen wurden dabei die

IR-Daten von Score 0 versus Score 1, von Score 0 versus Score 2, von Score 1 versus Score 2 und von Score 0 und 1 versus Score 2. Als Maß für die Güte des Tests wurde die Area Under Curve (AUC) der ROC-Kurven berechnet. Die Cut-Offs für ein optimales Verhältnis aus Sensitivität und Spezifität wurden durch den Youden Index ermittelt. Die Prüfung von Unterschieden im AUC der einzelnen Parameter zwischen den Hybridtypen erfolgte mittels Mann-Whitney-U Test (du Prel et al., 2010).

Leistungsdaten und Tierverluste: Für die in Normalverteilung vorliegenden Leistungsdaten erfolgte eine varianzanalytische Auswertung mittels multifaktorieller ANOVA nach einem linearen Varianzmodell mit den fixen Effekten Betrieb, Haltungsform, Hybridtyp, Federpickstatus der Herde und Junghennenqualität. Für post-hoc paarweise Vergleiche wurde der GT2 (Generalized Tukey 2)-Test nach Hochberg verwendet. Für das Merkmal der Tierverluste erfolgte eine Überlebenszeitanalyse mit Kaplan-Meier-Schätzer sowie die Durchführung des Log-Rank-Tests und der Cox-Regression.

Die Ergebnisse der statistischen Tests galten bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,05$ als signifikant, bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $0,05 < p \leq 0,1$ als tendenziell.

3. Projektergebnisse

3.1. Einschätzung der Zielerreichung

Zu den drei Hauptfragestellungen des Projektes konnten durch die Umsetzung des Vorhabens valide Ergebnisse gewonnen werden.

Die Studie zeigte, dass die IRT eine Vorgehensweise zur Beurteilung des Gefieders von Legehennen ist, deren Zusammenhang zur Gefiederbonitur und Genauigkeit zwischen den Körperregionen und Hybridtyp variiert. Dabei zeigte sich eine gute Eignung zur objektiven Quantifizierung von Gefiederverlust, jedoch eine unzureichende Genauigkeit bei der Detektion erster Gefiederschäden im Sinne einer Früherkennung.

Bei den Untersuchungen zur Einflussnahme der Einstreuqualität und Parasitenbürde auf das Auftreten von Verhaltensstörungen, zeigten sich verschiedene Merkmale der Einstreuqualität und ein starker Befall mit der Roten Vogelmilbe als bedeutsame Risikofaktoren für Gefiederschäden. Kein Zusammenhang konnte zwischen der Endoparasitenlast und dem Auftreten von Federpicken detektiert werden.

3.2. Hauptergebnisse des Projektes

Die als fixe bzw. zufällige Faktoren in den statistischen Analysen integrierten Faktoren Tieralter, Haltungsform (respektive Betrieb) und Hybridtyp zeigten erwartungsgemäß einen signifikanten Einfluss auf den Gefieder- und Hautzustand.

Das Risiko für das Auftreten von Gefiederschäden stieg

- bei Boden- im Vergleich zu Freilandhaltung,
- mit dem Tieralter und
- bei Braun- im Vergleich zu Weißseilegern.

Der Gefiederzustand im Verlauf der Legeperiode wird in nachstehenden Abbildungen in Abhängigkeit der Haltungsform und des eingesetzten Hybridtyps visualisiert.

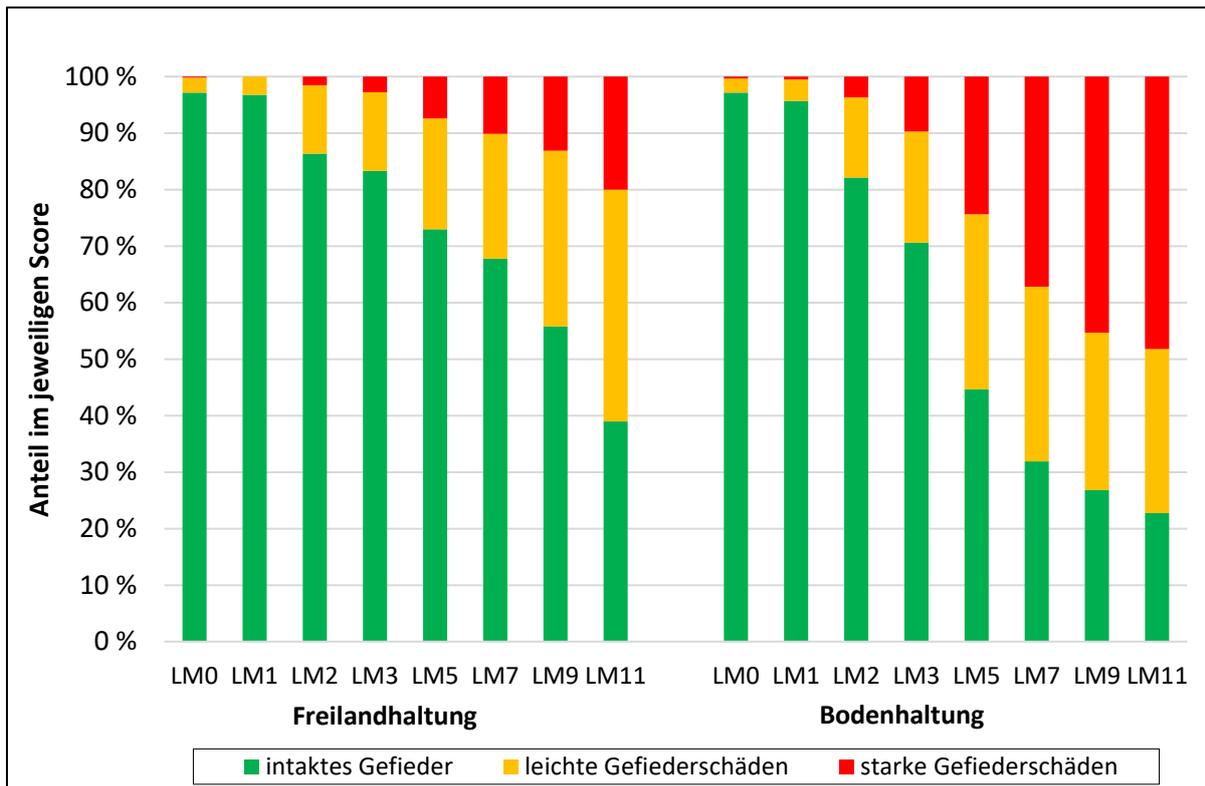


Abbildung 5: Gefiederzustand* der untersuchten Herden im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit der Haltung

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (dorsales Hals-, Rücken- und Bauchgefieder); LM = Legemonat

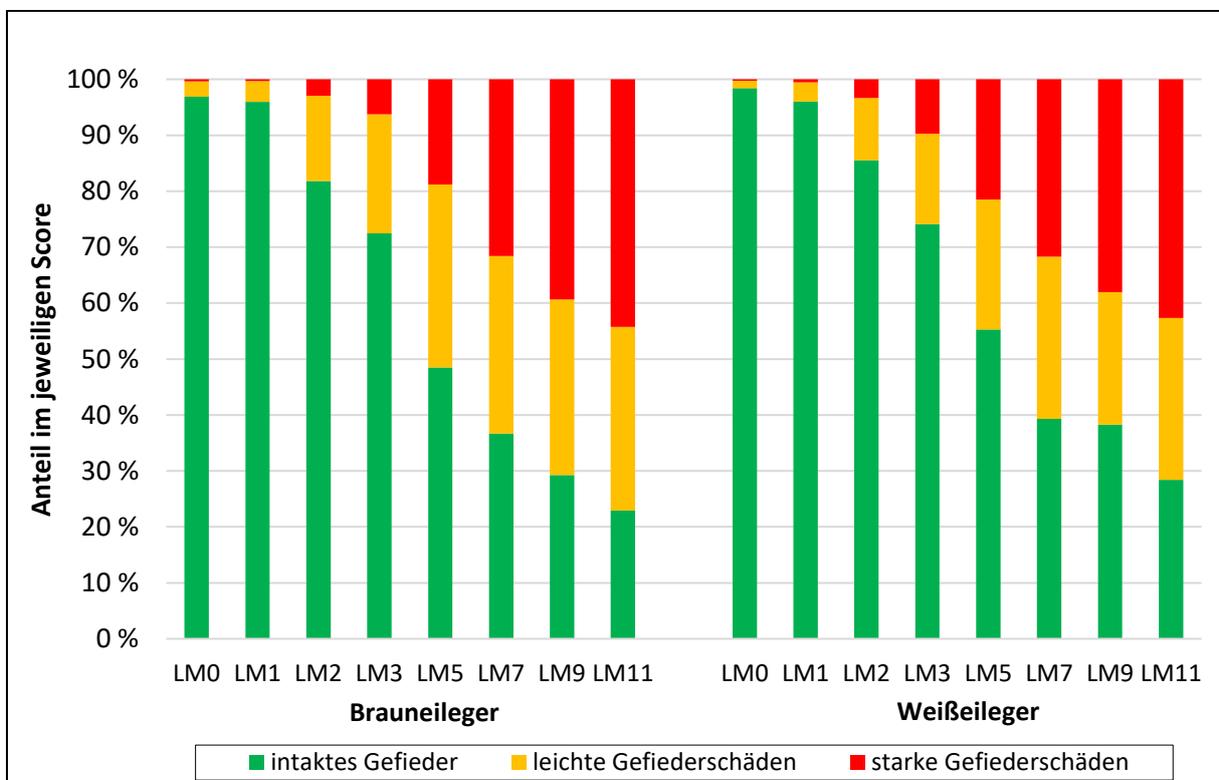


Abbildung 6: Gefiederzustand* der untersuchten Herden im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Hybridtyps

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (dorsales Hals-, Rücken- und Bauchgefieder); LM = Legemonat

3.2.1. Eignung der Infrarotthermografie zur Gefiederbeurteilung

MT, ΔT und FI% der einzelnen Schwellenwerte sind zwischen den Scores des FS signifikant verschieden (Tabelle 6; $p < 0,001$). Die Korrelation zwischen FS und FL% $> 32,0$ sind für das Rückengefieder am höchsten (BL und WL: $r_s = 0,82$), gefolgt vom Bauch- (BL: $r_s = 0,71$; WL: $r_s = 0,80$) und Halsgefieder (BL: $r_s = 0,55$; WL: $r_s = 0,66$).

Die MT über beide Hybridtypen beträgt

- für das dorsale Halsgefieder $22,15 \pm 4,25$ °C (MW \pm STW; Score 0), $22,32 \pm 4,65$ °C (Score 1) und $27,27 \pm 4,07$ °C (Score 2),
- für das Rückengefieder $21,90 \pm 3,87$ °C (Score 0), $22,90 \pm 5,05$ °C (Score 1) und $29,83 \pm 5,44$ °C (Score 2),
- für das Legebauchgefieder $23,77 \pm 3,81$ °C (Score 0), $25,11 \pm 4,66$ °C (Score 1) und $31,59 \pm 4,87$ °C (Score 2).

Die Korrelation zwischen FS und IRT sind übereinstimmend mit Pichova et al. (2017) für das Halsgefieder niedrig bis moderat und für das Rücken- und Legebauchgefieder hoch. Entgegen der genannten Studie liegt in der eigenen Untersuchung eine stärkere Korrelation beim Rücken- im Vergleich zum Legebauchgefieder vor.

Hinsichtlich der beobachteten MT in Abhängigkeit der Gefiederabdeckung, gehen die Werte der eigenen Studie konform zu den Ergebnissen von Cook et al. (2006) und liegen unterhalb der von Zhao et al. (2013) ermittelten Temperaturen, was möglicherweise im Zusammenhang mit der Umgebungstemperatur bei der IRT-Aufnahme steht. Bestgeeigneter Parameter aus der IRT zur Beschreibung der Gefiederschäden war in 22 von 24 Varianten der FI%. Auch bei Pichova et al. (2017) zeigte dieser Parameter für das Rücken- und Legebauchgefieder eine höhere Korrelation zum FS, als ΔT . Dagegen fanden Pichavo et a. (2017) beim Halsgefieder die höchste Korrelation zum FS bei ΔT und auch in der eigenen Studie war der Hals die einzige Körperregion, wo sich teils die ΔT (2 von 8 Varianten) als der am besten geeigneten Parameter erwies. Eine mögliche Ursache für die Differenz ist, dass der Hals von der Henne beim Fixieren in unterschiedliche, die Gesamtfläche stark verändernde Stellungen gebracht werden kann.

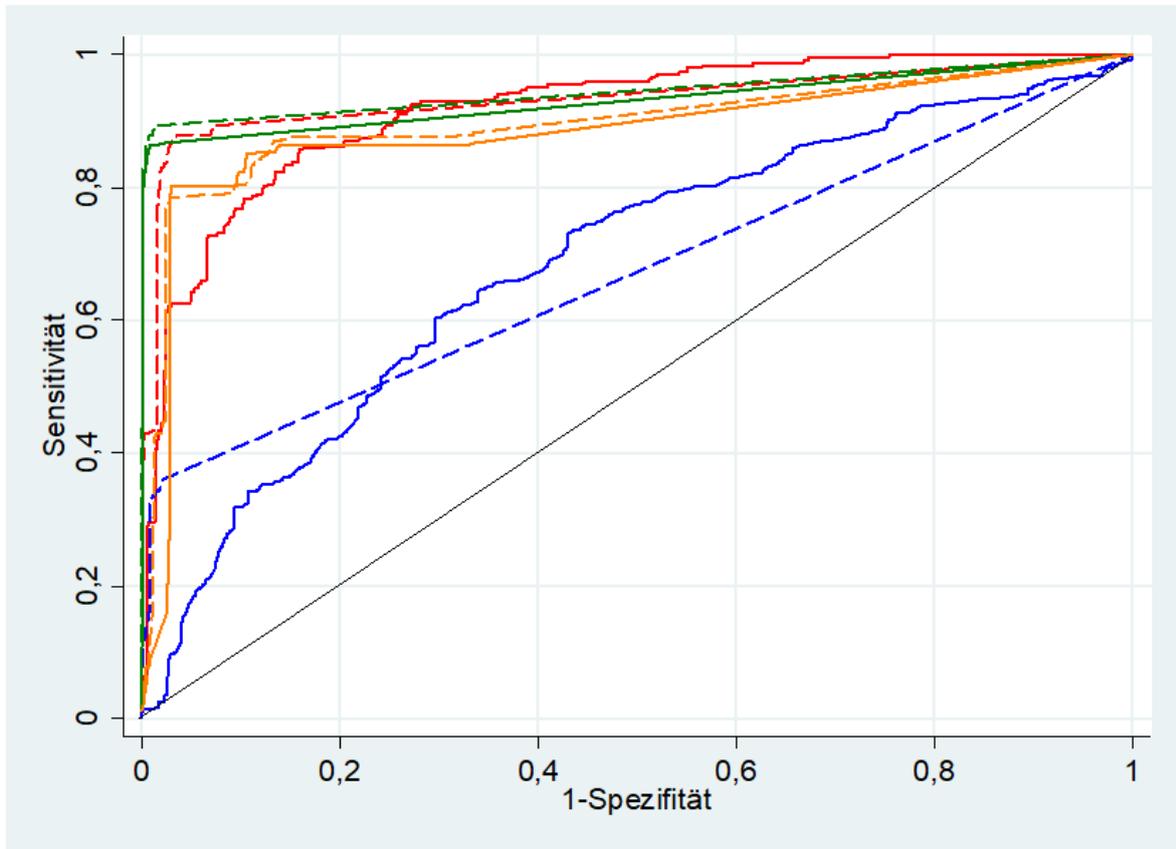
Die Kurven der ROC-Analysen für die Variable mit der maximalen AUC wird in Abbildung 7 und die dazugehörigen AUC, Cutpoints, Sensitivitäten, Spezifitäten, negativ prädiktiven Werte (NPV) und positiv prädiktiven Werte (PPV) in Tabelle 7 dargestellt. Die höchste Nachweisgenauigkeit wurde beim Vergleich von intaktem Gefieder zu starkem Gefiederverlust für das Rücken- (BL) bzw. Legebauchgefieder (WL) ermittelt.

Tabelle 6: Flächenanteil federloser Areale (FL%) für verschiedene Temperatur-Schwellenwerte, durchschnittliche Pixeltemperatur (MT) und Temperaturdifferenz zwischen Gefieder- und Umgebungstemperatur (ΔT) der Infrarotthermografie (IRT) sowie deren Spearman-Korrelationskoeffizient in Abhängigkeit des Gefiederscores (FS) und des Hybridtyps

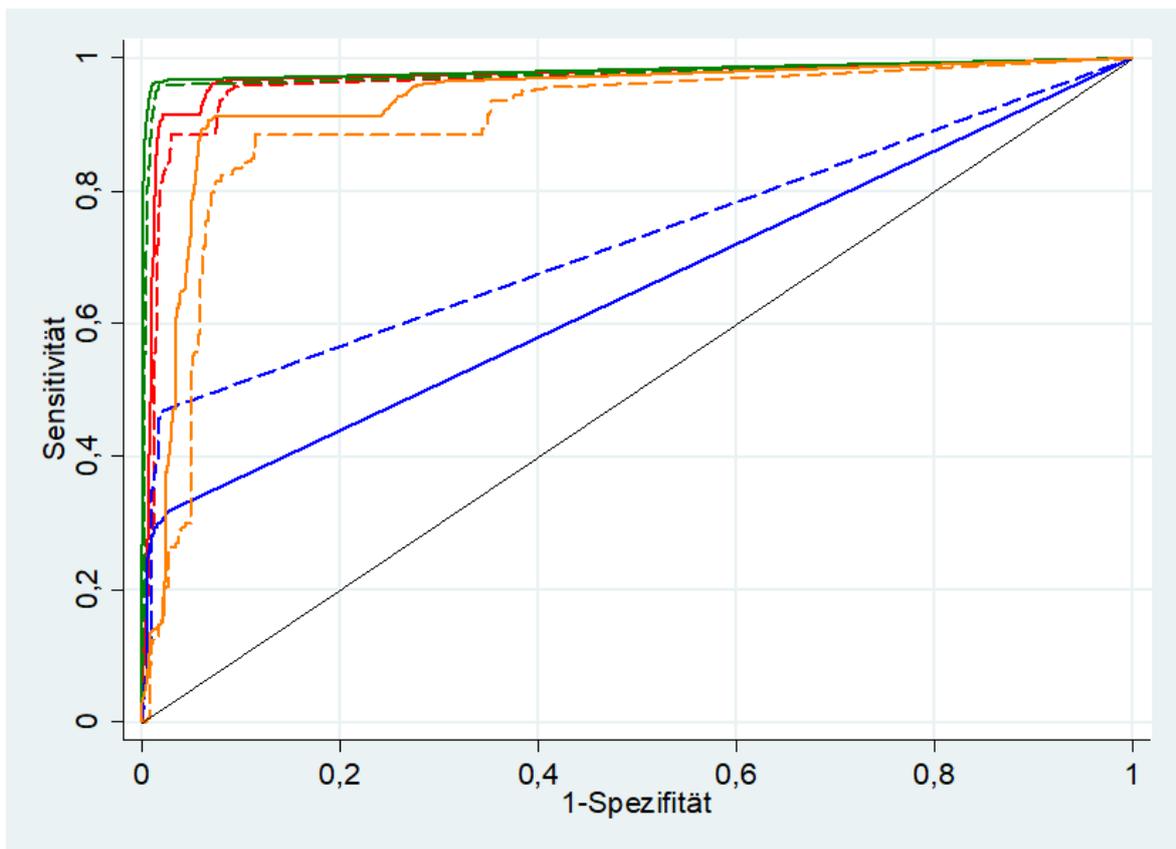
Parameter	FS	IRT braunbefiederter Hennen				IRT weißbefiederter Hennen			
		MW \pm STW	Median [1.-3. Quartil]	p-Wert	r_s zum FS	MW \pm STW	Median [1.-3. Quartil]	p-Wert	r_s zum FS
Halsgefieder									
FL% bei 32,0 °C	0	0,13 \pm 1,75	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,55	0,06 \pm 0,72	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,66
	1	3,08 \pm 9,22	0,0 [0,0-1,9]			3,31 \pm 8,58	0,0 [0,0-1,9]		
	2	23,04 \pm 18,68	18,9 [18,9-21,3]			26,71 \pm 17,99	18,9 [18,9-38,2]		
FL% bei 32,5 °C	0	0,08 \pm 1,39	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,55	0,04 \pm 0,58	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,67
	1	2,53 \pm 7,89	0,0 [0,0-1,5]			2,61 \pm 7,23	0,0 [0,0-1,5]		
	2	19,65 \pm 17,28	15 [15-19]			22,92 \pm 16,46	15 [15-35]		
FL% bei 33,0 °C	0	0,06 \pm 1,25	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,55	0,03 \pm 0,47	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,68
	1	2,07 \pm 6,97	0,0 [0,0-1,3]			1,89 \pm 6,01	0,0 [0,0-1,3]		
	2	17,43 \pm 16,23	12,7 [12,7-17]			20,12 \pm 15,4	12,7 [12,7-32,7]		
FL% bei 33,5 °C	0	0,05 \pm 1,13	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,55	0,02 \pm 0,4	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,67
	1	1,63 \pm 6,18	0,0 [0,0-1,1]			1,35 \pm 5,2	0,0 [0,0-1,1]		
	2	14,8 \pm 15,26	9,8 [9,8-14,3]			16,52 \pm 14,05	9,8 [9,8-29,3]		
FL% bei 34,0 °C	0	0,04 \pm 1,02	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,54	0,01 \pm 0,32	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,67
	1	1,38 \pm 5,59	0,0 [0,0-0,6]			0,97 \pm 4,61	0,0 [0,0-0,6]		
	2	12,11 \pm 14,51	6,8 [6,8-9,3]			13,25 \pm 12,81	6,8 [6,8-25,3]		
FL% bei 34,5 °C	0	0,03 \pm 0,94	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,53	0,01 \pm 0,24	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,64
	1	1,19 \pm 5,1	0,0 [0,0-0,4]			0,71 \pm 4,04	0,0 [0,0-0,0]		
	2	9,8 \pm 13,62	4,8 [4,8-4,8]			10,26 \pm 11,37	4,8 [4,8-21,5]		
MT (°C)	0	22,73 \pm 4,35	22,8 [19,5-26,2]	<0,001	0,08	20,95 \pm 3,76	20,8 [18,5-23,5]	<0,001	0,27
	1	22,34 \pm 4,72	21,2 [19,9-25,6]			22,21 \pm 4,25	21,6 [20,2-24,6]		
	2	27,76 \pm 3,51	28,0 [28,0-28,1]			26,53 \pm 4,69	28 [24,5-29,9]		
ΔT (°C)	0	3,64 \pm 2,6	3,5 [2,2-4,9]	<0,001	0,41	4,79 \pm 2,98	4,2 [3,1-5,6]	<0,001	0,26
	1	5,29 \pm 3,24	5 [3,7-6,7]			4,93 \pm 2,73	4,5 [3,4-6,3]		
	2	12,04 \pm 5,22	11,7 [7,9-16]			10,4 \pm 4,8	10,3 [6,6-13,8]		
Rückengefieder									
FL% bei 32,0 °C	0	0,15 \pm 2,41	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,82	0,34 \pm 4,23	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,82
	1	4,95 \pm 16,13	0,0 [0,0-4,3]			5,71 \pm 14,26	0,0 [0,0-6,4]		
	2	49,43 \pm 32,38	37,4 [21,9-85,3]			36,99 \pm 26,44	35,9 [19-50,0,1]		
FL% bei 32,5 °C	0	0,11 \pm 2,31	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,83	0,31 \pm 4,08	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,82
	1	4,47 \pm 15,32	0,0 [0,0-3,2]			5,25 \pm 13,78	0,0 [0,0-5,8]		
	2	47,61 \pm 32,42	34,8 [20,0,3-82,8]			34,93 \pm 26,09	33,5 [16,6-45,5]		
FL% bei 33,0 °C	0	0,1 \pm 2,23	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,83	0,3 \pm 3,94	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,81
	1	4,11 \pm 14,96	0,0 [0,0-2,2]			4,81 \pm 13,29	0,0 [0,0-5,2]		
	2	45,66 \pm 32,68	31,8 [17-81,1]			32,92 \pm 25,71	30,0,4 [14,3-41,1]		
FL% bei 33,5 °C	0	0,09 \pm 2,15	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,83	0,28 \pm 3,81	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,81
	1	3,87 \pm 14,66	0,0 [0,0-1,3]			4,45 \pm 12,83	0,0 [0,0-4,8]		
	2	43,39 \pm 32,9	29 [13,4-78,9]			30,55 \pm 25,35	27,3 [12,1-39,3]		
FL% bei 34,0 °C	0	0,08 \pm 2,06	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,82	0,26 \pm 3,68	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,80
	1	3,64 \pm 14,3	0,0 [0,0-0,7]			4,11 \pm 12,39	0,0 [0,0-4,4]		
	2	41,03 \pm 32,99	26,4 [10,0,1-77,3]			28,28 \pm 25,16	24,5 [9,3-36,5]		
FL% bei 34,5 °C	0	0,07 \pm 1,95	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,81	0,24 \pm 3,56	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,79
	1	3,37 \pm 13,9	0,0 [0,0-0,3]			3,76 \pm 11,88	0,0 [0,0-4,1]		
	2	38,01 \pm 33,24	20,1 [7,4-74,2]			25,21 \pm 24,92	19,8 [7,1-33,3]		
MT (°C)	0	22,3 \pm 4,11	22,4 [18,8-25,7]	<0,001	0,46	20,98 \pm 3,05	21,1 [18,6-23,1]	<0,001	0,62
	1	22,42 \pm 5,34	23,2 [18,9-25,2]			24,19 \pm 3,88	24,7 [22,1-25,4]		
	2	30,1 \pm 5,78	29,6 [26,2-35,8]			28,94 \pm 3,97	28,4 [26,2-31]		
ΔT (°C)	0	3,51 \pm 2,46	3,4 [2,1-4,6]	<0,001	0,64	5,4 \pm 3,16	4,6 [3,6-6,2]	<0,001	0,46
	1	5,72 \pm 4,63	4,8 [2,9-8,3]			7,48 \pm 4,8	5,8 [4,5-10,2]		
	2	12,36 \pm 4,82	11,8 [9,8-14,4]			10,3 \pm 4,01	10,2 [7,6-12,7]		
Legebauchgefieder									
FL% bei 32,0 °C	0	1,40 \pm 6,47	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,71	1,58 \pm 7,21	0,0 [0,0-0,0,5]	<0,001	0,80
	1	12,58 \pm 19,02	2,2 [0,0-22,0]			10,12 \pm 15,72	4,2 [0,0-13,6]		
	2	67,74 \pm 29,43	75,7 [45,8-94,8]			41,79 \pm 24,81	35,9 [23,1-58,5]		
FL% bei 32,5 °C	0	1,00 \pm 5,47	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,73	1,31 \pm 6,91	0,0 [0,0-0,0,1]	<0,001	0,81
	1	10,72 \pm 17,66	1,9 [0,0-17,5]			8,6 \pm 14,83	3,2 [0,0-10,0,7]		
	2	65,45 \pm 30,25	73,4 [39,8-93,8]			39,51 \pm 24,85	33,6 [20,8-55,4]		
FL% bei 33,0 °C	0	0,73 \pm 4,71	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,74	1,1 \pm 6,66	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,82
	1	8,96 \pm 16,39	1,0 [0,0-13,1]			7,28 \pm 14,03	1,9 [0,0-8,4]		
	2	62,87 \pm 30,90	69,9 [35,7-92,5]			36,84 \pm 24,78	30,0,1 [18,6-49,2]		
FL% bei 33,5 °C	0	0,53 \pm 4,17	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,75	0,94 \pm 6,42	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,83
	1	7,30 \pm 15,14	0,5 [0,0-9,0]			6,22 \pm 13,31	1,2 [0,0-6,7]		
	2	59,83 \pm 31,83	66,3 [32,7-91,2]			33,34 \pm 24,71	25,9 [16,4-41,3]		
FL% bei 34,0 °C	0	0,41 \pm 3,76	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,76	0,81 \pm 6,23	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,82
	1	5,97 \pm 14,09	0,2 [0,0-6,1]			5,28 \pm 12,58	0,0,7 [0,0-4,9]		
	2	56,58 \pm 32,81	62,4 [27,2-89,2]			29,85 \pm 24,82	23,8 [12,7-38,2]		
FL% bei 34,5 °C	0	0,32 \pm 3,46	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,77	0,69 \pm 6,02	0,0 [0,0-0,0]	<0,001	0,81
	1	4,77 \pm 13,17	0,0 [0,0-3,6]			4,47 \pm 11,94	0,0,2 [0,0-3,3]		
	2	53,00 \pm 33,86	56,8 [16,6-86,0]			26,32 \pm 25	16,6 [8,5-34,5]		
MT (°C)	0	24,26 \pm 3,76	24,6 [21,5-27,6]	<0,001	0,49	22,34 \pm 3,59	22,5 [19,8-24,6]	<0,001	0,59
	1	25,08 \pm 4,87	26,0 [21,2-28,9]			25,19 \pm 4,01	25,6 [21,9-28]		
	2	33,14 \pm 4,66	33,9 [30,3-37,2]			29,07 \pm 4,11	29,1 [26,3-31,2]		
ΔT (°C)	0	5,73 \pm 3,88	4,8 [3,4-6,9]	<0,001	0,59	6,31 \pm 3	5,9 [4,4-7,6]	<0,001	0,62
	1	9,07 \pm 4,53	7,9 [5,8-13,7]			7,37 \pm 3,19	7,5 [5,7-9,4]		
	2	14,64 \pm 4,65	14,3 [11,7-16,9]			12,67 \pm 3,47	12,5 [10-14,8]		

FS = Gefiederscore; MW = Mittelwert; STW = Standardabweichung; r_s = Spearman-Korrelationskoeffizient zwischen Gefiederscore und Parameter der Infrarotthermografie; FL% = relativer Anteil an Pixel oberhalb der angegebenen Temperaturschwelle, welche federlose Areale charakterisiert; MT = Mittelwert aller Pixel eines Tieres einer Körperregion; ΔT = Temperaturdifferenz zwischen MT und aufgezeichneter Umgebungstemperatur

A



B



C

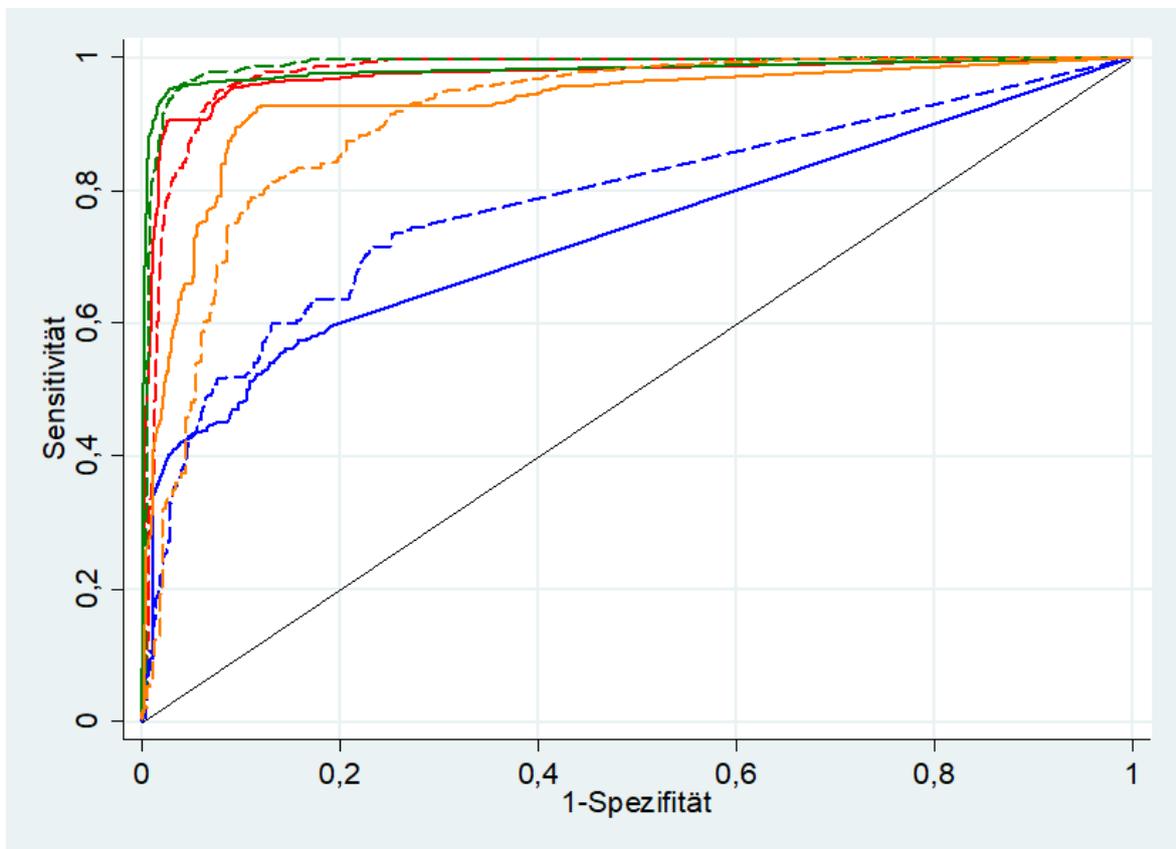


Abbildung 7: Receiver-Operating-Characteristic (ROC)-Kurven zur Identifikation von durch Gefiederscoring festgestelltem Gefiederverlust mittels Infrarotthermografie (IRT) für die Körperregionen dorsaler Hals (A), Rücken (B) und Legebauch (C). Dargestellt sind die ROC-Kurven für braun- (durchgehende Linien) und weißbefiederte Hennen (gestrichelte Linien) für die Variable mit der maximalen Area Under Curve (AUC) zum Vergleich von schweren Gefiederschäden (Score 2) vs. intaktem Gefieder (Score 0) und leichten Gefiederschäden (Score 1; rote Linie), Score 0 vs. Score 1 (blaue Linien), Score 0 vs. Score 2 (grüne Linien) und Score 1 vs. Score 2 (orange Linien).

In mehreren Merkmalen und Score-Vergleichen sind die bestgeeigneten Parameter zwischen weiß- und braunbefiederten Hennen verschieden (Tabelle 7). Beim Vergleich der AUC zwischen den Hybridtypen zeigten sich für die durchgeführten Score-Vergleiche für FI% beim Halsgefieder keine signifikanten Differenzen ($p \geq 0,091$), jedoch für das Rückengefieder ($p \leq 0,043$) mit Ausnahme des Vergleichs für Score 1 vs. Score 2 ($p \geq 0,133$). Beim Legebauchgefieder bestanden dahingehend Unterscheide der AUC zwischen den Hybridtypen für Score 0 vs. 1, Score 0 vs. 2, Score 1 vs. 2 ($p \leq 0,045$), aber nicht für Score 0/1 vs. 2 ($p \geq 0,309$).

Tabelle 7: Bestgeeigneter Parameter für die Receiver Operating Characteristic-Analysen (ROC-Analysen) zur Beurteilung des Gefiederverlusts mittels Infrarotthermografie mit der dazugehörigen Area Under Curve (AUC), dem Cutpoint beim maximalen Youden Index, der Sensitivität und Spezifität sowie als Vorsagewerte der negative prädiktive Wert (NPV) und der positive prädiktive Wert (PPV).

Merkmal/Hybridtyp	Bestgeeigneter Parameter	AUC (SE)	Cutpoint	Sensitivität, %	Spezifität, %	NPV, %	PPV, %
Halsgefieder							
<i>braunbefiederte Hennen</i>							
Score 0 vs. 1	ΔT	0,6863 (0,0062)	4,557	60,2	70,4	75,6	53,6
Score 1 vs. 2	FL% >32,0 °C	0,8846 (0,0101)	16,541	80,2	97,1	96,6	82,6
Score 0/1 vs. 2	ΔT	0,9176 (0,0064)	6,319	85,7	84,2	99,0	25,2
Score 0 vs. 2	FL% >32,0 °C	0,9310 (0,0078)	2,647	86,5	99,2	98,7	90,9
<i>weißbefiederte Hennen</i>							
Score 0 vs. 1	FL% >32,0 °C	0,6710 (0,0104)	0,207	36,0	97,9	87,1	79,7
Score 1 vs. 2	FL% >33,0 °C	0,8968 (0,0125)	10,953	78,5	97,1	88,4	94,2
Score 0/1 vs. 2	FL% >32,0 °C	0,9333 (0,0091)	2,115	87,9	96,5	98,6	73,3
Score 0 vs. 2	FL% >32,0 °C	0,9455 (0,0086)	0,833	89,4	98,5	98,6	88,6
Rückengefieder							
<i>braunbefiederte Hennen</i>							
Score 0 vs. 1	FL% >32,0 °C	0,6477 (0,0064)	0,057	31,7	97,5	83,2	78,2
Score 1 vs. 2	FL% >32,5 °C	0,9348 (0,0047)	6,771	90,7	93,3	87,0	95,3
Score 0/1 vs. 2	FL% >32,0 °C	0,9712 (0,0023)	6,797	91,5	97,9	97,2	93,5
Score 0 vs. 2	FL% >32,0 °C	0,9818 (0,0020)	1,301	96,1	98,9	98,3	97,5
<i>weißbefiederte Hennen</i>							
Score 0 vs. 1	FL% >32,0 °C	0,7243 (0,0110)	0,042	46,8	98,1	88,5	85,7
Score 1 vs. 2	FL% >32,0 °C	0,9013 (0,0099)	6,475	88,5	88,5	86,2	90,4
Score 0/1 vs. 2	FL% >32,0 °C	0,9612 (0,0046)	1,803	95,0	91,4	98,7	72,4
Score 0 vs. 2	FL% >32,0 °C	0,9756 (0,0041)	0,212	96,0	98,3	98,8	94,3
Legebauchgefieder							
<i>braunbefiederte Hennen</i>							
Score 0 vs. 1	FL% >32,5 °C	0,7339 (0,0084)	0,631	56,1	85,5	90,9	43,0
Score 1 vs. 2	FL% >33,5 °C	0,9297 (0,0052)	10,353	92,4	88,5	88,9	92,0
Score 0/1 vs. 2	FL% >32,5 °C	0,9719 (0,0025)	17,706	90,6	97,3	97,8	88,6
Score 0 vs. 2	FL% >32,5 °C	0,9807 (0,0023)	7,372	95,3	97,2	98,7	90,7
<i>weißbefiederte Hennen</i>							
Score 0 vs. 1	FL% >32,0 °C	0,7816 (0,0137)	0,794	71,5	76,8	93,3	37,4
Score 1 vs. 2	FL% >33,0 °C	0,9091 (0,0098)	15,28	81,2	87,2	64,1	94,2
Score 0/1 vs. 2	FL% >33,0 °C	0,9746 (0,0026)	5,826	94,9	92,4	97,8	84,0
Score 0 vs. 2	FL% >33,0 °C	0,9862 (0,0021)	4,568	96,3	95,7	98,1	91,8

AUC = Area Under Curve; SE = Standardfehler; NPV = negativer prädiktiver Wert; PPV = positiver prädiktiver Wert; ΔT = Temperaturdifferenz zwischen Mittelwert des Gefieders und der Umgebungstemperatur; FL% = relativer Anteil an Gefiederfläche oberhalb der angegebenen Temperaturschwelle

Bisher nicht vorhandene Aussagen zur diagnostischen Genauigkeit der IRT wurden mit den ROC-Analysen der Studie generiert. Die AUC und dazugehörigen Sensitivitäten und Spezifitäten für die Identifikation schwerer Gefiederschäden im Vergleich zu intaktem Gefieder sehr hohe Genauigkeiten von über 95 % Sensitivität und Spezifität für das Rücken- und Legebauchgefieder. Auch für die Differenzierung zwischen leichten und starkem Gefiederverlust liegt eine sehr gute Genauigkeit vor. Damit besitzt die IRT eine gute Eignung zur objektiven Quantifizierung des Gefiederverlusts.

Die Detektion erster, leichter Gefiederschäden (Score 0 vs. 1) hingegen zeigt nur geringe, für die Zielanwendung als Früherkennungssystem unzureichende Genauigkeiten. Unterschiede in der diagnostischen Genauigkeit der IRT zwischen den Hybridtypen und Körperregionen können in der variierenden Dichte des Gefieders (Cangar et al., 2008) oder auch in der änderbaren Haltung des Halses begründet sein.

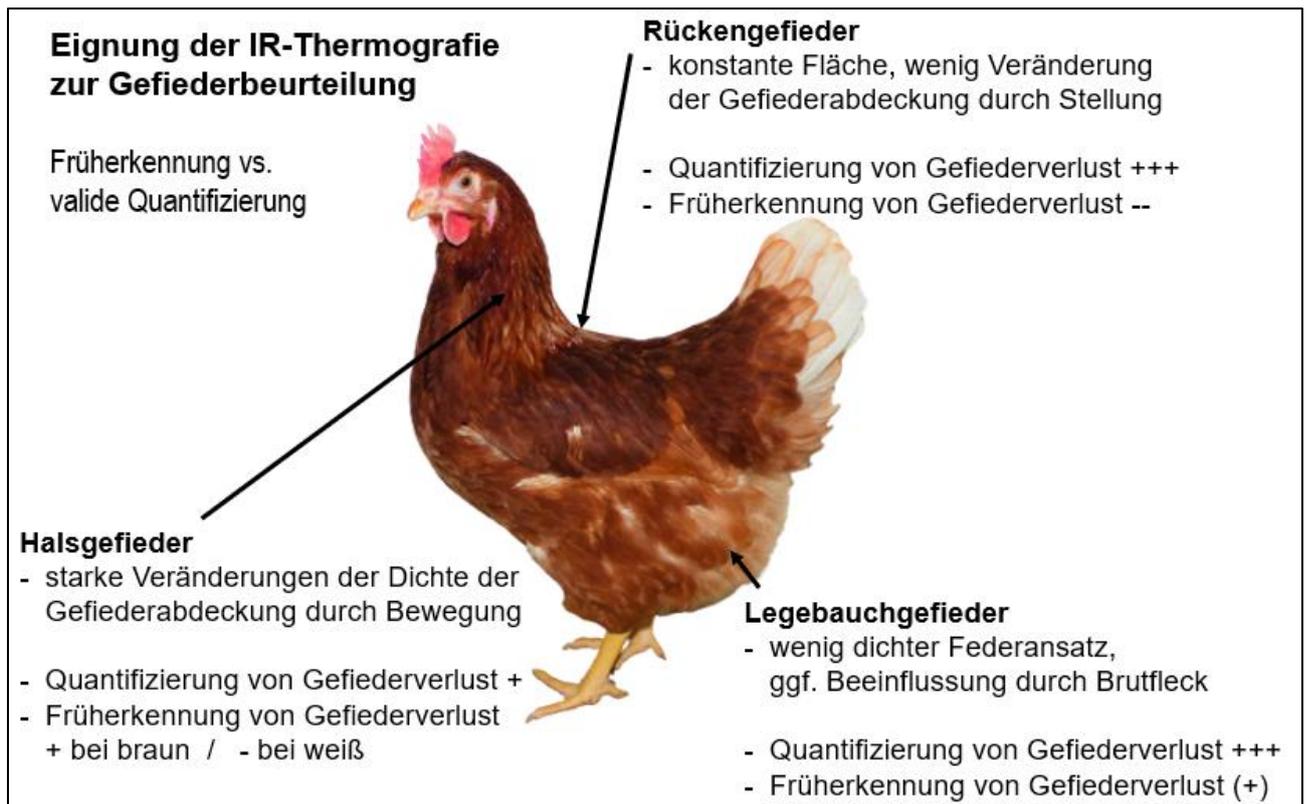


Abbildung 8: Zusammenfassung zur Eignung der Infrarotthermografie zur objektiven Quantifizierung von Gefiederverlust und zur Früherkennung von Gefiederschäden in Abhängigkeit der Körperregion

3.2.2. Einfluss der Einstreuqualität auf das Auftreten von Federpicken

In der multivariaten Auswertung, die auch den Hybridtyp, das Tieralter und den Betrieb berücksichtigte, zeigte sich für mehrere Einstreumerkmale ein nachweislicher Effekt auf die Prävalenz von Gefiederverlust. So stieg das Risiko für das Auftreten von Gefiederschäden mit:

- niedrigerer Einstreuhöhe,
- steigendem Anteil an Kotplatten im Einstreubereich,
- reduzierter Beweglichkeit der Einstreu,
- geringer Strukturierung des Einstreumaterials,
- höherem Stickstoff-, niedrigerem Phosphorgehalt und niedrigerem pH-Wert der Einstreu.

Zur Visualisierung werden in Abbildung 9 bis Abbildung 13 die relevanten Einstreumerkmale im Verlauf der Legeperiode mit Vergleich zwischen den Kontroll- und Versuchsherden dargestellt.

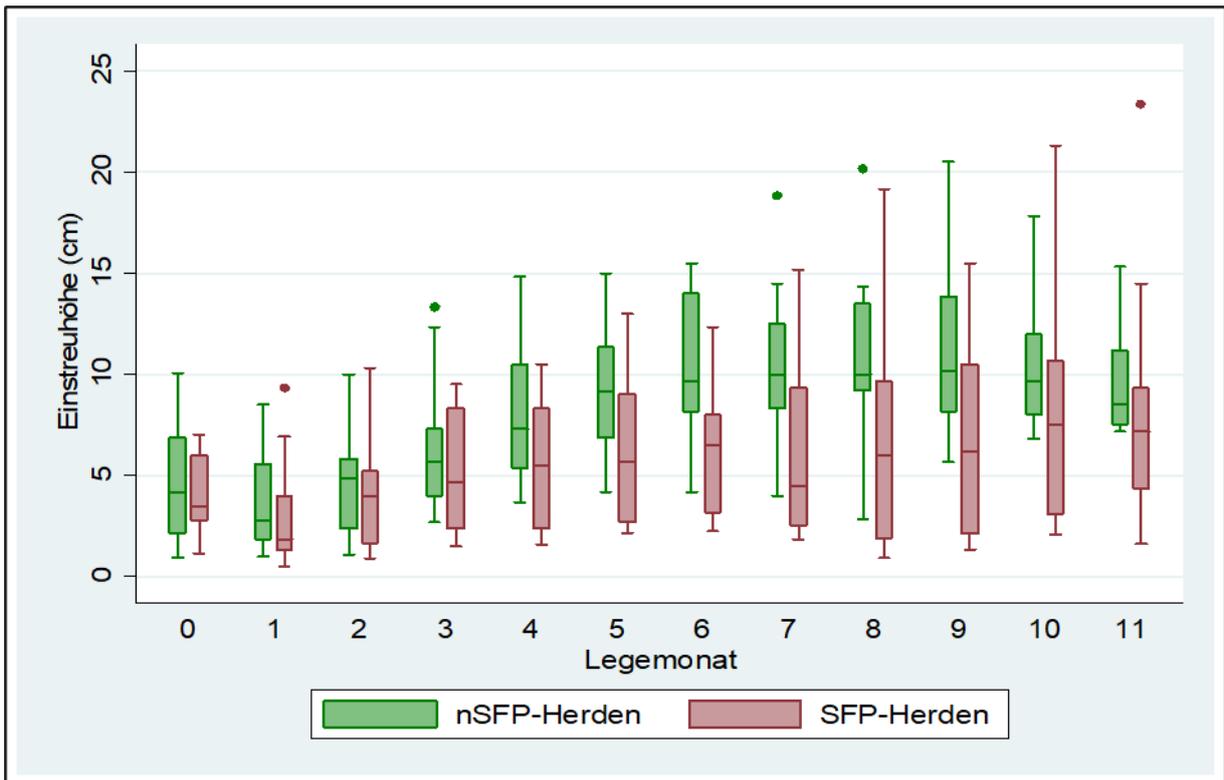


Abbildung 9: Einstreuhöhe im Verlauf der Legeperiode in Herden mit ausgeprägten Gefiederschäden (SFP) und Herden mit geringen Gefiederschäden (nSFP-Herden)

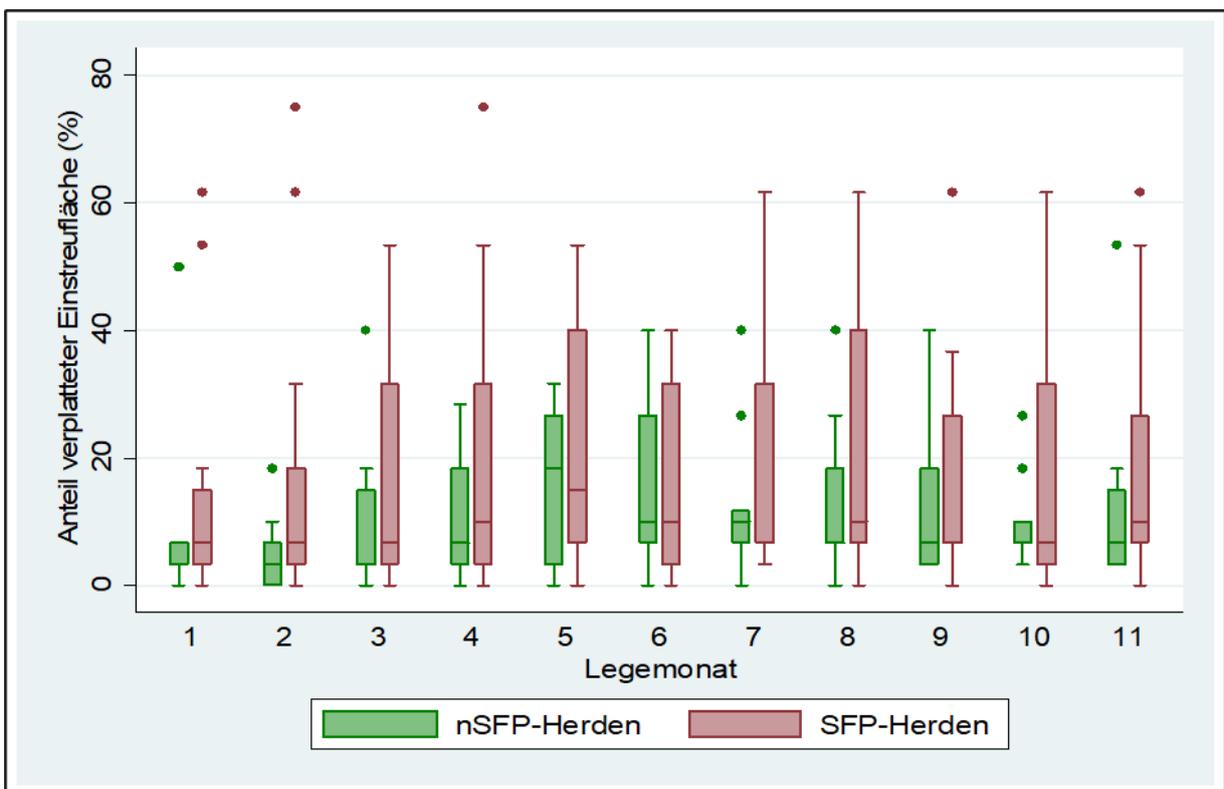


Abbildung 10: Relativer Anteil verplatteter Einstreu im Scharrbereich im Verlauf der Legeperiode in Herden mit ausgeprägten Gefiederschäden (SFP) und Herden mit geringen Gefiederschäden (nSFP-Herden)

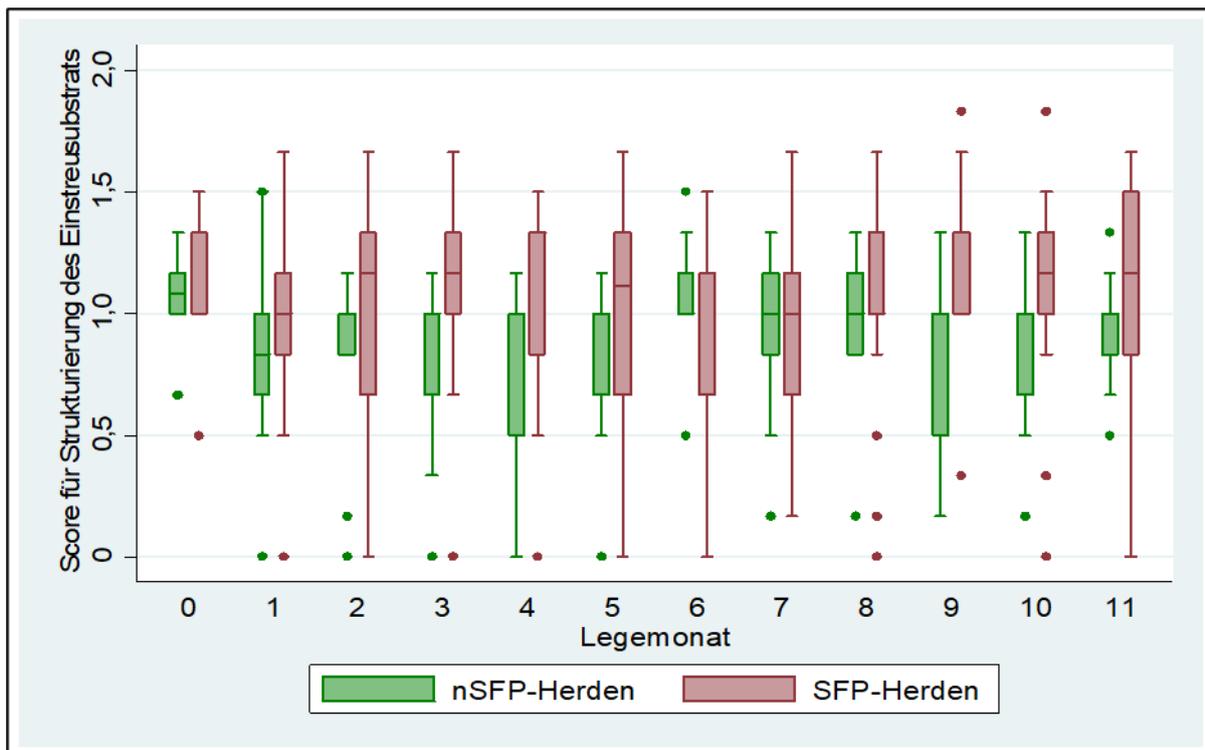


Abbildung 11: Strukturierung der Einstreu im Verlauf der Legeperiode in Herden mit ausgeprägten Gefiederschäden (SFP) und Herden mit geringen Gefiederschäden (nSFP-Herden)

Score 0 stark strukturierte Einstreu – Score 2 kaum strukturierte Einstreu – siehe Boniturschema unter Datenerhebungen

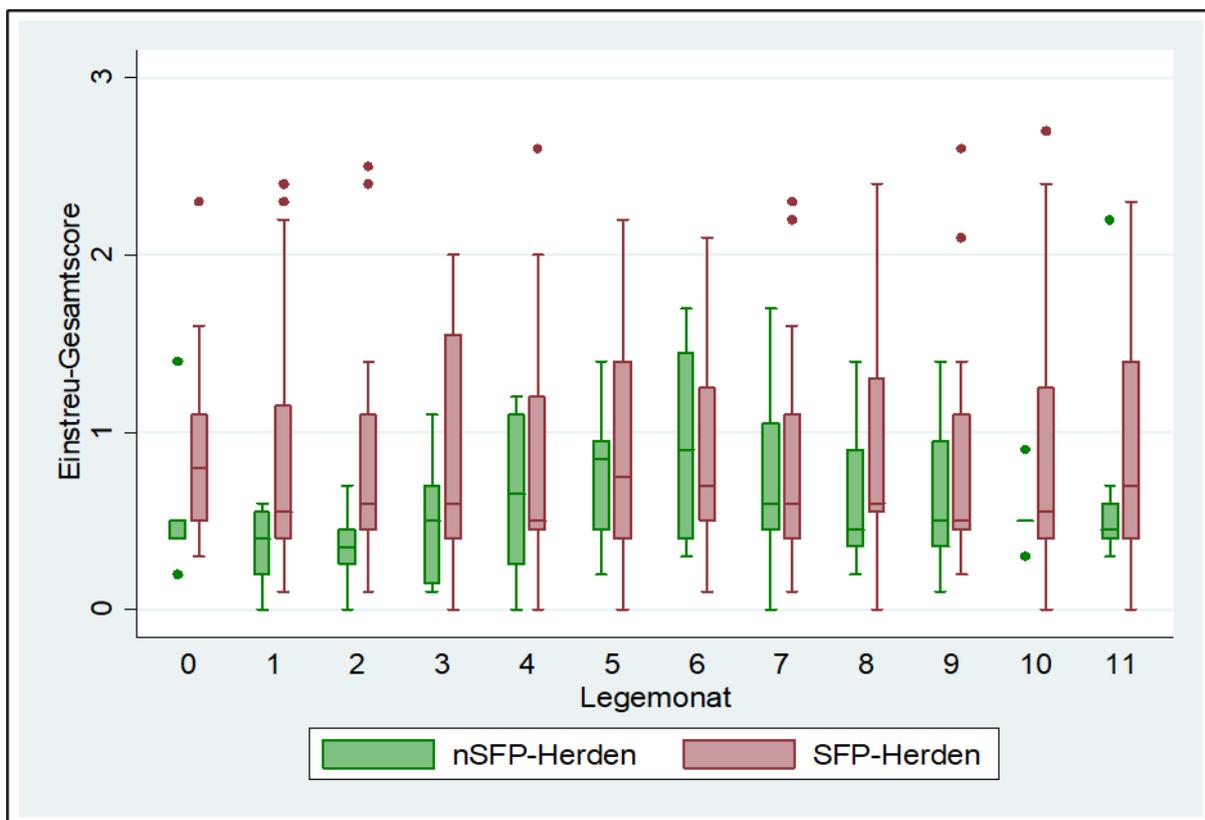


Abbildung 12: Einstreu-Gesamtscore als zusammenfassender Parameter der Einstreuqualität im Verlauf der Legeperiode in Herden mit ausgeprägten Gefiederschäden (SFP) und Herden mit geringen Gefiederschäden (nSFP-Herden)

Score 0 sehr guter Zustand – Score 3 mangelhafter Zustand – siehe Boniturschema unter Datenerhebungen

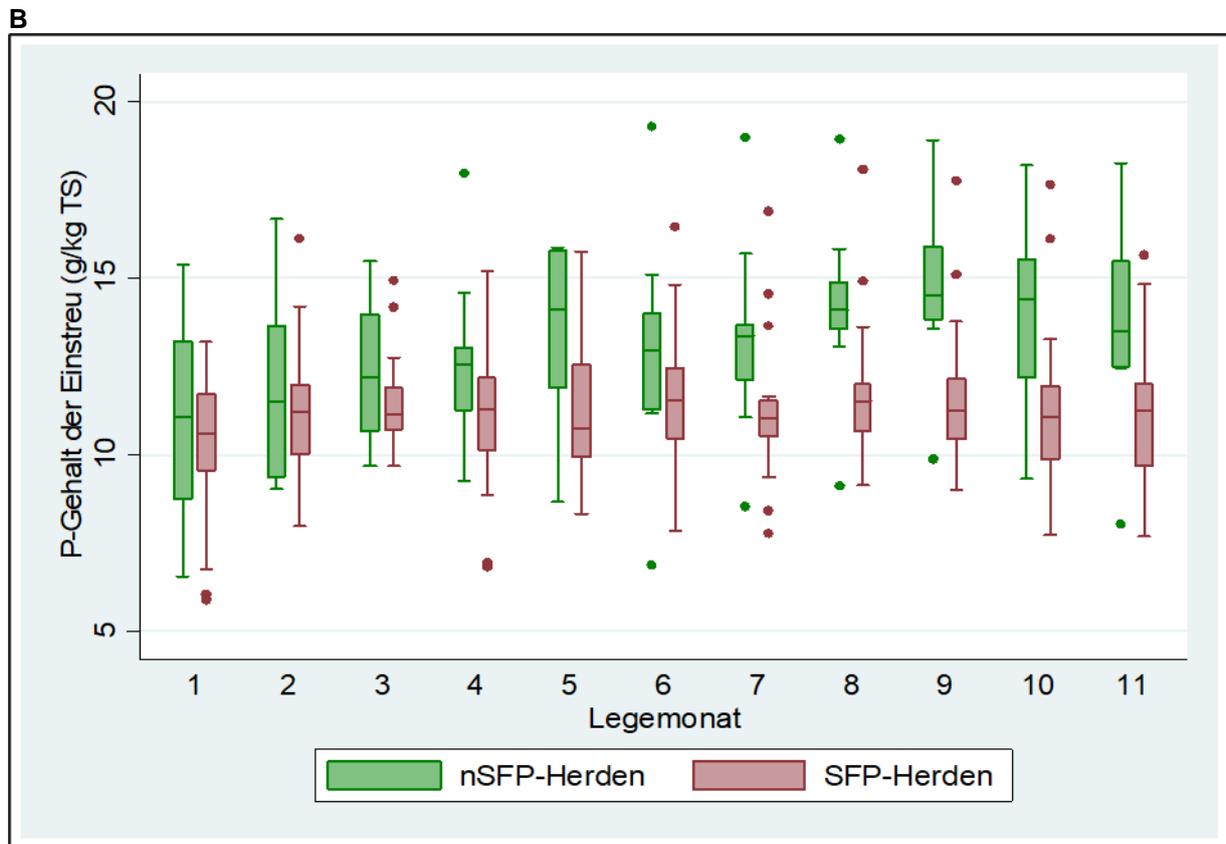
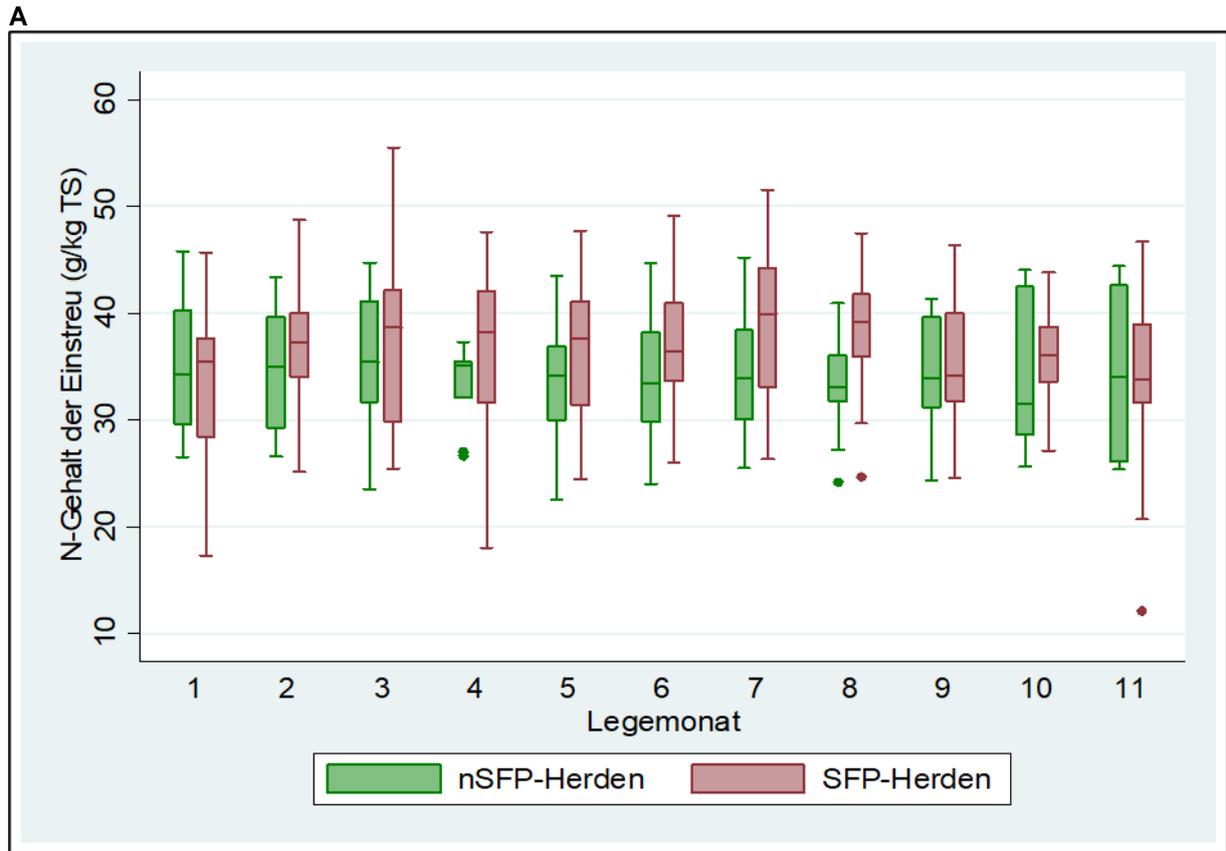


Abbildung 13: Gehalt an Stickstoff (A) und Phosphor (B) der Einstreu im Verlauf der Legeperiode in Herden mit ausgeprägten Gefiederschäden (SFP) und Herden mit geringen Gefiederschäden (nSFP-Herden)

Legehennen führen täglich 10.000 bis 15.000 Pickschläge in ihrer Umgebung aus, wobei der Großteil im Rahmen des Futtersuchverhaltens erfolgt (Keppler et al., 1999; Keppler et al., 2017). Als manipulierbare Materialien stellen Einstreusubstrate eine geeignete Möglichkeit zur Befriedigung des Picktriebes dar. Eine Reduktion des Risikos von Federpicken durch Bereitstellung von Substraten zur Beschäftigung bzw. Einstreu ist für Käfigsysteme wissenschaftlich konsistent belegt (Schreiter et al., 2019). Welche konkreten Einflüsse die Qualität der Einstreu in alternativen Haltungssystemen, welche grundsätzlich den Zugang zur Einstreumaterialien gewähren, besitzt, war bisher nicht untersucht und konnte mit der vorliegenden Studie analysiert werden. Der Einstreuzustand ist dabei als Ergebnis aus Einstreusubstrat/-management, Stallklima und baulichen Eigenschaften zu sehen.

Es besteht ein nachweislicher Effekt von hoher Plattenbildung und nicht beweglicher bzw. nicht strukturierter Einstreu als Risikofaktoren für Federpicken. Auf Grundlage der Ergebnisse aus den Bestandsbesuchen und den Dokumentationen der Tierhalter zum Einstreumanagement können folgende Empfehlungen zur erfolgreichen Einstreubewirtschaftung in Legehennenställen gegeben werden:

- komplett abgetrockneter Stallboden nach Serviceperiode
- Einstreu erst unmittelbar vor/nach der Einnistung einbringen (ansonsten Gefahr von Kondenswasserbildung) und von den Hennen selbst verteilen lassen
- Hennen sollten ab Einnistung einen Zugang zu Einstreu haben und nicht auf den Volierenblock aufgesperrt werden
- kombinierter Einsatz verschiedener Substrate, v.a. von hoch saugfähigen Substraten die zugleich auch aufgrund ihrer Größe/Struktur einen Anreiz zum Bepicken geben
- häufiges Nachstreuen kleiner Mengen Einstreu erhöht die Attraktivität selbiger und ist der Zugabe von großen Nachstreumengen in größeren Abständen vorzuziehen
- entstehende Kotplatten unverzüglich entfernen und ggf. nachstreuen, ansonsten breiten sich diese i. d. R. schnell aus und die Einstreu verliert ihre Funktionen
- ggf. gezielter Einsatz von Gesteinsmehl-/Kalkprodukten zur Reduktion des Feuchtegehalts der Einstreu
- Ställe mit Zugang zum Außenbereich: Begrenzung des Eintrags von Feuchtigkeit aus Außenbereich – Einstreu im Außenklimabereich funktionsfähig zur Aufnahme von Feuchtigkeit und Schmutz an Füßen erhalten
- Ställe mit Zugang zum Außenbereich: unkontrollierter Zustrom von Frischluft durch Auslauföffnung schränkt Funktionsfähigkeit einer Unterdrucklüftung stark ein – wünschenswert erscheint in diesen Ställen eine Gleichdrucklüftung bzw. Hybrid aus Gleich- und Unterdrucklüftung
- bei feuchter Einstreu Lüftung kontrollieren (Funktionsfähigkeit aller Elemente, Sollwert und weitere Einstellungen, ggf. Hersteller/Berater kontaktieren)
- bei feuchter Einstreu fütterungsbedingte Einflüsse für Durchfall und klebrige Kotkonsistenz abklären, z.B. jegliche Nährstoff-Imbalancen, Protein-/

Natriumübersversorgung, Notwendigkeit und korrekten Einsatz von Futterenzymen (NSP-Spalter, Beta-Glucanase) prüfen, ggf. Einsatz von Darmstabilisatoren hilfreich (organische Säuren, pflanzliche Extrakte, Probiotika)

- bei feuchter Einstreu auch Einflüsse von Darmerkrankungen durch Tierarzt abklären lassen

Das Vorhandensein von Konturfedern in der Einstreu stellte sich als geeigneter Parameter auch zur Früherkennung sich abzeichnender Probleme mit Federpicken in einer Herde dar. Herden mit starken Gefiederschäden, zeigten signifikant weniger kleine Konturfedern in der Einstreu als Herden mit geringen Gefiederschäden zum Legeperiodenende (Abbildung 14).

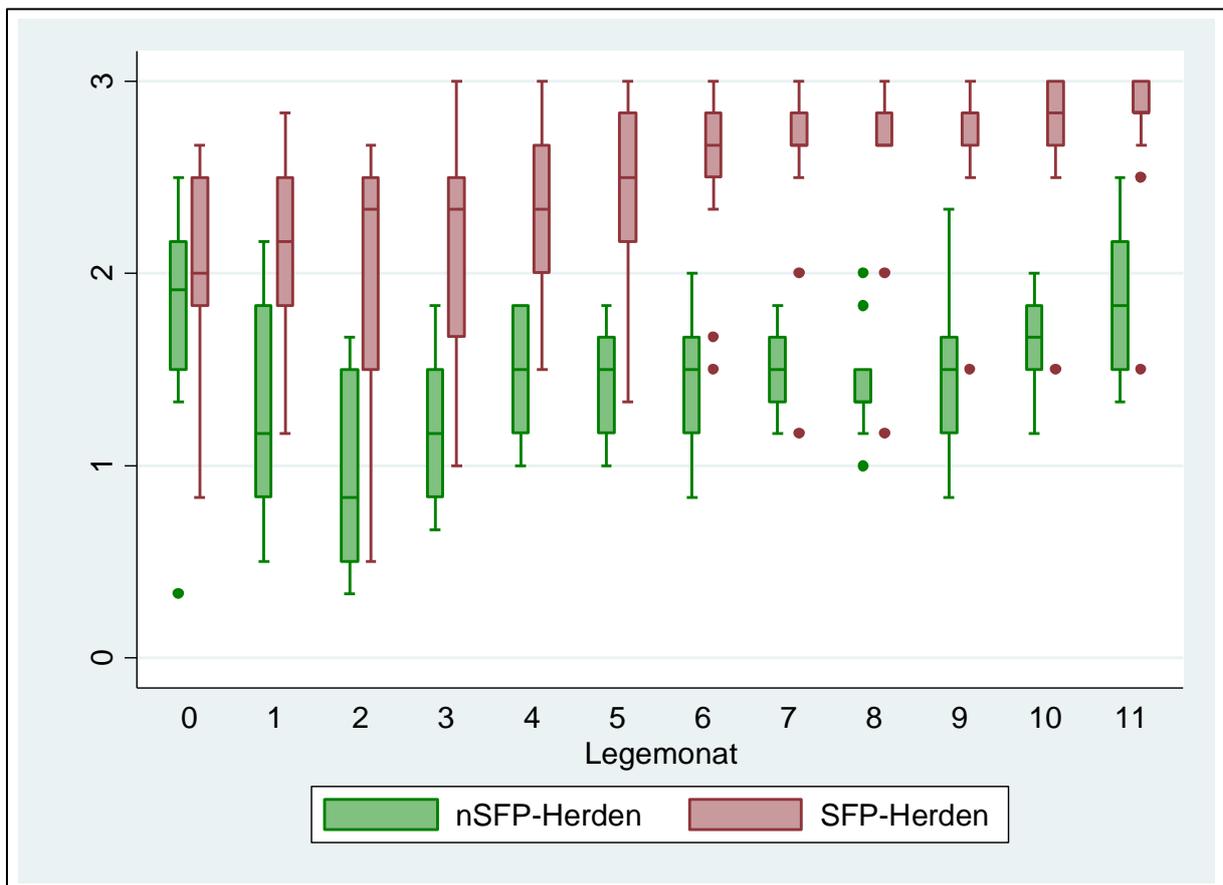


Abbildung 14: Vorhandensein von kleinen Konturfedern in der Einstreu im Verlauf der Legeperiode in Herden mit ausgeprägten Gefiederschäden (SFP) und Herden mit geringen Gefiederschäden (nSFP-Herden)

Score 0: >50 Konturfedern/m² – Score 3: 0 Konturfedern/m² – siehe Boniturschema unter Datenerhebungen

3.2.3. Einfluss der Parasitenlast auf das Auftreten von Federpicken

Die Untersuchungen zur endoparasitären Belastung der Herden zeigten erwartungsgemäß höhere Nachweisraten von Kokzidienoozysten, Wurmeiern des Askaridentyps (Spul-/Blinddarmwürmer) und von Capillaria-Wurmeiern (Haarwürmer) in Freilandhaltungen gegenüber Bodenhaltungen (Abbildung 15 und Abbildung 16). Im Freiland befindet sich ein umfangreiches Reservoir an Endoparasiten, wobei entgegen dem Stallbereich auch im leerstehenden Stall/Auslauf nur stark begrenzte Möglichkeiten zur Erregerreduktion in den Ausläufen vorhanden sind. Zudem benötigen bestimmte Wurmartentypen (z.B. Bandwürmer) in ihrem Entwicklungszyklus Zwischenwirte (z.B. Insekten, Regenwürmer), die primär im Auslauf anzutreffen sind.

Bei den statistischen Analysen war kein signifikanter Einfluss der Endoparasitenlast auf die Gefiederschäden der Hennen nachzuweisen und auch numerisch kein Zusammenhang zwischen Befall mit Endoparasiten und Gefiederschäden sichtbar. Damit ist auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen davon auszugehen, dass der Befall mit Würmern und Kokzidien keinen direkten kausalen Zusammenhang zum Auftreten von Federpicken in Legehennenherden besitzt.

Eine Korrelationsanalyse zeigte signifikante Korrelationen (nach Spearman) zwischen Einstreuqualität und Endoparasitenlast. So korrelierte die Plattenbildung der Einstreu (Bodenhaltung – $r_s = 0,514$; Freilandhaltung – $r_s = 0,227$) und deren Trockensubstanzgehalt (Bodenhaltung – $r_s = -0,501$; Freilandhaltung – $r_s = -0,215$) mit den Nachweisraten von Wurmeiern des Askaridentyps.

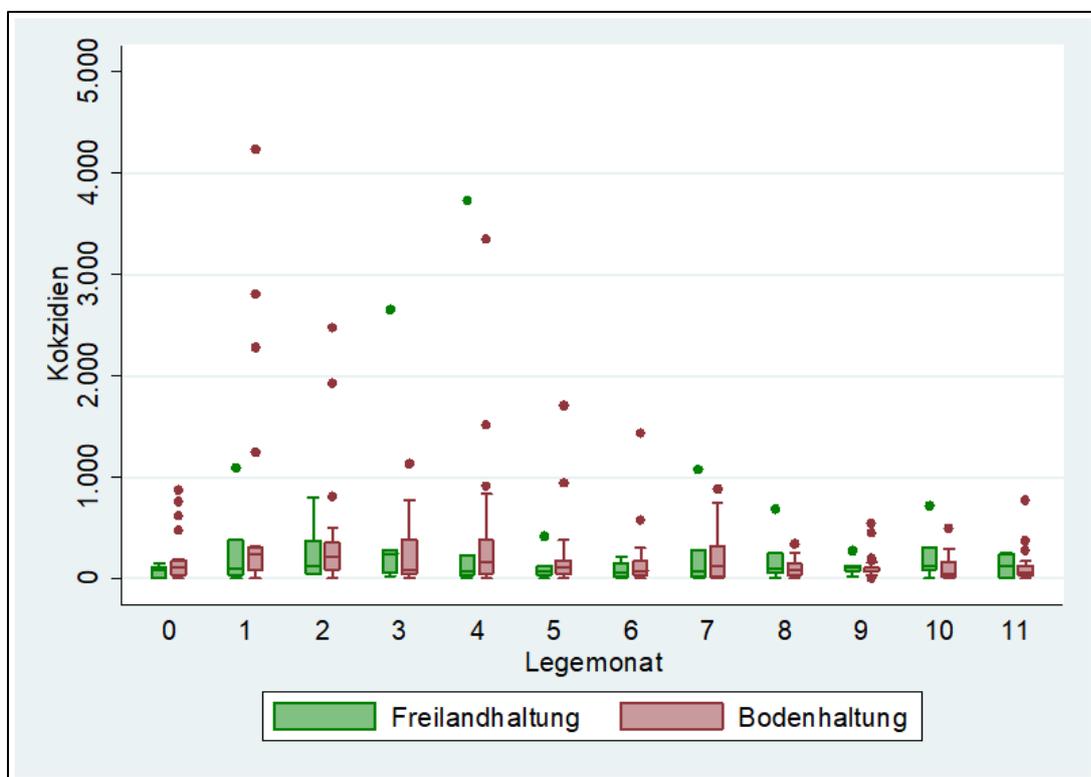


Abbildung 15: Nachweisraten von Kokzidienoozysten (je g Kot) im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit der Haltungform

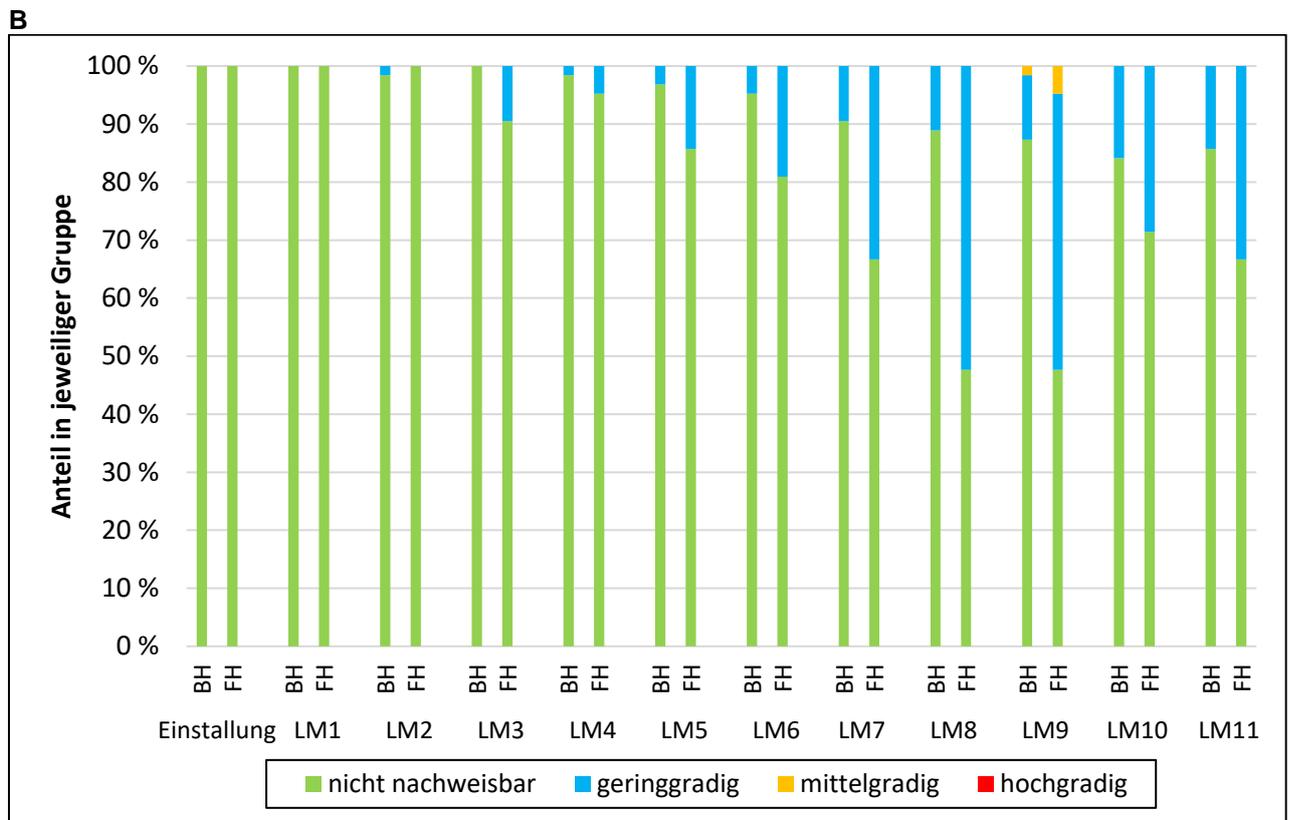
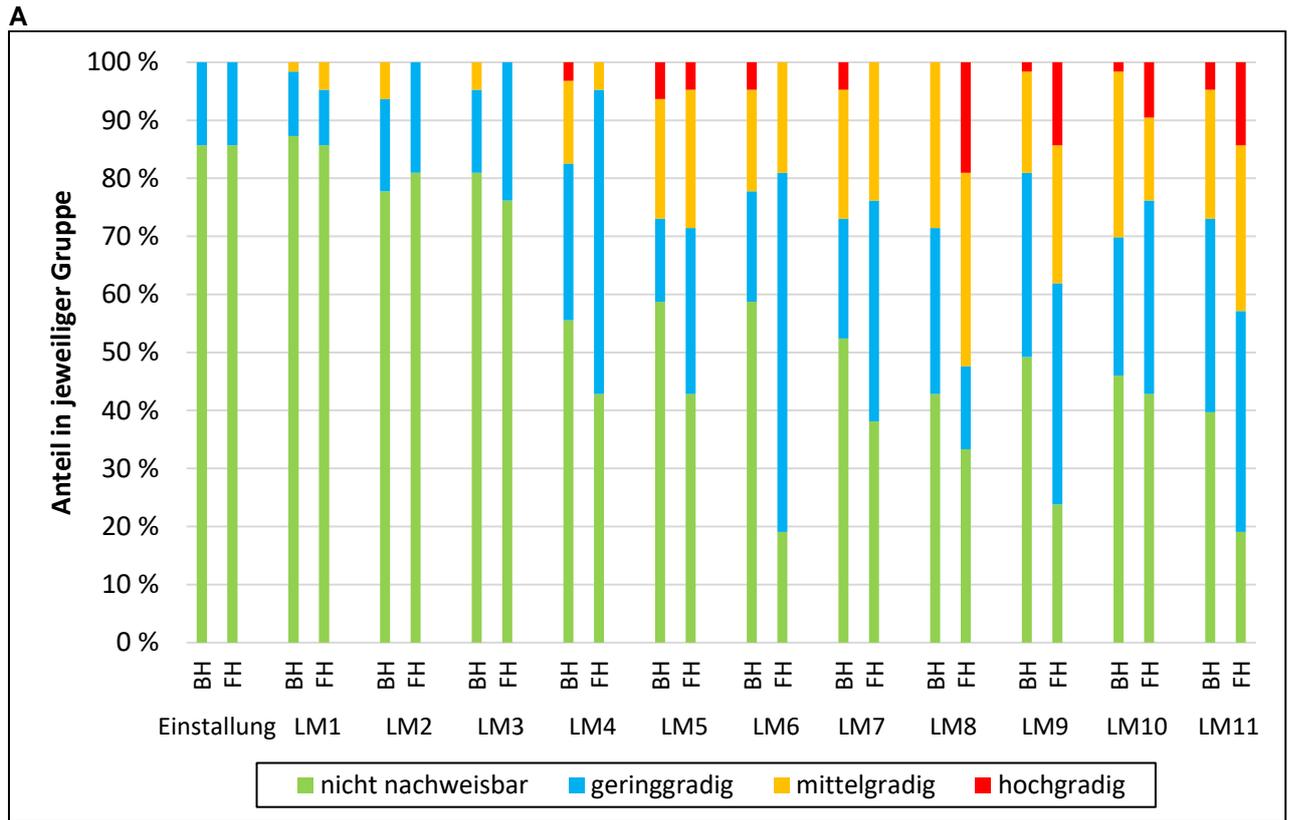


Abbildung 16: Nachweisraten von Wurmeiern des Askaridentyps (Spul-/Blinddarmwürmer; A) und von Capillaria-Wurmeiern (Haarwürmer; B) im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit der Haltung

LM = Legemonat

Auch der Befall mit der Roten Vogelmilbe als bedeutendster Ektoparasit der Legehennenhaltung war in Freilandherden höher als in Bodenhaltungen (Abbildung 17). Dies erklärt sich u.a. durch den im Auslauf möglichen Eintrag von Roten Vogelmilben aus der Wildvogelpopulation.

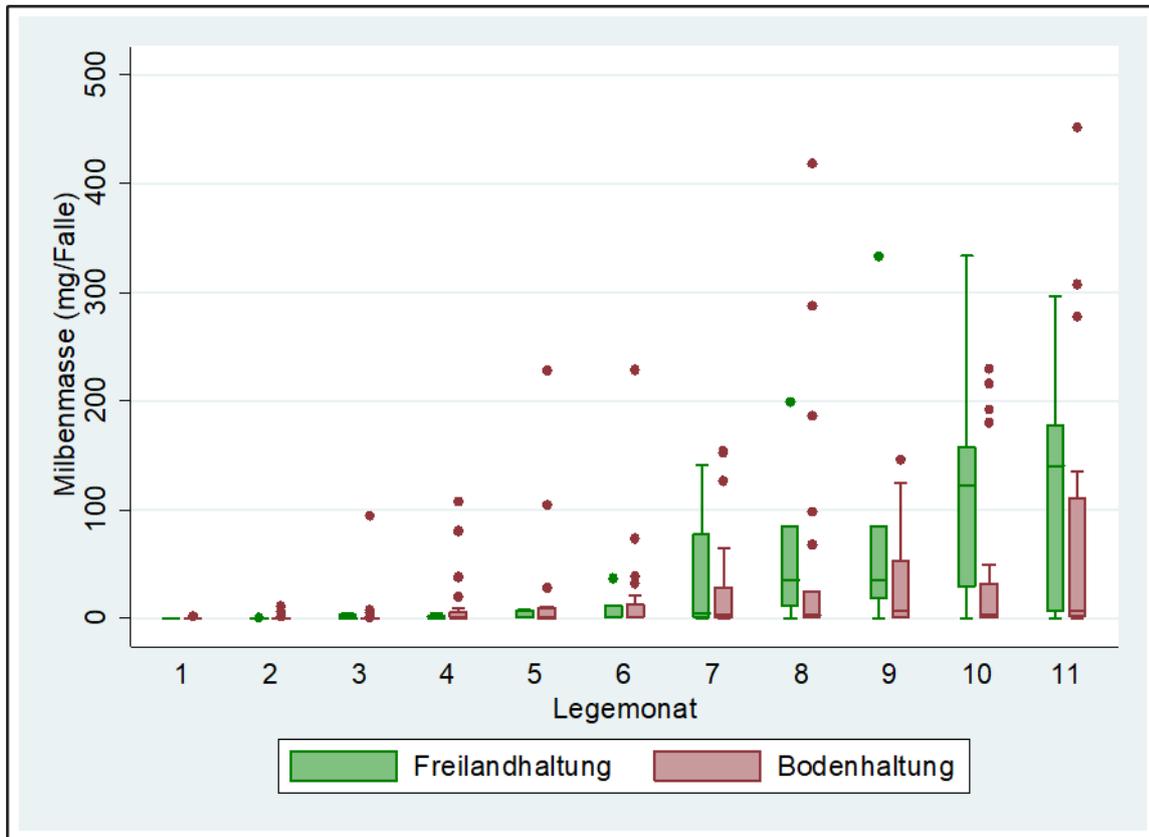


Abbildung 17: Vorgefundene Milbenmasse in den Fallen zur Bestimmung des Befalls mit der Roten Vogelmilbe im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit der Haltungform

Interpretation der Milbenmasse je Falle nach AviVet (2019): 1-50 mg = niedriger Befall, 51-250 moderater Befall, >250 starker Befall

In der multivariaten Auswertung, die auch den Hybridtyp, das Tieralter und den Betrieb berücksichtigte, zeigte sich ein signifikanter Effekt des Befalls mit der Roten Vogelmilbe auf die Prävalenz von Gefiederschäden ($p < 0,001$; Abbildung 18). Ein steigender Milbendruck erhöhte das Risiko für Gefiederverlust. Es ist davon auszugehen, dass der von den Milben ausgehende Juckreiz der Haut und die weniger erholsame Dunkelphase in der Herde Nervosität und Verhaltensabweichungen fördern. Weiterhin kann der Blutentzug durch Milben generell ein Nährstoffdefizit forcieren.

Zur Kontrolle des Milbenbefalls sollten intensive Bekämpfung- und Präventionsmaßnahmen in der Serviceperiode (chemisch und/oder amorphe Kieselgur-Produkte) erfolgen. Zudem ein Monitoring des Milbenbefalls und ggf. Bekämpfungsmaßnahmen im laufenden Durchgang, z.B. durch amorphe Kieselgur-/Silikat-Produkte in trockener oder flüssiger Ausbringung bzw. im Sandbad sowie Einsatz von Fluralaner.

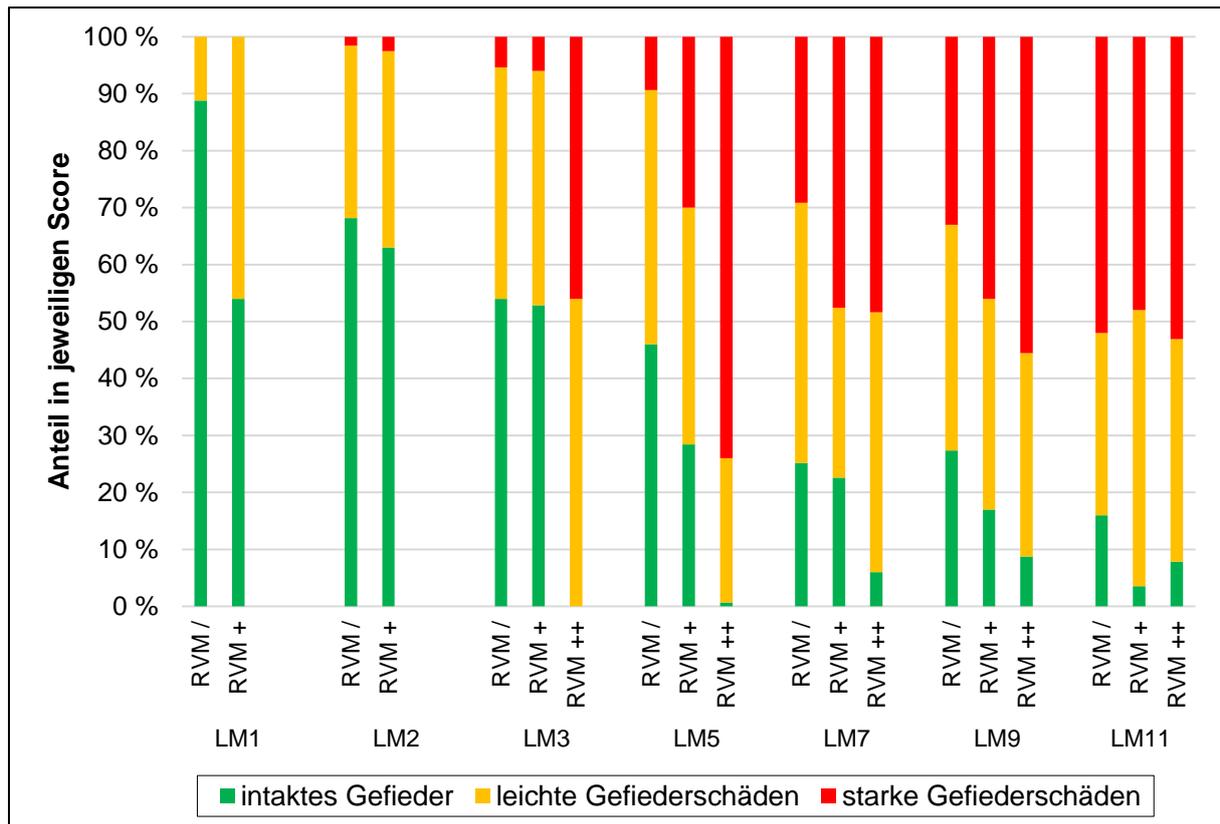


Abbildung 18: Gefiederzustand* der untersuchten Herden im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Befalls mit der Roten Vogelmilbe

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (dorsales Hals-, Rücken- und Bauchgefieder); LM = Legemonat; RVM / = bzgl. des Milbenbefalls untere 25 % der Herden (<1. Quartil), RVM + = bzgl. des Milbenbefalls mittlere 50 % der Herden (1.-3. Quartil), RVM ++ = bzgl. des Milbenbefalls obere 25 % der Herden (>3. Quartil)

3.3. Nebenergebnisse des Projektes

3.3.1. Einfluss der Junghennenqualität auf Verhaltensstörungen

Um den Einfluss der Junghennenqualität als Merkmalskomplex auf den Integumentzustand zu prüfen, wurde als zusammenfassender Parameter ein Junghennen-Qualitätsscore (JHQS) gebildet. Hierzu wurden tierbezogene Daten, von der Untersuchung des ersten Bestandsbesuchs direkt nach der Einstellung auf Herdenbasis, verwendet. Auf Grundlage bisheriger Erkenntnisse wurde die Junghennenqualität nach dem Gefiederzustand (Janczak und Riber, 2015; Gernand et al., 2021), der Uniformität (Du et al., 2022) und der Sollgewichtserfüllung (Janczak und Riber, 2015; Kaesberg et al., 2018) beurteilt und gewichtet. Für den Gefiederzustand wurde der gruppierte Median des Gesamt-Gefiederscores (Schreiter et al. 2020), die Sollgewichtserfüllung als Merkmal der Körpergewichtsentwicklung (Mittelwert des Anteils des ermittelten Körpergewichts am Soll-Körpergewicht des Zuchtunternehmens für das jeweilige Tieralter nach Keppler et al., 2017) und die Uniformität (nach Jeroch und Müller, 2018) als Parameter der Ausgeglichenheit der Herde verwendet. Herden, deren

Sollgewichtserfüllung bzw. Uniformität unter dem 1. Quartil lag, erhielten den Score 3, Herden im 1. bis 3. Quartil den Score 2 und Herden über dem 3. Quartil den Score 1. Abweichend dazu erhielten Herden, bezüglich des Gefiederzustandes, unter dem 1. Quartil den Score 1 und über dem 3. Quartil den Score 3. Daraufhin wurde der JHQS für jede Herde folgend berechnet: $0,6 * \text{Score für Gefiederzustand} + 0,2 * \text{Score für Sollgewichtserfüllung} + 0,2 * \text{Score für Uniformität}$. Zur Einteilung der Junghennenqualität in drei Gruppen erfolgte daraufhin nochmals eine Quartilsbildung nach dem JHQS und Herden unter dem 1. Quartil bildeten die Gruppe der hohen Junghennenqualität, Herden im 1. bis 3. Quartil bildeten die Gruppe der moderaten Junghennenqualität und Herden über dem 3. Quartil bildeten die Gruppe der mangelhaften Junghennenqualität.

Tabelle 8: Anzahl, Junghennen-Qualitätsscore, Gesamtgefiederscore, Uniformität und Sollgewichtserfüllung der nach Junghennenqualität gruppierten Herden zum ersten Bestandsbesuch nach der Einstellung

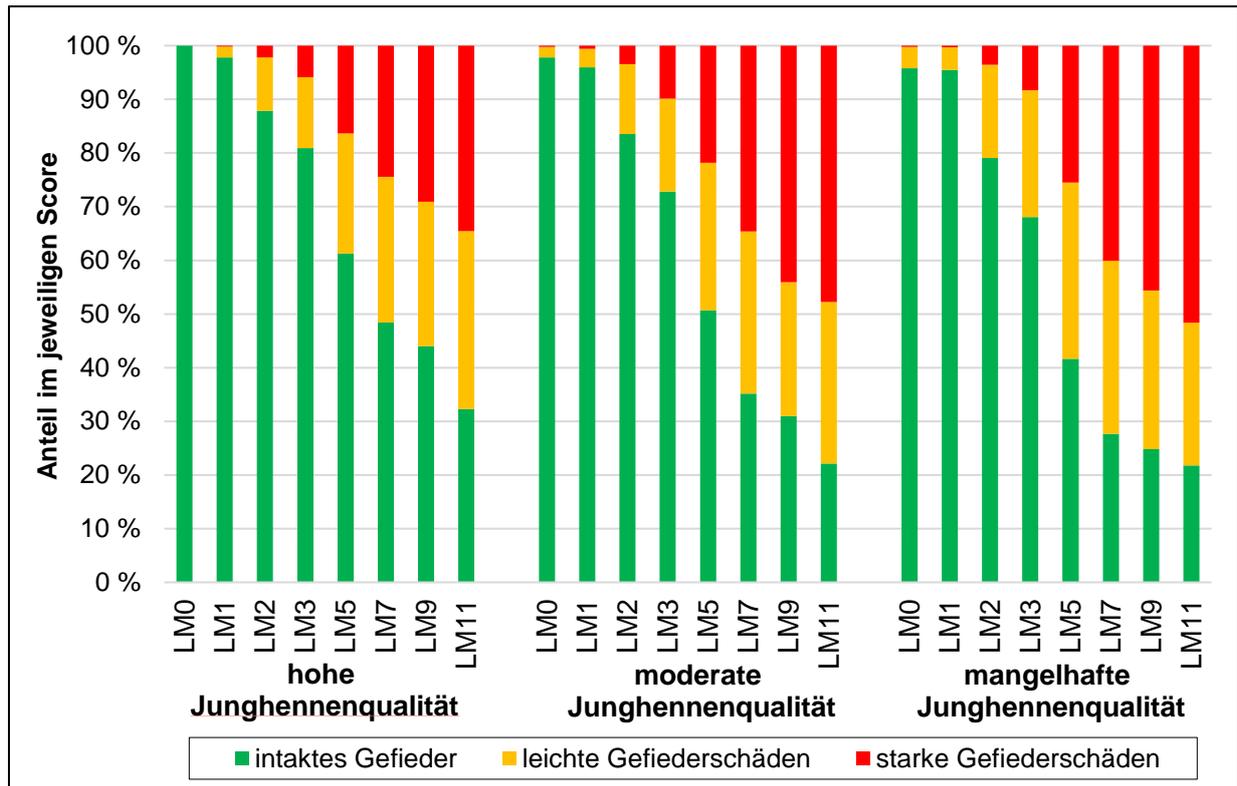
Merkmal	Herden mit hoher Junghennenqualität	Herden mit moderater Junghennenqualität	Herden mit mangelhafter Junghennenqualität	p-Wert
Anzahl der Herden (n)	7	14	7	-
JHQS (gruppiertes Median)	1,34 ^a	2,00 ^b	2,66 ^c	<0,001
Gesamt-Gefiederscore (gruppiertes Median)	0,00 ^a	0,05 ^b	0,09 ^c	<0,001
Uniformität (%) (MW ± STW)	80,6 ± 9,8 ^a	76,1 ± 10,8 ^b	80,0 ± 7,8 ^a	<0,001
Sollgewichtserfüllung (%) (MW ± STW)	97,7 ± 8,1 ^a	97,4 ± 10,6 ^a	93,2 ± 8,7 ^b	<0,001

JHQS = Junghennen-Qualitätsscore

Der sehr deutliche Einfluss der Junghennenqualität auf das Auftreten von Verhaltensstörungen zeigt sich in der signifikanten Reduktion der Tiere mit intaktem Gefieder bzw. intakter Haut mit abnehmender Junghennenqualität (Abbildung 19). Eingestellte Hennen mit Vorschäden aus der Aufzucht haben dieses Fehlverhalten vermutlich auch bereits in der Aufzucht gezeigt und setzen dieses in der Legeperiode fort, sodass in diesen Herden auch frühzeitiger Gefiederschäden auftreten. Herden deren eingestellte Junghennen deutliche Defizite aufwiesen, zeigten vergleichsweise niedrigere Körpergewichte (Abbildung 20) und höhere Tierverluste (Abbildung 21).

Angesichts dieser Ergebnisse erscheinen weitere Verbesserungen in der Junghennenaufzucht im Hinblick auf eine Optimierung der Haltungsumwelt für eine erfolgreiche Haltung schnabel-kupierter Hennen in den Legebetrieben angezeigt. Dabei gilt es auch die Schnittstelle Aufzucht-Legebetrieb zu optimieren und deren Zusammenarbeit zu intensivieren.

A



B

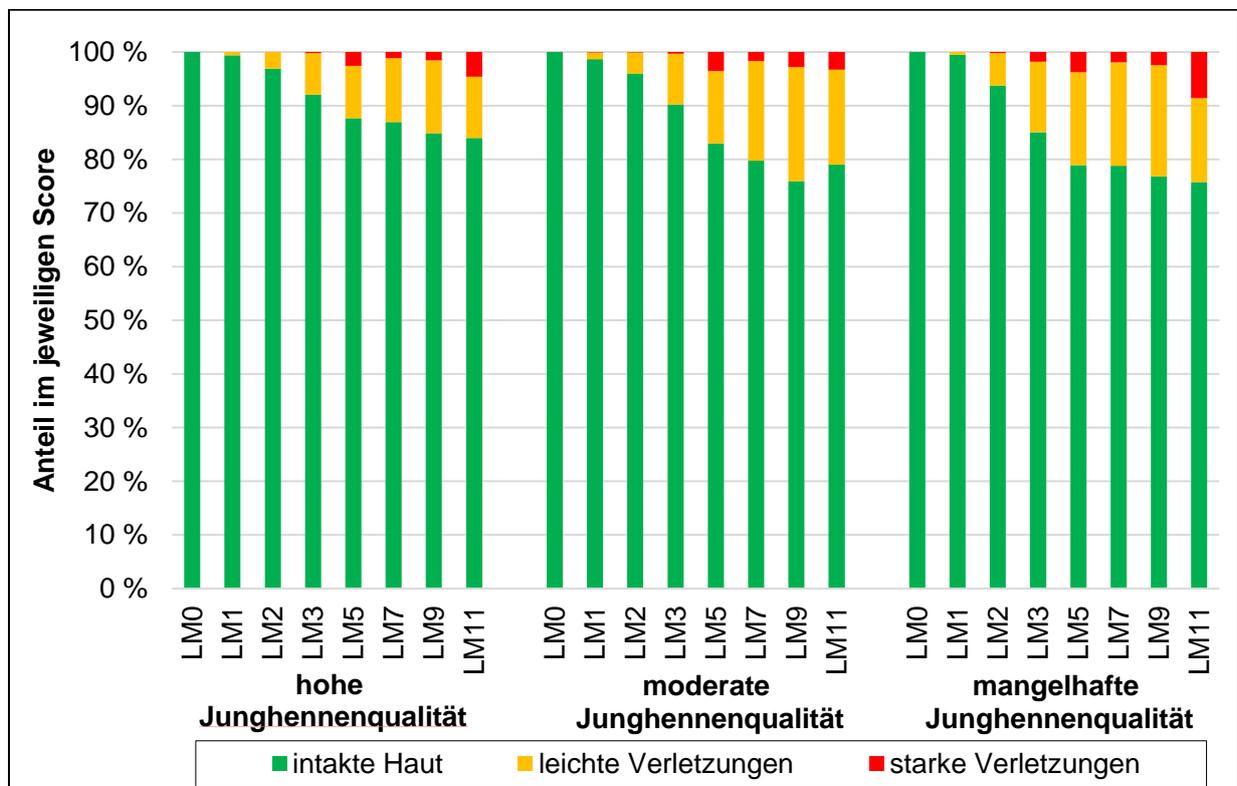


Abbildung 19: Zustand des Gefieders* (A) und der Haut (B) im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit der Qualität der eingestellten Junghennen

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (dorsales Hals-, Rücken- und Bauchgefieder); LM = Legemonat; Differenzen zwischen den dargestellten Gruppen der Junghennenqualität in Gefieder- und Hautzustand jeweils $p < 0,001$

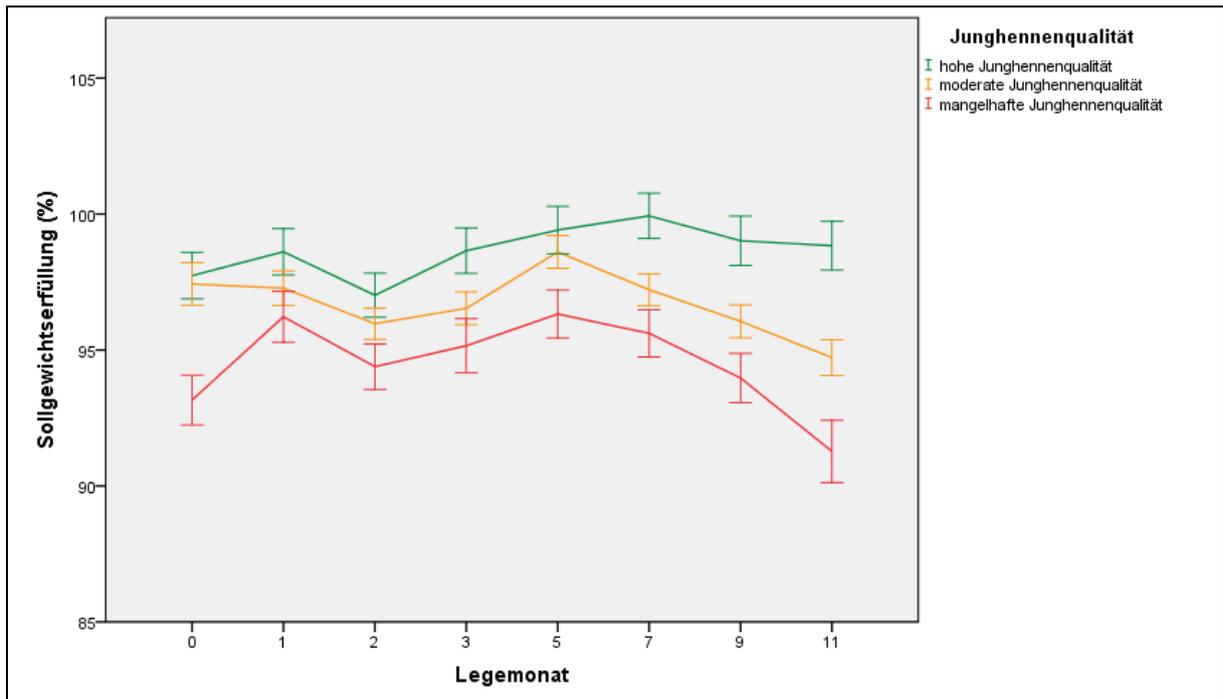


Abbildung 20: Relative Erfüllung des von dem Zuchtunternehmen vorgegebenen Soll-Körpergewichts im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit der Qualität der eingestellten Junghennen
 Differenzen zwischen den dargestellten Gruppen $p < 0,05$

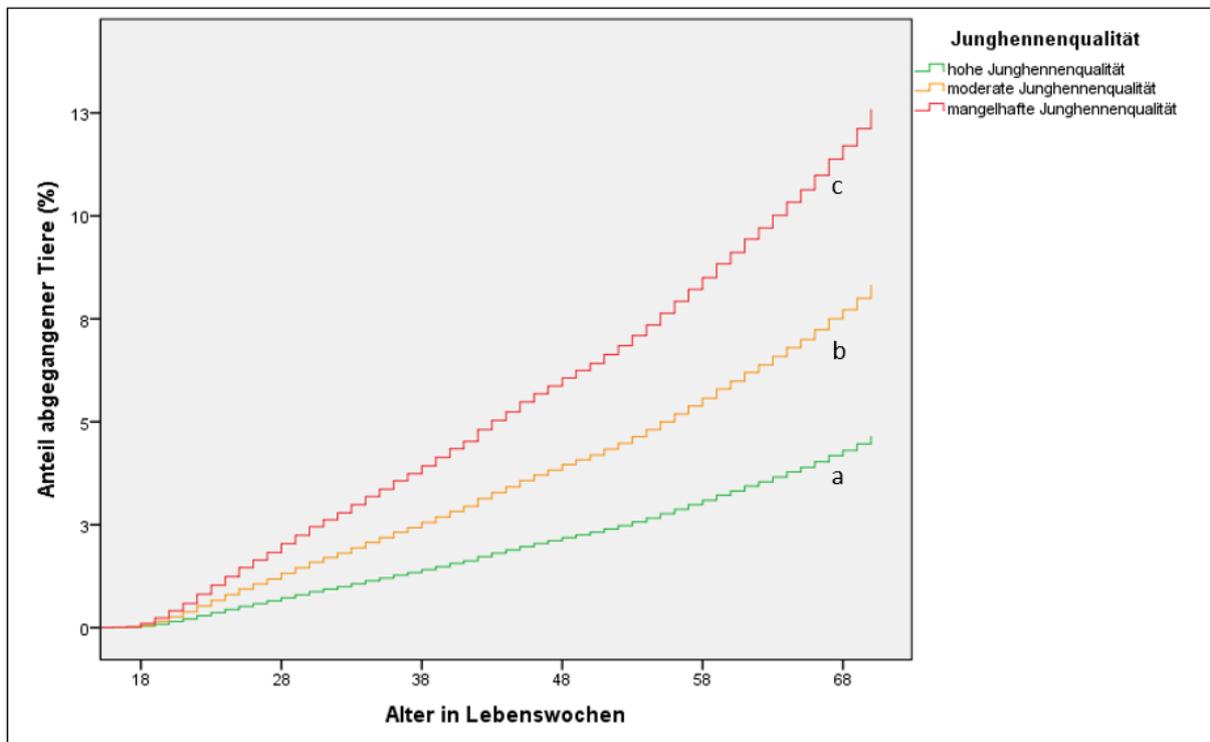


Abbildung 21: Tierverluste der Herden im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit der Qualität der eingestellten Junghennen
 Log-Rank-Test zur Kaplan-Meier-Kurve $p < 0,001$

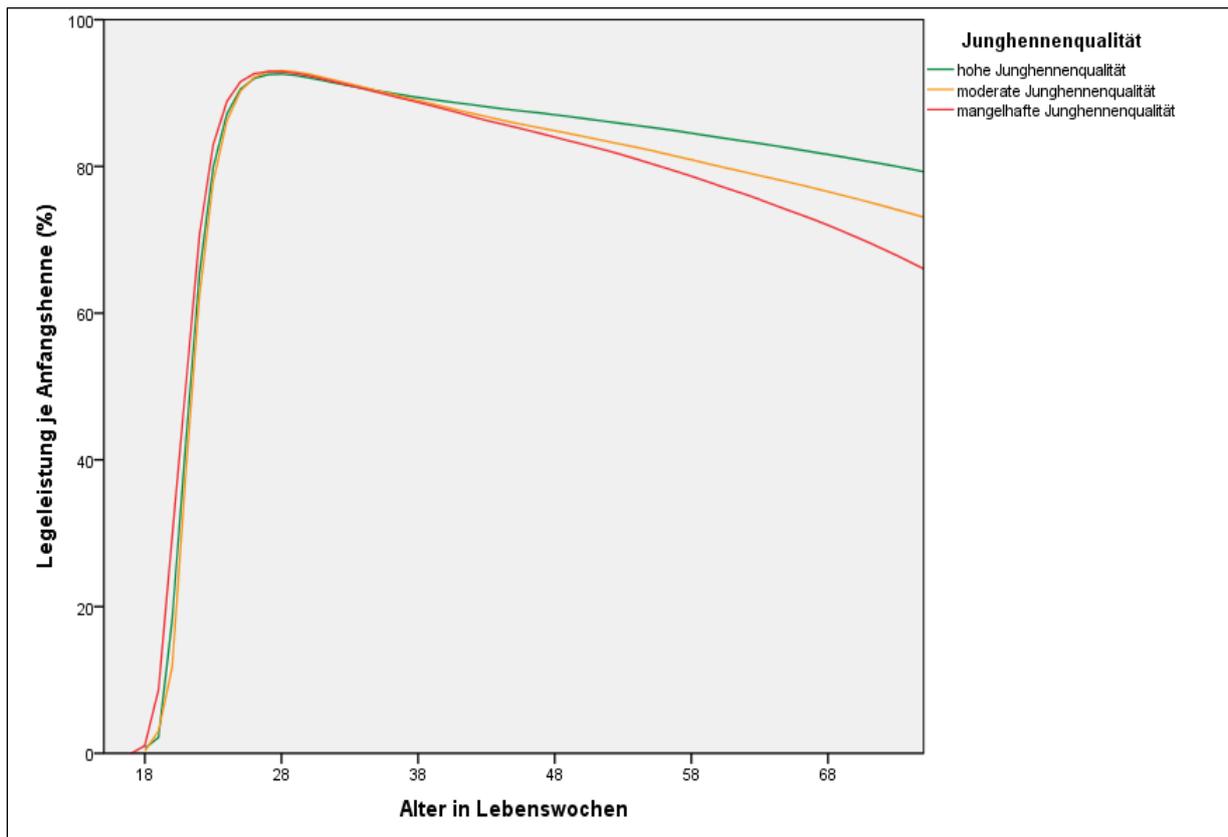


Abbildung 22: Legekurve der untersuchten Herden in Abhängigkeit der Qualität der eingestellten Junghennen
Eizahl je Anfangshenne zwischen Gruppen nicht signifikant verschieden ($p=0,106$)

3.3.2. Futter- und Wasseranalysen

Anhand des zu den Bestandsbesuchen ermittelten Gefieder- und Herdenzustandes, erfolgte die Einteilung der Futterproben nach Untersuchungsanlass in Routine-Untersuchungen und Untersuchungen bei Federpicken.

Futterproben von federpickenden Herden zeigten signifikant geringere Gehalte an Rohprotein, Rohfett, Rohasche, Methionin, Natrium, Calcium und Phosphor (Tabelle 9) bei zugleich erhöhten Anteilen an groben Futterpartikeln >2,5 mm (Abbildung 23).

Tabelle 9: Inhaltsstoffe und Futterpartikelzusammensetzung der eingesetzten Legehennenalleinfutter in Abhängigkeit des Untersuchungsanlasses

Merkmal	Einheit	Gehalte nach Untersuchungsanlass		p-Wert
		Routine (n=)	Federpicken	
Inhaltsstoffe bei 88 % TS				
Metab. Energie	MJ/kg	11,1 ± 0,2	11,1 ± 0,3	0,153
Rohprotein	%	16,4 ± 1,1	16,1 ± 1,0	0,025
Rohfett	%	5,2 ± 0,9	4,8 ± 1,3	0,007
Rohfaser	%	5,0 ± 0,2	5,0 ± 0,4	0,141
Rohasche	%	13,1 ± 1,7	12,7 ± 2,5	0,002
Calcium	%	3,68 ± 0,32	3,43 ± 0,49	<0,001
Phosphor	%	0,50 ± 0,01	0,48 ± 0,02	<0,001
Natrium	%	0,17 ± 0,01	0,15 ± 0,01	<0,001
Methionin	%	0,38 ± 0,02	0,36 ± 0,03	<0,001
Methionin + MHA	%	0,41 ± 0,05	0,39 ± 0,06	0,022
Futterstruktur				
GMD	µm	1.176 ± 180	1.234 ± 175	0,017
dMean	µm	1.611 ± 226	1.698 ± 219	0,004

TS = Trockensubstanz; Methionin + MHA = Summe aus analysiertem Methionin und deklariertem MHA (Methionin-Hydroxyanalog); GMD = geometrischer mittlerer Durchmesser; dMEAN = diskrete mittlere Partikelgröße; untersuchte ökologische Futter wurden von dieser Auswertung aufgrund stark eingeschränkter Vergleichbarkeit ausgeschlossen

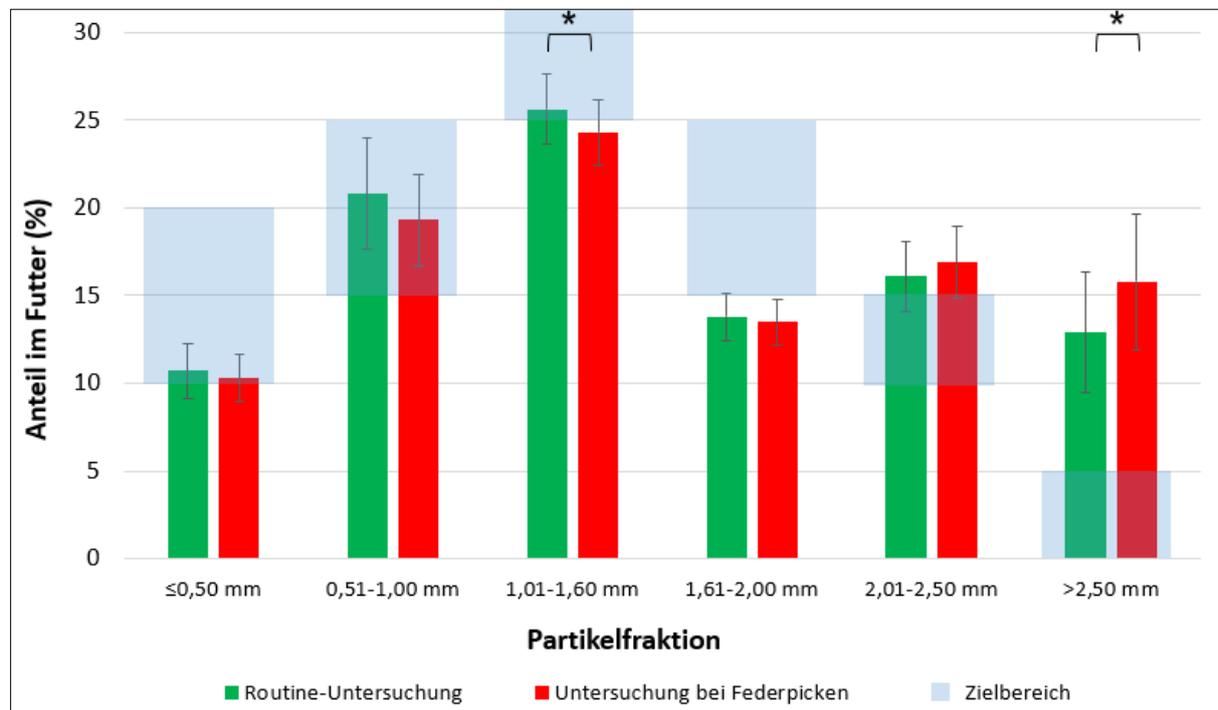


Abbildung 23: Relative Anteile der Partikelfractionen der untersuchten Legehennen-Alleinfutter in Abhängigkeit vom Untersuchungsanlass

Bezüglich der mikrobiologischen Qualität des Tränkwasser, konnte ein wesentlicher Anteil der untersuchten Proben die BMEL-Empfehlungen für Tränkwasser nicht einhalten (Tabelle 10). Es zeigten sich dabei keine Differenzen zwischen Haltungformen und bezüglich der Wasserquelle (öffentlich vrs. eigener Brunnen),

aber deutliche Effekte der Jahreszeit und des Betriebes. Ställe mit Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen der Tränkleitung im belegten Stall zeigten reduzierte Keimgehalte ($p < 0,05$).

Tabelle 10: Mikrobiologische Tränkwasserqualität in den untersuchten Herden

Merkmal	Aerobe Keimzahl bei 20°C (KBE/ml)	Aerobe Keimzahl bei 36°C (KBE/ml)	E.Coli (KBE/100 ml)	Coliforme Keime (KBE/100 ml)
Median	900	1.450	0	1
Minimum	0	0	0	0
Maximum	510.000	650.000	10.000	64.000
BMEL-Empfehlung Tränkwasser	<10.000	<1.000	<10	-
Proben innerhalb Empfehlung (%)	83	45	89	-

3.3.3. Leistungsmerkmale und Tierverluste

Bei der Betrachtung über alle untersuchten Herden legte die Durchschnittshenne in einem Legejahr (21.-72. LW) 317,3 Eier mit einem mittleren Gewicht von 60,9 g und verbrauchte täglich 117 g Futter. In Tabelle 11 werden Merkmale der biologischen Leistung in Abhängigkeit der Haltungform, des Hybridtyps und der Gruppierung nach Verhaltensauffälligkeiten dargestellt.

Tabelle 11: Biologische Leistungsmerkmale in der Legeperiode (21.-72. Lebenswoche) in Abhängigkeit der Haltungform, des Hybridtyps und der Gruppierung nach Verhaltensauffälligkeiten

Gruppierung	Eizahl/AH Stück	Eizahl/DH Stück	Eigewicht g/Ei	Eimasse/AH Stück	Eimasse/DH Stück	tgl. Futterverbrauch g/DH
<u>Haltungform</u>						
Freilandhaltung	296,1 ± 22,5	312,2 ± 18,1	61,6 ± 2,9	18,2 ± 1,4	19,2 ± 0,8	117,1 ± 7,5
Bodenhaltung	307,1 ± 23,4	319,0 ± 20,5	60,7 ± 1,9	18,6 ± 1,2	19,3 ± 1,0	116,7 ± 6,7
p-Wert	0,067	0,021	0,166	0,384	0,329	0,754
<u>Hybridtyp</u>						
Braunleger	295,5 ± 22,1	309,3 ± 18,7	61,8 ± 2,0	18,3 ± 1,4	19,1 ± 1,0	117,3 ± 6,7
Weißleger	322,9 ± 12,8	334,1 ± 8,5	59,9 ± 1,1	19,3 ± 0,7	20,0 ± 0,5	115,7 ± 7,2
p-Wert	0,042	0,049	0,130	0,311	0,204	0,009
<u>Verhaltensauffälligkeit</u>						
nSFP	307,3 ± 25,5	318,0 ± 22,5	61,1 ± 2,6	18,7 ± 1,3	19,4 ± 1,0	117,6 ± 6,7
SFP	302,4 ± 22,3	316,8 ± 18,6	60,8 ± 2,0	18,4 ± 1,2	19,2 ± 0,9	115,6 ± 7,0
p-Wert	0,347	0,024	0,112	0,482	0,772	0,691

AH = Anfangshenne(n); DH = Durchschnittshenne(n); nSFP = Herden mit weitestgehend intakten Gefiederzustand im elften Legemonat; SFP = Herden mit deutlichen Gefiederschäden im elften Legemonat; bei Herden mit einer Ausstallung vor der 72. LW erfolgte für die Altersspanne ohne vorliegende Leistungsdaten eine Modellierung der Legeleistung je AH bzw. DH und des Eigewichts nach Narushin & Takma (2003)

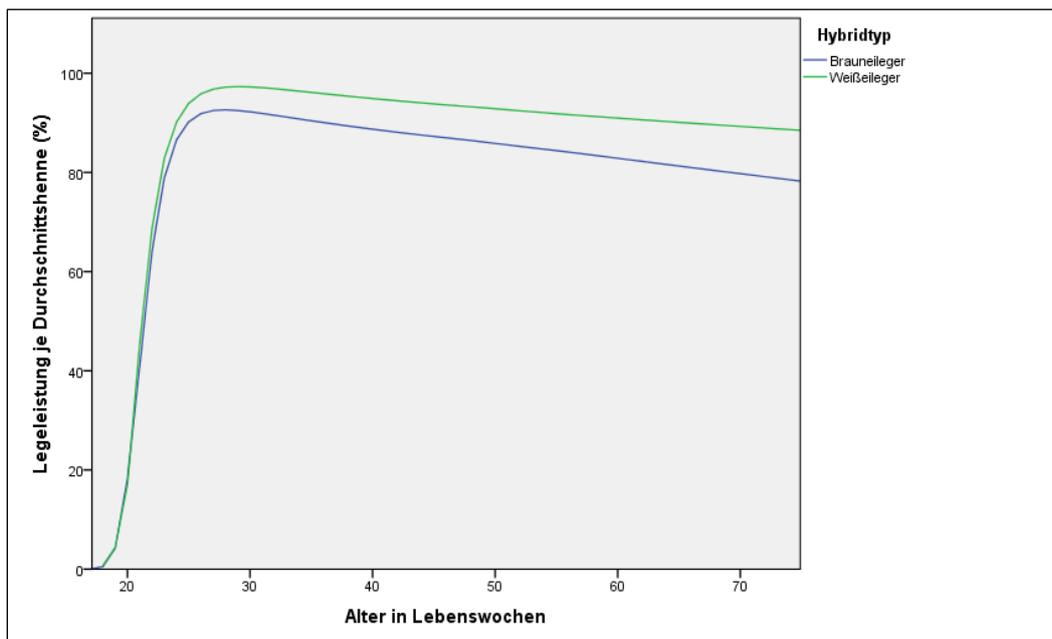


Abbildung 24: Legekurve der untersuchten Herden in Abhängigkeit des Hybridtyps

In der Überlebenszeitanalyse zeigten sich der Betrieb, die Haltungsform, der Hybridtyp, die Junghennenqualität und die Gruppierung nach Verhaltensauffälligkeiten als Faktoren mit nachweislichem Effekt ($p < 0,001$) auf den Verlauf der Tierverluste. Eine kürzere Überlebenszeit zeigte sich dabei in Freiland- gegenüber Bodenhaltung, bei Braun- gegenüber Weißeilegern, bei Versuchs- (nSFP) gegenüber Kontrollherden (SFP) und bei Herden mit einer mangelhaften gegenüber Herden mit hoher Junghennenqualität.

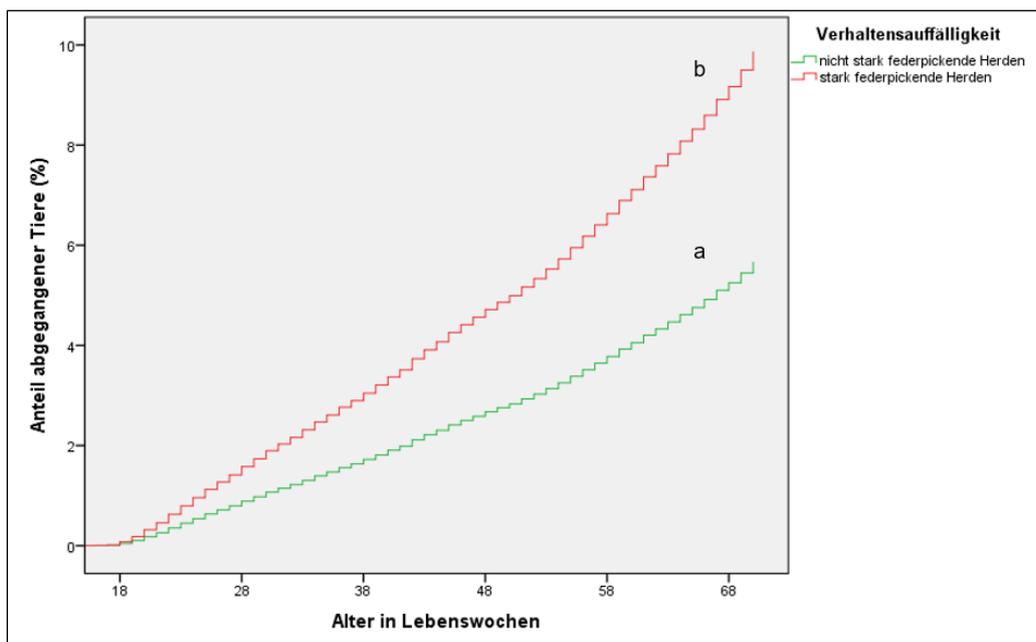


Abbildung 25: Tierverluste der Herden im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit der Gruppierung nach Verhaltensauffälligkeiten

Log-Rank-Test zur Kaplan-Meier-Kurve $p < 0,001$

4. Ergebnisverwertung

4.1. Nutzung der Ergebnisse in der Praxis

Die beteiligten Legehennenhalter haben wertvolle betriebsindividuelle Erkenntnisse über die erfolgreiche Herdenführung Schnabel unkupierter Legehennen erlangt. Im Zuge der Datenerhebung wurden die Tierbetreuer über die Beurteilung von Gefieder, Haut- und Zehenverletzung geschult, sodass auch eine präzisere Einstufung des Herdenzustands ermöglicht wurde.

Durch den im Projekt stattgefundenen Wissenstransfer wurden Ergebnisse direkt an die landwirtschaftliche Praxis vermittelt. Die zu den Ursachenkomplexen Einstreuqualität und Parasitenlast gewonnenen Erkenntnisse des Projektes können direkt von den Hennenhaltern genutzt werden, indem die daraus abgeleiteten Präventionsmaßnahmen Umsetzung finden. Zentrale Risikofaktoren für Federpicken werden in der erarbeiteten Checkliste zusammengefasst. Bereits während der Erprobungsphase dieser Checkliste konnte durch betriebsindividuelle Risikoanalysen ein unmittelbarer Nutzen für die landwirtschaftliche Praxis generiert werden.

4.2. Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse

Eine Vorstellung des Projektes erfolgte auf dem Treffen des sächsischen Landesarbeitskreises Geflügel am 19.06.2019 in Großenhain und auf dem Workshop für Operationelle Gruppen von EIP-Agri-Projekten im Bereich der Geflügelhaltung am 02./03.07.2019 in Sarstedt.

Ein Transfer der Ergebnisse erfolgte im Rahmen folgender Veranstaltungen:

- Erfahrungsaustausch für die Projektbetriebe für Legehennenhalter am 22.09.2020 in Wilsdruff
- Erfahrungsaustausch für die Projektbetriebe und Informationsveranstaltung für Legehennenhalter am 23.02.2021 als Online-Veranstaltung
- Online-Veranstaltung "Feder- und Zehenpicken bei der Legehenne" am 09.02.2022 – Beitrag im Rahmen der Postersession
- Abschlussveranstaltung des Projektes mit Erfahrungsaustausch für die Projektbetriebe und Informationsveranstaltung für Legehennenhalter am 15.03.2022 in Wilsdruff
- Fachtagung für Legehennenhalter am 10.05.2022 in Nimbschen

Mit der Bereitstellung der Checkliste zu Risikofaktoren von Federpicken als Printmedium und digitale Version (online auf Projekthomepage) werden weiterhin Erkenntnisse aus dem Projekt verbreitet. Zudem werden die Ergebnisse in wissenschaftlichen und Praxiszeitschriften publiziert.

5. Wirkung des Projektes

5.1. Beitrag zu den Prioritäten der EU für die Entwicklung des ländlichen Raums

Im hohen Maße wurden der Wissenstransfer (Informationsveranstaltungen und Erfahrungsaustausch für Legehennenhalter) aber auch die Innovation (Beratungskonzept zu Federpicken) im ländlichen Raum gefördert. Die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Legehennenhaltenden Betriebe wurde durch die Reduktion von Tierverlusten und Leistungseinbrüchen aufgrund der Vermeidung, Früherkennung und Gegenmaßnahmen bei Federpicken/Kannibalismus gefördert. Die Identifikation von Defiziten in den Betrieben und die aus der betriebsindividuellen Risikoanalyse hervorgehenden Optimierungsmaßnahmen verbessern das Risikomanagement der Tierhalter, stellen Maßnahmen zur Strukturierung des Tierschutzes dar und fördern die wirtschaftliche Entwicklung im ländlichen Gebiet durch eine verbesserte Akzeptanz der Legehennenhaltung. Im Zuge der durchgeführten Arbeitsschritte mit Beratungen und dem Erkenntnisgewinn aus den Studien des Projektes wird mit einer Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohls eine Erhöhung der Effizienz der biologischen Leistung die Verringerung der N- und P-Emissionen forciert. Dies dient der Erhaltung und Verbesserung der mit der Tierhaltung verbundenen Ökosysteme sowie Förderung der Ressourceneffizienz.

5.2. Beitrag zu den Zielen der EIP-AGRI

Im Projekt wurde die Eignung der Infrarotthermografie zur Gefiederbeurteilung und wesentliche, praxisrelevante Einflussfaktoren (Einstreuqualität, Parasitenlast) auf das Auftreten von Federpicken untersucht. Mit Erhebungen direkt in den Praxisherden für die wissenschaftlichen Studien des Projektes wurde die Verknüpfung von Forschung und Landwirtschaft praktiziert. Mit den Ergebnissen und der entwickelten Checkliste kann eine Reduktion von Verhaltensstörungen in Legehennenbeständen bei gleichzeitiger Förderung der Tiergesundheit und des Tierwohls erfolgen. Mit einer einhergehenden Effizienzverbesserung der Eierzeugung können umweltrelevante Emissionen reduziert (Eindämmung Klimawandel), ressourceneffiziente, wettbewerbsfähige Produktionssysteme gefördert und eine nachhaltige Versorgung mit Eiern gesichert werden.

5.3. Beitrag zu den in der SWOT-Analyse festgestellten Bedarfen

Zu 1. – Verbesserung des ökologischen oder chemischen Zustandes von Grund- und Oberflächenwasser: Im Zuge der durchgeführten Beratungen und den hervorgegangenen Ergebnissen kann mit einer Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohls eine Erhöhung der Effizienz der biologischen Leistung die Verringerung der N- und P-Emissionen forcieren.

Zu 3. – Senkung von Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft: Reduktion des CO₂-Footprints durch eine Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohls, die eine Erhöhung der Effizienz der biologischen Leistung die Verringerung der N- und P-Emissionen forciert.

Zu 5. – Verbesserung des Risikomanagements in landwirtschaftlichen Betrieben: Auf dem Teilgebiet der Tiergesundheit/des Tierwohls wurde das Risikomanagement durch Prävention von Federpicken und Kannibalismus auf legehennenhaltenden Betrieben reduziert.

Zu 6. – Steigerung der Arbeitsproduktivität der Landwirtschaft: Im Zuge der durchgeführten Beratungen und den hervorgegangenen Ergebnissen kann die Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohls eine Steigerung der Arbeitsproduktivität forcieren.

Zu 14. – Sonstiges: Das Projekt trägt zur Sicherstellung und Steigerung des Tierwohles in der Legehennenhaltung bei.

6. Zusammenarbeit in der operationellen Gruppe

6.1. Ausgestaltung der Zusammenarbeit

Die operationelle Gruppe (OG) wurde zur Erprobung von verschiedenen innovativen Lösungsmöglichkeiten zur Reduktion des Auftretens von Federpicken in Legehennenherden gegründet. Im Rahmen der Zusammenarbeit wurden zur Bearbeitung der Fragestellungen des Projektes wissenschaftliche Studien in 28 sächsischen Legehennenherden durchgeführt, deren Ergebnisse im Wissenstransfer an Tierhalter und dem vor-/nachgelagerten Bereich vermittelt wurden und in einer Checkliste zur betriebsspezifischen Risikoanalyse für das Auftreten von Verhaltensstörungen mündete. Die Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedern der OG gestaltete sich sehr konstruktiv und zielorientiert und war dabei sehr gut organisiert. Treffen der OG fanden am 07.11.2018, 29.01.2019, 21.05.2019 und 12.03.2020 statt. Zur Klärung ad hoc auftretender Fragestellungen fanden zudem bedarfsorientiert Abstimmungen via Mail und Telefon statt.

6.2. Mehrwert der operationellen Gruppe

Vorhandene fachliche Kompetenzen der beteiligten Institutionen, Verbände und Betriebe wurden durch eine Intensivierung der Zusammenarbeit und Kommunikation als OG vernetzt und gebündelt. Diese Synergieeffekte ermöglichten die umfangreichen neuen Erkenntnisse zum Ursachengefüge von Federpicken und den daraus abgeleiteten Maßnahmen zur Prävention von Verhaltensstörungen in Legeherden.

7. Verwendung der Zuwendung

Die Auflistung der wichtigsten Ausgabenpositionen und der zahlenmäßige Nachweis der Ausgaben erfolgt anhand der Belegliste. Über die Laufzeit des Projektes genutzte Investitionsgüter wurden für dieses Projekt nicht angeschafft.

8. Schlussfolgerungen und Ausblick

8.1. Rückblick

Die Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Partnern im Projekt zeigte eine sehr gute Funktionsfähigkeit und induzierte wertvolle Ergebnisse sowie einen gezielten Wissenstransfer. Die geplanten Studien wurden fachgerecht konzipiert, durchgeführt und ausgewertet. Aus der COVID-19-Pandemie hervorgegangene Restriktionen und aufgrund des Seuchenzugs der Aviären Influenza aus Biosicherheitsgründen notwendige zusätzliche Hygienemaßnahmen steigerten den Aufwand bei den Betriebsbesuchen und Planungen zu physischen Treffen.

8.2. Ausblick

Im Projekt konnten wichtige Erkenntnisse zur Wirkung der Einstreuqualität, Befallsstärke der Roten Vogelmilbe und Junghennenqualität auf Gefiederschäden von Legehennen gewonnen werden. Diese ergänzen das bisherige Wissen zum Ursachengefüge von Federpicken um bedeutsame Merkmalskomplexe und Einzelmerkmale. In allen untersuchten Weißlegerherden wurden auch – in unterschiedlicher Häufigkeit – Verletzungen der Zehen als Resultat von Zehenpicken beobachtet. Entgegen dem Auftreten von Federpicken und Hautkannibalismus waren für Zehenpicken keine nachweislichen Einflüsse der Einstreuqualität und Parasitenbürde zu identifizieren. In künftigen Projekten sollten deshalb konkrete Ursachen für das Auftreten von Zehenverletzungen untersucht und mögliche präventive Maßnahmen erprobt werden.

In dem Projekt wurde die diagnostische Genauigkeit der IRT zur Gefiederbeurteilung von braun- und weißbefiederten Legehennen untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass dieses bildgebende Verfahren eine sehr gute Eignung mit hoher Genauigkeit zur objektiven Quantifizierung von Gefiederverlust besitzt. Für den Einsatz als Tool zur Früherkennung erster Gefiederschäden liegt jedoch keine ausreichende Genauigkeit vor. Aufgrund der hohen Bedeutung einer frühzeitigen Erkennung erster Gefiederschäden für ein Effizienz eingeleiteter Maßnahmen gegen Federpicken, sollte eine Weiterentwicklung von Systemen zur automatisierten, bildgebenden Diagnostik, z.B. durch Ergänzung weiterer Wellenbereiche, erfolgen.

9. Studentische Abschlussarbeiten aus Daten des Projektes

Hellfritzsich, Pascal 2021: Untersuchung zur Einstreuqualität in sächsischen Legehennenhaltungen. Bachelorarbeit (B. sc. agr.)

Kuhnert, Elena 2020: Untersuchungen des Befalls der Roten Vogelmilbe in sächsischen Legehennenbetrieben. Bachelorarbeit (B. sc. agr.)

Krätzschar, Adriano 2020. Einfluss der Junghennenqualität auf das Auftreten von Federpicken bei Legehennen. Bachelorarbeit (B. sc. agr.)

Krätzschar, Adriano 2022 (laufende Arbeit). Eignung der Infrarotthermografie als Methode der Früherkennung und objektiven Quantifizierungen von Gefiederschäden bei weiß- und braunbefiederter Legehennen. Masterrarbeit (M. sc. agr.)

Sommer, Martin 2022 (laufende Arbeit): Mikrobiologische Qualität des Tränkwassers in sächsischen Legehennenhaltungen. Bachelorarbeit (B. sc. agr.)

10. Literaturverzeichnis

- AviVet, 2019: Change in the interpretation of the AviVet Red Mite Trap results, AviVet B.V., Lunteren, NL
- Bilcik, B., L. Keeling, 1999: Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behaviour in laying hens. *British Poultry Science* 40, 444-451.
- Campbell, D. L. M., Makagon, M.M., Swanson, J.C., J. M. Siegford, 2016. Litter use by laying hens in a commercial aviary: dust bathing and piling. *Poultry Science* 96, 164–175.
- Cangar, Ö., Aerts, J.-M., Buyse, J., D. Berckmans. 2008. Quantification of the spatial distribution of surface temperatures of broilers. *Poultry Science* 87:2493–2499.
- Cook, N.J., A.B. Smykot, D.E. Holm, G. Fasenko, and J.S. Church. 2006: Assessing Feather Cover of Laying Hens by Infrared Thermography. *Journal of Applied Poultry Research* 15:274–279.
- Cronin, G. M., R. L. Hopcroft, P. J. Groves, E. J. S. Hall, D. N. Phalen, P. H. Hemsworth, 2018: Why did severe feather pecking and cannibalism outbreaks occur? An unintended case study while investigating the effects of forage and stress on pullets during rearing. *Poultry Science* 97, 1484-1502.
- Döhring, S., L. Jung, and R. Andersson. 2020: Plumage damage in laying hens – automated detection in practical test - technical note. *European Poultry Science* 84. DOI: 10.1399/eps.2020.317
- Du Prel, J.-B., B. Röhrig, G. Hommel, M. Blettner, 2010: Auswahl statistischer Testverfahren. *Deutsches Ärzteblatt International* 107:343-348.
- Du, X., P. Qin, Y. Liu, F.K. Amevor, G. Shu, D. Li, X. Zhao. 2022. Effects of Key Farm Management Practices on Pullets Welfare – A Review. *Animals* 12, 729. DOI: doi.org/10.3390/ani12060729
- Gernand, E., Ahlers, C., Huchler, M., Donat, K. 2021: Plumage damage and back skin lesions in laying hens with untrimmed beak depend on rearing of pullets and genetics. *British Poultry Science*. DOI: doi.org/10.1080/00071668.2021.1975259
- Hammes, A.M., 2017: Haltung unkupierter Legehennen in alternativen Haltungssystemen unter Berücksichtigung der Tiergesundheit und des Stallklimas. Dissertation der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Janczak, A. M., A. B. Riber, 2015: Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens. *Poultry Science* 94, 1454-1469.
- Jeroch, H., R. Müller, 2018: Fütterungsempfehlungen für Legehennen einschließlich Aufzuchttiere. In: Damme, K., A. Mayer: *Geflügeljahrbuch 2019*. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 201-227.
- Kaesberg, A.-K. U., Louton, H., Erhard, M., Schmidt, P., Zepp, M., Helmer, F., Schwarzer, A. 2018: Development of a prognostic tool for the occurrence of feather pecking and cannibalism in laying hens. *Poultry Science* 97, 820-833. DOI: doi.org/10.3382/ps/pex369

- Keppler, C., Lange, K., Fölsch, D.W. 1999: Die Verhaltensentwicklung von Legehennen in verbesserten Aufzuchtssystemen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1998, KTBL-Schrift 382, KTBL, Darmstadt, 70–80.
- Keppler, C., S. Fetscher, N. Hilmes, U. Knierim, 2017: Managementhilfe für die Legehennenaufzucht und –haltung. Barbara Helfer, Frankfurt. URL: [https://www.mudtierschutz.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/ Downloads/MTool/2018-09-25_Basiswissen_MTool_web.pdf](https://www.mudtierschutz.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Downloads/MTool/2018-09-25_Basiswissen_MTool_web.pdf) (Letzter Zugriff: 02.02.2022).
- Lammers, G.A., R.G.G., Bronneberg, J.C.M. Vernooij, J.A. Stegeman 2016: Experimental validation of the Avivet Trap, a tool to quantitatively monitor the dynamics of *Dermanyssus gallinae* populations in laying hens. *Poultry Science* 96, 1563-1572. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pew428>
- Narushin, V.G., C. Takma 2003: Sigmoid Model for the Evaluation of Growth and Production Curves in Laying Hens. *Biosystems Engineering* 84, 343–348. DOI: 10.1016/S1537-5110(02)00286
- Nordenfors, H., J. Chirico 2001: Evaluation of a sampling trap for *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Journal of Economic Entomology* 94, 1617-1621.
- Nordenfors, H., J. Höglund 2000: Long term dynamics of *Dermanyssus gallinae* in relation to mite control measures in aviary systems for layers. *British Poultry Science* 41, 533-540.
- Oliveira, J.L., Xin, H., Chai, L., S. T. Millman, 2019: Effects of litter floor access and inclusion of experienced hens in aviary housing on floor eggs, litter condition, air quality, and hen welfare. *Poultry Science* 98, 1664-1677. DOI: doi.org/10.3382/ps/pey525
- Pichova, K., B. Bilcik, L. Kost 2017: Assessment of the effect of housing on feather damage in laying hens using IR thermography. *Animal* 11:661-669. DOI: 10.1017/S1751731116001981
- Ramadan, S., von Borell, E. 2008. Role of loose feathers on the development of feather pecking in laying hens. *British Poultry Science* 49, 250–256.
- Schreiter, R., K. Damme, E. Von Borell, I. Vogt, M. Klunker, M. Freick, 2019: Effects of litter and additional enrichment elements on the occurrence of feather pecking in pullets and laying hens – a focused review. *Veterinary Medicine and Science* 5, 500-507. DOI: 10.1002/vms3.184
- Schreiter, R., Damme, K., Klunker, M., Raoult, C., von Borell, E., Freick., M. 2020: Effects of edible environmental enrichments during the rearing and laying periods in a littered aviary – Part 1: Integument condition in pullets and laying hens. *Poultry Science* 99, 5184-5196. DOI: doi.org/10.1016/j.psj.2020.07.013
- TierSchG: Tierschutzgesetz vom 18.05.2006, zuletzt geändert durch Artikel 1 am 17.12.2018 (BGBl. I S. 2586)
- TierSchNutztV: Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungs-Verordnung) vom 22.08.2006, zuletzt geändert durch Artikel 3 am 30.06.2017 (BGBl. I S. 2147)

Victor, A., A. Elsässer, G. Hommel, and M. Blettner. 2010: Judging a Plethora of p-values: How to contend with the problem of multiple testing. Part 10 of a series on evaluation of scientific publications. *Deutsches Ärzteblatt International* 107:50–56.

Welfare Quality®. 2009: Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Welfare Quality® Consortium, Lelystad, the Netherlands.

Wolf P., M. Arlinghaus, J. Kamphues, N. Sauer, R. Mosenthin. 2012: Impact of feed particle size on nutrition digestibility and performance in pigs. *Übersichten zur Tierernährung* 40, 21–64.

WPSA (World's Poultry Science Association) 1984: The prediction of apparent metabolizable energy values for poultry in compound feeds. *World's Poult. Sci. J.* 40, 181–182.

Zhao, Y., H. Xin, B. Bong 2013: Use of infrared thermography to assess laying-hen feather coverage. *Poultry Science* 92:295-302. DOI: [http://dx.doi.org/ 10.3382/ps.2012-02629](http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02629)

11. Anhang

Tabelle 12: Schema zur Beurteilung des Integumentzustands (1)

intakt (Score 0)	leichte Veränderungen (Score 1)	starke Veränderungen (Score 2)
<p>dorsales Halsgefieder</p> 		
<p>Rückengefieder</p> 		
<p>Gefieder Legebauch</p>  <p>keine bzw. kaum Beschädigung der Federn bei vollständiger Befiederung maximal mit verdeckten federlosen Stellen bis zu 1 cm am größten Durchmesser</p>	 <p>beschädigte Federn vorhanden (deformiert bzw. abgebrochen), eine oder mehrere federlose Stellen bis zu 5 cm am größten Durchmesser</p>	 <p>eine oder mehrere federlose Stelle(n) über 5 cm Durchmesser</p>

Tabelle 13: Schema zur Beurteilung des Integumentzustands (2)

intakt (Score 0)	leichte Veränderungen (Score 1)	starke Veränderungen (Score 2)
<p>Verletzungen der Haut</p>  <p>keine punktförmigen Pickverletzungen und keine Wunden</p>	 <p>kleine Pickverletzungen bis zu einem Durchmesser von 1 cm</p>	 <p>Verletzungen und/oder Wunden größer als 1 cm am größten Durchmesser</p>
<p>Fußballen</p>  <p>intakte Haut ohne deutliche Veränderungen der Hautpapillen</p>	 <p>Fußballengeschwür: ohne oder mit leichter Schwellung, die aber von oben nicht sichtbar ist</p>	 <p>Fußballengeschwür mit von oben sichtbarer Schwellung</p>
<p>Zehenverletzungen</p>  <p>keine sichtbaren Verletzungen an den Zehen</p>	 <p>kleine punktuelle Zehenverletzungen</p>	 <p>starke Zehenverletzung mit größerer Wunde in tiefgehendes Gewebe und / oder fehlende Zehenglieder</p>

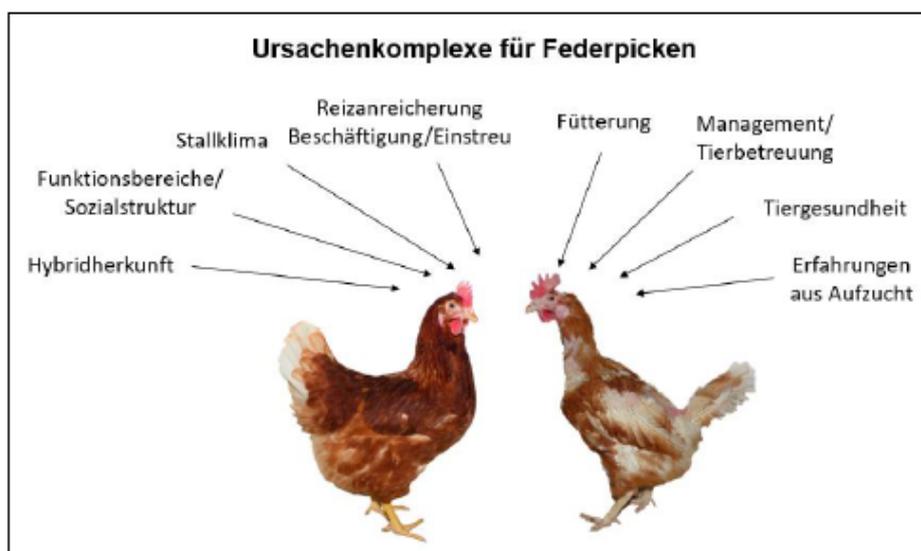
Checkliste zur Vermeidung von Federpicken bei Legehennen

Checkliste zur Vermeidung von Federpicken bei Legehennen

Federpicken ist die bedeutendste Verhaltensstörung in der Haltung von Legehennen, die wesentliche Nachteile im Hinblick auf Tierschutz, Leistung und Ökonomie ergibt. Es existiert eine Vielzahl an relevanten Ursachen, die häufig in Kombination zu einer Herdenproblematik führen können.

Diese Checkliste fasst wichtige, praxisrelevante Schwachstellen und Risikofaktoren für Federpicken zusammen. Für identifizierte Schwachstellen soll auf Basis der dargestellten Zielwerte mittels weiterer Hilfestellungen aus Literatur und Beratung eine Reduktion des betriebs-/herdenindividuellen Risikos erfolgen. Die Anwendung der Checkliste empfiehlt sich herdenindividuell, wobei in der rechten Spalte das spezifische Risiko für das Auftreten von Federpicken in der Herde für jeden der aufgeführten Einflussfaktoren auf einer Skala von 1 (geringes Risiko) bis 5 (hohes Risiko) eingetragen wird.

Grundlage für die Inhalte der Checkliste sind Erkenntnisse und Erfahrungen aus dem EIP-Agri-Projekt „Einfluss der Einstreuqualität und Parasitenlast auf Verhaltensstörungen bei Legehennen in sächsischen Geflügelhaltungen“. Weitere Basis bildet die Checkliste zu Federpicken des Thüringer Geflügelgesundheitsdienstes.



Haltungseinrichtung

→ Bestimmte Defizite in den Haltungseinrichtungen fördern gezielt Federpicken

Einflussfaktor	Zieleigenschaften	Zustand in Herde
Beleuchtung	ausschließlicher Einsatz hochfrequenter, d.h. flackerfreier Leuchtmittel (>160 Hertz; besser >2.000 Hz); stufenlose dimmbare Stallbeleuchtung; Möglichkeit zur Verdunklung der Fensterfläche als Notfallmaßnahme	
Nester	Nester sind durch Vorhänge o.ä. abgedunkelt, sodass sich Lichteinfall in das Nestinnere auf ein Minimum reduziert; Nester sind nicht in Richtung des Nesteingangs geneigt	
Stallklima	tägliche Kontrolle des Stallklimas und unverzügliche Gegenmaßnahmen bei Auffälligkeiten; Anpassung der Solltemperatur an Jahreszeit; Zuluftöffnungen sind angepasst an die Luftführung eingestellt	
Alimentations-einrichtungen	Funktionsfähigkeit der Tränken und Fütterungstechnik wird täglich kontrolliert; Höhe der Niveaubleche zur Befüllung der Futterkette wird kontrolliert und angepasst; Unterseiten der Tränknippel-Auffangschalen sind trocken	
Sitzstangen	Anordnung der Sitzstangen ermöglicht ungestörten Rückzug für ruhende Hennen und reduziert gegenseitiges Bekoten der Tiere	
Aufstiegshilfen	Aufstiegshilfen in Längsrichtung zur Volierenanlage im Winkel von ~45° (zumindest bis ca. 30. LW, v.a. bei Braunlegem bedeutsam); für Systemgängigkeit zudem ab Einstellung abendliches Hochsetzen der am Boden verbliebenen Hennen bis alle Hennen in Voliere übernachten	

Einstreu und Beschäftigung

→ Federpicken ist ein fehlgeleitetes Futteraufnahmeverhalten – die Umgebung der Hennen muss genügend Reize zum Bepicken und Futtersuchverhalten bieten, andernfalls erhöht sich das Risiko von Pickschlägen an das Gefieder von Nachbarhennen

Einflussfaktor	Zieleigenschaften	Zustand in Herde
Vorhandensein von Einstreu	Stallboden durchgängig (>95 %) mit Einstreu bedeckt; ab Einstellung steht den Hennen eine Einstreufläche zur Verfügung (kein Aufsperrern auf Volierenblock)	
Beweglichkeit der Einstreu	Einstreu beweglich und scharrfähig; <5 % der Einstreufläche verplattet; Einstreuhöhe Ø 5-15 cm; regelmäßiges Nachstreuen versch. Materialien mit hoher Saugfähigkeit	
Struktur der Einstreu	Einstreu zeigt auch Bestandteile des Einstreumaterials >0,5 cm, vorzugsweise auch einzelne Bestandteile >1,5 cm – Einsatz grob strukturierter Materialien, wie Pellets oder Langstroh	
zusätzliche Beschäftigungs-materialien	präventiv wird neben der Einstreu weiteres Beschäftigungsmaterial angeboten; nachhaltig attraktiv sind Materialien, die in Verbindung mit Futteraufnahme stehen und auch den Schnabelabrieb fördern (z.B. 1 Pickstein für bis zu 1.000 Hennen)	

Fütterung

→ *Hochleistungshennen haben einen hohen Bedarf an Nährstoffen. Defizite in der Versorgung mit Nährstoffen forcieren Verhaltensabweichungen. Eine gleichmäßige Versorgung aller Hennen der Herde erfordert eine geeignete Struktur des Mehlfutters.*

Einflussfaktor	Zieleigenschaften	Zustand in Herde
Futterregime/ Nährstoffgehalte	Vorlegefütter als Übergangsfütter max. 1 kg/Henne und bis max. 5 % Legeleistung; Einsatz einer Phasenfütterung mit Gehalten entsprechend aktueller Empfehlungen; Phasenwechsel nach Eimasseproduktion; keine schroffen Futterwechsel; für Federpicken von besonderer Bedeutung sind Gehalte an Methionin (phasenabhängig 0,35-0,44 %), Natrium (0,17-0,18 %) und Rohfaser (> 4 %)	
Futterstruktur	Struktur des Mehlfutters ist gleichmäßig; Grobpartikel ($\geq 2,5$ mm) im Futter <10 %, um selektives Fressen und damit Imbalancen in der Versorgung (v.a. erstes Stallabteil) zu reduzieren; täglich mind. 1x Leerfressen der Tröge zur vollständigen Aufnahme der Feianteile; Einsatz von salzsäure-unlöslichem Grit (1-2 g/Tier/ Woche in Körnung von 3-4 mm)	
Überwachung der Fütterung	Futterverbrauch je Henne wird täglich kontrolliert; nach Einstellung der Junghennen steigt Futterverbrauch bis Legereife (50 % Legeleistung) auf >100 g/Henne/Tag, bis zur 28. LW auf >115-125 g/Henne/Tag (je nach Genetik, Energiedichte und Haltungsform); bei Auffälligkeiten in Leistung und/oder Verhalten erfolgen Nährstoffanalysen und Siebanalysen des Futters; Eingangskontrolle jeder gelieferten Charge	

Management und Tierkontrolle

→ *Ein professionelles Management und eine gezielte Tierkontrolle, ermöglichen eine genaue Einschätzung des Herdenzustandes. Sich abzeichnendes Federpicken schnellstmöglich zu erkennen ist elementar, da der Erfolg der Gegenmaßnahmen höher ist, wenn frühzeitig reagiert wird.*

Einflussfaktor	Zieleigenschaften	Zustand in Herde
Dokumentation der Leistungsdaten und Tierverluste	Merkmale der biologischen Leistung bzw. Produktionskennzahlen werden täglich dokumentiert und zum Erwartungswert bzw. den vorangegangenen Zeitraum verglichen; bei auffälligen Veränderungen wird unverzüglich reagiert; verendete Tiere werden auf Pickverletzungen, insbesondere im Kloaken- und Zehenbereich kontrolliert und separat dokumentiert	

Einflussfaktor	Zieleigenschaften	Zustand in Herde
Tierwägung und Bonitur	Wiegung bis 35. LW wöchentlich, danach in 2-Wochenrhythmus von 50 zufällig und aus allen Stallbereichen ausgewählten Hennen; Bonitur der Tiere nach einem definierten Schema zu Gefieder, Haut-/Zehenverletzungen	
Warn-/Alarmsignale für Federpicken	folgende als Warn- bzw. Alarmsignale für Federpicken und Kannibalismus geltende Merkmale werden erfasst, kontrolliert und bei Auffälligkeiten unverzüglich reagiert: <ul style="list-style-type: none"> • wenig/keine kleinen Konturfedern in Einstreu, • Anstieg des Anteils blutverschmierter Eier, • erste Anzeichen bepickter Federn bzw. Haut, • plötzlicher Anstieg der Verluste, • ggf. „Schreilaute“ einzelner Hennen, • plötzliche Nervosität in der Herde 	
Milbenbefall	regelmäßiges Monitoring des Befalls mit der Roten Vogelmilbe im Stall mittels Kontrolle bevorzugter Stallregionen und/oder Milbenfallen; Dokumentation des Befalls und ggf. Einleiten von Bekämpfungsmaßnahmen im laufenden Durchgang (z.B. amorphe Kieselgur-/Silikat-Produkte in trockener oder flüssiger Ausbringung bzw. im Sandbad; medikamentöse Behandlung über Tränkwasser); intensive Bekämpfung/Präventionsmaßnahmen in Serviceperiode (chemisch und/oder amorphe Kieselgur Produkte)	
Abstimmung mit Aufzüchter und Beurteilung der Junghennenqualität	konstruktive und ehrliche Zusammenarbeit mit Aufzüchter (sofern nicht betriebseigene Aufzucht); zur Optimierung der Schnittstelle Aufzucht-Legebetrieb sind für reibungslose Eingewöhnung möglichst viele Informationen für Legehennenhalter vom Aufzüchter notwendig (z.B. Lichtdauer/-zeiten, Dauer Dämmerungsphasen, Fütterungszeiten, eingesetzte Beschäftigungsmaterialien, Impfplan, aufgetretene Probleme/Verhaltensstörungen der Herde) als Qualitätskriterien der eingestellten Hennen werden kontrolliert: <ul style="list-style-type: none"> • alle Hennen stammen aus einer Aufzuchttherde • uniformer Handschwinger-Mauserstatus • Körpergewicht entspricht Sollvorgabe des Züchters bzw. liegt 5-10 % darüber • hohe Uniformität (>80 %) zur 16./17. LW • intaktes Gefieder und keine Verletzungen • ausgeglichenes Verhalten und hohe Beweglichkeit • Aufzucht-Haltungssystem konform zu späterem System im Legehennen-Stall 	