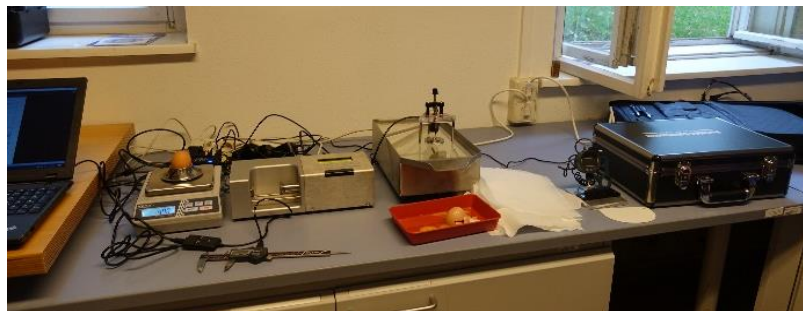


Abschlussbericht

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

Titel des Vorhabens:

FOKAL – Fütterung von organischem Kalzium an Legehennen



Entwicklungsprogramm
für den ländlichen Raum
im Freistaat Sachsen
2014 - 2020

Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des
ländlichen Raums: Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete



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

Bericht erstellt durch:

Zaft e.V. Prof. Dr. agr. Michael Klunker, Projektleiter
Stefanie Bolling M.Sc., wissenschaftliche
Mitarbeiterin

Unter Zuarbeit von:

Prof. Dr. agr. Joachim Spilke (Statistik)
Dr. agr. Christian Scharch (Prüfstation feedtest)
Dipl. Ing.agr. Frank Zelyk (Landwirtschaftsbetrieb)
Techniker Sigurd Krentz und Tom Faber (PfalzTec GmbH)

Inhalt

1	Zusammenfassung der Projektplanung	5
1.1	Problembeschreibung [Abschnitt 2 der Anlage AP]	5
1.2	Zielformulierung [Abschnitt 3 der Anlage AP]	6
1.3	Arbeitsplan.....	7
1.3.1	Methodenbeschreibung [Abschnitt 4.1 der Anlage AP]	7
1.3.2	Arbeits- und Lösungsweg [Abschnitte 4.2, 4.5 und 4.6 der Anlage AP]	9
1.3.3	Arbeitsbeiträge der einzelnen Mitglieder der operationellen Gruppe [Abschnitt 4.3 der Anlage AP]	11
1.4	Erwartete Ergebnisse [Abschnitt 5 der Anlage AP].....	12
2	Darstellung des Projektverlaufs	12
2.1	14-tägige Eiquantitätsuntersuchung im Feldversuch.....	12
2.2	Produktionsdaten im Feldversuch	15
2.3	Stationsversuch.....	15
2.4	Monitoring der Druckluft-Impulsspülung.....	25
3	Projektergebnisse	26
3.1	Einschätzung der Zielerreichung.....	26
3.2	Hauptergebnisse des Projektes	26
3.3	Nebenergebnisse des Projektes.....	79
4	Ergebnisverwertung.....	82
4.1	Nutzung der Ergebnisse in der Praxis.....	85
4.2	Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse	85
5	Wirkung des Projektes	86
5.1	Beitrag zu den Prioritäten der EU für die Entwicklung des ländlichen Raums.....	86
5.2	Beitrag zu den Zielen der EIP-AGRI	87
5.3	Beitrag zu den in der SWOT-Analyse festgestellten Bedarfen	87

6	Zusammenarbeit in der operationellen Gruppe	88
6.1	Ausgestaltung der Zusammenarbeit	88
6.2	Mehrwert der operationellen Gruppe	88
7	Verwendung der Zuwendung	89
8	Schlussfolgerungen und Ausblick	90
8.1	Rückblick	90
8.2	Ausblick	90
9	Danksagung	91
I.	Tabellenverzeichnis	92
II.	Abbildungsverzeichnis	92
III.	Anhang	96

1 Zusammenfassung der Projektplanung

1.1 Problembeschreibung [Abschnitt 2 der Anlage AP]

Das Hühnerei ist das einzige Nahrungsmittel tierischen Ursprungs, das in der Transportverpackung (Schale) erzeugt wird. Es besteht aus der Dotterkugel, dem Eiklar und der Schale. Der Dotteranteil beträgt 25 bis 30 %, das Eiklar umfasst etwa 2/3 des Eies und der Schalenanteil liegt bei 10 % (GRASHORN, 2008). Die Eizusammensetzung ändert sich mit dem Alter der Hennen. Die Eigewichte und der Dotteranteil nehmen zu, während der Schalenanteil abnimmt. Ursache für die zunehmenden Eigewichte ist der Rückgang der täglich produzierten Eimasse auf Grund der mit dem Alter abnehmenden Länge der Legeserien. Das Problem ist dabei der abnehmende Schalenanteil, der sich zum einen aus dem erhöhten Anteil von Dotter und Eiklar und zum anderen aus der abnehmenden Schalenstärke ergibt und somit eine bruchanfälligeren "Verpackung" erzeugt. Dieser Rückgang der Schalenstärke wird von GRASHORN (2007) mit 2,1 Mikrometer angegeben. Die Bruchfestigkeit ist ein bedeutendes Qualitätsmerkmal des Eies, weil diese maßgeblich über den wirtschaftlichen Erfolg der Eierproduktion mitentscheidet. Besonders im letzten Viertel einer Legeperiode der Hühner aber auch in Stresssituationen z.B. Hitze, kommt es verstärkt zu Dünnschaligkeit mit entsprechend großen wirtschaftlichen Verlusten. Dies zeigt sich vor allem durch erhöhte direkte und indirekte Verluste durch Knick- und Brucheier sowie durch verschmutzte nicht marktfähige Eier. Der Anteil an Knick- und Brucheiern wird von PROBST (2013) in einer Literaturstudie zwischen etwa 1 bis 9% beziffert. Da am Markt zunehmender Bedarf an großen Eiern besteht, gehen immer mehr Betriebe dazu über, die Legehennen nach der Mauser ein zweite Legeperiode zu nutzen. Dort verschärft sich allerdings das Problem der Schalenstabilität noch, da die Resorptionsfähigkeit für Kalzium mit zunehmendem Alter der Tiere abnimmt.

In der Praxis wird mit unterschiedlichem Erfolg versucht durch erhöhte Zufuhr von anorganischem Kalzium, z.B. Futterkalk, entgegenzuwirken. Dieses anorganische Kalzium hat den Nachteil der geringeren Bioverfügbarkeit und der Beeinträchtigung der Fütterungstechnik durch erhöhten Verschleiß. Die Verabreichung anorganischen Kalziums über das normale Tränksystem war bisher nicht möglich, da es zu Schlierenbildung und damit Verstopfung der Tränkanlage kam.

1.2 Zielformulierung [Abschnitt 3 der Anlage AP]

Durch neue technische Lösungen hat sich die Möglichkeit eröffnet, für den Organismus sehr schnell und sehr gut verfügbares Kalzium in Form organischer Verbindungen über das Tränkwasser zu verabreichen. Die Reinigung dieses Tränksystems arbeitet auf der Basis von Druckluft und erlaubt den Verzicht auf umweltrelevante chemische Reinigungsmittel wie Chlor oder Wasserstoffperoxyd. Weiterhin werden Wasser gespart und Fehldosierungen, die bei der herkömmlichen Applizierung von anorganischem Kalzium immer wieder auftreten, vermieden. Der Verzicht auf den Einsatz von anorganischem Kalzium in Form von Grit (Muschelkalk) schont darüber hinaus die Abbaustellen im oder am Meer. Ein weiterer Vorteil der Applikation über das Tränksystem ist die relative Unabhängigkeit der Aufnahme von der Rangordnung der Tiere. Während bei Verabreichung über das normale Futter die ranghöchsten Tiere vor allem die größeren Futterpartikel aufnehmen und damit die kleineren Futterkomponenten wie z.B. Futterkalk den Rangniedereren überlassen, wird bei der Wasserapplikation jedes Tier erreicht. In Zeiten geringerer Futteraufnahme wie bei Hitzestress oder in Krankheitsperioden gelangt das flüssige Kalzium trotzdem zu jedem Tier, da die Wasseraufnahme, anders als bei Futter, auch in diesen Zuständen durch die Tiere erfolgt.

Empirische Beobachtungen sowie die Ergebnisse einer Bachelorarbeit der HTW Dresden in einem Praxisbetrieb lassen erwarten, dass die Gabe von organischem Kalzium über das Tränkwasser in Verbindung mit einer speziellen Reinigungstechnik für die Tränkwasseranlage einen Fortschritt in der Kalzium-Supplementierung bei Legehennen und damit der Schalenstabilität bringen kann. Diese empirischen Beobachtungen sollten durch wissenschaftliche Untersuchungen in einem Feldversuch mit parallellaufender Stationsprüfung speziell für die zweite Legeperiode untersetzt werden sowie die technische Machbarkeit und Stabilität des Tränke-Reinigungssystems begleitend untersucht werden, um danach die innovative Lösung zur Fütterung von organischem Kalzium für die Praxis empfehlen zu können. Aus produktionstechnischen und Sicherheitsaspekten wurde das organische Kalzium in der Versuchsgruppe zusätzlich zum im Futter enthaltenen anorganische Kalzium gegeben. Ein genereller Austausch von anorganischem mit organischem Kalzium erschien zu diesem Zeitpunkt noch zu riskant und sollte in weiteren Studien unter kontrollierten Bedingungen untersucht werden.

1.3 Arbeitsplan

1.3.1 Methodenbeschreibung [Abschnitt 4.1 der Anlage AP]

Als organisches Kalzium war der Einsatz von Calciumlactogluconat mit einer Dosierung von ca. 0,6 g / Tier und Tag vorgesehen Die Dosierung wurde gewählt, um einerseits eine sichere Funktion des Dosiergerätes zu gewährleisten, welches rein mechanisch durch den Wasserdruck im Saugprinzip arbeitet. Zum anderen sollte produktionsorganisatorischen Gründen das Dosieren nur während der Arbeitszeit 7 bis 13 Uhr erfolgen, um eine ständige Aufsicht zu gewährleisten. Es hat sich gezeigt, dass eine Konzentration von ca. 20 % beim Anmischen eine sichere Dosierung ermöglicht. Das ergibt mit dem Wasserverbrauch pro Tier von ca. 200 ml eine Aufnahme von 0,6 g Tier und Tag.

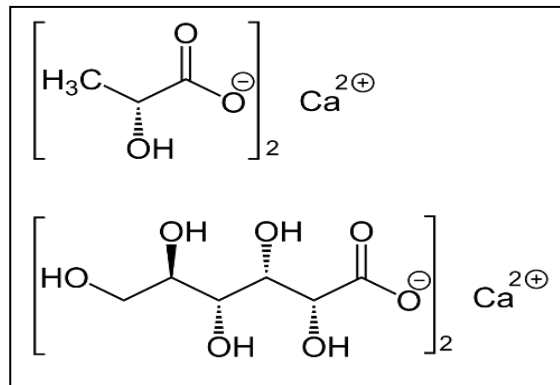


Abbildung 1: Strukturformel des Gemisches aus Calciumlactat (oben) und Calciumgluconat (unten)

Bei Calciumlactogluconat (weitere Namen u.a.: Calciumlactatgluconat, CLG, E327, E578) handelt es sich um einen festen kristallinen weißen Stoff. Der Kalziumgehalt liegt zwischen 10 und 13 % und ist abhängig vom Mischungsverhältnis von Calciumlactat und Calciumgluconat. Durch die Mischung der beiden Stoffe zu Calciumlactogluconat wird die Löslichkeit des Gemischs deutlich gegenüber den beiden Ausgangsstoffen verbessert (Calciumlactat: 66 g/L; Calciumgluconat: 35 g/L; Calciumlactogluconat: 400 g/L). Die Bioverfügbarkeit des Calciums aus Calciumlactogluconat ist sehr gut. Verwendung findet Calciumlactogluconat als Bestandteil von Nahrungsergänzungs-, Arznei- und Futtermitteln aber auch in der Getränkeindustrie sowie in der Milchprodukteherstellung.

Feldprüfung:

Im Landwirtschaftsbetrieb Zelyk, ein Betrieb mit 11.000 Legehennen in zwei Produktionseinheiten (Bodenhaltung) sollte in beiden Stallschiffen ein Versuch mit und ohne organisches Kalzium gefahren werden, um anhand der Produktionsdaten Verluste infolge Schaleninstabilität für altes und neues Kalzium-Fütterungssystem zu quantifizieren. Dabei waren in einem Stall Tiere der 1. Legeperiode und im anderen Stall Tiere der 2. Legeperiode in einem versetzten Produktionsrhythmus untergebracht (siehe Punkt 4.5 Tabellarischer Arbeitsplan).

Folgende Parameter (Produktionsdaten) waren für die tägliche Erfassung im Betrieb vorgesehen:

- Datum, (à Legetag und Lebenstag),
- Außentemperatur morgens zum Arbeitsbeginn,
- Stalltemperatur und -luftfeuchtigkeit mittags zum Stalldurchgang,
- Stand Wasseruhr (à tägl. Wasserverbrauch je lebende Henne),
- Tierverluste (à aktuelle Anzahl lebende Hennen),
- Anzahl nicht marktfähiger Eier (Brucheier, Knickeier, veränderte Eier, verlegte Eier),
- Anzahl marktfähiger Eier je Gewichtsklasse.

Für die Eiquantitätsprüfung war eine 14-tägige Stichprobenuntersuchung nachstehender Daten vorgesehen (Stichprobe 216 Eier: Je 46 x M, je 46 x L und je 16 x XL je Stall):

- Eigewicht,
- Länge und Breite des Eis,
- Bruchfestigkeit,
- Eiklarhöhe (à Haugh-Unit),
- Schalendicke,
- Schalengewicht,
- Dottergewicht (à Eiklargewicht),
- Vorhandensein von Blut- und Fleischflecken.

Die Erfassung der Eiquantitätsparameter war entsprechend dem Arbeitsplan nach Lieferung der Eier vom Landwirtschaftsbetrieb Aufgabe des ZAFT e.V. in Dresden.

Die erfassten Daten waren durch die Projektmitarbeiterin des ZAFT e.V. in die jeweiligen Datenbanken einzugeben und an Prof. Spilke zur statistischen Auswertung weiterzuleiten.

Stationsprüfung:

Die Stationsprüfung sollte in den Ställen der Firma feedtest in Gruppenhaltung durchgeführt werden:

- 60 Abteile zu je 10 Tieren (600 insgesamt)
- 2 Wochen Adaption
- 8 Wochen Datenaufzeichnung
- Futterverzehr wöchentlich
- Lebendmasse Beginn und Ende
- Legeleistung über Prüfzeitraum
- täglich Eizahl (ok/beschädigt), Eimasse des Abteils
- 14-tägig Einzeleigewichte
- 3x (Beginn, Mitte, Ende) ein Tagesgeleg zur Testung der Bruchfestigkeit und Schalenstärke.

Am Ende des Prüfzeitraumes sollten 120 Tiere geschlachtet und die Knochenstabilität des Oberschenkelknochens untersucht werden.

Monitoring Druckluft-Impulsspülung

Die Reinigungsanlage (Druckluft-Impuls-Spülung) wurde von der Firma PfalzTec GmbH geliefert sowie monitort und die erforderlichen technischen Daten in einer Datenbank erfasst. Hierbei ging es insbesondere um Fragen der weiteren Entwicklung der Automatisierung und Digitalisierung, der Reinigungswirkung, erforderliche Reinigungsintervalle, der Wasserqualität, des mechanischen Verschleißes und der Langzeitstabilität.

1.3.2 Arbeits- und Lösungsweg [Abschnitte 4.2, 4.5 und 4.6 der Anlage AP]

Abbildung 2 zeigt eine Übersicht zum Arbeits- und Zeitplan. Stall 1 sollte im September 2020 mit einer Druckluft-Impulsspülung ausgerüstet und in diesem Stall die Applikation von organischem Kalzium durchgeführt werden. Somit sollte die Versuchsgruppe (mit organischem Kalzium) in diesem Stall stehen, während die Kontrollgruppe in Stall 2 ohne zusätzliches organisches Kalzium gehalten werden sollte. Im September 2021 war eine Umsetzung von insgesamt 600 Hennen aus der 2. Legeperiode in die Prüfstation der Firma feedtest geplant, um dort die Tiere in zwei Gruppen zu je 300 Tieren (300 Hennen mit zusätzlichem organischem Ca, 300 ohne zusätzliches organisches Kalzium) aufzuteilen und gemäß dem Arbeitsplan (siehe 3.1.3) einer 8-wöchigen Prüfung zu unterziehen.

Monat		Stall 1	Präparat		Stall 2	Präparat		feedtest	
Jun 20			o P	1. Legeperiode	Einstellung	o P		Versuch in Prüfstation:	
Jul 20		Mauser	o P	ca. 420 Tage	Legebeginn	o P			
Aug 20		Mauser	o P		volle Leistung	o P			
Sep 20	2. Legeperiode	Legebeginn	o P		volle Leistung	o P		Beginn der Datenerfassung	Produktion
Okt 20	ca. 224 Tage	volle Leistung	orgCa		volle Leistung	o P		Beginn der Datenerfassung	Ei-Qualität
Nov 20		volle Leistung	orgCa		volle Leistung	o P			
Dez 20		volle Leistung	orgCa		volle Leistung	o P			
Jan 21		volle Leistung	orgCa		volle Leistung	o P			
Feb 21		volle Leistung	orgCa		volle Leistung	o P			
Mrz 21		volle Leistung	orgCa		volle Leistung	o P			
Apr 21		Ausstellung (12.04.)	orgCa		volle Leistung	o P			insg. 8 Wochen je Gruppe
Mai 21	neue Herde	Service und Neueinstallu	o P		volle Leistung	o P			
Jun 21	1. Legeperiode	Legebeginn	o P		volle Leistung	o P		300 Hennen mit org. Ca	
Jul 21	ca. 420 Tage	volle Leistung	orgCa		Mauser	o P		300 Hennen mit anorg. Ca	
Aug 21		volle Leistung	orgCa		Mauser	o P			
Sep 21		volle Leistung	orgCa	2. Legeperiode	Legebeginn	o P		Einstellung Tiere aus Herde 2	
Okt 21		volle Leistung	orgCa	ca. 245 Tage	volle Leistung	o P		Prüfung Tiere aus Herde 2	
Nov 21		volle Leistung	orgCa		volle Leistung	o P			
Dez 21		volle Leistung	orgCa		volle Leistung	o P		Schlachtung und Prüfung	
Jan 22		volle Leistung	orgCa		volle Leistung	o P		Knochenstabilität	
Feb 22		volle Leistung	orgCa		volle Leistung	o P			
Mrz 22		volle Leistung	orgCa		volle Leistung	o P		org CA = mit orga. Kalzium:	
Apr 22		volle Leistung	orgCa		volle Leistung	o P		0,6g/Tier/Tag	
Mai 22		volle Leistung	orgCa		service	o P			
Jun 22		volle Leistung	orgCa	neue Herde	Einstellung			o P = ohne Präparat, also	
Jul 22		Mauser	orgCa		Legebeginn			nur anorg. Kalzium	

Abbildung 2: Zeit- und Arbeitsplan (chronologisch)

Geplante Meilensteine/Zwischenergebnisse:

- **Ende Quartal II/2020:** Installation der Druckluft-Impuls-Spülung durch die Firma PfalzTec im Projektbetrieb und Einstellung der Herde 1 sowie Beginn der Applikation von organischem Kalzium, Herde 2 kommt in die Mauser und wird weiter herkömmlich mit anorganischem Ca über das Futter versorgt.
- **Mitte Quartal III/2020:** Erreichen der vollen Legeleistung in Herde 1 (org. Kalzium) und Beginn der Datenerfassung, Beginn der 2. Legeperiode in Herde 2 (anorg. Kalzium) und Beginn der Datenerfassung
- **Ende Quartal III/2020:** Erreichen der vollen Legeleistung in Herde 2
- **Anfang Quartal I/2021:** Umstellung von 600 Tieren aus Herde 2 (anorg. Kalzium) in die Prüfstation
- **Mitte Quartal I/2021:** Beginn der Prüfung in der Station und der Datenerfassung (300 Tiere mit anorg. Kalzium / 300 Tiere mit org. Kalzium)
- **Mitte Quartal II/2021:** Auswertung 2. Legeperiode Herde 2 (anorg. Kalzium) und Abschluss und Auswertung Stationsversuch
- **Anfang Quartal III/2021:** Abschluss der Datenerfassung in Herde 1 (org. Kalzium) und Einstellung neu Herde in Stall 2 (anorg. Kalzium)

- **Mitte Quartal III/2021:** Erreichen volle Legeleistung in Herde 2 (1. Legeperiode, anorg. Kalzium) Abschluss 1 Legeperiode in Herde 1 (org. Kalzium), Eintritt Mauser in Herde 1 und Auswertung der 1. Legeperiode (anorg. Kalzium)
- **Beginn Quartal IV/2021:** Beginn 2. Legeperiode Herde 1
- **Ende Quartal II/2022:** Abschluss der Eieruntersuchungen,
- **Beginn Quartal III:** Auswertung der Gesamtergebnisse, Wissenstransfer, Publikation der Projektergebnisse, Abschlussbericht

1.3.3 Arbeitsbeiträge der einzelnen Mitglieder der operationellen Gruppe [Abschnitt 4.3 der Anlage AP]

Landwirtschaftsbetrieb Zelyk:

- Ausrüstung eines Stallschiffes mit Reinigungsanlage Pfalz-Tec-GmbH
- tägliche Erfassung und Dokumentierung der Anzahl Tiere, Anzahl Eier, Anzahl Brucheier bzw. Eiverluste, Tierverluste, Wasserverbrauch, Anzahl veränderter Eier, verlegter Eier, Verteilung der Handelsklassen und Bereitstellung für die Erstellung der Auswertungsdatenbank
- Lieferung von ca. 600 Tieren aus der 2. Legeperiode an die Prüfstation zur Durchführung der begleitenden Stationsprüfung einschließlich des dazugehörigen Futters (ca. 7 t)

PfalzTec GmbH

- Bereitstellung der Reinigungsanlage
- Installation, Wartung der Anlagen
- regelmäßige Parametererfassung zu Funktionstüchtigkeit, Dauerbelastung, Wasserhygienischem Zustand

ZAFT e.V.

- Projektkoordination
- monatliche Pflege der Datenbank zu den Produktionsdaten der Feldprüfung und Erfassung der Eiquantitätsparameter in der Feldprüfung,
- Statistische Aufbereitung des Stationsversuchs und monatliche Übergabe der aufbereiteten Daten an Prof. Spilke zur statistischen Weiterverarbeitung
- wissenschaftliche Begleitung des Stationsversuchs und Durchführung der Eiquantitätsprüfung vor Ort in der Station
- Zusammenführung der Daten aus Stations- und Feldprüfung
- Erstellung Zwischen- und Abschlussbericht

- Organisation der Zusammenarbeit und des wissenschaftlichen Austausches zwischen den Mitgliedern der operationellen Gruppe

1.4 Erwartete Ergebnisse [Abschnitt 5 der Anlage AP]

Die Ergebnisse können vor allem über die Verlustsenkung bei Eiern zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Eierproduktion beitragen und wichtige Kenntnisse über die Wirkungen von zusätzlichem organischem Kalzium in der Legehennenfütterung liefern. Untersuchungen von SOLOMON (2013) in Schottland haben die bessere Verwertung von flüssig appliziertem organischem Selen auf die Schalenqualität bei Legehennen belegt. Für organisches Kalzium fehlen solche Untersuchungen in der Literatur. Es ist zu erwarten, dass sich die Schalenstabilität durch das organische Kalzium verbessert und dass die Effekte besonders bei Hennen am Ende der 1. Legeperiode, aber vor allem bei Hennen nach der Mauser in der 2. Legeperiode nachweisbar sind. Ausgehend von den Ergebnissen können durch Publizierung in der Fachpresse Impulse zur Lösung der Schalenqualitätsproblematik vor allem in der Brutei- aber auch in der Konsumeierproduktion in Sachsen und darüber hinaus gegeben werden. Als wichtiges Ergebnis des Projektes soll die Funktionsfähigkeit und Eignung der Druckluft-Impuls-Spülung für die Applikation von organischem Kalzium geprüft und Verbesserungen in Hard- und Software erarbeitet werden.

Das Gesamtverfahren der Verabreichung von organischem Kalzium über das Tränkwasser soll somit zur Praxisreife geführt werden. Durch die betreffende Wirtschaft wurde bereits Interesse an dem Projekt bekundet.

2 Darstellung des Projektverlaufs

2.1 14-tägige Eiquantitätsuntersuchung im Feldversuch

In den zwei Ställen des Landwirtschaftsbetriebs Zelyk wurden zeitversetzt zwei Legehennenherden gehalten. Im Stall 1 wurde die Druckluft-Impulsspülanlage der Firma Pfalz Tec GmbH installiert, so dass in diesem Stall das Zugeben des Calciumlaktatgluconats durchgeführt werden konnte. In diesem Stall befanden sich im ersten Untersuchungsjahr Hennen der zweiten

Legeperiode und im zweiten Jahr Hennen der ersten Legeperiode. Im parallellaufenden Stall stand während beider Untersuchungsjahre nur eine Herde, im ersten Jahr in der ersten Legeperiode und im zweiten Jahr in der zweiten Legeperiode (siehe auch Abbildung 2).

Seit dem 01.09.2020 wurden alle 14 Tage (im Falle von Feiertagen ausnahmsweise auch nach drei Wochen) insgesamt 216 Eier (je Gruppe mit und ohne org. Kalzium 108 Eier, verteilt auf die Gewichtsklassen M = 46, L = 46 und XL = 16) untersucht. Um eine gleichmäßigere Verteilung der Eier über den Tag zu erreichen, wurden die Eier an zwei Abnahmezeitpunkten (früh und mittags) entnommen, d.h. jeweils 23 bzw. 8 je Gewichtsklasse. Die notwendige Stichprobengröße wurde durch den statistischen Berater aus der Parameterstreuung der ersten Untersuchungen ermittelt. Damit ergab sich eine Abweichung zum Ursprungsplan, in dem nur monatliche Untersuchungen vorgesehen waren. Durch 14-tägige Untersuchungen konnten die Legekurven genauer dargestellt werden.

Wie bereits im Arbeitsplan dargestellt, wurden folgende Merkmale erfasst:

- *Eigewicht* in g
 - *Eiklarhöhe* in mm
 - *Höhe* in mm
 - *Breite* in mm
 - *Bruchfestigkeit* in N
 - *Schalendicke* in mm
 - *Schalengewicht* in g
 - *Dottergewicht* in g, daraus
 - *Eiklargewicht* in g (berechnet als Differenz aus Eigewicht – Schalengewicht – Dottergewicht)
 - Vorhandensein von *Fleisch- und Blutflecken*.
- } daraus berechnet *Haugh-Unit*
- } daraus berechnet *Eiform-Index*

Teststrecke:

Für die Untersuchungen wurde eine Teststrecke der Firma „BRÖRING Informationstechnologie, Lohne“ verwendet (siehe Abbildung 3).

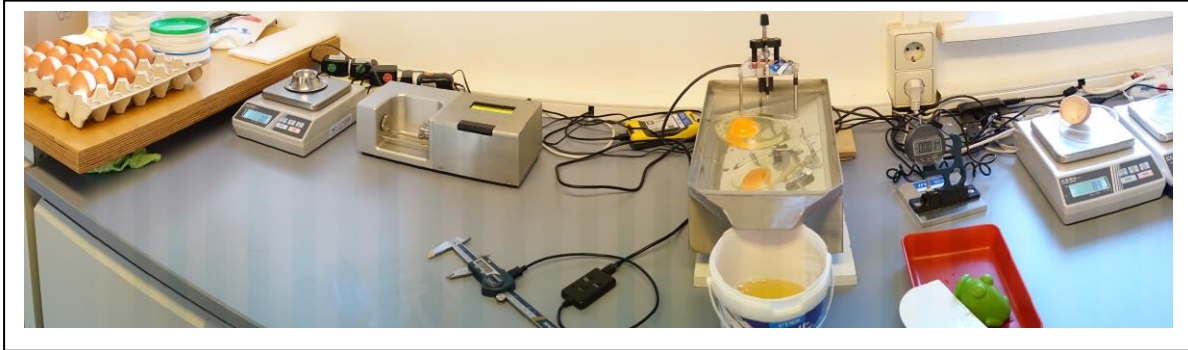


Abbildung 3 Ei-Teststrecke der Firma Bröring [Foto: Klunker]

Die Daten der jeweiligen Untersuchungen wurden mit der Software „*Bröring EggQuality 3.0*“ erfasst und in Excel-Dateien abgelegt. Die wurden nach der Untersuchung um Fehler bereinigt und den Projektpartnern zeitnah zur Verfügung gestellt.

Statistische Auswertung der Felddaten (Eiqualität) (Prof. Spilke)

Die statistische Auswertung der Eiquälitätsdaten im Feldversuch erfolgte in Form von Verlaufskurven. Die vorliegenden Daten sind entsprechend ihrer Struktur Zeitreihen. Dabei interessieren aus Sicht der Auswertung die merkmals- und behandlungsspezifischen Verläufe der Merkmalswerte über die Zeit (Vergleich der beiden Zeitreihen entsprechend der Tage in der Legeperiode).

Die schwierige Festlegung von Funktionen wurde umgangen, indem die Erzeugung der Verlaufskurven parameterfrei bei Nutzung einer lokal angepassten Regression bei Nutzung von LOESS (Locally Weighted Scatterplot Smoothing) erfolgte. Dabei wurden die Funktionswerte gleitend bei Nutzung benachbarter Beobachtungen gebildet, wobei die Wichtung der Beobachtungen in Abhängigkeit des Abstandes abnimmt. Die Berechnung erfolgte mit der gleichnamigen Procedure Loess in SAS Version 9.4 (SAS Institute 2016, INC, Cary, NC, USA).

Loess ermöglicht so eine flexible Verlaufsermittlung ohne Vorgabe einer Funktion. Im Ergebnis ergeben sich Verläufe für die Behandlungen mit/ohne CA-LG, die eine anschauliche Darstellung ermöglichen. Bei Nutzung der Residuen werden approximative Konfidenzintervalle um die

Funktionswerte gebildet. Dabei wurde in der vorliegenden Auswertung nicht mit dem i.A. üblichen Konfidenzniveau von $P=0.95$ gearbeitet, sondern ein Konfidenzniveau von $P=0.83$ gewählt. Dann entsprechen nicht überlappende Intervalle einer Differenz im statistischen Test mit $\alpha \leq 0.05$ (AUSTIN and HUX (2002)). Damit ergibt sich wiederum eine Verbesserung der Anschaulichkeit und der Möglichkeit einer schnellen Bewertung der beobachteten Differenzen.

Allerdings ist jedoch zu betonen, dass im vorliegenden Fall keine unverzerrte Aussage zu statistischen Unterschieden getroffen werden kann. Das ergibt sich zwingend aus dem Sachverhalt, dass die Behandlungen innerhalb einer Legeperiode aus produktionstechnischen Gründen nicht zeitgleich geprüft werden konnten. Damit ist das ceteris-paribus-Prinzip verletzt und nicht überlappende Intervalle sind deshalb nicht als Signifikanz im Sinne der statistischen Theorie zu interpretieren.

Literatur:

AUSTIN, P.C.; HUX, J. E.: A brief note on overlapping confidence intervals. Journal of Vascular Surgery (36), 2002, 194-195.

2.2 Produktionsdaten im Feldversuch

Im Landwirtschaftsbetrieb Zelyk wurden täglich folgende Daten erhoben (siehe auch Tagesprotokoll Anlage 1):

- Datum
- Legetag
- Erfassender Mitarbeiter
- Alter in d
- Außentemperatur Früh in °C
- Stalltemperatur mittags in °C
- relative Luftfeuchte mittags in %
- Wasserverbrauch in l/Huhn
- Tierverluste Anzahl Tiere, Tierverluste in %
- Eier gesamt, Eier/Huhn
- n Normale, Anteil Normale an Eier gesamt %, Normale/Huhn
- n Verlegte, Anteil Verlegte in %
- n Bruch und Knick, Anteil Bruch und Knick in %
- n Veränderte, Anteil Veränderte in %
- n XXL, Anteil XXL an Normalen,
- n XL, Anteil XL an Normalen in %,
- n L, Anteil L an Normalen in %,
- M an Normalen in %

- n kleine M, Anteil kleine M an Normalen in %,
- n Unsortierte
- Uhrzeit der Eientnahme.

Auswertung der Produktionsdaten

Die Auswertung der Produktionsdaten erfolgte mit einer einfachen deskriptiven Statistik. Hierbei stand die Darstellung von tendenziellen Unterschieden in den beiden Versuchsgruppen im Mittelpunkt der Betrachtung. Für die Auswertung wurden die Programme Excel 2019, Version 1808 und Jamovi, Version 1.6.23 verwendet.

Für die Auswertung wurden vergleichend die Zeiträume gewählt, in denen es zu einer zusätzlichen Versorgung mit organischem Kalzium in der Versuchsgruppe des Stall 1 kam. In der 1. Legeperiode ist dies der 85. bis 335. Legetag. Für die 2. Legeperiode ist es der 45. bis 225. Legetag.

2.3 Stationsversuch (Dr. Scharch)

Da, wie bereits erwähnt, im Feldversuch aus produktionstechnischen Gründen nur ein indirekter, zeitlich nicht paralleler Vergleich zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe möglich war, wurde das Versuchsdesign um einen 8-wöchigen Stationsversuch mit Legehennen aus der zweiten Legeperiode ergänzt. Dazu wurden 600 Legehennen aus dem Landwirtschaftsbetrieb Zelyk Ende September 2021 in die Prüfstation der Firma feedtest, Straße am Gutshof 13, 06193 Wettin-Löbejün verbracht, dort in zwei Gruppen (mit und ohne zusätzliches organisches Kalzium) eingeteilt und im Zeitraum vom 23.09. bis 23.11.2021 nach folgendem Studiendesign (Tabelle 1) getestet:

Tabelle 1 Studiendesign

Studiengruppen	2: Kontrolle (unsupplementiert) bzw. über das Tränkwasser supplementiert mit Kalziumlactogluconat
Wiederholungen je Studiengruppe	30 Abteile mit anfänglich je 10 Hennen
Fütterung	ad libitum, manuelles Auffüllen der Futterautomaten
Tränke	automatische Niederdrucktränke mit 8 Nippeln je Abteil für Kontrollgruppe manuell nachgefüllter Tränkeimer mit 3 Nippeln je Abteil für supplementierte Gruppe

Die Hennen wurden in Kleingruppen zu 10 Tieren in Bodenhaltung auf Weichholzhobelspänen aufgestellt. Für beide Studiengruppen (Kontrolle und supplementiert mit Kalziumlactogluconat; Produktdatenblatt siehe Anhang) standen jeweils 30 Kleinabteile zu 4 m² zur Verfügung. Die Verteilung der Studiengruppen auf die Abteile erfolgte im Blockdesign (Abbildung 4).

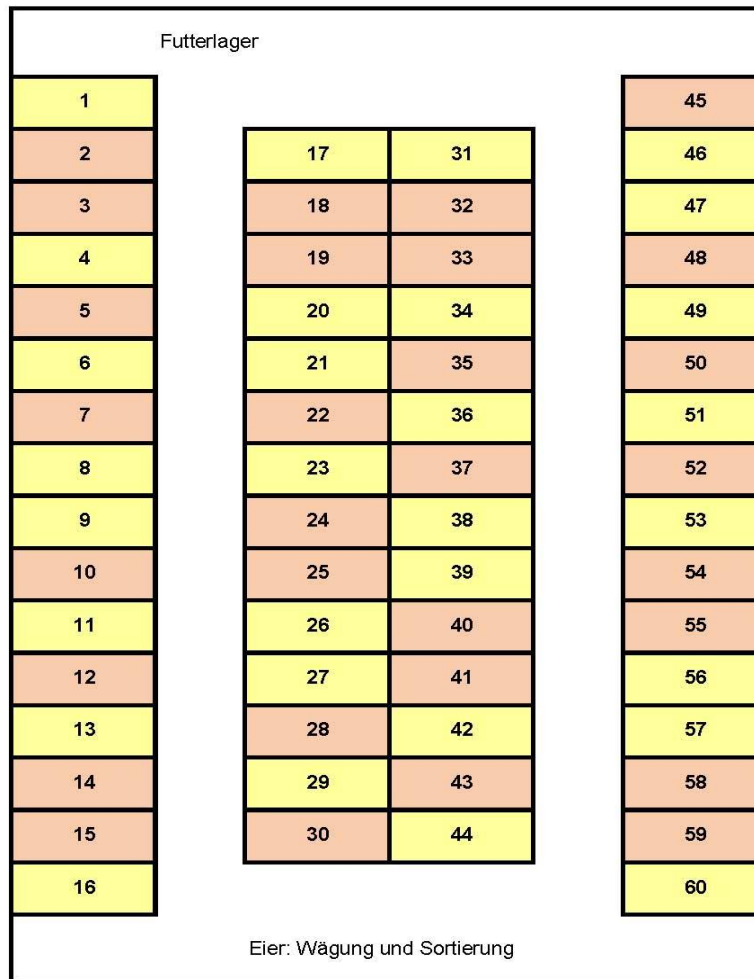


Abbildung 4: Verteilung der Abteile im Stall, gelb "Kontrolle" und rot „Versuch“, Zahlen geben die Abteilnummern an.



Abbildung 5: Futterautomat (links), automatische Tränke mit 8 Nippeln in Abteilen der Kontrollgruppe (rechts), Tränkeimer mit 3 Nippeln in der supplementierten Gruppe (Mitte). [Alle Bilder mit freundlicher Genehmigung der Siepmann GmbH.]



Abbildung 6: Nest mit 3 Legestellen. Der Legeboden ist mit einem Abrollmechanismus ausgestattet, die Eiersammeln sich im Eierfang unter dem Nest. [Alle Bilder mit freundlicher Genehmigung der Siepmann GmbH.]

Jedes Abteil war mit einem manuell befüllbaren Futterrondtrog (Abbildung 5 oben), Nippeltränken (Abbildung 5 unten) drei Einzellegenestern (Abbildung 6) ausgestattet. Da in der Stationsprüfung das organische Kalziumpräparat nicht automatisiert in das Tränkwasser eingemischt werden konnte, wurden die die entsprechenden Abteile mit manuell nachfüllbaren Tränkeimern (Abbildung 5 oben rechts) ausgestattet. Im Herkunftsbetrieb (Landwirtschaftsbetrieb Zelyk) erfolgte aus logistischen Gründen eine temporäre Zudosierung des organischen Kalziums nur von 7:30 Uhr bis 12:30 Uhr eines Tages. Während der Stationsprüfung erfolgte die Supplementierung permanent (24 h am Tag). Aus diesem Grund wurde für die Stationsprüfung eine niedrigere Dosierung des Calciumlactogluconats in Höhe von 400 g / 100 Liter gewählt (Produktionsbetrieb: 600 g / 100 Liter).

Als Futter kam die betriebsspezifische Mischung des Herkunftsbetriebes zum Einsatz (siehe Anhang Abbildung A-09). Das Futter wurde durch ATR erstellt und berücksichtigte hinsichtlich des Kalziumgehaltes den Beitrag durch die Supplementierung des Kalziumlactogluconates nicht.

Tabelle 2 Übersicht über das Tiermaterial im Stationsversuch

Herkunft	Berghäuserhof, Landwirtschaftsbetrieb Frank Zelyk Bergstraße, 02748 Kemnitz
Anzahl	600
Genetik	Novagen Brown
Alter	697 Tage zu Studienstart; Beginn zweite Legeperiode, Schlupftag 29.01.2020

Nach Einbruch der Dunkelphase des 23.09.2021 wurden die Legehennen aus der Herde des Landwirtschaftsbetriebes Zelyk zufällig gegriffen und in die Anlagen zur Stationsprüfung verbracht. Auf der Station wurden die Tiere zufällig auf die 60 Abteile verteilt.

Datenaufzeichnung

Am vierten Tag nach der Aufstallung begann die Supplementierung der entsprechenden Studiengruppe mit dem Testprodukt. Dieser Tag entspricht Tag 0 im Studienprotokoll. Es folgten 8 Wochen der Aufzeichnung der Leistungsdaten (Tabelle 3).

Tabelle 3 Merkmalerfassung im Rahmen des Stationsversuchs

Aufzeichnungsintervall	Merkmal
Tag 1	Lebendmasse je Abteil
täglich (Tage 0 bis 56)	je Abteil: Eizahl, Eiqualität (unbeschädigt bzw. beschädigt), Eigewicht
bei Bedarf	Futternvorlage
Wöchentlich (Tage 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 und 56)	Futterrückwage
Tage 0, 14, 28, 42 und 56	Einzeleigewicht
Tag 0, 28, 56	Eiquälitätsparameter (ZAFT e.V. Dresden)

Zusätzlich wurden die Tierverluste täglich erfasst.

An Tag 57 wurden 2 zufällige Hennen je Abteil individuell gewogen und geschlachtet sowie die Tibiotarsi zwecks Ermittlung der Bruchfestigkeit in ein Labor (ILVO, Scheldeweg 68, 9090 Melle, Belgien) übersandt.



Abbildung 7: Foto eines Prüfgerätes für Knochenfestigkeit

Statistische Auswertung des Stationsversuchs (Prof. Spilke)

Die statistische Auswertung erfolgte sowohl für die beim ZAFT e.V. in Dresden ermittelten Ei- Qualitätsmerkmale, als auch für die Legeleistung, die Futtermittelsverbrauchs- und Aufwandsdaten.

- ***Eiqualitätsmerkmale***

Bei der Wahl des Auswertungsmodells ist zwischen quantitativen und qualitativen Merkmalen zu unterscheiden.

Merkmale mit quantitativer Skala

Quantitative oder stetige Merkmale sind solche, die in einem bestimmten Wertebereich jeden Wert annehmen können (Eigewicht, Eiklarhöhe...). Das für diese Merkmale angewendete Auswertungsmodell ist wie folgt zu charakterisieren:

Feste Effekte: # Behandlung (Ktr, CA-LG), Tag, Wechselwirkung Behandlung*Tag

Block*Tag

Covariable (Merkmalswerte Tag_0)

Covariable (Eigewicht*Tag) (für Tage 28 und 56 sowie alle Merkmale außer Eigewicht)
Zufällige Effekte: Abteil*Tag, Rest

Mit dem festen Effekt Block*Tag werden mögliche Umwelteffekte am Untersuchungstag innerhalb des Stalles korrigiert (3 Blocks nach Vorgabe Dr. Scharch). Ein Blockeffekt wird im Auswertungsmodell berücksichtigt, wenn im F-Test für diesen Effekt $P \leq 0.1$ ermittelt wird.

Die Covariable (Merkmalswerte Tag_0) korrigiert auf das arithm. Mittel der Beobachtungen zum Tag 0, bei Betrachtung der Gewichtsklassen zusätzlich je Gewichtsklasse zum Tag 0, und sichert somit gleiche „Startbedingungen“ der Behandlungen. Dennoch für Tag 0 auftretende Unterschiede zwischen den Behandlungen ergeben sich aus der weiteren Covariable Eigewicht, sind jedoch sehr gering (Siehe Ergebnisse).

Die Covariable (Eigewicht*Tag) korrigiert alle Merkmalswerte auf ein gleiches Eigewicht je Prüftag, bei Betrachtung der Gewichtsklassen je Prüftag und Gewichtsklasse, und schließt somit den Einfluss unterschiedlicher Eigewichte aus.

Für beide Covariablen wird die Parallelität der Regressionsgeraden je Behandlung und damit die Möglichkeit einer gemeinsamen Korrektur geprüft. Nur bei Parallelität, d.h. die Regressionskoeffizienten je Behandlung unterscheiden sich nur zufällig, ist das möglich. Kann diese Parallelität nicht nachgewiesen werden wird zusätzlich eine von der Behandlung abhängige Covariable aufgenommen.

Der zufällige Effekt Abteil*Tag berücksichtigt die vorliegende Korrelationsstruktur, da die Beobachtungen innerhalb Abteil wegen derselben Abteilmwelt ähnlicher sind gegenüber Beobachtungen verschiedener Abteile.

Für das jeweilige Auswertungsmodell erfolgt eine Überprüfung der Normalverteilung der Resteffekte im Rahmen einer Residuenanalyse. Falls diese Verteilung nicht annähernd eingehalten wird, insbesondere die Symmetrie, wird eine geeignete Transformation oder eine Ranganalyse durchgeführt. Die Residuenanalyse erlaubt auch eine Identifizierung starker Abweichungen. Studentisierte (standardisierte) Residuen mit einem Betrag ≥ 3.2 (entspricht 3.2 Standardeinheiten) werden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Für die vorliegenden Untersuchungen betrifft das je Merkmal maximal 10 Beobachtungen, meist jedoch deutlich weniger.

Entsprechend der vorliegenden festen und zufälligen Effekte neben Rest liegt ein lineares gemischtes Modell vor. Die dann notwendige Freiheitsgradapproximation erfolgt nach der Methode von Kenward & Roger. Die Behandlungen werden innerhalb Tag vergleichsbezogen mit dem t-Test verglichen.

Die rechentechnische Umsetzung der Auswertung erfolgt bei Nutzung der SAS-Prozeduren UNIVARIATE, MIXED und SGPLOT.

Merkmale mit qualitativer Skala

Qualitative oder diskrete Merkmale besitzen im Extremfall nur zwei Ausprägungen und werden dann als binäre Merkmale ((0,1)-Merkmal) bezeichnet. Ein solcher Fall liegt für die Merkmale Blut- und Fleischflecken vor. Die Ausgabenstellung besteht darin, Wahrscheinlichkeiten p für das Auftreten von Blut- und Fleischflecken zu schätzen. Dabei ist zu beachten, dass die Wahrscheinlichkeiten für beliebige Wahl der Einflussgrößen nur Werte zwischen 0 und 1 annehmen dürfen. Das kann mit einem linearen Modell wie für quantitative Merkmale nicht gesichert werden, gelingt jedoch durch den folgenden Ansatz:

$$p = \frac{\exp(\eta)}{1 + \exp(\eta)}; \quad \exp(\eta) = e^\eta$$

Der Ausdruck h wird wie im linearen Modell üblich formuliert und deshalb als linearer Prädiktor bezeichnet.

Im Auswertungsmodell sind die gleichen festen und zufälligen Effekte wie für die Merkmale mit quantitativer Skala zu berücksichtigen. Entsprechend ergibt sich hier als methodischer Ansatz ein generalisiertes lineares gemischtes Modell. Bezüglich der Festlegung der einzubeziehenden Covariablen folgt dieselbe Vorgehensweise wie für die quantitativen Merkmale, wobei jedoch die Prüfung der Residuen auf Normalverteilung und auf Ausreißer entfällt. Statistische Tests erfolgen auf der Ebene des linearen Prädiktors.

Die rechentechnische Umsetzung der Auswertung erfolgt bei Nutzung der SAS-Prozeduren GLIMMIX und SGPLOT.

- **Legeleistung, Futterverbrauchs- und Aufwand**

Die Auswertung basiert auf den täglich bzw. wöchentlich je Abteil erfassten Leistungen, stets bezogen auf die lebenden Hennen am Erfassungstag (entspricht der sog. Leistung je Durchschnittshenne):

Tägliche Merkmalerfassung:

- Eizahl total (EZ) (Anzahl Eier je Henne und Tag)
- Eizahl marktfähig (EZm) (Anzahl Eier je Henne und Tag)
- Eizahl nichtmarktfähig (EZnm) (Anzahl Eier je Henne und Tag)
(Bemerkung: Die so formulierten Legeleistungen entsprechen der Legeintensität/100)
- Einzeleigewicht total (EEG) (g)
- Einzeleigewicht marktfähig (EEGm) (g)
- Gesamteigewicht total (GEG) (g) (erzeugte Eimasse je Henne und Tag)
- Gesamteigewicht marktfähig (GEGm) (g) (erzeugte Eimasse je Henne und Tag)

(Bemerkung: Einzeleigewicht und Gesamteigewicht der nichtmarktfähigen Eier werden nicht analysiert, da einerseits teilweise keine Wägung dieser Eier möglich ist, andererseits eine große Anzahl Null-Werte auftreten, falls keine nichtmarktfähigen Eier vorliegen)

Wöchentliche Merkmalerfassung:

- tägliche Futteraufnahme (FUA) (g)
- Futteraufwand Gesamteigewicht total (FAW) (kg/kg)
- Futteraufwand Gesamteigewicht marktfähig (FAWm) (kg/kg)

(Bemerkung: Die oben formulierten Merkmale lassen sich für beliebige Abschnitte und die gesamte Leistungsperiode analysieren und kumulieren.)

Für die Auswertung von Legeleistung, Futterverbrauch und Futteraufwand wurde folgendes statistisches Modell verwendet:

Modell

Feste Effekte: Behandlung, Woche, Behandlung*Woche
Block*Woche

Zufällige Effekte: Abteil, Rest

Serielle Korrelation: Toeplitz(3)-Funktion innerhalb Abteil

Basierend auf diesem Modell werden die LSMeans je Woche, über die gesamte Versuchsperiode sowie über die Versuchsperiode kumulativ geschätzt.

- ***Knochenmerkmale***

Die zu untersuchenden Merkmale verfügen über eine quantitative Skala. Das für diese Merkmale angewendete Auswertungsmodell ist wie folgt zu charakterisieren:

- Feste Effekte: # Behandlung (CA-LG, Ktr)
 - # Block
 - # Covariable (Körpergewicht) (optional!)
- Zufällige Effekte: Abteil, Rest

Mit dem festen Effekt Block werden mögliche Umwelteffekte innerhalb des Stalles berücksichtigt (3 Blocks nach Vorgabe Dr. Scharch). Ein Blockeffekt wird im Auswertungsmodell berücksichtigt, wenn im F-Test für diesen Effekt $P \leq 0.1$ ermittelt wird.

Die Covariable (Körpergewicht) korrigiert auf das arithmetische Mittel der Beobachtungen in diesem Merkmal. Damit werden Unterschiede zwischen den Behandlungen (vgl. Tabelle statistische Maßzahlen) korrigiert und der Einfluss einer unterschiedlichen Körpermasse zwischen den Behandlungen auf den Behandlungsvergleich der übrigen Merkmale ausgeschaltet.

Für die Covariable wird die Parallelität der Regressionsgeraden je Behandlung und damit die Möglichkeit einer gemeinsamen Korrektur geprüft. Nur bei Parallelität, d.h. die Regressionskoeffizienten je Behandlung unterscheiden sich nur zufällig, ist das möglich. Kann diese Parallelität nicht nachgewiesen werden wird eine von der Behandlung abhängige Covariable berücksichtigt.

Die Bewertung der Auswirkungen der Nutzung der Covariable erlaubt eine Auswertung mit und ohne diese Covariable.

Der zufällige Effekt Abteil berücksichtigt die vorliegende Korrelationsstruktur.

Für das jeweilige Auswertungsmodell erfolgt eine Überprüfung der Normalverteilung der Resteffekte im Rahmen einer Residuenanalyse. Falls diese Verteilung nicht annähernd eingehalten wird, insbesondere die Symmetrie, wird eine geeignete Transformation oder eine

Ranganalyse durchgeführt. In der vorliegenden Auswertung erwies sich eine Log-Transformation für das Merkmal Bruchfestigkeit erforderlich.

Die Residuenanalyse erlaubt auch eine Identifizierung starker Abweichungen. Studentisierte (standardisierte) Residuen mit einem Betrag ≥ 3.2 (entspricht 3.2 Standardeinheiten) werden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Für die vorliegenden Untersuchungen betrifft das je 1 Beobachtung in den Merkmalen Körpergewicht und Knochengewicht (Auswertung mit Covariable).

Die vorliegenden festen und zufälligen Effekte neben Rest ergeben als methodischen Ansatz ein lineares gemischtes Modell. Die Freiheitsgradapproximation erfolgt nach der Methode von Kenward & Roger, der Behandlungsvergleich erfolgt mit dem t-Test.

Die rechentechnische Umsetzung der Auswertung erfolgt bei Nutzung der SAS-Prozeduren UNIVARIATE, MIXED und SGPLOT.

2.4 Monitoring der Druckluft-Impulsspülung

Die Firma PfalzTec monitorte die Tränkespülung monatlich mit vorgegebenen Monitoring-Protokoll. Folgende Daten bzw. Kontrollpunkte wurden erfasst:

- Einstellwerte der Anlage Impulsspülung nach Tränkesträngen
- Einstellwerte der Wochenzeitschaltuhr Impulsspülung nach Wochentagen
- Einstellwerte der Wochenzeitschaltuhr Bypass Mittel nach Wochentagen
- Sichtprüfung Medienschränk
- Sichtprüfung Vorratsbehälterschränk
- Sichtprüfung Medienschränk
- Sichtprüfung Peripherie
- Prüfung der elektrischen Funktionen
- Prozesstestung Hand und Automatik der Spülung und Mitteldosierung, Testung Not- und Normalbetrieb
- Erfassung von notwendigen Software-Änderungen.

Zusätzlich erfolgte eine externe Wasserqualitätsprüfung. Der Rhythmus einer quartalsweisen Prüfung konnte durch Corona-bedingte Kapazitätsprobleme in den Untersuchungslaboren nicht eingehalten werden. Die vorliegenden beiden Untersuchungsergebnisse bestätigen aber die Reinigungskraft der Anlage (siehe Anlage A- 01/-02).

3 Projektergebnisse

3.1 Einschätzung der Zielerreichung

Die Projektziele wurden im Wesentlichen erfüllt. Ursprünglich waren etwas größere Effekte auf die Schalenstabilität in allen drei Eigrößenklassen erwartet worden. Eine höhere Schalenstabilität zeigte sich vor allem bei den L-Eiern in der 2. Legeperiode im Feldversuch. Dies manifestierte sich nicht nur in der Bruchfestigkeit, sondern auch in der korrelierenden Schalenstärke. In der Stationsprüfung waren bei den großen Eiern der Klasse XL Effekte nachweisbar. Ein voller Erfolg war der Einsatz der Druckluft-Impulsspülung. Hier konnten wertvolle Erkenntnisse zum Einsatz und zur Weiterentwicklung für die Supplementierung nicht nur von flüssigem Kalzium, sondern auch von anderen Nahrungsergänzungstoffen oder auch Medikamenten gesammelt werden. Auch im Hinblick auf die weitere Automatisierung und Digitalisierung gab es deutliche Fortschritte.

3.2 Hauptergebnisse des Projektes

3.2.1 Feldversuch

Folgende Fragen (Hypothesen) sollten überprüft werden:

- Werden Schalendicke, Bruchfestigkeit und Schalengewicht durch eine zusätzliche Gabe organischen Kalziums positiv beeinflusst (höhere Schalendicke, höhere Bruchfestigkeit und höheres Schalengewicht)?
- Gibt es dabei Unterschiede zwischen den zwei Legeperioden und den drei Gewichtsklassen?
- Verändern sich die genannten Eigenschaften im Laufe der Legeperiode zwischen Versuchs- und Kontrollgruppen unterschiedlich?
- Korrelieren Schalendicke und Bruchfestigkeit miteinander und gibt Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe sowie den Legeperioden und Eigewichtsklassen?
- Korrelieren Bruchfestigkeit und Eiformindex miteinander und welche Eiform ist stabiler?
- Verändert sich der Eiform/Eiformindex mit der Zugabe von org. Kalzium?
- Hat die Art der Kalziumversorgung einen Einfluss auf das Auftreten von Blut- und Fleischflecken?
- Gibt es Einflüsse der unterschiedlichen Kalziumversorgung auf das Verlustgeschehen?

Tägliche Produktionsdaten

Die gemäß Stallprotokoll im Landwirtschaftsbetrieb Zelyk täglich erfassten Produktionsdaten bilden die Grundlage folgender Ergebnisse:

Tägliche Tierverluste

Die täglichen Tierverluste werden als Prozentsatz der aktuell im Stall lebenden Hennen angegeben.

Bei der Betrachtung der dazugehörigen Abbildung 8 fällt auf, dass es maximale Spitzen an einzelnen Tagen gibt, die fast ausschließlich bei dem Bestand auftreten, der zusätzlich organisches Kalzium erhielt. Das Maximum wird dabei mit 0,24 % am 328. Legetag erreicht. Dies entspricht zwölf toten Tieren an einem Tag. Damit sind über den Betrachtungszeitraum vom 85. bis zum 335. Legetag die Verluste in der Versuchsgruppe um 0,57% höher als die der Kontrollgruppe. Allerdings ist die Zuordnung der Verluste den unterschiedlichen Kalziumgabe problematisch, da die Herden zu unterschiedlichen Zeiten mit unterschiedlichen klimatischen und anderen Einflüssen geprüft wurden. Die Überprüfung der Temperaturdaten ergab keinen Zusammenhang zum Verlustgeschehen. Insgesamt hatte die Versuchsgruppe über den betrachteten Zeitraum 0,6 % mehr Verluste (Abbildung 9). Allerdings gibt es die Aussage des Betriebsleiters, dass im Versuchsstall schon immer geringfügig höhere Verluste zu verzeichnen waren als im anderen Stallschiff.

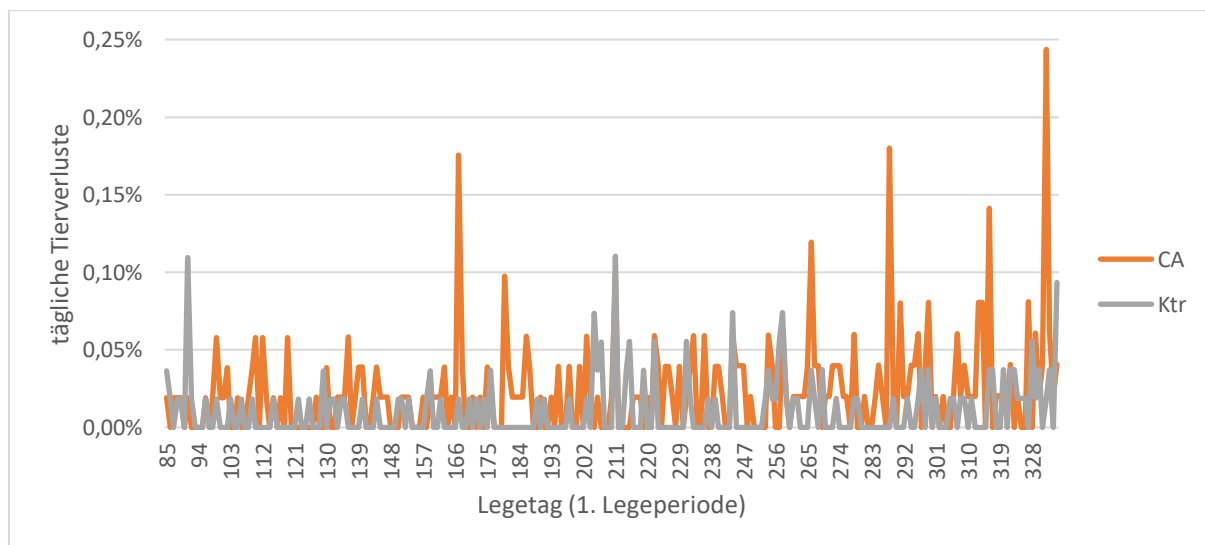


Abbildung 8: Verlaufskurven der täglichen Tierverluste in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode

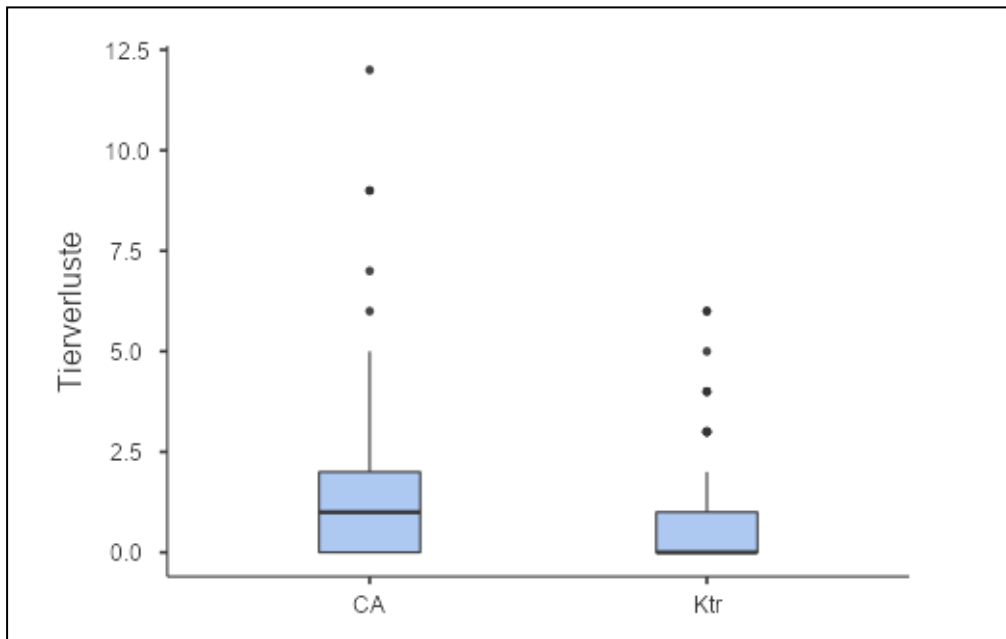


Abbildung 9: Boxplots der täglichen Tierverluste in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

Legeleistung

Die Legeleistung wird täglich als Ei je Henne erfasst und beinhaltet sowohl marktfähige als auch nichtmarktfähige Eier, wie Verlegte, Bruch- und Knickeier.

In der Phase vom 100. bis zum 175/180. Legetag ist die Legeleistung bei der Versuchsgruppe etwas besser (Abbildung 10). Allgemein lässt die Legeleistung im Laufe der Legeperiode nach, von bis zu 0,95 Eier/Henne am Beginn des Untersuchungszeitraums bis zu 0,80 – 0,85 Eier/Henne am Ende des Zeitraums. Insgesamt erbrachte die Versuchsgruppe im Auswertungszeitraum 0,13 Eier/Anfangshenne mehr als die Kontrollgruppe (Abbildung 11). Ein Einfluss der Kalziumversorgung auf die Höhe der Legeleistung ist dabei nicht ablesbar.

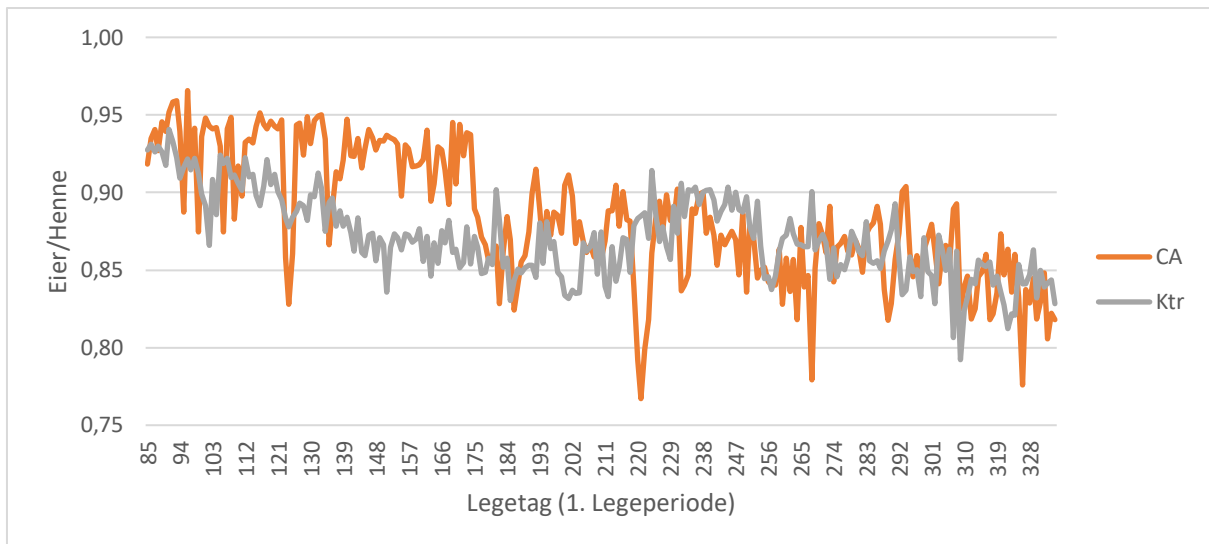


Abbildung 10: Verlauf der täglichen Legeleistung in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode

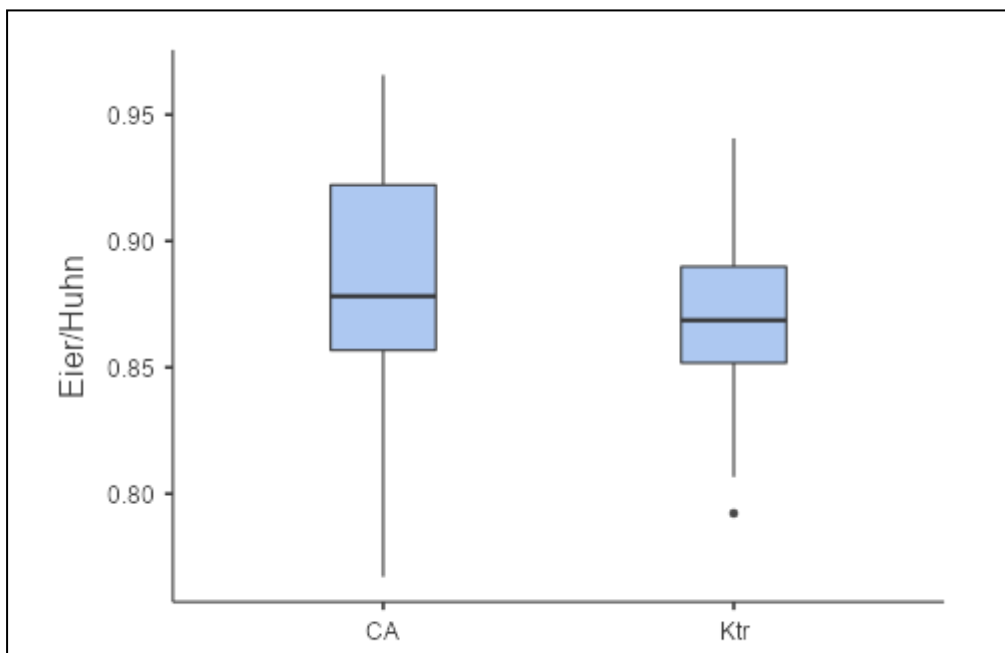


Abbildung 11: Boxplots der täglichen Legeleistung in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

Nicht vermarktungsfähige Eier (Verarbeitungseier)

Zu den nicht vermarktungsfähigen Eiern gehören Knickeier (leichte Beschädigung der Schale, aber intakte Eihaut), Verlegte (Eier, die nicht in die Legenester gelegt wurden, sondern in anderen Bereichen des Stalls abgelegt wurden) und Veränderte (Eier, deren Schale äußere Auffälligkeiten aufweist, die rein optisch für die Kunden nicht ansprechend genug scheint. Diese Eier sind alle nicht an den Endkunden verkäuflich, können jedoch in die Verarbeitung verkauft werden. Wie in Abbildung 12 zu sehen, liegt der Anteil der Verarbeitungseier insbesondere im mittleren Bereich

des Untersuchungszeitraums, ca. vom 130. bis zum 300. Legetag, bei der Versuchsgruppe unter dem der Kontrollgruppe. Im Rest des Zeitraums sind beide Gruppen recht ausgeglichen. Zum Ende des Untersuchungszeitraums steigt der Anteil der Verarbeitungseier in beiden Gruppen leicht an. Insgesamt ist der Anteil an Verarbeitungseiern in der Versuchsgruppe um 0,034 % geringer als in der Kontrollgruppe (Abbildung 13).

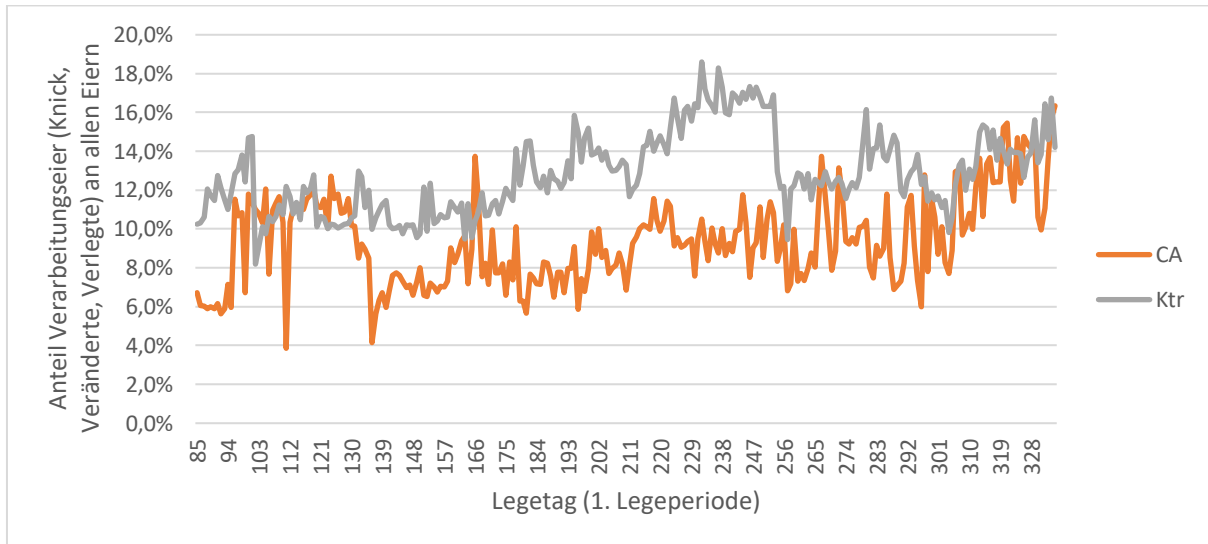


Abbildung 12: Verlauf des täglichen Anteils an Verarbeitungseiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode

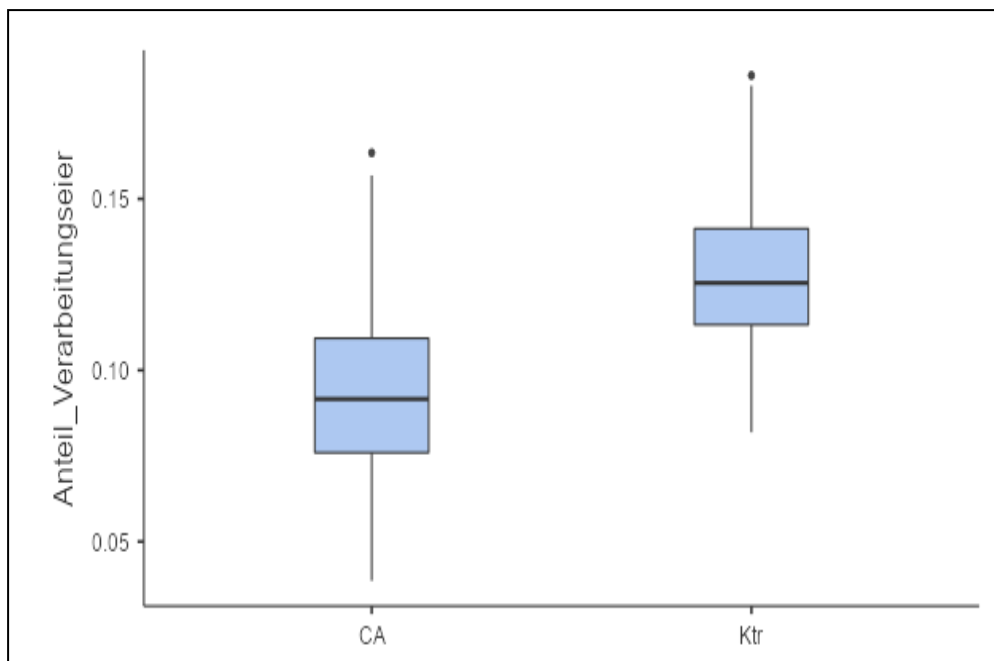


Abbildung 13: Boxplots des täglichen Anteils an Verarbeitungseiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

Brucheier

Im Gegensatz zu den Verarbeitungseiern können Brucheier in der Regel nicht weiterverarbeitet werden, da die innere Eihaut beschädigt ist und daher weicher Inhalt aus dem Ei austritt oder die Schale bereits leer ist. Bis auf einzelne Spitzen, die bis zu 1,8 % in beiden Gruppen reichen, bewegt sich der Anteil an Brucheier bis fast zum 300. Legetag bei einem Anteil von bis zu 0,5 %, danach steigt der Anteil in beiden Gruppen leicht an auf bis zu 1 %. Bis zum 300. Legetag ist der Anteil an Brucheiern bei der Kontrollgruppe größer als bei der Versuchsgruppe (Abbildung 14). Im Zusammenhang mit dem geringeren Anteil an Verarbeitungseiern ist hierbei ein Einfluss des organischen Ca bei der Versuchsgruppe zu vermuten, da die Überlegenheit der Versuchsgruppe sich ziemlich kontinuierlich durch den Versuchszeitraum zieht. Die Ausreißer sind durch den Landwirtschaftsbetrieb mit technischen Problemen begründet worden, die einer stärkeren mechanischen Belastung der Eier führten als normal.

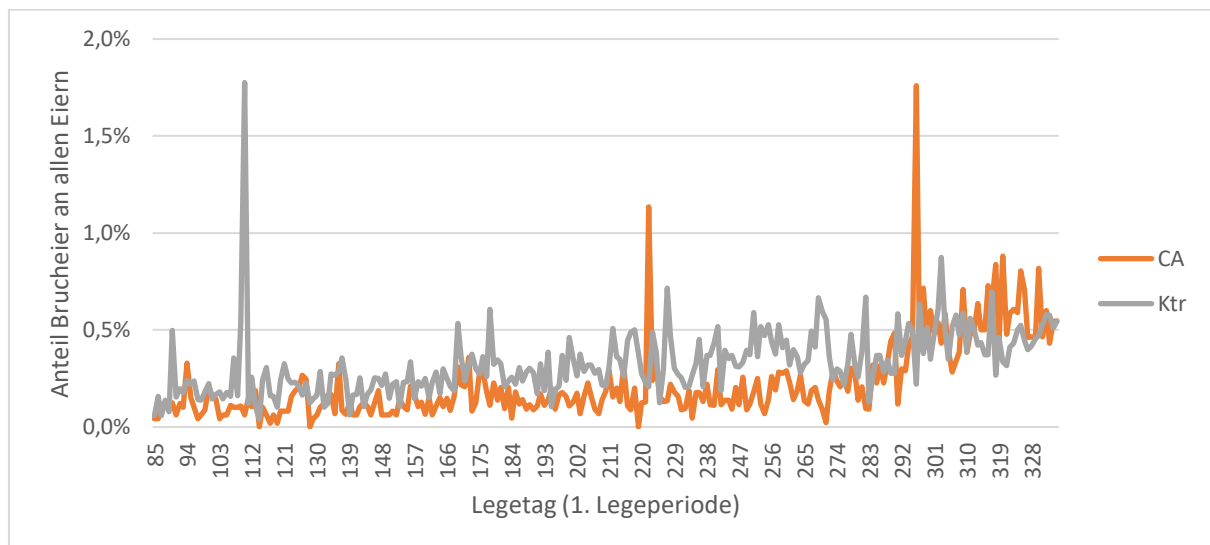


Abbildung 14: Verlauf des täglichen Anteils an Brucheiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode

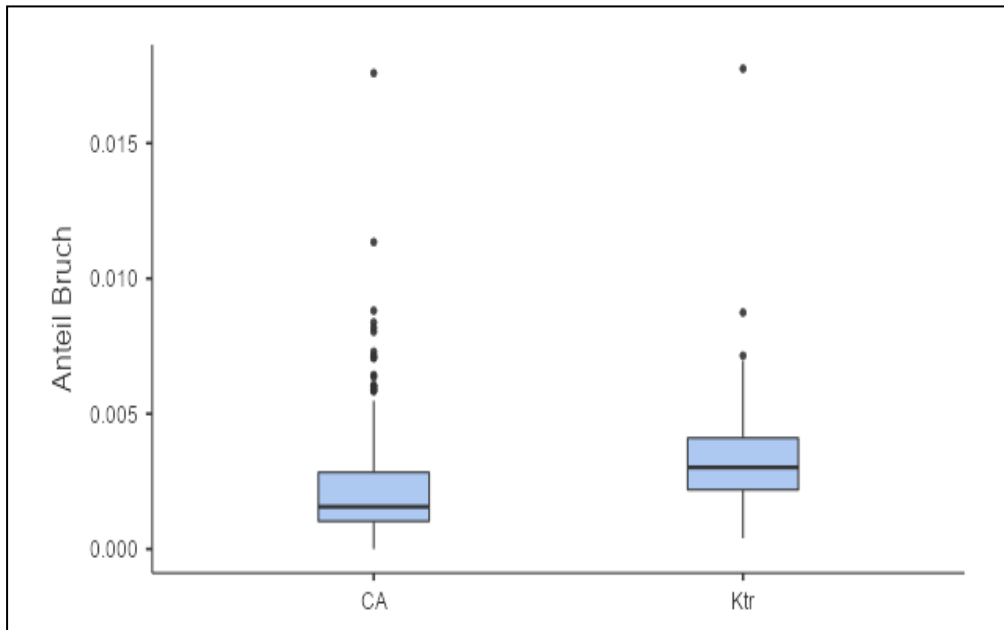


Abbildung 15: Boxplots des Anteils an Brucheiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

Vermarktungsfähige Eier

Die vermarktungsfähigen Eier sind eingeteilt in die drei wirtschaftlich wichtigsten Gewichtsklassen M (53 bis unter 63 g), L (63 bis unter 73 g) und XL (73 g und schwerer). Der Anteil der XL-Eier an den vermarktungsfähigen Eiern nimmt bei beiden Gruppen während des gesamten Untersuchungszeitraums kontinuierlich zu, lag zum Beginn am 85. Legetag bei ca. 1 – 2 %. Etwa ab dem 270. bis zum Ende des Untersuchungszeitraums liegt der Anteil der XL-Eier an den vermarktungsfähigen Eiern bei der Versuchsgruppe (schlussendlich bei ca. 10 %) über dem der Kontrollgruppe (schlussendlich bei ca. 8 %). Auffällig ist, dass bei der Kontrollgruppe im Verlauf des Untersuchungszeitraums zwei kleine Einbrüche zu verzeichnen sind, einmal um den 200. Legetag und ein weiteres Mal um den 300. Legetag. Bei der Versuchsgruppe gibt es ebenfalls einen solchen Einbruch, etwa um den 250. Legetag (Abbildung 16). Wie bei den Brucheiern bereits aufgeführt, sind hier nach Aussage des Landwirtschaftsbetriebes technische Probleme die Ursache, die zu einer stärkeren mechanischen Belastung der Eier führten und damit kurzzeitig einen geringeren Anteil vermarktungsfähiger Eier induzierten. Die deutlich stärkere Streuung des Anteils in der Versuchsgruppe erzeugt den Eindruck eines deutlich höheren Anteils. Im Mittelbeträgt der aber lediglich 0,01 % (Abbildung 17).

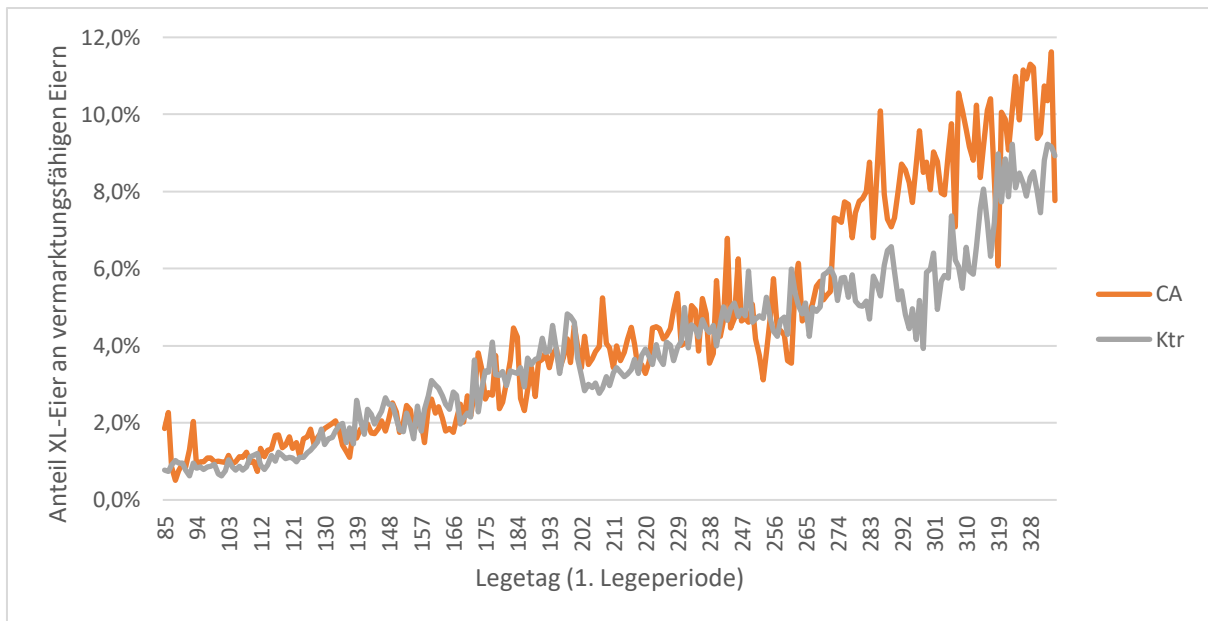


Abbildung 16: Verlauf des täglichen Anteils von Eiern der Gewichtsklasse XL an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode

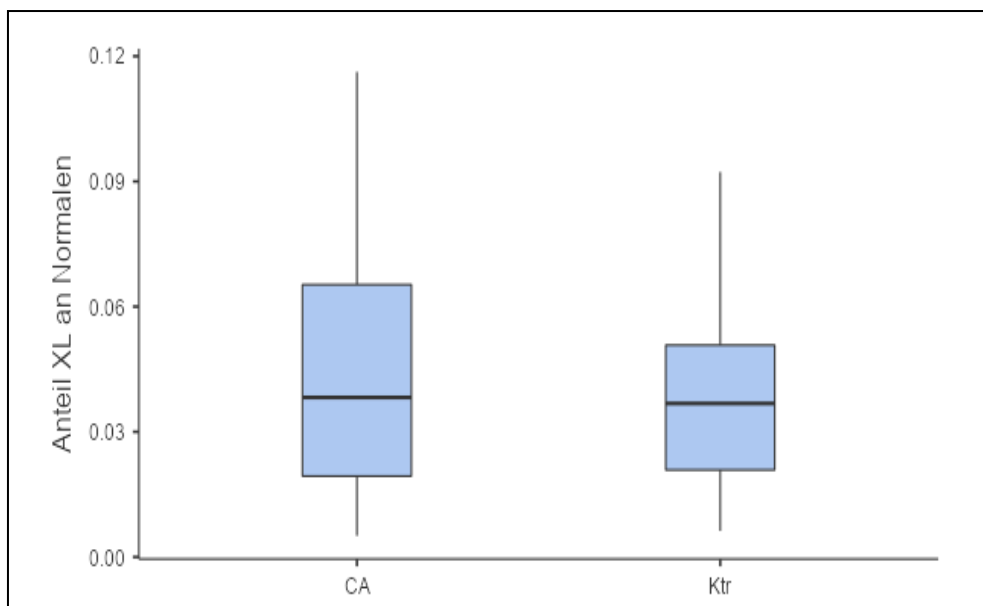


Abbildung 17: Boxplots des Anteils von Eiern der Gewichtsklasse XL an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

Der Anteil der Eier der Gewichtsklasse L an allen vermarktungsfähigen Eiern stieg bei der Versuchsgruppe kontinuierlich von etwa 30 – 35 % auf schlussendlich 60 bis 65 % an. Bei der Kontrollgruppe ist anfangs ebenfalls ein Anstieg an L-Eiern erkennbar, sogar steiler als bei der Versuchsgruppe. Der Anstieg beginnt bei ca. 35 – 40 % und verläuft bis etwa zum 200. Legetag auf etwa 55 – 60 %. Danach gibt es einen Einbruch auf unter 50 %, kurz danach wird das

ursprüngliche Niveau von 55 – 60 % wieder erreicht und bleibt bis zum Ende des Untersuchungszeitraum gleichmäßig bei ca. 55 % (Abbildung 18). Trotz des Einbruchs in der Kontrollgruppe bleibt der Anteil der L-Eier in der Versuchsgruppe im Durchschnitt des Betrachtungszeitraumes etwas unter dem der Kontrollgruppe, bei allerdings deutlich höherer Streuung (Abbildung 19).

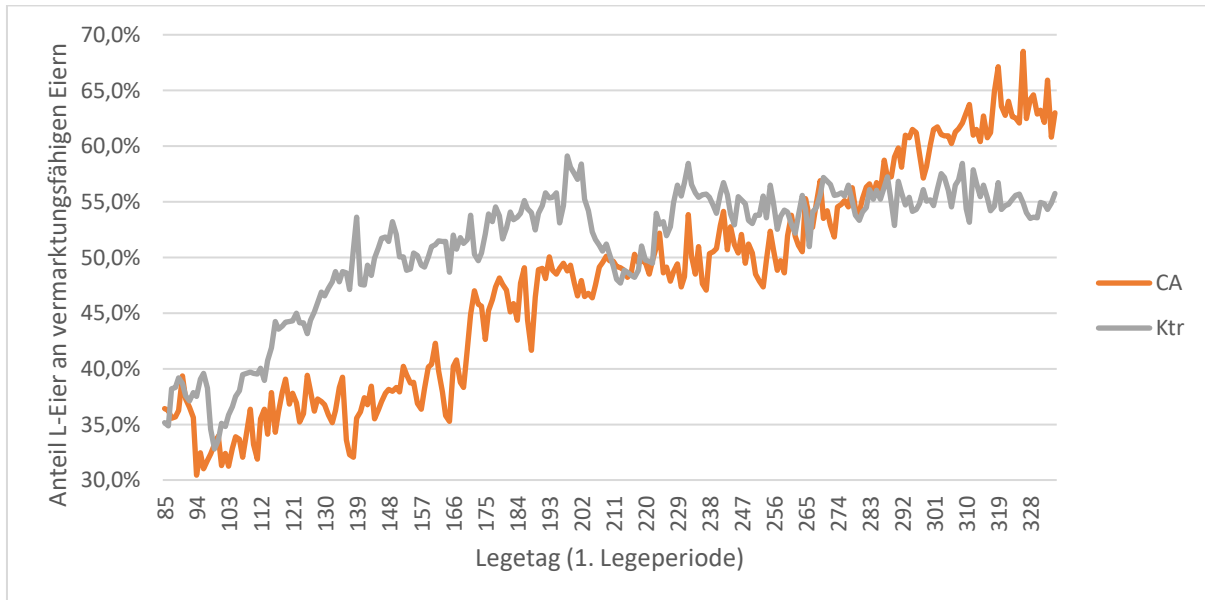


Abbildung 18: Verlauf des täglichen Anteils von Eiern der Gewichtsklasse L an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode

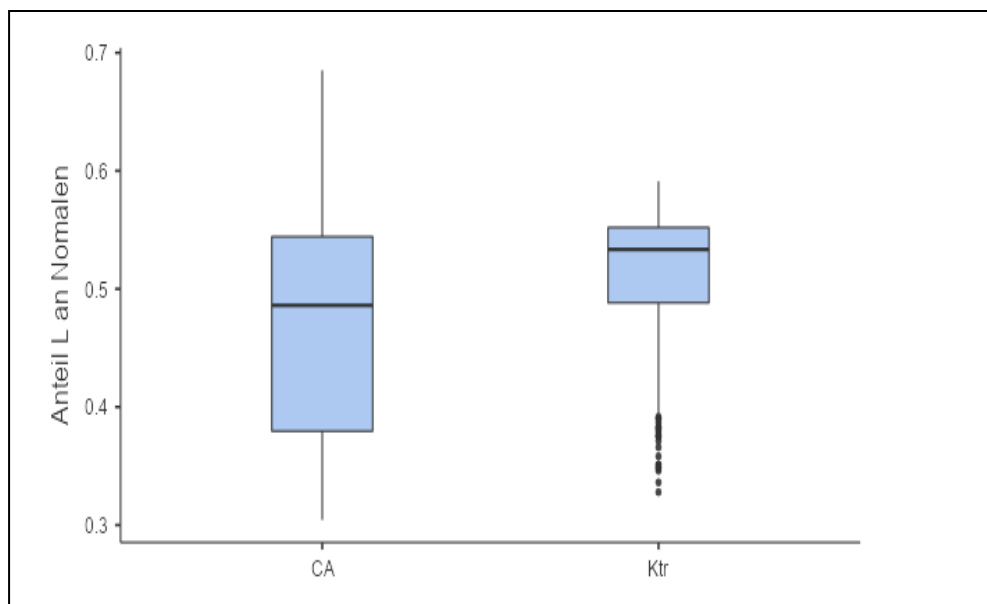


Abbildung 19: Boxplots des Anteils von Eiern der Gewichtsklasse L an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

Der Anteil der Eier der Gewichtsklasse M an allen vermarktungsfähigen Eiern (Abbildung 20) sinkt bei beiden Gruppen über den gesamten Untersuchungszeitraum von anfangs etwa 55 bis 60 % hinunter auf ca. 35 % (Kontrollgruppe) bzw. 25 % (Versuchsgruppe). Der höhere Anteil kleinerer Eier (M) bei der Versuchsgruppe ist möglicherweise dem Zuchtfortschritt zuzuschreiben, da in den Zuchtunternehmen im Sinne der Wünsche der Vermarkter eher auf kleine Eier selektiert wird und die Versuchsgruppe ein Jahr später als die Kontrollgruppe geprüft wurde. Die Auswertung über den mittleren Anteil der M-Eier zeigt nur einen marginalen Unterschied in Höhe von 0,02 %

Abbildung 21.

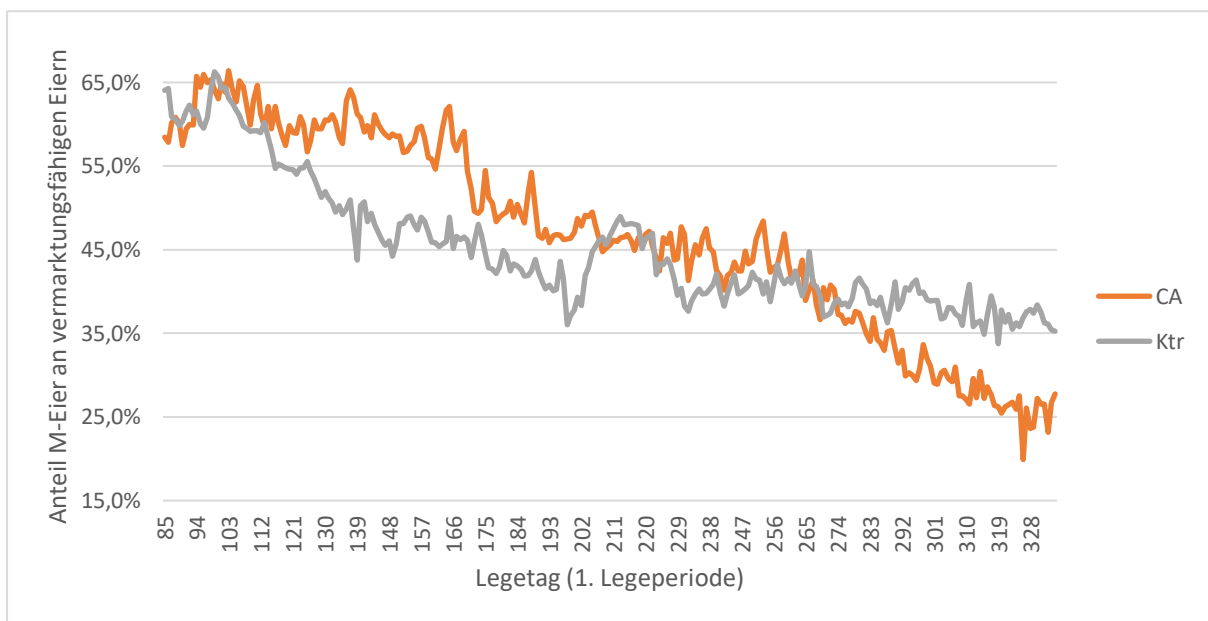


Abbildung 20: Verlauf des täglichen Anteils von Eiern der Gewichtsklasse M an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode

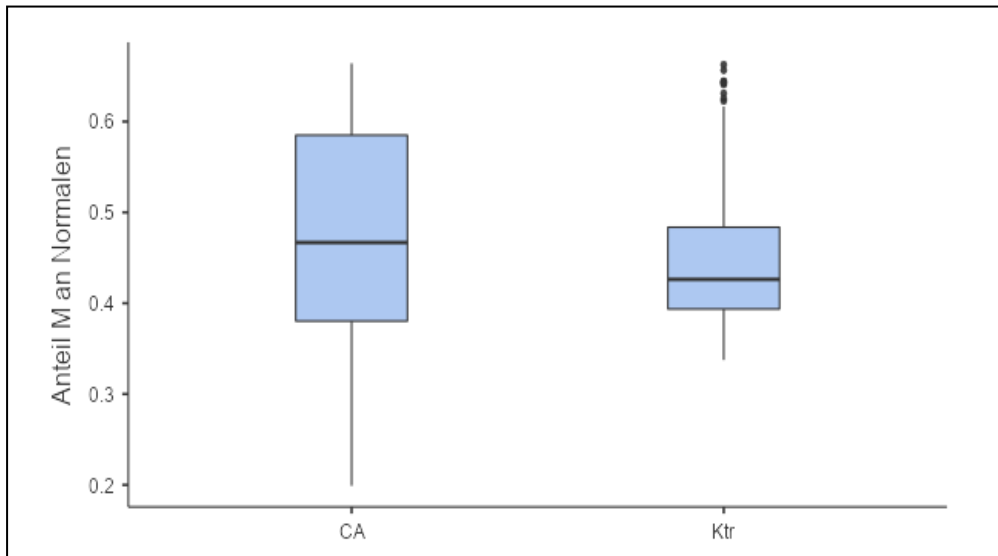


Abbildung 21: Boxplots des Anteils von Eiern der Gewichtsklasse M an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

2. Legeperiode

Der zu untersuchende Vergleichszeitraum in der 2. Legeperiode erstreckte sich vom 45. Bis zum 225. Legetag. Am 45. Legetag wurde im Stall 1 mit der Gabe des organischen Kalziums begonnen, weswegen dieser Tag als Start ausgewählt wurde. Am 226. Legetag endete die 2. Legeperiode der Versuchsgruppe mit der Ausstallung, weswegen der 225. Legetag das Ende des Untersuchungszeitraums markiert.

Tägliche Tierverluste

Die täglichen Tierverluste werden wiederum als Prozentsatz der aktuell im Stall lebenden Hennen angegeben.

Bei der Betrachtung der dazugehörigen Abbildung 22 ist zu sehen, dass zum Ende der Legeperiode die Tierverluste in beiden Gruppen leicht ansteigend sind. Maxima werden bereits vorher vereinzelt erreicht, u.a. bei der Versuchsgruppe mit 0,29 % am 169. Legetag, was 13 Tieren entspricht. Über die gesamte Auswertungsperiode betrachtet ist der Unterschied marginal. Lediglich die Streuung ist durch einige Extremwerte in der Versuchsgruppe höher (Abbildung 23).

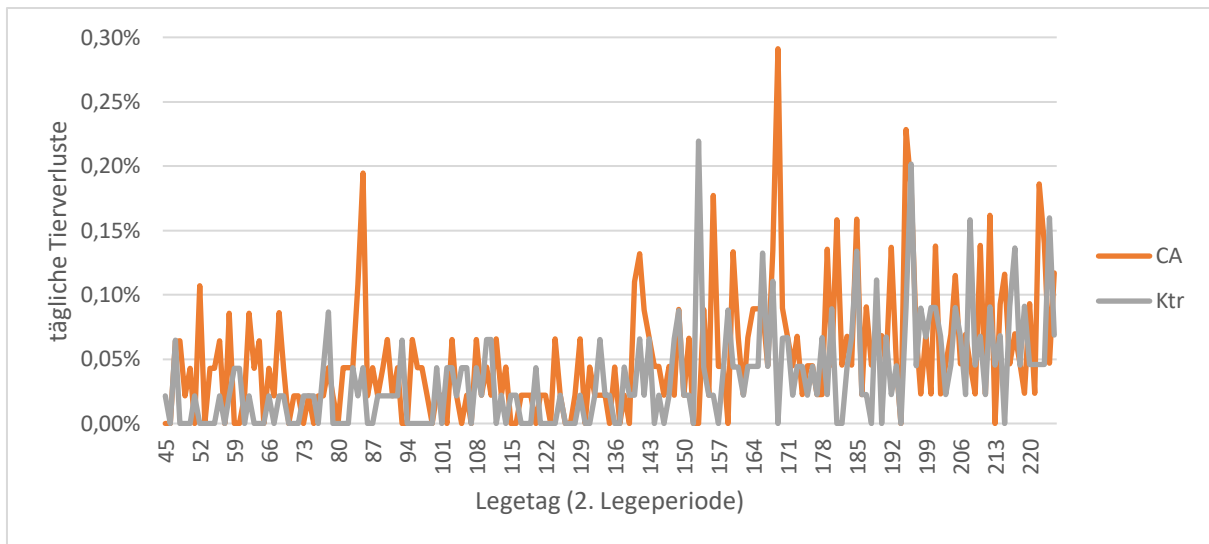


Abbildung 22: Verlauf der täglichen Tierversluste in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode

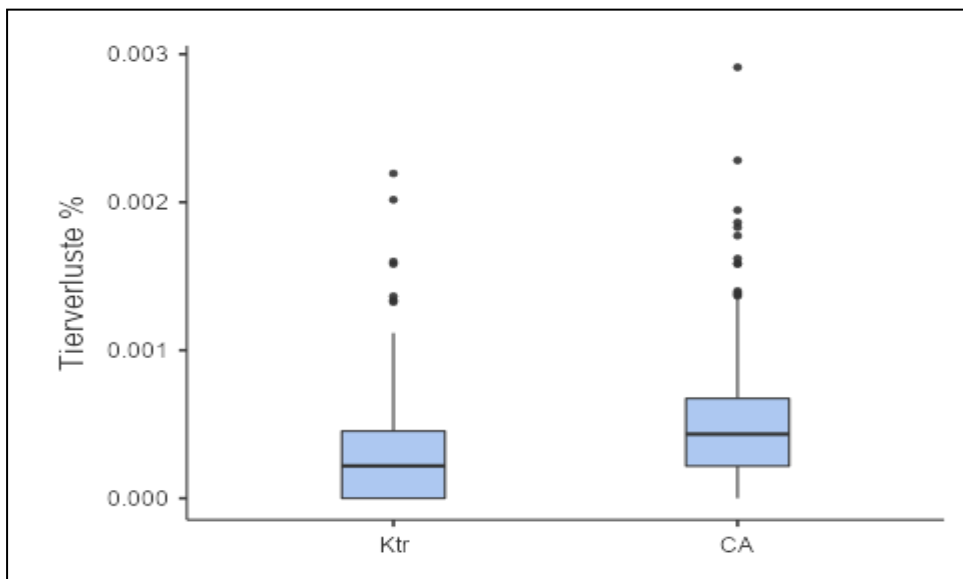


Abbildung 23: Boxplots der täglichen Tierversluste in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

Legeleistung

Bei beiden Gruppen lässt die Legeleistung während der Legeperiode kontinuierlich nach. Die Legeleistung der Kontrollgruppe ist während des gesamten Untersuchungszeitraums höher als die der Versuchsgruppe. Der Verlauf der Legeleistung der Kontrollgruppe startet bei etwa 0,80 bis 0,85 Eier/Henne und endet bei ca. 0,65 Eier/Henne. Die Versuchsgruppe startet nur bei 0,75 bis 0,80 Eier/Henne und endet ähnlich bei 0,65 Eier/Henne (Abbildung 24). Dieser geringere Start

zieht sich durch die gesamte Prüfung fort und begründet auch die mittlere Überlegenheit der Kontrollgruppe mit 0,05 Eiern/Huhn (Abbildung 25).

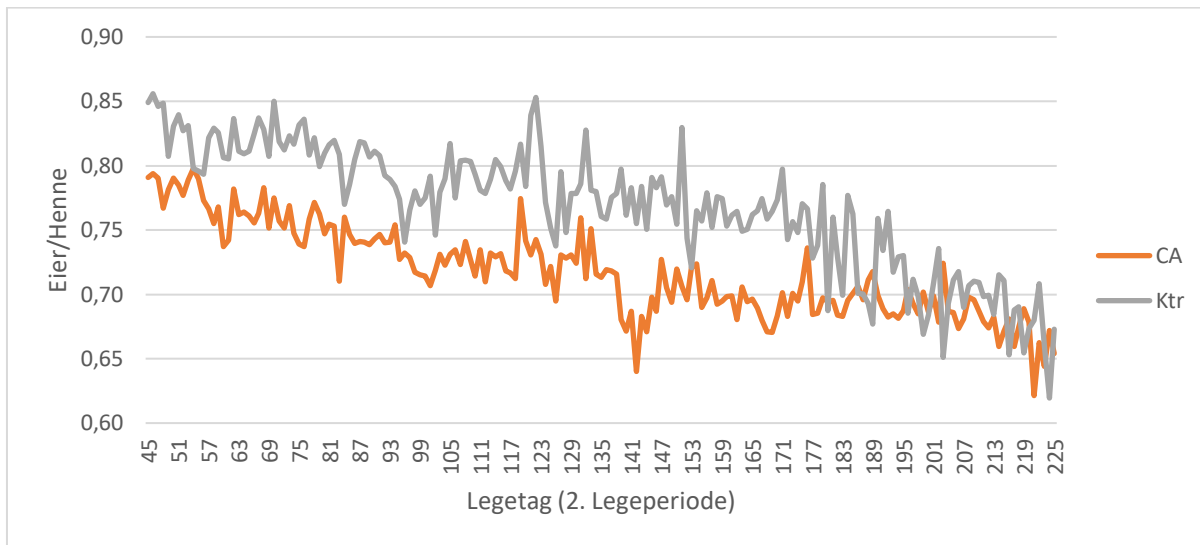


Abbildung 24: Verlauf der täglichen Legeleistung in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode

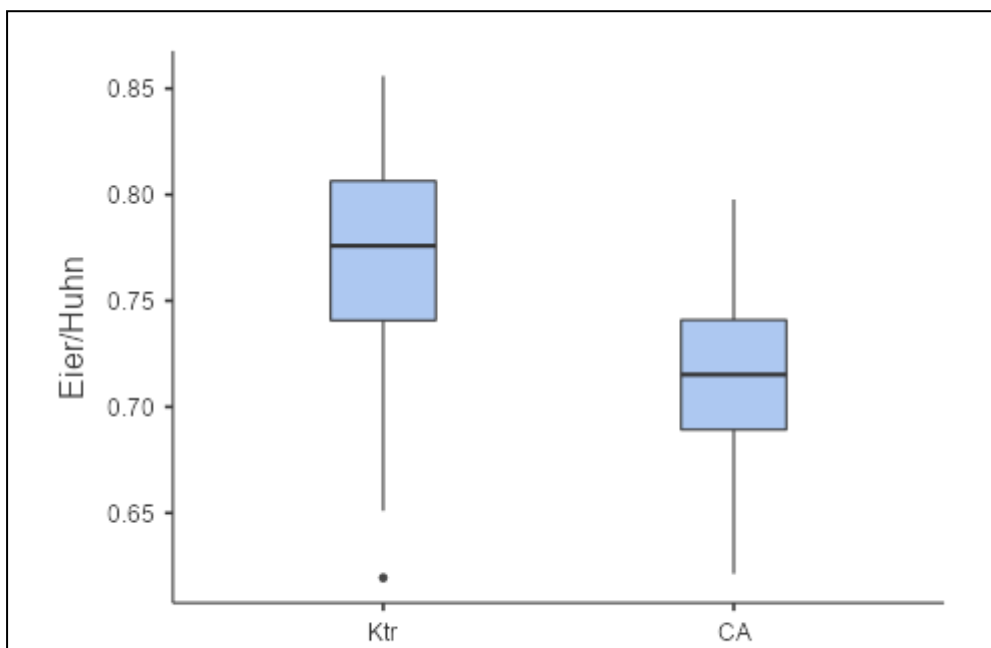


Abbildung 25: Boxplots der täglichen Legeleistung in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

Nicht vermarktungsfähige Eier (Verarbeitungseier)

Wie in Abbildung 26 zu sehen, ist der Anteil der Verarbeitungseier bei beiden Gruppen annähernd gleich und steigt während der gesamten Untersuchungsperiode an, etwa von anfangs

10 – 15 % bis schlussendlich auf 15 – 30 %. Gerade am Ende der Legeperiode ist der Anteil der Verarbeitungseier bei der Kontrollgruppe sehr unregelmäßig mit teilweise unter 15 % bis über 25 %. Der Anteil der Verarbeitungseier ist bei der Versuchsgruppe immer minimal höher als bei der Kontrollgruppe und beläuft sich im Mittel um + 0,03 % (Abbildung 27).

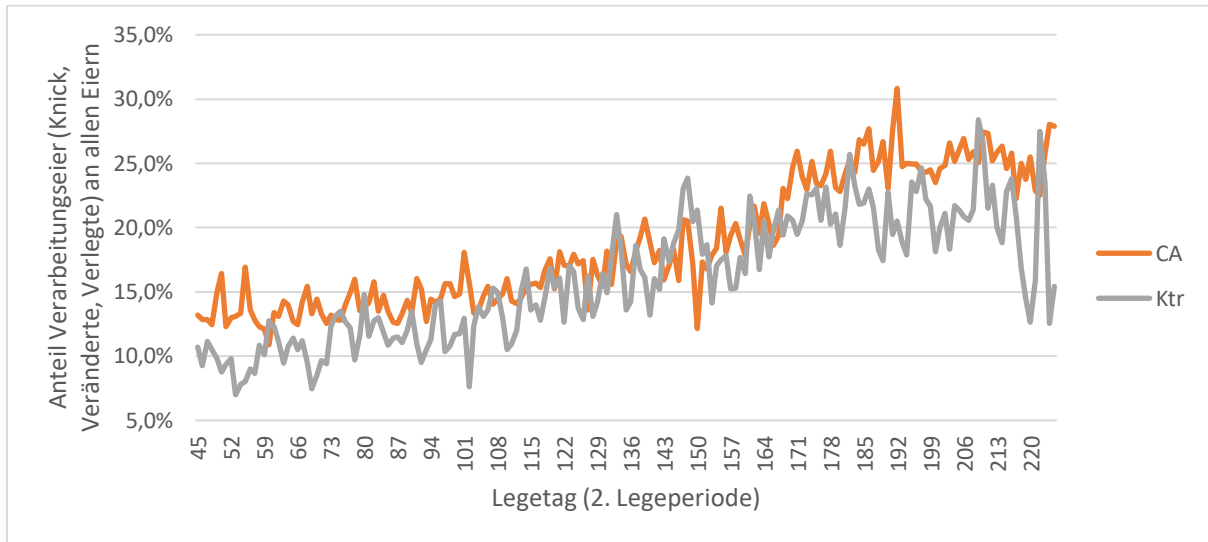


Abbildung 26: Verlauf des täglichen Anteils an Verarbeitungseiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode

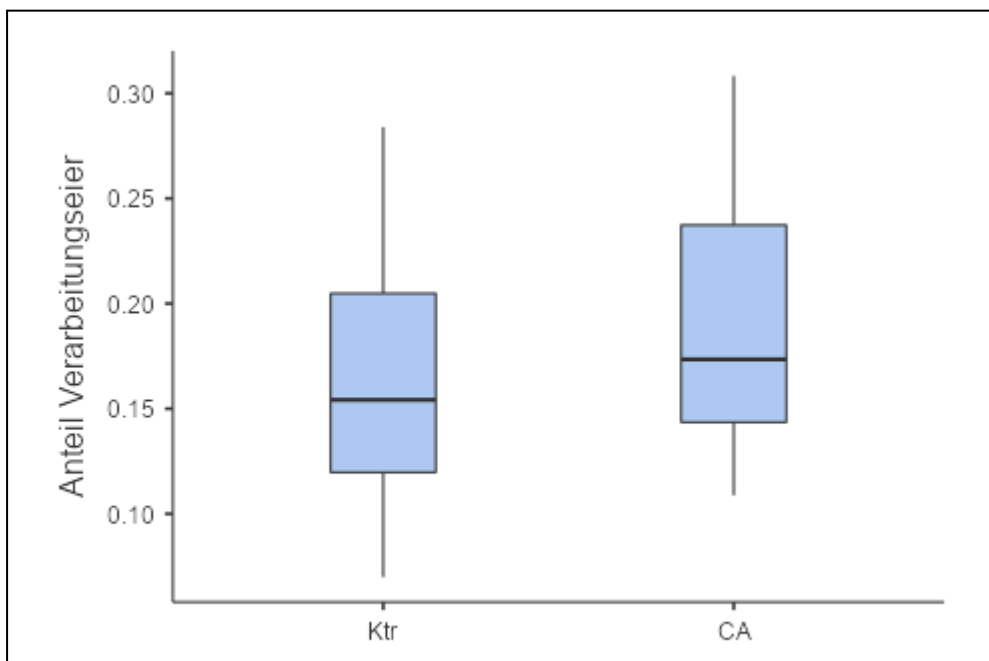


Abbildung 27: Boxplots des täglichen Anteils an Verarbeitungseiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

Der Anteil der Brucheiern (Abbildung 28) steigt in beiden Gruppen während der Legeperiode kontinuierlich an. In beiden Gruppen lag der Anteil an Brucheiern anfangs bei ca. 0,5 % und am Ende der Legeperiode bei ca. 1 bis 2,5 %, wobei es am Ende auch einzelne Spitzen auf bis zu 2,9 % gibt. Im Mittel sind die Anteile von Brucheiern fast identisch, wobei die Verluste der Versuchsgruppe auch in der 2. Legeperiode marginal niedriger sind (Abbildung 29).

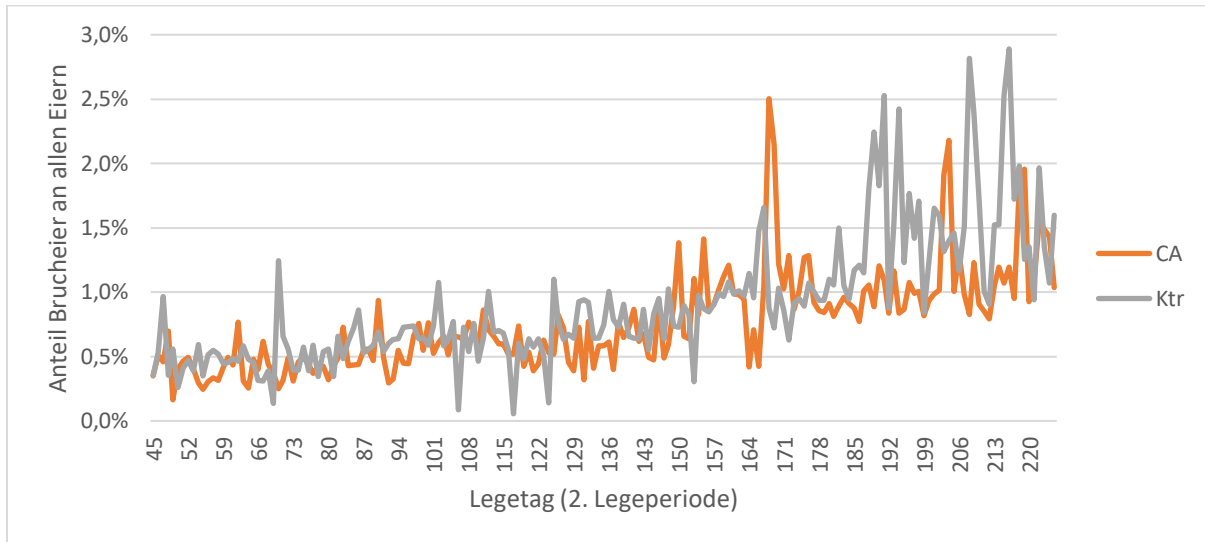


Abbildung 28: Verlauf des täglichen Anteils an Brucheiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode

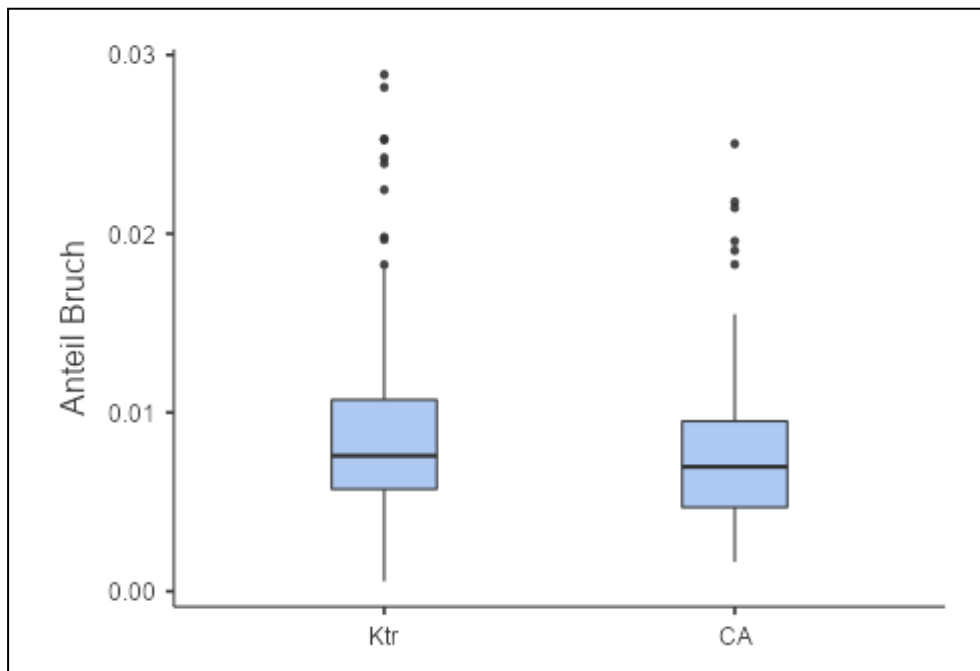


Abbildung 29: Boxplots des Anteils an Brucheiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

Vermarktungsfähige Eier

Hierbei wird wiederum nach Größenklassen differenziert. Auffällig ist der konstant höhere Anteil an XL-Eiern bis kurz vor Schluss der Legeperiode in der Versuchsgruppe. Der Anteil der XL-Eier an den vermarktungsfähigen Eiern (Abbildung 30) nimmt bei der Versuchsgruppe während des gesamten Untersuchungszeitraums kontinuierlich von ca. 20 % auf bis zu 30 % bis etwa zum 150. Legetag zu, bleibt dann etwa auf dem Niveau von 27 % und lässt ab dem 200. Legetag wieder etwas nach auf bis zu 22 %. Der Anteil der XL-Eier an den vermarktungsfähigen Eiern bei der Kontrollgruppe liegt während des gesamten Untersuchungszeitraums niedriger als bei der Versuchsgruppe, steigt dafür aber über den gesamten Zeitraum leicht an, wird zum Ende hin aber immer inkonstanter und fällt zwischenzeitlich bis auf zu 15 %. Im Mittel ist der Anteil der XL-Eier in der Versuchsgruppe um 0,04 % höher als in der Kontrollgruppe (Abbildung 31).

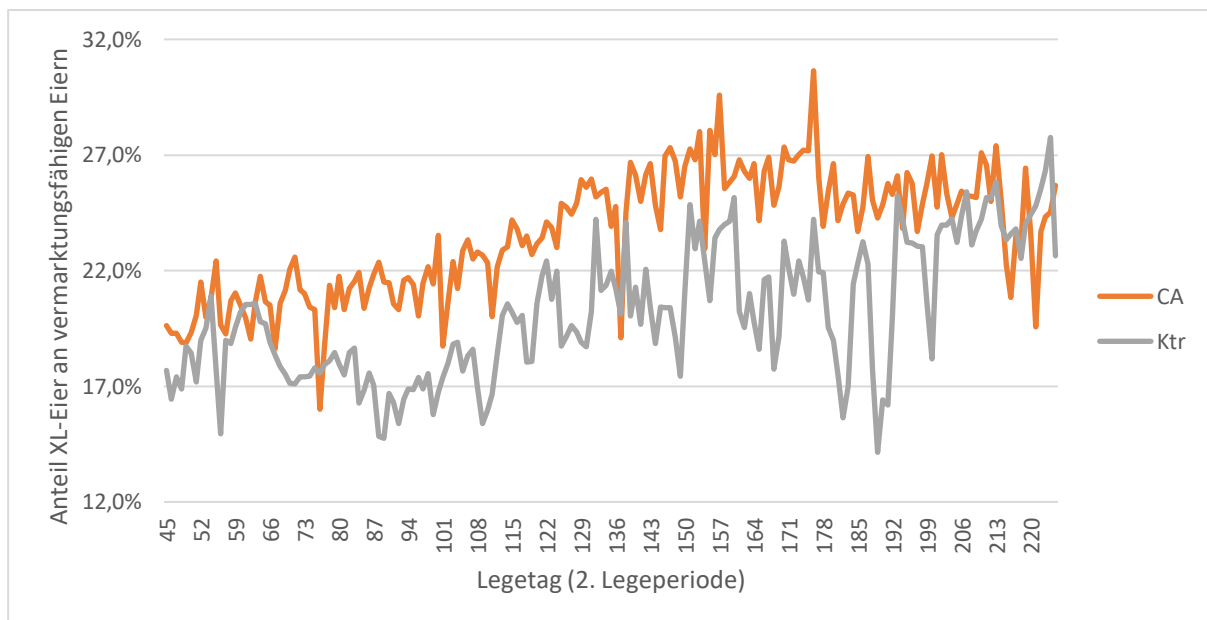


Abbildung 30: Verlauf des Täglichen Anteils von Eiern der Gewichtsklasse XL an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode

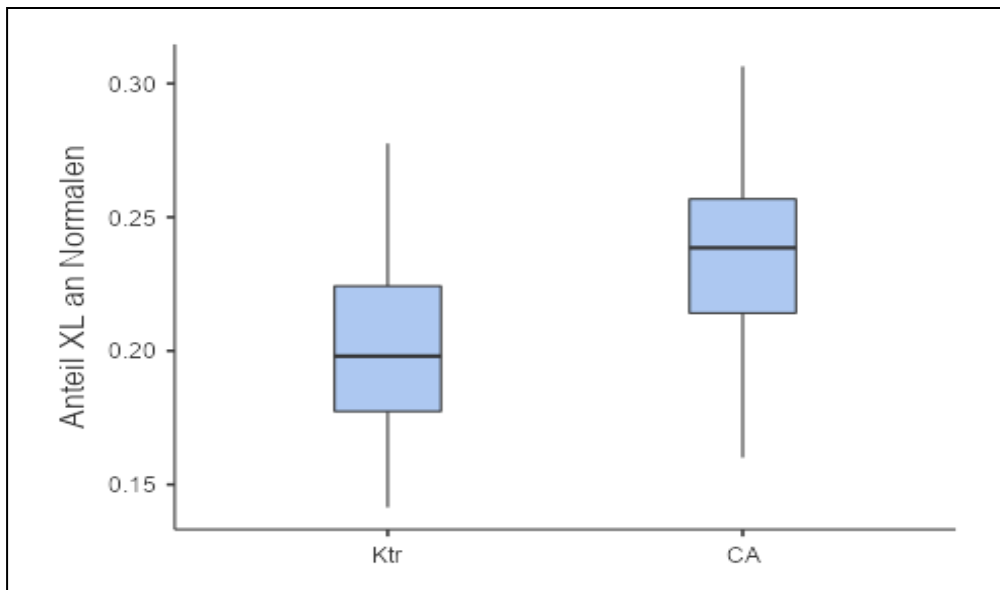


Abbildung 31: Boxplots des Anteils von Eiern der Gewichtsklasse XL an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

Der Anteil der Eier der Gewichtsklasse L an allen vermarktungsfähigen Eiern (Abbildung 32) sinkt bei der Versuchsgruppe kontinuierlich von etwa 65 – 70 % auf schlussendlich ca. 60 % ab innerhalb des Zeitraums bis zum 150. Legetag und bleibt dann konstant bei diesem Niveau. Bei der Kontrollgruppe ist anfangs ebenfalls ein Abfall an L-Eiern erkennbar, jedoch weniger stark, dafür steigt diese Gruppe zum Beginn des Untersuchungszeitraums aber auch niedriger mit 60 – 65 % ein und endet dann bei etwas unter 60 %. Somit ist der Anteil der L-Eier an den vermarktungsfähigen Eiern im Zeitraum bis zum 150. Legetag bei der Versuchsgruppe höher als bei der Kontrollgruppe. Im Mittel ergibt sich lediglich eine Differenz von 0,03 % zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe (Abbildung 33).

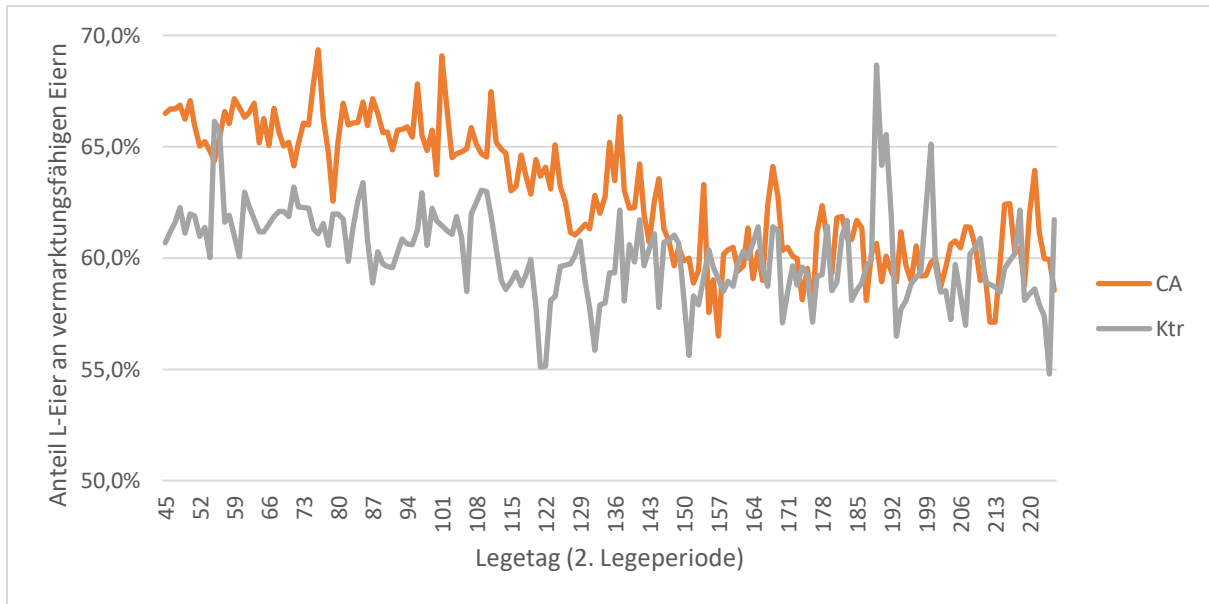


Abbildung 32: Verlauf des täglichen Anteils von Eiern der Gewichtsklasse L an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode

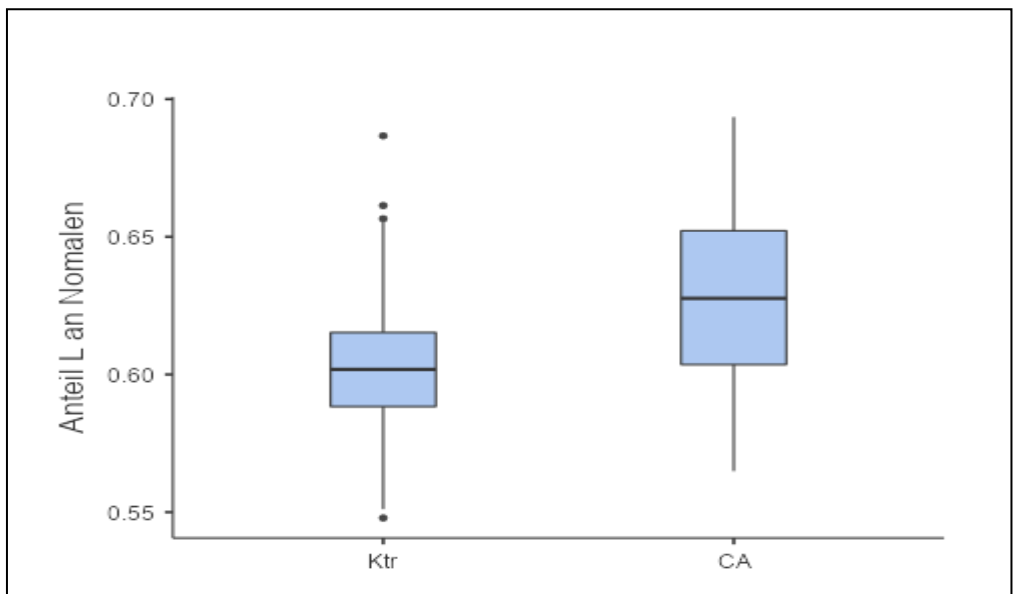


Abbildung 33: Boxplots des Anteils von Eiern der Gewichtsklasse L an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

Der Anteil der Eier der Gewichtsklasse M an den vermarktungsfähigen Eiern (Abbildung 34) sinkt bei der Kontrollgruppe von ca. 20 % auf 14 bis 16 %. Bei der Versuchsgruppe verhält sich dies anders. Der Anteil der M-Eier an den vermarktungsfähigen Eiern liegt recht konstant bei ca. 14 % am Anfang, bei 12 bis 14 % im Verlauf der Legeperiode und am Schluss bei 14 – 16 %, somit fielen

bei der Kontrollgruppe mehr M-Eier an als bei der Versuchsgruppe. Der mittlere Anteil der Größenklasse M ist bei der Versuchsgruppe um 0,05 % geringer als bei der Versuchsgruppe. (Abbildung 35)

Da der Anteil größerer Eier (L und XL) in der Versuchsgruppe höher ist, muss der Anteil kleinerer Eier kleiner sein. Auch hier kann der Zuchtfortschritt eine Wirkung haben, da die Kontrollgruppe in der 2. Legeperiode zeitversetzt später geprüft wurde als Versuchsgruppe. Allerdings kann hier eine Wirkung des organischen Kalziums auf die Eigröße, auch im Hinblick auf die Ergebnisse der 1. Legeperiode und der Stationsprüfung, nicht ausgeschlossen werden.

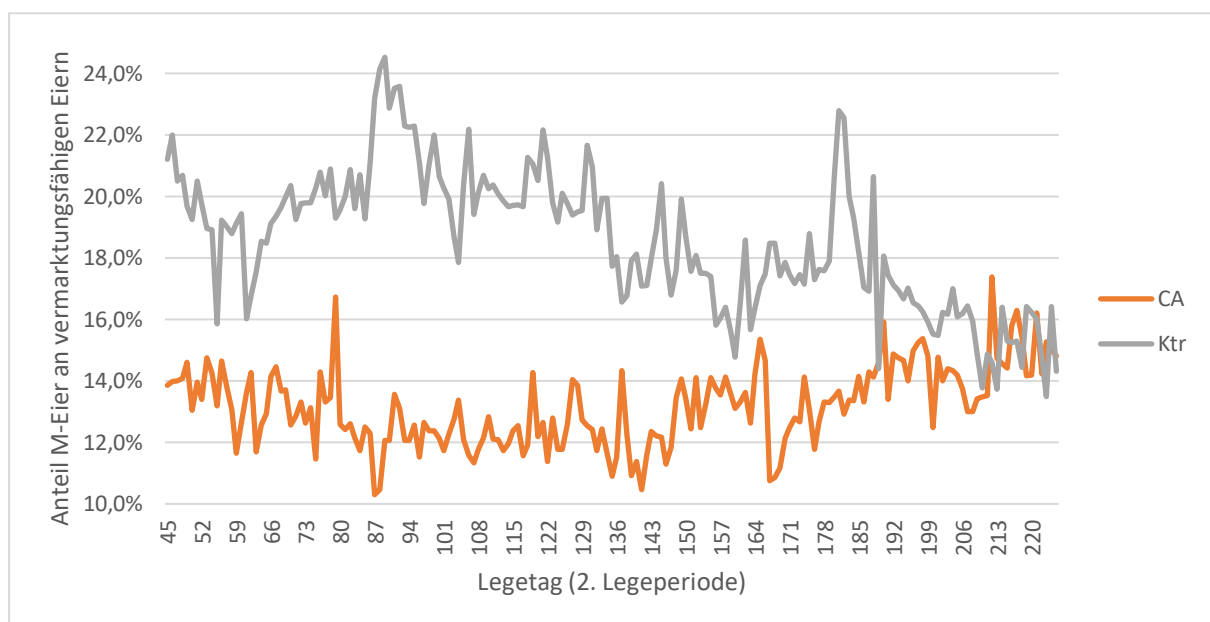


Abbildung 34: Verlauf des täglichen Anteils von Eiern der Gewichtsklasse M an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode

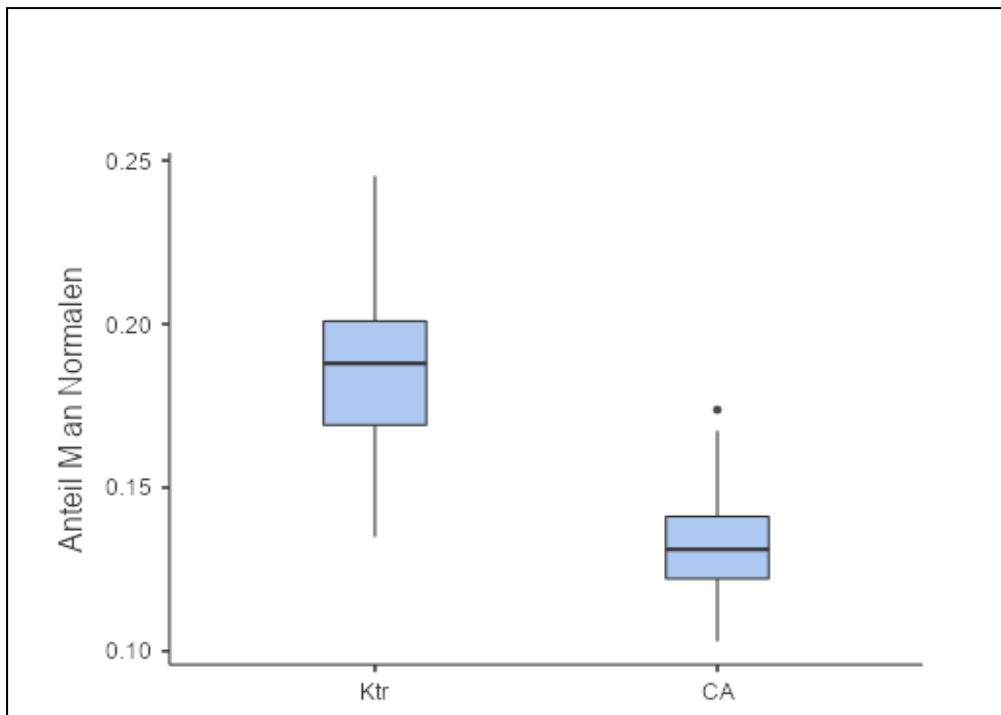


Abbildung 35: Boxplots des Anteils von Eiern der Gewichtsklasse M an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

14-tägige Ei-Qualitätsuntersuchung

Im nachfolgenden sind dazu die Ergebnisse der Einzeleiuntersuchungen aus der Produktion des Landwirtschaftsbetriebes Zelyk im Vergleich der beiden Gruppen Versuchsgruppe (supplementiert mit organischem Kalzium) und Kontrollgruppe (ohne zusätzliches organisches Kalzium) für ausgewählte Untersuchungsmerkmale nach Legeperiode und Ei-Gewichtsklassen dargestellt. Die Ergebnisse zu den restlichen Merkmalen sind dem Anhang zu entnehmen.

Tabelle 4 gibt einen Überblick über den Datenumfang nach Legeperiode, Versuchs- und Kontrollgruppe und Ei-Gewichtsklasse.

Tabelle 4 Übersicht über die untersuchten Eier nach Legeperiode, Versuch und Kontrolle sowie Ei-Gewichtsklassen

Legeperiode/Gruppe	M	L	XL
LP 1 Versuch	748	741	225
LP 1 Kontrolle	1058	1080	289
LP 2 Versuch	650	662	190
LP 2 Kontrolle	790	849	249
gesamt	3246	3332	953

1. Legeperiode

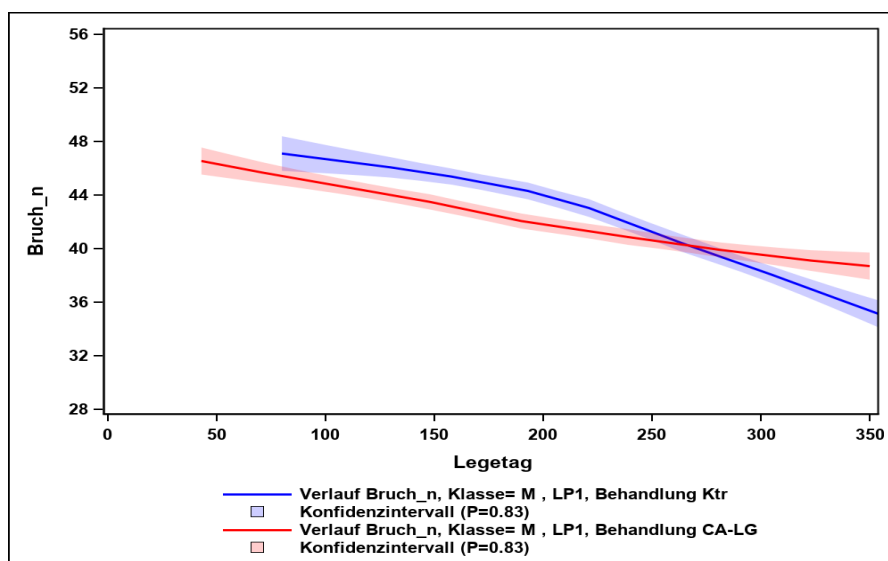
Wie bereits erwähnt, musste der Vergleich zwischen Versuchsgruppe und Vergleichsgruppe zeitversetzt erfolgen, was bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten ist. Der Prüfzeitraum in der 1. Legeperiode erstreckte sich für die Kontrollgruppe von September 2020 bis Juni 2021 und für die Versuchsgruppe von Juli 2021 bis Juni 2022. Es wurden in der 1. Legeperiode insgesamt 4155 Eier untersucht, davon 1716 mit Applikation von organischem Kalzium (Versuchsgruppe) und 2439 Eier in der Vergleichsgruppen (ohne zusätzliches Kalzium).

Eigewicht in g

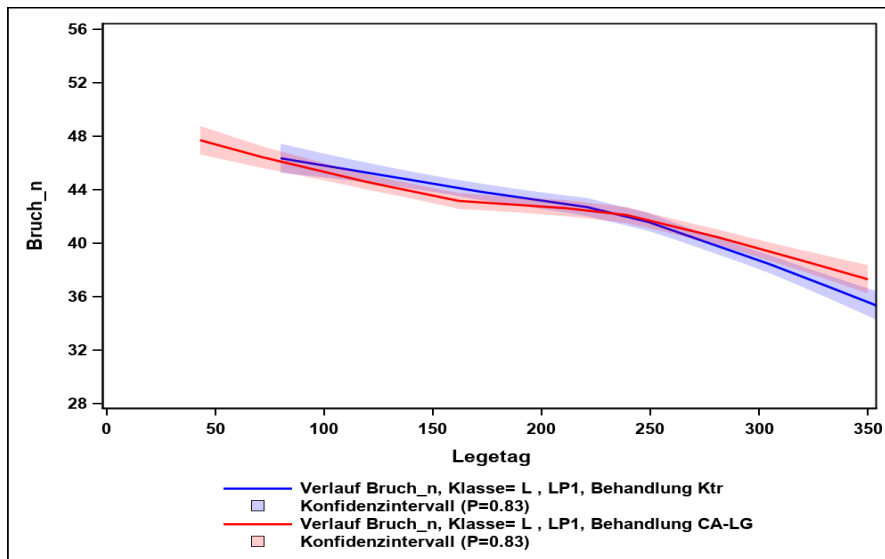
Hinsichtlich der Eigewichte gibt es keine klaren Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe. Auch innerhalb der Gewichtsklassen sind die Unterschiede nicht interpretierbar (siehe Anhang, A 03 a,b,c). Ein sichtbarer Einfluss der zusätzlichen Kalzium-Applikation auf das Eigewicht war auch nicht zu erwarten.

Bruchfestigkeit in N

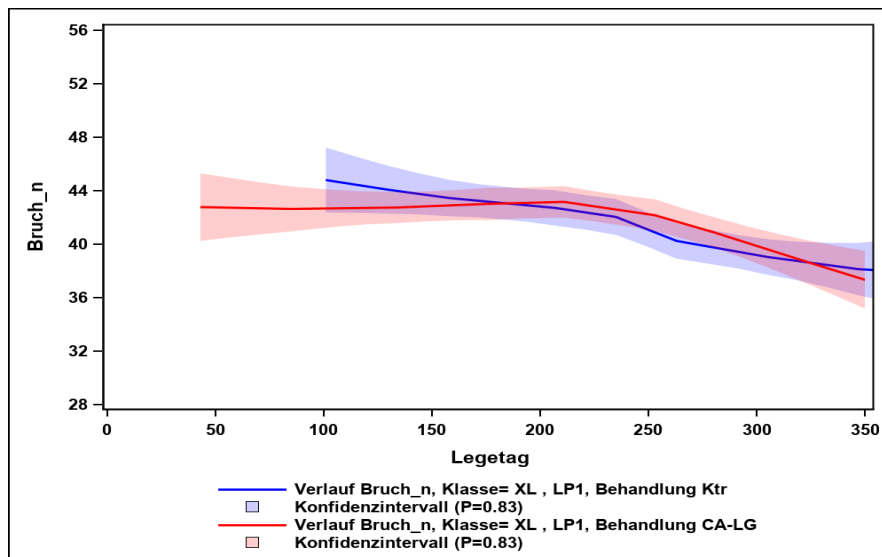
Bei der Bruchfestigkeit zeigt sich in der 1. Legeperiode eine Tendenz zu einer leichten Überlegenheit der Versuchsgruppe am Ende der Legeperiode in allen drei Gewichtsklassen (Abbildungen 36 a,b,c). Da die Konfidenzintervalle der Kurven sich am Ende der Legeperiode, insbesondere bei den M-Eiern, nicht überlappen, ist unter Beachtung der nicht zeitgleichen Prüfung von Versuchs- und Kontrollgruppe von deutlichen Unterschieden auszugehen. Bei der Gewichtsklasse XL (Abbildung 36 c) sind die geringeren Eizahlen zu beachten.



a) M-Eier



b) L-Eier



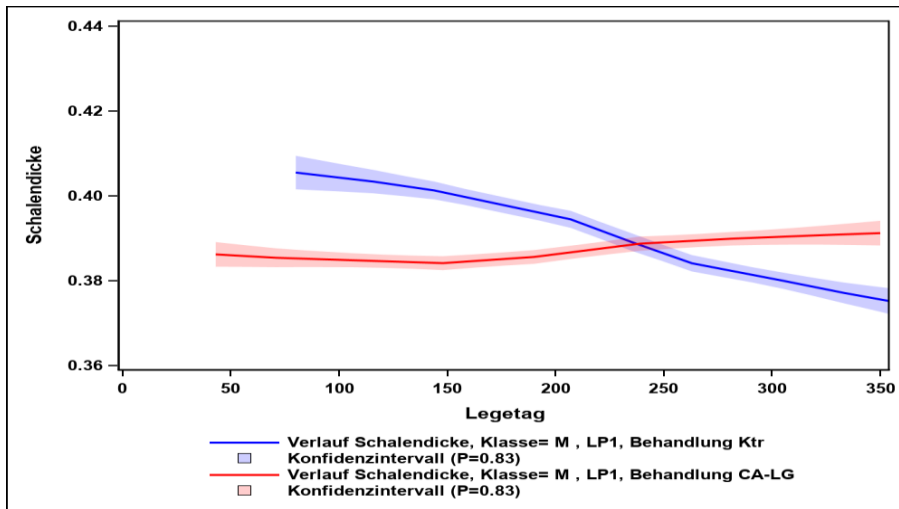
c) XL-Eier

Abbildungen 36 a,b,c Verlauf der Bruchfestigkeit in der 1. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen

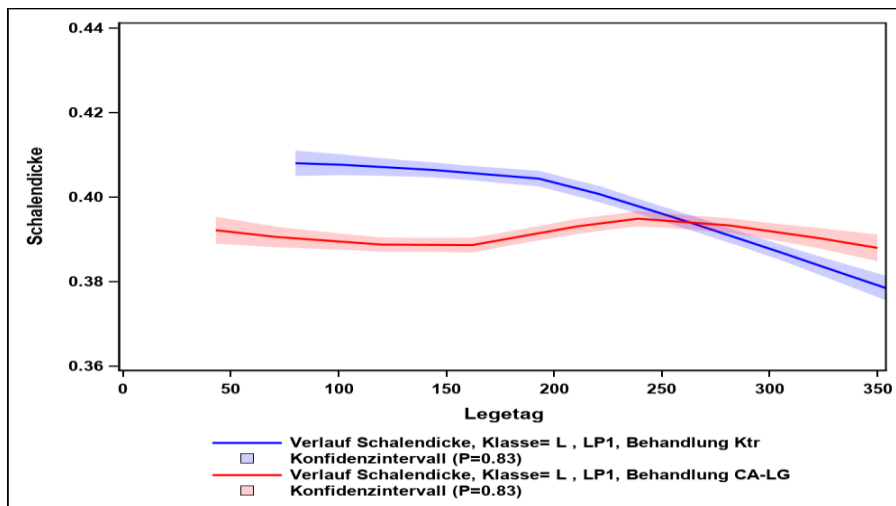
Schalendicke in mm

Bei der Schalendicke ist eine deutliche gegenläufige Tendenz zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe sowohl bei M- als auch bei L-Eiern zu vermerken (Abbildungen 37 a,b,c). So haben die Eier der Versuchsgruppe am Ende der Legeperiode eine dickere Schale als die der Kontrollgruppe. Das ist umso bemerkenswerter, als die Ausgangssituation gegenläufig ist und der Dickenzuwachs in der Versuchsgruppe bis zum Ende des Legeperiode reicht, während in der Kontrollgruppe eine kontinuierliche Abnahme der Schalendicke über die Legeperiode zu verzeichnen ist. Bei XL-Eiern erschwert wieder die geringere Anzahl eine sinnvolle Interpretation.

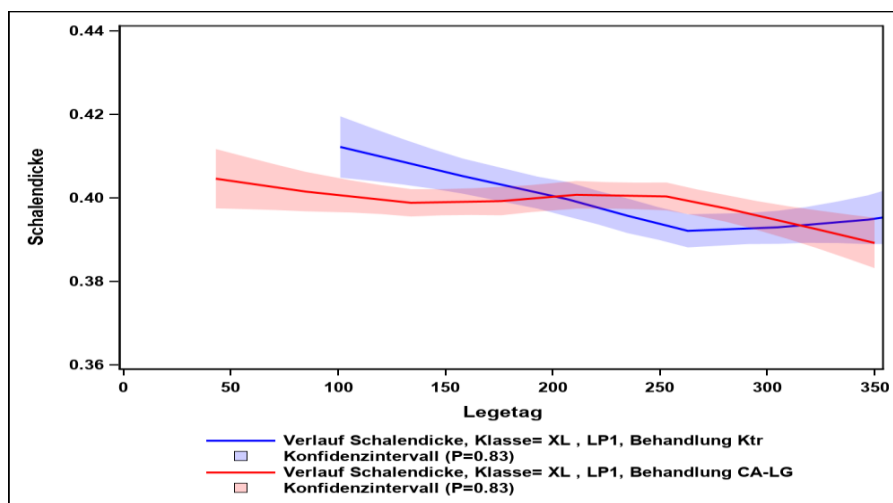
Die unterschiedliche Ausgangslage bei der Schalendicke dürfte herdenspezifischen Ursachen zuzuschreiben sein.



a) M-Eier



b) L-Eier



c) XL-Eier

Abbildungen 37 a,b,c Verlauf der Schalendicke in der 1. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen

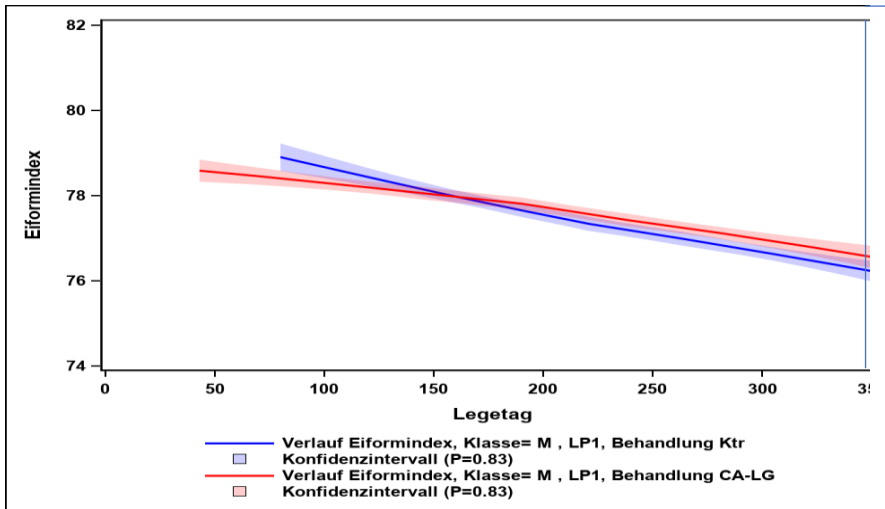
Schalengewicht in g

Obwohl es deutliche Unterschiede bei der Schalendicke zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe gibt, manifestieren sich diese Unterschiede beim Schalengewicht nicht. (siehe Anhang, A 04 a,b,c). Strukturelle Unterschiede in im Matrixaufbau bzw. der der Mineralisierung können hier vermutet werden.

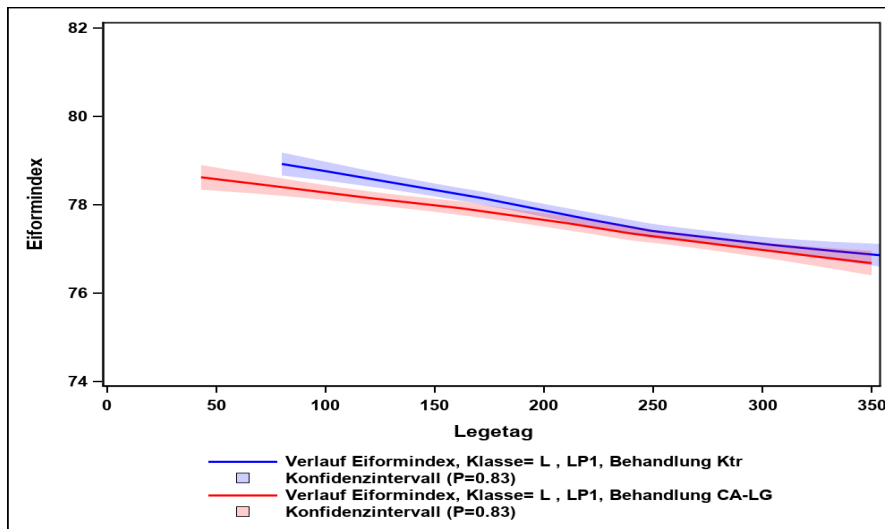
Eiform-Index

Der Eiformindex gibt das Verhältnis von Eidurchmesser zu Eilänge wieder und wird nach der Formel $\text{Ei-Durchmesser/Eilänge} \cdot 100$ berechnet. Während SEELAND et al. (1995) zwischen dem Formindex und der Bruchfestigkeit keine nennenswerten Beziehungen herausstellten, schätzten ICKEN et al. (2006) für die gleichen Merkmale eine deutlich positive Korrelation ($r_g = + 0,42$). Zu allen weiteren Eiquantitätsmerkmalen zeigte der Formindex keine enge genetische Beziehung. Die Heritabilitäten für die Eiform lagen im mittel bis hoch erblichen Bereich. PINGEL (1994) schätzte einen Wert von $h^2 = 0,41$, ICKEN et al. (2006) $h^2 = 0,38$. Mit zunehmendem Alter der Hennen nahmen die Eier eine länglichere Gestalt an. Die Indexwerte fielen von 80,4 in der 30. LW, auf 78,0 in der 72. LW. Von reduzierten Formindexwerten mit zunehmendem Alter berichteten auch SEELAND et al. (1995). Sie führten die Veränderung der Eiform darauf zurück, dass sich bei zunehmender Masse des Einzeleies die Eilänge stärker veränderte als die Eibreite. Das dürfte sich auch auf Bruchfestigkeit negativ auswirken, da runde Körper eine höhere Druckwiderstandskraft gegen äußere Einflüsse haben (siehe U-Boot-Körper).

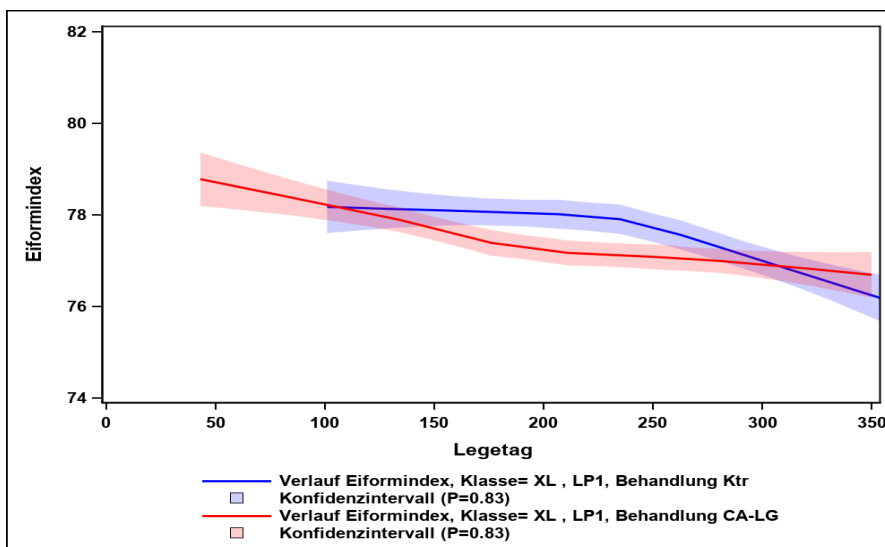
Der festgestellte kontinuierliche Abfall des Eiform-Index in den eigenen Untersuchungen (zunehmend länglichere Eier) bestätigt die Literaturwerte. Er verläuft bei der Versuchsgruppe tendenziell etwas schwächer, was sich wiederum positiv auf die Bruchfestigkeit auswirken dürfte (Abbildungen 38 a,b,c).



a) M-Eier



b) L-Eier



c) XL-Eier

Abbildungen 38 a,b,c Verlauf des Eiformindex in der 1. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen

Eiklarhöhe in mm und Haugh-Unit (Haugh-Einheit)

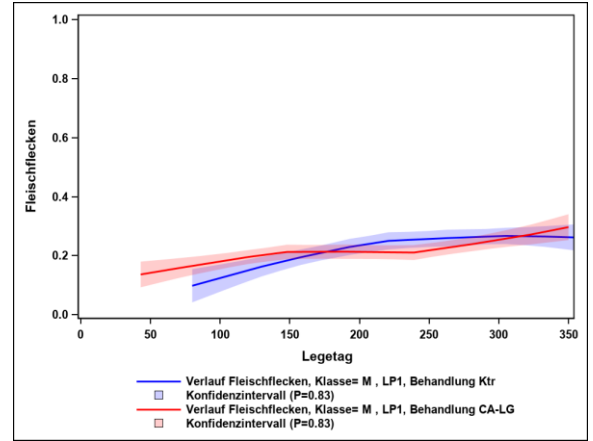
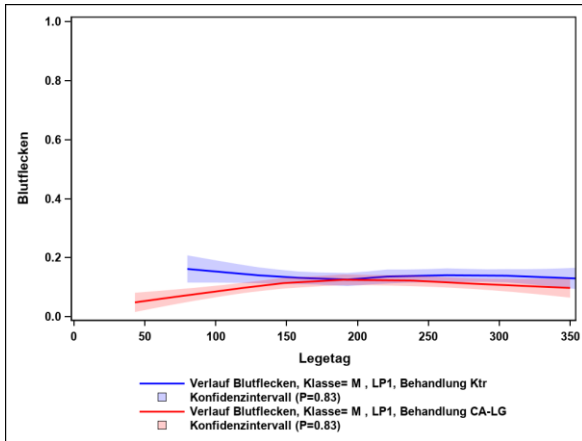
Auswirkungen der zusätzlichen Kalziumgabe auf den Frischegrad der Eier, dargestellt in Eiklarhöhe und daraus zusammen mit dem Eigewicht berechnet, der Haugh-Unit-Einheit, sind nicht abzuleiten. Die Anfangsgrößen und Werte am Ende der Legeperiode sind gleich. Die im mittleren Bereich der Legeperiode zu sehende Überlegenheit der Kontrollgruppe kann auf jahresspezifische Umweltwirkungen zurückzuführen sein (siehe Anhang, A-05 a,b,c,d,e,f). Ein Einfluss der zusätzlichen Ca-Gabe auf den Frischegrad der Eier war nicht zu erwarten.

Dottergewicht in g, daraus berechnet Eiklargewicht in g

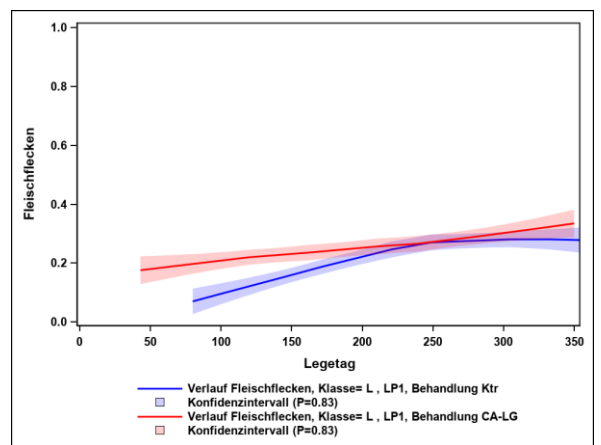
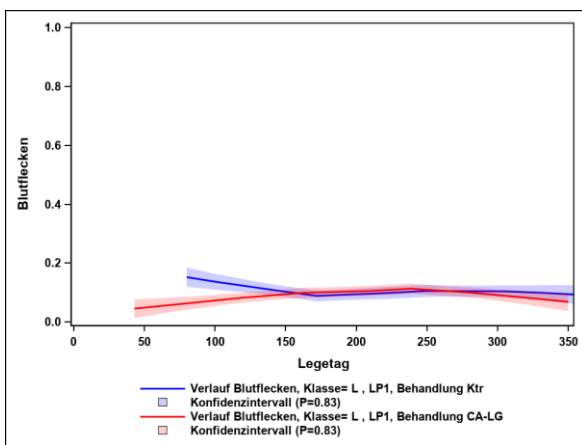
Die Dotter- und Eiklargewichte zeigen in beiden Gruppen einen relativ einheitlichen Verlauf (siehe Anhang A 06 a,b,c,d,e,f). Die etwas größeren Eiklargewichte und dafür geringere Dottergewichte der Versuchsgruppe ziehen sich durch die gesamte Legeperiode hindurch und dürften deshalb nicht der Kalziumgabe zuzuordnen sein. Da es sich um unterschiedliche Herden handelt, sind auch hier herdenspezifische Ursachen zu vermuten. Im Mittel haben Eier von Hühnern einen Dotteranteil von etwa 30 %, bei (10 % Schale und 60 % Eiklar (FLOCK, 2007)).

Vorhandensein von Blut- und Fleischflecken

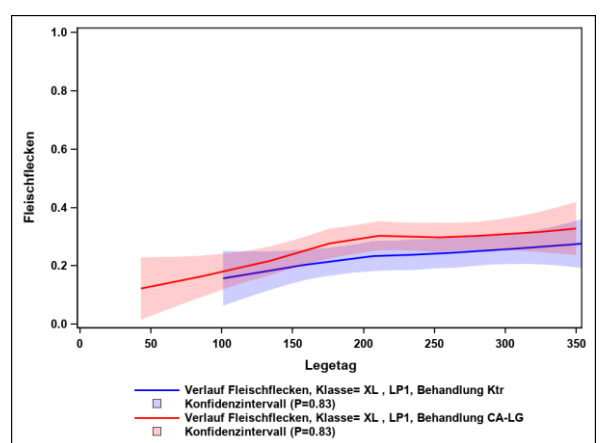
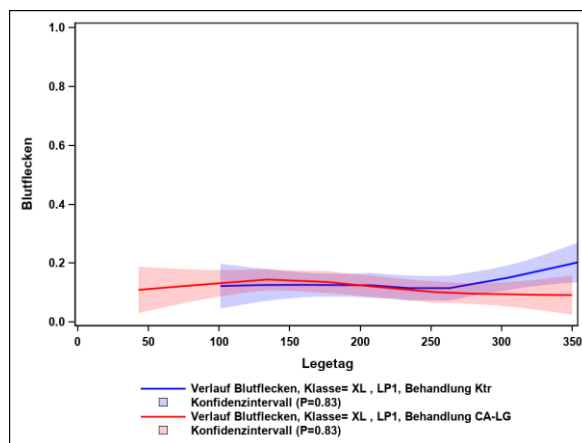
Blut- und Fleischflecken sind optisch für den Verbraucher ein Mangel, obwohl keine gesundheitlichen Nachteile für den Konsumenten bestehen. FLOCK et al. (2007) weisen darauf hin, dass für das Vermeiden von Blut- und Fleischflecken vor allem eine optimale Nährstoffversorgung der Hennen verantwortlich ist. Die h^2 -Werte bei normaler Fütterung wurden mit 0,16 geschätzt, was einen moderaten genetischen Einfluss erwarten lässt. Aus den Verlaufskurven der Abb. 10 lässt sich in der 1. Legeperiode kein sichtbarer Einfluss der unterschiedlichen Kalziumversorgung von Versuchs- und Kontrollgruppe ableiten. In der Tendenz scheint aber die Versuchsgruppe am Ende der Legeperiode eine leicht verringerte Frequenz aufzuweisen. Generell ist die Frequenz der Fleischflecken etwas höher als die der Blutflecken und dabei in der Versuchsgruppe etwas höher als in der Kontrollgruppe (Abbildungen 39 a,b,c).



a) M-Eier



b) L-Eier



c) XL-Eier

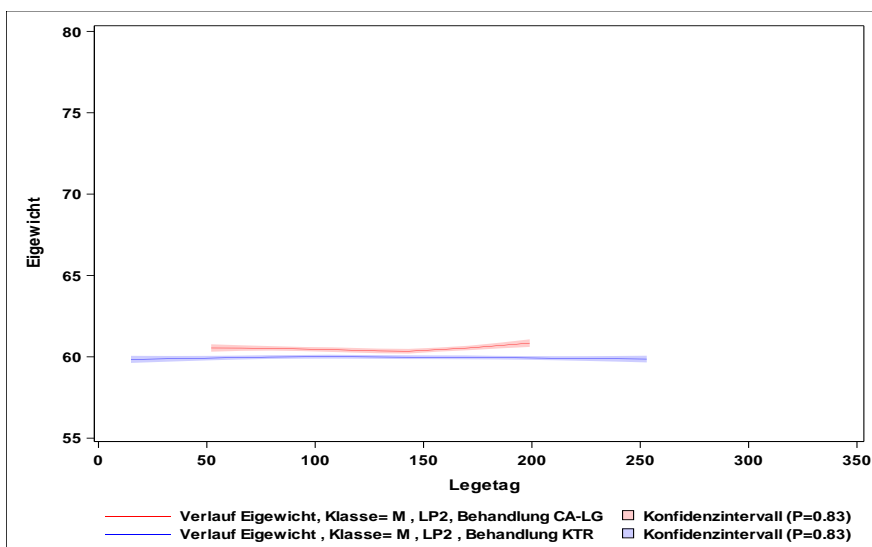
Abbildungen 39 a,b,c Verlauf des Auftretens von Blut- (links) und Fleischflecken (rechts) in der 1. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen

2. Legeperiode

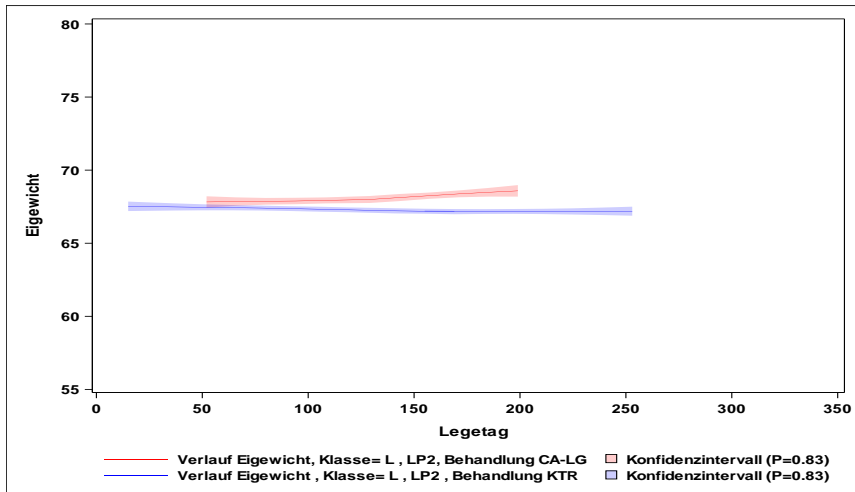
Der Prüfzeitraum für die 2. Legeperiode erstreckte sich für die Versuchsgruppe von September 2020 bis April 2021 und für die Kontrollgruppe von September 2021 bis Mai 2022. Es wurden in der 2. Legeperiode insgesamt 3416 Eier untersucht, davon 1514 mit Applikation von organischem Kalzium (Versuchsgruppe) und 1902 Eier in der Vergleichsgruppen (ohne zusätzliches Kalzium). Auch in der 2. Legeperiode war aus produktionstechnischen Gründen eine zeitversetzte Prüfung erforderlich. Folgende Ergebnisse sind zu verzeichnen:

Eigewicht in g

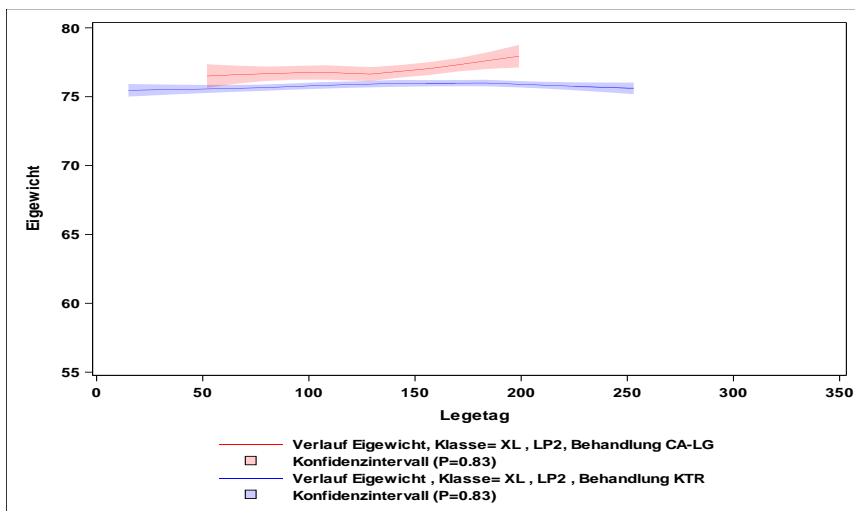
Im Gegensatz zur 1. Legeperiode überschneiden sich die Konfidenzintervalle der Verlaufskurven in beiden Gruppen nicht und die Eigewichte der Versuchsgruppe liegen in allen drei Gewichtsklassen über denen der Kontrollgruppe. Inwieweit hier genetische oder jahreszeitliche Einflüsse bzw. die unterschiedliche Kalziumversorgung eine Rolle spielen, lässt sich nicht mit Sicherheit abgrenzen (Abbildungen 40 a,b,c).



a) M-Eier



b) L-Eier

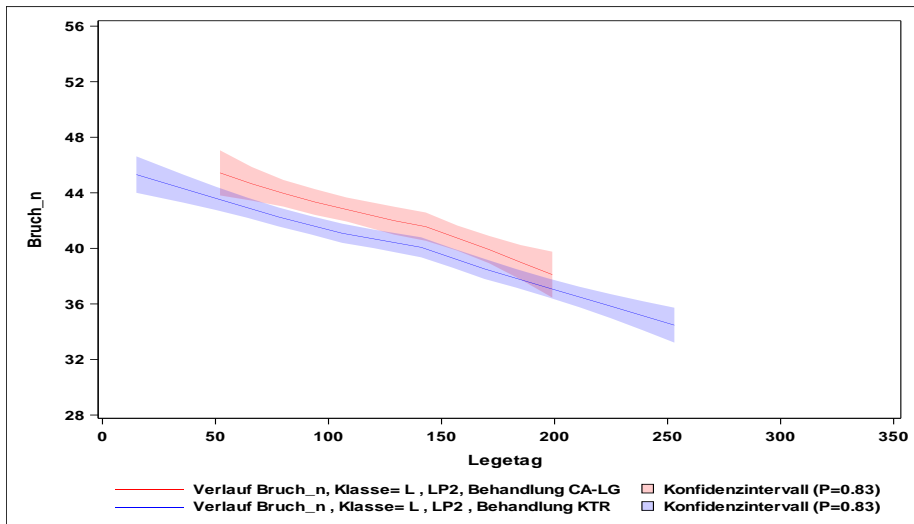


c) XL-Eier

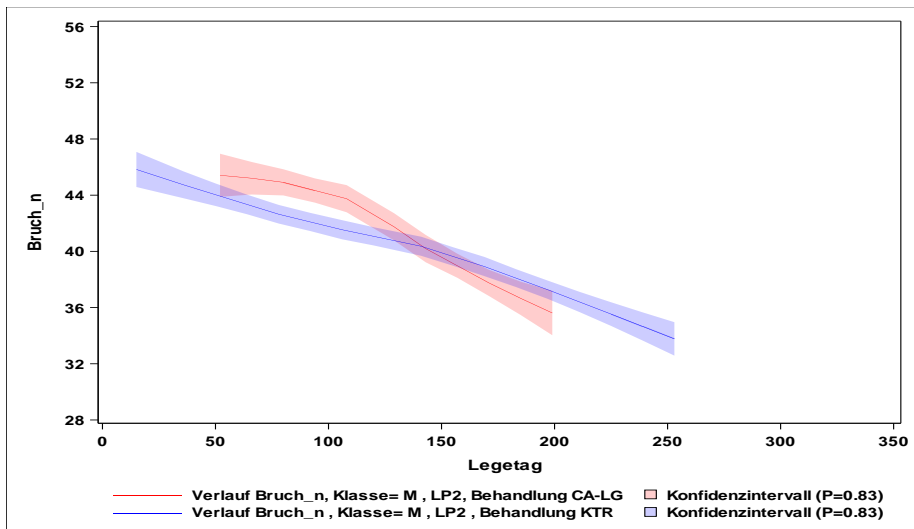
Abbildungen 40 a,b,c Verlauf der Eigewichte in der 2. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen

Bruchfestigkeit in N

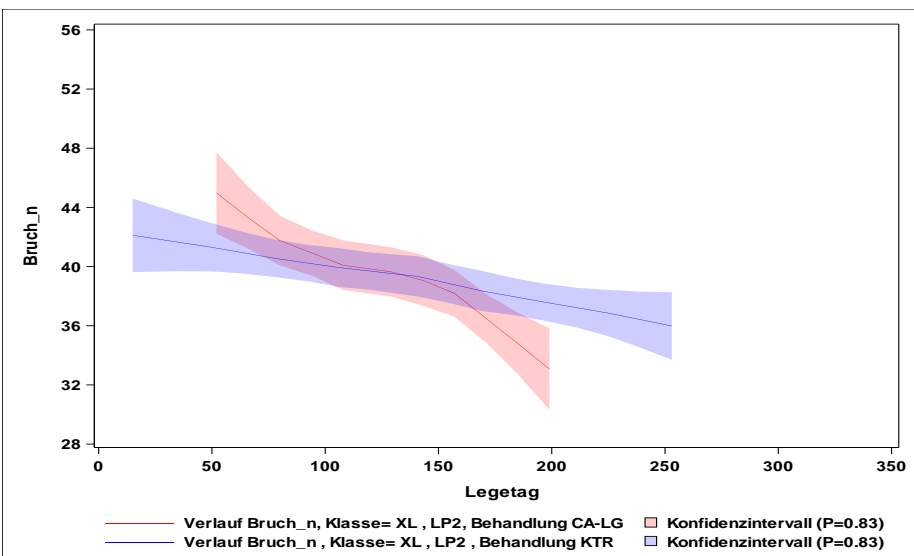
Die Bruchfestigkeit in der 2. Legeperiode nimmt in beiden Gruppen erwartungsgemäß über den Zeitverlauf ab und ist insgesamt, wie ebenfalls zu erwarten, in der 2. Legeperiode schlechter als in der ersten. Auch hier ist wieder der Einfluss der unterschiedlichen Ca-Versorgung schwierig exakt zu nachzuweisen. Lediglich bei den L-Eiern besteht eine sichtbare stabile Überlegenheit in der Bruchfestigkeit über die gesamte Legeperiode, während der starke Abfall bei den Versuchstieren der XL-Klasse wiederum mit der geringen Anzahl von Eiern in dieser Gewichtsklasse erklärt werden kann (Abbildungen 41 a,b,c).



a) M-Eier



b) L-Eier

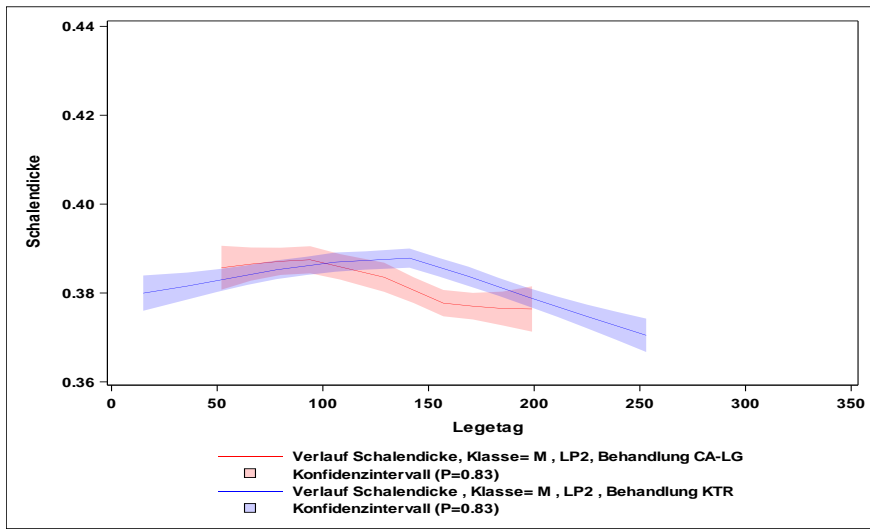


c) XL-Eier

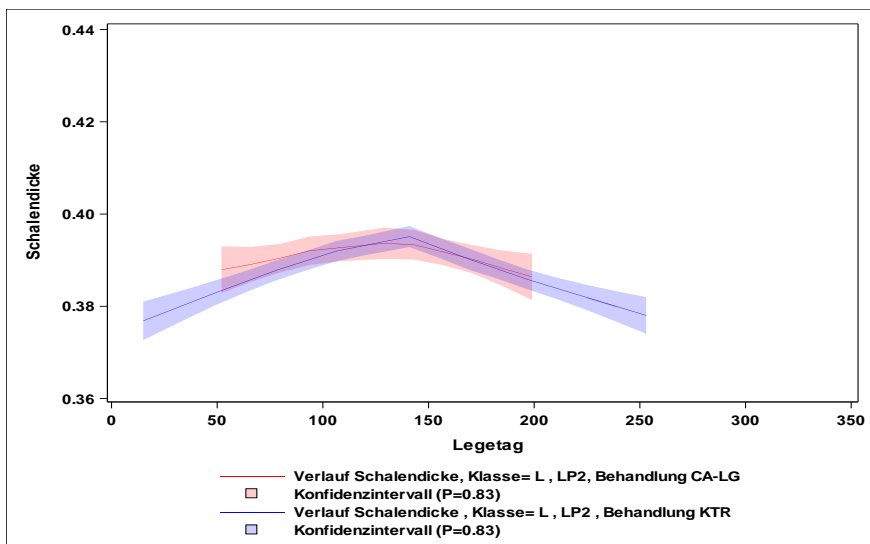
Abbildungen 41 a,b,c Verlauf der Bruchfestigkeit Eigewichte in der 2. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen

Schalendicke in mm

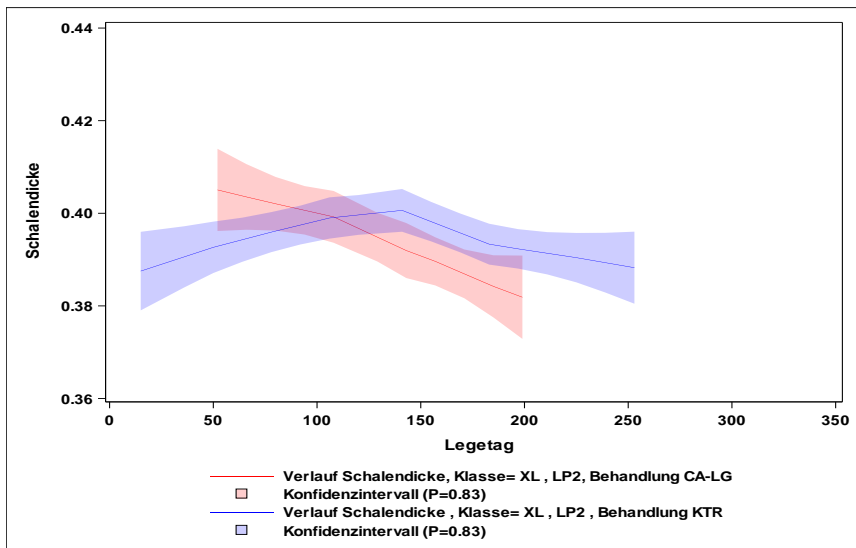
Auch die Schalendicke nimmt erwartungsgemäß im Laufe der 2. Legeperiode stärker ab als in der 1. Legeperiode. Die Zunahme in der Kontrollgruppe im mittleren Bereich der Legeperiode ist schwierig zu erklären. Hier spielen vermutlich wieder jahreszeitliche bzw. Fütterungseinflüsse eine Rolle, die sich aufgrund der zeitversetzten Prüfung von Versuchs- und Kontrollgruppe nicht gleich auf die beiden Gruppen auswirkten (Abbildungen 42 a,b,c)



a) M-Eier



b) L-Eier

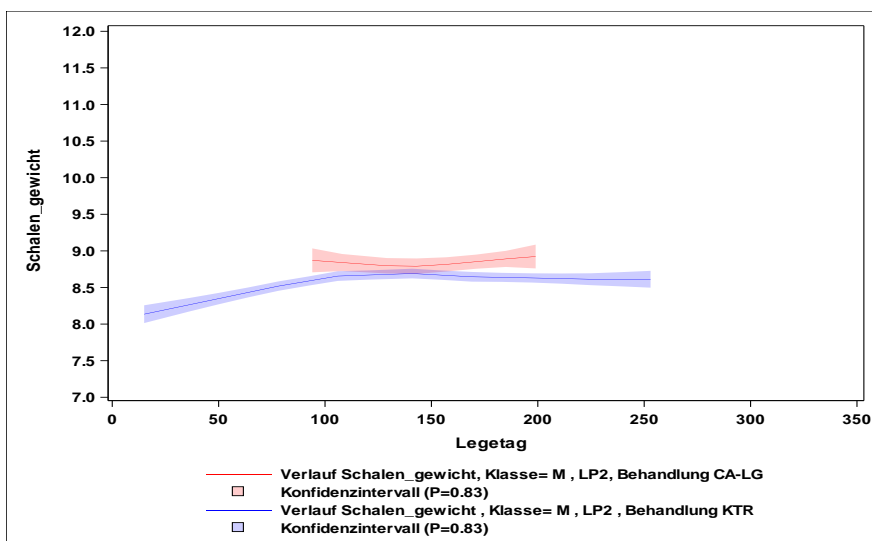


c) XL-Eier

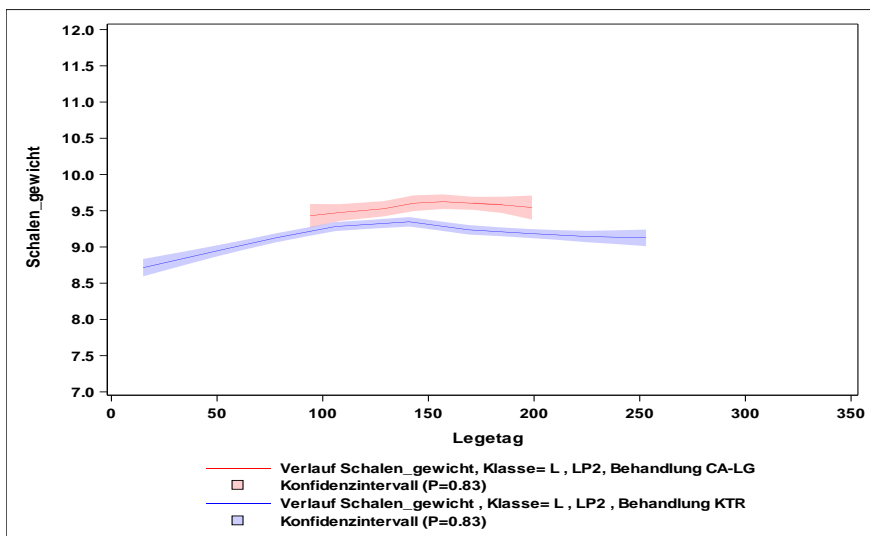
Abbildungen 42 a,b,c Verlauf der Schalendicke in der 2. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen

Schalengewicht in g

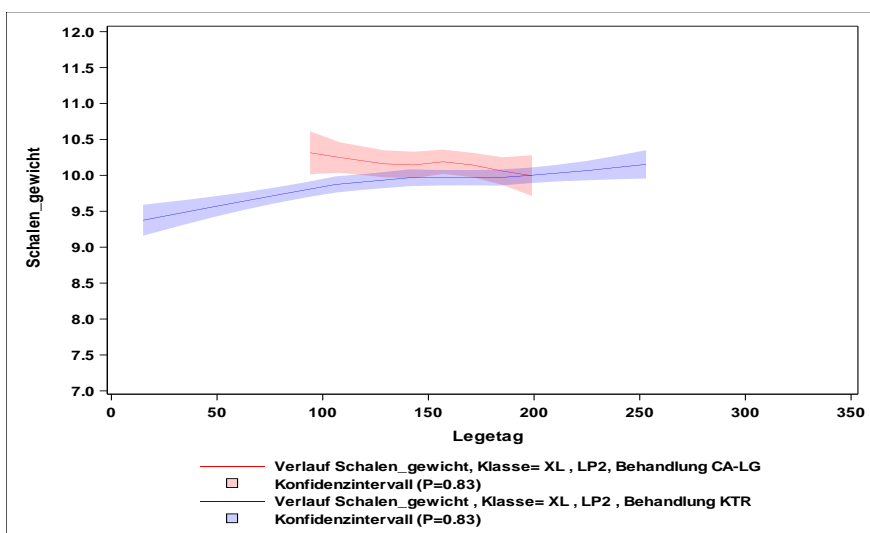
Im Gegensatz zur 1. Legeperiode sind in der 2. Legeperiode beim Schalengewicht deutlichere Unterschiede zugunsten der Versuchsgruppe festzustellen, während in dieser Legeperiode die Schalenstärke indifferent war. Das heißt, die beiden Merkmale verhalten sich zwischen den beiden Legeperioden und Kalzium-Versorgungsvarianten diametral (Abbildungen 43 a,b,c). Wie auch in der 1. Legeperiode sind hier Strukturelle Unterschiede im Matrixaufbau bzw. der der Mineralisierung der Schale zu vermuten.



a) M-Eier



b) L-Eier

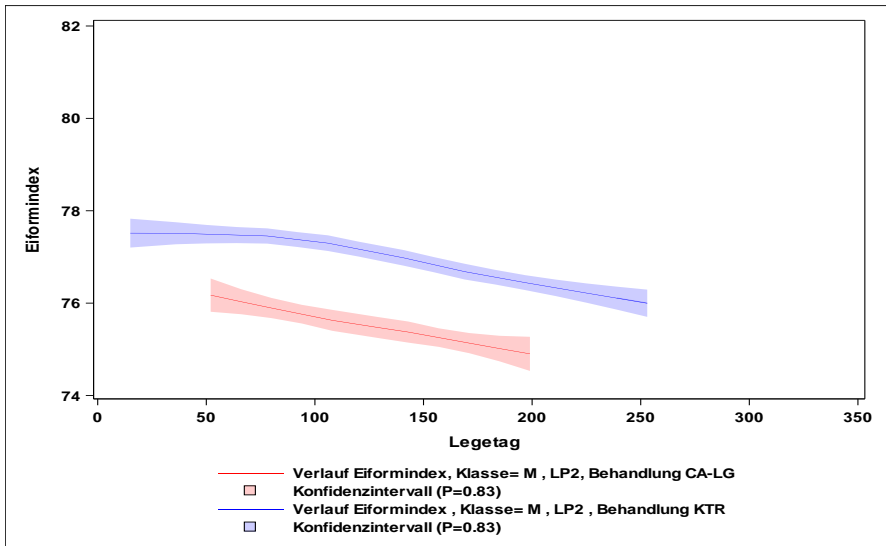


c) XL-Eier

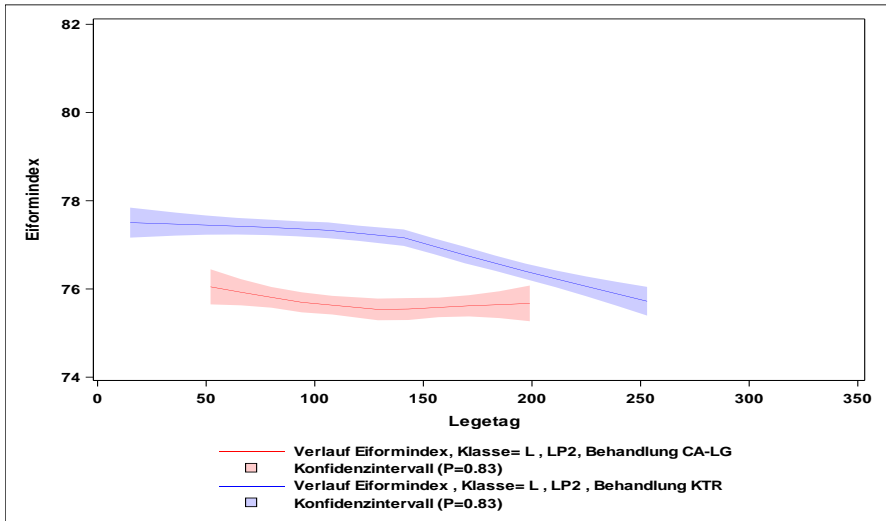
Abbildungen 43 a,b,c Verlauf der Schalengewicht in der 2. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen

Eiform-Index

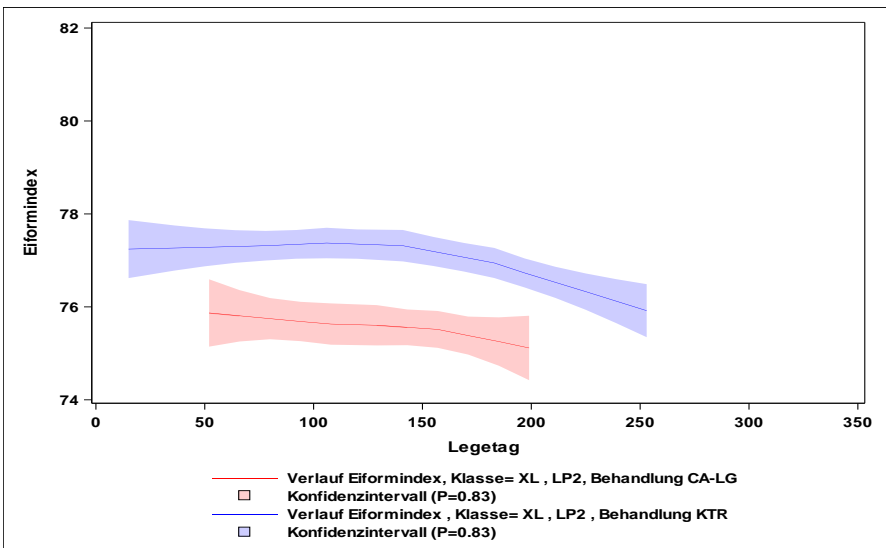
Die deutliche Abweichung des Eiform-Index zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe ist mit der unterschiedlichen Kalziumversorgung kaum zu begründen. Die Versuchsgruppe zeigt in der 2. Legeperiode im Gegensatz zur 1. Legeperiode in allen Gewichtsklassen bereits zu Beginn der Datenerfassung eine deutliche Tendenz zu länglicheren Eiern, was sich ungünstig auf die Bruchfestigkeit auswirken dürfte. Auch hier dürften wieder herdenspezifische Effekte die ausschlaggebende Bedeutung haben (Abbildungen 44 a,b,c).



a) M-Eier



b) L-Eier

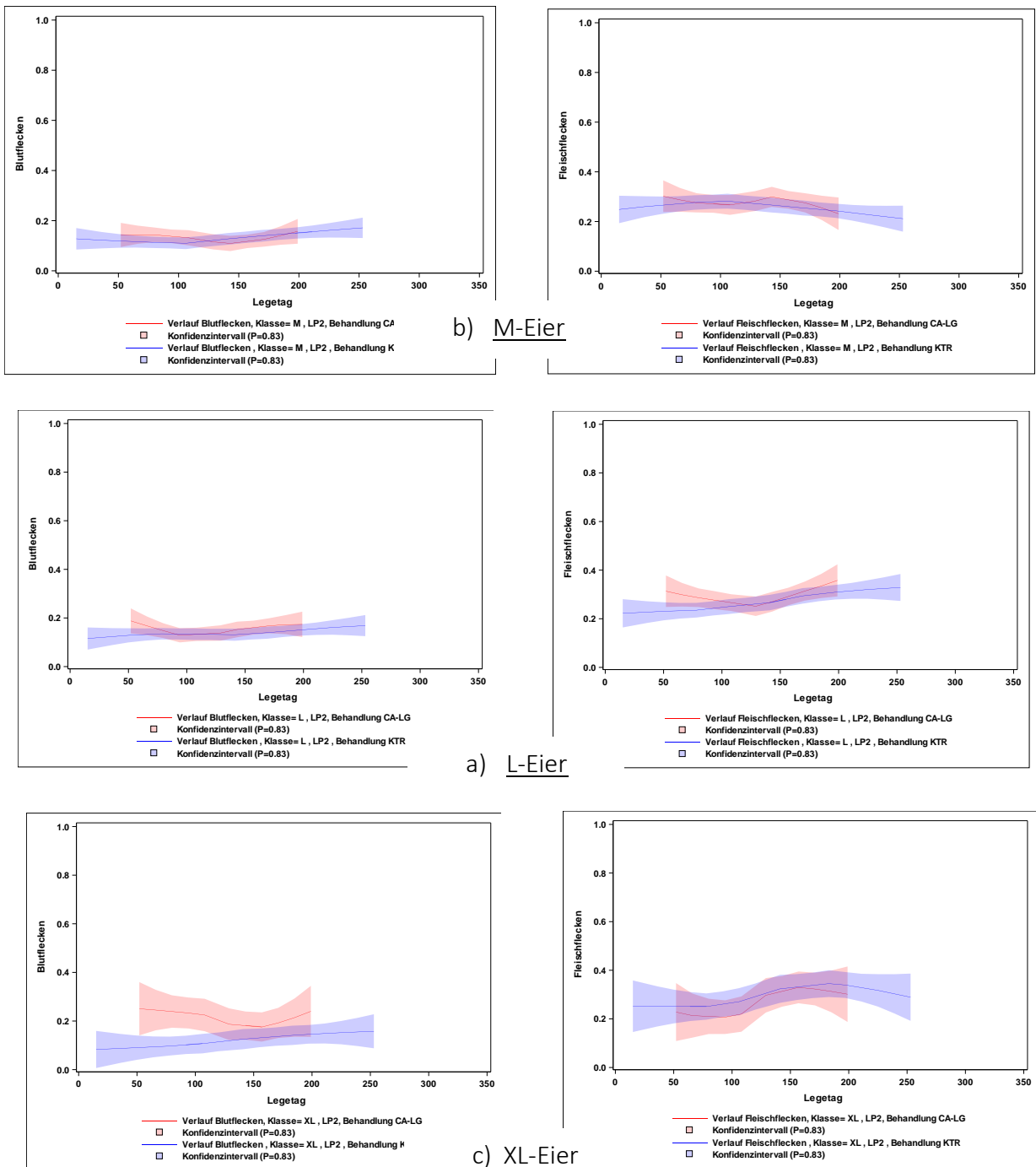


c) XL-Eier

Abbildungen 44 a,b,c Verlauf des Eiform-Index in der 2. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen

Vorhandensein von Blut- und Fleischflecken

Wie auch in der 1. Legeperiode sind in der 2. Legeperiode keine deutlichen Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe festzustellen. Die etwas höheren Frequenzen bei den größeren L- und besonders bei den XL-Eiern dürfte auf die stärkere mechanische Belastung des Legeapparates bei den größeren Eiern zurückzuführen sein (Abbildung 45).



Abbildungen 45 a,b,c Verlauf des Auftretens von Blut- (links) und Fleischflecken (rechts) in der 2. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen

3.2.2 Stationsprüfung

Die Ergebnisse der Stationsprüfung sind ähnlich der der Feldprüfung gegliedert und um die Effekte auf die Produktionsleistung der Prüftiere, den Futtermittelverzehr und die Knochenstabilität ergänzt. Da nur Tiere der 2. Legeperiode geprüft wurden, erübrigt sich diese Einteilung aus der Feldprüfung.

Legeleistung, Futterverbrauchs- und Aufwand

Die nachfolgende Auswertung basiert auf den täglich bzw. wöchentlich je Abteil erfassten Leistungen, stets bezogen auf die lebenden Hennen am Erfassungstag (entspricht der sog. Leistung je Durchschnittshenne):

Die Abkürzungen und Maßeinheiten der Merkmale sind nachfolgender Aufstellung zu entnehmen:

- Eizahl total (**EZ**) (Anzahl Eier je Henne und Tag)
- Eizahl marktfähig (**EZm**) (Anzahl Eier je Henne und Tag)
- Eizahl nichtmarktfähig (**EZnm**) (Anzahl Eier je Henne und Tag)
(Bemerkung: Die so formulierten Legeleistungen entsprechen der Legeintensität/100)
- Einzeleigewicht total (**EEG**) (g)
- Einzeleigewicht marktfähig (**EEGm**) (g)
- Gesamteigewicht total (**GEG**) (g) (erzeugte Eimasse je Henne und Tag)
- Gesamteigewicht marktfähig (**GEGm**) (g) (erzeugte Eimasse je Henne und Tag)
- tägliche Futteraufnahme (**FUA**) (g)
- Futteraufwand Gesamteigewicht total (**FAW**) (kg/kg)
- Futteraufwand Gesamteigewicht marktfähig (**FAWm**) (kg/kg)
-

Statistische Maßzahlen und Merkmalskorrelationen

Einen Überblick zu Datenumfang und Merkmalshöhen und -verteilung als Grundlage der nachfolgenden Schätzungen liefern die nachfolgenden statistischen Maßzahlen der Merkmale mit täglicher Erfassung (Tabelle 5):

Tabelle 5 Datenumfang sowie arithmetisches Mittel und Standardabweichung für Merkmale mit täglicher Erfassung

Merkmal	Behandlung	N	Arith. Mittel	Stdabw.
EZ	CA-LG	1710	0.831	0.139
	Ktr	1710	0.842	0.138
EZm	CA-LG	1710	0.811	0.142
	Ktr	1710	0.821	0.138
EZnm	CA-LG	1710	0.020	0.046
	Ktr	1710	0.021	0.047
EEG	CA-LG	1710	66.99	2.24
	Ktr	1710	67.05	2.17
EEGm	CA-LG	1710	66.98	2.22
	Ktr	1710	67.01	2.16
GEG	CA-LG	1710	55.67	9.67
	Ktr	1710	56.47	9.04
GEGm	CA-LG	1710	54.32	9.85
	Ktr	1710	55.01	9.28

Für die Merkmale mit wöchentlicher Erfassung folgt Tabelle 6:

Tabelle 6 Datenumfang sowie arithmetisches Mittel und Standardabweichung für Merkmale mit wöchentlicher Erfassung

Merkmal	Behandlung	N	Arith. Mittel	Stdabw.
FUA	CA-LG	240	122.62	12.04
	Ktr	240	127.00	13.65
FAW	CA-LG	240	2.22	0.30
	Ktr	240	2.26	0.28
FAWm	CA-LG	240	2.28	0.31
	Ktr	240	2.33	0.30

Aus Tabelle 7 sind die Pearson-Korrelationen der täglich erfassten Merkmale im Gesamtmaterial zu entnehmen. Oberhalb der Diagonale sind die geschätzten Korrelationen angegeben, unterhalb die P-Werte für die Nullhypothese $\rho=0$.

Tabelle 7 Korrelationen der täglich erfassten Merkmale

Merkmal	EZ	EZm	EZnm	EEG	EEGm	GEG	GEGm
EZ	1	0.94	0.10	0.01	0.01	0.98	0.92
EZm	0.001	1	-0.23	0.01	0.01	0.92	0.98
EZnm	0.001	0.001	1	0.01	-0.01	0.10	-0.23
EEG	0.602	0.746	0.578	1	0.97	0.21	0.19
EEGm	0.670	0.517	0.500	0.001	1	0.20	0.20
GEG	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	1	0.94
GEGm	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	1

Die Korrelationen der Futteraufnahme- bzw. Verwertungsmerkmalen mit ausgewählten Merkmalen der Legeleistung sind in folgender Zusammenstellung ablesbar (Tabelle 8):

Tabelle 8 Korrelationen der Futteraufnahme- bzw. Verwertungsmerkmalen mit ausgewählten Merkmalen der Legeleistung

Merkmal	EZ	EZm	EZnm	GEG	GEGm	FUA	FAW	FAWm
EZ	1	0.98	0.09	0.97	0.95	0.46	-0.63	-0.62
EZm	0.001	1	-0.11	0.95	0.97	0.45	-0.61	-0.64
EZnm	0.043	0.014	1	0.10	-0.10	0.04	-0.07	0.12
GEG	0.001	0.001	0.022	1	0.98	0.49	-0.63	-0.62
GEGm	0.001	0.001	0.031	0.001	1	0.48	-0.62	-0.64
FUA	0.001	0.001	0.390	0.001	0.001	1	0.34	0.33
FAW	0.001	0.001	0.103	0.001	0.001	0.001	1	0.98
FAWm	0.001	0.001	0.103	0.011	0.001	0.001	0.001	1

Die Ergebnisse des Merkmalverlaufs sind im Folgenden für einige ausgewählte Merkmale (Eizahl gesamt, anzahlmarktfähiger Eier, Futterverzehr und Futteraufwand) graphisch dargestellt (Abbildungen 46 bis 49). Der statistische Vergleich sämtlicher quantitativer Merkmale zum 28. und 56. Tag mit den LSMean, Konfidenzintervallen und p-Werten sind dem Anhang zu entnehmen (siehe Anhang A-07).

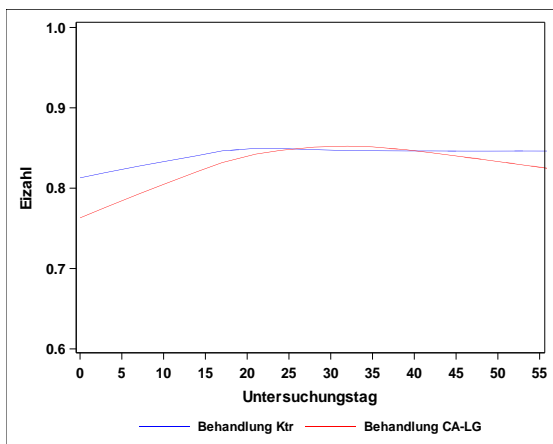


Abbildung 46 tägliche Anzahl Eier gesamt je Durchschnittshenne über den Verlauf des Prüfzeitraumes nach Versuchs- und Kontrollgruppe

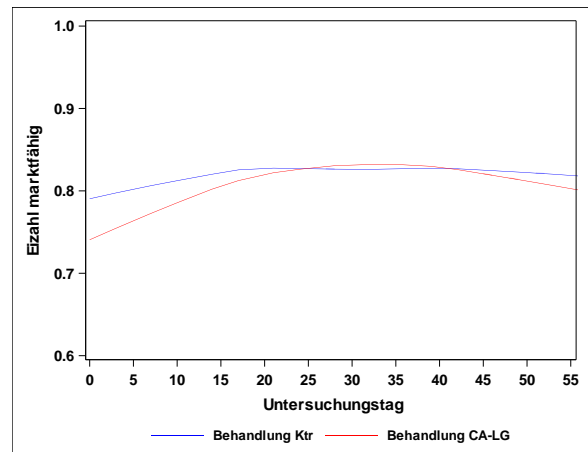


Abbildung 47 tägliche Anzahl marktfähiger Eier je Durchschnittshenne über den Verlauf des Prüfzeitraumes nach Versuchs- und Kontrollgruppe

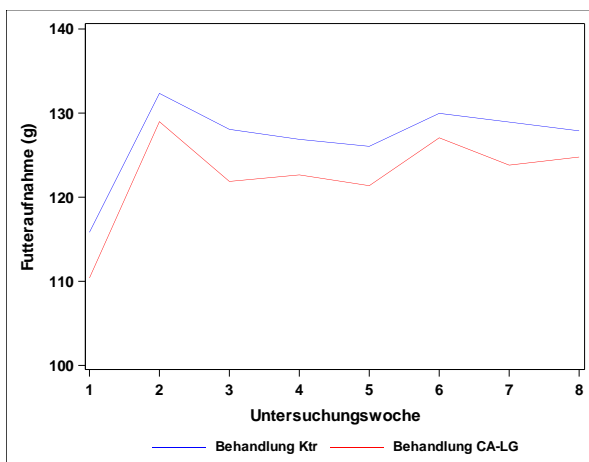


Abbildung 48 tägliche Futteraufnahme in g je Durchschnittshenne über den Verlauf der Prüfungswochen nach Versuchs- und Kontrollgruppe

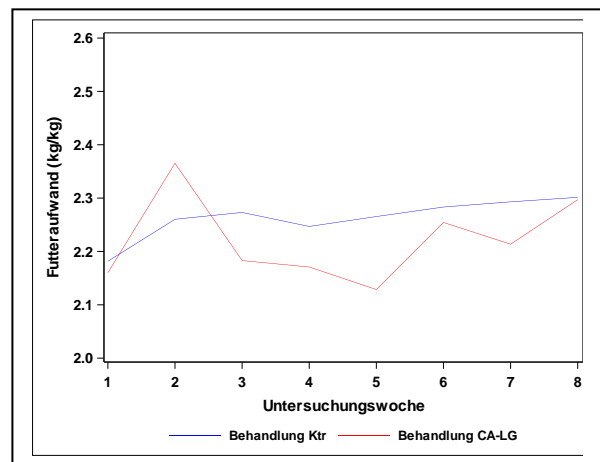


Abbildung 49 Futtermittelverbrauch in kg/kg Eimasse je Durchschnittshenne über den Verlauf der Prüfungswochen nach Versuchs- und Kontrollgruppe

Da die Prüftiere der Versuchs- und Kontrollgruppe zeitgleich und zufällig verteilt in einem Versuchsraum geprüft wurden und aus einer Herde stammten, sind die gefundenen Merkmalsdifferenzen der unterschiedlichen Kalziumversorgung zuzuschreiben. So benötigte die Durchschnittshenne der Versuchsgruppe mit zusätzlicher Versorgung mit organischem Kalzium im Schnitt etwa 4 g weniger Futter pro Tag (Tabelle 6 und Abbildung 48) bei nahezu gleicher Legeleistung (Tabelle 5). Der Futtermittelverbrauch war gegenüber der Kontrollgruppe um 40 g Futter/kg Eimasse geringer (Tabelle 6), allerdings nicht über den gesamten Verlauf signifikant (Abbildung 49).

Auswertung Eiqualitatsmerkmale

Statistische Maßzahlen und Merkmalskorrelationen

Nachfolgende Tabelle 9 vermittelt einen allgemeinen ublick uber die mittleren Merkmalswerte (quantitative Merkmale) bzw. Wahrscheinlichkeiten (qualitative Merkmale) je Untersuchungstag und Gewichtsklasse.

Tabelle 9 Datenumfang sowie arithmetisches Mittel und Standardabweichung für Merkmale der Eiqualität nach Ei-Größenklassen und Untersuchungstagen

Tag	Merkmal	N	arithm. Mittel	Gewichts-klasse	N	arithm. Mittel	Gewichts-klasse	N	arithm. Mittel	Gewichts-klasse	N	arithm. Mittel
0	Eigewicht (g)	424	64.93	M	164	59.87	L	233	67.23	XL	27	75.86
	Eiklarhöhe (mm)	424	7.17		164	6.99		233	7.24		27	7.66
	Schalendicke (mm)	424	0.36		164	0.35		233	0.36		27	0.35
	HaughEinheit	424	82.73		164	83.04		233	82.53		27	82.7
	Breite (mm)	423	44.63		163	43.76		233	44.94		27	47.21
	Höhe (mm)	423	57.73		163	56.18		233	58.42		27	61.14
	Eiformindex	423	77.35		163	77.94		233	76.95		27	77.27
	Bruch (N)	423	38.88		163	38.55		233	39.54		27	35.17
	Eigelbgewicht (g)	385	16.8		152	16.04		210	17.24		23	17.85
	Schalengewicht (g)	423	8.35		164	7.95		232	8.56		27	8.95
28	Eiklargewicht (g)	384	39.71		152	35.84		209	41.54		23	48.7
	Eigewicht (g)	470	66.97	M	106	60.17	L	307	67.55	XL	57	76.49
	Eiklarhöhe (mm)	470	7.28		106	7.11		307	7.3		57	7.48
	Schalendicke (mm)	470	0.39		106	0.39		307	0.39		57	0.40
	HaughEinheit	470	82.97		106	83.87		307	82.93		57	81.51
	Breite (mm)	470	45.11		106	43.5		307	45.26		57	47.31
	Höhe (mm)	470	58.29		106	56.17		307	58.51		57	61.07
	Eiformindex	470	77.44		106	77.49		307	77.41		57	77.51
	Bruch (N)	469	45.21		106	45.91		306	45.17		57	44.14
	Eigelbgewicht (g)	436	16.72		99	15.46		291	16.99		46	17.74
56	Schalengewicht (g)	470	9.15		106	8.52		307	9.24		57	9.8
	Eiklargewicht (g)	436	40.97		99	36.17		291	41.34		46	48.99
	Eigewicht (g)	451	66.23	M	119	59.83	L	287	67.51	XL	45	74.98
	Eiklarhöhe (mm)	450	7.22		118	7		287	7.28		45	7.43
	Schalendicke (mm)	451	0.38		119	0.38		287	0.39		45	0.39

	HaughEinheit	450	82.68		118	83.24		287	82.62		45	81.63
	Breite (mm)	451	44.87		119	43.39		287	45.17		45	46.9
	Höhe (mm)	451	58.27		119	56.24		287	58.73		45	60.71
	Eiformindex	451	77.06		119	77.19		287	76.97		45	77.3
	Bruch (N)	450	42.51		119	43.78		286	42.4		45	39.84
	Eigelbgewicht (g)	427	16.58		111	15.42		274	16.87		42	17.79
	Schalengewicht (mm)	448	9.18		118	8.58		286	9.34		44	9.72
	Eiklalgewicht (g)	427	40.43		111	35.84		274	41.23		42	47.4
0	Blutflecken (%)	424	0.17	M	164	0.13	L	233	0.19	XL	27	0.15
	Fleischflecken (%)	424	0.16		264	0.12		233	0.18		27	0.26
28	Blutflecken (%)	472	0.16		107	0.11		308	0.16		57	0.23
	Fleischflecken (%)	472	0.25		107	0.20		308	0.27		57	0.28
56	Blutflecken (%)	451	0.14		119	0.11		287	0.16		45	0.07
	Fleischflecken (%)	451	0.24		119	0.22		287	0.23		45	0.38

In Tabelle 10 sind die Merkmalskorrelationen im Gesamtmaterial dargestellt. Die Korrelationen innerhalb der quantitativen Merkmale sind Pearson-Korrelationen, die Korrelation zwischen quantitativen und qualitativen Merkmalen sowie innerhalb der qualitativen Merkmale sind Rangkorrelationen nach Spearman. Oberhalb der Diagonale sind die geschätzten Korrelationen angegeben, unterhalb die P-Werte für die Nullhypothese $\rho=0$. Aus Übersichtlichkeitsgründen wurde hier auf die Schätzung der Korrelationen innerhalb Tag bzw. Tag*Gewichtsklasse verzichtet. Im Rahmen der statistischen Analyse werden diese Korrelationen jedoch entsprechend spezifisch berücksichtigt.

Tabelle 10 Überblick über die Merkmalskorrelationen im Gesamtmaterial

Merkmal	Ei- gewicht	Ei- klarhöhe	Schalen- dicke	Haugh Einheit	Breite	Höhe	Eiform- index	Bruch N	Eigelb- gewicht	Schalen- gewicht	Eiklar- gewicht	Blut- flecken	Fleisch- flecken
Eigewicht	1	0.15	0.14	-0.07	0.55	0.78	-0.02	-0.02	0.51	0.34	0.90	0.063	0.103
Eiklarhöhe	0.001	1	-0.04	0.95	0.08	0.04	0.04	-0.01	-0.04	0.08	0.14	0.049	0.007
Schalendicke	0.001	0.111	1	-0.07	0.07	0.05	0.04	0.55	0.06	0.38	0.03	-0.010	0.087
HaughEinheit	0.008	0.001	0.015	1	-0.05	-0.13	0.05	0.01	-0.15	0.01	-0.05	0.038	-0.017
Breite	0.001	0.0050	0.007	0.082	1	0.37	0.74	0	0.34	0.19	0.57	0.078	0.070
Höhe	0.001	0.136	0.056	0.001	0.001	1	-0.34	-0.11	0.37	0.21	0.73	0.034	0.092
Eiformindex	0.572	0.103	0.178	0.080	0.001	0.001	1	0.07	0.02	0.03	-0.05	0.035	-0.037
Bruch N	0.364	0.809	0.001	0.678	0.928	0.001	0.006	1	-0.01	0.18	-0.06	0.027	0.053
Eigelbgewicht	0.001	0.201	0.024	0.001	0.001	0.001	0.519	0.808	1	0.03	0.26	0.060	-0.016
Schalengewicht	0.001	0.002	0.001	0.73	0.001	0.001	0.206	0.001	0.252	1	0.01	0.037	0.138
Eiklargewicht	0.001	0.001	0.308	0.08	0.001	0.001	0.05	0.037	0.001	0.613	1	0.044	0.097
Blutflecken	0.021	0.070	0.701	0.167	0.004	0.211	0.199	0.322	0.034	0.177	0.116	1	0.104
Fleischflecken	0.002	0.799	0.001	0.530	0.010	0.001	0.170	0.051	0.583	0.001	0.001	0.001	1

Signifikante Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe gibt es bei den Merkmalen Schalendicke zum 28. Tag und Eigelbgewicht zum 28. und 56. Untersuchungstag am Gesamtmaterial (siehe Anhang Tabelle A-07). Dabei hat die Versuchsgruppe eine etwas dickere Schale und ein geringfügig geringeres Eigelbgewicht, beides aber im marginalen Bereich. In Tabelle 11 ist das Material für ausgewählte Merkmale nach Ei-Größenklassen gesplittet.

Tabelle 11 Merkmalshöhen (LSMean) und -verteilung für ausgewählte Merkmale der Eiquantität nach Ei-Größenklassen und Untersuchungstagen

Merkmal	GWKL	Tag	Behandlung	LSMean	uG	oG	Diff CA-LG-Ktr	P-Wert (t-Test)
Schalendicke	M	28	CA-LG	0.390	0.380	0.400	0.005	0.450
			Ktr	0.385	0.376	0.394		
		56	CA-LG	0.378	0.369	0.387	-0.001	0.962
			Ktr	0.379	0.370	0.387		
	L	28	CA-LG	0.392	0.387	0.396	0.004	0.288
			Ktr	0.388	0.384	0.393		
		56	CA-LG	0.388	0.383	0.393	0.002	0.503
			Ktr	0.386	0.382	0.391		
	XL	28	CA-LG	0.398	0.380	0.417	-0.002	0.884
			Ktr	0.400	0.380	0.420		
		56	CA-LG	0.390	0.369	0.412	0.031	0.066
			Ktr	0.359	0.337	0.382		
Schalengewicht	M	28	CA-LG	8.57	8.36	8.78	0.078	0.594
			Ktr	8.49	8.30	8.69		
		56	CA-LG	8.60	8.40	8.80	0.067	0.636
			Ktr	8.53	8.34	8.72		
	L	28	CA-LG	9.31	9.19	9.42	0.143	0.099
			Ktr	9.16	9.04	9.28		
		56	CA-LG	9.22	9.09	9.34	0.016	0.857
			Ktr	9.20	9.08	9.33		
	XL	28	CA-LG	10.05	9.70	10.39	0.040	0.089
			Ktr	10.01	9.62	10.40		
		56	CA-LG	9.88	9.42	10.35	0.220	0.508
			Ktr	9.66	9.21	10.10		
Bruch N	M	28	CA-LG	45.64	42.52	48.77	-1.090	0.611
			Ktr	46.73	43.94	49.53		
		56	CA-LG	43.47	40.77	46.17	-0.330	0.863
			Ktr	43.80	41.23	46.37		
	L	28	CA-LG	44.92	43.42	46.42	-0.344	0.757
			Ktr	45.26	43.71	46.82		
		56	CA-LG	42.59	41.00	44.18	0.241	0.835
			Ktr	42.35	40.78	43.92		
	XL	28	CA-LG	47.78	43.47	52.08	8.185	0.016
			Ktr	39.59	34.61	44.57		
		56	CA-LG	44.60	39.20	50.00	6.958	0.100
			Ktr	37.64	31.46	48.83		

Betrachtet man die Unterschiede nach Ei-Größenklassen, so wird deutlich, dass bei den XL-Eiern eine sichtbare Verbesserung der Bruchfestigkeit und Schalendicke bei zusätzlicher Gabe von organischem Kalzium zu verzeichnen ist. Das wurde auch von den Autoren empirisch bei den Laboruntersuchungen so empfunden. Wenn auch die Unterschiede sich aufgrund der geringeren Eizahlen in dieser Größenklasse nicht statistisch absichern lassen ($p= 0.06$), so ist aus den Ergebnissen zu schlussfolgern, dass besonders große Eier von der zusätzlichen Kalziumgabe profitieren (Abbildungen 50 und 51). Die nachfolgenden Abbildungen enthalten die LSmeans sowie deren Konfidenzintervalle (zweiseitig, $P=0.95$) der Behandlungen an den Tagen 0, 28 und 56. Die geschätzte Korrelation zwischen Schalendicke und Bruchfestigkeit wurde im mittleren Bereich von 0.55 geschätzt und unterstreicht die Ergebnisse.

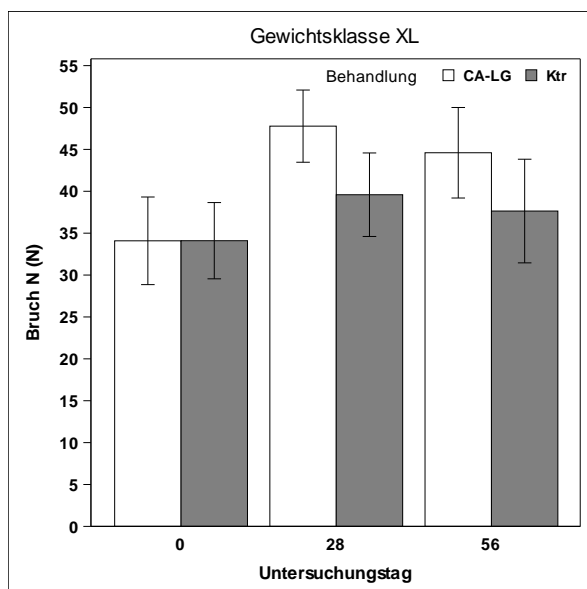


Abbildung 50 Schätzwerte der Bruchfestigkeit im Rahmen der Stationsprüfung

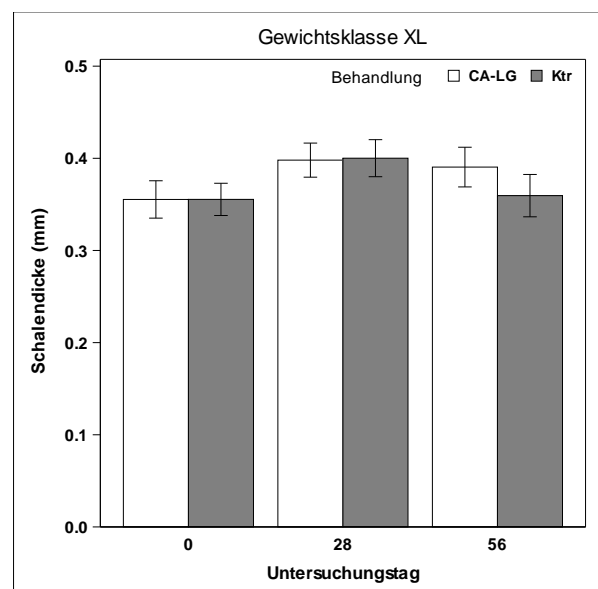


Abbildung 51 Schätzwerte der Schalendicket Im Rahmen der Stationsprüfung

Wie auch in der Feldprüfung ergibt sich in der Stationsprüfung keine sichtbare Beziehung zur Schalendicke, wie auch die am Gesamtmaterial geschätzte Korrelation von 0.38 zeigt (Tabelle 10).

Die Schätzwerte für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Blut- und Fleischflecken sind Tabelle 12 zu entnehmen.

Tabelle 12 Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von Blut- und Fleischflecken für die Untersuchungstage 28 und 56

Merkmal	Tag	Behandl.	\hat{p}	uG	oG	Diff CA-LG-Ktr	P-Wert (t-Test)*
Blutflecken	28	CA-LG	0.153	0.110	0.207	0.010	0.779
		Ktr	0.143	0.103	0.196		
	56	CA-LG	0.170	0.125	0.226	0.086	0.013
		Ktr	0.083	0.051	0.134		
Fleischflecken	28	CA-LG	0.281	0.228	0.342	0.057	0.155
		Ktr	0.225	0.176	0.283		
	56	CA-LG	0.274	0.220	0.336	0.066	0.100
		Ktr	0.208	0.160	0.266		

*Test erfolgt im linearen Prädiktor

Ist auch nur das Auftreten von Blutflecken zum Tag 56 statistisch abzusichern ($p=0.013$), so sollte, auch im Hinblick auf die Erfahrungen in der Feldprüfung, beachtet werden, dass die zusätzliche Gabe von organischem Ca zu einer leicht erhöhten Frequenz des Auftretens von Blut- und Fleischflecken führen kann (Abbildungen 52 und 53).

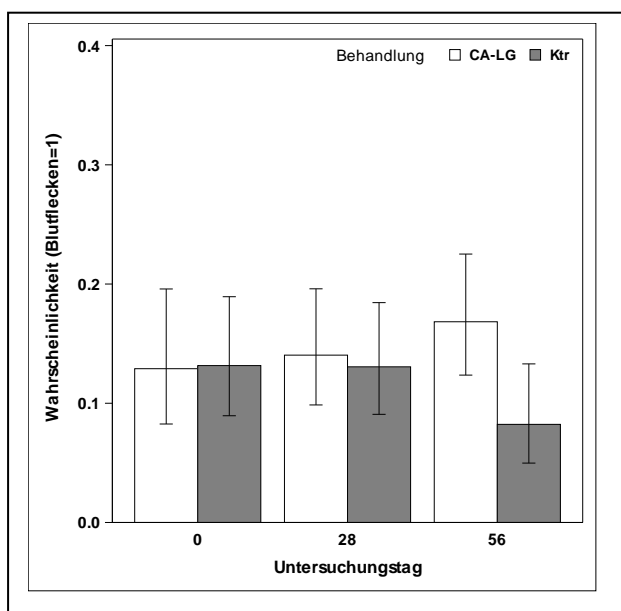


Abbildung 52 Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Blutflecken nach Untersuchungstagen

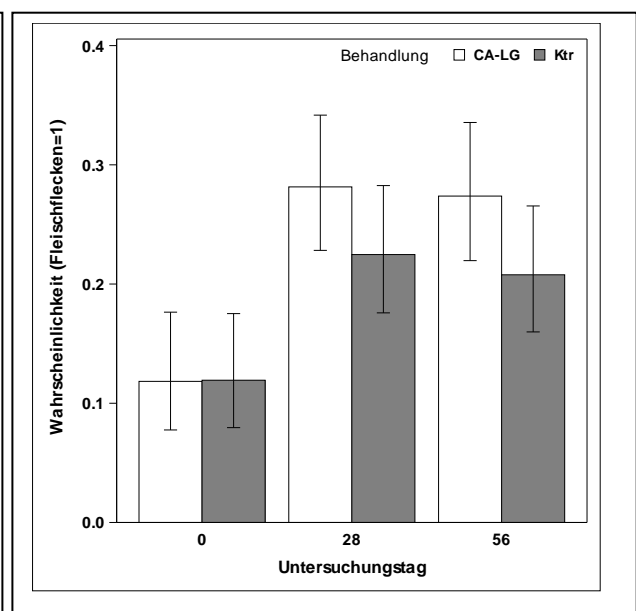


Abbildung 53 Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Fleischflecken nach Untersuchungstagen

Auswertung der Prüfung der Knochenfestigkeit

Wie im Arbeitsplan vorgesehen, wurde am Tag 57 zwei zufällig ausgewählte Hennen je Abteil individuell gewogen und geschlachtet, und die Tibiotarsi (Unterschenkelknochen) zwecks Ermittlung der Bruchfestigkeit in ein Labor (ILVO, Scheldeweg 68, 9090 Melle, Belgien) übersandt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 und 14 aufgeführt. So wirkte sich die zusätzliche Applikation von organischem Kalzium nur im nichtsignifikanten, marginalen Bereich mit einer Differenz von etwa 5 N zugunsten der Versuchsgruppe aus und dass sowohl mit als auch ohne das Körpergewicht als Covariable (Tabelle 14). Das gleiche Ergebnis sieht man beim Knochengewicht und beim Knochenanteil, und das bei einem etwas geringeren Körpergewicht der Versuchstiere. Eine gewisse, wenn auch geringe Wirkung des organischen Kalziums ist hierbei zu unterstellen.

Die Korrelationen im Gesamtmaterial zwischen den Knochenmerkmalen sind dem Anhang (Tabelle A-08) entnehmen.

Die statistischen Maßzahlen sind in Tabelle 13 zusammengefasst.

Tabelle 13 Datenumfang sowie arithmetisches Mittel und Standardabweichung für Merkmale der Knochenmerkmale

Behandlung	Merkmal	n	arithm. Mittel	Standardabweichung	Minimum	Maximum
CA-LG	Körpergewicht (g)	60	1923	155	1600	2300
	Knochengewicht (g)	60	16.83	1.59	12.85	20.75
	Knochenanteil (%)	60	0.879	0.091	0.690	1.060
	Bruchfestigkeit (N)	60	745	154	422	1141
Ktr	Körpergewicht (g)	60	1963	178	1406	2411
	Knochengewicht (g)	60	16.63	1.68	12.83	20.77
	Knochenanteil (%)	60	0.852	0.089	0.680	1.030
	Bruchfestigkeit (N)	60	740	157	463	1200

Tabelle 14 enthält die LSMMeans und deren Konfidenzintervalle (zweiseitig, P=0.95) der Behandlungen sowie deren statistischen Vergleich. Signifikante Unterschiede sind bei keinem Merkmal aufgetreten.

Tabelle 14 Merkmalshöhen (LSMean) und -verteilung für Knochenmerkmale und deren Vergleich

Merkmal	Behand- lung	LSMean	uG	oG	Diff CA-LG - Ktr	P-Wert (t-Test)
Körpergewicht	CA-LG	1926.8	1885.8	1967.8	-48.8	0.093
	Ktr	1975.6	1934.4	2016.9		
Ohne Covariable Körpergewicht						
Knochengewicht	CA-LG	16.83	16.35	17.31	0.20	0.555
	Ktr	16.63	16.15	17.11		
Knochenanteil	CA-LG	0.875	0.852	0.899	0.028	0.094
	Ktr	0.848	0.825	0.871		
Bruchfestigkeit	CA-LG	720.8*	680.2	763.7	4.8	0.868**
	Ktr	716.0*	675.7	758.6		
Mit Covariable Körpergewicht						
Knochengewicht	CA-LG	16.85	16.44	17.27	0.42	0.142
	Ktr	16.43	16.01	16.84		
Knochenanteil	CA-LG	0.872	0.850	0.893	0.018	0.242
	Ktr	0.854	0.832	0.876		
Bruchfestigkeit	CA-LG	720.3*	679.4	763.6	3.6	0.902**
	Ktr	716.7*	675.9	759.8		

* LSMean und deren Intervall ergeben sich aus der Rücktransformation der Schätzungen in der Transformationskala

** Test erfolgt in der Transformationskala

Zusammenfassung der Erfahrungen mit der Stationsprüfung

Als Fazit der Stationsprüfung kann Folgendes zusammengefasst werden:

- Prüfzeitraum und Anzahl Prüftiere waren, finanziell bedingt, an der unteren Grenze
- Trotzdem konnte die Wirkung des zusätzlichen organischen Kalziums bei älteren Hühnern in der 2. Legeperiode und dort besonders bei den großen Eiern nachgewiesen werden.
- Eine zeitlich unbefristete Zugabe des organischen Kalziums über den Tag hat Vorteile gegenüber der produktionsbedingt, zeitlich eingegrenzten Supplementierung während der Feldprüfung
- Da das Weglassen oder die starke Reduzierung des anorganischen Kalziums im Futter und Austausch durch organisches Kalzium in einer Feldprüfung aus Produktionssicherheitsgründen kaum zu realisieren ist, sollte diese Fragestellung unter Stationsbedingungen in einem Folgeprojekt bearbeitet werden.

- Hinsichtlich des Verlustgeschehens in der Stationsprüfung ist für kommende Untersuchungen eine längere Adaptationsphase vorzusehen.
- Die Stationsprüfung war für die Zielsetzung des Projektes unerlässlich und hat wichtige Erkenntnisse und Erfahrungen für weitere Untersuchungen gebracht.

3.2.3 Monitoring der Druckluft-Impulsspülung (Fotos PfalzTec)

Auf der Basis des regelmäßigen Monitorings der Druckluft-Impulsspülung konnten durch die Firma PfalzTec im Rahmen des Projektes folgende Ergebnisse erzielt werden:

Allgemein

- Eine zuverlässig arbeitende Tränkespülung ist entstanden und konnte zu einer fast 100%-igen Marktreife gebracht werden.
- Die Trinkwasserversorgung des Geflügels, das Zudosieren von Nahrungsmittelzusätzen und Medikamenten funktioniert perfekt, Biofilm und Ablagerungen des eingebrachten Zusatzes werden sicher entfernt und ausgespült.
- Die umfassende Überwachung kann sichergestellt werden.
- Alle Bauteile und Baugruppen haben sich bewährt über die 2 Jahre.

Wasserverbrauchserfassung

- Eine komplette Integration der Wasserverbrauchserfassung wird über den Projektabschluss hinaus erfolgen, wodurch gezielte Auswertungen möglich werden.
- Manuelle Ablesung hat ergeben pro Spüldurchgang für alle Kanäle werden ca. 73L Wasser verbraucht.

Änderung Elektrotechnik

- Der hardwaremäßige Umbau des Elektroschranks wird voraussichtlich nach Abschluss des Projektes im Ausstellungszeitraum erfolgen.
- Er umfasst ebenfalls den Einbau von Kommunikationstechnik für die Visualisierung und Fehlerfernmeldung, die Umrüstung auf zusätzliche Temperaturmodule zur Temperaturerfassung aller Stränge.

Notbetrieb und Spülfunktion

- Der Übergang der Anlage in den Notbetrieb konnte minimiert und so die Entnahme großer Wassermengen verhindert werden.
- Das wurde möglich durch ein zusätzliches Spülen, welches das Ausbringen der im Impulsspülzyklus gelösten Ablagerungen und die störungsfreie Funktion der Überwachungselemente im Tränkestrang sicherstellt.

Visualisierung

- Die Entwicklung einer übersichtlichen und schlüssigen Visualisierung erfordert einen höheren Aufwand als erwartet.
- Diese wird erst nach Projektende und elektrischem Umbau verfügbar werden.
- Auftretende Störungen können dann vorrangig per SMS als einfaches und stets verfügbarer Nachrichtenträger an bestimmte Empfänger gesandt werden.

Im Laufe des Betriebes waren folgende Fehlerdiagnosen aufgetreten und konnten durch Fehlerbehebung und Weiterentwicklung durch KVP (Kontinuierlicher Verbesserungsprozess) bewältigt werden:

Magnetventil ausgefallen

- Vermutlich durch anstehenden Gegendruck
- Keine Funktion des stromlosen Betriebes, weil Magnetventil nicht aufgeht (sehr schlecht),
- Um die stetige Wasserversorgung sicherzustellen kann als Notlösung die Anlage im Bypass-Dauerbetrieb laufen.
- Überlegungen, ob die Funktion über die Steuerung dauerhaft einzustellen ist
- Dosatron für die Notfallversorgung per Hand auf Durchlauf stellen
- Kein Impulsspülen in der Zeit möglich
- Als Lösung wird ein Rückschlagventil direkt hinter das Magnetventil in den Wasserstrang gesetzt, um den Gegendruck auf 0 bar zu bringen (Abbildung 54).



Abbildung 54 Magnetventil

Schwimmerschalterdysfunktion

- Schalter durch Mittel festgesetzt
- Lampe immer grün, da die Steuerung das Signal über einen gefüllten Tränkenstrang erhält und dieses entsprechend verarbeitet.
- Es wird eine Lösung zur Darstellung dieses Fehlers erarbeitet.
- Das Schrägsetzen der Baugruppe brachte leider nur eine lokale Verlagerung der Absetzung der Rückstände mit sich.
- Durch softwaretechnischen Einbau eines zusätzlichen Spülens ließen sich die Ablagerungen ebenfalls

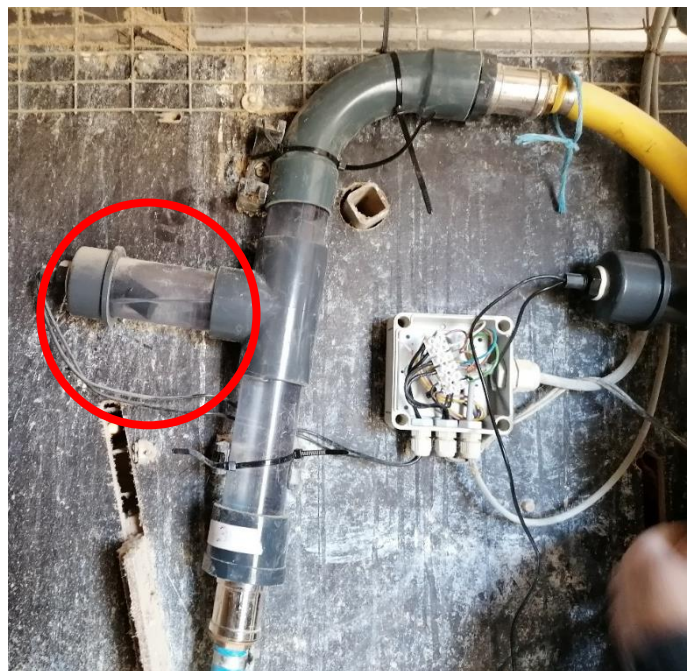


Abbildung 55 Tränke-Ausgangsarmatur

nicht herausragen.

- Der Test mit einer kontaktlosen Füllstandserfassung, in welcher Ablagerungen keinen Einfluss auf die Funktion des Sensors haben, wird begonnen.

Sehr geringer Wasserdruck in der Tränke

- wegen des nach einiger Zeit auftretenden geringen Wasserdrucks füllten sich die Tränkestränge oft sehr langsam.
- Ursache ist die durch sehr alte Versorgungsleitungen eingebrachte Verschmutzung des Wassers, welche im EingangsfILTER der Anlage aufgefangen wurden und den Filter rasch zusetzten.
- Der Filter ist regelmäßig zu ersetzen damit dieser Effekt vermieden wird.

Wasserverbrauchserfassung

- Bezüglich der Sicherstellung einer ständigen Wasserversorgung der Tiere wird an einer Erfassung des Wasserverbrauchs und dessen Dokumentierung mittels Steuerung gearbeitet.
- Ein Kontaktwasserzähler liest den Wasserstrom in die Steuerung.
- Errechnung und mitloggen des Wasserverbrauchs in der SPS.
- Bei Schwankungen lassen sich Rückschlüsse auf die Funktion der Anlage ziehen.
- Für die Kosten-Nutzen-Analyse des Projektes können diese Zahlen ebenfalls genutzt werden.



Abbildung 56 Kontaktwasserzähler

Frostgefahr

- Einige Tränkteile unterliegen trotz Begleitheizung der Frostgefahr.
- Hier wird eine Temperaturerfassung erarbeitet, welche auch im Allgemeinen Aussagen über die Wasserqualität leisten kann.
- Bei Frostgefahr kann eine entsprechende Meldung erfolgen und vom Betreiber gegengesteuert werden.

Visualisierung

- Während der Services mangelte es stets an der Möglichkeit, bestimmte Zustände auf einfache Art und Weise zu simulieren
- Dazu wird derzeit an der Möglichkeit der Visualisierung des Anlagenbetriebs gearbeitet
- Sowohl Dienstleister als auch Betreiber haben die Möglichkeit den Anlagenzustand auf Handy, Tablet oder PC zu überwachen und ggf. einzugreifen (Abbildung 57)
- Warn- und Gefahrmeldungen per E-Mail auf die betreiber-IT-Systeme sind ebenfalls Teil der Implementierung
- Über ein Konzept zur Fernwartung wird auch nachgedacht

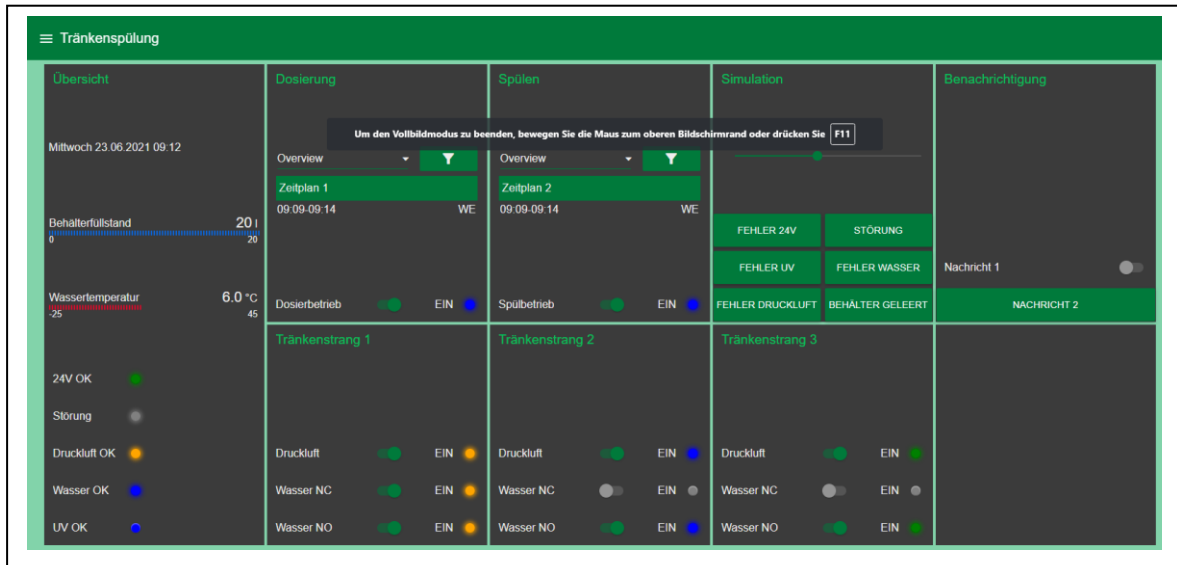


Abbildung 57 Entwurf einer Visualisierung der Tränkeüberwachung

Wasserqualität

Die Protokolle der Wasserqualitätsuntersuchungen sind im Anhang (Abbildungen A-01/02) einzusehen. Wenn auch, wie bereits ausgeführt, die geplanten quartalsweisen Überprüfungen der Wasserqualität durch die Corona-bedingten Ausfälle in den Laborkapazitäten stark reduziert werden mussten, so zeigen die vorliegenden Untersuchungen die gute Reinigungskraft der Druckluft-Impulsspülung. Waren in der Probe vom 21.02.2021 lediglich 200 bis 300 Gesamtkeime cfu/ml (cfu = Koloniebildende Einheiten) nachweisbar, so konnten in der Probe vom 10.08.2022 keine Keime nachgewiesen werden. Damit kann die Anlage im Sinne der Wasserqualität als sicher angesehen werden.

3.3 Nebenergebnisse des Projektes

Neben den Erkenntnissen zur Funktionstüchtigkeit der Druckluft-Impulsspülung und der Wirkung des zusätzlichen organischen Kalziums auf die Schalenstabilität besonders bei großen Eiern soll im Folgenden eine erste grobe ökonomische Betrachtung als Nebenergebnis eingefügt werden. Die Berechnungen basieren auf dem gegenwärtigen Durchschnittserlös/Ei nach Größenklassen, der Legeleistung des Stalles am Tag, dem Bestand an Anfangshennen je Legeperiode, dem gegenwärtigen Futterpreis und den Ergebnissen der Stationsprüfung hinsichtlich Futtermittelverzehr.

Es hat sich gezeigt, dass in der ersten Legeperiode etwas höhere Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchsgruppe erzielt werden konnten als in der Kontrollgruppe und das ziemlich kontinuierlich über die gesamte Legeperiode (Abbildung 58). Im Mittel beträgt die Differenz 0,2 Ct. Dies resultiert vor allem aus dem etwas höheren Anteil größerer Eier als in der Kontrollgruppe. Das manifestiert sich auch in den kumulierten Einnahmen je Anfangshenne auf den Betrachtungszeitraum (85. Bis 335. Lebenstag) bezogen (Abbildung 60 und 61). Über den gesamten Betrachtungszeitraum ergibt sich eine Mehreinnahme pro Henne von 0,30 €, was beim aktuellen Tierbestand des Versuchsbetriebes, auf den Gesamtbestand bezogen, ca. 3.000,00 € entsprechen würde.

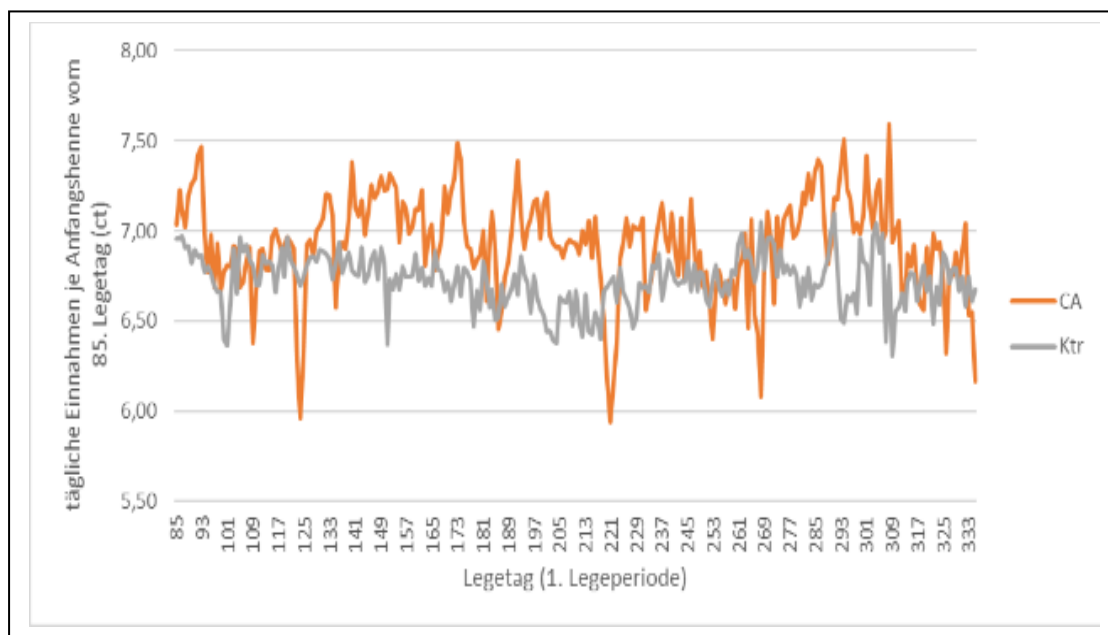


Abbildung 58: Verlauf der täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode

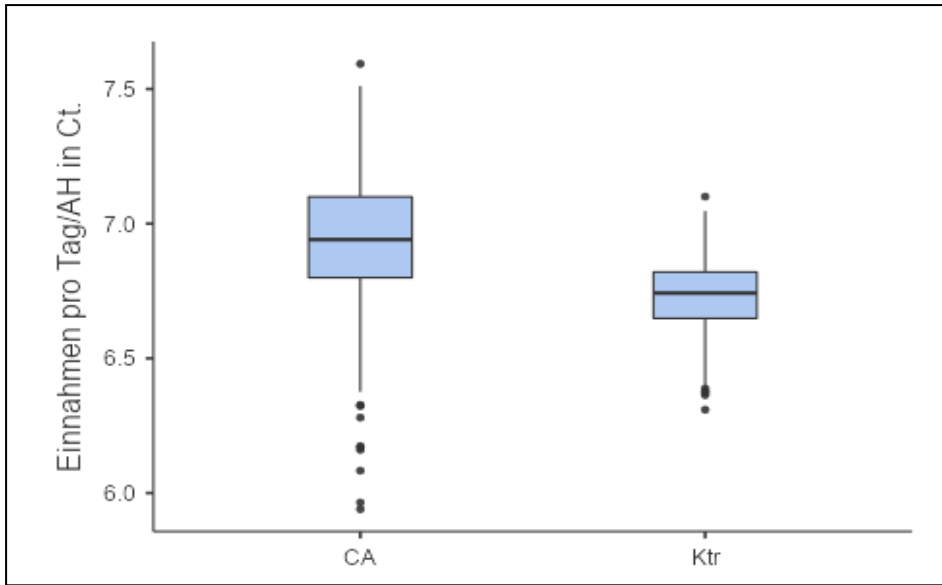


Abbildung 59: Boxplots der täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

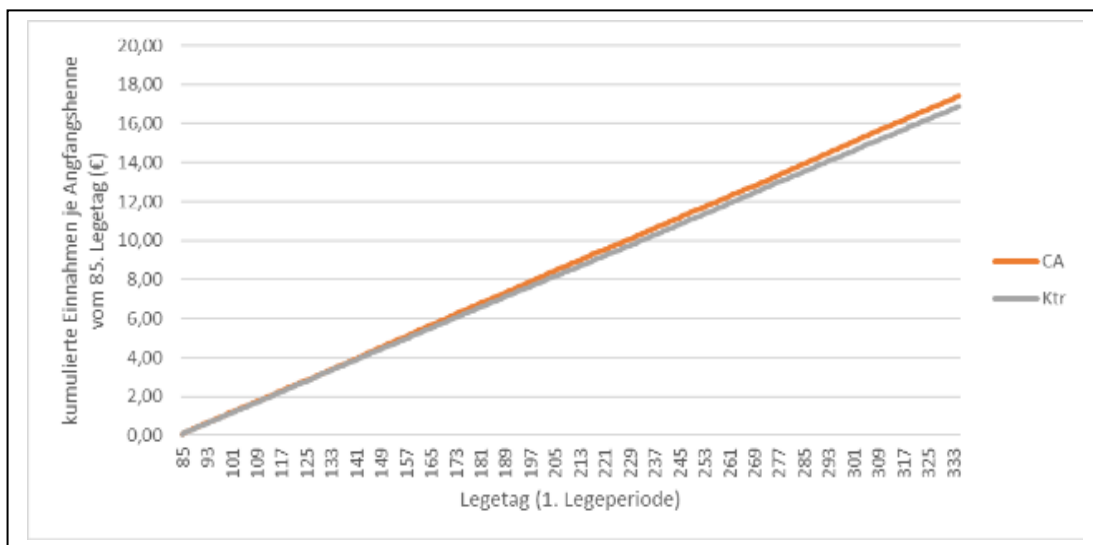


Abbildung 60: Verlauf der Kumulierung der täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode

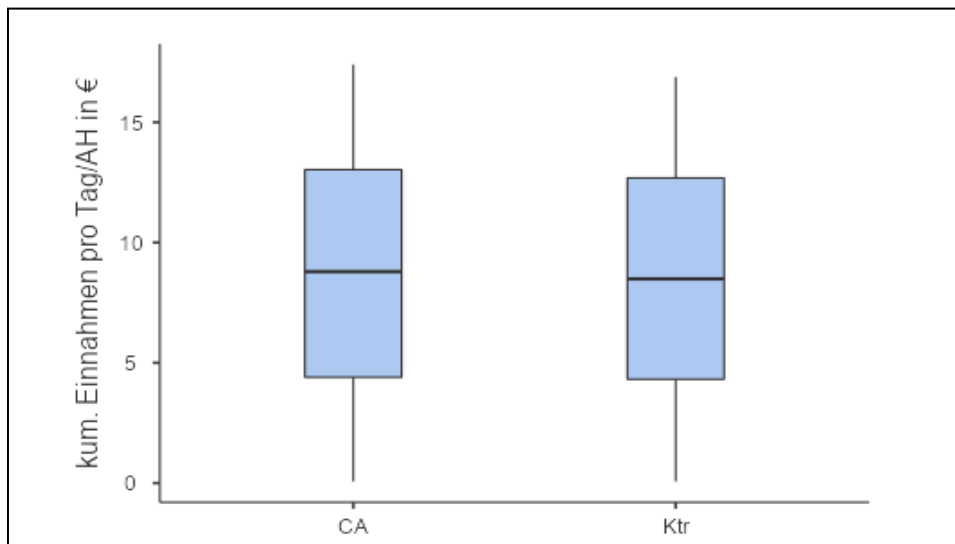


Abbildung 61: Boxplots der kumulierten täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

In der zweiten Legeperiode sieht das am vorliegenden Material etwas anders aus. Dort hat die Kontrollgruppe eine Überlegenheit bei den Einnahmen von 0,44 Ct/Tier und Tag, auch hier relativ stabil über den gesamten Zeitraum. Es ergibt sich auf die Gesamtzeit vom 45. bis zum 225. Lebenstag eine tägliche Mindereinnahme/Tier der Versuchsgruppe von 0,42 Ct/Anfangshenne. Bei den kumulierten Ergebnissen ergibt sich eine Differenz von insgesamt 0,42 €/Anfangshenne Mindereinnahmen über den gesamten Zeitraum vom 45. bis 225. Lebenstag. Ursachen dafür konnten nicht ermittelt werden.

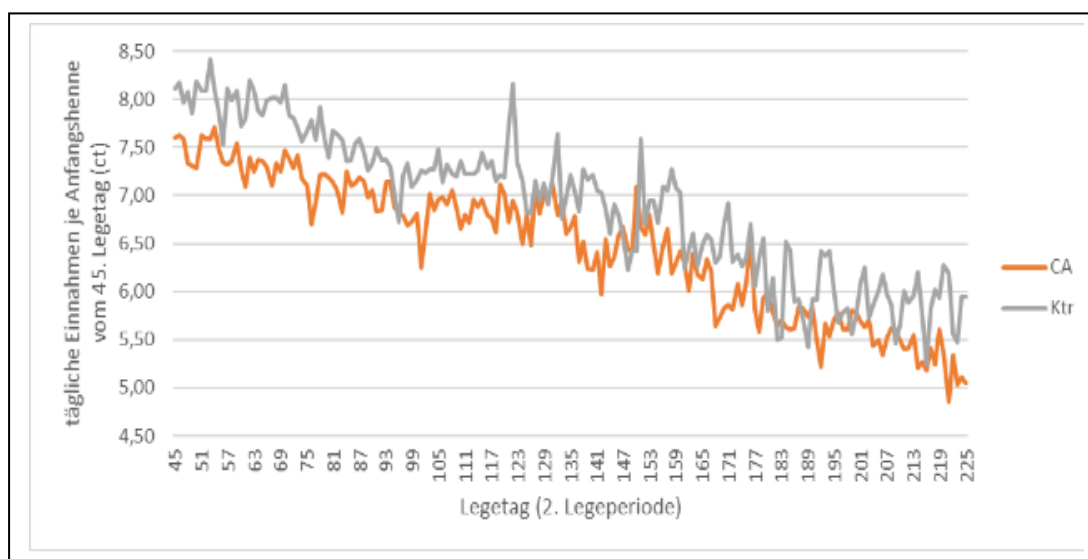


Abbildung 62: Verlauf der täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode

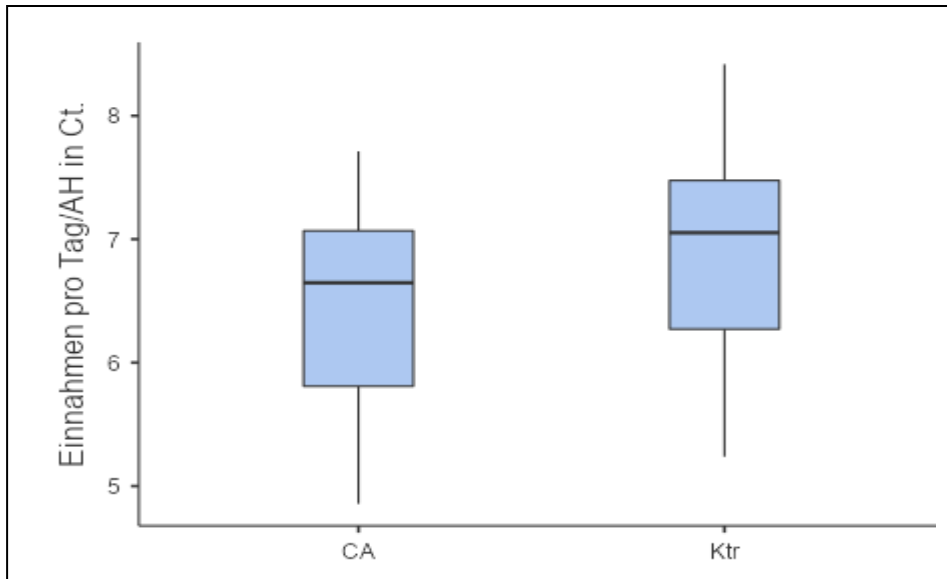


Abbildung 63: Boxplots der kumulierten täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

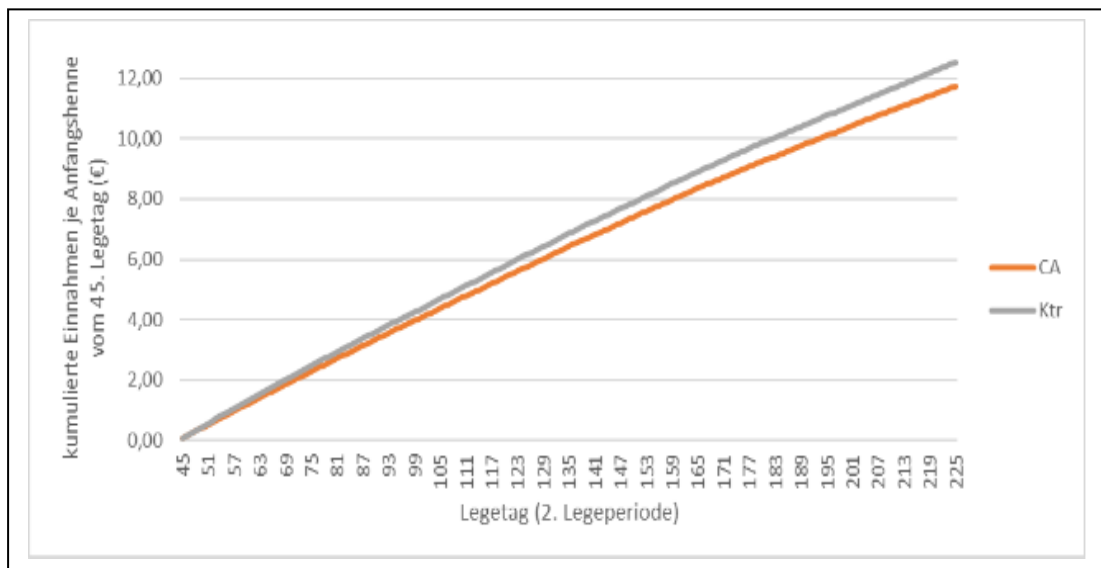


Abbildung 64: Verlauf der Kumulierung der täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode

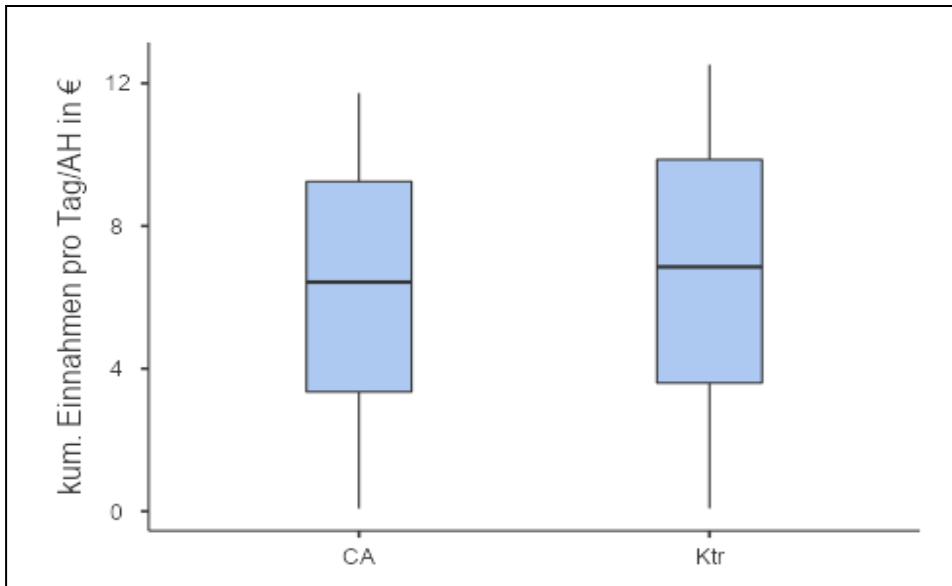


Abbildung 65: Boxplots der kumulierten täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern

Den Praktiker interessiert vor Einführung des Systems die Mehrbelastung durch die Abschreibung der Druckluft-Impulsspülung und die Kosten für das Präparat. Kalkuliert man das System für einen Betrieb mit ca. 10.000 Legehennen, so ergibt sich bei Unterstellung der aktuellen Kosten aus dem Versuchsbetrieb (Abschreibung für Anlage, Kosten für Präparat und Futter) und die in der Stationsprüfung ermittelte Einsparung von Futter bei Einsatz von organischem Kalzium, folgendes Bild:

Legeperiode 1 420 Tage bei 5350 Anfangshennen

Legeperiode 2 245 Tage bei 4550 Anfangshennen

Kosten für Präparat 6,49 €/kg

Kosten für Abschreibung der Anlage (Gesamtkosten 10.000,- €,) 10 Jahre Abschreibung, pro Jahr 1.000,- € \cdot / 365 = 2,74 €/Tag

Futterkosten 0,45 €/kg

Futtermverbrauch/Tier/Tag 120 g

Einsparung von Futter 4g/Tier und Tag

1. Legeperiode

Abschreibung $420 \text{ Tage} \times 2,74 \text{ € Abschreibung/Tag} = 1.151,- \text{ € / Legeperiode}$
bei 5350 AH = $0,22 \text{ €/AH}$ und Legeperiode

Kosten für Präparat $6,49 \text{ €/kg} \times 0,0006 \text{ kg/Tier/ Tag} = 0,004 \text{ €/Tier und Tag}$
 $420 \text{ Tage} \times 0,004 \text{ €} = 1,68 \text{ €/AH}$ und Legeperiode

Mehrkosten insgesamt:

$0,22 \text{ € Abschreibung} + 1,68 \text{ € Kosten für org. Kalzium} = 2,00 \text{ €/AH}$
und Legeperiode

Futterkosteneinsparung:

Futterkosten bei 120 g Futtermittelverbrauch/Tier/Tag

$0,49 \text{ €/kg} \times 0,120 \text{ kg/Tier/Tag} = 0,059 \text{ €/Tier und Tag}$

Futterkosten bei 116 g Futtermittelverbrauch/Tier /Tag

$0,49 \text{ €/kg} \times 0,116 \text{ kg/Tier/Tag} = 0,057 \text{ €/Tier und Tag}$

Futterkosteneinsparung bei 420 Tagen ($0,002 \text{ €/Tier und Tag}$)

$420 \text{ Tage} \times 0,002 \text{ €/Tier/ Tag} = 0,84 \text{ €/AH}$ und Legeperiode

Damit reduziert sich die Mehrbelastung durch das System in der 1. Legeperiode auf $1,16 \text{ €/AH}$ und Legeperiode.

2. Legeperiode

Abschreibung $245 \text{ Tage AH} \times 2,74 \text{ € Abschreibung/Tag} = 671,-\text{€ /Legeperiode}$
bei 4550 AH = $0,15 \text{ €/AH}$ und Legeperiode

Kosten für Präparat $6,49 \text{ €/kg} \times 0,0006 \text{ g/Tier/Tag} = 0,004 \text{ €/Tier/Tag}$
 $245 \text{ Tage} \times 0,004 \text{ €} = 0,98 \text{ €/AH}$ Legeperiode

Mehrkosten insgesamt

0,15 € Abschreibung + 0,98 € Kosten für org. Kalzium = 1,13 €/AH und
Legeperiode

Futterkosteneinsparung bei 245 Tagen (0,002 €/Tier und Tag)

245 Tage x 0,002 €/Tier = 0,49 €/AH und Legeperiode

Damit reduziert sich die Mehrbelastung durch das System in der 2. Legeperiode auf 0,64 €/AH und Legeperiode.

Den Autoren ist bewusst, dass es sich hierbei um eine grobe Kalkulation handelt, die die Herdenstruktur der Versuchsbetriebes als Basis nimmt, die Verlustsenkung durch weniger Brucheier nicht berücksichtigt, wie auch mögliche Wartungskosten für die Druckluft-Impulsspülung nicht einberechnet. In anderen Betrieben mit anderen Tierbestandsgrößen können sich abweichende Ergebnisse darstellen.

4 Ergebnisverwertung

4.1 *Nutzung der Ergebnisse in der Praxis*

- Die Ergebnisse des Projektes werden im Projektbetrieb Zelyk bereits genutzt. So wird im Landwirtschaftsbetrieb Zelyk davon ausgegangen, dass man den Einsatz von organischem Kalzium fortsetzt und dazu die Druckluft-Impulsspülung käuflich erwerben. Die Projektergebnisse und die empirisch guten Erfahrungen mit der Supplementierung von organischem Kalzium veranlassen den Betrieb mit diesem System weiterzumachen.
- Die Ergebnisse können generell für alle Eier-Produzenten in der Konsumeierproduktion aber auch in der Bruteierzeugung von Interesse sein. Allerdings sind noch weitere tieferegehende Untersuchungen mit unterschiedlichen Ansätzen hinsichtlich Dosierung nach Alter und Legeperiode, zeitlicher Verabreichungen am Tag und Bezug zum Kalziumgehalt des Futters sinnvoll. Trotzdem kann das System bereits empfohlen werden.

4.2 *Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse*

- Eine erste Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgte anlässlich der Langen Nacht der Wissenschaften am 08. Juli 2022 am Campus der HTW Dresden in Pillnitz. Die Ergebnisse

wurden in Form von Demonstration und Poster dargeboten. Für den Herbst ist eine Veröffentlichung in der Deutschen Geflügelzeitung vorgesehen und für den Sächsischen Geflügeltag am 12.09.2023 besteht eine Anfrage des LfULG für einen Vortrag.

5 Wirkung des Projektes

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

1. Förderung von Wissenschaft und Innovation

- Es konnten wissenschaftlich untersetzte Daten zu einem neuen Applikationsverfahren für Kalzium in der Legehennenfütterung erzielt werden. Dabei ist die erprobte Technik in Zukunft auch für andere Applikationen, wie Medikamente oder Futterergänzungstoffe verwendbar.

2. Verbesserung der Lebens- und Wettbewerbsfähigkeit ...

- Die Ergebnisse bringen einen Beitrag zur Verlustsenkung in allen Produktionszweigen und -stufen und damit zur verbesserten Wettbewerbsfähigkeit.

3. Förderung der Organisation der Nahrungsmittelkette einschl. Verarbeitung und Vermarktung ...

- Legehennen haltende Betriebe sind Teil der Nahrungsmittelkette. Stabile Eierschalen verbessern die Haltbarkeit und Verwertbarkeit dieses wichtigen Nahrungsmittels und erhöhen die Produktionssicherheit. Die bessere Dosierung des organischen Kalziums verhindert Über- oder Unterdosierungen beim Einzeltier, da keine Entmischung entsteht und Wasser unabhängig der Rangordnung aufgenommen wird.

4. trifft nicht zu

5. Förderung der Ressourceneffizienz und Unterstützung des Agrar-, Nahrungsmittel-sektors bei ...

- Durch die Verwendung von organischem Kalzium werden natürliche Muschelkalkbestände (Gritproduktion) im und am Meer geschont.

6. Förderung der sozialen Inklusion, Armutsbekämpfung und wirtschaftlichen Entwicklung in ländlichen Gebieten

- Die Förderung der Legehennenhaltung ist wesentlicher wirtschaftlicher Faktor im ländlichen Raum, bringt und sichert Arbeitsplätze (Selbstversorgungsgrad Deutschlands bei Konsumenten liegt lediglich bei 73,1 %) und verbessert in der Hobby- und Kleinhaltung die Lebensqualität besonders in strukturschwachen Gebieten.

5.2 *Beitrag zu den Zielen der EIP-AGRI*

1. Förderung eines ressourceneffizienten, wirtschaftlich lebensfähigen, ... klimafreundlichen und -resistenten Agrarsektors ...
 - Gerade für ökologisch wirtschaftende Betriebe ist die Nutzung der 2. Legeperiode und die Produktion größerer Eier aus ökonomischer und tierethischer Sicht eine Alternative. Damit sind gerade für die Betriebe die Ergebnisse es Projektes von Bedeutung.
2. Beitrag zu einer sicheren, stetigen und nachhaltigen Versorgung mit Lebensmitteln ...
 - Da der Markt für größere Eier sich stetig ausdehnt, ist die Schalenstabilität von Althennen in der 1. Legeperiode und generell in der 2. Legeperiode von besonderer Bedeutung für die Versorgung der Bevölkerung mit gefragten Produkten.
- 3./4. treffen nicht zu.

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

- 1.-4. treffen nicht zu.
5. Verbesserung des Risikomanagements
 - Die Druckluft-Impulsspülung erhöht die Produktionssicherheit, insbesondere wenn die noch ausstehende Warn-App fertiggestellt ist. Die Zugabe von organischem Kalzium erhöht insbesondere bei Althennen die Schalenstabilität und damit die Verluste durch Schalenbruch.
6. Steigerung der Arbeitsproduktivität
 - Verlustsenkung bedeutet auch Steigerung der Arbeitsproduktivität. Gleichzeitig kann durch die automatische Steuerung der Druckluft-Impulsspülung der Mehraufwand für die Applikation von organischem Kalzium deutlich gesenkt werden.
7. trifft nicht zu
8. Erhöhung der Anzahl von Lebensmitteln mit geographischen und geschützten Ursprungsbezeichnungen
 - Die Nutzung der Hennen in einer 2. Legeperiode gehört in Öko-Betrieben zunehmend zur Betriebsphilosophie. Damit können die Projektergebnisse zu einer Ausweitung der Legehennenhaltung im ökologischen Bereich und indirekt auch zu einer dortigen Flächenerweiterung beitragen.
9. Erhöhung der Anzahl von Lebensmitteln mit geographischen und geschützten Ursprungsbezeichnungen

- Auch hier sind die größeren Eier aus der 2. Legeperiode von besonderem Interesse (z.B. „*Großenhainer Riesen*“).

10.-14. treffen nicht zu

6 Zusammenarbeit in der operationellen Gruppe

6.1 *Ausgestaltung der Zusammenarbeit*

- Als Zweck der Zusammenarbeit wurde in der Kooperationsvereinbarung formuliert, dass die Partner gemeinsam wissenschaftliche Versuche durchführen zur Erprobung der Applikation von organischem Kalzium an Legehennen zur Verbesserung der Eischalenqualität unter Nutzung eines neuartigen Reinigungssystems für die Tränkanlage.
- Die Zusammenarbeit war so organisiert, dass es 14-tägige Abstimmungen bei der jeweiligen Eier-Übergabe für die Eischalenuntersuchungen im Feldtest zwischen ZAFT e.V. und Landwirtschaftsbetrieb zu den anstehenden Aufgaben gab. Der Kontakt zum Hersteller der Druckluft-Impulsspülung PfalzTec erfolgte mindestens monatlich bzw. bei Bedarf. Die Abstimmungen mit dem Fachmann für Statistik (Prof. Spilke) erfolgten gleichfalls in monatlichen Rhythmus, zumeist nach Übergabe der Untersuchungsergebnisse aus dem Feldtest zur weiteren statistischen Bearbeitung.
- Die Besprechungen der OG erfolgten quartalsweise, während der Hochzeiten der Coronapandemie als Online-Veranstaltungen. Die jeweiligen Protokolle wurden dem LfULG übergeben. Darüber hinaus erfolgten telefonische Abstimmungen nach Bedarf, z.T. auch Vor-Ort-Besprechungen im Versuchsbetrieb Zelyk und in der Prüfstation der Firma feedtest. Insgesamt lief die Zusammenarbeit zur vollen Zufriedenheit der Projektleitung.

6.2 *Mehrwert der operationellen Gruppe*

- Alle am Projekt Beteiligten bestätigen, dass die Arbeit am Projekt zu neuen Erkenntnissen im jeweiligen Arbeitsbereich geführt hat und dass sich damit der Mehraufwand für alle gelohnt hat. So wird im Landwirtschaftsbetrieb Zelyk davon ausgegangen, dass man den Einsatz von organischem Kalzium unter Nutzung der Druckluft-Impulsspülung fortsetzen will. Die Firma PfalzTec konnte wertvolle Erkenntnisse zur weiteren Automatisierung und Digitalisierung der Tränkespülung gewinnen und die damit die Marktreife voranbringen. Die Firma feedtest gewann Erfahrungen mit der Prüfung von Althennen, der Gestaltung der Eingewöhnungsphase und der Fütterung in diesem Altersabschnitt. Die Projektbeteiligten des ZAFT e.V. konnten Erfahrungen sammeln bei der Leitung von AIP-AGRI-Projekten sowie bei der statistischen Aufbereitung und Auswertung von biologischen Daten mit entsprechenden statistischen Modellen.

- *Ist nach Projektende eine weitere Zusammenarbeit von OG Mitgliedern geplant?*
Sollten Folgeprojekte in Angriff genommen werden, so haben alle Partner ihr Interesse an einer Mitarbeit bekundet. Eine weitere Zusammenarbeit wird es zwischen dem Landwirtschaftsbetrieb Zelyk und der Firma PfalzTec bei der Betreuung und weiteren Entwicklung der Druckluft-Impulsspülung geben.

7 Verwendung der Zuwendung

Das für das Projekt genehmigte Budget betrug **197.701,03 €**.

Die Zuwendung wurde für die im Folgenden aufgeführten Posten verwendet:

Personalkosten

- 50 % Stelle Projektmitarbeiterin

Sachausgaben

- Eiteststrecke
- Notebook

Pauschalkosten: Porto, Reisekosten, OG-Treffen usw.

Dienstleistungen durch Dritte

- Miete Reinigungsanlage Pfalz Tec
- Monitoring Pfalz Tec
- Erfassung Produktionsdaten Landwirtschaftsbetrieb Zelyk
- Bereitstellung Hennen für Stationsprüfung
- Stationsprüfung feedtest
- Statistische Auswertungen
- Beratung und Projektleitung

Die Ei-Teststrecke der Firma Bröhring soll bei der HTW, Fakultät Landbau, Umwelt, Chemie (Prof. Freick) verbleiben und dort, wie bisher schon, für weitere Projekte bzw. auch in der Lehre eingesetzt werden. Das Notebook verbleibt beim ZAFT e.V. und wird weiterhin in Projekten eingesetzt.

8 Schlussfolgerungen und Ausblick

8.1 Rückblick

- Was lief gut im Projekt, was hätte anders angegangen werden sollen?
- Die Zusammenarbeit lief trotz der räumlichen Trennung der Projektpartner sehr gut. Das Untersuchungsmaterial (Eier) wurden pünktlich und in der Sortierung wie vereinbart geliefert. Dabei war ein hoher logistischer Aufwand erforderlich. Die 14-tägigen Eier-Untersuchungen banden viel Arbeitszeit der Projektmitarbeiterin und des Projektleiters. Hier sollten in Zukunft mehr studentische Hilfskräfte für derartige Routinearbeiten eingesetzt werden. In diesem Projekt war das Corona-bedingt nicht möglich. Die 1-monatige Verspätung des Einbaus der Druckluft-Impulsspülung war gleichfalls Corona-bedingt und hatte aber auf das Projektergebnis keinen negativen Einfluss. Hinsichtlich Verbesserungen im Prüfdesign sind diese in Punkt 8.2 aufgeführt.

8.2 Ausblick

Aus den Ergebnissen ergeben sich weitere Fragestellungen, die unter Verwendung der Druckluft-Impulsspülung untersucht werden sollten:

- *Unterschiedliche Dosierung des Präparates* - die im Projekt gewählte Dosierung ergab sich, wie auf Seite 6 erläutert, aus der 20%-igen Lösung des Präparates und den Dosierzeiten.
- *Zudosierung zu unterschiedlichen Tageszeiten* - nach Literaturangaben ist die Resorptionsfähigkeit der Hennen für Kalzium am Abend und in der Nacht besser als am Tage.
- *Teilweiser oder ganzer Ersatz des Futterkalkes durch org. Kalzium* – da es sich um eine erste Untersuchung zum Einsatz von organischem Kalzium handelte, wurde aus der Sicht der Risikominimierung eine vorerst zusätzliche Applikation des Präparates gewählt.
- *Parallele Untersuchung in der Legeperiode*, d.h. Splittung einer einheitlichen Herde (damit 100 % gleiche Genetik) – die Produktionsbedingungen ließen das im Versuchsbetrieb nicht zu. Hier sollten weitere Betriebe in die Untersuchungen einbezogen werden.

9. Danksagung

Im Namen aller Mitglieder der Operativen Gruppe des Projektes FOKAL (Landwirtschaftsbetrieb Zelyk, PfalzTec GmbH und ZAFT e.V.) sowie den Kolleginnen und Kollegen der Prüfstation feedtest und Prof. Spilke bedanken wir uns herzlichst beim Land Sachsen, beim Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft sowie beim Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie für die gewährte Förderung aus Mitteln des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des Ländlichen Raum (ELER). Durch diese Förderung konnte ein Beitrag zur Verbesserung der Produktionssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit in der Legehennenhaltung und Eierproduktion in Sachsen und darüber hinaus geleistet werden.

I. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Studiendesign.....	S. 15
Tabelle 2 Übersicht über das Tiermaterial im Stationsversuch.....	S. 18
Tabelle 3 Merkmalerfassung im Rahmen des Stationsversuchs.....	S. 18
Tabelle 4 Übersicht über die untersuchten Eier nach Legeperiode, Versuch und Kontrolle sowie Ei-Gewichtsklassen.....	S. 44
Tabelle 5 Datenumfang sowie arithmetisches Mittel und Standardabweichung für Merkmale mit täglicher Erfassung.....	S. 61
Tabelle 6 Datenumfang sowie arithmetisches Mittel und Standardabweichung für Merkmale mit wöchentlicher Erfassung.....	S. 61
Tabelle 7 Korrelationen der täglich erfassten Merkmale.....	S. 62
Tabelle 8 Korrelationen der Futteraufnahme- bzw. Verwertungsmerkmalen mit ausgewählten Merkmalen der Legeleistung.....	S. 62
Tabelle 9 Datenumfang sowie arithmetisches Mittel und Standardabweichung für Merkmale der Eiqualität nach Ei-Größenklassen und Untersuchungstagen.....	S. 65
Tabelle 10 Überblick über die Merkmalskorrelationen im Gesamtmaterial.....	S. 68
Tabelle 11 Merkmalshöhen (LSMean) und -verteilung für ausgewählte Merkmale der Eiqualität nach Ei-Größenklassen und Untersuchungstagen.....	S. 69
Tabelle 12 Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von Blut- und Fleischflecken für die Untersuchungstage 28 und 56.....	S. 71
Tabelle 13 Datenumfang sowie arithmetisches Mittel und Standardabweichung für Merkmale der Knochenmerkmale.....	S. 72
Tabelle 14 Merkmalshöhen (LSMean) und -verteilung für Knochenmerkmale und deren Vergleich.....	S. 73

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Strukturformel des Gemisches aus Calciumlactat (oben) und Calciumgluconat (unten).....	S. 6
Abbildung 2: Zeit- und Arbeitsplan (chronologisch).....	S. 9
Abbildung 3: Ei-Teststrecke der Firma Bröring.....	S. 13
Abbildung 4: Verteilung der Abteile im Stall.....	S. 16
Abbildung 5: Futterautomat (links), automatische Tränke mit 8 Nippeln in Abteilen der Kontrollgruppe (rechts), Tränkeimer mit 3 Nippeln in der supplementierten Gruppe (Mitte).....	S. 17
Abbildung 6: Nest mit 3 Legestellen.....	S. 17
Abbildung 7: Foto eines Prüfgerätes für Knochenfestigkeit.....	S. 19
Abbildung 8: Verlaufskurven der täglichen Tierverluste in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr)	

während der 1. Legeperiode.....	S. 26
Abbildung 9: Boxplots der täglichen Tierverluste in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 27
Abbildung 10: Verlauf der täglichen Legeleistung in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode.....	S. 28
Abbildung 11: Boxplots der täglichen Legeleistung in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 29
Abbildung 12: Verlauf des täglichen Anteils an Verarbeitungseiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode.....	S. 29
Abbildung 13: Boxplots des täglichen Anteils an Verarbeitungseiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 30
Abbildung 14: Verlauf des täglichen Anteils an Brucheiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode.....	S. 30
Abbildung 15: Boxplots des Anteils an Brucheiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 31
Abbildung 16: Verlauf des täglichen Anteils von Eiern der Gewichtsklasse XL an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode.....	S. 32
Abbildung 17: Boxplots des Anteils von Eiern der Gewichtsklasse XL an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 32
Abbildung 18: Verlauf des täglichen Anteils von Eiern der Gewichtsklasse L an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode.....	S. 33
Abbildung 19: Boxplots des Anteils von Eiern der Gewichtsklasse L an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 33
Abbildung 20: Verlauf des täglichen Anteils von Eiern der Gewichtsklasse M an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode.....	S. 34
Abbildung 21: Boxplots des Anteils von Eiern der Gewichtsklasse M an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 35
Abbildung 22: Verlauf der täglichen Tierverluste in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode..	S. 36
Abbildung 23: Boxplots der täglichen Tierverluste in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 36
Abbildung 24: Verlauf der täglichen Legeleistung in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode.....	S. 37
Abbildung 25: Boxplots der täglichen Legeleistung in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 37

Abbildung 26: Verlauf des täglichen Anteils an Verarbeitungseiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode.....	S. 38
Abbildung 27: Boxplots des täglichen Anteils an Verarbeitungseiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 38
Abbildung 28: Verlauf des täglichen Anteils an Brucheiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode.....	S.39
Abbildung 29: Boxplots des Anteils an Brucheiern an allen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 39
Abbildung 30: Verlauf des Täglichen Anteils von Eiern der Gewichtsklasse XL an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode.....	S. 40
Abbildung 31: Boxplots des Anteils von Eiern der Gewichtsklasse XL an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 41
Abbildung 32: Verlauf des täglichen Anteils von Eiern der Gewichtsklasse L an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode.....	S. 41
Abbildung 33: Boxplots des Anteils von Eiern der Gewichtsklasse L an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 42
Abbildung 34: Verlauf des täglichen Anteils von Eiern der Gewichtsklasse M an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode.....	S. 43
Abbildung 35: Boxplots des Anteils von Eiern der Gewichtsklasse M an allen vermarktungsfähigen Eiern in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 44
Abbildungen 36 a,b,c: Verlauf der Bruchfestigkeit in der 1. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen.....	S. 46
Abbildungen 37 a,b,c: Verlauf der Schalendicke in der 1. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen.....	S. 47
Abbildungen 38 a,b,c: Verlauf des Eiformindex in der 1. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen.....	S. 49
Abbildungen 39 a,b,c: Verlauf des Auftretens von Blut- (links) und Fleischflecken (rechts) in der 1. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen.....	S. 51
Abbildungen 40 a,b,c: Verlauf der Eigewichte in der 2. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen.....	S. 53
Abbildungen 41 a,b,c: Verlauf der Bruchfestigkeit Eigewichte in der 2. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen.....	S. 54
Abbildungen 42 a,b,c: Verlauf der Schalendicke in der 2. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen.....	S. 56
Abbildungen 43 a,b,c: Verlauf der Schalengewicht in der 2. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen.....	S. 57
Abbildungen 44 a,b,c: Verlauf des Eiform-Index in der 2. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen.....	S. 58
Abbildungen 45 a,b,c: Verlauf des Auftretens von Blut- (links) und Fleischflecken (rechts) in der 2. Legeperiode nach Ei-Gewichtsklassen.....	S. 59
Abbildung 46: tägliche Anzahl Eier gesamt je Durchschnittshenne über den Verlauf des Prüfzeitraumes nach Versuchs- und Kontrollgruppe.....	S. 63

Abbildung 47: tägliche Anzahl marktfähiger Eier je Durchschnittshenne über den Verlauf des Prüfzeitraumes nach Versuchs- und Kontrollgruppe.....	S. 63
Abbildung 48: tägliche Futtermittelaufnahme in g je Durchschnittshenne über den Verlauf der Prüfungswochen nach Versuchs- und Kontrollgruppe.....	S. 63
Abbildung 49: Futtermittelaufwand in kg/kg Eimasse je Durchschnittshenne über den Verlauf der Prüfungswochen nach Versuchs- und Kontrollgruppe.....	S. 63
Abbildung 50: Schätzwerte der Bruchfestigkeit im Rahmen der Stationsprüfung.....	S. 70
Abbildung 51: Schätzwerte der Schalendickete im Rahmen der Stationsprüfung.....	S. 70
Abbildung 52: Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Blutflecken nach Untersuchungstagen.....	S. 71
Abbildung 53: Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Fleischflecken nach Untersuchungstagen.....	S. 71
Abbildung 54: Magnetventil.....	S. 75
Abbildung 55: Tränke-Ausgangsamatur.....	S. 75
Abbildung 56: Kontaktwasserzähler.....	S. 76
Abbildung 57: Entwurf einer Visualisierung der Tränkeüberwachung.....	S. 77
Abbildung 58: Verlauf der täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode.....	S. 78
Abbildung 59: Boxplots der täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 79
Abbildung 60: Verlauf der Kumulierung der täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode.....	S. 79
Abbildung 61: Boxplots der kumulierten täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 80
Abbildung 62: Verlauf der täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode.....	S. 80
Abbildung 63: Boxplots der kumulierten täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 81
Abbildung 64: Verlauf der Kumulierung der täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 1. Legeperiode.....	S. 81
Abbildung 65: Boxplots der kumulierten täglichen Einnahmen je Anfangshenne in der Versuchs- (CA) und Kontrollgruppe (Ktr) während der 2. Legeperiode mit Mittelwert und Ausreißern.....	S. 82

Das Literaturverzeichnis liegt bei den Verfassern vor.

III. Anhang

Abbildung A-01 Protokoll der mikrobiologischen Wasserqualitätsuntersuchung vom 21.02.2021

MEDIZINISCHES LABOR OSTSACHSEN
DRESDEN BAUTZEN GÖRLITZ

LWB Zelyk
Hauptstr. 3 Kemnitz
02748 Bernstadt

Datum: 24.02.21

Eingangsdatum	Probenbezeichnung	Gesamtkeimzahl in cfu/ml	Keimzahl coliforme Keime in cfu/ml	Bemerkungen
24.02.21	Strang 1	200	80	
	Strang 2	200	40	
	Strang 3	300	10	

Ausgangsdatum Labor: 27.02.21

Stempel und Unterschrift Labor
Medizinisches Labor Ostsachsen MVZ GbR
Cottbuser Str. 11, 02826 Görlitz
Tel: 03581 66 93 115
Fax: 03581 66 93 984

Abbildung A-02 Protokoll der mikrobiologischen Wasserqualitätsuntersuchung vom 10.08.2022

MEDIZINISCHES LABOR OSTSACHSEN
DRESDEN BAUTZEN GÖRLITZ

Ärztlicher Leiter:
Prof. Dr. med. habil. Thomas Luther
Facharzt für Immunologie

Dr. med. Anja Weiss
Fachärztin für Laboratoriumsmedizin

Dr. med. Silke Gaudschor
Fachärztin für Mikrobiologie

Thomas Körtner
Facharzt für Laboratoriumsmedizin

Dr. med. Claudia Frenckha
Fachärztin für Mikrobiologie

Dr. med. univ. Christine Heller
Fachärztin für Laboratoriumsmedizin

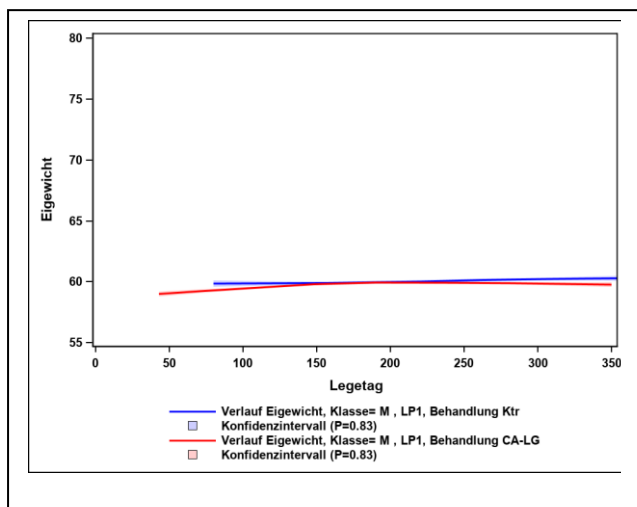
Medizinisches Labor Ostsachsen, Cottbuser Str. 11, 02826 Görlitz

10.08.2022

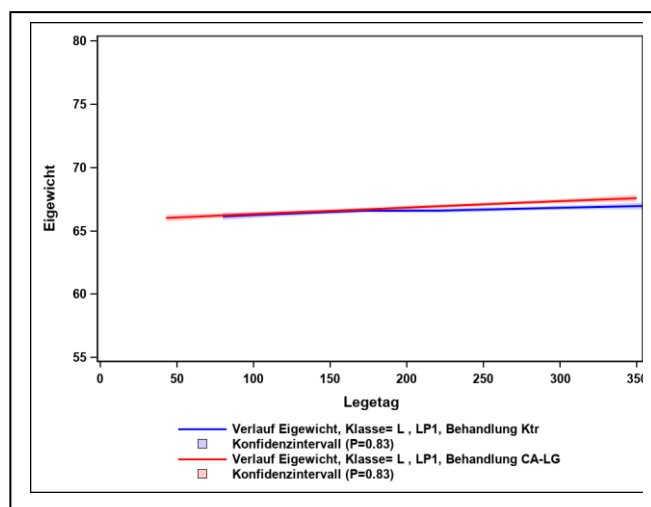
LWB Zelyk
Hauptstr. 3, Kemnitz
02748 Bernstadt

Eingangsdatum	Probenbezeichnung	Gesamtkeimzahl in CFU/ml	Keimzahl coliforme Keime in CFU/ml
09.08.22	1/1 O	0	0
	1/1 M	0	0
	1/1 U	0	0
	2/1 O	0	0
	2/1 M	0	0
	2/1 U	0	0

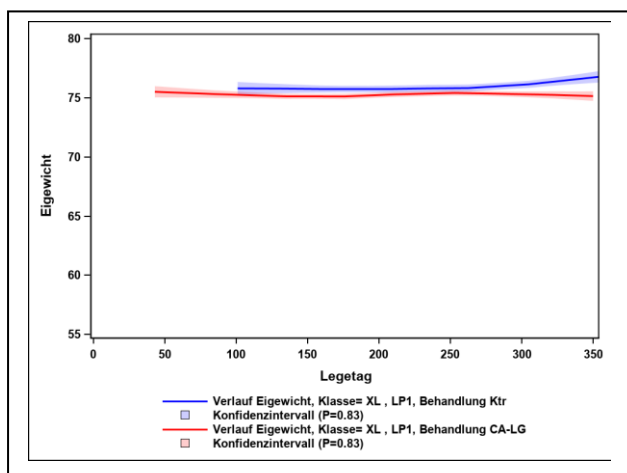
Abbildungen A-03 a,b,c Verlauf der Eigewichte in der 1. Legeperiode



A 03 a) M-Eier

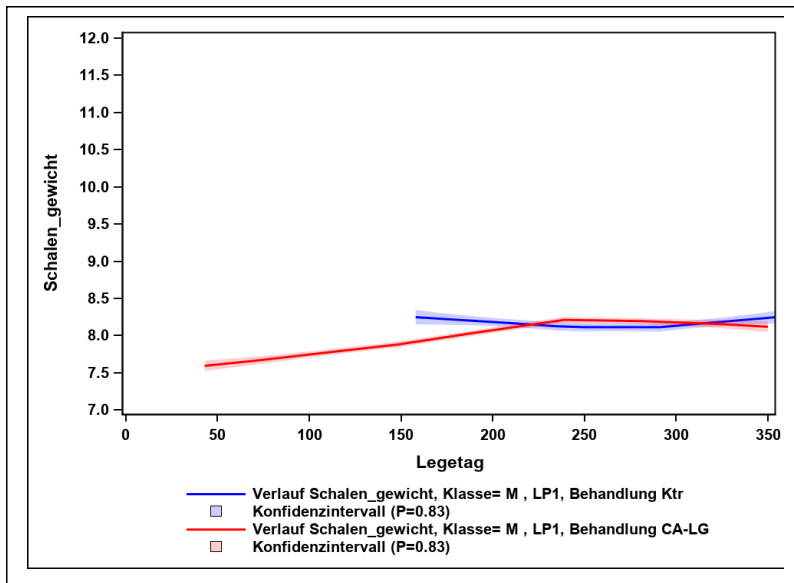


A 03 b) L-Eier

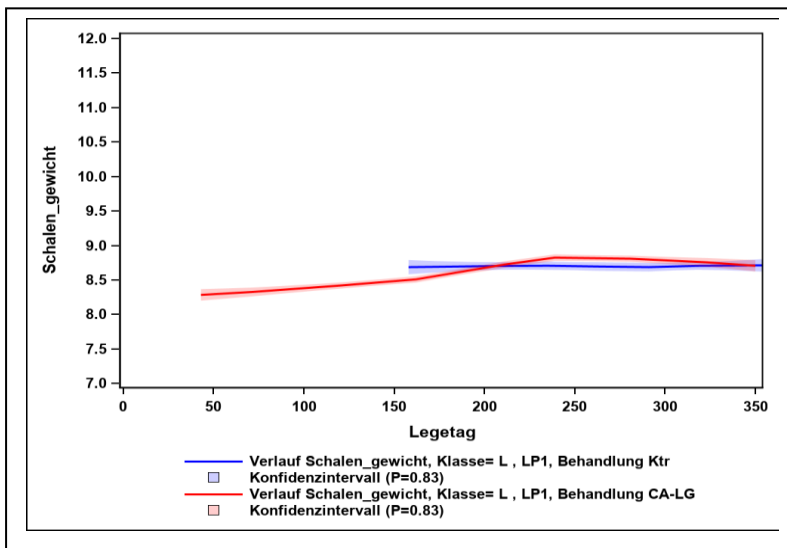


A 03 c) XL-Eier

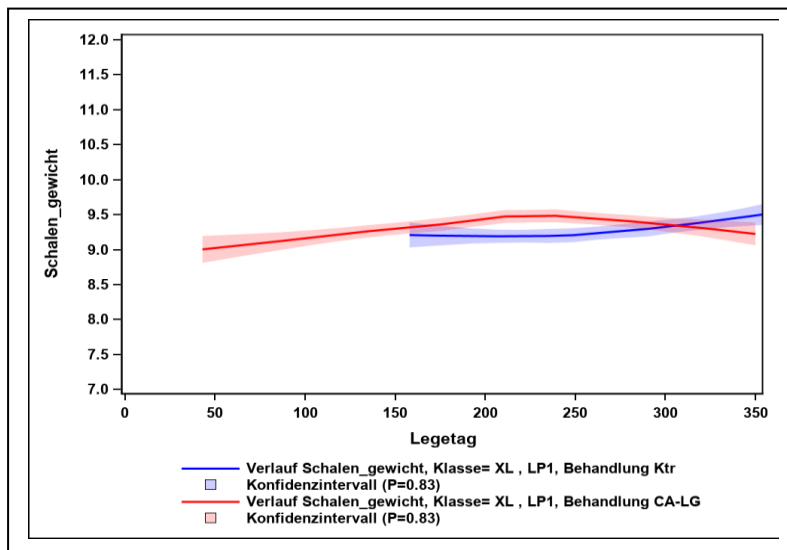
Abbildung A-04 Verlauf der Schalengewichte in der 1. Legeperiode



A 04 a) M-Eier

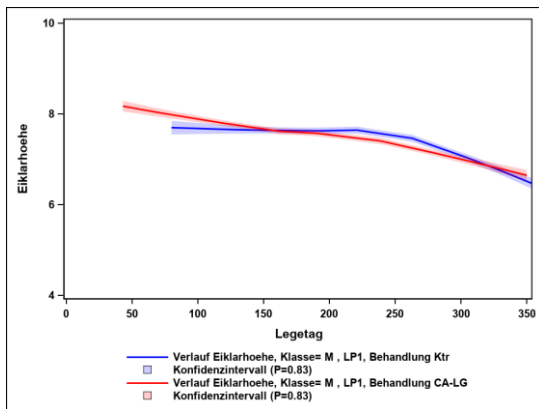


A 04 b) L-Eier

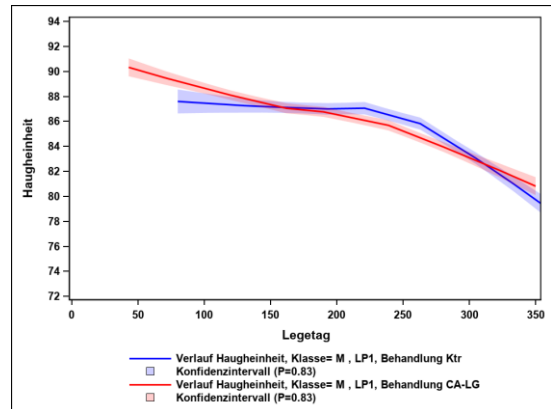


A 04 c) XL-Eier

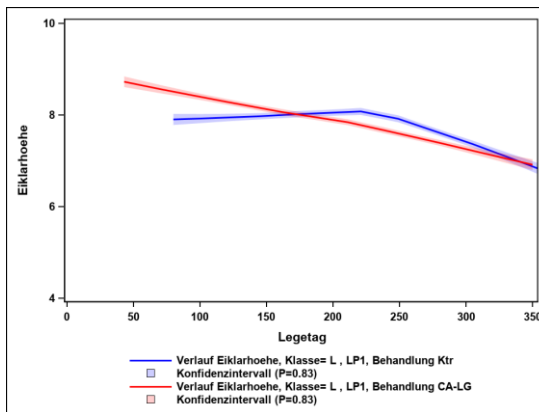
Abbildung A-05 Verlauf von Eiklarhöhe und Haugheit in der 1. Legeperiode



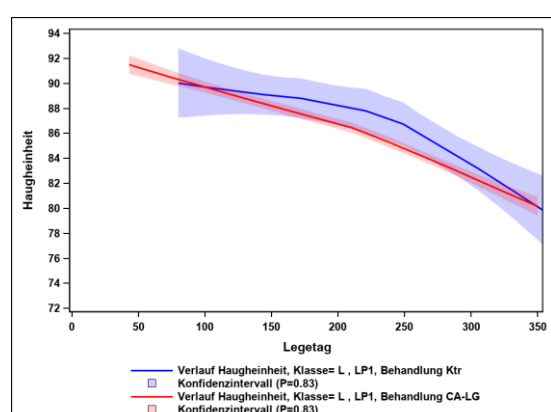
A 05 a) Eiklarhöhe, M-Eier



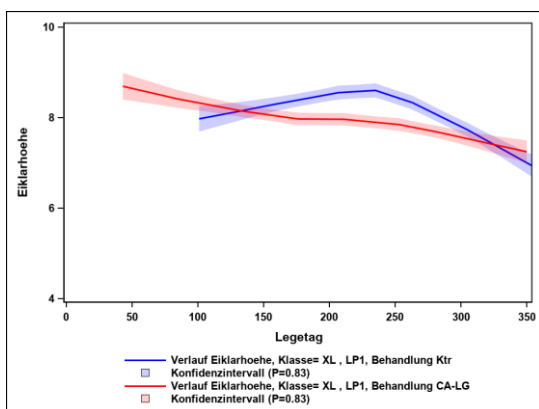
A 05 b) Haugheit M-Eier



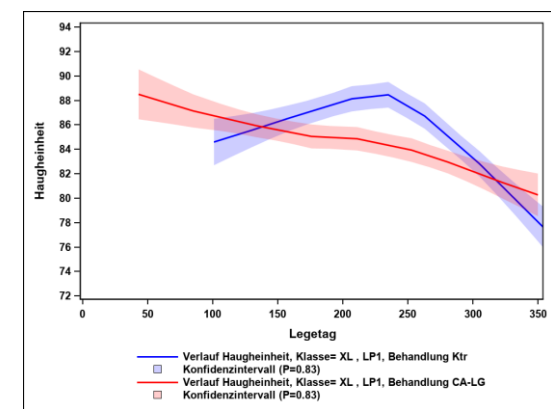
A 05 c) Eiklarhöhe, L-Eier



A 05 d) Haugheit, L-Eier

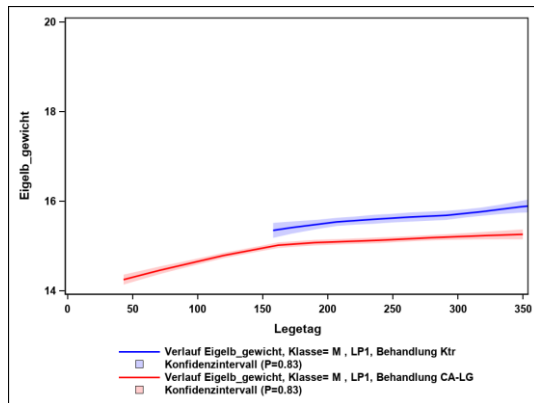


A 05 e) Eiklarhöhe, XL-Eier

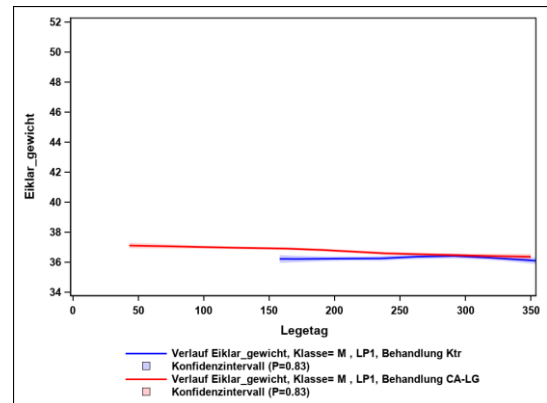


A 05 f) Haugheit, XL-Eier

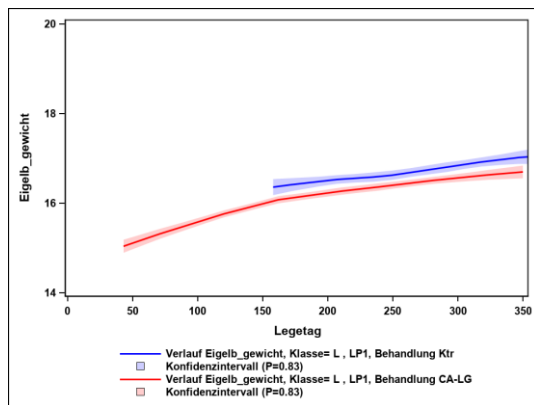
Abbildung A-06 Verlauf von Eigelb- und Eiklargewicht in der 1. Legeperiode



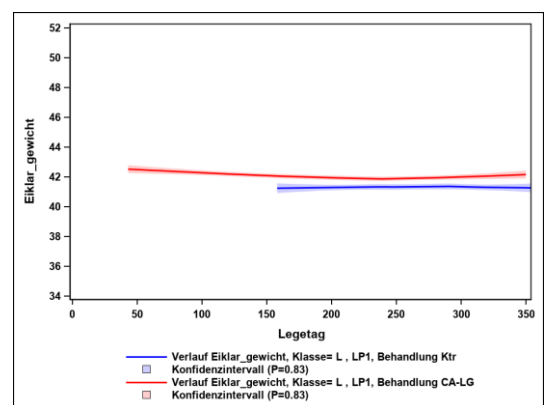
A 06 a) Eigelbgewicht, M-Eier



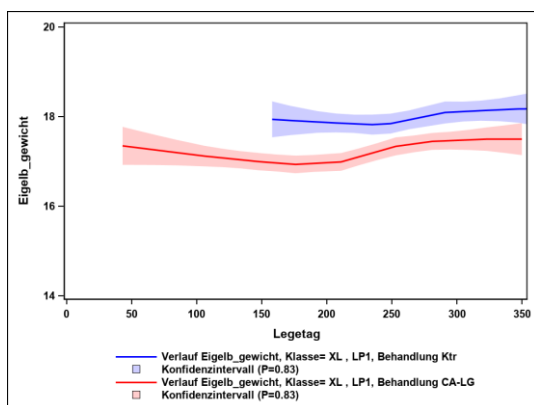
A 06 b) Eiklargewicht, M-Eier



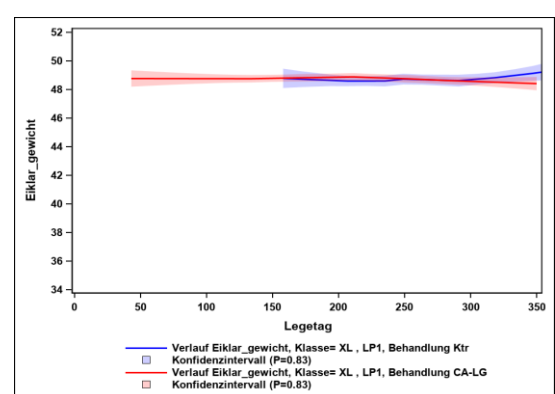
A 06 c) Eigelbgewicht, L-Eier



A 06 d) Eiklargewicht, L-Eier



A 06 e) Eiklarhöhe, XL-Eier



A 06 f) Haugheit, XL-Eier

Tabelle A-07 Statistischer Vergleich der quantitativen Eiquantitätsmerkmale im Stationstest

Merkmal	Tag	Behandlung	LSMean	uG	oG	Diff CA-LG -Ktr	P-Wert (t-Test)
Eigewicht	28	CA-LG	66.88	66.26	67.49	0.056	0.899
		Ktr	66.82	66.20	76.44		
	56	CA-LG	66.14	65.51	66.77	-0.197	0.665
		Ktr	66.34	65.71	66.97		
Eiklarhöhe	28	CA-LG	7.24	7.11	7.36	-0.094	0.298
		Ktr	7.33	7.20	7.46		
	56	CA-LG	7.28	7.15	7.41	0.094	0.310
		Ktr	7.19	7.06	7.31		
Schalendicke	28	CA-LG	0.394	0.390	0.398	0.0059	0.039
		Ktr	0.388	0.384	0.392		
	56	CA-LG	0.388	0.383	0.392	0.0022	0.453
		Ktr	0.385	0.381	0.389		
Haugheit	28	CA-LG	82.77	81.98	83.56	-0.657	0.250
		Ktr	83.43	82.63	84.23		
	56	CA-LG	83.33	82.52	84.15	0.779	0.180
		Ktr	82.55	81.75	83.36		
Breite	28	CA-LG	45.13	45.06	45.20	0.0321	0.521
		Ktr	45.10	45.03	45.17		
	56	CA-LG	44.91	44.84	44.98	0.0626	0.219
		Ktr	44.84	44.77	44.92		
Höhe	28	CA-LG	58.24	58.08	58.39	-0.124	0.273
		Ktr	58.36	58.20	58.52		
	56	CA-LG	58.21	58.05	58.38	-0.111	0.337
		Ktr	58.32	58.16	58.49		
Eiformindex	28	CA-LG	77.52	77.23	77.82	0.174	0.416
		Ktr	77.35	77.05	77.65		

	56	CA-LG	77.17	76.87	77.47	0.198	0.230
		Ktr	76.97	76.67	77.27		
Bruch N	28	CA-LG	45.15	43.90	46.42	-0.272	0.770
		Ktr	45.43	44.16	46.70		
	56	CA-LG	42.78	41.49	44.07	0.521	0.581
		Ktr	42.26	40.97	43.55		
Eigelgewicht	28	CA-LG	16.60	16.44	16.77	-0.264	0.033
		Ktr	16.87	16.69	17.04		
	56	CA-LG	16.41	16.24	16.59	-0.357	0.005
		Ktr	16.77	16.60	16.94		
Schalengewicht	28	CA-LG	9.20	9.10	9.30	0.110	0.120
		Ktr	9.09	8.99	9.19		
	56	CA-LG	9.10	9.00	9.20	0.034	0.639
		Ktr	9.07	8.97	9.17		
Eiklargewicht	28	CA-LG	41.08	40.84	41.31	0.122	0.459
		Ktr	40.95	40.72	41.19		
	56	CA-LG	40.65	40.41	40.88	0.288	0.084
		Ktr	40.36	40.13	40.59		

Tabelle A-08 Überblick über die Korrelationen zwischen den Knochenmerkmalen am Gesamtmaterial

	Körpergewicht	Knochengewicht	Knochenanteil	Bruchfestigkeit
Körpergewicht	1	0.325	-0.510	-0.040
Knochengewicht	0.001	1	0.640	0.210
Knochenanteil	0.001	0.001	1	0.223
Bruchfestigkeit	0.660	0.021	0.0145	1

Abbildung A-09 betriebsspezifische Futtermischung Legenennen-Alleinfutter für Feld- und Stationsprüfung

Produktinformation

ATR Landhandel

ATR Legegold 1b GMO Zelygk

Alleinfutter für Legehennen

Analytische Bestandteile und Gehalte: 17,0 % Rohprotein; 5,9 % Rohfett; 3,2 % Rohfaser; 12,6 % Rohasche; 3,75 % Calcium; 0,49 % Phosphor; 0,16 % Natrium; 0,86 % Lysin; 0,46 % Methionin (-äquivalent); 11,80 MJ Geflügel;

Zusatzstoffe je kg:

Ernährungsphysiologische Zusatzstoffe:
 10000 I.E. Vitamin A als (3a672a) Retinylacetat; 2500 I.E. Vitamin D3 (3a671); 20 mg Vitamin E als (3a700) all rac-alpha-Tocopherylacetat; 20,00 mg Vitamin E Equiv. (aus Polyphenolen); 400 mg Cholinchlorid (3a890); 0,10 mg Biotin (3a880); 50 mg Eisen als (3b103) Eisen-(II)-sulfat-Monohydrat; 5 mg Kupfer aus Kupfer(II)-Glycinchelate-Hydrat (3b413); 100 mg Mangan als (3b502) Mangan-(II)-Oxid; 60 mg Zink als (3b603) Zinkoxid; 0,50 mg Jod als (3b202) Calciumjodat, wasserfrei; 0,25 mg Selen als (3b801) Natriumselenit; 609 mg Lysin als (3c324) L-Lysin-Sulfat; 2550 mg Calciumsalz des Hydroxyanalog von Methionin (3c308);

Technische Zusatzstoffe:
 1600 FTU 6-Phytase (EC 3.1.3.26) (4a24); 1250 VU Endo-1,4-β-Xylanase (EC 3.2.1.8)(4a22); 860 VU Endo-1,3(4)-β-Glucanase (EC 3.1.1.6)(4a22);

Technologische Zusatzstoffe:
 4 mg BHT (E321); 22 mg Kieselsäure (E551a); 3 mg Propylgallat (E310); 5 mg Sepibit (E562);

Sensorische Zusatzstoffe:
 5,0 mg Cantaxanthin (2a161g); 0,16 mg Zeaxanthin (2a161bi); 2,65 mg Lutein (2a161b);

Einschließlich Zusatzstoffe mindestens haltbar bis: siehe Randkerbung bzw. Lieferschein

Nettomasse: 50 kg, bzw. Lieferschein

Mindesthaltbarkeit: 14 Monate nach Lieferdatum.

Zertifiziert nach: O + S, KAT und VLOG

QS-Futtermittel, QS-ID: 40317 35086 355

KAT-ID: D-04668-01

Zusammensetzung:
 Mais; Sojaextraktionsschrotfütter; Weizen; Calciumcarbonat, grob; Sojaöl; Getreidekleie; Monocalciumphosphat; Natriumbicarbonat, Viehsalz;

Mindestens haltbar bis:
20. JAN. 2022

Chargen-Nummer: 150208

1) Aus genetisch veränderten Sojabohnen hergestellt, dann pferhitzt

g Linolsäure pro kg Futter
 Dieses Futter wird risikoorientiert nach einem HACCP-System entsprechend den Vorgaben der FuttermittelhygieneVO (EG) 1831/2005 auf Salmonellen untersucht.

Stoffstrombilanz:
 Stickstoff wird berechnet nach dem Proteingehalt x 10 / 6,25 = Gramm Stickstoff / Kg Futter
 Phosphat wird berechnet nach dem Phosphorgehalt x 10 x 2,2915 = Gramm Phosphat / Kg Futter

399221-00-05H 05 20210831

Werk Golzern, ATR Futtermittel, Zur Papierfabrik 1, 04668 Grimma DE S 00022

Für weitere Informationen bitte an Ihren ATR Außendienstberater wenden