

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik

Sensorgestützte Erfassung des Nestverhaltens und der Legeleistung in Gruppenhaltungssystemen bei Legehennen

Andrea Heinrich

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Agrarwissenschaften

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Hon.-Prof. Dr. K. Reiter

Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr. H. Bernhardt
2. Univ.-Prof. Dr. H.-R. Fries

Die Dissertation wurde am 03.08.2016 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 08.03.2017 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	VI
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	X
1 ABSTRACT	1
2 KURZFASSUNG	3
3 EINLEITUNG	5
4 LITERATUR	7
4.1 Natürliches Legeverhalten	8
4.2 Anforderungen einer Henne an ein Nest	9
4.3 Automatische Nestsysteme zur Verhaltenserfassung	10
4.4 Ausgewählte Verhaltensmerkmale im Nest	12
4.4.1 Anzahl Nestbesuche	12
4.4.2 Dauer der Nestbesuche	18
4.5 Körpergewicht einer Legehenne	26
4.6 Automatische Wiegesysteme in der Geflügelhaltung	28
5 MATERIAL UND METHODE	33
5.1 Haltung und Management	34

5.1.1	Aufzucht	34
5.1.2	Produktion	35
5.2	Automatische Erfassungssysteme	39
5.2.1	DKWMN	39
5.2.2	HFGN	43
5.2.3	Wiegeschlupf	45
5.2.4	Wiegesitzstange	46
5.3	Getestete Hennengruppen	48
5.3.1	Versuchsansatz 1: Nestverhalten	48
5.3.2	Versuchsansatz 2: Verwiegung	50
5.4	Rohdatenaufbereitung	52
5.4.1	Versuchsansatz 1: Nestverhalten	52
5.4.2	Versuchsansatz 2: Verwiegung	56
5.5	Datenauswertung	58
5.5.1	Versuchsansatz 1: Nestverhalten	58
5.5.2	Versuchsansatz 2: Verwiegung	59
6	ERGEBNISSE	63
6.1	Versuchsansatz 1: Nestverhalten	63
6.1.1	Anzahl Nestbesuche	68
6.1.2	Nestaufenthaltsdauer	85
6.2	Zwischenfazit	101
6.3	Versuchsansatz 2: Verwiegung	102
6.3.1	Wiegeschlupf	103

6.3.2	Wiegensitzstange	106
7	DISKUSSION	109
7.1	Versuchsansatz 1: Nestverhalten	110
7.1.1	Anzahl Nestbesuche	112
7.1.2	Nestaufenthaltsdauer	116
7.2	Versuchsansatz 2: Verwiegung	123
8	SCHLUSSFOLGERUNGEN	130
9	LITERATURVERZEICHNIS	132

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schemazeichnung der Produktionsställe (DKWMN= Weihenstephaner Muldennest mit Doppelkippfunktion, HFGN= Hochfrequenz Gruppennest, BESL= breites elektronisches Schlupfloch, ESL= enges elektronisches Schlupfloch) _____	36
Abbildung 2: Schemazeichnung des Produktionsstalles 3 _____	37
Abbildung 3: Schemazeichnung des Weihenstephaner Muldennestes (WMN) mit Funktionseinheiten (Quelle: THURNER et al., 2005b) _____	39
Abbildung 4: Legehennen mit Niederfrequenztransponder am rechten Ständer _____	40
Abbildung 5: Schematischer Aufbau der Vierkanalleseeinheit (Quelle: FRÖHLICH et al., 2007) _____	41
Abbildung 6: Schemazeichnung des DKWMN mit Funktionseinheiten zur Erkennung von Mehrfachbelegungen; 1: leeres DKWMN, 2: DKWMN mit einer Henne, 3: DKWMN bei Doppelbelegung (Quelle: verändert nach LASSNER, 2009) _____	42
Abbildung 7: Hochfrequenztransponder am rechten Flügel der Henne _____	43
Abbildung 8: Schemazeichnung des HFGN mit Funktionseinheiten (Quelle: THURNER et al., 2008) _____	44
Abbildung 9: Schemazeichnung des Wiegeschlupfes mit Funktionseinheiten _____	45
Abbildung 10: Schemazeichnung der Wiegesitzstange mit Funktionseinheiten _____	47
Abbildung 11: LB Hennen mit Rucksäcken gekennzeichnet im Produktionsstall 3 (links) und Detailansicht Rucksack von hinten und vorne (rechts) _____	50
Abbildung 12: Konfigurationsoberfläche der Software Ident Converter (IDC) mit den individuell einstellbaren Zeiten für den Erkennungs-, Eisensor- und Nestsensor- Timeout _____	53
Abbildung 13: Auswählbare Parameter bei der HFGN Auswertung mit dem CC _____	55
Abbildung 14: Konfigurationsoberfläche der Software Ident Converter (IDC) mit den individuell einstellbaren Zeiten für den Erkennungs- und Durchgangs- Timeout _____	57
Abbildung 15: Beispielmodell einer Verwiegungskurve mit Darstellung der ausgewählten Methoden zur Datenanalyse (Wiegeschlupf und Wiegesitzstange) _____	60

Abbildung 16: Wahrheitsmatrix mit den Formeln für die Berechnung der Parameter Sensitivität, Spezifität, NPV (negative predictive value) und PPV (positive predictive value)	62
Abbildung 17: Summe der Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode der Gruppe 1 der ersten Herde für die beiden Herkünfte LB und LSL	70
Abbildung 18: Summe der Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode der Gruppe 2 der ersten Herde für die beiden Herkünfte LB und LSL	73
Abbildung 19: Summe der Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode der Gruppe 1 der zweiten Herde	78
Abbildung 20: Summe der Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode der Gruppe 2 der zweiten Herde	80
Abbildung 21: Dauer eines Nestbesuchs je Henne und Tag der Gruppe 1 der ersten Herde für die beiden Herkünfte LB und LSL	87
Abbildung 22: Dauer eines Nestbesuchs je Henne und Tag der Gruppe 2 der ersten Herde für die beiden Herkünfte LB und LSL	90
Abbildung 23: Dauer eines Nestbesuchs je Henne und Tag der Gruppe 1 der zweiten Herde	94
Abbildung 24: Dauer eines Nestbesuchs je Henne und Tag der Gruppe 2 der zweiten Herde	96

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Literaturübersicht zu dem Verhaltensmerkmal „Anzahl Nestbesuche je Henne und Tag“ unterteilt in Versuchsaufbauten „ohne“ und „mit“ RFID	13
Tabelle 2: Literaturübersicht zu dem Verhaltensmerkmal „Nestaufenthaltsdauer je Henne und Tag“ unterteilt in Versuchsaufbauten „ohne“ und „mit“ RFID	25
Tabelle 3: Inhaltsstoffe des Legefutters (deuka, all-mash LC)	38
Tabelle 4: Anzahl eingestallter und erfasster Hennen sowie die Anzahl der Nester und der Beobachtungstage je Nestsystem, Gruppe und Herde	48
Tabelle 5: Übersicht des Datenmaterials beider Herden mit dem Mittelwert der Daten vor und nach Ausschluss der Nesterkundungen sowie der Standardabweichung je Herkunft, Nestsystem und Merkmal	65
Tabelle 6: Anteil erfasster LB und LSL Hennen der Herde 1 je Legeperiode und Nestsystem	66
Tabelle 7: Anteil erfasster LB Hennen der Herde 2 je Legeperiode und Nestsystem	67
Tabelle 8: Mediane der durchschnittlichen Anzahl Nestbesuche [n] je Henne und Legeperiode und Mittelwert je Nestsystem der ersten Gruppe der Herde 1	70
Tabelle 9: Signifikanzen des Merkmals „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LB Hennen der ersten Gruppe der Herde 1	71
Tabelle 10: Signifikanzen des Merkmals „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LSL Hennen der ersten Gruppe der Herde 1	72
Tabelle 11: Mediane der durchschnittlichen Anzahl Nestbesuche [n] je Henne und Legeperiode und Mittelwert je Nestsystem der zweiten Gruppe der Herde 1	74
Tabelle 12: Signifikanzen des Merkmals „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LB Hennen der zweiten Gruppe der Herde 1	75
Tabelle 13: Signifikanzen des Merkmals „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LSL Hennen der zweiten Gruppe der Herde 1	76

Tabelle 14: Mediane der durchschnittlichen Anzahl Nestbesuche [n] je Henne und Legeperiode und Mittelwert je Nestsystem der ersten Gruppe der Herde 2	78
Tabelle 15: Signifikanzen des Merkmals „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LB Hennen der ersten Gruppe der Herde 2	79
Tabelle 16: Mediane der durchschnittlichen Anzahl Nestbesuche [n] je Henne und Legeperiode und Mittelwert je Nestsystem der zweiten Gruppe der Herde 2	81
Tabelle 17: Signifikanzen des Merkmals „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LB Hennen der zweiten Gruppe der Herde 2	82
Tabelle 18: Vergleich der beiden Nestsysteme, DKWMN und HFGN, in Abhängigkeit von der Gruppe der LB Hennen der zweiten Herde für das Merkmal „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“	82
Tabelle 19: Vergleich der beiden Nestsysteme, DKWMN und HFGN, in Abhängigkeit von der Gruppe der LB Hennen der ersten Herde für das Merkmal „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“	83
Tabelle 20: Vergleich der beiden Nestsysteme, DKWMN und HFGN, in Abhängigkeit von der Gruppe der LSL Hennen der ersten Herde für das Merkmal „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“	84
Tabelle 21: Vergleich der beiden Herkünfte, LB und LSL, in Abhängigkeit von der Gruppe der ersten Herde für das Merkmal „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“	84
Tabelle 22: Mediane der durchschnittlichen Dauer eines Nestbesuchs [min] je Henne und Mittelwert je Nestsystem der ersten Gruppe der Herde 1	87
Tabelle 23: Signifikanzen des Merkmals „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LB Hennen der ersten Gruppe der Herde 1	88
Tabelle 24: Signifikanzen des Merkmals „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LSL Hennen der ersten Gruppe der Herde 1	89
Tabelle 25: Mediane der durchschnittlichen Dauer eines Nestbesuchs [min] je Henne und Mittelwert je Nestsystem der zweiten Gruppe der Herde 1	91

Tabelle 26: Signifikanzen des Merkmals „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LB Hennen der zweiten Gruppe der Herde 1	92
Tabelle 27: Signifikanzen des Merkmals „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LSL Hennen der zweiten Gruppe der Herde 1	93
Tabelle 28: Mediane der durchschnittlichen Dauer eines Nestbesuchs [min] je Henne und Mittelwert je Nestsystem der ersten Gruppe der Herde 2	94
Tabelle 29: Signifikanzen des Merkmals „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LB Hennen der ersten Gruppe der Herde 2	95
Tabelle 30: Mediane der durchschnittlichen Dauer eines Nestbesuchs [min] je Henne und Mittelwert je Nestsystem der zweiten Gruppe der Herde 2	97
Tabelle 31: Signifikanzen des Merkmals „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LB Hennen der zweiten Gruppe der Herde 2	98
Tabelle 32: Vergleich der beiden Nestsysteme, DKWMN und HFGN, in Abhängigkeit von der Gruppe der LB Hennen der ersten Herde für das Merkmal „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“	99
Tabelle 33: Vergleich der beiden Nestsysteme, DKWMN und HFGN, in Abhängigkeit von der Gruppe der LSL Hennen der ersten Herde für das Merkmal „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“	99
Tabelle 34: Vergleich der beiden Nestsysteme, DKWMN und HFGN, in Abhängigkeit von der Gruppe der LB Hennen der zweiten Herde für das Merkmal „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“	99
Tabelle 35: Vergleich der beiden Herkünfte, LB und LSL, in Abhängigkeit von der Gruppe der ersten Herde für das Merkmal „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“	100
Tabelle 36: Mittelwerte Eigewichte von den Hennen (n=30) in Produktionsstall 3	102
Tabelle 37: Täglich erfasstes Körpergewicht der analysierten Hennen (n=30) in Produktionsstall 3 mit dem Wiegeschlupf	103
Tabelle 38: Ergebnisse der ausgewählten Methoden je Datenanalyse bei einer Schwelle von 40 g mit dem Wiegeschlupf	105
Tabelle 39: Täglich erfasstes Körpergewicht der analysierten Hennen (n=30) in Produktionsstall 3 mit der Wiegesitzstange	106

Tabelle 40: Ergebnisse der ausgewählten Methoden je Datenanalyse bei einer Schwelle von 40 g mit der Wiegesitzstange _____ 108

Abkürzungsverzeichnis

BESL	Breites Elektronisches Schlupfloch
CC	Chicken Checker
DKWMN.	Weihenstephaner Muldenest mit Doppelkippfunktion
ESL.	Elektronisches Schlupfloch
HDX.	Half Duplex
HF.	Hochfrequenz
HFGN	Hochfrequenz Gruppennest
IDC	Ident Converter
i.e.	id est (das heißt)
ISA.	Institut de Selection Animale
KW.	Kalenderwoche
LB.	Lohmann Brown
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LP	Legeperiode
LS.	Lohmann Silver
LSL.	Lohmann Selected Leghorn
LTZ.	Lohmann Tierzucht GmbH
LW	Lebenswoche
NF.	Niederfrequenz
NPV	negative predictive value (negativer Vorhersagewert)

PPV positive predictive value (positiver Vorhersagewert, Relevanz)

RFID Radio Frequency Identification

WMN Weihenstephaner Muldenrost

° Grad

§ Paragraph

σ Standardabweichung

\bar{x} Mittelwert

1 Abstract

The Weihenstephan funnel nest box (FNB) and the high frequency group nest box (HFGN) are two different automatic RFID-based nest systems to detect individual hen data in cage free housing systems. The FNB is a single nest box which is used very rarely in practical production units. However, at this time, it is the only possibility to record the indispensable individual laying performances of each single hen. Behaviour traits like the number of nest visits or the duration of stay in a nest are not scored as performance traits, but they have an indirect influence on the economic success of commercial egg production and can be recorded in both nest systems. Nowadays breeders of layers are enforced to include performance and behaviour traits into selection programs to improve the adaptability of layers to alternative housing systems which are similar to the commercially used non-cage production units. Therefore, the HFGN is the preferred nest system compared to the FNB. However, in this respect the essential data recording of the hen specific egg number has to be established in the HFGN and is therefore the aim of this investigation. In two different approaches, the detection of the oviposition in family nests has been pursued.

The first approach is based on the published statement that the oviposition in single nest boxes is connected to a specific nesting behaviour. Therefore, the individual nesting behaviour of Lohmann Brown (LB) and Lohmann Selected Leghorn (LSL) layers was evaluated for two flocks in the FNB and HFGN. More than 850 layers in each flock were divided into two groups. One group was housed in the production unit with FNBs, the other in production unit 2, which was equipped with HFGNs. At an age of 46 or respectively 39 weeks the two groups were changed. After another period of four to five months the number of nest occupations as well as the time spent for a nest visit was compared between both nest systems. Provided, that the nesting behaviour in single and family nest boxes is similar, the nesting behaviour would be an indicator to predict the oviposition of individual layers with the HFGN.

However, differences in the time spent of a nest visit as well as in the number of nest occupations between single and group nests have led to a rejection of this hypothesis. In 28 days, Lohmann Brown layers visited up to 6 times more often the HFGN than the FNB, whereas LSL layers increased their nest occupations from 30 to 37 visits. In the first tested flock, the time spent for a single nest visit was for LB and LSL layers shorter in the HFGN than in the FNB. However, a nest visit of LB layers from the second flock took

some minutes longer in the HFGN compared to the FNB. This very inhomogeneous behaviour in the number of visits and their duration required a second approach for the prediction of the hen specific oviposition in family nests.

Therefore, the body weight change during oviposition was analysed. With two different weighing systems, the weighing pop hole and the weighing perch, the body weight of individual hens was recorded before and after each nest visit. A difference in the hen's body weight of more than 40 g was set as the indicator for an oviposition. With different algorithms, the best results were captured for the weighing perch. With up to 75 % sensitivity, 95 % specificity, 87 % NPV (negative predictive value) and 89 % PPV (positive predictive value), the weighing perch offers the best tool to predict the oviposition of a specific layer in family nests. With the aid of the weighing pop hole the results show only up to 58 % sensitivity, 63 % specificity, 84 % NPV and 31 % PPV.

In non-cage housing systems, a clear assignment of the egg to the respective hen is only possible with the aid of the FNB. There are different approaches to predict whether the hen has laid an egg or not in family nest boxes. However, the variation in the number of nest visits as well as the duration of a nest visit are too big, to determine the oviposition of a hen in the HFGN. From these studies, the best way of egg prediction was evaluated with the weighing perch. At this time, the weighing perch is preferable to the weighing pop hole and should be further developed to reach higher accuracies.

2 Kurzfassung

Das Weihenstephaner Muldennest mit Doppelkippfunktion (DKWMN) und das Hochfrequenz-Gruppennest (HFGN) sind zwei unterschiedliche automatische RFID-basierte Nestsysteme, welche hennenspezifische Daten in Bodenhaltung ermitteln. Das DKWMN ist ein Einzelnest, welches kaum in Praxisbetrieben benutzt wird. Zum jetzigen Zeitpunkt ist dies die einzige Möglichkeit die individuelle Legeleistung einzelner Legehennen automatisch aufzuzeichnen. Verhaltensmerkmale wie die Anzahl Nestbesuche oder die Nestaufenthaltsdauer zählen nicht direkt zu den Leistungsmerkmalen, beeinflussen aber indirekt den ökonomischen Erfolg der kommerziellen Eierzeugung und können in beiden Nestsystemen aufgezeichnet werden. Heutzutage sind Legehennenzüchter nahezu dazu verpflichtet Leistungs- sowie Verhaltensmerkmale in ihre Selektionsprogramme aufzunehmen, um die Anpassungsfähigkeit der Legehennen an die alternativen Haltungsmethoden, welche den kommerziellen Bodenhaltungsproduktionen entsprechen, züchterisch zu verbessern. Daher ist das HFGN im Vergleich zum DKWMN das bevorzugte Nestsystem für eine praxisnahe Prüfung. Die wesentliche Herausforderung besteht in der Eizahlerfassung und damit Eizuordnung bei Gruppenbesuchen im Nest. Das Ziel dieser Arbeit ist daher die Datenaufzeichnung hennenspezifischer Eianzahlen im HFGN. In zwei unterschiedlichen Versuchsansätzen wurde die Erfassung der Eiablage in Familiennestern verfolgt.

Der erste Versuchsansatz basiert auf der Aussage, dass die Eiablage in Einzelnestern mit einem spezifischen Nestverhalten einhergeht. Folglich wurde das individuelle Nestverhalten in zwei Herden mit Lohmann Brown (LB) und Lohmann Selected Leghorn (LSL) Hennen im DKWMN und HFGN evaluiert. Mehr als 850 Legehennen in jeder Herde wurden in zwei Gruppen unterteilt. Eine Gruppe wurde in dem Produktionsstall mit DKWMNs gehalten, die andere Gruppe in dem zweiten Produktionsstall mit HFGNs. Im Alter von 46 bzw. 39 Wochen wurden die beiden Gruppen getauscht. Nach einer weiteren Zeitspanne von 4 bis 5 Monaten wurden die Nestaufenthaltsdauer sowie die Anzahl der Nestbesuche in den beiden Nestsystemen miteinander verglichen. Sofern das Nestverhalten in den Einzel- und Familiennestern ähnlich ist, könnte anhand des Nestverhaltens die Eiablage individueller Hennen im HFGN vorher gesagt werden.

Unterschiede sowohl in der Nestaufenthaltsdauer als auch bei der Anzahl Nestbesuche zwischen dem Einzel- und Familiennest führten zu einer Ablehnung der Hypothese. Innerhalb von 28 Tagen besuchten die LB Hennen das HFGN bis zu sechsmal öfter als

das DKWMN, wohingegen die LSL Hennen die Anzahl ihrer Nestbesuche von 30 auf 37 steigerten. In der ersten getesteten Herde war die Nestaufenthaltsdauer für einen Nestbesuch, sowohl bei den LB als auch bei den LSL Hennen, im HFGN kürzer als im DKWMN. Ein Nestbesuch einer LB Henne der zweiten Herde dauerte im HFGN allerdings ein paar Minuten länger als im DKWMN. Dieses sehr inhomogene Verhalten bezüglich der Anzahl Nestbesuche und der Nestaufenthaltsdauer erforderte für die Vorhersage einer hennenspezifische Eiablage in Familiennestern einen zweiten Versuchsansatz.

Daher wurde die Körpergewichtsveränderung vor und nach der Eiablage analysiert. Mit zwei unterschiedlichen Wiegesystemen, dem Wiegeschlupf und der Wiegesitzstange, wurde das Körpergewicht individueller Hennen vor und nach jedem Nestbesuch erfasst. Ein Unterschied im Körpergewicht der Legehennen von mehr als 40 g wurde als Indikator einer Eiablage gesetzt. Mit unterschiedlichen Algorithmen konnten die besten Ergebnisse mit der Wiegesitzstange erlangt werden. Die Wiegesitzstange mit bis zu 75 % Sensitivität, 95 % Spezifität, 87 % NPV (negative predictive value) und 89 % PPV (positive predictive value) bietet die besten Möglichkeiten die Eiablage einer spezifischen Legehennen in einem Familiennest vorherzusagen. Mit Hilfe des Wiegeschlupfes konnten nur bis zu 58 % Sensitivität, 63 % Spezifität, 84 % NPV und 31 % PPV erzielt werden.

In Bodenhaltungssystemen ist eine klare Zuordnung des Eies zu der entsprechenden Henne nur mit dem DKWMN möglich. Eine Eiablage einer Henne im Familiennest kann mit verschiedenen Methoden vorhergesagt werden. Die Abweichungen in der Anzahl Nestbesuche sowie die Dauer eines Nestbesuches sind allerdings zu groß, um eine Eiablage einer Henne im HFGN zu bestimmen. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass die Wiegesitzstange die beste Vorgehensweise für eine Eivorhersage ist. Zum jetzigen Zeitpunkt wird die Wiegesitzstange dem Wiegeschlupf vorgezogen und sollte weiterentwickelt werden, um noch höhere Genauigkeiten zu erhalten.

3 Einleitung

Die Richtlinie 1999/74/EG des Rates vom 19. Juli 1999 zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen hat ein Verbot der Käfighaltung ab dem 01. Januar 2012 EU weit erlassen. Durch dieses Verbot, kamen nicht nur die Legehennenhalter in Bedrängnis, sondern auch die Zuchtunternehmen stehen vor neuen Herausforderungen. Legehennen, die nicht mehr in Käfigen sondern in Gruppen gehalten werden, müssen neuen Anforderungen entsprechen. Die Zuchtunternehmen müssen diese Herausforderungen an die Henne in ihrem Zuchtprogramm berücksichtigen und die Gewichtung der einzelnen Parameter in der Selektion anpassen.

Neben der Erfassung der klassischen Leistungsparameter, wie der Legeleistung, gewinnen auch Verhaltensmerkmale an Bedeutung (PREISINGER, 2008). Diese Verhaltensmerkmale sind vor allem in Gruppenhaltungssystemen wichtig, da sie indirekt den wirtschaftlichen Erfolg beeinflussen (ICKEN et al., 2013). KRUSCHWITZ et al. (2008a) beschreiben, dass die Nestgängigkeit ein wichtiger Faktor im Hinblick auf saubere, verkaufsfähige Eier ist. Bodeneier erhöhen den Arbeitsaufwand und mindern den wirtschaftlichen Erfolg durch eine reduzierte Anzahl verkaufsfähiger Eier. Nach SETTAR et al. (2004) erhöht eine Berücksichtigung des Nestverhaltens in den Selektionsprogrammen die Produktivität in der Legehennenhaltung. Um die Genotyp-Umwelt-Interaktionen besser miteinbeziehen zu können (MIELENZ et al., 2003), sollte die tierindividuelle Leistungsprüfung in einer der späteren Haltungsumgebung ähnlichen Umwelt erfolgen (ICKEN et al., 2009b).

Wie zahlreiche Studien bereits gezeigt haben ist die Erfassung von tierindividuellen Leistungsdaten und Verhaltensmerkmalen auch in Gruppenhaltungssystemen möglich. Mittels Direktbeobachtung oder Videoaufzeichnung ist es allerdings nur möglich kleine Gruppen über einen kurzen Zeitraum zu erfassen (FREIRE et al., 1997; LUNDBERG und KEELING, 1999). Mit Hilfe der automatischen Erfassung können einzeltierbezogene Leistungsdaten in Gruppenhaltungssystemen in kleinen Gruppen über einen kurzen Zeitraum (BUREL et al., 2002; MARX et al., 2004) und auch bereits in größeren Herden über einen längeren Zeitraum erfasst werden (THURNER et al., 2005b). Hierzu wird die Legehenne allerdings aus der Herde in Einzelnestern (i.e. Weihestephaner Muldennest, WMN) zur Eiablage separiert. Eine Erfassung der hennenspezifischen Eiablage in praxisüblichen Familiennestern ist derzeit nicht möglich. In Verbindung mit kommerziellen

Familiennestern ist bisher lediglich eine zuverlässige Aufzeichnung von tierindividuellen Verhaltensmerkmalen möglich.

Dahingehend leitet sich das übergeordnete Ziel dieser Arbeit ab. Es soll eine Methode entwickelt werden, mit der die Eiablage in Familiennestern hennenspezifisch erfasst werden kann. Dazu werden zwei verschiedene Ansätze in der vorliegenden Arbeit verfolgt.

Der erste Versuchsansatz stützt sich auf die Annahme von ICKEN (2009), dass von der Nestaufenthaltsdauer im WMN auf eine Eiablage geschlossen werden kann. Ist das Nestverhalten einer Legehennen im Einzelnest in einem Familiennest reproduzierbar, so könnte auch in einem Familiennest von dem Nestverhalten auf eine Eiablage geschlossen werden. Diesbezüglich wird im ersten Ansatz ein tierindividueller Vergleich des Nestverhaltens im Einzel- und Familiennest derselben Hennen angestellt.

Der zweite Versuchsansatz beruht auf einer Körpergewichtsveränderung vor und nach der Eiablage. Dazu wird die einzelne Henne vor und nach einem Nestbesuch gewogen. Ist die Körpergewichtsdifferenz größer als 40 g, so wird eine Eiablage angenommen. Die Herausforderung dieses Ansatzes besteht in der dynamischen, tierindividuellen und automatischen Wiegung. Hierzu wurden zwei Methoden entwickelt: der Wiegeschlupf und die Wiegesitzstange, welche detailliert im zweiten Teil dieser Arbeit beschrieben werden.

Abschließend wird eine Bewertung der unterschiedlichen Ansätze hinsichtlich ihrer möglichen Nutzung in der Leistungsprüfung gegeben.

4 Literatur

Um das Wohlbefinden und auch die Leistung der Hennen zu steigern, ist es notwendig das natürliche Verhalten der Hennen, sowie deren Anforderungen an ihre Haltungsform zu kennen und zu berücksichtigen. Nachdem die kommerzielle Käfighaltung in Europa verboten wurde, ist die Bodenhaltung mit 62 % in Deutschland die führende Haltungsform in der Praxis (MEG, 2015). Möglichkeiten einer tierindividuellen Erfassung von Leistungs- und Verhaltensdaten in unterschiedlichen Gruppenhaltungssystemen werden bereits von ATWOOD (1929; Fallnest), THURNER et al. (2005b; WMN) und THURNER et al. (2008; HFGN) beschrieben. In wieweit die aufgeführten Systeme im Hinblick auf die Genauigkeit der hennenspezifischen Datenaufzeichnung, die Arbeitswirtschaft sowie die kommerzielle Verfügbarkeit allerdings auch in der Praxis angewendet werden beschreibt die Literatur nur in Ansätzen. Der Einsatz verschiedener Wiegesysteme im Geflügelbereich wurde von zahlreichen Autoren mit seinen Vor- und Nachteilen bereits in den 80er Jahren diskutiert. Eine Anwendung in der Legehennenhaltung hinsichtlich einer Eiablage wurde in der Literatur dabei allerdings nicht beschrieben.

4.1 Natürliches Legeverhalten

Zum Wohlbefinden für Legehennen gehören nach SHIELDS und DUNCAN (2009) verschiedene Verhaltensmerkmale, wie das Nest-, Ruhe-, Erkundungs-, Komfort- und Bewegungsverhalten. PETHERICK und RUSHEN (1997) beschreiben das Nestverhalten für die Legehennen als sehr wichtig, so dass es gerne als Beispiel für ein Verhaltensbedürfnis verwendet wird. WEEKS und NICOL (2006) sprechen sogar davon, dass der Zugang zu einem Nest oberste Priorität für Legehennen hat. Das Legeverhalten zählt zum Funktionskreis des Fortpflanzungs- und Nestverhaltens, welches sich nach KRUSCHWITZ (2008) im Lauf der Evolution kaum verändert hat und nach wie vor von großer Bedeutung für die Hennen ist.

Das Legeverhalten kann in vier Phasen unterteilt werden und dauert zwischen 60 und 100 Minuten (FÖLSCH, 1981):

1. Absonderung und Nestsuche

Die Henne unterbricht in den Morgenstunden die Futtersuche und sucht unter leisem Gakeln potentielle Nestplätze, wozu sie sich von der Gruppe entfernt. Der Hahn kommt zu der Henne, wenn das Gakeln lauter wird und führt sie zum Nest.

2. Nestbauverhalten

Die Henne betritt das Nest und der Hahn entfernt sich leise vom Nestplatz. Die Henne setzt sich auf das Nest und verteilt mit Hilfe ihres Schnabels herumliegendes Substrat, unter Umständen beginnt sie zu dösen.

3. Eiablage

Die Eiablage erfolgt. Die Henne nimmt dazu die charakteristische Pinguinstellung ein. Der Oberkörper wird nach vorne und oben geschoben, während der Kopf eingezogen wird. Während der Eiablage biegen sich die Schwanzfedern nach oben bis zum Rücken.

4. Ruhephase

Nach der Eiablage verweilt die Henne noch kurz im Nest. Beim Verlassen des Nestes wirft die Henne mit Hilfe ihres Schnabels kleine Äste oder Grashalme über ihre Schulter, welche häufig auch auf ihrem Rücken liegen bleiben. Der Hahn eilt, aufgefordert durch das Gakeln der Henne beim Verlassen des Nestes, zu ihr und begleitet sie zurück zur Gruppe. Dort angelangt setzt die Henne die Wasser- bzw. Futteraufnahme fort.

4.2 Anforderungen einer Henne an ein Nest

Im Folgenden wird beschrieben, über welche Eigenschaften ein Nest verfügen sollte, damit es den Anforderungen einer Henne entspricht.

Die Bankivahenne nutzt Mulden, die entweder schon vorhanden sind oder von der Henne angelegt werden. Diese Mulde wird dann mit herumliegenden Ästen, Zweigen und Blättern und eventuell auch mit wenigen Federn bedeckt (COLLIAS und COLLIAS, 1967; DUNCAN et al., 1978). Im Gegensatz zu diesen relativ ungeschützten Nestern beschreiben DUNCAN et al. (1978) auch Nestplätze die geschützt sind, unabhängig davon ob es natürliche (z.B. Felsnischen) oder künstliche Orte (z.B. Drahtgitter) sind. Auch FÖLSCH (1981) schildert, dass die, von den Hennen ausgewählten Nestplätze, sich in ihrem natürlichen Lebensraum der jeweiligen Umgebung anpassen und von Verborgenheit gekennzeichnet sind. Dadurch können die Hennen ihrem Bedürfnis nach Abgeschlossenheit, Schutz und Abgeschlossenheit nachkommen (FÖLSCH, 1981). Auch KEELING (2004) beobachtet, dass sich dunkle, abgeschirmte Legenester, in denen die Hennen ihre Eier ungestört legen können, anbieten. Dem Bedürfnis der Tiere nach Abgeschlossenheit kann auch durch große Entfernungen zwischen den Nestern und Stallbereichen mit hoher Attraktivität, entsprochen werden (RIETVELD-PIEPERS et al., 1985; FÖLSCH et al., 1992). Den Hennen kann dadurch ein Sicherheitsgefühl vermittelt werden (DUNCAN, 1979). Eine gute Erreichbarkeit der Nester ist nach BREDEN et al. (1985) wichtiger als die Nestgestaltung. Ein Hauptgrund für verlegte Eier ist nach KITE et al. (1979) und APPLEBY (1984) die schlechte Erreichbarkeit der Nester. APPLEBY (1984) und KRUSCHWITZ et al. (2008b) beschreiben, dass die Erfahrungen, die die Henne bei der ersten Eiablage gemacht hat, entscheidend für die spätere Wahl des Nestplatzes ist. Eine Prägung auf den Nestplatz findet nach GERBER (1985) bis zur 10. Legewoche statt und die Wahl des Nestplatzes ist nach Abschluss dieser Prägungsphase nur noch schwer zu ändern (KITE et al., 1979).

Unabhängig vom Nestsystem sollte den Hennen auch in der heutigen, kommerziellen Legehennenhaltung die Möglichkeit geboten werden, artgerechtes Verhalten auszuüben, um das Wohlbefinden der Hennen zu steigern und Verhaltensstörungen zu vermeiden (KRUSCHWITZ, 2008). Dabei ist darauf zu achten, dass einzelne Hennen einer Herde unterschiedliche Vorlieben aufweisen können (DUNCAN und KITE, 1989; APPLEBY, 1990; SHERWIN und NICOL, 1992 und 1993; COOPER und APPLEBY, 1997; KRUSCHWITZ et al., 2008a).

4.3 Automatische Nestsysteme zur Verhaltenserfassung

Um das Verhalten von Legehennen zu erfassen gibt es mehrere Möglichkeiten. Neben der Direktbeobachtung besteht die Möglichkeit der Videoaufnahmen. Allerdings können mit diesen Methoden nur geringe Tierzahlen, sowie begrenzte Zeiträume erfasst werden, da nach DAIGLE und SIEGFORD (2014) eine kontinuierliche Aufzeichnung von Daten sehr arbeitsintensiv und zeitaufwändig ist. Eine Lösung bieten automatische Registrierungssysteme, die mit einer RFID- Technik tierindividuelle Daten in Gruppenhaltungssystemen über längere Zeiträume erfassen können (ICKEN, 2009). Nachfolgend werden automatische Nestsysteme beschrieben, welche die Hennen ohne Fremdeinwirkung jederzeit betreten und wieder verlassen können.

BUREL et al. (2002), MARX et al. (2002), WALL et al. (2004) und THURNER et al. (2005a, 2005b und 2008) haben in ihren Untersuchungen RFID- basierte Transponder Systeme benutzt. In den Studien von WALL et al. (2004) und THURNER et al. (2008) ist mehreren Hennen ein gemeinsames Nest zur Verfügung gestanden. Demgegenüber beschreiben BUREL et al. (2002), MARX et al. (2002) und THURNER et al. (2005a, 2005b) das Verhalten und die Leistungsmerkmale von Legehennen in Einzelnestern. Die Fixierung, sowie die Frequenz und Anzahl der verwendeten Transponder unterscheidet sich in den verschiedenen Studien. Bei BUREL et al. (2002) ist jede Hennen mit zwei Transpondern gekennzeichnet. Einer ist subkutan im Genick der Henne injiziert, der zweite mit einem Fußring am Ständer befestigt worden. Mit Hilfe dieser beiden Transponder, differenzieren die Autoren, ob eine Henne das Nest nur inspiziert oder es betritt. Bei MARX et al. (2002) und THURNER et al. (2008) ist lediglich ein Transponder am Flügel der Henne befestigt. WALL et al. (2004) haben den Transponder unter örtlicher Betäubung subkutan am Rücken, ca. 50 Zentimeter über dem Bürzel, implantiert. Bei den Untersuchungen von THURNER et al. (2005a, 2005b) im Einzelnest sind die Transponder mit einem verstellbaren Fußring am Ständer der Hennen befestigt. Zu der Frequenz der Transponder sind nur bei THURNER et al. (2005a, 2005b, 2008) Angaben gemacht. Der Transponder für das Einzelnest ist ein HDX Niederfrequenz Transponder nach ISO 11784/11785 (THURNER et al. 2005a und 2005b). Im Familiennest wird ein Hochfrequenz Transponder mit 13,56 MHz nach ISO 15693 verwendet (THURNER et al. 2008).

Mit den Systemen von WALL et al. (2004) und THURNER et al. (2008) können bestimmte Verhaltensparameter, z.B. Dauer im Nest, von mehreren Hennen zeitgleich erfasst werden. Da die Henne-Ei-Zuordnung in diesen Untersuchungen nicht im Vordergrund gestanden hat, müssen die Hennen beim Betreten des Nestes nicht vereinzelt werden. Nach MARX et al. (2002) ist diese Vereinzlung der Hennen am Eingang des Nestes allerdings entscheidend für die korrekte Henne-Ei-Zuordnung. Die Nestsysteme von MARX et al. (2002), BUREL et al. (2002) und THURNER et al. (2005a und 2005b) unterscheiden sich in den Eingangsbereichen der Einzelnester. BUREL et al. (2002) hat den Eingang stark verengt. MARX et al. (2002) hat eine Klappe am Eingang des Nestes befestigt. Diese Klappe muss von den Hennen gedrückt werden, um ins Nest zu gelangen und eine weitere Klappe verhindert das Betreten des Nestes durch weitere Hennen. Bei THURNER et al. (2005a und 2005b) sind frei schwingende Fanggabeln am Eingang montiert worden. Betritt eine Henne das Nest, so kippt der Nestboden hinten nach unten und verriegelt durch die vordere Aufwärtsbewegung die Fanggabeln, so dass keine weitere Henne das Nest betreten kann. Zu beachten ist dabei, dass THURNER et al. (2005a, 2005b, 2008) in ihren Studien unterschiedliche Nestsysteme mit unterschiedlichen Eingangsbereichen benutzt und mit diesen unterschiedliche Ziele verfolgt haben. Mit dem Einzelnest können neben dem Nestverhalten auch Eizahl und Eiquantitätsmerkmale erfasst werden (THURNER et al., 2005a und 2005b), wohingegen mit dem Familiennest (THURNER et al., 2008) nur das Nestverhalten aufgezeichnet wird.

Nicht in allen Untersuchungen werden Angaben zur Erfassungsgenauigkeit des automatischen Systems gemacht. Aber auch die Erfassungsgenauigkeiten, welche angegeben werden, unterscheiden sich in ihrer Art. Es wird zwischen der Identifizierungssicherheit (THURNER et al. 2005b, 2008) und der Zuordnungsgenauigkeit, i.e. Henne-Ei-Zuordnung, unterschieden (BUREL et al., 2002; MARX et al., 2002; THURNER et al., 2005a und 2005b). Bei der Identifizierungssicherheit wird überprüft, wie viele der Hennen, die ein Nest betreten, auch innerhalb einer bestimmten Zeit vom System erfasst und während des Nestbesuches gelesen werden. Mit Hilfe der Henne-Ei-Zuordnung wird kontrolliert wie viele der gelegten Eier auch tatsächlich von der dafür registrierten Henne stammen. Die Identifizierungssicherheit liegt im Einzelnest bei 98 % (THURNER et al., 2005b) und im Familiennest bei 90 % (THURNER et al., 2008). Die Zuordnungsgenauigkeit beträgt bei BUREL et al. (2002) 92 %, bei MARX et al. (2002) 98 % aller befruchteten Eier und bei THURNER et al. (2005a, 2005b) 95 %.

4.4 Ausgewählte Verhaltensmerkmale im Nest

Nach KRUSCHWITZ (2008) kann das Legeverhalten in zwei Bereiche gegliedert werden, zum einen das Verhalten außerhalb des Nestes und zum anderen das Verhalten im Nest. Das Verhalten außerhalb des Nestes kann mittels Direktbeobachtung oder Videoaufzeichnung erfolgen. Mit Hilfe automatisierter Nestsysteme können die Verhaltensweisen im Nest tierindividuell in einer Herde erfasst werden, und folgende Verhaltensweisen eignen sich daher besonders für die Verhaltensbeobachtungen: Anzahl Nestbesuche sowie die Dauer der Nestbesuche.

4.4.1 Anzahl Nestbesuche

In zahlreichen Studien wird die Anzahl der Nestbesuche je Henne und Tag untersucht. Wie in Tabelle 1 zu sehen ist, variiert die Anzahl Nestbesuche je Henne und Tag im jeweiligen Versuchszeitraum von durchschnittlich weniger als einem Nestbesuch je Henne und Tag in Untersuchungen von SHERWIN und NICOL (1993) und PAULI et al. (2010) bis zu 47,3 Nestbesuchen je Henne und Tag bei COOPER und APPLEBY (1996b). Solch extreme Unterschiede in der Anzahl besuchter Nester sind nur zu einem geringen Anteil hennenbedingt. Viel stärker sind der Einflussfaktor des Versuchsdesigns sowie die Definition eines Nestbesuches.

Nestverhaltensbeobachtungen ohne RFID-Technik

Versuchsanordnungen ohne RFID-Technik sind in verschiedenen Studien von COOPER und APPLEBY (1995, 1996a, 1996b, 1997) beschrieben. In ihren Untersuchungen aus den Jahren 1995 und 1996a haben COOPER und APPLEBY die Breite des Eingangs zum Nestbereich variiert. Je enger der Eingang ist, desto weniger Nestbesuche je Henne und Tag werden beobachtet. Durchschnittlich werden 8 Nestbesuche je Henne und Tag bei den ISA Brown Hennen in einer speziellen Testumgebung mit Videoaufzeichnung erfasst (COOPER und APPLEBY, 1995). In der gleichen Testumgebung werden 14,8 Nestbesuche pro Tag bei Hisex Brown Hennen bei voller Zugangsbreite (220 Millimeter) beobachtet. Ist die Weite des Eingangsbereichs auf 95 Millimeter verringert worden, so ist die Anzahl der Nestbesuche auf 1,5 gesunken (COOPER und APPLEBY, 1996a). In einer weiteren Untersuchung unterscheiden COOPER und APPLEBY (1996b), nach eigens beobachteten Eiablagen, zwischen Boden- und Nestlegern (Hisex Brown) in einem

Tabelle 1: Literaturübersicht zu dem Verhaltensmerkmal „Anzahl Nestbesuche je Henne und Tag“ unterteilt in Versuchsaufbauten „ohne“ und „mit“ RFID

Versuchsaufbau ohne RFID		
Quelle	Herkunft	Durchschnittliche Anzahl Nestbesuche je Henne und Tag [n]
Sherwin und Nicol (1993)	Hisex	0,9 - 2,8
Cooper und Appleby (1995)	ISA Brown	8,0
Cooper und Appleby (1996a)	Hisex Brown	1,5 - 14,8
Cooper und Appleby (1996b)	Hisex Brown	4,7 - 47,3
Freire et al. (1996)	ISA Brown	7,2 - 11,7
Cooper und Appleby (1997)	Hisex Brown	10,6 - 23,6
Freire et al. (1997)	Hisex Brown	2,5 - 6,0
Zupan et al. (2008)	LSL ¹	2,0 - 2,6
Lentfer et al. (2011)	LSL	6,5 - 11,0
Stämpfli et al. (2013)	LSL	5,5 - 6,7
Ringgenberg et al. (2014)	LSL	13,3 - 16,1
Versuchsaufbau mit RFID		
Quelle	Herkunft	Durchschnittliche Anzahl Nestbesuche je Henne und Tag [n]
Wall et al. (2004)	LSL/ Hy-Line White	1,3 - 1,5
Thurner und Wendl (2007)	LSL/LS ²	1,4 - 2,0 (WMN ⁴)
Thurner et al. (2008)	LB ³	1,7 - 1,9 (HFGN ⁵)
Icken et al. (2009a)	LS	1,3 - 1,5 (WMN)
Pauli et al. (2010)	LS	0,9 - 1,1 (WMN) 1,3 - 1,5 (HFGN)

¹ LSL = Lohmann Selected Leghorn² LS = Lohmann Silver³ LB = Lohmann Brown⁴ WMN = Weihenstephaner Muldennest⁵ HFGN = Hochfrequenz Gruppennest

Einzelkäfig mit Nest. Die Bodenleger haben die Nester in den Lebenswochen 23 bis 25 durchschnittlich 47,3-mal pro Tag und in den Lebenswochen 26 bis 28 durchschnittlich 14,8-mal pro Tag besucht. Die Nestleger sind in den Lebenswochen 23 bis 25 durchschnittlich 14,5-mal und in den Lebenswochen 26 bis 28 durchschnittlich 4,7-mal pro Tag im Nest gewesen. 1997 vergleichen COOPER und APPLEBY das Verhalten von reinen Nestlegern sowie von gelegentlichen Nest- und Bodenlegern in einer Testumgebung, welche aus einem Bereich mit Sitzstange, Wasser und Futter und einem Tunnel (Radius innen: 400 mm; Radius außen: 600 mm) besteht. Diese beiden Bereiche sind durch einen weitenverstellbaren Eingangsbereich miteinander verbunden. Darüber hinaus untersuchen COOPER und APPLEBY (1997) drei Varianten eines Nestes: geschlossen, offen und ohne Nest. Wie in Tabelle 1 zu sehen, haben die Autoren in ihrer speziellen Testumgebung bei den Nestlegern durchschnittlich 10,6 Nestbesuche in dem offenen und 5,4 Nestbesuche in dem geschlossenen Nest und bei den gelegentlichen Nest- und Bodenlegern 23,6 Nestbesuche in dem offenen und 14,8 Nestbesuche in dem geschlossenen Nest je Henne und Tag beobachtet.

SHERWIN und NICOL (1993) führen ihre Untersuchungen mit Hisex Legehennen in einer Kleinvoliere mit zwei Nestern durch. Das Nest in welchem die Eiablage erfolgt, wird folgend als Nest 1 bezeichnet. Nest 2 ist entsprechend das alternative Nest. Ein Nestbesuch wird von SHERWIN und NICOL (1993) als solcher bezeichnet, wenn beide Ständer der Henne im Nest erkannt werden. Im Durchschnitt besuchen die Hisex Hennen das erste Nest 2,8-mal und das Nest 2 nur 0,9-mal am Tag. FREIRE et al. (1996) haben insgesamt sechzehn ISA Brown Hennen in einem Abteil gehalten. Dabei sind zwei unterschiedliche Versuchsaufbauten beobachtet worden. Zum einen ein Versuchsaufbau mit einem eingestreutem und einem nicht eingestreutem Nest beobachtet, zum anderen der Einfluss eines vorhandenen Rundgangs beobachtet. Die Anzahl der Nesterintritte ist in dem Nest ohne Einstreu (11,0) größer als in dem eingestreuten Nest (7,2). Der Zugang zu einem Rundgang senkt die Anzahl Nestbesuche von 11,7 auf 10,3 Nestbesuche je Tag. In einer weiteren Untersuchung beschreiben die Autoren das Nestverhalten der Hennen in Abhängigkeit von sozialen Interaktionen (FREIRE et al., 1997). Dazu werden die Hisex Brown Hennen zunächst in Gruppen unterteilt: dominant, untergeordnet und unbekannt. Anschließend wird die Anzahl Nestbesuche je Henne gezählt. Tabelle 1 zeigt, dass eine ungehinderte Henne das Nest täglich 6,0-mal aufsucht. Kreuzt eine untergeordnete Henne den Weg so beträgt die Anzahl Nestbesuche 5,1, bei einer dominanten Henne sinkt die Anzahl auf 3,9 Nestbesuche. Begegnet die Henne einer ihr unbekanntem Henne,

so sucht sie 2,5-mal täglich das Nest auf. ZUPAN et al. (2008) haben das Nestverhalten von LSL Hennen untersucht. Dazu sind 24 Hennen einzeln gehalten und ihnen zwei Nestplätze, zum einen ein Nest zum anderen eine Einstreu, angeboten worden. 71 % der Hennen haben konsequent das Nest zur Eiablage genutzt und werden somit als Nestleger bezeichnet. Die restlichen 29 % der Hennen haben die Einstreu als Ort zur Eiablage bevorzugt und werden als Bodenleger bezeichnet. Dabei haben die Nestleger 2,6-mal täglich das Nest und die Bodenleger 2,0-mal täglich die Einstreu, ihren ausgewählten Ort zur Eiablage, betreten.

Die Positionierung der Nester hat nach RIBER (2010), LENTFER et al. (2011) und STÄMPFLI et al. (2013) ebenfalls Einfluss auf die Anzahl der Nestbesuche. LENTFER et al. (2011) haben zwei unterschiedliche Legehybride (LSL / Legehybride für extensive Haltung (EXT)) in acht Abteilen mit Volieren untersucht. Die Bestandsdichte hat bei den LSL 8,7 Hennen pro m² begehbarer Grundfläche und bei den EXT 7,8 Hennen pro m² betragen. Die Nestfläche hat 97 Hennen pro m² bei den LSL und 85 Hennen pro m² bei den EXT umfasst. Dabei stellen die Autoren fest, dass die, in die Voliere integrierten Nester durchschnittlich 7 mal pro Tag und die wandständigen Nester durchschnittlich 11-mal pro Tag besucht werden. In den Untersuchungen von STÄMPFLI et al. (2013) stehen den LSL Hennen sowohl wandständige als auch integrierte Nester zur Verfügung. Dabei wird unterschieden, ob die Nester im Gebäude an der Außenwand oder in Richtung Außenwand zeigend (i.e. Nester im Außenbereich) oder an der Innenwand oder in Richtung Innenwand zeigend (i.e. Nester im Korridorbereich) sind. Die Nestfläche beträgt dabei 2,2 m² für 225 Hennen. Die Nester im Außenbereich werden durchschnittlich 6,7-mal und die Nester im Korridorbereich 5,5-mal pro Tag besucht, unabhängig davon ob sie integriert oder wandständig sind. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Anzahl der gelegten Eier in den Nestern im Korridorbereich größer ist (STÄMPFLI et al., 2013). RIBER (2010) reiht drei identische Nester in einem Abteil nebeneinander auf und untersucht ob Unterschiede in der Nutzung zwischen diesen Nestern auftreten. Die Nester sind dabei an der Korridorseite, in einer Ecke beginnend nebeneinander aufgereiht. In jedem der zwölf Abteile befinden sich fünfzehn Isa Warren Hennen. Die Autorin beschreibt, dass unabhängig vom Alter der Hennen die Anzahl der Nestbesuche im linken Nest, dem Nest in der Ecke, am größten sind.

In einer Studie von RINGGENBERG et al. (2014a) werden den LSL Hennen zwei unterschiedlich große Nester angeboten, welche allerdings äußerlich nicht zu unterscheiden sind. Beide Nester stehen in einem Abteil zwanzig Hennen zur Verfügung. Die Nestgrundfläche des kleinen Nestes beträgt $0,43 \text{ m}^2$, die des großen Nestes $0,86 \text{ m}^2$. Hennen, welche von den Autoren fokussiert werden, besuchen das kleine Nest durchschnittlich 16-mal pro Tag während das größere durchschnittlich 13-mal pro Tag besucht wird. In Bezug auf die Eiablage halten RINGGENBERG et al. (2014a) fest, dass die kleineren Nester von den Hennen für die Eiablage bevorzugt werden.

Nestverhaltensbeobachtungen mit RFID-Technik

Das Nestverhalten von Hy-Line White und LSL Hennen prüfen WALL et al. (2004) in zwei unterschiedlichen ausgestalteten Käfigen mit je zwei Nestern. Dazu sind zwei Käfige für je acht Hennen Rücken an Rücken zusammengestellt worden. Beim offenen Käfig (O-cage) sind die Rückwände aus Metall entfernt worden und die sechzehn Hennen konnten sich ungehindert darin bewegen. In der zweiten Variante sind die Rückwände mit Schlupflöchern (H-cage) versehen worden, die den Hennen ein Passieren zwischen den zwei Käfigen ermöglichen. Die Nestfläche beträgt dabei $0,16 \text{ m}^2$ je Henne je Käfig. Die Ergebnisse des Merkmals Anzahl Nestbesuche je Henne und Tag sind in Tabelle 1 dargestellt und in den beiden Käfigen mit durchschnittlich 1,5 (O-cage) bzw. 1,4 (H-cage) Besuchen nahezu gleich. Einen geringen Unterschied zeigt allerdings der Vergleich der beiden Herkünfte. Die Hennen der Herkunft Hy-Line White (1,5 Besuche/Tag) besuchen die Nester geringfügig häufiger als die LSL Hennen (1,3 Besuche/Tag).

THURNER und WENDL (2007) beobachten in dem sogenannten Weihenstephaner Muldenest (WMN; THURNER et al., 2005a), einem Einzelnest, in Gruppenhaltungssystemen zwei Lohmann Herden. Zum einen LSL und zum anderen Lohmann Silver (LS) Hennen. Aufgrund von Problemen mit Doppelbelegungen sind das Nest-Hennen-Verhältnis und somit auch die Besatzdichte reduziert worden. Bei den LSL Hennen ist das Nest-Hennen-Verhältnis von anfangs 1:7,4 auf 1:5,3 reduziert worden und bei den Lohmann Silver Hennen von 1:6,1 auf 1:4,4. Die Autoren beschreiben eine durchschnittliche Anzahl zwischen 1,4 und 1,5 Nestbesuchen je Henne und Tag für die Lohmann Silver Hennen und zwischen 1,6 und 2,0 für die LSL Hennen in Abhängigkeit von der Besatzdichte.

ICKEN et al. (2009a) untersuchen im gleichen Einzelnest verschiedene Verhaltensmerkmale von zwei LS Herden. Das Nest-Hennen-Verhältnis beträgt in der ersten Herde 1:7,6. Ebenso wie bei THURNER und WENDL (2007) haben Doppelbelegungen zu Problemen geführt. Diese sind allerdings nur in der zweiten Herde aufgetreten. Auch in dieser Untersuchung entscheiden sich die Autoren die Besatzdichte und somit das Nest-Hennen-Verhältnis zu reduzieren. Das Nest-Hennen-Verhältnis ist in der zweiten Herde von 1:7,6 auf 1:5,3 reduziert worden. ICKEN et al. (2009a) ermitteln eine durchschnittliche Anzahl von 1,5 Nestbesuchen je Henne und Tag bei der ersten Herde. Die Anzahl Nestbesuche je Henne und Tag der zweiten Herde liegt in Abhängigkeit von der Besatzdichte und dem Nest-Hennen-Verhältnis durchschnittlich bei 1,4 bzw. 1,3.

PAULI et al. (2010) haben auf der gleichen Versuchstation zwei unterschiedliche Nestsysteme zur Verfügung. Zum einen das WMN (THURNER et al., 2005a), wie auch THURNER und WENDL (2007) und ICKEN et al. (2009a), und zum anderen das sogenannte Hochfrequenz Gruppennest (HFGN; THURNER et al., 2008), ein Familiennest. In beiden Nestsystemen untersuchen PAULI et al. (2010) das Verhalten von Lohmann Silver Hennen. Zunächst wird das Verhalten im WMN und anschließend im HFGN über mehrere Legeperioden erfasst und ausgewertet. Den 234 Lohmann Silver Hennen stehen 48 Einzelnester zur Verfügung, woraus sich ein Nest-Hennen-Verhältnis von 1:4,8 ergibt. Im zweiten Nestsystem können die 234 Hennen insgesamt acht Gruppennester nutzen. Die Nestgrundfläche je Nest beträgt $0,36 \text{ m}^2$, woraus sich eine Nestgrundfläche von $0,012 \text{ m}^2$ je Henne ergibt. Wie in Tabelle 1 zu sehen ist, sinkt der Median für die Anzahl Nestbesuche im WMN im Laufe der Beobachtungen von 31 auf 25 Besuche je Henne und Legeperiode (je 28 Tage). Im HFGN wird zunächst ein Median von 41 Nestbesuchen je Henne und Legeperiode ermittelt. In den folgenden sechs Legeperioden sinkt der Median auf 36 Nestbesuche je Henne und Legeperiode.

THURNER et al. (2008) untersuchen das Verhalten von zwei Lohmann (LB) Herden in speziellen Familiennestern, den HFGN. Dazu sind Daten aus 74 Tagen ausgewertet worden. Die Nestfläche je HFGN beträgt $0,36 \text{ m}^2$. Insgesamt stehen den 298 Hennen der Herde 1 und den 401 Hennen der Herde 2 sechzehn Gruppennester zur Verfügung. Die Autoren beschreiben durchschnittlich 1,7 Nestbesuche je Henne und Tag in der ersten Herde und durchschnittlich 1,9 Nestbesuche je Henne und Tag in der zweiten Herde.

4.4.2 Dauer der Nestbesuche

Neben der Anzahl Nestbesuche wird häufig die Nestaufenthaltsdauer verwendet, um das Nestverhalten von Legehennen zu beschreiben. Wie in Tabelle 2 zu sehen ist, variiert die Dauer der Nestaufenthalte stark. Diese Unterschiede in der Nestaufenthaltsdauer von rund 4 Minuten (LUNDBERG und KEELING, 1999; RINGGENBERG et al., 2014a) bis zu 67 Min (COOPER und APPLEBY, 1996b) sind zum einen auf das Versuchsdesign, zum anderen auf die Definition der Nestaufenthaltsdauer zurückzuführen.

Nestverhaltensbeobachtungen ohne RFID-Technik

PETHERICK et al. (1993) haben jeweils eine ISA Brown Henne in ein Versuchsabteil mit vier Nestern gesetzt. Die Nester waren mit einer unterschiedlichen Menge an Einstreu versehen. Zur Auswahl sind folgende Mengen gestanden: viel Einstreu (3180 cm^3), mittlere Einstreu (1060 cm^3), geringe Einstreu (350 cm^3) und keine Einstreu. Die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer liegt bei vierzehn Minuten, wobei die Spanne von einer halben Minute bis zu 88 Minuten reicht. Die Autoren halten fest, dass viel Einstreu attraktive Eigenschaften besitzt, allerdings nicht alle Hennen die gleichen Vorlieben haben. Dadurch kann auch die große Spanne bei der Nestaufenthaltsdauer erklärt werden. Mit Hilfe von Videoaufzeichnungen untersuchen SHERWIN und NICOL (1993) das Verhalten von insgesamt 10 Hisex Legehennen. Die Hennen werden einzeln in ausgestaltete Käfige gesetzt, in welchen ihnen zwei identische Nester zur Verfügung stehen. Neben der Anzahl der Nestbesuche und der Nestinspektionen wird auch die Nestaufenthaltsdauer erfasst. Bei der Nestaufenthaltsdauer wird zwischen dem letzten Nestbesuch mit Eiablage und der Summe der Nestaufenthaltsdauern der Nestbesuche ohne Eiablage unterschieden. Wie in Tabelle 2 zu sehen ist, beträgt die durchschnittliche Gesamtaufenthaltsdauer 46 Minuten ohne Eiablage und der Nestbesuch mit Eiablage durchschnittlich 31 Minuten.

COOPER und APPLEBY (1995) untersuchen ob Legehennen die Motivation verspüren Nester aufzusuchen, auch wenn sie zuvor keine Erfahrungen mit Nestern gemacht haben. Dazu stehen der Hälfte der ISA Brown Hennen eingestreute Nester in ihrem Abteil zur Verfügung, die andere Hälfte hat keine Nester, sondern nutzt Mulden. Sie zeichnen das Verhalten der einzelnen Hennen drei Stunden vor der Eiablage bis einschließlich eine Stunde danach mit Hilfe von Videokameras auf. Die Autoren beobachteten eine durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch im Nest von neun Minuten und in

der Mulde von einer Minute. Die Summe der Nestaufenthaltsdauer beträgt im Nest 47 Minuten und in der Mulde 19 Minuten. In einer weiteren Untersuchung beobachten COOPER und APPLEBY (1996a) das Verlangen einer Henne nach einem Nest. Dazu werden der Wohnbereich (Sitzstange, Futter, Wasser) und der Nestbereich (mit je zwei eingestreuten Nestern) mit unterschiedlichen Durchgangsbreiten voneinander getrennt. Die durchschnittliche Nestbesuchsdauer beträgt bei einer Durchgangsbreite von 220 mm sechs Minuten und erhöht sich bei einer Durchgangsbreite von 95 mm bis zu 29 Minuten. Die Summe der Nestaufenthaltsdauer variiert zwischen 30 Minuten und 41 Minuten. Hierbei bleibt festzuhalten, dass die Summe der Nestaufenthaltsdauer zunächst mit sinkender Zugangsbreite (220 mm: 41 Min; 140 mm: 37 Min; 125 mm: 30 Min) abnimmt, anschließend allerdings wieder steigt (110 mm: 34 Min; 95 mm: 36 Min). In einer weiteren Arbeit haben COOPER und APPLEBY (1997) Hisex Brown Hennen in zwei Gruppen unterteilt: konstante Nestleger (alle Eier im Nest) und gelegentliche Nestleger (vermehrte Eier am Boden). Den Hennen sind dann drei unterschiedliche Nestvarianten in einem Versuchsabteil angeboten worden. Zum einen ein geschlossenes Nest, zum anderen ein offenes Nest und als dritte Möglichkeit kein Nest. Die Autoren haben für ihre Beobachtung in dieser speziellen Umgebung Videokameras verwendet. Die Summe der Nestaufenthaltsdauer bis zur Eiablage sinkt dabei von 39 Minuten ohne Nest, über 33 Minuten bei offenem Nest bis zu 25 Minuten bei einem geschlossenen Nest für die konstanten Nestleger. Wie in Tabelle 2 dargestellt, befinden sich die gelegentlichen Nestleger durchschnittlich 40 Minuten ohne Nest, 37 Minuten bei offenem Nest und 22 Minuten bei geschlossenem Nest vor der Eiablage im Nest.

Sowohl COOPER und APPLEBY (1996b) als auch ZUPAN et al. (2008) haben das Verhalten von Nest- und Bodenlegern in ihren Untersuchungen analysiert. COOPER und APPLEBY (1996b) haben dazu zwanzig Hisex Brown Hennen einzeln in Käfigen mit Nestern gehalten. Die Hennen sind nach vorausgehenden Beobachtungen in Nest (i.e. alle Eier im Nest)- und Bodenleger (i.e. Großteil der Eier außerhalb des Nestes) unterteilt und anschließend in zwei unterschiedlichen Altersgruppen ausgewertet worden. Sowohl bei den Boden- als auch bei den Nestlegern ist die Summe der Nestaufenthaltsdauer gesunken. Von 67 Minuten in den Wochen 23-25 auf 47 Minuten in den Wochen 26-28 bei den Nestlegern und von 43 Minuten in den Wochen 23-25 auf 36 Minuten in den Wochen 26-28 bei den Bodenlegern. Entgegengesetzt der Summe der Nestaufenthaltsdauer steigt die durchschnittliche Dauer eines Nestbesuches. Bei den Nestlegern von 8 Minuten auf 16 Minuten und bei den Bodenlegern von 2 Minuten auf

4 Minuten (von den Wochen 23-25 zu den Wochen 26-28). ZUPAN et al. (2008) stellt jeder der 24 LSL Hennen, welche einzeln gehalten werden, zwei unterschiedliche Nestplätze zur Wahl. Zum einen Einstreu und zum anderen eine eingestreute Nestbox, und teilt die Hennen aufgrund der erfolgten Eiablagen in zwei Gruppen. 71 % der Hennen nutzen die Nestbox als Eiablageort und 29 % die Einstreu. Der letzte Nestbesuch, also der Nestbesuch mit Eiablage, dauert bei den Einstreulegern durchschnittlich 22 Minuten und bei den Nestlegern 30 Minuten.

FREIRE et al. (1996, 1997, 1998) haben mehrere Studien zum Nestverhalten durchgeführt. In einer Testumgebung haben die Autoren zwei unterschiedliche Einflussfaktoren auf das Nestverhalten der ISA Brown Hennen beobachtet (FREIRE et al., 1996). Zum einen der Einfluss von Einstreu in einem Nest und zum anderen der Einfluss eines vorhandenen Rundgangs. Die Summe der Nestaufenthaltsdauer beträgt in dem eingestreuten Nest 62 Minuten und in dem nicht eingestreuten Nest 58 Minuten. Das Vorhandensein eines Rundgangs senkt die Summe der Nestaufenthaltsdauer von 66 Minuten ohne Rundgang auf 54 Minuten. Die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch beträgt in dem Nest ohne Einstreu 8 Minuten und in dem eingestreuten Nest 16 Minuten. Tabelle 2 zeigt, dass ein durchschnittlicher Nestbesuch mit Zugang zu einem Rundgang 13 Minuten und ohne einen Rundgang durchschnittlich 12 Minuten dauert. 1998 beobachteten FREIRE et al. den Einfluss sozialer Interaktionen in neun Kleingruppen zu je vier Hisex White Hennen. Die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer, aus 28 kompletten Aufzeichnungen ermittelt, beträgt 25 Minuten. Auch 1997 beschreiben FREIRE et al. den Einfluss sozialer Interaktionen auf das Nestverhalten. Dazu sind 24 Hisex Brown Hennen in drei Gruppen zu je acht Hennen in einem eingestreuten Abteil mit drei Nestboxen gehalten worden. Für die Auswertung sind die Hennen in Gruppen unterteilt worden: dominant, untergeordnet und unbekannt. Kann eine Henne ungehindert in das Nest, so verweilt sie 39 Minuten täglich im Nest. Begegnet der Henne eine dominante Henne auf dem Weg ins Nest, so sinkt die Summe der Nestaufenthaltsdauer auf 33 Minuten. Wenn eine untergeordnete Henne der Henne begegnet, beträgt die Nestaufenthaltsdauer 37 Minuten und bei einer ihr unbekanntes Henne 30 Minuten.

Auch LUNDBERG und KEELING (1999) untersuchen den Einfluss von sozialen Faktoren auf das Nestverhalten. Dazu sind vier unterschiedlich große Gruppen mit Hisex White Hennen gebildet worden (15, 30, 60, 120). Sowohl die Nestfläche ($0,02 \text{ m}^2$ pro Henne) als auch die Bodenfläche ($0,2 \text{ m}^2$ pro Henne) sind unabhängig von der Gruppengröße in jedem Abteil konstant. Die Hennen haben neben den Nestern auch die Ecken des

jeweiligen Abteils als Nestplatz nutzen können. Das Verhalten, das Nestverhalten sowie das Aggressionsverhalten der Hennen, ist mit Hilfe von Videokameras und Direktbeobachtung erfasst worden. KEELING und LUNDBERG (1999) halten fest, dass Hennen die picken sich länger (14 Minuten) in den Nestplätzen aufhalten als Hennen die gepickt werden (4 Minuten). CORDINER und SAVORY (2001) haben vier Gruppen ISA Brown Hennen in Abteilen gehalten und die Auswirkungen des sozialen Status einer Henne auf die Nutzung von Nestern. Die Autoren unterteilen für ihre Auswertung einen 24-Stunden-Tag, in zwei Bereiche, Tag (i.e. Licht im Stall an) und Nacht (i.e. Licht im Stall aus). Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer im Nest beträgt dabei tagsüber 29 Minuten.

APPLEBY et al. (2002) versuchen ausgestaltete Käfige für Legehennen zu verbessern und beobachten Hennen verschiedener Herden der Herkunft LB in unterschiedlichen Versuchsaufbauten über insgesamt drei Jahre. Neben der Legeleistung und der Eiqualität ist unter anderem auch das Verhalten der Tiere erfasst worden. Im dritten Jahr ist das Legeverhalten von 30 Hennen beobachtet worden. Alle Hennen haben ihre Eier in das Nest gelegt und die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer beträgt dabei, wie in Tabelle 2 dargestellt, 33 Minuten. Den Autoren fällt auf, dass drei Hennen sehr viele kurze Nestbesuche mit einer durchschnittlichen Nestbesuchsdauer von rund einer Minute aufweisen.

KRUSCHWITZ et al. (2008b) versuchen in ihren Studien Informationen zum Legeverhalten von Legehennen unter naturnahen Bedingungen zu erhalten. In dem ersten Experiment dieser Studie, werden die Hennen täglich morgens in den Auslauf gebracht. Den Hennen stehen keine künstlichen Nester zur Verfügung, sondern nur natürliche Materialien, wie z.B. Büsche und Sträucher, welche sie zum Nestbau nutzen können. Die Summe der Nestaufenthaltsdauer beträgt in diesem ersten Experiment 18 Minuten, wobei der letzte Nestbesuch mit erfolgter Eiablage durchschnittlich 12 Minuten beträgt. In dem zweiten Experiment wird den Hennen ein Hühnerhäuschen in den Auslauf gestellt, welches sie auch nachts benutzen können. Die Hühnerhäuschen sind mit Hobelspänen eingestreut. In diesem zweiten Experiment beträgt die Summe der Nestaufenthaltsdauer durchschnittlich 32 Minuten, wobei die Eiablage in dem letzten Nestbesuch, durchschnittlich 16 Minuten andauernden Nestaufenthalt, stattfindet.

RIBER (2010) ermittelt in ihren Beobachtungen vor allem den Einfluss des Alters von Legehennen auf die Auswahl der Nestposition und die Frequenz des Herdennestverhaltens. In ihren Untersuchungen hat sie mit Hilfe von Videokameras auch das Verhaltensmerkmal Dauer Nestbesuche aufgezeichnet. Dazu wird die Zeit von dem ersten Eintritt der Henne in das Nest bis zur Eiablage summiert. Insgesamt sind 180 ISA Warren Hennen in Gruppen zu je fünfzehn Hennen in zwölf Versuchsabteilungen beobachtet worden. In jedem Abteil stehen den Hennen drei identische Nester (links, mitte, rechts) zur Verfügung. Die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer variiert in Abhängigkeit vom Alter der Hennen zwischen 38 Minuten und 42 Minuten.

STÄMPFLI et al. (2012) untersuchen den Einfluss unterschiedlicher Nestvorhänge auf die Nestwahl bei 140 LSL Hennen. Dazu sind zwei identische Familiennester in einem Abteil aufgestellt, bei denen eines über einen vertikal geschlitzten Vorhang und das andere über einen einteiligen Vorhang verfügt. Beide Vorhänge bieten den Hennen in der Mitte freien Zugang zum Nest. Der durchschnittliche Nestaufenthalt mit erfolgter Eiablage dauert bei den einteiligen Vorhängen 44 Minuten und bei den vertikal geschlitzten Vorhängen 40 Minuten. In einer weiteren Studie haben STÄMPFLI et al. (2011) einen Präferenztest mit zwei identischen Familiennestern mit unterschiedlicher Nestbodenneigung (12 % bzw. 18 %) durchgeführt. Die 140 LSL Hennen sind in acht Gruppen zu je 17 bis 18 Hennen unterteilt worden. Um das Verhalten der Hennen auch während der Eiablage im Nest aufzeichnen zu können, sind zwei Videokameras in jedem Nest angebracht worden. Tabelle 2 zeigt, dass die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer bei einem Nestbesuch mit Eiablage in dem Nest mit einer 12 %igen Bodenneigung 52 Minuten und in dem Nest mit 18 %igen Bodenneigung 54 Minuten beträgt.

Ob Hennen kleine Nester, die einen geschützteren Eindruck erwecken, größeren Nestern zur Eiablage vorziehen, untersuchen RINGGENBERG et al. (2014a). Dazu sind die Hennen in fünf Gruppen zu je 20 LSL unterteilt worden und in die Versuchsabteilung gebracht worden. Jedes Abteil verfügt über zwei, von außen identisch wirkende, Familiennester, die sich in ihrer Größe unterscheiden. In dem kleinen Nest sind innen zusätzliche Wände eingefügt worden. Die Nestfläche des kleinen Nestes beträgt $0,4 \text{ m}^2$ und das große Nest verfügt über $0,8 \text{ m}^2$ Nestfläche. Die Autoren wählen 50 Hennen aus, deren Verhalten fokussiert wird. Diese Hennen halten sich durchschnittlich 8 Minuten im kleinen Nest und 4 Minuten im großen Nest auf. Der längste Nestbesuch dauert im kleinen Nest 31 Minuten und im großen Nest 23 Minuten, wobei die Autoren hier keine Angaben zu einer Eiablage machen.

CAYEZ et al. (2014) untersuchen das Nestverhalten, insbesondere das Legeverhalten, von Babcock Brown Hennen. Sie nutzen dafür zwei unterschiedliche Nester, die auf vier Betrieben mit Freilandhaltung vorhanden waren. Zum einen ein mit Stroh eingestreutes Einzelnest mit manueller Eiabnahme und zum anderen ein mit Astroturf gefülltes Gruppennest mit automatischem Sammelband. Die Eiablage wird in zwei Sequenzen unterteilt. Die erste Sequenz, die sogenannte Vor-Legephase, wird durch Nestinspektionen und Nestbauverhalten charakterisiert. Die zweite Sequenz, die sogenannte Legephase, beinhaltet die Eiablageposition, Eimanipulation, Brütigkeit und das Bedecken des Eies mit Einstreu. Die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer mit erfolgter Eiablage einer Henne beträgt dabei 26 Minuten im Einzelnest und 32 Minuten im Gruppennest.

Nestverhaltensbeobachtungen mit RFID-Technik

Einige Autoren nutzen RFID-Technik zur Erfassung der Nestaufenthaltsdauer. WALL et al. (2004) beobachten das Nestverhalten von Hy-Line White und LSL Hennen in zwei unterschiedlichen ausgestalteten Käfigen mit je zwei Nestern. Weitere Details des Versuchsaufbaus sind im vorausgehenden Kapitel beschrieben. Wie in Tabelle 2 dargestellt, variiert die Nestaufenthaltsdauer je Henne und Tag zwischen 40 und 42 Minuten. Die Hennen der Herkunft LSL verbringen durchschnittlich 41 Minuten je Henne und Tag im Nest und die Hennen der Herkunft Hy-Line 40 Minuten. Die Unterschiede in der Nestaufenthaltsdauer zwischen den beiden unterschiedlichen Käfigen sind auch gering. In dem offenen Käfig (O-cage) halten sich die Hennen durchschnittlich 40 Minuten täglich auf und die Aufenthaltsdauer je Henne und Tag in Variante mit den Schlupflöchern (H-cage) beträgt durchschnittlich 42 Minuten.

THURNER und WENDL (2007) beobachten in dem sogenannten Weihenstephaner Muldenest (WMN; THURNER et al., 2005a) zwei Lohmann Herden in Volierenhaltung. Zum einen LSL und zum anderen Lohmann Silver Hennen. Wie bereits bei dem in dem vorherigen Kapitel „Anzahl Nestbesuche“ beschrieben, wird das Nest-Hennen-Verhältnis in dieser Studie der Autoren aufgrund von Problemen mit Doppelbelegungen reduziert. Bei beiden Herkünften ist festzustellen, dass mit geringerer Besatzdichte die Nestaufenthaltsdauer je Henne und Tag steigt. Bei den Lohmann Silver Hennen erhöht sich durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer je Henne und Tag für einen Nestbesuch mit Eiablage von 24 Minuten auf 30 Minuten und bei den LSL Hennen von 24 Minuten auf 35 Minuten.

ICKEN (2009) hat für ihre Promotion insgesamt fünf Herden der Herkunft LSL (n=1) und LS (n=4) ebenfalls im Weihenstephaner Muldennest (WMN; THURNER et al., 2005a) analysiert. Dabei wird zwischen Nestbesuchen mit erfolgter Eiablage und ohne Eiablage unterschieden. Wie Tabelle 2 zeigt, gibt es einen großen Bereich in der sich die Nestaufenthaltsdauer bewegt. Die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer für Nestbesuche ohne Eiablage variiert bei den Lohmann Silver Hennen zwischen 6 Minuten und 9 Minuten und bei den LSL Hennen beträgt die Nestaufenthaltsdauer 28 Minuten. Nestbesuche mit erfolgter Eiablage dauern länger. Bei den LSL Hennen dauert ein durchschnittlicher Nestbesuch mit Eiablage 45 Minuten und bei den Lohmann Silver Hennen schwankt die Aufenthaltsdauer zwischen 30 Minuten und 33 Minuten.

In einer weiteren Studie untersuchen ICKEN et al. (2009a) im gleichen Einzelnest verschiedene Verhaltensmerkmale von zwei LS Herden. Wie auch bei THURNER und WENDL (2007) haben Doppelbelegungen zu Problemen und zu einer Reduktion der Besatzdichte in der zweiten Herde geführt. Die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer für einen Nestbesuch mit Eiablage beträgt in Herde 1 30 Minuten und ein Nestbesuch ohne Eiablage 10 Minuten. Bei einem Nest-Hennen-Verhältnis von 1:7,6 dauert ein durchschnittlicher Nestbesuch mit Eiablage in Herde 2 31 Minuten und ohne Eiablage 7 Minuten. Nach der Reduktion der Besatzdichte auf 1:5,3 betragen der durchschnittliche Nestbesuch mit Eiablage 36 Minuten und ein Nestbesuch ohne Eiablage 12 Minuten. Unterscheidet man in Herde 2 nicht zwischen dem Nest-Hennen-Verhältnis, so dauert ein durchschnittlicher Nestbesuch mit Eiablage 33 Minuten und ohne Eiablage 8 Minuten.

PAULI et al. (2010) haben das Nestverhalten in zwei unterschiedliche Nestsystemen analysiert. Zum einen das Weihenstephaner Muldennest (WMN; THURNER et al., 2005a) und zum anderen das sogenannte Hochfrequenz Gruppennest (HFGN; THURNER et al., 2008), ein Familiennest. Das Verhalten der Lohmann Silver Hennen wird zunächst im WMN und anschließend im HFGN erfasst. Weitere Details zum Versuchsaufbau sind bereits im voran gegangenen Kapitel beschrieben. Die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer je Henne und Tag beträgt in den einzelnen Legeperioden zwischen 25 Minuten und 32 Minuten im WMN und zwischen 34 Minuten und 38 Minuten im HFGN.

Tabelle 2: Literaturübersicht zu dem Verhaltensmerkmal „Nestaufenthaltsdauer je Henne und Tag“ unterteilt in Versuchsaufbauten „ohne“ und „mit“ RFID

Versuchsaufbau ohne RFID				
Quelle	Herkunft	Durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer (alle Nestbesuche) [min]	Durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer (Nestbesuche ohne Eiablage) [min]	Durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer (Nestbesuche mit Eiablage) [min]
Petherick et al. (1993)	ISA Brown			14
Sherwin und Nicol (1993)	Hisex		46	31
Cooper und Appleby (1995)	ISA Brown	19 - 47		
Cooper und Appleby (1996a)	Hisex Brown	30 - 41		
Cooper und Appleby (1996b)	Hisex Brown	36 - 67		
Freire et al. (1996)	ISA Brown	54 - 66		
Cooper und Appleby (1997)	Hisex Brown	22 - 40		
Freire et al. (1997)	Hisex Brown	30 - 39		
Freire et al. (1998)	Hisex White	25		
Lundberg und Keeling (2001)	Hisex White	4 - 14		
Cordiner und Savory (2001)	ISA Brown	29		
Appleby et al. (2002)	ISA Brown	33		
Kruschwitz et al. (2008b)	LT ¹	18 - 32		12 - 16
Zupan et al. (2008)	LSL ²			22 - 30
Riber (2010)	ISA Warren	38 - 42		
Stämpfli et al. (2011)	LSL			52 - 54
Stämpfli et al. (2012)	LSL			40 - 44
Ringgenberg et al. (2014)	LSL	4 - 8		
Cayez et al. (2014)	Babcock Brown			26 - 32

Versuchsaufbau mit RFID				
Quelle	Herkunft	Durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer (alle Nestbesuche) [min]	Durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer (Nestbesuche ohne Eiablage) [min]	Durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer (Nestbesuche mit Eiablage) [min]
Wall et al. (2004)	LSL/ Hy-Line White	40 - 42		
Turner und Wendl (2007)	LSL/LS ³			24 - 35 (WMN ⁵)
Turner et al. (2008)	LB ⁴	28 - 31 (HFGN ⁶)		
Icken (2009)	LSL/LS		6 - 28 (WMN)	30 - 45 (WMN)
Icken et al. (2009a)	LS		7 - 12 (WMN)	30 - 36 (WMN)
Pauli et al. (2010)	LS	23 - 31 (WMN) 32 - 37 (HFGN)		

¹ LT = Lohmann Tradition² LSL = Lohmann Selected Leghorn³ LS = Lohmann Silver⁴ LB = Lohmann Brown⁵ WMN = Weihenstephaner Muldennest⁶ HFGN = Hochfrequenz Gruppennest

4.5 Körpergewicht einer Legehennen

Das Körpergewicht von Geflügel wird nach APPLEBY et al. (2004) als negativer Indikator für das Wohlbefinden des Tieres angesehen, da sowohl ein zu geringes als auch ein zu hohes Körpergewicht ein Defizit darin verursachen kann.

Alle Zuchtunternehmen verweisen in ihren Management Empfehlungen, z.B. Management Guide für Legehennen (LTZ, 2012), auf das Körpergewicht. Nach LÜKE et al. (2007) sollte das Körpergewicht beim Umstallen mindestens die Sollvorgaben der Züchter erreichen, um eventuellen Gewichtsverlusten beim Transport entgegenwirken zu können. Das optimale Körpergewicht der Hennen beim Umstallen ist nach den Autoren eine wichtige Voraussetzung für die Legehennenhaltung. THIELE et al. (2013) beschreiben, dass die Uniformität einer Herde zu beachten ist und man daran erkennen kann, ob alle Hennen mit ausreichend Futter und Wasser versorgt werden. Darüber hinaus ist nach THIELE et al. (2013) die Uniformität ein Kennzeichen für den Leistungsverlauf einer Herde und sollte daher bereits in der Aufzucht regelmäßig kontrolliert werden. An mindestens 1 % der Herde sollte eine Einzeltierwiegung vorgenommen werden und diese ist ab der vierten Lebenswoche in einem Abstand von 1 bis 2 Wochen zu wiederholen (THIELE et al., 2013). Die Uniformität einer Herde sollte nach THIELE et al. (2013) mindestens 80 % betragen.

Das Körpergewicht hat auch direkten Einfluss auf das Eigewicht. Nach JEROCH et al. (2013) bewirkt ein hohes Körpergewicht zu Beginn der Legephase die Einzeleimasse positiv, da größere Hennen größere Eier legen. LÜKE et al. (2007) und SCHMUTZ und FLOCK (2014) führen aus, dass die Fütterung auf ein hohes Körpergewicht zu Legebeginn das Eigewicht über die gesamte Legeperiode erhöht. Nach SCHWARK et al. (1987) sind kleine Eier zu Legebeginn auf ein niedriges Körpergewicht zurückzuführen. Auch GRASHORN (2013) hält fest, dass ein späterer Legebeginn das Eigewicht sowie das Durchhaltevermögen der Hennen positiv beeinflusst. THIELE (2008) beschreibt, dass ein kleiner Körperrahmen und ein ungenügendes Körpergewicht in der 12. bis 13. Lebenswoche bereits das spätere Eigewicht negativ beeinflussen, da in dieser Phase das Körpergerüst bereits bis zu 95 % entwickelt ist.

Umwelteinflüsse, das Management und eine genetische Veranlagung haben Auswirkungen auf das Körpergewicht. Nach FLOCK et al (2008) liegen die Heritabilitätswerte der Herkunft Lohmann Brown zwischen 0,63 und 0,82 und sind somit ein hoch erbliches Merkmal. Auch ICKEN (2009) schätzt in ihren Herden mit LSL und Lohmann Silver Hennen hohe Heritabilitäten ($h^2 = 0,4$ bis $h^2 = 0,8$) für die Merkmale Körper- und Eigewicht.

Die Bedeutung der Tageszeit auf das Körpergewicht der Hennen wird von mehreren Autoren beschrieben. Sowohl TURNER et al. (1983) als auch FRATTORI et al. (1992b) stimmen darin überein, dass die Erfassung des Körpergewichtes direkt vor der Fütterung das gleichmäßigste sowie effektivste Verfahren ist um einen Zuwachs zu ermitteln. Das Wiegen in den späten Abendstunden, z.B. zwischen 18 und 20 Uhr, bietet nach FRATTORI et al. (1992b) bestimmte Vorteile. Zum einen befindet sich weniger Futter im Kropf der Hennen, die Temperatur ist erträglich und darüber hinaus haben die Legehennen zu dieser Tageszeit ihre Eier bereits gelegt (FRATTORI et al., 1992b). Das durchschnittliche Körpergewicht der Hennen folgt nach LOKHORST (1996) einem täglichen Muster. LOKHORST (1996) hat das niedrigste Körpergewicht am Morgen erfasst und das höchste Körpergewicht nachts. Am Ende der Nacht und während der Morgenstunden haben die Hennen defäkiert, haben ein Ei gelegt und haben gegessen und getrunken. LOKHORST (1996) und SAVORY (1993) haben festgestellt, dass die Hennen am Ende des Tages mehr fressen und in der Zeit auch das neue Ei gebildet wird, was den Anstieg des Körpergewichtes nachmittags und nachts erklärt. Der Unterschied zwischen dem minimalen und maximalen Körpergewichtes lag bei den Autoren bei 63 g, was in etwa dem Gewicht eines Eies entspricht.

4.6 Automatische Wiegesysteme in der Geflügelhaltung

Bereits seit mehr als 30 Jahren sind automatische Wiegesysteme in der Geflügelhaltung verbreitet. FRATTORI et al. (1992a und 1992b) haben verschiedene Strategien beim Wiegen von Broilern, Broiler Junghennen und Broiler Elterntieren sowohl auf einer Versuchsstation als auch in Produktionsställen untersucht. Dabei verweisen die FRATTORI et al. (1992b) auf die Bedeutung der Erkenntnisse der manuellen Wiegeungen hinsichtlich der automatischen Wiegesysteme und dass die automatischen Wiegesysteme einen riesen Einfluss auf künftige Wiegeprogramme haben werden. Die konventionelle Methode Gewichtsdaten in der Geflügelhaltung zu erfassen ist nach LOTT et al. (1982) arbeitsintensiv und mit Fehlern behaftet. Mit einem tragbaren, mikrocomputer-basierenden Wiegesystem können gegenüber den manuellen Methoden bis zu 65 % der Zeit für die Datenerfassung und Datenauswertung eingespart werden (FEIGHNER et al., 1986).

In einer Studie mit 752 männlichen Arbor Acres Broilern in einem Bodenhaltungsabteil (12,2 x 8,5 m) untersuchen NEWBERRY et al. (1985), ob mit einem automatischen Wiegesitzstange eine repräsentative Stichprobe des Körpergewichtes bei Broilern bis zur zehnten Lebenswoche erfasst werden kann. Die Attraktivität des Bereiches mit der Sitzstange, das Verhalten der Broiler auf der Sitzstange, die unterschiedliche Nutzung der Sitzstange durch Individuen und Änderungen im Verhalten aufgrund des Alters werden ebenfalls von NEWBERRY et al. (1985) erfasst. Die Wiegeplattform (30,5 x 30,5 cm) ist 3 cm über dem Boden über einer Holzplatte aufgehängt, welche auf der Einstreu liegt. Die Broiler sind zusätzlich manuell gewogen worden, in den Wochen 1-6 in Gruppen und 7-10 individuell. In der ersten Woche sind Diskrepanzen zwischen der beobachteten Anzahl an Wiegeplattform-Besuchen und den automatisch aufgezeichneten Besuchen festgestellt worden. Eine Ursache dafür sehen NEWBERRY et al. (1985) in der kurzen Aufenthaltsdauer auf der Plattform, da die Körpergewichte nur gespeichert werden, wenn sie über eine gewisse Dauer gleichmäßig sind, darüber hinaus könnte der Direktbeobachter das Verhalten der Tiere beeinflusst haben. Das Körpergewicht der Broiler, die die Wiegeplattform über Wochen häufiger besuchten unterschied sich nicht von dem Körpergewicht der Broiler, die sie weniger oft besucht hatten. Daher halten NEWBERRY et al. (1985) die mit dem automatischen Wiegesystem erfassten Broiler für eine repräsentative Probe der gesamten Herde. In anderen Herden kann das Gewicht der Tiere, welche die Sitzstange häufig besuchen, von dem Durchschnitt der Herde abweichen und somit zu einem Unterschied der manuell und automatisch erfassten

Körpergewichte führen. Eine weitere Fehlerquelle sehen NEWBERRY et al. (1985) wie auch LOTT et al. (1981) bei den vielen Stufen der Aufzeichnung durch den Menschen. Die Unterschiede in ihrer Untersuchung, vor allem nach der sechsten Woche, führen NEWBERRY et al. (1985) hauptsächlich auf die falsch gespeicherten Körpergewichte, nicht vollständig auf der Plattform befindlicher Broiler, zur Ermittlung des durchschnittlichen Körpergewichtes je Tag zurück.

DOYLE und LEESON (1989) zeigen, dass ein automatisches Wiegesystem geeignet ist, um ein einen Tagesdurchschnittswert des Körpergewichtes zu erfassen, welcher mit den manuell aufgezeichneten vergleichbar ist. Dazu haben die Autoren in vier Versuchen die Genauigkeit des automatischen Wiegesystems mit männlichen und weiblichen Broilern sowie mit Puten untersucht. Die Tiere wurden in 24 Abteilen a 2,4 x 1,83 m in zwei Räumen gehalten. Die Plattform Waagen (15 x 10 x 5 cm) in jedem Abteil wurden auf Sperrholzplatten (25 x 25x 1,5 cm) am Boden gestellt, um eine Verunreinigung durch die Einstreu zu vermeiden. Mit einer speziellen Software wurden nur Körpergewichte innerhalb bestimmter Grenzen verwendet, welche für jede Waage separat und in der Stunde zuvor ermittelt wurden. Die manuelle Wiegung erfolgte sowohl an Einzeltieren als auch in Gruppen an bestimmten Tagen. DOYLE und LEESON (1989) haben nur in einem Fall einen Unterschied zwischen den Durchschnittswerten der automatischen und der manuellen Wiegung festgestellt, ansonsten lagen keine signifikanten Unterschiede vor. DOYLE und LEESON (1989) folgern, dass sich der Unterschied aufgrund einer ungenügenden Anzahl an Wiegunen ereignete, als die Aktivität der Broiler mit steigendem Gewicht gesunken ist.

CHEDAD et al. (2003) untersuchen in ihrer Arbeit ob schwere Broiler das automatische Wiegesystem weniger oft besuchen als die leichten. Es sind in allen drei Produktionsställen dieselben Plattformwaagen mit einem Durchmesser von 34 cm und einer Verbindung zu einem Wiegecomputer (Fancor 747) verwendet worden. Es sind Aufnahmen der Broiler auf und in der Umgebung der Plattformwaagen mit einer schwarz-weiß Kamera (Hitachi, KP-M1E/K) gemacht worden. Die manuelle Referenzwiegung erfolgte in Abhängigkeit von der Gruppengröße wöchentlich, in Stall 1 und 3 immer zu derselben Uhrzeit. CHEDAD et al. (2003) folgern, dass die automatische Wiegung einen Eindruck des Wachstums der Broiler vermittelt, allerdings die Genauigkeit der Wiegunen vor allem gegen Ende der Mast zweifelhaft ist, da die leichteren Tiere das Wiegesystem häufiger besuchen.

TURNER et al. (1983) haben Untersuchungen zum automatischen Wiegen mit Dehnungsmessstreifen von Junghennen in Bodenhaltung und in Käfigen durchgeführt. In der Bodenhaltung waren 1300 Legehennen (Warren SSL) in einem Abteil (6,1 x 18,3 m) mit einer an einer zentralen Strebe befestigten Wiegesitzstange. Die Wiegesitzstange war 6 cm über dem Boden schwebend. In der Käfighaltung waren bis zur sechsten Woche 60 Hennen (Warren SSL), danach 40 Tiere in einem Käfig. Der Käfig (H:34 cm, B:58 cm, L:241 cm) war in der obersten von drei Reihen ausgewählt worden und die Sitzstange war an der Vorderseite des Käfigs befestigt. Sowohl in dem Bodenhaltungsabteil als auch im Käfig sind Mikrocomputer verwendet worden, um die Ergebnisse der Wiegungen aufzuzeichnen. Vor jedem Wiegedurchgang (Dauer 2 oder 4 Stunden) sind die Mittelwerte des Vortages oder der Vortage als Präferenz für die Gültigkeit der erfassten Werte im Computer eingegeben worden. Die tierindividuellen, manuellen Wiegungen sind wöchentlich, wenn möglich montags 2 Stunden vor dem Füttern, durchgeführt worden. Im Käfig wurden dabei alle Hennen gewogen und in der Bodenhaltung wurden je 45 Hennen zufällig ausgewählt. TURNER et al. (1983) folgern aus ihren Ergebnissen, dass die automatische Wiegung durchführbar ist und die Ergebnisse hinsichtlich der Genauigkeit mit den verfügbaren manuellen Wiegesystemen (wöchentlich) gleich, wenn nicht besser sind. Allerdings weisen die Autoren auch auf einige Dinge hin, welche dringend zu beachten sind. Zum einen müsse das automatische Wiegesystem so konzipiert sein, dass nur das Gewicht einer Henne erfasst und dass auch nur, wenn sie mit beiden Ständern auf der Wiegesitzstange steht. Zum anderen müsse auf die Tageszeit geachtet werden, zu welcher die Wiegungen durchgeführt werden, da der Unterschied zwischen einem „vollem“ und einem „leeren“ Kropf einen großen Unterschied hervorruft. In einer weiteren Veröffentlichung beschreiben TURNER et al. (1984), dass in Vorversuchen eine Wiegeplattform bzw. eine Wiegesitzstange getestet worden sind. Wichtig waren hierbei die Akzeptanz der Hennen, die Eignung zur Datenerfassung sowie die Konstruktionskosten. Die Verwendung von Plattformwaagen ist nicht weiter verfolgt worden, da die Hennen dazu neigen sich in Gruppen darauf aufzuhalten und ihr Körpergewicht auf Gegenstände in ihrer Umgebung verteilen. Die Idee eine Plattform bzw. Sitzstange vor eine Tränke oder Futterstelle zu bauen, musste aufgrund exzessiver Interaktionen zwischen den Hennen in diesen Bereichen ebenfalls verworfen werden. Darüber hinaus haben TURNER et al. (1984) auch Probleme beim Aufstellen der Plattformwaagen auf der Einstreu beobachtet. Somit beschlossen die Autoren weitere Tests mit Wiegesitzstangen durchzuführen. Zunächst sind Wiegesitzstangen für mehrere Tiere untersucht worden, allerdings konnte man mit diesen die Anzahl der Hennen auf

Sitzstange nicht feststellen. Dabei ist beobachtet worden, dass die Hennen die Sitzstangen in einer Höhe von 10 cm gegenüber denen in einer Höhe von 20 cm bevorzugen. Mit diesen gewonnenen Informationen sind TURNER et al. (1984) in einen Produktionsstall mit 17700 Broilern gegangen um weitere Daten zu erheben und die Ergebnisse waren enttäuschend. Zeitgleich sind Untersuchungen durchgeführt worden, um die Ausführung der Wiegesitzstange zu optimieren, deren Erkenntnisse in einem weiteren Test in einer Bodenhaltung untersucht worden sind. Nach TURNER et al. (1984) sind die Höhe, die Form und die Beweglichkeit der Sitzstange ebenso wie die Beleuchtung und Lage im Stall und die Besatzdichte ausschlaggebend für die Anzahl der erfassten Tiere auf der Sitzstange in einer Stunde. So sollte die Grundplatte der Wiegesitzstange rautenförmig (25,4 cm x 16 cm) sein und die Sitzstange in einer Höhe von 3 cm über einer Bodenplatte auf der Einstreu befestigt sein. Zwischen der Bodenplatte und der Sitzstange darf keine Einstreu sein. Die Bügel der Aufhängung der Sitzstange dürfen nicht zu beweglich sein und sollen die Hennen zum Verweilen animieren und nicht davon abhalten die Sitzstange zu besteigen. Um eine hohe Anzahl an Besuchen auf der Sitzstange zu erzielen ist es nach TURNER et al. (1984) auch wichtig die Sitzstange an einem häufig besuchten Ort anzubringen. Schwellenwerte bis zu 35 % weniger und bis zu 40 % mehr als der Mittelwert der Vortage liefern Ergebnisse mit wenigen Ausreißern bei den Gewichtsdaten.

Das automatische Wiegen von individuellen Hennen in einem Volierensystem ist bereits 1996 von LOKHORST untersucht worden. LOKHORST (1996) hat 1000 Isabrown-Warren Hennen in einem Volierensystem (TWF, i.e. Tiered-Wire-Floor aviary system) auf einer Versuchsstation mit elektronischen Transponder gekennzeichnet, so dass für jede Henne ein individuelles Körpergewicht erfasst werden konnte (IPWS, i.e. Individual Poultry Weighing System). Auf die elektronischen Plattformwaagen (Fancom BV; L: 20 cm, B: 20 cm, H: 8 cm) sind Antennen zum Lesen der Transponder gesetzt worden und die Waagen rotierten nach einem vorgegeben Schema ihre Position im Stall. Neben den Tests auf der Versuchsstation hat LOKHORST (1996) auf einem Praxisbetrieb mit 16000 weißen LSL Hennen ein automatisches Wiegesystem (Fancom BV) mit vier Waagen ebenfalls in einer Volierenhaltung (Rights-Boleg Aviary system) installiert und das durchschnittliche Tages-Körpergewicht, die durchschnittliche Anzahl an Besuchen auf den Waagen sowie die Uniformität der Herde erfasst. Die Ergebnisse der Untersuchung auf der Versuchsstation zeigen, dass das Alter der Hennen einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der Besuche je Waage hatte. Je älter die Hennen desto mehr Verwiegunen.

Eine der rotierenden Waagen hatte signifikant weniger Verwiegungen aufgezeichnet, was nach LOKHORST (1996) auf technische Unterschiede zwischen den Waagen hindeutet oder die Reichweite der Antenne war geringer. Die Anzahl der Hennen auf der Waage innerhalb der dreistündigen Auswertungsperiode unterschied sich signifikant von weniger als 10 in den Dunkelphasen bis zu über 60 Hennen während der Lichtphasen. Die Anzahl der erfolgreichen Verwiegungen beträgt 40 % der Gesamtanzahl der Besuche. Dieser niedrige Anteil der erfolgreichen Wiegungen deutet nach LOKHORST (1996) auf Bewegungen der Hennen auf der Waage hin, welche mindestens 1,3 Sekunden inne halten hätten müssen um eine Verwiegung zu ermitteln. Diese Dauer ist nach LOKHORST (1996) für Hennen zu lange. Die Aufenthaltsdauer auf der Waage für erfolgreiche Verwiegungen war während der Lichtphasen deutlich kürzer (60-80 s) als während der Dunkelphasen (366-1386 s). Obwohl das Volierensystem, die Herkunft der Hennen und die Gruppengröße auf der Versuchsstation und dem Praxisbetrieb unterschiedlich waren, entsprach die Anzahl der Wiegungen je Waage und Tag der gleichen Größenordnung. Daher folgert LOKHORST (1996), dass die Daten der Versuchsstation repräsentativ für Herdengrößen eines Praxisbetriebes sein können. Die Ergebnisse der Untersuchung auf dem Praxisbetrieb bestätigen, dass automatische Wiegesysteme mit dem durchschnittlichen Körpergewicht und der Herdenuniformität nützliche Informationen für das Management der Hennen in einem Volierensystem liefern.

5 Material und Methode

Das vorrangige Ziel dieser Arbeit war die Bestimmung der hennenspezifischen Eiablage in konventionellen Familiennestern. Mit zwei unterschiedlichen Ansätzen wurden hierzu mehrere Legehennengruppen im Zeitraum von Januar 2011 bis September 2014 auf der Versuchsstation Thalhausen der Technischen Universität München analysiert.

Der erste Versuchsansatz bezieht sich auf einen Vergleich des Nestverhaltens von zwei Legehennenherden in unterschiedlichen Nestsystemen. Die zweite Studie umfasst verschiedene Wiegemethoden zur Erfassung der individuellen Körpergewichtsdifferenz der Hennen vor und nach einer Eiablage bzw. vor und nach einem Nestbesuch.

Versuchsansatz 1: Nestverhalten

Zwei Herden mit unterschiedlichen Herkünften wurden bezüglich ihres Nestverhaltens in spezialisierten Einzel- und Familiennestern getestet. Zu den getesteten Legehennen zählten Hennen der Herkünfte Lohmann Brown (LB) und Lohmann Selected Leghorn (LSL). Im ersten Durchgang wurden beide Herkünfte zeitgleich geprüft während die Herde im zweiten Durchgang ausschließlich aus Braunlegern bestand. Mit jeweils 17 Lebenswochen sind die Junghennen einer Herde zufällig in zwei Gruppen aufgeteilt worden. Jeweils eine der Gruppen wurde in einem Volierensystem mit Einzelnestern und die zweite Gruppe in ein Volierensystem mit Familiennestern eingestallt. Im Alter von 39 bzw. 46 Wochen wurden die Hennengruppen dann gewechselt. Bei den Nestsystemen handelt es sich um spezialisierte Einzel- und Familiennester, welche in früheren Verbundprojekten vom Institut für Landtechnik (ILT) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und der Lohmann Tierzucht GmbH (LTZ) entwickelt wurden. Neben der Erfassung der Nestverhaltensmerkmale, Nestaufenthaltsdauer und Anzahl der Nestbesuche wird in dem spezialisierten Einzelnest (Weihenstephaner Muldenest mit Doppelkippfunktion; DKWMN) die hennenspezifische Eiablage automatisch erfasst, welches im Familiennest (Hochfrequenz Gruppennest; HFGN) bisher nicht möglich ist.

Versuchsansatz 2: Verwiegung

Die zweite Studie beschreibt zwei verschiedene Möglichkeiten der dynamischen bzw. statischen Wiegung von Legehennen. Im Vordergrund dieser Untersuchungen steht die Erfassung von Körpergewichtsdifferenzen bei Legehennen vor und nach einem Nestbesuch mit dem Rückschluss auf eine erfolgte Eiablage. In zwei Versuchsreihen sind dazu 30 LB Hennen in ein Bodenhaltungssystem mit einem praxisüblichen Familiennest eingestallt worden. Im ersten Durchgang wurde vor das Familiennest ein sogenannter Wiegeschlupf gebaut, in der zweiten Versuchsreihe eine Wiegesitzstange.

5.1 Haltung und Management

5.1.1 Aufzucht

Der Schlupf aller getesteten Hennen erfolgte in einer Brüterei der Lohmann Tierzucht GmbH. Als Eintagsküken wurden die Küken einer Herde in den Aufzuchtstall der Versuchsstation Thalhausen eingestallt und dort bis zur 17. Lebenswoche ohne Schnabelbehandlung aufgezogen. Zu Beginn der Aufzucht wurden die Küken in die erste Etage einer zwei-etagigen Voliere (Volito, Öko-Voltage Typ 4) gesetzt und erhielten Wasser und Futter ad libitum. Nach fünf Tagen bekamen die Küken dann ebenfalls Zugang zu dem mit Stroh eingestreuten Scharrbereich, sowie zu der zweiten Volierebene. Das Stallklima wurde mit einer temperaturgesteuerten Unterdrucklüftung, einer Raumheizung und zusätzlichen Infrarotbirnen reguliert. Das Licht- und Impfprogramm sowie das Stallklima wurden nach den Empfehlungen aus dem Management Guide für Legehennen (LTZ, 2012) gestaltet. Zur veterinärmedizinischen Betreuung stand der Fachtierarzt Dr. H. Salisch vom Tiergesundheitsdienst Bayern (TGD) zur Verfügung.

5.1.2 Produktion

Versuchsansatz 1: Nestverhalten

Im Alter von 17 Wochen sind die Junghennen zufällig in zwei Gruppen aufgeteilt worden und in die Produktionsställe 1 und 2 umgestallt worden. In jedem Stall war ein dreitagiges Volierensystem (Volito, Voltage Typ 4) integriert, mit zwei angrenzenden Scharrbereichen. Die Nester waren in Richtung Wand an der Innenseite des Gebäudes, mit einem von außen zugänglichen Korridor zur Eiabnahme angeordnet (Abbildung 1). Das wesentliche Unterscheidungsmerkmal beider Produktionsställe war das entsprechende Nestsystem. Während in Produktionsstall 1 72 automatische Einzelnester, die sogenannten Weihenstephaner Muldenester mit Doppelkippfunktion (DWMN) zur hennenspezifischen Eizahlerfassung eingebaut waren, wurde Produktionsstall 2 mit 16 spezialisierten Familiennestern (HFGN) ausgestattet. Die genutzte RFID- Technik für das DKWMN war eine Niederfrequenztechnik (ISO 11784/ 11785), während beim Hochfrequenzgruppennest (HFGN) eine Hochfrequenztechnik (ISO 15693) eingesetzt wurde. Die eingesetzte RFID-Technik war auch für die Breite des Zugangs zum angrenzenden Wintergarten (Abbildung 1) ausschlaggebend. Produktionsstall 2 verfügte über vier breite elektronische Schlupflöcher (BESL; THURNER et al., 2010), während in Produktionsstall 1 acht enge elektronische Schlupflöcher (ESL; THURNER und WENDL, 2005) integriert waren, über welche die Hennen 24 Stunden Zugang zum überdachten Auslauf hatten.

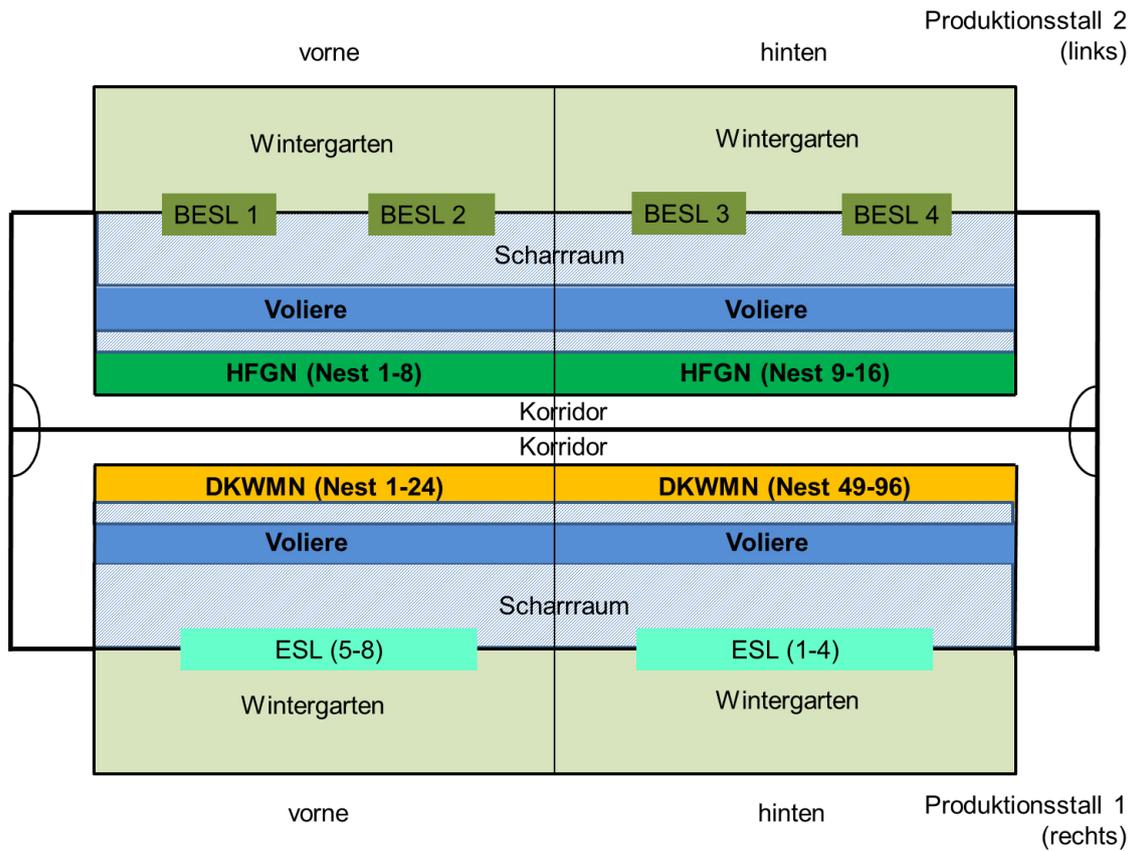


Abbildung 1: Schemazeichnung der Produktionsställe (DKWMN= Weihenstephaner Muldenest mit Doppelkippfunktion, HFGN= Hochfrequenz Gruppennest, BESL= breites elektronisches Schlupfloch, ESL= enges elektronisches Schlupfloch)

Versuchsansatz 2: Verwiegung

Für den zweiten Versuchsansatz wurden 30 LB Legehennen im Alter von 26 Wochen aus dem Produktionsstall 1 in einen separaten Produktionsstall 3 umgestallt, um die entsprechende Wiegemethode zu testen. Die Testhennen stammten aus einer weiteren Herde, welche unabhängig von Versuchsansatz 1 im Produktionsstall 1 geprüft wurde. Alle Hennen wurden zu ihrer Identifikation am Ständer mit einem 23 mm Niederfrequenz (NF) - Glastransponder (HDX, Texas Instruments, 134,2 kHz, ISO 11784/11785) gekennzeichnet. Abbildung 2 zeigt den Aufbau des Produktionsstalles 3, bei dem nur das mittlere Abteil für die Durchführung des Versuches genutzt wurde. Im Produktionsstall 3 waren auf zwei Ebenen im Abstand von 45 cm modifizierte Aufzuchtkäfige der Firma Specht integriert. Zusätzlich hatten die Hennen Zugang zu einem praxisüblichen Familiennest welches vom Scharrbereich zu erreichen war.

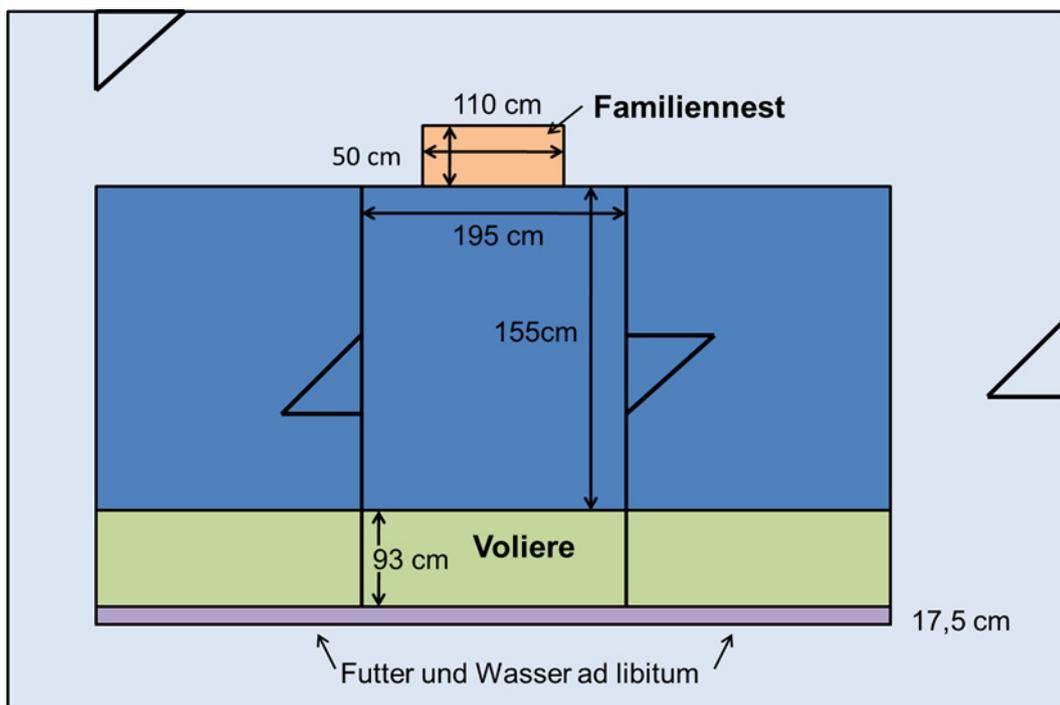


Abbildung 2: Schemazeichnung des Produktionsstalles 3

In allen drei Produktionsställen wurden die täglichen Stallarbeiten von zwei Personen durchgeführt. Hierzu zählten die Tierbetreuung mit Eiabnahme sowie die wöchentliche Entmistung von Scharrraum und Kotband. Der Lichttag in den Produktionsställen entsprach einem 16-stündigen Lichttag. Lichtbeginn war 4 Uhr und Lichtende um 20 Uhr am Abend. Die Versorgung der Hennen mit Futter und Wasser ad libitum erfolgte in der Voliere über zwei Pfannenfütterungsstränge sowie zwei Cupleitungstränken. Die Legehennen erhielten ein Standard Legemehl (deuka, all-mash LC). Tabelle 3 zeigt die Inhaltsstoffe des Legemeihls. Das weitere Herdenmanagement erfolgte in Anlehnung an die Empfehlungen aus dem Management Guide für Legehennen der Lohmann Tierzucht (LTZ, 2012).

Tabelle 3: Inhaltsstoffe des Legefutters (deuka, all-mash LC)

Inhaltsstoffe	
Rohprotein [%]	17
Methionin [%]	0,4
Calcium [%]	3,7
Phosphor [%]	0,48
ME ¹ [MJ / kg]	11,4

¹ ME = metabolizable energy (Umsetzbare Energie)

5.2 Automatische Erfassungssysteme

5.2.1 DKWMN

Das Weihenstephaner Muldennest mit Doppelkippfunktion (DKWMN) ist eine Weiterentwicklung des Weihenstephaner Muldennestes (WMN, Abbildung 3). Dieses Einzelnest dient der automatischen Erfassung von tierindividuellen Verhaltens-, Leistungs- und Eiquantitätsmerkmalen bei Legehennen in Gruppenhaltungssystemen (ICKEN, 2009). Die Funktion des DKWMN basiert auf einem Niederfrequenzsystem, welches lediglich einen Transponder zeitgleich erfassen kann.

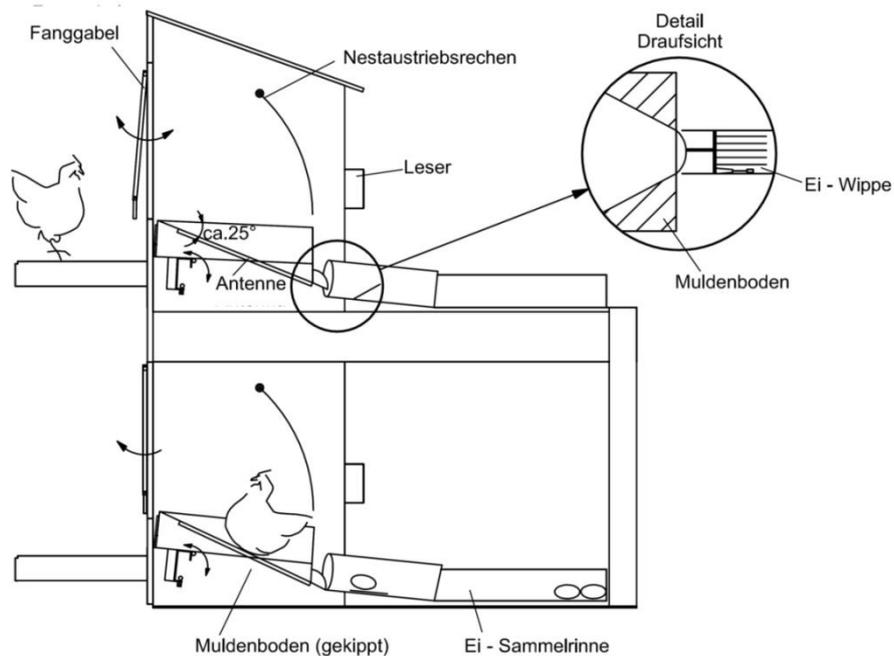


Abbildung 3: Schemazeichnung des Weihenstephaner Muldennestes (WMN) mit Funktionseinheiten (Quelle: THURNER et al., 2005b)

Die Kennzeichnung der Tiere erfolgt durch einen 23mm Niederfrequenz (NF) - Glastransponder (HDX, Texas Instruments, 134,2 kHz, ISO 11784/11785), welcher mit einer Flügelmarke (RoxanID, Wonderband) an einem verstellbaren Fußring (RoxanID, LegBand) am Ständer der Hennen befestigt wird (Abbildung 4). Durch diese Art der Befestigung, stehen die Transponder senkrecht zum Antennenfeld im Nestboden, wodurch eine optimale Identifizierung möglich ist (LfL, 2006).

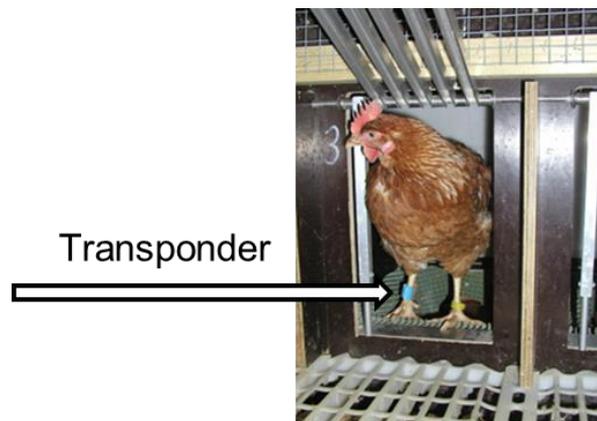


Abbildung 4: Legehenne mit Niederfrequenztransponder am rechten Ständer

Die dazu gehörige Hardware basiert auf einer Vierfachleseeinheit aus vier RF (radio frequency) - Modulen, an die jeweils eine Antenne und acht Sensoreingänge angeschlossen werden können (Abbildung 5). Bis zu 50 Vierfachleseeinheiten können über ein BUS-System mit einem Rechner verknüpft werden und mit Hilfe spezieller Software gesteuert und abgefragt werden. Alle Antennen werden zehnmal pro Sekunde gepulst. Das bedeutet, dass ein Transponder, welcher sich im Feld einer Antenne befindet bis zu zehnmal pro Sekunde ausgelesen wird. Die Vierfachleseeinheit wiederum speichert die zuletzt gelesene Transpondernummer sowie ein eventuell registriertes Ei-Signal bzw. eine eventuell registrierte Mehrfachbelegung und sendet diese Informationen auf Anfrage des PC einmal pro Sekunde über einen RS232 BUS an den PC, der letztlich aus den Daten eine Log-Datei erstellt (LfL, 2006 und FRÖHLICH et al., 2007).

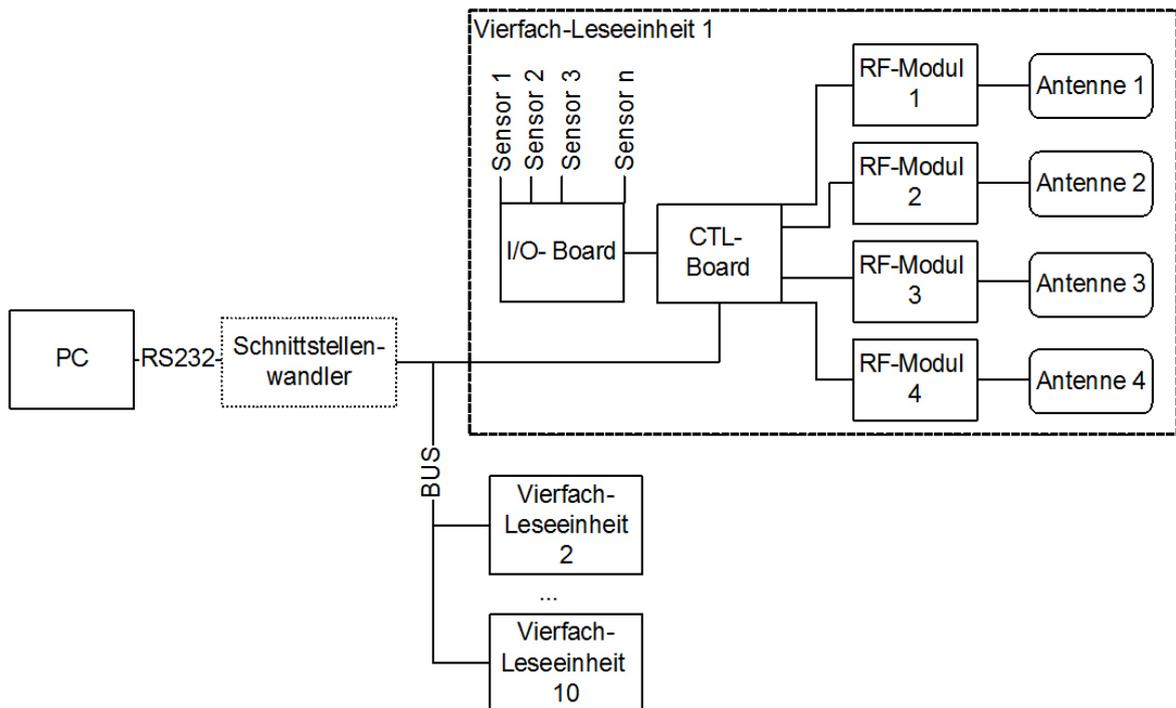


Abbildung 5: Schematischer Aufbau der Vierkanalleseeinheit (Quelle: FRÖHLICH et al., 2007)

Die spezielle Muldenform des Nestbodens, deren Nestmatte (Rhis-Agro AG, Vencomat Typ C) und die Nestneigung von 25° garantieren eine optimale Positionierung der Henne im Nest, sowie das sofortige Abrollen des Eies nach der Eiablage (THURNER et al., 2005b; Abbildung 3). Die Hennen betreten das Einzelnest durch sechs Fanggabeln hindurch die entsprechend auf 25 cm Eingangsbreite montiert sind. Die Fanggabeln schwingen in beide Richtungen, so dass die Henne das Nest jederzeit betreten und auch wieder verlassen kann. Ist das Nest jedoch besetzt, kippt der Muldenboden nach hinten und das Schwingen der Fanggabeln wird verhindert. Somit befindet sich immer nur eine Henne im Nest und der Zugang ist für weitere Hennen gesperrt.

Nach KAISER et al. (2012) und ICKEN et al. (2013) kommt es allerdings trotz des Fanggabelmechanismus immer wieder zu Mehrfachbelegungen eines Nestes. In solchen Situationen sendet der Doppelkippsensor ein Signal, welches der Identifikation von Mehrfachbelegungen dient (Abbildung 6). Eine genaue Funktionsbeschreibung kann LASSNER (2009) entnommen werden.

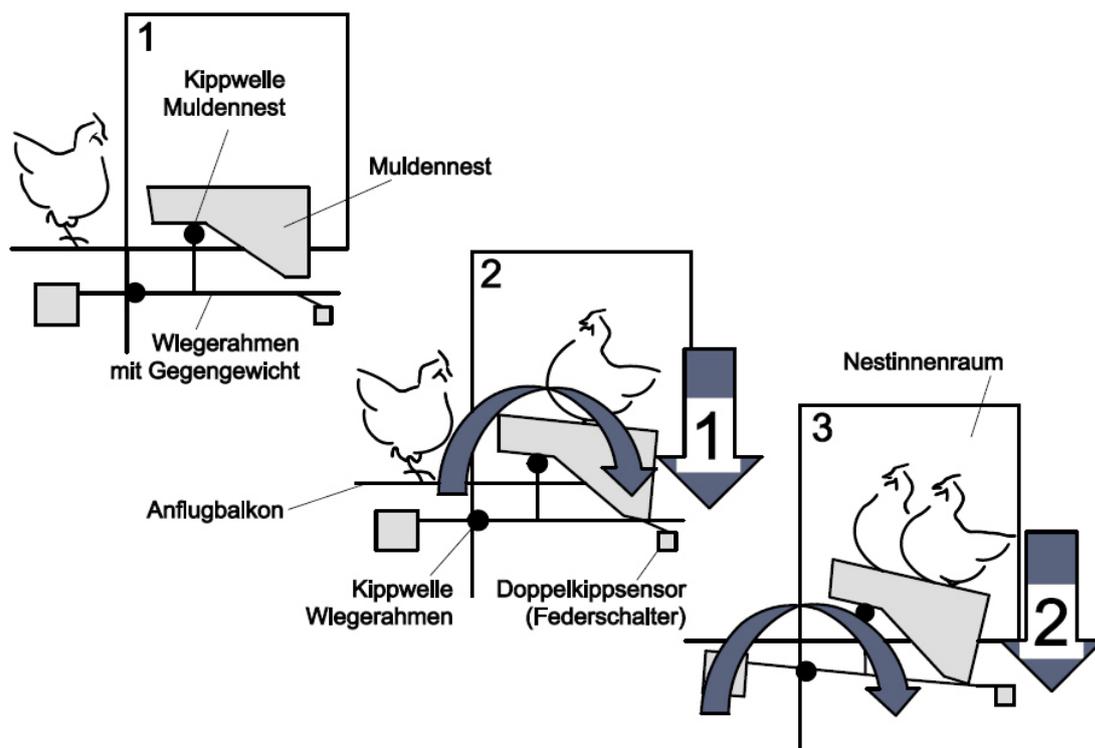


Abbildung 6: Schemazeichnung des DKWMN mit Funktionseinheiten zur Erkennung von Mehrfachbelegungen; 1: leeres DKWMN, 2: DKWMN mit einer Henne, 3: DKWMN bei Doppelbelegung (Quelle: verändert nach LASSNER, 2009)

Die DKWMNs sind von 3 Uhr morgens bis 15 Uhr nachmittags für die Hennen zugänglich gewesen. Die Verschließung der Nester erfolgt durch einen kommerziellen Austriebsrechen. Im Anschluss sind die Eier mit einer Identifikationsnummer für die spätere Rückverfolgbarkeit gekennzeichnet und dann abgesammelt worden. In Abstimmung mit den aufgezeichneten Transponderdaten konnten die erfassten Nestdaten so verifiziert werden.

5.2.2 HFGN

Das Hochfrequenz Gruppennest (HFGN) entspricht einem in der Praxis eingesetzten Familiennest mit zusätzlicher RFID Technik zur tierindividuellen Nestverhaltensfassung. Im Gegensatz zum Niederfrequenzsystem des DKWMN können mit diesem Hochfrequenzsystem mehrere Transponder zeitgleich erfasst werden.

Dazu werden die Hennen mit einem Hochfrequenz (HF)- Transponder (AssaAbloy, In-Tag 300 I Code SLI, 13,56 MHz, ISO 15693) gekennzeichnet. Dieser Scheibentransponder wird mit Hilfe einer Flügelmarke (RoxanID, Wonderband) am Flügel der Henne befestigt (Abbildung 7). Dazu wird der Dorn der Flügelmarke in das *Propatagium* der Henne eingezogen. Wie in Abbildung 8 dargestellt, zieht sich die Antenne kreisförmig durch das gesamte Nest und ist damit stets parallel zur Stellung der Transponderantennenwicklung und somit optimal für die Signalübertragung. Um eine Kopplung der Antennen zwischen den einzelnen Nestern zu vermeiden, sind die Familiennester mit Aluminiumplatten abgeschirmt worden.

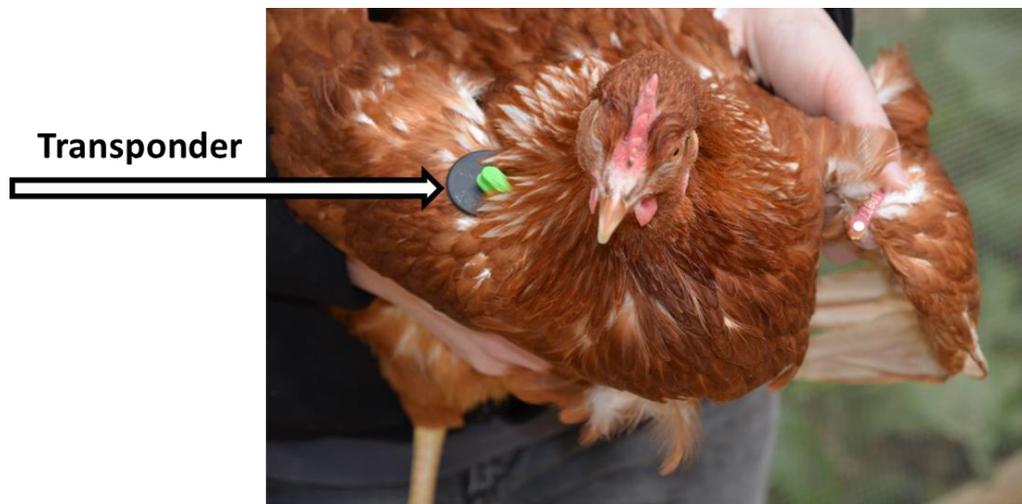


Abbildung 7: Hochfrequenztransponder am rechten Flügel der Henne

Die 16 Antennen in Produktionsstall 1 werden wie in Abbildung 8 dargestellt, von einem Multiplexer (Hersteller: Feig, Typ: ID-ISC.ANT.MUX) angesteuert und mit zwei Long-Range-Lesern (Hersteller: Feig, Typ: ID-ISC.LR2000-A) mit 4 Watt gepulst. Beide Leser und somit alle 16 Antennen werden nacheinander gepowert und mit einer speziell programmierten Software abgefragt. Die Leser werden in einem ISO Host Modus betrieben und sind durch ein BUS-System mit einem PC verbunden (THURNER et al., 2008).

Die Hennen betreten das Nest auf der gesamten Breite von 90 cm über den Anflugbalkon. Alle Eingänge der Nester sind mit einteiligen, roten Vorhängen (Sioen Industries NV) ausgestattet (Abbildung 9). Beim Betreten des Nestes steigen die Hennen über die Antenne, welche sich auf einer Höhe von 10 Zentimetern befindet und werden dann im gesamten Nestbereich erfasst. Der Nestboden ist mit einer Vencomat Nestmatte (Vencomatic) ausgestattet. Die Neigung des Nestbodens beträgt 7° , so dass die Eier aus dem Nest auf das Eisammelband rollen. Am Ende des Legetages werden die Nestböden nach oben gekippt und alle im Nest verbliebenen Hennen langsam aus den Nestern getrieben.

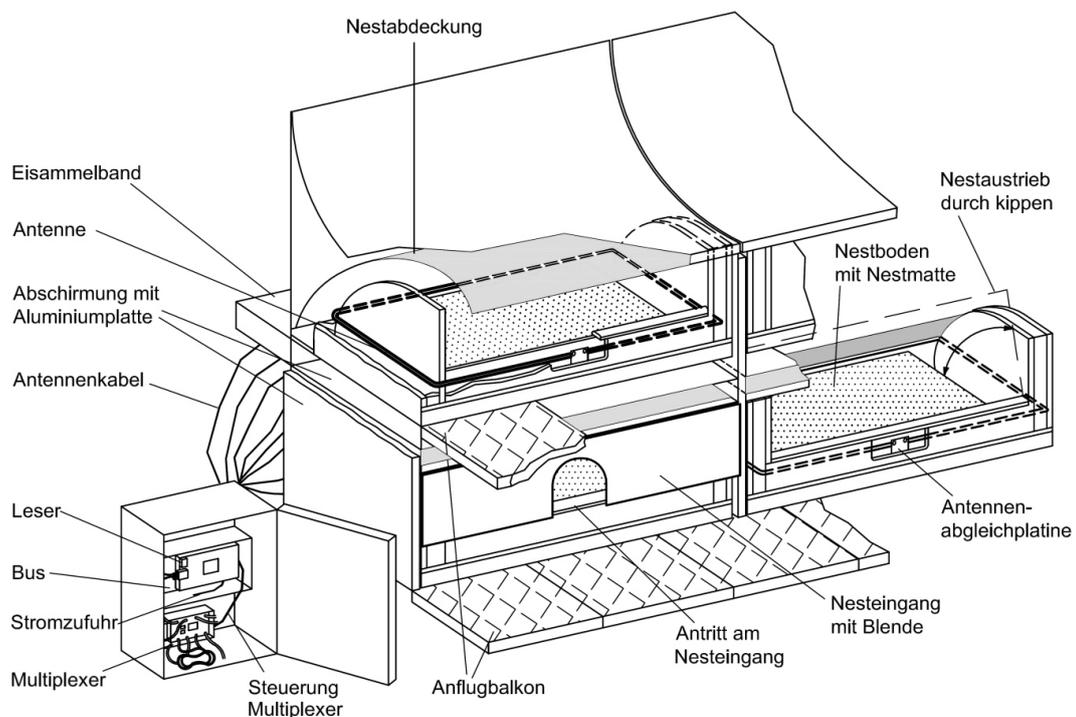


Abbildung 8: Schemazeichnung des HFGN mit Funktionseinheiten (Quelle: THURNER et al., 2008)

5.2.3 Wiegeschlupf

In verschiedenen Vorversuchen wurden immer wieder Anpassungen am Wiegeschlupf vorgenommen um die dynamische Körpergewichtserfassung bei Legehennen zu optimieren. Der daraus resultierende Wiegeschlupf basiert auf einem engen elektronischen Schlupfloch (ESL; THURNER und WENDL, 2005), welches auf einem 15 cm hohen Sockel vor einem kommerziellen Familiennest positioniert wurde. Die Hennen können das Nest ausschließlich über den Wiegeschlupf betreten und verlassen, da ein Gitter das Familiennest vom weiteren Stallbereich abgrenzt (Abbildung 9).

In die Lauffläche des Schlupfes (H:27 cm, L:47 cm, B:16 cm) ist eine Wägezelle (HBM, PW6DC3, 5 kg) integriert. Diese Wägezelle ist von einer 20 cm langen Plattform überdeckt, so dass ein dynamisches Wiegen der Hennen mit einer Wiegeplattform im Schlupfloch erfolgt. Die Erfassung des Körpergewichts erfolgt mit 67 Hz, ohne die Erfassung der Transpondernummern. Dies ermöglicht eine lückenlose Übertragung der Gewichtsdaten, welche alle 15 Millisekunden über eine entsprechende Vierkanalseeinheit aufgezeichnet werden (Abbildung 5). Dementsprechend wird bei jedem Durchgang einer Henne durch den Wiegeschlupf eine Vielzahl von Wiegedaten automatisch erfasst.

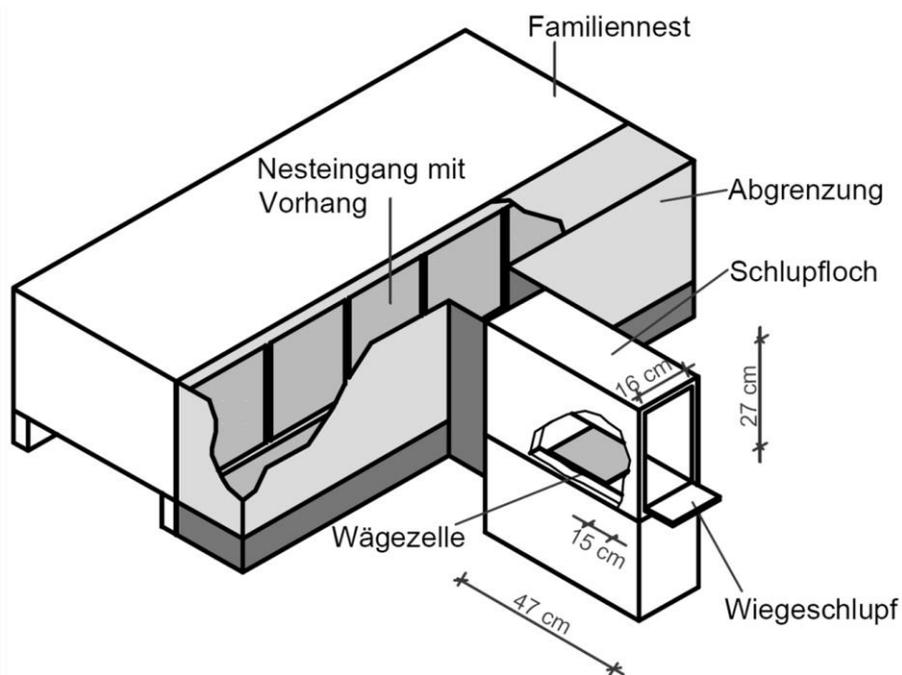


Abbildung 9: Schemazeichnung des Wiegeschlupfes mit Funktionseinheiten

5.2.4 Wiegesitzstange

Das Prinzip der automatischen Körpergewichtserfassung mittels Wiegesitzstange ist eine statische Wiegung ohne Fixierung der Henne. Nach mehreren Vorversuchen und sich daraus abgeleiteten Modifikationen hat sich folgendes Versuchsmodell ergeben.

Die Wiegesitzstange wurde an ein enges elektronisches Schlupfloch montiert, welches ebenso wie der Wiegeschlupf direkt vor einem Familiennest befestigt und durch eine Abgrenzung vom weiteren Stallbereich getrennt war. In der Aufhängung der Sitzstange ist die Wägezelle (HBM, PW6DC3, 5 kg) integriert, welche das Körpergewicht mit 67 Hz erfasst (Abbildung 10). Die Wiegesitzstange ist auf einer Höhe von 32 cm über der Stallgrundfläche schwebend. Der Abstand zwischen der Lauffläche im ESL und der Wiegesitzstange beträgt 15 cm. Eine derartige Anordnung von Sitzstange und Schlupfloch gewährleistet dass die Henne beim Betreten und Verlassen des Nestes mit beiden Ständern für einen Moment auf der Sitzstange verweilt. Nur so ist es möglich das Körpergewicht der Henne in Ruhe zu erfassen.

In der Wiegesitzstange und in der Eintrittsfläche des Schlupflochs mit Richtung Familiennest ist jeweils eine Antenne integriert, welche den Transponder mit 2,6 Hz liest und damit die Identifikation der Henne garantiert. Mit der Antenne in der Wiegesitzstange kann das erfasste Gewicht sofort einer Henne zugeordnet werden und durch die zweite Antenne ist es möglich die Passagerichtung der Henne zu bestimmen.

Die Hardware der Wiegesitzstange basiert auf einer Vierkanalleseeinheit (FRÖHLICH et al., 2007), welche die Transponderdaten sowie die erfassten Körpergewichte verarbeitet und für die folgende Software bereitstellt.

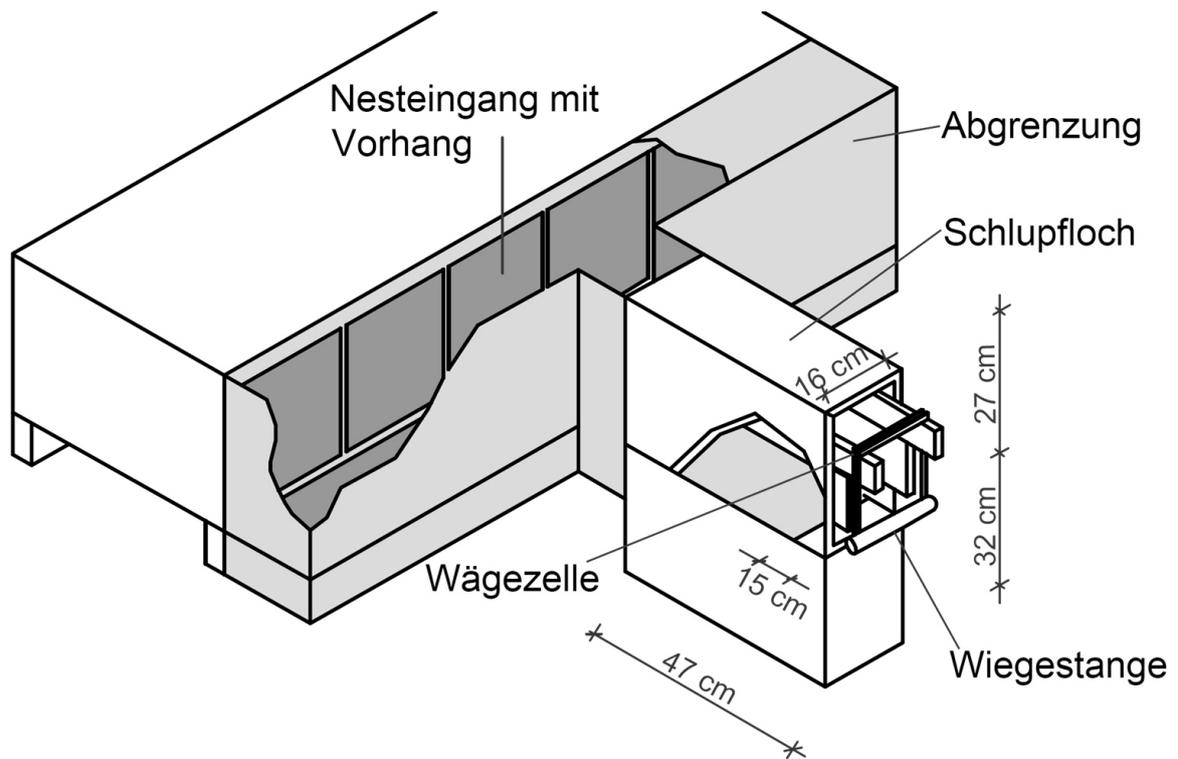


Abbildung 10: Schemazeichnung der Wiegesitzstange mit Funktionseinheiten

5.3 Getestete Hennengruppen

5.3.1 Versuchsansatz 1: Nestverhalten

Die Verhaltensbeobachtungen wurden in zwei Herden bis zu einem Alter der Legehennen von 61 Lebenswochen durchgeführt. Die erste Herde umfasste 313 LB und 548 LSL Hennen. In der zweiten Herde wurden 855 LB Hennen geprüft. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die eingestellten und erfassten Tierzahlen je Produktionsstall sowie die daraus resultierenden Nest-Hennen-Verhältnisse und die Anzahl der Beobachtungstage.

Tabelle 4: Anzahl eingestellter und erfasster Hennen sowie die Anzahl der Nester und der Beobachtungstage je Nestsystem, Gruppe und Herde

Herde	Gruppe	Nest-system	Herkunft	Lege-periode	Alter Hennen in Wochen	Anzahl eingestellte Hennen [n]	Max. erfasste Hennen [n]	Anzahl Nester [n]	Nest-Hennen-Verhältnis	Beobachtungstage [n]
1	1	DKWMN ¹	LB ³ /LSL ⁴	1- 5	24- 44	304	195	72	1:4,2	134
		HFGN ²	LB/LSL	7- 9	48- 60	501	200	16	1:31	82
	2	HFGN	LB/LSL	1- 5	24- 44	557	264	16	1:35	129
		DKWMN	LB/LSL	7- 9	48- 60	318	263	72	1:4,4	81
2	1	DKWMN	LB	1- 4	21- 37	489	406	72	1:6,8	110
		HFGN	LB	6- 10	41- 61	446	413	16	1:28	113
	2	HFGN	LB	1- 4	21- 37	366	205	16	1:23	109
		DKWMN	LB	6- 10	41- 61	402	200	72	1:5,6	140

¹ DKWMN = Weihenstephaner Muldenstern mit Doppelklippfunktion (Einzelstern)

² HFGN = Hochfrequenz Gruppennest (Familiennest)

³ LB = Lohmann Brown

⁴ LSL = Lohmann Selected Leghorn

Zu Gruppe 1 zählen immer die Hennen, welche zu Legebeginn in das Abteil mit den Einzelnestern eingestallt wurden. Dies waren in Herde 1 insgesamt 304 Hennen, woraus sich ein Nest-Hennen-Verhältnis von 1:4,2 und eine Besatzdichte von 2,8 Legehennen je m² (Stallgrundfläche 110 m²) ergibt. In das Abteil mit den Familiennestern wurden in der ersten Herde 557 Hennen zu Legebeginn gebracht. Mit insgesamt 16 HFGN errechnet sich daraus ein Nest-Hennen-Verhältnis von 1:35 und eine Besatzdichte von 5,1 Legehennen je m² (Stallgrundfläche 110 m²). Die Nestgrundfläche in dem Produktionsstall 2 mit den 16 Familiennestern betrug insgesamt 5,76 m², welches einer verfügbaren Nestfläche von 0,01 m² je Henne entspricht. In der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung

(§13a) wird eine Nestfläche von mindestens einem Quadratmeter für 120 Hennen gefordert.

In der zweiten Herde wurden 489 Braunleger in den Stall mit den Einzelnestern und 366 Hennen in das Abteil mit den Familiennestern zu Legebeginn eingestallt. Das Nest-Hennen-Verhältnis in Gruppe 1 betrug im DKWMN 1:6,8 bei einer Besatzdichte von 4,5 Hennen pro m² (Stallgrundfläche 110 m²). Bei den Familiennestern ergab sich ein Nest-Hennen-Verhältnis von 1:28 und eine Besatzdichte von 4,1 Legehennen je m² (Stallgrundfläche 110 m²). Die Nestfläche in den HFGN betrug in der zweiten Herde 0,013 m² je Henne.

In Herde 1 wechselten die Hennen in der sechsten Legeperiode im Alter von 46 Wochen das Nestsystem. In der zweiten Herde erfolgte der Wechsel bereits in der fünften Legeperiode mit 39 Lebenswochen. Abweichende Tierzahlen zwischen den Produktionsställen innerhalb einer Gruppe sind auf die begrenzten Nestplätze im DKWMN zurückzuführen. Dadurch wurden nicht alle eingestellten Hennen im DKWMN geprüft. Einige Hennen sind während der gesamten Versuchsdauer in dem Stall mit den Familiennestern verblieben. Eine Legeperiode entspricht immer 28 Versuchstagen. Die erste Legeperiode begann bei einem Alter der Hennen von 24 Lebenswochen.

Die Anzahl der eingestellten Hennen ist deutlich höher als die Anzahl der ausgewerteten Hennen, welche in Tabelle 4 aufgeführt sind. Nur Hennen welche durchgehend über alle Legeperioden einen dem Nestsystem entsprechenden Transponder hatten, wurden in die Auswertung aufgenommen. Hennen, die kurzfristig ihren Transponder verloren hatten und dann denselben oder einen neuen Transponder bekamen, wurden ebenso wie Hennen deren Transponder defekt war von der Auswertung ausgeschlossen. Vereinzelt schieden auch Hennen vor Versuchsende aus. Die Anzahl der ausgewerteten Tage betrug für die erste Herde mit geringen Abweichungen zwischen den Gruppen 130 Tage im ersten Nestsystem und weitere 80 Tage nach dem Nestsystemwechsel. Abweichungen in den Auswertungstagen zwischen den Gruppen sind auf die verschiedenen Transpondersysteme sowie auf fehlerhafte Datenaufzeichnungen zurückzuführen. In der zweiten Herde gab es größere Abweichungen in der Anzahl ausgewerteter Tage zwischen den Gruppen. Dies ist auf einen Ausfall einer Leseinheit im Gruppennest zurückzuführen.

5.3.2 Versuchsansatz 2: Verwiegung

Sowohl in dem Versuch mit dem Wiegeschlupf als auch mit der Wiegesitzstange wurden 30 LB Hennen getestet. Die Hennen stammten aus einer weiteren Testherde, welche unabhängig von dem ersten Versuchsansatz in Produktionsstall 1 gehalten wurden. Im Alter von 26 Wochen wurden die Hennen in den Produktionsstall 3 gebracht und konnten sich zwei Wochen lang an die neue Umgebung gewöhnen, bevor die Versuche durchgeführt wurden. Die Prüfdauer erstreckt sich in beiden Versuchen jeweils über 5 Tage und wurde mit Direktbeobachtungen und Videoaufzeichnungen überwacht. Während dieses Testzeitraumes wurde jede Passage durch das Schlupfloch manuell aufgezeichnet und die hennenspezifischen Körpergewichte automatisch erfasst. Bei den Versuchen mit der Wiegesitzstange wurden zeitgleich mit der automatischen Erfassung der Gewichtsdaten auch die Transponder zur Tieridentifikation und die Passagerichtung ausgelesen. Die Tieridentifikation beim Wiegeschlupf erfolgte über verschiedenfarbige Rucksäcke.

Die Rucksäcke bestehen aus einem Gummilappen, welcher mit farbigen Klebebändern beklebt wurde. Zwei Schlaufen aus handelsüblicher Wäscheleine wurden über die Flügel gestülpt und dienten somit der Befestigung. Abbildung 11 zeigt mit Rucksäcken gekennzeichnete Hennen im Produktionsstall 3, sowie den genauen Aufbau eines Rucksacks.



Abbildung 11: LB Hennen mit Rucksäcken gekennzeichnet im Produktionsstall 3 (links) und Detailansicht Rucksack von hinten und vorne (rechts)

Die Rucksäcke dienten ferner der Tiererkennung während der Direktbeobachtungen und in den Videoaufnahmen, welche zur weiteren Verifizierung des gesamten Verhaltens im Stallbereich über alle Beobachtungstage gemacht wurden. Zwei Videokameras (Panasonic, WV-CP480) standen hierfür zur Verfügung. Die Videodaten wurden mit der Videomanagement-Software Eytron VMS (ABUS) verarbeitet. Eine Kamera zeichnete die Ereignisse im Wiegeschlupf bzw. auf der Wiegesitzstange auf, die zweite Kamera filmte im Familiennest. Somit wurden alle für diesen Versuch wichtigen Vorkommnisse, Betreten und Verlassen des Nestes sowie die Eiablage, aufgezeichnet. Durch die zusätzlichen Videoaufzeichnungen konnten fehlende Vorkommnisse oder auch Zweifel in der Korrektheit der Direktbeobachtungen überprüft und gegebenenfalls ergänzt werden.

Zur Überprüfung der automatischen Wiegungen wurde jede Legehennen einmal täglich zwischen 08:45 und 09:15 Uhr mit einer Sartorius, Economy EB Ex-Waage gewogen.

5.4 Rohdatenaufbereitung

5.4.1 Versuchsansatz 1: Nestverhalten

Um eine unmittelbare, effiziente und zeitsparende Verarbeitung der großen Datenmengen aus den beiden Nestsystemen, DKWMN und HFGN, zu gewährleisten sind spezielle Softwarepakete unerlässlich. Individuelle Einstellungen in den einzelnen Softwarepaketen erhöhen die Datengenauigkeit. Je nach Auswertungsziel können die Einstellungen speziell ausgewählt werden.

DKWMN

Die Steuerung und Abfrage der Vierfachleseeeinheiten ist mit der Software Hen Data Recording and Reader Control (HDRC) durchgeführt worden. Mit HDRC wird jede Vierfachleseeeinheit gezielt angesteuert und konfiguriert, sowie über ein Fehlerprotokoll anfallende Probleme erkannt. Täglich werden die von HDRC erfassten Daten in eine ASCII- Datei abgelegt und der Rohdatensatz gespeichert. Die Aufbereitung der Rohdatensätze erfolgte mit den Programmen Ident Converter (IDC, Version 2.2.2.1) und Chicken Checker (CC, Version 3_0_4_3).

Die IDC Software verarbeitet die Informationsdatei über ein Konfigurationsmodul, in welchem die Anzahl der Vierfachleseeeinheiten sowie die Zuordnung der Leseeeinheit zu einem bestimmten Nest hinterlegt sind. Darüber hinaus können, wie in Abbildung 12 dargestellt, exakt definierte Grenzwerte für die Auswertung angegeben werden. Mit dem Erkennungs- Timeout (EKTO) können Leselücken überbrückt werden, wenn ein Transponder nicht durchgehend an einer Antenne gelesen wurde. Der Eisensor- Timeout (EiTO) fasst mehrere Ei- Signale die innerhalb einer vorgegebenen Zeit erfasst werden, zu einem Ei zusammen. In Verbindung mit dem Doppelkippsensor meldet der Nestsensor- Timeout (NesTO) Mehrfachbelegungen bei Nestbesuchen mit Eiablage. Die Auswahl der Endzeit- Eiauswertung bestimmt die Zeitspanne der Daten die aufbereitet werden. In dieser Untersuchung sind folgende Einstellungen gewählt worden:

EKTO:	480 Sek
EITO:	2 Sek
NesTO:	300 Sek
Endzeit- Eiauswertung:	14:55:00 Uhr

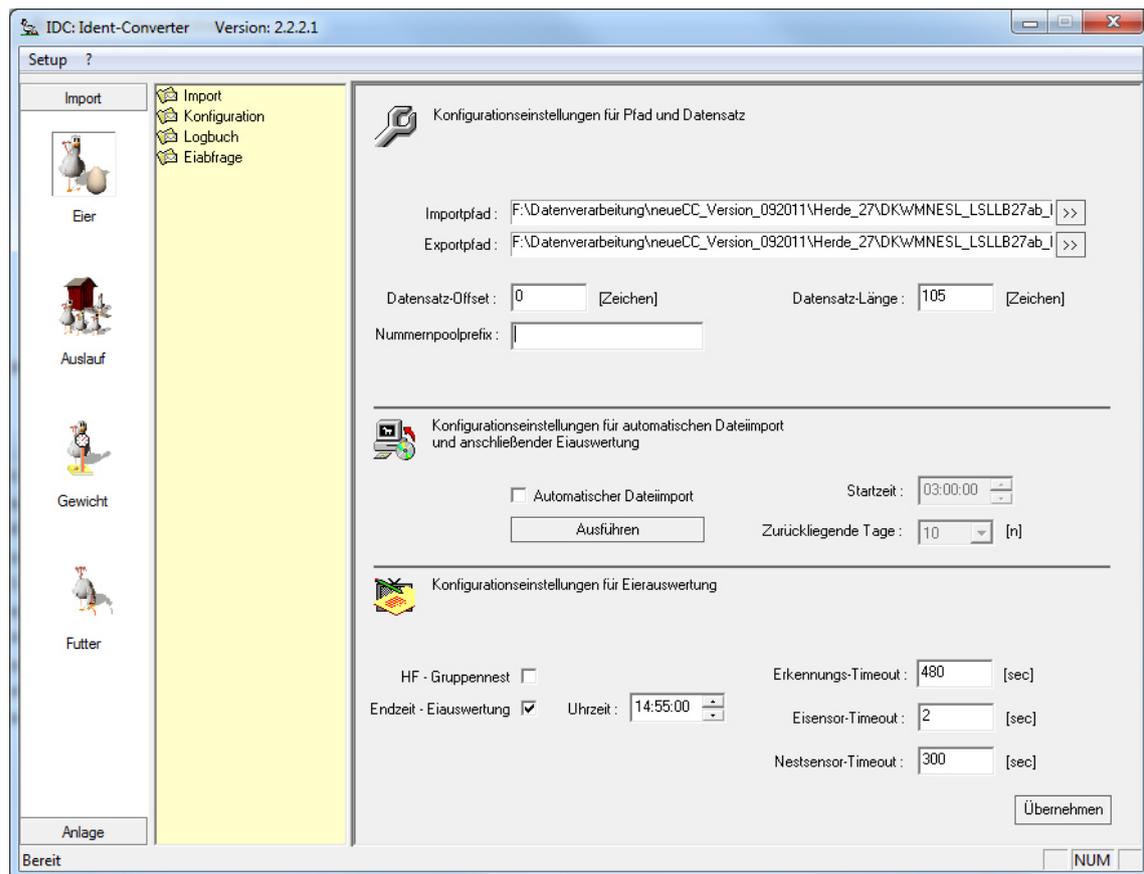


Abbildung 12: Konfigurationsoberfläche der Software Ident Converter (IDC) mit den individuell einstellbaren Zeiten für den Erkennungs-, Eisensor- und Nestsensor-Timeout

Die mit dem IDC erstellten Exportdateien wurden anschließend mit der Software CC weiter ausgewertet. Mit Hilfe des CC können weitere Plausibilisierungen vorgenommen werden, wie z.B. der Doppelkippnestsensor (DKNS), der Doppelbelegungs-Timeout (DOPTO) und der Tages-Timeout (TAGTO). Das häufigste Problem bei der Auswertung der Daten aus dem DKWMN sind Mehrfachbelegungen eines Einzelnestes. Durch das Merkmal DKNS, wird die Erkennungswahrscheinlichkeit des Doppelkippnestsensors festgelegt. Die Prozentzahl des DKNS gibt an, wie viel Prozent der Lesungen eines

Nestbesuches mindestens mit einem Doppelkippsensor versehen sein müssen, um als Mehrfachbelegung gewertet zu werden. Der DOPTO legt den Zeitraum fest, in welchem ein weiterer Transponder in einem bereits belegten Nest wiederholt auftreten muss, so dass eine Mehrfachbelegung registriert wird. Dies bedeutet, dass innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens, Beginn Nestbesuch plus DOPTO, die Anzahl weiterer Transponder in demselben Nest gezählt und somit gegebenenfalls ein neuer Index für die Mehrfachbelegung übertragen wird. Mit Hilfe des Tages- Timeouts (TAGTO) wird die Legesequenz jeder einzelnen Henne überprüft und somit mehrfache Henne-Ei-Zuordnungen je Tag als Fehler kenntlich gemacht (BUSCHMANN, 2011). Folgende Parametereinstellungen sind in dieser Untersuchung gewählt worden um die aufgezeichneten Nestverhaltensdaten im DKWMN zu optimieren:

DKNS:	100 %
DOPTO:	35 Min
TAGTO:	16 Std

HFGN

Die acht Antennen im Produktionsstall 2 werden von einem gemeinsamen Leser erfasst und von der speziell entwickelten Software (Gruppennest Reader V 2.5) nacheinander gepulst und abgefragt. Diese Daten werden täglich in sogenannten Log-Dateien gespeichert. Die Komprimierung und weitere Bearbeitung der Rohdaten erfolgte ebenfalls mit den Softwareprogrammen IDC und CC. Für die im HFGN aufgezeichneten Daten ist der Parameter EKTO mit 300 Sekunden definiert worden.

Die Maske des CC für das HFGN ist in Abbildung 13 abgebildet. Mit dem Parameter „minimale Dauer Nestbesuch“ wird die Grenze zwischen Nestbesuchen (NEB) und Nesterkundungen (NEK) festgesetzt. Jeder Nesterkündigung der unter der vorgegebenen Zeit von 90 Sekunden liegt, wird somit als Nesterkundung und nicht als auswertbarer Nestbesuch in der erstellten Datei gewertet. Der einstellbare Parameter „maximale Dauer Leselücke“ gibt eine Zeitspanne an, innerhalb welcher Nestbesuche zusammengefasst werden. Dazu muss die Zeitspanne zwischen einem Nestbesuch (NEB) und einem darauf folgenden Nesterkündigung (NEK oder NEB) in demselben Nest kleiner als die angegebene Zeitspanne sein. Die „maximale Dauer Leselücke“ wird in dieser Studie mit 40 Sekunden definiert.

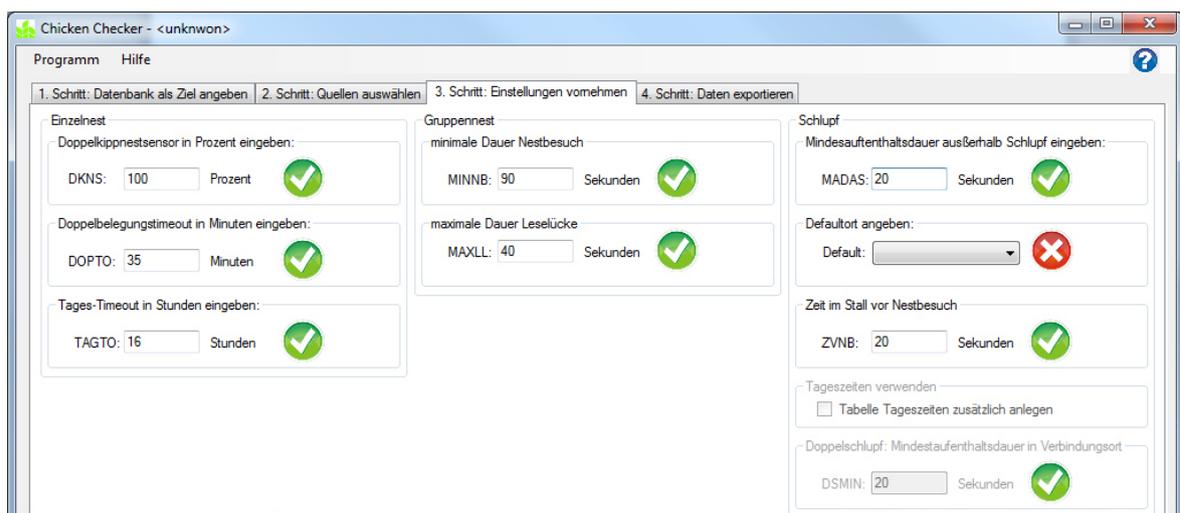


Abbildung 13: Auswählbare Parameter bei der HFGN Auswertung mit dem CC

5.4.2 Versuchsansatz 2: Verwiegung

Die Vierkanalleseeinheit (FRÖHLICH et al., 2007) wird von der Software HDRC (5.4.1) angesteuert und mit dem IDC (5.4.1) weiter verdichtet. Für die Parametereinstellungen wurde die Bedienungsoberfläche des ESL (THURNER und WENDL, 2005) genutzt, welche in Abbildung 14 aufgezeigt ist. Der Erkennungs- Timeout (EKTO) dient der Überbrückung von Leselücken. Diese Leselücken beziehen sich beim Wiegeschlupf auf Körpergewichtsmessungen und bei der Wiegesitzstange auf Transponderlesungen. Der Durchgangs- Timeout ist nur für die Daten der Wiegesitzstange von Bedeutung. Dieser gibt vor innerhalb welcher Zeit der Transponder an den beiden zusammengehörigen Antennen eines Schlupfes gelesen werden muss. Wird der Transponder nicht innerhalb dieser vorgegebenen Zeitspanne an der zweiten Antenne erfasst, so liegt kein Durchgang vor. Sowohl für den Wiegeschlupf als auch für die Wiegesitzstange wurden ein Erkennungs-Timeout von 60 Sekunden und ein Durchgangs-Timeout von 300 Sekunden gewählt.

Die auf diese Weise aufbereiteten Rohdatensätze beinhalten Körpergewichtsdaten die in einem Abstand von 15 Millisekunden im Wiegeschlupf erfasst wurden. Bei der Wiegesitzstange wurden zusätzlich die Transponder ausgelesen, so dass hier neben der Erfassung von Gewichtsdaten auch eine automatische Zuordnung der Gewichtsdaten zu einem tierindividuellen Transponder erfolgte.

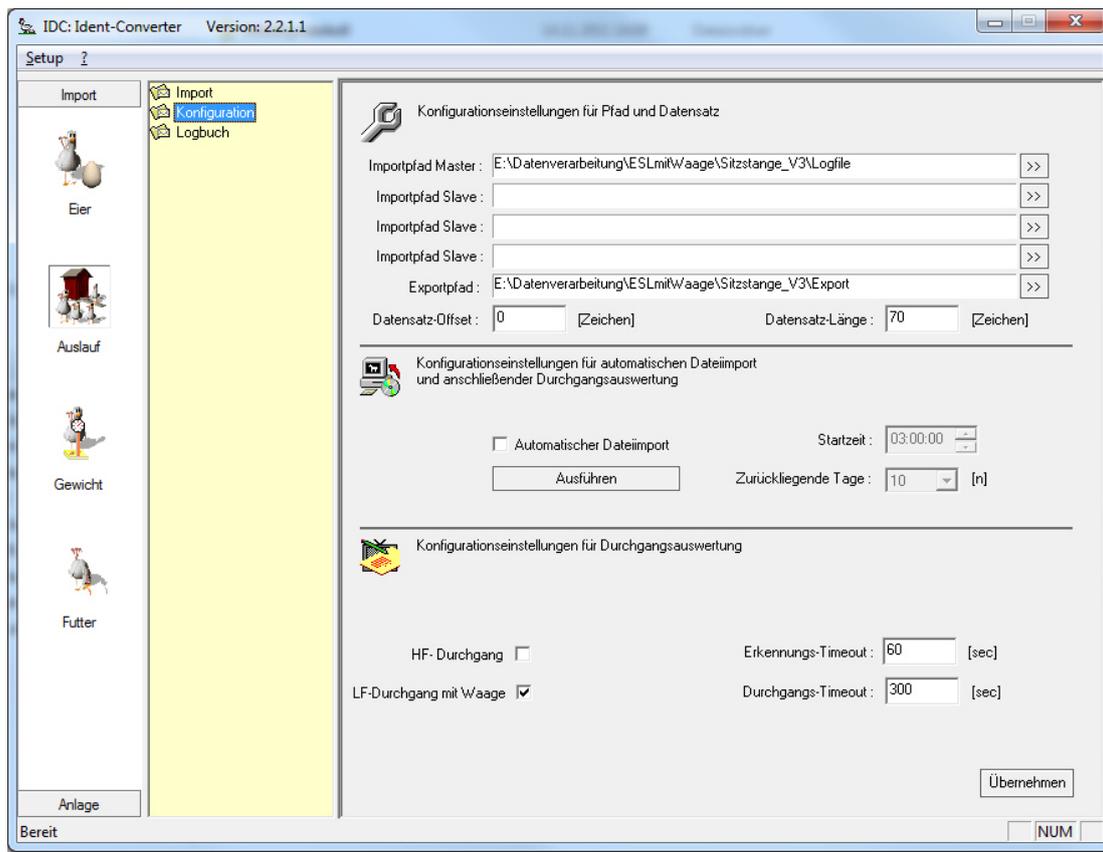


Abbildung 14: Konfigurationsoberfläche der Software Ident Converter (IDC) mit den individuell einstellbaren Zeiten für den Erkennungs- und Durchgangs-Timeout

5.5 Datenauswertung

5.5.1 Versuchsansatz 1: Nestverhalten

Die aufbereiteten Daten jedes Nestsystems und jeder Herde wurden in einer Access Datenbank gespeichert, welche dann direkt zur weiteren Bearbeitung in das Software Programm SAS (SAS, Version 9.2, 2009) importiert wurden.

Für die graphische Darstellung der Ausgangswerte wurden Box-Whisker-Plots ausgewählt. Anschließend wurden die Daten beider Herden sowohl für das Merkmal Nestaufenthaltsdauer als auch für die die Anzahl Nestbesuche mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf ihre Verteilung hin überprüft. Bei der ersten Herde wurde zusätzlich zwischen den Herkunften LB und LSL unterschieden, da aus der Literatur Unterschiede in deren Verhaltensweisen bekannt sind. Da die Daten beider Herden nicht normal verteilt waren, wurden Mediane als Bewertungskriterium herangezogen und nicht parametrische Tests für die weiteren Auswertungen verwendet. Für die Auswertung des Verhaltensmerkmals Anzahl Nestbesuche, wurde die Summe der Nestbesuche je Henne und Legeperiode verwendet. Die Auswertung des Merkmals Nestaufenthaltsdauer basiert auf Daten je Henne und Nestbesuch. Die Durchschnittswerte beider Verhaltensmerkmale ergeben sich aus dem Mittelwert der Mediane der einzelnen Legeperioden.

Für den Vergleich der einzelnen Legeperioden wurde der Wilcoxon signed rank sum Test verwendet und die p-Werte nach Bonferroni-Holm adjustiert. Der Wilcoxon signed rank sum Test wurde ebenfalls für den Vergleich der Nestsysteme angewendet, da die gleichen Hennen in beiden Nestsystemen gehalten wurden und somit verglichen werden können. Die p-Werte werden entsprechend den signed rank Werten dargestellt. In der ersten Herde wurde zusätzlich noch zwischen den beiden Herkunften, LB und LSL, mit Hilfe des Wilcoxon-Mann-Whitney Test verglichen. Die dargestellten p-Werte entsprechen dem zweiseitigen Test einer normalen Approximation. Die statistische Signifikanz ist bei $p < 0,05$ gesetzt worden. Die Signifikanzniveaus in den Tabellen zu den statischen Testverfahren sind, wie nachfolgend dargestellt, definiert worden:

p- Wert $\leq 0,001$	***	höchst signifikant
p- Wert $\leq 0,01$	**	hoch signifikant
p- Wert $\leq 0,05$	*	signifikant
p- Wert $> 0,05$	ns	nicht signifikant

5.5.2 Versuchsansatz 2: Verwiegung

Die Daten der Direktbeobachtungen wurden mit den Daten der Videoaufzeichnung ergänzt und dann in einer Excel Tabelle je Nestbesuch zusammengefasst. Die aufgezeichneten Daten geben Auskunft über alle beobachteten Nestbesuche mit der entsprechenden Uhrzeit für den Nestertritt und Nestertritt sowie gegebenenfalls stattgefundenene Eiablagen.

Die vom IDC erstellten Daten aus den automatischen Wiegungen wurden dann je Beobachtungstag für den Wiegeschlupf und die Wiegesitzstange in einer Access Datenbank gespeichert. Körpergewichtsdaten unter 1500 g, i.e. Schwellenwert, wurden aus den Auswertungen ausgeschlossen, da die leichteste Henne 1630 g wog. Anschließend wurden verschiedene Algorithmen (n=35) mit VBA in Access programmiert. Die Gewichtsdaten aller Durchgänge wurden mit allen Algorithmen getestet. Konnten einzelne Verwiegungen nicht mit einem bestimmten Algorithmus analysiert werden, so wurden durch Kombination zweier Algorithmen Datenlücken geschlossen. Anhand der Parameter Spezifität, Sensitivität, PPV und NPV wurden die drei besten Algorithmen der Datenanalyse für das jeweilige Wiegesystem ausgewählt. Nachfolgend werden die Auswertungsmethoden näher beschrieben und anhand einer Beispielkurve in Abbildung 15 dargestellt.

Wiegeschlupf

Algorithmus 1: Alle automatisch erfassten Wiegedaten welche im Wertebereich ± 100 g um das manuell erfasste, tägliche Körpergewicht liegen ($KG \pm 100$ g) werden in einem Mittelwert zusammengefasst.

Algorithmus 2: Der Mittelwert aller Plateaumittelwerte innerhalb einer Schlupfpassage. Ein Plateau ergibt sich aus mindestens zwei Wiegedaten, die nicht stärker als 40 g voneinander abweichen dürfen (MM_P_40g_2).

Algorithmus 3: Der Mittelwert aller Plateaumediane innerhalb einer Schlupfpassage. Ein Plateau ergibt sich aus mindestens zwei Wiegedaten, die nicht stärker als 40 g voneinander abweichen dürfen (MMed_P_40g_2).

Wiegessitzstange

Algorithmus 1: Der Mittelwert aus dem größten Wert zu Beginn der Wiegung (Peak 1) und dem größten Wert am Ende der Wiegung (Peak 2; M_PP).

Algorithmus 2: Das Maximum aller Plateaumittelwerte innerhalb einer Schlupfpassage. Ein Plateau ergibt sich aus mindestens zwei Wiegedaten, die nicht stärker als 100 g voneinander abweichen dürfen (MaxM_P_100g_2).

Algorithmus 3: Das Maximum aller Plateaumediane innerhalb einer Schlupfpassage. Ein Plateau ergibt sich aus mindestens zwei Wiegedaten, die nicht stärker als 100 g voneinander abweichen dürfen (MaxMed_P_100g_2).

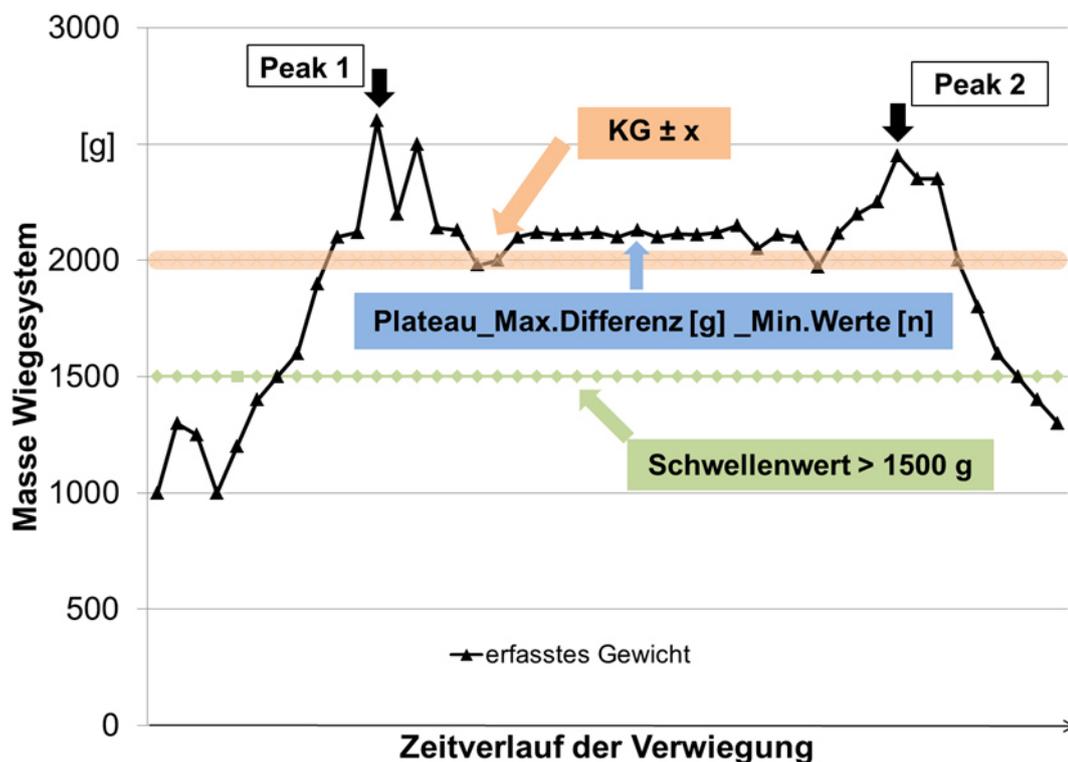


Abbildung 15: Beispielmodell einer Verwiegungskurve mit Darstellung der ausgewählten Methoden zur Datenanalyse (Wiegeschlupf und Wiegessitzstange)

Für die Wiegesitzstange wurde noch eine zweite Analysenmethode durchgeführt. Dafür wurden die Daten vorab selektiert und die Verwiegungsdaten mit der Nestaufenthaltsdauer (NAD) kombiniert. Die Nestaufenthaltsdauer konnte anhand der Transponderdaten, welche bei jedem Betreten und Verlassen des Familiennests automatisch erfasst wurden, berechnet werden. Alle Nestbesuche einer Henne an einem Tag wurden durchnummeriert. Falls der letzte Nestbesuch länger als 7 Minuten dauerte, so wurde dieser Nestbesuch mit dem Index 1 gekennzeichnet. Wenn der letzte Nestbesuch kürzer als 7 Minuten war, so wurde der längste aller Nestbesuche dieser Henne an diesem Tag mit dem Index 1 versehen. Der Index 1 kennzeichnete die Nestbesuche mit einer vermuteten Eiablage aufgrund der Nestaufenthaltsdauer, der Index 0 stand für Nestbesuche ohne Eiablage. Anschließend wurden die Daten der Nestaufenthaltsdauer mit den Verwiegungsdaten kombiniert. Für diese Auswertungsmethode wurden die bereits beschriebenen Algorithmen verwendet.

Algorithmus 4: NAD und M_PP

Algorithmus 5: NAD und MaxM_P_100g_2

Algorithmus 6: NAD und MaxMed_P_100g_2

Nach der voraus gegangenen Bearbeitung der Verwiegungsdaten wurden die erfassten Gewichtswerte von Nesteingang und Nestaugang voneinander subtrahiert und somit die Körpergewichtsdifferenz (Δ KG) eines jeden Nestbesuchs, mit oder ohne Eiablage, ermittelt. In eigenen Untersuchungen zum Eigewicht, wurde festgestellt, dass das niedrigste Eigewicht bei ungefähr 40 g liegt. Aus diesem Grund wurde die Schwelle für eine erfolgte Eiablage bei 40 g gesetzt. Daraus resultiert, dass bei einer erfolgten Eiablage Δ KG \geq 40 g sein muss.

Abschließend wurden alle Nestbesuche in vier Kategorien eingeteilt. Wenn eine Eiablage erfolgte und $\Delta \text{KG} \geq 40 \text{ g}$ war, wurden die Fälle in die Kategorie „Richtig positiv“ (Rp) eingestuft. Als „Falsch negativ“ (Fn) wurden Fälle klassifiziert, bei denen eine Eiablage erfolgte, aber $\Delta \text{KG} < 40 \text{ g}$ war. Die Nestbesuche ohne Eiablage wurden in zwei weitere Kategorien gestuft. Wenn $\Delta \text{KG} \geq 40 \text{ g}$ wurden die Fälle als „Falsch positiv“ (Fp) definiert und wenn $\Delta \text{KG} < 40 \text{ g}$ als „Richtig negativ“ (Rn). Mit Hilfe der Parameter Sensitivität, Spezifität, NPV und PPV wurden anschließend die Gewichtsdaten evaluiert. Abbildung 16 zeigt die Wahrheitsmatrix sowie die Berechnung der Parameter.

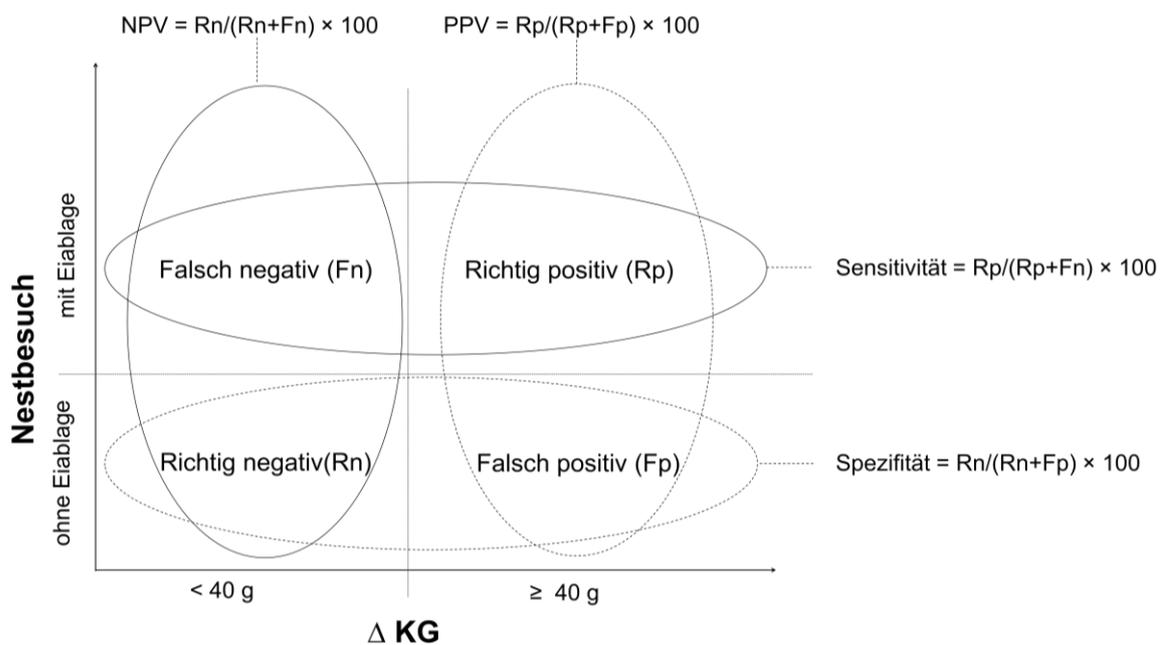


Abbildung 16: Wahrheitsmatrix mit den Formeln für die Berechnung der Parameter Sensitivität, Spezifität, NPV (negative predictive value) und PPV (positive predictive value)

6 Ergebnisse

6.1 Versuchsansatz 1: Nestverhalten

Auf den nachfolgenden Seiten werden die Ergebnisse der Nestverhaltensbeobachtungen beider Herden in den beiden vorhandenen Nestsystemen, DKWMN und HFGN, dargestellt.

Knapp ein Viertel der Daten gingen durch den Ausschluss der Nesterkundungen (i.e. Nestaufenthalte < 90 Sekunden) in der ersten Herde verloren. Bei den LB Hennen der ersten Herde wurden im DKWMN durch den Ausschluss der Nesterkundungen 24 % der Daten ausgeschlossen und im HFGN 25 %. 24 % der Daten aus dem DKWMN und 29 % der Daten aus dem HFGN gingen bei den LSL Hennen der ersten Herde aufgrund der Definition eines Nestbesuches ≥ 90 s verloren. Besonders auffallend war in der ersten Herde der hohe Anteil der Nesterkundungen in LP 7 nach dem Wechsel vom HFGN ins DKWMN, der ~ 40 % aller Nestbesuche umfasste. Im HFGN fiel besonders der niedrige Anteil an Nesterkundungen (< 20 %) der LSL Hennen in der vierten Legeperiode auf. Bei den LB Hennen der ersten Herde sank der Anteil der Nesterkundungen mit steigendem Alter von der ersten bis zur achten Legeperiode. In der zweiten Herde waren die Verluste mit 13 % im DKWMN bzw. 19 % im HFGN niedriger als bei beiden Herkünften der ersten Herde. Auffällig war in der zweiten Herde der relativ hohe Anteil (~ 22 %) der Nesterkundungen in der vierten Legeperiode im DKWMN und der tendenziell höhere Anteil im HFGN in der zweiten Gruppe in den Legeperioden 6 bis 10.

Neben dem Anteil der Nesterkundungen wurde im DKWMN auch der Anteil der Nestbesuche ohne Eiablage berechnet. Da die Erfassung der Eiablage bisher nur im DKWMN möglich ist, konnte diese Analyse nicht für das HFGN durchgeführt werden. Der Anteil der Nestbesuche ohne Eiablage lag bei den LB Hennen der ersten Herde zwischen 26 % und 32 %, wobei eine tendenzielle Abnahme des Anteils in der ersten Gruppe von LP 1 zu LP 5 zu beobachten war. Auch die LSL Hennen der ersten Gruppe der Herde 1 senkten in den ersten fünf Legeperioden ihren Anteil an Nestbesuchen ohne Eiablage, allerdings war der Anteil höher (40 % bis 51 %) als bei den LB Hennen. In der siebten Legeperiode, nach dem Wechsel des Nestsystems vom HFGN ins DKWMN, wurde bei beiden Herkünften ein deutlich höherer Anteil an Nestbesuchen ohne Eiablage festgestellt (LB: 62 %; LSL: 58 %). Im Gegensatz zu den Beobachtungen in der ersten Gruppe, stieg der Anteil der Nestbesuche bei beiden Herkünften von der achten bis zur zehnten

Legeperiode minimal an. Bei den LB Hennen lag der Anteil der Nestbesuche ohne Eiablage zwischen 21 % und 25 % und bei den LSL Hennen zwischen 15 % und 21 %, nach dem starken Anstieg in der siebten Legeperiode. In der zweiten Herde, einer reinen LB Herde, konnte in der ersten Gruppe ein Anteil von 12 % bis 21 % an Nestbesuchen ohne Eiablage in den ersten vier Legeperioden ermittelt werden. Auch nach dem Wechsel des Nestsystems vom HFGN ins DKWMN war bei der zweiten Herde kein auffallender Anstieg festzustellen. Der Anteil der Nestbesuche ohne Eiablage an allen Nestbesuchen lag bei den LB Hennen der Herde 2 in der zweiten Gruppe zwischen 15 % und 18 %.

Das bedeutendste Leistungsmerkmal der Legehennen ist die Legeleistung. Mit dem DKWMN war eine automatische Erfassung der Legeleistung je Henne und Tag möglich. Da alle Hennen im DKWMN getestet wurden, war es möglich für jede Gruppe einer jeden Herde, unabhängig von der Herkunft, die Legeleistung zu ermitteln. Die Legeleistung wurde anhand korrekt registrierter und zugeordneter Nesteier ermittelt. In der ersten Herde wurde in der ersten Legeperiode aufgrund eines sehr hohen Anteils an Doppelbelegungen keine Legeleistung ermittelt. Die LB Hennen der ersten Herde erreichten in LP 2 75 %, in LP 3 70 %, in LP 4 72 % und in LP 5 85 % Legeleistung. Die LB Hennen der zweiten Gruppe der Herde 1, welche zunächst im HFGN getestet worden waren, wiesen eine Legeleistung von 75 % in LP 7, 80 % in LP 8 und 85 % in LP 9 auf. Für die LSL Hennen der ersten Gruppe der Herde 1, welche ab der 24. Lebenswoche im DKWMN getestet wurden, wurde ein Anstieg in der Legeleistung von 70 % in LP 2, bis 85 % in LP 5 ermittelt. Für den weiteren Produktionsverlauf wurden bis zur LP 9 mindestens 90 % Legerate erreicht. Die zweite Herde mit LB Hennen, wies weniger Doppelbelegungen auf. Die erste Gruppe der zweiten Herde steigerte mit zunehmendem Alter ihre Legeleistung von 84 % (LP 1), 85 % (LP 2) über 93 % (LP 3) bis zu 95 % (LP 4). In der zweiten Gruppe wiesen die LB Hennen mit zunehmendem Alter hingegen eine sinkende Leistung auf (LP 7: 92 %, LP 8: 91 %, LP 9: 88 %, LP 10: 87 %).

Deutliche Unterschiede in den Mittelwerten der beiden Nestverhaltensmerkmale, Anzahl Nestbesuche sowie die Nestaufenthaltsdauer, waren zwischen den Gruppen der ersten Herde nur für die LSL Hennen zu verzeichnen. Die LSL Hennen verweilten analog zu Tabelle 5 mit durchschnittlich 50 Minuten länger im DKWMN als im HFGN. Für die zeitgleich geprüften LB Hennen war der Unterschied zwischen den beiden Nestsystemen mit 2 Minuten in der Nestaufenthaltsdauer nur marginal. Auch die Anzahl Nestbesuche war für die LB Hennen in beiden Systemen ähnlich, während die LSL Hennen annähernd doppelt so oft das HFGN im Vergleich zum Einzelnest betraten. Auffallend war, dass trotz der höheren Anzahl an Nestbesuchen die Nestaufenthaltsdauer je Henne und Nestbesuch im Gruppennest kürzer war. In der zweiten Herde, in welcher nur LB Hennen aufgestellt waren, zeigt Tabelle 5, dass hier auch für die LB Hennen Unterschiede zwischen den Nestsystemen herausgestellt wurden. Darüber hinaus wurden analog zu den vermehrten Nestbesuchen im HFGN eine längere Nestaufenthaltsdauer je Henne und Nestbesuch berechnet.

Tabelle 5: Übersicht des Datenmaterials beider Herden mit dem Mittelwert der Daten vor und nach Ausschluss der Nesterkundungen sowie der Standardabweichung je Herkunft, Nestsystem und Merkmal

Herde	Linie	Nestsystem	Verhaltensmerkmal	\bar{x}	$\bar{x}_{\text{bearb.}}^7$	σ
1	LB ¹	DKWMN ³	NB ⁵ [N/Henne in 28 Tagen]	40	38	17
			NAD ⁶ [min]	20	27	34
		HFGN ⁴	NB [N/Henne in 28 Tagen]	42	41	13
	NAD [min]		19	25	20	
	LSL ²	DKWMN	NB [N/Henne in 28 Tagen]	65	47	114
			NAD [min]	38	50	38
HFGN		NB [N/Henne in 28 Tagen]	100	86	126	
	NAD [min]	30	42	38		
2	LB	DKWMN	NB [N/Henne in 28 Tagen]	101	46	399
			NAD [min]	18	21	13
		HFGN	NB [N/Henne in 28 Tagen]	78	64	151
			NAD [min]	22	27	23

¹ LB = Lohmann Brown

² LSL = Lohmann Selected Leghorn

³ DKWMN = Weihenstephaner Muldennest mit Doppelkippfunktion (Einzelnest)

⁴ HFGN = Hochfrequenz Gruppennest (Familiennest)

⁵ NB = Anzahl Nestbesuche [N/Henne in 28 Tagen]

⁶ NAD = Nestaufenthaltsdauer [min]

⁷ $\bar{x}_{\text{bearb.}}$ = Mittelwert nach Löschen aller Nestbesuche < 90 s

Um die Akzeptanz der Nester bei den Hennen zu überprüfen, wurde der prozentuale Anteil der Hennen mit Nestbesuch je Legeperiode berechnet. In Tabelle 6 und Tabelle 7 wird jeweils der Anteil der vom System erfassten Hennen an den insgesamt auswertbaren Hennen getrennt für beide Herden dargestellt. Nur die Hennen welche das Nest besuchten wurden vom System erfasst und gaben somit Aufschluss über die Nestgängigkeit der Hennen. Bei beiden Herden kann festgestellt werden, dass die Anzahl der erfassten Hennen im DKWMN in der jeweils ersten Legeperiode am größten war und in den folgenden Legeperioden im gleichen Nestsystem abnahm. In der ersten Herde suchten 92 % der LB Hennen zu Legebeginn die Einzelnester auf, in der dritten LP wurden nur noch 77 % der Hennen im Nest erfasst und bis zur fünften LP (81 %) stieg die Prozentzahl wieder etwas an. In der gleichen Testgruppe sank der Anteil der erfassten LSL Hennen im DKWMN von 96 % im Alter von 24 bis 28 Wochen auf 85 % in den Lebenswochen 40 bis 44.

Tabelle 6: Anteil erfasster LB und LSL Hennen der Herde 1 je Legeperiode und Nestsystem

Herde 1: Anteil erfasster LB und LSL Hennen je Legeperiode [%]						
Lege- periode	Gruppe 1			Gruppe 2		
	Nestsystem	LB	LSL	Nestsystem	LB	LSL
1		92	96		96	98
2		79	87		99	99
3	DKWMN ¹	77	87	HFGN	97	98
4		83	86		96	98
5		81	85		97	99
7		92	97		98	99
8	HFGN ²	92	99	DKWMN	90	99
9		94	98		87	99

¹ DKWMN = Weihenstephaner Muldenest mit Doppelkippfunktion (Einzelnest)

² HFGN = Hochfrequenz Gruppennest (Familiennest)

In der zweiten Herde war der Anteil LB Hennen mit Nestbesuch im DKWMN hingegen in allen Produktionswochen mit 91-96 % höher. Analog Tabelle 7 wurden zu Legebeginn sowie in der Legespitze 93-95 % der LB Hennen im DKWMN registriert. In den weiteren Produktionswochen sank der Anteil registrierter Hennen auf 91 % ab. Im Familiennest war die Nestakzeptanz insbesondere für die LB Hennen in beiden Herden höher als im Einzelnest und variierte nur kaum während des Testzeitraumes. Ein Vergleich der beiden Herkünfte zeigt, dass die LSL Hennen eine bessere Nestakzeptanz haben. Wurden die LSL Hennen zuerst im HFGN getestet, so war die Nestakzeptanz im DKWMN auch sehr hoch. Wurden die LSL Hennen zuerst im DKWMN getestet so stieg die Nestakzeptanz nach Umstallung ins HFGN analog der LB Hennen an. Der exakte Anteil Hennen mit Nestbesuch kann Tabelle 6 und Tabelle 7 entnommen werden.

Tabelle 7: Anteil erfasster LB Hennen der Herde 2 je Legeperiode und Nestsystem

Herde 2: Anteil erfasster LB Hennen je Legeperiode [%]				
Lege- periode	Nestsystem	Gruppe 1	Nestsystem	Gruppe 2
1		95		97
2	DKWMN ¹	94	HFGN	97
3		94		98
4		93		98
6		96		96
7	HFGN ²	96	DKWMN	94
8		95		95
9		93		93
10		93		91

¹ DKWMN = Weihenstephaner Muldenest mit Doppelkippfunktion (Einzelnest)

² HFGN = Hochfrequenz Gruppennest (Familiennest)

6.1.1 Anzahl Nestbesuche

Zunächst wurde bei dem Verhaltensmerkmal „Anzahl Nestbesuche“ die Verteilung der Nestbesuche in den Nestern untersucht, um festzustellen ob Präferenzen für bestimmte Nester, sogenannte Lieblingsnester vorhanden waren. Dabei wurde nicht zwischen den beiden Herkünften unterschieden. Die Hennen der ersten Herde, sowohl Gruppe 1 als auch Gruppe 2, besuchten im DKWMN die randständigen Nester tendenziell seltener als die zentralen Nester. Ein Unterschied zwischen den einzelnen Legeperioden und somit ein Zusammenhang mit dem Alter der Hennen konnte nicht festgestellt werden. Auch im HFGN konnten in der ersten Herde keine Lieblingsnester erkannt werden. Die beiden Gruppen der LB Hennen der zweiten Herde zeigten ein unterschiedliches Verhalten bezüglich ihrer Nestpräferenzen. Die erste Gruppe, welche in den Legeperioden 1 bis 4 im DKWMN war, besuchte die randständigen Nester weniger oft als die zentralen, von Lieblingsnestern kann man anhand dieser Tendenz allerdings nicht sprechen. Die zweite Gruppe, welche zuerst im HFGN und anschließend im DKWMN gehalten wurde, zeigte eine leicht höhere Anzahl an Besuchen in lediglich zwei randständigen Nestern. Die Verteilung der Nestbesuche auf die restlichen Nester war gleichmäßig. Im HFGN waren wie auch im DKWMN keine Lieblingsnester zu erkennen, wobei im Familiennest die Gleichmäßigkeit der Nestbesuche besonders in der zweiten Gruppe auffallend war.

In den Gruppenhaltungssystemen ist die Nestgängigkeit ein wichtiges Merkmal um saubere, vermarktungsfähige Eier zu produzieren. Eine gute Nestgängigkeit äußert sich in der Anzahl Nestbesuche je Henne welche in den nachfolgenden Boxplots dargestellt sind. Die Summe der Nestbesuche je Henne in einer Legeperiode wurde für beide Nestsysteme verglichen. Abbildung 17 und Abbildung 18 zeigen die Ergebnisse der ersten Herde mit LB und LSL Hennen, wobei hier Werte > 100 Nestbesuche je Henne in 28 Tagen nicht dargestellt werden. Abbildung 19 und Abbildung 20 zeigen die Ergebnisse der zweiten Herde, einer reinen LB Herde. Die y- Skala der zweiten Herde endet bei 50 Nestbesuchen je Henne und Legeperiode und Werte darüber werden nicht dargestellt. Die zwei Abbildungen derselben Herde unterscheiden sich in den Ergebnissen der ersten und zweiten Gruppe. Die Hennen aus den jeweils ersten Gruppen wurden zuerst im Einzelnest und nach dem Nestsystemwechsel im Familiennest geprüft. Für die zweite Gruppe war die Reihenfolge der Nestsysteme umgekehrt. Diese Hennen wurden zu Legebeginn in das Stallabteil mit den HFGN eingestallt und wechselten dann in das Stallabteil mit den DKWMN.

Abbildung 17 zeigt deutlich, dass die LSL Hennen der ersten Gruppe unabhängig vom Nestsystem in allen Legeperioden das Nest öfter aufsuchten als die LB Hennen. Darüber hinaus ist deutlich zu erkennen, dass die Anzahl der Nestbesuche im Familiennest höher ist als im Einzelnest. Die Mediane der Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode sind in Tabelle 8 dargestellt. Bei den LB Hennen variieren die Mediane im DKWMN zwischen 24 und 29 Nestbesuchen und im HFGN zwischen 30 und 33 Nestbesuchen je Henne und Legeperiode. Die LSL Hennen der ersten Gruppe wiesen Mediane zwischen 27 und 32 Nestbesuchen je Legeperiode im DKWMN und zwischen 35 und 38 im HFGN auf. Im Durchschnitt suchten die LB Hennen der ersten Gruppe der Herde 1 die Einzelnester 25-mal und die LSL Hennen 30-mal in 28 Tagen auf, wie in Tabelle 8 dargestellt. Durchschnittlich 31-mal je Legeperiode suchten die LB Hennen das Familiennest auf, bei den LSL Hennen waren es durchschnittlich 37 Nestbesuche.

Die LB und LSL Hennen der ersten Gruppe besuchten die beiden Nestsysteme DKWMN und HFGN in jeder Legeperiode mindestens einmal. Unter den geprüften Hennen waren LSL Hennen die ein Maximum von 171 Nestbesuchen (LP5) in 28 Tagen im DKWMN aufwiesen. Bei den LB Hennen wurden deutlich weniger Nestbesuche beobachtet. Das Maximum an Nestbesuchen je Legeperiode lag bei den LB Hennen bei 50 Nestbesuchen (LP1) je Legeperiode im Einzelnest. Im HFGN besuchten beide Herkünfte die Nester häufiger. Ein Minimum von 14 Nestbesuchen (LP8) wurde bei den LB Hennen im Familiennest ermittelt und ein Maximum von 51 Nestbesuchen (LP9) je Legeperiode. Die LSL Hennen besuchten das HFGN maximal 146-mal (LP9) und mindestens 9-mal (LP7).

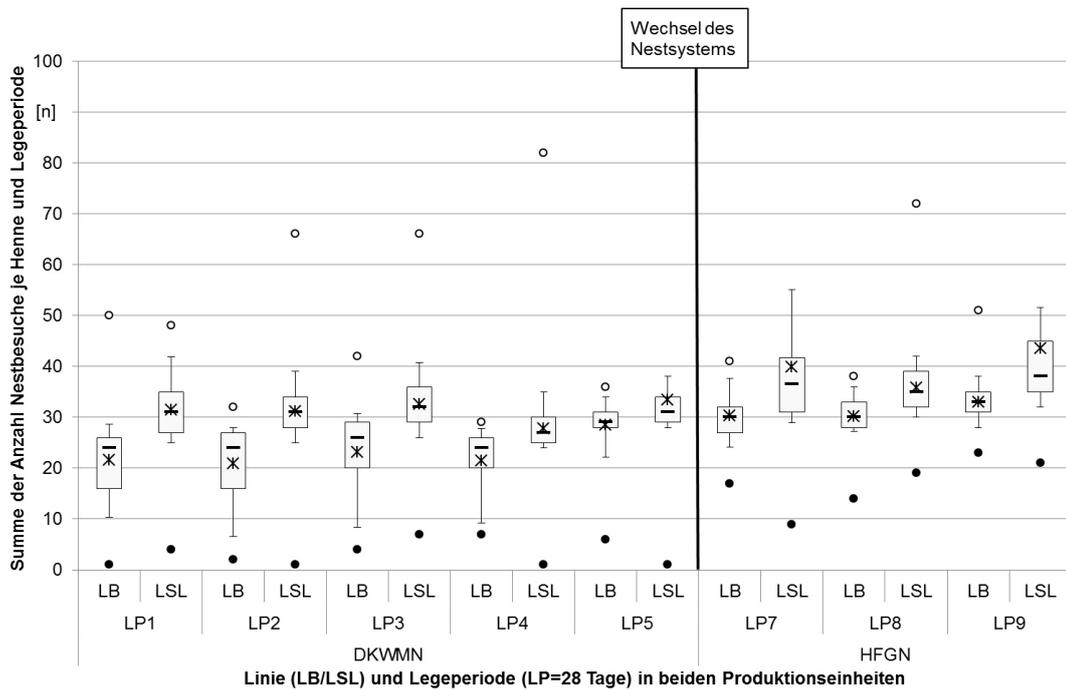


Abbildung 17: Summe der Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode der Gruppe 1 der ersten Herde für die beiden Herkunftse LB und LSL

Tabelle 8: Mediane der durchschnittlichen Anzahl Nestbesuche [n] je Henne und Legeperiode und Mittelwert je Nestsystem der ersten Gruppe der Herde 1

Herde 1: Gruppe 1					
Nest-system	Lege-periode	LB	LSL	\bar{x} je Nest-system LB	\bar{x} je Nest-system LSL
DKWMN	1	24	31	25,4	30,4
	2	24	31		
	3	26	32		
	4	24	27		
	5	29	31		
HFGN	7	30	36,5	31	36,5
	8	30	35		
	9	33	38		

Wie in Abbildung 18 zu sehen, war die Anzahl der Nestbesuche im DKWMN je Legeperiode für beide Herkünfte der Gruppe 2 der ersten Herde auf einem ähnlichen Niveau. Die Mediane je Legeperiode lagen im HFGN bei den LB Hennen zwischen 23,5 und 34 Nestbesuchen und bei den LSL Hennen zwischen 30 und 40 Nestbesuche (Tabelle 11). Im DKWMN waren Mediane zwischen 29 und 30,5 für die LB Hennen und zwischen 29 und 33 für die LSL Hennen je Henne und Legeperiode zu finden. Die durchschnittliche Anzahl Nestbesuche je Legeperiode betrug für beide Herkünfte im DKWMN 30, wie in Tabelle 11 dargestellt. Die durchschnittliche Anzahl der Nestbesuche je Legeperiode im HFGN betrug 29 für die LB Hennen und 35 für die LSL Hennen. Die LB und LSL Hennen der zweiten Gruppe besuchten die beiden Nestsysteme DKWMN und HFGN mindestens einmal in jeder Legeperiode. Die LB Hennen der zweiten Gruppe besuchten das Familiennest maximal 53-mal (LP5) je Legeperiode. Die LSL Hennen wiesen mit 433 Nestbesuchen (LP3) je Legeperiode ein deutlich höheres Maximum im HFGN auf. Nach dem Wechsel des Nestsystems vom Familiennest ins Einzelnest wurde sowohl bei den LB als auch bei den LSL Hennen ein Maximum von 53 Nestbesuchen (LP7) je Legeperiode ermittelt.

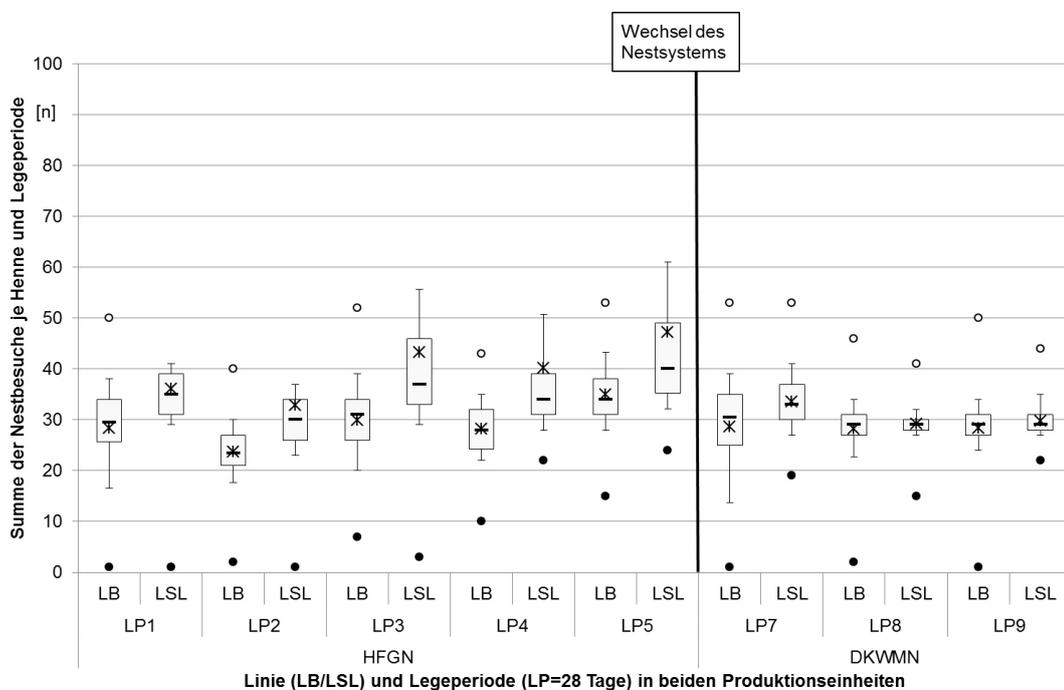


Abbildung 18: Summe der Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode der Gruppe 2 der ersten Herde für die beiden Herkünfte LB und LSL

Tabelle 11: Mediane der durchschnittlichen Anzahl Nestbesuche [n] je Henne und Legeperiode und Mittelwert je Nestsystem der zweiten Gruppe der Herde 1

Herde 1: Gruppe 2					
Nest-system	Lege-periode	LB	LSL	\bar{x} je Nest-system LB	\bar{x} je Nest-system LSL
HFGN	1	29,5	35	29,2	35,2
	2	23,5	30		
	3	31	37		
	4	28	34		
	5	34	40		
DKWMN	7	30,5	33	29,5	30,3
	8	29	29		
	9	29	29		

Tabelle 12 und Tabelle 13 zeigen die Ergebnisse des Multtests nach Bonferroni-Holm der zweiten Gruppe der Herde 1. Im Gegensatz zu den Hennen der ersten Gruppe, wurden die Hennen der zweiten Gruppe zunächst im HFGN und erst nach dem Wechsel des Nestsystems im DKWMN geprüft.

Der Vergleich der einzelnen Legeperioden der zweiten Gruppe zeigte sowohl bei den LB als auch bei den LSL Hennen ein weniger konstantes Bild als bei den Hennen der gleichen Herkunft der ersten Gruppe. Wie in Tabelle 12 dargestellt, war kein Unterschied zwischen den Legeperioden der beiden Nestsysteme für die LB Hennen zu erkennen. Sowohl innerhalb des HFGN als auch im Vergleich mit den Legeperioden aus dem DKWMN sind nicht signifikante bis zu höchst signifikante Unterschiede aufgetreten. Besonders auffallend ist hierbei die fünfte Legeperiode (n=34) welche signifikant mehr Nestbesuche als alle anderen Legeperioden aufwies. Darüber hinaus unterschied sich die dritte Legeperiode (n=31) signifikant von der vierten (n=28) und höchst signifikant von der fünften (n=34), aber wies keine signifikanten Unterschiede zu den Legeperioden des zweiten Nestsystems (i.e. DKWMN; LP7: n=30,5; LP8,9: n=29) auf. Nach dem Wechsel des Nestsystems, vom HFGN ins DKWMN, traten bei den LB Hennen der zweiten Gruppe keine signifikanten Unterschiede auf.

Tabelle 12: Signifikanzen des Merkmals „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LB Hennen der zweiten Gruppe der Herde 1

Gruppe 2: LB Hennen									
Nestsystem	HFGN					DKWMN			
Legeperiode	1	2	3	4	5	7	8	9	
1	-	***	ns	ns	***	ns	ns	ns	
2			***	***	***	***	***	***	
3				*	***	ns	ns	ns	
4					***	ns	ns	ns	
5						***	***	***	
7							ns	ns	
8								ns	
9									-

Auch bei den LSL Hennen der zweiten Gruppe war keine Konstanz zu erkennen. Wie Tabelle 13 zeigt, traten bei den LSL Hennen wie auch bei den LB Hennen der gleichen Gruppe sowohl innerhalb eines Nestsystems höchst signifikante Unterschiede, als auch zwischen den Legeperioden in unterschiedlichen Nestsystemen keine signifikanten Unterschiede auf. Verdeutlicht werden kann dies mit Hilfe der zweiten Legeperiode (n=30). Diese zweite Legeperiode wies signifikant weniger Nestbesuche als die anderen Legeperioden (LP1: n=35; LP3: n=37; LP4: n=34; LP5: n=40) im gleichen Nestsystem, dem HFGN, auf. Auch die Legeperiode 7 (n=33) im DKWMN nach dem Wechsel des Systems wies signifikant mehr Nestbesuche auf. Die beiden Legeperioden 8 (n=29) und 9 (n=29) im DKWMN hingegen wiesen keine Unterschiede zu der zweiten Legeperiode auf, und unterschieden sich auch selbst nicht. Diese signifikanten Unterschiede zwischen den Legeperioden innerhalb eines Nestsystems deuten altersbedingte Änderungen oder einen Gewöhnungseffekt an.

Bei den Ergebnissen des HFGN in der ersten Gruppe der Herde 2 ist zu beachten, dass die Summe der Nestbesuche in Legeperiode 8 geringer ist, da es Probleme bei der Aufzeichnung der Daten gab.

Im Gegensatz zu der ersten Herde wurden in der zweiten Herde ausschließlich LB Hennen geprüft. In der ersten Legeperiode war sowohl im DKWMN als auch im HFGN die Summe der Nestbesuche je Henne und Legeperiode größer als in den darauf folgenden. Wie in Abbildung 19 dargestellt ist, zeigten die Hennen der ersten Gruppe ein konstantes Verhalten im DKWMN für das untersuchte Verhaltensmerkmal Anzahl Nestbesuche. Tabelle 14 zeigt, dass das DKWMN durchschnittlich 28-mal je Legeperiode in der ersten Gruppe besucht wurde. Nach dem Wechsel des Nestsystems vom DKWMN ins HFGN erhöhte sich die Anzahl der Nestbesuche zunächst in Legeperiode 6, bevor sie dann in den folgenden Legeperioden fiel und erst in LP 10 wieder anstieg. Die durchschnittliche Anzahl der Nestbesuche der ersten Gruppe im HFGN betrug 25 je Legeperiode. Rechnet man ohne die Legeperiode 8, in welcher Auswertungstage fehlten, dann erhält man eine durchschnittliche Anzahl von 27 Nestbesuchen je Henne und Legeperiode. Das Minimum an Nestbesuchen je Henne und Legeperiode lag bei den LB Hennen der zweiten Herde in Gruppe 1 sowohl im DKWMN (LP 1, 4) als auch im HFGN (LP 9) bei einem Besuch. Das Maximum der ersten Gruppe lag im DKWMN bei 50 Nestbesuchen in der ersten LP, im HFGN bei 407 Besuchen in der neunten LP.

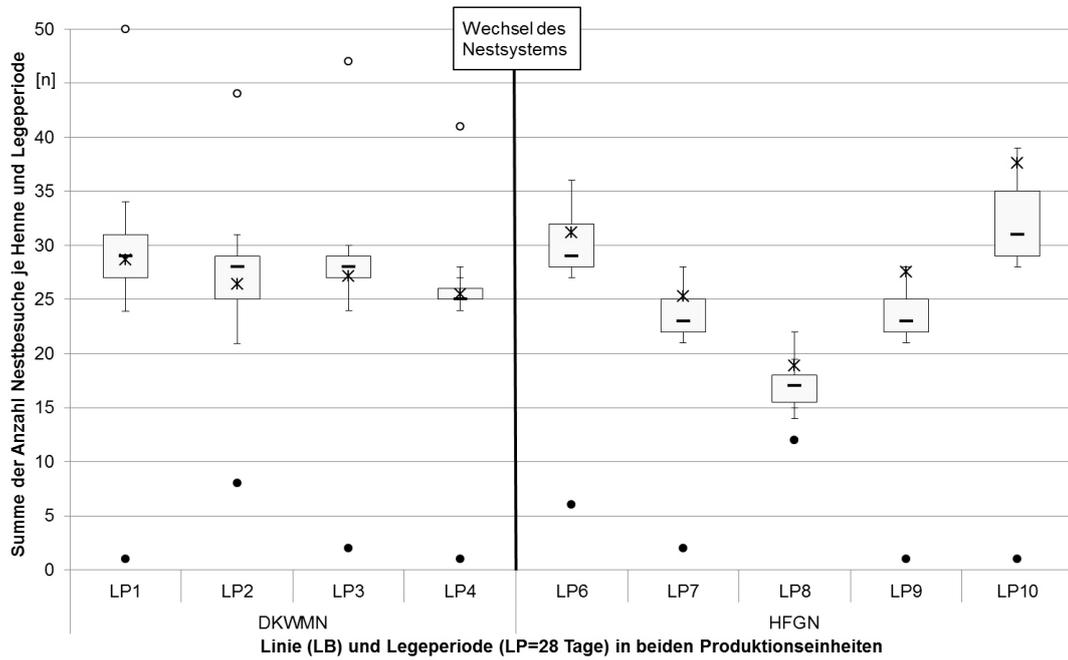


Abbildung 19: Summe der Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode der Gruppe 1 der zweiten Herde

Tabelle 14: Mediane der durchschnittlichen Anzahl Nestbesuche [n] je Henne und Legeperiode und Mittelwert je Nestsystem der ersten Gruppe der Herde 2

Herde 2: Gruppe 1			
Nest-system	Lege-periode	LB	\bar{x} je Nest-system LB
DKWMN	1	29	27,5
	2	28	
	3	28	
	4	25	
HFGN	6	29	24,6
	7	23	
	8	17	
	9	23	
	10	31	

Die zweite Gruppe der zweiten Herde, welche in Abbildung 20 dargestellt ist, hatte tendenziell eine etwas höhere Anzahl an Nestbesuche in beiden Nestsystemen. Nach dem Absinken der Anzahl der Nestbesuche von Legeperiode 1 zu 2, stieg die Anzahl der Nestbesuche in den Legeperioden 3 und 4 wieder etwas an. Tabelle 16 zeigt, dass die Mediane der Anzahl Nestbesuche der LB Hennen der zweiten Gruppe der Herde 2 zwischen 26 und 30 je Legeperiode im HFGN lagen und zwischen 28 und 29 im DKWMN. Durchschnittliche wurde das HFGN 29-mal von den LB Hennen der zweiten Gruppe je Legeperiode aufgesucht. Auch der Wechsel des Nestsystems hatte keinen Einfluss auf die Anzahl der Nestbesuche. Die Einzelnester wurden durchschnittlichen 29-mal von den Hennen der zweiten Gruppe je Legeperiode besucht. Die LB Hennen der zweiten Gruppe der Herde 2 wiesen im HFGN ein Minimum von 9 Nestbesuchen (LP1) je Legeperiode und ein Maximum von 81 (LP4) Nestbesuchen auf. Im DKWMN wurden ein Minimum von 1 Nestbesuch (LP10) und ein Maximum von 49 Nestbesuchen (LP8) ermittelt.

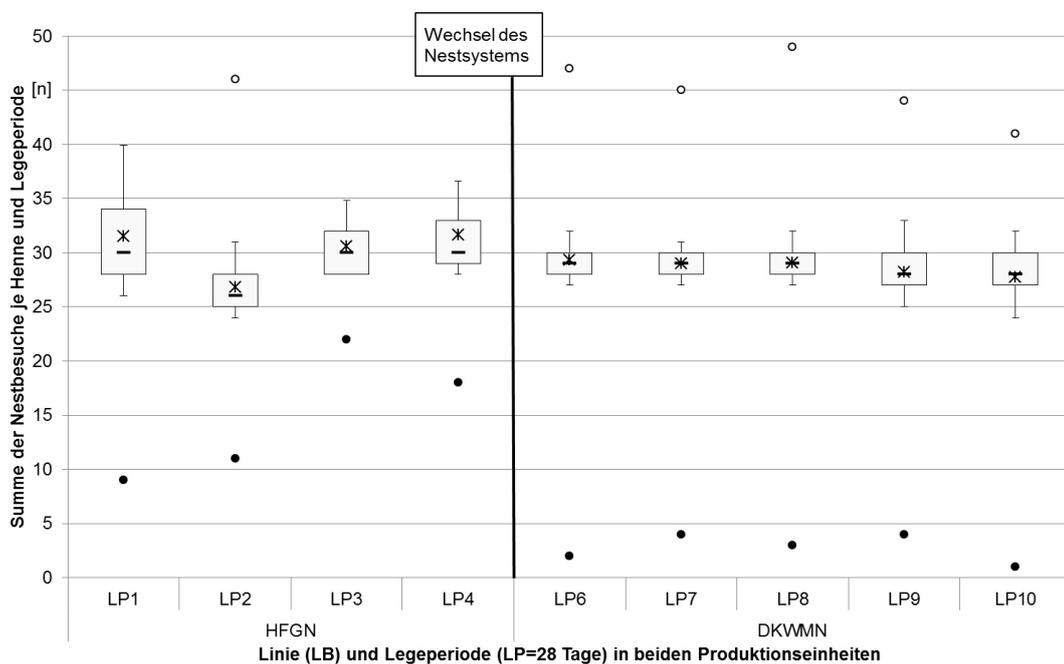


Abbildung 20: Summe der Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode der Gruppe 2 der zweiten Herde

Tabelle 16: Mediane der durchschnittlichen Anzahl Nestbesuche [n] je Henne und Legeperiode und Mittelwert je Nestsystem der zweiten Gruppe der Herde 2

Herde 2: Gruppe 2			
Nest-system	Lege-periodo	LB	\bar{x} je Nest-system LB
HFGN	1	30	29
	2	26	
	3	30	
	4	30	
DKWMN	6	29	28,6
	7	29	
	8	29	
	9	28	
	10	28	

In der zweiten Gruppe der Herde 2, welche zuerst im HFGN und anschließend im DKWMN gehalten wurde, bietet sich ein ähnliches Bild wie in der ersten Gruppe. Tabelle 17 zeigt, dass zwischen Legeperiode 1 (n=30) und den beiden Legeperioden 3 (n=30) und 4 (n=30) keine signifikanten Unterschiede für das Merkmal Anzahl Nestbesuche bestanden, nur die zweite Legeperiode (n=26) wies signifikant weniger Nestbesuche auf. Darüber hinaus waren auch zwischen der Legeperiode 7 (n=29) und den Legeperioden 8 (n=29) und 9 (n=28), sowie zwischen der Legeperiode 8 und 9 und den Legeperioden 9 und 10 (n=28) keine signifikanten Unterschiede aufzuweisen. Der Vergleich zwischen allen anderen Legeperioden ergab signifikante Unterschiede für die Anzahl der Nestbesuche je Legeperiode und Henne.

Tabelle 17: Signifikanzen des Merkmals „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LB Hennen der zweiten Gruppe der Herde 2

Gruppe 2: LB Hennen									
Nestsystem	HFGN				DKWMN				
Legeperiode	1	2	3	4	6	7	8	9	10
1	–	***	ns	ns	***	***	***	***	***
2			***	***	***	***	***	***	***
3				**	***	***	***	***	***
4					***	***	***	***	***
6						***	***	***	***
7							ns	ns	***
8								ns	***
9									ns
10									–

Die LB Hennen der zweiten Herde, einer reinen LB Herde, wiesen ebenfalls höchst signifikante Unterschiede zwischen den beiden Nestsystemen auf. Dabei war, wie in Tabelle 18 dargestellt, die Reihenfolge der Nestsysteme nicht entscheidend.

Tabelle 18: Vergleich der beiden Nestsysteme, DKWMN und HFGN, in Abhängigkeit von der Gruppe der LB Hennen der zweiten Herde für das Merkmal „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“

LB Hennen		
Nestsystem	DKWMN (LP 1-4)	DKWMN (LP 6-10)
HFGN (LP 1-4)	–	***
HFGN (LP 6-10)	***	–

Da Hennen der gleichen Herkunft zeitgleich in den beiden Nestsystemen, DKWMN und HFGN, geprüft wurden und dann zeitgleich das Nestsystem getauscht haben, war es möglich die beiden Nestsysteme mit Hilfe des Wilcoxon signed rank sum Tests zu vergleichen. Hennen, unabhängig von der Herde und auch von der Herkunft, welche zuerst im DKWMN waren, kamen nach dem Nestsystemwechsel ins HFGN und umgekehrt.

Die Ergebnisse des Merkmals Anzahl Nestbesuche für die LB Hennen der ersten Herde werden in Tabelle 19 dargestellt, die für die LSL Hennen in Tabelle 20. Die LB Hennen der ersten Gruppe welche zuerst im DKWMN (n=25,4) und dann im HFGN (n=31) getestet wurden wiesen einen höchst signifikanten Unterschied zwischen den beiden Nestsystemen auf. Wenn die Hennen zunächst im HFGN (n=29,2) und anschließend im DKWMN (n=29,5) waren, konnten keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl der Nestbesuche festgestellt werden. Die LSL Hennen der ersten Herde, wiesen unabhängig von der Reihenfolge der Nestsysteme, höchst signifikante Unterschiede auf, wie Tabelle 20 zeigt. In der ersten Gruppe wiesen die LSL Hennen signifikant mehr Nestbesuche im HFGN (n=36,5) als im DKWMN (n=30,4) auf. Ebenso wurden signifikant mehr Nestbesuche im Familiennest erfasst, wenn die LSL Hennen zunächst im HFGN (n=35,2) und anschließend im DKWMN (n=30,3) gehalten wurden.

Tabelle 19: Vergleich der beiden Nestsysteme, DKWMN und HFGN, in Abhängigkeit von der Gruppe der LB Hennen der ersten Herde für das Merkmal „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“

LB Hennen		
Nestsystem	DKWMN (LP 1-5)	DKWMN (LP 7-9)
HFGN (LP 1-5)	–	ns
HFGN (LP 7-9)	***	–

Tabelle 20: Vergleich der beiden Nestsysteme, DKWMN und HFGN, in Abhängigkeit von der Gruppe der LSL Hennen der ersten Herde für das Merkmal „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“

LSL Hennen		
Nestsystem	DKWMN (LP 1-5)	DKWMN (LP 7-9)
HFGN (LP 1-5)	–	***
HFGN (LP 7-9)	***	–

In der aus den zwei Herkünften bestehenden ersten Herde konnte darüber hinaus ein Wilcoxon-Mann-Whitney Test durchgeführt werden, um das Verhaltensmerkmal Anzahl Nestbesuche der beiden Herkünfte zu vergleichen. Dabei wurden die Hennen im ersten Nestsystem und die Hennen nach dem Nestsystemwechsel gemeinsam betrachtet. Tabelle 21 zeigt, dass sich die Herkünfte, LB und LSL, sowohl in den Legeperioden 1 bis 5 als auch in den Legeperioden 7 bis 9 höchst signifikant unterscheiden. In der zweiten Herde, einer reinen LB Herde, musste dieser Vergleich entfallen.

Tabelle 21: Vergleich der beiden Herkünfte, LB und LSL, in Abhängigkeit von der Gruppe der ersten Herde für das Merkmal „Summe Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“

Herde 1		
Linie	LB (LP 1-5)	LB (LP 7-9)
LSL (LP 1-5)	***	–
LSL (LP 7-9)	–	***

6.1.2 Nestaufenthaltsdauer

In den nachfolgenden Seiten werden die Ergebnisse des Verhaltensmerkmals Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne dargestellt. Da im DKWMN zwischen Nestbesuchen mit und ohne Eiablage unterschieden werden kann, wurde auch die Aufenthaltsdauer der Nestbesuche mit und ohne Eiablage ermittelt. Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer im DKWMN ohne Eiablage für die LB Hennen der ersten Herde betrug 9 Minuten in den Legeperioden 1 bis 5 und 8 Minuten in den Legeperioden 7 bis 9. Die LSL Hennen verweilten in beiden Gruppen etwas länger im DKWMN ohne Eiablage, die erste Gruppe 16 Minuten und die zweite Gruppe 10 Minuten. Die Nestaufenthaltsdauer mit einer erfolgten Eiablage dauerte im DKWMN für die LB Hennen der ersten Gruppe 29 Minuten und der zweiten Gruppe 31 Minuten. Wie auch bei den Nestbesuchen ohne Eiablage dauerte ein Nestbesuch mit Eiablage bei den LSL Hennen der ersten Herde länger. Durchschnittlich 64 Minuten in den Legeperioden 1 bis 5 und 40 Minuten in den Legeperioden 7 bis 9. Die LB Hennen der zweiten Herde hielten sich für einen Nestbesuch ohne Eiablage durchschnittlich 8 Minuten (Gruppe 1) bzw. 12 Minuten (Gruppe 2) im DKWMN auf. Ein Nestbesuch mit erfolgter Eiablage dauerte in der zweiten Herde durchschnittlich 20 Minuten in den Legeperioden 1 bis 4 und 23 Minuten in den Legeperioden 6 bis 10. Nachfolgend wird nicht zwischen Nestbesuchen mit und ohne Eiablage unterschieden, da dies bisher nur im DKWMN und nicht im HFGN möglich ist.

Bei beiden Herden wurde wiederum zwischen zwei Gruppen unterschieden. Die erste Gruppe war zunächst im DKWMN und wechselte anschließend ins HFGN und bei der zweiten Gruppe verhielt es sich umgekehrt. Eine Übersicht der ersten Herde wird in Abbildung 21 und Abbildung 22 gezeigt und die der zweiten Herde in Abbildung 23 und Abbildung 24. Werte größer drei Stunden werden nicht in den Boxplots angezeigt.

Betrachtet man die Abbildung 21 so fällt auf, dass die Dauer der Nestbesuche je Nestbesuch und Henne bei den LSL Hennen länger waren als bei den LB Hennen. Darauf hatten weder die Legeperioden noch das Nestsystem Einfluss. Darüber hinaus entwickelte sich die Nestsaufenthaltsdauer bei beiden Herkünften sowohl vor als auch nach dem Wechsel des Nestsystems ähnlich. In den ersten beiden Legeperioden stieg die Nestsaufenthaltsdauer an. In folgenden Legeperioden verkürzte sich die Aufenthaltsdauer im DKWMN sowie unmittelbar nach dem Systemwechsel. Besonders deutlich waren diese Entwicklungen bei den LSL Hennen zu beobachten.

Die durchschnittliche Nestsaufenthaltsdauer der ersten Gruppe der Herde 1 ist in Tabelle 22 dargestellt. Ein durchschnittlicher Nestbesuch betrug bei den LB Hennen der ersten Gruppe der ersten Herde 21 Minuten im DKWMN und 20 Minuten im HFGN. Die Nestsaufenthaltsdauer der LSL Hennen der ersten Herde war höher. Die LSL Hennen der ersten Gruppe verweilten durchschnittlich 50 Minuten im DKWMN und 29 Minuten im HFGN je Nestbesuch.

Das Minimum eines Nestbesuches lag sowohl für die LB Hennen als auch für die LSL Hennen der ersten Herde in beiden Gruppen und in beiden Nestsystemen bei 90 Sekunden. Alle Nestbesuche < 90 Sekunden wurden als Nesterkundungen interpretiert und nicht in die Auswertung einbezogen. Das Maximum der LB Hennen der ersten Gruppe lag bei 2 Stunden 46 Minuten (LP 3) im DKWMN und bei 2 Stunden 39 Minuten (LP 9) im HFGN. Die maximale Dauer eines Nestbesuches der LSL Hennen der ersten Gruppe der Herde 1 lag in der fünften LP bei 5 Stunden 41 Minuten sowie in der zehnten LP bei 9 Stunden 26 Minuten.

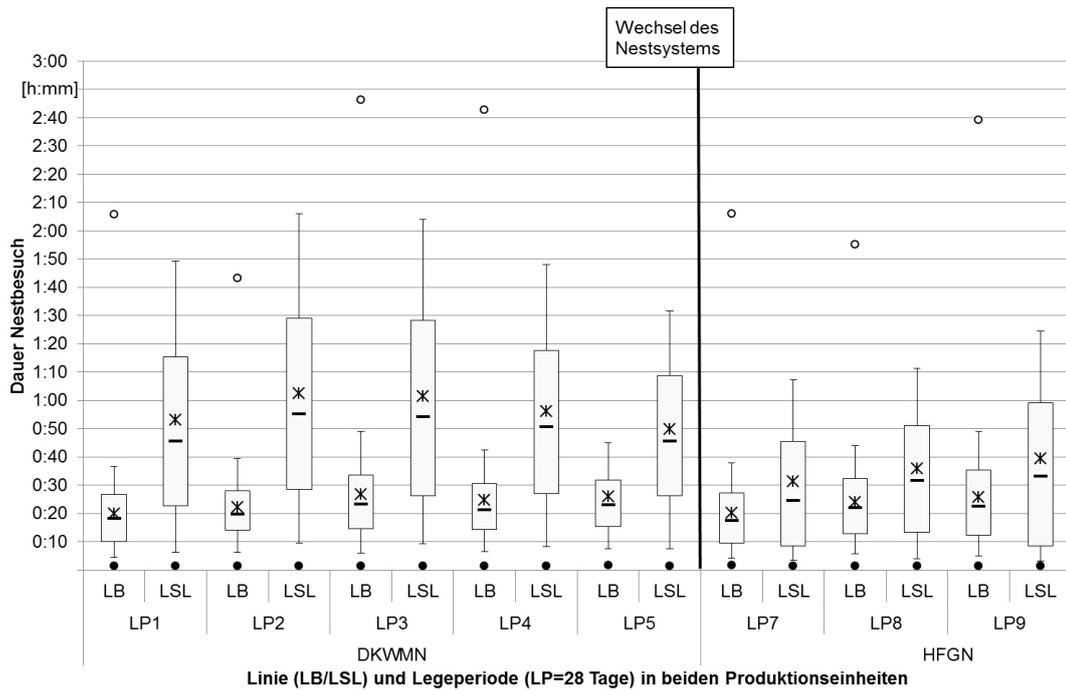


Abbildung 21: Dauer eines Nestbesuchs je Henne und Tag der Gruppe 1 der ersten Herde für die beiden Herkünfte LB und LSL

Tabelle 22: Mediane der durchschnittlichen Dauer eines Nestbesuchs [min] je Henne und Mittelwert je Nestsystem der ersten Gruppe der Herde 1

Herde 1: Gruppe 1					
Nest-system	Lege-periode	LB	LSL	\bar{x} je Nest-system LB	\bar{x} je Nest-system LSL
DKWMN	1	18	45		
	2	19	55		
	3	23	54	21	50
	4	21	50		
	5	23	45		
HFGN	7	17	24		
	8	21	31	20	29
	9	22	33		

Analog zu Tabelle 24 zeigten die entsprechenden LSL Hennen deutlichere Unterschiede in der Nestaufenthaltsdauer zwischen den jeweiligen Legeperioden. Lediglich die erste Legeperiode (t=45 min) unterschied sich nicht von der vierten (t=50 min) und fünften Legeperiode (t=45 min). Auch zwischen den Legeperioden 2 (t=55 min) und 3 (t=54 min) im DKWMN war kein Unterschied festzustellen. Zwischen allen anderen Legeperioden, sowohl innerhalb als auch zwischen den Nestsystemen, traten signifikante Unterschiede auf.

Tabelle 24: Signifikanzen des Merkmals „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LSL Hennen der ersten Gruppe der Herde 1

Gruppe 1: LSL Hennen									
Nestsystem	DKWMN					HFGN			
Legeperiode	1	2	3	4	5	7	8	9	
1	–	***	**	ns	ns	***	***	**	
2			ns	*	***	***	***	***	
3				*	***	***	***	***	
4					*	***	***	***	
5						***	***	***	
7							***	***	
8								***	
9								–	

Wie auch in der ersten Gruppe der Herde 1 dauerte ein Nestbesuch in der zweiten Gruppe bei den LSL Hennen ebenfalls länger als bei den LB Hennen. Abbildung 22 zeigt die Übersicht der Nestaufenthaltsdauer der zweiten Gruppe der Herde 1. In dieser Darstellung fällt auf, dass dieses Verhaltensmerkmal der Nestaufenthaltsdauer bei den Hennen der jeweiligen Herkunft im ersten Nestsystem, dem HFGN, relativ gleichmäßig war. Bei den LB Hennen war tendenziell ein leichter Anstieg der Dauer der Nestbesuche mit steigendem Alter zu erkennen, wohingegen die LSL Hennen binnen der ersten fünf Legeperioden die Nestbesuche eher verkürzten. Nach dem Wechsel des Nestsystems ins

DKWMN war, wie auch bei der ersten Gruppe, ein Rückgang der Nestsaufenthaltsdauer bei beiden Herkünften zu erkennen. Bereits die zweite Legeperiode im DKWMN wies allerdings wieder längere Nestsaufenthaltsdauern auf, welche dann in der neunten Legeperiode nochmals höher waren.

Tabelle 25 zeigt die Mediane der LB Hennen der zweiten Gruppe, welche zuerst im HFGN und anschließend im DKWMN waren. Diese verbrachten durchschnittlich 21 Minuten im HFGN und 23 Minuten im DKWMN. Die Nestsaufenthaltsdauer der LB Hennen der ersten Herde lag somit in beiden Nestsystemen, unabhängig von der Reihenfolge in einem ähnlichem Bereich. Die LSL Hennen der zweiten Gruppe wiesen eine durchschnittliche Nestsaufenthaltsdauer von 38 Minuten im HFGN und 33 Minuten im DKWMN auf. Die LB Hennen der zweiten Gruppe verweilten maximal 4 Stunden 43 Minuten (LP 3) im HFGN und 8 Stunden 07 Minuten (LP 9) im DKWMN. Die LSL Hennen der zweiten Gruppe verweilten je Nestbesuch maximal 7 Stunden 40 Minuten (LP 5) im HFGN und 5 Stunden 33 Minuten (LP 8) im DKWMN.

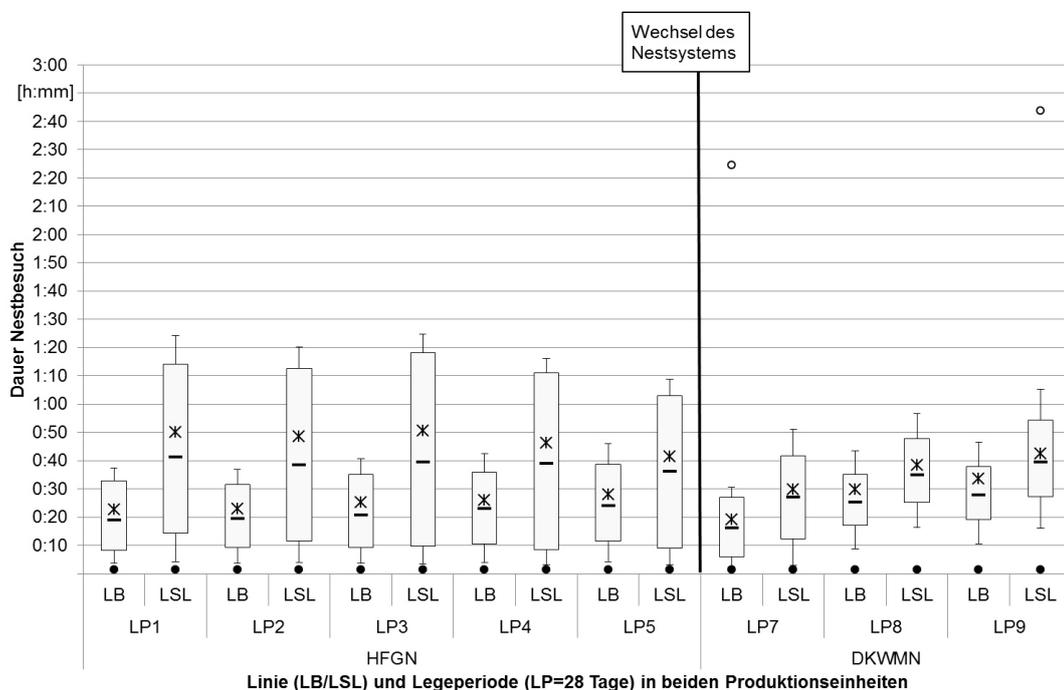


Abbildung 22: Dauer eines Nestbesuchs je Henne und Tag der Gruppe 2 der ersten Herde für die beiden Herkünfte LB und LSL

Tabelle 25: Mediane der durchschnittlichen Dauer eines Nestbesuchs [min] je Henne und Mittelwert je Nestsystem der zweiten Gruppe der Herde 1

Herde 1: Gruppe 2					
Nest-system	Lege-periode	LB	LSL	\bar{x} je Nest-system LB	\bar{x} je Nest-system LSL
HFGN	1	19	41		
	2	19	38		
	3	20	39	21	38
	4	22	39		
	5	24	36		
DKWMN	7	16	26		
	8	25	34	23	33
	9	27	39		

Die LB Hennen der zweiten Gruppe der Herde 1, welche zuerst im HFGN und anschließend im DKWMN waren, zeigten mehr Unterschiede als die Hennen der gleichen Herkunft in der ersten Gruppe (Tabelle 26). Die Unterschiede in dem Verhaltensmerkmal Nestaufenthaltsdauer scheinen hier willkürlich aufgetreten zu sein. Als Beispiel kann hierfür die dritte Legeperiode ($t=20$ min) heran gezogen werden. Diese unterschied sich nicht signifikant von der Legeperiode 4 ($t=22$ min), aber wies eine signifikant längere Nestaufenthaltsdauer als die fünfte LP ($t=24$ min) auf, welche alle im gleichen Nestsystem geprüft wurden. Nach dem Wechsel ins DKWMN wurden signifikante Unterschiede geschätzt. Die siebte Legeperiode ($t=16$ min) wies eine signifikant kürzere Nestaufenthaltsdauer als die nachfolgenden Legeperioden 8 ($t=25$ min) und 9 ($t=27$ min) im gleichen Nestsystem auf.

Tabelle 26: Signifikanzen des Merkmals „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LB Hennen der zweiten Gruppe der Herde 1

Gruppe 2: LB Hennen									
Nestsystem	HFGN					DKWMN			
Legeperiode	1	2	3	4	5	7	8	9	
1	-	ns	**	***	***	ns	***	***	
2			**	***	***	ns	***	***	
3				ns	***	**	ns	***	
4					***	***	ns	*	
5						***	ns	ns	
7							***	***	
8								*	
9								-	

Für die LSL Hennen fällt in Tabelle 27 auf, dass sich die ersten beiden Legeperioden (LP1: t=41 min; LP2: t=38 min) im HFGN nicht signifikant von allen anderen Legeperioden (LP3,4: t=39 min; LP5: t=36 min) im gleichen Nestsystem unterschieden. Signifikante Unterschiede traten zwischen der Legeperiode 3 (t=39 min) und den nachfolgenden Legeperioden. Die Legeperioden 1 bis 5 unterschieden sich alle signifikant von den drei weiteren Legeperioden im HFGN (LP7: t=26 min; LP8: t=34 min; LP9: t=39 min). Die Ausnahme bildete hierbei die fünfte Legeperiode (t=36 min) im Familiennest, welche keine signifikanten Unterschiede zu der Legeperiode 9 (t=39 min) im Einzelnest aufwies.

Tabelle 27: Signifikanzen des Merkmals „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LSL Hennen der zweiten Gruppe der Herde 1

Gruppe 2: LSL Hennen									
Nestsystem	HFGN					DKWMN			
Legeperiode	1	2	3	4	5	7	8	9	
1	-	ns	ns	ns	ns	***	***	***	
2			ns	ns	ns	***	***	***	
3				*	***	***	***	***	
4					***	***	***	***	
5						***	***	ns	
7							*	***	
8								***	
9									-

In der zweiten Herde dauerte ein Nestbesuch in der ersten Legeperiode am längsten und nahm in den folgenden Legeperioden, also mit dem Alter der Legehennen, im DKWMN ab (Abbildung 23). Nach dem Wechsel des Nestsystems ins HFGN war kein Rückgang bei den LB Hennen der zweiten Herde festzustellen. Die Nestaufenthaltsdauer stieg nach dem Wechsel ins HFGN von Legeperiode 6 bis zur 10. Legeperiode weiter leicht an.

Tabelle 28 zeigt die Mediane der durchschnittlichen Dauer eines Nestbesuchs. In der zweiten Herde betrug die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer 18 Minuten bei den LB Hennen der ersten Gruppe im DKWMN, wobei die Mediane zwischen 13 Minuten (LP3) und 21 Minuten (LP1) variierten. Die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer war im Familiennest mit 24 Minuten etwas länger. Die Mediane in den einzelnen Legeperioden lagen zwischen 22 Minuten (LP6) und 26 Minuten (LP9). Das Minimum der Nestaufenthaltsdauer je Henne und Nestbesuch der LB Hennen der zweiten Herde lag in jedem Nestsystem, DKWMN und HFGN, bei 90 Sekunden. Die maximale Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch im DKWMN betrug 3 Stunden 36 Minuten (LP 4) in der ersten Gruppe. Im HFGN hielten sich die LB Hennen der ersten Gruppe bis zu maximal 15 Stunden (LP9) im Nest auf.

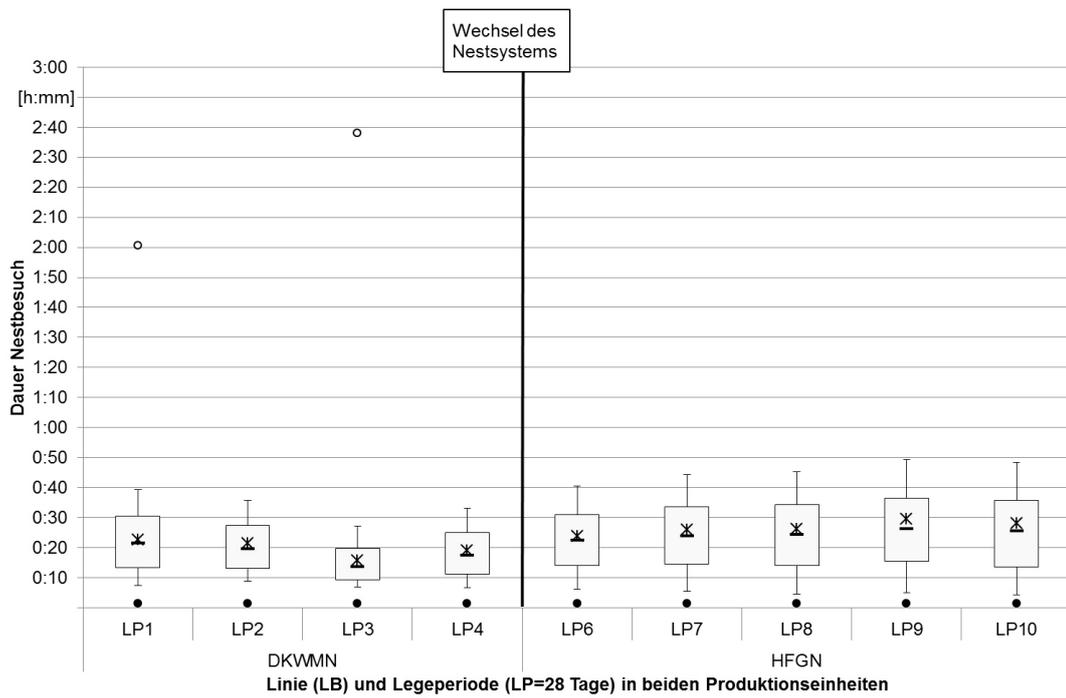


Abbildung 23: Dauer eines Nestbesuchs je Henne und Tag der Gruppe 1 der zweiten Herde

Tabelle 28: Mediane der durchschnittlichen Dauer eines Nestbesuchs [min] je Henne und Mittelwert je Nestsystem der ersten Gruppe der Herde 2

Herde 2: Gruppe 1			
Nest-system	Lege-periode	LB	\bar{x} je Nest-system LB
DKWMN	1	21	18
	2	19	
	3	13	
	4	17	
HFGN	6	22	24
	7	23	
	8	24	
	9	26	
	10	25	

Analog zur ersten Gruppe verkürzte sich die Nestaufenthaltsdauer der LB Hennen der zweiten Gruppe der Herde 2 im HFGN mit zunehmendem Alter. Nach dem Systemwechsel war allerdings keine weitere Abnahme in der Nestaufenthaltsdauer mehr zu erkennen. Wie Abbildung 24 zeigt, war die Verweildauer im DKWMN konstant.

In Tabelle 30 sind die Mediane der durchschnittlichen Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch der zweiten Gruppe der Herde 2 dargestellt. Die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer betrug für die LB Hennen der zweiten Herde 20 Minuten in der zweiten Gruppe im DKWMN, wobei die Mediane für die einzelnen Legeperioden zwischen 20 Minuten (LP7, LP8) und 21 Minuten (LP6, LP9, LP10) lagen. Die Nestaufenthaltsdauer im HFGN war etwas länger. Durchschnittlich verweilten die Hennen der zweiten Gruppe 25 Minuten im HFGN, mit Medianen zwischen 22 Minuten (LP3) und 29 Minuten (LP1). Die maximale Verweildauer für einen Nestbesuch lag im Familiennest bei 6 Stunden 44 Minuten (LP 4) und im Einzelnest bei 4 Stunden 08 Minuten (LP 9).

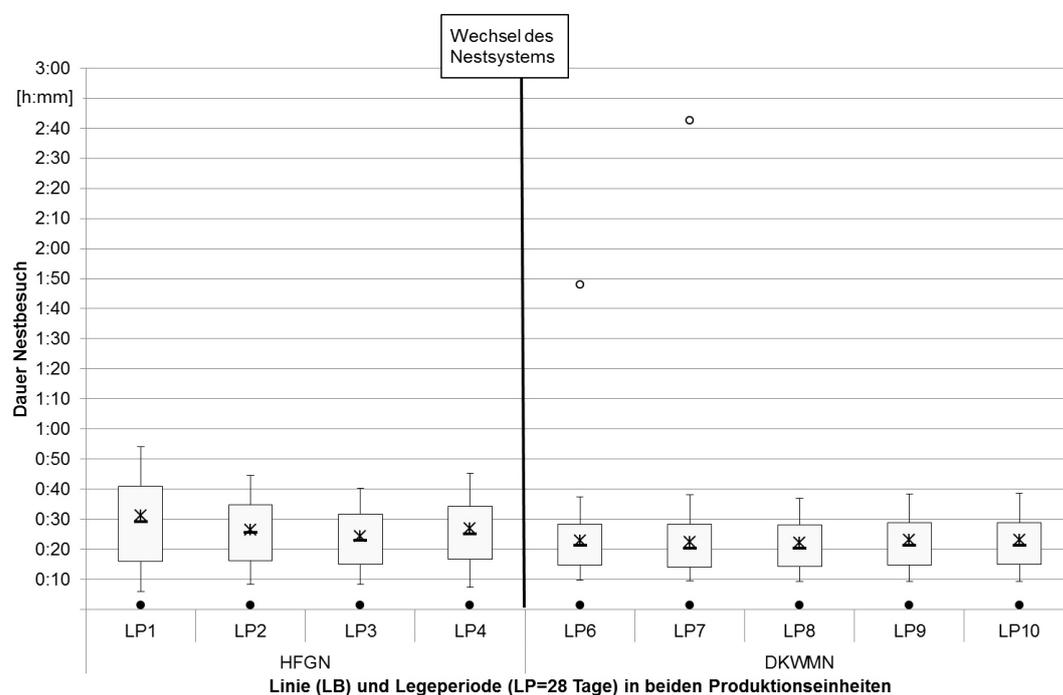


Abbildung 24: Dauer eines Nestbesuchs je Henne und Tag der Gruppe 2 der zweiten Herde

Tabelle 30: Mediane der durchschnittlichen Dauer eines Nestbesuchs [min] je Henne und Mittelwert je Nestsystem der zweiten Gruppe der Herde 2

Herde 2: Gruppe 2			
Nest-system	Lege-periode	LB	\bar{x} je Nest-system LB
HFGN	1	29	25
	2	25	
	3	22	
	4	25	
DKWMN	6	21	20
	7	20	
	8	20	
	9	21	
	10	21	

Der Vergleich der Nestaufenthaltsdauer je Henne und Nestbesuch der zweiten Gruppe in Tabelle 31 zeigt innerhalb der Legeperioden im HFGN signifikante Unterschiede. Die erste Legeperiode ($t=29$ min) war signifikant länger als die zweite ($t=25$ min), dritte ($t=22$ min) und vierte Legeperiode ($t=25$ min). Die beiden Legeperioden 2 ($t=25$ min) und 4 ($t=25$ min), unterschieden sich nicht signifikant. Die Legeperioden des HFGN wiesen signifikante Unterschiede zu den Legeperioden im DKWMN auf. Besonders fiel hierbei die dritte Legeperiode ($t=22$ min) auf, welche sich nicht von den Legeperioden 6 ($t=21$ min), 9 ($t=21$ min) und 10 ($t=21$ min) im anderen Nestsystem unterschied. Nach dem Nestsystemwechsel ins DKWMN waren bei dem Vergleich der Legeperioden 6 bis 10 keine signifikanten Unterschiede bei dem Vergleich innerhalb des gleichen Nestsystems festzustellen, was auf ein sehr ähnliches Verhaltensmuster der LB Hennen im Einzelnest hindeutet.

Tabelle 31: Signifikanzen des Merkmals „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“ zwischen den einzelnen Legeperioden der LB Hennen der zweiten Gruppe der Herde 2

Gruppe 2: LB Hennen									
Nestsystem	HFGN				DKWMN				
Legeperiode	1	2	3	4	6	7	8	9	10
1	–	***	***	***	***	***	***	***	***
2			***	ns	***	***	***	***	***
3				***	ns	**	**	ns	ns
4					***	***	***	***	***
6						ns	ns	ns	ns
7							ns	ns	ns
8								ns	ns
9									ns
10									–

Zusätzlich zu den dargestellten Vergleichen zwischen den einzelnen Legeperioden werden die beiden Nestsysteme miteinander verglichen. Hierfür wurden alle entsprechenden Nestaufenthaltsdauern je Nestsystem mittels des Wilcoxon signed rank sum Tests ausgewertet. Die Ergebnisse aus Tabelle 32 zeigen, dass die LB Hennen der ersten Herde unabhängig von der Gruppe keine signifikanten Unterschiede aufwiesen. In der ersten Gruppe verkürzte sich die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer marginal von 21 Minuten im DKWMN auf 20 Minuten im HFGN und in der zweiten Gruppe stieg sie von 21 Minuten im HFGN auf 23 Minuten im DKWMN.

Analog zu Tabelle 33 verweilten die LSL Hennen der ersten Gruppe der ersten Herde signifikant länger im Einzelnest ($t=50$ min) als im Familiennest ($t=29$ min). Auch in der zweiten Gruppe wurden höchst signifikante Unterschiede bei den LSL Hennen geschätzt, allerdings war hierbei die Nestaufenthaltsdauer im Familiennest ($t=38$ min) signifikant länger als im Einzelnest ($t=33$ min).

Tabelle 32: Vergleich der beiden Nestsysteme, DKWMN und HFGN, in Abhängigkeit von der Gruppe der LB Hennen der ersten Herde für das Merkmal „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“

LB Hennen		
<u>Nestsystem</u>	<u>DKWMN (LP 1-5)</u>	<u>DKWMN (LP 7-9)</u>
HFGN (LP 1-5)	–	ns
HFGN (LP 7-9)	ns	–

Tabelle 33: Vergleich der beiden Nestsysteme, DKWMN und HFGN, in Abhängigkeit von der Gruppe der LSL Hennen der ersten Herde für das Merkmal „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“

LSL Hennen		
<u>Nestsystem</u>	<u>DKWMN (LP 1-5)</u>	<u>DKWMN (LP 7-9)</u>
HFGN (LP 1-5)	–	***
HFGN (LP 7-9)	***	–

Die beiden Nestsysteme, DKWMN und HFGN, wurden mittels des Wilcoxon signed rank sum Tests auch für die Braunleger der zweiten Herde miteinander verglichen. Die Ergebnisse aus Tabelle 34 zeigen, dass sich die Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und LB Henne signifikant zwischen den Nestsystemen unterschied. Dabei war es nicht entscheidend, in welchem Nestsystem die Hennen zuerst eingestallt waren, die Nestaufenthaltsdauer im Familiennest war jeweils signifikant länger.

Tabelle 34: Vergleich der beiden Nestsysteme, DKWMN und HFGN, in Abhängigkeit von der Gruppe der LB Hennen der zweiten Herde für das Merkmal „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“

LB Hennen		
<u>Nestsystem</u>	<u>DKWMN (LP 1-4)</u>	<u>DKWMN (LP 6-10)</u>
HFGN (LP 1-4)	–	***
HFGN (LP 6-10)	***	–

Abschließend wurde in der aus zwei Herkünften bestehenden ersten Herde ein Wilcoxon-Mann-Whitney Test durchgeführt. So konnte das Verhaltensmerkmal „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“ der beiden Herkünfte, LB und LSL, verglichen werden. Dazu wurden die Hennen jeder Herkunft im ersten Nestsystem und die Hennen im zweiten Nestsystem gemeinsam betrachtet. Tabelle 35 zeigt, dass sich die Herkünfte sowohl in den Legeperioden 1 bis 5 als auch in den Legeperioden 7 bis 9 höchst signifikant unterschieden.

Tabelle 35: Vergleich der beiden Herkünfte, LB und LSL, in Abhängigkeit von der Gruppe der ersten Herde für das Merkmal „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“

Herde 1		
Linie	LB (LP 1-5)	LB (LP 7-9)
LSL (LP 1-5)	***	-
LSL (LP 7-9)	-	***

6.2 Zwischenfazit

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen deutlich, dass sowohl Unterschiede im Nestverhalten zwischen den beiden Herkünften als auch zwischen den beiden Nestsystemen bestehen. Darüber hinaus sind das Alter der Hennen und die Prägung auf ein spezielles Nestsystem wichtige Aspekte bei der Analyse der Merkmale „Anzahl Nestbesuche“ und „Nestaufenthaltsdauer“.

Im Hinblick auf das Ziel dieser Arbeit, wird deutlich, dass nicht von dem Nestverhalten im DKWMN und einer erfolgten Eiablage auf das Nestverhalten im Familiennest geschlossen werden kann, und somit auch eine Eiablage nicht zu detektieren ist. Die in Tabelle 9 bis Tabelle 35 dargestellten signifikanten Unterschiede zwischen dem Verhalten in Einzel- und Familiennestern zeigen, dass anhand des Verhaltens im Einzelnest die Eiablage im Familiennest nicht vorher gesagt werden kann. Die in dieser Arbeit beschriebene Hypothese, von der Nestaufenthaltsdauer auf die Eiablage zu schließen wird durch die dargestellten Ergebnisse verworfen. Um Daten zu einer erfolgten Eiablage im Familiennest zu erfassen, sind andere Ansätze notwendig, welche im zweiten Versuchsansatz dieser Arbeit ausgewertet wurden. Die diesbezüglich erfassten Körpergewichtsdaten aus dem Wiegeschlupf bzw. der Wiegesitzstange werden nachfolgend in ihren Ergebnissen beschrieben. Eine ausführliche Diskussion aller Ergebnisse des Nestverhaltens erfolgt dann im Anschluss.

6.3 Versuchsansatz 2: Verwiegung

Die Untersuchungen mittels Wiegeschlupf und Wiegesitzstange verfolgten das Ziel, einzelne Körpergewichte von Legehennen automatisch und dabei tierspezifisch zu erfassen, um über die Körpergewichtsveränderung auf eine Eiablage schließen zu können.

Im Abschnitt Material und Methoden wurde diesbezüglich bereits das Mindesteigewicht beschrieben, welches mit 40 g definiert wurde. Die Grenze von 40 g ergab sich aus den Mittelwerten aller Eigewichte an sieben aufeinander folgenden Tagen, welche in Tabelle 36 dargestellt sind und in der 26. Lebenswoche der Hennen ermittelt wurden. Keines der täglich geprüften Eier wog weniger als 55 g, so dass mit einem Sicherheitsabschlag 40 g als minimale Grenze im Eigewicht festgelegt wurde. Verringert sich das Körpergewicht einer Henne während eines Nestbesuchs, also die Differenz zwischen Nesteingang und Nestausgang, um mindestens 40 g, so wird angenommen, dass eine Eiablage erfolgt ist.

Tabelle 36: Mittelwerte Eigewichte von den Hennen (n=30) in Produktionsstall 3

Beobachtungstag	1	2	3	4	5	6	7
\bar{x} von 25 Einzeleigewichten [g]	63,3	64,0	63,1	63,5	64,6	63,8	64,4

6.3.1 Wiegeschlupf

Um die Ergebnisse des Wiegeschlupfes mit verschiedenen Algorithmen bearbeiten zu können, wurde während der Beobachtungstage täglich das Körpergewicht der Hennen erfasst. Tabelle 37 zeigt das hennenspezifische Körpergewicht eines jeweiligen Tages sowie den Mittelwert aller Beobachtungstage der dreißig Hennen im Produktionsstall 3. Das Körpergewicht, welches abhängig von der Tageszeit schwanken kann, wurde täglich zwischen 08:45 und 09:15 Uhr ermittelt. Trotz dieser Maßnahme wurden Schwankungen des individuellen Körpergewichtes der Hennen bis zu 125 g an zwei aufeinanderfolgenden Tagen festgestellt. Durchschnittlich variierte das Körpergewicht der Hennen zwischen 4 g und 27 g.

Tabelle 37: Täglich erfasstes Körpergewicht der analysierten Hennen (n=30) in Produktionsstall 3 mit dem Wiegeschlupf

Körpergewicht [g]: Wiegeschlupf						
Rucksackfarbe	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	\bar{x}
grün rot schraffiert	1840	1815	1840	1880	1865	1848
grün einfarbig	1930	1905	1945	1930	1945	1931
grün rot quer	2095	2065	2075	2095	2115	2089
rot braun längs	2145	2130	2145	2135	2155	2142
grün gelb quer	1910	1915	1935	1930	1930	1924
rot einfarbig	1880	1870	1895	1885	1845	1875
grün blau quer	1845	1850	1870	1880	1900	1869
rot gelb längs	1765	1745	1760	1825	1845	1788
schwarz blau längs	1935	1915	1940	1940	1935	1933
grün gelb längs	1815	1785	1810	1820	1795	1805
blau rot längs	1770	1715	1700	1750	1785	1744
gelb einfarbig	1860	1845	1870	1860	1860	1859
gelb braun schraffiert	1745	1710	1735	1750	1735	1735
schwarz braun längs	1785	1745	1735	1745	1740	1750
braun einfarbig	1895	1865	1880	1890	1895	1885
grün blau längs	2005	1980	2020	2010	2025	2008
blau gelb quer	1955	1920	1840	1860	1940	1903
braun gelb längs	1760	1710	1705	1710	1835	1744
schwarz einfarbig	1800	1760	1750	1760	1740	1762
grün schwarz längs	1955	1920	1960	1950	1925	1942
blau einfarbig	1830	1750	1755	1765	1730	1766
rot gelb quer	1845	1830	1825	1845	1950	1859
rot grün längs	2155	2140	2160	2140	2145	2148
rot schwarz längs	1820	1765	1775	1750	1815	1785
schwarz gelb längs	1885	1870	1910	1905	1905	1895
blau braun längs	1910	1925	1900	1880	1970	1917
blau rot quer	1860	1830	1825	1820	1860	1839
blau gelb schraffiert	1700	1680	1675	1675	1680	1682
schwarz grün schraffiert	1780	1745	1730	1735	1760	1750
schwarz blau quer	1670	1650	1660	1630	1720	1666

Mit dem Wiegeschlupf konnten insgesamt 393 Nestbesuche ohne Eiablage sowie 113 Nestbesuche mit erfolgter Eiablage ausgewertet werden. Die Anzahl Nester lag je Beobachtungstag zwischen 24 und 26 Eiern. Bei der Direktbeobachtung fiel auf, dass alle Hennen das Familiennest mindestens einmal während des Untersuchungszeitraums aufgesucht haben. Darüber hinaus gab es besonders aktive Hennen, welche das Familiennest bis zu 5-mal täglich aufsuchten.

Tabelle 38 zeigt die Ergebnisse für die Parameter Sensitivität, Spezifität, Negative Predictive Value (NPV) und Positive Predictive Value (PPV) der drei ausgewählten Algorithmen. Wie in 5.5.2 bereits erläutert basieren diese Algorithmen zum einen auf dem Körpergewicht der Hennen und zum anderen auf Plateauwerten, welche anhand bestimmter Kriterien definiert wurden. Die Berechnung der einzelnen Parameter wird in Abbildung 16 dargestellt. Die Sensitivität entspricht dem Verhältnis der Eiablagen mit einer Körpergewichtsveränderung von ≥ 40 g zur Gesamtzahl der Nestbesuche mit Eiablage. Mit einer maximalen Sensitivität von rund 58 % konnte mit dem Wiegeschlupf etwas mehr als die Hälfte der beobachteten Eiablagen mit dem Wiegeschlupf korrekt als Eiablage identifiziert werden. Der Anteil der korrekt als „ohne Eiablage“ klassifizierten Fälle bei allen Besuchen ohne Eiablage wird mit dem Parameter Spezifität wiedergegeben. Rund zweidrittel der Nestbesuche ohne Eiablage wurden korrekt als Nestbesuche ohne Eiablage identifiziert. NPV gibt das Verhältnis der richtig negativen Fälle, also der Nestbesuche ohne Eiablage und einer Körpergewichtsveränderung < 40 g, zu allen Körpergewichtsveränderungen < 40 g an. Knapp 84 % aller Nestbesuche mit Eiablage wurden mit Körpergewichtsveränderungen < 40 g als Nestbesuche ohne Eiablage klassifiziert. Das Verhältnis der richtig positiven Fälle, der Nestbesuche mit Eiablage und einer Körpergewichtsveränderung ≥ 40 g, zu allen Körpergewichtsveränderungen ≥ 40 g wird mit dem PPV angegeben. Mit diesem Parameter wird somit erfasst, wie viele der Nestbesuche mit einer Körpergewichtsveränderung ≥ 40 g auch wirklich einem Nestbesuch mit erfolgter Eiablage entsprachen. Mit knapp 31 % ist dieser Wert für den Wiegeschlupf sehr niedrig. Die Anforderung an den Wiegeschlupf Eiablagen in Familiennestern zu erfassen kann anhand dieser Ergebnisse bereits als nicht erfüllt angesehen werden.

Tabelle 38: Ergebnisse der ausgewählten Methoden je Datenanalyse bei einer Schwelle von 40 g mit dem Wiegeschlupf

Wiegeschlupf										
Datenanalyse	N	Rn¹ [n]	Fp² [n]	Fn³ [n]	Rp⁴ [n]	Sensitivität [%]	Spezifität [%]	NPV⁵ [%]	PPV⁶ [%]	
KG ⁷ ± 100 g	506	257	136	55	58	51,3	65,4	82,4	29,9	
MM_P ⁸ _40 g_2	506	251	142	49	64	56,6	63,9	83,7	31,1	
MMed_P ⁹ _40 g_2	506	248	145	47	66	58,4	63,1	84,1	31,3	

¹ Rn = Richtig negativ (keine Eiablage und Δ KG < 40 g)

² Fp = Falsch positiv (keine Eiablage und Δ KG \geq 40 g)

³ Fn = Falsch negativ (Eiablage und Δ KG < 40 g)

⁴ Rp = Richtig positiv (Eiablage und Δ KG \geq 40 g)

⁵ NPV = negative predictive value

⁶ PPV = positive predictive value

⁷ KG = Körpergewicht Henne

⁸ MM_P = Mittelwert aller Mittelwerte entsprechender Plateaus

⁹ MMed_P = Mittelwert aller Mediane entsprechender Plateaus

6.3.2 Wiegesitzstange

Die Wiegesitzstange ist eine Weiterentwicklung des Wiegeschlupfes mit welcher ein eher statisches Wiegen der Hennen beim Betreten und Verlassen des Familiennestes erfolgte. Täglich zwischen 08:45 und 09:15 Uhr wurden die dreißig Hennen im Produktionsstall 3 gewogen. Die Tageswerte, sowie der Mittelwert über die Beobachtungstage werden in Tabelle 39 dargestellt. Dabei unterschied sich das Körpergewicht einer Henne an zwei aufeinanderfolgenden Tagen bis zu 180 g. Im Mittel über alle Hennen wurden Unterschiede zwischen 0 g und 50 g erfasst.

Tabelle 39: Täglich erfasstes Körpergewicht der analysierten Hennen (n=30) in Produktionsstall 3 mit der Wiegesitzstange

Körpergewicht [g]: Wiegesitzstange						
Rucksackfarbe	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	\bar{x}
braun rot längs	1990	1990	1980	2005	2015	1996
grün blau längs	2210	2295	2245	2315	2300	2273
grün gelb quer	1955	1965	2015	2015	1960	1982
blau braun längs	2095	2070	2075	2075	2065	2076
grün gelb längs	2100	2140	2015	2105	2240	2120
braun gelb schraffiert	2440	2450	2425	2520	2520	2471
gelb einfarbig	2200	2205	2145	2210	2255	2203
schwarz einfarbig	2185	2160	2110	2180	2160	2159
rot grün längs	2075	2035	2050	2050	2040	2050
grün rot schraffiert	1910	1915	1915	1950	1940	1926
rot blau quer	2005	1985	1915	1970	1955	1966
grün blau quer	1985	1945	1985	2010	1945	1974
rot schwarz längs	2040	2070	2070	2065	2065	2062
braun gelb längs	2060	2030	2015	2140	2120	2073
gelb rot quer	2220	2240	2250	2245	2210	2233
grün einfarbig	1930	1945	1925	1945	1995	1948
blau rot längs	1790	1855	1825	1845	1910	1845
blau gelb schraffiert	2000	1970	1950	1990	1990	1980
rot einfarbig	2220	2220	2135	2315	2280	2234
blau schwarz längs	2205	2180	2060	2220	2215	2176
braun schwarz längs	2395	2395	2375	2405	2365	2387
grün schwarz längs	2070	2040	2025	2085	2040	2052
gelb schwarz längs	2420	2440	2375	2425	2405	2413
grün rot quer	2045	2015	1935	1980	1940	1983
blau gelb quer	2110	2100	2110	2175	2135	2126
blau schwarz quer	1950	1940	1945	1965	1925	1945
grün schwarz schraffiert	2250	2255	2185	2245	2240	2235
braun einfarbig	2295	2305	2270	2325	2325	2304
rot gelb längs	2315	2305	2265	2290	2310	2297
blau einfarbig	2125	2130	2060	2170	2170	2131

Mit der Wiegesitzstange konnten insgesamt 97 Nestbesuche mit erfolgter Eiablage und 175 Nestbesuche ohne Eiablage ausgewertet werden. Daraus ergibt sich, dass die Hennen neben dem Nestbesuch mit Eiablage das Familiennest durchschnittlich fast zweimal täglich besuchten. Aus den 30 Hennen an den fünf Beobachtungstagen ergibt sich eine durchschnittliche Anzahl von 1,8 Nestbesuchen je Henne und Tag. Die automatische Erfassung des Transponders registrierte je Tag maximal 27 Hennen von den 30 eingestellten Hennen. Die Gesamtanzahl Eier je Tag schwankte an den Beobachtungstagen zwischen 24 und 27 Eiern, wobei die Anzahl verlegter Eier zwischen 0 und 2 variierte.

Tabelle 40 zeigt die Ergebnisse der ausgewählten Methoden zur Datenanalyse für die Parameter Sensitivität, Spezifität, NPV und PPV. Bei der Auswertung der Gewichtsdaten wurden je nach angewendetem Algorithmus Sensitivitäten von bis zu 75 % erreicht. Die berechneten Spezifitäten lagen bei 40 %. Ähnliche Tendenzen sind bei den Parametern NPV und PPV zu erkennen. Mit nahezu 72 % ist NPV auf einem ähnlichen Niveau wie die Sensitivität und PPV mit rund 40 % der Spezifität ähnlich. In der zweiten Analysephase wurden die Gewichtsdaten mit der Nestaufenthaltsdauer kombiniert. Dabei wurde wie in 5.5.2 beschrieben anhand der Nestaufenthaltsdauer eine Vorselektion der Daten vorgenommen. Der letzte bzw. längste Nestbesuch wurde mit einem Index versehen und diese gekennzeichneten Daten wurden dann anschließend mit den Algorithmen der Verwiegung bearbeitet. Die Sensitivität wurde durch die Kombination der Nestaufenthaltsdauer mit den Verwiegungsalgorithmen nicht verändert. Die Spezifität hingegen stieg von rund 40 % auf bis zu 95 % an. Das bedeutet, dass 95 % aller Nestbesuche ohne Eiablage auch als solche erkannt wurden. Der NPV verbesserte sich durch die Kombination auf rund 87 % an. Einen deutlichen Anstieg des PPV auf rund 89 % konnte durch die Kombination der Gewichtsdaten mit der Nestaufenthaltsdauer erzielt werden.

Abschließend wurde eine Auswertung nur anhand der Nestaufenthaltsdauer vorgenommen. Mit dieser Methode ohne die Gewichtsdaten wurden die besten Ergebnisse erzielt. Sowohl bei der Sensitivität als auch bei NPV wurden 100 % erreicht. Die Spezifität mit rund 90 % sowie PPV mit rund 85 % blieben auf einem ähnlich hohen Niveau wie zuvor bei der Kombination der Gewichtsdaten und der Nestaufenthaltsdauer.

Tabelle 40: Ergebnisse der ausgewählten Methoden je Datenanalyse bei einer Schwelle von 40 g mit der Wiegesitzstange

Wiegesitzstange										
Datenanalyse	N	Rn ¹ [n]	Fp ² [n]	Fn ³ [n]	Rp ⁴ [n]	Sensitivität [%]	Spezifität [%]	NPV ⁵ [%]	PPV ⁶ [%]	
M_PP ⁷	272	61	114	24	73	75,3	34,9	71,8	39,0	
MaxM_P ⁸ _100g_2	272	62	113	27	70	72,2	35,4	69,7	38,3	
MaxMed_P ⁹ _100g_2	272	69	106	28	69	71,1	39,4	71,1	39,4	
NAD ¹⁰ und M_PP	272	162	13	24	73	75,3	92,6	87,1	84,9	
NAD und MaxM_P_100g_2	272	166	9	27	70	72,2	94,9	86,0	88,6	
NAD und MaxMed_P_100g_2	272	166	9	28	69	71,1	94,9	85,6	88,5	
NAD	272	158	17	0	97	100	90,3	100	85,1	

¹ Rn = Richtig negativ (keine Eiablage und Δ KG < 40 g)

² Fp = Falsch positiv (keine Eiablage und Δ KG \geq 40 g)

³ Fn = Falsch negativ (Eiablage und Δ KG < 40 g)

⁴ Rp = Richtig positiv (Eiablage und Δ KG \geq 40 g)

⁵ NPV = negative predictive value

⁶ PPV = positive predictive value

⁷ M_PP = Mittelwert Peak1 und Peak2

⁸ MaxM_P = Maximum der Mittelwerte entsprechender Plateaus

⁹ MaxMed_P = Maximum der Mediane entsprechender Plateaus

¹⁰ NAD = Nestaufenthaltsdauer

7 Diskussion

Das Verbot der Käfighaltung, das 2012 für die gesamte EU erlassen wurde, führte zu einem Anstieg der Gruppenhaltungssysteme bei Legehennen. Verhaltensmerkmale wie zum Beispiel die Nestgängigkeit treten vermehrt in den Vordergrund und sind in den Gruppenhaltungssystemen ebenso von wirtschaftlichem Interesse wie die Legeleistung. Die Zuchtunternehmen müssen sich mit diesen neuen Herausforderungen an die Legehennen auseinandersetzen und die Verhaltensmerkmale verstärkt in ihren Zuchtprogrammen berücksichtigen (PREISINGER, 2008). Die Erfassung von Daten in einem Haltungssystem, das der späteren Produktionsumwelt gleicht, ist notwendig, um Genotyp-Umwelt-Interaktionen zu vermeiden und einen möglichst großen Zuchtfortschritt zu erzielen (ICKEN, 2009). Die automatische und tierindividuelle Erfassung von Verhaltens- und Leistungsmerkmalen in Gruppenhaltungssystemen ist somit für die Erweiterung der herkömmlichen Legehennenleistungsprüfung im Einzelkäfig notwendig.

Mit dem Weihenstephaner Muldenest ist es bereits möglich, tierindividuelle Daten über einen längeren Zeitraum und auch in größeren Herden in Gruppenhaltungssystemen zu erfassen, allerdings wird hierzu die Legehenne zur Eiablage in ein Einzelnest von der Herde separiert (THURNER et al., 2005b). In Verbindung mit kommerziellen Familiennestern ist bisher lediglich eine zuverlässige Aufzeichnung von tierindividuellen Verhaltensmerkmalen möglich. Anhand der vorliegenden Arbeit sollen den Legehennenzüchtern die gewünschten Daten für genetische Analysen bereitgestellt werden und die hennenspezifische Eiablage in praxisüblichen Familiennestern erfasst werden.

Im ersten Versuchsansatz wurden ausgewählte Verhaltensmerkmale in zwei unterschiedlichen Nestsystemen, Einzelnest und Familiennest, erfasst und anschließend ein Vergleich durchgeführt. Zunächst werden die allgemeinen Ergebnisse des ersten Versuchsansatzes diskutiert, bevor die Ergebnisse anhand der ausgewählten Verhaltensmerkmale „Anzahl Nestbesuche je Henne und Legeperiode“, und „Nestaufenthaltsdauer je Nestbesuch und Henne“ interpretiert und im Zusammenhang mit Ergebnissen aus anderen Studien diskutiert werden. Wichtige Parameter wie die Testumgebung und die Auswertungsgenauigkeit werden ebenso evaluiert.

7.1 Versuchsansatz 1: Nestverhalten

In Anlehnung an eine Publikation von THURNER et al. (2008) zum HFGN wurde auch in dieser Studie ein Nestbesuch entsprechend definiert. Demnach werden nur Aufenthalte von mehr als 90 Sekunden als ein regulärer Nestbesuch gewertet. Sehr kurzweilig im Nest registrierte Hennen bekommen keinen Nestbesuch zugeordnet. Diese Aufenthalte von weniger als 90 Sekunden werden als Nesterkundung definiert und in den weiteren Auswertungen ausgeschlossen. Der sehr hohe Anteil an Nesterkundungen, welcher in dieser Studie in Abhängigkeit vom Nestsystem mit bis zu 30 % an allen Aufenthalten im Nest berechnet wurde, resultiert in einer linksschiefen Verteilung für das Merkmal Anzahl Nestbesuche. Generell wurde eine höhere Anzahl Nesterkundungen im HFGN beobachtet. In der ersten Herde betrug die Differenz 11 %, in der zweiten Herde auf einem niedrigeren Niveau 6 %.

Die Wahrscheinlichkeit, dass Hennen während eines sehr kurzweiligen Nestsufenthaltes von weniger als 90 Sekunden ein Ei legen ist in Anbetracht der publizierten Besuchszeiten für Nestsufenthalte mit Eiablage nach KRUSCHWITZ et al. (2008b), ICKEN et al. (2009a) und STÄMPFLI et al. (2011) sehr unwahrscheinlich. Auch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigten je nach Herkunft eine durchschnittliche Nestsufenthaltsdauer von 20 Minuten (LB, 2. Herde, LP 1-4) und bis 64 Minuten (LSL, 1. Herde, LP 1-5) für einen Nestbesuch mit erfolgter Eiablage. Aus produktionstechnischer Sicht sind nur Nestsufenthalte erwünscht in denen auch ein Ei gelegt wird. ICKEN (2009) beobachtete Unterschiede in der Nutzung der Nester zwischen den Herkünften. So ermittelte die Autorin einen Anteil der Nestbesuche mit Eiablage an allen Nestbesuchen mit bis zu 35 % für LSL Hennen und mit bis zu 75 % einen vielfach höheren Anteil für Hennen einer braunlegenden Herkunft. In der vorliegenden Studie war der Anteil der Nestbesuche mit Eiablage für beide Herkünfte auf einem ähnlich hohen Niveau. Der bei ICKEN (2009) herausgestellte sehr hohe Anteil an Nestbesuchen ohne Eiablage für LSL Hennen wurde hier nicht bestätigt. Jedoch zeigte sich wie bei ICKEN (2009) eine Reduzierung der Nestbesuche ohne Eiablage von der ersten zur zweiten Legeperiode. Nach ICKEN et al. (2010) werden Nestbesuche ohne Eiablage hauptsächlich zu Beginn der Legephase beobachtet, wenn die Hennen ihre Umwelt erkunden. Nach Erreichen der Produktionsspitze wird davon ausgegangen, dass das Einzelnest fast ausschließlich zur Eiablage besucht wird, was auch durch die vorliegende Arbeit mit einem Anteil von 88 % Nestbesuchen mit Eiablage (LB, 2. Herde, LP 3) an allen Nestbesuchen bestätigt werden kann.

Demnach meiden Bodenleger das DKWMN und das HFGN generell und werden auch nicht im Erfassungssystem registriert. Im Gegensatz dazu beschreiben KRUSCHWITZ et al. (2008a) Nest- oder Bodenleger anhand der individuellen Nestsaufenthaltsdauer einer Henne. Die Stärke des Nesttriebes bzw. der Wille das Nest zu besuchen wird bei KRUSCHWITZ et al. (2008a) über eine mit Widerstand versehene Tür am Nesteingang herausgefordert. Ein verstärktes Erkundungsverhalten, definiert durch einen gehobenen Kopf beim Stehen und Bewegen, stellten die Autoren für die Bodenleger heraus. Verstärktes Erkundungsverhalten kann nach ZIMMERMANN et al. (2000) sowie nach COOPER und ALBENTOSA (2003) als Zeichen von Frustration gedeutet werden.

Die Nestakzeptanz und somit der Wille der Hennen ein Nest zu besuchen wurde in dieser Studie durch die Anzahl registrierter Hennen in Tabelle 6 und Tabelle 7 beschrieben. Hierbei wurden sowohl zwischen den Nestsystemen als auch zwischen den Herkünften Unterschiede herausgestellt. Die beste Nestakzeptanz wurde unabhängig von der Herkunft im Familiennest erreicht (LB LP2: 99 %; LSL LP2,5,8: 99 %). Eine Ausnahme bildeten hierbei die LSL Hennen, welche zuerst im HFGN und anschließend im DKWMN geprüft wurden. Entsprechend Tabelle 6 wurden in der zweiten Gruppe ebenso viele LSL Hennen im HFGN (99 %) als auch im DKWMN (99 %) erfasst. Mit 99 % war die Nestakzeptanz der LSL Hennen in Einzel- und Familiennestern und der LB Hennen im Familiennest herausragend. In der ersten Gruppe gab es hingegen für die LSL Hennen eine Steigerung in der Nestakzeptanz vom DKWMN zum HFGN. Diese Steigerung im Anteil erfasster Hennen von 12 % vom Einzelnest (LP5: 85 %) zum Familiennest (LP7: 97 %) deutet auf eine Bevorzugung der Familiennester hin. Ein weiterer Effekt scheint die Gewöhnung an Nestsysteme zu sein. Für alle Hennen war die Nestakzeptanz im DKWMN besser, wenn sie zuerst im HFGN geprüft wurden. Neben der Gewöhnung hat dies aber sicherlich auch mit der ansteigenden Legeleistung mit zunehmendem Hennenalter zu tun. Diese Entwicklung konnte sowohl bei den LB als auch bei den LSL Hennen der ersten Herde beobachtet werden. Die Legeleistung der LSL Hennen steigerte sich von der 24. bis zur 44. LW auf 85 % und im weiteren Produktionsverlauf bis zur 48. LW auf 91 % bis sie wieder leicht abfiel. Auch die LB Hennen der zweiten Herde zeigten einen derartigen Verlauf der Legeleistung mit einem Anstieg auf 95 % in der 37. LW und einem anschließenden Abfall auf 87 % in der 61. LW.

7.1.1 Anzahl Nestbesuche

Tabelle 1 zeigt, dass die in der Literatur angegebenen Werte für das Merkmal „Anzahl Nestbesuche“ zwischen weniger als einem Nestbesuch bei SHERWIN und NICOL (1993) sowie bei PAULI et al. (2010) und rund 47 Nestbesuchen bei COOPER und APPLEBY (1996b) je Henne und Tag variieren. Dabei ist vor allem der Einfluss des Versuchsaufbaus zu beachten. In den Studien von COOPER und APPLEBY (1996b) wurden die Hennen in einzelnen Bodenhaltungsabteilen gehalten und waren somit in einer reizarmen Stallumgebung. Im Gegensatz zu COOPER und APPLEBY (1996b) haben PAULI et al. (2010) ihre Beobachtungen in Gruppenhaltungssystemen durchgeführt, die den Hennen genügend Abwechslung und Beschäftigungsmöglichkeiten boten und daraus resultierend die Anzahl der Nestbesuche deutlich geringer war. In demselben Stall wie Pauli et al. (2010) ihre Untersuchungen machten, wurden auch die Tests dieser Studie durchgeführt. Wie auch bei Pauli et al. (2010) wurden die Anzahl Nestbesuche in dieser Studie allerdings für eine Henne über einen 28-tägigen Zeitraum aufsummiert. Dies hat den Vorteil, dass man im Gegensatz zu dem Median von einem Nestbesuch je Henne und Tag, Unterschiede in der Anzahl der Nestbesuche darstellen kann.

In der ersten Herde wird deutlich, dass die LSL Hennen im Vergleich zu den LB Hennen in beiden Nestsystemen aktiver waren, nach KEER-KEER et al. (1996) werden die White Leghorns sogar als flatterhaft betrachtet. DOYLE und LEESON (1989) sowie CHEDAD et al. (2003) beobachteten, dass die Aktivität mit steigendem Gewicht abnimmt. Wie aus vorausgegangenen Untersuchungen sowie aus dem Management Guide für Legehennen (LTZ, 2012) bekannt, ist das Körpergewicht der LSL Hennen niedriger als das der LB Hennen, was mit der geringeren Aktivität der LB Hennen in der vorliegenden Studie übereinstimmt. Die Anzahl Nestbesuche der ersten Herde sind in Abbildung 17 und Abbildung 18 dargestellt. Die abgebildeten Boxplots mit den entsprechenden Medianen lassen deutlich erkennen, dass die HFGNs stärker frequentiert sind als die DKWMNs. Besonders deutlich äußert sich dies durch die Reduktion der Nestbesuche nach dem Wechsel vom HFGN ins DKWMN (Abbildung 18, Tabelle 11) um durchschnittlich 3,5 Nestbesuche bei den LB Hennen (LP5: $n=34 \rightarrow$ LP7: $n=30,5$) und um 7 Nestbesuche bei den LSL Hennen (LP5: $n=40 \rightarrow$ LP7: $n=33$) der ersten Herde. Die herausgestellten Unterschiede in der Anzahl Nestbesuche sind auch statistisch signifikant wie Tabelle 12 und Tabelle 13 zu entnehmen. Lediglich bei den Braunlegern der zweiten Gruppe in der ersten Herde war die Reduktion der Nestbesuche von 30 (LP4) auf 29 (LP6) nicht

signifikant (Tabelle 16). Die Reihenfolge der Nestsysteme, also ob die Hennen zuerst im HFGN oder im DKWMN geprüft wurden, war für die Unterschiede unerheblich. Signifikante Unterschiede konnten im Hinblick auf das Merkmal Anzahl Nestbesuche auch zwischen den Herkunftsländern LB und LSL erfasst werden (Tabelle 21). Die Mediane lagen bei den LB Hennen der ersten Herde bei rund 25 (Gruppe 1) bzw. 30 (Gruppe 2) Nestbesuchen im DKWMN und bei den LSL Hennen jeweils bei rund 30 Nestbesuchen. Im Familiennest war der Unterschied noch deutlicher. Die LB Hennen wiesen durchschnittlich im HFGN sechs Nestbesuche weniger auf als die LSL Hennen (Tabelle 8, Tabelle 11).

Die Unterschiede zwischen den beiden Nestsystemen können verschiedene Ursachen haben. Die Gestaltung des Eingangsbereiches könnte ein Grund dafür sein. Die Fanggabeln des DKWMN vereinzeln die Hennen beim Betreten des Nestes. Im HFGN konnten die Hennen den Vorhang, welcher in der Mitte ausgespart war, leicht passieren. Die LSL Hennen scheinen im Gegensatz zu den LB Hennen verstärkt durch diese Barriere im Eingangsbereich beeinträchtigt worden zu sein. In den Untersuchungen von STÄMPFLI et al. (2012) wurden unterschiedliche Vorhänge am Eingang des Nestes getestet. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Anzahl der Nestbesuche in den Nestern mit mehreren einzelnen Plastikstreifen höher als in den Nestern mit einem durchgängigen Plastikvorhang waren. Die Präferenz der Hennen für bestimmte Farben wie bei HUBER-EICHER (2004) und ZUPAN (2007) beobachtet, wurde in dieser Studie nicht berücksichtigt. Die Vorhänge im HFGN waren alle rot und die Fanggabeln im DKWMN waren materialbedingt silberfarbene Alugabeln.

RINGGENBERG et al. (2014a) haben in ihren Untersuchungen einen Wahlversuch mit zwei identisch aussehenden, aber unterschiedlich großen Familiennestern durchgeführt. Dabei stellten sie fest, dass mehr Nestbesuche in dem kleineren Nest stattfanden. Die Autoren diskutierten verschiedene Ursachen für diese Präferenz. Zum einen die unterschiedlichen Bedürfnisse der Hennen und zum anderen soziale Faktoren. Darüber hinaus kann auch eine Vertrautheit zu der Nestposition als Grund aufgezeigt werden. Auch wenn in der vorliegenden Studie die Hennen nicht zwischen den beiden Nestern, DKWMN und HFGN, wählen konnten, wurden im HFGN, dem größeren Nest mehr Nestbesuche in beiden Gruppen der ersten Herde und in der zweiten Gruppe der zweiten Herde festgestellt. Die vorliegenden Ergebnisse unterscheiden sich von den Ergebnissen des Wahlversuches von RINGGENBERG et al. (2014a).

THURNER und WENDL (2007) erfassten in ihren Untersuchungen in demselben Einzelnest wie in der vorliegenden Untersuchung sowohl bei Braunlegern als auch bei Weißlegern bei einem Nest-Hennen-Verhältnis von 1:5,3 bzw. 1:4,4 durchschnittlich 1,4 Nestbesuche je Henne und Tag. PAULI et al. (2010) beobachteten in der ersten Legeperiode 31 Nestbesuche pro Henne in 28 Tagen. Die Anzahl Nestbesuche pro Henne und Legeperiode sank dann im Laufe der sechs Legeperioden auf 25. Das entspricht auf einen Tag umgerechnet, weniger als einem Nestbesuch je Henne und Tag. In der vorliegenden Studie besuchten die LB Hennen der ersten Herde in Legeperiode 1 das DKWMN 24-mal und steigerten die Anzahl Nestbesuche auf 29 in LP 5 (Abbildung 17). Die erhöhte Anzahl Nestbesuche könnte auf die gesteigerte Legeleistung zurückzuführen sein. Während in der ersten Legeperiode aufgrund zu hoher Doppelbelegungen keine eindeutige Zuordnung der Eier zur jeweiligen Henne möglich war, wurden in der zweiten Legeperiode 21 Eier pro Durchschnittshenne registriert und 24 Eier in der fünften Legeperiode. In der zweiten Herde zeigte sich ein ähnliches Bild wie bei PAULI et al. (2010). Die Anzahl aller Nestbesuche in der zweiten Herde sank im DKWMN von 29 auf 25 Nestbesuche je Legeperiode und Henne in LP 4 (Tabelle 14). Mit Ausnahme der LB Hennen der ersten Gruppe beider Herden, wurden durchschnittlich mehr als 29 Nestbesuche im DKWMN in 28 Tagen erfasst. Dies bestätigt aber auch, dass nicht alle Nestbesuche mit einer Eiablage abgeschlossen wurden. Der Anteil der Nestbesuche ohne Eiablage war bei den LSL Hennen mit bis zu 51 % (LP 3) höher als bei den Braunlegern mit bis zu 32 % (LP 3) in der ersten Gruppe der ersten Herde. Je Henne und Tag wurden im Mittel 1,1 Nestbesuche je LSL Henne im DKWMN erfasst während für die Braunleger rein rechnerisch 0,9 bzw. 1,1 Nestbesuche je Tag in der ersten Herde und 1,0 Nestbesuche je Tag in der zweiten Herde beobachtet wurden. Die durchschnittliche Anzahl Nestbesuche beider Herkünfte ist im Vergleich zu anderen Publikationen niedrig. THURNER und WENDL (2007) berechneten 1,4 Nestbesuche im WMN je LSL bzw. Lohmann Silver Henne und Tag. ICKEN et al. (2009a) untersuchte zwei Herden Lohmann Silver Hennen und ermittelte durchschnittlich 1,5 Nestbesuche je Henne und Tag in der ersten Herde und 1,4 (hohe Besatzdichte) bzw. 1,3 (niedrigere Besatzdichte) Nestbesuche je Henne und Tag in der zweiten Herde.

Im Vergleich zum Familiennest sind die publizierten Nestbesuche je Henne und Tag im DKWMN jedoch niedriger, welches im Einklang mit den Ergebnissen dieser Studie steht. Besonders deutlich ist dieser Unterschied zwischen Einzel- und Familiennest bei den LSL Hennen der ersten Herde zu erkennen. Diese waren in der ersten Gruppe durchschnittlich

37-mal (Tabelle 8) in 28 Tagen und 35-mal (Tabelle 11) in der zweiten Gruppe im HFGN. Die LB Hennen der ersten Herde besuchten das HFGN rund 30-mal in 28 Tagen. Die LB Hennen der ersten Gruppe der zweiten Herde waren durchschnittlich 25-mal in einer Legeperiode im HFGN und in der zweiten Gruppe 29-mal. Rein rechnerisch ergibt sich dadurch ein täglicher Wert von 0,9 bis 1,1 Nestbesuchen je LB Henne und 1,3 Nestbesuchen je LSL Henne im HFGN. Wie bereits beim DKWMN stimmen die hier vorliegenden Ergebnissen der Anzahl Nestbesuche je Henne und Tag im HFGN mit den Ergebnissen bei PAULI et al. (2010) überein, liegen aber etwas unter den bei THURNER et al (2008) mit 1,7 - 1,9 ermittelten Nestbesuchen je Henne und Tag.

Die LB Hennen in dieser Untersuchung lieferten ähnliche Ergebnisse wie die Lohmann Silver Hennen bei PAULI et al. (2010), unterschieden sich aber von den LB Hennen von THURNER et al (2008). Die aufgedeckten Unterschiede sind somit nicht auf die unterschiedlichen Herkünfte alleine zurückzuführen, sondern weisen auf Unterschiede der Individuen hin, welche nicht beeinflusst werden können. Darüber hinaus sind die Umwelteffekte zu beachten. Durch das Management der Hennen, welches in beiden getesteten Herden identisch war, wurde in dieser Untersuchung versucht, die permanenten Umweltflüsse zu minimieren allerdings sind temporäre Umwelteinflüsse, wie z.B. die Hitzewelle im August 2003 nicht zu kontrollieren.

7.1.2 Nestaufenthaltsdauer

Nach KEELING (2004) suchen sich Hennen einen geschützten Platz, an dem sie ihr Nestverhalten ausleben können. Dafür bevorzugen sie dunkle, abgeschirmte Nester, in denen sie ungestört der Eiablage nachgehen können (KEELING, 2004). Vor einer erwarteten Eiablage suchen die Hennen nach einem geeigneten Nest. Wird kein geeignetes Nest gefunden, so sind die Hennen auch bereit den Aufwand für ein geeignetes Nest zu erhöhen (COOPER und APPLEBY, 1995 und 1996a). Haben die Hennen ein geeignetes Nest gefunden, so verweilen sie länger darin, wenn sie ein Ei legen als wenn sie es ohne Eiablage wieder verlassen (COOPER und APPLEBY, 1997; ICKEN et al., 2009a). Einige Autoren unterschieden zwischen Nestbesuchen mit und ohne Eiablage. So erfassten PETHERICK et al. (1993) einen Median von 14 Minuten für einen Nestbesuch mit Eiablage bei ISA Brown Hennen in einem Versuchsabteil mit vier Nestern, die mit unterschiedlichen Mengen Einstreu versehen waren. Auch KRUSCHWITZ et al. (2008b) wiesen Nestbesuche mit Eiablage extra aus und konnten eine Dauer von 12-16 Minuten bei Lohmann Tradition Hennen erfassen. SHERWIN und NICOL (1993) beobachteten eine deutlich längere Nestaufenthaltsdauer für einen Nestbesuch mit Eiablage. Sie ermittelten bei Hisex Hennen, die individuell in ausgestalteten Käfigen mit Nestern gehalten wurden, eine durchschnittliche Dauer des letzten Nestbesuches mit Eiablage von 31 Minuten. Vergleichbare Werten beobachteten auch CAYEZ et al. (2014) bei Babcock Brown Hennen (26-32 Minuten) und ZUPAN et al. (2008) bei LSL Hennen (22-30 Minuten). Tendenziell höhere Werte für einen Nestbesuch mit Eiablage erfassten STÄMPFLI et al. (2011) sowie STÄMPFLI et al. (2012) mit 52-54 Minuten bzw. 40-44 Minuten bei LSL Hennen. THURNER und WENDL (2007), ICKEN (2009) und ICKEN et al. (2009a) untersuchten die Dauer der Nestbesuche mit Eiablage in dem gleichen Einzelnest (DKWMN) wie es in der vorliegenden Studie verwendet wurde. Dabei wurde bei THURNER und WENDL (2007) in dem Einzelnest eine durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer für einen Nestbesuch mit Eiablage von 24 bis zu 35 Minuten für die LSL bzw. 24 bis zu 30 Minuten für die Lohmann Silver Hennen in Abhängigkeit vom Nest-Hennen-Verhältnis beobachtet. ICKEN (2009) ermittelte in vier Herden mit Lohmann Silver Hennen eine durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer von 30 bis 33 Minuten und in einer LSL Herde von 45 Minuten für einen Nestbesuch mit Eiablage. In einer weiteren Untersuchung erfassten ICKEN et al. (2009a) eine Nestaufenthaltsdauer von 30 Minuten in einer ersten Lohmann Silver Herde und zwischen 31 und 36 Minuten in einer weiteren Herde für einen Nestbesuch mit Eiablage. In der vorliegenden Studie wurden ebenfalls die

Aufenthaltsdauern für Nestbesuche mit und ohne Eiablage im DKWMN ermittelt, im HFGN ist es bisher noch nicht möglich zwischen Nestbesuchen mit und ohne Eiablage zu unterscheiden. In der ersten Herde wurde für die LB Hennen eine Nestaufenthaltsdauer von durchschnittlich 29 Minuten (Gruppe 1) bzw. 31 Minuten (Gruppe 2) erfasst. In der zweiten Herde lagen die Werte mit 20 Minuten (Gruppe 1) und 23 Minuten (Gruppe 2) etwas niedriger. Diese Ergebnisse der LB Hennen decken sich mit den Ergebnissen bei Braunlegern von THURNER und WENDL (2007) und ICKEN et al. (2009a). Die Nestaufenthaltsdauer mit erfolgter Eiablage der LSL Hennen mit 64 Minuten (Gruppe 1) bzw. 40 Minuten (Gruppe 2) liegt im gleichen Bereich wie bei STÄMPFLI et al. (2012), THURNER und WENDL (2007) und ICKEN et al. (2009a). Die beobachtete längere Aufenthaltsdauer der LSL Hennen im Gegensatz zu den LB Hennen deckt sich mit den Erkenntnissen bei Weiß- und Braunlegern von THURNER und WENDL (2007) und ICKEN et al. (2009a).

Wie in Tabelle 2 dargestellt, schwanken die beobachteten Werte der Nestaufenthaltsdauer in der Literatur zwischen 4 Minuten bei LUNDBERG und KEELING (2001) sowie bei RINGGENBERG et al. (2014a) und 67 Minuten bei COOPER und APPLEBY (1996b). Die Ergebnisse der Nestaufenthaltsdauer sind abhängig vom Versuchsaufbau.

Die Nestaufenthaltsdauer der LB Hennen der ersten Herde betrug zwischen 21 (Gruppe 1) und 23 Minuten (Gruppe 2) im DKWMN und durchschnittlich 20 Minuten im HFGN je Nestbesuch (Tabelle 22, Tabelle 25). Bei den LSL Hennen konnten im DKWMN Nestbesuche mit einer durchschnittlichen Dauer von 33 (Gruppe 2) bis 50 Minuten (Gruppe 1) und im HFGN von 29 (Gruppe 1) bis 38 Minuten (Gruppe 2) beobachtet werden. In der zweiten Herde wurden ähnliche Mittelwerte für die Nestaufenthalte im DKWMN und HFGN berechnet. Die Braunleger verweilten durchschnittlich 18 (Gruppe 1) bis 20 Minuten (Gruppe 2) im DKWMN und mit 25 Minuten etwas länger im HFGN (Tabelle 28, Tabelle 30). Damit zeigt sich für die Braunleger ein gleichmäßigeres und wiederholtes Nestverhalten in der Aufenthaltsdauer als für die Weißleger. In der ersten Herde beeinflusste der Wechsel vom DKWMN ins HFGN die Nestaufenthaltsdauer der LB Hennen nicht signifikant. Wie in Tabelle 23 dargestellt unterschieden sich die mittleren Nestaufenthalte in den Legeperioden 1 bis 5 nicht signifikant von den ersten beiden Legeperioden im zweiten Nestsystem (LP 7 und 8), welches die Annahme bekräftigt, dass bei Braunlegern besser von der Aufenthaltsdauer im DKWMN auf das Nestverhalten im HFGN geschlossen werden kann. Allerdings wird diese Annahme mit den geschätzten

Signifikanzniveaus für die zweite Herde nicht bekräftigt. Tabelle 29 zeigt, dass sich das Verhalten der LB Hennen in der zweiten Herde zwischen allen Legeperioden unterscheidet. Dies gilt sowohl zwischen den verschiedenen Nestsystemen als auch innerhalb der Nestsysteme. Lediglich im späteren Produktionsverlauf gibt es im Einzelnest keine signifikanten Unterschiede in der Nestaufenthaltsdauer.

Noch flexibler zeigt sich die Verweildauer der LSL Hennen in beiden Nestsystemen. Nicht nur innerhalb eines Nestsystems, sondern auch nach einem Systemwechsel verändert sich die Nestaufenthaltsdauer. Im jeweiligen „neuen“ Nestsystem verweilten die LSL Hennen zunächst weniger lang als in dem „gewohnten“ Nestsystem. Besonders deutlich war dies, beim Wechsel vom HFGN (LP5: $t=36$ min) ins DKWMN (LP7: $t=26$ min) (Abbildung 22, Tabelle 25). Die LSL Hennen (Tabelle 33) wiesen höchst signifikante Unterschiede zwischen den beiden Nestsystemen auf. Unterschiede im Verhalten zwischen braunen und weißen Herkünften publizierte bereits ICKEN (2009). Die Autorin beschrieb analog zu dieser Untersuchung eine längere Aufenthaltsdauer für LSL Hennen als für die braunlegende Herkunft Lohmann Silver. WALL et al. (2002) untersuchten ebenfalls das Verhalten zweier Herkünfte. Dabei stellten sie fest, dass bei den LSL Hennen im Gegensatz zu den Hy-Line White Hennen eine signifikante Beziehung zwischen Nestsystem und Herkunft besteht. Diese Beobachtung deckt sich mit den vorliegenden Ergebnissen, dass die LSL Hennen stärker durch den Wechsel des Nestsystems beeinflusst wurden. Darüber hinaus könnte der deutlichere Abfall der Nestaufenthaltsdauer nach dem Wechsel vom HFGN ins DKWMN bei den LSL Hennen auf die Fanggabeln im Eingangsbereich zurückzuführen sein. Hennen, welche das Nest betreten haben sind von der Herde isoliert und verbleiben in der „geschützten“ Umgebung Einzelnest. Eventuelle Rangkämpfe um einen Platz im Nest verbleiben. Ebenso scheint das Verhalten der Hennen im Nest unbeeinflusst durch das Geschehen außerhalb des Nestbereichs zu sein, da keine weitere Henne das DKWMN betreten kann solange eine Henne im Nest ist. Das HFGN ist frei von derartigen Barrieren und dadurch ungehinderter zugänglich für die Hennen. Weißleger scheinen ängstlicher auf Fanggabeln zu reagieren welches durch eine Studie von WALL et al. (2002) bestätigt wird. Deutlich weniger Nestbesuche je Henne und Tag im DKWMN sind damit unter anderem auf die Barriere am Nesteingang zurückzuführen. Mehr Nestbesuche im HFGN multipliziert mit der spezifischen Nestaufenthaltsdauer resultieren in einer höheren NESTAUSLASTUNG des HFGN verglichen mit dem DKWMN. Hinzu kommt eine gesteigerte Aktivität der LSL Hennen verglichen mit den LB Hennen, sowie in der zweiten Gruppe eine längere Verweildauer im

Nest, so dass der Unterschied in der Nestsauslastung der beiden Nestsysteme bei den LSL Hennen noch deutlicher ist als bei braunlegenden Herden.

In den Untersuchungen von RIBER (2010), PAULI et al. (2010) und LENTFER et al. (2008) wurde ein Zusammenhang zwischen der durchschnittlichen Nestsaufenthaltsdauer und dem Alter der Hennen aufgezeigt. In dieser Studie wird diese Differenz durch den Vergleich der Nestsaufenthaltsdauer in den einzelnen Legeperioden, dargestellt in Tabelle 23 bis Tabelle 31, beschrieben. In der ersten Gruppe der ersten Herde steigerten sowohl die LB als auch die LSL Hennen ihre Nestsaufenthaltsdauer von der ersten bis zur dritten Legeperiode um 5 Minuten bei beiden Herkünften im DKWMN und verkürzten diese in den folgenden drei Legeperioden um 4 Minuten bei den LB und um 26 Minuten bei den LSL über den Nestsystemwechsel hinaus. Erst im Alter von 52 Lebenswochen verlängerte sich die Nestsaufenthaltsdauer im HFGN wieder auf bis zu 22 Minuten bei den LB und 32 Minuten bei den LSL.

Ein wichtiger Punkt bei der Diskussion der Nestsaufenthaltsdauer in Gruppenhaltungssystemen sind soziale Faktoren. Dazu zählt neben der Besatzdichte auch das Nest-Hennen-Verhältnis bzw. die Nestfläche pro Henne. Das Nest-Hennen-Verhältnis betrug im DKWMN 1:4,2 in der ersten Herde und 1:6,8 in der zweiten Herde. Laut der Richtlinie 1999/74/EG des Rates vom 19. Juli 1999 zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen muss mindestens ein Einzelnest für maximal sieben Hennen zur Verfügung stehen. Nach den Empfehlungen des Management Guides für Legehennen (LTZ, 2012) sollten maximal vier Hennen je Einzelnest gehalten werden. THURNER und WENDL (2007) untersuchten den Einfluss der Besatzdichte auf die Nestsaufenthaltsdauer und konnten dabei beobachten, dass eine höhere Besatzdichte im Weihenstephaner Muldenest sich in einer kürzeren Nestsaufenthaltsdauer widerspiegelte. Diese Tendenz kann auch in den vorliegenden Untersuchungen mit den zwei Herden erkannt werden. RINGGENBERG et al. (2014b) hielten fest, dass soziale Faktoren die Nestwahl, in Abhängigkeit von der Uhrzeit und gleichen Präferenzen, beeinflussen.

APPLEBY et al. (2002) untersuchten das Verhalten von mehreren Herden ISA Brown Hennen in ausgestalteten Käfigen über insgesamt drei Jahre. Im dritten Jahr wurde das Legeverhalten von 30 Hennen beobachtet, die durchschnittlich 33 Minuten im Nest verbrachten und alle ihre Eier ins Nest legten. Den Autoren fiel allerdings auf, dass drei Hennen sehr viele kürzere Nestbesuche mit einer durchschnittlichen Nestbesuchsdauer

von rund einer Minute aufwiesen. Aufgrund dieser Beobachtung folgerten die Autoren, dass die Hennen das vorhandene Nest nicht als bestens geeignet empfinden und dennoch ihr Ei darin ablegen (APPLEBY et al., 2002). Auch COOPER und APPLEBY (1995, 1996a) untersuchten den Willen der Hennen in das Nest zu gelangen und veränderten dafür die Breite des Zugangs zum Nestbereich. Dabei konnten sie feststellen, dass die Anzahl der Nestbesuche abnahm aber die Nestaufenthaltsdauer zunahm je enger der Zugang wurde. Des Weiteren wurde festgestellt, dass die Hennen es wichtiger empfanden Zugang zu einem Nestplatz für die Eiablage zu bekommen, als Zugang zu Futter nach längerer Futterabstinenz (COOPER und APPLEBY, 2003). Auch WEEKS und NICOL (2006) beobachteten, dass der Zugang zu einem Nest für die Eiablage oberste Priorität hat.

Sehr lange Nestaufenthalte führen nach ICKEN et al. (2009a) zu einer Verschmutzung der Eier sowie zu einem gesteigerten Bedarf an Nestplätzen. Verschiedenen baulichen Ausführungen von Stalleinrichtern (z.B. Big Dutchman International GmbH, VencoTec) ist zu entnehmen, dass das Nestplatzangebot oftmals der begrenzende Faktor innerhalb einer Anlage bzw. eines Produktionsstalles ist. Eine optimale Auslastung der Nester trägt demnach zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit bei. Werden Nester, besonders Einzelnester, über einen langen Zeitraum von einer Henne blockiert, so müssen mehr Nester bereitgestellt werden, um Systemeier zu vermeiden. Systemeier bzw. Bodeneier sind nach ABRAHAMSSON und TAUSON (1998) bis 98 % verschmutzt und daher nicht vermarktungsfähig. Neben dem erhöhten Arbeitsaufwand bedeutet dies auch wirtschaftliche Einbußen beim Verkauf der Eier. Verschiedene Managementmaßnahmen, wie z.B. das gleichmäßige Verteilen der Nester im Stall, werden im Management Guide für Legehennen (LTZ, 2012) empfohlen um die Anzahl unerwünschter verlegter Eier zu reduzieren. Nach ICKEN (2009) ist aber auch eine genetische Veranlagung für verlegte Eier vorhanden. Die Autorin beschreibt Genotyp-Umwelt-Interaktionen für die Legeleistung in der Produktionsspitze zwischen Vollgeschwistern welche in Einzelkäfigen und dem WMN geprüft wurden. In Käfiganlagen rollen gelegte Eier unmittelbar nach der Eiablage auf das angrenzende Eisammelband. In einem Bodenhaltungssystem, ein- oder mehr-etagig, müssen die Hennen einen Nesttrieb beweisen um eine hohe Anzahl vermarktungsfähiger Eier zu produzieren.

Viele Autoren haben sich mit der Wahl des Nestplatzes und der Gestaltung der Nester auseinander gesetzt. APPLEBY und SMITH (1991) betonten, dass sowohl die Abgeschlossenheit als auch das Einstreumaterial wichtig für die Nestwahl sind. LENTFER et al. (2011) untersuchten das Nestverhalten in unterschiedlichen Nestern, zum einen in die Voliere integriert und zum anderen wandständig. Dabei konnten mehr Nestbesuche in den wandständigen Nestern ermittelt werden und auch die Anzahl der gelegten Eier war in den wandständigen Nestern besonders zu Legebeginn größer. STÄMPFLI et al. (2013) und LENTFER et al. (2013) haben eine Bevorzugung von Nestern entlang des Servicekorridors gegenüber von Nestern entlang der Außenfassade beobachtet. RIBER (2010) beobachtete bei drei aneinander gereihten Nestboxen eine deutliche Vorliebe für das linke Nest, welches sich in der Ecke des Abteils befand. Ebenfalls eine Präferenz für Einzelnester in Ecken konnte bei RIBER und NIELSEN (2013) festgestellt werden. CLAUSEN und RIBER (2012) untersuchten ob die Hennen auch bei identischen, nicht in Ecken befindlichen, aneinander gereihten Nestern Unterschiede im Verhalten auftraten. Dabei konnte, trotz der Heterogenität der Nester, festgestellt werden, dass die Hennen die Nester am Rand bevorzugten. Die These, dass die Neigung für Nester in Ecken aufgrund der nicht zu differenzierenden Nester auftreten würde (APPLEBY und McRAE, 1986; RIBER, 2010) konnte mit den Ergebnissen von CLAUSEN und RIBER (2012) widerlegt werden. RIBER und NIELSEN (2013) folgerten nach ihren Beobachtungen, dass die Hennen die Einzelnester in den Ecken aufgrund der höheren Abgeschlossenheit bevorzugen würden. In der vorliegenden Studie wurde ebenfalls die Verteilung der Nestbesuche auf die einzelnen Nester sowohl im DKWMN als auch im HFGN untersucht. Dabei konnte keine unterschiedliche Frequentierung der Nester erkannt werden, so dass Präferenzen aufgrund der Position der Nester wie bei anderen Autoren nicht bestätigt werden können. Im Gegensatz zu CLAUSEN und RIBER (2012) konnte eine tendenzielle Bevorzugung der zentralen Nester beobachtet werden, wobei wie auch bei ICKEN (2009) nicht von sogenannten Lieblingsnestern gesprochen werden kann.

Auch RINGGENBERG et al. (2014) untersuchten den Einfluss der Nestgröße von Familiennestern auf das Nestverhalten. In jedem Abteil wurden dazu zwei gleich aussehende Nester integriert, welche sich allerdings im Inneren in ihrer Größe unterschieden. Dabei konnte wiederum eine Vorliebe für das kleine Nest beobachtet werden. Die Nestaufenthaltsdauer betrug im kleinen Nest je Nestbesuch durchschnittlich 8 Minuten, im größeren Nest nur etwa 4 Minuten. Die Unterschiede in der Nestaufenthaltsdauer zwischen dem DKWMN und dem HFGN können in dieser Studie

nicht auf Unterschiede im Aufbau der Nester im Gebäude zurückgeführt werden. Die Nester beider Nestsysteme waren im Gebäudeinneren entlang des Servicekorridors nebeneinander aufgereiht. Durch die Abtrennung der Nestsysteme in beiden Produktionsställen, waren in jedem Abteil an zwei Seiten Nester in Ecken vorhanden und die Verteilung der Nestbesuche ergab keine Unterschiede aufgrund der Position der Nester. Darüber hinaus konnten die Hennen nicht zwischen den beiden Nestern wählen, sondern mussten sich in Abhängigkeit vom Produktionsstall mit den HFGN oder DKWMN zurechtfinden. Darüber hinaus können Unterschiede aufgrund des Nestuntergrunds bzw. der Einstreu wie bei PETHERICK et al. (1993), FREIRE et al. (1996), STRUELENS et al. (2008), GUINEBRETIERE et al. (2012) und WALL und TAUSON (2013) vernachlässigt werden. Sowohl das DKWMN als auch das HFGN verfügten über eine Astroturf Nestmatte.

7.2 Versuchsansatz 2: Verwiegung

Nachfolgend sollen die Ergebnisse des Wiegeschlupfes und der Wiegesitzstange miteinander diskutiert werden. Zahlreiche Autoren (TURNER et al., 1983; NEWBERRY et al., 1985; DOYLE und LEESON, 1989; LOKHORST, 1996; CHEDAD et al., 2003) haben Untersuchungen zum automatischen Wiegen in der Geflügelhaltung durchgeführt. Schwerpunktmäßig wurden in den bekannten Studien durchschnittliche Körpergewichte erfasst, um einen Überblick über die Gesamtherde zu erhalten. LOKHORST (1996) hat zwar das Körpergewicht individueller Hennen welche mit einem Transponder versehen waren erfasst, allerdings nutzte er die gewonnenen Informationen nicht tierspezifisch sondern um einen Überblick über die Herde zu erhalten.

Die Management Empfehlungen des Management Guides für Legehennen (LTZ, 2012) für die Herkunft LB geben für jede Lebenswoche einen Gewichtsbereich sowie ein Durchschnittsgewicht an. In der 28. Lebenswoche, in welcher das Körpergewicht der Hennen mit dem Wiegeschlupf erfasst wurde, sollte das Körpergewicht nach den Empfehlungen des Management Guides für die LB Hennen (LTZ, 2012) zwischen 1815 g und 2007 g liegen und durchschnittlich 1911 g aufweisen. Die manuell erfassten Körpergewichte für die Hennen lagen in unserer Untersuchung in einem ähnlichen Bereich. In der 28. Lebenswoche konnte bei den LB Hennen im Produktionsstall 3 mit dem Wiegeschlupf ein durchschnittliches Gewicht von 1861 g ermittelt werden. Dieser Mittelwert liegt knapp unter den Empfehlungen des Management Guides für Legehennen (LTZ, 2012). Das minimale Körpergewicht der LB Hennen lag in dieser Lebenswoche bei 1666 g und das maximale bei 2148 g. Dieser Gewichtsbereich ist deutlich größer als der empfohlene Gewichtsbereich und deutet auf große Abweichungen innerhalb der kleinen Gruppengröße (n=30) hin. Die Untersuchungen mit der Wiegesitzstange wurden in einem Alter der Hennen von 70 Lebenswochen durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt beschreibt der Management Guide für Legehennen (LTZ, 2012) einen Gewichtsbereich zwischen 1919 g und 2121 g und einen mittleres Körpergewicht von 2020 g. Die manuell erfassten Körpergewichte für die LB Hennen liegen in dieser Lebenswoche in der vorliegenden Studie zwischen 1845 g und 2471 g mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von 2121 g. Das durchschnittliche Körpergewicht entspricht den Empfehlungen, allerdings ist auch wie bereits in der 28. Lebenswoche in der 70. Lebenswoche ein deutlich größerer Schwankungsbereich bei den Körpergewichten in der Herde gegeben. Nach THIELE et al. (2013) sollte die Uniformität einer Herde mindestens 80 % betragen und spiegelt den Versorgungszustand einer Herde wider. Berechnet man die Uniformität der Herde nach

der Formel im Management Guide für Alternative Haltung (LTZ, 2016) etwa für die Hennen der Wiegesitzstange, so erhält man eine Uniformität von 87 % ($2121 \text{ g}/10=212 \text{ g}$; $2121 \text{ g} - 212 \text{ g}=1909 \text{ g}$; $2121 \text{ g} + 212 \text{ g}=2333 \text{ g}$; 131 von 150 Hennen liegen in diesem Bereich \rightarrow 87 %). Dabei ist allerdings zu beachten, dass als Ausgangswert der Mittelwert aller erfassten Körpergewichte genutzt wurde und in dieser kleinen Gruppe nicht 1 % der Einzeltiergewichte der Herde als Grundlage gedient hat. Die errechnete Uniformität ist nach dem Management Guide für Alternative Haltung (LTZ, 2016) als sehr gut einzustufen und auch die Anforderungen von THIELE et al. (2013) von mindestens 80 % bei der Uniformität werden erfüllt. Darüber hinaus können Defizite in der Versorgung ausgeschlossen werden, da sowohl ausreichend Futterplätze als auch Tränken zur Verfügung standen und auch die Legeleistung (80 - 90 %) auf eine ausreichende Versorgung der Hennen hindeutete. Somit ergibt sich aus den vorliegenden Ergebnissen, dass auch in kleinen Gruppen ein großer Schwankungsbereich in den Körpergewichten bestehen kann, was allerdings keine Auswirkungen auf den Gesundheits- oder Leistungszustand haben muss.

Das Körpergewicht zu Legebeginn beeinflusst das Eigewicht direkt (LÜKE et al., 2007; JEROCH et al., 2013; SCHMUTZ und FLOCK, 2014). In der vorliegenden Studie wurde das Körpergewicht der Hennen erstmals in der 28. Lebenswoche und das Eigewicht in der 26. Lebenswoche erfasst. Besonders zu Legebeginn, wozu man die 26. LW noch zählen kann, treten vermehrt Eier mit Doppeldotter auf, was auf den noch nicht gleichmäßigen Ovulationszyklus der Junghennen zurückzuführen ist (LOWRY et al., 1979; CHRISTMAS und HARMS, 1982; LEWIS et al., 1997). Diese Eier weisen dann ein erhöhtes Eigewicht auf, welches mit bis zu 72 g in der auch bei den getesteten LB Hennen beobachtet wurde. Um das Eigewicht mit der Literatur vergleichen zu können, wurde ein gesonderter Mittelwert berechnet, bei welchem Eigewichte $> 70 \text{ g}$ aufgrund von Doppeldottern ausgeschlossen wurden. Dieser Wert ergab ein durchschnittliches Eigewicht von 63 g und lag somit deutlich über den Empfehlungen für LB Hennen (58 g) des Management Guides für Alternative Haltung (LTZ, 2016). Die Berechnung der Grenze von 40 g für eine erfolgte Eiablage, basierte auf allen erfassten Eigewichten, auch $\geq 70 \text{ g}$. Da Doppeldottereier zu Legebeginn vorkommen können, war es notwendig diese in die Berechnung der Schwelle einer Eiablage miteinzubeziehen.

Wie in Material und Methoden beschrieben, fand die manuelle Wiegung der LB Hennen in Produktionsstall 3 täglich zwischen 08:45 und 09:15 statt, um Unterschiede im Körpergewicht aufgrund der Tageszeit ausschließen zu können. Um den Zuwachs des Körpergewichtes bestmöglich ermitteln zu können, stimmen TURNER et al. (1983) und FRATTORI et al. (1992b) darin überein, dass die Erfassung direkt vor der Fütterung erfolgen sollte. LOKHORST (1996) beschrieb, dass das Körpergewicht der Hennen einem täglichen Muster folgte. So erfasste er das niedrigste Körpergewicht morgens und das höchste nachts. LOKHORST (1996) und SAVORY (1993) erklärten, dass die Zunahme des Körpergewichtes der Hennen nachmittags und nachts auf die vermehrte Futteraufnahme am Tagesende sowie die Bildung des neuen Eies zurückzuführen sei. Der größte Unterschied im Körpergewicht über den Tagesverlauf lag in deren Untersuchungen bei 63 g, was mit dem mittleren Eigewicht in unserer Untersuchung übereinstimmt. Die Tageszeit zur Erfassung des Eigewichtes in der vorliegenden Studie scheint allerdings nicht optimal gewählt. Nach FRATTORI et al. (1992) bietet das Wiegen in den Abendstunden mehrere Vorteile. Zum einen befindet sich weniger Futter im Kropf, die Temperatur ist auch an heißen Tagen erträglich und die Hennen haben ihre Eier bereits gelegt.

NEWBERRY et al. (1985), DOYLE und LEESON (1989), CHEDAD et al. (2003), TURNER et al. (1983) und LOKHORST (1996) führten zusätzlich zu den automatischen Verwiegungen auch jeweils manuelle Wiegungen durch. Diese manuellen Wiegungen dienten der Überprüfung der Ergebnisse der automatisch erfassten Körpergewichte. In dem vorliegenden zweiten Versuchsansatz wurden zwar auch manuelle Verwiegungen neben den automatischen durchgeführt, allerdings war der Zweck dieser Referenzgewichte ein anderer. Die manuell erfassten Körpergewichte dienten in einigen Algorithmen der Berechnung der Wahrscheinlichkeit einer erfolgten Eiablage. Daher war eine Übereinstimmung des manuell und automatisch erfassten Körpergewichtes der Hennen in dieser Untersuchung nicht von Bedeutung. Für die Auswertung wurden stets die automatisch erfassten Körpergewichte von Nesteintritt und Nestaustausgang voneinander subtrahiert, um eine Eiablage der spezifischen Henne vorherzusagen.

Sowohl der Wiegeschlupf als auch die Wiegesitzstange wurden in mehreren Vorversuchen getestet und die hier veröffentlichten Ergebnisse, wurden mit der jeweiligen, optimierten Endversion durchgeführt. NEWBERRY et al. (1985) verdeutlichen, dass falsch erfasste Körpergewichte, von Hennen welche sich nicht vollständig auf dem Wiegesystem befanden, die Tagesmittelwerte der gesamten Herde verzerren können.

Beim Wiegeschlupf wurde die Länge der Lauffläche, i.e. die Plattform über der Wägezelle (HBM, PW6DC3, 5 kg), variiert. Zu Beginn wurde eine sehr kleine Lauffläche benutzt, um immer nur eine Henne zu erfassen. Allerdings fiel bereits bei den ersten Direktbeobachtungen auf, dass die Hennen beim Überqueren der Lauffläche immer nur mit einem Ständer auf der Wiegeplattform stehen und der zweite Ständer außerhalb der Wiegefläche ist. Daher wurde immer nur ein Teil des Körpergewichtes erfasst. Aufgrund der ersten Erkenntnisse wurde die Lauffläche verlängert, so dass die Henne mehrere Schritte auf der Wiegeplattform machen musste. So wurde sichergestellt, dass das gesamte Körpergewicht der Henne bei einer Verwiegung erfasst wird. Die dynamische Verwiegung der Hennen auf der Plattform im Wiegeschlupf bereitete weitere Probleme in der Datenanalyse. Bei einem durchschnittlichen Körpergewicht der Hennen von 1861 g und einem Schwellenwert von 40 g für eine erfolgte Eiablage, ergibt sich ein Anteil von 2 % des Körpergewichtes für die Gewichtsdiﬀerenz vor und nach der Eiablage. Der natürliche Wiegefehler liegt in etwa bei 0,1 % und würde bei der verwendeten Wägezelle in etwa 5 g betragen. Der natürliche Wiegefehler mit bis zu 5 g beträgt somit ein Achtel des festzustellenden Eigewichtes und ist bei der benötigten Genauigkeit der Verwiegungsdaten zu groß. Darüber hinaus verhielten sich die Hennen völlig unterschiedlich beim Betreten und Verlassen des Nestes durch den Wiegeschlupf. Die einen überquerten die Lauffläche sehr gemütlich, während andere nahezu hektisch darüber liefen. Diese Beobachtungen spiegelten sich in der Dauer des Wiegevorgangs und daraus resultierend auch in der Qualität der Verwiegungsdaten wider. So wurde bei derselben Henne am gleichen Beobachtungstag ein Wiegevorgang mit 4 s und einer mit 51 s erfasst. Die besten, allerdings nicht zufriedenstellenden Ergebnisse wurden mit dem Wiegeschlupf bei einer Länge der Lauffläche von 20 cm erzielt. Die unterschiedliche Lokomotion der individuellen Hennen und die sich dadurch ergebene Qualität der Verwiegungsdaten in Kombination mit dem relativ großen natürlichen Wiegefehler und dem geringen Anteil des Eigewichtes an dem Gesamtgewicht der Hennen führten zu der Erkenntnis, das dynamische Wiegen der Hennen im Wiegeschlupf durch ein eher statisches Wiegen auf einer Sitzstange zu ersetzen. Die Konstruktion des Wiegeschlupfes wurde verworfen und die Entwicklung einer Wiegesitzstange begonnen.

Mit der Wiegesitzstange sollte das Körpergewicht individueller Hennen in Ruhe erfasst werden können. Auch NEWBERRY et al. (1985) sahen eine große Fehlerquelle in dem zu kurzen Verweilen der Hennen auf der Wiegevorrichtung. Auch hier wurden mehrere Varianten getestet. In der ersten Version war die Sitzstange direkt, ohne Abstand vor das Schlupfloch montiert worden. Die ersten Beobachtungen ergaben, dass die Hennen sowohl beim Betreten als auch beim Verlassen des Familiennestes die Wiegesitzstange mieden. Mit einem großen Schritt war es den Hennen ganz einfach möglich, die Wiegesitzstange ohne Berührung zu überqueren. Darüber hinaus verteilten die Hennen ihr Körpergewicht sowohl auf der Wiegesitzstange als auch auf der Lauffläche des Schlupfloches, sobald sie auf der Sitzstange verweilten. In mehreren Schritten wurde der optimale Abstand zwischen der Lauffläche und der Wiegesitzstange erprobt, um sicher zu stellen, dass die Hennen die Wiegesitzstange benutzen müssen und einen kurzen Augenblick mit beiden Ständern darauf verharren. Die besten Ergebnisse wurden bei einem Abstand von 15 cm zwischen Lauffläche und Wiegesitzstange erzielt.

In weiteren Beobachtungen wurde eine geeignete Höhe der Wiegesitzstange über dem Boden ermittelt. Zunächst wurde die Wiegesitzstange bodennah aufgehängt, um die Attraktivität für die Hennen zu erhöhen. Auch TURNER et al. (1984) beobachteten in ihren Untersuchungen, dass die Hennen eine Höhe der Sitzstange von 10 cm über dem Boden einer Höhe von 20 cm gegenüber vorzogen. TURNER et al. (1984) nutzen in ihren Studien allerdings Broiler, welche ein höheres Körpergewicht als die in der vorliegenden Studie verwendeten Legehennen aufwiesen. Die Attraktivität der Wiegesitzstange in Bodennähe war sehr groß, so dass immer eine größere Anzahl an Hennen an der Wiegesitzstange beobachtet werden konnten und die Hennen längere Zeit auf dieser verweilten. Da das Ziel der Wiegesitzstange in unserer Untersuchung die Erfassung des Körpergewichtes beim Betreten und Verlassen des Familiennestes war, wurde durch die bodennahe Positionierung ungewünschtes Verhalten hervorgerufen. Die Wiegesitzstange wurde in mehreren Stufen in der Höhe variiert, bis mit einer Höhe von 32 cm über dem Boden die besten Ergebnisse für die Verwiegungskurven ermittelt werden konnten. Die Höhe von 32 cm ist deutlich höher als in den Untersuchungen von TURNER et al. (1983) mit 6 cm oder TURNER et al. (1984) und NEWBERRY et al. (1985) mit 3 cm. NEWBERRY et al. (1985) beschrieben bereits damals, dass eine höher aufgehängte Wiegevorrichtung das Problem mit nicht vollständig erfassten Körpergewichten mindern könnte.

Auch die Wandlungsrate, also die Frequenz mit welcher die Gewichtsdaten erfasst wurden, wurde anhand der ersten Beobachtungen erhöht. In den ersten Versuchen mit dem Wiegeschlupf betrug die Frequenz 8 Hz, so dass alle 125 ms ein Gewichtswert erfasst wurde. Die ersten Analysen zeigten, dass eine höhere Wandlungsrate die Verwiegungsdaten positiv beeinflussen würden und weniger Lücken in den Gewichtsdaten auftreten würden. Daher wurde sowohl für die Endversion des Wiegeschlupfes als auch für die Wiegesitzstange eine Wandlungsrate von 67 Hz verwendet, welche alle 15 ms einen Gewichtswert erfasste.

Die Hennen hatten immer ausreichend Zeit sich an ihre Umgebung und die Wiegesysteme zu gewöhnen und durch die zahlreichen Vorversuche war ihnen auch der Beobachter in ihrem Stall vertraut, so dass das erfasste Verhalten nicht wie NEWBERRY et al. (1985) beeinträchtigt wurde.

Die Algorithmen der Datenanalyse basierten auf unterschiedlichen Parametern: Histogramme, manuell erfasstes Körpergewicht der Henne, Peak zu Beginn und Ende der Verwiegungskurve und Plateaus in einer Verwiegungskurve. Schrittweise wurden die Werte der einzelnen Parameter für jede Analysenmethode getestet. Die Ergebnisse der einzelnen Parameter variierten dabei über 60 % (NPV Wiegesitzstange: Min 11 %, Max 73 %). Die ausgewählten Algorithmen, mit welchen die besten Ergebnisse für jedes Wiegesystem erzielt wurden, wurden in 5.5.2 erläutert.

In Tabelle 38 und Tabelle 40 werden die Ergebnisse der Parameterberechnung beider Wiegesysteme dargestellt. Jeder dieser Parameter ist wichtig für die Bewertung des Wiegesystems. Ziel der Untersuchung war es, die Eiablage individueller Hennen in Familiennestern zu erfassen. Daher ist es unbedingt notwendig die „richtig positiven“ Ereignisse (Abbildung 16), also die Nestbesuche mit Eiablage deren Körpergewichtsdifferenz ≥ 40 g war, zu erfassen. Die Parameter Sensitivität und PPV basieren auf diesen Ereignissen. Der Unterschied zwischen den beiden Parametern liegt in den falschen, also „falsch negativen“ oder „falsch positiven“ Ereignissen. Bei der Sensitivität werden Nestbesuche mit Eiablage und einer Körpergewichtsveränderung < 40 g miteinbezogen, bei PPV hingegen Nestbesuche ohne Eiablage aber einer Körpergewichtsdifferenz ≥ 40 g. Vor diesem Hintergrund ist in der Bewertung der Wiegesysteme der Parameter Sensitivität besonders wichtig, da hierbei alle Nestbesuche mit Eiablage erfasst werden, unabhängig davon ob die Körpergewichtsdifferenz $<$ oder ≥ 40 g war. Die Ergebnisse des Wiegeschlupfes mit einer maximalen Sensitivität von

58 % verdeutlichen, weshalb ein eher statisches Wiegen mit der Wiegesitzstange angestrebt wurde.

Bei der Wiegesitzstange wurden zwei Analysenmethoden durchgeführt. Zunächst wurden die Verwiegungsdaten mit den Algorithmen untersucht, die zu einer maximalen Sensitivität von 75 % führten und somit eine Verbesserung zu den Ergebnissen des Wiegeschlupfes darstellten. Für die zweite Analyse, wurden die Daten vorab anhand ihrer Nestaufenthaltsdauer selektiert und die entsprechenden Ergebnisse anschließend mit den Algorithmen bearbeitet. Diese Kombination der Nestaufenthaltsdauer mit den Verwiegungsdaten führte zu einer deutlichen Erhöhung der „richtig negativen“ (keine Eiablage und $\Delta\text{KG} < 40\text{ g}$) Ereignisse und einer Senkung der „falsch positiven“ (keine Eiablage und $\Delta\text{KG} \geq 40\text{ g}$) Ereignisse, die Sensitivität blieb dabei unbeeinflusst. In einem weiteren Schritt wurden die Daten ausschließlich anhand der Nestaufenthaltsdauer analysiert, was durch das Fehlen der „falsch negativen“ (Eiablage und $\Delta\text{KG} < 40\text{ g}$) Ereignisse und einer leichten Erhöhung der „richtig positiven“ (Eiablage und $\Delta\text{KG} \geq 40\text{ g}$) Ereignisse zu der besten Sensitivität mit 100 % führte. Dabei ist allerdings zu beachten, dass dieses Ergebnis nur in einer kleinen Versuchsgruppe mit LB Hennen erzielt wurde. ICKEN (2009) erreichte bei vier Herden mit Braunlegern im DKWMN eine Sensitivität zwischen 89 % und 92 % und eine geringere Sensitivität von 74 % bei LSL Hennen. Dies verdeutlicht, dass sowohl die Herkunft als auch die Gruppe bzw. Herde Unterschiede in der Vorhersage der Eiablage hervorrufen können. Anhand dieser Erkenntnisse erscheint die Kombination der Nestaufenthaltsdauer und der Verwiegungsdaten unabhängig von der Herdengröße eine gute Möglichkeit zu sein, um die Eiablage spezifischer Hennen in Familiennestern vorherzusagen. Der Fehler ist aber dennoch erheblich. Eine Herde in der Spitze erreicht eine Legeleistung von bis zu 98 %, d.h. 98 Eier von 100 Hennen (ICKEN et al., 2014). Auch bei bester Datenkombination werden zu viele Eier nicht korrekt zugeordnet und für die Zuchtunternehmen sind die erfassten Daten nicht ausreichend.

8 Schlussfolgerungen

Die sichere, automatische und tierindividuelle Erfassung von Verhaltens- und Leistungsdaten in Gruppenhaltungssystemen ist aufgrund des Verbotes der Käfighaltung besonders für die Zuchtunternehmen interessant. Die Legehennenhalter wollen Hennen die zu 100 % ins Nest gehen, da durch Bodeneier wirtschaftliche Verluste entstehen. Die Hennen müssen in diesen Systemen andere Anforderungen erfüllen und die Zuchtprogramme um diese erweitert werden. Um die Genotyp-Umwelt-Interaktionen in der Selektionsentscheidung so gering wie möglich zu halten, sollten die Parameter nach Möglichkeit auch in der späteren Haltungsumgebung erfasst werden. Eine Erfassung der Eiablage und dann in einem weiteren Schritt die „Henne-Ei-Zuordnung“ in Familiennestern ist somit dringend notwendig, da alle Haltungssysteme damit ausgestattet sind. Die vorliegende Arbeit untersucht ob Unterschiede im Verhalten zwischen dem Einzelnest (DKWMN) und dem Familiennest (HFGN) auftreten oder ob anhand der Erkenntnisse aus dem DKWMN auf eine Eiablage im HFGN geschlossen werden kann.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen einen deutlich höheren Anteil an Nesterkundungen im Familiennest als im Einzelnest. Darüber hinaus war die Nestakzeptanz der Hennen im Familiennest größer als im Einzelnest. Ferner waren erhebliche Unterschiede im Verhaltensmuster zwischen den Weiß- und Braunlegern festzustellen. Hennen welche zunächst im Familiennest gehalten wurden, akzeptierten das Einzelnest anschließend besser. Unabhängig von der Herkunft wurden mehr Nestbesuche im HFGN aufgezeichnet, wobei die LSL Hennen das Familiennest fast doppelt so oft wie das Einzelnest besuchten. Darüber hinaus konnten signifikante Unterschiede in der Anzahl der Nestbesuche zwischen den Weiß- und Braunlegern ermittelt werden, sowie eine deutliche längere Nestaufenthaltsdauer bei den LSL Hennen erfasst werden. Tendenziell wurde eine kürzere Nestbesuchsdauer im Familiennest erfasst, welche aber nicht immer eindeutig herausgestellt werden konnte. Der Wechsel des Nestsystems beeinflusste das Verhalten der LSL Hennen stärker als das der LB Hennen. Eine Erfassung der Nestverhaltensdaten in weiteren Herden unter gleichen Bedingungen ist notwendig, wobei darauf geachtet werden sollte, dass der Wechsel der Nestsysteme in der Mitte der Produktion stattfindet und die Hennen in beiden Nestsystemen gleich lange getestet werden. Obwohl auf Praxisbetrieben in der Regel keine gemischten Herden gehalten werden, sollten weitere Untersuchungen mit unterschiedlichen Herkünften in einer Herde durchgeführt werden, um zu überprüfen, ob

das Verhalten einer Herkunft durch die Anwesenheit einer anderen Herkunft beeinflusst wird. Darüber hinaus sollten auch weitere Herden einer spezifischen Herkunft beobachtet werden, um die vorliegenden Ergebnisse zu evaluieren.

Die beiden Wiegesysteme im zweiten Versuchsansatz lieferten nicht die erwünschten Ergebnisse. Der Wiegeschlupf blieb mit einer Sensitivität von rund 58 % deutlich unter den Erwartungen. Mit der Wiegesitzstange konnten in Abhängigkeit von der Analysenmethode rund zwei Drittel der Nestbesuche mit Eiablage anhand der Körpergewichtsdifferenz einer spezifischen Henne korrekt vorhergesagt werden. Im Hinblick auf die Selektion ist allerdings eine 100 %ige Zuordnungssicherheit notwendig. ICKEN et al. (2014) beschreiben eine Legeleistung mit bis zu 98 % in der Leistungsspitze. Bei einer Herde mit 100 Hennen und einer Sensitivität von 75 % würden somit rund 25 Eier nicht erfasst werden. Diese erhebliche Fehlerrate führt dazu, dass sowohl der Wiegeschlupf als auch die Wiegesitzstange nicht für die Praxis geeignet sind. Ein großes Problem bei der Verwiegung ist das inhomogene Verhalten der Hennen auf dem Wiegesystem. Um die Hennen über einen längeren Zeitraum in Ruhe wiegen zu können, müssten Vorrichtungen integriert werden, welche dann wiederum das Verhalten der Tiere zu sehr beeinflussen würden, als das es noch als natürlich angesehen werden kann. Darüber hinaus besteht das Problem eines inhomogenen Verhaltens zwischen verschiedenen Herdengruppen, welches bedeutet, dass in einigen Herden durchaus gute Vorhersagen für die Eiablage realisiert werden können, aber in anderen wiederum nicht. In weiteren Untersuchungen sollten weitere Analysemethoden und weitere Kombinationen der Verwiegungsdaten mit Verhaltensmerkmalen getestet werden.

Für das Einzelnest hat ICKEN (2009) die Vorhersage einer Eiablage mit einer Sensitivität bis zu 92 % geschätzt. Für das HFGN wird dies aber nur in Ausnahmefällen so erfolgreich praktiziert werden können. Diese Annahme stützt sich auf die herausgestellten Differenzen in der Anzahl Nestbesuche und der Nestaufenthaltsdauer zwischen DKWMN und HFGN für die Mehrzahl der untersuchten Gruppen in dieser Studie.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass das Ziel dieser Arbeit, die Eiablage in Familiennestern hennenspezifisch zu erfassen, durch die getesteten Methoden nicht erreicht werden konnte.

9 Literaturverzeichnis

- ABRAHAMSSON, P, TAUSON; R. (1998):** Performance and egg quality of laying hens in an aviary system. *Journal of Applied Poultry Research* 7: 225- 232.
- APPLEBY, M.C. (1984):** Factors affecting floor laying by domestic hens: a review. *Worlds Poultry Science Journal* 40: 241- 249.
- APPLEBY, M.C. (1990):** Behaviour of laying hens in cages with nest sites. *British Poultry Science* 31: 71- 80.
- APPLEBY, M.C., McRAE, H. (1986):** The individual nest box as a super stimulus for domestic hens. *Applied Animal Behaviour Science* 15: 169- 176.
- APPLEBY, M.C., MENCH, J.A., HUGHES, B.O. (2004):** *Poultry Behaviour and Welfare*. 1. Auflage. Cambridge. CABI publishing.
- APPLEBY, M.C., SMITH, S.F. (1991):** Design of nest boxes for laying hens. *British Poultry Science* 32: 667- 678.
- APPLEBY, M.C., WALKER, A.W., NICOL, C.J., LINDBERG, A.C., FREIRE, R., HUGHES, B.O., ELSON, H.A. (2002):** Development of furnished cages for laying hens. *British Poultry Science* 43(4): 489- 500.
- ATWOOD, H. (1929):** Observations concerning the time factor in egg production. *Poultry Science* 8: 137- 140.
- BAUER, T., FÖLSCH, D. (2005):** Reproduktions- und Eiablageverhalten. In *MARTIN, G., SAMBRAUS, H.H., STEIGER, A. (Hrsg.). Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen*. Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN), Verlag Universität Kassel, Reihe Tierhaltung Band 28: 62- 97.
- http://www.ign-nutztierhaltung.ch/sites/default/files/stellungnahmen_hennen/Welfare_Laying_Hens_in_Europe_d.pdf (abgerufen am 30.09.2014)
- BOBR, L.W., SHELDON, B.L. (1977):** Analysis of ovulation-oviposition patterns in the domestic fowl by telemetry measurement of deep body temperature. *Australian Journal of biological sciences* 30: 243- 257.
- BREDEN, L., RAUCH, H.W., WEGNER, R.-M., SPECK, J. (1985):** Nest site selection: environment aspects. In *Proceedings of the Second European Symposium on Poultry Welfare*. Ed. Wegner, R.-M., Institute of Poultry Research, Celle. German Branch of W.P.S.A. 146-154.
- BUREL, C., CISZUK, P., WIKLUND, B.-S., BRÄNNÄS, E., KIESSLING, A. (2002):** Note on a method for individual recording of laying performance in groups of hens. *Applied Animal Behaviour Science* 77: 167- 171.

- BUSCHMANN, A. (2011):** Entwicklung einer Software auf Basis von Virtual Basic 2008 zur automatisierten Verarbeitung und Speicherung von Daten aus dem Weihenstephaner Muldenest. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft.
- CAIN, J.R., WILSON, W.O. (1971):** Multichannel telemetry system for measuring body temperature: Circadian rhythms of body temperature, locomotor activity and oviposition in chickens. *Poultry Science* 50: 1437- 1443.
- CAYEZ, C., GUESDON, V., LERUSTE, H., LENSINK, J. (2014):** Commercial free-range systems for laying hens: some characteristics of nests could lead to behavioural disruptions. In *Proceedings of the 48th Congress of the International Society for Applied Ethology*: 291.
- CHEDAD, A., AERTS, J.-M., VRANKEN, E., LIPPENS, M., ZOONS, J., BERCKMANS, D. (2003):** Do heavy broiler chickens visit automatic weighing systems less than lighter birds? *British Poultry Science* 44 (5): 663- 668.
- CHRISTMAS, R.B., HARMS, R.H. (1982):** Incidence of double yolked eggs in the initial stages of lay as affected by strain and season of the year. *Poultry Science* 61: 1290- 1292.
- CLAUSEN, T., RIBER, A.B. (2012):** Effect of heterogeneity of nest boxes on occurrence of gregarious nesting in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 142: 168- 175.
- COLLIAS, N.E., COLLIAS, E.C. (1967):** A field-study of the red junglefowl in north-central India. *Condor* 69: 360-386.
- COOPER, J.J., ALBENTOSA, M.J. (2003):** Behavioural priorities of laying hens. *Avian and Poultry Biology Reviews* 14 (3): 127- 149.
- COOPER, J.J., APPLEBY, M.C. (1995):** Nesting behavior of hens: Effects of experience on motivation. *Applied Animal Behaviour Science* 54: 283- 295.
- COOPER, J.J., APPLEBY, M.C. (1996a):** Demand for nest boxes in laying hens. *Behavioural Processes* 36: 171- 182.
- COOPER, J.J., APPLEBY, M.C. (1996b):** Individual variation in pre-laying behavior and the incidence of floor eggs. *British Poultry Science* 37 (2): 245- 253.
- COOPER, J.J., APPLEBY, M.C. (1997):** Motivational aspects of individual variation in response to nest boxes by laying hens. *Animal Behaviour* 54: 1245- 1253.
- COOPER, J.J., APPLEBY, M.C. (2003):** The value of environmental resources to domestic hens: a comparison of the work-rate for food and for nests as a function of time. *Animal Welfare* 12: 39- 52.
- DAIGLE, C.L., SIEGFORD, J.M. (2014):** When continuous observations just won't do: Developing accurate and efficient sampling strategies for the laying hen. *Behavioural Processes* 103: 58- 66.

- DOYLE, I., LEESON, S. (1989):** Automatic weighing of poultry reared on a litter floor. *Canadian Journal of Animal Science* 69: 1075-1081.
- DUNCAN, I.J.H. (1979): Nesting behaviour- ist controll and expression.** In *Wodzicka-Tomaszewska, M, Edey, T.N., Cynch, J.J. (eds.): Behaviour in Relation to Reproduction, Management and Welfare of Farm Animals, Reviews in Rural Science IV, 87-92.*
- DUNCAN, I.J.H., KITE, V.G. (1989):** Nest site selection and nest-building behaviour in domestic fowl. *Animal behaviour* 37: 215- 231.
- DUNCAN, I.J.H., SAVORY, C.J., WOOD-GUSH, D.G.M. (1978):** Observations on the reproductive behavior of domestic fowl in the wild. *Applied Animal Ethology* 4: 29-45.
- FEIGHNER, S.D., GODOWSKI, E.F., MILLER, B.M. (1986):** Portable microcomputer-based weighing system: Applications in poultry science. *Poultry Science* 65: 868-873.
- FLOCK, D.K., SCHMUTZ, M., PREISINGER, R. (2008):** Praxisorientierte Legehennenzüchtung. In *BRADÉ, W., FLACHOWSKY, G., SCHRADER, L. (Hrsg.): Legehuhn zucht und Eierzeugung. Empfehlungen für die Praxis.* Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
- FÖLSCH, D.W. (1981):** Das Verhalten von Legehennen in unterschiedlichen Haltungssystemen unter Berücksichtigung der Aufzuchtmethoden. In *Foelsch, D.W. u. Veestergaard, K.: Das Verhalten von Hühnern.* Tierhaltung, Bd. 12, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Stuttgart.
- FÖLSCH, D.W. (1982):** Das Konzept des Volierensystems für Hühner – Beispiel einer Lösung im Praxisbetrieb. In *Fölsch D.W.: Ethologische Aussagen zur artgerechten Nutztierhaltung.* Tierhaltung, Bd. 13, Birkhäuser Verlag, Basel.
- FRATTORI, WILSON, H.R., MATHER, F.B., BOOTWALLA, S.M. (1992a):** Strategies for weighing broilers, broiler breeder pullets and broiler breeder hens: 1. Sample size and individual vs. group weighings. *The Journal of Applied Poultry Research* 1: 88-94.
- FRATTORI, WILSON, H.R., MATHER, F.B., BOOTWALLA, S.M. (1992b):** Strategies for weighing broilers, broiler breeder pullets and broiler breeder hens: 2. Scale type, weighing time and in-house location. *The Journal of Applied Poultry Research* 1: 95- 103.
- FREIRE, R., APPLEBY, M.C., HUGHES, B.O. (1996):** Effects of nest quality and other cues for exploration on pre-laying behavior. *Applied Animal Behaviour Science* 48: 37- 46.
- FREIRE, R., APPLEBY, M.C., HUGHES, B.O. (1997):** Assessment of pre-laying motivation in the domestic hen using social interaction. *Animal Behaviour* 54: 313-319.

- FRÖHLICH, G., THURNER, S., BÖCK, S., WEINFURTNER, R., WENDL, G. (2007):** Elektronisches Identifikationssystem zur Erfassung des Verhaltens von Legehennen. Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft e.V., eZAI (2) 1: 1- 9.
- GERBER, T. (1985):** Bodeneier bei Legehennen: Einfluss des Nestangebotes auf die Eiablageplatzwahl. Diplarbt. Phil., Universität Zürich, Zoologisches Institut, Abt. Ethologie und Wildforschung.
- GRASHORN, M. (2013):** Faustzahl zur Eiqualität. In *DAMME, K., MUTH, F. (Hrsg.): Geflügeljahrbuch 2014*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 266- 280.
- GUINEBRETIERE, M., A. HUNEAU-SALAÜN, D. HUONNIC, V. MICHEL (2012):** Cage hygiene laying location, and egg quality: The effects of linings and litter provision in furnished cages for laying hens. *Poultry Science* 91: 808- 816.
- HUBER-EICHER, B. (2004):** The effect of early colour preference and of a colour exposing procedure on the choice of nest colours in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 86: 63- 76.
- ICKEN, W. (2009):** Schätzung genetischer Parameter für die Verhaltens- und Leistungsmerkmale von Legehennen in Gruppenhaltungssystemen. PhD thesis, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Tierzucht und Tierhaltung.
- ICKEN, W., PREISINGER, R., THURNER, S., WENDL, G. (2010):** New selection traits from group housing systems. *Lohmann Information* 45 (1): 22- 26.
- ICKEN, W., SCHMUTZ, M., CAVERO, D., PREISINGER, R. (2014):** Genetic potential of Lohmann Selected Leghorn and Lohmann Brown layers. In *Proceedings of the XIVth European Poultry Conference*: 426. *World's Poultry Science Journal*.
- ICKEN, W., THURNER, S., CAVERO, D., SCHMUTZ, M., WENDL, G., PREISINGER, R. (2009a):** Analyse des Nestverhaltens von Legehennen in der Bodenhaltung. *Archiv für Geflügelkunde* 73 (2): 102- 109.
- ICKEN, W., THURNER, S., CAVERO, D., SCHMUTZ, M., WENDL, G., PREISINGER, R. (2009b):** Genetische Analyse des Legemusters in der Bodenhaltung im Hinblick auf neue Leistungsprüfungskriterien für die Legehennenzucht. *Archiv Tierzucht* 2: 187-199.
- ICKEN, W., THURNER, S., HEINRICH, A., KAISER, A., CAVERO, D., WENDL, G., FRIES, R., SCHMUTZ, M., PREISINGER, R. (2013):** Higher precision level at individual laying performance tests in noncage housing Systems. *Poultry Science* 92 (9): 2276- 2282.
- JEROCH, H., SIMON, A., ZENTEK, J. (2013):** Geflügelernährung. 1. Auflage. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.

- KAISER, A., THURNER, S., PAUSCH, H., ICKEN, W., PREISINGER, R., WYSOCKI, M. (2012):** Verification of the automatic „egg to hen“ assignment in the Weihenstephan Funnel Nest Box. In *Proceedings XXIV Worlds Poultry Congress*: 182. *World's Poultry Science Journal*.
- http://www.facta.org.br/wpc2012-cd/pdfs/PE/PE_2012pc649_1.pdf (abgerufen am 30.09.2014)
- KEELING, L.J. (2004):** Nesting, perching and dustbathing. In *Perry, G.C.: Welfare of the laying hen*. CABI Publishing, Oxfordshire, UK: 203-213.
- KEER-KEER, S., HUGHES, B.O., JONES, R.B. (1996):** Behavioural comparison of layer and broiler fowl: measuring fear responses. *Applied Animal Behaviour Science* 49 (4): 321- 333.
- KHALIL, A.M., MATSUI, K., TAKEDA, K. (2004):** Diurnal and oviposition-related changes in heart rate, body temperature and locomotor activity of laying hens. *Animal Science Journal* 75: 169- 174.
- KITE, V.G., CUMMING, R.B., WODZICKA-TOMASZEWSKA, M. (1979):** Nesting behaviour of hens in relation to the problem of floor eggs. In *Wodzicka-Tomaszewska, M, Edey, T.N., Cynch, J.J. (eds.): Behaviour in Relation to Reproduction, Management and Welfare of Farm Animals, Reviews in Rural Science IV*, 93-96.
- KORTE, S.M., RUESINK, W., BLOKHUIS, H.J. (1999):** Heart rate variability during manual restraint in chicks from high- and low-feather pecking lines of laying hens. *Physiology & Behavior* 65: 649- 652.
- KRUSCHWITZ, A., 2008:** Evaluation des Legeverhaltens bei Legehennen und Untersuchungen zur Nestwahl unter Berücksichtigung der Motivation für den Nestzugang zu arbeiten. Ph.D. Thesis, Universität Leipzig, Institut für Tierhygiene und Öffentliches Veterinärwesen.
- KRUSCHWITZ, A., ZUPAN, M., BUCHWALDER, T., HUBER-EICHER, B. (2008a):** Nest preference of laying hens (*Gallus gallus domesticus*) and their motivation to exert themselves to gain nest access. *Applied Animal Behaviour Science* 112: 321- 330.
- KRUSCHWITZ, A., ZUPAN, M., BUCHWALDER, T., HUBER-EICHER, B. (2008b):** Prelaying behaviour of laying hens (*Gallus gallus domesticus*) in different free range settings. *Archiv für Geflügelkunde* 72 (2): 84- 89.
- LASSNER, C. (2009):** Überprüfung und Bewertung des Doppelbelegungssensors und der Identifizierungssicherheit bei Legehennen im weiterentwickelten Weihenstephaner Muldenest. Unveröffentlichte Bachelorarbeit, Technische Universität München, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik.
- LENTFER, T.L., GEBHARDT-HENRICH, S.G., FRÖHLICH, E.K.F., v. BORELL, E. (2011):** Influence of nest site on the behaviour of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 135: 70- 77.

- LEWIS, P.D., PERRY, G.C., MORRIS, T.R (1997):** Effect of size and timing of photoperiod increase on age at first egg and subsequent performance of two breeds of laying hen. *British Poultry Science* 38: 142– 150.
- LfL, Hrsg. (2006):** Umwelt- und artgerechte Legehennenhaltung, TV1: Entwicklung und Erprobung von elektronischen Registrierungssystemen. Schlussbericht.
- LOHMANN TIERZUCHT GmbH (LTZ) (2012):** Management Guide. Legehennen. Lohmann Brown-Classic.
- LOHMANN TIERZUCHT GmbH (LTZ) (2012):** Management Guide. Legehennen. Lohmann LSL-Classic.
- LOHMANN TIERZUCHT GmbH (LTZ) (2016):** Management Guide. Alternative Haltung.
- LOKHORST, C. (1996):** Automatic weighing of individual laying hens in aviary housing system. *British Poultry Science* 37 (3): 485- 499.
- LOTT, B.D., REECE, F.N., McNAUGHTON, J.L. (1982):** An automated weighing system for use in poultry research. *Poultry Science* 61: 236- 238.
- LOWRY, D.G., DOBBS, J.G., ABPLANAP, H. (1979):** Yolk deposition in eggs of a line selected for simultaneous multiple ovulations. *Poultry Science* 58: 498- 501.
- LÜKE, M., POTTGÜTER, R., GRASHORN, M. (2007):** DLG-Merkblatt 343 Legehennenhaltung. Frankfurt am Main: Selbst Verlag.
- MARX, G., KLEIN, S., WEIGEND, S. (2002):** An automated nest box system for individual performance testing and parentage control in laying hens maintained in groups. *Archiv für Geflügelkunde* 66 (3): 141- 144.
- MEG- Marktinfo Eier & Geflügel (2015):** EU: Mehr als jede zweite Henne in Käfigen.
- <http://www.marktinfo-eier-gefluegel.de/Aktuelles/EU-Mehr-als-jede-zweite-Henne-in-Kaefigen,QUIEPTQ4Mjg1MTYmTUIEPTc0Mzg5.html?UID=6A8D9E77B6B42FA39FA24085C620C7B1ACD840B5D4C51F> (abgerufen am 24.02.2016)
- MIELLENZ, N., NURGIARTININGSIH, V., SCHMUTZ, M., SCHÜLER, M. (2003):** Schätzung von Varianzkomponenten mit Gruppenmittelwerten am Beispiel von Legehennen. *Archiv Tierzucht* 46: 491- 498.
- MILLS, A.D., DUNCAN, I.J.H., SLEE, G.S., CLARK, J.S.B. (1985):** Heart rate and laying behavior in two strains of domestic chicken. *Physiology & Behavior* 35: 145- 147.
- NEWBERRY, R.C., HUNT, J.R., GARDINER, E.E. (1985):** Behaviour of roaster chickens towards an automatic weighing perch. *British Poultry Science* 26: 229- 237.
- PAULI, S. (2010):** Vergleich des Verhaltens und Schätzung genetischer Parameter für Legehennen mit dem Weihenstephaner Muldenest und dem Hochfrequenz-Gruppenest. Unveröffentlichte Masterarbeit, Technische Universität München, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik.

- PAULI, S., HEINRICH, A., THURNER, S., ICKEN, W., ERBE, M., WENDL, G., PREISINGER, R. (2010):** Comparative study on nesting behaviour with two different RFID based laying nest boxes. In *Book of Abstracts, XIIIth European Poultry Conference*, Volume 66: 573. World's Poultry Science Journal.
- PETHERICK, C.J, SEAWRIGHT, E., WADDINGTON, D. (1993):** Influence of quantity of litter on nest box selection and nesting behavior of domestic hens. *British Poultry Science* 34: 857- 872.
- PETHERICK, C.J., RUSHEN, J. (1997):** Behavioural restriction. In *Appleby M.C. and Hughes B.O. (Eds.), Animal Welfare*. Wallingford, U.K., CABI Publishing, 89-105.
- PREISINGER, R. (2008):** Struktur und Entwicklungsperspektiven in der Legehennenzucht. *Geflügeljahrbuch 2008*, Eugen Ulmer KG, Stuttgart.
- RIBER, A.B. (2010):** Development with age of nest box use and gregarious nesting in laying hens. *Applied Animal Behaviour* 123: 24- 31.
- RIBER, A.B., NIELSEN, B.L. (2013):** Changes in position and quality of preferred nest box: Effects on nest box use by laying hens. *Applied Animal Behaviour* 148: 185-191.
- RIETVELD-PIEPERS, B., BLOKHUIS, H. J., WIEPKEMA, P. R. (1985):** Egg-laying behavior and nest-site selection of domestic hens kept in small floor-pens. *Applied Animal Behaviour Science* 14: 75-88.
- RINGGENBERG, N., FRÖHLICH, E.K.F., HARLANDER-MATAUSCHECK, A., WÜRBEL, H., ROTH, B.A. (2014a):** Does nest size matter to laying hens? *Applied Animal Behaviour Science* 155: 66- 73.
- RINGGENBERG, N., FRÖHLICH, E.K.F., HARLANDER-MATAUSCHECK, A., TOSCANO, M.J., WÜRBEL, H., ROTH, B.A. (2014b):** Preferential associations between laying hens in nests. In *Proceedings of the 48th Congress of the International Society for Applied Ethology*: 105.
- SAS (2009):** Statistical analysis system. Version 9.2., SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SCHMUTZ, M., FLOCK, D. (2014):** DLG-Merkblatt 405 Legehennenzucht. Frankfurt am Main: Selbst Verlag.
- SAVORY, C.J. (1993):** Voluntary regulation of food intake. In *Proceedings of the Fourth European Symposium on Poultry Welfare*, Edinburgh. Editors: Savory, C.J., Hughes, B.O.. 54- 68.
- SCHWARK, H.J., MAZANOWSKI, A., PETER, V. (1987):** Internationales Handbuch der Tierproduktion – Geflügel. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.
- SETTAR, P., ARANGO, J., O'SULLIVAN, N.P., ARTHUR, J.A. (2006):** Evidence of genetic variability for floor and nest egg laying behavior in floor pens. In *Book of Abstracts of the XIIth European Poultry Conference*, Volume 62: 608. World's Poultry Science Journal.

- SHERWIN, C.M., NICOL, C.J. (1992):** The behaviour and production of laying hens in three prototypes of cages incorporating nests. *Applied Animal Behaviour Science* 35: 41- 54.
- SHERWIN, C.M., NICOL, C.J. (1993):** Factors influencing floor-laying by hens in modified cages. *Applied Animal Behaviour Science* 36: 211- 222.
- SHIELDS, S., DUNCAN, I.J.H. (2009):** An HSUS Report: A comparison of the welfare of hens in battery cages and alternative systems. *HSUS Reports: Farm industry impacts on animals. Paper 18.*
- http://animalstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1014&context=hsus_reps_impacts_on_animals (abgerufen am 29.09.2014)
- STÄMPFLI, K., ROTH, B.A., BUCHWALDER, T., FRÖHLICH, E.K.F., (2011):** Influence of nest-floor slope on the nest choice of laying hens. *Applied Animal Behaviour* 135: 286- 292.
- STÄMPFLI, K., BUCHWALDER, T., FRÖHLICH, E.K.F., ROTH, B.A. (2012):** Influence of front curtain design on the nest choice by laying hens. *British Poultry Science* 53(5): 553- 560.
- STÄMPFLI, K., BUCHWALDER, T., FRÖHLICH, E.K.F., ROTH, B.A. (2013):** Design of nest access grids and perches in front of the nests: Influence on the behavior of laying hens. *Poultry Science* 92: 890- 899.
- THIELE, H.H. (2008):** Managementempfehlungen zur Junghennenaufzucht. In *BRADE, W., FLACHOWSKY, G., SCHRADER, L. (Hrsg.): Legehuhnzucht und Eierzeugung. Empfehlungen für die Praxis.* Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
- THIELE, H.H., POTTGÜTER, R., OULD-ALI, D. (2013):** Managementempfehlungen für die Aufzucht und Haltung von Legehennen in Boden-, Volieren- und Freilandhaltung. In *DAMME, K., MUTH, F. (Hrsg.): Geflügeljahrbuch 2014.* Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 129- 164.
- TURNER, S., MAIER, S., ICKEN, W., WENDL, G., PREISINGER, R. (2010):** Identification reliability of laying hens at the wide electronic pop hole. *Landtechnik* 65 (2): 139- 141.
- TURNER, S., WENDL, G. (2005):** Tierindividuelles Auslaufverhalten von Legehennen. *Landtechnik* 60 (1): 30- 31.
- TURNER, S., WENDL, G. (2007):** Automatische Erfassung der Legeleistung und des Legeverhaltens von Legehennen in Gruppenhaltungssystemen- Optimierung der Legenester und Einfluss der Besatzdichte. In *Langfassung BTU Tagung: 228- 233.*
- TURNER, S., WENDL, G., BÖCK, S., FRÖHLICH, G., PREISINGER, R. (2008):** Simultaneous registration of hens in group nest boxes with a HF-transponder-system to evaluate the laying behavior. In *Book of Abstracts, International Conference on Agricultural Engineering: Agricultural & Biosystems Engineering of a Suitable World: 5.*

- THURNER, S., WENDL, G., PREISINGER, R. (2006):** Funnel nest box: A System for automatic recording of individual performance and behaviour of laying hens in floor management. In *Proceedings of the 12th European Poultry Conference*, 610- 611, World's Poultry Science Journal.
- THURNER, S., WENDL, G., PREISINGER, R., FRÖHLICH, G., BÖCK, S., WEINFURTNER, R. (2005a):** Individuelle und automatische Erfassung von Legeleistung und –verhalten- Weihenstephaner Muldennest für Legehennen in Gruppenhaltung. *Landtechnik* 60 (5): 280- 281.
- THURNER, S., WENDL, G., PREISINGER, R., FRÖHLICH, G., BÖCK, S., WEINFURTNER, R. (2005b):** Entwicklung eines automatischen Legenestes zur einzeltierbezogenen Erfassung von Verhaltens- und Leistungsparametern bei Legehennen in artgerechter Gruppenhaltung. In *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung*, KTBL-Schrift 441, 274-283, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) und Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e.V. (DVG), Darmstadt und Gießen, ISBN: 3-7843-2189-5.
- TURNER, M.J.B., GURNEY, P., BELYAVIN, C.G. (1983):** Automatic weighing of layer-replacement pullets housed on litter or in cages. *British Poultry Science* 24: 33- 45.
- TURNER, M.J.B., GURNEY, P., CROWTHER, J.S.W., SHARP, J.R. (1984):** An automatic weighing system for poultry. *Journal of Agricultural Engineering Research* 29: 17- 24.
- WALL, H., TAUSON, R. (2013):** Nest lining in small-group furnished cages for laying hens. *The Journal of Applied Poultry Research* 22 (3): 474- 484.
- WALL, H., TAUSON, R., ELWINGER, K. (2002):** Effect of nest design, passages, and hybrid on use of nest and production performance of layers in furnished cages. *Poultry Science* 81: 333- 339.
- WALL, H., TAUSON, R., ELWINGER, K. (2004):** Pop hole passages and welfare in furnished cages for laying hens. *British Poultry Science* 45 (1): 20- 27.
- WEEKS, C.A., NICOL, C.J. (2006):** Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. *World's Poultry Science Journal* 62: 296- 307.
- ZIMMERMANN, P.H., KOENE, O., van HOFF, J.A. (2000):** The vocal expression of feeding motivation and frustration in the domestic laying hens, *Gallus gallus domesticus*. *Applied Animal Behaviour Science* 69 (4): 265- 273.
- ZUPAN, M., KRUSCHWITZ, A., HUBER-EICHER, B. (2007):** The influence of light intensity during early exposure to colours on the nest choice of nest colours by laying hens. *Applies Animal Behaviour Science* 105: 154- 164.
- ZUPAN, M., KRUSCHWITZ, A., BUCHWALDER, T., HUBER-EICHER, B., STUHEC, I. (2008):** Comparison of the prelaying behavior of nest layers and litter layers. *Poultry Science* 87: 399- 404.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Geboren am 28. September 1983 in Mainburg
Staatsangehörigkeit deutsch
Familienstand ledig
Religion röm.-kath.

Beruflicher Werdegang

Seit Oktober 2009 Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT)

Ausbildung

4/2008 – 9/2009 Studium an der Technischen Universität München
Abschluss Master of Science Landnutzung
10/2004 – 3/2008 Studium an der Technischen Universität München
Abschluss Bachelor of Science Landnutzung
10/2003 – 10/2004 Studium an der Universität Regensburg
Studium der Rechtswissenschaften
9/1994 – 6/2003 Gabelsberger Gymnasium Mainburg
Abschluss Allgemeine Hochschulreife
9/1990 – 7/1994 Grundschule Sandelzhausen

Publikationen und Tagungsbeiträge

Artikel

Heinrich, A., Icken, W., Thurner, S., Wendl, G., Bernhardt, H., Preisinger, R. (2014): Nesting behaviour — a comparison of single nest boxes and family nests. *European Poultry Science* 78: 1- 15.

Icken, W., Thurner, S., **Heinrich, A.**, Kaiser, A., Caverio, D., Wendl, G., Fries, R., Schmutz, M. and Preisinger, R. (2013): Higher precision level at individual laying performance tests in noncage housing systems. *Poultry Science* 92: 2276-2282.

Heinrich, A., Böck, S., Thurner, S., Wendl, G., Icken, W. and Preisinger, R. (2013): Recording of oviposition by weighing hens with RFID detection. *Landtechnik* 68(2): 122-125.

Heinrich, A., Böck, S., Thurner, S., Wendl, G., Icken, W. and Preisinger, R. (2013): Erfassung der Eiablage durch Verwiegung von Legehennen mit RFID-Erkennung. *Landtechnik* 68(2/2013): 122-125.

Tagungsbeiträge

Heinrich, A. (2016): Sensor-based capturing of nesting behaviour and laying performance in cage free housing systems of laying hens. In *Proceedings of the 2nd HEZagrar PhD Symposium*, 21-23.

Heinrich, A., Böck, S., Thurner, S., Wendl, G., Icken, W. and Preisinger, R. (2014): Recording of oviposition in group housing systems with family nests using a weighing perch with REID. In *Proceedings of the XIVth European Poultry Conference*, 618. *World's Poultry Science Journal*.

Heinrich, A., Böck, S., Wendl, G., Icken, W., Preisinger, R. and Thurner, S (2012): Recording of oviposition using dynamic weighing in a Pop hole. In *Proceedings of the XXIVth World's Poultry Congress*, 159-162. *World's Poultry Science Journal*.

Pauli, S., **Heinrich, A.**, Thurner, S., Icken, W., Erbe, M., Wendl, G. and Preisinger, R. (2010): Comparative study on nesting behaviour with two different RFID based laying nest boxes. In *Programm & Book of Abstracts of the XIIIth European Poultry Conference*, 573. *World's Poultry Science Journal*.

