

**Aus dem Institut für Tierhaltung und Tierzucht  
Universität Hohenheim  
Fachgebiet Nutztierethologie und Kleintierzucht  
Prof. Dr. Werner Bessei**

**Untersuchungen zu den Beziehungen von Federpicken,  
Exploration und Nahrungsaufnahme bei Legehennen**

**Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines Doktors  
der Agrarwissenschaften**

**vorgelegt  
der Fakultät Agrarwissenschaften**

**von  
ISABEL BENDA  
aus Dachtel**

**Hohenheim 2008**

Die vorliegende Arbeit wurde am **10.10.2008** von der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim als „Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften“ angenommen.

Tag der mündlichen Prüfung: **23.10.2008**

1. Prodekan: **Prof. Dr. W. Bessei**

Berichterstatter, 1. Prüfer: **Prof. Dr. W. Bessei**

Mitberichterstatter, 2. Prüfer: **Prof. Dr. E. von Borell**

Weitere Berichter bzw. Prüfer: **Prof. Dr. R. Böhm**

*Manche Hähne glauben, dass die Sonne ihretwegen aufgeht.*

*(Theodor Fontane)*

*Meiner Familie*

**Inhaltsverzeichnis**

|   |     |
|---|-----|
| Abbildungsverzeichnis.....  | I   |
| Tabellenverzeichnis.....  | III |
| Abkürzungsverzeichnis.....  | V   |
| 1 Einleitung.....   | 1   |
| 2 Literaturübersicht.....   | 3   |
| 3 Material und Methode.....   | 25  |
| 3.1 Einfluss von Pickblöcken mit und ohne Calcium auf das Pickverhalten von Legehennen.....   | 25  |
| 3.2 Einfluss von Cellulose bzw. Federn im Futter auf die Entwicklung des Verhaltens während der Aufzuchtphase.....                                      | 30  |
| 3.3 Einfluss der Aufnahme von Hobelspänen bzw. Federn auf die Darmpassage von starken und schwachen Federpickern.....                                   | 36  |
| 4 Ergebnisse.....   | 43  |
| 4.1 Einfluss von Pickblöcken mit und ohne Calcium auf das Pickverhalten von Legehennen.....   | 43  |
| 4.2 Einfluss von Cellulose bzw. Federn im Futter auf die Entwicklung des Verhaltens während der Aufzuchtphase.....                                      | 56  |
| 4.3 Einfluss der Aufnahme von Hobelspänen bzw. Federn auf die Darmpassage von starken und schwachen Federpickern.....                                   | 65  |
| 5 Diskussion.....   | 72  |
| 5.1 Einfluss von Pickblöcken mit und ohne Calcium auf das Pickverhalten von Legehennen.....   | 72  |
| 5.2 Einfluss von Cellulose bzw. Federn im Futter auf die Entwicklung des Verhaltens während der Aufzuchtphase.....                                      | 76  |
| 5.3 Einfluss der Aufnahme von Hobelspänen bzw. Federn auf die Darmpassage von starken und schwachen Federpickern.....                                   | 81  |
| 6 Zusammenfassung.....  | 85  |
| 7 Summary.....  | 88  |
| 8 Literaturverzeichnis.....   | 91  |
| 9 Anhang.....   | 103 |
| 9.1 Futteranalyse des Versuches über den Einfluss von Cellulose bzw. Federn im Futter auf die Entwicklung des Verhaltens während der Aufzuchtphase..... | 103 |

## Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abb. 1: Interne und externe Einflüsse auf das Federpickverhalten. Verändert nach VAN KRIMPEN et al. (2005).....  | 6  |
| Abb. 2: Einflussfaktoren auf das Federpickverhalten. Die linke Säule der reizarmen sowie der reizreichen Umwelt ist jeweils mit einer geringen genetischen Disposition des Pickens ausgestattet, während die rechte Säule von einer höheren genetischen Tendenz des Pickens ausgeht (nach HUGHES, 1982)..                    | 10 |
| Abb. 3: Angebot des Ca-reichen Pickblockes separat neben dem Futter (LSL-Tiere) .....  | 28 |
| Abb. 4: Angebot des Pickblockes ohne Ca-Zusatz separat neben dem Futter (LB-Tiere) .....   | 28 |
| Abb. 5: Boxenhaltung auf Trampolinboden ab der 6. LW .....   | 31 |
| Abb. 6: Tiere in der Testarena mit drei Futtervarianten zur Auswahl.....   | 33 |
| Abb. 7: Angebot von frei zugänglichen Federn in durchsichtigen Plastikdeckeln .....  | 34 |
| Abb. 8: Tiere während der Eingewöhnungsphase- zu dritt in einem Käfig-mit separaten Futtertrögen für Hobelspäne und Futter.....  | 37 |
| Abb. 9: Tiere während der Versuchsphase einzeln in der Käfiganlage .....   | 37 |
| Abb. 10: Der mittig angebrachte Plastikdeckel verhindert ein Herausziehen von Federn durch Nachbarhennen.....  | 38 |
| Abb. 11: Verabreichung der Titandioxidkapsel .....   | 40 |
| Abb. 12: Aufgeschnittener Drüsenmagen mit einer ganzen Feder .....   | 40 |
| Abb. 13: Aufgeschnittener Muskelmagen eines HF-Tieres mit einer ganzen Feder .....   | 40 |
| Abb. 14: Skizze des Magen-Darmtraktes eines Huhnes. Nach GHETIE et al. (1976).....   | 41 |
| Abb. 15: Mittelwerte des Verzehrs der Grundration (g/Tier/Tag) in Abhängigkeit von der Futtergruppe (Futtergruppe 1: Ca- arme Grundration und Pickblock mit Ca-Zusatz, Futtergruppe 2: normale Grundration und Pickblock ohne Ca- Zusatz, Futtergruppe 3: normale Grundration, kein Pickblock) und der Zeit (Woche 1-5)..... | 43 |
| Abb. 16: Mittelwerte des Verzehrs an Pickblockmasse (g/Tier/Tag) in Abhängigkeit von der Futtergruppe (Futtergruppe 1: Ca- arme Grundration und Pickblock mit Ca-Zusatz, Futtergruppe 2: normale Grundration und Pickblock ohne Ca- Zusatz) und der Zeit (Woche 1-5).....  | 44 |

---

|   |    |
|---|----|
| Abb. 17: Durchschnittliche Aufnahme an Calcium (g/Tier/Tag) aus dem Pickblock (Ca/Pickblock) und der Grundration (Ca/Grundration) der Gruppe 1 in Abhängigkeit der Zeit (Woche 1-5).....  | 46 |
| Abb. 18: Durchschnittliche Ca-Aufnahme (g/Tier/Tag) aus der Grundration und aus dem Pickblock in Abhängigkeit von der Futtergruppe (Futtergruppe 1: Ca- arme Grundration und Pickblock mit Ca- Zusatz, Futtergruppe 2: normale Grundration und Pickblock ohne Ca- Zusatz, Futtergruppe 3: normale Grundration, kein Pickblock) und der Zeit (Woche 1-5) ..... | 47 |
| Abb. 19: Mittelwerte des Federpickens (Pickschläge pro Tier über eine 20-minütige Beobachtung) sowie der Standardfehler in Abhängigkeit von der Futtergruppe (K= Kontrolle; C= Cellulose; F= Federschrot) und der Lebenswoche .....   | 56 |
| Abb. 20-23: Kumulative Exkretionskurve des $TiO_2$ (g) über eine Periode von 72 h der Gruppen HF (oben links), LF (oben rechts), H0 (unten links) und L0 (unten rechts) .....   | 66 |
| Abb. 24-27: Kumulative Exkretionskurve des $TiO_2$ (g) über eine Periode von 72 h der Gruppen HSp (oben links), LSp (oben rechts), H0 (unten links) und L0 (oben rechts) .....  | 68 |

**Tabellenverzeichnis**

Tab. 1: Fütterungsbehandlungen sowie Ca-Gehalt (in % TS) im Futter und in den Pickblöcken ..... 26

Tab. 2: Zusammensetzung der Pickblöcke (g/kg) mit und ohne Ca-Zusatz ..... 26

Tab. 3: Zusammensetzung der Futterrationen mit und ohne Ca-Zusatz (Weender-Analyse) (Futter der Gruppe 1: 89,01% TS, Futter der Gruppen 2 und 3: 90,3% TS) ..... 26

Tab. 4: Nährstoffgehalte der Pickblöcke (Weender-Analyse) (Pickblock ohne Ca-Zulage berechnet nach Tabellenwerten; JEROCH et al, 1999)..... 27

Tab. 5: Mittelwerte des Verzehrs an Pickblockmasse (g/Tier/Tag) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuch..... 45

Tab. 6: Mittlere Häufigkeit des aggressiven Pickens pro Tier und Beobachtung (10 Min.) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum ..... 48

Tab. 7: Mittlere Häufigkeit des starken Federpickens pro Tier und Beobachtung (10 Min.) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum ..... 49

Tab. 8: Mittlere Häufigkeit des schwachen Federpickens pro Tier und Beobachtung (10 Min.) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum ..... 50

Tab. 9: Mittlere Häufigkeit des Pickens gegen den Käfig pro Tier und Beobachtung (10 Min.) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum ..... 50

Tab. 10: Mittlere Häufigkeit des Pickens gegen den Futtertrog pro Tier und Beobachtung (10 Min.) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum ..... 51

Tab. 11: Mittlere Häufigkeit des Pickens am Pickblock pro Tier und Beobachtung (10 Min.) der Gruppen 1 und 2 in Abhängigkeit der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum ..... 52

Tab. 12: Mittlere Häufigkeit des Futterpickens (Grundration) pro Tier und Beobachtung (10 Min.) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum ..... 53

Tab. 13: Mittlere Differenzen der Bonitur aller Regionen in Abhängigkeit von der Futtergruppe (Gruppe 1= Ca- arme Grundration und Pickblock mit Ca- Zusatz; Gruppe 2: normale Grundration und Pickblock ohne Ca- Zusatz; Gruppe 3: normale Grundration, kein Pickblock) und der Herkunft (Herkunft 1= LSL; Herkunft 2= LB) ..... 55

|  |     |
|--|-----|
| Tab. 14: Mittlere Häufigkeiten des Federpickens (Pickschläge pro Tier) sowie der Fortbewegung in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Zeit (jeweils Mittelwerte von 3 Tages- Beobachtungen vor bzw. nach der Futterumstellung)..... | 57  |
| Tab. 15: Mittlere Häufigkeiten des Ruheverhaltens sowie des Stehens in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Zeit (jeweils Mittelwerte von 3 Tages-Beobachtungen vor bzw. nach der Futterumstellung) .....                           | 58  |
| Tab. 16: Mittlere Häufigkeiten des Objektpickens sowie des Putzverhaltens in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Zeit (jeweils Mittelwerte von 3 Tages-Beobachtungen vor bzw. nach der Futterumstellung) .....                     | 59  |
| Tab. 17: Mittlere Häufigkeiten des Futterpickens sowie „Anderes Verhalten“ in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Zeit (jeweils Mittelwerte von 3 Tages-Beobachtungen vor bzw. nach der Futterumstellung) .....                    | 60  |
| Tab. 18: Durchschnittliche Aufnahme der verschiedenen Futtermitteln während des Wahlversuches (12. und 13. LW) in Abhängigkeit von der Futtergruppe.....   | 61  |
| Tab. 19: Mittelwerte der Bonitierung des Gefieders (18. LW) in Abhängigkeit von den Regionen und der Futtergruppe.....   | 62  |
| Tab. 20: Mittelwerte der Bonitur (18. LW) der Wunden, des Kammes und der Fußballen sowie das mittlere Körpergewicht in Abhängigkeit von der Futtergruppe .....   | 63  |
| Tab. 21: Mittlere Federaufnahme pro Tier und Futtergruppe in Abhängigkeit von der Lebenswoche .....  | 64  |
| Tab. 22: Maximum Likelihood Parameterschätzungen für die Gruppen HF, H0, LF und L0 .....   | 65  |
| Tab. 23: Maximum Likelihood Parameterschätzungen des Richards Modell für die Gruppen HSp, H0, LSp und L0.....  | 67  |
| Tab. 24: Mittelwerte des Gewichts der einzelnen leeren Darmabschnitte prozentual zum Körpergewicht der Tiere in Abhängigkeit von der Versuchsgruppe .....  | 70  |
| Tab. 25: Mittlere pH-Werte in den einzelnen Darmabschnitten in Abhängigkeit von der Versuchsgruppe .....   | 71  |
| Tab. A1: Ergebnisse der Weender-Analyse des Federschrotes.....   | 103 |
| Tab. A2: Ergebnisse der Weender-Analyse des Kükenstarters.....   | 103 |
| Tab. A3: Ergebnisse der Weender-Analyse des Growers .....  | 104 |
| Tab. A4: Weender-Analyse des Developer .....   | 104 |



## Abkürzungsverzeichnis

Abb. = Abbildung

bzw. = beziehungsweise

°C = Grad Celcius

Ca = Calcium

CaCO<sub>3</sub> = Calciumcarbonat

cm = Zentimeter

CuSO<sub>4</sub> = Kupfersulfat

d.h. = das heißt

etc. = ecetera

g = Gramm

h = Stunden

h<sup>2</sup> = Heritabilität (Anteil additiver  
Varianz / Gesamtvarianz)

H<sub>2</sub>O = Wasser

H<sub>2</sub>So<sub>4</sub> = Schwefelsäure

HFP = High Feather Pecker; starke  
Federpicker

K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = Kaliumsulfat

kg = Kilogramm

kGy = Kilogray

LFP = Low Feather Pecker; Schwache  
Federpicker

LW = Lebenswoche

mg = Milligramm

Min. = Minuten

MJ = Megajoule

NFE = N-freie Extraktstoffe

nm = Nanometer

P = Phosphor

Tab. = Tabelle

TiO<sub>2</sub> = Titandioxid

TS = Trockensubstanz

UE = Umsetzbare Energie

vgl. = vergleiche

z.B. = zum Beispiel

## 1 Einleitung

Die Verhaltensweisen Federpicken, Federfressen und Kannibalismus bei Vögeln wurden bereits im Jahre 1873 von OETTEL (1873) beschrieben. Bis heute treten jene Verhaltensweisen in allen Haltungssystemen auf und es ergeben sich beachtliche Probleme im Hinblick auf die Tiergesundheit, den Tierschutz und die Wirtschaftlichkeit des Betriebes. Die Folgen für den Landwirt zeigen sich in hohen ökonomischen Verlusten durch den einerseits höheren Wärme- und Futterbedarf der gefiedergeschädigten Hennen und andererseits in einer höheren Mortalitätsrate durch das vermehrte Auftreten von Kannibalismus. Auch eine erhöhte Krankheitsanfälligkeit konnte beobachtet werden (TAUSON und SVENSSON, 1980). Federpicken ist ein multifaktorielles Problem, welches durch die Umwelt, genetische Faktoren oder Fütterungsfaktoren beeinflusst werden kann (BLOKHUIS, 1989).

Untersuchungen beschäftigten sich seither auch mit dem Angebot von Beschäftigungsmaterial, um das Explorationsverhalten von Legehennen auf diese Materialien zu richten (BLOKHUIS und VAN DER HAAR, 1992; HUBER-EICHER und WECHSLER, 1998; WECHSLER und HUBER-EICHER, 1998; EL-LETHEY et al., 2001). Teilweise konnte in diesen Untersuchungen reduziertes Federpicken registriert werden. Meist verlor jedoch das Beschäftigungsmaterial schon nach kurzer Zeit seine Anziehungskraft. Deshalb sollte im ersten Versuch der vorliegenden Untersuchung die explorative Aktivität der Tiere durch das separate Angebot von Futter und Calcium gezielt und nachhaltig auf einen „Pickblock“ - als Calciumquelle - gelenkt werden. Somit sollte verhindert werden, dass sich die Aktivität auf das Gefieder der Artgenossen richtet.

Untersuchungen in den letzten Jahren haben gezeigt, dass zwischen Federpicken und dem Fressen von Federn eine Verbindung besteht (McKEEGAN und SAVORY, 1999, 2001; HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI, 2005). HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI (2004, 2005) konnten beobachten, dass starke Federpicker vermehrt Federn fressen. Dies legt die Vermutung nahe, dass die Feder bei diesen Tieren als „Nahrung“ verstanden wird (HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI, 2005). Auch Hobelspäne (Cellulose) werden von Legehennen gefressen, obwohl hier – ebenso wie Federn - eine begrenzte Fähigkeit besteht, diese Substrate zu verdauen (TASAKI und KIBE, 1959).

Die Aufnahme von Federn bzw. Hobelspänen könnte einen physiologischen Hintergrund haben, welcher einen Bedarf initiiert. Deshalb konzentrierte sich der zweite Versuch auf den Einfluss der Fütterung von Federschrot und Cellulose auf das Federpickverhalten. Im dritten Versuch wurde dann der Einfluss der Aufnahme von Federn und Hobelspänen auf den Magen-Darmtrakt von zwei unterschiedlichen genetischen Linien getestet.

## 2 Literaturübersicht

Federpicken stellt ein Hauptproblem in der Legehennenhaltung dar (APPLEBY und HUGHES, 1991). Es wurde schon von OETTEL im Jahre 1873 beobachtet. FRIDERICH beschreibt im Jahre 1896 das Federpicken als „unleidliche Unart, welche in kleinen Höfen so stark betrieben wird, dass dem Hühnerhalter der ganze Bestand entleiden kann“. Auch das Fressen von Federn mit der Auswirkung, dass ganze Platten des Körpers kahl gerupft sind, wurde von ihm beobachtet. Als Ursache hierfür wird eine „Manie, welche in der Langeweile ausartet“, beschrieben. Die Intensität des Federpickens, ebenso wie der Beginn, ist äußerst variabel und schwer vorhersagbar (BESSEI, 1999). RIEDESTRA und GROOTHUIS (2002) konnten Federpickverhalten schon bei Eintagsküken feststellen, bei welchen andere Verhaltensweisen wie z.B. das Bodenpicken und das Sandbadeverhalten noch nicht ganz entwickelt sind bzw. kaum auftreten.

Federpicken wird ohne Aggression ausgeführt und wird als stereotypes Verhalten (VAN HIERDEN et al., 2002a) angesehen. Federpicken führt oft aber nicht zwingend (KEELING, 1995) zu anschließendem Kannibalismus (BESSEI, 1983). Es kann der Auslöser für Kannibalismus sein, da durch das Ausreißen von Federn blutige Stellen entstehen können (KEELING, 1995). CLOUTIER et al. (2002) stellten fest, dass das Blut, welches von Wunden durch Federpicken herrührt, Tiere animiert dieses aufzunehmen, und dass dieses Verhalten auch durch soziales Lernen weitergegeben wird. Jedoch sind die federpickenden und die kannibalistischen Hennen nicht dieselben.

Schon in den 60-er und 70-er Jahren des letzten Jahrhunderts betonten HOFFMEYER (1969), HUGHES und DUNCAN (1972) sowie WENNRICH (1974, 1975a), dass aggressives Picken nicht mit dem Auftreten von Federpicken und Kannibalismus in Verbindung steht. Dennoch besteht zwischen Gefiederschäden und dem Dominanzverhalten eine Beziehung. Tiere, welche in der Hackordnung weit oben stehen haben eine bessere Gefiederqualität und zeigen häufiger Federpickverhalten (HUGHES und DUNCAN, 1972; WENNRICH, 1975a; VESTERGAARD et al., 1993). Dies könnte an der Tatsache liegen, dass rangniedere sich ranghöheren Tieren nur mit Vorsicht nähern können und somit weniger Möglichkeiten haben Federpickverhalten zu zeigen. Die Beziehung zwischen Federpicken und Dominanz scheint deshalb nur eine untergeordnete zu sein.

Der Ablauf des Federpickens ist stets derselbe. Die pickende Henne nähert sich in einer nicht-aggressiven Haltung von hinten oder von der Seite, Kopf und Schwanz sind dabei leicht abgesenkt. Die Feder wird binokular anvisiert und mehr oder weniger stark bepickt. Hierbei werden leicht abstehende Federn bevorzugt. Es kommt häufig zum Ausreißen der Feder und anschließendem Auftreten von großen Kahlstellen (BESSEI, 1983; WENNRICH, 1975a). Dabei dulden die Tiere die Pickschläge und zeigen oftmals keine Ausweichreaktion, obwohl angenommen werden kann, dass der Verlust der Feder schmerzvoll ist (GENTLE und HUNTER, 1991). Auch wenn die Tiere eine Duckhaltung einnehmen, kommt es nicht zu einer Pickhemmung der aktiven Henne; im Gegenteil, es wird oft noch heftiger gepickt. Die starken Rupfbewegungen können sogar zum Mitzerren des bepickten Tieres führen (WENNRICH, 1975a). Teilweise wird ein gieriges Schlingen der Feder beobachtet. Jedoch treten auch bei nicht Verschlingen der Feder Schnabelbewegungen auf, welche auf eine Beförderung von Partikeln in den Rachenraum hindeuten (BESSEI, 1983).

Während des Federpickens ist es ferner möglich, dass sich rangniedere Tiere ranghöheren nähern und dabei nicht angegriffen werden. Der Hals-, Schwanz-, Flügel- und Rückenbereich wird bevorzugt bepickt. Das Picken nach der Kloakengegend beginnt oft erst mit Eintritt in die Legephase. Federpicken und Federziehen können jedoch auch gegen den eigenen Körper gerichtet sein. Auch das „Anlernen“ anderer Hühner, bestimmte Körperregionen zu bepicken, im Extremfall nur durch ein Tier des Bestandes, ist möglich (BESSEI, 1983). Staubpicken darf nicht mit dem eigentlichen Federpicken verwechselt werden, da die Tiere hier lediglich nach Staub oder Einstreumaterial im Gefieder picken, welche gerade sandbaden (BESSEI, 1983).

Federpicken wird nicht nur in Käfighaltungen beobachtet, sondern tritt auch in alternativen Haltungssystemen auf (APPLEBY und HUGHES, 1991). MORGENSTERN (1995) sowie ABRAHAMSSON und TAUSON (1995) konnten in alternativen Haltungssystemen sogar ein vermehrtes Auftreten verzeichnen. Im Hinblick auf die Tiergesundheit, den Tierschutz und die Wirtschaftlichkeit des Betriebes können sich beachtliche Probleme ergeben. Die Folgen zeigen sich in erhöhten Federverlusten, schlechter Futtermittelverwertung und hoher Mortalität (TAUSON und SVENSSON, 1980).

Starker Federverlust geht mit einer 10-30%-igen Erhöhung des Futtermittelsverbrauchs infolge des Wärmeverlustes einher (GLATZ, 1998). TAUSON und SVENSON (1980) sowie EMMANS und CHARLES (1977) konnten einen 27% höheren Futtermittelsverbrauch bei Tieren mit starkem Federverlust feststellen.

Federpicken wird von vielen Faktoren beeinflusst, welche sich in innere, wie z.B. die Genetik, und äußere Faktoren, wie z.B. Fütterungsregime und Haltung, einteilen lassen. Auch die Kombination verschiedener innerer und äußerer Faktoren können zum Federpicken führen (VAN KRIMPEN et al., 2005). Eine Übersicht gibt Abbildung 1.

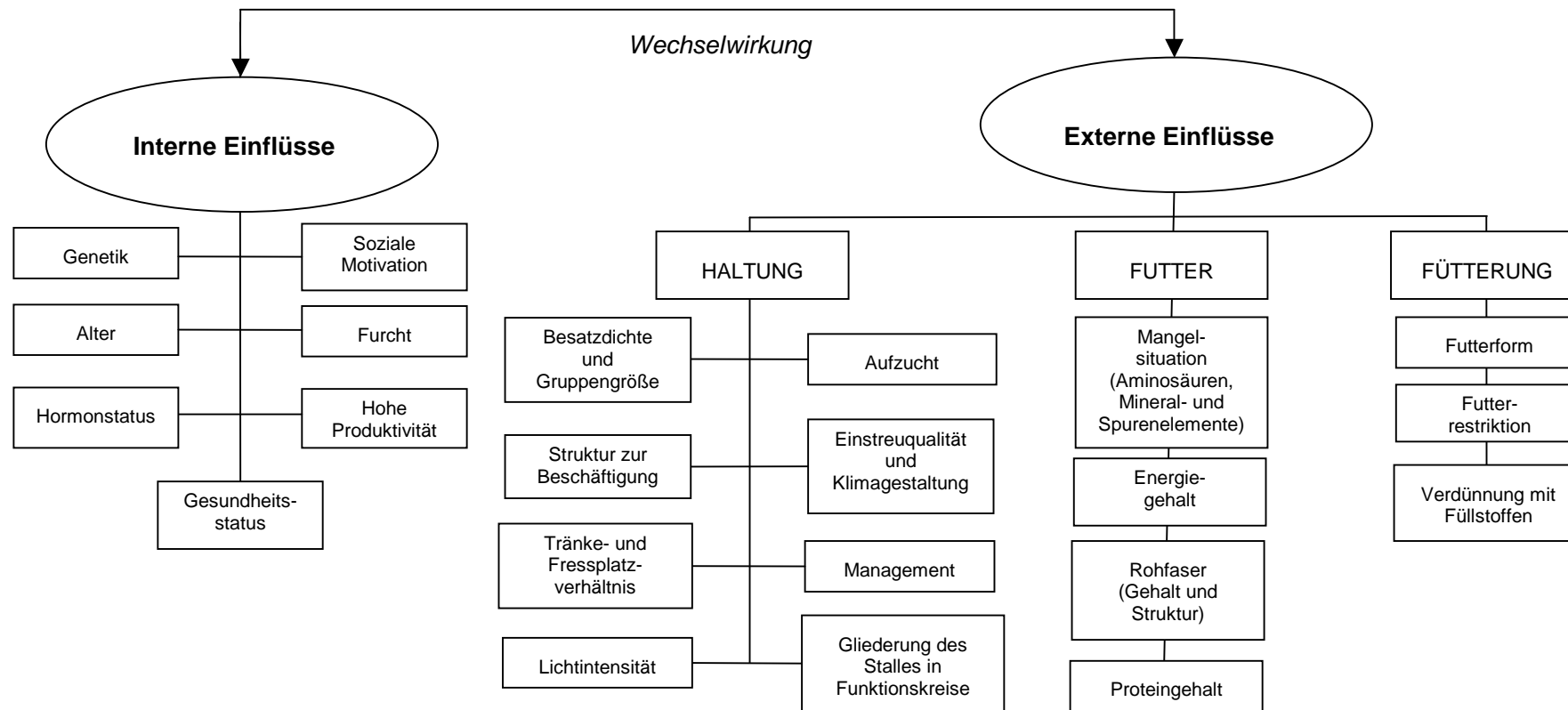


Abb. 1: Interne und externe Einflüsse auf das Federpickverhalten. Verändert nach VAN KRIMPEN et al. (2005).

Als Ursache des Federpickens wurden verschiedene Motivationsmodelle entwickelt. Es wird oft als fehlgeleitetes Picken in Verbindung mit dem Futterpicken (WENNRICH, 1974, 1975a), dem Einstreupicken (BLOKHUIS und ARKES, 1984; BLOKHUIS 1986) oder dem Picken während des Sandbadens (VESTERGAARD und LISBORG, 1993; VESTERGAARD et al., 1993) interpretiert. WENNRICH (1974, 1975a) ordnete das Federpicken, wie auch das Federrupfen und -fressen dem Funktionsbereich der Nahrungssuche und -aufnahme zu, wobei innere und äußere Faktoren sowohl das Futterpicken, als auch das Federpicken beeinflussen. Auch das „Anstecken“ des Federpickverhaltens beobachtete WENNRICH (1974, 1975a). BLOKHUIS (1986) und BLOKHUIS und ARKES (1984) unterstellen einen gemeinsamen Regulationsmechanismus des Bodenpickens und des Federpickens. Sie konnten in ihren Untersuchungen zeigen, dass die Motivation von Federpicken mit jener des Bodenpickens einherging. Hierzu verglichen sie Gruppen, welche mit und ohne Einstreu gehalten wurden. Es konnte festgestellt werden, dass vermehrtes Bodenpicken mit einer geringen Häufigkeit des Bepickens von Artgenossen einherging, wie auch umgekehrt. Vermehrtes Federpicken konnte hierbei in den Gruppen ohne Einstreu festgestellt werden.

Die Autoren folgerten, dass eine relativ geringe Häufigkeit des Bodenpickens auf einen relativ geringen Anziehungswert desselben verweist und somit das Risiko erhöht, dass Federn einen höheren Anziehungswert beinhalten. Dies könnte synergistisch mit einem gewissen inneren Status, welcher das Federpicken auslöst, einhergehen.

VESTERGAARD et al. (1993) und VESTERGAARD und LISBORG (1993) weisen darauf hin, dass das Bepicken von Artgenossen ein Element des Sandbadeverhaltens ist. Das Fehlen von Sand könnte die Tiere dazu veranlassen am Boden liegende Federn als Substratersatz für das Sandbaden zu verwenden. Der Zugang zu Substraten, welche eine höhere Anziehungskraft als Federn besitzen, verhindert demnach die Entwicklung des Federpickens (VESTERGAARD und LISBORG, 1993).

Die Hypothese des fehlgeleiteten Pickens während des Sandbadens wird dadurch gestützt, dass der diurnale Rhythmus des Federpickens mit jenem des Sandbadens Übereinstimmungen zeigt (SAVORY, 1995). Das Sandbadeverhalten nimmt seinen Höhepunkt am Mittag ein (VESTERGAARD, 1982).



Intensives Boden- und Federpicken wird häufig während des Sandbadens beobachtet. Hohe Lichtintensitäten führen zu vermehrtem Sandbadeverhalten, erhöhen aber auch das Federpicken. Ein Problem dieser Theorie ist jedoch, dass das Sandbaden relativ selten auftritt, während das Federpicken häufig in Abwesenheit des Sandbadens beobachtet werden kann (SAVORY, 1995).

Nach BAUM (1994) wird angenommen, dass Hühner eine gewisse Pickaktivität pro Tag absolvieren müssen. Kann diese nicht befriedigt werden, muss die „überschüssige“ Pickaktivität an anderer Stelle kompensiert werden.

Die Autorin bedient sich hierbei dem „erweiterten Handlungsbereitschaftsmodell“ nach BUCHHOLTZ (1982). Das Handlungsbereitschaftssystem, auch Motivationssystem genannt, ist die zentralnervöse Schnittstelle endogener und exogener Einflussfaktoren in der Verhaltensregulation. Es erklärt funktionale Zusammenhänge zwischen Sensorik und Motorik im Gesamtorganismus und berücksichtigt die Speicherung von Informationen im Kurz- und Langzeitgedächtnis sowie die Bewertung auf zentralnervöser Ebene. Der Organismus wird als ein offenes System angesehen, auf welchen spezifische und unspezifische Reize einwirken. Spezifische Reize können dabei verschiedene Auslösemechanismen beeinflussen, welche anschließend durch motorische Koordinationszentren ausgeführt werden. Auch endogene Faktoren, z.B. der Sättigungsgrad oder Hormone werden bei dem Modell berücksichtigt. Das Kurzzeitgedächtnis spielt eine wichtige Rolle, das es in enger Verbindung mit der Handlungsbereitschaft oder Motivation steht (BUCHHOLZ, 1982).

Im Bereich des Nahrungsaufnahmeverhaltens, welches nach BAUM (1994) mit dem Federpicken in Verbindung steht, wird der Nahrungserwerb als angeborener Auslösemechanismus bezeichnet. Im Verlauf der frühen Ontogenese werden jedoch zusätzliche Merkmale des Futters erlernt. Anhand dieses Modells kommt es bei restriktiver Haltung z.B. auf Drahtboden mit Pellettfütterung zu einem Ungleichgewicht von ausgeführten Picksequenzen und dem Sättigungsgrad. Zusätzlich können einzelne Verhaltenselemente wie z.B. Scharren, Rupfen oder Kopfschütteln nicht adäquat durchgeführt werden.

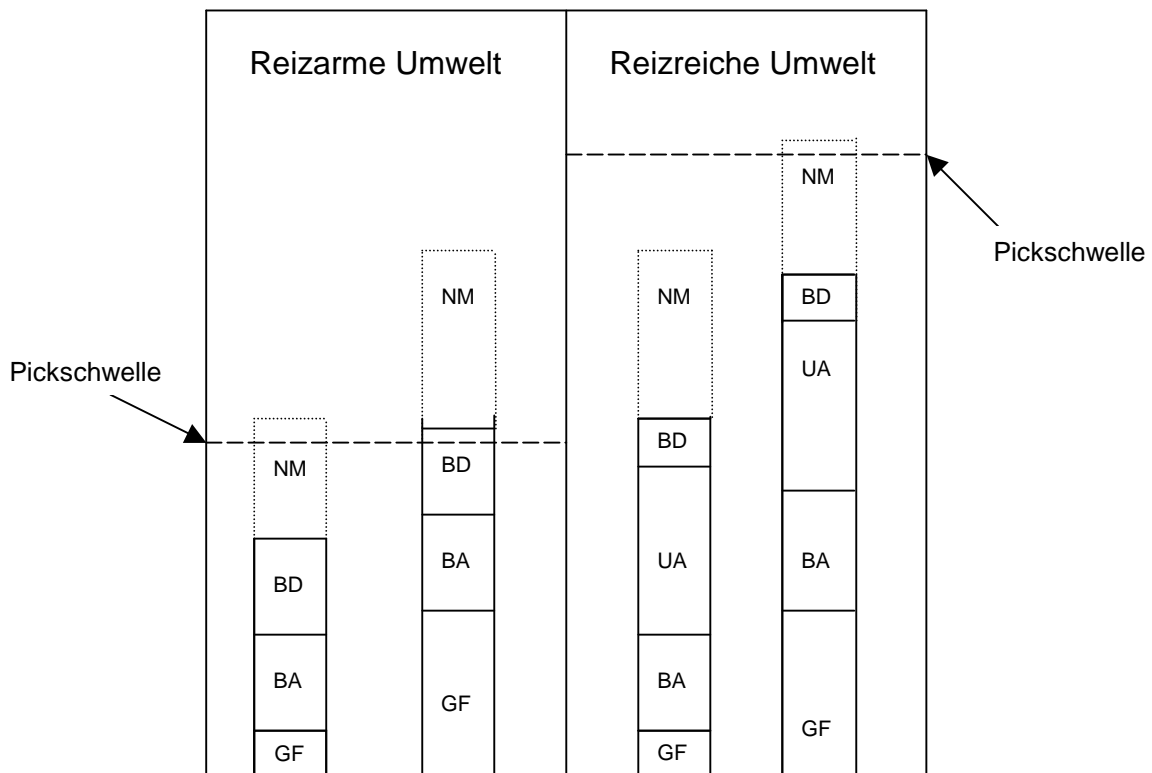
Aufgrund der Differenz von Sättigungswert und der Anzahl durchgeführter Pickschläge wird der erlernte Auslösemechanismus gehemmt.

Dadurch steigt der Schwellenwert von Nahrungsobjekten, welcher mit einem hohen Sättigungswert korreliert ist, und es werden nun solche Objekte bepickt, welche normalerweise nicht als Nahrung beachtet werden. Zu Beginn werden neben der Feder auch andere Objekte bepickt. Im weiteren Verlauf wird jedoch die Feder bevorzugt. Ihr Schwellenwert ist niedriger als z.B. jener des Drahtbodens, da sie mehr spezifische Reize zur Auslösung des Futterpickens beinhaltet (BAUM, 1994). An der Feder kann die gesamte Picksequenz mit „Rupfen“ und „Schlucken“ durchgeführt werden (HOGAN, 1984). Trotz der Verrechnung von vermehrten Picksequenzen bleibt jedoch die Befindlichkeit negativ, da hierzu ein völlig inadäquates Verhalten erforderlich war (BAUM, 1994).

Durch häufige Wiederholung des Ablaufes nimmt die Feder einen niedrigen Schwellenwert innerhalb des Nahrungserwerbs ein, da der ursprüngliche unspezifische Reiz sich zum spezifischen gewandelt hat. Im Endeffekt werden der Feder ein Schwellenwert und ein Auslösemechanismus vergleichbar mit dem eines Nahrungsobjektes zugeordnet.

RIEDSTRA und GROOTHUIS (2002) unterstellen eine soziale Komponente des Federpickens in Form von sozialer Exploration. Die Autoren beobachteten, dass das Federpicken in einem frühen Lebensstadium ein Teil des normalen sozialen Verhaltens ist und folgerten, dass das starke Federpicken eine intensiviertere Form des schwachen Federpickens sein könnte. HOFFMEYER (1969) sah die Motivation des Federpickens im ethologischen Zusammenhang als die Expression eines „Pickdranges“, welcher auf die Federn gerichtet wird, falls sonst nichts Geeignetes vorliegt. CUTHBERTSON (1978) lehnte jedoch diese Hypothese ab, da sie herausfand, dass das Picken weitgehend von der Umgebung beeinflusst wird und eine reizreiche Umgebung zu mehr Pickverhalten führt, als eine reizarme. Auch das Modell von HUGHES (1982) verfolgt diesen Ansatz. Abbildung 2 verdeutlicht die additive Natur der Faktoren, welche zur Auslösung des Pickverhaltens führen. Aufbauend auf der genetischen Disposition, welche eine unterschiedlich große Rolle bei der Auslösung des Pickverhaltens spielt, wird angenommen, dass eine Basalaktivität des Pickverhaltens unter allen Haltungsbedingungen auftritt. In Abbildung 2 werden unterschiedlich genetische Tendenzen des Pickens berücksichtigt.

In einer reizarmen Umgebung wird das Pickverhalten vor allem auf die Feder gerichtet sein, während es in einer reizreichen Umgebung auf den Boden, die Einstreu und andere Objekte gerichtet wird. Die reizreiche Umgebung hat demnach einen stimulierenden Effekt auf das Pickverhalten im Allgemeinen und trägt somit zum Auslösen vermehrten Pickverhaltens bei (HUGHES, 1982).



GF= Genetischer Faktor  
 BA= Basalaktivität  
 BD= Besatzdichte  
 NM= Nährstoffmangel  
 UA= Umweltbedingte Aktivität

Abb. 2: Einflussfaktoren auf das Federpickverhalten. Die linke Säule der reizarmen sowie der reizreichen Umwelt ist jeweils mit einer geringen genetischen Disposition des Pickens ausgestattet, während die rechte Säule von einer höheren genetischen Tendenz des Pickens ausgeht (nach HUGHES, 1982).

Das Pickverhalten wurde von verschiedenen Autoren in mehrere Verhaltenskategorien eingeteilt, wie z.B. „allopecking“ d.h. Picken nach Artgenossen und gegenseitiges Putzen (VERSTERGAARD et al., 1993), Picken, Ziehen, Knicken und Zupfen (WECHSLER et al., 1998) oder gegenseitiges Putzen, leichtes Picken, aggressives Picken, Federziehen und Zehenpicken (LEONARD et al., 1995). KEELING (1995) teilte das Federpicken in zwei Kategorien ein - schwaches und starkes Federpicken. Diese Einteilung haben andere Autoren übernommen (BILCIK und KEELING, 1999; KJAER und VESTERGAARD, 1999; Van HIERDEN et al., 2002b).

SAVORY (1995) teilte das Federpicken in fünf verschiedene Kategorien ein und beschrieb diese wie folgt:

1. Aggressives Picken
2. Federpicken ohne Federverlust
3. Federpicken mit Verlust der Feder
4. Gewebepicken an nackten Stellen
5. Kloakenpicken

Aggressives Picken ist von dominanten auf untergeordnete Tiere gerichtet. Es dient zur Stabilisierung der „Hackordnung“, der sozialen Dominanz. Es kann durch soziale Unruhe ausgelöst werden. Normalerweise wird das Picken auf den Kopf gerichtet, jedoch manchmal auch auf andere Körperregionen. Das Picken wird mit viel Kraft durchgeführt. Abwehrlaute und Flucht des bepickten Tieres kommen vor. Ebenso können Gewebeschäden auftreten. Untergeordnete Tiere weisen meist Kammverletzungen auf. In besonders extremer Form wird dieses Verhalten bei jungen Hähnen beobachtet, aber auch bei jungen und erwachsenen Hennen. Manchmal ist dieses Verhalten lang anhaltend und führt zu starken Verletzungen oder sogar zum Tod des Tieres, wenn es nicht flüchten kann.

Das Federpicken ohne Federverlust führt zu keinem, oder nur geringem Schaden. Manchmal wird das Picken eher auf Einstreupartikel oder auf Futter, welches sich auf dem Gefieder befindet als auf die Federn gerichtet. In seiner mildesten Form handelt es sich um sachte Pickschläge gegen die Spitzen und Enden der Federn. Normalerweise wird es von dem bepickten Tier ignoriert.

Federpicken mit Verlust der Feder wird mit sehr viel mehr Kraft durchgeführt. Die Feder wird erfasst und es wird an ihr gezogen. Abwehrlaute der passiven Henne und Flucht sind oft die Folge. Manchmal wird die Feder gefressen. Diese Art des Federpickens führt zu Gefiederschäden und zu Federverlust.

Gewebepicken an nackten Stellen kann eine Entwicklung aus den vorangegangenen Verhaltensweisen sein. Starkes Picken wird hierbei oft beharrlich auf kahle Stellen gerichtet. Dies kann zu schweren Blutungen führen, welches zu weiterem Bepicken führt und ebenfalls weitere Tiere anlockt. Das bepickte Tier versucht zu flüchten, aber der Picker folgt ihm, bis es aufgibt. Die Schäden sind meist stark und können zum Tode führen, oder das Tier muss infolge der Art der Verletzung getötet werden.

Kloakenpicken ist ein eigenständiges Verhalten, obwohl es einige Gemeinsamkeiten mit den anderen Verhaltensweisen teilt. Normalerweise beginnt es mit dem Eintritt der Tiere in die Legeperiode, was an der hormonellen Umstellung liegen kann. Oft tritt es in Bodenhaltungssystemen auf, in welchen die Tiere keine geschützten Bereiche zur Eiablage aufsuchen können. Das Herausstülpen des Eileiters während der Eiablage könnte das Picken nach der Kloakenregion stimulieren. Es beginnt möglicherweise als untersuchendes Picken, kann dann aber eskalieren, so dass das bepickte Tier an Blutverlust stirbt. Diese Form des Pickens kann dazu führen, dass ganze Verdauungsorgane herausgezogen und anschließend gefressen werden.

Federpicken ohne und mit Verlust der Feder sowie Gewebepicken können ineinander übergehen.

McKEEGAN und SAVORY (1999, 2001) verweisen auf eine mögliche Verbindung von Federpicken und Federfressen. Das Federfressen könnte ein „Vorläufer“ des späteren Federpickens sein. Die Autoren konnten in ihrer Untersuchung zeigen, dass Abteile, welche vor der Legereife den höchsten Anteil von Federfressen und Federpicken aufwiesen, ebenfalls nach Beginn der Legephase durch einen Ausbruch an Federpicken und Kannibalismus gekennzeichnet waren. Sie folgerten daraus, dass die Anwesenheit von losen Federn am Boden in einem frühen Lebensstadium einige Hennen zum Federfressen geführt haben könnte. Wenn geeignete Federn am Boden fehlen, könnte die Aufmerksamkeit auf Federn von Artgenossen gerichtet werden. Des Weiteren konnte festgestellt werden (McKEEGAN und SAVORY, 1999), dass kurze Federn (<10cm) bevorzugt gefressen wurden. Erst als diese seltener

vorhanden waren, wurden auch lange Federn (>10cm), jedoch stückchenweise gefressen.

Auch HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI (2005) konnten eine positive Beziehung zwischen dem Federpicken und dem Federfressen feststellen. Es zeigte sich, dass starke Federpicker, d.h. Tiere welche durch das Picken auf ein Federbündel auf hohe Federpickaktivität selektiert wurden (BESSEI, 1999), vermehrt lose Federn fressen (HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI, 2004, 2005). Die hohe Anzahl an gefressenen Federn der starken Federpicker legt die Vermutung nahe, dass jene die Feder als „Nahrung“ verstehen (HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI, 2005).

Des Weiteren sind starke Federpicker gegenüber schwachen Federpickern auch bereit, einen höheren „maximalen Preis“ für Federn zu zahlen (HARLANDER-MATAUSCHEK et al., 2006a). Hierbei wurde mit Hilfe der operanten Konditionierung in einer Skinnerbox gearbeitet. Der Bedarf eines Objektes wurde durch die Anzahl der Pickschläge, welche die Tiere gegen eine Pickscheibe richteten, ermittelt. Die Tiere wurden für ihre „Arbeit“ mit Futter bzw. mit Federn, die durch eine automatische Vorrichtung erreichbar wurden, belohnt. Als Merkmal wurden wie bei DAWKINS (1983) die Anzahl der maximalen Pickschläge, welche die einzelnen Tiere bereit waren für Futter zu „arbeiten“, herangezogen. Daraufhin wurden auch die maximalen Pickschläge für Federn ermittelt. Hinsichtlich des maximalen Preises für Futter konnten keine Unterschiede zwischen den starken und den schwachen Federpickern festgestellt werden. Für Federn waren die starken gegenüber den schwachen Federpickern jedoch bereit, mehr Pickschläge gegen die Pickscheibe zu richten.

Schwache Federpicker picken nach RODENBURG und KOENE (2003) häufiger als starke Federpicker in der Einstreu. Das häufigere Picken der schwachen Federpicker in der Einstreu konnte in der Untersuchung von VAN HIERDEN et al. (2002b) bestätigt werden. Die Autoren weisen darauf hin, dass dies ein Hinweis auf die unterschiedliche Präferenz von starken und schwachen Federpickern sein könnte. Starke Federpicker orientierten sich demnach eher an ihren Artgenossen bzw. auf deren Federn, während schwache Federpicker eher auf ihre Umwelt gerichtet wären. Wenn allerdings kein geeignetes Substrat zum Picken vorhanden wäre, würde sich in beiden Linien Federpicken entwickeln.

Ausgehend von der Hypothese des fehlgeleiteten Explorationsverhaltens wurden Hennen diverse Materialien unterschiedlicher Struktur zur Beschäftigung angeboten. In Untersuchungen von BLOKHUIS und VAN DER HAAR (1992) sowie von HUBER-EICHER und WECHSLER (1998) wurde durch Einstreumaterialien während der Aufzucht das Federpicken nach Legebeginn reduziert. Andere Untersuchungen konnten reduziertes Federpicken durch Beschäftigung mit Einstreumaterialien nur zum Teil feststellen (HUBER- EICHER und WECHSLER, 1998; WECHSLER und HUBER- EICHER, 1998).

EL-LETHEY et al. (2001) sowie HUBER-EICHER und WECHSLER (1998) konnten eine signifikante Zunahme des Bodenpickens nach der Fütterung in Haltungen mit und ohne Einstreu feststellen. In Haltungen ohne Einstreu war verstärktes Federpicken nach der Fütterung zu beobachten, während in Haltungen mit Einstreu kein verstärktes Bepicken von Artgenossen festgestellt werden konnte (BLOKHUIS, 1986). Andere Studien zeigten, dass Legehennen, welche eine hohe Aktivität in Bezug auf Federpicken zeigten, auch eine höhere Pickaktivität gegenüber anderen unbelebten Objekten (Exploration) aufwiesen (BILCIK und KEELING, 2000; CHANNING et al., 1999; HANSEN und BRAASTAD, 1994; RODENBURG et al., 2003). Die Autoren schlossen daraus, dass die zum Federpicken neigenden Hennen eine höhere Motivation zum Picken im Allgemeinen zeigten.

Nach NICOL et al. (2001) zeigten Tiere, welchen Späne zur Verfügung standen, mehr Bodenpicken und weniger Federpicken als ausgewachsene Legehennen, die nie Kontakt zu Spänen hatten. Dies weist ebenfalls auf eine Substitution von Einstreupicken durch Federpicken hin.

Vermehrtes Explorationsverhalten tritt auch in Mangelsituationen auf. HUGHES und WOOD-GUSH (1973) zeigten, dass Nährstoffmängel die allgemeine Aktivität, insbesondere das Explorationsverhalten von Legehennen erhöhen. Calcium deprivierte Gruppen zeigten einen spontanen Anstieg der Aktivität, welche die Lokomotion und das Pickverhalten umfasste. Allerdings kann der Umkehrschluss, dass bei vollständiger Deckung des Nährstoffbedarfes keine Aktivität bezüglich des Pickverhaltens auftritt, nicht geschlossen werden. Offensichtlich besitzen Federn einen hohen Anziehungswert während anderes Beschäftigungsmaterial diesen häufig schon nach kurzer Zeit verliert.

Die Entwicklung und das Auftreten des Federpickens werden von mehreren Autoren mit anderen Verhaltensmerkmalen, wie z.B. erhöhter Angst in Verbindung gebracht (HUGHES und DUNCAN, 1972; VESTERGAARD et al., 1993; JOHNSEN et al., 1998; BESSEI, 1986). VESTERGAARD et al. (1993) sowie JOHNSEN et al. (1998) konnten diese Verbindung mithilfe der tonischen Immobilität nachweisen. HUGHES und DUNCAN (1972) überprüften Tiere mittels „Bleistifttest“, wobei das Zurückweichen der Tiere bei Kontakt mit einem Bleistift festgehalten wurde. Auch hier konnte eine hohe positive Korrelation zwischen Federpicken und Angst verzeichnet werden.

JONES et al. (1995), welche die Dauer der tonischen Immobilität von starken und schwachen Federpickern ermittelten, konnten dieses Ergebnis jedoch nicht bestätigen. Die starken bzw. schwachen Federpicker wurden bei dieser Untersuchung durch Beobachtungen auf hohe bzw. niedrige Federpickaktivität selektiert. Einige Untersuchungen weisen auf die Möglichkeit hin, dass die erhöhte Angst eher ein Ergebnis des Federpickens sein könnte als umgekehrt (LEE und CRAIG, 1991; HANSEN und BRAADSTAD, 1994; JONES und HOCKING, 1999).

AERNI et al. (2000) und BLOKHUIS (1986) weisen auf eine Verbindung des Federpickens und des Putzverhaltens hin. Das Putzverhalten scheint von denselben Umweltfaktoren wie das Federpicken beeinflusst zu werden.

AERNI et al. (2000) konnten signifikant mehr Putzverhalten in Abteilen ohne Stroh als mit Stroh beobachten. SAVORY und MANN (1997a) beobachteten in mehreren Linien einen Anstieg des Federpickens und gleichzeitig einen Anstieg des Putzverhaltens. Sie unterstellten, dass ein Element des Federpickens das „allopreening“, d.h. das gegenseitige Putzen sein könnte, und dass die erhöhte Aufmerksamkeit gegenüber dem eigenen Gefieder auch die Aufmerksamkeit auf fremdes Gefieder bedeuten könnte. RODEN und WECHSLER (1998) konnten beobachten, dass Hühner beim Putzen des Gefieders auch das Gefieder von Nachbartieren bepickten und hierbei offensichtlich keinen Unterschied zwischen ihrem eigenen und fremden Gefieder machten.

VAN HIERDEN et al. (2002b) konnten bei starken Federpickern, welche durch Beobachtung auf hohe Federpickaktivität selektiert wurden, am 14., 28. und 41. Lebenstag gegenüber schwachen Federpickern signifikant mehr Putzverhalten feststellen. Bei Betrachtung von Einzeltieren konnte festgestellt werden, dass sich bei starken Federpickern das Putzverhalten umgekehrt proportional zum Auftreten



vom schwachen Federpicken verhält. Die Autoren stellten die Hypothese auf, dass starke Federpicker ihre „Pickschläge“ gegen Artgenossen richten, wenn sie weniger Zeit mit explorativem Picken und Putzen verbringen würden.

ZIMMERMANN et al. (2006) konnten bei Legehennen in Abteilen mit hoher Besatzdichte einen Anstieg des Federpickens mit zunehmendem Alter beobachten. In diesen Abteilen konnte auch vermehrtes Putzverhalten festgestellt werden. Da das Putzverhalten auch zur Ordnung des Gefieders dient, könnte das vermehrte Putzverhalten bei erhöhtem Federpickverhalten ebenfalls dazu gedient haben.

Einen anderen Ansatz bildet die Hypothese, dass Federpicken bei Legehennen mit Stress im Zusammenhang stehen könnte. Corticosteron spielt als eines der „Stresshormone“ eine multifunktionale Rolle, unter anderem bei der Regulation der Verhaltensweisen, dem Wohlbefinden und den aktiven und passiven Bewältigungsstrategien (SAVORY und MANN, 1997b; HALLER et al., 2000).

KORTE et al. (1997) konnten feststellen, dass starke und schwache Federpicker unterschiedliche Bewältigungsstrategien bezüglich „Stress“ zeigen. Die Autoren verglichen die Corticosteron-Spiegel ausgewachsener starker und schwacher Federpicklinien und verweisen auf eine unterschiedliche Reaktion der beiden Linien bei Bedrohung. Starke Federpicker zeigen eine „aktive“ Reaktion was „Fight and Flight“ bedeutet. Schwache Federpicker reagieren mit einer „passiven“ Reaktion, d.h. sie ziehen sich zurück („passive Coper“). Die aktive Bewältigung („aktive Coper“) ist durch eine hohe neurosympathische Aktivität und geringe Corticosteron Level gekennzeichnet. Die „passiven Coper“ zeichneten sich hingegen durch hohe Corticosteron Werte und einer hohen parasymphathischen Aktivität aus. Sie sind mehr von externen Stimuli abhängig als die „aktiven Coper“, was sie jedoch flexibler macht. Starke Federpicker haben dementsprechend mehr Probleme, mit ihren Kumpanen zu interagieren, sowie auch auf die Umwelt zu reagieren. VAN HIERDEN et al. (2000) konnte jedoch keine positive Korrelation des Federpickens mit erhöhtem Corticosteron-Level feststellen, jedoch eine positive Korrelation zum Auftreten von Bodenpicken.

Die Autoren folgerten, dass Corticosteron über den Effekt auf das Bodenpicken eine indirekte Rolle auf die Entwicklung und das Auftreten des Federpickens spielen könnte. Schwache Federpicker als „passive Coper“ zeigten in dieser Untersuchung signifikant mehr Bodenpicken als starke Federpicker.

Auch EL-LETHEY et al. (2001) untersuchten den Zusammenhang zwischen Corticosteron und Federpicken. Hier hatte Corticosteron, welches durch das Futter verabreicht wurde, einen signifikanten Anstieg des Federpickens zur Folge. Allerdings konnte dieses Ergebnis nur bei Legehennen, welche auf Stroh gehalten wurden, nachgewiesen werden. Tiere, welche auf Plastikgitter gehalten wurden, entwickelten vermehrtes Federpicken, jedoch führte die Gabe von Corticosteron zu keinem weiteren signifikanten Anstieg des Federpickverhaltens. Die Autoren folgerten, dass der Anstieg von Corticosteron zu vermehrtem Federpickverhalten führen kann, jedoch auch die Abwesenheit von Beschäftigungsmaterial.

Die Frage nach einer diätetischen Wirkung von Federn wurde ebenfalls diskutiert. Die Rolle der Feder als Nahrungsbestandteil ist weitgehend unklar. Die Feder besteht zu 83,3% aus Protein, zu 6,6% aus Lipiden, zu 9,0% aus Wasser und zu 0,6% aus Asche (KIM et al., 1998). Hohe Temperaturen und Druck über einen längeren Zeitraum führen zu einer Veränderung der Keratinstruktur in eine verdaulichere Form (KIM et al., 1998).

Frühere Untersuchungen schrieben der Federn wegen des gering verdaulichen Keratins keinen nutritiven Wert zu (McCASLAND und RICHARDSON, 1966; McKEEGAN und SAVORY, 1999).

Die in vitro Pepsinverdaulichkeit von unbehandeltem Federmehl liegt nach Untersuchungen von McCASLAND und RICHARDSON (1966) bei 21,5%. Dagegen zeigt die in vivo Verdaulichkeit von unbehandeltem Federmehl einen weitaus geringeren Wert (7,7%). Ratten, welche mit unbehandeltem Federmehl als ausschließliche Proteinquelle gefüttert wurden, verloren an Gewicht und dies führte letztendlich zum Tod der Tiere (McCASLAND und RICHARDSON, 1966). Demnach kann die Aufnahme der Feder nicht bzw. nicht wesentlich zur Proteinversorgung beitragen. Dennoch werden Federn, sowie auch Einstreu als weitgehend unverdauliches Material von den Tieren aufgenommen. Die Aufnahme von Substraten, welche nicht der Ernährung dienen, z.B. Asche, Sand, Steine, Papier etc. nennt man „Pikazismus“.

Die Untersuchungen über dieses „Pica-Verhalten“ konzentrierten sich jedoch meist auf die Aufnahme von Materialien mit schädlichen Konsequenzen (STEWART, 1994; SAMSON, 1996; HUTSON, 1978). McKEEGAN und SAVORY (1999) halten es für möglich, dass die Wahrscheinlichkeit des „Pica“-Verhaltens bei Spezies, bei welchen

Grit die Verdauung fördert, erhöht sein könnte. Die Funktion der Aufnahme von Federn könnte auch in der Beeinflussung des Darmtraktes durch ihre Struktur liegen (HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI, 2005). Nach HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI (2006b) haben Federn eine ähnliche Wirkung auf die Verdauung wie unlösliche Rohfaser, was sich in einer schnelleren Darmpassagezeit äußert. HETLAND und SVIHUS (2001) verweisen auf eine ansteigende Mahlaktivität des Magens durch die physikalische Struktur der Federn. Es ist bekannt, dass die peristaltischen Bewegungen des gesamten Darmes von der Magenaktivität beeinflusst wird (DUKE, 1986), und diese folglich den Verdauungsfluss erhöhen kann (SVIHUS et al., 2002). Eine Erhöhung der Passagerate im Dünndarm kann die Proliferation von schädigenden Mikroorganismen (z.B. Clostridium perfringens) einschränken und somit einen positiven Effekt auf die Tiergesundheit bewirken.

Rohfaserreiche Rationen erhöhen das Volumen und die Motilität des Magen-Darmtraktes (HETLAND et al., 2004). Auch HETLAND und SVIHUS (2001), SMITS und ANNISON (1996) sowie LANGHOUT (1998) gehen davon aus, dass unlösliche Rohfaser zu einer schnelleren Darmpassage führen. Die Autoren vermuteten, dass aufgrund einer ansteigenden Nahrungsmenge im Verdauungstrakt die Darmpassagerate beschleunigt wird. KROGDAHL (1986) sowie HETLAND und SVIHUS (2001) folgerten, dass die ansteigende Nahrungsmenge einerseits durch eine größere Kapazität des Verdauungssystems bewältigt werden könnte, oder durch eine schnellere Passage durch den Verdauungstrakt.

Die schnellere Passagezeit müsste zu einer verkürzten Zeit für den Aufschluss und die Absorption der Nährstoffe und erwartungsgemäß zu einer begrenzten Nährstoffausnutzung führen (KROGDAHL, 1986). In der Untersuchung von HILL und DANSKY (1954) konnte jedoch gezeigt werden, dass Hühner mehr Futter aufnehmen, wenn das Futter einen geringeren Energiegehalt, z.B. durch Verdünnung mit Rohfaser, aufweist.

Der Rohfasergehalt beeinflusst auch die Gewichtsanteile des Verdauungstraktes. HVIDSTEN und ESKELAND (1983) haben gezeigt, dass eine rohfaserreiche Fütterung von acht Wochen alten Küken den gesamten Verdauungskanal gegenüber Küken mit normaler Fütterung im Durchschnitt um etwa 8 g schwerer werden lässt. Dabei konnte jedoch nicht in allen Teilen eine Zunahme verzeichnet werden. Der Kropf, Drüsenmagen und Dünndarm wurde bei Tieren mit rohfaserreicher Fütterung im Vergleich zu Tieren mit normalem Futter schwerer. Der größte Unterschied zeigte

sich hierbei im Dünndarm (rohfaserreich: 30 g $\pm$ 1,5 g; normal: 24 g $\pm$ 0,5 g). Der Dickdarm wurde bei rohfaserreicher Fütterung sogar um 0,8 g leichter. Der Muskelmagen und der Blinddarm waren in beiden Gruppen gleich schwer. SCOTT et al. (1954) konnten bei rohfaserreicher Fütterung von Fasanen einen schwereren Muskelmagen beobachten.

Bezüglich des Federpickens spielt der Rohfasergehalt des Futters eine wichtige Rolle. So führt ein erhöhter Rohfasergehalt des Futters zu einer Verbesserung der Befiederung von Legehennen (WAHLSTRÖM et al., 1998). Auch BEARSE et al. (1940) und SCOTT et al. (1954) zeigten, dass sich Futterrationen mit einem hohen Rohfasergehalt positiv auf die Gefiederkondition auswirkten.

Ein erhöhter Proteingehalt des Futters hat einen signifikant positiven Effekt auf die Gefiederqualität und vermindert Federpicken und Kannibalismus. Dagegen erhöht ein niedriger Proteingehalt die Gefahr des Federpickens und des Kannibalismus, was an einer unausgewogenen Aminosäurezusammensetzung liegen könnte (AMBROSEN und PETERSON, 1997). Einige Studien berichteten über einen erhöhten Gefiederschaden durch Federpicken aufgrund des Ersatzes von hauptsächlich tierischem durch pflanzliches Eiweiß. McKEEGAN et al. (2001) beobachteten häufiger starkes Federpicken in Gruppen, welche ausschließlich mit pflanzlichem Eiweiß gefüttert wurden als bei Gruppen, welche mit tierischem Eiweiß gefüttert wurden. Signifikant mehr Federpickverhalten trat jedoch nur in der 13.-16. LW auf. Auch RICHTER und HARTUNG (2003) stellten in der Tendenz eine höhere Mortalität aufgrund von Kannibalismus bei Gruppen, welche nur mit pflanzlichem Eiweiß versorgt wurden, fest. SAVORY (1998) und SAVORY et al. (1999) konnten jedoch hinsichtlich der Fütterung von ausschließlich pflanzlichem, tierischem oder gereinigtem Eiweiß, bei optimalem Aminosäureverhältnis, keinen Unterschied an Gefiederschäden feststellen.

Auch HADORN et al. (1998) und HADORN et al. (1999) stellten hinsichtlich der Leistung und der Mortalität bei verschiedenen Eiweißquellen keinen Unterschied fest.

Auch die Futterstruktur scheint eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit dem Auftreten von Federpicken zu spielen. So neigen Tiere, welche mit Pellets gefüttert werden, vermehrt zum Federpicken (LINDBERG und NICOL, 1994; NORGAARD-NIELSEN, 1986; NORGAARD-NILSEN, 1989; SAVORY und HETHERINGTON, 1997; SAVORY et al., 1999). Die kürzere Fressdauer, welche bei mit Pellet

gefütterten Tieren auftritt, führt zu einem Zeitüberschuss, den die Tiere unter anderem mit Federpicken verbringen können (HUGHES, 1982; LINDBERG und NICOL, 1994; SAVORY et al., 1999; EL-LETHEY et al., 2000). Dies unterstützt ebenfalls die Hypothese, dass Legehennen eine gewisse Pickaktivität pro Tag absolvieren müssen und wenn dies nicht möglich ist, die „überschüssige“ Pickaktivität an anderer Stelle kompensiert wird.

Hohe Lichtintensitäten fördern bei Legehennen die Entwicklung des starken Federpickens bzw. des Kannibalismus (HUGHES und DUNCAN, 1972; KJAER und VESTERGAARD, 1999). Dagegen konnten KJAER und VESTERGAARD (1999) bei geringer Lichtintensität vermehrtes stereotypes, schwaches Federpicken feststellen. Üblicherweise wird in der Praxis mit geringen Lichtintensitäten gearbeitet, um dem starken Federpicken entgegenzuwirken.

HUBER-EICHER und WECHSLER (1997) konnten durch die Erfahrung der Junghennen vom 1. Lebenstag mit Stroh und Sand das spätere Federpicken reduzieren. Allerdings beschränkte sich diese Untersuchung bis zur 7. LW der Tiere. Auch in der Untersuchung von HUBER-EICHER und SEBÖ (2001a) reduzierte die zweiwöchige Aufzucht auf Stroh das Federpicken bis zur 14. LW.

JOHNSEN et al. (1998) zeigten, dass Tiere, welche die ersten vier Lebenswochen auf Drahtgitterboden aufgezogen wurden, im Gegensatz zu Tieren, welche auf Stroh oder Sand aufgezogen wurden, bis zur 45. LW eine schlechtere Gefiederkonstitution aufwiesen, sowie vermehrtes Federpicken zeigten, was anschließend zu einer höheren Mortalität durch Kannibalismus führte.

BLOCKHUIS und VAN DER HAAR (1992) konnten Pickschäden in der Legephase signifikant reduzieren, indem sie den Tieren während der Aufzucht Getreidekörner in der Einstreu anboten. Dieselbe Tendenz konnte auch bei der Aufzucht mit Stroh beobachtet werden. Mit Hilfe der Anreicherung der Umwelt, durch beispielsweise langes Stroh oder Polystyrol-Blöcken (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1998), oder dem Anbringen von Pickgegenständen (JONES und CARMICHAEL, 1999), konnte das Auftreten von Federpicken reduziert werden. Operante Fütterungseinrichtungen konnten nach LINDBERG und NICOL (1994) dem Federpicken entgegenwirken.

GUNNARSON et al. (1999) konnten durch die Aufzucht auf Stroh lediglich eine Tendenz in Bezug auf vermindertes Federpicken in der 35. LW beobachten. Der

Entzug des Sandbades ließ die Federpickrate ansteigen (VESTERGAARD et al., 1997), jedoch konnte der Umkehrschluss, dass ein Sandbad das Federpicken verhindert, nicht gezogen werden (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997).

Die Nutzung eines Auslaufes führte nach BESTMAN und WAGENAAR (2003) zu geringerem Auftreten des Federpickens. Eine signifikante Beziehung zwischen dem Federpicken und dem prozentualen Anteil der Tiere, welche einen Auslauf benützten, konnten GREEN et al. (2000) nachweisen. Diese Beziehung könnte durch eine niedrigere Besatzdichte, eine kleinere Gruppengröße und eine reizreichere Umgebung bei Benützung des Auslaufes erklärt werden.

Eine höhere Besatzdichte in Kombination mit größeren Gruppen wird mit einem vermehrten Auftreten des Federpickens assoziiert (NICOL et al, 1999; HUBER-EICHER und AUDIGE, 1999; HUGHES und DUNCAN, 1972). SAVORY et al. (1999) konnten in großen Gruppen signifikant mehr Federpicken beobachten. Die Untersuchung wurde jedoch nur bis zur 6. LW der Legehennen durchgeführt. Auch BILCIK und KEELING (2000) vertreten die Meinung, dass die Gruppengröße einen der wichtigsten Faktoren darstellt, welche das Auftreten des Federpickens beeinflusst. HUGHES (1982) gibt zu bedenken, dass eine größere Gruppe, die Wahrscheinlichkeit der Anwesenheit von mehreren „Pickern“ erhöht.

Soziales Lernen ermöglicht es den Tieren, ein Verhalten von anderen Tieren zu übernehmen. ZELTNER et al. (2000) konnten Federpicken durch das Einsetzen federpickender Artgenossen in einer Gruppe von vier Wochen alten Tieren auslösen. Dies führte zu signifikant erhöhtem Federpicken gegenüber der Kontrollgruppe.

Nach McADIE und KEELING (2002) konnte soziales Lernen ausschließlich hinsichtlich des schwachen Federpickens und nur in Käfigen- nicht in Boxenhaltung- nachgewiesen werden.

Auch das Geschlecht der Tiere scheint einen Einfluss auf das Federpickverhalten auszuüben. Männliche Tiere zeigen nach KJAER (1999) signifikant weniger Federpicken als weibliche. Jedoch konnten keine positiven Effekte hinsichtlich des Federpickens beobachtet werden, wenn erwachsene Hähne in einer Gruppe von weiblichen Tieren gehalten wurden (ODÉN et al., 1999). LEONARD et al. (1995) konnten bei einer gemischt geschlechtlichen Gruppe mehr Pickschläge beobachten, welche auf die Hähne gerichtet waren.

Die Intensität des Federpickens scheint auch mit dem Alter der Tiere zusammenzuhängen (RODENBURG und KOENE, 2003). Schwaches Federpicken

wird hauptsächlich bei jungen Tieren beobachtet (KJAER und SÖRENSEN, 1997; WECHSLER et al. 1998), während starkes Federpicken öfter bei älteren Tieren beobachtet werden kann (HUBER-EICHER und SEBÖ, 2001b).

RIEDSTRA und GROOTHUIS (2002) unterstellen dem schwachen Federpicken im frühen Alter eine soziale Komponente, während das starke Federpicken im späteren Alter ein Zeichen für Frustration gegenüber nicht optimalen Umweltfaktoren oder unbefriedigender sozialer Situation sein könnte. Untersuchungen von JONES et al. (1995) zeigten, dass schwache Federpicker im „open field“ schneller und öfter vokalisiert und mehr Lokomotion zeigten als starke Federpicker. Die Autoren folgerten daraus, dass starke Federpicker weniger soziale Motivation als schwache Federpicker aufweisen, da sich die beiden Linien in der Dauer der tonischen Immobilität als Indikator für das Merkmal „Angst“ nicht unterschieden. Die starken und schwachen Federpicker wurden hier durch Beobachtung auf hohe und niedrige Federpickaktivität selektiert.

Der genetische Faktor hat einen bedeutenden Einfluss hinsichtlich des Federpickens. So konnte KJAER (2000) bei ISA Brown die höchste Federpickrate, gefolgt von Lohmann Brown feststellen. Die Federpickrate der weißen Hybrid Linien Lohmann Selected Leghorn (LSL) und Norbrid 41 war wesentlich geringer. Bei LSL konnten KLEIN et al. (2000) mehr Federpicken gegenüber Dekalb Hybriden beobachten. SAVORY und MANN (1997a) gaben zu bedenken, dass das vermehrte Federpicken bei braunen gegenüber weißen Linien ein Resultat des Kontrastes der hellen Haut und der dunklen Feder sein könnte, welcher unter Umständen mehr Beachtung findet. Neben diesen Linienunterschieden treten auch beachtliche individuelle Unterschiede innerhalb der Linie hinsichtlich des Federpickens auf. Oft wird beobachtet, dass wenige Tiere für den Schaden, welcher durch das Federpicken entsteht, verantwortlich sind. So konnte KEELING (1994) feststellen, dass weniger als 9% der Tiere für 50% der beobachteten schwachen Pickschläge verantwortlich waren.

Auch die Untersuchung von BILCIK und KEELING (2000) führte zu demselben Ergebnis. Nur 8,3% aller Tiere zeigten starkes Picken. WECHSLER et al. (1998) konnten 12% aller Hennen als starke Picker klassifizieren.

Tiere, welche in einer Gruppe vermehrt starkes Federpicken zeigten, zeigten in den Untersuchungen von BILCIK und KEELING (2000) sowie KEELING und WILHELMSON (1997) auch vermehrtes Bodenpicken. Im Gegensatz dazu, stellten RODENBURG und KOENE (2003) sowie BLOKHUIS (1986) fest, dass schwache Federpicker vermehrt in der Einstreu picken. Bei den letztgenannten Untersuchungen handelte es sich um Linien, welche sich im Federpickverhalten unterschieden, jedoch nicht aus einer Linie selektiert wurden.

Die Heritabilität des Federpickens ist niedrig bis moderat und liegt zwischen  $h^2 = 0.07$  (BESSEI, 1984a) und  $0.38$  (KJAER und SÖRENSEN, 1997). RODENBURG et al. (2003) konnten bei sechs Wochen alten Tieren Heritabilitäten hinsichtlich des schwachen Federpickens von  $h^2 = 0.12$  und  $h^2 = 0.15$  bei 30 Wochen alten Tieren feststellen. KJAER et al. (2001) konnten durch die Selektion auf starkes und schwaches Federpicken (White Leghorn) über drei Generationen eine Heritabilität von  $h^2 = 0.20$  erreichen. KJAER und SÖRENSEN (1997) ermittelten Heritabilitäten für das aktive Picken und für das Erhalten von Pickschlägen bei Legehennen im Alter von 6, 38 und 69 Wochen.

Im Durchschnitt über die drei Altersklassen konnte für das aktive Picken keine Signifikanz, für das Erhalten von Pickschlägen jedoch eine signifikante Heritabilität von  $h^2 = 0,22$  verzeichnet werden.

Tendenziell konnte eine höhere Produktivität in Verbindung mit einer erhöhten Aggressivität festgestellt werden (HUGHES und DUNCAN, 1972; BESSEI, 1986). Auch wenn die Beziehung von Aggressivität und Federpicken keine direkte ist, können sich aggressive Tiere durch ihren höheren sozialen Status leichter ihren Kumpanen nähern und diese bepicken. Die Selektion auf eine hohe Produktivität, könnte demnach indirekt zu einem vermehrten Auftreten des Federpickens in den Legelinien geführt haben (HUGHES und DUNCAN, 1972; BESSEI, 1986).

KJAER und SÖRENSEN (1997) konnten bei White Leghorns in der 6., 38. und 69. Lebenswoche keine genetische Korrelation zwischen aktivem Picken und dem Erhalt von Pickschlägen beobachten. Des Weiteren konnte lediglich eine geringe phänotypische Korrelation zwischen dem Federpickverhalten und der Gefiederqualität verzeichnet werden. Die phänotypischen Korrelationen waren im Allgemeinen niedrig. Signifikante negative genetische Korrelationen wurden hinsichtlich des Federpickens und des Körpergewichtes, sowie der Gefiederqualität



festgestellt. Es konnte keine genetische Korrelation zwischen dem Erhalt von Pickschlägen und der Gefiederqualität verzeichnet werden.

HOCKING et al. (2004) schätzten die genetische Variation des Federpickens, des Picken im Allgemeinen und andere Verhaltensparameter von 25 verschiedenen Linien. Der Einfluss des Genotyps auf das Federpicken und generell auf das Pickverhalten war erheblich. Es wurde daraus geschlossen, dass eine starke genetische Basis für das Federpicken besteht, dass es jedoch aus genetischer Sicht nicht stark mit anderen Verhaltensmerkmalen verbunden ist.

### 3 Material und Methode

#### 3.1 Einfluss von Pickblöcken mit und ohne Calcium auf das Pickverhalten von Legehennen

Der Versuch fand auf der Versuchstation (402) für Tierhaltung und Tierzucht (Unterer Lindenhof) der Universität Hohenheim statt. Insgesamt 240 Legehennen wurden in ausgestalteten Käfigen (Aviplus) (120 x 78 x 54 cm, Länge x Breite x Höhe; Nest: 60 x 40 cm, Sandbad 12 x 60 cm) zu je acht Hennen gehalten. Es handelte sich jeweils zur Hälfte um LSL (Herkunft 1) bzw. LB (Herkunft 2) im Alter von 65 Wochen. Sie wurden nach Herkunft getrennt in insgesamt 30 Käfigen in wechselnder Reihenfolge untergebracht. Das Lichtprogramm war auf 14 Stunden Licht und zehn Stunden Dunkelheit eingestellt. Die Beleuchtungsintensität betrug 20 - 30 Lux, die Temperatur im Stall etwa 20°C.

Der Versuch umfasste drei Fütterungsbehandlungen (Tab. 1). Die Futterbehandlungen 2 und 3 erhielten ein Legehennenalleinfutter mit 3,45% Calcium, 18,20% Rohprotein und 12,37 MJ/kg UE (Tab. 3) in pelletierter Form. Die Behandlung 1 erhielt ein Futter auf der Basis der gleichen Komponenten wie die Futtergruppen 2 und 3, jedoch war der Ca-Gehalt mit 0,67% geringer (Tab. 3). Die Gruppen 1 und 2 erhielten zusätzlich einen Pickblock, welcher den Tieren separat im Futtertrog neben dem Futter angeboten wurde (Abb. 3 und 4). Dieser bestand aus Melasse und Kleie als Grundration (Tab. 2). Die Pickblöcke der Gruppe 1 enthielten zusätzlich zu den Grundkomponenten ca. 31% Calcium (Tab. 4). Der Ca-Gehalt, welcher aus den Komponenten Melasse und Kleie resultierte, lag bei 0,4%. Die Komponenten für die Pickblöcke wurden mit Hilfe einer Küchenmaschine (Hobart, Model N-50) vermengt und anschließend in Kuchenformen (26 x 8 x 7 cm), welche mit Aluminiumfolie ausgelegt waren abgefüllt. Die Masse war etwa 5 cm dick. Daraufhin wurden sie 40 Minuten bei 200°C in einem Backofen getrocknet. Beim anschließenden Auskühlen erhärtete sich die Masse.

Die dritte Versuchsgruppe (Kontrolle) erhielt keinen Pickblock. Jede Behandlung wurde mit zehn Wiederholungen zu je acht Hennen durchgeführt. Allen Tieren standen Futter und Wasser ad libitum zur Verfügung.

Die Versuchsdauer betrug fünf Wochen.

Tab. 1: Fütterungsbehandlungen sowie Ca-Gehalt (in % TS) im Futter und in den Pickblöcken

| <b>Behandlung</b> | <b>Pickblock</b> | <b>pelletiertes Futter</b> |
|-------------------|------------------|----------------------------|
| <b>1</b>          | 31,15            | 0,67                       |
| <b>2</b>          | 0,40             | 3,45                       |
| <b>3</b>          | –                | 3,45                       |

Tab. 2: Zusammensetzung der Pickblöcke (g/kg) mit und ohne Ca-Zusatz

| <b>Komponenten</b>     | <b>Pickblock mit Ca-Zusatz</b> | <b>Pickblock ohne Ca-Zusatz</b> |
|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| CaCO <sub>3</sub> grob | 460,80                         | -                               |
| CaCO <sub>3</sub> fein | 266,40                         | -                               |
| Weizenkleie            | 46,10                          | 341,30                          |
| Zuckerrübenmelasse     | 148,40                         | 481,20                          |
| Wasser                 | 78,30                          | 177,50                          |

Tab. 3: Zusammensetzung der Futterrationen mit und ohne Ca-Zusatz (Weender-Analyse)

| <b>Nährstoffe</b>   | <b>Futtergruppe 1<br/>TS: 89,01%</b> | <b>Futtergruppe 2 und 3<br/>TS: 90,3%</b> |
|---------------------|--------------------------------------|---|
| Rohprotein          | 19,81                                | 18,20                                     |
| Fett                | 6,98                                 | 6,14                                      |
| Asche               | 5,39                                 | 12,87                                     |
| Rohfaser            | 5,33                                 | 5,63                                      |
| NFE                 | 62,49                                | 57,16                                     |
| Zucker              | 5,75                                 | 5,20                                      |
| Stärke              | 42,85                                | 40,34                                     |
| Ca                  | 0,67                                 | 3,45                                      |
| P                   | 0,67                                 | 0,63                                      |
| Energie (MJ UE /kg) | 13,37                                | 12,37                                     |

Tab. 4: Nährstoffgehalte der Pickblöcke (Weender-Analyse) (Pickblock ohne Ca-Zulage berechnet nach Tabellenwerten; JEROCH et al, 1999)

| <b>Nährstoffe</b>   | <b>mit Ca-Zusatz<br/>in % TS</b> | <b>ohne Ca-Zusatz<br/>in % TS</b> |
|---------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Rohprotein          | 2,82                             | 14,71                             |
| Fett                | 0,14                             | 1,79                              |
| Asche               | 83,61                            | 9,08                              |
| Rohfaser            | 1,33                             | 5,20                              |
| NFE                 | 12,11                            | 70,50                             |
| Zucker              | 7,58                             | 41,79                             |
| Stärke              | 3,22                             | 5,78                              |
| Ca                  | 31,15                            | 0,40                              |
| P                   | 0,08                             | 0,63                              |
| Energie (MJ UE /kg) | 2,01                             | 9,30                              |

Während der fünf Versuchswochen wurden zweimal pro Woche, jeweils am Vormittag sowie am Nachmittag, Verhaltensbeobachtungen durchgeführt. Die Dauer je Beobachtung und Käfig betrug hierbei zehn Minuten. Während des All-Occurences-Samplings (LEHNER, 1998) wurde die Häufigkeit von Pickschlägen folgender Merkmale erfasst:

- Aggressives Picken (kräftiges Picken ausschließlich auf die Kopfreion)
- Starkes Federpicken (kräftiges Picken teilweise verbunden mit Federverlust)
- Schwaches Federpicken (leichtes, teilweise stereotypes Picken ohne Federverlust)
- Objektpicken:
  - Picken an den Pickblock
  - Picken gegen den Käfig
  - Picken an den Futtertrog
- Futterpicken

Die Merkmale wurden als mittlere Häufigkeiten pro Tier und Woche zusammengefasst.



Abb. 3: Angebot des Ca-reichen Pickblockes separat neben dem Futter (LSL-Tiere)



Abb. 4: Angebot des Pickblockes ohne Ca-Zusatz separat neben dem Futter (LB-Tiere)

Des Weiteren wurde das Gefieder der Tiere zu Beginn sowie am Ende des Versuches nach folgendem Schlüssel bonitiert:

- 0 = völlig kahl
- 1 =  $\frac{3}{4}$  der Region kahl
- 2 =  $\frac{1}{2}$  der Region kahl
- 3 =  $\frac{1}{4}$  der Region kahl
- 4 = kleine, kahle Stellen; abgebrochene Federn
- 5 = unversehrtes Gefieder

Es wurden die folgenden fünf Körperregionen getrennt bonitiert und die Differenz berechnet:

- Hals
- Rücken
- Brust / Bauch
- Flügel
- Kloake

Die Merkmale wurden als Differenz der Boniturwerte pro Region und Tier zwischen Anfang und Ende des Versuches zusammengefasst. Des Weiteren wurden folgende Merkmale erfasst bzw. berechnet:

- Aufnahme an Futter und Pickblockmasse (g/Tier und Tag)
- Ca-Aufnahme aus dem Futter und dem Pickblock

### Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Programms JMP 5.1 (SAS Institute, Inc., 2003), dem Programm SAS 9.1 (SAS Institute, 1999), sowie dem Programm WinSTAT 3.1 (1995). Die Abweichung von der Normalverteilung wurde mit Hilfe des Programms JMP nach dem Goodness-of-fit Test nach Shapiro und Wilk getestet.

Der Futtermittelverzehr folgte einer Normalverteilung und konnte mittels einer zweifaktoriellen hierarchischen Varianzanalyse ausgewertet werden

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + B_{ij} + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Beobachtungswert des jeweiligen Merkmals

$\mu$  = Gesamtmittelwert

$H_i$  = Effekt der i-ten Herkunft (LSL, LB)

$B_{ij}$  = Effekt der j-ten Futtergruppe (1, 2 und 3) innerhalb der i-ten Herkunft

$e_{ijk}$  = Restfehler

Bei signifikanten Faktoreffekten wurden die Unterschiede der Mittelwerte mit Hilfe des multiplen t-Tests nach Student auf Signifikanz geprüft. Der Effekt der Zeit (1.-5. Versuchswoche) wurde als wiederholte Messung in einer multivariaten Prozedur berücksichtigt. Die Verhaltensmerkmale sowie die Differenzen der Bonitur vor und nach dem Versuch wichen signifikant von der Normalverteilung ab. Differenzen der Mittelwerte zwischen den Futterbehandlungen und Herkünften wurden deshalb mit Hilfe des Permutationstests (SCHUMACHER und FRISCH, 1995) paarweise auf Signifikanz geprüft. Als Signifikanzgrenze wurde in allen Tests  $P \leq 0,05$  gewählt.

Statistisch signifikante Unterschiede wurden mit kleinen bzw. großen lateinischen Buchstaben markiert. Die Mittelwerte innerhalb von Herkunft und Futtergruppe wurden mit kleinen, die Gruppenmittelwerte über die Haupteffekte mit großen Buchstaben gekennzeichnet.

### **3.2 Einfluss von Cellulose bzw. Federn im Futter auf die Entwicklung des Verhaltens während der Aufzuchtphase**

Die Untersuchung wurde ebenfalls auf der Versuchsstation Unterer Lindenhof (402) der Universität Hohenheim durchgeführt. Insgesamt 180 Küken einer Legelinie (LSL) wurden am 1. Lebenstag mit Flügelmarken versehen und zu je 15 Tieren in Aufzuchtboxen mit Drahtgitterboden (80 x 80 x 80 cm, Länge x Breite x Höhe) untergebracht. In der 6. LW wurden die Tiere in größere Boxen (70 x 119 x 90 cm, Länge x Breite x Höhe) mit Trampolinböden umgestallt (Abb. 5). Ab der 10. LW wurde ihnen mehr Platz zur Verfügung gestellt (140 x 122 x 110 cm, Länge x Breite x Höhe). Das Lichtprogramm wurde nach praxisüblichen Bedingungen gehandhabt. Dementsprechend wurde den Küken am ersten und zweiten Lebenstag 24 h Licht gewährt und dieses anschließend bis zur 5. LW schrittweise auf neun Stunden reduziert. Ab der 17. LW fand eine schrittweise Erhöhung der Lichtphase statt. Ab der 21. LW wurden den Tieren 14 Stunden gewährt. Die Stalltemperatur betrug 20°C.

Der Versuch umfasste drei Fütterungsbehandlungen, die in systematisch wechselnder Reihenfolge im Stall verteilt wurden. Jede Behandlung wurde mit vier Wiederholungen zu je 15 Tieren durchgeführt. Im Alter von 6 – 20 Tagen, sowie von 16 Lebenswochen wurden insgesamt 12 Küken je Gruppe für pathohistologische Untersuchungen am Institut für Anatomie und Physiologie (Prof. Amselgruber) der Universität Hohenheim entnommen. Die Gruppengröße reduzierte sich demnach auf 12 Tiere je Box.

Alle Gruppen wurden von der 1.-4. LW mit einem Kükenstarter, von der 5.-10. LW mit einem Grower und ab der 11. LW mit einem Developer in pelletierter Form gefüttert (Anhang Tab. A2- A4).

Die Tiere der Kontrollgruppe (K) erhielten ein gewöhnliches Kükenalleinfutter. Die Tiere der zweiten und dritten Futtergruppe erhielten eine Ration auf der Basis der gleichen Komponenten, jedoch unter Zusatz von 10% Cellulose (Gruppe C) bzw. Federschrot (Gruppe F). Der Nährstoffgehalt dieser Behandlungen wurde soweit möglich ausgeglichen.

Die Versuchsdauer betrug 22 Wochen.

Das zerkleinerte, unbehandelte Federschrot wurde am Institut für Verfahrenstechnik (Prof. Dr. Hoffmann) der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel in Karlsruhe einer Elektronenbestrahlung mit 20 kGy unterzogen.

Bei dieser Prozedur wurde die mikrobielle Belastung mittels ionisierender Strahlung beseitigt. Ionisierende Strahlung bedeutet, dass die Bestrahlung im Lebensmittel

Molekülbruchstücke - d.h. Radikale und Ionen - erzeugt, die bei lebenden Organismen zur Schädigung der Zellen, und damit zu deren Absterben führt. Die Begrenzung der Strahlungsenergie stellt sicher, dass in bestrahlten Lebensmitteln keine Radioaktivität induziert wird. Die Belastung von pathogenen Keimen wurde durch dieses Behandlungsverfahren ausgeschaltet ohne das Protein aufzuschließen, wie es bei einer Hitzebehandlung der Fall gewesen wäre.

Die Wasserversorgung der Tiere wurde mittels Rundtränken sichergestellt.



Abb. 5: Boxenhaltung auf Trampolinboden ab der 6. LW



## Verhaltensbeobachtungen

Folgende Verhaltensparameter wurden ab der 2. LW mit Hilfe der Scan-Sampling Methode (LEHNER, 1998) aufgenommen:

- Fortbewegung: Gehen, Flattern, Fliegen etc., verbunden mit einem Ortswechsel
- Ruhen: Sitzen bzw. halbseitiges Liegen
- Stehen: Aufrechte Haltung des Tieres, Ständer senkrecht zum Boden, kein Ortswechsel
- Objektpicken: Picken an Boden, Wand, Futtertrog, Drahtgitter etc.
- Putzen: Gefieder sowie Ständer und Zehen
- Federpicken: starkes Federpicken; ab der 5. LW All-Occurences-Sampling (Pickschläge)
- Futterpicken: Picken von Futterpellets
- Anderes Verhalten

In zwei Minuten- Intervallen wurde die Anzahl der oben genannten Verhaltensweisen aller Tiere einer Box aufgenommen (Scan-Sampling Methode). Daher resultieren aus einem Beobachtungszeitraum von zehn Minuten fünf Scans. Jede Box wurde in den ersten elf Lebenswochen wöchentlich, sowie in der 13., in der 16.-18. sowie der 20. und 21. LW jeweils am Vormittag und am Nachmittag beobachtet. Daraus resultierten pro Box zehn Scans je Beobachtungstag.

Zusätzlich wurden die Tiere ab der 5. LW mit Hilfe des All-Occurences-Samplings (LEHNER, 1998) hinsichtlich der Häufigkeit des Federpickens überprüft. Hierbei wurden alle einzelnen Pickschläge der Tiere während der gesamten Beobachtung (zehn Minuten) erfasst.

### **Futterwahlversuch**

Im Alter von 12 und 13 Wochen wurden die Tiere zehn Minuten lang jeweils zu dritt in einer Testarena auf ihr Futterwahlverhalten überprüft. Es fand eine Eingewöhnungsphase von zwei Wochen statt, in welcher die Tiere zu dritt in die Testarena gesetzt wurden. In dieser Phase bekamen die Tiere jedoch noch nicht die verschiedenen Futtervarianten angeboten, es standen lediglich drei leere Futtertröge zur Verfügung.

Während der Testphase konnten die Tiere dann zwischen den drei Futtervarianten, welche in drei Futtertrögen simultan angeboten wurden, wählen (Abb. 6). Die Position der Futtervarianten wurde systematisch variiert. Um die Motivation der Tiere zu erhöhen, wurde ihnen am Vorabend das Futter entzogen. Nach dem Test wurde die aufgenommene Substratmenge festgehalten.



Abb. 6: Tiere in der Testarena mit drei Futtervarianten zur Auswahl

### **Bonitur des Gefieders**

Nach Absetzen des Futters mit Cellulose bzw. Federschrot (18. LW) wurde die Befiederung aller Gruppen nach dem Schema von TAUSON et al. (2005) bonitiert.

Dabei wurden sechs Körperregionen (Hals, Brust, Kloake, Rücken, Flügel und Schwanzfeder inklusive Bürzel) getrennt erfasst. Des Weiteren wurden die Pickschäden der Haut am Körper und am Kamm sowie die Füße auf Fußballengeschwüre überprüft. Alle Regionen wurden mit Werten zwischen eins und vier bewertet. Je höher die Bewertung, desto weniger beschädigt war der Zustand des betroffenen Bereiches.

### Angebot von frei zugänglichen Federn

Ab der 20. LW bekamen die Tiere je Box täglich 20 Federn angeboten. In der 21. und 22. Lebenswoche wurde die Anzahl der Federn auf 60 erhöht. Je 20 Federn wurden in einen durchsichtigen Plastikdeckel gesteckt. Hierfür wurden Löcher in den Deckel gestanzt und im Anschluss die etwa 4 cm langen Federn etwa 1,5 cm tief hineingesteckt, so dass die Tiere einen gewissen Widerstand beim Herausziehen überwinden mussten, wie dies auch bei Herausziehen einer Feder aus dem Gefieder von Artgenossen der Fall wäre. Die Plastikdeckel wurden in Tierhöhe am Käfig befestigt (Abb. 7). Die Anzahl der nach 24 Stunden gefressenen Federn wurde notiert, indem die verbliebenen Federn im Deckel gezählt und eventuell verbliebene Federn auf dem Boden hinzugerechnet wurden.



Abb. 7: Angebot von frei zugänglichen Federn in durchsichtigen Plastikdeckeln

Es wurden folgende Merkmale erfasst:

- Federpickverhalten: mittlere Häufigkeiten der Pickschläge pro Tier
- Fortbewegung, Ruhen, Stehen, Objekticken, Putzen, Futterpicken und anderes Verhalten: mittlere Häufigkeiten pro Tier
- Bonitur des Gefieders, des Körpers, des Kammes und der Fußballen pro Tier
- Gewicht der einzelnen Tiere
- Futteraufnahme während des Wahlversuches in der Wahlanlage (g/Futtervariante)
- Anzahl gefressener Federn je Tier, Box, Gruppe und Woche

## Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Programms JMP 5.1 (SAS Institute, Inc., 2003), dem Programm SAS 9.1 (SAS Institute, 1999) sowie dem Programm WinSTAT 3.1 (1995). Die Abweichung von der Normalverteilung wurde nach dem Goodness-of-fit Test nach Shapiro und Wilk getestet.

Die Verhaltensmerkmale wichen signifikant von der Normalverteilung ab. Differenzen der Mittelwerte zwischen den Behandlungen und der Zeit (vor und nach der Futterumstellung) wurden mit Hilfe des Permutationstests (SCHUMACHER und FRISCH, 1995) paarweise auf Signifikanzen geprüft. Dieselbe Prozedur erfolgte mit den Boniturwerten.

Als Signifikanzgrenze wurde  $P \leq 0,05$  gewählt.

Die Futteraufnahme im Wahlversuch wich signifikant von der Normalverteilung ab. Unterschiede zwischen den Gruppen wurden mit Hilfe des H-Tests (Kruskal-Wallis) für unabhängige Daten auf Signifikanz geprüft. Signifikante Unterschiede innerhalb der Futtervariante wurden mit kleinen, die Gruppenmittelwerte innerhalb der angebotenen Futtervarianten in der Testarena mit großen Buchstaben gekennzeichnet.

Die Daten der Fütterung von Federn folgten einer Normalverteilung und konnten dementsprechend mittels einer einfaktoriellen Varianzanalyse ausgewertet werden.

$$Y_{ij} = \mu + B_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Beobachtungswert des jeweiligen Merkmals

$\mu$  = Gesamtmittelwert

$B_i$  = Effekt der i-ten Futtergruppe (K, C und F)

$e_{ij}$  = Restfehler

Bei signifikanten Faktoreffekten wurden die Unterschiede der Mittelwerte mit Hilfe des multiplen t-Test nach Student auf Signifikanz geprüft und mit kleinen Buchstaben bezeichnet. Hierbei wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von  $P \leq 0,05$  zu Grunde gelegt.

Der Effekt der Zeit (20.-22. LW) wurde als wiederholte Messung in einer multivariaten Prozedur berücksichtigt. Signifikante Unterschiede wurden mit großen Buchstaben gekennzeichnet.

### **3.3 Einfluss der Aufnahme von Hobelspänen bzw. Federn auf die Darmpassage von starken und schwachen Federpickern**

Die Untersuchungen fanden wie die zwei vorangegangenen Untersuchungen auf dem Unteren Lindenhof (402) der Universität Hohenheim statt.

70 Versuchstiere (Weiße Leghorn) von Linien, die über fünf Generationen auf schwache (L) und starke (H) Federpickaktivität selektiert wurden (KJAER et al., 2001), wurden mit 30 Wochen für den Versuch eingestallt. Die Aufzucht der Tiere erfolgte in Bodenhaltung mit Einstreu.

Der Versuch umfasste drei Behandlungen, wobei alle Tiere pelletiertes Legehennenalleinfutter ad libitum erhielten. Zusätzlich erhielten je 10 HFP und LFP zweimal pro Woche je 35 Federn (HF- bzw. LF-Tiere) zur freien Aufnahme. Je zehn weiteren Hennen beider Linien wurden Hobelspäne ebenfalls zur freien Aufnahme angeboten (HSp, LSp). Die restlichen 30 Legehennen erhielten lediglich das Legehennenalleinfutter (H0 und L0). Die Wasserversorgung wurde durch Nippeltränken sichergestellt. Der Versuch fand unter künstlicher Beleuchtung statt, wobei die Beleuchtungsintensität 20 - 30 Lux betrug. Die Lichtphase erstreckte sich von 3.00 Uhr bis 17.00 Uhr. Die Temperatur im Stall betrug 20°C.

Für eine einwöchige Eingewöhnungszeit wurden die Tiere zu zweit oder zu dritt in einen Käfig gesetzt (Abb. 8). Hierbei wurden die Tiere der verschiedenen Behandlungen und Linien getrennt gehalten. Danach wurden alle Tiere einzeln in Käfige (45 x 45 x 45 cm, Länge x Breite x Höhe) mit Sitzstangen gesetzt (Abb. 9). Die Gruppen wurden dabei im Stall randomisiert. Auf die Eingewöhnungszeit folgte eine achtwöchige Versuchsperiode, in welcher die Tiere der Versuchsgruppen Hobelspäne bzw. Federn erhielten.



Abb. 8: Tiere in der Eingewöhnungsphase- zu dritt in einem Käfig- mit separaten Futtertrögen für Hobelspäne und Futter



Abb. 9: Tiere während der Versuchsphase einzeln in der Käfiganlage

Die etwa vier Zentimeter langen Federn, welche die Tiere erhielten, wurden in transparente Plastikdeckel gesteckt, in welche zuvor kleine Löcher gestanzt wurden. Die Federn wurden dabei etwa 1,5 cm tief hineingesteckt, so dass die Tiere einen gewissen Widerstand beim Herausziehen überwinden mussten, wie dies auch bei Herausziehen einer Feder aus dem Gefieder von Artgenossen der Fall wäre. Der Plastikdeckel wurde mit Kabelbindern mittig an der Vorderseite des Käfigs angebracht, damit die Federn nicht von Nachbartieren herausgezogen werden konnten (Abb. 10). Die Federn stammten von allen Körperregionen der gleichen genetischen Linie. Vor dem Versuch wurden sie bei  $-18^{\circ}\text{C}$  gelagert.

Vor Anbringen eines neuen Plastikdeckels mit Federn wurden jeweils die verbliebenen Federn im Deckel, im Futtertrog oder Käfig sowie auf dem Kotblech gezählt. Somit konnte man die gezogenen und gefressenen Federn berechnen. Anschließend wurden die Federn von jedem Kotblech entfernt, um ein Vermischen von alten und neuen Federn zu verhindern.

Die Hobelspäne wurden den Tieren insgesamt ebenfalls acht Wochen lang ad libitum in separaten Futtertrögen angeboten. Durch ausreichende Höhe des Troges wurde verhindert, dass die Tiere Späne verschleuderten. Der Verbrauch an Hobelspänen wurde zweimal wöchentlich erfasst.





Abb. 10: Der mittig angebrachte Plastikdeckel verhindert ein Herausziehen von Federn durch Nachbarhennen

Nach vier Wochen wurde von jeweils fünf Tieren jeder Behandlung (40 Tiere) die Darmpassagerate mittels Titandioxidmarker untersucht.

Die HF-, LF-, HSp- sowie die LSp-Tiere wurden entsprechend der Anzahl gefressener Federn bzw. Menge (g) an Spänen ausgesucht. Innerhalb der Behandlung wurden Tiere ausgewählt, welche im Durchschnitt etwa gleich viel Substrat gefressen hatten (HF= 8,5 Federn/Tag; LF= 8,9 Federn/Tag; HSp= 5 g/Tag; LSp= 4 g/Tag). Das Gewicht der Tiere war gleich ( $\pm 2\%$ ).

Am Morgen vor der Titandioxidgabe erhielten die Legehennen je 200 g Pellets. Zusätzlich erhielten die HF- bzw. LF- Tiere jeweils einen Plastikdeckel, welcher mit zehn Federn bestückt war. Die HSp- und LSp- Tiere bekamen weiterhin Späne ad libitum angeboten. Um 18.00 Uhr wurde das Futter bei allen Tieren entfernt.

Am Tag der Titandioxidgabe wurden die Federn im Deckel, im Futtertrog oder Käfig sowie auf dem Kotblech gezählt und der Verzehr ermittelt. Danach wurden die Kotbleche gereinigt und jeweils ein Plastikdeckel mit zehn neuen Federn angebracht. Der Verbrauch an Hobelspänen wurde ebenfalls registriert. Anschließend wurden allen Tieren drei Kapseln mit je 150 mg Titan(IV)-oxid (Merck® Katalog- Nr. 100808) verabreicht (Abb. 11).

Die Kapseln wurden kurz vorher in Wasser getaucht, um das Abschlucken zu erleichtern. Anschließend erhielten die Hennen erneut je 200 g Pellets. Die Kotproben wurden stündlich - ab 10:30 Uhr bis 17:30 Uhr - genommen. Weitere Proben wurden 10, 24, 48 und 72 Stunden nach der Titandioxidgabe gesammelt.

Bei den HF- und LF-Tieren wurden während der Zeit der Kotprobennahme täglich ein Plastikdeckel mit zehn Federn am Käfig angebracht und die gezogenen und gefressenen Federn ermittelt. Die HSp- bzw. LSp-Tiere erhielten die Hobelspäne weiterhin ad libitum. Zusätzlich wurde bei allen Tieren die täglich gefressene Futtermenge ermittelt und jeweils 200 g Pellets neu eingewogen.

Die Kotproben wurden homogenisiert und als Sammelproben aller Tiere der gleichen Versuchsgruppe analysiert.

Die Proben wurden nach der Methode von BRANDT und ALLAM (1987) untersucht. Je 0,5 g gefriergetrockneter Kot wurden mit 25 ml 96%-iger  $H_2SO_4$ , 6 g 97,4 %-iger  $K_2SO_4$  und 2 ml 2,5 %-iger  $CuSO_4 \times 5 H_2O$  aufgeschlossen und der klar gewordene Aufschluss drei Stunden gekocht. Anschließend wurden die Lösungen gefiltert und in 100 ml Flaschen gegossen. Zu je 1 ml filtrierter Lösung wurden 0,2 ml 2n  $H_2SO_4$  und 0,2 ml  $H_2O_2$  (30%) gegeben. Nach 30 Minuten wurden die Lösungen in einem Spektralphotometer bei 405 nm gemessen.

Nach der Untersuchung der Darmpassagerate erhielten die HF- bzw. LF-Tiere weiterhin vier Wochen lang zweimal wöchentlich 35 Federn, welche wie zuvor angeboten wurden. Die HSp- bzw. LSp-Tiere erhielten weitere vier Wochen Hobelspäne ad libitum aus dem separaten Futtertrog. Anschließend wurden von jeder Gruppe vier Tiere sezirt und das Gewicht des Verdauungstraktes (Kropf, Drüsenmagen, Muskelmagen, Zwölffingerdarm, Leerdarm, Hüftdarm und Blinddärme) festgehalten (Abb. 14). Des Weiteren wurden alle Abschnitte auf Federn bzw. Federteile untersucht (Abb. 12, 13).

Zur Sektion wurden je Behandlung Tiere ausgewählt, welche im Durchschnitt eine etwa gleiche Anzahl an Federn bzw. Menge (g) an Spänen gefressen hatten (HF= 6,0 Federn/Tag, LF= 7,0 Federn/Tag; HSp= 3,7 g/Tag; LSp= 3,7 g/Tag). Alle Abschnitte wurden jeweils mit und ohne Darminhalt gewogen. Zusätzlich wurden in den einzelnen Darmabschnitten mittels Indikatorpapier pH- Messungen vorgenommen (Panpeha<sup>®</sup>, Universal- und Spezialindikatorpapier pH 0-14).





Abb. 11: Verabreichung der Titandioxidkapsel

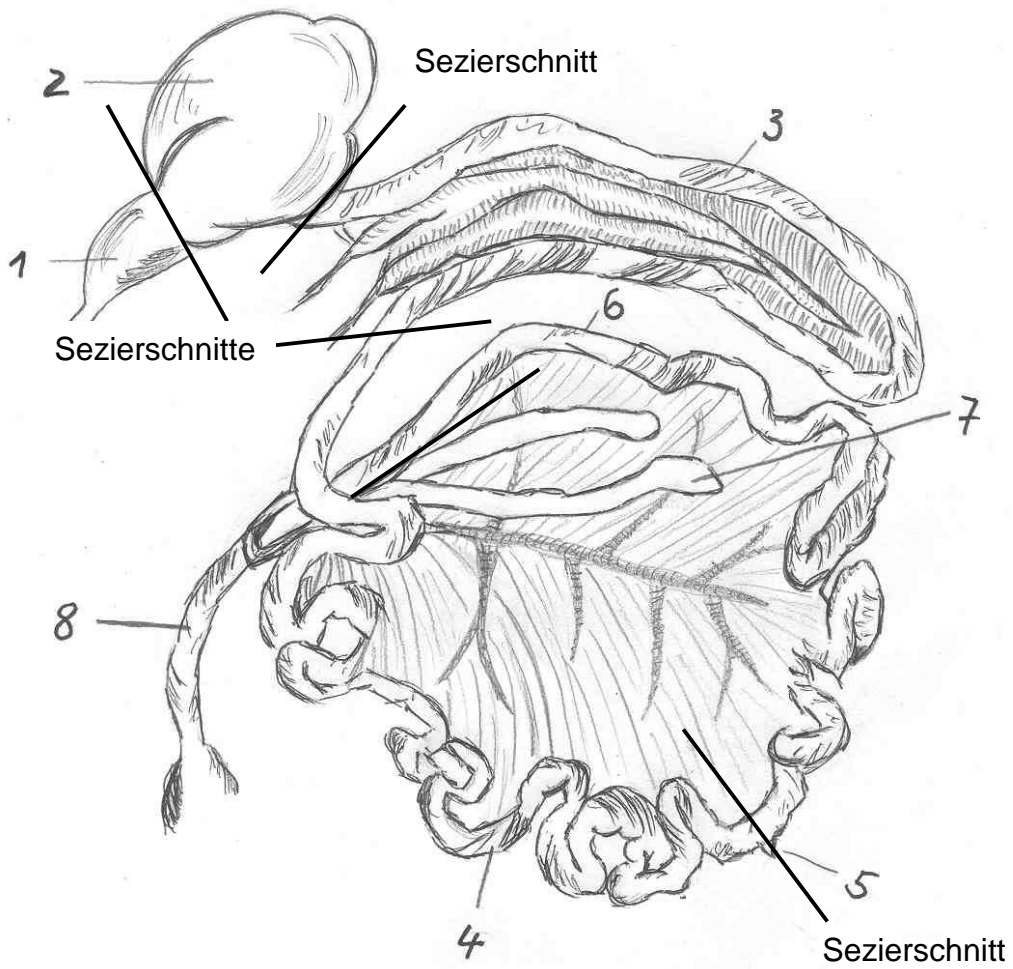


Abb. 12: Aufgeschnittener Drüsenmagen mit einer ganzen Feder

Feder



Abb. 13: Aufgeschnittener Muskelmagen eines HF-Tieres mit einer ganzen Feder



- 1 = Drüsenmagen
- 2 = Muskelmagen
- 3 = Zwölffingerdarm
- 4 = Leerdarm
- 5 = Meckel'sches Divertikel
- 6 = Hüftdarm
- 7 = Blinddärme
- 8 = Enddarm

Abb. 14: Skizze des Magen-Darmtraktes eines Huhnes. Nach GHETIE et al. (1976)

Insgesamt wurden folgende Merkmale erfasst:

- Titandioxidausscheidung:
  1. Kumulative Exkretionskurve des  $\text{TiO}_2$  in g über 72 h
  2. Plateauwert  $\alpha$  ( $\text{TiO}_2$  Ausscheidung in g)
  3.  $\theta_{50}$ = Zeitpunkt (h) nach Verabreichung des Titandioxids, an dem 50% des Plateauwertes  $\alpha$  erreicht wurde
  
- Sektion:
  1. Gewichte der einzelnen leeren Darmabschnitte prozentual zum Körpergewicht
  
  2. pH-Werte in den einzelnen Darmabschnitten

### Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SAS 9.1 T.S. Level 1M3.

Die Beziehung zwischen  $\text{TiO}_2$  als Zielvariable ( $y_i$ ) und der Zeit ( $t_i$  in Stunden) als Einflussvariable wurde mit Hilfe des folgenden nichtlinearen Modells (Richards Modell) geschätzt:

$$y_i = \alpha[1 - \exp(-\beta t_i)]^\gamma + e_i$$

$\alpha$  = Plateauwert (welcher für späte Zeitpunkte erreicht wird)

$\beta, \gamma$  = Parameter, welche die Geschwindigkeit bestimmen, mit der das Plateau erreicht wird

Ein Maß für die Geschwindigkeit ist der Zeitpunkt ( $\theta_{50}$ ) in Stunden, an dem 50% des Plateauwertes ( $\alpha$ ) erreicht wird. Dieser kann aus diesem Modell direkt geschätzt und zwischen den Behandlungen verglichen werden (HARLANDER-MATAUSCHEK et al., 2006b).

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Einfluss von Pickblöcken mit und ohne Calcium auf das Pickverhalten von Legehennen

In Abbildung 15 ist der Verzehr der Grundration der drei unterschiedlichen Fütterungsbehandlungen für beide Herkünfte über den Versuchszeitraum von fünf Wochen dargestellt. Die Herkunft hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Verzehr der Grundration. Der Vergleich der Mittelwerte zeigte jedoch einen signifikanten Unterschied der Futtergruppen über die Zeit. Die Gruppe 1 nahm während des gesamten Versuches signifikant weniger Grundfutter auf als die Gruppen 2 und 3. Über alle Gruppen konnte zu Beginn ein Anstieg des Futterverzehres beobachtet werden. Im weiteren Verlauf zeigten alle Gruppen ein Plateau, um in der 5. Versuchswoche wieder leicht abzufallen.

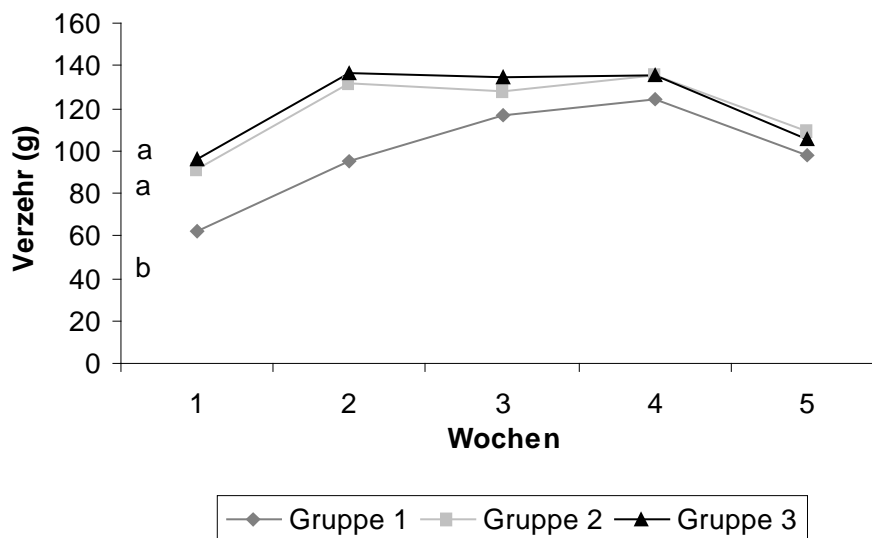


Abb. 15: Mittelwerte des Verzehrs der Grundration (g/Tier/Tag) in Abhängigkeit von der Futtergruppe (Futtergruppe 1: Ca- arme Grundration und Pickblock mit Ca-Zusatz, Futtergruppe 2: normale Grundration und Pickblock ohne Ca- Zusatz, Futtergruppe 3: normale Grundration, kein Pickblock) und der Zeit (Woche 1-5)

Abbildung 16 zeigt den Verlauf der Aufnahme an Pickblockmasse der Gruppen 1 und 2. Über den Versuchszeitraum zeigte sich ein signifikanter Effekt der Futtergruppen ( $P \leq 0,001$ ). Insgesamt zeigte die Gruppe 1 einen steten Anstieg des Verzehrs. In der Gruppe 2 konnte lediglich bis zur 3. Woche eine sich steigernde Aufnahme an Pickblockmasse festgestellt werden, daraufhin fiel der Verzehr unter jenen der Gruppe 1 ab.

In den ersten beiden Versuchswochen war in beiden Gruppen derselbe kontinuierliche Anstieg bezüglich der Aufnahme an Pickblockmasse zu verzeichnen. In der 3. Woche nahm jedoch die Gruppe 2 mit durchschnittlich 13 g pro Tier und Tag etwas mehr als das Doppelte der Tiere der Gruppe 1 (6 g/Tier/Tag) auf. In der 5. Versuchswoche lag der Verzehr der Gruppe 1 mit durchschnittlich fast 12 g wesentlich höher als jener der Gruppe 2 (ca. 5 g/Tier/Tag).

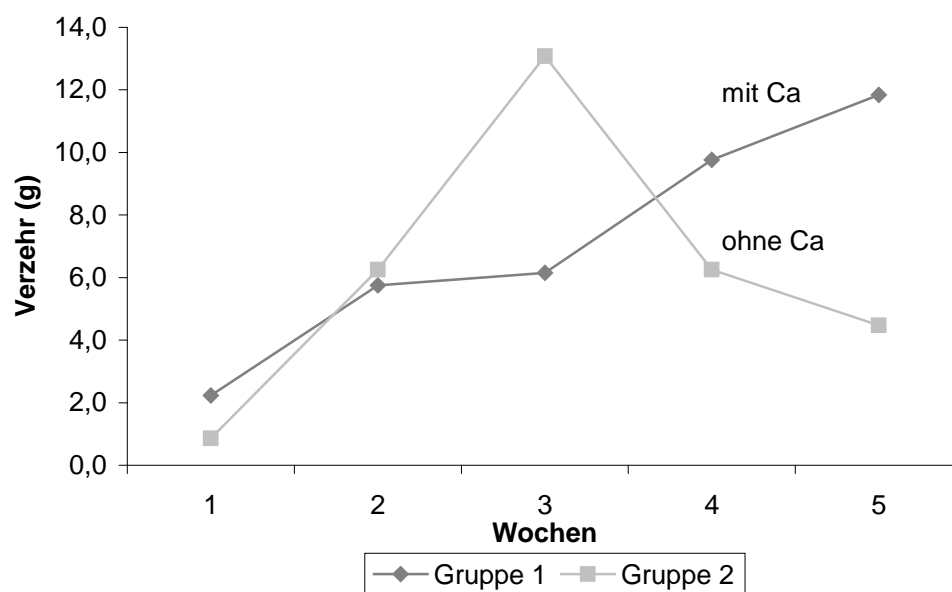


Abb. 16: Mittelwerte des Verzehrs an Pickblockmasse (g/Tier/Tag) in Abhängigkeit von der Futtergruppe (Futtergruppe 1: Ca- arme Grundration und Pickblock mit Ca-Zusatz, Futtergruppe 2: normale Grundration und Pickblock ohne Ca- Zusatz) und der Zeit (Woche 1-5)

In Tabelle 5 ist der Verzehr der Pickblockmasse in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft dargestellt. Es zeigte sich ein signifikanter Effekt der Herkunft, wohingegen kein signifikanter Effekt der Futtergruppe zu erkennen war. Die Tiere der Gruppe 2 der Herkunft 2 nahmen mit durchschnittlich 11,89 g Pickblockmasse pro Tier und Tag am meisten Substanz auf. Diese Futtergruppe unterschied sich dabei signifikant von beiden Futtergruppen der Herkunft 1. Die Gruppe 2 der Herkunft 1 nahm mit durchschnittlich 2,94 g pro Tier und Tag am wenigsten Pickblockmasse auf und unterschied sich damit von beiden Gruppen der Herkunft 2. Die Futtergruppe 1 zeigte bezüglich der Aufnahme an Pickblockmasse über beide Herkünfte keinen Unterschied.

Tab. 5: Mittelwerte des Verzehrs an Pickblockmasse (g/Tier/Tag) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuch

| Futter-<br>gruppe  | Herkunft           |                    | $\bar{x}$         |
|--|--------------------|--------------------|-------------------|
|  | 1 (LSL)            | 2 (LB)             |                   |
| <b>1</b><br>(Ca- arme Grundration und Pickblock<br>mit Ca- Zusatz) | 6,12 <sup>bc</sup> | 8,32 <sup>ab</sup> | 7,00 <sup>A</sup> |
| <b>2</b><br>(normale Grundration und Pickblock<br>ohne Ca- Zusatz) | 2,94 <sup>c</sup>  | 11,89 <sup>a</sup> | 6,92 <sup>A</sup> |
| $\bar{x}$  | 4,67 <sup>B</sup>  | 10,11 <sup>A</sup> | 6,96              |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

Die Mittelwerte innerhalb von Herkunft und Futtergruppe sind mit kleinen, die Gruppenmittelwerte über die Haupteffekte mit großen Buchstaben gekennzeichnet.

Aus Abbildung 17 kann die durchschnittliche Ca-Aufnahme der Gruppe 1 aus dem Pickblock und der Grundration über alle Versuchswochen entnommen werden. Von der 1. bis zur 5. Woche konnte ein steiler Anstieg der Ca-Aufnahme aus dem Pickblock beobachtet werden. Die Tiere nahmen am Ende des Versuches mit je ca. 3,5 g pro Tag deutlich mehr Calcium auf als zu Beginn des Versuches (ca. 0,7 g/Tier/Tag). Die Höhe der Ca-Aufnahme aus der Grundration veränderte sich über den Versuchszeitraum kaum.

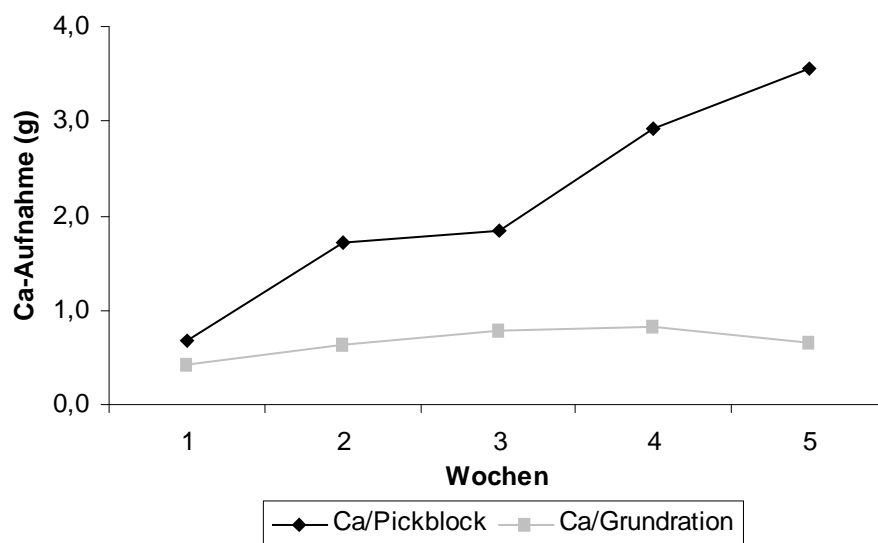


Abb. 17: Durchschnittliche Aufnahme an Calcium (g/Tier/Tag) aus dem Pickblock (Ca/Pickblock) und der Grundration (Ca/Grundration) der Gruppe 1 in Abhängigkeit der Zeit (Woche 1-5)

Abbildung 18 zeigt die Ca-Aufnahme aus der Grundration und gegebenenfalls aus dem Pickblock aller Futtergruppen.

Die Gruppen 2 und 3 zeigten hinsichtlich der Ca-Aufnahme über den gesamten Versuch einen ähnlichen Verlauf. Die Gruppe 1 wies zu Beginn gegenüber den beiden anderen Gruppen mit ca. 1 g/Tier/Tag eine sehr geringe Ca-Aufnahme auf. Dies änderte sich jedoch im Verlauf des Versuches, so dass am Ende alle Gruppen etwa gleich viel Calcium aufnahmen (ca. 4 g/Tier/Tag).

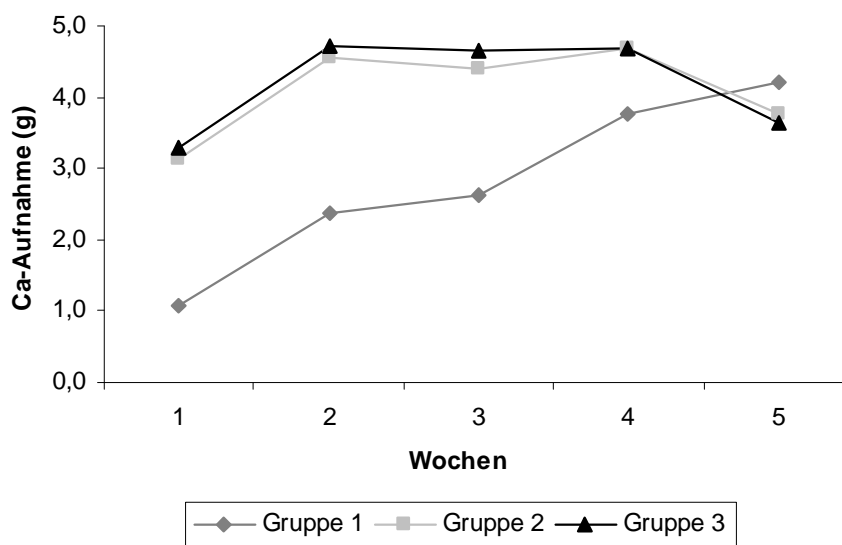


Abb. 18: Durchschnittliche Ca-Aufnahme (g/Tier/Tag) aus der Grundration und aus dem Pickblock in Abhängigkeit von der Futtergruppe (Futtergruppe 1: Ca- arme Grundration und Pickblock mit Ca- Zusatz, Futtergruppe 2: normale Grundration und Pickblock ohne Ca- Zusatz, Futtergruppe 3: normale Grundration, kein Pickblock) und der Zeit (Woche 1-5)



Tabelle 6 stellt die mittlere Häufigkeit des aggressiven Pickens beider Herkünfte sowie aller Futtergruppen dar. Die Herkunft hatte einen signifikanten Effekt auf das aggressive Picken. Lediglich in der Gruppe 2 unterschieden sich die Herkünfte nicht signifikant.

Über alle Futtergruppen zeigte die Herkunft 1 im Vergleich zur Herkunft 2 niedrigere Werte. Insgesamt wurde aggressives Picken nicht sehr häufig beobachtet.

Tab. 6: Mittlere Häufigkeit des aggressiven Pickens pro Tier und Beobachtung (10 Min.) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum

| Futter-<br>gruppe  | Herkunft          |                    | $\bar{x}$         |
|--|-------------------|--------------------|-------------------|
|  | 1 (LSL)           | 2 (LB)             |                   |
| <b>1</b><br>(Ca- arme Grundration und Pickblock<br>mit Ca- Zusatz) | 0,03 <sup>a</sup> | 0,13 <sup>b</sup>  | 0,07 <sup>A</sup> |
| <b>2</b><br>(normale Grundration und Pickblock<br>ohne Ca- Zusatz) | 0,05 <sup>a</sup> | 0,09 <sup>ab</sup> | 0,06 <sup>A</sup> |
| <b>3</b><br>(normale Grundration, kein Pickblock)                  | 0,04 <sup>a</sup> | 0,16 <sup>b</sup>  | 0,09 <sup>A</sup> |
| $\bar{x}$  | 0,04 <sup>A</sup> | 0,13 <sup>B</sup>  | 0,07              |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

Die Mittelwerte innerhalb von Herkunft und Futtergruppe sind mit kleinen, die Gruppenmittelwerte über die Haupteffekte mit großen Buchstaben gekennzeichnet.

Tabelle 7 stellt die Häufigkeiten des starken Federpickens in Abhängigkeit der Herkünfte und Futterbehandlungen dar. Die Tiere der Herkunft 1 zeigten insgesamt eine signifikant geringere Häufigkeit des starken Federpickens. Signifikante Effekte bezüglich der Futtergruppen konnten nicht festgestellt werden. Von der Gruppe 1 bis zur Gruppe 3 war jedoch ein leichter Trend zu einem häufigeren Auftreten des starken Federpickens zu beobachten.

Tab. 7: Mittlere Häufigkeit des starken Federpickens pro Tier und Beobachtung (10 Min.) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum

| Futter-<br>gruppe  | Herkunft          |                   | $\bar{x}$         |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
|  | 1 (LSL)           | 2 (LB)            |                   |
| <b>1</b><br>(Ca- arme Grundration und<br>Pickblock mit Ca- Zusatz) | 0,03 <sup>a</sup> | 0,50 <sup>b</sup> | 0,22 <sup>A</sup> |
| <b>2</b><br>(normale Grundration und<br>Pickblock ohne Ca- Zusatz) | 0,08 <sup>a</sup> | 0,51 <sup>b</sup> | 0,25 <sup>A</sup> |
| <b>3</b><br>(normale Grundration, kein<br>Pickblock)               | 0,07 <sup>a</sup> | 0,60 <sup>b</sup> | 0,28 <sup>A</sup> |
| $\bar{x}$  | 0,06 <sup>A</sup> | 0,54 <sup>B</sup> | 0,25              |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

Die Mittelwerte innerhalb von Herkunft und Futtergruppe sind mit kleinen, die Gruppenmittelwerte über die Haupteffekte mit großen Buchstaben gekennzeichnet.

In Tabelle 8 sind die Mittelwerte der schwachen Federpickschläge über die Herkünfte und Futtergruppen aufgelistet. Weder Herkunft noch Futtergruppen hatten einen signifikanten Effekt.

Insgesamt zeigten die Herkünfte etwa gleich häufig schwaches Federpicken. In Gruppe 1 konnte über beide Herkünfte mit durchschnittlich 0,08 Pickschlägen pro Tier und Beobachtung im Vergleich zu beiden anderen Gruppen am wenigsten häufig schwaches Federpicken registriert werden.

Über alle Futtergruppen zeigten sich sehr homogene Werte der Herkunft 1. Die Tiere der Herkunft 2 zeigten in der Futtergruppe 2 und 3 mit 0,19 und 0,14 die höchsten Werte. Am wenigsten häufig konnte schwaches Federpicken in der Gruppe 1 der Herkunft 2 beobachtet werden.

Tab. 8: Mittlere Häufigkeit des schwachen Federpickens pro Tier und Beobachtung (10 Min.) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum

| Futter-<br>gruppe  | Herkunft |        | $\bar{x}$ |
|--|----------|--------|-----------|
|  | 1 (LSL)  | 2 (LB) |           |
| <b>1</b><br>(Ca- arme Grundration und Pickblock<br>mit Ca- Zusatz) | 0,10     | 0,06   | 0,08      |
| <b>2</b><br>(normale Grundration und Pickblock<br>ohne Ca- Zusatz) | 0,11     | 0,19   | 0,14      |
| <b>3</b><br>(normale Grundration, kein Pickblock)                  | 0,12     | 0,14   | 0,13      |
| $\bar{x}$  | 0,11     | 0,13   | 0,12      |

In Tabelle 9 ist die Häufigkeit des Pickens gegen den Käfig der beiden Herkünfte in Abhängigkeit der Futtergruppen dargestellt. Auch bei diesem Verhalten hatte weder die Herkunft noch die Futtergruppe einen signifikanten Einfluss.

Insgesamt konnte dieses Verhalten recht häufig beobachtet werden. Die Herkunft 2 zeigte ähnliche Werte des Pickens gegen den Käfig wie die Herkunft 1. Am häufigsten wurde das Verhalten in der Gruppe 3, daraufhin in der Gruppe 1 und am wenigsten häufig in der Gruppe 2 ausgeführt.

Tab. 9: Mittlere Häufigkeit des Pickens gegen den Käfig pro Tier und Beobachtung (10 Min.) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum

| Futter-<br>gruppe  | Herkunft |        | $\bar{x}$ |
|--|----------|--------|-----------|
|  | 1 (LSL)  | 2 (LB) |           |
| <b>1</b><br>(Ca- arme Grundration und Pickblock<br>mit Ca- Zusatz) | 0,28     | 0,45   | 0,35      |
| <b>2</b><br>(normale Grundration und Pickblock<br>ohne Ca- Zusatz) | 0,31     | 0,25   | 0,28      |
| <b>3</b><br>(normale Grundration, kein Pickblock)                  | 0,50     | 0,53   | 0,51      |
| $\bar{x}$  | 0,36     | 0,41   | 0,38      |

Aus Tabelle 10 können die Häufigkeiten der Pickschläge gegen den Futtertrog in Abhängigkeit von der Herkunft und der Futtergruppe entnommen werden. Die Herkunft zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Häufigkeit des Pickens gegen den Futtertrog. Der Futtergruppeneffekt war jedoch signifikant. Die Gruppe 3 pickte dabei über beide Herkünfte signifikant häufiger am Trog als beide anderen Futtergruppen.

Tab. 10: Mittlere Häufigkeit des Pickens gegen den Futtertrog pro Tier und Beobachtung (10 Min.) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum

| Futter-<br>gruppe  | Herkunft          |                   | $\bar{x}$         |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
|  | 1 (LSL)           | 2 (LB)            |                   |
| <b>1</b><br>(Ca- arme Grundration und Pickblock<br>mit Ca- Zusatz) | 0,00 <sup>a</sup> | 0,04 <sup>a</sup> | 0,02 <sup>A</sup> |
| <b>2</b><br>(normale Grundration und Pickblock<br>ohne Ca- Zusatz) | 0,02 <sup>a</sup> | 0,01 <sup>a</sup> | 0,02 <sup>A</sup> |
| <b>3</b><br>(normale Grundration, kein Pickblock)                  | 0,22 <sup>b</sup> | 0,18 <sup>b</sup> | 0,21 <sup>B</sup> |
| $\bar{x}$  | 0,08 <sup>A</sup> | 0,08 <sup>A</sup> | 0,08              |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

Die Mittelwerte innerhalb von Herkunft und Futtergruppe sind mit kleinen, die Gruppenmittelwerte über die Haupteffekte mit großen Buchstaben gekennzeichnet.

Tabelle 11 gibt einen Überblick über die Häufigkeit des Pickens am Pickblock. Signifikant verschieden zeigten sich die Futtergruppen beider Herkünfte, wie auch die Futtergruppen innerhalb der Herkunft 1. Die Futtergruppe 1 pickte dabei im Vergleich zur Futtergruppe 2 signifikant häufiger am Pickblock. Innerhalb der Herkunft 1 zeigte ebenfalls die Futtergruppe 1 gegenüber der Futtergruppe 2 signifikant häufiger Picken am Pickblock.

Die Herkunft hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Häufigkeit des Pickens am Pickblock.

Insgesamt konnte über beide Herkünfte und Futtergruppen häufiges Picken am Pickblock beobachtet werden.

Tab. 11: Mittlere Häufigkeit des Pickens am Pickblock pro Tier und Beobachtung (10 Min.) der Gruppen 1 und 2 in Abhängigkeit der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum

| Futter-<br>gruppe   | Herkunft          |                    | $\bar{x}$         |
|---|-------------------|--------------------|-------------------|
|   | 1 (LSL)           | 2 (LB)             |                   |
| <b>1</b><br>(Ca- arme Grundration<br>und Pickblock mit Ca-<br>Zusatz) | 1,52 <sup>b</sup> | 1,22 <sup>ab</sup> | 1,37 <sup>A</sup> |
| <b>2</b><br>(normale Grundration<br>und Pickblock ohne Ca-<br>Zusatz) | 0,74 <sup>a</sup> | 1,09 <sup>ab</sup> | 0,91 <sup>B</sup> |
| $\bar{x}$   | 1,13 <sup>A</sup> | 1,15 <sup>A</sup>  | 1,14              |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

Die Mittelwerte innerhalb von Herkunft und Futtergruppe sind mit kleinen, die Gruppenmittelwerte über die Haupteffekte mit großen Buchstaben gekennzeichnet.

Tabelle 12 stellt die mittlere Häufigkeit des Futterpickens beider Herkünfte aller Futtergruppen dar. Es konnte weder ein signifikanter Einfluss der Herkunft noch der Futtergruppe festgestellt werden. Die Gruppe 3 zeigte etwas häufiger Futteraufnahmeverhalten als die beiden anderen Gruppen. Dies war durch die Herkunft 2 der Futtergruppe 3 bedingt, welche etwas häufiger im Futtertrog pickten.

Tab. 12: Mittlere Häufigkeit des Futterpickens (Grundration) pro Tier und Beobachtung (10 Min.) in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft über den gesamten Versuchszeitraum

| Futter-<br>gruppe  | Herkunft |        | $\bar{x}$ |
|--|----------|--------|-----------|
|  | 1 (LSL)  | 2 (LB) |           |
| <b>1</b><br>(Ca- arme Grundration und Pickblock<br>mit Ca- Zusatz) | 0,99     | 0,85   | 0,93      |
| <b>2</b><br>(normale Grundration und Pickblock<br>ohne Ca- Zusatz) | 0,90     | 0,74   | 0,83      |
| <b>3</b><br>(normale Grundration, kein Pickblock)                  | 0,99     | 1,19   | 1,07      |
| $\bar{x}$  | 0,96     | 0,92   | 0,94      |

Tabelle 13 stellt die mittleren Differenzen der Gefiederbonitur aller Regionen in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Herkunft dar. Signifikante Effekte der Herkünfte konnten lediglich im Hals- und im Flügelbereich festgestellt werden. Ein signifikanter Futtergruppeneffekt konnte nicht verzeichnet werden.

Die Befiederung der Halsregion wies einen signifikanten Unterschied zwischen den Herkünften auf. Die Halsbefiederung der Tiere der Herkunft 2 verschlechterte sich insgesamt über die Versuchszeit im selben Maße wie sich die Halsbefiederung der Tiere der Herkunft 1 verbesserte. Dabei zeigten alle Futtergruppen der Herkunft 2 eine Verschlechterung und alle Gruppen der Herkunft 1 eine Verbesserung der Befiederung des Halsbereiches. Bei den Tieren der Futtergruppe 2 der Herkunft 1 konnte die größte positive Differenz (0,79) und bei derselben Futtergruppe der Herkunft 2 die größte negative Differenz registriert werden (-0,86). In den beiden anderen Futtergruppen verbesserte sich die Befiederung der Herkunft 1 stets etwa im selben Ausmaß wie sich die Herkunft 2 verschlechterte.

Im Flügelbereich konnte bei der Herkunft 1 eine Verschlechterung, bei der Herkunft 2 dagegen eine Verbesserung der Befiederung registriert werden. Die Befiederung der Tiere der Herkunft 1 zeigte lediglich in der Gruppe 3 eine minimale positive Differenz (0,09).

Der Kloaken- und Rückenbereich verbesserte sich über alle Futtergruppen in beiden Herkünften. Dabei verbesserte sich die Befiederung des Kloakenbereiches gegenüber jener des Rückenbereiches stärker. Die stärkste Verbesserung des Gefieders zeigte dabei die Futtergruppe 1 über beide Herkünfte (Herkunft 1= 1,41; Herkunft 2= 1,26).

Die Befiederung des Brustbereiches zeigte nur in der Herkunft 2 eine Verbesserung, wobei mit 0,76 die größte positive Differenz in der Gruppe 1 der Herkunft 2 und mit -0,66 die größte negative Differenz in der Gruppe 3 der Herkunft 1 zu verzeichnen war.

Insgesamt zeigten die Herkünfte über alle Boniturbereiche und Gruppen eine positive Differenz (0,18 vs. 0,29). Die Herkunft 1 konnte in allen Futtergruppen ihr Gefieder verbessern, wohingegen dies in der Herkunft 2 nur in den Gruppen 1 und 3 gelang. Diese Futtergruppen verbesserten ihr Gefieder jedoch stärker, als die entsprechenden Gruppen der Herkunft 1.

Tab. 13: Mittlere Differenzen der Bonitur aller Regionen in Abhängigkeit von der Futtergruppe (Gruppe 1= Ca- arme Grundration und Pickblock mit Ca- Zusatz; Gruppe 2: normale Grundration und Pickblock ohne Ca- Zusatz; Gruppe 3: normale Grundration, kein Pickblock) und der Herkunft (Herkunft 1= LSL; Herkunft 2= LB)

| Gruppe    | Hals              |                    | Rücken             |                    | Flügel             |                    | Brust              |                    | Kloake            |                   | gesamt            |                    |
|-----------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|           | Herkunft          |                    | Herkunft           |                    | Herkunft           |                    | Herkunft           |                    | Herkunft          |                   | $\bar{x}$         | $\bar{x}$          |
|           | 1                 | 2                  | 1                  | 2                  | 1                  | 2                  | 1                  | 2                  | 1                 | 2                 | 1                 | 2                  |
| <b>1</b>  | 0,66 <sup>a</sup> | -0,63 <sup>a</sup> | -0,02 <sup>a</sup> | 0,89 <sup>a</sup>  | -0,29 <sup>a</sup> | 1,69 <sup>b</sup>  | -0,11 <sup>a</sup> | 0,76 <sup>a</sup>  | 1,41 <sup>a</sup> | 1,26 <sup>a</sup> | 0,33 <sup>a</sup> | 0,79 <sup>a</sup>  |
| <b>2</b>  | 0,79 <sup>a</sup> | -0,86 <sup>a</sup> | -0,01 <sup>a</sup> | -0,35 <sup>a</sup> | -0,79 <sup>a</sup> | 0,59 <sup>ab</sup> | -0,54 <sup>a</sup> | -0,42 <sup>a</sup> | 0,88 <sup>a</sup> | 0,09 <sup>a</sup> | 0,07 <sup>a</sup> | -0,19 <sup>a</sup> |
| <b>3</b>  | 0,44 <sup>a</sup> | -0,39 <sup>a</sup> | 0,11 <sup>a</sup>  | -0,28 <sup>a</sup> | 0,09 <sup>a</sup>  | 1,26 <sup>ab</sup> | -0,66 <sup>a</sup> | 0,10 <sup>a</sup>  | 0,70 <sup>a</sup> | 0,66 <sup>a</sup> | 0,14 <sup>a</sup> | 0,27 <sup>a</sup>  |
| $\bar{x}$ | 0,63 <sup>A</sup> | -0,63 <sup>B</sup> | 0,03 <sup>A</sup>  | 0,09 <sup>A</sup>  | -0,33 <sup>A</sup> | 1,18 <sup>B</sup>  | -0,43 <sup>A</sup> | 0,15 <sup>A</sup>  | 1,00 <sup>A</sup> | 0,67 <sup>A</sup> | 0,18 <sup>A</sup> | 0,29 <sup>A</sup>  |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ). Die Mittelwerte innerhalb von Herkunft und Futtergruppe sind mit kleinen, die Gruppenmittelwerte über die Haupteffekte mit großen Buchstaben gekennzeichnet.



## 4.2 Einfluss von Cellulose bzw. Federn im Futter auf die Entwicklung des Verhaltens während der Aufzuchtphase

Abbildung 19 gibt einen Überblick über den Verlauf des Federpickens von der 5. bis zur 21. LW. Über den gesamten Versuch konnte in allen Futtergruppen ein Anstieg der Federpickaktivität verzeichnet werden. Tendenziell zeigte die Gruppe F die geringsten und die Gruppe K die höchsten Werte der Federpickaktivität. In der 16. LW war in allen Futtergruppen ein Peak zu beobachten, wobei dieser in der Gruppe F am geringsten ausfiel. Daraufhin mussten in den Gruppen C und K Tiere aufgrund von beginnendem Kannibalismus behandelt werden. Zwei Tiere der Gruppe K waren so stark verletzt, dass sie aus der Gruppe entfernt werden mussten.

Nach Umstellung des Futters der Gruppen C und F (Ende 17. LW) auf das Kontrollfutter, konnte in allen Gruppen ein Anstieg des Federpickens festgestellt werden. In der Gruppe F wurden jedoch weiterhin die geringsten Werte registriert. In der 20. LW zeigten die Gruppen C und K erneut einen Peak der Federpickhäufigkeit. Dieser Anstieg des Federpickens konnte in der Gruppe F nicht beobachtet werden. In der Gruppe C entstand erneut Kannibalismus, was dazu führte, dass in der 21. Lebenswoche zwei verletzte Tiere aus der Gruppe genommen wurden.

In der 21. LW fiel die Federpickaktivität der Gruppe C in etwa auf das Niveau der Gruppe F. Auch die Tiere der Gruppe K zeigten in der 21. LW eine Abnahme der Federpickhäufigkeit, pickten sich jedoch häufiger als jene Tiere der beiden anderen Gruppen.

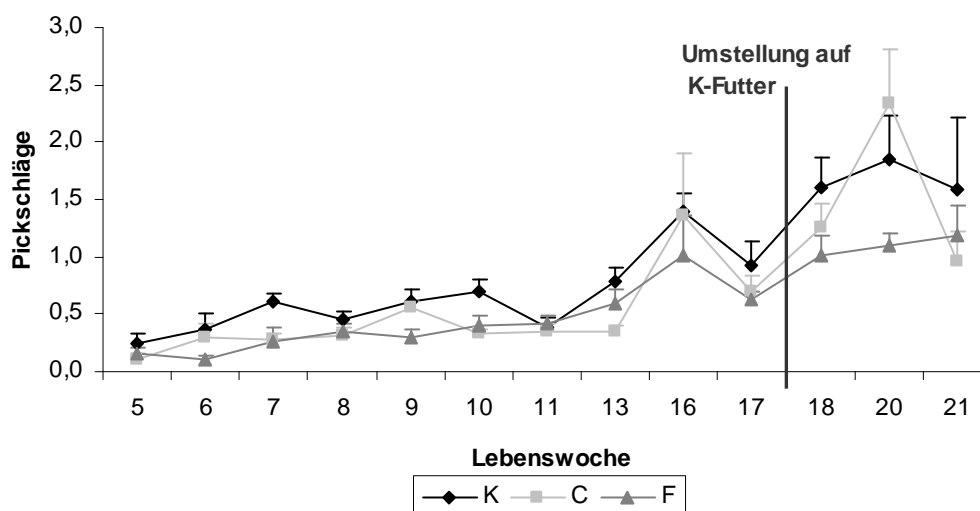


Abb. 19: Mittelwerte des Federpickens (Pickschläge pro Tier über eine 20-minütige Beobachtung) sowie der Standardfehler in Abhängigkeit von der Futtergruppe (K= Kontrolle; C= Cellulose; F= Federschrot) und der Lebenswoche

In Tabelle 14 sind die mittleren Häufigkeiten des Federpickens sowie des Fortbewegungsverhaltens zusammengefasst.

Die Zeit, vor und nach der Futterumstellung führte hinsichtlich des Federpickverhaltens zu signifikanten Unterschieden.

Alle Futtergruppen zeigten nach der Futterumstellung der Gruppen C und F bzw. ab der 18. LW signifikant mehr Federpickverhalten. Die Gruppe F zeigte jedoch in beiden Zeitabschnitten tendenziell am wenigsten häufig Federpickverhalten, gefolgt von der Gruppe C.

Auch beim Fortbewegungsverhalten hatte die Zeit einen signifikanten Einfluss. So konnte in allen Gruppen nach der Futterumstellung der Gruppen C und F bzw. ab der 18. LW signifikant mehr Fortbewegung registriert werden. Vor der Futterumstellung zeigte die Gruppe K gegenüber der Gruppe F signifikant weniger Fortbewegungsverhalten. Die Gruppe C unterschied sich von keiner anderen Futtergruppe signifikant.

Tab. 14: Mittlere Häufigkeiten des Federpickens (Pickschläge pro Tier) sowie der Fortbewegung in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Zeit (jeweils Mittelwerte von 3 Tages- Beobachtungen vor bzw. nach der Futterumstellung)

| Futtergruppe | Federpicken          |                       | Fortbewegung         |                       |
|--------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|              | vor Futterumstellung | nach Futterumstellung | vor Futterumstellung | nach Futterumstellung |
| <b>K</b>     | 1,034 <sup>a</sup>   | 1,677 <sup>b</sup>    | 0,072 <sup>a</sup>   | 0,136 <sup>c</sup>    |
| <b>C</b>     | 0,803 <sup>a</sup>   | 1,514 <sup>b</sup>    | 0,092 <sup>ab</sup>  | 0,152 <sup>c</sup>    |
| <b>F</b>     | 0,743 <sup>a</sup>   | 1,096 <sup>b</sup>    | 0,105 <sup>b</sup>   | 0,133 <sup>c</sup>    |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich innerhalb eines Parameters nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

Tabelle 15 stellt die mittleren Häufigkeiten des Ruheverhaltens sowie des Stehens dar.

In allen Futtergruppen konnte nach der Futterumstellung der Gruppen C und F signifikant weniger Ruheverhalten beobachtet werden. In dieser Zeit zeigten sich zwischen den Futtergruppen signifikante Unterschiede. Die Tiere der Gruppe K ruhten signifikant weniger häufig als die Tiere der Gruppe F. Die Gruppe C unterschied sich von keiner anderen Futtergruppe.

Innerhalb der Gruppen zeigte sich, dass die Tiere nach der Futterumstellung der Gruppen C und F signifikant weniger häufig standen als zuvor.

Tab. 15: Mittlere Häufigkeiten des Ruheverhaltens sowie des Stehens in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Zeit (jeweils Mittelwerte von 3 Tages-Beobachtungen vor bzw. nach der Futterumstellung)

| Futtergruppe | Ruheverhalten        |                       | Stehen               |                       |
|--------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|              | vor Futterumstellung | nach Futterumstellung | vor Futterumstellung | nach Futterumstellung |
| <b>K</b>     | 0,165 <sup>a</sup>   | 0,064 <sup>b</sup>    | 0,174 <sup>a</sup>   | 0,121 <sup>b</sup>    |
| <b>C</b>     | 0,181 <sup>a</sup>   | 0,067 <sup>bc</sup>   | 0,151 <sup>a</sup>   | 0,107 <sup>b</sup>    |
| <b>F</b>     | 0,173 <sup>a</sup>   | 0,090 <sup>c</sup>    | 0,182 <sup>a</sup>   | 0,118 <sup>b</sup>    |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich innerhalb eines Parameters nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

Aus Tabelle 16 sind die mittleren Häufigkeiten des Objektpickens sowie des Putzverhaltens zu entnehmen.

Bei beiden Verhaltensparametern war ein signifikanter Effekt der Zeit (vor und nach der Futterumstellung) zu beobachten. In allen Futtergruppen konnte nach der Futterumstellung signifikant mehr Objektpicken und weniger Putzverhalten festgestellt werden. Ein Unterschied zwischen den Futtergruppen wurde dabei nicht registriert.

Tab. 16: Mittlere Häufigkeiten des Objektpickens sowie des Putzverhaltens in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Zeit (jeweils Mittelwerte von 3 Tages-Beobachtungen vor bzw. nach der Futterumstellung)

| Futtergruppe | Objektpicken         |                       | Putzen               |                       |
|--------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|              | vor Futterumstellung | nach Futterumstellung | vor Futterumstellung | nach Futterumstellung |
| <b>K</b>     | 0,127 <sup>a</sup>   | 0,302 <sup>b</sup>    | 0,168 <sup>a</sup>   | 0,102 <sup>b</sup>    |
| <b>C</b>     | 0,115 <sup>a</sup>   | 0,271 <sup>b</sup>    | 0,157 <sup>a</sup>   | 0,099 <sup>b</sup>    |
| <b>F</b>     | 0,101 <sup>a</sup>   | 0,272 <sup>b</sup>    | 0,146 <sup>a</sup>   | 0,095 <sup>b</sup>    |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich innerhalb eines Parameters nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

Tabelle 17 beinhaltet die mittleren Häufigkeiten des Futterpickens sowie von „Anderes Verhalten“. Die Umstellung hatte beim Futterpicken lediglich in der Gruppe C einen signifikanten Einfluss. Dementsprechend pickten die Tiere dieser Gruppe vor der Futterumstellung häufiger im Futter als im Zeitabschnitt danach. Des Weiteren pickten die Tiere der Gruppe C vor der Umstellung signifikant häufiger im Futter als die Gruppen K und F. Nach der Futterumstellung unterschieden sich die Futtergruppen nicht signifikant.

Die Tiere aller Futtergruppen zeigten über beide Zeitabschnitte keine signifikanten Veränderungen von „Anderes Verhalten“.

Tab. 17: Mittlere Häufigkeiten des Futterpickens sowie „Anderes Verhalten“ in Abhängigkeit von der Futtergruppe und der Zeit (jeweils Mittelwerte von 3 Tages-Beobachtungen vor bzw. nach der Futterumstellung)

| Futtergruppe | Futterpicken         |                       | Anderes Verhalten    |                       |
|--------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|              | vor Futterumstellung | nach Futterumstellung | vor Futterumstellung | nach Futterumstellung |
| <b>K</b>     | 0,092 <sup>a</sup>   | 0,090 <sup>a</sup>    | 0,029 <sup>a</sup>   | 0,025 <sup>a</sup>    |
| <b>C</b>     | 0,119 <sup>b</sup>   | 0,088 <sup>a</sup>    | 0,032 <sup>a</sup>   | 0,023 <sup>a</sup>    |
| <b>F</b>     | 0,083 <sup>a</sup>   | 0,074 <sup>a</sup>    | 0,040 <sup>a</sup>   | 0,034 <sup>a</sup>    |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich innerhalb eines Parameters nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

## Futterwahlversuch

Tabelle 18 zeigt die mittlere Aufnahme der drei Futtervarianten in Abhängigkeit der Futtergruppe. Es konnten signifikante Unterschiede in der Aufnahme des F- Futters und des C- Futters beobachtet werden. In der Aufnahme des K-Futters konnten keine signifikanten Futtergruppeneffekte festgestellt werden.

Die Tiere der Gruppe F nahmen signifikant mehr F-Futter auf (10,26 g) als die der beiden anderen Futtergruppen (C= 3,22 g; K= 3,29 g). Signifikant mehr C-Futter nahmen die Gruppen C (16,38 g) und F (15,16 g) gegenüber der Gruppe K (9,77 g) auf.

Tab. 18: Durchschnittliche Aufnahme der verschiedenen Futtervarianten während des Wahlversuches (12. und 13. LW) in Abhängigkeit von der Futtergruppe

| Futter-<br>gruppe | Aufnahme in g      |                    |                    |                    |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                   | C-Futter           | F-Futter           | K-Futter           | $\bar{x}$          |
| <b>C</b>          | 16,38 <sup>a</sup> | 3,22 <sup>b</sup>  | 12,47 <sup>a</sup> | 10,69 <sup>A</sup> |
| <b>F</b>          | 15,16 <sup>a</sup> | 10,26 <sup>a</sup> | 12,41 <sup>a</sup> | 12,61 <sup>A</sup> |
| <b>K</b>          | 9,77 <sup>b</sup>  | 3,29 <sup>b</sup>  | 16,81 <sup>a</sup> | 9,96 <sup>A</sup>  |

Mittelwerte innerhalb einer Spalte, die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ). Die Mittelwerte innerhalb einer Futtervariante sind mit kleinen, die Gruppenmittelwerte innerhalb einer Zeile sind mit großen Buchstaben gekennzeichnet.

## Bonitur des Gefieders

In Tabelle 19 sind die Mittelwerte der Gefiederbonitur nach der Futterumstellung dargestellt. Eine Betrachtung des Mittelwertes aller Regionen zeigte signifikante Unterschiede der Futtergruppen. Die Gruppe K wies gegenüber der Gruppe F eine signifikant schlechtere Gesamtbefiederung auf.

Hinsichtlich der einzelnen Körperregionen zeigten die Futtergruppen nur beim Rücken signifikante Unterschiede. Die Gruppe F (3,92) wies eine signifikant bessere Befiederung des Rückenbereiches auf, als beide anderen Gruppen, welche sich nicht signifikant unterschieden (C= 3,55; F= 3,91).

In allen Gruppen zeigte der Hals mit 4,00 Punkten die beste Befiederung. Die schlechteste Befiederung zeigten alle Gruppen im Schwanz- sowie im Flügelbereich.

Tab. 19: Mittelwerte der Bonitierung des Gefieders (18. LW) in Abhängigkeit von den Regionen und der Futtergruppe

| Futtergruppe | Hals              | Brust             | Kloake            | Rücken            | Flügel            | Schwanz inkl. Bürzel | $\bar{x}$          |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| <b>K</b>     | 4,00 <sup>a</sup> | 4,00 <sup>a</sup> | 3,91 <sup>a</sup> | 3,35 <sup>b</sup> | 3,00 <sup>a</sup> | 2,37 <sup>a</sup>    | 3,44 <sup>B</sup>  |
| <b>C</b>     | 4,00 <sup>a</sup> | 4,00 <sup>a</sup> | 4,00 <sup>a</sup> | 3,55 <sup>b</sup> | 3,06 <sup>a</sup> | 2,47 <sup>a</sup>    | 3,51 <sup>AB</sup> |
| <b>F</b>     | 4,00 <sup>a</sup> | 3,98 <sup>a</sup> | 3,98 <sup>a</sup> | 3,91 <sup>a</sup> | 3,09 <sup>a</sup> | 2,48 <sup>a</sup>    | 3,57 <sup>A</sup>  |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

Die Mittelwerte innerhalb einer Futtervariante sind mit kleinen, die Gruppenmittelwerte innerhalb einer Zeile sind mit großen Buchstaben gekennzeichnet.

Tabelle 20 zeigt die Bonitur der Wunden, des Kammes und der Fußballen sowie das mittlere Körpergewicht der Tiere in Abhängigkeit der Futtergruppe. Es konnten keine signifikanten Effekte festgestellt werden.

Fußballengeschwüre wurden in keiner der drei Gruppen registriert. Auch der Kamm wies über alle Gruppen kaum Schäden auf. Wunden wurden in den Futtergruppen C und K (3,32 und 3,35) etwas häufiger beobachtet als in der Gruppe F (3,61). Der Unterschied war jedoch nicht signifikant.

Die Tiere der Gruppe F waren nach der Futterumstellung (18. LW) signifikant schwerer als die der beiden anderen Gruppen

Tab. 20: Mittelwerte der Bonitur (18. LW) der Wunden, des Kammes und der Fußballen sowie das mittlere Körpergewicht in Abhängigkeit von der Futtergruppe

| <b>Futtergruppe</b> | <b>Wunden</b>     | <b>Kamm</b>       | <b>Fußballen</b>  | <b>Körpergewicht (kg)</b> |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|
| <b>C</b>            | 3,32 <sup>a</sup> | 3,98 <sup>a</sup> | 4,00 <sup>a</sup> | 1531 <sup>A</sup>         |
| <b>F</b>            | 3,61 <sup>a</sup> | 3,96 <sup>a</sup> | 4,00 <sup>a</sup> | 1585 <sup>B</sup>         |
| <b>K</b>            | 3,35 <sup>a</sup> | 4,00 <sup>a</sup> | 4,00 <sup>a</sup> | 1510 <sup>A</sup>         |
| $\bar{x}$           | 3,43 <sup>A</sup> | 3,98 <sup>A</sup> | 4,00 <sup>A</sup> | 1542 <sup>A</sup>         |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

Die Mittelwerte innerhalb der Futtergruppe sind mit kleinen, die Gruppenmittelwerte über die Haupteffekte mit großen Buchstaben gekennzeichnet.



### Angebot von frei zugänglichen Federn

Tabelle 21 zeigt die durchschnittliche Aufnahme von Federn aller Futtergruppen in Abhängigkeit der Lebenswoche. Die Gruppe F nahm über den Versuchszeitraum gegenüber den beiden anderen Futtergruppen signifikant mehr Federn auf.

Ein signifikanter Effekt der Zeit konnte ebenfalls festgestellt werden. Die Federaufnahmen aller Futtergruppen lagen in der 22. LW signifikant höher als in beiden vorangegangenen Wochen.

Signifikante Unterschiede zwischen den Futtergruppen konnten in der 21. und der 22. Lebenswoche festgestellt werden. In der 21. LW nahmen die Tiere der Gruppe C gegenüber jenen der Gruppe F signifikant weniger Federn auf (0,50 vs. 1,31). Auch in der 22. LW nahm die Gruppe F mit durchschnittlich 4,94 signifikant mehr Federn auf als beide anderen Gruppen.

In der 20. LW zeigten die Tiere der Futtergruppe F tendenziell eine höhere Federaufnahme als die Tiere der beiden anderen Gruppen. Die Differenzen waren jedoch nicht signifikant.

Tab. 21: Mittlere Federaufnahme pro Tier und Futtergruppe in Abhängigkeit von der Lebenswoche

| Futtergruppe | Lebenswoche       |                    |                   | $\bar{x}$         |
|--------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
|              | 20                | 21                 | 22                |                   |
| <b>K</b>     | 1,22 <sup>a</sup> | 1,11 <sup>ab</sup> | 2,67 <sup>b</sup> | 1,67 <sup>B</sup> |
| <b>C</b>     | 0,94 <sup>a</sup> | 0,50 <sup>b</sup>  | 1,69 <sup>b</sup> | 1,04 <sup>B</sup> |
| <b>F</b>     | 1,81 <sup>a</sup> | 1,31 <sup>a</sup>  | 4,94 <sup>a</sup> | 2,69 <sup>A</sup> |
| $\bar{x}$    | 1,32 <sup>B</sup> | 0,97 <sup>B</sup>  | 3,10 <sup>A</sup> | 1,80              |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

Die Mittelwerte innerhalb der Futtergruppe sind mit kleinen, die Gruppenmittelwerte über die Haupteffekte mit großen Buchstaben gekennzeichnet.

### 4.3 Einfluss der Aufnahme von Hobelspänen bzw. Federn auf die Darmpassage von starken und schwachen Federpickern

Starke Federpicker zeigten ein geringeres Niveau der Titandioxidausscheidung (g) als schwache Federpicker (Abb. 20-23).

Die HF-Tiere wiesen mit 1,958 g gegenüber allen anderen Gruppen einen signifikant geringeren Wert auf. Gefolgt wurden sie von den H0-Tieren mit 2,213 g, welche sich außer von den HF-Tieren noch zusätzlich von den L0-Tieren signifikant unterschieden (Tab. 22). Die LF-Tiere erreichten mit 2,257 g und die L0-Tiere mit 2,367 g das Ausscheidungs-Plateau. Zwischen diesen Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Die Dauer bei der 50% des Titandioxids ausgeschieden wurde, stieg von den HF-Tieren über die LF- und H0-Tiere zu den L0-Tieren an. Die Unterschiede zwischen den Tieren der HF- und H0-, sowie LF- und L0-Gruppe waren signifikant. Lediglich zwischen den Gruppen H0 und LF konnte keine signifikante Differenz festgestellt werden. Insgesamt erreichten die starken Federpicker gegenüber den schwachen Federpickern schneller 50% des Ausscheidungs-Plateaus.

Tab. 22: Maximum Likelihood Parameterschätzungen für die Gruppen HF, H0, LF und L0

| Gruppe | Parameterschätzungen und Standardfehler |                              |                               |
|--------|---|------------------------------|-------------------------------|
|        | $\alpha \pm \text{s.e.}$                | $\beta \pm \text{s.e.}$      | $\theta_{50} \pm \text{s.e.}$ |
| HF     | 1,958 <sup>a</sup> ± 0,042              | -0,698 <sup>ab</sup> ± 0,096 | 3,586 <sup>a</sup> ± 0,123    |
| H0     | 2,213 <sup>b</sup> ± 0,044              | -0,507 <sup>a</sup> ± 0,053  | 4,178 <sup>b</sup> ± 0,129    |
| LF     | 2,257 <sup>bc</sup> ± 0,042             | -0,639 <sup>ab</sup> ± 0,067 | 4,016 <sup>b</sup> ± 0,110    |
| L0     | 2,367 <sup>c</sup> ± 0,044              | -0,763 <sup>b</sup> ± 0,095  | 5,014 <sup>c</sup> ± 0,095    |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

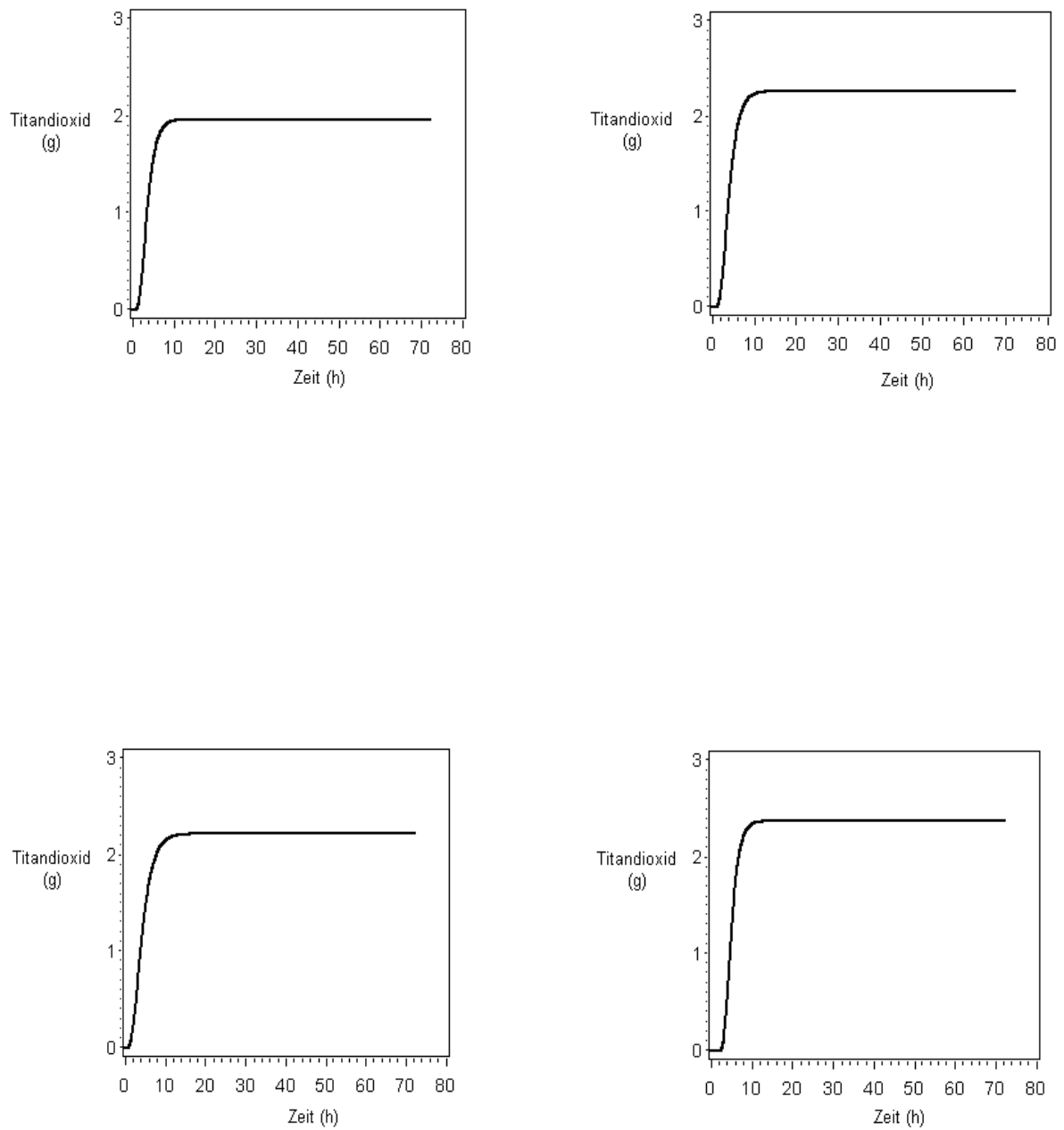


Abb. 20-23: Kumulative Exkretionskurve des  $\text{TiO}_2$  (g) über eine Periode von 72 h der Gruppen HF (oben links), LF (oben rechts), H0 (unten links) und L0 (unten rechts)

Bei den Tieren mit Spänefütterung zeigte sich, dass das Ausscheidungs-niveau des Titandioxids der starken Federpicker gegenüber jenem der schwachen Federpickern höher lag (Abb. 24-27).

Bezüglich des Ausscheidungs-Plateaus  $\alpha$  konnten keine signifikanten Unterschiede registriert werden (Tab. 23). Die Gruppe HSp zeigte mit 2,383 g den höchsten Wert. Danach folgten die Gruppen H0 mit 2,219 g und LF mit 2,205 g. Die Gruppe L0 lieferte den geringsten Plateauwert (2,126 g).

Die Gruppen HSp und H0 unterschieden sich bezüglich der Dauer bei der 50% des Titandioxids ausgeschieden wurde ( $\theta_{50}$ ) signifikant von der Gruppe LSp. Die Gruppe L0 unterschied sich zu keiner anderen Gruppe signifikant. Die Gruppe HSp schied dabei als schnellste 50% des Titandioxids aus (3,538 h). Danach folgte die Gruppe H0 mit 3,954 h und die Gruppe L0 mit 4,214 h. Die langsamste Titandioxidausscheidung zeigte die Gruppe LSp (5,014 h).

Tab. 23: Maximum Likelihood Parameterschätzungen des Richards Modell für die Gruppen HSp, H0, LSp und L0

| Gruppe | Parameterschätzungen und Standardfehler |                              |                               |
|--------|---|------------------------------|-------------------------------|
|        | $\alpha \pm \text{s.e.}$                | $\beta \pm \text{s.e.}$      | $\theta_{50} \pm \text{s.e.}$ |
| HSp    | 2,383 <sup>a</sup> ± 0,108              | -0,434 <sup>ab</sup> ± 0,125 | 3,538 <sup>a</sup> ± 0,292    |
| H0     | 2,219 <sup>a</sup> ± 0,078              | -0,901 <sup>a</sup> ± 0,222  | 3,954 <sup>a</sup> ± 0,183    |
| LSp    | 2,205 <sup>a</sup> ± 0,104              | -0,210 <sup>b</sup> ± 0,054  | 5,014 <sup>b</sup> ± 0,466    |
| L0     | 2,126 <sup>a</sup> ± 0,097              | -0,385 <sup>b</sup> ± 0,094  | 4,214 <sup>ab</sup> ± 0,325   |

Mittelwerte die mit einem gemeinsamen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ).

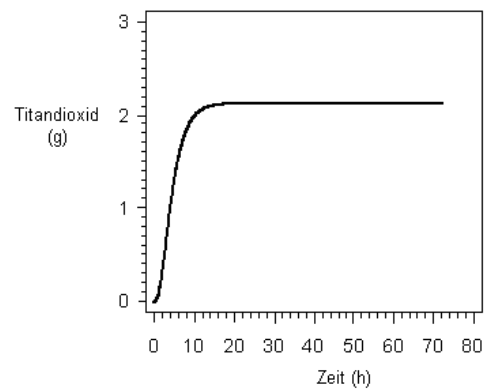
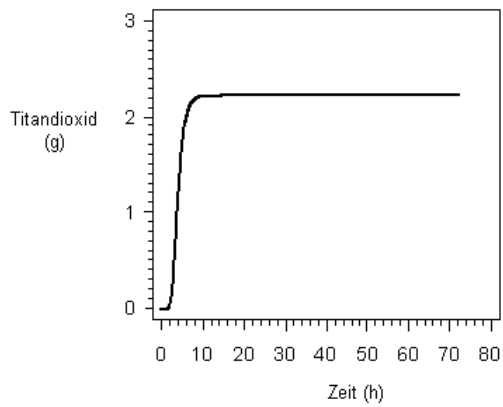
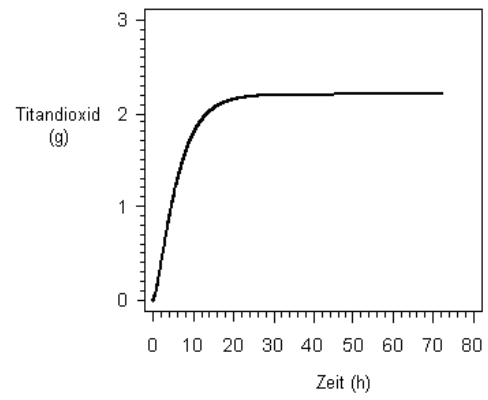
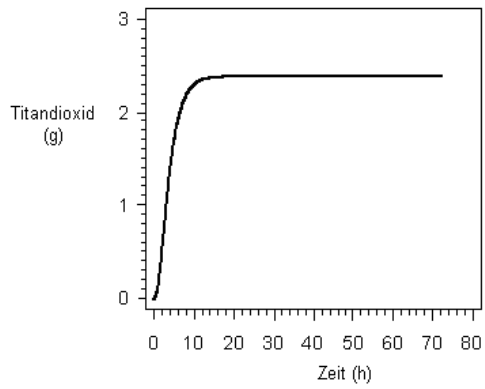


Abb. 24-27: Kumulative Exkretionskurve des TiO<sub>2</sub> (g) über eine Periode von 72 h der Gruppen HSp (oben links), LSp (oben rechts), H0 (unten links) und L0 (unten rechts)

Aufgrund der geringen Stichprobenanzahl der seziierten Tiere sind die Ergebnisse im folgenden Teil deskriptiv dargestellt.

Tabelle 24 stellt die prozentualen Anteile der einzelnen leeren Darmabschnitte im Verhältnis zum Körpergewicht der Tiere dar. In alle Gruppen konnte festgestellt werden, dass der Muskelmagen und der Leerdarm den größten prozentualen Anteil einnahmen. Der Kropf, Drüsenmagen und der Zwölffingerdarm zeigten in etwa dasselbe prozentuale Verhältnis zum Körpergewicht. Hüftdarm und Blinddärme nahmen den geringsten Anteil am Körpergewicht ein.

Die Gruppen unterschieden sich hinsichtlich des prozentualen Anteils des Muskelmagens besonders stark. So wiesen die Tiere der LSp-Gruppe den weitaus höchsten Wert auf (1,67%), gefolgt mit 1,54% der HSp- und mit 1,34% der LF-Gruppe. Die Gruppen H0 und L0 wiesen einen ähnlichen Anteil auf (1,16% und 1,15%). Die HF-Tiere zeigten mit 0,89% den geringsten Wert.

Der prozentuale Anteil des Leerdarms gemessen am Körpergewicht der Tiere unterschied sich nur geringfügig in den verschiedenen Gruppen. Hier zeigten die Tiere der L0- und der LF-Gruppe mit 1,15% und 1,17% die höchsten Anteile. In den Gruppen H0 und HF konnten etwas geringere Werte beobachtet werden (1,04% und 1,11%). Die Tiere mit Spänefütterung wiesen in diesem Abschnitt gegenüber allen anderen Gruppen die geringsten Anteile auf (HSP= 0,95%; LSp= 0,90%).

Der prozentuale Anteil des Kropfes lag lediglich in der Gruppe L0 etwas niedriger (0,35%) und in der Gruppe LSp etwas höher (0,52%). Alle anderen Gruppen unterschieden sich in diesem Abschnitt nicht und lagen etwa bei 0,40%.

Die Werte des Drüsenmagens unterschieden sich in den Gruppen HF, LF, HSp und LSp kaum bzw. überhaupt nicht (HF= 0,39%; LF, HSp und LSp= 0,37%). Die Gruppen H0 (0,28%) und L0 (0,30%) lagen in diesem Abschnitt etwas niedriger.

Der Zwölffingerdarm lieferte in der H-Linie über alle Gruppen denselben prozentualen Anteil (0,29%) und lag damit unter jenem der Gruppen LF (0,41%) und L0 bzw. LSp (0,35%). Die Werte des Hüftdarmes zeigten in den Gruppen L0 mit 0,29% und LF mit 0,25% sehr ähnliche und etwas höhere Werte als in den Gruppen H0 (0,21%) und HF bzw. HSp (0,16%). Der geringste prozentuale Anteil konnte in der Gruppe LSp registriert werden.

Im Abschnitt „Blinddärme“ lagen die Tiere der Gruppen H0 und HF mit 0,21% am niedrigsten. Danach folgte die Gruppe HSp (0,26%) und die Gruppe L0 (0,27%).

Einen etwas höheren prozentualen Anteil konnten die Gruppen LSp mit 0,28% und LF mit 0,30% erlangen.

Tab. 24: Mittelwerte des Gewichts der einzelnen leeren Darmabschnitte prozentual zum Körpergewicht der Tiere in Abhängigkeit von der Versuchsgruppe

| Gruppe | Kropf | Drüsen-<br>magen | Muskel-<br>magen | Zwölf-<br>fingerdarm | Leerdarm | Hüftdarm | Blinddärme |
|--------|-------|------------------|------------------|----------------------|----------|----------|------------|
| H0     | 0,40  | 0,28             | 1,16             | 0,29                 | 1,04     | 0,21     | 0,21       |
| HF     | 0,40  | 0,39             | 0,89             | 0,29                 | 1,11     | 0,16     | 0,21       |
| HSp    | 0,43  | 0,37             | 1,54             | 0,29                 | 0,95     | 0,16     | 0,26       |
| L0     | 0,35  | 0,30             | 1,15             | 0,35                 | 1,15     | 0,29     | 0,27       |
| LF     | 0,41  | 0,37             | 1,35             | 0,41                 | 1,17     | 0,25     | 0,30       |
| LSp    | 0,52  | 0,37             | 1,67             | 0,35                 | 0,90     | 0,14     | 0,28       |

Tabelle 25 stellt die pH-Werte der einzelnen Darmabschnitte in Abhängigkeit der Gruppe dar. Insgesamt konnten keine großen Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden.

In den Muskelmägen konnten die niedrigsten pH-Werte und die größten Unterschiede zwischen den Gruppen registriert werden. Bei den H0-Tieren konnte mit 3,58 der niedrigste pH-Wert beobachtet werden. Mit 4,00 folgten die LF-Tiere, die HF-Tiere mit 4,17 und die HSp-Tiere mit 4,20. Die LSp- (4,30) und L0-Tiere (4,42) zeigten einen etwas höheren pH-Wert als die anderen Gruppen.

Im Kropf konnten über alle Gruppen in etwa einheitliche pH-Werte festgestellt werden, jedoch lag die Gruppe HF mit 4,50 etwas niedriger und die Gruppe LSp mit 5,00 etwas höher. Auch die Werte des Drüsenmagens lagen bis auf die Gruppe H0 (4,67) alle im selben Bereich.

Im Zwölffingerdarm konnten dieselben Werte in den Gruppen H0 und L0 (5,75) sowie in den Gruppen HF und LF (5,92) beobachtet werden. Ebenso unterschieden sich die Tiere mit Spänekfütterung kaum.

Im Leerdarmbereich konnte in den Gruppen H0 und LF mit 6,0 die gleichen Werte registriert werden. Ebenso wurden in den Gruppen HF und L0 bzw. HSp und LSp dieselben pH-Werte gemessen.

Die HSp- und die LF-Tiere wiesen im Hüftdarm mit 5,65 und 5,67 einen etwas niedrigeren pH-Wert als die anderen Gruppen auf. Die HF-Tiere lagen im Durchschnitt mit 6,08 am höchsten.

Die Blinddärme der LF-Gruppe zeigten mit 5,42 einen niedrigeren pH-Wert als alle anderen Gruppen.

Tab. 25: Mittlere pH-Werte in den einzelnen Darmabschnitten in Abhängigkeit von der Versuchsgruppe

| Gruppe | Kropf | Drüsen-<br>magen | Muskel-<br>magen | Zwölf-<br>fingerdarm | Leerdarm | Hüftdarm | Blind-<br>därme |
|--------|-------|------------------|------------------|----------------------|----------|----------|-----------------|
| H0     | 4,67  | 4,67             | 3,58             | 5,75                 | 6,00     | 5,92     | 6,00            |
| HF     | 4,50  | 5,08             | 4,17             | 5,92                 | 5,75     | 6,08     | 6,00            |
| HSp    | 4,80  | 5,00             | 4,20             | 5,50                 | 5,58     | 5,65     | 5,90            |
| L0     | 4,83  | 5,00             | 4,42             | 5,75                 | 5,83     | 5,83     | 6,00            |
| LF     | 4,58  | 5,00             | 4,00             | 5,92                 | 6,00     | 5,67     | 5,42            |
| LSp    | 5,00  | 5,10             | 4,30             | 5,55                 | 5,65     | 5,75     | 6,05            |



## 5 Diskussion

### 5.1 Einfluss von Pickblöcken mit und ohne Calcium auf das Pickverhalten von Legehennen

Federpicken wird nach BLOKHUIS (1989) sowie BLOKHUIS und ARKES (1984) als fehlgeleitetes Picken in der Einstreu bzw. Picken bei der Exploration definiert. Da vermehrte Exploration auch bei Nährstoffmangel auftritt (HUGHES und WOODGUSH, 1973), sollte in der vorliegenden Untersuchung durch einen Ca-Mangel in der Futterration Exploration ausgelöst und gezielt auf einen Ca-reichen Pickblock gerichtet werden. Somit sollte eine Fehlorientierung auf das Gefieder der Artgenossen verhindert werden. Des Weiteren wurde einer zweiten Gruppe zusätzlich zu einem Legehennenalleinfutter ein Pickblock ohne Calcium angeboten, welcher den Tieren ebenso die Möglichkeit zur Exploration bieten und infolgedessen das Federpickverhalten der Hennen reduzieren sollte. Eine weitere Gruppe in diesem Versuch bekam neben dem Legehennenalleinfutter keinen Pickblock angeboten. In dieser Gruppe wurde eine erhöhte Federpickaktivität aufgrund der mangelnden Beschäftigung erwartet.

Die Gruppe mit der Ca-armen Grundration und dem Pickblock mit Ca-Zulage (Gruppe 1) nahm über den gesamten Versuch signifikant weniger Grundration auf als beide anderen Gruppen. Der Verzehr unterschied sich in den ersten beiden Versuchswochen besonders stark. Offensichtlich musste sich diese Gruppe erst an die getrennte Aufnahme von Calcium aus dem Pickblock gewöhnen.

In der 4. und 5. Versuchswoche waren die Unterschiede der Gruppen hinsichtlich der Aufnahme der Grundration nur noch gering. Die Gruppe 1 zeigte in der Aufnahme des Ca-haltigen Pickblockes eine deutliche Zunahme, wodurch eine vollständige Deckung des Calcium-Bedarfes verzeichnet werden konnte. Die Calciumaufnahme aus Grundration und Pickblock betrug am Ende des Versuches 3,5 g/Tier/Tag.

Hinsichtlich des mittleren Verzehrs an Pickblock zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Herkünften. LB-Tiere nahmen sowohl beim Ca-reichen als auch beim Ca-armen Pickblock große Mengen auf und zeigten gleichzeitig mehr Federpicken als LSL-Tiere.

Das Ergebnis, wonach braune Herkünfte mehr Federpicken zeigen als weiße, stimmt mit BESSEI (1984a), BAREHAM (1972), SAVORY und MANN (1997a) sowie KJAER (2000) überein. SAVORY und MANN (1997a) nahmen an, dass das vermehrte Federpicken von braunen gegenüber weißen Linien ein Resultat des Kontrastes der dunklen Feder gegenüber der hellen Haut sein könnte.

Entgegen der Theorie, wonach die starke Neigung zum Federpicken mit einem geringen Interesse an unbelebten Objekten (Umgebungspicken) verbunden ist (BLOKHUIS und ARKES, 1984), zeigten die Hennen mit hoher Federpickaktivität auch erhöhtes Picken nach dem Pickblock. In dieser Hinsicht stimmen die vorliegenden Ergebnisse mit RODENBURG et al. (2003), BILCIK und KEELING (2000), CHANNING et al. (1999) sowie HANSEN und BRAASTAD (1994) überein.

Auch die Häufigkeiten des aggressiven Pickens waren bei der braunen Herkunft (LB) signifikant höher als bei der weißen (LSL). Eine Verbindung zwischen dem aggressiven und dem starken Federpicken kann auch nach Ergebnissen von HUGHES und DUNCAN (1972), WENNRICH (1975b) sowie VESTERGAARD et al. (1993) abgeleitet werden, die bei dominanten Tieren häufiger Federpickverhalten feststellten. Diese Beziehung wurde so erklärt, dass rangniedere sich ranghöheren Tieren nur mit Vorsicht nähern können und somit weniger Möglichkeiten haben Federpickverhalten zu zeigen. Dies wurde auch in der Untersuchung von RODENBURG (2003) beobachtet.

Nach BAUM (1994) müssen Hühner eine gewisse Pickaktivität pro Tag durchführen. Wird diese nicht befriedigt kommt es zur Kompensation an anderer Stelle.

Die drei Versuchsgruppen der vorliegenden Untersuchung (Ca-arme Grundration und Pickblock mit Ca-Zulage, normale Grundration und Pickblock ohne Ca-Zulage, normale Grundration ohne Pickblock) unterschieden sich hinsichtlich des Pickens an den Futtertrog. Die Tiere mit der normalen Grundration ohne Pickblock bepickten den Futtertrog gegenüber den Gruppen mit der Ca-armen Grundration und dem Pickblock mit Ca-Zulage sowie jener mit der normalen Grundration und Pickblock ohne Ca-Zulage signifikant häufiger. Das signifikant häufigere „Futtertrogpicken“ der Tiere der Gruppe ohne Pickblock könnte als Ausdruck einer überschüssigen Pickaktivität nach BAUM (1994) dargestellt werden. Auch der Käfig wurde von diesen Tieren tendenziell am häufigsten bepickt.

Wie bereits zuvor erwähnt, konnten auch RODENBURG et al. (2003), BILCIK und KEELING (2000), CHANNING et al. (1999) sowie HANSEN und BRAASTAD (1994) bei Legehennen, welche eine hohe Federpickaktivität aufwiesen ein vermehrtes Picken gegen andere unbelebte Objekte feststellen. Dies deckt sich mit den Ergebnissen in vorliegender Untersuchung, da auch hier die Gruppe mit der normalen Grundration ohne Pickblock tendenziell am häufigsten starkes Federpicken zeigte.

Die Kombination der Ca-armen Ration mit Ca-haltigen Pickblöcken hatte den erwarteten Effekt und führte zu vermehrter Beschäftigung an den Pickblöcken. Dies war auf die Notwendigkeit der Deckung des Ca-Bedarfes zurückzuführen. Allerdings pickten auch die Tiere der Gruppe mit der normalen Grundration und dem Pickblock ohne Ca-Zulage häufig am Pickblock, obwohl ihr Bedarf an Calcium durch die Grundration gedeckt wurde. Dieses Verhalten kann als Exploration oder das Abreagieren überschüssiger Pickenergie ohne Bezug zu einem Mangel interpretiert werden.

Die in gegenwärtiger Untersuchung registrierte höhere Federpickaktivität der braunen Herkünfte wirkte sich auf die Befiederungsqualität aus. In der Halsregion wiesen die braunen Herkünfte gegenüber den weißen Herkünften eine signifikant schlechtere Befiederung auf. Im Gegensatz zur Halsregion war die Flügelregion der weißen Herkünfte jedoch schlechter befiedert als jene der braunen Herkünfte.

Es ist allgemein bekannt, dass sich die Befiederung von Legehennen während der Legeperiode verschlechtert. Als Ursache für die Verschlechterung der Befiederung sind natürlicher Federausfall, Federverschleiß durch mechanische Einwirkungen, Bepicktwerden durch Nachbarhennen und das Federziehen am eigenen Körper in Betracht zu ziehen (BESSEI, 1984b). Nach HUGHES (1978) verursacht der Abrieb am Käfig keine größeren Gefiederschäden. Lokale Veränderungen des Gefieders können jedoch die Aufmerksamkeit von Nachbartieren erregen und somit Federpicken auslösen. Auch in der Untersuchung von McADIE und KEELING (2000) wurden beschädigte Federn gegenüber unbeschädigten signifikant häufiger bepickt. Insgesamt zeigten die Tiere der Gruppe mit der Ca-armen Grundration und dem Pickblock mit Ca-Zulage eine bessere Gefiedercondition als die Tiere der Gruppen mit der normalen Grundration und dem Pickblock ohne Ca-Zulage sowie der normalen Grundration ohne Pickblock. Dieses Ergebnis deckt sich mit der Federpickhäufigkeit in den drei Gruppen.

Nach dem Versuch fiel in den Gruppen mit der Ca-armen Grundration und dem Pickblock mit Ca-Zulage sowie der normalen Grundration und dem Pickblock ohne Ca-Zulage der braunen Herkünfte ein vermehrtes Flaumwachstum auf.

Es könnte sein, dass bei Fortführung des Versuches sich der Flaum weiterentwickelt und sich daraus eine bessere Gefiederkondition ergeben hätte. Da Federn, die durch Federpicken oder andere Faktoren verloren gehen, langsamer wachsen, als sich während der Mauser erneuernde Federn (LARIONOV, 1930, 1931), wäre eine Verbesserung der Gefiederqualität erst einige Zeit später zum Tragen gekommen.

Insgesamt wurde in gegenwärtiger Untersuchung gezeigt, dass das erhöhte Picken bei der Exploration, ausgelöst durch die Mangelsituation, zielgerichtet auf den Pickblock gelenkt wurde und nicht fehlgerichtet auf das Gefieder der Artgenossen. Die Tiere der Gruppe mit Ca-armen Pickblock bepickten diesen häufig und zeigten erwartungsgemäß tendenziell weniger Federpickverhalten als die Tiere der Gruppe ohne Pickblock. Die Tiere der Gruppe ohne Pickblock zeigten wie erwartet, tendenziell am meisten Federpickverhalten. Weitere Untersuchungen möglicherweise mit einer etwas längeren Versuchsdauer sind nötig, um diese Ergebnisse zu bestätigen.

## **5.2 Einfluss von Cellulose bzw. Federn im Futter auf die Entwicklung des Verhaltens während der Aufzuchtphase**

Untersuchungen in den letzten Jahren haben gezeigt, dass Federpicken mit Federfressen positiv korreliert ist (McKEEGAN und SAVORY, 1999, 2001; HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI, 2005). HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI (2004, 2005) konnten beobachten, dass starke Federpicker vermehrt Federn fressen, obwohl diese im Verdauungstrakt kaum abbaubar sind (McCASHLAND und RICHARDSON, 1966; McKEEGAN und SAVORY, 1999). Dies legt die Vermutung nahe, dass die Feder bei diesen Tieren als „Nahrung“ verstanden wird (HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI, 2005). Auch Hobelspäne, die überwiegend aus unverdaulicher Cellulose bestehen, werden von Legehennen gefressen. Vorangegangene Untersuchungen haben gezeigt, dass der Rohfasergehalt des Futters eine wichtige Rolle hinsichtlich des Federpickens spielt. Ein erhöhter Rohfasergehalt der Futtermischung führte dabei zu einer Abnahme des Federpickverhaltens (WAHLSTRÖM et al., 1998; BAERSE et al., 1940; SCOTT et al., 1954).

In vorliegendem Versuch wurde erwartet, dass die Aufnahme von Federn (Gruppe F) bzw. Cellulose (Gruppe C) im Futter weniger Federpickverhalten zur Folge hat, da der Bedarf an diesen Substraten bereits durch das Futter ausreichend gedeckt ist. Der erhöhte Rohfasergehalt bzw. Federschrotgehalt im Futter führt bedingt durch das höhere aufzunehmende Volumen zu einer erhöhten Pickaktivität für die Futteraufnahme. Ausgehend von der Theorie nach BAUM (1994) müsste weniger Federpickverhalten in den Gruppen mit Futterzusatz von „Füllstoffen“ wie Cellulose oder Federn zu beobachten sein, da weniger überschüssige Pickaktivität abzureagieren wäre. Eine Futterprägung auf die gewohnten Substrate, welche eventuell auch durch eine Spezialisierung der Darmflora oder über ein post-ingestives Feedback erfolgen könnte, könnte ebenfalls eintreten.

In einer dritten Gruppe (Gruppe K) des gegenwärtigen Versuches wurde erhöhtes Federpickverhalten erwartet, da diese Gruppe lediglich ein gewöhnliches pelletiertes Legehennenalleinfutter bekam.

Erwartungsgemäß zeigten die Tiere der Gruppen C (Futter unter Zusatz von 10% Cellulose) und F (Futter unter Zusatz von 10% Federschrot) gegenüber der Gruppe K von der 5. bis 17. LW stets weniger Federpickverhalten. Dies könnte auf den Einsatz von Cellulose und Federschrot im Futter zurückzuführen sein. Wie bereits erwähnt zeigte ein erhöhter Rohfasergehalt im Futter in verschiedenen anderen Untersuchungen eine positive Auswirkung auf das Federpickverhalten. Auch die erhöhte Pickaktivität bezüglich des Futters könnte eine Rolle gespielt haben. Es scheint, als hätte ebenfalls die Aufnahme von zerkleinerten Federn im Futter ein Bedürfnis an Federn gedeckt und die Tiere vom Gefieder der Artgenossen abgelenkt. Der in allen Gruppen beobachtete Anstieg der Federpickaktivität nach der Futterumstellung der Gruppen C und F auf das Kontrollfutter (18. LW), könnte auch durch den Beginn der Legephase bedingt sein. Es ist allgemein bekannt, dass Federpicken mit Beginn der Legephase verstärkt auftritt. HUGHES (1973) führt den Anstieg des Federpickens zu Beginn der Legephase auf hormonelle Änderungen zurück.

Doch auch nach der Futterumstellung zeigten die Gruppen C und F eine geringere Federpickaktivität als die Gruppe K. Die Gruppe F zeigte dabei insgesamt die geringste Federpickaktivität. Auch in der Untersuchung von BLOKHUIS und VAN DER HAAR (1992) konnte durch das Angebot von Getreide während der Aufzucht signifikant weniger Federpicken während der späteren Legephase verzeichnet werden. HUBER-EICHER und WECHSLER (1998) reduzierten das spätere Federpicken durch das Angebot von Stroh in der Aufzucht. Es könnte sein, dass es während der Aufzucht zu Prägungsvorgängen kommt, welche das spätere Verhalten beeinflussen. Dieser Effekt könnte das in vorliegender Untersuchung verminderte Federpickverhalten der Gruppe F nach Absetzen des Futters mit Federschrot erklären.

Die erhöhte Federpickrate der Gruppe C in der 20. LW führte bei zwei Tieren zu Verletzungen der Haut. Die blutigen Stellen animieren die Gruppengenossen das betroffene Tier weiter zu bepicken und dieses Verhalten wird auch durch soziales Lernen weitergegeben (CLOUTIER et al., 2002). Dieser Umstand könnte zu der in vorliegender Untersuchung beobachteten erhöhten Federpickrate in dieser Zeit geführt haben.

Federpicken wird unter anderem als fehlgeleitetes exploratives Verhalten charakterisiert (BLOKHUIS, 1986). Exploration kann beim Geflügel in exploratives Picken, Scharren und Suchen (Fortbewegung) unterteilt werden (BROOM, 1981). In vorliegender Untersuchung erhöhte sich nach der Futterumstellung der Gruppen C und F auf das Futter der Kontrollgruppe in allen Gruppen abgesehen von dem Federpickverhalten auch das Fortbewegungsverhalten.

Hinsichtlich des Fortbewegungsverhaltens konnte in allen Gruppen ein signifikanter Anstieg beobachtet werden. Ein Anstieg des Fortbewegungsverhaltens konnte HUGHES (1979) vor der Eiablage beobachten. Dies könnte in vorliegender Untersuchung ebenfalls eine Rolle gespielt haben, da die Tiere anfangen Eier zu legen. Ruhende Tiere könnten durch das erhöhte Fortbewegungsverhalten einiger Hennen ebenfalls gestört werden und damit zu erhöhter Aktivität der gesamten Box beigetragen haben.

Nach der Futterumstellung der Gruppen C und F auf das Futter der Kontrollgruppe wurde in allen Gruppen signifikant häufiger Objektpicken beobachtet.

HUGHES und WOOD-GUSH (1973) haben gezeigt, dass ein Nährstoffmangel die allgemeine Aktivität, insbesondere das Explorationsverhalten von Legehennen erhöht. Es wäre denkbar, dass die Reduktion des Rohfasergehaltes (Gruppe C) bzw. des Strukturanteiles (Gruppe F) durch die Futterumstellung bei den Tieren ähnlich wie ein Nährstoffmangel wirkt. Dies könnte bei den Tieren der vorliegenden Untersuchung vermehrtes Such- bzw. Explorationsverhalten ausgelöst haben. Auch die von PROVENZA und BALPH (1987) sowie von IMMELMANN (1975) beschriebene Futterprägung könnte zu der vermehrten Exploration geführt haben, da das gewohnte Futter nicht mehr zur Verfügung stand. Jedoch zeigten auch die Tiere der Gruppe K ohne Futterumstellung häufiger „Objektpicken“. Dies könnte jedoch dadurch bedingt sein, dass das „herkömmliche“ Kontrollfutter das fehlgeleitete Explorationsverhalten nicht positiv zu beeinflussen vermochte.

In vorliegender Untersuchung zeigten alle Gruppen nach der Futterumstellung der Gruppen C und F bzw. nach der 18. LW weniger Putzverhalten. Da andere Verhaltensweisen, wie Fortbewegung und Objektpicken in dieser Zeit vermehrt auftraten, könnte dies zu einer Reduktion von anderen Verhaltensweisen, wie auch dem Putzverhalten geführt haben.

Nach BESSEI (1983) führt Federpicken oft zu anschließenden Kannibalismus. Dies deckt sich mit dem in vorliegender Untersuchung beobachtetem häufigeren Auftreten von Federpicken der Gruppe K und dem anschließenden Auftreten von Kannibalismus. Auch KEELING (1995) und CLOUTIER et al. (2002) beobachteten, dass blutige Stellen das Auftreten von Kannibalismus begünstigen können und dass soziales Lernen zu einer Weitergabe dieses Verhaltens führen kann (CLOUTIER et al., 2002). Auch die Futterumstellung könnte zu der vermehrten Federpickaktivität beigetragen haben (GREEN et al., 2000).

Die Beurteilung des Gefiederzustandes stellt eine indirekte Methode zur Beurteilung des Federpickverhaltens dar (TAUSON et al., 2005). In vorliegender Untersuchung zeigten die Hennen der Gruppe F einen besseren Gefiederzustand als die Kontrollgruppe, was zu erwarten war, da in der Gruppe F während des gesamten Versuches weniger Federpickverhalten beobachtet werden konnte. Die Rückenregion der Gruppe F zeigte dabei eine signifikant bessere Befiederung als jene der beiden anderen Gruppen. In allen Gruppen war die Schwanzregion inklusive des Bürzels, am schlechtesten befiedert. Durch das Ausreißen von Federn in diesem Bereich, könnte es zu einem noch stärkeren Bepicken dieser Region gekommen sein. McADIE und KEELING (2000) konnten feststellen, dass beschädigte Federn signifikant häufiger stark bepickt werden als unbeschädigte. Am häufigsten wurden kurz geschnittene Schwanzfedern, getrimmte Federn um die Bürzelregion und der Bürzel bepickt, wenn die Federn ausgerissen wurden. Des Weiteren könnte es sein, dass die Federn aus der Bürzelregion für die Tiere in irgendeiner Weise attraktiver sind, als von einer anderen Region. Diese Vermutung müssten jedoch in weiteren Untersuchungen überprüft werden.

Im Futterwahlversuch (gleichzeitiges Angebot der drei verschiedenen Futtervarianten) wurde erwartungsgemäß das Futter von den Versuchsgruppen in größeren Mengen aufgenommen, welches die Hennen von der Aufzucht gewohnt waren zu fressen. PROVENZA und BALPH (1987) sowie IMMELMANN (1975) weisen auf eine Verbindung von Futterprägung in einem frühen Lebensstadium und späteren Nahrungsgewohnheiten hin. RABINOWITCH (1968) testete verschiedene Möwenarten in einem Wahlversuch. Auch hier wurde Futter, welches den Tieren aus dem frühen Lebensstadium vertraut war, in der Testsituation bevorzugt aufgenommen. HESS (1973) folgerte aus seinen Untersuchungen, dass die Modifikation angeborener Pickpräferenzen während einer sensitiven Phase bei



Hühnern scheinbar permanent sei. In vorliegender Untersuchung könnte die vom ersten Lebenstag erfolgte Fütterung unter Zusatz von Federschrot, Cellulose bzw. ohne Zusatz die Tiere dazu veranlasst haben, während des Wahlversuches vermehrt das gewohnte Futter aufzunehmen.

Diese Gewöhnung deckt sich auch mit dem in vorliegender Untersuchung beobachtetem Ergebnis der Federaufnahme. Die frei zugänglichen Federn in den Boxen wurden vermehrt von den Hennen der Gruppe F gefressen. Da die Tiere zum Zeitpunkt der Federgabe herkömmliches Kontrollfutter ohne Federzusatz erhielten, könnte die vermehrte Aufnahme von Federn den „Federmangel“ befriedigt haben. Die frühere Fütterung mit Federschrot hätte dementsprechend in vorliegendem Versuch über ein post-ingestives-Feedback (PROVENZA und BALPH, 1987) die spätere Federaufnahme der Hennen beeinflusst.

Zusammenfassend zeigt der vorliegende Versuch, dass der Einsatz von Federschrot und Cellulose im Futter tendenziell zu geringerem Federpickverhalten führte. Ob dies auf die erhöhte und somit befriedigte Pickaktivität der Hennen für die Futteraufnahme zurückzuführen ist, oder auf die Befriedigung eines Bedürfnisses an diesen Substraten, muss in weiteren Untersuchungen geklärt werden. Das Auftreten von Kannibalismus konnte allerdings durch den Zusatz von Cellulose im Futter nicht verhindert werden.

Eine Futterprägung scheint in gegenwärtiger Studie stattgefunden zu haben, da die Tiere im Futterwahlversuch vermehrt das Futter aufnahmen, welches sie von ihrer Aufzucht her gewohnt waren zu fressen. Auch die frei zugänglichen Federn wurden vermehrt von der Gruppe aufgenommen, welche bis zur 18. LW das Futter mit Federschrot erhielten (Gruppe F). Ob im Magen-Darmtrakt eine spezielle Bakterienflora durch die Aufnahme von Federn oder Hobelspänen erzeugt werden kann, muss in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

### **5.3 Einfluss der Aufnahme von Hobelspänen bzw. Federn auf die Darmpassage von starken und schwachen Federpickern**

In vorangegangenen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass Federn eine ähnliche Wirkung auf die Verdauung haben wie unlösliche Rohfaser, was zu einer schnelleren Darmpassage führt (HARLANDER-MATAUSCHEK et al. 2006b). In vorliegendem Versuch sollte überprüft werden, ob der Aufnahme von Federn und Hobelspänen ein physiologischer Hintergrund zu Grunde liegt, welcher infolgedessen einen Bedarf initiiert. Da genetische Unterschiede hinsichtlich der Federpickaktivität bestehen, sollte ebenfalls der Effekt der Feder- sowie Hobelspäneaufnahme auf zwei unterschiedliche genetische Linien (starke und schwache Federpicker) überprüft werden. HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI (2006b) testeten in einer vorangegangenen Untersuchung bereits die Wirkung von Federn auf die Darmpassage von starken und schwachen Federpickern. In dieser Untersuchung wurden jedoch HF-Tiere mit einem hohen Federverzehr und LF-Tiere mit einem geringen Federverzehr mittels Titandioxidmarker untersucht. Deshalb wurden in vorliegender Untersuchung Tiere untersucht, welche eine etwa gleich große Menge an Hobelspänen bzw. eine etwa gleiche Anzahl an Federn aufgenommen hatten.

Die Aufnahme von einer etwa gleichen Anzahl an Federn führte in gegenwärtiger Untersuchung nur bei den HF-Tieren, jedoch nicht bei den LF-Tieren zu einer signifikant schnelleren Futterpassage. Diese Unterschiede hinsichtlich der Passagezeit von HF- und LF-Tieren könnten auf einen genetischen Unterschied des Verdauungstraktes hindeuten.

HETLAND und SVIHUIS (2001) vermuteten, dass durch die physikalische Struktur die Mahlaktivität des Muskelmagens angeregt wird. Der Muskelmagen wird dabei als Trigger für die peristaltischen Bewegungen angesehen (DUKE, 1986). SMITS und ANNISON (1996) sowie LANGHOUT (1998) stellten fest, dass durch eine vermehrte Aufnahme von unlöslicher Rohfaser und einer ansteigenden Futtermenge im Muskelmagen die Futterpassage beschleunigt wird. Auch die Untersuchung von HARLANDER-MATAUSCHEK et al. (2006b) deutet auf eine Beschleunigung der Futterpassage aufgrund der physikalischen Struktur gefressener Federn hin. Die Beeinflussung scheint nach dem Ergebnis der vorliegenden Untersuchung jedoch lediglich bei den HF-Tieren zu bestehen.

Bei der Sektion der H0-Tiere der vorliegenden Untersuchung konnten mehrere Federn in den Mägen entdeckt werden. Die H0-Tiere müssen dementsprechend ihre eigenen Federn gefressen haben, da sie keine Federn zur Aufnahme angeboten bekamen. Die ansteigende Mahlaktivität des Magens könnte die beobachtete schnellere Futterpassage der H0-Tiere erklären und ein Grund für die ähnliche Passagezeit der H0- und LF-Tiere sein.

Bei den L0-Tieren wurden keine Federn in den Mägen gefunden. Dies könnte die gegenüber allen anderen Versuchsgruppen langsamste Futterpassage erklären.

Wie bereits zuvor erwähnt, wurde in der Untersuchung von HARLANDER-MATAUSCHEK et al. (2006b) nach gleichem Schema wie in vorliegender Untersuchung verfahren; es wurden jedoch von den starken Federpickern jene Tiere untersucht, welche am meisten Federn aufgenommen hatten und von den schwachen Federpickern jene mit der geringsten Federaufnahme. HF-Tiere zeigten in jener Untersuchung, gefolgt von den H0-, L0- und LF-Tieren die schnellste Passagerate. Alle Gruppen unterschieden sich in der oben aufgeführten Untersuchung signifikant. Die Unterschiede der Passagezeit der LF-Tiere in vorliegender Untersuchung und in jener von HARLANDER-MATAUSCHEK et al. (2006b) könnten in der unterschiedlichen Menge an aufgenommenen Federn begründet sein. Die LF-Tiere in gegenwärtiger Untersuchung nahmen im Durchschnitt mit 8,9 Federn/Tag mehr als doppelt so viele Federn auf als die Tiere in der Untersuchung von HARLANDER-MATAUSCHEK et al. (2006b) (4 Federn/Tag) bei gleichem Angebot an Federn. Es könnte deshalb sein, dass die Aufnahme von durchschnittlich vier Federn pro Tag nicht ausreichte, um die Passagezeit zu beeinflussen und dementsprechend nicht zu einer schnelleren Darmpassage geführt hat.

Der Ausscheidungslevel der H0- und LF-Tiere unterschied sich in gegenwärtiger Untersuchung nicht signifikant. Ebenso zeigten LF- und L0-Tiere keine signifikanten Unterschiede.

VAN DER KLIES und VAN VOORST (1993) gehen von einer stärker ausgeprägten Separation der flüssigen und festen Phase des Nahrungsbreies vor dem Zwölffingerdarm aufgrund einer hohen Magenaktivität aus. Bei Zufütterung von unverdaulichem Material (Carboxy Methyl Cellulose) konnte in den Blinddärmen der Marker nachgewiesen werden. Dies deutet darauf hin, dass der Marker in der festen Phase längere Zeit in den Blinddärmen verweilte. Auch HETLAND et al. (2004)

zeigten, dass sich Rohfaser im Muskelmagen anreichert. Diese Ergebnisse könnten den in vorliegender Untersuchung beobachteten niedrigeren Ausscheidungslevel der HF-Tiere erklären. Dass sich die H0- und die LF-Tiere nicht unterschieden, könnte daran gelegen sein, dass die H0-Tiere ihre eigenen Federn fraßen. Bei den LF-Tieren scheinen die aufgenommenen Federn einen eher geringeren Einfluss auf die Mahlaktivität des Magens gehabt zu haben, da sich der Ausscheidungslevel nicht von den L0-Tieren unterschied.

Die Fütterung der Späne wirkte ähnlich wie die Fütterung der Federn. Das Ausscheidungsniveau war in allen Gruppen etwa gleich hoch. Es kann deshalb angenommen werden, dass hier keine oder nur eine geringe Anzahl eigener Federn gefressen wurden und so das Ausscheidungsniveau ausschließlich auf die Funktion der Späne zurückzuführen ist.

L- und H-Tiere zeigten in gegenwärtigem Versuch unterschiedliche Ausscheidungszeiten. H-Hennen schieden gegenüber L-Hennen den Marker schneller aus. Die unterschiedliche Ausscheidungszeit zwischen den Linien könnte auf einen genetischen Unterschied im Verdauungstrakt der Legehennen hinweisen.

Es ist bekannt, dass sich die Durchschnittsgewichte des Verdauungstraktes beim Geflügel durch die Aufnahme von Rohfaser erhöhen (HVIDSTEN und ESKELAND, 1983). Bei der Sektion konnten im Muskelmagen Unterschiede zwischen den Linien festgestellt werden. H0- und L0-Tiere unterschieden sich hinsichtlich des Gewichtes des Muskelmagens nicht, obwohl die H0-Tiere ihre eigenen Federn fraßen, was bei der Sektion festgestellt werden konnte. Es scheint, als würden die Struktur der Feder, sowie die Aufnahme von Hobelspänen bei den zwei Linien unterschiedlich wirken. Der Muskelmagen der Tiere mit Spänekütterung war in vorliegender Untersuchung schwerer als jener der anderen Gruppen. Dabei wiesen die LSp-Tiere gegenüber den HSp-Tieren einen schwereren Muskelmagen auf. Es scheint, als ob die Aufnahme der Hobelspäne bei den schwachen Federpickern eine stärkere Wirkung auf die Muskelmagenaktivität gehabt hat. HETLAND et al. (2005) und HETLAND und SVIHUS (2007) konnten bei einer Weizen-basierenden Fütterung und dem Zugang zu Hobelspänen schwerere leere Muskelmägen feststellen als bei der Kontrollgruppe, welche keinen Zugang zu Hobelspänen hatten.

Auch die gefressenen Federn führten bei den LF-Tieren im Vergleich zu den HF-Tieren zu einem schwereren Muskelmagen. ESKELAND und HVISTEN (1983) konnten bei einer dreiwöchigen Fütterung von Küken mit rohfaserreicherem bzw. normalem Futter allerdings kein unterschiedliches Gewicht der leeren Muskelmägen feststellen. Der größte Unterschied zeigte sich in dieser Untersuchung im Dünndarmabschnitt. Er war bei rohfaserreicher gegenüber normaler Fütterung schwerer. Die L0- und LF-Tiere der vorliegenden Untersuchung zeigten schwerere Dünndarmabschnitte als die H0- und HF-Tiere. Dies unterstreicht abermals die scheinbar unterschiedliche Wirkung von aufgenommenen Federn bei den zwei Linien. Die Feder scheint dabei die Größe der Magen-Darmabschnitte der L-Tiere in einem stärkeren Maße zu beeinflussen.

Insgesamt scheinen die Ergebnisse des vorliegenden Versuches auf eine unterschiedliche Wirkung von aufgenommenen Federn bzw. Hobelspänen auf den Magen-Darmtrakt der zwei Linien hinzudeuten. Die aufgenommenen Federn haben nur bei den HF-Tieren, jedoch nicht bei den LF-Tieren zu einer signifikant schnelleren Futterpassage geführt. Die Aufnahme von Hobelspänen führten bei den starken Federpickern im Vergleich zu den schwachen Federpickern zu einer schnelleren Ausscheidung des Markers.

Weitere Untersuchungen sind jedoch nötig, um diese Ergebnisse zu bestätigen.

## 6 Zusammenfassung

Obwohl das Problem des Federpickens und des Federfressens schon im Jahre 1873 von OETTEL (1873) dokumentiert wurde, stellt es bis heute ein Hauptproblem in der Legehennenhaltung dar. In den vergangenen Jahren wurden verschiedene Motivationsmodelle entwickelt, welche das Federpicken als fehlgeleitetes Futterpicken, Picken während des Sandbadens oder als fehlgeleitetes Explorationsverhalten interpretierten. Das Angebot diverser Materialien lenkt das Explorationsverhalten von Legehennen jedoch meist nur kurz auf diese Substanzen. Da gezeigt wurde, dass ernährungsbedingte Mangelsituationen vermehrtes Explorationsverhalten und Federpicken auslösen, wurde im ersten Teil der vorliegenden Untersuchung versucht, die explorative Pickaktivität von Legehennen gezielt und dauerhaft auf ein Ersatzobjekt (Pickblock) zu lenken, indem man den Tieren Futter und Calcium separat anbot. Es wurde erwartet, dass dadurch weniger Federpickverhalten beobachtet werden kann.

Untersuchungen der letzten Jahre weisen auf eine Verbindung von Federpicken und Federfressen hin. Auch Hobelspäne (Cellulose) werden von Legehennen gefressen, obwohl diese – ebenso wie die Feder - kaum verdaut werden können. Deshalb wurde im zweiten Teil der gegenwärtigen Untersuchung der Einfluss der Aufnahme von Federn und Cellulose im Futter auf das Verhalten von Legehennen getestet. Es wurde erwartet, dass die Aufnahme von Federn bzw. Cellulose im Futter weniger Federpickverhalten zur Folge hat, da der Bedarf an diesen Substraten bereits durch das Futter ausreichend gedeckt wurde. Im dritten Teil der vorliegenden Studie sollte überprüft werden, ob die Aufnahme von Federn bzw. Hobelspänen ein physiologischen Hintergrund hat, welcher infolgedessen einen Bedarf initiiert. Der Effekt dieser Substrataufnahme wurde bei zwei unterschiedlichen genetischen Linien getestet.

Der erste Versuch umfasste drei Fütterungsbehandlungen. Die Gruppe 1 erhielt eine Ca-arme Ration (0,67% Ca), die Gruppen 2 und 3 eine bedarfsgerechte Ca-Versorgung (3,45% Ca). Die Gruppen 1 und 2 erhielten zusätzlich einen Pickblock, welcher aus Melasse und Kleie als Grundmischung bestand. Der Pickblock der Gruppe 1 hatte einen Ca-gehalt von 31%. Jede Behandlung wurde mit zehn Wiederholungen zu je acht Hennen durchgeführt. Die Hälfte der Tiere waren braune, die andere Hälfte weiße Legehybriden.

Es zeigte sich, dass sich die drei Gruppen hinsichtlich des Federpickens nicht unterschieden. Jedoch zeigten die Tiere der Gruppe 1 gegenüber jenen der Gruppen 2 und 3 tendenziell eine bessere Gefiederkonstitution. Die Herkünfte unterschieden sich in ihrer Pickaktivität signifikant, wobei bei den braunen Legehybriden häufiger aggressives und starkes Federpicken beobachtet werden konnte.

Der zweite Versuch umfasste ebenfalls drei Futtergruppen. Die erste Gruppe bekamen Pellets mit 10% Federschrot, die zweite Gruppe Pellets mit 10% Cellulose und die dritte Gruppe bekamen Pellets ohne Zusatz angeboten. Jede Behandlung wurde mit vier Wiederholungen zu je 15 Hennen (weiße Legehybriden) durchgeführt. Des Weiteren wurden die Tiere auf ihr Wahlverhalten bezüglich der Futtervarianten und nach Absetzen der drei Futtervarianten auf „Federfressen“ überprüft.

Die Tiere der Gruppen mit Federschrot bzw. Cellulose zeigten über den gesamten Versuch gegenüber der Kontrollgruppe tendenziell weniger Federpickverhalten. Dies drückte sich ebenfalls in einer signifikant besseren Gefiederkonstitution der Gruppe mit Federschrotfütterung gegenüber der Kontrollgruppe aus. In der Testarena fraßen die Tiere mit Federschrotfütterung vermehrt dieses gewohnte Futter und auch bei der Fütterung von Federn nahm diese Gruppe gegenüber beiden anderen Gruppen signifikant mehr Federn auf.

Im dritten Versuch wurden Tiere verwendet, welche auf eine hohe (HFP) und niedrige (LFP) Federaktivität selektiert wurden (KJAER et al., 2001). Auch in diesem Teil der Untersuchung wurde mit drei Futtergruppen gearbeitet. Die erste Gruppe bekamen 70 Federn/Woche angeboten (HF und LF) und die zweite Gruppe Hobelspäne ad libitum (HSp und LSp). Die dritte Gruppe bekam keinen Zusatz (H0 und L0). Die Darmpassagerate wurde von jeder Gruppe untersucht, wobei bei den Tieren mit Zusatzfütterung jene Tiere ausgesucht wurden, welche eine etwa gleich hohe Anzahl an Federn bzw. Menge an Spänen gefressen hatten.

Die HF-Tiere zeigten gefolgt von den LF- und H0-Tieren die schnellste Darmpassagerate. Die L0-Tiere schieden den Marker am langsamsten aus. Obwohl die HF- und LF-Tiere etwa gleich viele Federn aufnahmen, führte dies nur bei den HF-Tieren zu einer signifikant schnelleren Futterpassage. Auch die Aufnahme von Hobelspänen führte dazu, dass die starken Federpicker (HSp) im Vergleich zu den schwachen Federpickern (LSp) den Marker signifikant schneller ausschieden.

Fehlgeleitetes Explorationsverhalten scheint nach vorliegender Untersuchung keine primäre Ursache für Federpicken darzustellen. Vielmehr scheint der Verzehr der Feder ähnlich wie auch die Aufnahme von Hobelspänen bzw. Cellulose eine bestimmte Rolle zu spielen. Dementsprechend könnte man nach gegenwärtiger Studie das Federpicken in den Funktionskreis des Nahrungsaufnahmeverhaltens einordnen, was auch mit älterer Literatur übereinstimmt, in welcher das Federpicken als Federfressen bezeichnet wurde. Des Weiteren zeigte sich, dass eine genetische Verschiedenheit im Verdauungstrakt der HFP- und LFP-Tiere bestehen könnte, da die Aufnahme der gleichen Anzahl an Federn bzw. Menge an Spänen bei den zwei Linien zu einer unterschiedlichen Beeinflussung des Verdauungstraktes führte.

Weitere Untersuchungen sind jedoch nötig, um die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zu unterstreichen.



## 7 Summary

First documented in 1873 by Oettel (1873), the problem of feather pecking and feather eating remains a major issue in modern laying hen husbandry. Various motivational models developed in the past years interpret feather pecking as redirected foraging behaviour, pecking while sand bathing or as misdirected exploratory behaviour. The laying hens, however, only show exploratory curiosity in these diverse materials for a short time. It has been shown that diet-related deficiencies elicit increased exploratory behaviour and feather pecking. In the first section of this experiment, we attempted to redirect the exploratory pecking activity of the laying hens to an alternative object (pecking block) for a sustained period of time through offering the animals food and calcium separately. Less feather pecking behaviour was expected to result.

Investigations carried out in recent years indicate an association between feather pecking and feather eating. Although almost indigestible, both wood shavings (cellulose) and feathers are eaten by laying hens. Hence, the influence of feathers and cellulose in food on the behaviour of laying hens was tested in the second section of this experiment. The inclusion of feathers or cellulose in food was expected to reduce feather pecking behaviour, since the animals' requirement for these substrates was adequately covered in the food. The goal of the third section of the experiment was to determine if the ingestion of feathers or wood shavings has an underlying physiological background, which consequently initiates a need for these substrates. The effect of substrate ingestion was tested in two different lines.

The first experiment comprised three feeding treatments. Group 1 received a calcium-poor ration (0.67% Ca) whereas groups 2 and 3 received a calcium-balanced ration (3.45% Ca). An additional pecking block containing molasses and bran was available to birds in groups 1 and 2. The pecking block available to birds in group 1 had a calcium content of 31%. Each of the 3 treatments was repeated 10 times with 8 laying hens per treatment. Half of the animals were brown, the other half white laying hybrids.

The three groups did not differ in their propensity to feather peck. However, animals in group 1 showed a better feather condition than those in groups 2 and 3.

Breed origin had a significant effect on pecking activity, whereby brown laying hybrids displayed aggressive and vigorous feather pecking more frequently than their white counterparts.

The second section of the investigation likewise comprised three feeding treatments. The first group received pellets with 10% feather grit, the second group pellets with 10% cellulose and the third group received additive-free pellets. Each treatment was repeated 4 times on 15 hens (white laying hybrid). Feed preference with respect to the different pellet variations available was examined and feather eating behaviour was tested after the test rations were discontinued.

Birds in both the feather grit and cellulose groups showed less feather pecking behaviour than control animals throughout the entire experiment. Likewise, birds in the feather grit group had a significantly better plumage condition than those in the control group. Animals in the feather grit group also ate more pellets and ingested significantly more feathers than those in both the control and cellulose groups.

The third section of the experiment was conducted with animal selected on high (HFP) and low (LFP) feather pecking activity (KJAER et al., 2001); three different feeding treatments were tested. Birds in the first group were offered 70 feathers per week (HF and LF), birds in the second group had access to wood shavings ad libitum (HSp and LSp), and birds in the third group were not offered any additional substrates (H0 and L0). The intestinal passage rate of each group was investigated, whereby animals receiving additional substrates were selected for comparison when the amount of substrate (feathers or wood shavings) ingested was comparable.

Animals in the HF group showed the fastest intestinal passage rate, followed by LF and H0 birds. The L0 animals had the slowest marker excretion. Although feather intake in HF and LF groups was similar, only the HF birds had a significantly faster passage rate. HFP birds which had access to wood shavings showed faster marker excretion as LFP birds in comparison.

This experiment demonstrates that misdirected exploratory behaviour does not seem to be the primary cause of feather pecking. Rather the ingestion of feathers or wood shavings / cellulose plays a meaningful role in this behaviour. The results of this study show that feather pecking can be classified as feeding behaviour. This is in accordance with previous literature in which feather pecking is identified as feather eating.

Furthermore, genetic discrepancies between HFP and LFP animals seem to exist, since the ingestion of a similar amount of feathers or wood shavings had different effects on the intestinal tracts of the animals in the two lines.

Further research is necessary to validate the results of this study.

## 8 Literaturverzeichnis

- ABRAHAMSSON, P., TAUSON, R. (1995): Aviary systems and conventional cages for laying hens. Effects on production, egg quality, health and birds location in three hybrids. *Acta Agric. Scand. Sect. A, Anim. Sci.* 45, 191-203.
- AERNI, V., EL-LETHEY, H., WECHSLER, B. (2000): Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. *Br. Poult. Sci.* 41, 16-21.
- AMBROSEN, T., PETERSEN, V.E. (1997): The influence of protein level in diet on cannibalism and quality of plumage of layers. *Poult. Sci.* 76, 559-563.
- APPLEBY, M.C., HUGHES, B.O. (1991): Welfare of laying hens in cages and alternative systems, environmental, physical and behavioural aspects. *Worlds Poult. Sci. J.* 47, 109-128.
- BAREHAM, J.R. (1972): Effects of cages and semi-intensive deep litter pens on the behaviour, adrenal response and production in two strains of laying hens. *Br. Vet. J.* 128, 153-162.
- BAUM, S. (1994): Die Verhaltensstörung Federpicken beim Haushuhn (*Gallus gallus forma domestica*), ihre Ursachen, Genese und Einbindung in den Kontext des Gesamtverhaltens. Dissertation, Universität Marburg.
- BEARSE, G.E., MILLER V.L., McCLARY, C.F. (1940): The cannibalism preventing properties of fiber fraction of oat hulls. *Poult.Sci.*19, 210-215.
- BESSEI, W. (1983): Zum Problem des Federpickens und Kannibalismus. *DGS-Magazin* 24, 656-665.
- BESSEI, W. (1984a): Untersuchungen zur Heritabilität des Federpickverhaltens bei Junghennen. *Arch. Geflügelk.* 48 (6), 224-231.
- BESSEI, W. (1984b): Genetische Beziehungen zwischen Leistung, Befiederung und Scheu bei Legehennen. *Arch. Geflügelk.* 48 (6), 231-239.
- BESSEI, W. (1986): Pecking and feather loss- genetic aspects. *Arch. Geflügelk.* 50 (3), 121.
- BESSEI, W. (1999): *Bäuerliche Hühnerhaltung*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- BESSEI, W., REITER, K., BLEY, T., ZEEB, F. (1999): Measuring pecking of a bunch of feathers in individually housed hens: First results of genetic studies and feeding related reactions. *Lohmann Information* 22, 27-31.
- BESTMAN, M.W.P., WAGENAAR, J.P. (2003): Farm level factors associated with feather pecking in organic laying hens. *Livst. Prod. Sci.* 80, 133-140.

- BILCIK, B., KEELING, L.J. (1999): Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behaviour in laying hens. *Br. Poult. Sci.* 40, 444-451.
- BILCIK, B., KEELING, L.J. (2000): Relationship between feather pecking and ground pecking in laying hens and the effect of group size. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 68, 55-66.
- BLOKHUIS, H.J. (1986): Feather pecking in poultry: Its relation with ground-pecking. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 16, 63-67.
- BLOKHUIS, H.J. (1989): The development and causation of feather pecking in the domestic fowl. PhD-Thesis, University of Wageningen, The Netherlands.
- BLOKHUIS, H.J., ARKES, J.G. (1984): Some observations on the development of feather pecking in poultry. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 12, 145-157.
- BLOKHUIS, H.J., BEUTLER, A. (1992): Feather pecking damage and tonic immobility in two lines of white leghorn hens. *J. Anim. Sci.* 70, suppl.1, 170.
- BLOKHUIS, H.J., VAN DER HAAR, J.W. (1992): Effects of pecking incentives during rearing on feather pecking of laying hens. *Br. Poult. Sci.* 33, 17-24.
- BRANDT, M., ALLAM, S.M. (1987): Analytik von  $TiO_2$  im Darminhalt und Kot nach Kjeldahlaufschluß. *Arch. Anim. Nutr.* 37, 453- 454.
- BROOM, D.M. (1981): *Biology of behaviour*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- BUCHHOLTZ, C. (1982): *Grundlagen der Verhaltensphysiologie*. Braunschweig: Vieweg.
- CHANNING, C.E., HOCKING, P.M., JONES, R.B. (1999): Feather pecking in adult laying hens: can it be associated with pecking at inanimate objects? *Br. Poult. Sci.* 39 (suppl.), 15-16.
- CLOUTIER, S., NEWBERRY, R.C., HONDA, K., ALLDREDGE, J.R. (2002): Cannibalistic behaviour spread by social learning. *Anim. Behav.* 63, 1153-1162.
- CUTHBERTSON, G.J. (1978): An ethological investigation of feather pecking. In: HUGHES, B.O. (1982): Feather pecking and cannibalism in domestic fowls. In: BESSEI, W. (Ed): *Disturbed behaviour in farm animals*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 138-146.
- DAWKINS, M.S. (1983): Battery hens name their price: consumer demand theory and the measurement of ethological needs. *Anim. Behav.* 31, 1195-1205.

- DUKE, G.E. (1986): Alimentary canal: anatomy, regulation of feeding and motility. Pages 269-288 in: Avian Physiology 4<sup>th</sup> ed. P.D. Sturkie, ed. Springer-Verlag, New York, NY.
- EL-LETHEY, H., AERNI, V., JUNGI, T.W., WECHSLER, B. (2000): Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. Br. Poult. Sci. 41, 22-28.
- EL-LETHEY, H., JUNGI, T.W., HUBER-EICHER, B. (2001): Effects of feeding corticosterone and housing conditions on feather pecking in laying hens (*Gallus gallus domesticus*). Physiol. Behav. 73, 243-251.
- EMMANS, G.C., CHARLES, D.R. (1977): Climatic environment and poultry feeding in practice. In: Nutrition and the Climate Environment, 31-49. HARESIGN, W., SWAN, H., LEWIS, D. (Eds.) London, Butterworths.
- FRIDERICH, C.G. (1896): Allgemeines und Spezielles der Hühnerzucht. Geflügelbuch Verlag J. Joffmann, Stuttgart.
- GENTLE, M.J.H., HUNTER, L.N. (1991): Physiological and behavioural responses associated with feather removal in *Gallus Gallus Domesticus*. Res. Vet. Sci. 50, 95-101.
- GHETIE, V., CHITESCU, S., CHOTOFAN, V., HILLEBRAND, A. (1976): Atlas de Anatomie a pasarilor domestice. Editura Academiei Republicii Romania.
- GLATZ, P.C. (1998): Productivity and profitability of caged layers with poor feather cover. Rural Industries Development and Corporation, Barton Act, 32 p.
- GREEN, L.E., LEWIS, K., KIMPTON, A., NICOL, C.J. (2000): A cross sectional study of the prevalence of feather pecking in laying hens in alternative systems and its associations with management and disease. Vet. Rec. 147, 233-238.
- GUNNARSON, S., KEELING, L.J., SVEDBERG, J. (1999): Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. Br. Poult. Sci. 40, 12-18.
- HADORN, R., WIEDMER, H., GLOOR, A. (1998): Effect of the exclusion of animal proteins from layer diets. Agrarforschung 5 (9), 409-412.
- HADORN, R., GLOOR, A., WIEDMER, H. (1999): Exclusion of animal protein from layer diets. In 12<sup>th</sup> European Symposium of Poultry Nutrition, Veldhoven, The Netherlands, 349-351.

- HALLER, J., MILLAR, S., VAN DE SCHRAAF, J., DE KLOET, R.E., KRUK, M.R. (2000): The active phase-related increase in corticosterone and aggression are linked. *J. Neuroendocrinol.* 12, 431-436.
- HANSEN, R.S., BRAASTAD, B.O. (1994): Effect of rearing density on pecking behaviour and plumage condition in two types of laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 40, 263-272.
- HARLANDER- MATAUSCHEK, A., BESSEI, W. (2004): The effect of genotype, feed structure and feeding regime on crop filling and feather eating in laying hens. Page 50 in Proceedings of the 38<sup>th</sup> International Congress of the ISAE. Helsinki, Finland.
- HARLANDER-MATAUSCHEK, A., BESSEI, W. (2005): Feather eating and crop filling in laying hens. *Arch. Geflügelk.*, 69 (6), 241-244.
- HARLANDER-MATAUSCHEK, A., BAES, C., BESSEI, W. (2006a): The demand of laying hens for feathers and wood shavings. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 101, Issues 1-2, 102-110.
- HARLANDER-MATAUSCHEK, A., PIEPHO, H.P., BESSEI, W. (2006b): The effect of feather eating on feed passage in laying hens. *Poult. Sci.* 85, 21-25.
- HESS, E.H. (1973): Imprinting. Early experience and the developmental psychobiology of attachment. New York. Van Nostrand, 472 pp.
- HETLAND, H., SVIHUS, B. (2001): Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* 42, 354-361.
- HETLAND, H., SVIHUS, B. (2007): Inclusion of dust bathing materials affects nutrient digestion and gut physiology of layers. *J. Appl. Poult. Res.* 16, 22-26.
- HETLAND, H., CHOCT, M., SVIHUS, B. (2004): Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *Worlds Poult. Sci. J.* 60, 415-422.
- HETLAND, H., SVIHUS, B., CHOCT, M. (2005): Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. *J. Appl. Poult. Res.* 14, 38-46.
- HILL, F.W., DANSKY, L.M. (1954): Studies of the energy requirements of chickens. *Poult. Sci.* 33, 112-119.
- HOCKING, P.M., CHANNING, C.E., ROBERTSON, G.W., EDMOND, A., JONES, R.B. (2004): Between breed genetic variation for welfare-related behavioural traits in domestic fowl. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 89, 85-105.
- HOFFMEYER, I. (1969): Feather pecking in pheasants- an ethological approach to the problem. *Dan. Rev. Game Biol.* 6, 1-36.

- HOGAN, J.A. (1984): Pecking and feeding in chicks. *Learning and Motivation* 15, 360-376.
- HUBER- EICHER, B., SEBÖ F. (2001a): Reducing feather pecking when raising laying hen chicks in aviary systems. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 73, 59-68.
- HUBER- EICHER, B., SEBÖ, F. (2001b): The prevalence of feather pecking and development in commercial flocks of laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 74, 223-231.
- HUBER- EICHER, B., WECHSLER, B. (1997): Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. *Anim. Behav.* 54, 757-768.
- HUBER- EICHER, B., WECHSLER, B. (1998): The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chicks. *Anim. Behav.* 55, 861-873.
- HUBER-EICHER, B., AUDIGE, L. (1999): Analysis of risk factors for the occurrence of feather pecking in laying hen growers. *Br. Poult. Sci.* 40, 599-604.
- HUGHES, B.O. (1973): The effect of implanted gonadal hormones on feather pecking and cannibalism in pullets. *Br. Poult. Sci.* 14, 341-348.
- HUGHES, B.O. (1978): The frequency of neck movements in laying hens and the improbability of cage abrasion causing feather wear. *Brit. Poult. Sci.* 19, 289-293.
- HUGHES, B.O. (1979): Aggressive Behaviour and its relation to oviposition in the domestic fowl. *Appl. Anim. Ethol.* 5, 85-93.
- HUGHES, B.O. (1982): Feather pecking and cannibalism in domestic fowls. In BESSEI, W. (Ed): *Disturbed behaviour in farm animals*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 138-146.
- HUGHES, B.O., DUNCAN, I.J.H. (1972): The influence of strain and environmental factors upon feather pecking and cannibalism in fowls. *Br. Poult. Sci.* 21, 525-547.
- HUGHES, B.O., WOOD-GUSH, D.G.M. (1973): An increase in activity of domestic fowls produced by nutritional deficiency. *Anim. Behav.* 21, 10-17.
- HUTSON, L.R. (1978): Pica in eight-week-old chicken broilers. *Vet. Rec.* 103, 186-187.
- HVIDSTEN, H., ESKELAND, B. (1983): In: MEHNER, A. und HARTFIEL, W. (Ed.) *Handbuch der Geflügelphysiologie, Teil II*, 618-647. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- IMMELMANN, K. (1975): Ecological significance of imprinting and early learning. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 6, 15-37.



- JEROCH, H., DROCHNER, W., ORTWIN, S. (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Stuttgart UTB.
- JOHNSEN, P.F., VESTERGAARD, K.S., NORGAARD-NIELSEN, G. (1998): Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 60, 25-41.
- JONES, B.R., CARMICHAEL, N.L. (1999): Responses of domestic chicks to selected pecking devices presented for varying durations. *Appl. Anim. Beh. Sci.* 64, 125-140.
- JONES, R.B., HOCKING, P.M. (1999): Genetic selection for poultry behaviour: big bad wolf or friend in need? *Anim. Welfare.* 8 (4), 343-359.
- JONES, B.R., BLOKHUIS, H.J., BEUVING, G. (1995): Open-field and tonic immobility responses in domestic chicks of two genetic lines differing in their propensity to feather peck. *Br. Poult. Sci.* 36, 525-530.
- KEELING, L.J. (1994): Feather pecking- who in group does it, how often and under what circumstances? *Proceedings 9<sup>th</sup> European Poultry Conference, Glasgow*, 288-289.
- KEELING, L.J. (1995): Feather pecking and cannibalism in layers. *Poult. Int.* 6, 46-50.
- KEELING, L.J., WILHELMSON, M. (1997): Selected based on direct observations of feather pecking behaviour in adult laying hens. *European Symposium on Poultry Welfare, Wageningen, the Netherlands, 7-10 June*.
- KIM, Y.B., LEE, J.B., SUNG, K.S., LEE, N.H. (1998): Effects of physical processing on protein content and pepsin-digestibility of feather meals. *Korean J. Anim. Sci.*, 40 (1), 103-110.
- KJAER, J.B. (1999): Feather pecking in laying hens: Genetic and environmental factors. PhD Thesis. The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, 152 pp.
- KJAER, J.B. (2000): Diurnal rhythm of feather pecking behaviour and condition of integument in four strains of loose housed laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 65, 331-347.
- KJAER, J.B., SÖRENSEN, P. (1997): Feather pecking behaviour in White Leghorns- a genetic study. *Br. Poult. Sci.* 38, 333-341.
- KJAER, J.B., VESTERGAARD, K.S. (1999): Development of feather pecking in relation to light intensity. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 62, 243-254.

- KJAER, J.B., SÖRENSEN, P., SU, G. (2001): Divergent selection on feather pecking behaviour in laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 71, 229-239.
- KLEIN, T., ZELTNER, E., HUBER-EICHER, B. (2000): Are genetic differences in foraging behaviour of laying hen chicks paralleled by hybrid-specific differences in feather pecking? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70, 143-155.
- KORTE, S.M., BEUVING, G., RUESINK, W., BLOKHUIS, H.J. (1997): Plasma catecholamine and corticosterone levels during manual restraint in chicks from a high and low feather pecking line of laying hens. *Physiol. Behav.* 62, 437-441.
- KROGDAHL, A. (1986): Antinutrients affecting digestive functions and performance in poultry. Pages 239-248 in *Proceedings of the 7<sup>th</sup> European Poultry Conference*; Paris.
- LANGHOUT, D.J. (1998): The role of intestinal flora as affected by non-starch polysaccharides in broiler chicks. Ph.D Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 162 pp.
- LARIONOV, W.TH. (1930): Der Einfluss der Schilddrüse auf die Regeneration des Gefieders bei *Pyrrhula*. *Development Genes and Evolution*, 121 (1-2), 312-321.
- LARIONOV, W.TH. (1931): Weitere Untersuchungen über den Einfluss der Schilddrüse auf die Regeneration des Gefieders bei *Pyrrhula*. *Development Genes and Evolution*, 124 (1), 54-65.
- LEE, H.Y., CRAIG, J.V. (1991): Beak trimming effects on behavior patterns, fearfulness, feathering and mortality among three stocks of White Leghorn pullets in cages or floor pens. *Poult. Sci.* 70 (1), 211-221.
- LEHNER, P.N. (1998): *Handbook of ethological methods*, 2.ed. Cambridge, Cambridge University Press.
- LEONARD, M.L., HORN, A.G., FAIRFULL, R.W. (1995): Correlates and consequences of allopecking in White Leghorn chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 43, 17-26.
- LINDBERG, A.C., NICOL, C.J. (1994): An evaluation of the effect of operant feeders on welfare of hens maintained on litter. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 41, 211-227.
- McADIE, T.M., KEELING, L.J. (2000): Effect of manipulating feathers of laying hens on the incidence of feather pecking and cannibalism. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 68, 215-229.

- McADIE, T.M., KEELING, L.J. (2002): The social transmission of feather pecking in laying hens: effects of environment and age. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 75, 147-159.
- McCASHLAND, W.E., RICHARDSON, L.R. (1966): Methods for determining the nutritive value of feather meals. *Poult. Sci.* 45, 1231-1236.
- McKEEGAN, D.E.F., SAVORY, C.J. (1999): Feather eating in layer pullets and its possible role in the aetiology of feather pecking damage. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 65, 73-85.
- McKEEGAN, D.E.F., SAVORY, C.J. (2001): Feather eating in individually caged hens which differ in their propensity to feather peck. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 73, 131-140.
- McKEEGAN, D.E.F., SAVORY, C.J., MACLEOD, M.G., MITCHELL, M.A. (2001): Development of pecking damage in layer pullets in relation to dietary protein source. *Br. Poult. Sci.* 42, 33-42.
- MORGENSTERN, R. (1995): Alternative Haltung in der Schweiz: Woran erkranken die Legehennen? *DGS Magazin* 4.2.1995, 11-14.
- NICOL, C.J., GREGORY, N.G., KNOWLES, T.G., PARKMAN, I.D., WILKINS, L.J. (1999): Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 65, 137-152.
- NICOL, C.J., LINDBERG, A.C., PHILLIPS, A.J., POPE, S.J., WILKINS, L.J., GREEN, L.E. (2001): Influence of prior exposure to wood shavings on feather pecking, dustbathing and foraging in adult laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 73 (2), 141-155.
- NORGARD-NIELSEN, G. (1986): Honers adfaerd, sundhed og produktion i Hans Kier systemet. Rapport til Hans Kiers Fond, Foreningen til Dyrenes Beskyttelse, 1-198.
- NORGARD-NIELSEN, G. (1989): Effekten af naebtrimning pa fjerpilning, fjerdragstens tilstand, dodelighed og produktion hos i Hans Kier systemet. Rapport til Hans Kiers Fond, Foreningen til Dyrenes Beskyttelse, 1-38.
- ODÉN, K., VESTERGAARD, K.S., ALGERS, B. (1999): Agonistic behaviour and feather pecking in single-sexed and mixed groups of laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 62, 219-231.
- OETTEL, R. (1873): *Der Hühner- oder Geflügelhof*. Verlag B. F. Boigt, Weimar.
- PROVENZA, F.D., BALPH, D.F. (1987): Diet learning by domestic ruminants: Theory, evidence and practical implications. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 18, 211-232.

- RABINOWITCH, V.E. (1968): The role of experience in the development of food preference in gull chicks. *Anim. Behav.* 16, 425-428.
- RICHTER, G., HARTUNG, H. (2003): Pflanzliche Rationen im Vergleich. *DGS Magazin* 1, 20-24.
- RIEDSTRA, B., GROOTHUIS, T.G.G. (2002): Early feather pecking as a form of social exploration: the effect of group stability on feather pecking and tonic immobility in domestic chicks, *Appl. Anim. Behav. Sci.* 77, 127-138.
- RODEN, C., WECHSLER, B. (1998): A comparison of the behaviour of domestic chicks reared with or without a hen in enriched pens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 55, 317-326.
- RODENBURG, T.B. (2003): Feather pecking and related behavioural characteristics in laying hens. Ph.D Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 62pp.
- RODENBURG, T.B., KOENE, P. (2003): Comparison of individual and social feather pecking tests in two lines of laying hens at ten different ages. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 81 (2), 133-148.
- RODENBURG, T.B., BUITENHUIS, A.J., ASK, B., UITDEHAAG, K.A., KOENE, P., VAN DER POEL, J.J., BOVENHUIS, H. (2003): Heritability of feather pecking and open-field response of laying hens at two different ages. *Poult. Sci.* 82, 861-867.
- SAMSON, J. (1996): Behavioural problems of farmed ostriches in Canada. *Can. Vet. J.* 37, 412-414.
- SAVORY, C.J. (1995): Feather pecking and cannibalism. *Worlds Poult. Sci. J.* 51, 215-219.
- SAVORY, C.J. (1998): Feather pecking damage in growing bantams is influenced by dietary tryptophan concentration but not dietary protein source. *Suppl. Br. Poult. Sci.* 39, S17-S18.
- SAVORY, C.J., HETHERINGTON, J.D. (1997): Effects of plastic anti-pecking devices on food intake and behaviour of laying hens fed on pellets or mash. *Br. Poult. Sci.* 38, 125-131.
- SAVORY, C.J., MANN, J.S. (1997a): Behavioural development in groups of pen-housed pullets in relation to genetic strain, age and food form. *Brit. Poult. Sci.* 38, 38-47.
- SAVORY, C.J., MANN, J.S. (1997b): Is there a role for corticosterone in expression of abnormal behaviour in restricted-fed fowls? *Physiol. Beh.* 62, 7-13.

- SAVORY, C.J., MANN, J.S., MACLEOD, M.G. (1999): Incidence of pecking damage in growing bantams in relation to food form, group size, stocking density, dietary tryptophan concentration and dietary protein source. *Br. Poult. Sci.* 40, 579-584.
- SCHUMACHER, E., FRISCH, M. (1995): Permutationstest zur Analyse von Boniturwerten in einfachen Versuchsanlagen. *Zeitschrift für Agrarinformatik* 5, 107-113.
- SCOTT, M.L., HOLM, E.L., REYNOLDS, R.E. (1954): Studies on pheasant nutrition. Protein and fiber in diets for young pheasants. *Poult. Sci.* 33, 1237-1244.
- SMITS, C.H.M. und ANNISON, G. (1996): Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition - towards a physiologically valid approach to their determination. *Worlds. Poult. Sci. J.* 42, 203-221.
- STEWART, J.S. (1994): Ostrich behaviour and behavioural problems. In: *Proceedings of the Association of Avian Veterinarians*, 104-109.
- SVIHUS, B., HETLAND, H., CHOCT, M., SUNDBY, F. (2002): Passage rate through the anterior digestive tract of broiler chickens fed on diets with ground and whole wheat. *Br. Poult. Sci.* 43, 662-668.
- TASAKI, I., KIBE, K. (1959): A study on the digestion of cellulose in poultry. *Poult. Sci.* 38, 376-379.
- TAUSON, R., SVENSSON, S.A. (1980): Influence of plumage condition on the hens feed requirement. *Swed. J. Agric. Res.* 10, 35-39.
- TAUSON, R., KJAER, J., MARIA, G., CEPERO, R., HOLM, K.-E. (2005): Applied scoring of integument and health in laying hens. Page 153-159 in *Proceedings of the 7<sup>th</sup> European Symposium on Poultry Welfare*, Lublin, Poland.
- VAN DER KLIS, J.D., VAN VOORST, A. (1993): The effect of carboxy methyl cellulose (a soluble polysaccharide) on the rate of marker excretion from the gastrointestinal tract of broilers. *Poult. Sci.* 72, 503-512.
- VAN HIERDEN, Y.M., KORTE, S.M., RUESINK, E.W., BLOKHUIS, H.J. (2000): Behavioural and physiological characteristics from a high and low feather pecking line of laying hens, In TIELEN, M.J.M., VOETS, M.T. (Eds.), *Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Congress on Animal Hygiene*. Maastricht, The Netherlands, pp. 459-464.
- VAN HIERDEN, Y.M., KORTE, S.M., RUESINK, E.W., VAN REENEN, C.G., ENGEL, B., KORTE-BOUWS, G.A., KOOLHAAS, J.M., BLOKHUIS, H.J. (2002a): Adrenocortical reactivity and central serotonin and dopamine turnover in young

chicks from a high and low feather-pecking line of laying hens. *Physiol. Behav.* 75, 653-659.

VAN HIERDEN, Y.M., KORTE, S.M., RUESINK, E.W., VAN REENEN, C.G., ENGEL, B., KOOLHAAS, J.M., BLOKHUIS, H.J (2002b): The development of feather pecking behaviour and targeting of pecking in chicks from a high and low feather pecking line of laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 77, 183-196.

VAN KRIMPEN, M.M., KWAKKEL, R.P., REUVEKAMP, B.F.J., VAN DER PEETSCHWERING, C.M.C., DEN HARTOG, L.A., VERSTEGEN, M.W.A. (2005): Impact of feeding management on feather pecking in laying hens. *Worlds. Poult. Sci. J.* 61 (4), 663-685.

VESTERGAARD, K.S. (1982): Dust-bathing in the domestic fowl-diurnal rhythm and dust deprivation. *Appl. Anim. Ethol.* 8, 487-495.

VESTERGAARD, K.S., LISBORG, L. (1993): A model of feather pecking development which relates to dustbathing in the fowl. *Behaviour* 126, 291-308.

VESTERGAARD, K.S., KRUIJT, J.P., HOGAN, J.A. (1993): Feather pecking and chronic fear in groups of red junglefowl: their relations to dustbathing, rearing environment and social status. *Anim. Behav.* 45, 1127-1140.

VESTERGAARD, K.S., SKADHAUGE, E., LAWSON, L.G. (1997): The stress of not being able to perform dustbathing in laying hens. *Physiol. Behav.*, 62, 413-419.

WAHLSTRÖM, A., TAUSON, R., ELWINGER, K. (1998): Effects on plumage condition, health and mortality of dietary oats/wheat ratios to three hybrids of laying hens in different housing systems. *Acta Agric. Scand.* 48, 250-259.

WECHSLER, B., HUBER-EICHER, B. (1998): The effect of foraging material and perch height on feather pecking and feather damage in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 58, 131-141.

WECHSLER, B., HUBER-EICHER, B., NASH D.R. (1998): Feather pecking in growers: a study with individually marked birds. *Br. Poult. Sci.* 39, 178-185.

WENNRICH, G. (1974): Ethological studies of domestic chickens (*Gallus domesticus*) of different hybrid origin in floor management with special reference to aggressive behaviour as well as feather pecking and cannibalism. 1st communication: pecking movements in feeding behaviour. *Arch. Geflügelk.* 38, 143-149.

WENNRICH, G. (1975a): Studie zum Verhalten verschiedener Hybrid-Herkünfte von Haushühner (*Gallus domesticus*) in Boden-Intensivhaltung mit besonderer

Berücksichtigung aggressiven Verhaltens sowie des Federpickens und des Kannibalismus. 5. Mitteilung: Verhaltensweisen des Federpickens, Arch. Geflügelk. 39, 37-44.

WENNRICH, G. (1975b): Beziehungen zwischen Ranghöhe, Federpickaktivität und Aggressivität von Haushennen (*Gallus domesticus*). Arch. Geflügelk. 39, 167-171.

ZELTNER, E., KLEIN, T., HUBER-EICHER, B. (2000): Is there social transmission of feather pecking in groups of laying hen chicks? Anim. Behav. 60, 211-216.

ZIMMERMANN, P., LINDBERG, A.C., POPE, S.J., GLEN, E., BOLHUIS, J.E., NICOL, C.J. (2006): The effect of stocking density, flock size and modified management on laying hen behaviour and welfare in non-cage system. Appl. Anim. Behav. Sci. 101, 111-124.

## 9 Anhang

### 9.1 Futteranalyse des Versuches über den Einfluss von Cellulose bzw. Federn im Futter auf die Entwicklung des Verhaltens während der Aufzuchtphase

#### Anmerkung

Die Weender-Analyse des Federschrotes zeigte in vorliegender Untersuchung einen Proteinanteil von etwa 85% und einen Rohfasergehalt von lediglich etwa 0,5%, obwohl in der Futtermischung 10% Cellulose eingemischt wurden. Die Abweichung des Rohfasergehaltes ergibt sich aus dem Analyseverfahren. Die N-freien Extraktstoffe (NfE) werden bei der Weender-Analyse nur rechnerisch erfasst, enthalten jedoch neben  $\alpha$ -glykosidisch gebundenen Polysacchariden und löslichen Zuckern auch lösliche Teile von Zellulose, Hemizellulose (Hauptteil), Lignin und Pektinen (MEYER et al., 1989). Des Weiteren muss bedacht werden, dass die Keratinstruktur der Feder nur durch die Behandlung mit hohen Temperaturen und Druck über einen längeren Zeitraum verändert werden kann, was zu einer höheren Verdaulichkeit des Proteins führt (KIM et al., 1998). In vorliegender Untersuchung wurde das Federschrot jedoch nicht dementsprechend behandelt, um eine Vergleichbarkeit mit der Aufnahme von rohen Federn beim Federfressen zu gewährleisten. Der erhöhte Proteingehalt der Gruppe F kann demnach nicht als „echter“ Wert gelten.

Tab. A1: Ergebnisse der Weender-Analyse des Federschrotes

| Substrat    | % Wasser | % Eiweiß | % Fett | % Asche | % R.faser | % NFE | % Zucker | % Stärke | % Ca | % P  | MJ WPSA |
|-------------|----------|----------|--------|---------|-----------|-------|----------|----------|------|------|---------|
| Federschrot | 7,39     | 85,22    | 5,18   | 1,52    | 0,54      | 0,15  | 0,00     | 0,33     | 0,40 | 0,14 | 15,05   |
| TS          |          | 92,02    | 5,59   | 1,64    | 0,58      | 0,16  | 0,00     | 0,36     | 0,43 | 0,15 |         |

Tab. A2: Ergebnisse der Weender-Analyse des Kükenstarters

| Futtergruppe | % Wasser | % Eiweiß | % Fett | % Asche | % R.faser | % NFE | % Zucker | % Stärke | % Ca | % P  | MJ WPSA |
|--------------|----------|----------|--------|---------|-----------|-------|----------|----------|------|------|---------|
| Kontrolle    | 11,23    | 20,46    | 5,22   | 5,79    | 2,97      | 54,35 | 4,38     | 40,76    | 1,03 | 0,78 | 12,33   |
| TS           |          | 23,05    | 5,87   | 6,52    | 3,34      | 61,22 | 4,93     | 45,91    | 1,16 | 0,88 |         |
| Cellulose    | 10,50    | 20,34    | 9,89   | 6,19    | 5,45      | 47,65 | 4,08     | 28,44    | 1,12 | 0,81 | 11,82   |
| TS           |          | 22,72    | 11,04  | 6,91    | 6,09      | 53,24 | 4,55     | 31,77    | 1,25 | 0,90 |         |
| Federschrot  | 10,91    | 27,16    | 9,02   | 5,75    | 2,40      | 44,78 | 4,02     | 32,57    | 1,07 | 0,76 | 13,26   |
| TS           |          | 30,48    | 10,12  | 6,45    | 2,69      | 50,26 | 4,51     | 36,55    | 1,20 | 0,85 |         |



Tab. A3: Ergebnisse der Weender-Analyse des Growers

| Futtergruppe | % Wasser | % Eiweiß | % Fett | % Asche | % R.faser | % NFE | % Zucker | % Stärke | % Ca | % P  | MJ WPSA |
|--------------|----------|----------|--------|---------|-----------|-------|----------|----------|------|------|---------|
| Kontrolle    | 11,99    | 17,79    | 3,47   | 5,12    | 2,05      | 59,60 | 4,11     | 45,39    | 0,93 | 0,75 | 12,06   |
| TS           |          | 20,21    | 3,94   | 5,81    | 2,33      | 67,71 | 4,66     | 51,57    | 1,06 | 0,85 |         |
| Cellulose    | 10,26    | 18,33    | 7,93   | 5,56    | 3,77      | 54,17 | 4,22     | 34,50    | 1,01 | 0,84 | 11,87   |
| TS           |          | 20,42    | 8,83   | 6,19    | 4,20      | 60,36 | 4,70     | 38,44    | 1,12 | 0,93 |         |
| Federschrot  | 10,59    | 24,92    | 6,98   | 5,27    | 2,02      | 50,24 | 3,73     | 37,89    | 0,97 | 0,74 | 13,07   |
| TS           |          | 27,87    | 7,81   | 5,89    | 2,25      | 56,18 | 4,17     | 42,38    | 1,08 | 0,83 |         |

Tab. A4: Weender-Analyse des Developer

| Futtergruppe | % Wasser | % Eiweiß | % Fett | % Asche | % R.faser | % NFE | % Zucker | % Stärke | % Ca | % P  | MJ WPSA |
|--------------|----------|----------|--------|---------|-----------|-------|----------|----------|------|------|---------|
| Kontrolle    | 12,58    | 14,59    | 2,42   | 4,70    | 1,78      | 63,95 | 3,45     | 51,42    | 0,94 | 0,60 | 12,12   |
| TS           |          | 16,68    | 2,77   | 5,37    | 2,03      | 73,15 | 3,94     | 58,81    | 1,08 | 0,69 |         |
| Cellulose    | 10,28    | 15,19    | 6,91   | 4,80    | 4,72      | 58,11 | 3,57     | 40,61    | 0,85 | 0,66 | 11,97   |
| TS           |          | 16,93    | 7,70   | 5,34    | 5,26      | 64,76 | 3,97     | 45,26    | 0,95 | 0,74 |         |
| Federschrot  | 10,76    | 21,53    | 5,88   | 4,69    | 1,91      | 55,25 | 3,01     | 44,23    | 0,92 | 0,64 | 13,13   |
| TS           |          | 24,13    | 6,58   | 5,25    | 2,13      | 61,91 | 3,37     | 49,56    | 1,03 | 0,72 |         |

## **Danksagung**

Herzlichen Dank an Herrn Prof. Dr. Werner Bessei für die Überlassung des Themas, sowie für seine Hilfe hinsichtlich schriftlicher und praktischer Ausführungen.

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Dr. Alexandra Harlander-Mataushek für ihre stete Hilfs- und Diskussionsbereitschaft, sowie freundschaftliche Unterstützung und Hilfe in allen Lebenslagen während meiner gesamten Zeit am Institut. Danke für die schöne Zeit!

Meinen Zimmerkolleginnen Mima und Kiki gilt ebenfalls mein besonderer Dank für ihre Hilfe jeglicher Art und für ihre Freundschaft.

Mein Dank gilt ebenso allen Mitarbeitern des Fachgebietes Nutztierethologie, sowie den Mitarbeitern des Geflügelbereiches und des Labors der Versuchsstation „Unterer Lindenhof“.

Meiner Familie danke ich von ganzem Herzen für den Rückhalt, die Ratschläge und die Unterstützung während meiner Doktorarbeit.

Herzlichen Dank der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel in Karlsruhe. Durch die Bereitschaft von Prof. Norbert Hoffmann (Institut für Verfahrenstechnik) und die praktische Hilfe von Herrn Michael Knörr war es möglich den Federschrot des Versuches über den „Einfluss von Cellulose bzw. Federn im Futter auf die Entwicklung des Verhaltens während der Aufzuchtphase“ zu bestrahlen und somit einsatzfähig zu machen.

Herrn Dr. Joergen Kjaer danke ich für die Bereitstellung der Legehennen.

## CURRICULUM VITAE

### **Persönliche Angaben**

Name: Isabel Benda  
Nationalität: Deutsch  
Alter: 30 (Geburtstag: 07.11.1977)  
Geburtsort: Böblingen  
Status: Ledig

### **Arbeitsverhältnisse**

01/08/07-heute Beschäftigung als wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) im Projektbereich „Tierhaltung und Bauen“ sowie in der „Systembewertung“

### **Hochschulausbildung**

2004-2007 Doktorarbeit am Institut für Tierhaltung und Tierzucht, Fachgebiet Nutztierethologie und Kleintierzucht, Hohenheim (Stuttgart), Deutschland  
Thema der Doktorarbeit:  
“Untersuchungen zu den Beziehungen von Federpicken, Exploration und Nahrungsaufnahme bei Legehennen“

1998-2003 Studium der Agrarwissenschaften an der Universität Hohenheim (Stuttgart), Deutschland  
Diplomarbeit über das Badeverhalten von Pekingenten

### **Schulische Ausbildung**

1988-1997 Goldberg Gymnasium Sindelfingen, Deutschland  
1984-1988 Schallenbergsschule Deufringen, Deutschland

### **Praktika**

03/98-09/98 Praktikum auf einem Biolandbetrieb mit Milchviehhaltung und Käserei in Wiernsheim, Deutschland

05/07-07/07 Praktikum beim Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) im Projektbereich „Umwelt und Energie“

**Sprach- und Computerkenntnisse**

Deutsch (Muttersprache), Englisch, Französisch,  
MS- Office, Statistikprogramme: JMP 5.1, SPSS 8.0, Observer 5.0

**Hobbys**

Reiten, Reisen, Joggen, Fahrradfahren, Klettern-  
Hochseilgartentrainer (Betreuung von Gruppen- Kinder,  
Jugendliche und Erwachsene)  
Instrumente: Flöte, Gitarre

**Zusatzqualifikationen**

Kommunikations- und Kooperationstraining,  
Graduiertenkurs der Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaft

### **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit versichere ich an Eidesstatt, dass die vorliegende Dissertation von mir selbst, lediglich unter Benützung der aufgeführten Literatur und ohne fremde Hilfe angefertigt wurde. Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Weise noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden.

Stuttgart-Hohenheim, 2008