

Aus dem Institut für Geflügelkrankheiten
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Einfluss von Besatzdichte und Einstreumaterial
auf die Pododermatitis bei Mastputen**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Miriam Rudolf
Tierärztin aus Flensburg

Berlin, 2008
Journal-Nr.: 3160

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. L. Brunnberg
Erster Gutachter: Prof. Dr. H.M. Hafez
Zweiter Gutachter: Prof. Dr. V. Bergmann
Dritter Gutachter: Prof. Dr. G. Schlenker

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):
turkeys, poultry diseases, pododermatitis, stocking density, litter

Tag der Promotion: 29. Januar 2008

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

ISBN-10: 3-86664-392-6

ISBN-13: 978-3-86664-392-5

**Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2008
D188**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten

© **mbv** 2008

nordendstr. 75 - 13156 berlin – 030-45494866
verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	9
1. EINLEITUNG	10
2. LITERATURÜBERSICHT	11
2.1 Die plantare Pododermatitis	11
2.1.1 Die Haut der Vögel	11
2.1.1.1 Der Aufbau der Vogelhaut	11
2.1.1.2 Der spezielle Aufbau der Epidermis der Vögel	12
2.1.1.3 Die Besonderheiten der Haut der Metatarsal- und Digitalballen	16
2.1.1.4 Keratinisierung und Verhornung	16
2.1.1.4.1 Arten der Verhornung	19
2.1.1.5 Die Horngelbilde der Haut	20
2.1.1.5.1 Schuppen, Scuta, Scutella	20
2.1.1.5.2 Ballen	21
2.1.2 Die makroskopischen Veränderungen der Fußballen bei Pododermatitis	21
2.1.3 Die mikroskopisch darstellbaren Veränderungen bei Pododermatitis	22
2.2 Einfluss verschiedener Faktoren auf die Entwicklung der Pododermatitis	24
2.2.1 Interne Faktoren	24
2.2.1.1 Der Einfluss der Putenlinie	24
2.2.1.2 Das Geschlecht der Tiere	25
2.2.1.3 Das Alter der Tiere	26
2.2.1.4 Das Körpergewicht der Tiere	27
2.2.1.5 Der Gesundheitsstatus der Tiere	28

2.2.2 Externe Faktoren	28
2.2.2.1 Die Besatzdichte	28
2.2.2.1.1 Der Einfluss der Besatzdichte auf die Einstreufeuchte/-qualität	28
2.2.2.1.2 Der Einfluss der Besatzdichte auf die Pododermatitis	28
2.2.2.2 Die Einstreu	31
2.2.2.2.1 Das Einstreumaterial	31
2.2.2.2.2 Die Einstreufeuchte	34
2.2.2.2.3 Die Einstreutiefe	38
2.2.2.2.4 Das Einstreumanagement	38
2.2.2.3 Die Art des Untergrundes	38
2.2.2.4 Das Tränkesystem	38
2.2.2.5 Die Futterzusammensetzung	39
2.2.2.6 Futterbestandteile mit Einfluss auf die Einstreuqualität	40
2.2.2.7 Futterbestandteile mit direktem Einfluss auf die Fußballengesundheit	41
2.2.2.8 Das Lichtregime	43
2.2.2.9 Der Einfluss von Klima, Witterung und Jahreszeit	43
3. MATERIAL UND METHODEN	45
3.1 Material	45
3.1.1 Versuchstiere, Haltungsbedingungen und allgemeiner Versuchsaufbau	45
3.1.1.1 Die Versuchstiere	45
3.1.1.2 Die Haltungsbedingungen	45
3.1.1.3 Der allgemeine Versuchsaufbau	47
3.1.2 Probenmaterial für die histopathologische Untersuchung	48
3.2 Methoden	49
3.2.1 Makroskopische Untersuchung und Beurteilung der Fußballen	49
3.2.2 Histopathologische Untersuchung der Fußballen	51

3.2.2.1	Probenentnahme für die histopathologischen Untersuchungen	52
3.2.2.2	Das Herstellen der Paraffinschnitte	52
3.2.2.2.1	Die Vorbereitung	52
3.2.2.2.2	Das Schneiden der Paraffinblöckchen	52
3.2.2.2.3	Die histologische Übersichtsfärbung	53
3.2.2.3	Präparatauswertung	53
3.2.3	Ermittlung des Einstreufeuchtegehalts	53
3.2.4	Die statistische Auswertung der erhobenen Daten	54
4.	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	56
4.1	Der Winterdurchgang	56
4.1.1	Medikamentöse Therapien für die Tiere des Winterdurchgangs	56
4.1.1.1	Die Gewichtsentwicklung und das Endgewicht der Hennen des Winterdurchgangs	56
4.1.1.2	Die Mortalität und die Endbesatzdichten der Hennen des Winterdurchgangs	57
4.1.1.3	Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilungen der drei mit Langstroh eingestreuten Hennengruppen unterschiedlicher Besatzdichte des Winterdurchgangs	58
4.1.1.4	Die Gewichtsentwicklung und das Endgewicht der Hähne des Winterdurchgangs	60
4.1.1.5	Die Mortalität und die Endbesatzdichte der Hähne des Winterdurchgangs	61
4.1.1.6	Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilung der drei mit Langstroh eingestreuten Hahnengruppen unterschiedlicher Besatzdichte des Winterdurchgangs	61
4.2	Der Sommerdurchgang	63
4.2.1	Medikamentöse Therapien für die Tiere des Sommerdurchgangs	63
4.2.1.1	Die Gewichtsentwicklung und das Endgewicht der Hennen des Sommerdurchgangs	63

4.2.1.2 Die Mortalität und die Endbesatzdichte der Hennen des Sommerdurchgangs	64
4.2.1.3 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilung der drei mit Langstroh eingestreuten Hennengruppen unterschiedlicher Besatzdichte des Sommerdurchgangs	64
4.2.1.4 Die Gewichtsentwicklung und das Endgewicht der Hähne des Sommerdurchgangs	66
4.2.1.5 Die Mortalität und die Endbesatzdichte der Hähne des Sommerdurchgangs	67
4.2.1.6 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilungen der drei mit Langstroh eingestreuten Hahnengruppen unterschiedlicher Besatzdichte des Sommerdurchgangs	67
4.3 Die Auswertung der Ergebnisse der Fußballenbeurteilung hinsichtlich des Einstreumaterials im Winterdurchgang	70
4.3.1 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilungen der mit Langstroh oder Hobelspänen eingestreuten Hennengruppen im Winterdurchgang	70
4.3.2 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilungen der mit Langstroh oder Hobelspänen eingestreuten Hahnengruppen im Winterdurchgang	72
4.4 Die Auswertung der Ergebnisse der Fußballenbeurteilung hinsichtlich des Einstreumaterials im Sommerdurchgang	74
4.4.1 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilungen der mit Langstroh oder Hobelspänen eingestreuten Hennengruppen im Sommerdurchgang	74
4.4.2 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilungen der mit Langstroh oder Hobelspänen eingestreuten Hahnengruppen im Sommerdurchgang	75
4.5 Das Einstreumanagement	77
4.5.1 Das Einstreumanagement im Winterdurchgang	77
4.5.2 Das Einstreumanagement im Sommerdurchgang	78

4.5.3	Der Vergleich des Einstreumanagements in Winter- und Sommerdurchgang	79
4.5.4	Die Ergebnisse der Ermittlung des Trockensubstanzgehalts im Winterdurchgang	80
4.5.4.1	Der ermittelte Gehalt an Trockensubstanz in der Einstreu der Hennen	80
4.5.4.2	Der ermittelte Gehalt an Trockensubstanz in der Einstreu der Hähne	81
4.5.5	Die Ergebnisse der Ermittlung des Trockensubstanzgehalts im Sommerdurchgang	82
4.5.5.1	Der ermittelte Gehalt an Trockensubstanz in der Einstreu der Hennen	82
4.5.5.2	Der ermittelte Gehalt an Trockensubstanz in der Einstreu der Hähne	82
4.5.6	Die Auswertung der ermittelten Trockensubstanz-Gehalte	83
4.6	Die lichtmikroskopische Untersuchung in der Hämatoxylin-Eosin-Färbung	84
4.6.1	Das allgemeine histomorphologische Erscheinungsbild der Haut der Metatarsalballen	84
4.6.2	Die Veränderungen an den Fußballen	85
4.6.3	Die Befunde der histopathologischen Untersuchung der Fußballen	87
4.6.3.1	Die Veränderungen der Fußballen der Hennen aus dem Winterdurchgang	87
4.6.3.2	Die Veränderungen der Fußballen der Hähne aus dem Winterdurchgang	89
4.6.3.3	Die statistische Auswertung der erhobenen Befunde	90
5.	DISKUSSION	92
5.1	Die plantare Pododermatitis	92
5.2	Die gewählte Methode der Fußballenbeurteilung	93
5.3	Die Abgangsdaten und die Endbesatzdichten	97
5.4	Der Einfluss der Besatzdichte auf die Entwicklung der Pododermatitis	97

5.5	Der Einfluss des Geschlechts auf die Entwicklung der Pododermatitis	98
5.6	Der Einfluss des Einstreumaterials auf die Entwicklung der Pododermatitis	99
5.7	Der Einfluss der Jahreszeit auf die Entwicklung der Pododermatitis	101
6.	ZUSAMMENFASSUNG	105
7.	SUMMARY	108
8.	ABBILDUNGEN	110
8.1	Abbildungen verschiedener Befunde der histopathologischen Untersuchungen	110
8.2	Gegenüberstellung verschiedener Paraffinblöckchen und Übersichtsabbildungen der gewonnenen Histologischen Präparate	119
9.	LITERATURVERZEICHNIS	124
10.	ANHANG	137
11.	DANKSAGUNG	160
12.	SELBSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	161

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

B.U.T.	British United Turkeys
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
engl.	englisch
ER	endoplasmatisches Retikulum
ggr.	geringgradig (-e, -es)
H.E.	Hämatoxylin Eosin
Hm	Hobelspäne, mittlere Besatzdichte
lx	Lux
LW	Lebenswoche
MCGs	membrane coating granules
MGBs	multigranular bodies
NSP	Nicht-Stärke-Polysaccharide
PD	Pododermatitis
rER	raues endoplasmatisches Retikulum
Sn	Stroh, niedrige Besatzdichte
Sm	Stroh, mittlere Besatzdichte
Sh	Stroh, hohe Besatzdichte
TS	Trockensubstanz
vgl.	vergleiche
z. T.	zum Teil

1. EINLEITUNG

An den Fußballen von Mastputen finden sich ebenso wie bei Masthähnchen häufig Veränderungen, die als plantare Pododermatitis bezeichnet werden. Hierbei handelt es sich um ein Entzündungsgeschehen, das sich in den plantaren Regionen der Füße abspielt (GREENE et al., 1985; PLATT, 2004) und zu Veränderungen an der Haut der Metatarsalballen und auch der Zehenballen führt. An der Haut der Fußballen finden sich Hyperkeratosen und Verfärbungen, die oft kombiniert sind mit Erosionen oder gar Nekrosen der Epidermis. In schweren Fällen kommt es zu Ulzerationen mit entzündlichen Reaktionen in der Subcutis, die unter Narbenbildung ausheilen können (EKSTRAND u. ALGERS, 1997a).

Die Läsionen treten zumeist in gleicher Schwere an beiden Füßen auf, so dass auch stark betroffene Tiere nur selten als lahm auffallen, sondern lediglich eine geringere Bewegungsaktivität zeigen (EKSTRAND u. ALGERS, 1997a). Trotz der meist undeutlichen klinischen Erscheinungen werden die Läsionen doch als schmerzhaft für die Tiere gewertet (JULIAN u. GAZDZINSKI, 1999) und müssen mithin als tierschutzrelevant betrachtet werden (BUDA, 2002).

Die Ursachen der plantaren Pododermatitis sind von großer Komplexität (MAYNE, 2005). Es bestehen Vermutungen, dass eine feuchte Einstreu den größten Einfluss auf die Entstehung der Pododermatitis haben könnte (MARTLAND, 1984; BERG, 1998; MAYNE, 2005), doch zusätzlich werden auch verschiedene andere Faktoren diskutiert.

Die Besatzdichte könnte einen Einfluss auf das Auftreten der Pododermatitis haben, indem durch eine höhere Tierzahl ein höheres Aufkommen an Fäzes zu verzeichnen ist und so auch ein Einfluss auf die Einstreuqualität nicht ausgeschlossen werden kann (CRAVENER et al., 1992; CLARK et al. 2002). Einen ähnlichen Einfluss kann die Futterzusammensetzung nehmen, indem sie den Feuchtigkeitsgehalt von Fäzes und Einstreu beeinflusst (JENSEN et al., 1970; TUCKER u. WALKER, 1999). Doch auch der Biotingehalt im Futter scheint Einfluss auf die Fußballengesundheit zu haben (PLATT, 2004). Weiterhin resultiert der Einsatz verschiedener Einstreumaterialien in unterschiedlich stark von Pododermatitis betroffenen Tieren (EKSTRAND u. ALGERS, 1997a; BERG, 1998), und nicht zuletzt wird vermutet, dass die Haut der Tiere in der Auszuchtphase nicht die nötige Reife besitzt, um das schnell wachsende Körpergewicht tragen zu können (BUDA, 2002).

Ziel dieser Untersuchungen ist es festzustellen, ob die Besatzdichte oder das Einstreumaterial als Einfluss- und Stellgrößen auf das Auftreten der Pododermatitis angesehen werden können.

2. LITERATURÜBERSICHT

2.1 Die plantare Pododermatitis

Eine traditionelle Bezeichnung für Erkrankungen des Bewegungsapparates bei Geflügel ist der Ausdruck „Beinschwäche“, der Erkrankungen verschiedenster Genese unter der Gemeinsamkeit zusammenfasst, dass die Tiere unter eingeschränkter Bewegungsfähigkeit oder gar Bewegungsunfähigkeit leiden (HAFEZ, 1997; KORFMANN, 2003). Die plantare Pododermatitis (syn. foot pad dermatitis, foot pad burns, Fußballendermatitis) ist ein bei Broilern und Mastputen häufig auftretendes Entzündungsgeschehen an den Fuß- und Zehenballen (MARTLAND, 1984; GREENE et al., 1985; PLATT, 2004). Dieses Entzündungsgeschehen führt zu Veränderungen der Haut der Metatarsal- und auch Digitalballen in Form von Hyperkeratosen und Verfärbungen, häufig kombiniert mit Erosionen und Nekrosen der Epidermis. In stark ausgeprägten Fällen entwickeln sich Ulzerationen mit entzündlichen Reaktionen in der Subcutis, die unter Bildung einer Narbe ausheilen können (EKSTRAND und ALGERS, 1997a).

Im Folgenden soll zunächst der Aufbau der Haut der Vögel im Allgemeinen und die Epidermis im Besonderen dargestellt werden, gefolgt von einer Schilderung der für die Erkrankung typischen Erscheinungen an der Haut der Fuß- und Zehenballen. Die Literaturübersicht endet mit einem Überblick über die verschiedenen ätiologisch bedeutsamen Faktoren.

2.1.1 Die Haut der Vögel

2.1.1.1 Der Aufbau der Vogelhaut

Wie bei allen anderen Wirbeltieren besteht auch das Integumentum commune der Vögel von innen nach außen grundsätzlich aus drei Schichten: der locker gefügten Unterhaut (Subcutis, Tela subcutanea), der bindegewebigen Lederhaut (Dermis, Korium) und der epithelialen Oberhaut (Epidermis). Die eigentliche Haut im engeren Sinne, Cutis (Integumentum proprium), wird aus Dermis und Epidermis gebildet, die der Unterhaut durch Faszien getrennt aufgelagert sind (VOLLMERHAUS u. SINOWATZ, 1992; SALOMON, 1993).

Die Subcutis verfügt über Fetteinlagerungen im lockeren Bindegewebe und dient so als Schiebeschicht für die aufgelagerte Dermis und das Federkleid (SPEARMAN u. HARDY, 1985). An einigen Lokalisationen kommen in der Subcutis spezielle Fettkörper, Corpora adiposa, mit mechanischen Schutzfunktionen vor. Unter anderem finden sich

auch in der Subcutis der Metatarsal- und Digitalballen diese Fettkörper (Corpora adiposa plantaria superficialia et profunda) (SPEARMAN u. HARDY, 1985; VOLLMERHAUS u. SINOWATZ, 1992). In die Subcutis sind so genannte „unechte“ Hautmuskeln, Mm. subcutanei, eingelagert. Sie entspringen entweder als eigenständige quergestreifte Muskeln am Skelett oder spalten sich von Skelettmuskeln ab. Ihre Funktion ist das Spannen der Falten der Haut. Zur Dermis ist die Subcutis durch die Fascia superficialis und zur Muskulatur durch die Fascia profunda abgegrenzt (VOLLMERHAUS u. SINOWATZ, 1992).

Die Dermis oder Lederhaut besteht aus einem locker gefügten (oberflächlichen) Stratum superficiale und einem fest durchflochtenen (tiefen) Stratum profundum (SPEARMAN u. HARDY, 1985; VOLLMERHAUS u. SINOWATZ, 1992; KÖNIG et al., 2001). Das Stratum superficiale bildet im Gegensatz zu den meisten Säugetieren keinen ausgeprägten Papillarkörper (Stratum papillare), sondern zur Oberfläche der Epidermis deckungsgleiche Leisten und Falten. Lediglich an einigen Lokalisationen findet sich ein deutlicher Papillarkörper, z. B. an den Metatarsal- und Digitalballen (VOLLMERHAUS u. SINOWATZ, 1992). Hier bildet er Primärpapillen mit von diesen ausziehenden Sekundärpapillen (PLATT, 2004). Im Stratum profundum finden sich in befiederten Arealen die sogenannten „echten“ Haut- oder Federmuskeln, die Mm. pennales und die Mm. apteriales, die für die Beweglichkeit einzelner Federn und der Haut in den Federrainen sorgen (VOLLMERHAUS u. SINOWATZ, 1992).

In befiederten Arealen besteht die epitheliale Oberhaut, Epidermis nur aus wenigen Schichten. Sie stellt ein mehrschichtig verhornendes Plattenepithel dar (VOLLMERHAUS u. SINOWATZ, 1992) und grenzt sich durch die Basalmembran (Membrana basalis) von der Dermis ab. Die Basalmembran trägt das Stratum basale, eine Reihe von Basalzellen; auf sie folgt mit zwei bis vier Zellreihen das Stratum intermedium, das in verschiedenen Hautarealen unterschiedlich dick sein kann. Die anschließenden Zellen des dünnen Stratum transitivum sind vakuolisiert und können in unterschiedlichen Ausprägungen auftreten (LUCAS u. STETTENHEIM, 1972; PLATT, 2004). Die Existenz eines Stratum granulosum mit charakteristischen basophilen Keratohyalingranula ist strittig (SAWYER et al., 1986; WÄSE, 1999). Es schließt sich als äußerste Lage das Stratum corneum an, dessen kernlose, abgeflachte, eosinophile Zellen lagenweise abschilfern (CANE u. SPEARMAN 1967; VOLLMERHAUS u. SINOWATZ, 1992). Die stark lipidhaltigen Zellen der Epidermis werden beim Vogel nach WRENCH et al. (1980) als Sebokeratinozyten/ Sebokorneozyten bezeichnet.

2.1.1.2 Der spezielle Aufbau der Epidermis der Vögel

Die Epidermis besteht aus einem mehrschichtigen, verhornenden Plattenepithel

(Abbildung 2-1). Zwischen den verschiedenen Vogelarten ist ihr genereller Aufbau gleich, unterscheidet sich jedoch speziesspezifisch und abhängig von der Körperregion erheblich (AHMED et al., 1968; MATOLTSY, 1969). AHMED et al. (1968) stellten fest, dass beim Huhn die unbefiederte Haut der Fußballen die größte Dicke aufweist.

Überwiegende Zellart der Epidermis sind die Keratinozyten. Das von ihnen produzierte Keratin bildet in den epithelialen Lagen der Haut charakteristische Filamente (Tonofilamente) aus (MATOLTSY, 1969; LIEBICH, 1993). Da die Keratinozyten und Keratozyten der Vögel als Besonderheit eine starke Lipidbildung aufweisen, werden sie nach WRENCH et al. (1980) und ELIAS et al. (1987) auch als Sebokeratinozyt bzw. Sebokeratozyt bezeichnet. Bei allen Vertebraten wandern die Keratinozyten passiv durch die gesamte Epidermis von innen nach außen (KOLB, 1991). Dabei verändern sie sich in charakteristischer Weise, so dass eine Einteilung der Epidermis in verschiedene Schichten erfolgen kann (MATOLTSY, 1969).

LUCAS und STETTENHEIM beschreiben 1972 die Epidermis mit folgenden Schichten: innen das Stratum germinativum, bestehend aus Stratum basale, Stratum intermedium und Stratum transitivum, und außen das Stratum corneum (Abbildung 2-1). Letztere Schicht schließt die Epidermis in Form von toten, verhornten Zellen (Keratozyten bzw. Korneozyten) ab. Von der Hornschicht werden auch durch SAWYER et al. (1986) die lebenden Zellschichten abgegrenzt und als Stratum germinativum zusammengefasst.

Das Stratum germinativum (Keim- oder Bildungsschicht) im eigentlichen Sinne wird jedoch allein durch die Basalschicht, das Stratum basale, repräsentiert, da hier die Keratinozyten ständig Mitosen unterliegen (LUCAS u. STETTENHEIM, 1972; WÄSE, 1999) und so für die Erneuerung der Zellschichten sorgen. Die Tochterzellen wandern unter stetiger Differenzierung langsam zur Oberfläche und ersetzen dort abgeschilferte Hornzellen. Das Stratum basale liegt der Basalmembran auf. Nach elektronenmikroskopischen Befunden besteht sie aus mindestens zwei Schichten und einem Spaltraum und wird aus diesem Grunde auch als dermo-epidermale Grenze oder Dermalmembran bezeichnet (SALOMON, 1993). Die Zellen der meist einreihigen Basalschicht sind iso- bis hochprismatisch und besitzen einen kugelförmigen bis ellipsoiden Zellkern (LUCAS u. STETTENHEIM, 1972). Sie sind mit der Basalmembran durch Hemidesmosomen (punktförmige Haftkomplexe) fest verbunden. Die wenig differenzierte Basalzelle besitzt einen großen Zellkern, einen schmalen Zytoplasmasaum und ist mit den benachbarten Zellen durch Einziehungen und Ausbuchtungen des Plasmalemmas verzahnt. Im Zytoplasma finden sich zahlreiche Ribosomen, die frei oder an raues endoplasmatisches Retikulum (rER) gebunden sind. Glattes ER und Mitochondrien kommen in geringerer Anzahl vor, ebenso wenige Glykogen- und Lipidtropfen. Weiterhin finden sich einzelne Tonofilamente, die sich zu Tonofibrillen

zusammenlagern und dann hauptsächlich in der Nähe von Desmosomen und Hemidesmosomen sichtbar werden (MATOLTSY, 1969; WÄSE, 1999).

An das Stratum basale schließt sich zur Oberfläche hin als mittlerer Teil des Stratum germinativum das Stratum intermedium an. Es besteht aus großen, polygonalen Zellen und erstreckt sich je nach Körperregion über zwei bis vier Zelllagen. Die Zellkerne sind groß, rund und besitzen deutliche Kernkörperchen (CANE u. SPEARMAN, 1967). Analog zum Stratum spinosum (Stachelzellschicht) der Säuger finden sich auch hier zahlreiche Desmosomen, die lichtmikroskopisch jedoch weniger deutlich erscheinen (SPEARMAN, 1983). Im Zytoplasma finden sich wiederum zahlreiche Ribosomen. Glattes ER und tubuläre Systeme (Golgi-Apparat) nehmen ebenso zu wie Lipidtröpfchen und sogenannte multigranuläre Körperchen (multigranular bodies, MGBs), was auf eine hohe Synthesetätigkeit hinweist (MATOLTSY, 1969). Die MGBs sind den „membrane coating granules“ der Säuger homolog, weisen aber strukturelle Besonderheiten auf (LANDMANN, 1980). Im Zytoplasma zeigen sich weitere Filamente, an die sich das Keratohyalin, eine amorphe Substanz, lagert. Während der Wanderung der Zellen in die äußeren Lagen der Epidermis nehmen diese Keratohyalingranula immer mehr zu und zeugen so vom Prozess der Verhornung, während die Zellen in der Form abflachen (MATOLTSY, 1969; KÜNZEL, 1992). In den äußeren Zellreihen des Stratum intermedium lagern sich die Keratohyalinmassen im Randbereich der Zellen an die dort befindlichen Filamente an und bilden so ein dichtes kortikales Band. Einzelne Tonofibrillen kommen als Verbindung zwischen Desmosomen vor. Die MGBs sind in diesen Lagen groß und über das Zytoplasma verteilt, zum Teil sind ihre Membranen nicht mehr intakt, und ihr lamellärer Inhalt liegt frei im Zytoplasma. Ribosomen, Mitochondrien und tubuläre Systeme nehmen in ihrer Häufigkeit wieder ab (MATOLTSY, 1969).

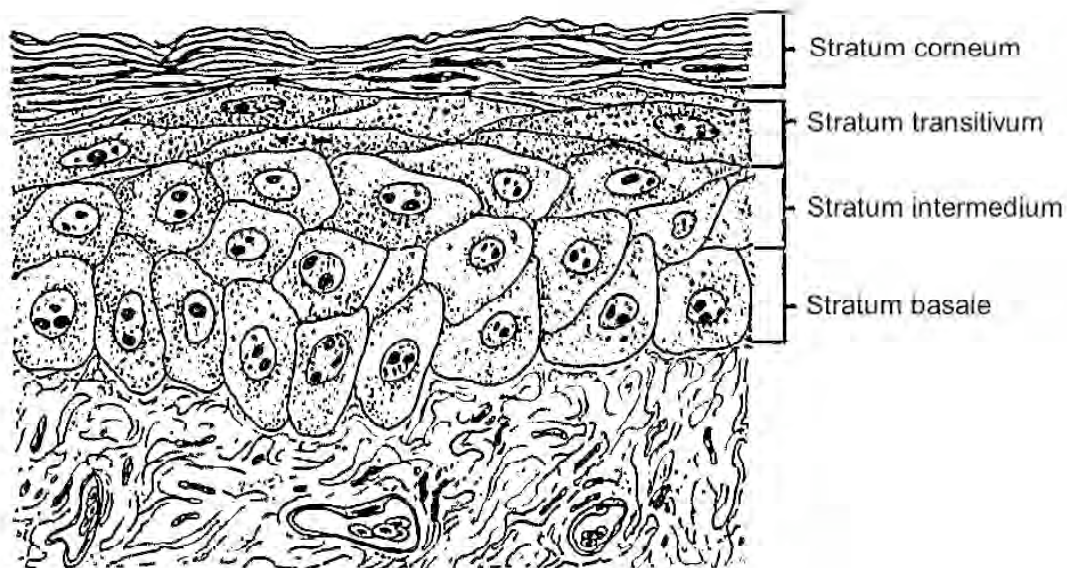
Mit dem elektronenmikroskopisch möglichen Nachweis der basophilen Keratohyalingranula lässt sich das aviäre Stratum intermedium mit dem Stratum granulosum der Säuger vergleichen. Dieser Nachweis ist aber lediglich an bestimmten Lokalisationen der Haut möglich (PARAKKAL u. MATOLTSY, 1968; MATOLTSY, 1969; SAWYER u. BORG, 1979; SAWYER et al., 1986; WÄSE, 1999; PLATT, 2004).

Auf das Stratum intermedium folgt nach LUCAS und STETTENHEIM (1972) das Stratum transitivum. Seine Zellen sind bereits weitgehend verhornt und haben eine abgeflachte Spindelform. Die Zellkerne sind klein, das Zytoplasma reagiert stark eosinophil (CANE u. SPEARMAN, 1967). Die Zellen sind reich an Fettvakuolen und können vereinzelt als sogenannte Übergangszellen (Transitional Cells) erscheinen, in mehreren Reihen auftreten (LUCAS u. STETTENHEIM, 1972) oder abschnittsweise sogar ganz fehlen (WÄSE, 1999; PLATT, 2004). SAWYER et al. (1986) erwähnen ein Stratum transitivum nicht. PLATT (2004) schlägt vor, hier von einem Transitivbereich zu sprechen. In der

Peripherie der Zellen bildet sich ein nur durch die Desmosomen unterbrochenes marginales Band, welches gemeinsam mit dem Plasmalemm zur Bildung des sogenannten „cornified cell envelope“ beiträgt (WÄSE, 1999) und aus stark quervernetzten, unlöslichen Proteinen besteht (KALININ et al., 2001). MATOLTSY (1969) beschreibt in den Zellen noch Filamente, Keratohyalinmassen, Lipidtropfen und gelegentlich Reste der „multigranular bodies“; mit zunehmender Abflachung der Zellen jedoch findet sich nur noch eine elektronendichte Substanz, die die Zwischenräume des Keratohyalin-Filament-Komplexes ausfüllt und zentral gelegene Lipidreste umgibt.

Die äußerste Schicht der Epidermis und damit die Schicht, welche die Haut gegenüber der Außenwelt abschließt, ist das Stratum corneum. Es besteht aus Lagen kernloser, toter Zellen, die je nach mechanischer Belastung mit einer stark unterschiedlichen Anzahl an Zelllagen auftreten können (AHMED, 1968). Die Zellen sind flach und haben eine verdickte Zellmembran. Ihr eosinophiler Inhalt besteht aus einer sich vom Keratohyalin ableitenden amorphen Matrix, Filamenten und Lipiden (MATOLTSY, 1987). Mit fortschreitender Wanderung der Zelle zur Oberfläche gehen die zentralen Lipidtropfen verloren (MATOLTSY, 1969) und gelangen in den Interzellularraum. Diese Freisetzung der Lipide ist eine Folge des Hornzellverfalls und in befiederten Hautarealen wesentlich ausgeprägter als in unbefiederten (WÄSE, 1999).

Abbildung 2-1: mehrschichtig verhorntes Plattenepithel der Vogelepidermis
(modifiziert nach VOLLMERHAUS und SINOWATZ, 1992)



2.1.1.3 Die Besonderheiten der Haut der Metatarsal- und Digitalballen

Die Metatarsal- und Zehenballen sowie die Plantarfläche der Zehen sind bedeckt von speziellen Bildungen der Epidermis, den retikulären Schuppen oder *reticulate scales*. Die Epidermis des Metatarsalballens besteht aus mehr Zelllagen und ist dicker als an jeder anderen Lokalisation des Vogelkörpers (AHMED et al. 1968). Die *reticulate scales* sind radiär symmetrisch geformt und in ihrer Entwicklung mit den Schuppen der Schlangen und Echsen vergleichbar (SAWYER u. CRAIG, 1977). Sie entwickeln sich im Gegensatz zu den dorsal gelegenen Schuppen des Tarsometatarsus und der Zehen, den *scutate scales*, nicht aus einer Epidermisplakode mit nachfolgender Umstrukturierung der darunter liegenden Dermis (MEYER u. RÖHRS, 1986), sondern entstehen durch einen spezifischen Strukturwandel in der Dermis (SAWYER u. CRAIG, 1977).

Da sich die *reticulate scales* nicht überlappen, besitzen sie nur eine Epidermisoberfläche, während die *scutate scales* neben einer Scharnierregion (engl. *hinge*) eine äußere und eine innere Epidermisoberfläche aufweisen. SAWYER und CRAIG (1977) stellen fest, dass sich diese drei Oberflächen histologisch nicht gleichen, z. B. werden in den epidermalen Zellen der *reticulate scales* keine Keratohyalin granula gebildet (SAWYER u. BORG, 1979; SPEARMAN u. HARDY, 1985; WÄSE, 1999). Lipidtropfen nehmen innerhalb des Stratum intermedium kontinuierlich zu und erreichen im Stratum transitivum eine beträchtliche Anzahl (LUCAS, 1980; WÄSE, 1999). Die intrazellulären Lipide sollen nach SPEARMAN und HARDY (1985) die Widerstandskraft gegen die mechanischen Einwirkungen auf die Ballen erhöhen. WÄSE beobachtet 1999 jedoch die meisten epidermalen Lipide in der äußeren Epidermis der *scutate scales*. Ultrastrukturell ist beim Huhn ein durchgehendes, ein bis zwei Zelllagen dickes Stratum transitivum nachweisbar (WÄSE, 1999). Das Stratum corneum der *reticulate scales* besteht aus einem Hornzellverband aus intermediärem Horn, auf den wenige Zelllagen aus hartem Horn aufgelagert sind (LUCAS u. STETTENHEIM, 1972). Auch in altem Horn bleiben die Sebokorneozyten intakt, was WÄSE (1999) für Hühnerküken anhand von Desmosomenresten nachweist. BREUER (2005) stellt jedoch im Rahmen ultrastruktureller Untersuchungen an den *reticulate scales* von Putenküken fest, dass schon vor der Abschilferung ein Großteil der Sebokorneozyten zerfällt und seinen lipidhaltigen Inhalt auf die Hautoberfläche abgibt.

2.1.1.4 Keratinisierung und Verhornung

Das Abschilfern der toten Hornzelle beendet die komplexen Differenzierungsprozesse, die ein mehrschichtiges, verhornendes Epithel durchläuft. Die Differenzierung geschieht in

zwei Teilprozessen, der Keratinisierung und der Verhornung. Die Keratinisierung läuft von den Basal- bis zu den Übergangszellen, die Verhornung beginnt in den Übergangszellen und endet mit den toten Hornzellen (SPEARMAN u. HARDY, 1985; BUDRAS et al., 1998).

Beim Vogel werden die epidermalen Zellen, die dem Prozess der Keratinisierung unterliegen, Sebokeratinozyten genannt, da sie neben Keratinen auch Lipide aufweisen (WRENCH et al., 1980). Verhornende aviäre Zellen werden Sebokorneozyten genannt. Die Sebokeratinozyten durchlaufen einen strukturellen Wandel, währenddessen sich die Anzahl an Organellen, das Lipidmuster, der Gehalt an Keratinfilamenten und Filamentbündeln verändern. Die iso- bis hochprismatischen Basalzellen wandeln sich in ihrer Form bis hin zu den langgestreckten, parallel zur Hautoberfläche gelegenen Übergangszellen. Mit dem Fortschritt der Differenzierung verdichtet sich das Zytoskelett durch die Bildung von Keratinfilamenten an den Ribosomen der Zelle. Die Filamente werden durch keratinfilamentassoziierte Proteine zu Filamentbündeln vernetzt (MATOLTSY, 1969; MENON et al., 1986).

Während der Keratinisierung werden Keratine und keratinfilamentassoziierte Proteine gebildet und die „multigranular bodies“ unterliegen Veränderungen (MATOLTSY, 1969). Die Zellen des Stratum granulosum der Säuger sind charakterisiert durch die Synthese von Keratohyalin. Es handelt sich um ein basophiles, histidinreiches keratinfilamentassoziiertes Protein, das sich in der Säugetierepidermis lichtmikroskopisch in Form kleiner Granula darstellen lässt (KÜNZEL, 1990; LIEBICH, 1993). Der Nachweis solcher Granula gelingt beim Vogel nur elektronenmikroskopisch im Stratum intermedium. Er gelang PARAKKAL und MATOLTSY (1968), MATOLTSY (1969) und SAWYER et al. (1986) aber lediglich an bestimmten Lokalisationen der Haut wie Apterien (Federraine), Pterylen (Federfluren) sowie an der inneren Epidermisoberfläche der scutate scales des Tarsometatarsus und der Zehen. In der äußeren Epidermisoberfläche der scutate scales und in der Epidermis der reticulate scales können SAWYER und BORG (1979) keine Keratohyalingranula nachweisen, ebenso wenig gelingt WÄSE (1999) der Nachweis in den von ihr untersuchten Proben der Epidermis von Brust, Rücken, scutate und reticulate scales von Hühnerküken. Auch PLATT (2004) weist in der Epidermis der reticulate scales von Putenküken keine Keratohyalingranula nach.

Zunächst stellt sich das Keratohyalin elektronenmikroskopisch als amorphe Substanz dar, die sich an die Filamente in den Sebokeratinozyten anlagert. Im weiteren Verlauf der Differenzierung nimmt der Gehalt an Keratohyalin zu und vernetzt mit den dort vorhandenen Filamenten zu einem kortikalen Band. (MATOLTSY, 1969).

In den unteren Abschnitten des Stratum intermedium treten elektronenmikroskopisch nachweisbare meist runde Körperchen auf, die von einer Hüllmembran umgebenen „multigranular bodies“ (MGBs). Sie sind zunächst mit parallel verlaufenden lamellären Strukturen ausgefüllt. In den oberflächlicher gelegenen, weiter differenzierten Lagen der Epidermis enthalten die MGBs membranbegrenzte Granula, deren Inhalt sich elektronenmikroskopisch wiederum als parallel verlaufende lamelläre Strukturen darstellen lässt. Mit der weiteren Differenzierung der epidermalen Zellen erfolgt eine Umwandlung der MGBs zu neutralen Lipiden, von denen ein geringer Anteil in den Interzellularspalt austritt (ELIAS et al, 1987). Zusätzlich werden auch Lipide neu synthetisiert (PLATT, 2004).

Im Gegensatz zu den MGBs der Vögel werden bei den Säugetieren im Laufe der Zelldifferenzierung so genannte „membrane coating granules“ (MCGs) gebildet, die durch Exozytose ihren Inhalt in den Interzellularraum schleusen. (LAVKER, 1976). Charakteristisch für das Stratum transitivum der aviären Epidermis ist infolgedessen auch der hohe Gehalt an Neutrallipiden (WÄSE, 1999). ELIAS (1983) beschreibt und diskutiert die Funktion der MGBs bzw. MCGs, mit ihrem Inhalt bzw. Membranresten als Permeabilitätsbarriere der Epidermis zu dienen.

Der Prozess der Verhornung beginnt im (teilweise fehlenden) Stratum transitivum mit der Ablagerung von Hornmassen in der Peripherie der Übergangszellen. Zusätzlich bildet sich das so genannte „marginale Band“ zwischen den Hornmassen und dem Plasmalemm (WÄSE, 1999; PLATT, 2004). Dieses „marginale Band“ bleibt in der Epidermis der reticulate scales auf die Hornzellen beschränkt (PLATT, 2004). Noch vorhandene Zellorganellen lösen sich auf und die Lipide lagern sich im Zentrum der Zellen zusammen (MATOLTSY, 1969; WÄSE, 1999). Dieses Zusammenfließen ist für die befiederte Haut typisch. Mit fortschreitender Verhornung werden marginales Band und Zellmembran zerstört, so dass der lipidhaltige Zellinhalt nach dem Zerfall der Sebokorneozyten zwischen die Hornschollen und auch an die Hautoberfläche gelangt (PLATT, 2004; BREUER, 2005).

An der Oberfläche des Stratum corneum der befiederten Haut werden nicht wie an der Oberfläche der Schuppenhaut die ganzen Hornzellen, sondern dünne, von lipophilem Material umgebene Schollen des ehemaligen peripheren Hornbandes abgeschilfert. Die Sebokorneozyten der schuppenbesetzten Epidermis flachen weniger stark ab als die Zellen der befiederten Haut, ein weiterer Unterschied ist der weniger abrupte Übergang vom lebenden zum toten Anteil der Epidermis, der sich über mehrere Zelllagen erstreckt (WÄSE, 1999). Bei der Pute sind die Zellreifungsprozesse oberhalb des Transitivbereichs nicht beendet, sondern setzen sich bis ins Stratum corneum fort (PLATT, 2004; BREUER, 2005).

2.1.1.4.1 Arten der Verhornung

Grundsätzlich kann bei mehrschichtigen, verhornenden Plattenepithelien zwischen zwei Arten der Verhornung unterschieden werden, der „harten“ und der „weichen“ Verhornung (KÜNZEL, 1990).

Hartes Horn findet sich auf den Schuppen, am Sporn, auf dem Krallenrücken und an den Schnabelkanten, weiches Horn zwischen den Schuppen, am Schnabelgrund, auf der Plantarfläche der Krallen sowie in Form der Federn (VOLLMERHAUS u. SINOWATZ, 1992). Das Keratinmuster der Vogelepidermis stellt sich an verschiedenen Hautstellen unterschiedlich dar (SAWYER et al., 1986). Beim „harten Verhornungstyp“ bleiben die verhornten Zellen in einem geformten Zusammenhang und werden unter anderem durch „harte“ Keratine charakterisiert, wie sie z. B. im menschlichen Haar zu finden sind. Charakteristikum des „weichen Verhornungstyps“ ist das stetige Abschilfern der Hornzellen an der Epidermisoberfläche, so dass es nicht zur Bildung spezialisierter Strukturen kommt (FRASER u. MACRAE, 1980; LYNCH et al., 1986; KÜNZEL, 1990). Das Horn der reticulate scales nimmt eine Sonderstellung ein, da sich hier neben α -Keratinen (SPEARMAN, 1966; ALIBARDI, 2002) ein Keratin mit mittlerem Molekulargewicht findet, so dass das hier entstehende Horn als intermediäres Horn bezeichnet wird (LUCAS u. STETTENHEIM, 1972; SAWYER et al., 1986).

Die Zytokeratine, Polypeptide, die während des Keratinisierungsprozesses gebildet werden, sind durch ihr Molekulargewicht und ihren isoelektrischen Punkt charakterisiert (FRANKE u. KARTENBECK, 1993). Insgesamt gibt es drei übergeordnete Gruppen der Keratine, die in unterschiedlichen Verteilungen in den verschiedenen Hautstellen vorkommen: die α -Keratine, β -Keratine und das intermediäre Keratin. An verschiedenen Stellen der Vogelhaut und auch innerhalb der verschiedenen Schuppentypen ist das Keratinmuster unterschiedlich (O'GUIN u. SAWYER, 1982).

Die α -Keratine liegen in einer α -helikalen Sekundärstruktur vor, die β -Keratine in einer β -Faltblattstruktur. Die β -Keratine werden nur in der Haut von Reptilien und Vögeln gebildet, α -Keratine finden sich in den Epithelien aller Wirbeltiere (SHAMES, 1989). Als Besonderheit findet sich in den Schuppen der Vogelhaut zusätzlich noch das intermediäre Keratin (O'GUIN u. SAWYER, 1982). Die Zytokeratine zählen zu den Intermediärfilamenten, die der Zelle Stabilität verleihen, indem sie ein an den Desmosomen inserierendes Netzwerk bilden (LIEBICH, 1993). Nach ihrer Synthese an den Ribosomen werden die Keratinfilamente zu Filamentbündeln verbunden. An der Verknüpfung der Intermediärfilamente durch Disulfidbrücken, Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte und Ionenbindungen sind die keratinfilamentassoziierten Proteine

beteiligt, so dass schließlich die komplexartigen Hornmassen entstehen (SPEARMAN u. HARDY, 1985; KÜNZEL, 1990; BRAGULLA et al., 1994).

2.1.1.5 Die Horngebilde der Haut

Neben dem Charakteristikum der Vögel, den Federn, ist die Epidermis der Vögel unter Beteiligung der Dermis an umschriebenen Lokalisationen zu besonderen, stark verhornten Bildungen differenziert. Zu diesen Horngebilden gehören der Schnabel, der Sporn, die Krallen, die Ballen und die Schuppen (VOLLMERHAUS u. SINOWATZ, 1992).

2.1.1.5.1 Schuppen, Scuta, Scutella

Mit Podotheca wird die unbefiederte Haut des Laufes und der Zehen bezeichnet. Zu ihrem Schutz dienen verhornte Hartgebilde, die Schuppen. Epidermis und Dermis differenzieren sich zu den verschiedenen Schuppenarten.

Die überlappenden Quer- und Gürteltafeln, Scuta (engl. scutate scales), stellen große rechteckige Gebilde auf der Dorsalfläche des Laufes (Tarsometatarsus) und der Zehen dar.

Schildchen, Scutella, sind mittelgroß, meist hexagonal und bedecken bei Huhn und Pute plantar den Tarsometatarsus. Auch sie sind überlappend angeordnet. Überlagert bei den scutate scales jedoch jeweils die proximal gelegene die distale Schuppe, ist es bei den Scutella umgekehrt (LUCAS u. STETTENHEIM, 1972; VOLLMERHAUS u. SINOWATZ, 1992).

Körnerartige Schildchen oder Körner (reticulae), deren Ecken abgerundet sein können, finden sich nach LUCAS und STETTENHEIM (1972) an den Metatarsal- und Zehenballen, plantar und lateral an den Zehen und an den Dorsal- und Plantarflächen der Spannhäute (Telae interdigitales). SAWYER und CRAIG (1977) unterteilen diese nach ihrer Entwicklung, Feinstruktur und dem biochemischen Verhalten noch in interstitielle und retikuläre Schuppen. Die „interstitial scales“ sind unterschiedlich geformt und finden sich medial und lateral am Tarsometatarsus. Die „reticulate scales“ sind radiär symmetrisch angeordnet und finden sich plantar an den Zehen einschließlich der Zehen- und Sohlenballen.

Zuletzt gibt es noch die Cancellae, die wenig mehr als eine verdickte Haut mit netzartigen Furchen darstellen und sich auf den Dorsalflächen der Schwimmhäute einiger Wasservögel befinden (LUCAS u. STETTENHEIM, 1972).

2.1.1.5.2 Ballen

Zur Unterpolsterung der Zehengelenke dienen die Metatarsal- und Digitalballen. Der Metatarsal- oder Sohlenballen, Pulvinus metatarsalis, unterfüttert das Zehengrundgelenk der 2. bis 4. Zehe und wird bei der Fußung belastet. Als Grundlage dienen drei unterschiedlich große Fettgewebkörper. Die Anzahl der Zehen- oder Digitalballen ist an jeder Zehe unterschiedlich. An der 1. Zehe findet sich nur ein Zehenballen unter dem Krallengelenk, von der 2. bis zur 4. Zehe kommt je ein Pulvinus digitalis hinzu. Nichtgepolsterte Zwischenräume, Areae interpulvinares, finden sich nur nicht zwischen den drei proximalen Zehenballen der 4. Zehe. Diese Unterteilung unterstützt die Anpassung, auch der gebeugten Zehe, an den Untergrund. Auch jeder Zehenballen stützt sich entsprechend den Metatarsalballen auf einen Fettgewebkörper.

Die Dermis der Ballen bildet einen ausgeprägten Papillarkörper, der von der stark verhornenden Epidermis bedeckt ist, welche zu körnerartigen Schildchen, reticulate scales gestaltet ist (VOLLMERHAUS u. SINOWATZ, 1992). Im wesentlichen entspricht die mit der Lederhaut fest verbundene Epidermis der Ballen dem allgemeinen Aufbau, das Stratum corneum jedoch nimmt im Vergleich zu anderen Hautstellen in jedem Lebensalter die größte Dicke an (AHMED et al., 1968) und das Stratum intermedium bildet keine Keratohyalin granula aus (SAWYER u. BORG, 1979). Als Besonderheit differenzieren sich Epidermis und Dermis zu einer eigenen Schuppenart, den „retikulären“ Schuppen (reticulate scales). Ihre Bildung geht nicht wie bei den Schuppen des Tarsometatarsus von einer Epidermisplakode aus, sondern beruht allein auf einem Strukturwandel der Dermis (SAWYER u. CRAIG, 1977). Die reticulate scales überlappen einander nicht (HODGES, 1974).

2.1.2 Die makroskopischen Veränderungen der Fußballen bei Pododermatitis

CLARK et al. (2002) stellen erste Hinweise auf die Entwicklung einer Pododermatitis bei Putenküken bereits im Alter von drei Tagen in Form einer Rötung der Haut der Fußballen fest. Auch BREUER (2005) beschreibt dies bereits 4 Tage nach dem Schlupf. Hyperkeratose und eine Lösung der Keratinlagen können von PLATT et al. (2001) nach sechs Wochen nachgewiesen werden. Im weiteren Verlauf treten morphologische Veränderungen der reticulate scales auf, die sich verfärben und teilweise zu langen hornigen Zapfen vergrößern, die insbesondere an der Peripherie der Fußballen ausgeprägt sind (MARTLAND, 1984). Diese ursprünglich noppenartigen Schuppen können durch die Verlängerung und Abflachung in der Form schließlich dachziegelartig übereinander liegen und teilweise rötlichbraun verfärbt sein (PLATT, 2004). Oft kommt

eine Nekrose der Epidermis hinzu, die zu Erosionen führt. Auf der Oberfläche stellen sich diese Erosionen dann als schwarzbraune Bezirke dar, die wie ausgestanzt erscheinen (SCHMIDT u. LÜDERS, 1976; MARTLAND, 1984; GREENE et al., 1985). Binnen einer Woche können sich entzündliche Reaktionen im Unterhautgewebe und Ulzerationen entwickeln. Oft sind die Läsionen bedeckt mit Krusten aus Einstreumaterial und Fäzes (GREENE et al., 1985; EKSTRAND u. ALGERS, 1997a; PLATT, 2004).

Meist sind die Metatarsalballen betroffen, in schweren Fällen können jedoch auch die Digitalballen mit einbezogen sein (MARTLAND, 1984; GREENE et al., 1985). Eine Ausdehnung der Erkrankung auf die nicht gepolsterten Zwischenzehenräume (Areae interpulvinares) ist möglich (MARTLAND, 1985; PLATT, 2004). Selten sieht man Tiere aufgrund der Pododermatitis lahmen, da meist beide Füße gleich stark betroffen sind (EKSTRAND u. ALGERS, 1997a; EKSTRAND et al., 1997; PETERMANN, 2004). Bei Puten treten schwere Formen der Pododermatitis häufiger auf als bei Broilern (CLARK et al., 2002), und im Verlauf der Erkrankung tritt ein Maximum der Schweregrade auf, um dann wieder abzufallen (HELM, unveröffentlicht, 1996, zitiert nach CLARK, 2002). Die Läsionen können unter Narbenbildung ausheilen (MARTLAND, 1984) und die Haut der Fußballen ohne das vorherige Schuppenmuster und in einem helleren Farbton hinterlassen (GREENE et al., 1985; PLATT, 2004).

2.1.3 Die mikroskopisch darstellbaren Veränderungen bei Pododermatitis

Erste Veränderungen an den reticulate scales von Mastputen können PLATT et al. (2003) ultrastrukturell im Tialter von fünf Tagen darstellen. MARTLAND (1984) nennt in Präparaten von Fußballen von Mastputen als erste und mildeste lichtmikroskopisch darstellbare Erscheinungen eine heterophile Infiltration des Stratum germinativum der Epidermis, also der lebenden Zellschichten unterhalb des Stratum corneum. Bei Broilern beschreiben GREENE et al. (1985) noch Infiltrationen heterophiler Leukozyten in der Dermis sowie basophile Zelltrümmer im Stratum corneum. Häufig findet sich hier auch eine gestörte Keratinisierung, die in den H.E.-gefärbten Präparaten als schlechte Anfärbarkeit auftritt.

Als nächsten Schritt des Prozesses stellen sich die Schuppen als hornige Zapfen mit sehr dicken Keratinlagen dar (MARTLAND, 1984; PLATT, 2004; MAYNE et al., 2006). Die Primärpapillen des nur in der Epidermis der Metatarsal- und Digitalballen deutlich ausgeprägten Papillarkörpers der Dermis sind verlängert, die Sekundärpapillen zeigen ein verstärktes Wachstum (PLATT, 2004) und die Infiltration mit Heterophilen ist insbesondere im Transitivbereich weiter fortgeschritten.

Weiterhin kommt es zur Bildung von nekrotischen Arealen, die durch fehlerhaft keratinisierte Bereiche oder exsudative Plaques überlagert sind, an die sich ein Stratum intermedium mit dem Auftreten ballonierender Degeneration anschließt. Um oberflächliche Kapillaren herum sammeln sich mononukleäre Leukozyten (MARTLAND, 1984; PLATT, 2004). GREENE et al. (1985) finden in diesen Erosionen bei Broilern viele Vakuolen in der Epidermis, die mit heterophilen Leukozyten angefüllt sind. Die Entstehung exsudativer Plaques schildert BREUER (2005) als ein Herabrinnen von Exsudat an den geschädigten Schuppen, die durch lytische Aktivitäten des Exsudates und Beteiligung keratolytischer Umgebungskeime zu plattenartigen Schuppenverbänden verschmelzen und nun keinen physiologischen Abschilferungsprozessen mehr unterliegen.

Die basalen Lagen der Epidermis bleiben meist intakt, jedoch findet sich bei den makroskopisch als Erosionen klassifizierten Läsionen mikroskopisch regelmäßig mindestens ein Punkt, an dem die Basalmembran zerstört ist. Die nekrotische Zone in den lebenden Zellschichten breitet sich unter Verlust des darüber liegenden Stratum corneum weiter aus und führt zur Entstehung eines Ulkus, welches mit einer Kruste aus nekrotischen Zellen gefüllt ist. An den Rändern des Ulkus besteht entweder ein abrupter Übergang zu fast normalem Epithel oder zu einem der vorhergehenden Stadien. Die Nekrosen setzen sich häufig in der Peripherie unter das Stratum corneum fort (GREENE et al., 1985; PLATT, 2004)

Ein Ulkus ist an seiner Basis deutlich durch eine intensive zelluläre Reaktion von der Dermis demarkiert, wobei die vorherrschenden Zellen heterophile Leukozyten sind, aber auch Makrophagen, Lymphozyten und gelegentlich Plasmazellen anzutreffen sind (MARTLAND, 1984; PLATT, 2004, MAYNE et al., 2006). Es zeigen sich also Merkmale einer akuten Entzündung mit heterophiler Infiltration und Hyperämie (GREENE et al., 1985). Unter der Zone der Infiltration befindet sich Granulationsgewebe mit Manschetten heterophiler Leukozyten um die Blutgefäße herum, und auch tiefer in der Dermis finden sich Areale mit Lymphozytenaggregationen.

In Läsionen die Anzeichen von Heilung zeigen, finden GREENE et al. (1985) und auch PLATT (2004) einen fibrösen Umbau der Dermis im Rahmen der Bildung von Granulationsgewebe. In bereits weiter reorganisierten Läsionen sind die Fibroblasten parallel zur Oberfläche angeordnet und es treten noch Reste von Lymphozytenaggregationen auf. Unter dem nekrotischen Areal befinden sich eine Vielzahl epitheloider und multinukleärer Zellen als Teil des Reepithelisierungsprozesses.

GREENE et al. (1985) stellen bei der Untersuchung der Fußballen von Broilern fest, dass die histopathologischen Veränderungen denen vieler anderer Formen von Dermatitis gleichen und finden keine für diese Erscheinung pathognomonischen Läsionen.

2.2 Einfluss verschiedener Faktoren auf die Entwicklung der Pododermatitis

Die Ursachen der Pododermatitis scheinen multifaktoriell zu sein (MURILLO u. JENSEN, 1976; SCHULZE-KERSTING, 1996; CLARK et al., 2002; BERG, 2004; MAYNE et al., 2005). Im Folgenden soll ein Überblick über die verschiedenen möglichen Faktoren gegeben werden. Zunächst werden die möglichen Einflüsse beleuchtet, die von den Tieren selbst ausgehen, im Anschluss wird die Umgebung der Tiere betrachtet (Abbildung 2-2).

Abbildung 2-2: Zusammenfassende Darstellung der Faktoren, die auf die Entwicklung der plantaren Pododermatitis Einfluss nehmen können



2.2.1 Interne Faktoren

2.2.1.1 Der Einfluss der Putenlinie

Weißer Puten sind empfindlicher für die Ausprägung von Pododermatitis als Broad Breasted Bronze Puten, wenn beide Arten unter gleichen Bedingungen auf Draht gehalten werden (CHAVEZ u. KRATZER, 1972). HELM (unveröffentlicht, 1996, zitiert nach CLARK, 2002) untersucht Fußballenläsionen bei drei Putenlinien (B.U.T. of America, Hybriden und Nicholas). Die Linien werden unter identischen Bedingungen gehalten und von der 9. bis zur 16. Lebenswoche wöchentlich hinsichtlich ihrer Fußballengesundheit beurteilt. Die Scores reichen von 0 (keine Läsionen) bis 3 (schwere Hyperkeratose und Ulzeration der Fußballen). Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den wöchentlichen Mittelwerten lassen sich nicht beständig über die Zeit darstellen. Der Autor wertet diese Beobachtungen als nicht ausreichend für die Annahme einer genetischen Disposition für

die Entwicklung von Pododermatitis.

Die Eignung feiner und gröberer Reste aus der Herstellung von Spanplatten für den Einsatz als Einstreumaterial untersuchen HESTER et al. (1997). Als Kontrollmaterial dienen Hobelspäne. Es werden vergleichend Hähne der Herkünfte B.U.T., Hybrid und Nicholas gehalten und unter anderem auf Pododermatitis untersucht. Die Herkünfte unterscheiden sich in ihren Reaktionen auf die Einstreumaterialien nicht voneinander.

HAFEZ et al. betrachten 2004 das Auftreten von Beinschwäche bei fünf verschiedenen Mastputenlinien, die sich durch ihre unterschiedliche Gewichtsentwicklung auszeichnen. Es zeigt sich, dass die schweren Linien B.U.T. Big 6 und Nicholas 700 zu 100% verschiedene Schweregrade der Pododermatitis aufweisen. Die mittelschweren Linien Nicholas 300 und B.U.T. 9 sind zu 94,3% betroffen, die leichte Linie Kelly Bronze zu 91,4%. Der Zusammenhang zwischen der Linie und den Fußballenveränderungen ist statistisch signifikant.

EKSTRAND et al. (1998) finden einen zwar statistisch signifikanten aber kleinen Unterschied in der Prävalenz der Fußballenläsionen zwischen zwei nicht bezeichneten Broilerhybriden, halten es aber für möglich, dass dieser Effekt auch durch den Hersteller der Futtermittel beeinflusst sein könnte, da etliche an der Studie beteiligte Hersteller nur Futter für einen Broilerhybriden liefern (siehe 2.2.2.5 Die Futterzusammensetzung). Vier Broiler-Kreuzungen vergleichen KESTIN et al. (1999) hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber dem Auftreten von Beinschwäche, unter anderem auch Sprunggelenkläsionen und Pododermatitis. Es lässt sich eine Korrelation zwischen der Kreuzung und dem Auftreten von Pododermatitis darstellen. 2005 untersuchen KJAER et al. schnell und langsam wachsende Broilerlinien (Ross 308 (Aviagen) und LB, eine institutseigene Linie) im Hinblick auf die Entwicklung von Pododermatitis und Veränderungen an der Haut der Sprunggelenke. Bei der langsam wachsenden Linie treten weder Pododermatitis noch „hock burns“ auf, im Gegensatz dazu finden sich diese Veränderungen bei der schnell wachsenden Linie ab der zweiten Lebenswoche.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass eindeutige Belege für einen Einfluss der Putenlinie auf das Auftreten der Pododermatitis fehlen.

2.2.1.2 Das Geschlecht der Tiere

Der Einfluss des Geschlechts der Tiere auf die Entwicklung von Pododermatitis wird kontrovers diskutiert. BUFFINGTON et al. (1975) halten Puten auf Erdnuss-Schalen und finden bei 16,1% der männlichen Tiere in der 12. Lebenswoche schwere Bein- und Fußveränderungen einschließlich Pododermatitis, bei den Hennen waren es 4,8%. SCHMIDT und LÜDERS beschreiben 1976 die Veränderungen an den Fußballen von

Mastputen und vermuten, dass diese durch eine übermäßige Druckbelastung zustande kommen, auf welche die Haut mit einer Hyperkeratose und anschließender Geschwürsbildung reagiert. Die Autoren können bei Putenhennen, die unter den gleichen Bedingungen aufgezogen werden wie die untersuchten Hähne, keine Fußballenveränderungen finden. Auch HARMS und SIMPSON (1977) finden bei Putenhähnen eine höhere Prävalenz der Pododermatitis als bei Hennen. CLARK et al. (2002) sichten Daten zur Pododermatitis bei Puten aus den USA und Großbritannien und ermitteln auch hier ein häufigeres Auftreten bei männlichen Tieren.

MARTLAND (1984) kann bei auf gleichem Einstreumaterial gehaltenen Puten keine Unterschiede zwischen Hennen und Hähnen feststellen, ebenso wenig EKSTRAND und ALGERS (1997a).

Bei Broilern findet BERG (1998) keinen Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der Tiere und dem Auftreten von Pododermatitis, während andere Autoren (HARMS u. SIMPSON, 1975; GREENE et al., 1985; CRAVENER et al., 1992) eine höhere Prävalenz der Pododermatitis bei männlichen Broilern feststellen.

HARMS und SIMPSON (1975) finden bei männlichen Broilern eine höhere Prävalenz der Fußballenveränderungen, Sprunggelenks- und Brusthautläsionen als bei weiblichen Tieren. Während einer zweijährigen Feldstudie ermitteln GREENE et al. (1985) Daten zu einer Kontaktdermatitis bei Broilern, die als braunschwarz gefärbte Läsionen an der Brusthaut, den Sprunggelenken und der Haut der Fußballen auftritt. Auch hier treten die Veränderungen bei den männlichen Tieren häufiger auf als bei den weiblichen.

Im Gegensatz zu den oben genannten Untersuchungen steht die Studie von HARMS et al. (1977). Sie halten Broiler auf feuchter und trockener Einstreu. Bei den Tieren auf feuchter Einstreu stellen die Autoren einen höheren Score bei den weiblichen als bei den männlichen Tieren fest. Die auf trockener Einstreu gehaltenen Tiere haben im Wesentlichen unabhängig vom Geschlecht den gleichen Score.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass bisher nicht eindeutig ein Einfluss des Geschlechts auf die Entwicklung einer plantaren Pododermatitis nachgewiesen werden kann.

2.2.1.3 Das Alter der Tiere

Verschiedene Untersuchungen zeigen ein frühes Auftreten von Anfangsstadien der Pododermatitis bereits im Kükenalter (PLATT, 2004; BREUER, 2005; MAYNE et al., 2006). MURILLO und JENSEN (1976) beobachten eine mit dem Alter der Tiere zunehmende Häufigkeit und Schwere der Pododermatitis bei Putenküken, die auf Drahtböden oder Hobelspänen gehalten werden. CLARK et al. (2000) stellen fest, dass im

Verlauf der Erkrankung ein Maximum der Schwere von Veränderungen erreicht wird, um dann wieder leicht abzusinken.

EKSTRAND und ALGERS (1997a) hingegen können keinen Einfluss des Alters der Tiere auf die Entwicklung von Pododermatitis bei Puten feststellen. SØRENSEN et al. (2002, zitiert nach BERG, 2004) finden bei Broilern eine mit dem Alter der Tiere zunehmende Häufigkeit der Pododermatitis, während andere Studien keinen Einfluss des Alters der Tiere feststellen können (MARTLAND, 1985; EKSTRAND et al., 1997).

Somit können bisher keine eindeutigen Zusammenhänge zwischen dem Alter der Tiere und dem Vorliegen von Fußballenveränderungen aufgezeigt werden.

2.2.1.4 Das Körpergewicht der Tiere

BUFFINGTON et al. untersuchen 1975 den Einfluss des Geschlechts und des Körpergewichts von Puten auf das Auftreten von Fuß- und Beinveränderungen. Die Tiere werden auf Erdnuss-Schalen gehalten und zeigen die ersten Veränderungen nach 6 bis 8 Lebenswochen. Eine Messung des Körpergewichts erfolgt in wöchentlichem Abstand. Eine Korrelation zwischen dem Auftreten von Fuß- und Beinveränderungen und dem Körpergewicht der Tiere kann nicht dargestellt werden; die leichteren Tiere beider Geschlechter haben das gleiche Risiko, Fuß- und Beinveränderungen zu entwickeln wie die schweren Tiere des gleichen Geschlechts.

SCHMIDT und LÜDERS beschreiben 1976 die Veränderungen an den Fußballen von Mastputen und vermuten, dass diese durch eine übermäßige Druckbelastung zustande kommen, auf welche die Haut mit einer Hyperkeratose und anschließender Bildung von Geschwüren reagiere. Da die Autoren bei Hennen, die unter gleichen Bedingungen wie die untersuchten Hähne leben, keine Fußballenveränderungen finden können, vermuten sie, dass die Ursache dieser Druckbelastung im schnellen Wachstum der Putenhähne zu finden sein könnte. Bei den untersuchten Tieren handelt es sich um Hähne der Linie Nicholas 06, die zum Zeitpunkt der Untersuchung nach 23 Wochen ein durchschnittliches Endgewicht von 13 kg erreichen. Die Hennen erreichen nach 14 Wochen 60% des Hahngewichtes. MARTLAND (1984) kann hingegen bei Puten keinen Zusammenhang der Pododermatitis mit dem Körpergewicht der Tiere darstellen.

BUDA (2002) sowie BREUER (2005) halten es für möglich, dass der Haut der Fußballen durch den insbesondere bei Putenhähnen exorbitanten Gewichtszuwachs in kurzer Zeit nicht genug Zeit bleibt, die nötige Reife zu erlangen um dieses Gewicht auch zu tragen.

Bisher gibt es somit in der Literatur keinen Beleg für einen Zusammenhang zwischen dem Körpergewicht und dem Auftreten der Pododermatitis.

2.2.1.5 Der Gesundheitsstatus der Tiere

Der gesundheitliche Zustand einer Tiergruppe kann Einfluss auf die Einstreuqualität und damit möglicherweise die Entwicklung einer Pododermatitis haben. Insbesondere sind infektiöse und nicht-infektiöse Darmerkrankungen in diesem Zusammenhang von Bedeutung, die zu einem höheren Wassergehalt der Fäzes führen (JODAS u. HAFEZ, 2000; VAN DER KLIS u. VELDKAMP, 2005).

2.2.2 Externe Faktoren

2.2.2.1 Die Besatzdichte

Die Besatzdichte beeinflusst die Qualität der Einstreu. Eine schlechtere Einstreuqualität bei hohen Besatzdichten (MCILROY et al., 1987; GORDON, 1992; TUCKER u. WALKER, 1992) führt zu häufigerem Auftreten von Fußballen-, Sprunggelenks- und Brusthautläsionen bei Broilern (PROUDFOOT et al., 1979; CRAVENER et al., 1992; GAARDBO THOMSEN, 1992; MARTRENCAR et al., 1997; HALL, 2001; SØRENSEN et al., 2002, zitiert nach BERG, 2004; THOMAS et al., 2004).

2.2.2.1.1 Der Einfluss der Besatzdichte auf die Einstreufeuchte/-qualität

1976 untersucht KORTHAS den Einfluss von Besatzdichte und Temperatur auf die Mastleistung schwerer Mastputen beiderlei Geschlechts und erfasst dabei auch den Feuchtigkeitsgehalt der Einstreu. Die Tiere werden in Besatzdichten von 2, 3 und 4 Tieren/m² in Offen- und Dunkelställen bzw. beheizten und unbeheizten Ställen auf Hobelspänen gehalten. Bei allen Versuchen weist die Einstreu bei den hohen Besatzdichten auch den größten Wassergehalt auf. Ein feuchteres Einstreumaterial bei der hohen Besatzdichte finden auch NOLL et al. (1991), als sie zwei Besatzdichten (0,21 und 0,46 m² pro Pute) auf Hobelspänen als Einstreumaterial miteinander vergleichen.

GAARDBO THOMSEN (1992) vergleicht unter anderem auch die Einstreuqualität bei sechs verschiedenen Broiler-Besatzdichten. Es kann dargestellt werden, dass mit steigender Besatzdichte (zwischen 9 und 29 Tiere/m²) die Einstreu feuchter und klebriger wird. 1996 hingegen kann SCHULZE KERSTING in einer Feldstudie hinsichtlich Einstreuqualität und Leistung bei Broilern keine generelle Verbesserung der Einstreuqualität bei reduzierter Besatzdichte feststellen. Eingesetzt werden Hobelspäne und Häckselstroh.

2.2.2.1.2 Der Einfluss der Besatzdichte auf die Pododermatitis

Die in der Literatur beschriebenen Untersuchungen zum Einfluss der Besatzdichte auf die Pododermatitis stimmen im Ergebnis sowohl bei Puten als auch bei Broilern nicht überein.

Weder die geplante noch die erreichte Besatzdichte haben bei einer Untersuchung von EKSTRAND und ALGERS (1997a) einen Einfluss auf die Prävalenz von Pododermatitis bei Puten. MARTRENCAR et al. untersuchen 1999 den Einfluss der Besatzdichte unter anderem auch auf das Auftreten von Pododermatitis bei Puten der Herkunft B.U.T. (keine weiteren Angaben). Sie stellen im Gegensatz zu den Ergebnissen von EKSTRAND und ALGERS (1997a) eine statistisch signifikant höhere Häufigkeit von Pododermatitis bei den höheren Besatzdichten fest. Hierbei handelt es sich um Besatzdichten von 10 Hennen/m² (12 Wochen alt) und 4 Hähnen/m² (12 bis 16 Wochen alt).

Den Einfluss der Besatzdichte auf die Gesundheit von Puten betrachtet ELLERBROCK (2000). Als Einstreumaterial dient Stroh, welches regelmäßig nachgestreut wird. Die Fußballenbeschaffenheit wird nach einem Schema beurteilt, welches einer Umfangsvermehrung des Ballens sowie Veränderungen der oberflächlichen Strukturen der Ballenhaut in vier Stufen Rechnung trägt. Zwischen den drei Besatzdichten von 2, 2,7 und 3,5 B.U.T. Big 6-Hähnen pro m² kann bei Beurteilungen in der Mitte und am Ende der Mastdauer kein Unterschied hinsichtlich des Zustandes der Fußballen festgestellt werden.

2002 untersuchen MARTRENCAR et al. in einer Feldstudie die Risikofaktoren für Pododermatitis bei Broilern und Puten und können keinen Einfluss der Besatzdichte auf die Prävalenz der Pododermatitis ermitteln. Dies bestätigen auch MIRABITO et al. (2002), die in Frankreich unter Feldbedingungen den Einfluss einer reduzierten Besatzdichte unter anderem auf die Fußballengesundheit von Mastputen der Linie B.U.T. Big 9 untersuchen. Tiere beider Geschlechter mit Besatzdichten von 8,5 Tieren/m² und 7 Tieren/m² werden jeweils auf einer von sechs Farmen in zwei gleich aufgebauten Stallgebäuden gehalten. Die Untersuchung der Fußballen erfolgt bei der Schlachtung. Die Autoren können keinen Unterschied in der Häufigkeit des Auftretens der Pododermatitis zwischen den beiden Besatzdichten feststellen.

GREENE et al. führen 1985 eine Feldstudie bei Broilern durch, in der sich nach einer Reduktion der Besatzdichte eine Verbesserung der Einstreuqualität zeigt. Mit der Verbesserung der Einstreuqualität beginnen auch die Läsionen abzuheilen.

CRAVENER et al. untersuchen 1992 die Auswirkungen verschiedener Besatzdichten auf die Broilerproduktion und ermitteln auf diesem Wege Daten über das Auftreten von Brustblasen und Pododermatitis. Sie stellen fest, dass bei Tieren, die bei einer Besatzdichte von 0,05 m² pro Tier gehalten werden, statistisch signifikant häufiger Brustblasen und „ammonia burns“ an den Fußballen auftreten. Auch GAARDBO THOMSEN (1992) führt Untersuchungen bei Broilern durch und vergleicht sechs verschiedene Besatzdichten im Hinblick auf verschiedene Parameter, darunter auch Veränderungen an Brust-, Sprunggelenkshaut und Fußballen. Es kann dargestellt

werden, dass mit steigender Besatzdichte (zwischen 9 und 29 Tiere/m²) die Häufigkeit des Auftretens oben genannter Veränderungen zunimmt.

1997 vergleichen MARTRENCAR et al. drei unterschiedliche Besatzdichten in ihren Auswirkungen auf verschiedene Parameter bei Broilern. Die höchste Besatzdichte von 43 kg/m² (ca. 20 Tiere/m²) weist auch in dieser Untersuchung signifikant am häufigsten Pododermatitis auf, die Unterschiede zwischen der niedrigen (27 kg oder 12 Tiere/m²) und der mittleren Besatzdichte (35 kg oder 16 Tiere/m²) sind statistisch nicht signifikant. Ebenso vergleichen SØRENSEN et al. (2000) unterschiedlich hohe Besatzdichten bei Broilern und stellen fest, dass eine hohe Besatzdichte zu signifikant häufigerem Auftreten von Pododermatitis führt.

Im Gegensatz zu den vorher genannten Untersuchungen kommt ELWINGER (1995) bei einer Feldstudie in Schweden zu einem anderen Ergebnis: Es werden zwei verschiedene Besatzdichten bei Broilern (25 kg/m² und 30 bis 35 kg/m²) auf jeweils einer Farm gehalten und der Einfluss der Besatzdichten auf verschiedene Parameter ermittelt, unter anderem auch auf die Fußballengesundheit. Es kann kein Einfluss der Besatzdichte auf die Entstehung von Fußballenveränderungen dargestellt werden.

DAWKINS et al. (2004) erheben Daten in Kooperation mit den zehn größten Broilerproduzenten in England. Die Tiere werden in fünf unterschiedlichen Endbesatzdichten gehalten und ihr Wohlbefinden anhand verschiedener Parameter erfasst: Mortalität, Verhalten und Gesundheit mit besonderem Fokus auf Beingsundheit und Lauffähigkeit. Als Kriterium für die Einstufung der Fußballen der Tiere von 0 bis 2 dient die Flächenausdehnung einer eventuell vorhandenen Läsion des Ballens. Die Autorinnen stellen fest, dass ein Effekt einer unterschiedlichen Besatzdichte durch die viel größeren Effekte der einzelnen Produzenten überdeckt wird und schließen daraus, dass zwar sehr hohe Besatzdichten von 42 oder 46 kg/ m² das Wohlbefinden von Broilern sehr wohl negativ beeinflussen, aber andere Faktoren wie die Einstreufeuchte eine größere Bedeutung besitzen. Auch HASLAM et al. bestätigen 2006, dass zwischen Besatzdichte und dem Auftreten von Pododermatitis kein Zusammenhang besteht.

Tabelle 2-1: Einfluss der Besatzdichte auf die Pododermatitis, Puten

Autor(en)	Besatzdichte	Einfluss auf PD
EKSTRAND und ALGERS (1997a)	• 15 bis 35 kg/m ²	kein
MARTRENDAR et al. (1999)	• 6 und 8 Hennen/m ²	-
	• 10 Hennen/m ²	+
	• 2,5 und 3,2 Hähne/m ²	-
	• 4 Hähne/m ²	+
ELLERBROCK (2000)	• 2, 2,7 und 3,5 Hähne/m ²	kein
MARTRENDAR et al. (2002)	• Hennen: 43,3 bis 60,3 kg/m ²	kein
	• Hähne: 46,3 bis 66,1 kg/m ²	kein
MIRABITO et al. (2004)	• 7 und 8,5 Tiere/m ²	kein

Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse verschiedener Autoren hinsichtlich der Besatzdichte bei Puten: Fußballengesundheit jeweils im Vergleich mit den im gleichen Versuch vorliegenden Besatzdichten: - PD weniger häufig, + PD häufiger

2.2.2.2 Die Einstreu

Puten und auch Broiler in Bodenhaltung stehen in ständigem Kontakt mit der Einstreu. So ist auch verständlich, dass eine schlechte Einstreuqualität die Gesundheit der Vögel beeinflussen kann. Die Einstreu nimmt Feuchtigkeit und Fäzes der Tiere auf und schützt sie vor dem kühlen und rauen Untergrund (CLASSEN, 1992; JODAS u. HAFEZ, 2000). Die Anforderungen an ein gutes Einstreumaterial sind hoch: saugfähig, aber nicht verklumpend, leicht, kostengünstig, ungiftig und als Dünger weiterverwendbar (JODAS u. HAFEZ, 2000; GRIMES, 2005). Es gibt viele Einflussgrößen, die eine Auswirkung auf den Zustand der Einstreu und somit die Entwicklung einer Pododermatitis haben.

2.2.2.2.1 Das Einstreumaterial

Material, das in der Lage ist, Feuchtigkeit aufzunehmen und diese zu halten, kann oberflächlich weniger feucht sein als ein Material mit geringerer Absorptionskraft. Dies führt zu weniger häufigem Auftreten von Brusthautveränderungen (SHANAWANY, 1992) und Läsionen an den Sprunggelenken („hock burn“) bei Broilern (TUCKER u. WALKER,

1992). Diese Läsionen treten bei Broilern häufig vergesellschaftet mit Pododermatitis auf (GREENE et al., 1985; MARTLAND, 1985; BRUCE et al., 1990; TUCKER u. WALKER, 1992), aber auch bei Puten werden Brusthautveränderungen, Brustblasen und Sprunggelenkläsionen in Zusammenhang mit Pododermatitis gebracht (GONDER u. BARNES, 1987; KAMYAB, 2001).

In den USA werden vorwiegend Hobelspäne als Einstreumaterial genutzt, im Vereinigten Königreich Stroh oder Hobelspäne (CLARK et al., 2002). In Deutschland wird überwiegend mit Häckselstroh eingestreut (BEHR, 2005). Es kommen aber auch andere Materialien zum Einsatz, beispielsweise Heu, Produkte aus Mais oder Papier, Reis- und Erdnussschalen (JODAS u. HAFEZ, 2000). GRIMES (2005) fasst die Ergebnisse verschiedener Autoren zusammen, welche die Eignung der unterschiedlichsten Materialien wie zum Beispiel Sägemehl oder Baumrinde als Einstreu für Puten untersucht haben, dazu zählen auch neuartige Entwicklungen wie Produkte aus Abfällen der Baumwollindustrie, Gips und Papier.

Bisher lassen sich in der Literatur nur wenige Untersuchungen finden, die das Augenmerk auf den Einfluss des Einstreumaterials bei der Entwicklung der Pododermatitis bei Puten legen.

EKSTRAND und ALGERS (1997a) stellen einen statistisch signifikanten Einfluss des Einstreumaterials auf die Fußgesundheit von Puten fest: Die Füße der auf Hobelspänen gehaltenen Tiere sind gesünder als die der auf Stroh gehaltenen Tiere. Bei den untersuchten Farmen wird als Einstreumaterial Hobelspäne, Raps- und Weizenstroh verwendet.

MARTRENCAR et al. (2002) untersuchen in einer Feldstudie die Risikofaktoren für Pododermatitis bei Broilern und Puten und können im Gegensatz zu EKSTRAND und ALGERS (1997a) bei Puten keinen Einfluss des Einstreumaterials feststellen. Auch die Halmlängen haben keinen Einfluss auf die Entwicklung von Pododermatitis. In den verschiedenen Farmen werden Hobelspäne, Weizen-, Gersten-, Triticalestroh und Strohpellets als alleinige Einstreu sowie Mischungen der verschiedenen Materialien eingesetzt. 1997 untersuchen HESTER et al. feine und grobe Reste aus der Herstellung von Spanplatten auf ihre Eignung als Einstreumaterial für Putenhähne. Zur Kontrolle dienen Hobelspäne. Die geringsten Häufigkeiten für Brusthautläsionen sowie für Pododermatitis treten bei den auf feinen Spanplattenresten gehaltenen Tieren auf, in den Schweregraden der Pododermatitis zeigen sich keine Unterschiede zwischen Hobelspänen und feinen oder groben Resten.

GREENE et al. (1985) können bei Broilern anhand der Daten einer zweijährigen Feldstudie keinen Einfluss des Einstreumaterials (Stroh oder Hobelspäne) auf die

Häufigkeit der Dermatitis darstellen. Auch EKSTRAND et al. (1997) stellen keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen dem Auftreten der Pododermatitis bei Broilern fest, die auf Stroh oder Hobelspänen gehalten wurden.

SØRENSEN et al., 2002, zitiert nach BERG, 2004, sowie MARTRENCAR et al., 2002 stellen im Gegensatz zu den beiden vorher genannten Untersuchungen fest, dass Hobelspäne als Einstreumaterial im Vergleich mit Stroh zu einer geringeren Prävalenz von Pododermatitis führen, unabhängig von der Halmlänge des Strohs.

SU et al. (2000) untersuchen den Einfluss vorhandener Sitzstangen sowie unterschiedlicher Einstreumaterialien auf verschiedene Parameter bei Broilern. Das Anbieten von Sitzstangen hat keinen Einfluss auf das Auftreten von Pododermatitis, beim Einstreumaterial jedoch zeigen sich signifikante Unterschiede: Tiere, die auf Weizenstroh gehalten werden, zeigen mehr Fußballenveränderungen als Tiere, die auf Hobelspänen gehalten werden. Der Einsatz von Abfällen aus der Verarbeitung von Hanf führt zu Ergebnissen zwischen denen von Stroh und Hobelspäne.

Tabelle 2-2: Einfluss des Einstreumaterials auf die Pododermatitis

Autor (en)	Tierart	Einstreumaterial	Einfluss auf PD-Häufigkeit
EKSTRAND und ALGERS (1997a)	Pute	<ul style="list-style-type: none"> • Hobelspäne • Stroh 	- +
MARTRENDAR et al. (2002)	Pute	<ul style="list-style-type: none"> • Hobelspäne, Stroh 	kein
HESTER et al. (1997)	Pute	<ul style="list-style-type: none"> • Spanpl.reste (fein) • Hobelspäne • Spanpl.reste (grob) 	- ± +
MARTRENDAR et al. (2002)	Broiler	<ul style="list-style-type: none"> • Hobelspäne • Stroh 	- +
SØRENSEN et al. (2002)	Broiler	<ul style="list-style-type: none"> • Hobelspäne • Stroh 	- +
SU et al. (2000)	Broiler	<ul style="list-style-type: none"> • Hobelspäne • Hanfprodukte • Stroh 	- ± +
GREENE et al. (1985)	Broiler	<ul style="list-style-type: none"> • Hobelspäne, Stroh 	kein
EKSTRAND et al. (1997)	Broiler	<ul style="list-style-type: none"> • Hobelspäne, Stroh 	kein

Zusammenfassung der Ergebnisse verschiedener Autoren hinsichtlich des Einstreumaterials; Darstellung der Fußballengesundheit jeweils im Vergleich der im gleichen Versuch eingesetzten Materialien: - PD am wenigsten häufig, ±: mittlere PD-Häufigkeit, +: PD am häufigsten

2.2.2.2 Die Einstreufeuchte

Von nasser oder feuchter Einstreu sprechen JODAS und HAFEZ (2000), wenn der Feuchtegehalt über 40 % steigt. Den erwünschten Gehalt beziffern sie mit 25-30 %, darunter ist mit einer erhöhten Staubbeklastung zu rechnen.

Schlechte Einstreuverhältnisse wie zum Beispiel ein hoher Feuchtigkeitsgehalt können bei Broilern den Schweregrad einer Pododermatitis steigern oder ihre Häufigkeit erhöhen (HARMS et al., 1977; HARMS u. SIMPSON, 1977; GREENE et al., 1985; MARTLAND, 1984; EKSTRAND u. ALGERS, 1997b; DAWKINS et al., 2004; HASLAM et al., 2006). JENSEN et al. (1970) vermuten, dass durch feuchte Einstreu das Risiko erhöht wird, dass Fäzes auf der Haut der Fußballen verkleben und auf diesem Wege eine Pododermatitis auslösen können. JENSEN (1990, zitiert nach GAZDZINSKI, 2001¹) berichtet, dass abhängig vom Belüftungssystem sogar innerhalb eines einzigen Stalles die Einstreufeuchte und damit zusammenhängend auch das Auftreten der Pododermatitis variieren kann.

ABBOTT et al. (1969) stellen fest, dass eine feuchte oder verkrustete Einstreu das Auftreten von Pododermatitis bei Puten begünstigt. Ebenso haben Putenküken, die auf feuchter Einstreu gehalten werden, häufiger Pododermatitis als solche, die auf trockener Einstreu aufgezogen werden (HARMS u. SIMPSON, 1977). CHARLES und FORTUNE (1977) halten von der fünften bis zur 20. Lebenswoche Puten auf Hobelspänen und beurteilen wöchentlich die Fußgesundheit: 0 = keine Läsionen, 4 = blutende Läsionen. Eine Gruppe verbleibt auf der ursprünglichen Einstreu, während die zweite wöchentlich auf frische Einstreu umgestellt wird. Unabhängig von einem parallel laufenden Fütterungsversuch zeigt die zweite Gruppe einen besseren Status der Fußballen als die Tiere der ersten Gruppe.

MARTLAND untersucht 1984, ob feuchte Einstreu als Ursache für plantare Pododermatitis bei Puten angesehen werden kann. Zu diesem Zweck werden Putenküken auf Hobelspänen eingestallt und die Einstreu zusätzlich mit Wasser befeuchtet. Im Vergleich mit Tieren die auf trockener Einstreu gehalten werden, zeigen die Tiere auf feuchter Einstreu häufiger schwere Ulzerationen der Fußballen. Es wird die Vermutung geäußert, dass eine nicht bekannte Noxe in den Fäzes der Tiere oder ein Abbauprodukt derselben durch die feuchte Einstreu entweder in größeren Mengen produziert wird oder durch intensiveren Hautkontakt einwirken und so Pododermatitis verursachen oder verschlimmern kann.

Auch MAYNE et al. (2004) tragen zur Sammlung von Hinweisen auf eine ursächliche Beteiligung feuchter Einstreu an der plantaren Pododermatitis bei, indem sie die an den Fußballen von Puten (B.U.T. T8) auftretenden histopathologischen Veränderungen infolge einer Haltung auf feuchter und trockener Einstreu untersuchen. Putenhähne werden für sechs Wochen unter gleichen Bedingungen auf Holzschnitzeln gehalten. Ein Austausch

¹ <http://www.cuddyfarms.com/index.asp?page=feather.html>; Stand 10/2005

der Einstreu erfolgt, wenn sie feucht und verschmutzt ist. Nach Ablauf der sechs Wochen werden die Tiere in vier Gruppen umgestellt: auf sauber gehaltenen Betonboden ohne Einstreu, auf trockene Holzschnitzel und auf befeuchtete bzw. feuchte und verschmutzte Holzschnitzel. Bereits nach zwei Tagen zeigen die Fußballen der Tiere auf feuchter, verschmutzter Einstreu Rötungen und Risse. Nach Ablauf von fünf Tagen lässt sich im lichtmikroskopischen Präparat darstellen, dass die auf feuchter Einstreu gehaltenen Tiere starke zelluläre Reaktionen in der Haut der Fußballen aufweisen, die auf trockener Einstreu und auf Betonboden gehaltenen lediglich milde Reaktionen. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass Feuchtigkeit den Hauptfaktor für die Entwicklung der plantaren Pododermatitis darstellt, schließen aber die Existenz eines löslichen Faktors in den Holzschnitzeln nicht aus, der zur Entstehung der Veränderungen einen Beitrag leisten könnte.

HARMS et al. (1977) halten Broiler auf feuchter und trockener Einstreu (Erdnuss-Schalen) und beurteilten die Fußballen der Tiere mit Scores von 1 (keine Läsionen) bis 3 (schwere Läsionen). Die auf feuchter Einstreu gehaltenen Tiere zeigen häufiger schwere Fußballenläsionen als die Tiere auf trockener Einstreu.

Nach Haltung auf zusätzlich befeuchteter Einstreu zeigen Broiler schwere Ulzerationen auf den Plantarflächen der Füße ebenso wie am Sprunggelenk und auf der Brusthaut. Diese Veränderungen treten bei den auf feuchter Einstreu gehaltenen Tieren signifikant häufiger auf als bei den auf trockener Einstreu gehaltenen. Nach einem Wechsel von feuchter auf trockene Einstreu beginnen die Läsionen zu heilen, ein Umstellen einer Versuchsgruppe von trockener auf feuchte Einstreu führt zu einer rapiden Verschlechterung der Fußballengesundheit (MARTLAND, 1985).

In den vom MCILROY et al (1987) gesammelten Daten von 986 Broilerpartien finden sich signifikant erhöhte Häufigkeiten von Sprunggelenks- und Brusthautläsionen, wenn die Einstreuqualität schlecht war. Es werden in dieser Untersuchung keine Daten zum Aufkommen von Pododermatitis erhoben, jedoch treten die genannten Läsionen häufig vergesellschaftet auf (GREENE et al., 1985, MARTLAND, 1985; BRUCE et al., 1990). BRUCE et al. (1990) stellen fest, dass die Prävalenz von bei der Schlachtung diagnostizierten Brusthaut- und Sprunggelenksveränderungen bei Broilern zunimmt, wenn die Produzenten im Lauf der Mastperiode einen schlechten Zustand der Einstreu dokumentieren. HASLAM et al. (2006) hingegen stellen zwar einen Zusammenhang zwischen dem Zustand der Einstreu und dem Auftreten von Pododermatitis fest, nicht jedoch zwischen dem Einstreuzustand und Sprunggelenks- und Brusthautläsionen.

EKSTRAND und ALGERS bestätigen 1997 die Arbeiten der oben genannten Autoren in ihrer Veröffentlichung zum Einfluss feuchter Hobelspäne als Einstreumaterial auf die

Entwicklung von Pododermatitis bei Broilern. Die Tiere werden wöchentlich hinsichtlich ihrer Fußballengesundheit untersucht. Es treten zwar in beiden Gruppen Veränderungen der Fußballen auf, jedoch haben die Tiere auf feuchter Einstreu nicht nur häufiger Pododermatitis, sondern auch der Schweregrad der Veränderungen ist bei diesen Tieren höher als bei Tieren der Kontrollgruppe auf trockener Einstreu.

WANG et al. untersuchen 1998 den Einfluss feuchter Einstreu und Sitzstangen auf die Entwicklung von Pododermatitis bei Legehennen. Das Einstreumaterial (Hobelspäne) wird mit Wasser beregnet, die Holzstangen 24 Stunden in Wasser gelagert und täglich erneuert. Die Tiere haben vor Beginn des Versuchs gelernt, sich nachts auf den Sitzstangen aufzuhalten. Die Autoren stellen fest, dass weniger die feuchten Sitzstangen einen Einfluss auf die Pododermatitis haben als vielmehr die befeuchtete Einstreu. Die Tiere die auf feuchter Einstreu gehalten werden sind zu 92% von verschiedenen Ausprägungen der Fußballenveränderungen betroffen, die Tiere auf trockener Einstreu zu 38%.

Tabelle 2-3: Einfluss der Einstreufeuchte auf die Pododermatitis, Puten

Autor(en)	Zustand der Einstreu	Einfluss auf PD
ABBOTT et al. (1969)	• feuchte/verkrustete Einstreu	+
HARMS und SIMPSON (1977)	• feuchte Einstreu • trockene Einstreu	+ -
CHARLES und FORTUNE (1977)	• Verbleib auf Einstreu • wöchentliche Umstallung auf trockene Einstreu	+ -
MARTLAND (1984)	• feuchte Einstreu • trockene Einstreu	+ -
MAYNE (2004)	• feuchte, verschmutzte Einstreu • feuchte Einstreu • trockene Einstreu • Betonboden	+ + - -

Zusammenfassung der Ergebnisse verschiedener Autoren hinsichtlich der Einstreufeuchte: Darstellung der Fußballengesundheit jeweils im Vergleich der im gleichen Versuch vorliegenden Bedingungen: - PD weniger häufig, +: PD häufiger

2.2.2.2.3 Die Einstreutiefe

Bei Broilern, die auf tiefer Einstreu ($\geq 5\text{cm}$) gehalten werden, tritt Pododermatitis häufiger auf als bei solchen, die auf dünnen Lagen Einstreu ($\leq 5\text{cm}$) leben (EKSTRAND et al., 1997), hingegen hat bei Puten die Einstreutiefe am Tag der Einstallung (ebenfalls $\leq 5\text{cm}$ oder $\geq 5\text{cm}$) keinen Effekt auf die Entwicklung von Fußballenläsionen (EKSTRAND u. ALGERS, 1997a).

2.2.2.2.4 Das Einstreumanagement

Das Einstreumanagement hat einen großen Einfluss auf die Einstreuqualität (vgl. Punkt 2.2.2.2.2 Die Einstreufeuchte). Der Faktor „Farm“ hat bei einer Untersuchung von EKSTRAND und ALGERS (1997a) einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Entstehung von Pododermatitis bei Puten. In dieser Untersuchung wird bei Farmen, die während der Mastperiode frisches Material nachstreuen, eine geringere Häufigkeit von schweren Fußballenläsionen festgestellt. Diesen Effekt führen die Autoren zumindest teilweise auf das Einstreumanagement und somit den Zustand der Einstreu zurück.

SU et al. (2000) untersuchen den Einfluss vorhandener Sitzstangen sowie unterschiedlicher Einstreumaterialien auf verschiedene Parameter bei Broilern. Ein regelmäßiges Wenden der Stroh-Einstreu sowie die Zugabe frischen Materials wenn es nötig erscheint führen in diesem Fall nicht zu einer Verbesserung des Fußballenstatus. In der Untersuchung von MARTRENCAR et al. (2002) zeigen Putenbestände einen besonders schlechten Fußballenstatus, bei denen viel Material nachgestreut wird ($\geq 5\text{kg/m}^2$). Es kann jedoch nicht geklärt werden, ob die großen Mengen Material die Ursache für eine Verschlechterung des Einstreuzustands waren, oder ein sehr schlechter Einstreuzustand zum Einsatz dieser großen Einstreumengen führte.

2.2.2.3 Die Art des Untergrundes

BERG (2000, zitiert nach BERG, 2004) verzeichnet eine schlechtere Fußballengesundheit bei Putenküken, die in Ställen ohne Fußbodenheizung aufgezogen werden. MARTRENCAR et al. (2002), die in einer Feldstudie die Risikofaktoren für Pododermatitis bei Broilern und Puten untersuchen, stellen einen Einfluss des Untergrundes (Beton- oder Erdboden) auf die Fußballengesundheit von Broilern, nicht jedoch von Puten, fest.

2.2.2.4 Das Tränkesystem

Die Art des Tränkesystems ist eng korreliert mit Wassereintrag in die Einstreu und es besteht ein statistisch signifikanter Einfluss auf die Prävalenz der Pododermatitis bei Broilern (ELSON, 1989; MEIJERHOF, 1989; TUCKER u. WALKER, 1992; EKSTRAND et

al., 1997). Ein möglichst geringer Wassereintrag darf jedoch nicht zu einer Wasserrestriktion für die Tiere führen.

Den Einfluss des Tränkesystems auf die Einstreufeuchte untersuchen BRAY u. LYNN (1986) bei Broilern. Die geringsten Wasserverluste in die Einstreu treten bei Nippeltränken auf, die mit Auffangschalen versehen sind. Als zusätzlichen positiven Effekt verbuchen die Autoren einen verringerten Gesamtwasserverbrauch. ELSON (1989) untersucht ebenfalls den Wassereintrag in die Einstreu durch verschiedene Tränkesysteme bei Broilern. Bei den Systemen handelt es sich um offene Tröge, Rundtränken mit und ohne Ballast, Hoch- und Niederdrucksystem-Schalen sowie Nippeltränken mit und ohne Tropfschalen. Auch bei dieser Untersuchung kann dargestellt werden, dass durch die Art der Wasserversorgung ein großer Einfluss auf die Qualität der Einstreu genommen werden kann. Die trockenste Einstreu findet sich bei den Nippeltränken und bei Niederdrucksystemen.

1992 vergleichen TUCKER und WALKER zwölf verschiedene Tränkesysteme und stellen fest, dass Broiler, denen das Wasser in Nippeltränken oder kleinen Schalen angeboten wird, eine weniger feuchte Einstreu und ein geringeres Aufkommen von Veränderungen an der Haut der Sprunggelenke aufweisen als die Tiere, die über andere Systeme wie verschiedene Glockentränken mit und ohne Ballast oder lange Tröge mit Trinkwasser versorgt werden. Die Veränderungen an den Sprunggelenken können mit Läsionen an der Brusthaut und Pododermatitis in Verbindung gebracht werden.

EKSTRAND und ALGERS (1997a) ermitteln einen statistisch signifikanten Einfluss des Tränkesystems auf die Fußgesundheit von Puten. Schwere Pododermatitis tritt häufiger bei Tieren auf, deren Ställe mit Rundtränken im Vergleich zu kleinen Schalen ausgestattet sind. Bei Broilern findet sich im Vergleich von kleinen Schalen- und Nippeltränken ein statistisch signifikant erhöhtes Aufkommen der Pododermatitis, wenn kleine Schalenstränken verwendet werden (EKSTRAND et al., 1997). Einen weiteren Aspekt bringen MARTRENCAR et al. (2002) ein, indem sie eine verbesserte Fußballengesundheit bei Puten feststellen, die in der Fläche eine höhere Dichte an Tränkeeinrichtungen zur Verfügung haben.

2.2.2.5 Die Futterzusammensetzung

Die Zusammensetzung des Futters kann einerseits die Qualität der Einstreu beeinflussen, indem sie einen erhöhten Wassergehalt der Fäzes verursacht, andererseits aber auch direkt auf die Fußballengesundheit einwirken, indem Futterbestandteile oder Metaboliten auf verschiedenen, oft unbekanntem Wegen Stoffwechselprozesse insbesondere der Haut beeinflussen.

2.2.2.6 Futterbestandteile mit Einfluss auf die Einstreuqualität

Die Qualität des Fettanteils in der Ration von Broilern hat einen Einfluss auf die Oberflächenbeschaffenheit der Einstreu; schlechte Fettqualität führt zu verklebten Massen, die ein erhöhtes Auftreten von Sprunggelenksläsionen zur Folge haben. (BRAY u. LYNN, 1986; TUCKER u. WALKER, 1992).

Hohe Anteile an Sojabohnenmehl in der Ration könnten die Konsistenz der Fäzes verändern, so dass die Einstreu klebrig werden und so die Häufigkeit des Auftretens von Pododermatitis erhöhen kann (JENSEN et al., 1970). JENSEN (1990, zitiert nach GAZDZINSKI, 2001²) vermutet, dass dies in den unverdaulichen Oligosacchariden der Sojabohnen begründet sein könnte, durch die es ebenso wie durch den hohen Gehalt an Kalium in den Sojabohnen zu einer feuchteren Einstreu und somit erhöhter Inzidenz an Pododermatitis kommt, da klebrige Fäzes, die in ständigem Kontakt mit den Fußballen sind, bei Broilern Pododermatitis auslösen können (JENSEN, 1985). NAIRN und WATSON (1972) vermuten ebenfalls, dass Rationen, die auf Sojabohnen basieren, an der Entstehung einer die Haut irritierenden Einstreu beteiligt sein könnten, ein Nachweis im Experiment gelingt ihnen jedoch nicht.

GORDON beschreibt 2004, dass überschüssiges Rohprotein in der Ration zu Fäzes führt, die reich an Stickstoff und sehr feucht sind, was zu einer hohen Prävalenz der Sprunggelenks- und Fußballenveränderungen führen kann. Ebenso vermerken BRAY und LYNN (1986) einen Zusammenhang zwischen geringem Energiegehalt und hohem Proteingehalt im Broilerfutter, der eine erhöhte Prävalenz an Sprunggelenksläsionen durch feuchte, verklebte Einstreu zur Folge hat.

FRANCESCH und BRUFAU fassen 2004 die verschiedenen Futterbestandteile zusammen, welche die Einstreuqualität beeinflussen können: Eine hohe Zufuhr an Rohprotein muss durch die Nieren der Vögel in Form von Harnsäure ausgeschieden werden und bringt so eine erhöhte Exkretion von Wasser mit sich. Ebenso können Imbalancen in der Elektrolytversorgung (Natrium-, Chlorid- und Kaliumionen) zu einer erhöhten Wasseraufnahme und auch -ausscheidung führen. Die Verwendung von Getreide, welches reich an löslichen Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) ist, wie Gerste oder Roggen, aber oft auch Weizen wird mit Einstreuproblemen in Verbindung gebracht, die durch ein erhöhtes Aufkommen an Fäzes oder eine gesteigerte Feuchtigkeit der Fäzes verursacht werden. Die NSP erhöhen durch Wassereinlagerung die Viskosität des Darminhalts, verringern die Wasserabsorption im Darm und erhöhen den Wasserverlust

² <http://www.cuddyfarms.com/index.asp?page=feather.html>; Stand 10/2005

durch die Fäzes. Durch den Zusatz von NSP-aufschließenden Enzymen zur Ration lassen sich diese wasserreichen Ausscheidungen jedoch reduzieren.

2.2.2.7 Futterbestandteile mit direktem Einfluss auf die Fußballengesundheit

Pododermatitis lässt sich bei Putenküken durch auf Sojaprotein oder Sojabohnenmehl basierende Fütterung auslösen. Dies kann durch Zugabe der schwefelhaltigen Aminosäure Methionin verhindert werden, nicht aber durch Supplementierung von Biotin oder Sulfaten (CHAVEZ u. KRATZER, 1972). Eine Methionin-Mangeldiät, die ebenfalls Sojabohnenmehl enthält, löst bei Putenküken Pododermatitis aus, die sich durch Supplementierung von Methionin verhindern lässt (CHAVEZ u. KRATZER, 1974; MURILLO u. JENSEN, 1976). JENSEN (1990, zitiert nach GAZDZINSKI, 2001) berichtet, dass Fußballenläsionen bei Puten in schwereren Formen auftreten, wenn ein Methionin-Mangel vorliegt.

Eine Zinkmangeldiät führt zu Fußballenläsionen (WHITEHEAD, 1991); eine Reduktion solcher Läsionen verglichen mit einer Kontrollfütterung bei Broilern kann durch Fütterung von Zink und einem Aminosäurekomplex erreicht werden (HESS et al., 2001).

Ein Mangel an Biotin kann als eine Ursache für Pododermatitis bei Broilern und Puten in Frage kommen (JENSEN u. MARTINSON, 1969; HARMS u. SIMPSON, 1975; HARMS u. SIMPSON, 1977; HARMS et al., 1977). CHARLES und FORTUNE (1977) scheitern jedoch mit dem Versuch, durch hohe Biotin-Supplementierungen eine Verbesserung der Fußballengesundheit bei Putenküken zu erreichen. Weder hat die Supplementierung der Elterntiere, noch die Injektion von Biotin am ersten und fünften Lebenstag der Küken den angestrebten Erfolg. Die Autoren vermuten, dass die Häufigkeit der Pododermatitis von einem anderen Faktor in der Ernährung als Biotin abhängt. Trotzdem verbessert die Supplementierung von Biotin (220 µg/kg Futter) die Fußballengesundheit von Putenhähnen, die auf trockener Einstreu gehalten werden, während bei Tieren auf feuchter Einstreu kein solcher Effekt verzeichnet werden kann (HARMS u. SIMPSON, 1977). Diese Ergebnisse bestätigt auch PLATT (2004), die Mastputen der Herkunft B.U.T. Big 6 mit unterschiedlichen (wirtschaftlich vertretbaren) Biotindosierungen supplementiert. Die „Standard“-Dosierung beträgt zwischen 300 und 400 µg Biotin pro kg Futter, die nächst höhere Dosierung zwischen 360 und 470 µg/kg und die höchste Dosierung zwischen 480 und 870 µg/kg. Es kann zwar ein positiver Effekt der höheren Dosierungen auf die Fußballengesundheit dargestellt werden, es ist aber nicht möglich, schlechte Umweltbedingungen wie feuchte Einstreu durch Biotingaben auszugleichen.

BUDA (2000) zeigt den Einfluss verschiedener Biotin-Dosierungen auf die histologische Struktur der Epidermis der reticulate scales von Puten. Eine Gruppe Putenhähne wird mit

2000 µg/kg Biotin supplementiert, während die Kontrollgruppe den üblichen Gehalt von 300 µg/kg Biotin mit der Fütterung erhält. Im Alter von 19 Wochen werden Proben unveränderter Zehenballen entnommen und histologisch untersucht. Obwohl makroskopisch keine Unterschiede zwischen Biotin- und Kontrollgruppe erkennbar sind, lassen sich licht- und elektronenmikroskopisch Veränderungen der Haut der reticulate scales der Kontrollgruppe darstellen: Die reticulate scales haben eine raue Oberfläche und die Lücken zwischen ihnen sind erweitert. Die dermalen Papillen sind verlängert und teilweise in Sekundärpapillen aufgespalten. Das Stratum basale zeigt sich proliferierend und das Stratum corneum erscheint in seiner Struktur verändert. Im Hinblick auf die unveränderten Proben der Biotin-Gruppe wertet die Autorin diese Ergebnisse als Hinweis auf eine marginale Biotin-Versorgung in der Ernährung von Mastputen, insbesondere Hähnen, da diese während einer längeren Mastdauer ein höheres Gewicht erreichen als die weiblichen Tiere.

Den Einfluss eines erhöhten Biotin-Anteils in der Ration von weiblichen Puten-Elterntieren auf die Nachkommen untersucht auch BREUER (2005). Der Einfluss auf die Fußballengesundheit der Nachkommen wird in verschiedenen fetalen Stadien sowie in den ersten drei Lebenswochen durch licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen entnommener Proben betrachtet. Es kann auch hier (vgl. CHARLES und FORTUNE (1977)) kein Einfluss der maternalen Biotin-Versorgung auf die Fußballengesundheit der Nachkommen bis zur dritten Lebenswoche nachgewiesen werden (BREUER, 2005).

Bei Broilern kann WÄSE (1999) durch Fütterung einer biotinfreien Ration verglichen mit einer Ration, die 500µg Biotin pro kg Futter enthält, die Entwicklung von Biotinmangelercheinungen bei den biotinfrei gefütterten Tieren nachweisen. Diese Mangelercheinungen manifestieren sich in Wachstumsdepressionen, Leberzellverfettungen, schlechtem Allgemeinbefinden und Hautläsionen, die an den Augen- und Schnabelwinkeln sowie insbesondere an den Digital- und Metatarsalballen auftreten.

HARMS und SIMPSON verlangsamten 1982 das Wachstum von Putenküken durch Reduktion des Kochsalz-Anteils in der Ration und erreichen eine Verringerung der Pododermatitis-Prävalenz bei den langsamer wachsenden Tieren. Bei den Tieren die höhere Anteile an Kochsalz in ihren Rationen erhalten, ist das Wachstum beschleunigt und auch die Schwere der Fußballenläsionen nimmt zu. Die leichteren Tiere mit der geringeren Ausprägung von Pododermatitis nehmen jedoch aufgrund einer schlechteren Futtermittelverwertung mehr Futter und somit auch eine größere Menge Biotin auf. Die Autoren halten es für möglich, dass dieser Unterschied in der Biotin-Aufnahme auch für die Unterschiede im Auftreten der Pododermatitis verantwortlich sein kann.

Falls Weizen als Teil der Ration gefüttert wird, kann bei Broilern auch die Sorte einen Einfluss auf das Auftreten der Fußballenläsionen nehmen (SØRENSEN et al., 2002, zitiert nach BERG, 2004).

2.2.2.8 Das Lichtregime

Bisher finden sich in der Literatur keine Untersuchungen zum Einfluss des Lichtprogramms auf die Entwicklung von Pododermatitis bei Puten.

SØRENSEN et al. untersuchen 1999 den Einfluss der Länge von Hell- und Dunkelphasen auf Beinschwächen bei Broilern unter experimentellen Bedingungen. Die Tiere erhalten eine Hellphase von 8, 16, 21 und 23 Stunden bei 15 lx, die Dunkelphase hat eine Beleuchtungsstärke von 0,3 lx. Fußballenveränderungen treten weniger häufig bei Tieren auf, die mit kürzeren Dunkelphasen gehalten werden. Den Einfluss vier verschiedener Lichtprogramme auf die Hautgesundheit von Broilern untersucht 2002 PETERSEN. Abhängig von der Länge der Dunkelphase kann eine Steigerung des Auftretens von Pododermatitis aufgezeigt werden, die auch nicht durch ein Splitten der drei- bis achtstündigen Dunkelphase in zwei Teile verhindert werden kann.

2.2.2.9 Der Einfluss von Klima, Witterung und Jahreszeit

Eine hohe relative Luftfeuchtigkeit korreliert mit schlechter Einstreuqualität (PAYNE, 1967; MCILROY et al., 1987; WEAVER u. MEIJERHOF, 1991). Fällt die Umgebungstemperatur unter den sogenannten Taupunkt, schlägt sich ein Teil der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit an vorhandenen Oberflächen nieder. Dies findet auch auf dem Einstreumaterial statt (TUCKER u. WALKER, 1992).

Es besteht ein statistisch signifikanter saisonaler Einfluss auf das Auftreten von Pododermatitis, Sprunggelenks- und Brusthautläsionen bei Broilern, wobei in Nordeuropa die Herbst- und Wintermonate die höchste Prävalenz aufweisen (GREENE et al., 1985; MCILROY et al., 1987; BRUCE et al., 1990; EKSTRAND u. CARPENTER, 1998a).

ABBOTT et al. untersuchen 1969 das Auftreten von Pododermatitis bei Puten, die hohe Anteile an Sojamehl in der Ration erhielten. Ungeachtet der Fütterung wird die Einstreu aufgrund von Witterungs- und Luftströmungs-Einflüssen in der einen Hälfte des Versuchsstalles feuchter als in der anderen. Dies hat eine erhöhte Pododermatitis-Inzidenz bei den Tieren zur Folge, die auf der feuchteren Einstreu gehalten werden. Bei Witterungsänderung mit höheren Temperaturen trocknet die Einstreu ab und es kommt zu einer deutlichen Verbesserung der Fußgesundheit der Puten. WEAVER und MEIJERHOF führen 1991 eine experimentelle Studie an Broilern in klimatisierten Ställen durch. Bei

einer relativen Luftfeuchtigkeit von 75% treten statistisch signifikant häufiger geschwollene und schwierige Fußballen auf, verglichen mit einer Feuchtigkeit von 45%.

EKSTRAND und CARPENTER (1998a, b) betrachten die während der Entwicklung eines schwedischen Programms zur Überwachung der Fußgesundheit bei Broilern erhobenen Daten hinsichtlich ihrer räumlichen und zeitlichen Aspekte. Die Fußballengesundheit wird über zwei Jahre bei jeweils 100 Füßen einer Partie am Schlachttag beurteilt, die Scores (von 0 = keine Läsionen bis 2 = schwere Läsionen) nach ihrer Schwere gewichtet und so ein totaler Score für jede Partie ermittelt. Dieser totale Score dient als Berechnungsgrundlage für die Auswertung der erhobenen Daten aus den jeweiligen Farmen. Die Partien mit einer sehr hohen Prävalenz der Pododermatitis finden sich gehäuft in den Herbst- und Wintermonaten (also zu einer Zeit mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit) in den südwestlichen Landesteilen Schwedens. Diese Häufung wird von den Autoren zumindest teilweise auf saisonale und regionale Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit zurückgeführt, die einen Einfluss auf den Feuchtegehalt der Einstreu nehmen.

DAWKINS et al. (2004) erheben Daten hinsichtlich der Broilerproduktion in England und beurteilen in diesem Rahmen auch die Fußballengesundheit der Tiere. Als Kriterium für das Scoring der Fußballen der Tiere von 0 bis 2 dient die Größe einer eventuell vorhandenen Läsion des Ballens. Es zeigen sich auch in dieser Untersuchung saisonale Unterschiede: Die Fußballengesundheit wird im Sommer häufiger mit 0 beurteilt (88,9% im Sommer und 71,6% im Winter) und die Fußballen der Tiere sind sauberer (8,8% verschmutzte Ballen im Sommer gegenüber 30,3% im Winter).

Eine weitere schwedische Feldstudie wird von ELWINGER (1995) durchgeführt. Es lässt sich im Gegensatz zu den vorher genannten Untersuchungen kein Einfluss der Jahreszeit auf das Auftreten der Fußballenveränderungen bei Broilern darstellen, obwohl im Stallinneren während der Wintermonate (Oktober bis April) eine höhere relative Luftfeuchtigkeit als während der Sommermonate (Mai bis September) gemessen wird.

3. MATERIAL UND METHODEN

3.1 Material

3.1.1 Versuchstiere, Haltungsbedingungen und allgemeiner Versuchsaufbau

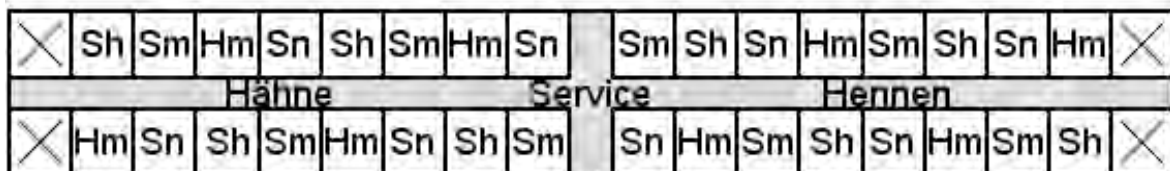
3.1.1.1 Die Versuchstiere

Bei den verwendeten Tieren handelte es sich um Hähne und Hennen der schweren Mastputenlinie B.U.T. Big 6, die als Eintagsküken eingestallt wurden.

3.1.1.2 Die Haltungsbedingungen

Der Versuch wurde in einem Halb-Offenstall mit seitlich angebrachten Stegplatten-Jalousien durchgeführt, der durch ein Service-Abteil in zwei Hälften unterteilt wurde. Hähne und Hennen konnten so räumlich getrennt in einem Gebäude gehalten werden (Abbildung 3-1, Erläuterung der Abkürzungen siehe 3.1.1.3). Die freie Lüftung konnte bei Bedarf durch First- und weitere Ventilatoren unterstützt werden, als Wärmequelle dienten Gasstrahler.

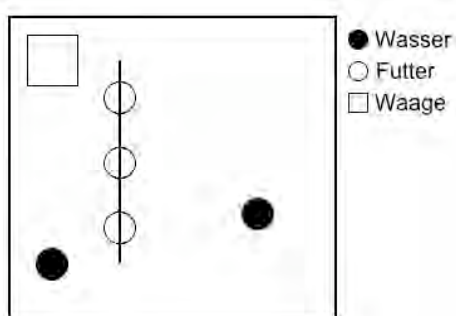
Abbildung 3-1: Skizze des Stallgebäudes mit Belegung der einzelnen Boxen durch die verschiedenen Untergruppen



Für jede Tiergruppe stand ein abgeteilter Raum mit einer annähernd quadratischen Grundfläche von 39,65 m² zur Verfügung. Die Einrichtung bestand in jeder dieser 32 Boxen aus identisch angeordneten Fütterungseinrichtungen (Futterschnecke mit drei Rundtrögen) und zwei Glockentränken (45 cm Durchmesser). Zusätzlich befand sich in jeder Box eine elektronische Hängewaage, über die das jeweilige Gewicht der Tiere aufgezeichnet und mittels Computer archiviert wurde. Das Prinzip dieser Wägung besteht in der Ermittlung einer möglichen Abweichung vom programmierten Sollgewicht. Am Tag der Ausstallung wurden die Tiere in Container gezählt, im Container auf einer geeichten Waage gewogen und das durchschnittliche Gewicht der Tiere durch Rückrechnung ermittelt.

Es standen vier weitere Boxen gleicher Art zur Verfügung, um erkrankte Tiere von der Gruppe abzusondern. Zur Einteilung der Gruppen siehe Punkt 3.1.1.3 Der allgemeine Versuchsaufbau. Die Zahl verendeter Tiere wurde ebenso dokumentiert wie die Zahl der Tiere, die aus anderen Gründen, z.B. Pickwunden oder andere Auffälligkeiten, aus der Gruppe selektiert wurden.

Abbildung 3-2: Skizze der Einrichtung einer einzelnen Box



Die Lichtdauer betrug am ersten Tag 24 Stunden. Bis zum 14. Lebenstag wurde eine achtstündige Dunkelphase in Stufen eingeführt. Außerhalb der durch Gasstrahler beheizten Areale (34°C) betrug die Raumtemperatur 25°C und wurde in den folgenden Wochen schrittweise bis auf 20°C abgesenkt. Die Fütterung erfolgte ad libitum mit handelsüblichem pelletiertem Futter für Mastputen in sechs (Hennen) bzw. sieben Phasen (Hähne). Die Herstellerangaben zur Futterzusammensetzung sind in Tabelle 3-1 und Tabelle 3-2 aufgeführt.

Das Einstreumaterial, Hobelspäne aus dem Handel sowie Langstroh aus kleinen Quaderballen, wurde wie in der kommerziellen Putenmast üblich bei Bedarf nachgestreut. Das Langstroh wurde so verwendet wie es geliefert wurde, es erfolgte keine Kürzung durch Häckseln. Der Verbrauch an Einstreumaterial wurde dokumentiert.

Tabelle 3-1: Fütterungsphasen und Futterinhaltsstoffe des Winterdurchgangs

Fütterungsphase Winter	1. (1.-2. LW)	2. (3.-5. LW)	3. (6.-9. LW)	4. (10.-12. LW)	5. (13.-15. LW)	6. (16.-18. LW)	7. (19.-21. LW)
ME (MJ/kg)	11,4	11,6	11,8	12,2	12,6	13,0	12,95
Rohprotein (%)	27	26	23,5	20	18	16	15,5
Methionin (%)	0,6	0,6	0,55	0,45	0,38	0,3	0,26
Rohfaser (%)	3,7	3,8	3,9	4,0	3,8	3,8	3,15
Ca (%)	1,3	1,3	1,1	1,0	0,85	0,75	0,65
P (%)	1,0	1,0	0,8	0,7	0,5	0,45	0,45
Cu (II)-Sulfat (mg/kg)	14	14	12	10	10	10	14
Vit. A (I.E./kg)	13.000	13.000	12.000	10.000	8.000	8.000	8.000
Vit. D3 (I.E./kg)	5.000	5.000	4.500	3.800	3.000	3.000	3.000
Vit. E (I.E./kg)	250	150	60	50	50	50	50

Tabelle 3-2: Fütterungsphasen und Futterinhaltsstoffe des Sommerdurchgangs

Fütterungsphase Sommer	1. (1.-2. LW)	2. (3.-5. LW)	3. (6.-9. LW)	4. (10.-12. LW)	5. (13.-15. LW)	6. (16.-18. LW)	7. (19.-21. LW)
ME (MJ/kg)	11,4	11,6	11,8	12,2	12,6	13,0	12,95
Rohprotein (%)	27	26	23,5	20	18	16,5	15,5
Methionin (%)	0,7	0,65	0,56	0,44	0,39	0,33	0,26
Rohfaser (%)	3,0	3,5	3,5	3,5	3,8	3,8	3,15
Ca (%)	1,3	1,3	1,15	0,95	0,85	0,75	0,65
P (%)	1,0	1,0	0,85	0,7	0,5	0,45	0,45
Cu (II)-Sulfat (mg/kg)	14	14	12	10	10	10	14
Vit. A (I.E./kg)	13.000	13.000	12.000	10.000	8.000	8.000	8.000
Vit. D3 (I.E./kg)	5.000	5.000	4.500	3.800	3.000	3.000	3.000
Vit. E (mg/kg)	250	150	60	50	50	50	50

3.1.1.3 Der allgemeine Versuchsaufbau

In dem Versuch sollten Einflüsse von Besatzdichte und Einstreumaterial auf die Fußballengesundheit von Mastputen der Herkunft B.U.T. Big 6 untersucht werden. In einem Winter- (Oktober 2004 bis Februar 2005) und einem Sommerdurchgang (April bis September 2005) wurden zu diesem Zweck pro Durchgang acht Gruppen gebildet, je vier aus männlichen und weiblichen Tieren. In den ersten Lebenswochen wurden alle Tiere auf Hobelspänen gehalten. Jeweils drei Gruppen des jeweiligen Geschlechts mit niedriger, mittlerer und hoher Besatzdichte wurden anschließend auf Langstroh gehalten, die vierte Gruppe mit mittlerer Besatzdichte durchgehend auf Hobelspänen (Tabelle 3-3). Der Beginn des Nachstreuens mit den unterschiedlichen Materialien war abhängig von der Entscheidung der Farmleiterin, die für die Beurteilung der Notwendigkeit des Nachstreuens verantwortlich war. Eine Pflege der Einstreu mit dem Grubber erfolgte ebenfalls nach Bedarf. So wurde bei den Hennen des Winterdurchgangs ab der 7. Lebenswoche mit Langstroh eingestreut, bei den Hähnen des Winterdurchgangs ebenso wie bei den Hennen des Sommerdurchgangs ab der 8. Lebenswoche. In der 9. Lebenswoche begann das Nachstreu mit Langstroh für die Hähne des Sommerdurchgangs.

So war es möglich, einerseits die Gruppen mit unterschiedlichen Besatzdichten auf gleichem Einstreumaterial miteinander zu vergleichen, andererseits aber auch den Effekt des Einstreumaterials Hobelspäne bzw. Langstroh auf zwei Gruppen mit der gleichen Besatzdichte zu betrachten.

Für jede Gruppe wurden vier Untergruppen angelegt, die in jeweils einen der gleich großen abgeteilten Räume mit identischer Grundfläche und Einrichtung eingestallt wurden (Abbildung 3-1). Die Besatzdichten wurden so gewählt, dass der mittlere geplante Endbesatz jeweils etwa der üblichen Endbesatzdichte in der intensiven getrennt geschlechtlichen Putenmast entsprach, welche bei Einhaltung der in den „Bundeseinheitlichen Eckwerten für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Jungmasthühnern (Broiler, Masthähnchen) und Mastputen“ (1999) genannten Zusatzerfordernisse bis zu 52 kg/m² für Hennen und bis zu 58 kg/m² für Hähne beträgt. Die Tiere wurden als Eintagsküken in die Boxen eingestallt und bis zum Schlachtag von 16 (Hennen) bzw. 21 Wochen (Hähne) aufgezogen und gemästet. Kleinere Abweichungen von der Gesamtzahl werden bei den Untersuchungsergebnissen aufgeführt und beruhen auf der gleichmäßigen Verteilung zuviel angelieferter Tiere. Die angenommenen Verluste betragen bei den Hähnen 10% und bei den Hennen 7%. Aufgrund geringerer Verluste und höherer Mastendgewichte als angenommen, wurden zum Versuchsende höhere Besatzdichten erreicht, die bei der Erläuterung der Ergebnisse aufgeführt werden.

Tabelle 3-3: Einteilung der Gruppen und geplante Besatzdichten pro Durchgang

Gruppe	Geschlecht	Einstreumaterial ab ca. 8. Woche	Besatzdichte (geplant)	Endbesatz (geplant) kg/m ²	Endbesatz (geplant) Tiere/m ²	Tiere pro Untergruppe	Tiere pro Gruppe (in 4 Untergruppen)
Sn	weiblich	Langstroh	niedrig	45,44	4,81	205	820
Sm			mittel	54,97	5,82	248	992
Sh			hoch	64,28	6,80	290	1160
Hm		Hobelspäne	mittel	54,97	5,82	248	992
						gesamt	3964
Sn	männlich	Langstroh	niedrig	49,07	2,54	112	448
Sm			mittel	58,70	3,04	134	536
Sh			hoch	68,34	3,54	156	624
Hm		Hobelspäne	mittel	58,70	3,04	134	536
						gesamt	2144

3.1.2 Probenmaterial für die histopathologische Untersuchung

Am Ende des Winterdurchganges wurden die Fußballen von 20 markierten Tieren pro Gruppe (insgesamt 160 Tiere) zum Zweck der histopathologischen Untersuchung entnommen. Aufgrund der Gleichartigkeit der makroskopischen Befunde an den Fußballen in den beiden Durchgängen wurde darauf verzichtet, auch die Fußballen des Sommerdurchganges histopathologisch zu untersuchen. Diese Entscheidung wurde gestützt durch die Übereinstimmung der vorgefundenen Veränderungen mit den

verschiedenen Veröffentlichungen (PLATT, 2004; BREUER, 2005; MAYNE, 2006).

3.2 Methoden




3.2.1 Makroskopische Untersuchung und Beurteilung der Fußballen

Pro Untergruppe wurden 20 Tiere mit Flügelmarken und später aufgrund der Verluste von Marken und zum leichteren Auffinden zusätzlich mit Farbspray markiert (insgesamt ein Stichprobenumfang von 80 Tieren pro Gruppe). Markierte und unmarkierte Tiere, die aufgrund einer Erkrankung aus der Gruppe entfernt werden mussten oder verendeten, wurden nicht ersetzt. Im Sommerdurchgang wurden zunächst Plastik-Flügelmarken verwendet. Diese erwiesen sich jedoch als ungeeignet, da sie verloren gingen und so die Tiere nicht wieder aufgefunden werden konnten. In der 7. Lebenswoche wurden die noch auffindbaren Tiere mit Metallmarken neu markiert und die Gruppen durch neu aus der jeweiligen Untergruppe gewählte Tiere wieder auf 20 Tiere pro Untergruppe erweitert.




In der 2., 3., 5., 7., 9., 11., 13. und 15. Lebenswoche (Hähne zusätzlich in der 17., 19. und 21. Woche) wurden die markierten Tiere in der betreffenden Box von den übrigen Tieren durch Gitter getrennt, anhand ihrer Flügelmarke identifiziert und die Gesundheit ihrer Fußballen makroskopisch beurteilt, so dass auch eine individuelle Verfolgung der Entwicklung der Fußballengesundheit über die Zeit möglich wurde.

Die Beurteilung erfolgte nach trockener Reinigung des rechten Fußballens von anhaftenden Fäzes und Einstreumaterial durch eine Bürste mittels eines Scoring-Systems, welches nach EKSTRAND und ALGERS (1997a) modifiziert und durch zwei geschulte Personen angewandt wurde. Die Kriterien des Scorings sind in Tabelle 3-4 erläutert. Die vergebenen Scores wurden für weitere Auswertungen zusätzlich zu drei Klassen gruppiert: A (keine Veränderungen), B (leichte Veränderungen), C (schwere Veränderungen).

Tabelle 3-4: Kriterien für die Beurteilung der Fußballengesundheit, modifiziert nach EKSTRAND und ALGERS, 1997a

Klasse	Score	makroskopische Befunde	beispielhafte Abbildung
A	1	<ul style="list-style-type: none"> • Ballen vollständig intakt 	
B	2	<ul style="list-style-type: none"> • Hyperkeratose • dachziegelartige Überlappung der reticulate scales 	
	3	<ul style="list-style-type: none"> • Hyperkeratose • braune/schwarze Verfärbungen einzelner reticulate scales • auch: glattes Ersatzgewebe <p>(auf der nebenstehenden Abbildung finden sich alle drei Veränderungen an einem Präparat)</p>	

Fortsetzung von Tabelle 3-4: Kriterien für die Beurteilung der Fußballengesundheit, modifiziert nach EKSTRAND und ALGERS, 1997a

Klasse	Score	makroskopische Befunde	beispielhafte Abbildung
B	4	<ul style="list-style-type: none"> • Hyperkeratose • Verfärbungen • Plattenbildungen der reticulate scales 	
C	5	<ul style="list-style-type: none"> • Hyperkeratose • Verfärbungen • Plattenbildungen der reticulate scales • schorfige/krustige Auflagerungen 	
	6	<ul style="list-style-type: none"> • Hyperkeratose • Verfärbungen • Plattenbildungen der reticulate scales • stark ausgeprägte Auflagerungen, z.T. mit Rissen, die sich bis in die Tiefe des Gewebes fortsetzen • Ulzerationen 	

3.2.2 Histopathologische Untersuchung der Fußballen

3.2.2.1 Probenentnahme für die histopathologischen Untersuchungen

Zum Zweck der histopathologischen Untersuchung wurden am Ende des Winterdurchgangs 20 der markierten Tiere pro Gruppe zufällig ausgewählt und ihre Fußballen entnommen.

Hierzu wurden die distal des Sprunggelenks abgetrennten Beine und die dazugehörige Flügelmarke der markierten Tiere am Schlachtband separiert und die Metatarsalballen nach der Schlachtung aller Versuchstiere des Durchgangs mit dem Skalpell bis zur Subcutis großzügig abpräpariert. Erwartet wurde bei einem solchen Fußballen je nach Geschlecht des Tieres und Ausmaß vorliegender Veränderungen eine Dicke von 10 bis 20 mm sowie ein Durchmesser von bis zu 50 mm.

Vor der Präparation wurde noch einmal makroskopisch die Fußballengesundheit erfasst. Bis zur weiteren Verarbeitung etwa 24 Stunden später wurden die weiterhin individuell markierten Fußballen einzeln in Plastikbeuteln eisgekühlt.

3.2.2.2 Das Herstellen der Paraffinschnitte

3.2.2.2.1 Die Vorbereitung

Die Fußballen wurden wiederum mit dem Skalpell auf eine verarbeitbare Präparat-Größe von etwa 25 x 20 x 10 mm (L x B x H) geschnitten, wobei ein möglichst repräsentatives Stück des Fußballens gewählt wurde, d.h. es wurden die Hautstellen gewählt, die auch bei der makroskopischen Beurteilung den Ausschlag für die Erteilung eines Scores gegeben haben.

Die zugeschnittenen Proben wurden für mindestens 24 Stunden in einer 4%igen Formol-Lösung fixiert. Nach der Fixierung erfolgte für sechs Stunden eine Spülung mit Leitungswasser.

Die Dehydratation erfolgte in einem Entwässerungsautomaten der Firma Sakura (Heppenheim), Tissue Tek VIP (Vakuum Infiltration Processor) durch Einbringen der Proben in alkoholische Lösungen steigender Konzentration. Hierbei wurden in chronologischer Reihenfolge folgende Konzentrationen für je 2 Stunden eingesetzt: 70% Ethanol, 80% Ethanol, 2 x 96% Ethanol, 2 x 100% Ethanol. Anschließend wurden die Proben für 2 x 2 Stunden in Xylol verbracht, um Reste der alkoholischen Lösungen zu entfernen und das Gewebe auf die Paraffin-Durchtränkung vorzubereiten. Nun erfolgte die Durchtränkung der entwässerten und vorbereiteten Proben mit Paraffin der Firma Engelbrecht, Edermünde für 4 x 2 Stunden und schließlich das Ausgießen in Paraffin, so dass am Ende des Prozesses die Paraffinblöckchen vorlagen. Die weitere Herstellung der histologischen Präparate wurde von Dr. Haider, Institut für Tierpathologie in Berlin, durchgeführt.

3.2.2.2.2 Das Schneiden der Paraffinblöckchen

Von den eingebetteten Proben wurden mit einem Rotationsmikrotom Leica RM 2145 (Leica, Wetzlar) 2-3 µm dicke Schnitte angefertigt und nach Streckung in einem 40°C Wasserbad auf einen Objektträger aufgebracht. Es folgte eine Trocknung im Trockenschrank mit Umluft bei ca. 60°C für 20 Minuten.

3.2.2.2.3 Die histologische Übersichtsfärbung

In einem Färbeautomaten Shandon Varistain 24-4 (Anatomical Pathology, Dreieich) wurden zunächst die Schnitte in Xylol entparaffiniert und durch eine absteigende Alkoholreihe auf die Färbung vorbereitet. Danach erfolgte die H.E.-Übersichtsfärbung mit Hämatoxylin-Lösung Gill Nr.3 (Sigma-Aldrich, Seelze) und wässriger Eosin Y Lösung (Sigma-Aldrich, Seelze) sowie das Einbetten der gefärbten Schnitte mit Kanadabalsam.

3.2.2.3 Präparatauswertung

Die Präparate wurden von mir lichtmikroskopisch bei 25- bis 400-facher Vergrößerung durchgemustert und auf das Vorhandensein folgender Parameter untersucht:

- Verlängerung/Verformung der Primärpapillen: Sind die Primärpapillen lang gestreckt und nach distal verschmälert?
- Deutlich ausgeprägte Sekundärpapillen: Gehen von den Primärpapillen in Richtung Hautoberfläche kleine, flache Sekundärpapillen aus, die deutlich ausgeprägt, verlängert und warzen- oder kegelförmig sind?
- nekrotische Auflagerungen: Finden sich an der Hautoberfläche (auf oder in Teilen der Epidermis) Ansammlungen von Exsudat und Zelldetritus?
- Ulzerationen: Setzen sich nekrotische Bereiche in die Tiefe bis unter die Basalmembran fort?
- Narbenbildung: Ist eine kollagenfaserreiche Dermis, die bis auf wenige stumpfe Sekundärpapillen keinen deutlichen Papillarkörper mehr bildet, vorhanden?

Es fand weiterhin ein Vergleich der histopathologischen Befunde mit den am Schlachttag nach makroskopischer Beurteilung vergebenen Scores statt.

3.2.3 Ermittlung des Einstreufeuchtegehalts

Um eine Beeinflussung der Fußballengesundheit durch unterschiedliche Feuchtegrade der Einstreu bei den verschiedenen Gruppen auszuschließen, wurden in sechswöchigen Abständen ab der neunten Lebenswoche Einstreuproben genommen und auf ihren Feuchtegehalt untersucht. Das Nachstreuen erfolgte in der Regel bei Bedarf jeweils für eine vollständige Gruppe, aber nicht zwingend für alle Gruppen des betreffenden

Geschlechts, d.h. es ist möglich, dass zum Beispiel die Gruppe Sn der Hennen am Tag vor der Entnahme der Einstreuproben frisches Einstreumaterial erhielt, während Gruppe Hm der Hennen bereits zwei Tage vor der Entnahme frisch eingestreut wurde.

Zur Ermittlung des Einstreufeuchtegehalts wurden in der 9., 15. und 21. Woche von jeder Wiederholung an vier in jeder Box gleichen Lokalisationen Einstreuproben genommen. Die jeweils aus den oberen Lagen des Einstreumaterials, also dem Kontaktbereich zu den Füßen der Tiere, entstammenden Proben wurden luftdicht in Plastikbeutel verpackt. Anschließend wurde das Probenmaterial mit einer Schere grob vorzerkleinert und durchmischt, bevor es mit Hilfe einer Moulinette® soweit möglich homogenisiert wurde. Das nochmals durchmischte Probenmaterial wurde anschließend auf einer Analysewaage in Aluminiumschalen eingewogen und vier Stunden bei 105°C im Trockenschrank belassen. Nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur im Exsikkator wurde die Bruttotrockensubstanz auf der Analysewaage ausgewogen und die Nettotrockensubstanz rechnerisch ermittelt. Für jede Probe wurde eine Doppelbestimmung durchgeführt. Die ermittelten TS-Gehalte der Untergruppen wurden schließlich zu einem arithmetischen Mittelwert der Gruppe zusammengefasst.

3.2.4 Die statistische Auswertung der erhobenen Daten

Die erhobenen Daten wurden mit SPSS für Windows Version 12.0 statistisch ausgewertet. Es sollte dargestellt werden, ob in der Entwicklung der Pododermatitis zwischen den verschiedenen Gruppen Unterschiede bestehen. Eine Überprüfung der Übereinstimmung der beiden Beurteilerinnen fand bereits während des Versuchs statt. Es wurden einmal dieselben Tiere beurteilt und die vergebenen Scores miteinander verglichen. Bei über 95% der Scores stimmten die Beurteilenden miteinander überein, zudem betrug die Abweichung bei unterschiedlichen Beurteilungen nie mehr als einen Score. Dies wurde als vernachlässigbar angenommen.

Die Wiederholbarkeit der Beurteilungen wurde ebenfalls getestet. Zu diesem Zweck wurden jeweils einem Beurteilenden 20 Füße wiederholt und in wechselnder Reihenfolge vorgelegt. Auch hier stimmten die Scores in über 95% der Fälle überein und die maximale Abweichung betrug einen Score. Diese Ergebnisse wurden ebenfalls als akzeptabel angenommen.

Um möglicherweise bestehende Unterschiede in der Entwicklung der Pododermatitis darzustellen, wurden die Scores der rechten Fußballen an jedem Beurteilungstermin dokumentiert. Für die Ergebnisse des Scorings der rechten Fußballen wurde für jede Lebenswoche getrennt die Nullhypothese „die Scores der drei auf Stroh gehaltenen Gruppen stimmen im Mittel überein“ getestet. Obgleich die Scores lediglich ein ordinales

Skalenniveau haben, wurde die einfaktorielle Varianzanalyse als statistische Methode verwendet. Bei Ablehnung der globalen Hypothese ($\alpha = 0,05$) wurden paarweise Vergleiche nach Scheffé durchgeführt. Zum Vergleich der zwei Einstreumaterialien wurde der t-Test herangezogen ($\alpha = 0,05$).

Eine Varianzanalyse setzt prinzipiell eine in der Grundgesamtheit normalverteilte und metrisch skalierte abhängige Variable voraus. Die ordinal skalierten Scores werden in diesem Fall jedoch als metrisch skaliert und annähernd symmetrisch verteilt angenommen. Dieses Vorgehen ist vertretbar, wenn die Abstände zwischen den Stufen des Scores sachlich von vergleichbarem Wert sind. Um die Plausibilität einer annähernd symmetrischen Verteilung zu prüfen, wurden für einen Versuch die standardisierten Residuen für das Modell der einfaktoriellen Varianzanalyse bestimmt und auf Normalverteilung getestet. Die Nullhypothese „die standardisierten Residuen sind normalverteilt“ konnte nicht abgelehnt werden ($\alpha = 0,05$).

Zur grafischen Darstellung wurden Fehlerbalken gewählt, in denen der Mittelwert für die jeweilige Gruppe am betreffenden Beurteilungstermin sowie das 95%-Vertrauensintervall dargestellt sind. In den zugehörigen Tabellen ist die halbe Breite des 95%-Vertrauensintervalls angegeben. Zur weiteren Verdeutlichung wurde die Einteilung der Scores in Klassen in die Grafiken eingefügt.

Bei den in den histopathologischen Untersuchungen mikroskopisch darstellbaren Veränderungen wurde als Nullhypothese „die Verteilung der pathologischen Veränderungen ist unabhängig von der Haltungsbedingung“ mittels Chi-Quadrat-Test untersucht ($\alpha = 0,05$). Bei Ablehnung der Nullhypothese werden Zellen, die ein standardisiertes Residuum aufweisen, das betragsmäßig größer ist als 2, als auffällig definiert (BÜHL u. ZÖFEL, 2005).

4. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

In der 2. und 3. Lebenswoche sowie folgend alle zwei Wochen bis zur Schlachtung (Hennen in der 16. Lebenswoche, Hähne in der 21.) wurden die Fußballen der 80 markierten Tiere pro Gruppe nach Vorreinigung mit einer Bürste makroskopisch beurteilt und je nach visuell erfassbarem Gesundheitsstatus des Ballens mit einem Score zwischen 1 (keine Veränderungen) und 6 (starke Veränderungen) versehen. Es wurde jeweils der rechte Fußballen eines Tieres beurteilt. Zusätzlich erfolgte eine Einteilung der Scores in drei Klassen: A (keine Veränderungen, Score 1), B (leichte Veränderungen, Score 2 bis 4) und C (schwere Veränderungen, Score 5 und 6; siehe 3. Material und Methoden).

4.1 Der Winterdurchgang

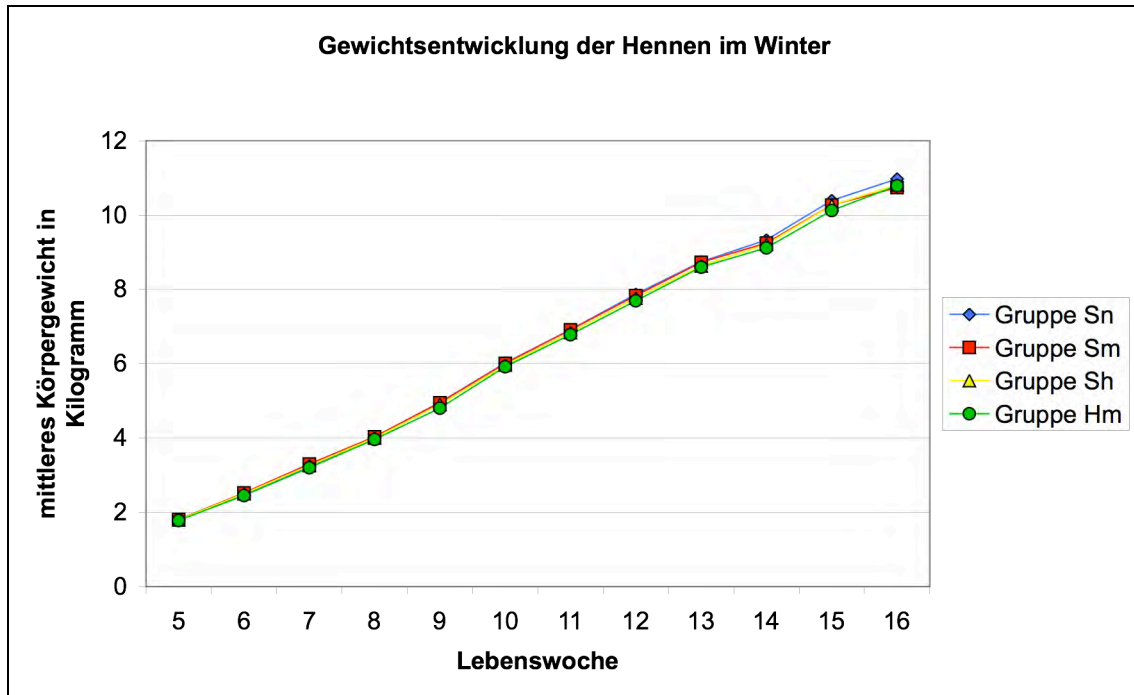
Der Winterdurchgang verlief von der Einstellung der Tiere Ende September 2004 bis zur Schlachtung der Hähne Ende Februar 2005.

4.1.1 Medikamentöse Therapien für die Tiere des Winterdurchgangs

In der 7. Lebenswoche trat bei den Hennen aller Gruppen eine Darminfektion mit gramnegativen Erregern auf, die durch den behandelnden Tierarzt mit Colistin behandelt wurde. In der 9. Lebenswoche litten alle Tiere beiderlei Geschlechts unter einer Clostridieninfektion, die mit Penicillin therapiert wurde. Die Behandlung wurde in der 13. Lebenswoche erneut durchgeführt. Alle Hähne und Hennen erkrankten in der 14. Lebenswoche an einer Atemwegsinfektion, die mit Tetracyclin behandelt wurde.

4.1.1.1 Die Gewichtsentwicklung und das Endgewicht der Hennen des Winterdurchgangs

Die Entwicklung des durchschnittlichen Gewichts der Tiere jeder Gruppe ist in Abbildung 4-1 dargestellt. Die verwendeten Daten stammen aus der automatischen Gewichtserfassung über eine Hängewaage. Es wurden keine Unterschiede in der Gewichtsentwicklung festgestellt.

Abbildung 4-1: Darstellung der Gewichtsentwicklung der Hennen, Winter

Das mittlere Endmastgewicht pro Tier der einzelnen Gruppen ist in Tabelle 4-1 dargestellt. Das geplante Gewicht der Tiere betrug 9,45 kg. Die verwendeten Daten wurden im Rahmen der Ausstellung in der 16. Lebenswoche erhoben.

Tabelle 4-1: mittleres Endmastgewicht der Hennen des Winterdurchgangs

Gruppe	mittleres Gewicht/Tier (kg)	Standardabweichung
Sn	10,85	0,193
Sm	10,61	0,184
Sh	10,54	0,160
Hm	10,32	0,308

Sn: Stroh, niedrige Besatzdichte; Sm: Stroh, mittlere Besatzdichte, Sh: Stroh, hohe Besatzdichte; Hm: Hobelspäne, mittlere Besatzdichte

4.1.1.2 Die Mortalität und die Endbesatzdichten der Hennen des Winterdurchgangs

Die in der Planungsphase angenommenen Verlustraten von 7% in den Hennengruppen wurden im Winterdurchgang unterschritten. In Tabelle 4-2 sind die mittleren Verluste der Gruppen durch Mortalität und Selektion sowie die tatsächlichen Endbesatzdichten aufgeführt.

Tabelle 4-2: geplante und tatsächliche Besatzdichten der Hennen des Winterdurchgangs

Gruppe	Eingestallt (n)	Ausgestallt (n)	Mortalität (%)	Selektion (%)	Endbesatzdichte (kg/m ²)			Endbesatzdichte (Tiere/m ²)		
					ist	soll	Abweichung vom Soll in %	ist	soll	Abweichung vom Soll in %
Sn	825	778	2,55	3,15	53,22	45,44	+17,13	4,91	4,81	-1,98
Sm	992	939	3,43	1,92	62,81	54,97	+14,26	5,92	5,82	-1,73
Sh	1160	1099	3,45	1,81	73,00	64,28	+13,57	6,93	6,8	-1,90
Hm	992	934	3,53	2,32	60,77	54,97	+10,56	5,89	5,82	-1,19
gesamt	3969									

4.1.1.3 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilungen der drei mit Langstroh eingestreuten Hennengruppen unterschiedlicher Besatzdichte des Winterdurchgangs

In den ersten sechs Lebenswochen wurden die Tiere auf Hobelspänen gehalten, mit Beginn der siebten Woche wurde mit Langstroh nachgestreut. Bis zur 9. Lebenswoche stieg der mittlere Score in allen Gruppen kontinuierlich an, um nach einem Rückgang in der 11. Woche wieder anzusteigen.

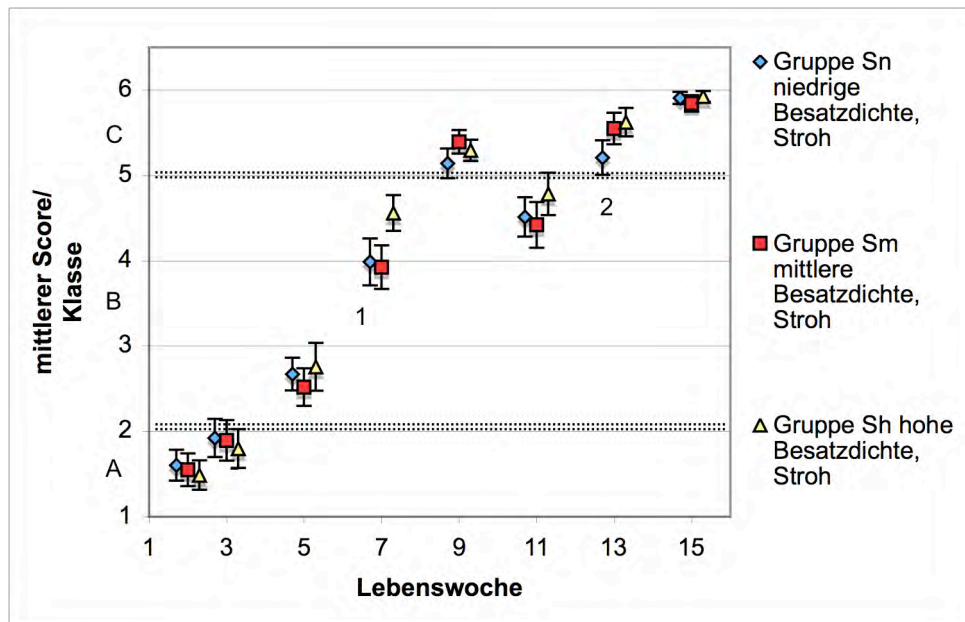
In der 7. Lebenswoche war der mittlere Score der Gruppe mit der hohen Besatzdichte (Sh) statistisch signifikant höher als der Score der Gruppen mit der niedrigen (Sn) und der mittleren Besatzdichte (Sm) (Abbildung 4-2). In der 13. Lebenswoche waren die Scores von Gruppe Sn statistisch signifikant niedriger als die Scores der Gruppe Sm. In Tabelle 4-3 sind die der Abbildung zugrunde liegenden Mittelwerte für die einzelnen Gruppen sowie die zugehörigen Standardabweichungen aufgeführt. In der 9., 13. und 15. Lebenswoche waren die mittleren Scores aller drei Gruppen als Veränderungen der Klasse C (schwere Veränderungen) zu bewerten.

Tabelle 4-3: Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und 95% Vertrauensintervall (95% VI) der Ergebnisse der Fußballbeurteilungen der drei mit Langstroh eingestreuten Hennengruppen, Winter

LW	Gruppe Sn (niedrig)				Gruppe Sm (mittel)				Gruppe Sh (hoch)			
	MW	SD	95% VI	n	MW	SD	95% VI	n	MW	SD	95% VI	n
2	1,603	0,811	0,180	78	1,551	0,863	0,191	78	1,488	0,779	0,171	80
3	1,923	1,005	0,223	78	1,895	1,053	0,237	76	1,798	1,030	0,227	79
5	2,671	0,873	0,193	79	2,519	0,998	0,220	79	2,756	1,261	0,280	78
7	3,987 a ¹	1,245	0,275	79	3,924 b	1,163	0,257	79	4,558 a b	0,939	0,210	77
9	5,141	0,785	0,174	78	5,3924	0,629	0,139	79	5,295	0,561	0,124	78
11	4,513	1,026	0,231	76	4,419	1,171	0,267	74	4,784	1,089	0,248	74
13	5,208 a	0,871	0,201	72	5,548	0,739	0,184	62	5,623 a	0,709	0,167	69
15	5,908	0,292	0,071	65	5,842	0,368	0,096	57	5,924	0,267	0,064	66

*¹ = gleiche Buchstaben bedeuten, dass zwischen den betreffenden Gruppen in dieser Lebenswoche statistisch signifikante Unterschiede bestehen

Abbildung 4-2: Mittelwerte und 95% Vertrauensintervall der Ergebnisse der Fußballbeurteilung der drei mit Langstroh eingestreuten Hennengruppen, Winter

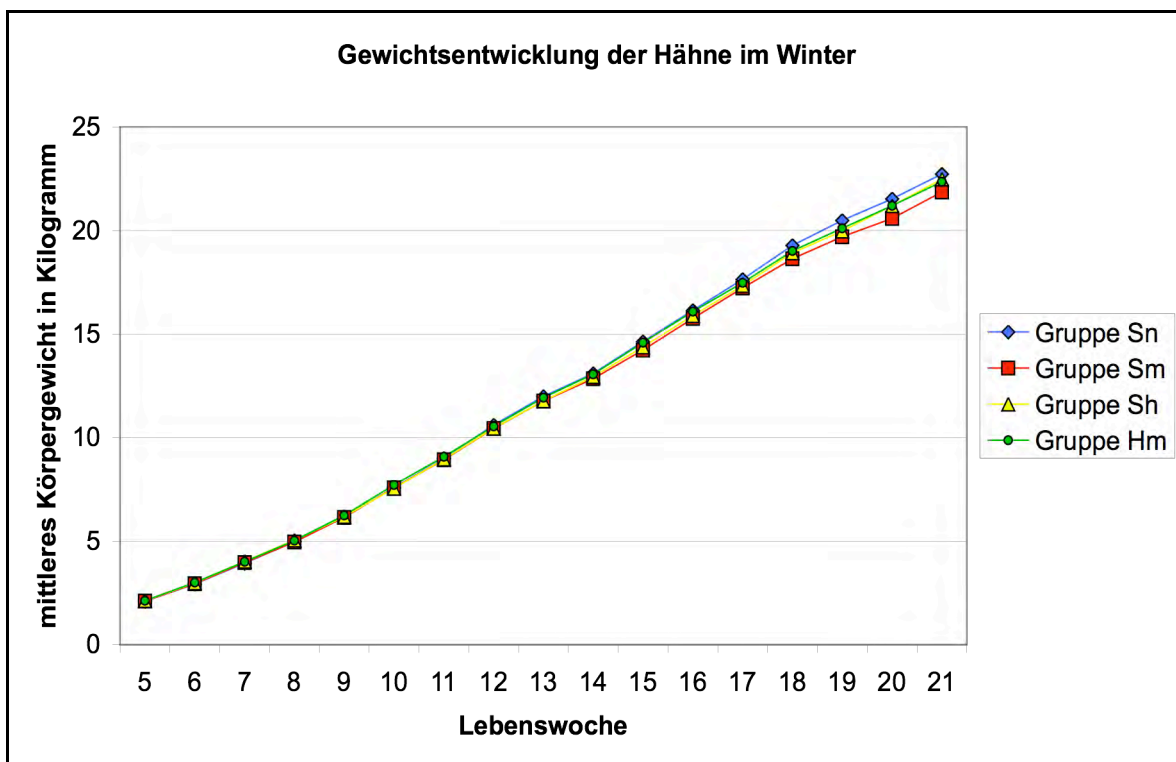


- 1: Gruppe Sh signifikant höher als die Gruppen Sn und Sm
- 2: Gruppe Sn signifikant niedriger als Gruppe Sh

4.1.1.4 Die Gewichtsentwicklung und das Endgewicht der Hähne des Winterdurchgangs

Die durchschnittlichen Gewichtsdaten für jede Gruppe aus der automatischen Gewichtserfassung über die Hängewaage sind in Abbildung 4-3 zusammenfassend dargestellt. Auch bei den Hähnen des Winterdurchgangs zeigten sich keine Unterschiede in der Gewichtsentwicklung.

Abbildung 4-3: Darstellung der Gewichtsentwicklung der Hähne, Winter



Für die Hähne wurde ein Endmastgewicht von 19,3 kg geplant. Das mittlere Endmastgewicht der ausgestallten Tiere findet sich in Tabelle 4-4. Diese Daten wurden während der Ausstellung in der 21. Lebenswoche erhoben.

Tabelle 4-4: mittleres Endmastgewicht der Hähne des Winterdurchgangs

Gruppe	mittleres Gewicht/Tier (kg)	Standardabweichung
Sn	22,37	0,459
Sm	21,85	0,391
Sh	21,91	0,343
Hm	22,25	0,306

4.1.1.5 Die Mortalität und die Endbesatzdichte der Hähne des Winterdurchgangs

Die in der Planungsphase angenommenen Verlustraten von 10% in den Hahnengruppen wurden im Winterdurchgang überschritten. In Tabelle 4-5 sind die mittleren Verluste der Gruppen sowie die resultierenden Endbesatzdichten aufgeführt.

Tabelle 4-5: geplante und erreichte Besatzdichten der Hähne des Winter-durchgangs

Gruppe	Ein-ge-stallt (n)	Aus-ge-stallt (n)	Mortalität (%)	Selektion (%)	Endbesatzdichte (kg/m ²)			Endbesatzdichte (Tiere/m ²)		
					ist	soll	Abweichung vom Soll in %	ist	soll	Abweichung vom Soll in %
Sn	448	378	4,91	10,71	53,32	49,07	+8,65	2,38	2,54	-6,17
Sm	537	452	6,15	9,68	62,27	58,7	+6,08	2,85	3,04	-6,25
Sh	621	538	5,48	7,89	74,32	68,34	+8,75	3,39	3,54	-4,18
Hm	540	453	6,11	10,00	63,55	58,7	+8,26	2,86	3,04	-6,04
gesamt	2146									

4.1.1.6 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilung der drei mit Langstroh eingestreuten Hahnengruppen unterschiedlicher Besatzdichte des Winterdurchgangs

In den ersten sieben Lebenswochen wurden die Tiere aller Gruppen auf Hobelspänen gehalten, ab der 8. Woche wurde mit Langstroh nachgestreut. Der mittlere Score aller Gruppen stieg bis zur 15. Lebenswoche an, um nach einem Rückgang in der 17. Woche wieder leicht anzusteigen. In der 5. Lebenswoche stellte sich der Score der Gruppe Sn signifikant schlechter dar als der Score der Gruppen Sm und Sh, in der 7. Lebenswoche hingegen war der Score von Gruppe Sn signifikant niedriger als der Score der Gruppe Sm. In den nachfolgenden Wochen traten zwar Unterschiede zwischen den mittleren Scores der drei Gruppen auf, sie waren jedoch nicht statistisch signifikant. (Tabelle 4-6 und Abbildung 4-4). In Woche 13 und 15 wurden die mittleren Scores der Gruppe Sm, in Woche 15 die Scores der Gruppe Sh als schwere Veränderungen der Klasse C bewertet.

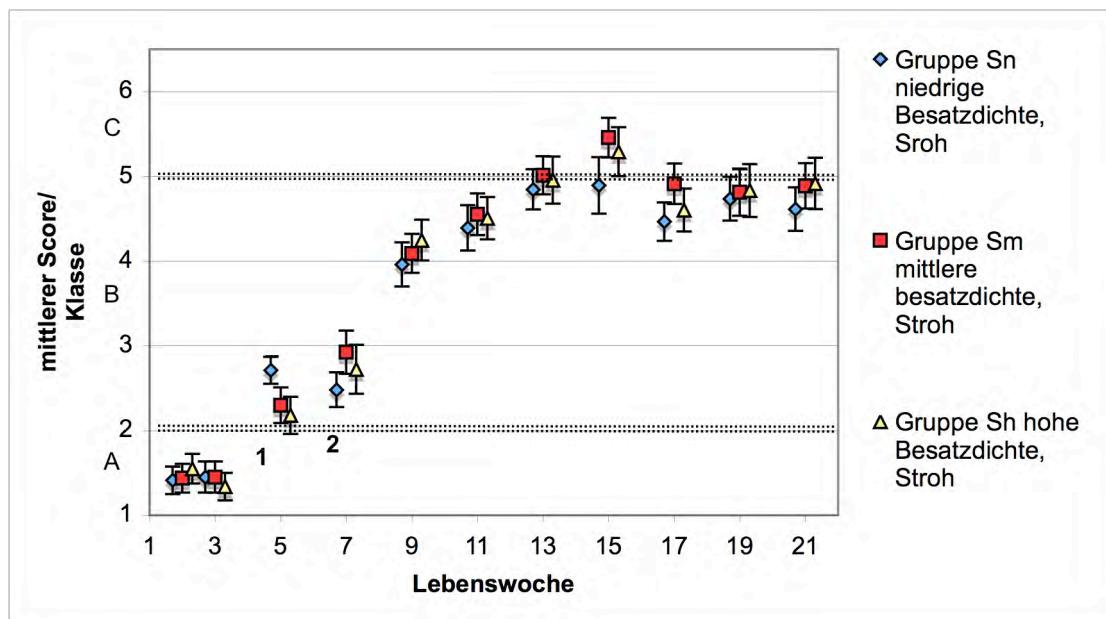
Tabelle 4-6: Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und 95%

Vertrauensintervall (95% VI) der Ergebnisse der Fußballenbeurteilung der drei mit Langstroh eingestreuten Hahnengruppen, Winter

LW	Gruppe Sn (niedrig)				Gruppe Sm (mittel)				Gruppe Sh (hoch)			
	MW	SD	95%VI	n	MW	SD	95%VI	n	MW	SD	95%VI	n
2	1,413	0,741	0,162	80	1,438	0,777	0,170	80	1,550	0,794	0,174	80
3	1,450	0,840	0,184	80	1,450	0,840	0,184	80	1,338	0,745	0,163	80
5	2,711 a ¹ b	0,708	0,159	76	2,300 a	0,960	0,210	80	2,180 b	0,990	0,220	78
7	2,481 a	0,932	0,205	79	2,925 a	1,167	0,256	80	2,722	1,310	0,289	79
9	3,962	1,182	0,261	79	4,090	1,034	0,230	78	4,247	1,078	0,241	77
11	4,392	1,213	0,268	79	4,553	1,100	0,247	76	4,507	1,107	0,251	75
13	4,846	1,067	0,237	78	5,014	0,971	0,224	72	4,957	1,181	0,279	69
15	4,893	1,476	0,334	75	5,457	1,003	0,235	70	5,290	1,226	0,289	69
17	4,466	0,987	0,226	73	4,912	1,004	0,239	68	4,603	1,025	0,253	63
19	4,736	1,126	0,260	72	4,813	1,139	0,279	64	4,833	1,237	0,313	60
21	4,614	1,094	0,256	70	4,887	1,073	0,267	62	4,917	1,197	0,303	60

*¹ = gleiche Buchstaben bedeuten, dass zwischen den betreffenden Gruppen in dieser Lebenswoche statistisch signifikante Unterschiede bestehen

Abbildung 4-4: Mittelwerte und 95% Vertrauensintervall der Ergebnisse der Fußballenbeurteilung der drei mit Langstroh eingestreuten Hahnengruppen, Winter



1: Gruppe Sn signifikant höher als Gruppe Sm und Sh

2: Gruppe Sn signifikant niedriger als Gruppe Sm

4.2 Der Sommerdurchgang

Der Sommerdurchgang verlief von der Einstellung der Tiere Anfang April 2005 bis zur Schlachtung der Hähne Anfang September 2005.

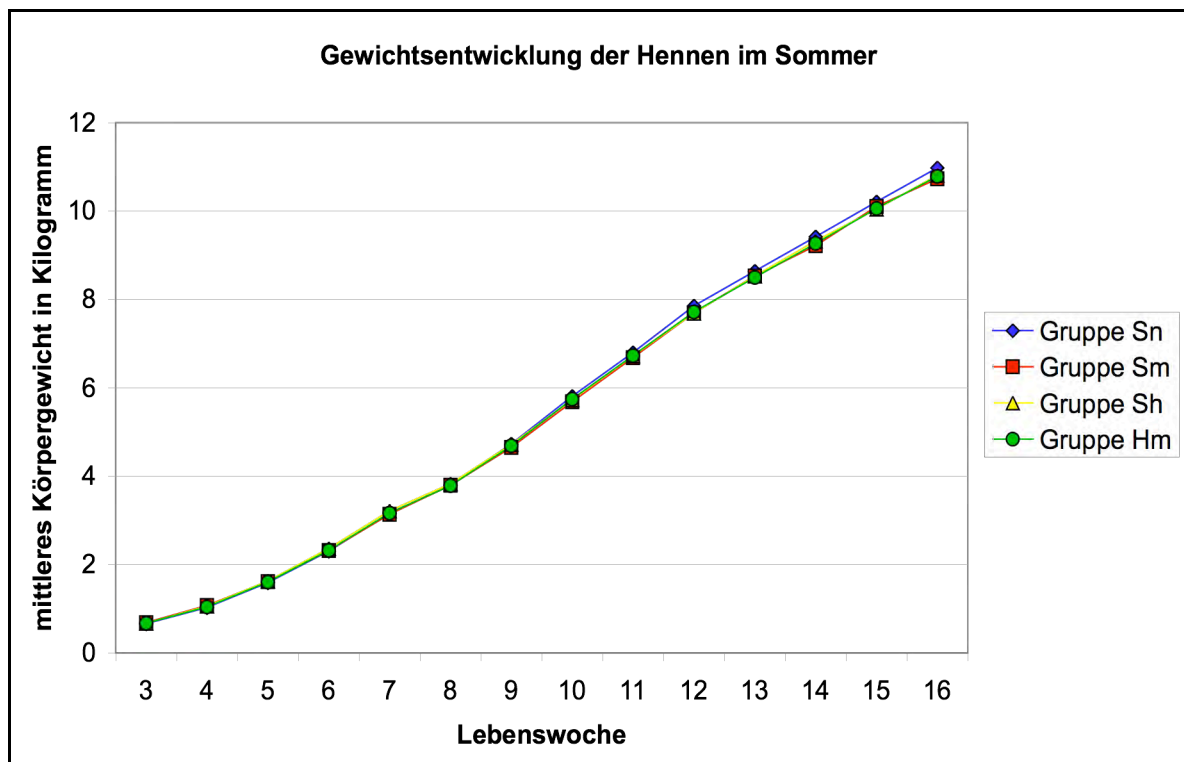
4.2.1 Medikamentöse Therapien für die Tiere des Sommerdurchgangs

In der 1. Lebenswoche erkrankten die Tiere aller Gruppen an einer Enteritis und wurden mit Amoxicillin behandelt. Die Behandlung wurde nach vier Tagen mit Colistin fortgesetzt. Eine Clostridieninfektion in der 5. Lebenswoche erforderte eine Behandlung der Hennen aller Gruppen mit Penicillin. Colistin wurde bei allen Tieren in der 7. Lebenswoche gegen eine Infektion mit gramnegativen Bakterien eingesetzt, Tetracyclin in der 9. Lebenswoche bei allen Hennen und in der 11. Lebenswoche bei allen Hähnen gegen eine Enteritis.

4.2.1.1 Die Gewichtsentwicklung und das Endgewicht der Hennen des Sommerdurchgangs

Das durchschnittliche Körpergewicht der Tiere wurde über eine Hängewaage erfasst. Eine grafische Darstellung der Gewichtsentwicklung findet sich in Abbildung 4-5. Es bestehen auch bei den Hennengruppen des Sommerdurchgangs keine Unterschiede in der Gewichtsentwicklung.

Abbildung 4-5: Darstellung der Gewichtsentwicklung der Hennen, Sommer



Das geplante Endmastgewicht von 9,45 kg wurde auch bei den Hennen des Sommerdurchgangs übertroffen. Die in Tabelle 4-7 zusammengestellten Daten wurden in

der 16. Lebenswoche während der Ausstellung erhoben.

Tabelle 4-7: mittleres Endmastgewicht der Hennen des Sommerdurchgangs

Gruppe	mittleres Gewicht/Tier (kg)	Standardabweichung
Sn	10,55	0,149
Sm	10,42	0,393
Sh	10,33	0,099
Hm	10,46	0,172

4.2.1.2 Die Mortalität und die Endbesatzdichte der Hennen des Sommerdurchgangs

Bei den Hennen des Sommerdurchgangs wurden die angenommenen Verlustraten von 7% nicht erreicht. In Tabelle 4-8 finden sich die mittleren Verlustraten und die Endbesatzdichten der vier Gruppen.

Tabelle 4-8: geplante und erreichte Besatzdichten der Hennen des Sommerdurchgangs

Gruppe	Eingestallt (n)	Ausgestallt (n)	Mortalität (%)	Selektion (%)	Endbesatzdichte (kg/m ²)			Endbesatzdichte (Tiere/m ²)		
					ist	soll	Abweichung vom Soll in %	ist	soll	Abweichung vom Soll in %
Sn	822	742	5,59	4,14	49,36	45,44	+8,62	4,68	4,81	-2,74
Sm	995	916	4,12	3,82	60,18	54,97	+9,48	5,78	5,82	-0,76
Sh	1153	1050	4,42	4,51	68,39	64,28	+6,39	6,62	6,8	-2,64
Hm	992	901	3,43	5,75	59,42	54,97	+8,10	5,68	5,82	-2,39
gesamt	3962									

4.2.1.3 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilung der drei mit Langstroh eingestreuten Hennengruppen unterschiedlicher Besatzdichte des Sommerdurchgangs

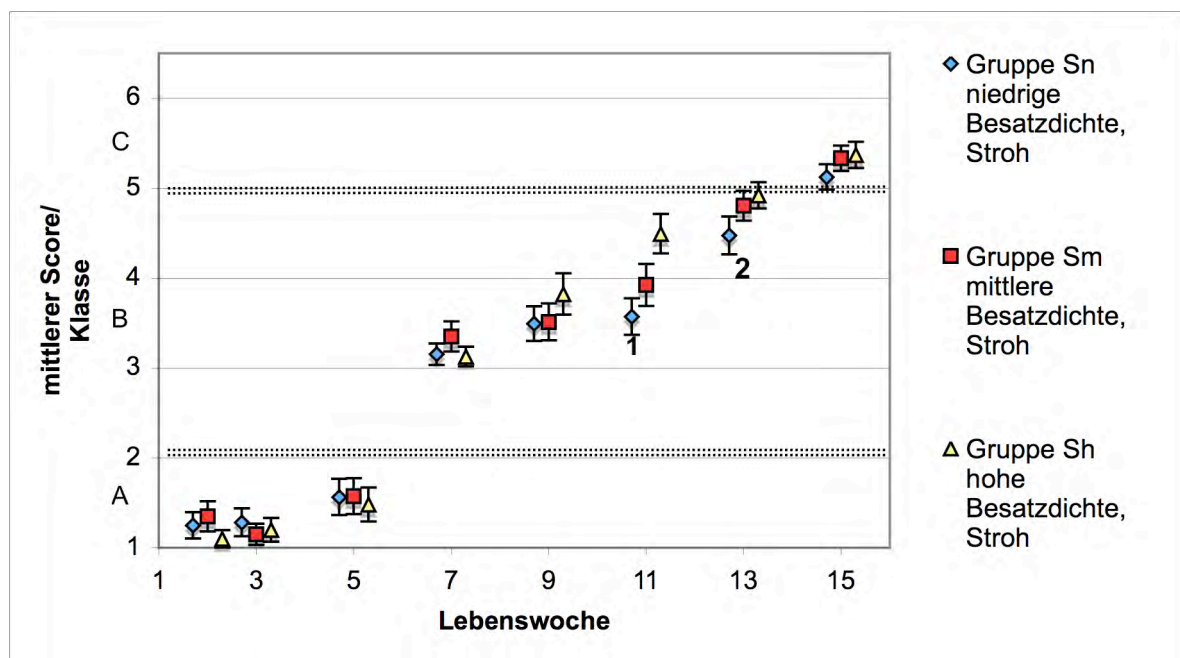
In den ersten sieben Lebenswochen wurden alle Tiere auf Hobelspänen gehalten, mit Beginn der achten Woche wurde mit Langstroh nachgestreut. In Abbildung 4-6 ist deutlich ein kontinuierlicher Anstieg des mittleren Scores bei allen Gruppen zu erkennen. Gruppe Sn mit der niedrigsten Besatzdichte der drei Gruppen hatte ab der 9. Lebenswoche den niedrigsten mittleren Score (Tabelle 4-9). Statistisch signifikant war jedoch nur der Unterschied zwischen der Gruppe mit der niedrigsten Besatzdichte und der Gruppe mit der höchsten Besatzdichte in der 11. und 13. Lebenswoche (Abbildung 4-6). Als schwere Veränderungen der Klasse C werden die mittleren Scores aller drei Gruppen in der 15. Lebenswoche bewertet.

Tabelle 4-9: Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und 95%**Vertrauensintervall (95% VI) der Ergebnisse der Fußballbeurteilungen der drei mit Langstroh eingestreuten Hennengruppen, Sommer**

LW	Gruppe Sn (niedrig)				Gruppe Sm (mittel)				Gruppe Sh (hoch)			
	MW	SD	95% VI	n	MW	SD	95% VI	n	MW	SD	95% VI	n
2	1,250	0,666	0,146	80	1,350	0,765	0,168	80	1,100	0,439	0,096	80
3	1,282	0,701	0,155	78	1,150	0,530	0,116	80	1,200	0,604	0,132	80
5	1,564	0,906	0,201	78	1,575	0,911	0,200	80	1,481	0,860	0,190	79
7	3,154	0,536	0,119	78	3,350	0,765	0,168	80	3,127	0,490	0,108	79
9	3,494	0,868	0,194	77	3,513	0,941	0,206	80	3,823	1,047	0,231	79
11	3,571 a ¹	0,909	0,203	77	3,924 b	1,059	0,234	79	4,494 a b	0,982	0,219	77
13	4,474 a	0,931	0,209	76	4,805	0,744	0,166	77	4,921 a	0,648	0,146	76
15	5,125	0,604	0,139	72	5,333	0,622	0,141	75	5,370	0,635	0,146	73

*¹ = gleiche Buchstaben bedeuten, dass zwischen den betreffenden Gruppen in dieser Lebenswoche statistisch signifikante Unterschiede bestehen

Abbildung 4-6: Mittelwerte und 95% Vertrauensintervall der Ergebnisse der Fußballbeurteilung der drei mit Langstroh eingestreuten Hennengruppen, Sommer



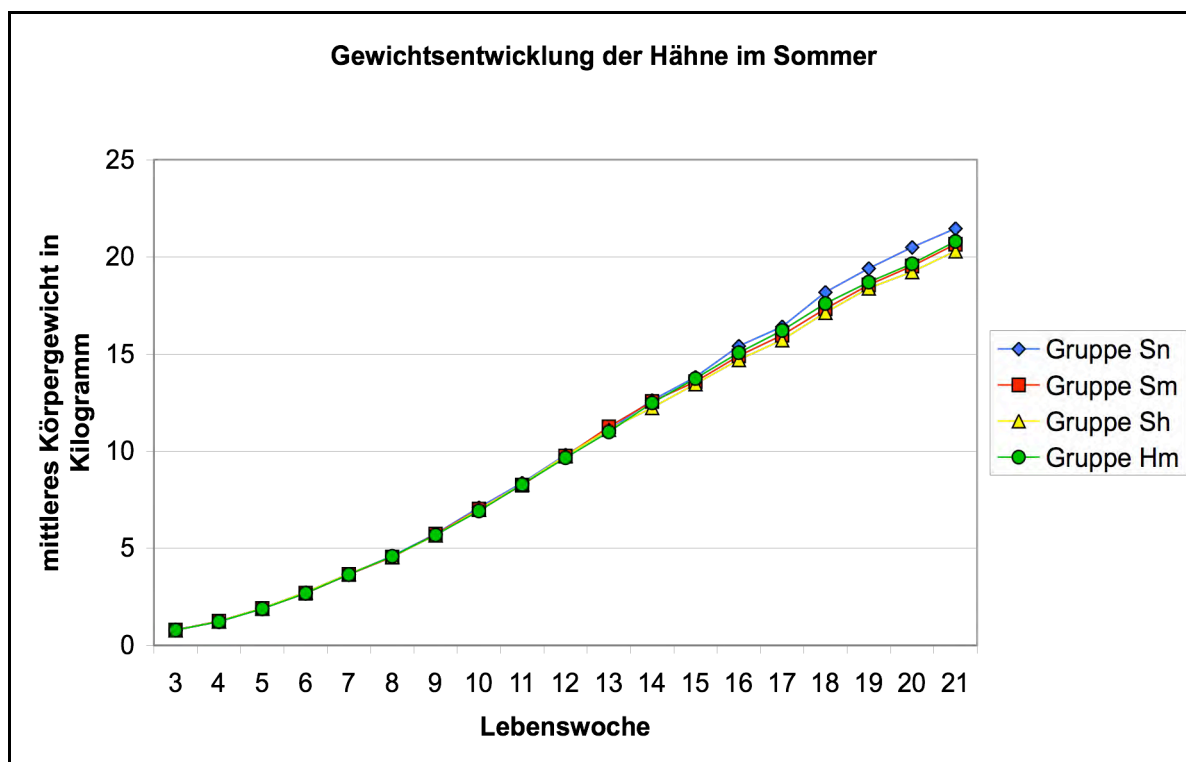
1: Gruppe Sh signifikant höher als Gruppe Sn und Sm

2: Gruppe Sn signifikant niedriger als Gruppe Sh

4.2.1.4 Die Gewichtsentwicklung und das Endgewicht der Hähne des Sommerdurchgangs

Die über eine automatische Hängewaage erfasste Gewichtsentwicklung der Hähne des Sommerdurchgangs ist in Abbildung 4-7 dargestellt. Auch bei den Hähnen des Sommerdurchgangs zeigten sich keine bedeutenden Unterschiede in der Gewichtsentwicklung.

Abbildung 4-7: Darstellung der Gewichtsentwicklung der Hähne, Sommer



Das mittlere Endmastgewicht pro Tier, erfasst im Rahmen der Ausstellung in der 21. Lebenswoche, ist in Tabelle 4-10 dargestellt. Das geplante Gewicht der Tiere betrug 19,3 kg.

Tabelle 4-10: mittleres Endmastgewicht der Hähne des Sommerdurchgangs

Gruppe	mittleres Gewicht/Tier (kg)	Standardabweichung
Sn	20,44	0,467
Sm	20,19	0,935
Sh	19,67	0,394
Hm	20,40	0,445

4.2.1.5 Die Mortalität und die Endbesatzdichte der Hähne des Sommerdurchgangs

Die in der Planungsphase angenommenen Verlustraten von 10% in den Hahnengruppen wurden im Sommerdurchgang von allen Gruppen außer der Gruppe Sm überschritten. In Tabelle 4-2 sind die mittleren Verluste der Gruppen sowie die tatsächlichen Endbesatzdichten aufgeführt.

Tabelle 4-11: geplante und erreichte Besatzdichten der Hähne des Sommerdurchgangs

Gruppe	Eingestallt (n)	Ausgestallt (n)	Mortalität (%)	Selektion (%)	Endbesatzdichte (kg/m ²)			Endbesatzdichte (Tiere/m ²)		
					ist	soll	Abweichung vom Soll in %	ist	soll	Abweichung vom Soll in %
Sn	452	339	14,60	10,40	43,69	49,07	-10,96	2,14	2,54	-15,85
Sm	538	437	8,36	10,41	55,63	58,7	-5,23	2,76	3,04	-9,36
Sh	615	469	10,57	13,17	58,17	68,34	-14,89	2,96	3,54	-16,47
Hm	532	415	12,22	9,77	53,38	58,7	-9,06	2,62	3,04	-13,93
gesamt	2137									

4.2.1.6 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilungen der drei mit Langstroh eingestreuten Hahnengruppen unterschiedlicher Besatzdichte des Sommerdurchgangs

In den ersten acht Lebenswochen wurden die Tiere aller Gruppen auf Hobelspänen gehalten, ab der 9. Woche wurden die Hähne mit Stroh nachgestreut. Behandlungswürdige Darmerkrankungen traten in der 1., 7. und 11. Lebenswoche auf. Die Varianzanalyse der mittleren Scores der drei Gruppen führt zu den in Tabelle 4-12 dargestellten Ergebnissen. Die mittleren Scores aller drei Gruppen wurden während des Sommerdurchgangs mit maximal Klasse B (leichte Veränderungen) bewertet.

Tabelle 4-12: Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und 95%

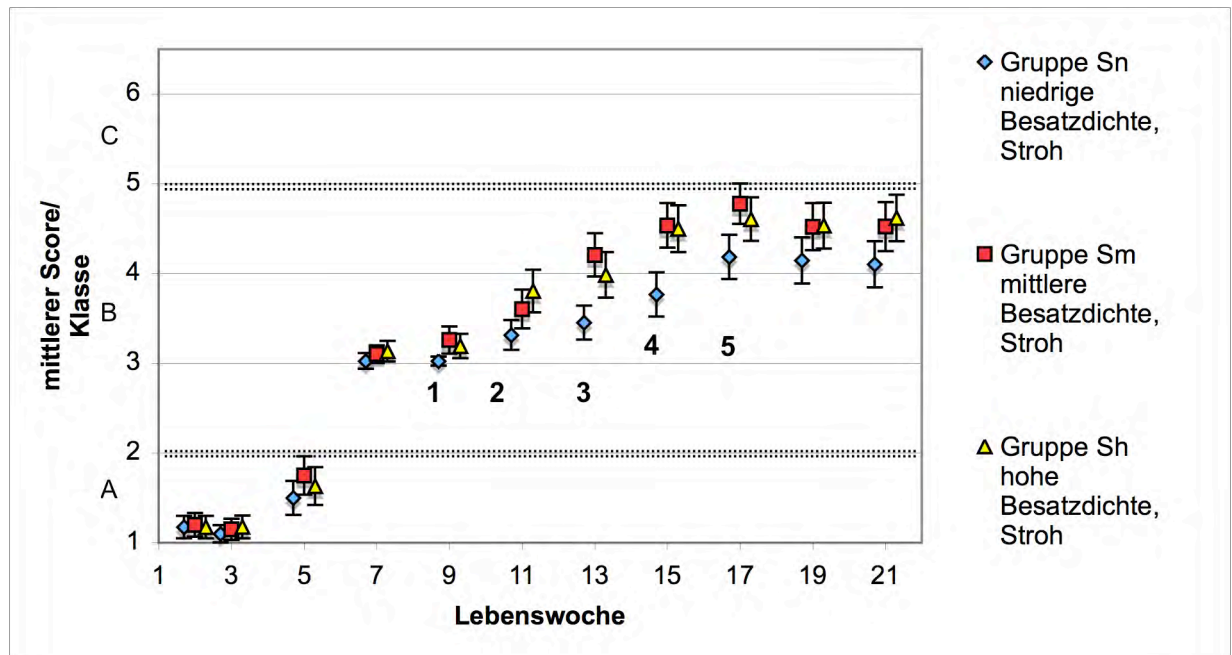
Vertrauensintervall (95% VI) der Ergebnisse der Fußballbeurteilungen der drei mit Langstroh eingestreuten Hahnengruppen, Sommer

LW	Gruppe Sn (niedrig)				Gruppe Sm (mittel)				Gruppe Sh (hoch)			
	MW	SD	95% VI	n	MW	SD	95% VI	n	MW	SD	95% VI	n
2	1,175	0,569	0,125	80	1,200	0,604	0,132	80	1,175	0,569	0,125	80
3	1,100	0,439	0,096	80	1,150	0,530	0,116	80	1,177	0,572	0,126	79
5	1,500	0,872	0,191	80	1,750	0,974	0,214	80	1,632	0,936	0,210	76
7	3,026	0,394	0,087	78	3,103	0,444	0,099	78	3,135	0,505	0,115	74
9	3,026 a ¹	0,227	0,050	78	3,260 a	0,677	0,151	77	3,192	0,593	0,136	73
11	3,316 a	0,734	0,165	76	3,605	0,967	0,217	76	3,806 a	1,030	0,238	72
13	3,453 a b	0,843	0,191	75	4,208 a	1,047	0,242	72	3,985 b	1,072	0,255	68
15	3,767 a b	1,074	0,246	73	4,536 a	1,051	0,248	69	4,500 b	1,069	0,262	64
17	4,186 a	1,054	0,247	70	4,779 a	0,944	0,224	68	4,607	0,971	0,244	61
19	4,147	1,083	0,257	68	4,523	1,077	0,262	65	4,535	0,995	0,256	58
21	4,103	1,081	0,257	68	4,525	1,089	0,273	61	4,621	1,006	0,259	58

***¹ = gleiche Buchstaben bedeuten, dass zwischen den betreffenden Gruppen in dieser Lebenswoche statistisch signifikante Unterschiede bestehen**

Ab der 3. Lebenswoche wies die Gruppe Sn mit der niedrigsten Besatzdichte den niedrigsten mittleren Score auf. Ab Woche neun bestand bis zur 17. Lebenswoche ein statistisch signifikanter Unterschied zu mindestens einer der beiden anderen Gruppen. In den Wochen 13, 15 und 17 hatte Gruppe Sm einen höheren mittleren Score als Gruppe Sh, dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant (Abbildung 4-8).

Abbildung 4-8: Mittelwerte und 95% Vertrauensintervall der Ergebnisse der Fußballbeurteilungen der drei mit Langstroh eingestreuten Hahnengruppen, Sommer



- 1: Gruppe Sn signifikant niedriger als Gruppe Sm
- 2: Gruppe Sn signifikant niedriger als Gruppe Sh
- 3 und 4: Gruppe Sn signifikant niedriger als Gruppe Sm und Sh
- 5: Gruppe Sn signifikant niedriger als Gruppe Sm

4.3 Die Auswertung der Ergebnisse der Fußballenbeurteilung hinsichtlich des Einstreumaterials im Winterdurchgang

In den beiden Versuchsdurchgängen wurden je zwei Gruppen eines Geschlechts gebildet, die bei gleicher geplanter Besatzdichte auf unterschiedlichen Einstreumaterialien gehalten wurden.

Abhängig vom Einstreumaterial stellten sich vorgefundene Verschmutzungen in beiden Durchgängen an den Fußballen der untersuchten Tiere unterschiedlich dar. Bei den mit Langstroh eingestreuten Tieren fanden sich meist dicke, feuchte oder auch sehr hart getrocknete Auflagerungen überwiegend aus Kot. Beigemischt waren wenige Strohpartikel, Federn und anderes Material. Diese Krusten konnten über 1 cm dick werden und nach Trocknung oft nur unter Substanzverlust von der Unterlage gelöst werden. Auf den Fußballen der Tiere der Hobelspäne-Gruppen fanden sich ebenfalls Auflagerungen aus Kot und Einstreu, jedoch mit größeren Anteilen beigemengten Einstreumaterials. Dies machte sich vor der Beurteilung dadurch bemerkbar, dass die Auflagerungen bei Manipulation oft zerfielen und sich so leichter von den Fußballen lösen ließen als die Auflagerungen bei den mit Langstroh eingestreuten Tieren.

Die Hobelspäne waren nach einiger Zeit der Nutzung mit den Ausscheidungen der Tiere zu einer festen, federnden Platte verbunden, auf deren Oberfläche nur noch eine dünne Schicht loser Einstreupartikel vorhanden war. Bei Anheben der Plattenbestandteile fand sich darunter saubere und trockene Einstreu. Eine Einstreupflege mit dem Grubber zerstörte die Platten und vermischte die beiden Komponenten, so dass wieder lockeres Material vorlag. Die langen, flachen Strohhalme hingegen bildeten bald nach dem Einstreuen einen flächigen Untergrund, aus dem sich nur schwer einzelne Halme lösten und dessen Oberfläche häufig von schmierig-schleimiger Konsistenz war.

Bei den Hennen betrug die geplante Endbesatzdichte $54,97 \text{ kg/m}^2$ bzw. $5,82 \text{ Tiere/m}^2$, bei den Hähnen $58,7 \text{ kg/m}^2$ bzw. $3,04 \text{ Tiere/m}^2$. Die tatsächlich erreichten Besatzdichten und Endgewichte sind in Kapitel 4.1 und 4.2 dargestellt. Im Folgenden sollen die Vergleiche der beiden Gruppen nach Durchgang und Geschlecht getrennt aufgeführt werden.

4.3.1 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilungen der mit Langstroh oder Hobelspänen eingestreuten Hennengruppen im Winterdurchgang

Bis zur 6. Lebenswoche wurden alle Tiere auf Hobelspänen gehalten, mit Beginn der 7. Woche wurde bei der Stroh-Gruppe mit Langstroh nachgestreut. Die Tiere wurden in der 7., 9. und 13. Lebenswoche aufgrund von Darminfektionen behandelt (siehe 4.1.1). In der 7. Lebenswoche hatte die Stroh-Gruppe eine signifikant bessere Fußballengesundheit als

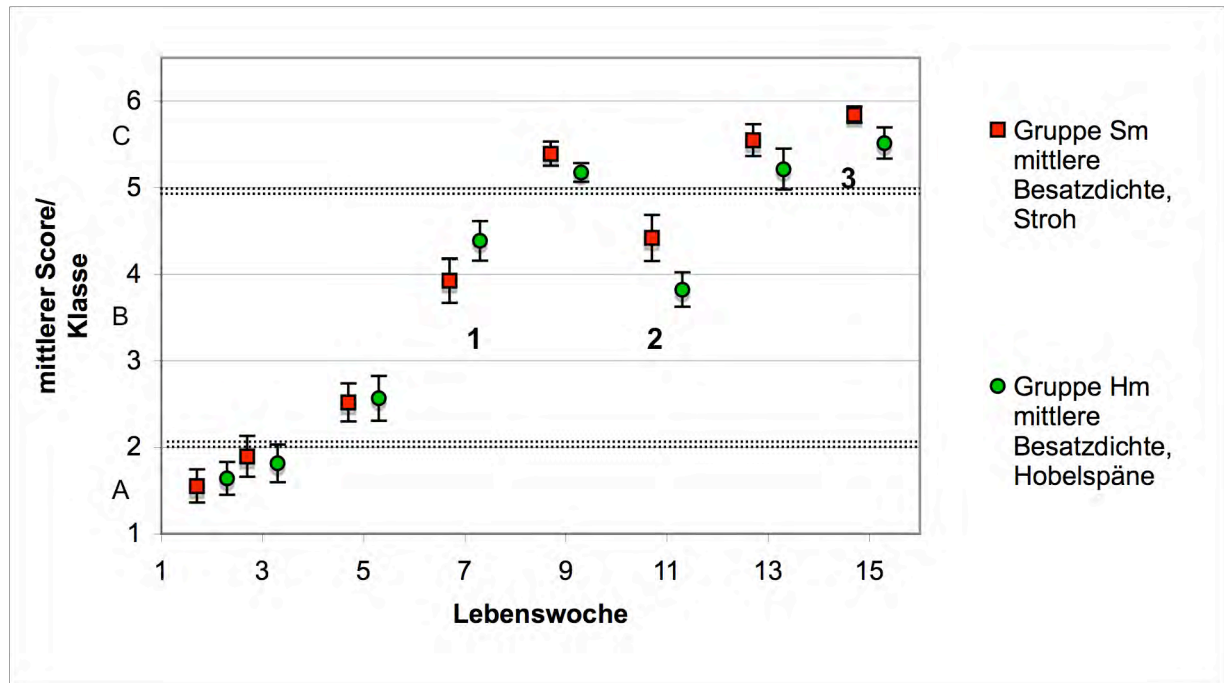
die Hobelspäne-Gruppe. In der 11. und 15. Lebenswoche stellte sich der Gesundheitszustand der Fußballen der Hobelspäne-Gruppe statistisch signifikant besser dar als derjenige der Stroh-Gruppe. Auch in der 9. und 13. Woche war der Score der Hobelspäne-Gruppe niedriger als derjenige der Stroh-Gruppe, diese Differenz war jedoch statistisch nicht signifikant (Tabelle 4-13, Abbildung 4-9). In der 9., 13. und 15. Lebenswoche weisen beide Gruppen makroskopisch erkennbare Veränderungen der Klasse C auf.

Tabelle 4-13: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) und 95% Vertrauensintervall (95% VI) der mit Stroh bzw. Hobelspänen eingestreuten Hennengruppen, Winter

LW	Stroh				Hobelspäne			
	MW	SD	95% VI	n	MW	SD	95% VI	n
2	1,551	0,863	0,191	78	1,641	0,852	0,189	78
3	1,895	1,053	0,237	76	1,813	0,968	0,219	75
5	2,519	0,998	0,220	79	2,566	1,147	0,258	76
7	3,924 a ¹	1,163	0,257	79	4,385 a	1,035	0,230	78
9	5,392	0,629	0,139	79	5,176	0,479	0,109	74
11	4,419 a	1,171	0,267	74	3,822 a	0,872	0,200	73
13	5,548	0,740	0,184	62	5,214	1,006	0,236	70
15	5,842 a	0,368	0,096	57	5,516 a	0,735	0,180	64

*¹ = gleiche Buchstaben bedeuten, dass zwischen den betreffenden Gruppen in dieser Lebenswoche statistisch signifikante Unterschiede bestehen

Abbildung 4-9: Mittelwerte und 95% Vertrauensintervall der mit Stroh bzw. Hobelspänen eingestreuten Hennengruppen, Winter



1: Stroh signifikant niedriger als Hobelspäne

2 und 3: Hobelspäne signifikant niedriger als Stroh

4.3.2 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilungen der mit Langstroh oder Hobelspänen eingestreuten Hahnengruppen im Winterdurchgang

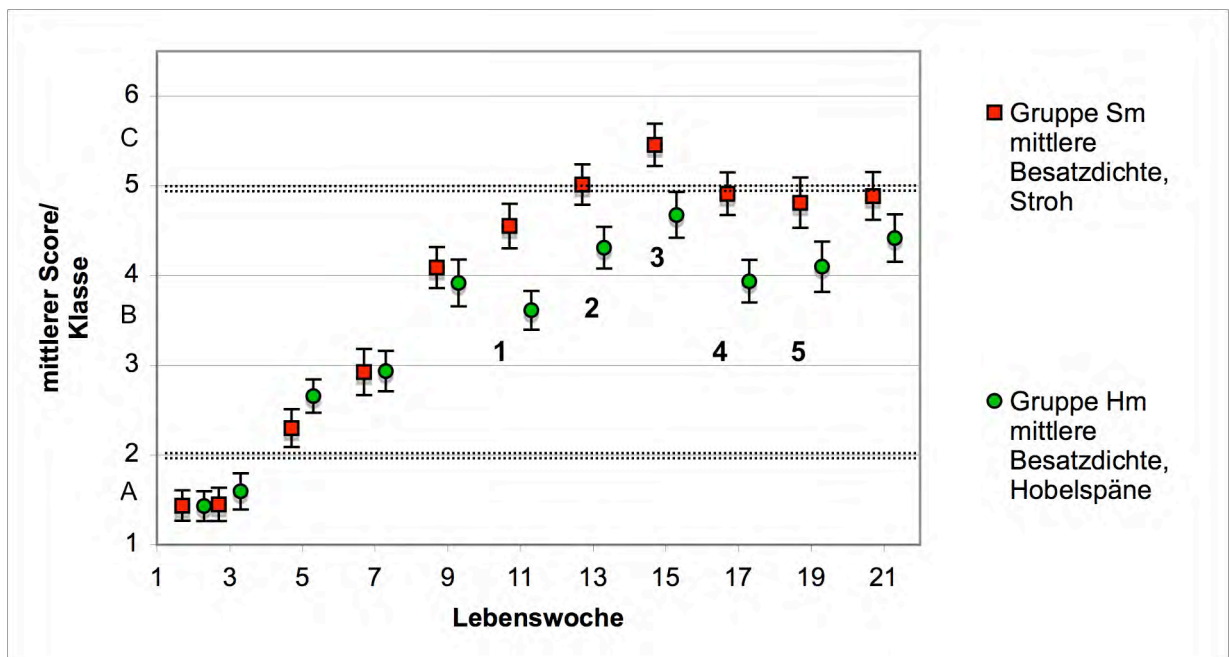
Bis zur 7. Lebenswoche wurden alle Tiere auf Hobelspänen gehalten, ab der 8. Woche wurde bei der Langstroh-Gruppe mit Langstroh nachgestreut. Die Tiere wurden in der 9. und 13. Lebenswoche aufgrund von Darminfektionen behandelt (siehe 4.1.1). Ab der 11. Lebenswoche zeigten sich die Fußballen der Langstroh-Gruppe in einem statistisch signifikant schlechteren Zustand als die Fußballen der Hobelspäne-Gruppe. In der letzten Woche bestand ebenfalls ein sichtbarer, wenn auch nicht statistisch signifikanter Unterschied zwischen den mittleren Scores der beiden Gruppen (Tabelle 4-14 und Abbildung 4-10). Während der mittlere Score der Stroh-Gruppe in der 13. und 15. Lebenswoche mit Klasse C bewertet wurde, traten in der Hobelspäne-Gruppe lediglich Veränderungen der Klasse B auf.

Tabelle 4-14: Mittelwert (MW), Standardabweichungen (SD) und 95% Vertrauensintervall (95% VI) der mit Stroh bzw. Hobelspänen eingestreuten Hahnengruppen, Winter

LW	Stroh				Hobelspäne			
	MW	SD	95% VI	n	MW	SD	95% VI	n
2	1,438	0,777	0,170	80	1,430	0,746	0,164	79
3	1,450	0,840	0,184	80	1,595	0,913	0,201	79
5	2,300	0,960	0,210	80	2,658	0,826	0,186	76
7	2,925	1,167	0,256	80	2,937	1,017	0,224	79
9	4,090	1,034	0,230	78	3,919	1,144	0,261	74
11	4,553 a ¹	1,100	0,247	76	3,613 a	0,957	0,217	75
13	5,014 a	0,971	0,224	72	4,310 a	0,994	0,231	71
15	5,457 a	1,003	0,235	70	4,677 a	1,071	0,255	68
17	4,912 a	1,004	0,239	68	3,938 a	0,974	0,239	64
19	4,813 a	1,139	0,279	64	4,098 a	1,121	0,281	61
21	4,887	1,073	0,267	62	4,417	1,046	0,265	60

*¹ = gleiche Buchstaben bedeuten, dass zwischen den betreffenden Gruppen in dieser Lebenswoche statistisch signifikante Unterschiede bestehen

Abbildung 4-10: Mittelwerte und 95% Vertrauensintervall der mit Stroh bzw. Hobelspänen eingestreuten Hahnengruppen, Winter



1 bis 5: Hobelspäne signifikant niedriger als Stroh

4.4 Die Auswertung der Ergebnisse der Fußballenbeurteilung hinsichtlich des Einstreumaterials im Sommerdurchgang

4.4.1 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilungen der mit Langstroh oder Hobelspänen eingestreuten Hennengruppen im Sommerdurchgang

Bis zur 7. Lebenswoche wurden alle Tiere auf Hobelspänen gehalten, ab der 8. Woche wurde bei der Stroh-Gruppe mit Langstroh nachgestreut. Die Tiere wurden in der 1., 5., 7. und 9. Lebenswoche aufgrund von Darminfektionen behandelt (siehe 4.2.1). Ab der 11. Woche bis zur Schlachtung stellte sich der Score der Fußballen der Hobelspäne-Gruppe statistisch signifikant niedriger dar als derjenige der Langstroh-Gruppe (Tabelle 4-15 und Abbildung 4-11). In der Stroh-Gruppe wurden die mittleren Scores in der 15. Lebenswoche der Klasse C zugeordnet, während die mittleren Scores der Hobelspäne-Gruppe Klasse B nicht überschritten.

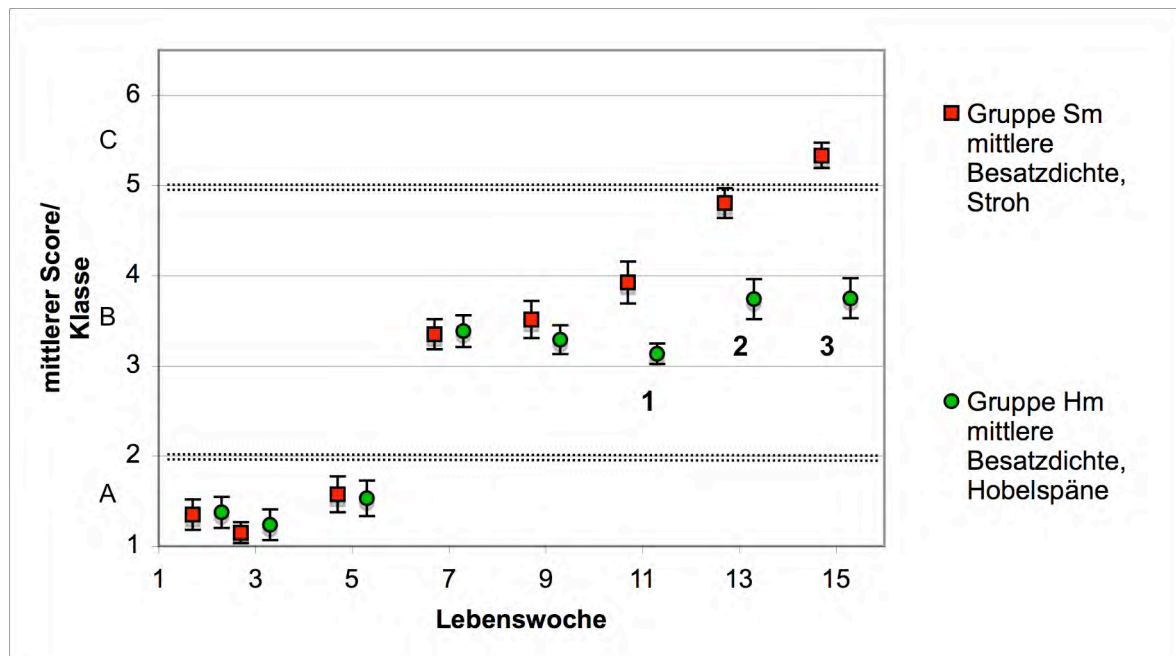
Tabelle 4-15: Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und 95%

Vertrauensintervall (95% VI) der mit Stroh bzw. Hobelspänen eingestreuten Hennengruppen, Sommer

LW	Stroh				Hobelspäne			
	MW	SD	95% VI	n	MW	SD	95% VI	n
2	1,350	0,765	0,168	80	1,375	0,786	0,172	80
3	1,150	0,530	0,116	80	1,238	0,783	0,172	80
5	1,575	0,911	0,200	80	1,532	0,889	0,196	79
7	3,350	0,765	0,168	80	3,385	0,793	0,176	78
9	3,513	0,941	0,206	80	3,290	0,708	0,159	76
11	3,924 a ¹	1,059	0,234	79	3,133 a	0,502	0,114	75
13	4,805 a	0,744	0,166	77	3,740 a	0,972	0,223	73
15	5,333 a	0,622	0,141	75	3,750 a	0,961	0,222	72

*¹ = gleiche Buchstaben bedeuten, dass zwischen den betreffenden Gruppen in dieser Lebenswoche statistisch signifikante Unterschiede bestehen

Abbildung 4-11: Mittelwerte und 95% Vertrauensintervall der mit Stroh bzw. Hobelspänen eingestreuten Hengengruppen, Sommer



1 bis 3: Hobelspäne signifikant niedriger als Langstroh

4.4.2 Der Vergleich der Ergebnisse der Fußballenbeurteilungen der mit Langstroh oder Hobelspänen eingestreuten Hahnengruppen im Sommerdurchgang

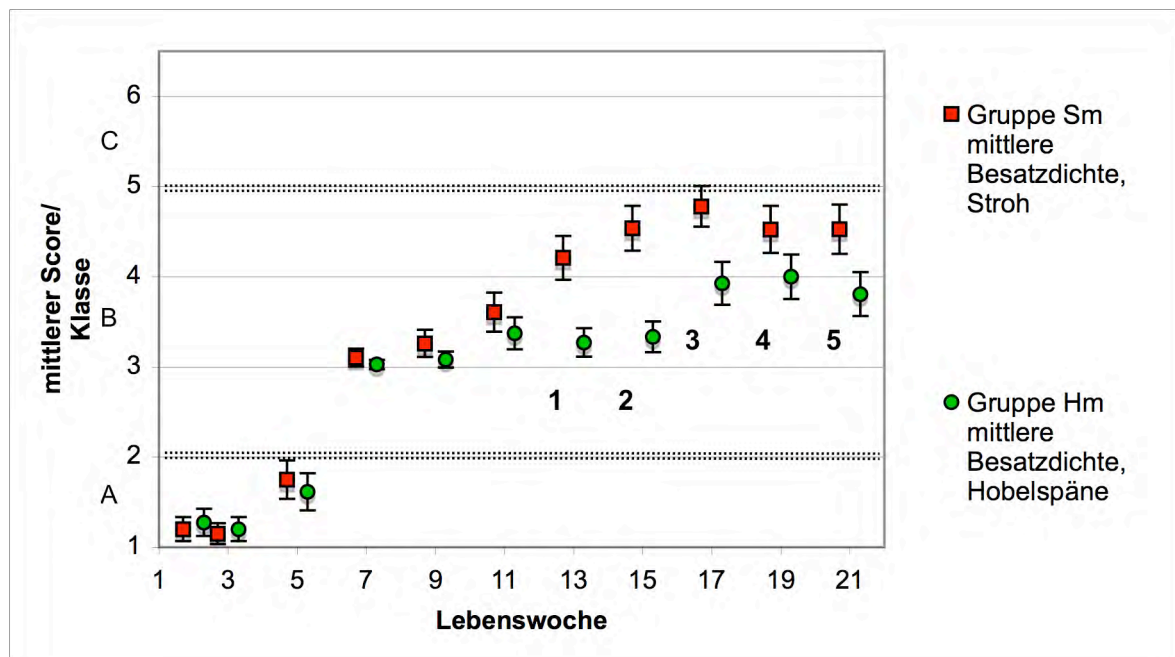
Bis zur 8. Lebenswoche wurden alle Tiere auf Hobelspänen gehalten, mit Beginn der 9. Woche wurde bei der Stroh-Gruppe mit Langstroh nachgestreut. Die Tiere wurden in der 1., 7. und 11. Lebenswoche aufgrund von Darminfektionen behandelt (siehe 4.2.1). Ab der 13. Lebenswoche war der mittlere Score der Füße in der Hobelspäne-Gruppe statistisch signifikant niedriger als in der Stroh-Gruppe (Tabelle 4-16 und Abbildung 4-12). Bei beiden Gruppen traten maximal Veränderungen der Klasse B (leichte Veränderungen) auf.

Tabelle 4-16: Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und 95% Vertrauensintervall (95% VI) der mit Stroh bzw. Hobelspänen eingestreuten Hahnengruppen, Sommer

LW	Stroh				Hobelspäne			
	MW	SD	95% VI	n	MW	SD	95% VI	n
2	1,200	0,604	0,125	80	1,275	0,693	0,152	80
3	1,150	0,530	0,096	80	1,200	0,604	0,132	80
5	1,750	0,974	0,191	80	1,615	0,929	0,206	78
7	3,103	0,444	0,087	78	3,026	0,229	0,052	76
9	3,260	0,677	0,050	77	3,080	0,395	0,089	75
11	3,605	0,967	0,165	76	3,373	0,785	0,178	75
13	4,208 a ¹	1,047	0,191	72	3,270 a	0,688	0,157	74
15	4,536 a	1,051	0,246	69	3,333 a	0,721	0,170	69
17	4,779 a	0,944	0,247	68	3,925 a	0,990	0,237	67
19	4,523 a	1,077	0,257	65	4,000 a	1,008	0,247	64
21	4,525 a	1,089	0,257	61	3,807 a	0,972	0,242	62

*¹ = gleiche Buchstaben bedeuten, dass zwischen den betreffenden Gruppen in dieser Lebenswoche statistisch signifikante Unterschiede bestehen

Abbildung 4-12: Mittelwerte und 95% Vertrauensintervall der mit Stroh bzw. Hobelspänen eingestreuten Hahnengruppen, Sommer



1 bis 5: Hobelspäne signifikant niedriger als Stroh

4.5 Das Einstreumanagement

Im folgenden Abschnitt wird geschildert, wie häufig die einzelnen Gruppen mit frischem Einstreumaterial nachgestreut wurden und welche Ergebnisse die Ermittlung der Trockensubstanz der Einstreu ergab. Das Nachstreuen bei einer Gruppe betraf immer alle Untergruppen. Ein einmaliges Nachstreuen entspricht dem Einsatz jeweils eines kleinen gepressten Langstroh-Quaderballens mit einem durchschnittlichen Gewicht von 11 kg, bzw. eines Hobelspäne-Ballens von 25 kg Inhalt.

4.5.1 Das Einstreumanagement im Winterdurchgang

In Tabelle 4-17 und Tabelle 4-18 ist dargestellt, wie oft pro Lebenswoche die einzelnen Gruppen nachgestreut wurden. Ein Maximum findet sich bei beiden Geschlechtern in der 11. Lebenswoche. Deutlich stellt sich der höhere Nachstreubedarf der Gruppen mit hoher Besatzdichte dar.

Tabelle 4-17: Eingestreuse Ballen bei den Hennen des Winterdurchgangs

Hennen Winter Lebenswoche	Häufigkeit des Nachstreuens pro Lebenswoche			
	Gruppe Sn	Gruppe Sm	Gruppe Sh	Gruppe Hm
1 bis 6	-	-	-	-
7	3	4	5	2
8	4	4	5	3
9	5	4	5	2
10	4	4	4	3
11	6	6	6	2
12	5	5	6	3
13	4	4	6	2
14	3	3	5	2
15	3	3	5	2
16 (3 Tage)	2	2	2	1
Gesamtsumme eingesetzter Ballen	39	39	49	22
Gesamtmasse eingestreuten Materials (kg)	429	429	539	550

Tabelle 4-18: Eingestreute Ballen bei den Hähnen des Winterdurchgangs

Hähne Winter Lebenswoche	Häufigkeit des Nachstreuens pro Lebenswoche			
	Gruppe Sn	Gruppe Sm	Gruppe Sh	Gruppe Hm
1 bis 7	-	-	-	-
8	3	3	3	2
9	3	3	5	2
10	4	4	5	3
11	6	6	6	2
12	4	4	6	3
13	3	3	5	2
14	3	3	5	2
15	3	3	5	3
16	3	3	5	2
17	3	3	6	2
18	3	3	4	1
19	2	2	3	2
20	2	2	4	1
21 (4 Tage)	1	1	1	1
Gesamtsumme eingesetzter Ballen	43	43	63	28
Gesamtmasse eingestreuten Materials (kg)	473	473	693	700

4.5.2 Das Einstreumanagement im Sommerdurchgang

In Tabelle 4-19 und Tabelle 4-20 ist das Einstreumanagement der Gruppen des Sommerdurchgangs dargestellt. Im Sommer findet sich das Maximum an Einstreubedarf in der 14. Lebenswoche. Wie im Winterdurchgang ist deutlich der höhere Bedarf an Einstreumaterial der Gruppen mit der hohen Besatzdichte zu sehen.

Tabelle 4-19: Eingestreute Ballen bei den Hennen des Sommerdurchgangs

Hennen Sommer Lebenswoche	Häufigkeit des Nachstreuens pro Lebenswoche			
	Gruppe Sn	Gruppe Sm	Gruppe Sh	Gruppe Hm
1 bis 7	-	-	-	-
8	2	2	3	1
9	3	3	5	1
10	3	3	4	1
11	3	3	5	1
12	4	4	4	2
13	4	4	5	2
14	5	5	5	1
15	3	3	4	1
16	2	2	2	1
Gesamtsumme eingesetzter Ballen	29	29	37	11
Gesamtmasse eingestreuten Materials (kg)	319	319	407	275

Tabelle 4-20: Eingestreute Ballen bei den Hähnen des Sommerdurchgangs

Hähne Sommer	Häufigkeit des Nachstreuens pro Lebenswoche			
	Gruppe Sn	Gruppe Sm	Gruppe Sh	Gruppe Hm
1 bis 8	-	-	-	-
9	2	2	2	1
10	3	3	4	1
11	3	3	5	1
12	4	4	5	2
13	4	4	4	2
14	5	5	5	1
15	3	3	3	1
16	3	3	3	1
17	3	3	3	1
18	2	2	2	1
19	2	2	2	-
20	1	1	1	1
21 (4 Tage)	1	1	1	1
Gesamtsumme eingesetzter Ballen	36	36	40	14
Gesamtmasse eingestreuten Materials (kg)	396	396	440	350

4.5.3 Der Vergleich des Einstreumanagements in Winter- und Sommerdurchgang

Im Winterdurchgang wurde zwischen 16% und 50% mehr Einstreumaterial eingesetzt als im Sommerdurchgang. Auch in den Gruppen mit der hohen Besatzdichte und dem höchsten Einstreubedarf betrug der Unterschied zwischen Winter- und Sommerdurchgang über 20% (Hennen) bzw. 30% (Hähne).

Tabelle 4-21: Vergleich der benötigten Einstreumengen (Ballen) der Hennen

Gruppe	Gruppe Sn	Gruppe Sm	Gruppe Sh	Gruppe Hm
Gesamtsumme eingesetzter Ballen Winter	39	39	49	22
Gesamtsumme eingesetzter Ballen Sommer	29	29	37	11
Differenz in % (Winter = 100%)	25,64	25,64	24,49	50

Tabelle 4-22: Vergleich der benötigten Einstreumengen (Ballen) der Hähne

Gruppe	Gruppe Sn	Gruppe Sm	Gruppe Sh	Gruppe Hm
Gesamtsumme eingesetzter Ballen Winter	43	43	63	28
Gesamtsumme eingesetzter Ballen Sommer	36	36	40	14
Differenz in % (Winter = 100%)	16,28	16,28	36,50	50

4.5.4 Die Ergebnisse der Ermittlung des Trockensubstanzgehalts im Winterdurchgang

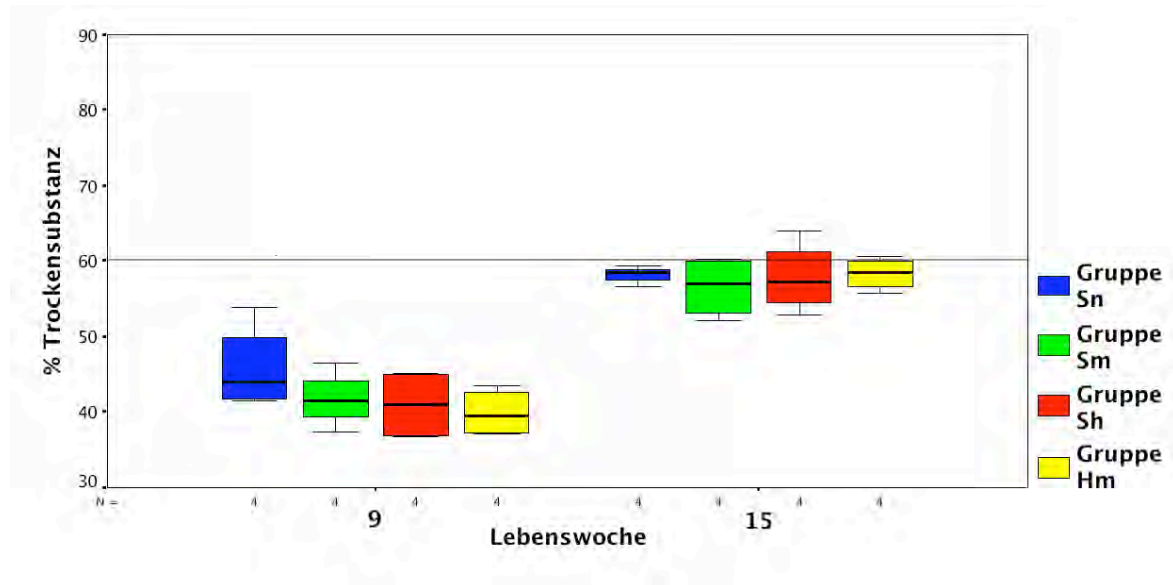
Im Folgenden sollen die ermittelten Trockensubstanzgehalte der Einstreumaterialien nach Hennen und Hähnen getrennt dargestellt werden. Je niedriger also diese Werte, umso feuchter war die Einstreu.

Es sei in Erinnerung gerufen, dass je nach Notwendigkeit durch Entscheidung der Farmleiterin frisches Einstreumaterial nachgestreut wurde. Das Nachstreuen erfolgte in der Regel jeweils für eine vollständige Gruppe, aber nicht zwingend für alle Gruppen des betreffenden Geschlechts, d.h. es ist möglich, dass zum Beispiel die Gruppe Sn am Tag vor der Entnahme der Einstreuproben frisches Einstreumaterial erhielt, während Gruppe Hm bereits zwei Tage vor der Entnahme frisch eingestreut wurde.

JODAS und HAFEZ (2000) empfehlen einen Feuchtegehalt von unter 40% für Einstreu, um einerseits ein Verkleben und Verklumpen der Einstreu und damit eine unerwünschte Vermehrung von Mikroorganismen zu vermeiden, andererseits aber eine Staubbelastung durch sehr trockene Einstreu möglichst gering zu halten. Im Fall der ermittelten Werte bedeutet dies, dass die in der Einstreu enthaltene Trockensubstanz über 60 % betragen sollte.

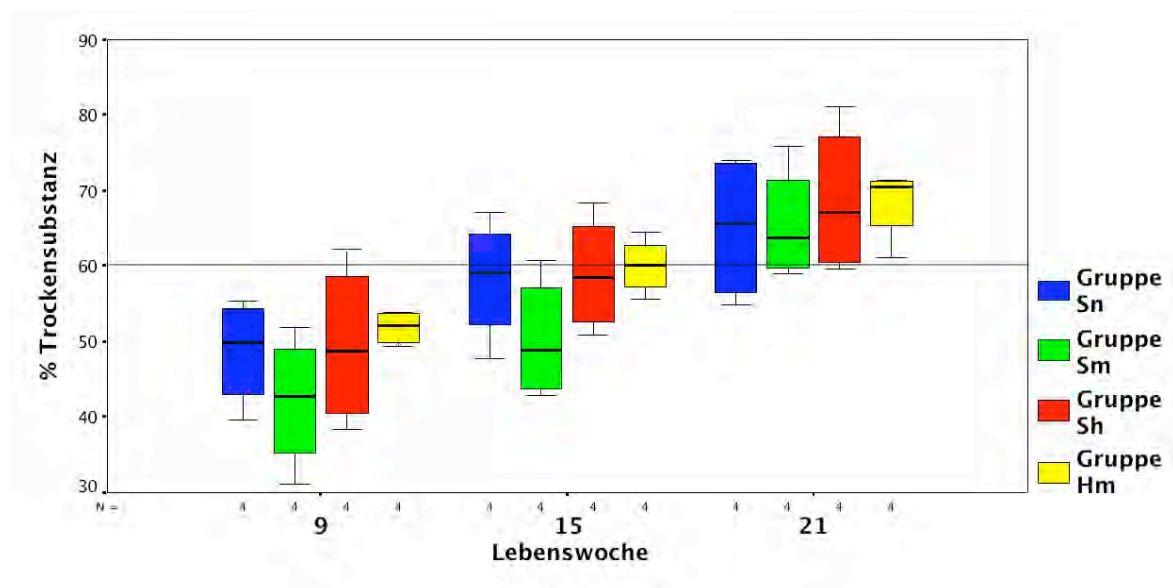
4.5.4.1 Der ermittelte Gehalt an Trockensubstanz in der Einstreu der Hennen

In der 9. und 15. Lebenswoche hielt keine der Gruppen den Grenzwert von mindestens 60% Trockensubstanz ein. In der Übersichtsdarstellung (Abbildung 4-13) sind die Ergebnisse der Ermittlung des Trockensubstanzgehalts der Einstreu grafisch in Form von Boxplots aufbereitet.

Abbildung 4-13: Trockensubstanz der Einstreu Hennen, Winter

4.5.4.2 Der ermittelte Gehalt an Trockensubstanz in der Einstreu der Hähne

Bei den Hähnen konnte ebenso wie bei den Hennen beim ersten Probenahmetermin in der 9. Lebenswoche keine Gruppe den Grenzwert von mindestens 60% Trockensubstanz einhalten. In der 15. Lebenswoche erreichte Gruppe Hm als einzige mit dem Medianwert den Grenzwert, in der 21. Lebenswoche überschritten alle Gruppen die 60%-Marke. In der Übersichtsdarstellung (Abbildung 4-14) sind die mittleren Trockensubstanzgehalte an den Probenahmeterminen dargestellt.

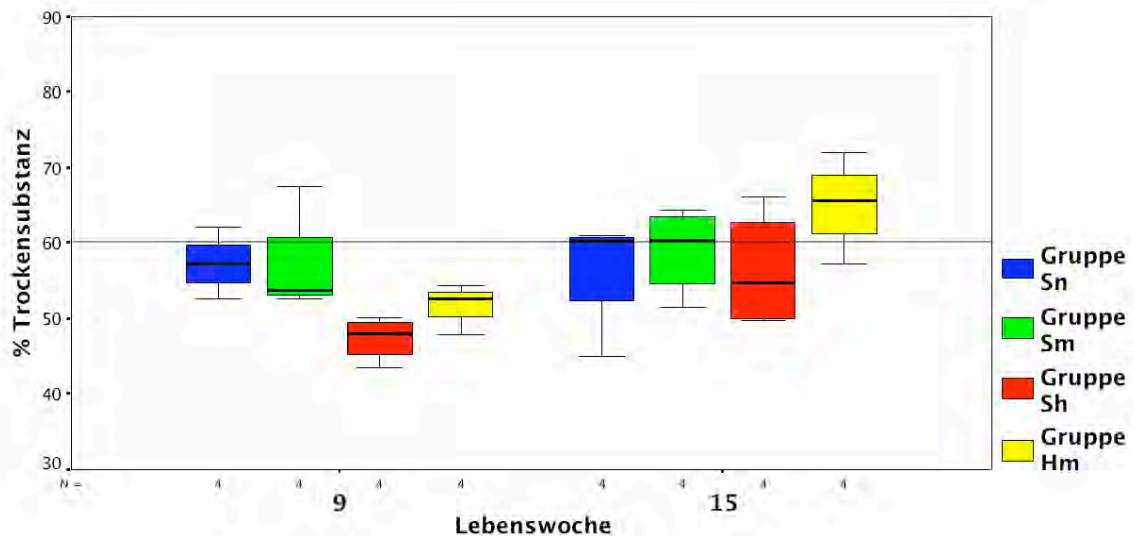
Abbildung 4-14: Trockensubstanzgehalt der Einstreu Hähne, Winter

4.5.5 Die Ergebnisse der Ermittlung des Trockensubstanzgehalts im Sommerdurchgang

4.5.5.1 Der ermittelte Gehalt an Trockensubstanz in der Einstreu der Hennen

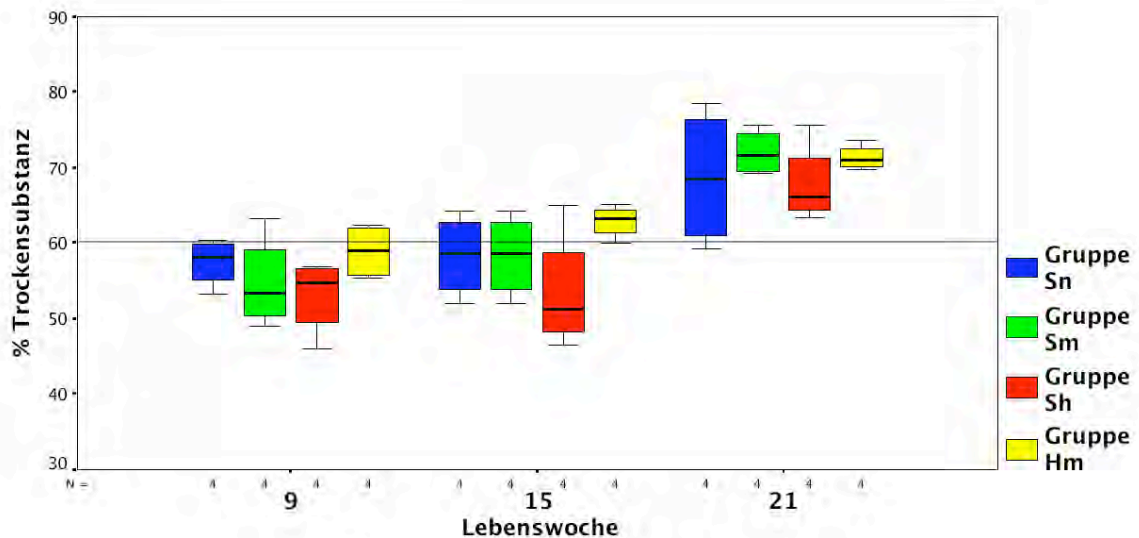
In der 9. Lebenswoche erreichte keine Gruppe den Grenzwert von mindestens 60% Trockensubstanz, während in der 15. Lebenswoche Gruppe Sh als einzige der vier Gruppen mit dem Medianwert den Grenzwert nicht erreichte. In der Übersichtsgrafik (Abbildung 4-15) sind die TS-Gehalte der einzelnen Gruppen dargestellt.

Abbildung 4-15: Trockensubstanzgehalt der Einstreu Hennen, Sommer



4.5.5.2 Der ermittelte Gehalt an Trockensubstanz in der Einstreu der Hähne

In der 9. Lebenswoche hielt keine der Gruppen mit dem Medianwert den Grenzwert von mindestens 60% Trockensubstanz ein. In der 15. Lebenswoche erreichte Gruppe Hm (Hobelspäne) als einzige der vier Gruppen mit dem Medianwert den Grenzwert von mindestens 60% Trockensubstanz in der Einstreu, während in der 21. Lebenswoche alle Hahnengruppen den Grenzwert erreichten. In Abbildung 4-16 sind die Trockensubstanz-Gehalte der Gruppen mit Boxplots grafisch dargestellt.

Abbildung 4-16: Trockensubstanzgehalt der Einstreu Hähne, Sommer

4.5.6 Die Auswertung der ermittelten Trockensubstanz-Gehalte

Betrachtet man die ermittelten Werte hinsichtlich des Richtwertes von JODAS und HAFEZ (2000), konnte im Winterdurchgang bei den Hennen in nur drei von 32 Proben der erwünschte Grad an Trockenheit erreicht werden, bei den Hähnen waren in der letzten Lebenswoche drei Viertel der Proben über dem erwünschten Wert von 60% Trockensubstanz (insgesamt 20 von 48 Proben, 12 von 16 in der letzten Lebenswoche). Bei den Hennen des Sommerdurchgangs enthielten 9 von 32 Proben unter 40% Feuchtigkeit, bei den Hähnen 25 von insgesamt 48 Proben, davon 15 in der 21. Lebenswoche.

4.6 Die lichtmikroskopische Untersuchung in der Hämatoxylin-Eosin-Färbung

4.6.1 Das allgemeine histomorphologische Erscheinungsbild der Haut der Metatarsalballen

In der Hämatoxylin-Eosin (H.E.)-Färbung stellen sich Epidermis, Dermis und Subcutis deutlich dar. In der kollagenfaserreichen Dermis ziehen Gefäße bis zur Basalmembran, ohne diese jedoch zu durchbrechen. Die Dermis ist auch beteiligt an der Bildung des stark ausgeprägten Papillarkörpers, der mit seinen Primärpapillen das formbestimmende Fundament der sich an der Hautoberfläche als reticulate scales ausprägenden Schuppenbildungen ist. Unveränderte Primärpapillen sind nahezu gleich in ihrer Höhen- und Breitenausdehnung. Von den Primärpapillen aus ziehen kleinere und flachere Sekundärpapillen in Richtung Hautoberfläche. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass die Epidermis durch ihre Existenz nicht geformt wird.

In Richtung Hautoberfläche schließt sich an die Dermis die in der Übersichtsfärbung lichtmikroskopisch nicht darstellbare Basalmembran an. Darstellbar aber sind als erste Schicht der Epidermis die der Basalmembran direkt aufliegenden hochprismatischen, mitotisch aktiven und basophilen Zellen des Stratum basale. Ihre Zellkerne füllen die Zelle fast vollständig aus und reagieren stark basophil.

Die unterschiedlichen Schichten der Epidermis bestehen aus Zellen in verschiedenen Differenzierungsstadien auf dem Weg zur Hornzelle (Sebokorneozyt), die sich auch lichtmikroskopisch voneinander unterscheiden lassen.

Das sich anschließende Stratum intermedium besteht aus mehreren Lagen polygonaler Intermediärzellen, die umso weiter abflachen, je näher sie der Hautoberfläche kommen. Zwischen den Zellen sind auch lichtmikroskopisch deutlich brückenähnliche Zellverbindungen darstellbar. Die Zellen reagieren nur gering basophil, zusätzlich aber auch in Richtung Hautoberfläche zunehmend acidophil. Die basophilen Zellkerne sind rund bis abgeflacht und füllen etwa ein Drittel der Zelle aus.

Die typischen basophilen Keratohyalin granula eines Stratum granulosum sind lichtmikroskopisch nicht nachweisbar.

Ein acidophiler Saum, der sich über mehrere Zellschichten erstreckt und zwischen den basoacidophilen Intermediärzellen und den acidophilen Hornzellen gelegen ist, soll nach dem Vorschlag von PLATT (2004) als Transitivbereich angesprochen werden und bildet den Übergang zwischen lebenden und toten Epidermiszellen. Die Zellkerne stellen sich stark kondensiert dar.

Das Stratum corneum, die Hornschicht, fungiert als obere Schicht der Haut und besteht aus toten, vollständig verhornten Sebokorneozyten, die in vielen Lagen als kernlose, flache, stark acidophile Zellen auftreten. An der Hautoberfläche schilfern Zellverbände ab, die teilweise auch durch herausgelösten Zellinhalt ein netzähnliches Erscheinungsbild der Zellgrenzen aufweisen. Die Zellen können sehr kompakt oder auch lockerer aneinander liegen, was sich durch unterschiedlich starke Anfärbbarkeit zeigt.

4.6.2 Die Veränderungen an den Fußballen

Die Proben der Fußballen wurden jeweils am Schlachttag entnommen, also bei den Hennen in der 16. und bei den Hähnen in der 21. Lebenswoche. Die H.E.-gefärbten Präparate beider Geschlechter zeigten zu großen Teilen mehrere der im Folgenden beschriebenen Veränderungen, häufig auch in unterschiedlich starken Ausprägungen in einem Präparat.

Zunächst tritt im Verlauf der Entwicklung der Pododermatitis die Hyperkeratose auf. Auch in den vorliegenden Präparaten findet sich die vermehrte Bildung von Horn, die sich in Form eines sehr stark ausgeprägten Stratum corneum darstellt. Bei den hier meist schon lange existierenden Veränderungen sind aber immer auch die Primärpapillen mit in die Prozesse involviert. Die ursprünglich gleiche Breiten- und Längenausdehnung der knopfartigen Primärpapillen verändert sich und die Strukturen nehmen teilweise erheblich an Länge zu, während sie nach distal spitz auslaufen (Abbildung 8-1 und Abbildung 8-6).

Mit der Hyperkeratose und Verlängerung der Primärpapillen setzt auch ein verstärktes Wachstum von Sekundärpapillen ein, das in nahezu allen Präparaten aufzufinden ist. Die von den Primärpapillen in Richtung Hautoberfläche ausgehenden Sekundärpapillen sind stark ausgeprägt, verlängert und können warzenförmig oder kegelförmig sein (Abbildung 8-2).

Makroskopisch beginnen die verlängerten reticulate scales nun sich entsprechend des auf sie einwirkenden Drucks zu verlagern, so dass sie schließlich dachziegelartig übereinander liegen. In der Natur dieser Lageveränderung liegt es, dass durch die „gekippten“ reticulate scales meist zentral in der Mitte des Metatarsalballens die interpapilläre Furche zwischen zwei Schuppen erweitert wird. Am Grund einer solchen Furche gelangt die Haut in direkten Fäzes- und Einstreukontakt. In den vorliegenden Proben sind sehr häufig solcherart veränderte Schuppen durch Entzündungszellen so stark infiltriert, dass dies auch makroskopisch als braunrote bis schwarze Verfärbung erkennbar ist. Nach der Durchmusterung der Schnitte wird das makroskopische Erscheinungsbild der Veränderungen anhand der vorliegenden Paraffinblöckchen direkt

mit dem mikroskopischen Bild verglichen und diese Erscheinung wird dokumentiert (Abbildung 8-6 bis Abbildung 8-10).

Im weiteren Verlauf des Geschehens „Pododermatitis“ treten mikroskopisch Zellödeme und schließlich Nekrosen auf, die sich meist aus dem Zentrum des Metatarsalballens heraus konzentrisch randwärts ausbreiten. Bei den vorliegenden Präparaten finden sich Zellödeme häufig in unmittelbarer Nähe von Ulzerationen sowie Infiltraten von Makrophagen und heterophilen Granulozyten, die die Läsionen von dem intakten Gewebe abgrenzen (Abbildung 8-2 und Abbildung 8-4).

Setzen sich entzündlich infiltrierte, nekrotische Bereiche in die Tiefe bis unter die Basalmembran fort, werden die Veränderungen als Ulzeration bewertet. Die Ausdehnung solcher Durchbrüche der Basalmembranen variiert von wenigen Zellen breit bis nahezu das gesamte Präparat einnehmend, ebenso variabel ist die Lokalisation. Es können Durchbrüche an der Spitze von Primärpapillen auftreten oder auch in basaleren Anteilen der Schuppen (Abbildung 8-2). Solche Ulzerationen und Nekrosen sind stets begleitet von Ansammlungen heterophiler Granulozyten (Abbildung 8-3) und basophiler Lymphozyten in das betroffene und umgebende Gewebe. Teilweise sind ganze Primärpapillen massiv mit Entzündungszellen infiltriert. In der Nachbarschaft solcher Läsionen und Infiltrationen ist das Stratum corneum häufig lockerer gepackt, die Hornzellen machen einen aufgeschwemmten Eindruck. Auch in den anderen eine solche Läsion umgebenden Zellschichten der Epidermis finden sich intrazelluläre Ödeme und erweiterte Interzellularräume (Abbildung 8-2 und Abbildung 8-4).

An der Hautoberfläche (auf oder in Teilen des Stratum corneum) finden sich acidobasophil anfärbbare Ansammlungen von Exsudat und Zelldetritus (Abbildung 8-2). Solche Auflagerungen finden sich sehr häufig in Gesellschaft von Ulzerationen. Die Auflagerungen können in ihrer Ausdehnung auch über eine vorhandene Läsion oder ein Ulkus hinausgehen, was Anschnitte dieser Plaques zeigen, die intakte oder auch in ihrer Integrität gestörte Hornschichten überdecken (Abbildung 8-4). Unter solchen Plaques oder Schorfmassen können sich neue Hornmassen bzw. bei tiefer gehenden Läsionen auch andere Schichten der Epidermis neu bilden, was auch makroskopisch bei der regelmäßigen Beurteilung der Fußballen zu sehen war: Im Zentrum des Metatarsalballens konnte eine solche Plaque noch in den Prozess der Vernarbung eingebunden sein, während sie an den Rändern bereits durch Demarkation und Narbenbildung von der neu gebildeten Haut gelöst war und sich ohne Substanzverlust abheben ließ. Unter dem Lichtmikroskop stellt sich die Abgrenzung dieser verschmolzenen Plaques durch das massive Auftreten von Phagozyten dar, die eine Demarkationslinie bilden (Abbildung 8-3). In den Präparaten finden sich verschiedene Stadien der Reorganisation dieser

Ulzerationen, vom Granulationsgewebe in typischer Dreischichtung bis hin zum kollagenfaserreichen Ersatzgewebe (Abbildung 8-5).

Zunächst wandern im Rahmen der reparativen Prozesse mit einsprießenden Blutgefäßen Entzündungszellen und Fibroblasten in das nekrotische Gewebe, die das tote Gewebe abräumen (Abbildung 8-3). Der Defekt wird schließlich durch kollagenfaserreiches Ersatzgewebe ersetzt. Von noch intakten Epidermisanteilen oder -inseln in der Umgebung der Läsion ausgehend, ziehen zugleich neue Basalzellen und Basalmembranen in die Läsion hinein, bis der Defekt schließlich unter Bildung des Ersatzgewebes geschlossen wird. Dieses Narbengewebe zeichnet sich durch das Fehlen von Primärpapillen ebenso aus wie durch den hohen Anteil an kollagenen Fasern. Die ursprünglich noppenartige Struktur der reticulate scales wird nicht rekonstruiert, die Haut ist flach und mit einer kräftigen Hornschicht versehen. Lediglich wenige stumpfe Sekundärpapillen können noch vorhanden sein (Abbildung 8-5).

In der Dermis der Primärpapillen treten in den meisten Fällen in unterschiedlicher Zahl Lymphozyten auf, die teilweise auch Aggregationen bilden (Abbildung 8-4). Ebenso finden sich in einigen Präparaten in die Auflagerungen eingelagerte Pflanzenbestandteile und auch Bakterien, die aber in keinem Fall bis in tiefere Regionen vorgedrungen sind und eine Infektion des Organismus verursacht haben.

4.6.3 Die Befunde der histopathologischen Untersuchung der Fußballen

Die insgesamt 302 Proben der rechten und linken Fußballen der Hennen und Hähne des Winterdurchgangs, jeweils entnommen am Tag der Schlachtung, wurden lichtmikroskopisch untersucht und die folgenden Befunde wurden erfasst:

4.6.3.1 Die Veränderungen der Fußballen der Hennen aus dem Winterdurchgang

Die am Schlachttag in der 16. Lebenswoche entnommenen Proben der Hennen wurden auf das Vorkommen bestimmter histopathologischer Veränderungen untersucht, die im Folgenden dargestellt werden sollen. Eine Zusammenfassung der Befunde findet sich in Tabelle 4-23.

Das Vorkommen verlängerter und verformter Primärpapillen (Abbildung 8-1) trat bei nahezu allen Proben (98,72% der Hennenproben) auf, lediglich in Gruppe Sh waren bei 2 Proben diese Veränderungen nicht vorzufinden. Eine der Proben war so stark durch Ulzerationen verändert, dass keine anderen Strukturen mehr aufzufinden waren, die andere Probe war bis auf eine leichte Hyperkeratose unverändert.

Ebenfalls sehr häufig traten mit 96,79% deutlich ausgeprägte Sekundärpapillen (Abbildung 8-2) auf. Von den insgesamt 156 Proben wiesen lediglich 5 diese Veränderung

nicht auf, davon je 2 in Gruppe Sn und Sh und eine Probe in Gruppe Hm. In Gruppe Sm waren alle Proben verändert.

Auflagerungen aus Zelldetritus und Exsudat (Abbildung 8-2 und Abbildung 8-4) waren bei 149 Proben (95,51%) vorhanden. In Gruppe Sh waren vier von 39 Proben nicht betroffen, in Gruppe Sn zwei und in Gruppe Hm eine Probe. Einzig in Gruppe Sm wiesen alle Proben Auflagerungen auf.

Ulzerationen variierten in ihren Ausdehnungen (Abbildung 8-2 bis Abbildung 8-4) Von punktförmigen Durchbrüchen durch die Basalmembran bis hin zur vollständigen Ulzeration über die gesamte Breite der Präparate traten alle Zwischenstufen auf. Insgesamt waren 94,87% der Hennenproben von Ulzerationen betroffen. Während in Gruppe Sm alle Proben Ulzerationen aufwiesen, waren in Gruppe Sh vier von 39 Proben nicht ulzeriert. In Gruppe Sn wiesen drei Proben, in Gruppe Hm wies eine Probe keine Ulzerationen auf.

Narbenbildung (Abbildung 8-5) zeigte sich im Vergleich zu den anderen Veränderungen bei relativ wenigen Proben (16,03%). In Gruppe Sn wiesen sechs Proben die Bildung von Narbengewebe auf, in Gruppe Sm vier Proben. In Gruppe Sh fanden sich zwei Proben mit der Bildung glatten Narbengewebes, in Gruppe Hm hingegen 13 Proben.

Tabelle 4-23: Anzahl der Proben, die die genannte Veränderung aufweisen, Hennen

Veränderung	Gruppe Sn, rechts	Gruppe Sn, links	Gruppe Sm, rechts	Gruppe Sm, links	Gruppe Sh, rechts	Gruppe Sh, links	Gruppe Hm, rechts	Gruppe Hm, links	Total	%
n	19	19	20	20	19	19	20	20	156	100
verformte Primärpapillen (Abbildung 8-1)	19	19	20	20	18	18	20	20	154	98,72
deutlich ausgeprägte Sekundärpapillen (Abbildung 8-2)	18	18	20	20	18	18	19	20	151	96,79
nekrotische Auflagerungen (Abbildung 8-2 u. Abbildung 8-4)	18	18	20	20	19	15	19	20	149	95,51
Ulzerationen (Abbildung 8-2, Abbildung 8-3 und Abbildung 8-4)	18	17	20	20	19	15	19	20	148	94,87
Narbenbildung (Abbildung 8-5)	2	4	0	4	0	2	7	6	25	16,03

4.6.3.2 Die Veränderungen der Fußballen der Hähne aus dem Winterdurchgang

Die am Schlachttag in der 21. Lebenswoche entnommenen Proben der Hähne wurden ebenfalls auf das Vorkommen der im Folgenden dargestellten histopathologischen Veränderungen untersucht. Ein Unterschied in der Anzahl der Proben rechter und linker Fußballen in Gruppe Sm und Hm entsteht durch den Verlust zweier Proben bei der Verarbeitung. In Tabelle 4-24 sind die Befunde zusammengefasst.

Verlängerte und verformte Primärpapillen waren in fast allen Proben (99,32%) der Hähne vorhanden. Lediglich eine Probe aus Gruppe Sn wies diese Veränderungen nicht auf.

Deutlich ausgeprägte Sekundärpapillen traten mit 95,21% ebenfalls sehr häufig auf. In Gruppe Sm und Hm befanden sich in allen Präparaten deutlich ausgeprägte Sekundärpapillen. Nur sieben der insgesamt 146 Proben wiesen diese Veränderung nicht auf: In Gruppe Sn waren sechs Proben nicht betroffen, in Gruppe Sh eine Probe.

Bei 93,84% der 146 Hahnenproben fanden sich Auflagerungen aus Zelldetritus und Exsudat. In Gruppe Sn waren sieben Proben ohne Auflagerungen, in Gruppe Sh und Hm je eine Probe.

Auch bei den Hähnen konnte die Ausdehnung von Ulzerationen von punktförmig bis großflächig variieren. 91,78% der Hahnenproben waren von Ulzerationen betroffen. Ohne Ulzerationen waren in Gruppe Sn sechs Proben, in Gruppe Sm und Sh je eine Probe. In Gruppe Hm wiesen vier Proben keine Ulzerationen auf.

Verglichen mit den anderen Veränderungen traten auch bei den Hähnen bei relativ wenigen Proben Narbenbildungen auf. Insgesamt waren 13,01% der 146 Hahnenproben von der Bildung glatten Narbengewebes betroffen. In Gruppe Sn zeigten sechs Proben die Bildung von Narbengewebe, in Gruppe Sh waren es zwei Proben. In Gruppe Hm fanden sich bei elf Proben Narben, in Gruppe Sm hingegen war keine Probe vernarbt.

Tabelle 4-24: Anzahl der Proben, die die genannte Veränderung aufweisen, Hähne

Veränderung	Gruppe Sn, rechts	Gruppe Sn, links	Gruppe Sm, rechts	Gruppe Sm, links	Gruppe Sh, rechts	Gruppe Sh, links	Gruppe Hm, rechts	Gruppe Hm, links	Total	%
n	19	19	18	19	17	17	18	19	146	100
verformte Primärpapillen (Abbildung 8-1)	18	19	18	19	17	17	18	19	145	99,32
deutlich ausgeprägte Sekundärpapillen (Abbildung 8-2)	16	16	18	19	16	17	18	19	139	95,21
nekrotische Auflagerungen (Abbildung 8-2 u. Abbildung 8-4)	16	15	18	19	16	17	17	19	137	93,84
Ulzerationen (Abbildung 8-2, Abbildung 8-3 und Abbildung 8-4)	17	15	18	18	16	17	16	17	134	91,78
Narbenbildung (Abbildung 8-5)	2	4	0	0	0	2	5	6	19	13,01

4.6.3.3 Die statistische Auswertung der erhobenen Befunde

Die explorative Datenanalyse mittels Chi-Quadrat-Tests wurde auf Basis der histopathologischen Befunde aller Füße durchgeführt. Der Chi-Quadrat-Test kann anzeigen, ob die erhobenen Befunde der jeweiligen Gruppen von denen abweichen, die bei voneinander unabhängigen Variablen zu erwarten wären.

Es ergeben sich Hinweise auf eine Abhängigkeit zwischen Gruppe und Narbenbildung, d.h. es besteht bei den untersuchten Tieren ein Einfluss der Gruppe auf den Heilungsprozess der Läsionen. Abhängigkeiten zwischen der Gruppe und den anderen in die Auswertung aufgenommenen Veränderungen konnten durch den Test nicht gezeigt werden.

Ein Testen der Befunde der Hennengruppen zeigt eine Abhängigkeit zwischen der Bildung von Ersatzgewebe an den Fußballen und der Gruppe. Bei den Hennengruppen gibt es mehr Narbenbefunde in der Hobelspane-Gruppe als unter der Nullhypothese „die Verteilung der pathologischen Veränderungen ist unabhängig von der Haltungsbedingung“ erwartet (Tabelle 4-25).

Tabelle 4-25: Kreuztabelle Narben, Hennen

Gruppe		Narbe		Total
		Nein	Ja	
Gruppe Sn	Anzahl	32	6	38
	Erwartete Anzahl	31,9	6,2	38,0
	Standardisiertes Residuum	0,0	-0,1	
Gruppe Sm	Anzahl	36	4	40
	Erwartete Anzahl	33,6	6,4	40,0
	Standardisiertes Residuum	0,4	-0,9	
Gruppe Sh	Anzahl	36	2	38
	Erwartete Anzahl	31,9	6,1	38,0
	Standardisiertes Residuum	0,7	-1,6	
Gruppe Hm	Anzahl	27	13	40
	Erwartete Anzahl	33,6	6,4	40,0
	Standardisiertes Residuum	-1,1	2,6	

Auch bei den untersuchten Hähnen lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Gruppe und der Bildung von Narbengewebe darstellen (Tabelle 4-26). In Gruppe Sm (mittlere Besatzdichte, Langstroh) wurde weniger Narbengewebe aufgefunden als erwartet, in Gruppe Hm (mittlere Besatzdichte, Hobelspäne) wie auch bei den Hennen der Gruppe Hm mehr als erwartet.

Tabelle 4-26: Kreuztabelle Narben, Hähne

Gruppe		Narbe		Total
		Nein	Ja	
Gruppe Sn	Anzahl	31	7	38
	Erwartete Anzahl	32,8	5,2	38,0
	Standardisiertes Residuum	-0,3	0,8	
Gruppe Sm	Anzahl	37	0	37
	Erwartete Anzahl	31,9	5,1	37,0
	Standardisiertes Residuum	0,9	-2,3	
Gruppe Sh	Anzahl	32	2	34
	Erwartete Anzahl	29,3	4,7	34,0
	Standardisiertes Residuum	0,5	-1,2	
Gruppe Hm	Anzahl	26	11	37
	Erwartete Anzahl	31,9	5,1	37,0
	Standardisiertes Residuum	-1,0	2,6	

5. DISKUSSION

5.1 Die plantare Pododermatitis

Bei Mastputen und Broilern tritt an den Fuß- und Zehenballen häufig eine entzündliche Veränderung auf, die als plantare Pododermatitis (Syn. foot pad dermatitis, foot pad burns, Fußballendermatitis) bezeichnet wird. Es treten Hyperkeratosen und Verfärbungen der Ballenhaut auf, die sich in kurzer Zeit zu Erosionen, Nekrosen und Ulzerationen weiter entwickeln, aber auch unter Bildung von Ersatzgewebe ausheilen können (MARTLAND, 1984; GREENE et al., 1985; PLATT, 2004, EKSTRAND und ALGERS, 1997a). Betroffene Tiere lahmen nur selten, sondern zeigen lediglich eine eingeschränkte Motilität. (EKSTRAND u. ALGERS, 1997a). Auch wenn die klinischen Erscheinungen häufig nicht auffallen oder auch ausbleiben können, werden die Veränderungen doch als schmerzhaft für die Tiere angesehen (JULIAN u. GAZDZINSKI, 1999) und werden deshalb auch als tierschutzrelevant diskutiert (BUDA, 2002).

Die Ursachen der plantaren Pododermatitis sind von großer Komplexität (MAYNE, 2005). Beispielhaft sei hier die Futterzusammensetzung genannt, die einen Einfluss auf die Fäzes und somit den Zustand der Einstreu haben kann (JENSEN et al., 1970; TUCKER u. WALKER, 1999). Auch der natürliche Reifungsprozess der Haut, der bei schnell wachsenden Tieren gestört sein könnte, wird als ein weiterer Einflussfaktor diskutiert (BUDA, 2002; BREUER, 2005).

In dieser Arbeit sollten die folgenden zwei Parameter hinsichtlich eines möglichen Einflusses auf die plantare Pododermatitis untersucht werden.

Die Besatzdichte könnte einen Einfluss auf das Auftreten der Pododermatitis haben, indem durch eine höhere Tierzahl ein höheres Aufkommen an Fäzes zu verzeichnen ist und so auch ein Einfluss auf die Einstreuqualität nicht ausgeschlossen werden kann (CRAVENER et al., 1992; CLARK et al. 2002): Kann auch nach Ausschluss des Faktors Einstreufeuchte ein Einfluss der Besatzdichte auf die PD gezeigt werden?

Der Einsatz verschiedener Einstreumaterialien resultiert in der Literatur in unterschiedlich stark von Pododermatitis betroffenen Tieren (EKSTRAND u. ALGERS, 1997a; BERG, 1998): Kann dieses durch den vorliegenden Versuchsaufbau widerlegt oder bestätigt werden?

Zu diesem Zweck wurden männliche und weibliche Mastputen der Herkunft B.U.T. Big 6 in drei unterschiedlichen Besatzdichten (niedrig, mittel und hoch; siehe Tabelle 4-2, Tabelle 4-5, Tabelle 4-8 und Tabelle 4-11) auf Stroh gehalten und eine weitere Gruppe mittlerer Besatzdichte auf Hobelspäne. Auf diese Weise konnten einerseits die Gruppen mit

unterschiedlichen Besatzdichten miteinander verglichen werden, andererseits konnte aber auch der Effekt des Einstreumaterials Hobelspäne bzw. Langstroh auf zwei Gruppen mit der gleichen Besatzdichte betrachtet werden. Der Versuch wurde einmal im Sommer (April bis September 2005) und einmal im Winter durchgeführt (Oktober 2004 bis Februar 2005). Während der in der Mastputzenhaltung üblichen Mastdauer von 16 (Hennen) bzw. 21 Wochen (Hähne) wurde die Fußballengesundheit von individuell markierten Tieren in 14tägigen Abständen beurteilt. Am Mastende des Winterdurchgangs wurden von den untersuchten Tieren Proben entnommen und histopathologisch untersucht.

5.2 Die gewählte Methode der Fußballenbeurteilung

Für die Beurteilung der Fußballengesundheit wurde das Scoring-System nach EKSTRAND und ALGERS (1997a) zugrunde gelegt und leicht modifiziert. Verschiedene Autoren nennen zwar EKSTRAND und ALGERS (1997a) als Quelle für die angewandten Scoring-Methoden, Tabelle 5-1 zeigt jedoch, dass in der Wahl des Scoring-Systems in der Literatur keine Einigkeit herrscht. Es existieren die verschiedensten Methoden, die sich auf unterschiedlichste Kriterien stützen und deshalb eine Vergleichbarkeit der Untersuchungen miteinander erschweren.

Tabelle 5-1: Zusammenfassende Darstellung der verschiedenen Scoring-Systeme für Puten

Autor(en)	Alter der untersuchten Tiere	Score makroskopisch	Kriterien
ABBOTT et al., 1969	4., 6., 8. LW		evidence of PD
BREUER, 2005	bis 3. LW	0 (Klasse A, keine Veränderungen)	regelmäßige kuppelartige Form der reticulate scales, gleichmäßige Höhe, zartrosa bis hellgelbe Farbe
		1 (Klasse B; Veränderungen)	Rötung (Erythem)
		2 (Klasse B)	bräunliche Verfärbung
		3 (Klasse B)	bräunliche Verfärbung, Verlängerung (Hyperkeratose) und plattenartige Verbindung mehrerer reticulate scales
BUDA, 2000	19. LW		slight
			middle
			severe
CHARLES u. FORTUNE, 1977	bis 20. LW	1	no lesions
		4	bleeding lesions

Fortsetzung von Tabelle 5-1: Zusammenfassende Darstellung der verschiedenen Scoring-Systeme für Puten

EKSTRAND u. ALGERS,1997a	zur Schlachtung	1 (A no)	no visible lesions, smooth epidermis, no discoloration
		2 (B mild)	papillae only: hyperkeratosis but no discoloration
		3 (B mild)	mild/superficial lesions: discoloration and erosions in the epidermal layer
		4 (B mild)	mild/superficial lesions and papillae:hyperkeratosis and discoloration or erosion in the epidermal layer
		5 (C severe)	severe ulcerations: discoloration, ulcers and signs of inflammatory reactions
		6 (C severe)	severe ulcerations and papillae: discoloration, hyperkeratosis, ulcers and signs of inflammation
ELLERBROCK u.KNIERIM, 1999	19. LW	1	ohne Veränderungen
		2	Ballenbereich leicht umfangsvermehrt, Ballen intakt
		3	Ballenbereich deutlich umfangsvermehrt, Oberfläche rau
		4	Ballenbereich stark umfangsvermehrt, Oberfläche zerklüftet
HARMS u. SIMPSON,1977	3. und 4. LW	1	no lesions
		2	presence of lesion
		3	moderate lesion
		4	most severe lesions
HAFEZ et al., 2004	1., 4., 8., 12., 16., 20., 22. LW	0	no lesions
		1	hyperkeratosis only
		2	superficial lesions and pododermatitis
		3	ulcerative pododermatitis
MURILLO u. JENSEN,1970	2., 3., 4. LW	0	absence of dermatitis
		3	maximum severity
MARTREN-CHAR et al., 1999	zur Schlachtung	0	no lesions
		1	mild lesions
		2	severe lesions
PLATT, 2004	6., 14., 21. LW	1	Keine makroskopisch erkennbaren Veränderungen
		2	Hyperkeratose der reticulate scales
		3	Hyperkeratose und rötlichbraune Einfärbung einzelner reticulate scales
		4	Hyperkeratose und multiple Einfärbung der reticulate scales
		5	Hyperkeratose, Einfärbung der reticulate scales und kleinflächige Verkrustungen einzelner reticulate scales
		6	Hyperkeratose und Verkrustungen multipler reticulate scales
		7	Hyperkeratose und bis 1/5 des Metatarsalballens einnehmende, flächige Verkrustung
		8	Hyperkeratose und bis 1/3 des Metatarsalballens einnehmende, flächige Verkrustung
		9	Hyperkeratose und bis die Hälfte des Metatarsalballens einnehmende Verkrustung
		10	Hyperkeratose und mehr als die Hälfte des Metatarsalballens einnehmende Verkrustung
		11	Gesamte Fußungsfläche einnehmende Verkrustung

In der vorliegenden Arbeit wurde das leicht modifizierte Scoring-System nach EKSTRAND und ALGERS (1997a) gewählt, da es neben einer feinen Einteilung der vorgefundenen Veränderungen in sechs Stufen auch eine gröbere Einteilung in drei Klassen erlaubt (keine, leichte, schwere Veränderungen). Bei der Modifikation handelt es sich um die Einbeziehung von Heilungstendenzen, indem bei vorliegendem glatten Ersatzgewebe ein Score von 3 vergeben wurde.

Im Zusammenhang mit der Schilderung einer Hyperkeratose als einem frühen Stadium der Pododermatitis muss die in dieser Untersuchung angewandte Methode des Scorings dahingehend in Frage gestellt werden, dass bereits beim Vorliegen lediglich einer Hyperkeratose ein Score von 2 vergeben wird. Dieser Score steht für eine leichte Veränderung (Klasse B). Die hier benannte Hyperkeratose ist nach DÄMMRICH und LOPPNOW (1982) eine erworbene, lokal begrenzte Proliferationshyperkeratose, die sich aufgrund wiederholter lokaler Druckbelastungen über einen längeren Zeitraum hinweg entwickelt. Solche Proliferationshyperkeratosen wirken sich im Allgemeinen weder auf den Gesamtorganismus noch auf das Wohlbefinden des betroffenen Individuums negativ aus. Als Beispiel seien hier die Fingerbeeren des Menschen genannt, deren Hornschicht ebenfalls mit einer Verdickung auf mechanische Belastung reagiert. Die Hyperkeratose kann zwar als ein frühes Stadium in der Entwicklung einer Pododermatitis angesehen werden, es sollte jedoch in Zukunft darauf verzichtet werden, eine leichte Zubildung von Hornmaterial ohne weitere Veränderungen an den Sohlenballen von Mastputen als zwangsläufig dem Pododermatitis-Geschehen zugehörig anzusehen und mit einem Score zu versehen.

Kommt es jedoch neben einer Hyperkeratose der reticulate scales auch zu einer rötlichbraunen bis schwarzen Verfärbung der Schuppen, ist diese Veränderung bereits in den Prozess der Pododermatitis einzuordnen und auch solcherart zu bewerten, da diese makroskopischen Veränderungen sich lichtmikroskopisch als Infiltrate von Entzündungszellen wiederfinden lassen, die in der Regel gemeinsam mit einer Ausbreitung des Entzündungsgeschehens in die Tiefe bis durch die Basalmembran hindurch auftreten (Abbildung 8-7). Auch GREENE et al. (1985) weisen regelmäßig mikroskopisch an mindestens einem Punkt durch das Entzündungsgeschehen durchbrochene Basalmembranen nach, während die makroskopischen Läsionen lediglich als Erosion eingestuft worden waren.

Auch die mögliche Heilung der Pododermatitis und ihre Bewertung im Rahmen eines Scorings verlangt Aufmerksamkeit. Die in der Literaturübersicht und in Tabelle 5-1 aufgeführten Autoren erwähnen in keinem Fall, wie eine eventuelle Bildung von Ersatzgewebe in das jeweilige Scoring Eingang gefunden hat. Lediglich EKSTRAND et al. (1998) erwähnen das Nichtvorhandensein von Narben als Kriterium für den niedrigsten Score bei Broilern. In diesem Versuch wurde eine glatt vernarbte Fläche auf dem

Metatarsalballen lediglich mit dem Score 3 bewertet, wenn keine anderen, einen höheren Score begründenden Läsionen vorlagen.

Ein Scoring sollte immer auch berücksichtigen, dass die Entstehung dieses glatten Reparationsgewebes stets eine erhebliche Veränderung der ursprünglichen Struktur der Epidermis der Metatarsalballen darstellt und die Folge einer erforderlichen Rekonstruktion der im Zuge des Krankheitsgeschehens zerstörten Basalmembran ist. In den vorliegenden Fällen trat eine Bildung von Ersatzgewebe auf, nachdem der Score des betreffenden Fußballens im Verlauf des Versuchs mit mindestens 5 beurteilt worden war (siehe Anhang). Deshalb darf ein solches Scoring zur Beurteilung der Fußballengesundheit - und daraus folgernd Rückschlüssen auf die allgemeinen Haltungsbedingungen - auftretende Vernarbungen nicht als Abwesenheit von Läsionen werten, da ja in der Vergangenheit eine Erkrankung der Fußballen vorgelegen hat. Zudem handelt es sich bei der Bildung von Ersatzgewebe auch nicht um vollständige Wiederherstellung der ursprünglich vorhandenen Gewebestrukturen (*Restitutio ad integrum*), sondern um die Bereitstellung von Ersatzgewebe (*Reparatio*), das sich glatt und ohne die typischen Strukturen der *reticulate scales* präsentiert. Histologisch findet sich bei solcherart veränderten Fußballen ein verdicktes, an der Hautoberfläche glattes *Stratum corneum* und eine Dermis ohne ausgeprägte Primärpapillen.

Zu der von vielen Autoren angewandten Methode, den Schweregrad einer plantaren Pododermatitis anhand der Flächenausdehnung makroskopisch erfassbarer Veränderungen zu bestimmen, muss angemerkt werden, dass die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass bereits kleinflächige makroskopische Veränderungen aufgrund der hier angewandten Kriterien auf mikroskopischer Ebene als schwere Veränderungen beurteilt werden müssen, wenn der Entzündungsprozess zur Bildung von plattenartig verschmolzenen *reticulate scales* und exsudativen Plaques geführt hat. Das Entzündungsgeschehen bei der Pododermatitis stellt sich also unabhängig von der Ausdehnung einer Ulzeration histopathologisch bis auf wenige Ausnahmen identisch dar.

Die Klassifizierung einer Veränderung als „schwere Veränderung“ stellt lediglich den vorgefundenen Zustand dar, ohne eine Bewertung abzugeben hinsichtlich einer aus dieser Veränderung resultierenden Einflussnahme auf das Wohlbefinden der betroffenen Tiere. Für Broiler halten PAGAZAURTUNDUJA und WARRISS (2006) fest, dass die Größe der makroskopisch feststellbaren Läsionen keinen direkten Rückschluss auf das Wohlbefinden der Tiere erlaubt. BUDA weist 2002 Schmerzrezeptoren in der Dermis der Fußballen von Mastputen nach. Somit kann der Entzündungsprozess im Rahmen der Pododermatitis über Mediatoren wie Bradykinin und Histamin Schmerz im Tier auslösen. Die Beantwortung der Frage, ob bestimmte Ausprägungen der Pododermatitis möglicherweise hinsichtlich eines als

vertretbar einzustufenden Schmerzpotenzials toleriert werden können, muss anderen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Für die Auswertung und ein Vergleichen verschiedener Untersuchungen ist es jedoch unerlässlich, dass die Untersucher einen einheitliches, objektives, von äußeren Einflüssen unabhängiges System zur Erfassung vorgefundener Veränderungen an den Fuß- und Zehenballen von Mastputen und auch Broilern anwenden. Für die Entwicklung eines solchen Systems können die Erfahrungen aus dieser und vorangegangenen Untersuchungen wertvolle Hilfe leisten. Insbesondere die Bewertung von leichten Hyperkeratosen der reticulate scales und auch der Vernarbung von Läsionen sollten aufmerksam hinterfragt werden.

5.3 Die Abgangsraten und die Endbesatzdichten

Die erreichten Mastendgewichte der Einzeltiere überschritten in jedem Durchgang die geplanten Gewichte, so dass es mit Ausnahme der Hahnengruppen des Sommerdurchgangs zu höheren als den geplanten Endbesatzdichten (kg/m^2) kam. Die Tiere des Winterdurchgangs und die Hennen des Sommerdurchgangs waren zwischen 9,21% und 15,91% schwerer als geplant, was sich direkt auf die Besatzdichten in kg/m^2 auswirkte, welche somit zwischen 6,08% und 17,13% höher als vorgesehen lagen.

Die Abgangsrate setzt sich zusammen aus a) den Verlusten durch Todesfälle und b) Lebendentnahmen (Selektion), die aus verschiedenen Gründen, z.T. auch versuchsbedingt, erfolgten. Die höchste Abgangsrate war bei den Hähnen des Sommerdurchgangs mit 14,6% Todesfällen und 10,4% selektierten Tieren in der Gruppe Sn zu beobachten. Verglichen mit den Hähnen des Winterdurchgangs erreichten die Hähne des Sommerdurchgangs der komplementären Gruppen ein bis zu 10,22% niedrigeres Mastendgewicht. Zudem erkrankten die Tiere des Sommerdurchgangs bereits früh an Darminfektionen, so dass vermutet wird, dass die Hähne des Sommerdurchgangs konstitutionell schlechter aufgestellt waren als die Vergleichstiere.

5.4 Der Einfluss der Besatzdichte auf die Entwicklung der Pododermatitis

Bei den Tieren des Winterdurchgangs lässt sich weder bei den untersuchten Hennen noch bei den Hähnen ein Zusammenhang zwischen der Besatzdichte und der Entwicklung der Pododermatitis darstellen. Bei den untersuchten Tieren des Sommerdurchgangs weisen ab der 9. Lebenswoche kontinuierlich die Gruppen mit der niedrigsten Besatzdichte die niedrigsten mittleren Scores auf. Unterschiede zwischen den niedrigen und den höheren Besatzdichten sind bei den Hennen jedoch nur in der 11. und 13. Lebenswoche, bei den Hähnen in der 9., 11., 13., 15. und 17. Lebenswoche statistisch signifikant. Es lässt sich also

anhand der in dieser Untersuchung gewonnenen Daten kein statistisch gesicherter, reproduzierbarer Einfluss der Besatzdichte auf die Entwicklung einer Pododermatitis bei Mastputen feststellen.

Die erzielten Ergebnisse stehen im Einklang mit den Arbeiten von EKSTRAND und ALGERS (1997a), ELLERBROCK (2000), MARTRENCAR et al (2002) sowie MIRABITO et al (2002), die keinen Einfluss der Besatzdichte auf die Fußballengesundheit von Puten nachweisen können. Lediglich MARTRENCAR et al. (1999) zeigen bei sehr hohen Besatzdichten von 10 Hennen/m² bzw. 4 Hähnen/m² einen negativen Einfluss der Besatzdichte auf die Pododermatitis, weisen jedoch auch darauf hin, dass die Einstreu bei den höheren Besatzdichten eine schlechte Qualität aufwies. Dies könnte eine Ursache für die höhere Prävalenz der Pododermatitis in der genannten Untersuchung gewesen sein.

Von elementarer Bedeutung für die praktische Aufrechterhaltung einer von der Besatzdichte unbeeinflussten Fußballengesundheit ist es jedoch, dass die Einstreu in einem Zustand gehalten wird, der sich nicht negativ auf die Füße der Tiere auswirkt. Wie weiter unten erläutert wird, hat der Feuchtegehalt der Einstreu maßgeblichen Einfluss auf die Entwicklung einer Pododermatitis. Deshalb sollte eine schlechte Einstreuqualität, sprich feuchte, klebrige Einstreu mit einem Trockensubstanzgehalt von weniger als 60%, nicht zuletzt im Interesse der Fußballengesundheit der Tiere vermieden werden.

5.5 Der Einfluss des Geschlechts auf die Entwicklung der Pododermatitis

In beiden Durchgängen wurden jeweils Hähne und Hennen gehalten. Die in der Literatur vorhandenen Angaben weisen darauf hin, dass Hähne stärker als Hennen von Pododermatitis betroffen sein könnten, es gibt jedoch auch Untersuchungen, in denen sich diese Tendenz nicht zeigen lässt (MARTLAND, 1984; EKSTRAND und ALGERS, 1997a). SCHMIDT und LÜDERS (1976) vermuten eine stärkere Belastung der Fußballen von Hähnen durch das schneller wachsende Körpergewicht, da sie bei Hennen keine Veränderungen vorfinden.

Auch bei den hier untersuchten Tieren nehmen die Hähne innerhalb der gleichen Zeitspanne schneller an Körpergewicht zu als die Hennen. In der 16. Lebenswoche sind die Hennen im Winter durchschnittlich 10,61 kg schwer, die Hähne 15,97 kg. Im Sommer wiegen die Hennen in der 16. Lebenswoche durchschnittlich 10,44 kg, die Hähne 15,02 kg. Die Scores der Hennen und Hähne können nicht geschlechterübergreifend einer Varianzanalyse unterzogen werden, da sich die verschiedenen Gruppen in den Variablen (Besatzdichte, Körpergewicht, Einstreumaterial) zu sehr unterscheiden. Dennoch kann deskriptiv dargestellt werden, dass die Scores aller Langstroh-Gruppen der Hennen in der 15. Lebenswoche im Winter- wie auch im Sommerdurchgang mit Klasse C beurteilt werden. Auch die

Hobelspäne-Gruppe im Winter zeigt schwere Veränderungen an den Fußballen, die Hobelspäne-Gruppe im Sommer dagegen nur leichte.

Von den Hahnengruppen hingegen weisen in der 15. Lebenswoche nur im Winterdurchgang die Langstroh-Gruppen mit mittlerer und hoher Besatzdichte schwere Veränderungen auf, die anderen Gruppen dieses und des Sommerdurchgangs sind von nur leichten Veränderungen betroffen. Somit stellen sich in dieser Untersuchung die Hennen bis zur 16. Lebenswoche als stärker von der plantaren Pododermatitis betroffen dar als die Hähne. Auch MARTRENCAR et al. (2002) identifizieren in einer Langzeitstudie Putenhennen als das stärker von Pododermatitis betroffene Geschlecht, werden aber von keinen weiteren Arbeiten bestätigt.

Der versuchsbegleitend ermittelte Trockensubstanzgehalt des Einstreumaterials gibt keine Hinweise auf einen höheren Feuchtegehalt der Einstreu der Hennen, der zu einer stärkeren Belastung der Fußballen geführt haben könnte, wie weiter unten erläutert wird. Betrachtet man jedoch die verwendeten Einstreumengen, wird offensichtlich, dass die Hennen bis zur 16. Lebenswoche häufiger neu eingestreut wurden als die Hähne. Dies stellt eine Übereinstimmung mit MARTRENCAR et al. (2002) dar, die in einer Langzeitstudie im Feld feststellten, dass die Zugabe großer Mengen frischen Einstreumaterials in den Beständen einen statistisch ermittelbaren Risikofaktor für das Auftreten von Pododermatitis darstellt. Die Autoren konnten jedoch nicht klären, ob die schlechte Einstreuqualität sich durch den Einsatz hoher Mengen Einstreumaterial erst entwickelt hatte, oder ob die großen Mengen Einstreu eingesetzt wurden, um einer bereits vorliegenden schlechten Einstreuqualität entgegen zu wirken.

Im weiteren Verlauf sinkt bei den meisten Hahnengruppen mit Ausnahme der Hobelspäne-Gruppe im Sommerdurchgang der mittlere Score wieder ab. Um die 15./17. Lebenswoche herum ist also bei den Hähnen in dieser Untersuchung der Höhepunkt in der Entwicklung der Pododermatitis erreicht, um danach leicht zu sinken. Dies bestätigt die Ergebnisse von HELM (unveröffentlicht, 1996, zitiert nach CLARK, 2002).

5.6 Der Einfluss des Einstreumaterials auf die Entwicklung der Pododermatitis

Der Vergleich der mittleren Scores der mit Hobelspäne bzw. Langstroh eingestreuten Gruppen mit mittlerer Besatzdichte zeigt unabhängig vom Geschlecht oder der Jahreszeit einen deutlichen Zusammenhang zwischen Einstreumaterial und Fußballengesundheit. Die Hobelspäne-Gruppen weisen nach Beginn des Einstreuens der anderen Gruppen mit Langstroh an nahezu allen der 9. Lebenswoche folgenden Beurteilungsterminen einen statistisch signifikant niedrigeren mittleren Score auf als die Langstroh-Gruppen. Bei den Hennen des Winterdurchgangs ist der Unterschied in der 13. Lebenswoche nicht statistisch

signifikant, bei den Hähnen des Winterdurchgangs in der 21. Lebenswoche. Im Sommer prägt sich der statistisch signifikante Unterschied bei den Hähnen erst ab der 13. Lebenswoche aus.

Auch EKSTRAND und ALGERS (1997a) stellen eine bessere Fußballengesundheit bei auf Hobelspänen gehaltenen Puten fest, MARTRENCAR et al. (2002) können dies allerdings nicht bestätigen. MAYNE et al. (2004) halten Putenküken auf Hobelspänen unterschiedlicher Verschmutzungsgrade und stellen fest, dass die Fußballen der Tiere umso stärkere Veränderungen aufweisen, je feuchter und schmutziger die Späne sind. Zeitgleich werden jedoch auch Tiere auf Beton ohne Einstreu gehalten. Diese Tiere entwickeln Veränderungen, die denen der auf trockenen Spänen gehaltenen Tiere gleichen. Deshalb schließen die Autoren die Existenz eines die Haut reizenden Stoffes in verschmutzten Hobelspänen nicht aus, der durch die Feuchtigkeit aus den Spänen freigesetzt werden könnte. Existierte eine solche Noxe, läge aufgrund der hier vorliegenden Untersuchungsergebnisse die Vermutung nahe, dass sie in Langstroh in einer größeren Konzentration enthalten sein könnte als in der verwendeten Hobelspäne. Hierzu sollten weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Eine mögliche Erklärung für die reproduzierbar bessere Fußballengesundheit in den Hobelspäne-Gruppen könnte in den im Ergebnisteil (4.3) beschriebenen, abhängig vom Einstreumaterial unterschiedlich stark an den Fußballen haftenden Auflagerungen begründet sein:

Die Ausscheidungen der Tiere sind normalerweise von teigig-klebriger Konsistenz. Ein Kontakt mit den Fußballen der Tiere führt dazu, dass ein Teil der Fäzes an den Ballen kleben bleibt. Je geringer die Fußballen der Tiere also in Kontakt mit den Ausscheidungen kommen, desto weniger Auflagerungen können sich bilden.

Werden die Ausscheidungen auf Hobelspänen abgesetzt, können sich Spänepartikel auf der Oberfläche des Kotes ablagern und auf diese Weise eine Adhäsion des Kotes an den Fußballen verhindern oder zumindest reduzieren. Durch das Einarbeiten der Ausscheidungen in die Einstreu werden diese mit den kleinen Partikeln der Späne vermischt und entfachtet, so dass zwar ein Teil der Fäzes sich an den Fußballen absetzen kann, der größere Teil jedoch durch die Späne am Haften gehindert wird. Selbst wenn die Späne bereits sehr feucht sind, z. B. um die Tränke- und Fütterungseinrichtungen herum, können die verschiedenen Bestandteile noch intensiv miteinander vermengt werden. Lediglich wo Späne und Fäzes zu einer festen Platte eingetrocknet sind, besteht für frischen Kot nur noch eine geringe Möglichkeit, mit der oft nur noch in dünner Schicht vorhandenen lockeren Einstreu vermengt zu werden.

Die langen, flachen Strohhalme bildeten bald nach dem Einstreuen einen flächigen Untergrund, aus dem sich nur schwer einzelne Halme lösten. Die Ausscheidungen wurden

häufig nur noch über die Fläche verteilt und gelangten so in intensiven Kontakt mit den Fußballen der Tiere. Durch ständige Ablagerung frischen, feuchten Materials in den Strohhäufungen konnte es im vorliegenden Versuch zur Bildung von härteren und kompakteren Auflagerungen an den Fußballen kommen, die sich oft ohne Substanzverlust nicht mehr ablösen ließen. Unter diesen Auflagerungen kann sich einerseits lange Feuchtigkeit aus den Fäzes halten und auf die Haut einwirken, andererseits kann es zu Zirkulationsstörungen und folgend ischämischen oder auch Drucknekrosen der reticulate scales durch das feste Anhaften des Materials und das Eigengewicht der Tiere kommen. Sichtbar wird dies nach dem Ablösen kleinerer Auflagerungen, die teilweise tiefe Eindrücke in der Ballenhaut hinterlassen.

In der Putenwirtschaft wird bei Einsatz von Stroh als Einstreumaterial zumeist Häckselstroh verwendet, was im vorliegenden Versuch aus technischen Gründen nicht möglich war. So kam Stroh mit unterschiedlichen, vom Pflanzenwuchs abhängigen und erntetechnisch bedingten Halmlängen zur Verwendung. Es muss die Frage diskutiert werden, ob sich die Ergebnisse bei Verwendung von gehäckseltem Stroh anders und vielleicht sogar zugunsten des Strohs dargestellt hätten.

Kürzere Halme weisen zwar mehr Anschnitte auf, die Halmoberfläche aber bleibt weiterhin glatt und wenig saugfähig. Dies bestätigen auch MARTRENCAR et al. (2002), die bei unterschiedlichen Halmlängen des Strohs keinen Unterschied bezüglich der Fußballengesundheit von Puten feststellen konnten. In der zitierten Untersuchung konnte allerdings auch kein positiver Einfluss der Hobelspäne nachgewiesen werden. Bei Broilern konnten SØRENSEN et al. (2002) ebenso wie MARTRENCAR et al. (2002) einerseits gesündere Fußballen auf Hobelspänen verzeichnen, andererseits aber keinen Einfluss der Halmlänge bei Stroh. Es sollte jedoch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass sehr kurze Halmlängen sehr wohl einen Einfluss auf die an den Fußballen haftenden Kotbestandteile haben können, indem sie wie auch die Späne in das Material eingearbeitet werden und es so auflockern. Hierzu liegen jedoch noch keine vergleichenden Untersuchungen vor.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass in dieser Untersuchung die Puten, die auf Hobelspänen gehalten wurden, eine bessere Fußballengesundheit aufwiesen als die auf Langstroh gehaltenen Tiere. Ob der Grund für das bessere Abschneiden der Hobelspäne im Vergleich mit Langstroh nun in der Struktur des Materials begründet ist oder in der unterschiedlichen Konzentration einer durch Feuchtigkeit mobilisierbaren unbekanntem Noxe, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden.

5.7 Der Einfluss der Jahreszeit auf die Entwicklung der Pododermatitis

Ebenso wie bei den Hennen- und Hahnengruppen beider Durchgänge können die acht

Gruppen der beiden Durchgänge aus Gründen der Varianzhomogenität keiner gemeinsamen Varianzanalyse unterzogen werden, sondern nur nach Durchgängen (Winter und Sommer) getrennt. Betrachtet man jedoch die mittleren Scores der verschiedenen Gruppen in beiden Durchgängen, ist erkennbar, dass die mittleren Scores aller Gruppen im Winterdurchgang höher lagen als im Sommerdurchgang. Es wird vermutet, dass dieser Effekt durch das Vorliegen einer feuchteren Einstreu verursacht wurde, die aus einer in den Wintermonaten - verglichen mit den Sommermonaten - im allgemeinen höheren relativen Luftfeuchtigkeit in Nordeuropa resultieren könnte. Diese Vermutung steht im Einklang mit der vorliegenden Literatur, die den Einfluss einer feuchten Einstreu auf die Entwicklung der Pododermatitis bei Mastputen einstimmig bestätigt (ABBOTT et al., 1969; CHARLES u. FORTUNE, 1977; HARMS u. SIMPSON, 1977; MARTLAND, 1984; MAYNE et al., 2004; MAYNE et al., 2006).

Ein solcher „Wintereffekt“ auf die relative Luftfeuchtigkeit im Stallinneren und auch auf das Einstreumaterial wurde von ELWINGER (1995) nachgewiesen, ebenso fanden sich bei verschiedenen Autoren Hinweise auf eine Verschärfung von Pododermatitis-Problemen bei Broilern, wenn die Tiere während der Wintermonate gemästet wurden (GREENE et al., 1985; EKSTRAND und CARPENTER, 1998 a,b).

Während der Wintermonate ist nicht nur das Einstreumanagement erschwert, sondern auch die Frischluftzufuhr in den Stallgebäuden stellt häufig ein Problem dar. Einerseits muss eventuell das Stallgebäude geheizt und müssen die Tiere vor der kalten und feuchten Außenluft geschützt werden, andererseits kann nicht auf den Luftaustausch verzichtet werden. Durch die häufig geringere Luftaustauschrate in den Wintermonaten und die erhöhte relative Luftfeuchte in der Außenluft kann es in Kombination mit den Ausscheidungen der Tiere und eventuell der Art der Wasserversorgung der Tiere (z. B. Glockentränken) auch zu einer sehr hohen relativen Luftfeuchte in den Gebäuden kommen. Unter solchen Umständen kann das Einstreumaterial die aufgenommene Feuchtigkeit aus den Fäzes nicht mehr an die umgebende Luft abgeben und ist dementsprechend in schlechtem Zustand. Selbst bei ausreichender Frischluftzufuhr ist die Umgebungsluft bei niedrigen Stall- und Außentemperaturen häufig nicht in der Lage, ausreichend Feuchtigkeit aufzunehmen, um ein Abtrocknen der Einstreu zu ermöglichen. So wird auch für diese Untersuchung davon ausgegangen, dass es trotz der Bemühungen um eine gleichmäßige Einstreuqualität in dieser Untersuchung nicht gelungen ist, Einflüsse der saisonal bedingten Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit der Außenluft auf den Feuchtegehalt der Einstreu vollständig auszugleichen.

Der ermittelte Trockensubstanz-Gehalt sollte nach JODAS und HAFEZ (2000) über 60 % betragen, um einerseits ein Verkleben und Verklumpen der Einstreu sowie eine unerwünschte Vermehrung von Mikroorganismen zu vermeiden, andererseits aber eine Staubbelastung möglichst zu minimieren. Dies ist im Winterdurchgang bei 23 von 80 Proben,

im Sommerdurchgang bei 35 von 80 Proben der Fall. Anhand der Dokumentation der verbrauchten Einstreumengen während des Versuchs kann festgestellt werden, dass im Winterdurchgang zwischen 16 und 50% mehr Einstreumaterial eingesetzt werden musste als im Sommerdurchgang. Dies bestätigt den subjektiven Eindruck der Beurteilenden, dass die Einstreu im Sommerdurchgang bis auf wenige technisch bedingte Ausnahmen einen trockeneren Eindruck machte. Die größten Mengen frischen Materials wurden in die Boxen der Gruppen mit den höchsten Besatzdichten gegeben. Doch auch in diesen Gruppen besteht ein Unterschied von über 20 (Hennen) bzw. 30% (Hähne) im Einstreuaufwand zwischen Winter- und Sommerdurchgang. Die in dieser Untersuchung erhobenen Daten zur Einstreufeuchte können zwar nicht zu Aussagen über den Zustand der Einstreu über die gesamte Versuchsdauer hinweg herangezogen werden, jedoch können die Werte gemeinsam mit dem im Winter erhöhten Aufwand an Einstreumaterial als Hinweise auf eine im Winterdurchgang feuchtere Einstreu gewertet werden.

Auch die Hobelspäne waren nicht geeignet, den negativen Effekt einer erhöhten relativen Luftfeuchtigkeit im Winterdurchgang vollständig auszugleichen. Deutlich wird dies an einem höheren maximalen Score der Hobelspäne-Gruppen im Winterdurchgang im Vergleich mit dem Sommerdurchgang. Das Zusammenwirken von Einstreufeuchte und Auflagerungen aus Fäzesbestandteilen in Verbindung mit dem rapiden Wachstum der Tiere noch bevor die Haut der Fußballen ausgereift ist (BUDA, 2002) können zu der Entwicklung einer Pododermatitis bei den hier untersuchten Tieren geführt haben.

Zusammenfassend kann aus den in dieser Untersuchung gewonnenen Ergebnissen der Schluss gezogen werden, dass die Besatzdichte keinen wiederholt feststellbaren, statistisch absicherbaren Einfluss auf die Entwicklung einer Pododermatitis bei Mastputen hat. Das Einstreumaterial und seine Auswirkungen auf die Bildung von Kotverkrustungen an den Fußballen hingegen haben einen Effekt auf die Pododermatitis: Die Fußballen der auf Hobelspäne gehaltenen Puten waren weniger schwer betroffen als die Fußballen der auf Langstroh gehaltenen Tiere. Auch das Geschlecht der Tiere stellt sich in dieser Untersuchung als ein Faktor dar, der auf die Pododermatitis von Mastputen einwirkt: Putenhennen wiesen schwerere Veränderungen auf als Putenhähne. Nicht zuletzt haben saisonale Effekte einen Einfluss auf die Pododermatitis: Die Fußballengesundheit der Tiere war im Winter schlechter als im Sommer.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss von Besatzdichte und Einstreumaterial auf die Pododermatitis bei Mastputen

Fußballendermatitis oder plantare Pododermatitis ist eine an den Metatarsal- und Zehenballen von Mastputen auftretende Erkrankung, die von Hyperkeratose über Verfärbungen bis hin zu schweren Ulzerationen variieren und auch wieder abheilen kann. Betroffene Tiere zeigen nur selten Lahmheiten, sind jedoch in ihrer Motilität eingeschränkt. Als Faktoren, die zur Entstehung der Pododermatitis führen, werden neben einer genetischen Disposition auch das Geschlecht der Tiere, eine nicht bedarfsgerechte Futterzusammensetzung, das Einstreumaterial, die Einstreufeuchte und nicht zuletzt die Besatzdichte diskutiert. In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, welchen Einfluss die Besatzdichte und das Einstreumaterial auf die Entwicklung der plantaren Pododermatitis bei männlichen und weiblichen Mastputen haben.

In einem Sommer- (April bis September) und einem Winterdurchgang (Oktober bis Februar) wurden insgesamt 7931 Hennen und 4283 Hähne der Mastputenlinie B.U.T. Big 6 nach Geschlechtern getrennt in je 4 Gruppen eingeteilt. Jede Gruppe wurde wiederum in 4 Untergruppen geteilt. Drei Gruppen wurden in verschiedenen Besatzdichten mit Langstroh eingestreut, eine mit Hobelspänen. Die Endbesatzdichten der drei Langstroh-Gruppen betragen für die Gruppe mit einer niedrigen Besatzdichte (Sn) bei den Hennen im Sommer 49,36 kg/m² sowie im Winter 53,22 kg/m². Bei den Hähnen war die niedrige Besatzdichte im Sommer 43,69 kg/m² und im Winter 53,32 kg/m². Die mittlere Besatzdichte (Gruppe Sm) betrug bei den Hennen 60,18 kg/m² (Sommer) bzw. 62,81 kg/m² (Winter) und bei den Hähnen 55,63 kg/m² (Sommer) bzw. 62,27 kg/m² (Winter). Die hohe Besatzdichte (Sh) war bei den Hennen im Sommer 68,39 kg/m² und im Winter 73 kg/m². Die Hähne des Sommerdurchgangs wurden bei einer hohen Besatzdichte von 58,17 kg/m² gehalten, die Hähne des Winterdurchgangs bei 74,32 kg/m². Die mit Hobelspäne eingestreuten Gruppen (Hm) wurde ebenfalls in einer mittleren Besatzdichte gehalten. Diese betrug bei den Hennen im Sommer 59,42 kg/m² und im Winter 60,77 kg/m². Bei den Hähnen betrug die Besatzdichte 53,38 kg/m² (Sommer) bzw. 63,55 kg/m² (Winter). Alle Gruppen wurden für eine gleichmäßige Einstreuqualität regelmäßig nachgestreut und die Trockensubstanz in der Einstreu wurde ermittelt.

In jeder der 4 Untergruppen pro Gruppe wurden 20 Tiere individuell markiert. Von der 1. Lebenswoche bis zur Schlachtung in der 16. (Hennen) bzw. 21. Lebenswoche (Hähne) wurden die Tiere in 14tägigen Abständen hinsichtlich ihrer Fußballengesundheit mit 6 möglichen Scores beurteilt. Die Scores wurden zusätzlich in Klassen eingeteilt (A= keine

Veränderungen (Score 1), B= leichte Veränderungen (Score 2, 3 und 4), C= schwere Veränderungen (Score 5 und 6). Am Ende des Winterdurchgangs wurden von 20 Tieren jeder Gruppe die Fußballen zur histopathologischen Untersuchung entnommen.

Bei den drei mit Stroh eingestreuten Hennengruppen des Sommerdurchgangs hatte die Gruppe Sn in der 11. und 13. Lebenswoche statistisch signifikant niedrigere mittlere Scores als Gruppe Sh. Bei den Hahnengruppen hatte die Gruppe Sn von der 9. bis zur 17. Lebenswoche statistisch signifikant niedrigere mittlere Scores als Gruppe Sh. Die Hennen aller drei Gruppen wiesen in der 15. Lebenswoche Veränderungen der Klasse C auf, die Hahnengruppen in der 21. Woche Veränderungen der Klasse B.

Im Winterdurchgang hatte die Gruppe Sn der Hennen in der 7. und 13. Lebenswoche einen statistisch signifikant niedrigeren mittleren Score als Gruppe Sh. Bei den Hähnen war der mittlere Score der Gruppe Sn in der 5. Lebenswoche statistisch signifikant höher als der mittlere Score der Gruppe Sh. In der 7. Lebenswoche war der mittlere Score der Gruppe Sn statistisch signifikant niedriger als bei Gruppe Sh. Die Veränderungen der Hähne in der 21. Lebenswoche waren in Klasse B einzuordnen, die der Hennen in der 15. Lebenswoche in Klasse C. Somit konnte in dieser Untersuchung kein reproduzierbarer Einfluss der Besatzdichte auf die Pododermatitis festgestellt werden.

Die mit Hobelspäne eingestreute Hennengruppe (Hm) hatte im Sommerdurchgang in der 11., 13. und 15. Lebenswoche einen statistisch signifikant niedrigeren mittleren Score als Gruppe Sm. Die Hahnengruppe Hm hatte im Sommerdurchgang ab der 13. Lebenswoche bis zur Schlachtung einen statistisch signifikant niedrigeren mittleren Score als Gruppe Sm. Die Veränderungen der Hennen waren in der 15. Lebenswoche in Gruppe Sm in die Klasse C einzuordnen, in Gruppe Hm in Klasse B. Bei den Hähnen des Sommerdurchgangs waren die Veränderungen in der 21. Lebenswoche in beiden Gruppen von der Klasse B.

Im Winterdurchgang war in der 7. Lebenswoche der mittlere Score der Gruppe Sm (Hennen) statistisch signifikant niedriger als der von Gruppe Hm. In der 11. und 15. Lebenswoche war der mittlere Score der Gruppe Hm der statistisch signifikant niedrigere. Bei den Hähnen des Winterdurchgangs war ab der 11. Lebenswoche bis zur Schlachtung der mittlere Score der Gruppe Hm statistisch signifikant niedriger als bei Gruppe Sm. Die Veränderungen bei den Hennen waren in diesem Durchgang in Woche 15 in die Klasse C einzuordnen, die Veränderungen der Hähne in der 21. Lebenswoche in Gruppe B.

In dieser Untersuchung lässt sich somit feststellen, dass das Einstreumaterial einen Einfluss auf die Fußballengesundheit hat.

Die Hennen stellen sich in dieser Untersuchung als das stärker von Pododermatitis betroffene Geschlecht dar. Bis zur Schlachtung in der 15. Lebenswoche haben die untersuchten Hennen verglichen mit den Hähnen in der gleichen Woche in beiden

Durchgängen einen höheren mittleren Score als die Hähne in der gleichen Lebenswoche. Auch wurde bei den Hennen mehr frisches Einstreumaterial eingesetzt als bei den Hähnen.

Die bessere Fußballengesundheit der untersuchten Tiere im Sommerdurchgang wird auf die herrschenden klimatischen Bedingungen zurückgeführt, die zu einer trockeneren Einstreu im Sommer führten. Gezeigt werden kann dies durch im Winter feuchtere Einstreuproben, obwohl im Vergleich zum Sommerdurchgang häufiger frischer Einstreu eingesetzt wurde.

Die Auswertung der Befunde der histopathologischen Untersuchung mittels Chi-Quadrat-Test führt zu dem Ergebnis, dass in den Gruppen Hm der Hennen und der Hähne verglichen mit den anderen Gruppen des gleichen Geschlechts statistisch signifikant häufiger die Bildung von Narben als Folgeerscheinung eines Scores der Klasse C auftreten.

Abschließend kann festgehalten werden, dass in der vorliegenden Untersuchung kein Einfluss der Besatzdichte auf die Entwicklung der Pododermatitis bei Mastputen nachgewiesen werden konnte. Die Einstreufeuchte hingegen – insbesondere auch abhängig von klimatischen Bedingungen – hat einen großen Einfluss auf die Entwicklung der Pododermatitis. Das Einstreumaterial (Langstroh oder Hobelspäne) hat ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung der PD, auch wenn der stärkere Einfluss der Einstreufeuchte nicht ausgeglichen werden kann. Auf Hobelspäne gehaltene Tiere hatten eine bessere Fußballengesundheit als auf Langstroh gehaltene.

7. SUMMARY

Influence of stocking density and litter material on pododermatitis in turkeys

Footpad dermatitis also known as plantar pododermatitis is a condition characterized by lesions on the ventral footpads of poultry. Lesions vary from hyperkeratosis to discoloration and ulcerations. They can heal with leaving a scar. Affected birds don't limp generally, but show less locomotion.

Among the genetic disposition, different predisposing factors leading to pododermatitis have been discussed. The gender of animals, a feed composition not according the needs of animals, litter material, litter quality, and last but not least stocking density may have influence on the development of pododermatitis. The aim of this study was to determine the impact stocking density and litter material have on the severity of pododermatitis in meat-type turkey hens and toms.

A summer- (april until september) and a winter-course (october until february) was conducted with a total of 7931 hens and 4283 toms of the turkey strain B.U.T. Big 6. Animals were divided into four groups in each gender. Each group was divided into four sub-groups. Three groups were held in different stocking densities on not chaffed straw, one group was held on wood shavings. Stocking densities for the groups with low stocking density (Sn) were for the hens in summer 49,36 kg/m² and in winter 53,22 kg/m². In toms, the low stocking density was 43,69 kg/m² (summer) and 53,32 kg/m² (winter). Medium density (Sm) was 60,18 kg/m² (summer) and 62,81 kg/m² (winter) for the hens and 55,63 kg/m² (summer) respectively 62,27 kg/m² (winter) for the toms. High stocking density (Sh) was for the hens 68,39 kg/m² (summer) and in winter 73 kg/m². For the toms, the high stocking density was 58,17 kg/m² in summer and 74,32 kg/m² in winter. The groups on wood shavings (Hm) had been kept at medium densities of 59,42 kg/m² (summer) and 60,77 kg/m² (winter) for the hens and 53,38 kg/m² (summer) respectively 63,55 kg/m² (winter) for the hens. To ensure a constant litter quality, fresh litter was added to all groups regularly and dry matter of the litter was detected. In each of the four sub-groups per group, 20 animals were marked individually. From the first week on until slaughter in 16th (hens)/ 21st week, foot pad health of these animals was scored with six possible scores fortnightly. Additionally, the scores were classified: A (no lesions, score 1), B (mild lesions, score 2, 3 and 4), C (severe lesions, score 5 and 6). Foot pads of 20 animals per group were taken for histopathological examination at the end of the winter-course.

In summer, the mean scores of the three female groups with straw showed significant differences between group Sn (lower) and group Sh (higher) in week 11 and 13. In the male

groups mean score of goup Sn was significantly lower than of group Sh from week 9 to 17. The hens of all groups showed lesions of class C in week 15, scores of toms in week 21 were class B.

In winter, group Sn of the hens had a significantly lower mean score in week 7 and 13 than group Sh. The mean score of the male group Sn was significantly higher in week 5 than mean score of group Sh. In week 7, mean score of group Sn was significantly lower than in group Sh. Lesions of toms in week 21 were in class B, lesions of hens in week 15 in class C. These findings show no reproducible impact of stocking density on pododermatitis.

In summer, the female group on wood shavings (Hm) had a significantly lower mean score than group Sm in week 11, 13 and 15. The toms of group Hm had a significantly lower mean score than group Sm from week 13 on until slaughter. Lesions of hens in week 15 were in class C in group Sm and in class B in group Hm. The toms lesions in week 21 were in class B in both groups.

In week 7 in winter, mean score of group Sm was significantly lower than in group Hm. In week 11 and 15 mean score of group Hm was the significantly lower one. From week 11 on until slaughter, group Hm of the toms had a significanty lower mean score than group Sm. In thie course the lesions of hens in week 15 were in class C, lesions of hens in week 21 in class B.

Based on these data it is concluded that litter material has an impact on foot pad health.

Turkey hens turned out to be the more affected with pododermatitis gender in this study. Until slaughter in week 15, hens have a higher mean score compared to toms in the same week in both courses. Furthermore, it was necessary to add more fresh litter into the hens groups than into the toms.

The better foot pad health in summer is attributed to the climatic conditions, wich led to better litter quality wich means drier litter in summer. In winter, dry matter in the litter samples was lower, although more fresh litter was added than in summer.

The analysis of the findings of the histopathological examination by chi-square-test shows that in group Hm of each gender and in both courses there are statistically more scars as an after-effect of a score class C than in the other groups.

Taken together the results of this study show no effect of stocking density on the development of pododermatitis in meat-type turkeys. Litter quality - especially depending on climatic conditions - has a big impact on development of pododermatitis. Litter material (long, not chaffed straw versus wood shavings), has also a clear influence on foot pad health, but it can't compensate the effect of litter quality: animals kept on wood shavings had better foot pad health as animals kept on long straw.

8. ABBILDUNGEN

8.1 Abbildungen verschiedener Befunde der histopathologischen Untersuchungen

Im folgenden Abschnitt sollen beispielhaft die in den histopathologischen Untersuchungen vorgefundenen Veränderungen im Bild dargestellt werden. In nahezu allen folgenden Abbildungen befindet sich die Fußungsfläche der jeweiligen Metatarsalballen in Richtung des oberen Bildrandes.

Abbildung 8-1 auf der gegenüberliegenden Seite

- a) Nahezu unveränderte Primärpapille, die nur eine sehr geringe Verformung (Stern) des Stratum corneum (Sc) aufweist. Die lebenden Zellschichten der Epidermis (E) sind vollständig intakt. Die noppenartige Form der Primärpapille ist erhalten, die Sekundärpapillen (Sp) sind nur schwach ausgeprägt. In der Dermis angeschnittene Gefäße (K). Färbung: H.E.
- b) Verlängerte und zugespitzte Primärpapillen, die mit stark ausgeprägtem Stratum corneum (Sc) dachziegelartig übereinander liegen. Die Pfeile kennzeichnen angeschnittene Sekundärpapillen. Färbung: H.E.

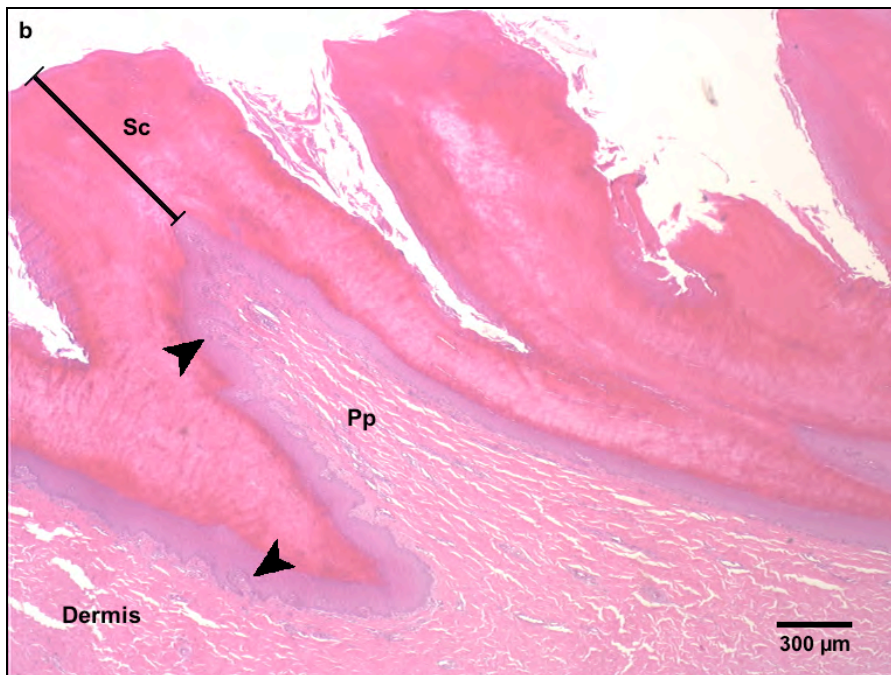
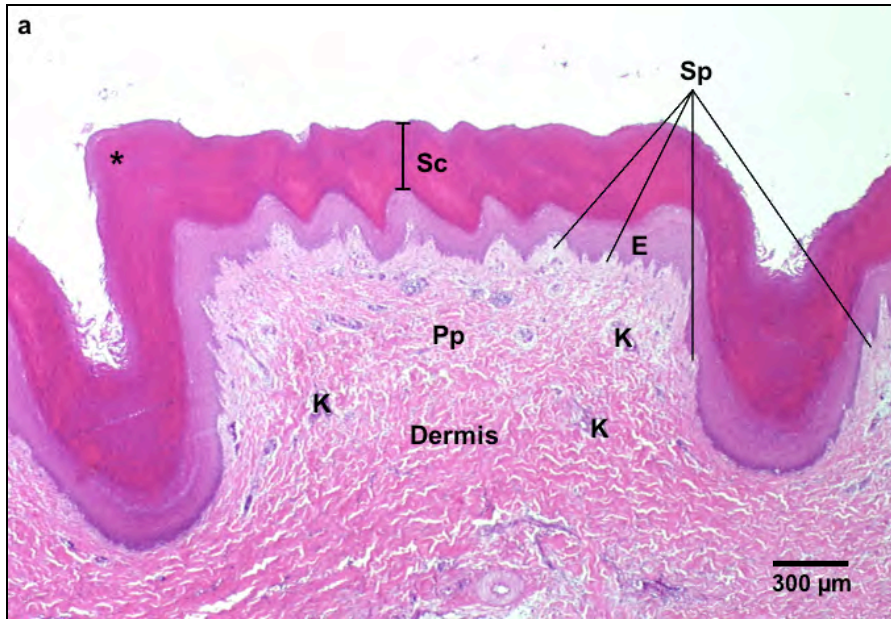


Abbildung 8-2 auf der gegenüberliegenden Seite

a) Beispielhaft für die variierenden Lokalisationen der Läsionen ein Ulkus an einer verlängerten, zugespitzten Primärpapille (Pp), die auch Sekundärpapillen (Sp) aufweist. In der Übersichtsvergrößerung (a) sowie der Ausschnittsvergrößerung (b) treten Degenerationserscheinungen (ballonierende Degeneration) an den Epithelzellen in der Umgebung der Ulzeration zutage (D). Die aufgetriebenen, später nekrotischen Zellen werden bis in das Stratum corneum (Sc) geschoben und lassen dieses aufgelockert erscheinen. An der Hautoberfläche Ansammlungen von Exsudat und Zelldetritus (Plaque). In der Dermis Anschnitte von kleinen Blutgefäßen (K). Färbung: H.E.

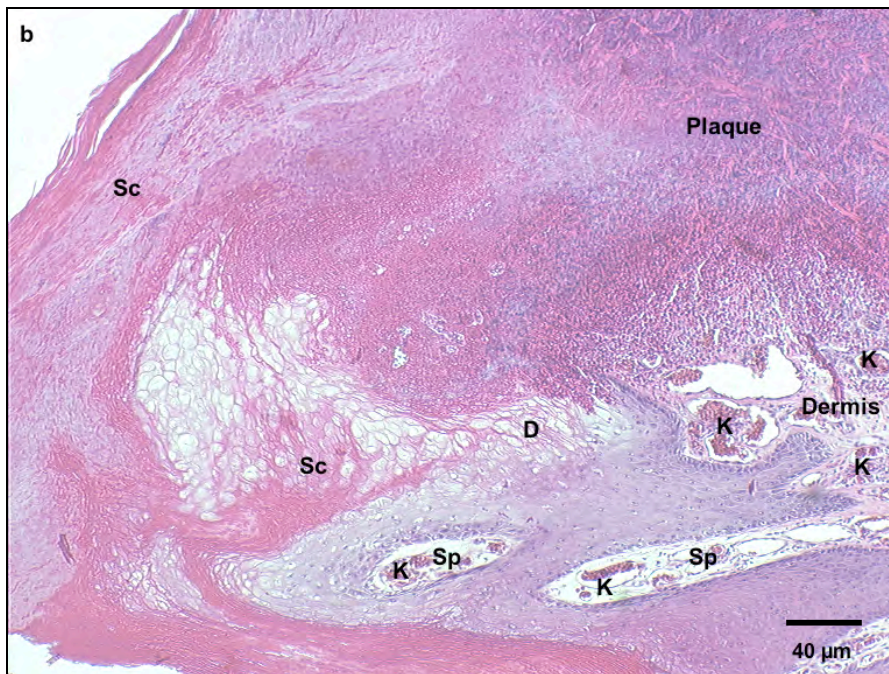
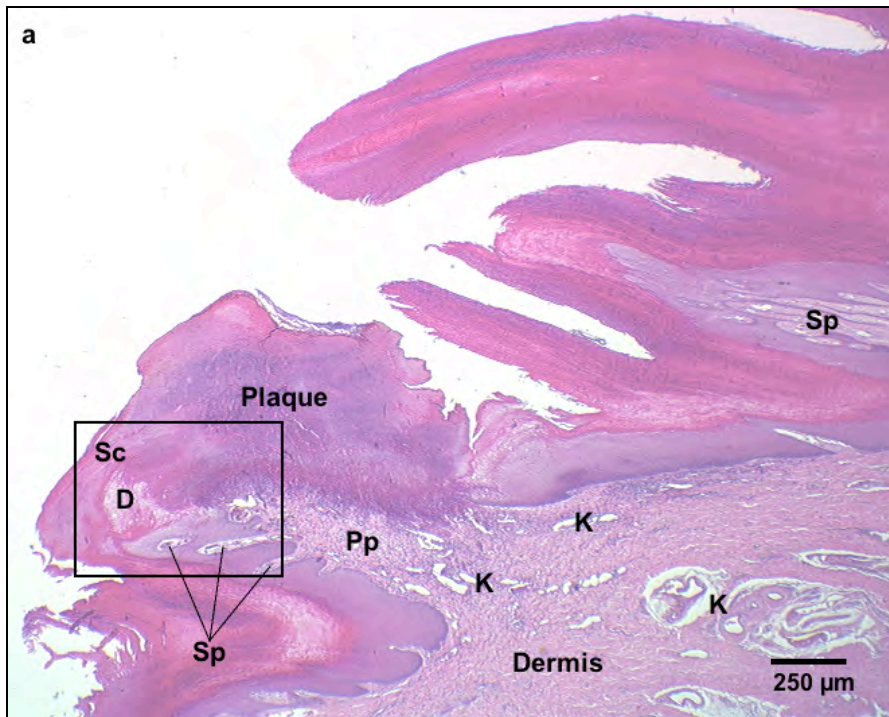


Abbildung 8-3 auf der gegenüberliegenden Seite

Sich über eine weite Strecke des Präparates hinziehende Demarkationslinie (L) aus überwiegend heterophilen Granulozyten (Pfeil, b), die das Abräumen der Reste nekrotischer Strukturen von der entzündlich infiltrierten, ödematösen Dermis abgrenzt. In der Dermis Anschnitte von Blutgefäßen (K). a) Anhand der Umrissse der nekrotischen und exsudativen Auflagerungen (Plaque) kann noch die ursprüngliche Oberflächenstruktur der Ballenhaut nachvollzogen werden. Färbung: H.E.

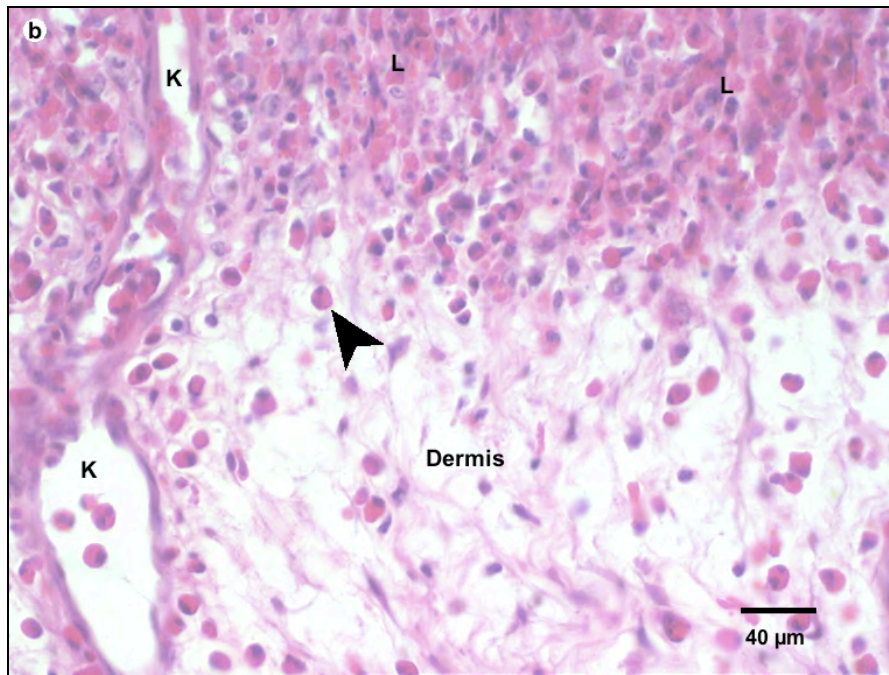
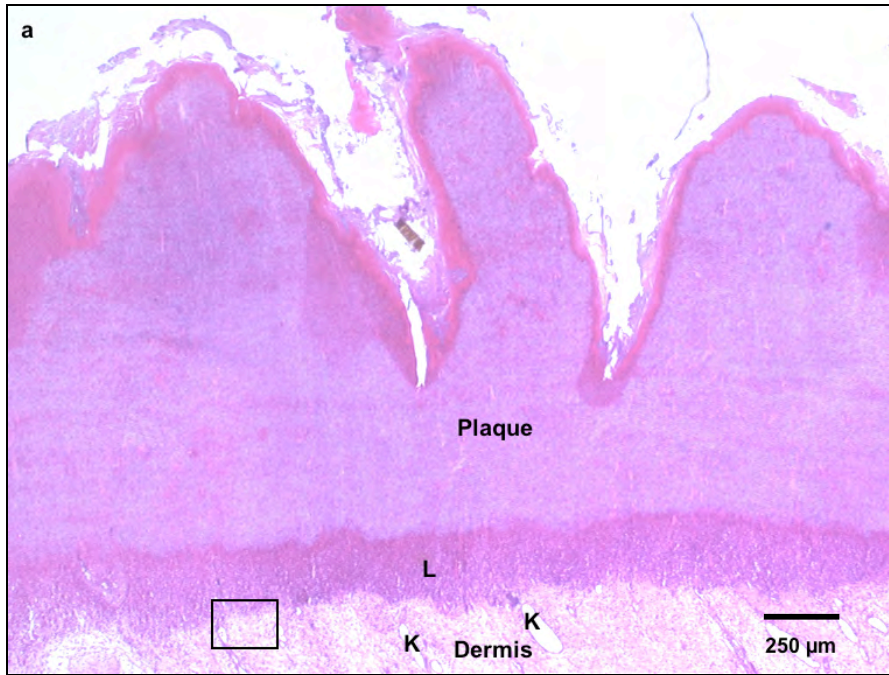
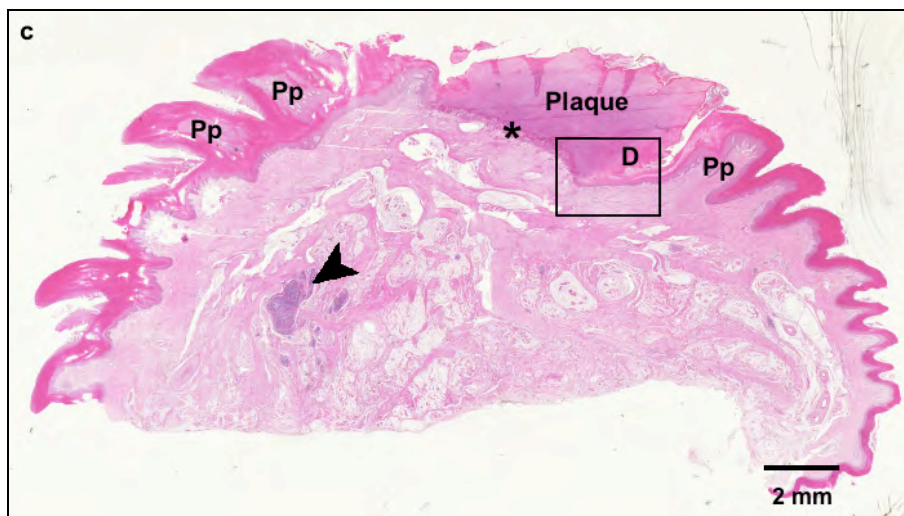


Abbildung 8-4 auf dieser und der gegenüberliegenden Seite

a) Randbereich einer Ulzeration (R) mit nekrotischen Plaques, die sich über die Grenze der Läsion hinaus ausdehnen. Unter der Plaque finden sich Degenerationserscheinungen der Epithelzellen (ballonierende Degeneration, D), die durch nachrückende Zellen bis in das Stratum corneum (Sc) geschoben wird. In der Dermis viele angeschnittene Blutgefäße (K), in der Nähe des Randes der Ulzeration (R) ein hoher Anteil junger Basalzellen (A) in den basalen Epidermisanteilen.

b) Ausschnittvergrößerung des Randbereichs der Ulzeration (R): massenhaft heterophile Granulozyten, hohe Aktivität der basalen Epidermisanteile (A), um den Defekt zu reepithelisieren. Auch hier Zelldegeneration (D). In der aufgelagerten Plaque massenhaft heterophile Granulozyten und Zelldetritus. Unter der Plaque Reste des Stratum corneum (Sc) und die lebenden Schichten der Epidermis (E). In der Dermis angeschnittene, mit Entzündungszellen gefüllte Gefäße (K).

c) Zur Verdeutlichung der Lokalisation dient der zweifach vergrößerte Scan des gesamten histologischen Präparats. In diesem Präparat finden sich neben der ausgedehnten Läsion (Stern) auch Anschnitte stark verlängerter Primärpapillen (Pp) sowie Lymphozytenaggregationen (Pfeilkopf). Die Farbabweichungen am rechten Bildrand sind Artefakte, die durch das Einbettungsmaterial entstanden. Färbung: H.E.



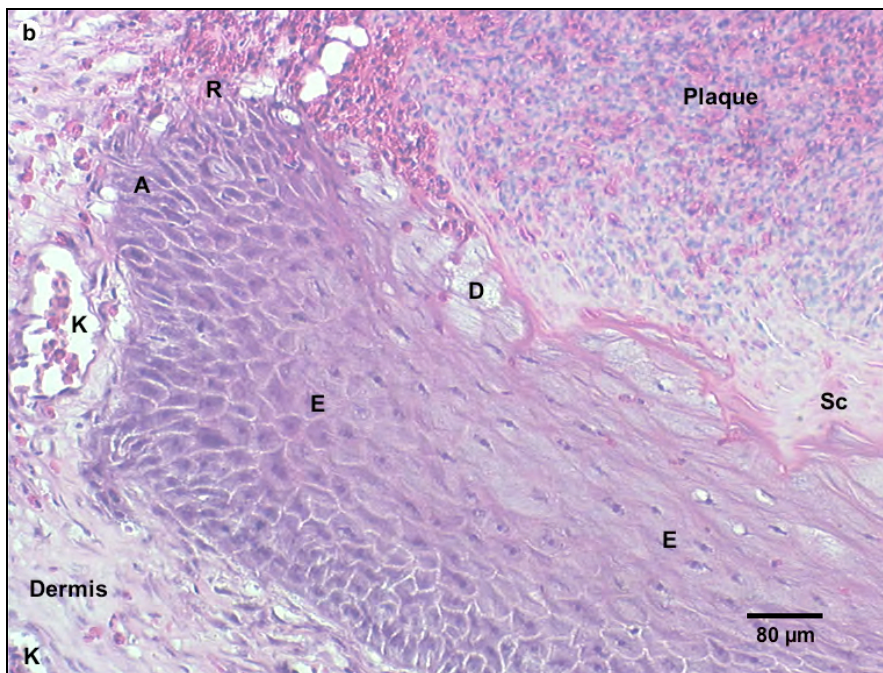
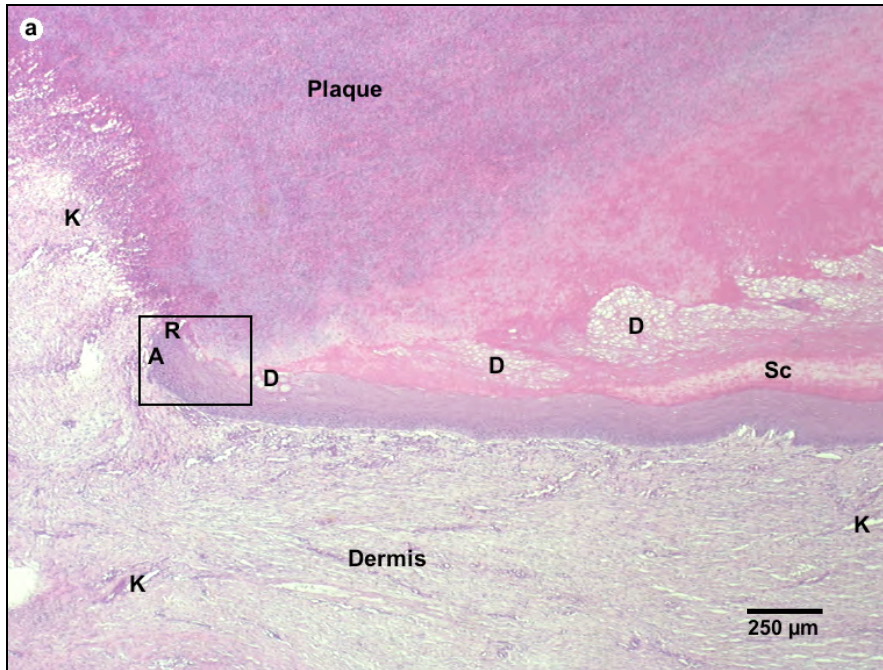
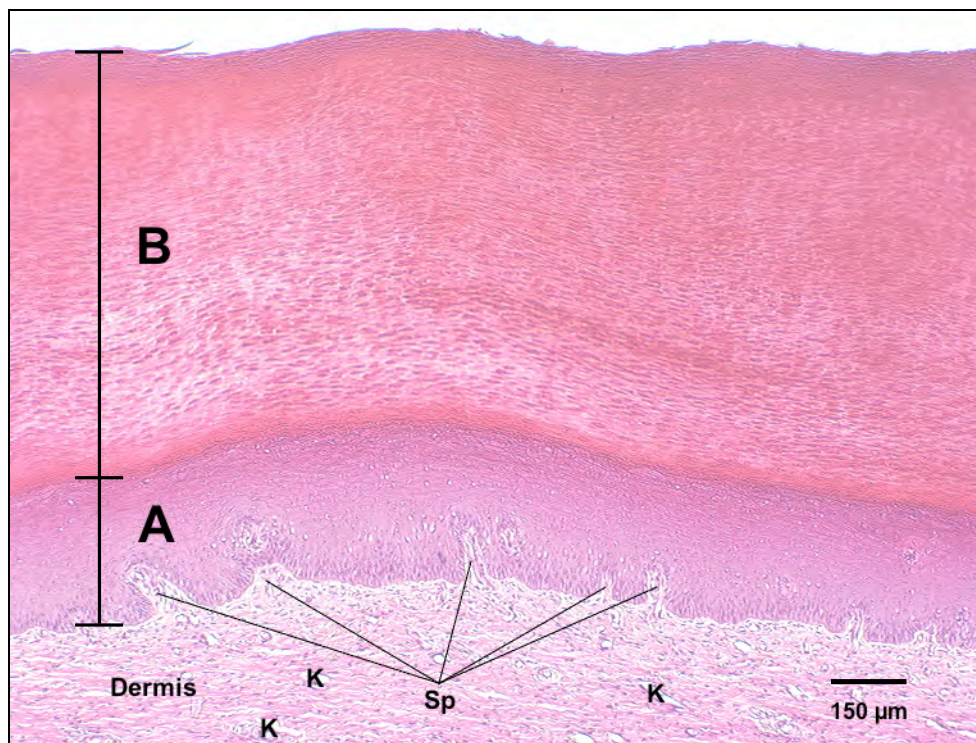


Abbildung 8-5

Ausschnitt aus einem Präparat mit abgeschlossener Reepithelisierung: gefäßarmes und bindegewebsreiches Reparationsgewebe mit kräftiger Hornschicht und glatter Oberfläche ohne Primärpapillen/ reticulate scales. Nur wenige Sekundärpapillen sind ausgeprägt (Sp). Stratum basale, Stratum intermedium und Stratum transitivum bilden die lebenden Schichten der Epidermis (A), das im Vergleich mit den anderen Präparaten verdickte Stratum corneum (B) besteht aus toten, verhornten Sebokorneozyten. In der Dermis angeschnittene Gefäße (K). Färbung: H.E.



8.2 Gegenüberstellung verschiedener Paraffinblöckchen und Übersichtsabbildungen der gewonnenen Histologischen Präparate

Abbildung 8-6

Gegenüberstellung eines Paraffinblöckchens mit einem eingebetteten quer geschnittenen Metatarsalballen mit dem makroskopischen Score 2 und des daraus gewonnenen histologischen Präparats. Die reticulate scales sind bis auf eine geringgradige Hyperkeratose (Pfeil) nahezu unverändert. Färbung unten: H.E.

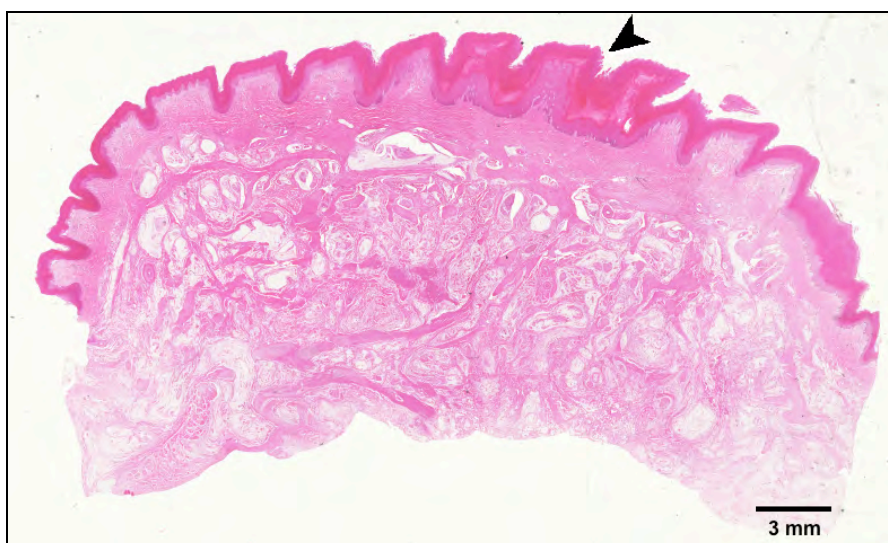


Abbildung 8-7

Gegenüberstellung eines Paraffinblöckchens mit dem makroskopischen Score 3 und des daraus gewonnenen histologischen Präparats. Deutlich zu sehen sind oben die verfärbten reticulate scales (Rahmen), die sich unten als entzündlich infiltrierte Epidermis der Fußballenhaut mit Durchbruch des Geschehens durch die Basalmembran wieder auffinden lassen (Rahmen). Färbung unten: H.E.

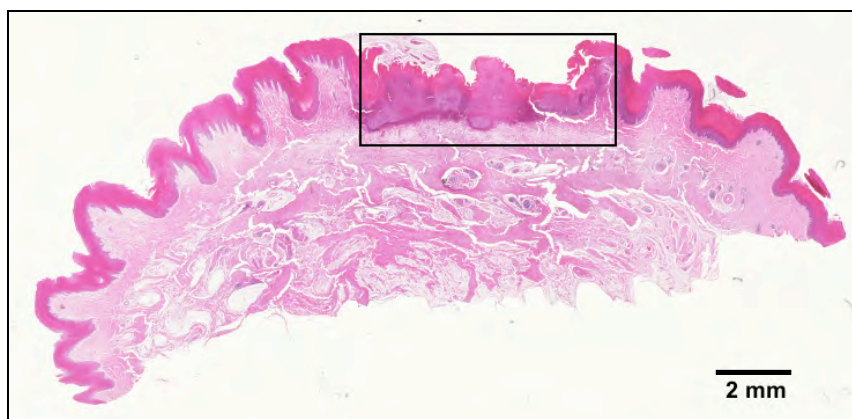
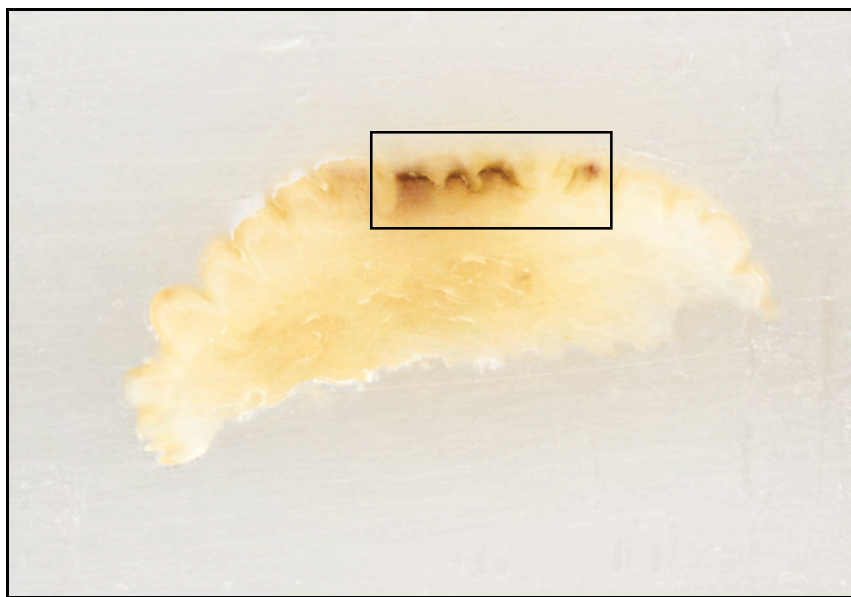


Abbildung 8-8

Ein Paraffinblöckchen und das dazugehörige histologische Präparat mit dem makroskopischen Score 4. Die nicht miteinander verbundenen aber entzündlich infiltrierten reticulate scales stellen sich in beiden Abbildungen deutlich dar (Rahmen). Färbung unten: H.E.

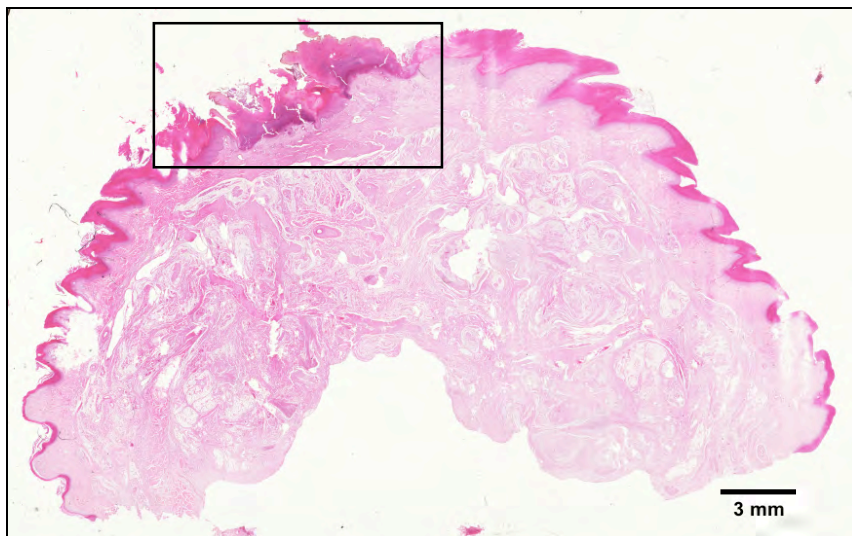
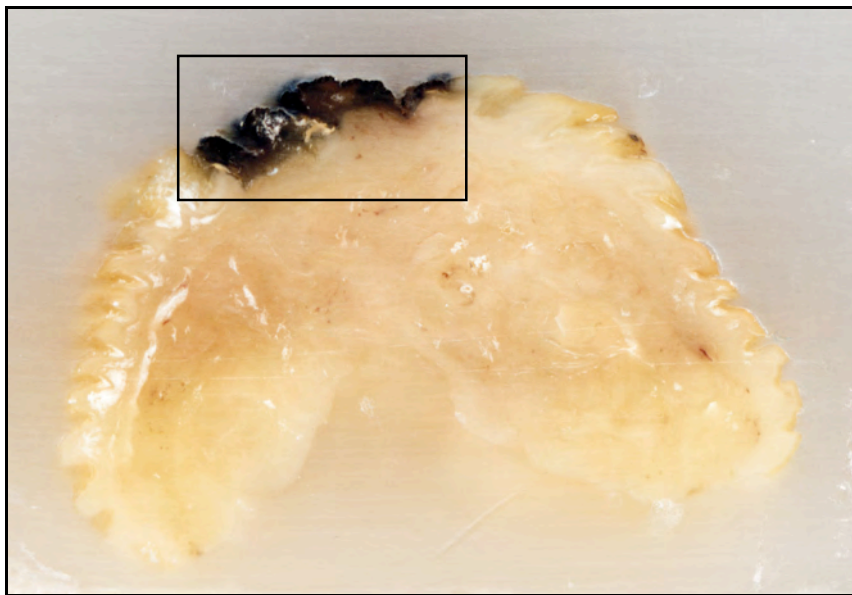


Abbildung 8-9

Abbildung eines Paraffinblöckchens mit dem makroskopischen Score 5. Im dazugehörigen histologischen Präparat stellt sich das Kriterium für den Score 5, die zu Platten verschmolzenen reticulate scales, deutlich durch die basophile Anfärbbarkeit der entzündlich infiltrierten Primärpapillen dar (Rahmen). Bei diesem Präparat befindet sich die Fußungsfläche etwa in Richtung des linken oberen Bildquadranten. Die streifigen Aufhellungen im histologischen Präparat sind Artefakte, die durch das Schneiden entstanden. Färbung unten: H.E.

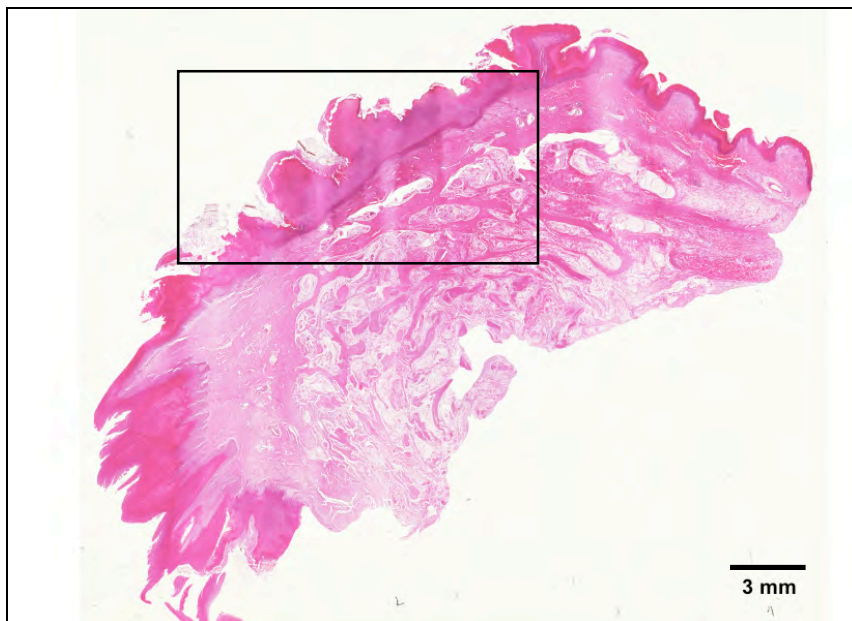
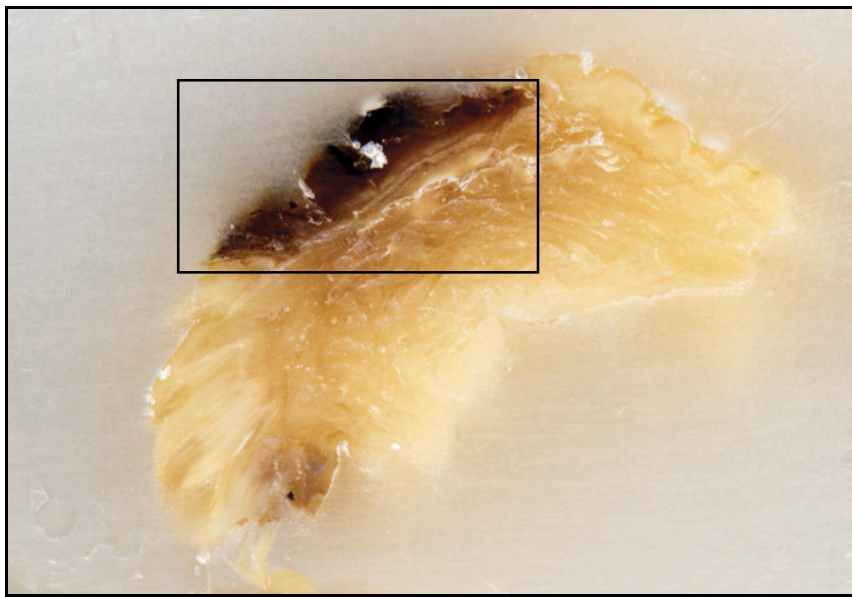
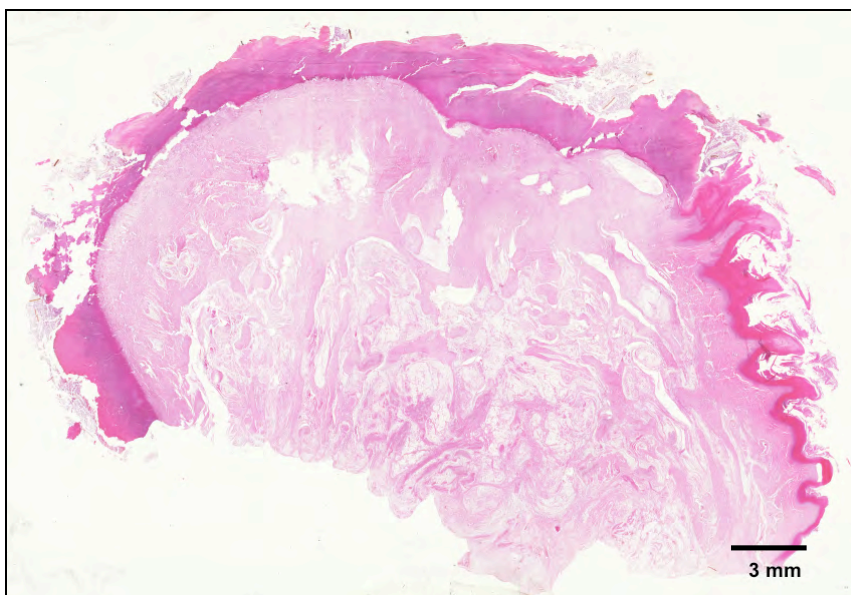
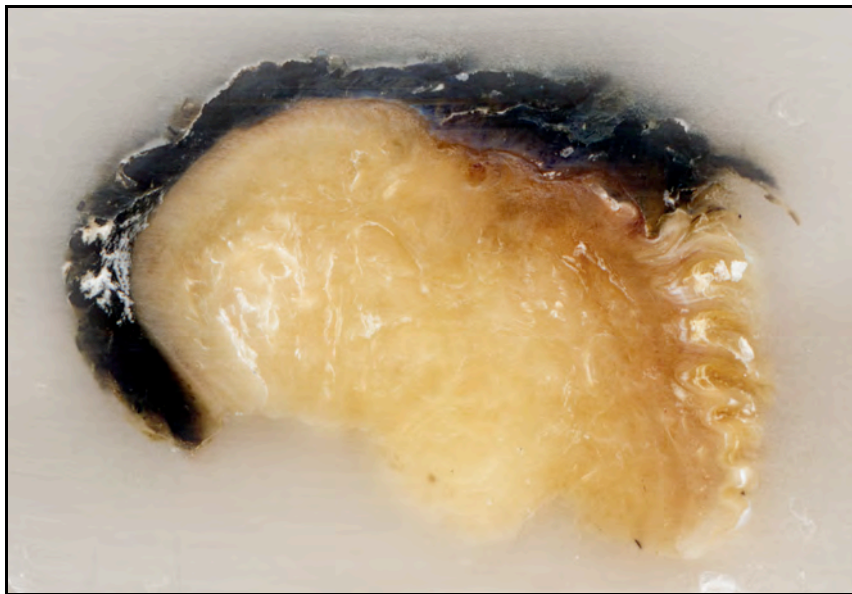


Abbildung 8-10

Großflächig zu Platten verschmolzene reticulate scales in einem Präparat mit dem makroskopischen Score 6. Trotz der Zerreißen der Auflagerungen, zu denen es im histologischen Präparat aufgrund der Präparation gekommen ist, sind die massiven Veränderungen, die nahezu den gesamten Fußballen einnehmen, gut erkennbar. Färbung unten: H.E.



9. LITERATURVERZEICHNIS

- ABBOTT, W.W., COUCH, J.R. and ATKINSON, R.L. (1969) The incidence of foot-pad dermatitis in young turkeys fed high levels of soybean meal. *Poultry Science* 48, 2186-2188.
- AHMED, S.S., DAS, L.N. and BISWAL, G. (1968) Comparative histological Study of the skin of fowl and duck. *Indian Veterinary Journal* 45, 725-732.
- ALIBARDI, L. (2002) Keratinization and lipogenesis in epidermal derivatives of the zebra finch, *taeniopygia guttata castanotis* (aves, passeriformes, ploecidae) during embryonic development. *Journal of Morphology* 251, 294-308.
- BACKHAUS, K., ERICHSON, B., PLINKE, W. and WEIBER, R. (1996) *Varianzanalyse: Multivariate Analysemethoden*. Springer Verlag. pp 56-89.
- BEDFORD, M. and MORGAN, A.J. (1995) The use of enzymes in poultry diets. *World's Poultry Science Journal* 52, 61-67.
- BEHR, K.-P. (2005) Persönliche Mitteilung.
- BERG, C. (2004) Pododermatitis and Hock Burn in Broiler Chickens. In: C. WEEKS and A. BUTTERWORTH (Hrsg.): *Measuring and Auditing Broiler Welfare*. CABI-Publishing. pp 37-49.
- BERG, C.C. (1998) Foot pad dermatitis in broilers and turkeys - prevalence, risk factors and prevention. Uppsala, Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Clinical Chemistry, PhD Thesis.
- BRAGULLA, H., REESE, S. and MÜLLING, C. (1994) Histochemical and immunohistochemical studies of the horn quality of equine hoof.: 19th Congress of European Association Vet' Anatomists. Ghent und Antwerpen, Belgien. pp 44-45.
- BRAY, T.S. and LYNN, N.J. (1986) Effects of nutrition and drinker design on litter condition and broiler performance. *British Poultry Science* 27, 151. (Abstract).

- BREUER, P. (2005) Wirkung einer erhöhten Biotinsupplementation des Futters weiblicher BUT Big 6 Puten-Elterntiere auf deren Reproduktionsrate sowie auf die Fußballengesundheit der Nachkommen. Berlin, FU Berlin, Dissertation.
- BRODY, L. (1960) The ultrastructure of the tonofibrils in the keratinization process of normal human epidermis. *Journal of Ultrastructure Research* 4, 264-297.
- BRUCE, D.W., MCILROY, S.G. and GOODALL, E.A. (1990) Epidemiology of a contact dermatitis of broilers. *Avian Pathology* 19, 523-537.
- BUDA, S. (2000) Effects of biotin on the skin of turkey foot pads. *World Poultry Spezial Turkey Diseases* 16, 47-48.
- BUDA, S. (2002) Sensory nerve endings in the foot pads of turkeys. In: H.M. HAFEZ (Hrsg.): *Proceedings of the 4th International Symposium on Turkey Diseases*. Berlin. DVG-Verlag. ISBN: 3-936815-58-5. pp 78-81.
- BUDRAS, K.-D., GEYER, H., MAIERL, J. and MÜLLING, C. (1998) Anatomie and structure of hoof horn (Workshop Report). In: C.J. LISCHER and P. OSSENT (Hrsg.): *Proceedings of the 10th International Symposium on Lameness in Ruminants*. Lucerne, Switzerland. Hoffman-La Roche. pp 176-179.
- BUFFINGTON, D.E., KLEVEN, S.H. and JORDAN, K.A. (1975) Incidences of leg and foot abnormalities in wrolstad white turkeys. *Poultry Science* 54, 457-461.
- BÜHL, A. and ZÖFEL, P. (2005) Chi-Quadrat-Test: SPSS 12 Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. Pearson Studium. ISBN: 3-827371-17-1. pp 245-247.
- CANE, A.K. and SPEARMAN, R.I.C. (1967) A histochemical study of keratinization in domestic fowl (*Gallus gallus*). *Journal of Zoology* 153, 337-352.
- CHARLES, O.W. and FORTUNE, J. (1977) The influence of diet and litter management on foot pad lesions in turkey poults (Abstract). *Poultry Science* 56, 1348.
- CHAVEZ, E. and KRATZER, F.H. (1972) Prevention of foot pad dermatitis in poults with methionine. *Poultry Science* 51, 1545-1548.
- CHAVEZ, E. and KRATZER, F.H. (1974) Effect of diet on foot pad dermatitis in poults.

Poultry Science 53, 755-760.

CLARK, S., HANSEN, G., McLEAN, P., BOND, P., Jr., WAKEMAN, W., MEADOWS, R. and BUDA, S. (2002) Pododermatitis in turkeys. *Avian Diseases* 46, 1038-1044.

CLASSEN, H.L. and BEDFORD, M. (1999) The use of enzymes to improve the nutritive value of poultry feeds. In: J. WISEMAN and P.C. GARNSWORTHY (Hrsg.): *Recent developments in poultry nutrition 2*. University Press, UK, Nottingham. ISBN: 1-897676-43-3. pp 95-116.

CRAVENER, T.L., ROUSH, W.B. and MASHALY, M.M. (1992) Broiler production under varying population densities. *Poultry Science* 71, 427-433.

DÄMMRICH, K., LOPPNOW, H. (1982) Pathologie der Verhornung. In: H. STÜNZI and E. WEISS (Hrsg.): *Allgemeine Pathologie für Tierärzte und Studierende der Tiermedizin*. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg. ISBN: 3-830440-18-9. pp 119-122.

EKSTRAND, C. and ALGERS, B. (1997a) Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish turkey poult. *Acta Veterinaria Scandinavica* 38, 167-174.

EKSTRAND, C. and ALGERS, B. (1997b) The effect of litter moisture on the development of foot-pad dermatitis in broilers (Abstract): *Proceedings of the XIth International Congress of the World Veterinary Poultry Association*. Budapest, Hungary. pp 370.

EKSTRAND, C., ALGERS, B. and SVEDBERG, G. (1997) Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish broiler chickens. *Preventive Veterinary Medicine* 31, 167-174.

EKSTRAND, C. and CARPENTER, T.E. (1998a) Temporal aspects of foot pad dermatitis in Swedish broilers. *Acta Veterinaria Scandinavica* 39, 229-236.

EKSTRAND, C. and CARPENTER, T.E. (1998b) Spatial aspects of foot pad dermatitis in Swedish broilers. *Acta Veterinaria Scandinavica* 39, 273-280.

EKSTRAND, C., CARPENTER, T.E., ANDERSSON, I. and ALGERS, B. (1998) Prevalence and Control of foot pad dermatitis in broilers in Sweden. *British Poultry Science* 39, 318-324.

ELIAS, P.M. (1983) Epidermal lipids, barrier function and desquamation. *Journal of*

- Investigative Dermatology 80 (Suppl.), 44-49.
- ELIAS, P.M., MENON, G.K., GRAYSON, S., BROWN, B.E. and REHFELD, S.J. (1987) Avian sebocytes and marine mammal lipocytes: Structural, lipid biochemical, and functional considerations. *American Journal of Anatomy* 180, 161-177.
- ELLERBROCK, S. (2000) Beurteilung verschiedener Besatzdichten in der intensiven Putenmast unter besonderer Berücksichtigung ethologischer und gesundheitlicher Aspekte. Hannover, Tierärztliche Hochschule, Dissertation.
- ELSON, H.A. (1989) Drinker design affects litter Quality. *World Poultry* 5, 8-9.
- ELWINGER, K. (1995) Broiler production under varying population densities - a field study. *Archiv für Geflügelkunde* 59, 209-215.
- FRANCESCH, M. (2004) Nutritional factors affecting excreta/litter moisture and quality. *World's Poultry Science Journal* 60, 64-75.
- FRANKE, W.W. and KARTENBECK, J. (1993) Cytokeratins. In: T. KREIS and R. VALE (Hrsg.): *Guidebook to the cytoskeletal and motor proteins*. University Press. Oxford. ISBN: 0-19859-956-0. pp 145-148.
- GAARDBO THOMSEN, M. (1992) Influence of increasing stocking rates on performance and carcass quality of broilers. In: C.J. SAVORY and B.O. HUGHES (Hrsg.): *Proceedings of the 4th European Symposium on Poultry Welfare*. Universities Federation for Animal Welfare. Edinburgh. pp 285-287.
- GONDER, E. and BARNES, H.J. (1987) Focal ulcerative dermatitis ('breast buttons') in marketed turkeys. *Avian Diseases* 31, 52-58.
- GORDON, S.H. (1992) The effect of broiler stocking density on bird welfare and performance. *British Poultry Science* 5, 1120-1121.
- GORDON, S.H., WALKER, A.W. and CHARLES, D.R. (2004) Feed. In: C. WEEKS and A. BUTTERWORTH (Hrsg.): *Measuring and Auditing Broiler Welfare*. Cabi Publishing. Wallingford, Oxfordshire, UK. pp 87-101.

- GREENE, J.A., MCCRACKEN, R.M. and EVANS, R.T. (1985) A contact dermatitis of broilers- clinical and pathological findings. *Avian Pathology* 14, 23-38.
- GRIMES, J.L. (2005) Use of a novel turkey litter made from cotton waste, gypsum, and old news print. In: H.M. HAFEZ (Hrsg.): Proceedings of the 3rd International Meeting of the Working Group 10 (Turkey): Turkey Production: Prospects on future developments. Mensch & Buch Verlag. Berlin, Germany. ISBN: 3-89820-993-8. pp 177-190.
- HAFEZ, H.M. (1997) Sonstige Erkrankungen; Erkrankungen des Skelettsystems. In: H.M. HAFEZ and S. JODAS (Hrsg.): Putenkrankheiten. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart. ISBN: 3-432-29161-2. pp 165-170.
- HAFEZ, H.M., WÄSE, K., HAASE, S., HOFFMANN, T., SIMON, O. and BERGMANN, V. (2004) Leg disorders in various lines of commercial turkeys with especial attention to pododermatitis: Proceedings of the 5th International Symposium on Turkey Diseases. Berlin. DVG-Verlag. ISBN: 3-938026-15-4. pp 11-19.
- HAFEZ, H.M. (2006) Genetic selection in turkeys and health related problems. In: H.M. HAFEZ (Hrsg.): Proceedings of the 6th international Symposium on Turkey Diseases. Berlin. DVG-Verlag. ISBN: 3-939902-04-7. pp 5-16.
- HALL, A.L. (2001) The effect of stocking density on the welfare and behaviour of broiler chickens reared commercially. *Animal Welfare* 10, 23-40.
- HARMS, R.H., DAMRON, B.L. and SIMPSON, C.F. (1977) Effect of wet litter and supplemental biotin and/or whey on the production of foot pad dermatitis in broilers (Abstract). *Poultry Science* 56, 291-296.
- HARMS, R.H. and SIMPSON, C.F. (1975) Biotin deficiency as a possible cause of swelling and ulceration of foot pad. *Poultry Science* 54, 1711-1713.
- HARMS, R.H. and SIMPSON, C.F. (1977) Influence of wet litter and supplemental biotin on foot pad dermatitis in turkey poults. *Poultry Science* 56, 2009-2012.
- HARMS, R.H. and SIMPSON, C.F. (1982) Relationship of growth depression from salt deficiency and biotin intake to foot pad dermatitis of turkey poults. *Poultry Science* 61, 2133-2135.

- HASLAM, S.M., BROWN, S.N., WILKINS, L.J., KESTIN, S.C., WARRISS, P.D. and NICOL, C.J. (2006) Preliminary study to examine the utility of using foot burn or hock burn to assess aspects of housing conditions for broiler chickens. *British Poultry Science* 47, 13-18.
- HESS, J.B., BILGILI, S.F., PARSON, A.M. and DOWNS, K.M. (2001) Influence of Complexed Zinc Products on Live Performance and carcass grade of broilers. *Journal of Applied Animal Research* 19, 49-60.
- HESTER, P.Y., CASSENS, D.L. and BRYAN, T.A. (1997) The applicability of particleboard residue as a litter material for male turkeys. *Poultry Science* 76, 248-255.
- HODGES, M. (1974) The integumentary System In: *The Histology of the Fowl*. Academic Press Inc. Ltd. London. pp 1-14.
- JENSEN, L.S. (1985) Effect of cage floor and diet on the incidence of pododermatitis and health in broiler breeder males (Abstract). *Poultry Science* 64 (Suppl. 1), 122.
- JENSEN, L.S. and MARTINSON, R. (1969) Requirement of turkey poult for biotin and effect of deficiency on incidence of leg weakness in developing turkeys. *Poultry Science* 48, 222-230.
- JENSEN, L.S., MARTINSON, R. and SCHUMAIER, G. (1970) A foot pad dermatitis in turkey poults associated with soybean meal. *Poultry Science* 49, 76-82.
- JODAS, S. and HAFEZ, H.M. (2000) Litter management and related diseases in turkeys. *World Poultry* 16, 30-34.
- JULIAN, R. and GAZDZINDKI, P. (1999) Lameness and leg problems in turkeys. In: H.M. HAFEZ (Hrsg.): *Proceedings of the 2nd International Symposium on Turkey Diseases*. Berlin. DVG-Verlag. ISBN: 3-930511-75-4. pp 18-29.
- KALININ, A., LYUBEN, N.M. and STEINERT, P.M. (2001) Assembly of the epidermal cornified cell envelope. *Journal of Cell Science* 114, 3069-3070.
- KAMYAB, A. (2001) Enlarged sternal bursa and focal ulcerative dermatitis in male turkeys. *World's Poultry Science Journal* 57, 5-12.

- KESTIN, S.C., SU, G. and SØRENSEN, P. (1999) Different commercial broiler crosses have different susceptibilities to leg weakness. *Poultry Science* 78, 1085-1090.
- KJAER, J.B., SU, G., SØRENSEN, P. and NIELSEN, B. (2005) Strain Differences and Heritability estimates of foot pad dermatitis and hock burn in broilers suggest genetic selection can improve welfare (Poster): 4th European Poultry Genetics Symposium. Dubrovnik, Croatia.
- KOLB, G. (1990) Integument In: *Vergleichende Histologie. Cytologie und Mikroanatomie der Tiere*. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg. ISBN: 3-54052-842-3. pp 165-199.
- KÖNIG, H.E., REESE, S. and MÜLLING, C.H. (2001) Allgemeine Körperdecke (Integumentum commune). In: H.E. KÖNIG and H.G. LIEBICH (Hrsg.): *Anatomie und Propädeutik des Geflügels*. Schattauer Verlag. Stuttgart, New York. ISBN: 3-79452-071-8 pp 221-232.
- KORFMANN, M.-A. (2003) Zur Skelettentwicklung und Wachstumsdynamik der Beckengliedmaße bei Mastputern (makroskopische, mikroskopische, radiologische, osteodensitometrische und mineralstoffanalytische Verlaufsuntersuchungen). Freie Universität Berlin, Dissertation.
- KORTHAS, G. (1976) Der Einfluss von Besatzdichte und Temperatur auf die Mastleistung schwerer Puten. Bonn, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Dissertation.
- KÜNZEL, E. (1990) Haut (Integumentum commune). In: W. MOSIMANN and T. KOHLER (Hrsg.): *Zytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie der Haussäugetiere*. Parey-Verlag. Berlin, Hamburg. ISBN: 3-489-51616-8. pp 259-287.
- LANDMANN, L. (1980) Lamellar granules in mammalian, avian and reptilian epidermis. *Journal of Ultrastructure Research* 72, 245-263.
- LAVKER, R.M. (1976) Membrane coating granules: The fate of the discharged lamellae. *Journal of Ultrastructure Research* 55, 79-86.
- LEESON, S., DIAZ, G.J. and SUMMERS, J.D. (1995) Skeletal disorders In: *Poultry metabolic disorders and mycotoxins*. University Books. Guelph, Ontario. ISBN: 81-85860-68-8. pp 124-189.

-
- LIEBICH, H.-G. (1993) Binde- und Stützgewebe In: Funktionelle Histologie. Schattauer Verlag. Stuttgart, New York. pp 46-73.
- LUCAS, A.M. (1980) Lipoid secretion by the body epidermis in avian skin. In: R.I.C. SPEARMAN and P.A. RILEY (Hrsg.): The Skin of Vertebrates. Linnean Society of London by Academic Press. New York. pp 33-45.
- LUCAS, A.M. and STETTENHEIM, P.R. (1972) Integument In: Agriculture Handbook 362, Avian Anatomy. US Government Printing Office. pp 64-72 und pp 485-635.
- LYNCH, M.H., O'GUIN, W.M., HARDY, C., MAK, L. and SUN, T.T. (1986) Acidic and basic hair/nail ("hard") keratins: their colocalisation in upper cortical and cuticle cells of the human hair follicle and their relationship to "soft" keratins. *Journal of Cell Biology* 103, 2593-2606.
- MARTLAND, M.F. (1984) Wet litter as a cause of plantar pododermatitis, leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys. *Avian Pathology* 13, 241-252.
- MARTLAND, M.F. (1985) Ulcerative dermatitis in broiler chickens; the effects of wet litter. *Avian Pathology* 14, 353-364.
- MARTRENCAR, A., BOILLETOT, E., HUONNIC, D. and POL, F. (2002) Risk factors for foot-pad dermatitis in chicken and turkey broilers in France. *Preventive Veterinary Medicine* 52, 213-226.
- MARTRENCAR, A., HUONNIC, D., COTTE, J.P., BOILLETOT, E. and MORISSE, J.P. (1999) Influence of stocking density on behavioural, health and productivity traits of turkeys in large flocks. *British Poultry Science* 40, 323-331.
- MARTRENCAR, A., MORISSE, J.P., HUONNIC, D. and COTTE, J.P. (1997) Influence of stocking density on some behavioural, physiological and productivity traits of broilers. *Veterinary Research* 28, 473-480.
- MATOLTSY, A.G. (1969) Keratinization of the avian epidermis: An ultrastructural study of the newborn chick skin. *Journal of Ultrastructure Research* 29, 438-458.
- MATOLTSY, A.G. (1987) Concluding remarks and future directions. In: A.A. MOSCONA, A. MONROY and R.H. SAWYER (Hrsg.): Current topics in developmental biology - The

- molecular and developmental biology of keratins. Academic Press, Inc. pp 255-264.
- MAYNE, R.K. (2005) A review of the aetiology and possible causative factors of foot pad dermatitis in growing turkeys and broilers. *World's Poultry Science Journal* 61, 256-267.
- MAYNE, R.K., ELSE, R.W. and HOCKING, P.M. (2004) Histopathological changes that occur in the turkey foot pad as a result of wet and dry litter substrates. *British Poultry Science* 45, S41-S42.
- MAYNE, R.K., HOCKING, P.M. and ELSE, R.W. (2006) Foot pad dermatitis develops at an early age in commercial turkeys. *British Poultry Science* 47, 26-42.
- MCEWAN JENKINSON, D. and BLACKBURN, P.S. (1968) The distribution of nerves, monoamine oxidase and cholinesterase in the skin of poultry. *Research in Veterinary Science* 9, 429-434.
- MCILROY, S.G., GOODALL, E.A. and C.H., M. (1987) A contact dermatitis of broilers - epidemiological findings. *Avian Pathology* 16, 93-105.
- MEIJERHOF, R. (1989) Are nipples better than cups? *World Poultry* 5, 11.
- MENON, G.K., BROWN, B.E. and ELIAS, P.M. (1986) Avian epidermal differentiation: role of lipids in permeability barrier formation. *Tissue and Cell* 18, 71-82.
- MERCER, E.H. (1958) The electron microscopy of keratinized tissue. In: W. MONTAGNA and R.A. ELLIS (Hrsg.): *The biology of hair growth*. Academic Press. New York. pp 91-111.
- MEYER, W. and RÖHRS, M. (1986) Von der Reptilienschuppe zu Feder und Haar - zur Evolution der Hautanhangsorgane. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift* 93, 245-251.
- MIRABITO, L., BERTHELOT, A., BARON, F., BOUVAREL, I., AUBERT, C., BOCQUIER, C., DALIBARD, F., SANTE, V. and LE POTTIER, G. (2002) Influence of reducing the stocking density on the performance, behaviour and physical integrity of meat turkey (Abstract). *Archiv für Geflügelkunde* 66 (Sonderheft II), 43-44.
- MURILLO, M.G. and JENSEN, L.S. (1976) Sulfur amino acid requirement and foot pad

-
- dermatitis in turkey poult. Poultry Science 55, 554-562.
- NAIRN, M.E. and WATSON, A.R.A. (1972) Leg weakness of poultry - a clinical and pathological characterisation. Australian Veterinary Journal 48, 645-656.
- NOLL, S.L., EL HALAWANI, M.E., WAIBEL, P.E., REDIG, P. and JANNI, K. (1990) Effect of diet and population density on male turkeys under various environmental conditions. Poultry Science 70, 923-934.
- O'GUIN, W.M. and SAWYER, R.H. (1982) Avian scale development VII. Relationships between morphogenetic and biosynthetic differentiation. Developmental Biology 89, 485-492.
- PAGAZAURTUNDUA, A. and WARRISS, P.D. (2006) Measurement of footpad dermatitis in broiler chickens at processing plants. The Veterinary Record 158, 679-682.
- PARAKKAL, P.F. and ALEXANDER, N.J. (1972) Keratinization, a survey of vertebrate epithelia. Academic Press. London, New York. ISBN: 0-124541-40-2. pp 1-59.
- PARAKKAL, P.F. and MATOLTSY, A.G. (1968) An electron microscopic study of developing chick skin. Journal of Ultrastructure Research 23, 403-416.
- PAYNE, C.G. (1967) Factors influencing environmental temperature and humidity in intensive broiler houses during the post-brooding period. British Poultry Science 8, 101-118.
- PETERMANN, S. (2004) Aspekte zur Sohlenbeschaffenheit von Broilern. Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle 11, 27-30.
- PETERSEN, J.S. (2002) Effects of different light programmes on gait score, skin health and production traits of broilers (Abstract). Archiv für Geflügelkunde 66 (Sonderheft II), 73.
- PLATT, S. (2004) Die reticulate scales an den Fußballen schwerer Mastputen und deren Beeinflussung durch unterschiedliche Biotindosierungen unter Feldbedingungen. Berlin, Freie Universität Berlin, Dissertation.
- PROUDFOOT, F.G., HULAN, H.W. and RAMEY, D.R. (1979) The effect of four Stocking densities on broiler carcass grade, the incidence of breast blisters, and other

- performance traits. *Poultry Science* 58, 791-793.
- SALOMON, F.V. (1993) *Lehrbuch der Geflügelanatomie*. Verlag Gustav Fischer. Jena, Stuttgart. pp 395-412.
- SANDER, J.E., WILSON, J.L., BUSH, P.B. and ROWLAND, G.N. (1994) Severe pododermatitis in broiler breeder hens housed on pressure-treated slats. *Avian Diseases* 38, 172-176.
- SAWYER, R.H. and BORG, T.K. (1979) Avian scale development VI. Ultrastructure of the keratinizing cells of reticulate scales. *Journal of Morphology* 161, 111-122.
- SAWYER, R.H. and CRAIG, K.F. (1977) Avian Scale development: Absence of an "epidermal placode" in reticulate scale morphogenesis. *Journal of Morphology* 154, 83-94.
- SAWYER, R.H., KNAPP, L.W. and O'GUIN, W.M. (1986) The skin of birds: Epidermis, Dermis and Appendages. In: J. BREITER-HAHN, A.G. MATOLTSY and S. RICHARDS (Hrsg.): *Biology of the Integument: 2. Vertebrates*. Springer Verlag. Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo. pp 194-238.
- SCHMIDT, V. and LÜDERS, H. (1976) [Toe- and footpad ulcers in fattening turkeys]. *Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift* 89, 47-50.
- SCHULZE KERSTING, I. (1996) *Untersuchungen zur Einstreuqualität und Leistung in der Broilermast in Abhängigkeit von der Besatzdichte*. Hannover, Tierärztliche Hochschule, Dissertation.
- SHAMES, R.B., KNAPP, L.W., CARVER, W.E., WASHINGTON, L.D. and SAWYER, R.H. (1989) Keratinization of the outer surface of the avian scutate scale: interrelationship of alpha and beta keratin filaments in a cornifying tissue. *Cell & Tissue Research* 257, 85-92.
- SHANAWANY, M.M. (1992) Influence of litter water-holding capacity on broiler weight and carcass quality. *Archiv für Geflügelkunde* 56, 177-179.
- SØRENSEN, P., SU, G. and KESTIN, S.C. (1999) The effect of photoperiod/scotoperiod on leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science* 78, 336-342.

-
- SØRENSEN, P., SU, G. and KESTIN, S.C. (2000) Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science* 79, 864-870.
- SPEARMAN, R.I.C. (1966) The keratinization of epidermal scales, feathers and hairs. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 41, 59-96.
- SPEARMAN, R.I.C. (1983) Integumentary System. In: D.J. BELL and B.M. FREEMAN (Hrsg.): *Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl*, Bd. 4. Academic Press. London, New York. pp 603-620.
- SPEARMAN, R.I.C. and HARDY, J.A. (1985) Integument. In: A.S. KING (Hrsg.): *Form and Function in Birds*. Academic Press Ltd. London. pp 1-14.
- SU, G., SØRENSEN, P. and KESTIN, S.C. (2000) A note on the effects of perches and litter substrate on leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science* 79, 1259-1263.
- THOMAS, D.G., RAVINDRAN, V., THOMAS, D.V., CAMDEN, B.J., COTTAM, Y.H., MOREL, P.C.H. and COOK, C.J. (2004) Influence of stocking density on the performance, carcass characteristics and selected welfare indicators of broiler chickens. *New Zealand Veterinary Journal* 52, 76-81.
- TUCKER, S.A. and WALKER, A.W. (1992) Hock burn in broilers. In: P.C. GARNSWORTHY (Hrsg.): *Recent Advances in Animal Nutrition*. Butterworth Heinemann. Oxford, UK. pp 33-50.
- VOLLMERHAUS, B. and SINOWATZ, F. (1992) Haut und Hautorgane. In: R. NICKEL, A. SCHUMMER and E. SEIFERLE (Hrsg.): *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*, Band 5: *Anatomie der Vögel*, 2. Auflage. Verlag Paul Parey. Berlin, Hamburg. ISBN: 3-83044-153-3pp 16-49.
- WANG, G., EKSTRAND, C. and SVEDBERG, G. (1998) Wet litter and perches risk factors for the development of foot pad dermatitis in flour-housed broilers in Sweden. *British Poultry Science* 39, 191-197.
- WÄSE, K. (1999) Untersuchungen über die gesunde Haut von Masthühnern und ihre Veränderungen bei einem experimentellen Biotinmangel. Berlin, Freie Universität Berlin, Dissertation.

WEAVER, J.R. and MEIJERHOF, R. (1991) The Effect of Different Levels of relative Humidity and air Movement on Litter Conditions, Ammonia Levels, Growth, and Carcass Quality for Broiler Chickens. *Poultry Science* 70, 746-755.

WHITEHEAD, C.C. (1991) Biotin in der Tierernährung. Hoffmann-La Roche & Co. Ltd. Basel, Switzerland. pp 38-40.

WRENCH, R., HARDY, J.A. and SPEARMAN, R.I.C. (1980) Sebokeratocytes of avian epidermis – with mammalian comparison: in: *The Skin of Vertebrates*. Linnean Society Symposium Series, Number 9. Academic Press Inc. London. pp 47–56.

10. ANHANG

Tabelle 10-1: Scores des rechten Fußballens der Hennen des Winterdurchgangs, Gruppe Sn

Tiernummer	Lebenswoche								
	2	3	5	7	9	11	13	15	
5061	1	1	3	5	6	5	6	6	
5062	1	1	3	4	5	3	5	6	
5063	2	1		5	3	4	5	6	
5064	2	1	3	3	5	3	6	6	
5065	1	1	3	3	5	6	6	6	
5066	1	1	3	4	5	5	5	5	
5067	1	3	3	6	3	6	6	6	
5068	2	1	1	3	5	5	5	5	
5069	1	3	3	5	6	5	6	6	
5070	3	1	3	3	5	5	6	6	
5071	1	1	1	3	6	3	6	6	
5072	1	3	3	5	3	5	6	6	
5073	1	1	3	5	4	3	6		
5074	1	1	5	3	6	6	6	6	
5075	3	1	3	3	5	3	6	6	
5076	1	1	1	5					
5077	3	3	3	3	5	5	6	6	
5078	1	1	3	5	3	5			
5079	2	3	3	3	6	5	6	6	
5080	1	1	1	3	5	3	5	6	
5801	3	3	3	5	5	3	3		
5802	1	3	3	3	5	4	4	6	
5803	3	3	3	3	5				
5804	1	1	1	1	5	4	6	6	
5805	3	1	3	3	6	4	5	6	
5806	3	1	3	5	5	5	5	6	
5807	1	3	3	3	5	3	3	5	
5808	1	3	3	5	5	5	5	6	
5809		3	3	3	5	3	5		
5810	1		3	3	5	6	6	6	
5811	3	3	3	5	6				
5812	3	3	3	3	5	5			
5813	3	3	1	3	5	6	4	6	
5814	3	3	3	5	6	4	5		
5815	1	3	3	5	5	4	3	6	
5816	3	1	3	3	3	3	3	6	
5817		3	3	5	5	4	6	6	
5818	1	1	3	5	5	4	4	6	
5819	1	1	3	3	5	3	5	6	
5820	1	3	3	3	5	5	5	6	
5881	1	3	3	3	6	5	5		
5882	2	3	3	2	5	5	4	6	
5883	2	3	3	3	6	5	6	6	
5884	1	3	3	5	5	3	5	5	
5885	1	3	3	5	5	6	5	6	
5886	1	1	1	1	6	4	6	6	
5887	1	1	1	5	6	4	6	6	
5888	2	3	3	3	5	4	5	6	
5889	2	1	3	1	5	5	5	6	
5890	1	1	3	3	5	6	6	6	
5891	1	3	3	3	5	5	5	6	
5892	3	1	3						
5893	1	3	3	3	5	6	6		
5894	1	3	5	5	5	3	6	6	
5895	3	3	3	5	5	5	4	6	
5896	2	3	3	5	5	4	6	6	
5897	1	3	3	3	5	3	6	6	
5898	2	1	3	3	5	6	4		
5899	2	1	3	5	5	4	5	6	
5900	3	1	3	5	6	6	4	6	
5981	1	3	1	5	6	5	5	6	
5982	1	1	3	5	6	5	5	6	
5983	1	1	1	5	6	5	6	6	
5984	1	1	3	5	5	4	6	6	
5985	1	1	3	5	6	5			

Fortsetzung von Tabelle 10-1: Scores des rechten Fußballens der Hennen des Winterdurchgangs, Gruppe Sn

Tiernummer	Lebenswoche								
	2	3	5	7	9	11	13	15	
5986	1	3	3	5	5	6	6	6	
5987	1	1	3	6	5	3	6	6	
5988	1	3	3	5	6	5	5	6	
5989	1		3	5	6	5	6	6	
5990	2	3	3	5	6	5	5	6	
5991	1	1	3	5	5	3	5	5	
5992	2	1	3	5	6	6	6	6	
5993	1	1	1	3	5	5	5	5	
5994	1	1	1	1	3	3	4	6	
5995	1	3	3	5	5	4	6	6	
5996	1	1	3	5	5	5			
5997	1	1	1	6	6	5	5	6	
5998	3	3	3	5	6	6	5	6	
5999	2	1	1	3	6	4	6	6	
6000	2	1	1	5	5	5	4	6	
Tiere ohne Marken ¹ :							5	5	
							4	6	
							5	6	
							6	6	
							6	6	
							6	6	
								6	
								6	

*1: Einzeltiere nicht identifizierbar

Tabelle 10-2: Scores des rechten Fußballens der Hennen des Winterdurchgangs, Gruppe Sm

Tiernummer	Lebenswoche								
	2	3	5	7	9	11	13	15	
5021	2	1	3	5	5				
5022	1	1	3	5	6	3	6	6	
5023	1	1	1	3	5	4	6	6	
5024	1	1	3	3	6	3	6	6	
5025	1	1	3	3	6	4	6	6	
5026	1	1	1	3	5	3	5	6	
5027	1	3	3	5	6				
5028	3	1	3	5	5	5	6	6	
5029	1	1	1	3	6	5	6	6	
5030	1	1	5	5	6	4	6	6	
5031	1	1	1	3	6	4	6	6	
5032	1	1	3	5	6				
5033	3	5	5	3	6	3	5	6	
5034	1	1	3	5	6	5	6	6	
5035	1	1	1	5	6	6	6	6	
5036	1	1	3	5	6	6	6	6	
5037	1	1	3	5	5	3	6	5	
5038	1	1	5	3	6	5	6	6	
5039	1	1	2	3	6	5	6	6	
5040	1	1	3	5	5	3	4	5	
5101	1	3	3	3	5	6	6	6	
5102	1	1	3	5	5	3			
5103	1	1	3	1	5	6	6		
5104	1	1	3	5	5	6			
5105	1	1	3	5	5	5			
5106									
5107	1	1	3	5	5	5	6		
5108	3	3	3	5	5	5	6	6	
5109	2	1	2	5	5	3	3	5	
5110	1	1	3	5	5	5	6		
5111	1	1	1	5	5	6	6		
5112	1	1	3	5	5	6	6	5	
5113	1	1	3	3	5	6	6	6	
5114	1	1	3	5	5	5	6	6	
5115	3	1	3	5	3	3	6	6	
5116	1	1	1	5	5	5			

Tabelle 10-3: Scores des rechten Fußballens der Hennen des Winterdurchgangs, Gruppe Sh

Tiernummer	Lebenswoche								
	2	3	5	7	9	11	13	15	
5001	2	3	1	5	5	3	6	6	
5002	1	1	1	5	5	5	5	6	
5003	1	3	3	3	5	3	6	5	
5004	3	3	3	5	6	5	6	6	
5005	1	1	1	5	5	5	6	6	
5006	2	3							
5007	1	1	1	2	6	5	6	6	
5008	2	3	3	5	6	5	6	6	
5009	1	1	1	5	6	3	6	5	
5010	1	2	1	3	6				
5011	1	1	1	3	6	4	6	6	
5012	1	1	1	5	6	5			
5013	1	1	1	5	6	4	6	6	
5014	3	3	3	5	6	5	6	6	
5015	1	3	1	3	6	3	6	6	
5016	1	1	3	5	6	3			
5017	2	3	3	3	5				
5018	1	1	1	5	6	5	6	6	
5019	1	3	3	5	6	6	6	6	
5020	3	1	3	5	6	5	6	6	
5081	1	1	3	5	5	3	5	6	
5082	2	3	3	5	5	6	6	6	
5083	2	1	3	5	5	5	6		
5084	1	1	3	3	5	5	6	6	
5085	1	1	1	3	5	5	6	6	
5086	1	1	1	5	5	5	6	6	
5087	3	1	3	3	5				
5088	3	1	3	5	5	5	6	6	
5089	1	1	3	5	5	6	6	6	
5090	1	3	3	3	5	6	6	6	
5091	1	3							
5092	3	1	3	5	5				
5093	1	1	3	5	5	5	6	6	
5094	1	1	5	5	5	3	3	5	
5095	1	1	1	5	4	6	6	6	
5096	1	1	1	5	5	6	6	6	
5097	2	1	3	5	5	6	6	6	
5098	1	1	3	6	3	5	4	5	
5099	1	3	3	5	5	6	6	6	
5100	1	1	1	5	5	5	6	6	
5861	3	3	5	5	6	4	6	6	
5862	1	3	3	5	5	3	6	5	
5863	1	1	3	5	6	6	6	6	
5864	1	1	3	3	5	6	6	6	
5865	1	3	1	5	5	3	6	6	
5866	1	3	5	5	6	6	5	6	
5867	2	5	3	3	6	6	6	6	
5868	1	3	3	5	5	6	6	6	
5869	3	1	1	5	6	6	6	6	
5870	1	1	3	5	5	6	6	6	
5871	1	3	3	5	6	6	6	6	
5872	1	3	2	3	5	6	6	6	
5873	3	1	5	5	5	3	6	6	
5874	1	3	3	5	5	4	6	6	
5875	1	1	5		5	6	6	6	
5876	1	1	3	5	5	5	6	6	
5877	2	1	3	5	5	6	6	6	
5878	3	3	3	3	5	6	6	6	
5879	2	1	3	5	6	4	6	6	
5880	3	3	3	5	5	3	6	6	
5941	1	1	6	5	5	5	5	6	
5942	1	3	3	3	5	4	6	6	
5943	1	1	3	5	6	6	5	6	
5944	1	1	3	5	6	5	5		
5945	1	1	4	5	5	5	5	6	
5946	1	1	1	1	5	5	6	6	
5947	1		3	5	5	3	6	6	

Fortsetzung von Tabelle 10-3: Scores des rechten Fußballens der Hennen des Winterdurchgangs, Gruppe Sh

Tiernummer	Lebenswoche								
	2	3	5	7	9	11	13	15	
5948	3	3	5	5	5	3	5	6	
5949	1	1	1	5	6	5	4	6	
5950	3	3	5	5	5	4	5	6	
5951	1	1	5	5	5	5	3	6	
5952	3	1	3	5	5	4	5	6	
5953	1	1	3	5	5	5		6	
5954	2	1	3	5	5	5	4	6	
5955	1	1	3	5	5	5	5	6	
5956	1	1	5	5	5	3	5	6	
5957	1	1	3	5	5	6		6	
5958	1	3	3	5	6	5	5	6	
5959	1	3	3	5	5	3	5	6	
5960	1	3	3	5	6	5		6	
Tiere ohne Marken ¹ :							5	6	
							6	5	
							5	5	
							6	6	
							6	6	
							4	6	
							6	6	
							6	6	
							6	6	
							6	6	

*¹: Einzeltiere nicht identifizierbar**Tabelle 10-4: Scores des rechten Fußballens der Hennen des Winterdurchgangs, Gruppe Hm**

Tiernummer	Lebenswoche								
	2	3	5	7	9	11	13	15	
5041	2	1	5	5	5	3	6	6	
5042	1	1	3	3	5	3	5	6	
5043	1	1	3	3	5	3	6	6	
5044	1	1	3	5	5	3	5	6	
5045	3	1	3	5	5	4	6	6	
5046	3	3	5	5	6	2	6	6	
5047	3	1	3	3	5	4	6	6	
5048	1	1	3	5	5	3	6	6	
5049	1	3	3	5	5	4	6	5	
5050	1	3	3	5	6	3	6	6	
5051	1	1	3	5	5	4	6	5	
5052	3	1	1	3	5	3	5	4	
5053	1	1	3	3	3	3	5	5	
5054	1	1	3	5	5	5		6	
5055	1	1	5	5	6	5	6	6	
5056	2	1	5	5	6	5	6	6	
5057	1	1	3	1	5	4	5	6	
5058	1	1	3	5	5	3	6	6	
5059	1	1	3	5	5	4	6	6	
5060	3		3	5	6	3	3	3	
5821	3	1	3	5	6	5	5	5	
5822	1	2	3	5	5	4	5	5	
5823	1	3	1	5	5	5	6	4	
5824	3	3	3	5	5	4	5	5	
5825	1		1	5	5	4	5	5	
5826	1	3	3	3	5	6	3	6	
5827	2	3	3	3	5	3	3	5	
5828	2	3	1	3	5	4	6	5	
5829	2	3	1	3	5	5	6	6	
5830	1	3	1	5	6	3	5	6	
5831	1	1	1	5	5	4	5	6	
5832	1								
5833	1	3	1	3		3	3	6	
5834	1	2	3	5	5	3	5	5	
5835	2		3	5	5	4	5	6	
5836	1	2	3	3	5	4	6	6	

Fortsetzung von Tabelle 10-4: Scores des rechten Fußballens der Hennen des Winterdurchgangs, Gruppe Hm

Tiernummer	Lebenswoche									
	2	3	5	7	9	11	13	15		
5837	1	3	3	5	5	4	6	6		
5838	1	3	3	5	5	4	5	6		
5839	1	1	3	5	5	4	5	5		
5840	1	3	3	5	5	4	5	6		
5901	1	3	1	5	5	3	5	6		
5902	3	3	3	5	5	4	3	4		
5903										
5904	3	3	3	5	5	4	6	4		
5905	1	1	3	5	5	3	3	5		
5906	3	3		5	5	4	4	5		
5907	1	1	3	5	5	3	3	6		
5908	1	1	3	3						
5909	1	3	3	5	5	4				
5910	2	1	3	5	5	4	5	6		
5911	1	1	3	5	5	3	6	6		
5912	2	3	3	5	5	4	4	6		
5913	3	3	3	5	5	2	3			
5914	1	3	1	5	5	4	5	6		
5915	1	3	3	5	5	4	6	6		
5916	3	1	1	5	5	3	5	6		
5917	3	3	3	3	5	3	6	5		
5918	1	1	6	5	5	3	6	5		
5919	3	3	3	5						
5920	3	3	3	5	5	4	5	6		
5961	1	3	1	1	5	5	6	6		
5962	1	1	3	5	5	6	6	6		
5963	1	1	1	3	6	5	6	6		
5964	1	1	1	3	6	3	6	6		
5965	3	1	1	5	6	5	5	6		
5966	1	1	3	5	5	5	6	6		
5967	1	1	3	5	5	3	5	4		
5968	1	1	1	3	5	4	5	6		
5969	2	1	1	5	5	4	6	5		
5970	3	1	1	5	5	4	6	6		
5971	1	1	3	3	5	2	3			
5972	3	1	1	5	6	5	6	6		
5973	3	1		5	6					
5974	1	1	3	5	5	5		6		
5975	2	1	1	3	5	3	6	4		
5976	1	3	3	3						
5977	2	1	1	5	6	4	6	6		
5978		1	3	3	6	5	6	6		
5979	1	3	1	5	6					
5980	2	1	3	5	5	4	6	6		
Tiere ohne Marken ¹ :							5	6		
							5	6		
							6	6		
							5	6		
								5		
								6		
								5		
								6		

*¹: Einzeltiere nicht identifizierbar

Tabelle 10-5: Scores des rechten Fußballens der Hähne des Winterdurchgangs, Gruppe Sn

Tiernummer	Lebenswoche											
	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	
5121	1	1	3	3	3	3	5	5	6	5	6	5
5122	1	1	3	3	5	6	6	4	4	5	6	6
5123	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5124	1	1	3	3	3	6	5	6	5	5	5	5
5125	1	3	3	3	5	4	3	6	5	6	6	6
5126	1	1	3	3	3	6	5	5	5	5	5	5
5127	2	1	3	3	5	3	6	6	6	6	6	6
5128	3	1	3	3	3	5	6	6	5	5	5	6
5129	1	1	3	3	5	6	4	6	5	6	5	5
5130	1	1	3	1	5	3	6	3	3	3	3	3
5131	1	1	3	1	1	1	3	1	3	3	3	3
5132	1	1	1	1	3	5	4	6	6	5	5	5
5133	1	1	3	3	5	5	3	4	5	5	5	5
5134	2	3	3	3	5	4	5	5	5	5	5	5
5135	1	1	3	3	5	6	3	3	3	3	3	3
5136	1	1	3	3	3	5	5	5	6	5	5	5
5137	1	3	3	3	5	6	6	6	6	5	5	5
5138	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5139	1	1	3	3	5	6	6	6	6	4	6	6
5140	1	3	3	1	3	6	6	4	4	4	5	3
5201	1	1	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3
5202	1	1	3	3	1	1	1	3	1	3	3	3
5203	1	3	3	1	3	5	5	6	5	6	6	5
5204	1	1	3	1	1	4	5	6	5	5	5	5
5205	2	1	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3
5206	3	3	1	3	5	6	6	6	5	6	6	5
5207	1	1	3	1	3	5	6	6	6	5	6	6
5208	2	3	3	5	3	3	4	3	3	3	3	3
5209	1	1	3	3	4	3	5	3	4	6	6	5
5210	1	3	3	1	5	4	5	6	5	6	6	5
5211	2	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3
5212	1	1	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3
5213	2	1	3	3	5	5	5	5	3	3	3	3
5214	1	1	1	3	5	5	5	6	5	6	6	3
5215	3	1	3	3	3	5	5	6	5	5	5	5
5216	1	1	3	3	3	4	5	6	5	3	3	3
5217	1	1	3	3	5	5	5	6	3	3	3	3
5218	2	1	3	2	5	5	5	6	5	5	5	5
5219	1	3	3	3	5	4	5	5	5	5	5	5
5220	1	1	3	1	1	5	6	6	5	6	6	6
5301	1	1	3	3	3	5	5	6	5	5	5	5
5302	2	1	3	3	5	5	6	6	5	5	5	5
5303	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5304	5	1	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5
5305	1	1	1	3	5	6	5	6	6	6	6	5
5306	3	3	1	3	5	6	6	6	5	5	5	5
5307	2	1	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
5308	1	3	1	3	5	5	5	3	3	3	3	3
5309	1	3	3	3	5	5	4	6	6	6	6	5
5310	2	1	3	1	5	6	5	6	5	5	5	5
5311	1	1	3	1	5	4	4	4	4	4	4	4
5312	1	1	3	1	5	5	6	3	3	5	5	5
5313	1	1	3	3	3	3	5	6	5	5	5	5
5314	1	1	3	3	5	6	3	6	6	6	6	5
5315	2	3	3	3	5	5	5	3	5	5	5	5
5316	1	1	3	3	5	4	5	5	5	5	5	5
5317	2	1	3	3	3	4	3	5	3	3	3	3
5318	1	1	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3
5319	1	1	3	3	5	5	4	6	5	5	5	3
5320	1	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
5381	3	1	3	1	3	3	5	5	3	3	3	3
5382	1	1	3	3	5	5	6	5	5	5	5	5
5383	1	1	3	3	5	3	6	6	5	5	5	5
5384	1	1	3	1	5	6	6	6	6	6	6	6
5385	1	1	1	1	3	6	5	3	3	3	3	3
5386	1	1	3	1	3	5	3	3	3	3	3	5
5387	1	1	3	3	5	5	6	6	5	5	5	6

Fortsetzung von Tabelle 10-5: Scores des rechten Fußballens der Hähne des Winterdurchgangs, Gruppe Sn

Tiernummer	Lebenswoche										
	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
5388	1	1	3								
5389	1	1		1	5	3	5	5	3	5	5
5390	1	1	1	1	5	5	6	6	5	6	5
5391	1	1	3	3	3	5	6	6			
5392	1	1	3	3	3	4	6	6	5	5	5
5393	2	1	3	3	5	3	6	5	5	5	5
5394	1	1	3	3	5	3	3	6	5	6	6
5395	1	1	1	3	3	5	6	5	5	5	5
5396	2	3	3	3	3	3	5	2	5	6	5
5397	2	1	1	1	5	5	6	6	5	5	6
5398	3	3	3	1	3	3	5				
5399	1	1	1	3	3	3	5	3	3	3	3
5400	2	3		1	3	3					
Tiere ohne Marken ¹							4	5	6	5	3
							4	5	3	5	5
								6	5	5	3
								6	6	5	5
										5	6
										5	5
											5
											6
											5
											5

*¹: Einzeltiere nicht identifizierbar

Tabelle 10-6: Scores des rechten Fußballens der Hähne des Winterdurchgangs, Gruppe Sm

Tiernummer	Lebenswoche										
	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
5161	1	1	1	3	5	6	5	6	5	5	5
5162	2	3	1	3	5	4	5	6	3	6	6
5163	1	1	3	3	5	4	4	6	5	5	
5164	1	3	1	3	4	4	5	6	4	6	6
5165	1	1	1	3	5	4					
5166	1	1	1	1	5	3	4	5	5	5	5
5167	2	3	3	3	5	3	5	2	2	3	3
5168	1	1	1	3	3	3	5	6		6	6
5169	3	1	1	5	5	3	5	6	5	3	3
5170	1	3	1	3	5	5	5				
5171	1	1	1	3	5	6	5				
5172	1	1	3	3	5	5	5				
5173	2	3	3	1	5	3					
5174	3	1	3	1	5						
5175	2	1	3	3	3	3	5	5	5	6	6
5176	1	3	3	1	5	5	5	6	6	6	5
5177	2	1	3	3	5	3	3	6	6		
5178	1	1	3	3	3	5	5	6	5	5	5
5179	1	1	1	3	5	3	5	6	5	5	5
5180	1	1	1	3	5	3	4	6	5	5	3
5241	1	1	1	1	3						
5242	2	1	1	1	5	5	5	6	6	6	6
5243	1	3	1	3	5						
5244	2	1	1	3	4	5	5	6	5	3	3
5245	1	1	1	3	3	6	5	6	5		
5246	2	1	3	3	5	6	5	6	5	6	6
5247	2	1	1	3	5	5	4	6	6	6	
5248	1	1	1	3	5	5	4	6	6	6	6
5249	1	3	3	3	5	3	5	3	3	3	3
5250	2	1	3	3	5	6	6	6	5	6	6
5251	1	1	3	5	5	5	5	3	3	3	3
5252	1	1	1	3	5						
5253	1	1	1	3	3	5	5	5	5		
5254	1	1	1	1	5	5					
5255	1	1	3	3	5	4	5	3			

Fortsetzung von Tabelle 10-6: Scores des rechten Fußballens der Hähne des Winterdurchgangs, Gruppe Sm

Tiernummer	Lebenswoche											
	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	
5256	1	1	1	3	3	4	4	3	3	3	3	
5257	3	3	3	3	3	5	3	6				
5258	3	3	3	3	3	5	3	5	5			
5259	2	1	3	3	5	4	5	6	5	3	5	
5260	1	1	1	3	5	5	6	6	6	6	5	
5341	1	1	3	5								
5342	3	1	3	3	4	5	6	5	5	5	5	
5343	1	1	3	3	5	4	3	5	5			
5344	1	1	3	3	3	6	6	6	5	3	3	
5345	1	1	3	1	5	5	6	6	6	6	5	
5346	1	3	3	1								
5347	5	3	3	5	5							
5348	1	1	3	3	5	5	6	6	5			
5349	1	1	3	3	5	6	6	6	6	5	5	
5350	1	1	3	3	3	5	5	4	3	3	5	
5351	3	3	3	3	5	3	3	6	5	5	5	
5352	1	1	3	1	5	5	6	5				
5353	1	1	3	5	3	5	6	5	5	5	5	
5354	1	3	3	3	3	3	6	6	5	5	6	
5355	1	1	3	3	3	4	6	6				
5356	1	1	3	1	3	3	3	6	5	5	5	
5357	3	3	3	3	3							
5358	1	1	3	3	1	3	5	5	3	3	3	
5359	1	1	3	3	3	5	6	6				
5360	2	1	3	5	3	6	6	6	5	5	5	
5421	2	3	3	5	3	4	6	6	6	5	5	
5422	3	1	3	3	5	6	6	5	6	5	5	
5423	1	1	3	3	3	3	5	3				
5424	1	1	3	5	5	6	6	6	6	6	6	
5425	1	1	3	1	3	5	5	6	5	5	5	
5426	1	1	3	5	3	5						
5427	1	1	3	3	5	3	5	6	3			
5428	1	1	3	3	3	4	6	6	5			
5429	1	1	3	3	3	5	6	6	5	5	5	
5430	1	1	3	3	3	6	6	6	6	6	6	
5431	1	1	3	1	3	6	6	6				
5432	1	1	1	3	3	3	5	5	5	5	5	
5433	1	1	3	5	3	6	6	6	6	6		
5434	1	1	1	3	5	4	3	3	3	3	5	
5435	2	1	3	3	3	5	3	5	5	3	5	
5436	1	1	3	3	3	5	6	6	5	6	6	
5437	2	3	1	3	3	6	3	6	6	6		
5438	1	1	3	1	5	6	5	6	6	5	5	
5439	1	3	1	5	3	6	3	4	5	3	3	
5440	1	1	1	1	3	3	6	6	6	6	6	
Tiere ohne Marken ¹ :						4	6	5	5	5	5	
						6	5	6	5	5	5	
						5	6	6	5	5	6	
						5	5	6	5	3	3	
								6	5	5	3	
									5	5	6	
									3	3	5	
									6	5	6	
									6	6	6	
									3	5	6	
									5	5	5	
										6	5	
										5	5	
										3	3	
											6	
											5	

*¹: Einzeltiere nicht identifizierbar

Tabelle 10-7: Scores des rechten Fußballens der Hähne des Winterdurchgangs, Gruppe Sh

Tiernummer	Lebenswoche											
	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	
5181	1	1	1	1	3	5	5	6	6	5	5	5
5182	3	1	3	3	5	5	3	3	5			
5183	2	1	1	3	5	5	6	6	5	6	6	
5184	1	1		3	6	5	5	3	3	5	3	
5185	1	1	3	5	5	5	6	6	5	6	5	
5186	3	1	3	3	5	5	6	6	6			
5187	3	1	3	3	3							
5188	1	1	3	5		5	5	5	4	6	6	
5189	1	1	1	1	3	5	5	2	6	6	6	
5190	2	1	3	1	5	4	6	6	5	5	5	
5191	3	1	3	3	3	4	5	5	3	3	3	
5192	1	3	1	3	5	3	5	6	5	5	5	
5193	1	1		5	5							
5194	1	1	3	1	5	6	6	6	4	5	5	
5195	1	1	3	5	5	5	6	6	3	5	5	
5196	4	1	3	5	5	6	3	6	3	6	5	
5197	1	1	3	3	5	3	4					
5198	1	1	1	1	5	4	6	6	5	5	6	
5199	1	1	3	3	5	5	3	6	3	3	3	
5200	1	1	1	3	5	5	4					
5261	1	1	3	3	3	5	6	5	5	3	3	
5262	2	1	1	3	5	5	6	6	5	6	6	
5263	3	3	3	3	3							
5264	1	1	3	3	3	3	6	6	5	3	5	
5265	1	1	1	3	5	5	6	6	5	6	6	
5266	1	3	3	3	3							
5267	1	1	1	5	3	5	6					
5268	1	1	3	1								
5269	1	1	3	3	3	4	6	6	5	5	6	
5270	2	1	1	1	5	3	5	6	5	5	6	
5271	1	1	1	3	5	5	6					
5272	2	1	1	5	3	4	6	6	5	6	6	
5273	1	3	3	5	3	4	6	5	5	5	5	
5274	3	1	1	3	3	4	6	6	5	5	5	
5275	1	1	3	3	5	6	6	6	5	6	6	
5276	1	1	3	3	3	5	5	3	3	3	3	
5277	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	
5278	1	3	3	1	3	5	6	6	4	6	6	
5279	1	1	1	3	3							
5280	1	1	1	1	1	4	4	3	3	3		
5321	2	2	1	3	5	3	1	3	3			
5322	1	1	1	1	5	3	5	6	6	6	6	
5323	2	1	3	1	5	4						
5324	1	1	3	3	5	3	6	3	5	3	5	
5325	1	1	3	3	5	5	6	6	6	3		
5326	1	1	1	1	3	3	5	5	3			
5327	1	1	3	3	5	5	5	6	5	5	5	
5328	1	1	1	1	5	3	5	4	5	5	5	
5329	1	1	1	1	1							
5330	2	3	3	3	5	5	6	6	6	6	6	
5331	1	1	1	3	5	6	6	6				
5332	2	1	3	1	5	6	5	6	6	3	3	
5333	3	3	1	3	5	5	6	6	6			
5334	1	3	3	1	5	6	4	5	3		3	
5335	1	1	3	5	3	5	3	1	3	3	3	
5336	2	1	3	3	4	6	3	5	3	5	3	
5337	1	1	3	5	5	3	5	6	5	5	5	
5338	3	1	3	3	5	3	3	3	3	3	3	
5339	2	3	3	3	5	5	4	6	5	6	5	
5340	1	1	1	1	5	5	5	6	5	5	5	
5401	1	1	1	3	3	4						
5402	1	3	3	1	5	3	5	5				
5403	1	1	3	5	5	6	3	6	6	6	6	
5404	1	1	3	3	5	3						
5405	3	3	3	3	3	4	5	6				
5406	3	1	3	1	5	3	5	6	5	6	6	
5407	2	1	3	3	5	4	5	6	6	6	6	

Fortsetzung von Tabelle 10-7: Scores des rechten Fußballens der Hähne des Winterdurchgangs, Gruppe Sh

Tiernummer	Lebenswoche										
	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
5408	1	1	1	1	3	5		6	5	3	6
5409	1	1	3	1	5	6					
5410	3	1	1	3	3						
5411	1	1	1	5	5	5	3	5	5	3	
5412	2	1	1	3	5	6	3	5			
5413	1	1	3	3	3	3					
5414	1	1	1	1	4	6	5	6	6		
5415	2	3	3	1	3	6	6	6			
5416	1	1	1	1	5	6	5	6	6		
5417	2	1	1	3	5						
5418	2	1	1	3	5	6					
5419	1	1	3	3	4						
5420	2	1	3								
Tiere ohne Marke *1						6	3	3	3	3	5
						3	6	6	5	6	3
						5	5	6	4	3	3
						3	4	5	4	6	6
						3	6	6	5	6	3
						4	6	6	5	3	6
							5	6	5	6	5
								6	5	5	5
								6	5	6	6
								6	5	6	3
										6	6
										5	6
										6	6
										5	6
											6
											5

*1: Einzeltiere nicht identifizierbar

Tabelle 10-8: Scores des rechten Fußballens der Hähne des Winterdurchgangs, Gruppe Hm

Tiernummer	Lebenswoche										
	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
5141	1	1	3	3	5	4	4				
5142	1	3	3	3	3	3	4	5	5	5	5
5143	1	3	3	3	5	5					
5144	1	3	3	1							
5145	1	3	3	3	5	5	6	6	5	3	
5146	1	1	3	3	5	3	4	4	3	3	3
5147	2	3	3	5	5	4	4	5	5	5	6
5148	2	3	3	3	3	5	4	5	3	5	5
5149	1	1	3	3	1	3	4	4	3	3	3
5150	1	1	1	3	3	3	4	3	3	5	5
5151	1	1	3	3	3	2					
5152	1	1	3	3	3	5	5				
5153	1	3	3	3	5						
5154	1	3	3	3	3	4	5	3	3	3	3
5155	2	1	3	3	3						
5156	1	3	1	3	5	3	4				
5157	1	3	3	3	5	3	5	5	5	5	5
5158	1	3	1	5	1	1	3	3	4		
5159	1	1	3	3	5	4	6	6	5	5	5
5160	1	1	3	3	5	4	3	4	3	5	3
5221	1	1	3	3	5	4	6	3	3	3	3
5222	3	1	1	1	3	3	4	4	5	3	
5223	1	1	3	3	3	3	4	3	5	3	
5224	1	3	3	3	3	3	3				
5225	1	1	1	3	4	4	4				
5226	1	1	1	1	3	1	5	5	5	5	
5227	2	1	3	3	3	5					
5228	3	1		1	3	4	5	6	5	6	6
5229	3	1	3	3	3	3	4				
5230	2	1	1	3	5	3	4	4	3	3	3

Fortsetzung von Tabelle 10-8: Scores des rechten Fußballens der Hähne des Winterdurchgangs, Gruppe Hm

Tiernummer	Lebenswoche										
	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
											5

*1: Einzeltiere nicht identifizierbar

Tabelle 10-9: Scores des rechten Fußballens der Hennen des Sommerdurchgangs, Gruppe Sn

Tiernummer ab 7.	Lebenswoche									
	2	3	5	7	9	11	13	15		
2616	1	1	1	5	5	3	3	5		
2617	3	1	1	3	3	3	5	5		
2618	1	1	1	3	3	3	5	6		
2621	1	1	3	3	3	5	3	5		
2622	1	1	1	3	3	3	5	5		
2623	1	1	1	3	3	3	5	5		
2624	1	1	1	3	5	5	5	6		
2625	1	1	3	3						
2626	3	3	1	3	5	5	5	5		
2627	1	1	1	3	3	3	3	5		
2629	1	3	1	3	3	3	3	6		
2630	1	1	1	5	5	3	5	5		
2648	1	1	3	3						
2671	1	1	1	3	5	5	3	3		
2672	3	1	1	5	5	5	6	5		
2674	1	1	3	3	3	3	5	6		
2675	1	3		5	3	3	5	3		
2676	1	1	1	3	3	5	5	6		
2677	1	3	1	3	3	5	3	5		
2679	1	1	1	3	3	3	5	5		
2680	1	1	1	3	3	3	5	5		
2683	3	3	3	3	3	3	3	5		
2684	3	1	1	3	3	3	5	6		
2686	1		3	3	3	5	5	5		
2687	1	1	3	3	5	3	5	6		
5601	1	1	1	3	3	3	5	5		
5602	1	1	3	3	3	3	5	5		
5603	1	1		3	5	3	5	6		
5604	1	1	1	3	3	3	3	5		
5605	1	3	1	3	5	3	5	5		
5606	3	1	1	3	3	3	5	6		
5607	3	1	1	3	3	3	5	5		
5608	1	1	1	3	3	3	3	5		
5609	1	1	3	3	3	5	3	5		
5610	1	1	3	3	3	3	5	5		
5611	1	1	3	3	3	3	5	5		
5612	1	1	1	3	3	3	3			
5649	1	1	1	3	3	3				
5650	1	1	1	3	3	3	5	6		
5651	1	3	1	3	3	5	5	5		
5652	1	1	3	3	3	3	3	5		
5653	1	1	1	3	3	3	5	5		
5654	1	1	1	3	3	3	3	5		
5655	1	1	3	3	3	3	5	5		
5656	1	3	1	3	5	3	5	5		
5657	1	1	1	3	3	3	5	5		
5658	1	1	3	3	3	3	5	5		
5659	1	3	1	3	3	5	5	5		
5660	3	1	1	3	5	5	6	5		
Tiere ohne Marken ¹ :	1	1	3	3	5	5	5	5		
	1	1	1	3	3	5	3	5		
	1	1	1	3	3	3	5	5		
	1	1	3	3	3	3	5	5		
	1	1	1	3	3	5	3	5		
	1	1	1	3	3	5	3	6		
	1	1	1	3	3	3	5	6		

Fortsetzung von Tabelle 10-9: Scores des rechten Fußballens der Hennen des Sommerdurchgangs, Gruppe Sn

Tiernummer ab 7.Lebenswoche	Lebenswoche							
	2	3	5	7	9	11	13	15
	1	1	1	3	3	3	3	6
	1	1	1	3	3	3	5	6
	3	1	1	5	3	3	5	5
	1	1	1	3	5	3	5	5
	1	1	1	3	3	3	3	5
	1	1	1	3	3	3	5	5
	1	1	1	5	3	3	5	5
	1	1	3	3	5	3	5	5
	1	1	3	3	3	3	5	3
	1	3	1	3	3	5	3	6
	1	1	1	3	5	3	5	5
	1	1	1	3	3	3	3	5
	1	1	1	3	5	3	5	5
	1	1	3	3	3	3	5	5
	1	3	1	3	3	3	5	5
	1	1	1	3	3	5	5	5
	1	1	1	3	5	5	5	5
	1	1	3	3	3	3	5	5
	1	1	3	3	5	5	5	5
	1	1	1	3	3	3	5	5
	1	1	1	3	3	3	5	5
	1	1	1	3	3	3	5	5
	1	1	1	3	3	3	5	5
	1	1	3	3	3	5	3	5
	1	1	3	3	3	5	3	5
	3	1	1		3			6

*1: Einzeltiere nicht identifizierbar

Tabelle 10-10: Scores des rechten Fußballens der Hennen des Sommerdurchgangs, Gruppe Sm

Tiernummer ab 7. Lebenswoche	Lebenswoche							
	2	3	5	7	9	11	13	15
2644	3	1	1	3	3			
2645	3	1	3	3	3	3	5	5
2646	1	1	1	3	5	3	5	5
2647	1	3	1	5	3	3	5	6
2648	1	1	3	3	3	3		
2649	1	1	3	5				
2650	1	1	1	3	5	3	5	5
2651	1	1	3	3	5	3	5	5
2652	3	1	3	3		3	5	5
2653	3	1	1	3	5	3	5	5
2654	1	1	3	5	3	5	5	5
2655	3	1	1	3				
2702	1	1	3	3	3	5	5	6
2703	3	3	3	5				
2704	3	1	1	3	3	3	5	6
2705	1	1	1	3	3	5	5	6
2706	1	1	1	5	3	5	5	6
2707	1	1	3	5	5	5	5	5
2709	1	1	1	5	5	5	5	5
2710	1	1	1	3	3	3	5	5
2711	1	1	1	3	3	3	3	5
2712	1	3	1	3	6			
2713	1	1	1	3	3	5	6	6
2714	1	1	3	3	3	3		
5625	3	1	1	3	3	3	3	5
5626	1	1	1	5	3	3	3	5
5627	1	1	1	3	3	5	5	6
5628	3	1	1	3	5	5	5	6
5629	1	1	1	5	3	5	6	6
5630	1	1	3	3	3	5	5	6
5631	1	1	1	3	3	5	6	6
5632	1	1	1	5	3	5	5	5
5633	1	1	1	3	3	3	3	5
5634	1	1	1	3	3	5	5	6

Fortsetzung von Tabelle 10-11: Scores des rechten Fußballens der Hennen des Sommerdurchgangs, Gruppe Sh

Tiernummer ab 7. Lebenswoche	Lebenswoche							
	2	3	5	7	9	11	13	15
	1	1	3	3	3	6	5	6
	1	1	3	3	5	5	5	6
	1	1	1	3	3	5	4	5
	1	1	3	3	5	3	5	6
	1	1	3		5	5	5	6
					5	5	6	6
					3	5	5	6
					3	5	5	6
					3	5	5	6
						3	5	6
						3	5	6

*1: Einzeltiere nicht identifizierbar

Tabelle 10-12: Scores des rechten Fußballens der Hennen des Sommerdurchgangs, Gruppe Hm

Tiernummer ab 7. Lebenswoche	Lebenswoche							
	2	3	5	7	9	11	13	15
2601	1	1	1	3	3			
2602	1	1	1	3	3	3	3	3
2603	1	1	1	3	5	3	5	3
2604	1	1	1	3	5	3	3	5
2605	1	1	1	3	3			
2606	1	1	1	5	3	3		
2607	1	1	3	3	5	3	3	3
2609	1	1	3	3	3	3	3	3
2610	1	1	3	3	5	3	5	3
2612	1	1	1	5				
2613	1	1	3	3	5	3	3	5
2615	1	1	1	3	3	3	5	5
2657	3	3	3	3	3	3		
2658	1	1	3	3	3	3	3	5
2659	3	3	1	3				
2661	1	1	1	3		3	5	3
2662	3	1	1	3	3	3	3	3
2663	3	1	1	3	3	3	5	3
2664	1	1	1	3	3			
2665	1	1	1	3	3	3	3	5
2667	1	1	1	3	3	3	3	3
2668	1	3	1	3	5	3	3	5
2669	1	1	1	3	3			
2670	1	1	1	3	3	3	3	5
5613	1	1	3	3	3	3	3	3
5614	3	1	1	5	3	3	5	3
5615	1	1		3				
5616	3	3	1	5	3	3	5	3
5617	1	1	1	5	3	5	3	5
5618	1	1	1	3	3	3	3	3
5619	3	1	1	3	3	5	5	3
5620	1	1	1	3	3	3	5	3
5621	1	1	1	3	3	5	3	3
5622	1	1	1	5	3	3	3	3
5623	1	1	1	3	3	3	3	3
5624	1	1	3	3	3	3	3	3
5661	3	1	3	3	3	3		
5662	3	1	1	3				
5663	1	1	1	3	3	3	3	3
5664	1	6	1	5				
5665	1	1	1	3	3			
5666	1	1	1	3	3	3	3	3
5667	1	1	3	3	3	3	5	5
5668	1	1	3	3	3	3	3	3
5669	1	1	3	3	3	3	5	5
5670	1	1	1	3	3	3	3	5
5671	3	1	3	3	3			
5672	3	1	1	3	3	3	5	5

Fortsetzung von Tabelle 10-12: Scores des rechten Fußballens der Hennen des Sommerdurchgangs, Gruppe Hm

Tiernummer ab 7. Lebenswoche	Lebenswoche								
	2	3	5	7	9	11	13	15	
Tiere ohne Marken ¹ :									
	1	3	1	5	5	3	3	3	3
	1	1	1	3	3	3	5	3	3
	3	1	1	3	3	3	5	3	3
	1	1	1	5	3	3	5	3	3
	1	1	1	5	3	3	3	3	3
	1	1	1	5	3	5	3	3	3
	1	1	1	5	3	3	5	3	3
	1	1	1	5	3	3	3	3	3
	1	1	1	3	3	3	3	3	3
	1	1	3	3	3	3	3	3	5
	1	1	3	3	3	3	3	3	5
	3	1	3	3	3	3	3	3	5
	1	1	1	3	3	3	3	3	3
	1	1	1	3	3	3	5	5	5
	3	1	1	3	3	3	5	5	5
	1	1	3	3	3	3	3	3	5
	1	1	1	3	3	3	5	5	5
	1	1	1	3	3	3	5	5	5
	1	1	1	3	3	3	5	5	5
	1	1	1	3	3	3	5	5	5
	1	1	1	3	3	3	5	5	5
	1	3	1	3	3	3	5	5	3
	1	1	1	3	5	3	3	3	5
	1	1	1	5	5	3	5	5	5
	1	1	1	3	3	3	5	5	5
	1	3	3	3	3	3	5	5	3
	1	1	1	3	3	3	3	3	3
	1	1	1	3	3	3	5	5	3
	1	1	1	5	3	3	5	5	5
	1	1	3	5	3	3	5	5	3
	1	1	3	3	5	3	3	3	3
	3	1	1	3	3	3	3	3	3
	1	1	1		5	5	3	3	3
	1	1	3		3	3	3	3	3
					3	3	3	3	4
					3	3	3	3	3
						3	3	3	4
						3	3	3	3
						3	3	3	3
						3	3	3	3
						3	3	3	5
							3	3	

*1: Einzeltiere nicht identifizierbar

Tabelle 10-13: Scores des rechten Fußballens der Hähne des Sommerdurchgangs, Gruppe Sn

Tiernummer ab 7. Lebenswoche	Lebenswoche										
	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
2715	1	1	1	3	3	5	3	3	5	5	5
2716	1	1	1	3	3	3	3		5	5	5
2717	1	1	1	3	3	3	5		6	5	3
2718	1	1	3	3	3	3	3	3	5	3	3
2719	3	1	1	3							
2720	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
2721	1	1	1	3	3	3	3	5	5	5	5
2722	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2724	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
2725	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	6
2726	1	1	1	3	3	5	5	6	5	5	5
2727	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	3
2777	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
2778	1	1	1	3	3	3	3	3			
2779	1	1	1	3	3	3	3	5	5	5	5
2781	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2782	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5
2784	1	1	1	3	3	3	5	6	5	6	6

Tabelle 10-14: Scores des rechten Fußballens der Hähne des Sommerdurchgangs, Gruppe Sm

Tiernummer ab 7. Lebenswoche	Lebenswoche										
	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
2749	3	1	1	3	5	5	5	5	5	5	
2750	1	1	1	3	3	3	3	4	5	5	5
2751	3	1	1	3	3	5	3	5	5	5	5
2753	1	1	1	3	3	3	5	5	5	5	5
2754	1	1	1	3	5	5	3	5	5		
2755	1	1	1	3	3	5	6	6	6	6	6
2757	1	1	3	3	3	3	3	3	5	3	3
2758	3	1	3	3	5						
2759	1	1	3	3	3	3	3	3	5	3	3
2760	1	1	1	3	5	5	5	5	6	6	6
2761	1	1	1	3	3	3	3	5	5	5	5
2762	1	1	1	3	3	3	5	5	6	5	5
2802	3	3	3	3	3	3	5	3	3	6	6
2807	1	1	3	3	3	3	5	5	5	3	5
2810	1	1	1	3	3	5	3	3	5		
2817	1	1	1	3	3	3					
2818	1	1	1	3	3	3	5	5	5	5	3
2819	1	1	1	3	5	3	5	5	5	5	5
2820	1	1	3	3	3	3	5	5	5	3	3
2821	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
2828	1	1	3	5	3	3	5	6	6	3	3
2829	1	1	3	3	3	3	5	5	5	5	5
2830	1	1	1	3	3	5	5				
2833	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5
3202	1	1	1	3	3	5	5	5	5	5	5
3207	1	1	3	3	3	3					
3226	1	1	1	3	3	3	5	3	3	3	3
3228	1	1	3	3	3	5	5	5	5	5	5
3232	1	1	3	3	3	3					
3240	1	1	1	3	3	3	3	5	5	5	5
3243	1	1	1	3	3	3	5	5	6	3	5
3244	1	1	1	3	3	5	5	5	5	5	5
3245	1	1	1	3	3	5	3	6	6	6	6
3252	1	1	3	3	3	3	5	5	5	5	5
3254	1	1	3	3	5	5	5	5	5	5	5
3255	1	1	1	3	3	3	5	5	5	5	3
3911	3	3	1	3	3	3	6	6	6	6	5
3912	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	5
3913	1	1	3	3	3	6					
3914	1	1	1	3	3	3					
3915	3	1	1	3	3	3	3	5			
3916	1	1	1	3	3	3	3	5	5	5	5
3917	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3918	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3
3919	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5	5
3920	1	1	1	3	3	3	5	3	5		
3921	1	1	3	3	3	3	5	5	5	5	6
3922	1	1	3	3	3	3	5	3	3	3	3
Tiere ohne Marke ¹ :	1	1	3	3	3	3	5	6	3	6	5
	1	1	3	3	3	5	5	5	5	5	5
	3	1	1	3	3	6	5	3	6	6	5
	1	1	3	3	5	5	5	5	5	5	6
	1	1	3	3	3	3	5	5	5	3	6
	1	1	3	3	5	3	3	6	5	6	5
	1	3	1	3	3	5	3	5	5	5	5
	1	1	1	3	3	5	3	3	5	5	3
	1	1	3	5	3	3	5	6	6	5	6
	1	1	3	3	3	3	5	6	6	5	5
	1	1	1	3	3	3	5	5	5	5	5
	1	1	3	3	3	3	3	5	3	5	5
	1	1	1	3	3	5	3	5	5	3	5
	1	1	1	3	3	3	5	5	5	3	3
	1	3	1	3	3	3	5	3	5	5	5
	1	1	1	3	3	3	5	3	3	3	3
	1	1	1	3	3	3	5	5	5	5	3
	1	1	1	3	3	5	5	5	3	5	5

Fortsetzung von Tabelle 10-14: Scores des rechten Fußballens der Hähne des Sommerdurchgangs, Gruppe Sm

Tiernummer ab 7. Lebenswoche	Lebenswoche										
	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
	1	1	1	5	3	5	3	3	5	5	3
	1	1	1	3	3	3	3	5	5	5	5
	1	1	3	3	3	3	5	3	5	3	5
	1	3	3	3	3	3	3	3	5	5	3
	1	1	1	3	3	3	5	3	5	6	3
	1	1	1	3	3	3	3	3	6	3	3
	1	1	1	3	5	3	3	5	3	5	6
	1	1	1	5	3	3	5	6	5	5	5
	1	1	1	3	3	3	5	5	3	3	3
	1	1	1	3	5	3	3	5	5	3	3
	1	1	3	3	3	3	6				
	1	1	1	3		3	5				
	1	1	1								
	1	1	1								
	1	1	1								

*1: Einzeltiere nicht identifizierbar

Tabelle 10-15: Scores des rechten Fußballens der Hähne des Sommerdurchgangs, Gruppe Sh

Tiernummer ab 7. Lebenswoche	Lebenswoche										
	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
2763	1	1	1	3	3	3					
2764	1	1	1	3	3	5	3	5	3		
2765	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	5
2768	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	4
2769	1	1	1	3	3	5	5	6	5		
2770	1	1	1	3	3	5	5	3	3	3	3
2771	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	5
2772	1	1	3	3	3	3	3				
2773	1	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5
2774	1	1	1	3	3	5	5	5	5	5	5
2775	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5
2776	1	1	3	3	3	5	3				
2880	1	1		3	3	3	5	5	5	5	4
2881	1	1	1	3	5	3	5	6	5	6	6
2882	1	1	1	5	3	5	5				
2884	3	1	1	3	3	5	5				
2887	3	3	1	3	3	3	5	5	3	3	3
2887	1	1	1	3	3	3	3	3	5	3	3
2888	1	3	1	3	3	3	3	5	5	5	3
2889	1	1	1	3	3						
3923	3	1	1	3	3		3	3	3	3	3
3924	1	1		3	3	3	3	3	3	3	3
3925	3	1	3	3	3	5					
3926	1	1	3	3	3	5	5	5	3	3	3
3927	1	1	1	3	3	3	5	5	5	5	5
3928	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5
3929	1	1	1	3	3	5	3				
3930	1	1	3	3	5	5	5	5	5	5	5
3931	1	1	1	3	3	3	3	5	5	5	
3932	1	1	1	3	3	3					
3933	1	1	3	3	3	3	5	5	5	5	5
3934	1	1	1	5	5	5	6	5	5	5	5
3961	1	1	1	3	3	3	5	3	5	3	3
3962	1	1	3	3	3						
3963	1	1	1	3	3	3	5	5	5		
3964	1	1	3	3	3	3	5				
3965	1	1		3	3	5	3	5	5	5	5
3966	1	1	3	3	3	3	5	3	5	5	5
3967	1	1	1	3	3	3	5	5	5	5	5
3968	1	1	1	3	3	3					
3969	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
3970	1	1	1	3	3	3	3	3			
3978	1	3	3	5	3	3	3	5	6	5	5
3979	1	1	3	3	3	5					
3997	1	1	3	3	3	3	3	5	5		
3998	1	1	3	3	3	5	3	6	5	5	5

11. DANKSAGUNG

Ohne die Mithilfe vieler Menschen wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen. Ich danke Prof. Hafez für die Überlassung des Themas, effektive Gespräche und die stets konstruktive Kritik. Der Margarete-Markus-Charity für die finanzielle Unterstützung ebenso wie der Fima Heidemark Mästerkreis, dort besonders Dr. Klaus-Peter Behr für die geduldige Betreuung.

Sabine Hocke, Alfons Drees, Sergej Kuchschenko und allen anderen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Firma Heidemark Mästerkreis in Höltinghausen und Meseberg sei gedankt, die mit vereinten Kräften bei der Beurteilung der Fußballen behilflich waren, mit Fassung die Ermittlung der Trockensubstanz der Einstreu in Ihren Räumen ertragen haben und mir trotzdem stets mit Rat und Tat beiseite standen.

Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Geflügelkrankheiten der FU Berlin Dank für die herzliche Aufnahme in ihren Kreis. Dr. Dörte Lüschoff für motivierende Worte und energische Fortbildung, Dr. Rüdiger Hauck für Fernberatung und Dr. Sonja Haase für die Hilfe bei der Beurteilung der Fußballen, Wochenenddienste, Lehrmikroskopie und geteiltes Leid. Dr. Pia Custodis (geb. Breuer) für fleißiges Korrekturlesen, Dr. Silke Buda und Prof. Bergmann für anregende Gespräche sowie Dr. Gisela Arndt für ihre mathematische Unterstützung.

Prof. Jens Teifke und Angele Breithaupt danke ich für die Hilfe bei der Anfertigung der histologischen Aufnahmen, Mathias Köppen für das Anfertigen der Scans und Dr. Ulrike Blohm für eine ganze Armada an Lichtern, die mir aufging.

Für ihre Unterstützung in allen Lebenslagen danke ich meiner Familie. Matti und Ludi: Gut, dass es Euch gibt.

12. SELBSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 30.07.2007

Miriam Rudolf