

**Einfluss einer Auslaufstrukturierung  
auf das Verhalten, den Gesundheitszustand und die Leistung  
von Legehennen in Freilandhaltung**

**Daniela Bazer**



Aus dem Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Vorstand: Prof. Dr. M. Erhard

Anfertigung unter der Leitung von  
Prof. Dr. M. Erhard

**Einfluss einer Auslaufstrukturierung  
auf das Verhalten, den Gesundheitszustand und die Leistung  
von Legehennen in Freilandhaltung**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von  
**Daniela Bazer**  
aus  
Albstadt-Ebingen

München 2005

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle  
Referent: Univ.-Prof. Dr. M. H. Erhard  
Korreferent: Univ.-Prof. Dr. T. Göbel

Tag der Promotion: 15. Juli 2005

*Meinen Eltern*  
*in*  
*Liebe und Dankbarkeit*



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>2</b>
2.1	Herkunft und Verhalten des Haushuhns.....	2
2.2	Freilandhaltung - Vorteile und mögliche Probleme.....	4
2.3	Leistung und Produktmerkmale .....	12
2.4	Immunglobulin Y .....	16
2.5	Blutparameter .....	18
2.5.1	Hämatokrit.....	18
2.5.2	Hämoglobin.....	18
2.5.3	Calcium und Phosphor .....	19
2.6	Bonitierung, Federpicken und Kannibalismus .....	19
2.7	Erkrankungen und Verluste.....	22
2.8	Knochenbruchfestigkeit .....	25
<b>3</b>	<b>TIERE, MATERIAL UND METHODEN.....</b>	<b>27</b>
3.1	Tiere .....	27
3.2	Aufstallung.....	28
3.3	Verhaltensbeobachtung .....	34
3.4	Erfassung der Legeleistung .....	38
3.5	Untersuchung der Produktmerkmale.....	38
3.5.1	Eigewichte.....	38
3.5.2	Bruchfestigkeit .....	39
3.5.3	Schalendicke.....	39
3.6	Bestimmung von IgY im Eidotter mittels ELISA .....	39
3.7	Blutentnahme und Untersuchung .....	40
3.7.1	Hämatokrit.....	40
3.7.2	Hämoglobin.....	40
3.7.3	Calcium und Phosphor .....	41
3.8	Bonitierung.....	41
3.9	Erkrankungen und Verluste.....	42
3.10	Kotuntersuchung auf Parasiten.....	42
3.11	Sektion.....	43

3.12	Knochenbruchfestigkeit .....	43
3.13	Messung von Ammoniak in der Stallluft .....	43
3.14	Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse.....	44
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>45</b>
4.1	Verhalten .....	45
4.1.1	Einfluss des Klimas auf die Auslaufnutzung .....	45
4.1.2	Nutzung des Auslaufes direkt nach dem Öffnen der Ausgänge.....	58
4.1.3	Nutzung der Strukturelemente .....	63
4.1.4	Ausgeübte Verhaltensweisen .....	69
4.2	Leistung.....	75
4.2.1	Legeleistung .....	75
4.2.2	Knick-, Bruch- und Schmutzeier, verlegte Eier .....	76
4.3	Produktmerkmale .....	78
4.3.1	Gewichtsklassen.....	78
4.3.2	Eigewichte der untersuchten Eier.....	79
4.3.3	Bruchfestigkeit der Eischale.....	80
4.3.4	Schalendicke.....	81
4.4	Futtermverbrauch .....	82
4.5	IgY-Bestimmung aus dem Eidotter.....	83
4.6	Blutparameter .....	85
4.6.1	Hämatokrit.....	85
4.6.2	Hämoglobin.....	86
4.6.3	Calcium und Phosphor .....	88
4.7	Bonitierung.....	90
4.8	Erkrankungen und Verluste.....	91
4.9	Parasitologische Kotuntersuchung .....	93
4.10	Sektion.....	93
4.11	Knochenbruchfestigkeit .....	95
4.12	Ammoniakgehalt der Stallluft .....	97
4.13	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse .....	99
<b>5</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>101</b>
5.1	Verhalten .....	101
5.2	Leistung.....	105



5.3	Produktmerkmale .....	108
5.4	Futtermittelverbrauch .....	110
5.5	IgY-Bestimmung aus dem Eidotter .....	111
5.6	Blutparameter .....	112
5.7	Bonitierung .....	113
5.8	Erkrankungen und Verluste .....	116
5.9	Parasitologische Kotuntersuchung .....	119
5.10	Sektion .....	120
5.11	Knochenbruchfestigkeit .....	121
5.12	Ammoniakgehalt der Stallluft .....	122
5.13	Schlussfolgerung .....	123
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>125</b>
<b>7</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>129</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>133</b>

## ABKÜRZUNGEN

AH	Anfangshenne
Ca	Calcium
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
FD	Flachdach (Strukturelement)
Hb	Hämoglobin
Hkt	Hämatokrit
IB	Infektiöse Bronchitis
IgX	Immunglobulin der Klasse X
kp	Kilopond
KSR	Kaltscharraum
LW	Lebenswoche
max.	maximal
Max.	Maximum
Min.	Minimum
mind.	mindestens
N	Newton
n	Anzahl
ND	Newcastle Disease
n.s.	nicht signifikant
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
P	Phosphor
PBS	Phosphatgepufferte Kochsalzlösung
ppm	parts per million
r	Korrelationskoeffizient
R.S.-Test	Mann-Whitney-Rangsummentest
SB	Sandbad (Strukturelement); n-stallnah, f-stallfern
SD	Spitzdach (Strukturelement); n-stallnah, f-stallfern
SEM	Standardfehler des Mittelwertes (angegeben als $\pm$ )
ST	Strukturiert
Std.	Stunden
TMB	Tetramethylbenzidin
UST	Unstrukturiert

## 1 EINLEITUNG

Mit der „Ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung“ vom 28. Februar 2002 trat die deutsche Umsetzung der EU-Hennenhaltungsrichtlinie (1999/74/EG) am 13. März 2002 in Kraft. Diese enthält, neben Anforderungen an die Haltung von Legehennen, das Verbot der Käfighaltung ab 2007. Als Folge dieser neuen rechtlichen Rahmenbedingungen rückten die alternativen Haltungssysteme (Bodenhaltung inklusive Voliere, sowie Freilandhaltung) in den Mittelpunkt des Interesses. Gerade die Freilandhaltung stellt in gewisser Weise eine Rückkehr zu früher üblichen Haltungsformen dar und wird auch vom Verbraucher häufig positiv bewertet. Auf Grund der heute meist sehr großen, oft mehrere tausend Tiere umfassenden Bestände, erfordert diese Form der Haltung neben baulichen Änderungen auch Kenntnisse in der Weideführung und Auslaufgestaltung sowie eine Anpassung des Managements.

Bei einem großen Teil der Freilandhaltungen tritt das Problem auf, dass Hennen als potentielle Beutetiere den ihnen zur Verfügung stehenden Auslauf in seiner gesamten Ausdehnung kaum nutzen. Sie halten sich hauptsächlich im stallnahen Bereich auf, wo es in der Folge zu einer Zunahme sozialer Konfliktsituationen, einer Zerstörung des Bewuchses und einer höheren Bodenbelastung kommt. Entscheidend ist die Frage, ob sich die Nutzung einer Auslaufläche durch eine Auslaufgestaltung und Strukturierung, welche das Schutzbedürfnis der Tiere befriedigt und einen Anreiz zur Ausübung art eigener Verhaltensweisen bietet, verbessern lässt, und ob dadurch auch eine gleichmäßigere Verteilung der Tiere erreicht werden kann.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen die Auswirkungen einer künstlichen Strukturierung untersucht werden. Dazu werden zwei gleiche Gruppen von Legehennen derselben Herkunft und Linie in einen Mobilstall eingestallt. Bei identischen Haltungsbedingungen erhält die eine Gruppe einen Auslauf mit verschiedenen Elementen, die andere Gruppe dagegen eine völlig unstrukturierte Weidefläche. Über eine Legeperiode hinweg werden die Nutzung des Auslaufes, das Verhalten, die Leistung und der Gesundheitszustand der Tiere untersucht.

Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, ob zwischen den beiden Gruppen Unterschiede bestehen und wie groß die Auswirkungen der Strukturierung auf die verschiedenen untersuchten Parameter sind. Außerdem liefern die erhaltenen Daten allgemeine Erkenntnisse in Bezug auf die Leistung und Gesundheit eines Bestandes von Legehennen in Freilandhaltung.

## 2 LITERATUR

### 2.1 Herkunft und Verhalten des Haushuhnes

Die **Abstammung** des Haushuhnes ist bis heute nicht restlos geklärt. Fest steht, dass es aus Indien, China und von einigen malaischen Inseln kommt und die dort noch lebenden Dschungelhühner als Stammeltern aller Haushühner anzusehen sind. Die auch heute noch in asiatischen Urwäldern und auf vorgelagerten Inseln wild lebenden Kammhühner sind in vier Arten bekannt - Bankivahuhn, Sonneratshuhn, Lafayettehuhn und Gabelschwanzhuhn (SCHOLTYSSEK und DOLL, 1978; PEITZ und PEITZ, 1998). Häufig werden als Vorfahre unseres Haushuhnes nur die verschiedenen Unterarten des Bankivahuhnes genannt, deren ursprünglicher Lebensraum sich in tropischen und gemäßigten Klimazonen Asiens befindet (ACHILLES et al., 2002). Bankivahühner leben in Südostasien in trockenen und feuchten Wäldern mit dichter Bodenvegetation, welche ihnen Rückzugsmöglichkeiten und Schatten bietet und ihr Bedürfnis, sich in einer Umwelt mit Deckungsmöglichkeiten aufzuhalten, befriedigt (TREI, 2001; ZELTNER und HIRT, 2001).

Das **Revier** einer Gruppe umfasst einen geschützten Schlaf- und Ruheplatz in einer Baumgruppe mit guten Futterquellen und Wasser in nächster Umgebung (BAUMANN, 2001; TREI, 2001). Der Durchmesser eines solchen Territoriums beträgt 70 bis 150 m (HUBER et al., 1994). Das Huhn ist eigentlich kein Weidetier (BAUMANN, 2001).

Außerhalb der Brutsaison leben die Hühner in gemischtgeschlechtlichen **Gesellschaften** von bis zu 50 Tieren mit zwei nach Geschlechtern getrennten Rangordnungen, wobei jeder Hahn über alle Hennen dominant ist. Während der Fortpflanzungszeit entstehen Kleingruppen, in welchen ein Hahn mit drei bis fünf Hennen ein Brutrevier bewohnt (TREI, 2001; HARLANDER-MATAUSCHEK, 2003). Laut BAUMANN (2001) lebt bei den Bankiva-Hühnern ein Hahn mit etwa sieben Hühnern zusammen, nach HUBER et al. (1994) leben sie in kleinen Gruppen mit einem dominanten Hahn, einer oder mehreren Hennen sowie Jungtieren. Als Erkennungsmerkmale innerhalb einer Gruppe dienen der Kopf, das Gefieder, die Körperform und die Haltung (TREI, 2001).

Der **natürliche Tagesablauf** des Huhnes beginnt mit morgendlicher Gefiederpflege sowie intensiver Futtersuche und -aufnahme. Darauf folgen mittags das Sonnen- und Sandbaden mit Gefiederpflege, Ruhen und Umherstreifen. Nachmittags findet eine zweite Phase der Nahrungsaufnahme statt, eventuell eine weitere Körperpflege und abends das Aufsuchen eines erhöhten Sitzplatzes für die Nachtruhe (HUBER et al. 1994; TREI, 2001; ACHILLES et al., 2002).

Das Huhn verbringt normalerweise 40 bis 50 % des Tages mit der **Nahrungssuche und -aufnahme** (FÖLSCH, 1981; FÖLSCH et al., 1992; TREI, 2001; ACHILLES et al., 2002). Diese ist mit einem harmonischen Wechsel von Scharren, Picken und Weiterschreiten (Fortbewegung) sowie dem Bearbeiten von Nahrung mit dem Schnabel verbunden (GRAUVOGL, 1997; ACHILLES et al., 2002). Unter natürlichen Bedingungen spielt auch tierische Nahrung, wie Würmer und Insekten, eine große Rolle in der Ernährung der Hühner, welche sonst hauptsächlich aus Samen, Knospen, Keimlingen, Früchten und Beeren besteht (HUBER et al., 1994; KUHN, 1998; TREI, 2001).

**Fortbewegung** erfolgt vor allem im Rahmen der Nahrungssuche, der Absonderung von der Gruppe, der Flucht und dem Aufbaumen (BAUMANN, 2001) und wird in Form von Gehen, Laufen, Flattern und Fliegen ausgeübt (ACHILLES et al., 2002).

Um zu **Ruhen** sucht das Huhn als tagaktives Tier bei Dämmerlicht und Dunkelheit erhöhte Schlafplätze auf (ACHILLES et al., 2002b).

Zum **Körperpflege- und Komfortverhalten** gehören Putzen, Fuß- und Flügelstrecken, Flügelheben, Sandbaden und Sonnenbaden (ACHILLES et al., 2002), nach BESSEI (1988) zudem noch Federschütteln, Kopf- und Schnabelkratzen und Flügelschlagen.

Das **Sandbadeverhalten** ist außerdem mit dem Funktionskreis **Sozialverhalten** verknüpft. Es wird meist in kleineren Gruppen ausgeübt. Vorbeilaufende Hennen werden von bereits Sandbadenden animiert und gesellen sich dazu (WOOD-GUSH, 1971). Durch das Wälzen im Staub mit anschließendem Ausschütteln des Gefieders werden überschüssiges Fett und Parasiten entfernt, im Sommer dient es zusätzlich der Thermoregulation. Meist wird es etwa jeden zweiten Tag, vor allem während der frühen Mittagsstunden, ausgeübt (HUBER et al., 1994; BAUMANN, 2001; TREI, 2001; ACHILLES et al., 2002).

Hühner haben ein ausgeprägtes **Sozialverhalten**. Innerhalb der Hühnergruppe besteht ein starkes soziales Gefüge mit einer stabilen Rangordnung (HUBER et al., 1994). Die soziale Gruppenstruktur der Hühner ist allerdings dynamisch und vom jeweiligen Zustand der Einzeltiere abhängig. Kranke und verletzte Tiere und Hühner mit unvollständigem Gefieder sowie anders gefärbte Hennen stehen am Ende der Hierarchie und werden oft gejagt und gehackt (BAUMANN, 2001). Auch die Ausprägung des Hahnenkammes hat eine rangbestimmende Signalwirkung. Die Aufrechterhaltung der Rangordnung erfolgt normalerweise durch ritualisierte Drohgebärden (GRAUVOGL, 1997). Unter natürlichen Bedingungen halten die Tiere eine Sozialdistanz ein, die je nach Aktivität variiert. Sandbaden und Gefiederpflege werden dagegen gerne als synchrones Verhalten ausgeübt (STAACK und

KNIERIM, 2004). Zu den sozialen Interaktionen gehört das Fortpflanzungsverhalten, das Picken, Hacken, Jagen und Kämpfen (ACHILLES et al., 2002).

Das natürliche und artspezifische **Verhalten des Haushuhnes** hat sich im Laufe der Jahrtausende trotz Domestizierung und intensiver Leistungszucht kaum verändert. Die Tiere besitzen immer noch dieselben Verhaltensbedürfnisse wie ihre wilden Urahnen und ihr Verhalten ist mit dem der Stammform vergleichbar (HUBER et al., 1994; BAUMANN, 2001; TREI, 2001; ACHILLES et al., 2002). GRAUVOGL (1997) dagegen ist der Meinung, dass das Haushuhn im Laufe der Domestikation gegenüber der Wildform in seinem Verhaltensrepertoire erhebliche Veränderungen wie Abschwächungen, Ausfälle und Verstärkungen erfahren hat. Im nicht-arttypischen Lebensraum fehlen Reize und einige natürliche Verhaltensweisen und Reaktionen werden gar nicht ausgelöst.

## **2.2 Freilandhaltung - Vorteile und mögliche Probleme**

Die Freilandhaltung von Legehennen gehört zu den althergebrachten Haltungsformen. Frei im Hof umherstreunende Hühner waren über viele Jahrhunderte ein Kennzeichen der bäuerlichen Geflügelhaltung (DE BAERY-ERNSTEN, 2002). Der Auslaufhaltung von kleinen Beständen mit fast kompletter Bewegungsfreiheit lag der Gedanke der freien Nahrungssuche zu Grunde (KRAX, 1974; APPLEBY et al., 1992). Erst Mitte der sechziger Jahre wurde auf Grund steigender Nachfrage nach tierischem Eiweiß die Käfighaltung eingeführt. Seit Mitte der neunziger Jahre gewinnt die Auslaufhaltung wieder zunehmend an Bedeutung. Um den großen Bedarf an qualitativ hochwertigen Eiern decken zu können, ist jedoch eine modernere Form der Freilandhaltung nötig (DE BAERY-ERNSTEN, 2002).

2001 waren 15,4 % aller Betriebe Freilandhaltungen, allerdings umfassten sie nur 7,3 % der bestehenden Hennenplätze. Der Großteil aller Tiere befand sich in Käfighaltungen (PETERMANN, 2003). Diese werden jedoch laut Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft von über 90 % der deutschen Bevölkerung abgelehnt (BÖTTCHER, 2003), nachdem seit einigen Jahren in der Öffentlichkeit ein Meinungswechsel stattfindet (ACHILLES et al., 2002b).

### **Vorteile der Freilandhaltung:**

Die Haltung von Legehennen mit Auslauf ist diejenige Haltungsform, die den **natürlichen Bedürfnissen** der Tiere am meisten entspricht und in der sie den weitaus größten Teil ihres Verhaltensrepertoires ausüben können (HUBER et al., 1994; TREI, 2001; ACHILLES et al., 2002). Durch den größeren Bewegungsraum in alternativen Haltungssystemen sind Fliegen und Staubbaden sowie weitere natürliche und artgemäße Verhaltensweisen möglich (VOSS,

1999; JACOBS und WINDHORST, 2003; STAACK und KNIERIM, 2004). Da Hühner unter natürlichen Bedingungen einen großen Teil des Tages mit der Nahrungssuche beschäftigt sind, und die alternativen Haltungssysteme ein Picken und Scharren in der Einstreu und bei Freilandhaltung zusätzlich im bewachsenen Auslauf erlauben, wird diesem Bedürfnis unter diesen modernen Haltungsbedingungen Rechnung getragen (ACHILLES et al., 2002).

Natürliches **Sonnenlicht** und **wechselnde klimatische Bedingungen** fördern zudem die Gesundheit, stärken die Widerstandskraft und tragen zum Wohlbefinden der Tiere bei (TREI, 2001; ACHILLES et al., 2002). Über eine Stimulierung der Hypophyse regt eine milde UV- Bestrahlung die Tätigkeit des Eierstockes und den Stoffwechsel an (ACHILLES et al., 2002b). Überdies kann Sonnenlicht eine Erhöhung der Anzahl roter Blutkörperchen, eine Intensivierung der Atmung und eine Anregung der inneren Drüsen bewirken (STEPHAN, 1963). Außerdem steuert Tageslicht die Legetätigkeit, wirkt sich auf die Größe und Farbe der Kämme aus (bei Auslaufhaltung kleiner, straffer und roter) und löst das Putzen und Sonnenbaden aus (HUBER et al., 1994). Aus mit dem Futter aufgenommenen Vitaminvorstufen erfolgt unter der UV-Einwirkung direkter Sonnenstrahlung in der Haut die Vitamin D-Synthese (HUBER, 1987; BAUMANN, 2001). Nach DAMME und HÜLSMANN (2002) war in einem Mobilstall trotz erheblicher Temperaturschwankungen die Gesundheit der Tiere hervorragend. Ein leichter Temperaturwechsel wirkt außerdem leistungsfördernd (PAYNE, 1966).

Durch das **größere Platzangebot** stehen mehr **Ausweichmöglichkeiten** zur Verfügung und die Tiere können Stressfaktoren im Stall, wie zum Beispiel einer möglichen Lärm- und Staubbelastung, entfliehen (ACHILLES et al., 2002).

### **Mögliche Probleme der Freilandhaltung:**

Die relativ **großen Herden** stellen die Natürlichkeit der Haltungsform in Frage, da sie nicht dem natürlichen Verhalten entsprechen (TREI, 2001; ACHILLES, 2002; ACHILLES et al., 2002). In diesen „unethologischen“ Großgruppen ist keine individuelle Erkennung mehr möglich (nur bis zu 80 Tieren) und ein häufiges Aufeinandertreffen mit fremden Tieren ist unausweichlich. Die Auswirkungen dieser Fremdkontakte sind nicht bekannt, allerdings verursachen sie in kleinen Gruppen eine Nebennierenhypertrophie, erhöhte Herzfrequenzen und verstärkte Aggression (APPLEBY und HUGHES, 1991). Treffen auf unbekannte Tiere stellt unter Umständen eine Ursache für Stress dar (APPLEBY et al., 1992), welcher die Tiere wiederum krankheitsanfälliger machen kann (PETERMANN, 2003b). Nachdem eine individuelle Wiedererkennung nicht mehr möglich ist und sich keine Rangordnung etablieren kann, ist es jedoch auch möglich, dass es durch eine gewisse „Anonymisierung“ zu weniger

Auseinandersetzungen und Aggressionen kommt oder diese sogar unterbleiben (NICOL et al., 1999; STAACK und KNIERIM, 2004). Laut HUBER et al. (1994) und BÖLTER (1987) bilden sich in großen Gruppen innerhalb der Herde Untergruppen von 4-6 Tieren, die sich in einem Stammbereich aufhalten.

Häufig ist nur ein **geringer Teil der Tiere im Auslauf** und die **Flächen** werden zusätzlich **sehr ungleichmäßig von den Hühnern genutzt**. Der stallnahe Bereich wird überstrapaziert, weiter entfernte Teile dagegen wenig oder gar nicht aufgesucht. Als Folge findet im stallnahen Bereich eine Zerstörung des Bewuchses und eine Anreicherung von Parasiten und Krankheitserregern sowie ein überhöhter Nährstoffeintrag (vor allem Nitrat und Phosphat) statt (ACHILLES et al., 2002; ELBE et al., 2003; KANSWOHL und TREPTOW, 2003; ZELTNER und HIRT, 2003). Diese Nährstoffbelastung der stallnahen und schattigen Bereiche kann bis zu dreimal höher als die durchschnittliche Belastung sein (MEIERHANS und MENZI, 1994). Die ersten Meter werden intensiv für Sonnen- und Staubbäder genutzt und der stallnahe Bereich durch Scharren und Kratzen in Kraterlandschaften verwandelt (PETERMANN, 2003).

Die Angaben, bis zu welcher Distanz vom Stallausgang der stallnahe Bereich reicht, sind sehr unterschiedlich. ACHILLES et al. (2002) verstehen darunter die ersten 50 Meter, in einem schottischen Versuch entfernten sich die Hühner durchschnittlich nur 8,3 m vom Stall (KEELING und DUN, 1988) und bei NIEBUHR (2001) hielt sich der Großteil der Hennen im Umkreis von bis zu 100 m auf.

Die Angaben zur Nutzung von Außenscharrraum und Grünauslauf schwanken beträchtlich. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die genannten Zahlen. Es wird deutlich, dass selbst die Verwendung verschiedener Hybridlinien und die An- oder Abwesenheit von Hähnen einen drastischen Unterschied verursachen kann.

**Tabelle 1:** *Angaben zur Nutzung von Außenscharrraum und Grünauslauf in der Literatur*

<b>Außenscharrraum</b>	<b>Grünauslauf</b>	<b>Quelle</b>
20 - 20,2 %	20 - 40 %	MEIERHANS und MENZI (1995)
-	11,6 - 16,6 %	ZELTNER et al. (2004)
29 %	32 %	HÄNE (1999)
16,5 % (LT), 29 % (LSL)	30 %	BÜSCHER et al. (2003)
unbekannt	10,5 - 14,5 % (Sommer)	HÖFNER et al. (1999)
9,0 - 10,7 %	15,9 - 60,4 % (höhere Werte bei Gruppen mit Hähnen)	HÖFNER et al. (2001)



**Folgende Faktoren haben einen Einfluss auf die Auslaufnutzung:** Deckungs- und Schutzmöglichkeiten, Gestaltung der Zugänge, Herdengröße, Witterung, maximale Distanz bis zum Stall, Tageszeit, Nahrungsangebot, Rasse beziehungsweise Linie, Aufzucht, Vorhandensein von Hähnen, Lage des Stalles, Tränken, Management und Greifvögel (ACHILLES et al., 2002).

In einem Auslauf ohne *Schutzmöglichkeiten* entfernen sich Hühner nicht mehr als 50 m vom Stall, sind dagegen Büsche oder Bäume vorhanden, wagen sie sich 200 bis 300 m weit weg (BESSEI, 1988; BÜSCHER et al., 2003).

Die *Zugänge zum Auslauf* spielen eine entscheidende Rolle für die Nutzung. Je ungünstiger der Zugang, um so schlechter der Nutzungsgrad. Vor allem bei Unruhe und Flucht muss gewährleistet sein, dass viele Tiere ohne Gedränge und die Gefahr erdrückt zu werden, in den Stall gelangen können (ACHILLES et al., 2002). HARLANDER-MATAUSCHEK (2001) kam jedoch zu dem Ergebnis, dass die Größe der Auslauföffnungen keinen signifikanten Einfluss auf die Auslaufnutzung hat.

Einen deutlichen Einfluss der *Gruppengröße* auf den Anteil der Tiere im Auslauf konnte NIEBUHR (2001) beobachten. Sind von 250 Tieren durchschnittlich 37,9 % im Auslauf, so sind es bei 500 Tieren noch 35 % und bei 1000 Tieren nur noch 22,7 %. Allerdings muss bedacht werden, dass bei höheren Tierzahlen auch die Auslaufflächen und damit meist auch die Distanzen größer werden.

Die Nutzung des Außenscharrraumes und des Auslaufes variiert sehr stark und ist dabei auch in besondere Maße vom *Wetter* abhängig (ABDOLMOHAMMADI, 1998; HÄNE, 1999). Bei Temperaturen über 15°C steigt die Anzahl der Hennen im Auslauf sowie die Aufenthaltsdauer. In einer Studie waren bei sonnigem und trockenem Wetter 47 %, bei nassem und windigem Wetter nur 31 % der Tiere draußen. Die Studie umfasste allerdings nur 38 Tiere einer mittelschweren Hybridlinie (ABDOLMOHAMMADI, 1998). Bei trockenem Wetter mit bedecktem Himmel hält sich die größte Anzahl an Tieren draußen auf (KEELING und DUN, 1988), Wind und starken Regen mögen die Hühner hingegen meist nicht (FÖLSCH, 1981; HUGHES und DUN, 1984). Bei REICHARDT et al. (2004) erfolgte allgemein im Herbst eine intensivere Auslaufnutzung als im Sommer, wobei die Hennen den Temperaturbereich von 10 bis 20 °C bevorzugten.

Laut HÄNE (1999) und MENZI et al. (1997) wird die genutzte Fläche um so geringer und die Auslaufnutzung um so ungleichmäßiger, je größer die theoretisch nutzbaren *Entfernungen* und die *Distanz* zu den am weitesten vom Stall entfernten Bereichen sind. Nach HÄNE et al.

(2000) bewegen sich die Hühner bei einer möglichen Distanz von 50 Metern nur 20 Meter vom Stall weg.

Der Auslauf wird vor allem *morgens* direkt nach dem Rauslassen und am *späten Nachmittag und Abend* genutzt, da die Hühner zu dieser Zeit ein vermehrtes Nahrungssuchverhalten zeigen (OTTO, 1980; BUBIER und BRADSHAW, 1998; VAN DEN WEGHE et al., 2000; NIEBUHR, 2001).

Da die Hennen im Stall alle wesentlichen Elemente sowie vor allem *Futter und Wasser* vorfinden, ist die Funktion des Auslaufes größtenteils auf Bewegungs- und Erkundungsverhalten begrenzt und die Nutzung deshalb sehr variabel (BÜSCHER et al., 2003).

Verschiedene *Hybriden* haben ein unterschiedliches Erkundungs- und Furchtverhalten und unterscheiden sich in der Auslaufnutzung (ZELTNER und HIRT, 2003).

Die *Junghennenaufzucht* spielt zusätzlich eine große Rolle im weiteren Verhalten der Tiere. Eine mit Gegenständen angereicherte Umgebung reduziert die Angst vor neuen Objekten (JONES, 1982). Dies kann sich positiv auf die Auslaufnutzung auswirken. Hatten die Tiere bereits in der Aufzucht Zugang zu einem Auslauf, so nutzen sie diesen später deutlich länger und häufiger (HUBER et al., 1994; ACHILLES et al., 2002).

Auch die *Lage des Stalles* und angrenzender Flächen ist entscheidend für die Nutzung durch die Tiere. Ist der Außenklimaraum nach Süden hin ausgerichtet, so wird er häufiger zum Sonnenbaden und zur Gefiederpflege genutzt (ACHILLES et al., 2002).

Ein Angebot von *Tränken und Kraftfutter* im Auslauf kann einen Anreiz darstellen, diesen vermehrt zu nutzen (ACHILLES et al., 2002).

Bei Verwendung einer *automatischen Fütterung* mit Futterband werden die Tiere durch die akustische Signalwirkung in den Stall gelockt. Bei drei untersuchten Betrieben mit Futterkette waren nur 5 bis 11 % der Hennen im Auslauf (im Vergleich dazu waren es bei einem Betrieb mit Ad-libitum-Fütterung 42 %) (BUBIER und BRADSHAW, 1998). Diese Beobachtung konnten auch FÖLSCH et al. (2002) machen. Bei Anlaufen der Futterkette rannten die von ihnen untersuchten Tiere vom Außenklimaraum wieder in den Stall hinein.

Ein hohes Aufkommen an *Greifvögeln* bewirkt einen Rückgang in der Auslaufnutzung (OTTO, 1980). Die Angst vor Flugobjekten ist stark an die Form von Raubvögeln gebunden, wobei das Fluchtverhalten eine alltägliche Erscheinung ist (GRAUVOGL, 1997).

Häufig treten in alternativen Haltungssystemen Probleme in Bezug auf die **Schadgas- und Staubkonzentrationen** auf. Vor allem höhere Ammoniakkonzentrationen werden gemessen (KANSWOHL und TREPTOW, 2003; VAN EMOUS, 2003). Dies ist zum einen darin begründet, dass der Kot nie vollständig entfernt werden kann, zum Teil wird er sogar über die gesamte

Legeperiode im Stall gelagert, und zum anderen wird durch die Bewegungsaktivität der Hühner vermehrt Staub aufgewirbelt. Schädigungen des Respirationstraktes treten ab einer Konzentration von 20 bis 25 ppm Ammoniak auf (AL-MASHHADANI und BECK, 1985). ADAM (1973) dagegen zeigte, dass schon 13 bis 26 ppm Ammoniak zu einer vermehrten Anfälligkeit für Lungenerkrankungen und einem Absinken der Erythrozytenzahl sowie des Hämoglobingehaltes führen können. In einer anderen Untersuchung verursachte eine Ammoniakkonzentration von 10 ppm über 30 Tage bereits einen deutlichen Einbruch in der Legeleistung (von 83 auf 66 %) (HONGWEI et al., 1987). VAN DEN WEGHE et al. (2000) stellten in einem Stall an der Zuluftseite im Mittel 33,0 (13-46) ppm und an der Abluftseite 11,8 (2-15) ppm Ammoniak fest. Die Frischluft hatte einen deutlichen Einfluss auf die Werte. Der geringste Wert wurde im Bereich der Ausgangsklappen, die Höchstwerte zwischen den Klappen gemessen, wobei die Werte allgemein sehr unterschiedlich waren und Schwankungen aufwiesen.

Durch **Greifvögel, Füchse** oder anderes **Raubwild** kann es zu **zusätzlichen Tierverlusten** kommen (VOSS, 1999; ACHILLES et al., 2002). Gerade die Verluste durch Greifvögel können ein enormes Ausmaß annehmen. OTTO (1980) berichtet von bis zu 23,4 %, wobei der Durchschnitt bei 9,5 % lag. Schwerere Rassen wurden seltener Opfer als leichte. HÄNE et al. (2000) hingegen berichten, dass Verluste durch Raubtiere laut den Betriebsleitern nicht häufig sind, sie nennen jedoch keine Zahlen.

Der **Futtermverbrauch** kann auf Grund der höheren Bewegungsaktivität und eines höheren Erhaltungsbedarfs bei tiefen Temperaturen im Winter in der Freilandhaltung höher liegen als in Stallhaltungen (GROOT KOERKAMP et al., 1995; ACHILLES et al., 2002; DAMME und HÜLSMANN, 2002). Nach PAYNE (1966) führt bereits ein leichter Temperaturwechsel zu einem höheren Futtermverbrauch. DAMME (2003) rechnet bei Bodenhaltung durch eine Verschlechterung der Futtermverwertung mit einem Zuschlag von 10 %, bei Freilandhaltung kalkulieren GOLZE et al. (2002) einen Energiezuschlag beim Futter von 15 % ein. Andererseits sind mit Hilfe der Nutzung eines Grünauslaufes während der Vegetationsperiode durchaus auch Futtereinsparungen im Bereich von 20 bis 30 % möglich (BERK, 1993; BASSLER, 1997).

In einem Versuch mit Freilandhaltung wurde ein Futtermverbrauch von 127 g/Henne/Tag gemessen, wobei auf Grund höherer Aktivität und Temperaturschwankungen mehr Nährstoffe und Energie als in anderen Haltungssystemen nötig war. Der Mehrbedarf an Futter lag bei 15 g/Huhn/Tag im Vergleich zur Käfighaltung (Voliere 120 g, Bodenhaltung 124 g)(VAN EMOUS, 2003). In einem anderen Versuch mit Bodenhaltung (Linie Tetra) lag der absolute

Tagesfuttermittelverzehr mit 126,3 g ebenfalls in diesem Bereich (LANGE, 2000). LEYENDECKER et al. (2002) berichten hingegen von einer Volierenhaltung mit Auslauf (Linie Lohmann Silver), in der die durchschnittliche Futteraufnahme pro Tier und Tag 118,7 g betrug.

In alternativen Haltungssystemen und vor allem in ökologischen Betrieben ist die Leistungssicherheit oft unbefriedigend und es besteht ein höheres **Produktionsrisiko**. Immer wieder kommt es in einzelnen Durchgängen zu massiven Leistungseinbrüchen (ACHILLES, 2002). VAN EMOUS und VAN NIEKERK (2004) berichten, dass 6 von 25 Betrieben schlechte Produktionszahlen aufwiesen, es gab keinen Höhepunkt in der Produktion, ein Bestand hatte einen dramatischen Leistungseinbruch und 14 Bestände zeigten nach der 60. Lebenswoche eine hohe Mortalität und einen Leistungsabfall. Als neues Problem trat zum Teil eine reduzierte Schalenfarbe auf, für die das Gras, Sonnenlicht und Stress als mögliche Ursache verantwortlich gemacht werden. Von einer etwas helleren Eischalenfarbe bei Braunlegern berichten auch LIPPMANN und GOLZE (2004).

### **Lösungsmöglichkeiten:**

**Mobile Haltungssysteme** haben den Vorteil, dass im Rahmen regelmäßiger Standortwechsel neue Flächen genutzt werden können. Die Vegetation wird geschont, der punktuelle Nährstoffeintrag reduziert, Krankheitserreger können sich weniger anreichern und der Parasitendruck wird vermindert (ACHILLES et al., 2002; DINZINGER und HEIBENHUBER, 2004). Mobilställe sind zudem meist schnell aufgebaut und kostengünstig (DAMME und HÜLSMANN, 2002).

Als **Schutzmöglichkeiten** gegen Greifvögel und extreme Witterungseinflüsse wie Hitze und starken Wind eignen sich künstliche oder natürliche Strukturen im Auslauf. Die Entfernung zwischen den einzelnen Elementen sollte maximal 10 m betragen, aus diesem Grund sind mehrere kleine, über die ganze Fläche verteilte Schutzdächer weniger großen vorzuziehen. Überdachte Sandbäder erfüllen gleich mehrere Aufgaben und werden neben ihrer Schutzfunktion häufig zur ausgiebigen Körper- und Gefiederpflege aufgesucht. Als künstliche Strukturelemente eignen sich versetzbare Unterstände, Tarnnetze und Folientunnel. Eine natürliche Strukturierung mit Büschen, Bäumen und Hecken hat den Vorteil, Nährstoffe aus dem Boden aufzunehmen und unter Umständen als zusätzliche Nahrungs- und Beschäftigungsquelle zu dienen (z.B. Obstbäume, Mais, Sonnenblumen). Große Bäume beschatten allerdings dauerhaft die darunterliegenden Flächen, was wiederum den Bewuchs reduziert, und erschweren eine maschinelle Bearbeitung der Fläche. Lange Streifen einer Hecke, welche vom Stall ausgehend strahlenförmig nach außen führen, können die Tiere in die äußeren Bereiche locken, ohne dass sie deckungslose Flächen überwinden müssen. Die

Reihen ermöglichen trotzdem eine maschinelle Bearbeitung des Grünauslaufes (BAUMANN, 2001; ACHILLES et al., 2002; PETERMANN, 2003). Natürliche Strukturen wie Bäume, Hecken und Büsche bergen allerdings die Gefahr, auch Raubfeinden (z.B. Habicht) Deckung und eine ideale Anflugschneise zu bieten (BAUMANN, 2001). Für eine bessere Nutzung des Fernbereiches eignen sich auch einfache Leitelemente aus Windschutznetzen (ELBE et al., 2003). Bei einer Flucht der Tiere gilt der Stall als sicherster Zufluchtsort, sind die Hennen jedoch weit davon entfernt, werden auch Zwischenziele (künstliche oder natürliche Strukturierung) aufgesucht (ACHILLES et al., 2002). Nach STAACK und KNIERIM (2004) korreliert die Auslaufnutzung mit der Strukturierung des Auslaufes. Außerdem hat die Strukturierung einen positiven Einfluss auf die Verteilung der Hennen im Auslauf. BÜSCHER et al. (2003) untersuchten die Wirkung von Unterständen mit integrierten Sandbädern. Dabei entfernten sich die Tiere zwar weiter vom Stall, es konnte aber keine stärkere Nutzung erreicht werden. Bei einer Strukturierung mit Bäumen war die Auslaufnutzung höher, allerdings nicht signifikant. Denselben Effekt von Bäumen und Sträuchern konnte auch HARLANDER-MATAUSCHEK (2002) feststellen. Es befanden sich tendenziell mehr Tiere im strukturierten Auslauf, der Unterschied war jedoch auch hier nicht signifikant. Von ZELTNER und HIRT (2001) wurde beobachtet, dass künstliche Unterstände keinen Einfluss auf die Anzahl der Hennen im Auslauf haben. Allerdings veränderte sich die Verteilung der Hühner und sie wurden durch die Schutzmöglichkeiten weiter hinausgezogen. Nach Ende des Experimentes verblieben die Strukturelemente im Auslauf und der Betriebsleiter konnte doch noch einen Effekt auf die Tierzahl feststellen. Die Tiere suchten nach gewisser Zeit die schutz bietenden Strukturen zunehmend auf und befanden sich vermehrt in deren Nähe. Bei einem Wahlversuch von ZELTNER und HIRT (2004) konnte kein signifikanter Unterschied zwischen einer Fläche mit vielen und einer Fläche mit wenigen Strukturelementen festgestellt werden, die Hälfte mit verschiedenartigen Strukturen wurde dagegen im Vergleich zu der Hälfte mit eintöniger Strukturierung signifikant bevorzugt.

Als Schutz des Bodens im **stallnahen Bereich** eignen sich Holzhackschnitzel (PETERMANN, 2003) oder Rasenschutzgitter (ELBE et al., 2003).

Die Attraktivität des **Außenscharrraumes**, und dadurch die Nutzung, kann durch Tränken und Sandbäder gesteigert werden (ACHILLES, 2002).

**Hähne** können einen positiven Einfluss auf das Sozialverhalten haben, sie stimulieren die Untergruppenbildung und reduzieren die Aggressivität weiblicher Tiere (STAACK und KNIERIM, 2004). Dadurch bringen sie Ruhe in den Stall (ACHILLES et al., 2002). Außerdem entfernen sich die Hennen mit den Hähnen weiter vom Stall (SOMMER, 1999). Dies ist

eventuell mit deren Schutz- und Warnfunktion zu begründen (HÜLSMANN et al., 1998) und auch dadurch, dass die Hähne das Freiland in stärkerem Umfang nutzen als die Hennen. In einer Studie befanden sich im Schnitt 68 % der Hähne im Auslauf, aber nur 32 % der Hennen (HARLANDER-MATAUSCHEK, 2001; HARLANDER-MATAUSCHEK, 2003). Abends führen die Hähne die Hennen in den Stall zurück (ACHILLES et al., 2002). Der Hahn erfüllt noch weitere wichtige soziale Funktionen. Er garantiert den Fortbestand der Art, fungiert als Streitschlichter, verteidigt sein Revier, zeigt Futter an und begleitet die Hennen zum Nest. Die Anwesenheit von Hähnen hat zudem vermutlich einen positiven Einfluss hinsichtlich des Auftretens von Kannibalismus und verlegten Eiern, sie vermindert die Häufigkeit aggressiver Auseinandersetzungen zwischen den Hennen, löst jedoch das Problem des Federpickens nicht (HARLANDER-MATAUSCHEK, 2003). Wenn die Hähne jedoch zu spät zugesetzt werden oder ihre Anzahl zu gering ist, so werden sie häufig von den Hennen attackiert und bepickt. Die Erfahrungen mit Hähnen sind sehr verschieden. Zum Teil sind sie positiv (FREIBERGER und HAIDN (2002) berichten bei einem Anteil von 1 % Hähnen von weniger aggressivem Verhalten und weniger Kannibalismus), zum Teil wurden die Hähne aber auch bepickt (ACHILLES, 2002). Empfehlungen zum Geschlechterverhältnis schwanken von 1:20 über 1:50 bis 1:100. In einer schwedischen Untersuchung wiesen die Hähne bei einem Verhältnis von 1:130 eine schlechte Gefiederqualität auf.

Vogelscheuchen, Bänder oder Spiegel als Maßnahmen gegen **Greifvögel** wirken meist nur kurze Zeit. Ein eingegrabener Zaun und Elektrozäune sind jedoch ein sinnvoller und wirksamer Schutz gegen Füchse und Marder (ACHILLES et al., 2002).

### **2.3 Leistung und Produktmerkmale**

Die **Legeleistung** ist eine wichtige Größe für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit eines Betriebes. Bei sehr hohen oder sehr niedrigen (7 bis 12°C) Temperaturen nimmt die Legeleistung und das Eigewicht ab. Ein kontrollierter Temperaturwechsel im Tagesverlauf scheint dagegen leistungsfördernd zu wirken (PAYNE, 1966). Untergewicht bei Junghennen wirkt sich negativ auf das Eigewicht aus, weswegen eine verhaltene Aufzucht mit einem anschließend höheren Anfangseigewicht vorzuziehen ist. Ein Rückgang in der Futteraufnahme sollte während der Legeperiode verhindert werden (HOFFMANN, 2004). Normalerweise erreicht die Legeleistung in der 30. Lebenswoche ihr Optimum, auf welches ein kontinuierlicher Abfall folgt (KREIENBROCK et al., 2003).

In alternativen Haltungssystemen kann die Legeleistung die gleiche Höhe wie in der Käfighaltung erreichen (ACHILLES et al., 2002). Legeleistungen von 86 % /AH sind erzielbar

(ACHILLES, 2002). Auch HÄNE et al. (2000) berichten von vergleichbaren Legeleistungen in Voliere und Käfig. VAN EMOUS (2003) erreichte jedoch bei einem Versuch mit Hühnern in Freilandhaltung (302 Eier/AH) deutlich schlechtere Ergebnisse im Vergleich zu Hennen in Käfighaltung (317 Eier/AH).

Die Eizahl je Anfangshenne lag in einer Untersuchung von LÜKE et al. (2003) bei Tetra-SL in Bodenhaltung bei 277,2 (A-Reuter) und 252,4 (Boleg II). Bei der Legeleistungsprüfung 2001/2002 im Auftrag des Landwirtschaftlichen Wochenblattes Westfalen-Lippe, welche in Stufenkäfigen durchgeführt wurde, nahmen Hühner der Linie Tetra aus zwei verschiedenen Herkünften teil. Sie erreichten eine Eizahl pro Anfangshenne von 297 beziehungsweise 308 Eiern. GOETZ (2003) berichtet von einem Versuch, in welchem Tetra-SL in ökologischer Haltung bei zwei von drei Durchgängen mindestens 80 % Legeleistung erreichten. In einer Untersuchung von DINZINGER und HEIßENHUBER (2004) betrug die Legeleistung bis zur 52. Lebenswoche 74 % je Anfangshenne (Tetra), es wurden 273 Eier/Tier gelegt, gegen Ende der Legeperiode erfolgte jedoch ein starker Einbruch.

Die Legeleistung variiert je nach Haltungsform, eingesetzter Linie und Durchgang. Eine Übersicht über verschiedene Ergebnisse gibt Tabelle 2.

**Tabelle 2:** *Angaben zur Legeleistung in der Literatur*

<b>Haltungsform</b>	<b>Linie</b>	<b>Legeleistung</b>	<b>Quelle</b>
Freilandhaltung	Tetra	85,8 %	VAN DEN WEGHE et al. (2000)
Freilandhaltung	Tetra	74 % /AH	DINZINGER und HEIßENHUBER (2004)
Freilandhaltung	Hisex braun	67 %	FREIBERGER und Haidn (2002)
Freilandhaltung	unbekannt	78 %	JACOBS und WINDHORST (2003)
Mobilstall	Lohmann Braun	80,2 % /DH	DAMME und HÜLSMANN (2002)
Voliere	Tetra	64,8 % /AH	FÖLSCH et al. (2002)
Voliere	Tetra	85,2-87,7 % /AH	BAUMGART (2005)
Ökologisch	unbekannt	65 % /AH	ACHILLES (2002)

Das Einsammeln **verlegter Eier** ist sehr arbeitsaufwändig, die Eier sind häufig verschmutzt oder wurden bereits angepickt. Ein Anteil von 3-4 % ist tolerierbar (ACHILLES et al., 2002b). Einen Einfluss auf die Anzahl der verlegten Eier haben die Aufzucht, der Termin der Umstallung, das Nestangebot, die Hybridherkunft und das Management (APPLEBY, 1984). Hühner der Linie Tetra zeigten in der Prüfstation eine überdurchschnittliche Nestannahme (DAMME, 2003). Die Angaben über den Anteil verlegter Eier gehen weit auseinander und sind auf Grund der verschiedenen Einflussfaktoren (Haltung, Linie, Aufzucht) nur schwer miteinander vergleichbar (Tabelle 3).

**Tabelle 3:** *Angaben zum Anteil verlegter Eier nach verschiedenen Literaturquellen*

<b>Haltungsform</b>	<b>Linie</b>	<b>Anteil verlegter Eier</b>	<b>Quelle</b>
Freiland	Unbekannt	2,0 % (0,4-5,6 %)	VAN EMOUS (2003)
Freiland	Unbekannt	14-28 %	GOLZE et al. (2002)
Bodenhaltung	Tetra	0,6 %	DAMME (2003)
Bodenhaltung	Tetra	5,4 %	LANGE (2000)
Voliere	Tetra	12 %	FÖLSCH et al. (2002)
Voliere	Tetra	1,2 % (0,8-1,6 %)	BAUMGART (2005)
Ökologisch	Unbekannt	5-10 %	ACHILLES (2002)
Alternativ	Unbekannt	2-5 %	PETERMANN (2003)

**Schmutzeier** kommen in Freilandhaltungen vor allem nach Regentagen und bei feuchten Auslaufflächen mit einem Anteil von etwa 10 % vor (DAMME und HÜLSMANN, 2002; GAYER und DAMME, 2003). Aus diesem Grund sollte der Vorplatz (Bereich zwischen Außenklimaraum und Grünauslauf) mit einem Kiesbett, einer Holzhäckselschicht oder ähnlichem versehen sein, um vor allem bei schlechtem Wetter zu verhindern, dass die Tiere mit an den Füßen haftendem Schmutz in den Stall gelangen (ACHILLES et al., 2002). Zusätzlich kann ein Kaltscharrraum als Schmutzschleuse dienen (DAMME und HÜLSMANN, 2002). Tendenziell scheint der Prozentsatz von Schmutzeiern bei Nutzung eines Auslaufes höher zu sein (Tabelle 4).



**Tabelle 4:** *Angaben zum Anteil der Schmutzeier nach verschiedenen Quellen*

<b>Haltungsform</b>	<b>Anteil Schmutzeier</b>	<b>Quelle</b>
Voliere	1,3 % (0,7-1,9 %)	BAUMGART (2005)
Voliere	5,6 %	LÜKE et al. (2003)
Bodenhaltung	4,5 %	LANGE (2000)
Freilandhaltung	28,9 %	KRAX (1974)
Freilandhaltung	10-20 %	GOLZE et al. (2002)

Das **Eigewicht** schwankt normalerweise zwischen 40 und 90 g, wobei die meisten Eier in die Gewichtsklassen M und L eingeordnet werden. Bei Braunlegern beträgt das durchschnittliche Gewicht 65-67 g (GRASHORN, 2004b). Bei der Eignungsprüfung für Bodenhaltung (LANGE, 2000) erreichten Tetra ein Durchschnittsgewicht von 65,9 g, in einer Untersuchung von JACOBS und WINDHORST (2003) in Volierenhaltung dagegen nur 63,4 g. In einer Untersuchung von BAUMGART (2005) betrug das durchschnittliche Eigewicht bei Tetra-Hennen in Volierenhaltung 64,1 g (63,8-64,5 g).

**Tabelle 5:** *Verteilung der Eier auf verschiedene Gewichtsklassen (Tetra, Angaben in %)*

<b>Haltungsform</b>	<b>S</b> (<53 g)	<b>M</b> (53-<63 g)	<b>L</b> (63-<73 g)	<b>XL</b> (≥73 g)	<b>Quelle</b>
Käfig		41,5 / 42,4	44,2 / 45,2		ANONYM (2003)
Boden	3,3	26,9	50,1	13,5	LANGE (2000)
Ökologisch		30-49	34-55		GOETZ (2003)

Die **Bruchfestigkeit** ist die auf beide Pole des Eies einwirkende Kraft in N bis die Schale zerbricht (LANGE, 2000). Hohe Umwelttemperaturen und das Fortschreiten der Legeperiode haben einen negativen Einfluss auf die Schalenqualität (KRAX, 1974). Während der heißen Jahreszeit verringert sich der Futterverzehr und durch den erhöhten Stoffwechsel reduziert sich zusätzlich die Retentionsrate von Calcium (SCHOLTYSEK, 1968). Besonders am Ende der Legeperiode nimmt die Eischalenfestigkeit mit zunehmender Eigröße ab (SCHOLTYSEK, 1994). Ferner wird die Schalenstärke durch die Form des angebotenen Calciums, andere Mineralien, die Vitamin D-Versorgung, Vitamin C, das Ferment- und Enzymsystem und das Alter der Tiere beeinflusst (SCHOLTYSEK, 1968). Der hormonale Status, die Tageszeit und Infektionskrankheiten können ebenfalls entscheidend für die Schalenqualität sein (NICHELMANN, 1992). Die Bruchfestigkeit liegt normalerweise zwischen 20 und 60 Newton

(ANONYM, 2004). In der Legeleistungsprüfung 2001/2002 (Käfighaltung) betrug sie im Durchschnitt bei zwei Herkünften der Linie Tetra 38,7 beziehungsweise 37,0 N (ANONYM, 2003). LANGE (2000) kam bei der gleichen Linie in Bodenhaltung im Durchschnitt nur auf 29,5 N (24. Legewoche 32,8 N; 38. Legewoche 25,5 N; 48. Legewoche 26,1 N) und BAUMGART (2005) ermittelte in einer Volierenhaltung Werte zwischen 30,5 und 32,4 N (Durchschnitt 31,5 N). LEYENDECKER et al. (2002) untersuchten Tiere der Linie Lohmann Silver in Freilandhaltung und stellten Werte von 37,9 N, 38,9 N und 31,4 N (6., 9. und 14. Legemonat) fest. Die höchste Schalenstabilität wurde im 9. Legemonat gemessen.

Die **Eischalendicke** beträgt etwa 250 bis 400  $\mu\text{m}$  (ANONYM, 2004). Da die Eischale unterschiedlich aufgebaut und an den Polen stärker als am Äquator ist (SCHOLTYSSEK, 1968), sollte möglichst immer an der gleichen Stelle (üblicherweise am Äquator) gemessen werden. LEYENDECKER et al. (2002) ermittelten bei Tieren (Lohmann Silver) in Auslaufhaltung Werte von 325,2  $\mu\text{m}$ , 328,3  $\mu\text{m}$  und 309,0  $\mu\text{m}$  (6., 9. und 14. Legemonat), bei BAUMGART (2005) lag der Medianwert bei 0,4 mm.

## 2.4 Immunglobulin Y

Bereits 1893 wurde erstmals „über die Immunität des Huhnes gegen Tetanusbazillen und ihre Übertragung durch das Eigelb“ geschrieben (KLEMPERER, 1893). Knapp einhundert Jahre später (1980) tauchten erneut Beiträge über Möglichkeiten der Diagnose und Therapie mit Hilfe im Ei befindlicher Immunglobuline auf. Durch die intensive Durchblutung der Follikel gelangen IgG über die Zirkulation in das Eidotter und IgM und IgA über die sekretorische Schleimhaut in das Eiklar. Es wurde über einen Einsatz in der Diagnostik nachgedacht, nachdem eine weitgehende Übereinstimmung von Serum- und Dottertiter festgestellt wurde (KÜHLMANN et al., 1988). ROSE et al. (1974) vermuteten sogar höhere IgG-Konzentrationen im Dotter als im Serum und auch LARSSON et al. (1993) waren auf Grund des aktiven Transportes von der Henne in den Dotter dieser Meinung. Es wurden Versuche zur passiven Immunisierung mittels aus Eidottern gewonnener Immunglobuline durchgeführt. Nach Injektion hitzeinaktivierter Salmonellen konnte ein Anstieg der Immunglobuline im Ei mit einem Höhepunkt nach 20 Tagen festgestellt werden (DEIGNAN et al., 1995). Auch nach Injektion formalinbehandelter E.coli konnten hohe Antikörper-Aktivitäten im Ei gemessen werden. Die Höhe war vergleichbar mit der im Serum, allerdings erfolgte der Anstieg erst einige Tage später. Bei erneuter Injektion nach 1 bis 2 Monaten blieben die Werte im Eidotter hoch. Da sich das aviäre Immunglobulin im Dotter in seinem Aufbau minimal vom Säuger-IgG unterscheidet, nannten es LESLIE und CLEM (1969) nach dem englischen Begriff für

Eidotter (yolk) IgY. Teilweise werden die Bezeichnungen IgG und IgY synonym verwendet (SCHADE et al., 1996). IgY ist eine eigene Immunglobulinklasse bei allen eierlegenden Tieren und wird aus dem Serum über einen aktiven Mechanismus in das Eidotter transportiert. Diese Anreicherung betrifft vor allem jene IgY, die im Verlauf einer aktiven Immunisierung eines Huhnes gebildet werden (STAAK und SCHWARZKOPF, 1995). Das im Eidotter gemessene Immunglobulin Y ist sehr hitzestabil, säurestabil bis pH 4 und auch Einfrieren ist ohne Veränderungen zu verursachen möglich, solange es nicht mehrmals wiederholt wird (SHIMIZU et al., 1988). Der Antikörper-Anstieg im Ei erfolgt nach etwa 10 Tagen mit einem Höhepunkt nach 20 Tagen (POLSON et al., 1980; RICKE et al., 1988), wobei Anstieg und Fall gleich verlaufen wie im Serum, allerdings 5-6 Tage verzögert (ROSE et al., 1981). In einem intakten Ei können die Dotterantikörper bei Raumtemperatur bis zu 6 Monaten aktiv bleiben (RICKE et al., 1988), bei 37°C etwa einen Monat (LARSSON et al., 1993). Das Immunglobulin Y wirkt antimikrobiell und antiviral. Eine Henne produziert in einem Legejahr etwa 3 g IgY (GRASHORN, 2004).

Der Immunglobulin-Gehalt im Blut liegt bei 6,6-13,5 mg/ml, bei Einzeltieren auch über 19 mg/ml, mit einer großen Variabilität zwischen einzelnen Individuen (REES und NORDSKOG, 1981). ROSE et al. (1981) hingegen konnten im Serum einen Gehalt von 20-25 mg/ml feststellen. AKITA und NAKAI (1993) kamen zu dem Ergebnis, dass im Dotter 8-20 mg/ml IgY enthalten sind und SCHADE et al. (1991) ermittelten Werte von 10-20 mg/ml. BAUMGART (2005) nennt bei Eiern von Tetra-Hennen in Volierenhaltung Durchschnittswerte zwischen 12,7 und 14,4 mg/ml und LÖSCH et al. (1986) fanden im Eidotter einen IgY-Gehalt zwischen 3 und 25 mg/ml, dies ergibt je nach Eigröße 40-500 mg IgY pro Ei.

Aus einem Eidotter können bis zu 250 mg IgY gewonnen werden (ERHARD et al., 2000). In einem Versuch wurde der Einfluss des Haltungssystems auf den Immunglobulingehalt im Eidotter untersucht. Jeweils zwei Gruppen mit 20 Hennen wurden in Bodenhaltung ohne Auslauf beziehungsweise im Käfig gehalten. Allen Tieren wurde menschliches Serum-IgG injiziert. Die Hühner in Käfighaltung wiesen höhere durchschnittliche Antikörper-Titer und höhere IgY-Konzentrationen im Eidotter auf. Die IgY-Konzentrationen im Eidotter der Tiere in Käfighaltung lagen durchschnittlich zwischen 13,6 und 15,4 mg/ml (höhere Werte bei Verwendung eines Adjuvans), die der Hennen in Bodenhaltung zwischen 13,5 und 14,1 mg/ml (ERHARD et al., 2000).

## 2.5 Blutparameter

### 2.5.1 Hämatokrit

Als Hämatokrit wird der Anteil der Blutzellen am Gesamtblutvolumen bezeichnet. Er wird vor allem durch die Erythrozytenzahl und deren Größe beeinflusst. Beim Huhn beträgt er etwa 32 % (EDER, 1987). SCHWARZE und SCHRÖDER (1972) hingegen gehen von einem normalen Wert im Bereich von 46 % aus, und auch SIEGMANN (1992) nennt mit 45 % einen deutlich höheren Wert. LÖLIGER und SCHUBERT (1967) kamen zu dem Ergebnis, dass der Hämatokrit des Huhnes einen deutlichen Geschlechtsunterschied zeigt. Ihren Angaben zufolge liegt der Wert von Hennen bei etwa 31 %, die Hähne weisen hingegen einen Wert von 46 % auf. FREEMAN (1971) fand bei ovulierenden Hennen einen Hämatokrit zwischen 19 und 30,9 %, bei nicht ovulierenden Tieren von 28,8 – 33 %. In einer Untersuchung von BAUMGART (2005) lag der durchschnittliche Hämatokrit von Hennen (Tetra) in Volierenhaltung bei 21,4 %.

Eine Veränderung des Hämatokrits kann sowohl eine veränderte Zellzahl bei gleichem Blutvolumen, als auch eine unveränderte Zellzahl bei Hyper- und Hypovolämie des Blutes bedeuten (GYLSTORFF, 1987).

### 2.5.2 Hämoglobin

Das Hämoglobin, der rote Blutfarbstoff, ist der funktionell wichtigste Anteil der Erythrozyten und Träger ihrer Sauerstofftransportfunktion. Es ist ein Chromoprotein, bestehend aus vier Polypeptidketten (Globin) mit jeweils einer eingelagerten Farbstoffgruppe. Diese besteht aus einem zentralen Eisenatom und wird von einem substituierten Porphyrinring umgeben.

Beim Huhn liegt der Hämoglobingehalt des Blutes bei etwa 110 g/l und korreliert eng mit der Zahl und der Größe der Erythrozyten (EDER, 1987). Auch BAUMGART (2005) nennt mit durchschnittlich 11,4 g/dl (Tetra in Volierenhaltung) einen entsprechenden Wert. SCHOLTYSSEK und DOLL (1978) ermittelten einen Referenzbereich von 8,9 – 9,7 g/ml, SIEGMANN (1992) geht von 10 mg % als Richtwert aus, wobei er auf Grund einer großen Schwankungsbreite der Werte und alters-, geschlechts- und rassebedingter Abweichungen nur mit einer beschränkten diagnostischen Bedeutung der hämatologischen Untersuchung beim Vogel rechnet.

### 2.5.3 Calcium und Phosphor

Das meiste bei der Eibildung verwendete Calcium ist frisch aufgenommenes Calcium aus der Nahrung, welches über das Blut in den Uterus gelangt. Nur etwa 20 % wird aus den Depots in den Knochen mobilisiert. Das Blutserum einer nichtlegenden Henne enthält etwa 10 mg % Calcium, das einer legenden etwa doppelt soviel, wobei Unterschiede vor und nach dem Legen sowie im arteriellen und venösen Blut festgestellt werden können (SCHOLTYSEK, 1968). GROSSFELD (1938) hingegen nennt bei einer nichtlegenden Henne Serum-Calcium-Werte von 20 mg %, bei einer legenden 27 mg % (beide im Alter von 5 Monaten). BAUMGART (2005) ermittelte bei Hennen (Tetra) in Volierenhaltung einen Calcium-Gehalt von 24,3-25,7 mg/dl im Serum.

Der Calciumbedarf beträgt beim legenden Huhn etwa 2,75 % der Ration, kann jedoch bis auf 3-4 % ansteigen. Dieser erhöhte Bedarf kann durch Beifütterung von Muschelschalen ausgeglichen werden. Zur Bildung jeder Eischale sind etwa 5 g Calciumkarbonat notwendig. Bei Calciummangel kommt es zu Osteomalazie, einer Verdünnung der Eischalen und einem Rückgang der Legeleistung. Phosphor sollte zu 0,75 % in der Ration vorhanden sein. Auch ein Phosphormangel kann zu einer sinkenden Legeleistung führen (DORN, 1971). Bei einer Untersuchung von BAUMGART (2005) betrug der Phosphor-Gehalt im Serum 5,3-5,6 mg/dl (Tetra in Volierenhaltung). KRAX (1974) hält einen Calciumgehalt von 2,75 bis 3,5 % und einen Phosphorgehalt von 0,45 bis 0,70 % im Futter für optimal, YOUNG (1985) nennt Werte von 3,7 % Calcium und 0,45 % Phosphor (Verhältnis Ca : P etwa 8:1).

## 2.6 Bonitierung, Federpicken und Kannibalismus

Im Rahmen von Bonitierungen wird der Gefiederzustand der Tiere beurteilt, es werden Veränderungen an der Haut, Verletzungen und sonstige Auffälligkeiten notiert.

In Haltungssystemen, in denen sich die Tiere freier bewegen können, sind Knochenbrüche und Verkrümmungen sowie Brüche des Brustbeins häufiger. Der Anteil veränderter Schnäbel beträgt bei schnabelkupierten Tieren bis zu 77 %, bei unkupierten 17,5 bzw. 20 %. Der Zustand der Ständer einschließlich Fußballen, Zehen und Krallen wird vom Haltungssystem und den Artgenossen beeinflusst (ACHILLES et al., 2002b).

In einer Studie wurden einzelne Herkünfte untersucht. Hühner der Linie Tetra erreichten relativ gute Ergebnisse und wiesen nur kleine kahle Stellen auf. Fußverletzungen waren allgemein selten (0-10 %), wobei bei Tetra-Hühnern gar keine zu finden waren. Kammverletzungen kamen in hohem Maße vor (82-100 %), allerdings wurden auch sehr kleine, bereits verschlossene Wunden wie zum Beispiel nach Rangordnungskämpfen gewertet

(HOLLE und KEPPLER, 2003). VAN DEN WEGHE et al. (2000) stellten bei einer Bonitierung an nicht schnabelgestutzten Tieren im Alter von 47 und 63 Wochen fest, dass der Grad der Befiederung abnahm. In der 63. Lebenswoche wurde außerdem eine starke Zunahme an Brustbeinverformungen und Brüchen verzeichnet. Bei FÖLSCH et al. (2002) hat sich der Gefiederzustand der Tiere (Tetra) ab der 20. Lebenswoche verschlechtert, nach der 44. Woche fand wieder eine leichte Verbesserung statt. Bei Untersuchungen von DAMME (2003) an allen Tieren (Tetra) eines Bestandes in der 69. Lebenswoche zeigten 56 % einen geringen und 41 % einen starken Federverlust. BAUMGART (2005) berichtet von zwei Gruppen, welche eine kontinuierliche Verschlechterung des Gefieders zeigten, und von zwei Gruppen, deren Gefieder in der 37. LW in schlechterem Zustand war als am Ende der Legeperiode. Bei der letzten Beurteilung hatten die Tiere aller vier Gruppen im Durchschnitt ein Gefieder der Note „gut“ (Tetra in Volierenhaltung). Ökohennen weisen häufig einen schlechteren Gefiederzustand und geringere Gewichte auf als Tiere aus nicht-ökologischer Haltung (PETERMANN, 2003b).

Der Gefiederzustand kann unter anderem als ein Kriterium für den Gesundheitszustand und das Wohlbefinden eines Tieres angesehen werden. Das Gefieder dient der Wärmeisolation, dem Schutz vor Feuchtigkeit und mechanischen Einwirkungen, der gegenseitigen Erkennung und der Signalisierung von Stimmungen (ACHILLES et al., 2002b). Neben einer optischen und tierschutzrelevanten Bedeutung hat der Zustand des Federkleides auch wirtschaftliche Bedeutung. Stark gerupfte Tiere mit kahlen Stellen verlieren Körperwärme und haben in Folge dessen einen höheren Erhaltungsbedarf (BESSEI, 1997; ACHILLES et al., 2002b; DAMME, 2003). Zudem halten sich auch bepickte Tiere mit zum Teil großflächigen nackten Stellen selbst bei widrigen Witterungsbedingungen im Freiland auf und werden in der Folge häufiger krank (GOETZ, 2003).

**Federpicken** als Verhaltensstörung ist multifaktoriell bedingt. Als Ursachen kommen eine hohe Besatzdichte, große Tiergruppen, hohe Lichtintensität, eine mangelhafte Futterzusammensetzung und -struktur (Pellets), Gitterboden, ein schlechtes Klima mit hohen Temperaturen sowie Schadstoffgehalten und Langeweile in Frage. Auch eine genetische Veranlagung ist nicht auszuschließen, da es zwischen verschiedenen Linien deutliche Unterschiede gibt (RÖMER, 1953; BESSEI, 1988; BESSEI, 1997; LOISELET, 2004). Häufig vorkommende negative Abweichungen von den Soll-Mindestinhaltsstoffen bei gelieferten Futtermischungen können ebenfalls Auslöser von Federpicken und Kannibalismus sein (GOETZ, 2003). Laut HEIDER (1992) liegen dem Federpicken maladaptive Lernprozesse zugrunde. Reize wie Befiederungsmängel, Juckreiz oder Ektoparasiten lösen es bei einzelnen

Tieren aus und über ein „Mach-mit-Verhalten“ verbreitet es sich weiter. Weiterhin gibt es zwei grundlegende Theorien: Entweder kann durch den fehlenden Zugang zu Sand kein Sandbaden ausgeführt werden und es kommt in der Folge zu Federpicken (VESTERGAARD und LISBORG, 1993) oder es handelt sich um eine Verhaltensstörung des Futtersuche- und Futteraufnahmeverhaltens, also um eine fehlgeleitete Nahrungsaufnahme durch die nicht vorhandene Möglichkeit zum Picken (BLOKHUIS, 1986; KEPPLER, 2003). Können die angeborenen Verhaltensweisen und Bewegungsabläufe nicht befriedigt werden, so kommt es häufig zu Ersatzhandlungen, u.a. zu Federpicken und Kannibalismus (ACHILLES et al., 2002). Einen besonderen Anreiz für Federpicken stellen leicht abstehende oder aus der Reihe fallende sowie markierte oder andersartige Federn dar (PEITZ und PEITZ, 1998). Ein großes Problem sind unterwürfige Individuen, die bevorzugt gepickt werden. Es ist allgemein auffällig, dass manche Hühner häufiger selbst picken, andere dagegen mehr dazu neigen, gepickt zu werden (APPLEBY et al., 1992).

Federpicken tritt in allen Haltungsformen auf (BESSEI, 1988; BESSEI, 1997; VAN DEN WEGHE et al., 2000; ACHILLES et al., 2002b). Bei freilebenden Bankivahühnern wurde es allerdings nie beobachtet (ACHILLES et al., 2002b). Mehrere der bekannten Einflussfaktoren sollten bei der ökologischen Haltung wegfallen, da bei dieser Haltung geringere Besatzdichten, kleinere Herden, Einstreu und ein Auslauf vorhanden sind. Dennoch ist Federpicken auch bei Bio-Betrieben eines der Hauptprobleme. BESTMANN und WAGENAAR (2003) untersuchten 63 Herden von 26 Bio-Betrieben. In der 50. Lebenswoche wiesen 19 % geringe und 52 % ernsthafte Gefiederschäden auf. Es konnten drei Faktoren identifiziert werden, welche Federpicken signifikant reduzieren. Ein hoher Prozentsatz an Tieren, welche die Weide nutzen, ein früher Kauf der Junghennen und eine große Anzahl Hähne, welche eventuell eine artgemäße Bereicherung der Haltungsumwelt darstellen. Die gute Weidenutzung konnte durch geringere Herdengrößen (maximal 500 Tiere), jüngeres Alter bei der Einstallung, mehr Hähne und mehr Deckungsmöglichkeiten auf der Weide erreicht werden. Nach NICOL et al. (2003) verringert sich das Risiko für Federpicken um den Faktor 9, wenn 20 % der Hennen den Auslauf an sonnigen Tagen nutzen. Zwischen Aufenthaltsdauer im Grünauslauf und Gefiederzustand scheint ein Zusammenhang zu bestehen (MÜLLER et al., 2001). Auch DINZINGER und HEIBENHUBER (2004) berichten, dass in ihrem Versuchsdurchgang erst ab den Wintermonaten, wegen einer Beschränkung des Zugangs zum Grünauslauf, verstärkt Federpicken festzustellen war.

Steht in der Aufzucht Einstreu zur Verfügung, findet man bei den adulten Tieren weniger Federpicken (BLOKHUIS, 1986). Auch durch eine Reduktion der Besatzdichte

beziehungsweise der Gruppengröße wurde eine deutliche Verringerung des Federpickens erreicht. Mittels einer Anreicherung der Umwelt, die eine artgemäße Futtersuche und -aufnahme ermöglicht, kann es sogar ganz verhindert werden (KEPPLER, 2003). Schnabelstutzen wird oft als Gegenmaßnahme genannt, es verhindert jedoch eine ordentliche Gefiederpflege und beeinträchtigt den Tastsinn der Tiere (PEITZ und PEITZ, 1998). Der Schnabel dient nicht nur zur Nahrungsaufnahme, sondern auch zur Reinigung, Umwelterkundung und Verteidigung (LOISELET, 2004).

Verletzungen der Haut bei starkem Federpickern sind häufig der Beginn des **Kannibalismus** (BESSEL, 1988). Kloakenkannibalismus kann auch unabhängig davon auftreten (KEPPLER, 2003). HEIDER (1992) sieht im Kannibalismus eine Möglichkeit zur Regulierung der Populationsgröße, die vorwiegend bei Hühnergeflügel zu finden ist.

Federpickern und Kannibalismus kommen in alternativen Haltungssystemen häufiger vor als in anderen Haltungsformen (JACOBS und WINDHORST, 2003; KREIENBROCK et al., 2003). Gerade Kannibalismus kann in alternativen Haltungssystemen zu großen Problemen führen, da eine größere Anzahl potentieller Opfer zur Verfügung steht (STAACK und KNIERIM, 2004). GOLZE et al. (2002) konnten in ihren Untersuchungen einer Freilandhaltung andererseits weder Federpickern noch Kannibalismus feststellen.

**Aggression** ist ritualisierte Kommunikation und dient dazu eine Rangordnung aufzubauen und zu erhalten. Der Zweck ist Dominanz zu zeigen und nicht zu verletzen (LOISELET, 2004). Aggressives Verhalten ist in alternativen Systemen häufiger und steigt mit der Besatzdichte (APPLEBY und HUGHES, 1991).

## 2.7 Erkrankungen und Verluste

In der Freilandhaltung können nicht die gleichen hygienischen Bedingungen wie in der Käfighaltung geschaffen werden. Da Viren, Bakterien und infektiöse Parasitenstadien in der Außenwelt zum Teil sehr lange überleben können, kommen die Hühner mit mehr Erregerarten in Kontakt. Hinzu kommen Wildvögel und andere Tierarten sowie Regenwürmer, Schnecken und Insekten, die als Träger beziehungsweise Zwischenwirte von Krankheiten dienen können. Im günstigen Fall entsteht ein Gleichgewicht zwischen Erreger und Wirt, dieses kann durch Stressfaktoren jedoch verschoben werden. Eine besondere Rolle in der Freilandhaltung spielen folgende Krankheiten: Salmonellose, Kokzidiose und Wurmbefall. Im Hinblick auf die Kokzidiose ist es anzustreben, die Junghennen eine leichte Kokzidiose durchmachen zu lassen, um eine Basisimmunität aufzubauen, welche durch ständige Wiederaufnahme zu einem anhaltenden Impfschutz führt (ACHILLES et al., 2002). TÜLLER (1996) stellte nach fünf



Jahren Haltung auf derselben Fläche eine deutliche Zunahme an Verlusten (5,3 % im ersten und 33,8 % im fünften Jahr) vor allem in Folge von Infektionen mit Bandwürmern und anderen Wurmarten fest.

In Haltungssystemen mit Einstreu und / oder Auslauf ist tendenziell ein stärkerer *Verwurmungsgrad* feststellbar (GOLZE, 1999; ACHILLES et al., 2002). Durch den verstärkten Kontakt mit Einstreu und Exkrementen herrschen ein höherer Infektionsdruck und ein größeres Übertragungsrisiko von Darmparasiten (VOSS, 1999; KANSWOHL und TREPTOW, 2003; STAACK und KNIERIM, 2004). Auch die Aufnahme von Schnecken und Regenwürmern, welche als Zwischen- oder Stapelwirte fungieren können, kann zu einer höheren Verwurmungsrate führen (HUBER et al., 1994). Gerade im stallnahen Bereich findet sich häufig eine größere Anzahl Parasiten. Mit zunehmender Entfernung vom Stall nimmt die Anzahl verschiedener Wurmarten ab (BRAY und LANCASTER, 1992; HUBER et al., 1994). Kleine Herden haben häufig eine höhere Inzidenz an bestimmten Krankheiten. Das Auftreten von Krankheiten zeigt erhebliche Schwankungen, wobei die höchsten Befallsraten mit Rundwürmern, Haarwürmern und Bandwürmern in Auslaufhaltungen zu finden sind (MORGENSTERN und LOBSIGER, 1994). HÄNE (1999) konnte in 75 % der Herden mit Auslauf Wurmeier nachweisen, in 49 % der Betriebe sogar mehr als eine Wurmart. Die Tiere in den Freilandhaltungen wiesen signifikant höhere Infektionsraten mit Wurmeiern und Eimerien (73 %) auf. GOLZE et al. (2002) konnten in ihrer Untersuchung eines Bestandes in Freilandhaltung allerdings keine Endoparasiten nachweisen.

Die *rote Vogelmilbe* kann durch Belästigung der Tiere und den Blutentzug zu einem Leistungsabfall und höheren Verlusten führen. Milben konnten von MORGENSTERN und LOBSIGER (1994) nur in alternativen Haltungssystemen gefunden werden. VAN EMOUS und VAN NIEKERK (2004) stellten sie in allen Beständen mit Freilandhaltung fest.

Durch das *höhere Erkrankungsrisiko* (VAN EMOUS, 2003) sind in den alternativen Haltungssystemen häufig mehr Behandlungen (vor allem gegen Wurmbefall) und Impfungen nötig (JACOBS und WINDHORST, 2003; KREIENBROCK et al., 2003; LIPPMANN und GOLZE, 2004). Die verstärkten Gesundheitsprobleme und das Auftreten von Erkrankungen beziehungsweise Infektionen, die jahrelang nicht mehr vorgekommen sind, machen einen verstärkten Einsatz von Medikamenten zwangsläufig erforderlich (VOSS, 1999).

*Fettlebern* sind ein häufiges Problem bei Legehennen in allen Haltungssystemen. In einer Studie von GOLZE et al. (2002) hatten vier von fünf Hennen aus einer Freilandhaltung Fettlebern. BAUMGART (2005) berichtet sogar von 100 % Fettlebern bei Tieren (Tetra) in

Volierenhaltung. Nach MORGENSTERN und LOBSIGER (1994) waren es bei zur Sektion eingelieferten Tieren (n=708) aus Auslaufhaltungen dagegen nur 6,8 %.

Die **Verluste** in der Freilandhaltung sind nicht unbedingt höher als in anderen Systemen. Sie lagen in österreichischen und englischen Betrieben bei jeweils etwa 7 % (ACHILLES et al., 2002). Nach HADORN und GLOOR (1999) war die Mortalität in einer Haltung mit Grünauslauf sogar geringer als bei Stallhaltung. Dies lag eventuell an den wenigen Verlusten durch Kannibalismus, da die Tiere genügend Ausweichmöglichkeiten hatten. PETERMANN (2003) hingegen berichtet von sehr hohen Verlusten in alternativen Haltungssystemen, in der Freilandhaltung von 20 bis 25 % bei verkürzter Legeperiode. Die Tiere werden häufig bereits zwischen der 50. und 60. Woche geschlachtet. Als Ursachen werden vor allem bakterielle Erkrankungen (Escherichia coli, Pasteurellen, Rotlauf, Parasiten), Spul-, Haar- und Rachenwürmer, Viren (Pocken), Kannibalismus, Umwelteinflüsse, Beutegreifer, Großgruppenhaltung mit vermehrtem Stress, Schadgase und Staub genannt. Auch eine bedarfsgerechte Ernährung kann problematisch sein, da vor allem bei Biofutter nur unzureichende Möglichkeiten einer ausgewogenen Eiweißversorgung bestehen. Auch bei HÄNE et al. (2000) war die Mortalität in Beständen mit Freilandhaltung signifikant höher als in Herden ohne Auslauf oder nur mit Schlechtwetterauslauf. Nach KANSWOHL und TREPTOW (2003) spielen Parasiten im Abgangsgeschehen nur eine untergeordnete Rolle (Legeorgane Hauptursache). In einer Untersuchung von DINZINGER und HEIBENHUBER (2004) lagen die Verluste bei 20 %, es konnten aber weder gravierende gesundheitliche oder hygienische Probleme, noch Parasiten festgestellt werden. Eventuell war versuchsbedingter Stress dafür verantwortlich.

Allgemein weisen braune Linien eine signifikant höhere Mortalität als weiße Linien auf (HÄNE et al., 2000). Der Unterschied beträgt 10,4 % (braun) zu 7,2 % (weiß) (STAACK und KNIERIM, 2004).

**Tabelle 6:** *Angaben über Verluste in verschiedenen Haltungssystemen aus unterschiedlichen Quellen*

<b>Haltungsform</b>	<b>Linie</b>	<b>Verluste</b>	<b>Quelle</b>
Freilandhaltung	unbekannt	10,2 %	GOLZE et al. (2002)
Freilandhaltung	unbekannt	15,1 %	FÖLSCH et al. (1997)
Freilandhaltung	unbekannt	14,3 % (8-28,5 %)	VAN EMOUS und VAN NIEKERK (2004)
Freilandhaltung	unbekannt	18,5 %	JACOBS und WINDHORST (2003)
Freilandhaltung	Tetra	20 %	DINZINGER und HEIBENHUBER (2004)
Freilandhaltung	Tetra, leicht schnabelgekürzt	6,8 %	VAN DEN WEGHE et al. (2000)
Freilandhaltung	Hisex braun	20,6 %	FREIBERGER und HAIDN (2002)
Mobilstall	Lohmann Braun	3,2 %	DAMME und HÜLSMANN (2002)
Bodenhaltung mit Auslauf	unbekannt	17,8 % (6,5-34,8 %)	KREIENBROCK et al. (2003)
Voliere mit Auslauf	unbekannt	19,6 % (5,8-32,9 %)	KREIENBROCK et al. (2003)
Voliere	Tetra	33,6 %	LÜKE et al. (2003)
Voliere	Tetra	8,3 % (3-18 %)	BAUMGART (2005)
Bodenhaltung	Tetra	5,0 %	LANGE (2000)
Bodenhaltung	Tetra	16,9 %	DAMME (2003)
Käfig	Tetra	11,1 und 12,2 %	ANONYM (2003)

## 2.8 Knochenbruchfestigkeit

Die Belastung zum Zeitpunkt des Bruches ist die Summe aller Kräfte und Momente die auf den Knochen einwirken und wird als Bruchfestigkeit bezeichnet (RATH et al., 2000). Die Knochenfestigkeit dient unter anderem als Indikator für genügend Bewegung und als Maß für Osteopenie, welche ein wichtiger Hinweis auf die so genannte „Käfigmüdigkeit“ sein kann (WANDT, 2001). Die eingeschränkten Bewegungsmöglichkeiten in der konventionellen Käfighaltung führen zu einer verminderten Knochenfestigkeit (LEYENDECKER et al., 2001). Die alternativen Haltungssysteme hingegen wirken sich positiv auf die Knochenfestigkeit aus. Bei einer Volierenhaltung nahm die Bruchfestigkeit der Knochen im zeitlichen Verlauf der

Legeperiode ständig zu. In der Untersuchung wurde die Festigkeit von Tibia und Humerus von Tieren (Lohmann Silver) aus konventioneller Käfighaltung, ausgestalteten Käfigen und aus Volierenhaltung mit Außenscharraum und Freilandauslauf verglichen. Am Ende des 6., 9. und 14. Legemonates wurden 50 beziehungsweise 100 Tiere untersucht. Die Knochen wurden mit Hilfe einer Drei-Punkt-Biegevorrichtung gebrochen. Die Prüfgeschwindigkeit betrug 80 mm/min. Es konnte ein hoch signifikanter Einfluss des Haltungssystems auf die Knochenfestigkeit festgestellt werden. Tiere aus der Volierenhaltung wiesen eine deutlich höhere Bruchfestigkeit auf. Zudem nahm die Bruchfestigkeit der Tibia im Verlauf der Legeperiode stetig zu (164,3 – 166,8 – 191,3 N), die des Humerus fiel zunächst etwas ab, stieg anschließend aber wieder an (251,6 – 235,3 – 253,5 N) (LEYENDECKER et al., 2002). BAUMGART (2005) untersuchte die Knochenbruchfestigkeit des Femurs von Tieren (Tetra) in Volierenhaltung. Die Medianwerte lagen zwischen 217,6 und 263,7 N, die gemessene Dehnung betrug 1,42-1,48 mm. APPLEBY und HUGHES (1991) fanden bei Tieren in Bodenhaltung 19 bis 41 % höhere Werte für die Tibiastärke im Vergleich zur Käfighaltung und auch NEWMAN und LEESON (1998) stellten bei Unterschenkelknochen von Hühnern aus einer Volierenhaltung eine Verbesserung im Skelettaufbau und signifikant stärkere Knochen fest. Die höhere Knochenfestigkeit von Tieren in alternativen Haltungssystemen liegt vermutlich an der größeren Bewegungsfreiheit im Vergleich zur Käfighaltung (HUGHES, 1990; BOSCH und VAN NIEKERK, 1995; VOSS, 1999; WHITEHEAD, 2000). Die reiche Haltungsumwelt bietet mehr Gelegenheit und Anreiz zu statischer und dynamischer Belastung (NEWMAN und LEESON, 1998). Durch den Verzehr von Einstreu und Grünfutter weisen Hennen aus alternativen Haltungssystemen zudem einen vergrößerten Darmtrakt auf. Dies könnte die Verdaulichkeit von Calcium und anderen Mineralstoffen verbessern. Zudem steht den Hühnern in Volierenhaltung auf Grund der niedrigeren Legeleistung und der höheren Futteraufnahme mehr Calcium zur Verfügung. Die sinkende Legeleistung am Ende der Legeperiode könnte ein Grund für die höhere Bruchfestigkeit der Knochen sein. Die Merkmale Knochenfestigkeit und Schalenstabilität scheinen negativ korreliert zu sein. Auch der Genotyp hatte in dieser Untersuchung einen signifikanten Einfluss auf die Knochenstabilität (LEYENDECKER et al., 2002). Ein Mangel an Calcium, Phosphor und Vitamin D wirkt sich unabhängig vom Haltungssystem negativ auf die Knochenfestigkeit aus (WILSON und DUFF, 1991), und gerade zwischen der Vitamin D-Versorgung und der Knochenbruchfestigkeit besteht eine enge Korrelation (STEVENS et al., 1984). Bei Puten wurde außerdem eine verminderte Bruchfestigkeit festgestellt, wenn sich Ochratoxin A im Futter befand (DUFF et al., 1987).

### **3 TIERE, MATERIAL UND METHODEN**

Diese Studie wurde im Rahmen des Verbundprojektes „Naturnahe Betriebs- und Haltungssysteme für Hühner – Tiergesundheit – Wirtschaftlichkeit – Umweltrelevanz“ durchgeführt (gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz). Die Blutentnahmen wurden unter dem Aktenzeichen 209.1/211-2531.2-19/04 angezeigt.

#### **3.1 Tiere**

Bei den Tieren dieser Studie handelte es sich um die ursprünglich aus Ungarn (Staatsfirma Bablona AG) stammende Linie Tetra-SL. Legehennen dieser Linie sind in kleinen Betrieben mit Freilandhaltung weit verbreitet und zeichnen sich durch eine hohe Stressresistenz aus (BOGENFÜRST et al., 1998). Bezogen wurden die Tiere von einem Junghennen-Aufzuchtbetrieb (Annemarie Schubert, Unterrüsselbach, Naturland Mitgliedsbetrieb), in welchem sie bereits in einer Voliere aufgezogen und damit vertraut gemacht wurden. Die Tiere waren mit Ausnahme der Hähne nicht schnabelküpelt.

Zur Durchführung der Versuche wurden 900 Legehennen zufällig in zwei Gruppen mit jeweils 450 Tieren aufgeteilt. Außerdem wurden jeder der beiden Gruppen 5 Hähne zugesetzt. Das Hahn / Hennen-Verhältnis betrug also 1:90.

Das Schlupfdatum der Hennen war am 23.04.2003. Sie wurden am 04.09.2003 im Alter von 19 Wochen und einem Tag eingestallt und am 21.07.2004 mit 65 Wochen wieder ausgestallt, wobei sie nicht geschlachtet, sondern für eine weitere Legesaison verkauft wurden.

Nach der Einstallung blieben die Tiere zunächst für zwei Wochen im Stall, um ihnen die Möglichkeit zu geben, sich an die Einrichtung und vor allem an die Nester zu gewöhnen. Um die Zahl verlegter Eier gering zu halten und ein Verlegen im Freiland zu vermeiden, wurden sie während der gesamten Legeperiode morgens zunächst in den Kaltscharrraum und erst am späten Vormittag, nach Beendigung der Eiablage, ins Freiland gelassen.

Während der Aufzuchtphase wurden die Hühner bereits gegen Mareksche Krankheit (2x), Newcastle Disease (3x), Salmonellen (3x), Aviäre Infektiöse Bronchitis (3x), Gumboro Krankheit (2x), Aviäre Encephalomyelitis, Kokzidien, Escherichia coli und Mycoplasma gallisepticum (je 1x) geimpft. Im Laufe der Legeperiode wurde dreimal nachgeimpft (Anfang Februar IB/ND, Anfang Mai IB, Ende Juni IB).

### 3.2 Aufstallung

Die Hühner waren auf der Versuchsstation Viehhausen (85402 Kranzberg, 480 m ü. NN) der Technischen Universität München aufgestellt. Der Betrieb wurde bereits 1995 auf Ökologischen Landbau umgestellt und hält seit 1998 auch Legehennen.

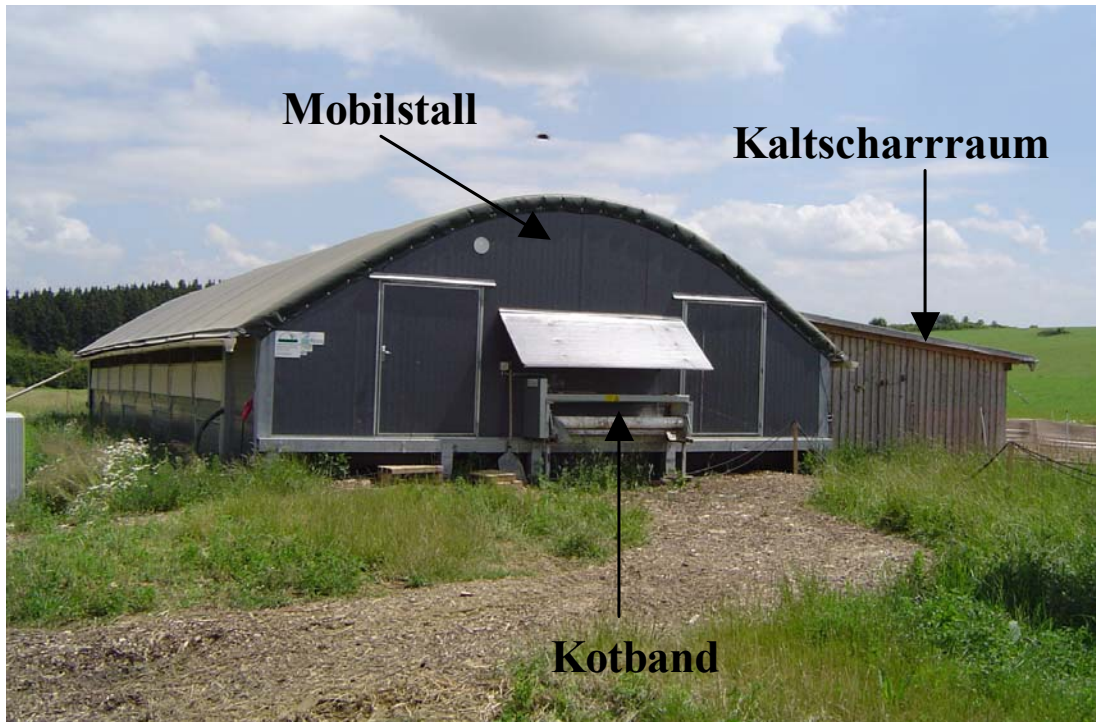
Bei dem Stall handelt es sich um einen Mobilstall, welcher seit 2002 von der Versuchsstation genutzt wird. Der Mobilstall (vertrieben durch Fa. Wördekemper, Rietberg) hat eine Länge von 19,2 m, eine Breite von 8,0 m und die Grundfläche beträgt 154 m<sup>2</sup>. In dem Stall befindet sich eine einstöckige Voliere der Marke Boleg 1 (Rihs-Agro) mit integrierten Futterbändern, Nippeltränken, Sitzstangen und Entmistungsband. An der Nordseite im Inneren des Stalles befinden sich die doppelstöckigen Vencomatic-Gruppenester mit Sammelband. An die südliche Längsseite des Stalles schließt sich der aus Holz konstruierte Kaltscharrraum (5 m x 17 m) und an diesen der Grünauslauf mit einer Fläche von 5 m<sup>2</sup> pro Huhn (insgesamt 4500 m<sup>2</sup>) an. Der Auslauf wird von einem Elektrozaun eingefasst.

Der Mobilstall besteht aus einer Leichtbau-Konstruktion aus verzinkten Metallelementen, Seitenwänden aus Sandwich-Paneelen sowie einer isolierten Dachplane und liegt auf zwei verzinkten Längsträgern auf, mit deren Hilfe der Stall nach Ende einer Legeperiode weitergezogen werden kann. Auch vor dem Einstellen der neuen Hennen für diese Studie wurde der Stall auf eine neue Fläche gezogen, welche zuvor noch nie als Standort des Stalles oder als Auslaufläche gedient hatte. Der Stall besaß keinen befestigten Boden, sondern die Einstreu (Holzschnitzel) wurde direkt auf den darunter befindlichen gewachsenen Boden aufgebracht.

Für den Versuch wurde der gesamte Stall, der Kaltscharrraum und der Auslauf durchgehend in zwei gleich große Bereiche aufgeteilt. Geringe Differenzen in der Aufteilung der Stallfläche entstanden durch den innerhalb der unstrukturierten West-Seite gelegenen Vorraum (4,22 m<sup>2</sup>, enthält technische Einrichtungen und in ihm endet auch das Eiersammelband), dessen Fläche von der nutzbaren Stallfläche abgezogen werden musste (Tabelle 7). Im Stall und im Kaltscharrraum hatten die beiden Hühnergruppen Sichtkontakt durch die zur Trennung verwendeten Gitter, im Auslauf hingegen wurde zusätzlich ein Sichtschutz angebracht, um eine gegenseitige Beeinflussung der Tiere zu vermeiden.

**Tabelle 7:** *Eigenschaften des Mobilstalles inklusive aller Einrichtungen im Vergleich zu den Forderungen verschiedener Verordnungen*

	<b>Mobilstall</b> (jeweils pro Seite)	Erste Verordnung zur Änderung der Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung vom 28. Februar 2002	EU-Bio- Tierhaltungs- Verordnung (1804/1999/EG)
Nutzbare Fläche (Besatzdichte)	<u>Stallfläche + Boleg + KSR:</u> ST: 137,56 m <sup>2</sup> (3,27/m <sup>2</sup> ) UST: 134,34 m <sup>2</sup> (3,35/m <sup>2</sup> ) <u>Stallfläche + Boleg:</u> ST: 95,06 m <sup>2</sup> (4,73/m <sup>2</sup> ) UST: 91,84 m <sup>2</sup> (4,90/m <sup>2</sup> ) <u>Stallfläche:</u> ST: 76,80 m <sup>2</sup> (5,86/m <sup>2</sup> ) UST: 72,38 m <sup>2</sup> (6,22/m <sup>2</sup> )	max. 9 Hennen / m <sup>2</sup> nutzbare Fläche, wenn nutzbare Fläche auf mehreren Ebenen, max. 18 Hennen / m <sup>2</sup> Stallgrundfläche	max. 6 Tiere / m <sup>2</sup> Bewegungsfläche
Bestandsgröße	450 Hennen / Seite	max. 6000 Tiere ohne räumliche Trennung	max. 3000 Tiere / Stall
Einstreufäche	Anteil der Stallfläche, inklusive KSR, an der gesamten nutzbaren Fläche (Stall, Boleg, KSR) ST: 86,73 % (2651,1 cm <sup>2</sup> / Huhn) UST: 85,51 % (2552,9 cm <sup>2</sup> / Huhn) gesamte Stallfläche eingestreut	2/3 der Hellphase zugänglich, mindestens 1/3 der begehbaren Grundfläche, mindestens 250 cm <sup>2</sup> / Huhn	mind. 1/3 der Stallfläche
Sitzstangen	86,25 m (19 cm / Huhn)	mind. 15 cm / Huhn	mind. 18 cm / Huhn
Fläche Legenester	6,9 m <sup>2</sup> (65,22 Hennen / m <sup>2</sup> )	max. 120 Hennen / m <sup>2</sup>	max. 83 Hennen / m <sup>2</sup>
Tränken	86 Nippeltränken (5,23 Tiere / Tränke)	Bis 10 Tiere 2 Nippel- tränken, für je 10 weitere Hennen 1 weitere Tränke	
Futterplätze	Futterband: 34,50 m Kantenlänge, zusätzlich 6 Rundtröge für je 28 Tiere	Längströge 10 cm / Henne Rundtröge 4 cm / Henne	
Auslaufläche	4500 m <sup>2</sup> (5 m <sup>2</sup> / Tier)	-	4 m <sup>2</sup> / Huhn (entsprechend der EU- Vermarktungs- norm für Eier)



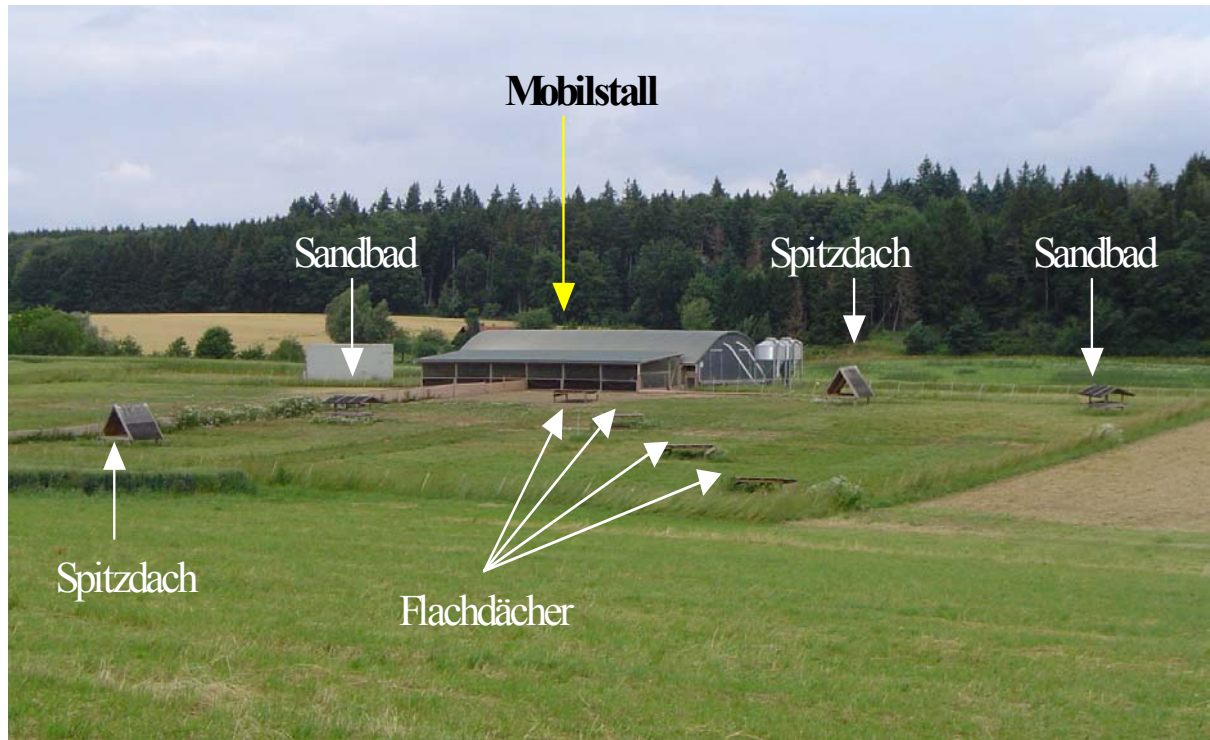
**Abbildung 1:** *Außenansicht des Mobilstalles mit angeschlossenem Kaltscharrraum (im Bild rechts)*



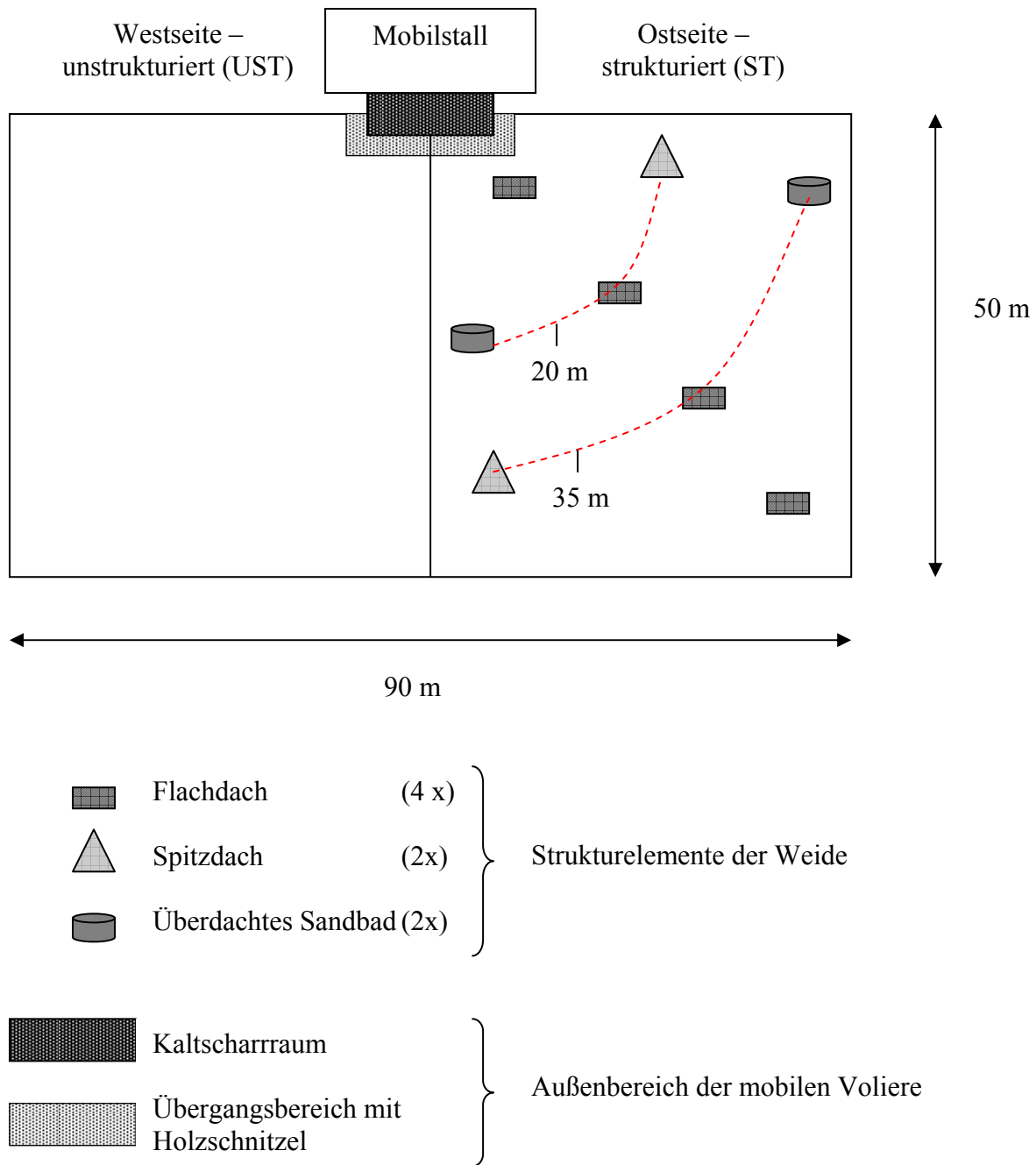
**Abbildung 2:** *Blick in den mit Sand eingestreuten Kaltscharrraum (in der Mitte Behälter mit Muschelkalk)*



Vor Beginn der Verhaltensbeobachtungen war der gesamte Auslauf mit einigen Reihen Mais strukturiert. Dieser wurde jedoch wenige Wochen nach dem Einstellen abgemäht, um nur noch eine Seite mit künstlichen Elementen zu versehen (Abbildung 3 und Abbildung 4).



**Abbildung 3:** *Blick auf den Mobilstall mit angeschlossenem Auslauf (im Vordergrund die strukturierte Hälfte)*



**Abbildung 4:**      *Schema des Auslaufes und der aufgestellten Elemente*

Eine Hälfte des Auslaufes (Ostseite) wurde mit acht künstlichen Strukturelementen ausgestattet, wobei drei verschiedene Bauweisen (Abbildung 5, Abbildung 6 und Abbildung 7) Verwendung fanden. Zwei überdachte Sandbäder, zwei hohe Spitzdächer und vier Flachdächer wurden im ganzen Auslauf verteilt, wobei die Anordnung so gewählt wurde, dass im Abstand von 20 und 35 m zum Stall für die Tiere die Wahlmöglichkeit zwischen allen drei Elementtypen bestand. Jede der Schutzvorrichtungen besaß eine Bodenfläche von 4 m<sup>2</sup>.



**Abbildung 5:** *Strukturelement Flachdach*



**Abbildung 6:** *Strukturelement Spitzdach*



**Abbildung 7:**        *Strukturelement Sandbad*

Gefüttert wurden die Tiere mit einer Mischung aus Erbsen, Triticale und Weizen aus betriebseigenem ökologischem Anbau, der ein Bio-Legehennen-Ergänzer (LE-30, Fa. Meika Tierernährung GmbH, Großaitingen) und bei Bedarf Sonnenblumenöl zugemischt wurde. Das Futterband lief sechs Mal täglich, zum ersten Mal morgens um 4:30 Uhr und abends um 17 Uhr zum letzten Mal. Der tägliche Futtermittelverbrauch wurde für beide Gruppen getrennt protokolliert. Zusätzlich erhielten die Tiere Körner in die Einstreu und Körbe mit Gras im Stall. Zur Beschäftigung wurden außerdem hin und wieder Strohballen oder Äste von Nadelgehölz angeboten. Muschelkalk als Calciumlieferant stand den Hennen ständig im Stall und zusätzlich im Kaltscharrum zur freien Verfügung. Bei Bedarf wurden dem Trinkwasser Vitamine, Essig, Brottrunk (Milchsäuregärprodukt), Vigosine (diätetischer Sirup zur Appetitsteigerung), Milch oder Zitronensäure zugesetzt. Das Kotband wurde zweimal wöchentlich entmistet.

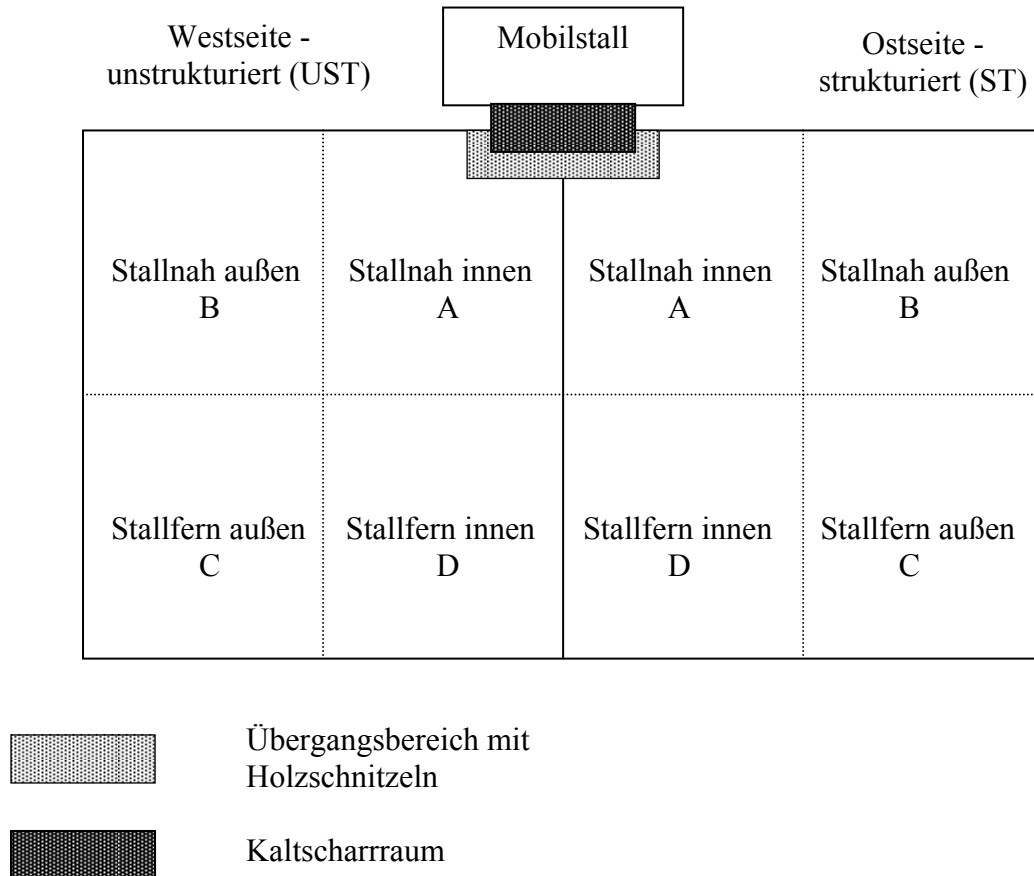
### **3.3 Verhaltensbeobachtung**

Da zu Beginn der Legeperiode noch der Mais im Auslauf stand, die Strukturelemente erst gebaut werden mussten und auch der Sichtschutz zwischen beiden Hälften zu errichten war, konnte mit den Verhaltensbeobachtungen erst im November begonnen werden.

Das Verhalten der Tiere im Kaltscharrum und im Auslauf wurde 1 x wöchentlich untersucht. Dazu wurden zunächst beide Auslaufhälften in vier Quadranten unterteilt, da die

gesamte Fläche nicht gleichzeitig überschaubar war. Außerdem wurde der Bereich vor dem Kalscharraum als Übergangsbereich bezeichnet und als eigener Bereich untersucht, da er stallnah liegt und zudem noch mit Balken abgetrennt und mit Holzschnitteln aufgefüllt war. Der Übergangsbereich umfasste pro Seite 32 m<sup>2</sup> und reichte etwa 2,5 m von der Wand des Kalscharraumes aus in den Auslauf hinein.

Im wöchentlichen Wechsel wurde jeweils auf der Ostseite (strukturiert) oder auf der Westseite (unstrukturiert) mit den Beobachtungen begonnen.



**Abbildung 8:** Aufteilung des Auslaufes in jeweils vier Quadranten pro Seite

Jeder Teil des Auslaufes sowie der Übergangsbereich und der Kalscharraum beider Gruppen wurden für 15 Minuten beobachtet, wobei alle 5 Minuten die im entsprechenden Bereich anwesende Tierzahl und deren jeweilige Tätigkeiten in einer Strichliste festgehalten wurden (scan sampling, 4 Werte pro Beobachtungstag und Bereich). Das unerwünschte Verhalten „Federpicken“ und „Aggression“ wurde über die ganzen 15 Minuten kontinuierlich erfasst (behavior sampling).

**Tabelle 8:** Definitionen der untersuchten Verhaltensweisen

<b>Verhaltensparameter</b>	<b>Funktionskreis</b>	<b>Definition</b>
Picken und Scharren	Ernährungs-Verhalten	Nahrungserwerb und -aufnahme, vor allem von Gras und Körnern (Mais), Scharren in der Erde, schrittweise Fortbewegung mit gesenktem Kopf im Rahmen der Nahrungsaufnahme
Gefiederpflege	Komfortverhalten	Pflegen des Gefieders mit Hilfe des Schnabels
Sandbaden	Komfortverhalten	die Tiere liegen (meist in einer Kuhle) im Sand oder in lockerer Erde und schaufeln mit den Füßen und Flügeln Sand / Erde auf ihr Gefieder, schütteln sich dabei, legen sich meist auf die Seite und reiben häufig den Kopf- und Halsbereich im Sand
Ruhen (inklusive Sonnenbaden)	Ausruhverhalten	die Hennen liegen entweder ruhig am Boden, der Brust- und Bauchbereich berühren diesen vollständig, die Augen sind offen oder geschlossen, oder sie stehen auf einem Bein, das andere ist hochgezogen und der Kopf unter einen Flügel gesteckt. Sonnenbaden wird im Liegen ausgeübt, wobei die Tiere etwas seitlich und mit leicht ausgebreitetem Flügel auf der Erde liegen
Laufen	Fortbewegung	langsames Schreiten, schnelles Rennen, evtl. mit Flügelschlagen
Stehen und Schauen	Erkundungsverhalten / Feindvermeidung	ruhiges Stehen, nur der Kopf wird eventuell in verschiedene Richtungen gedreht
Federpicken	Ernährungsverhalten (unerwünscht)	jede Form des Pickens nach anderen Hühnern, mit dem Versuch, eine Feder anzupicken oder ganz heraus zu ziehen
Aggression	Sozialverhalten (unerwünscht)	zwei Hühner rennen im Abstand von max. 1 m (meist deutlich weniger) mit dem eindeutigen Ziel, das vorne rennende Huhn zu verjagen, hintereinander her, oder direkte Konfrontation, bei der zwei Hühner sich gegenüber stehen und flügelschlagend aneinander hochspringen, wobei sie versuchen, sich gegenseitig mit dem Schnabel in Kopfnähe festzuhalten

Außerdem wurde im strukturierten Bereich während der gesamten Beobachtungszeit (4 x 15 min = 1 Std. für alle vier Quadranten) alle 10 min die Nutzung der Elemente festgehalten, indem gezählt wurde, wie viele Tiere sich auf oder unter den Schutzobjekten aufhielten (6 Werte pro Beobachtungstag).

In den Monaten von November bis März wurde so jeder Bereich einmal pro Beobachtungstag untersucht (= insgesamt 3 Stunden Beobachtung pro Tag, 1,5 Std. pro Seite). Ab April wurden die beiden Auslaufhälften pro Beobachtungstag 2 x erfasst, wobei immer die Reihenfolge Auslaufhälfte 1 und 2, Übergangsbereich, Kaltscharrraum, Auslaufhälfte 1 und 2 eingehalten wurde (= 5 Stunden Beobachtung pro Tag, 2,5 Std. pro Seite). Zum Ablauf eines Beobachtungstages siehe Tabelle 9.

**Tabelle 9:** Schematischer Überblick über den Ablauf eines Beobachtungstages

<b>Woche 1</b>		
<b><u>Strukturierte Seite</u></b>	<b>15 min</b> Quadrant A Minute 0, 5, 10, 15: Festhalten der Tierzahl und des Verhaltens der Tiere (scan sampling) Minute 0-15: jedes Federpicken und jede Aggression werden erfasst (behavior sampling)	<b>60 min</b> Elementnutzung: Minute 1, 11, 21, 31, 41, 51 Festhalten der Tierzahlen unter und auf den Elementen in allen vier Quadranten
	<b>15 min</b> Quadrant B	
	<b>15 min</b> Quadrant C	
	<b>15 min</b> Quadrant D	
<b><u>Unstrukturierte Seite</u></b>	<b>15 min</b> Quadrant A	
	<b>15 min</b> Quadrant B	
	<b>15 min</b> Quadrant C	
	<b>15 min</b> Quadrant D	
<b><u>Strukturierte Seite</u></b>	<b>15 min <u>Übergangsbereich</u></b>	
<b><u>Unstrukturierte Seite</u></b>	<b>15 min <u>Übergangsbereich</u></b>	
<b><u>Strukturierte Seite</u></b>	<b>15 min <u>Kaltscharrraum</u></b>	
<b><u>Unstrukturierte Seite</u></b>	<b>15 min <u>Kaltscharrraum</u></b>	
	Im <i>Sommer</i> noch einmal Quadrant A, B, C, D ST und UST	
<b>Woche 2</b>		
<b><u>Unstrukturierte Seite</u></b>	Quadrant B, C, D, A	
<b><u>Strukturierte Seite</u></b>	Quadrant B, C, D, A	Elemente
<b><u>ST und UST</u></b>	<b><u>Übergang</u></b>	
<b><u>ST und UST</u></b>	<b><u>Kaltscharrraum</u></b>	
	Etc.	

Um eine Beeinflussung durch das Geräusch auszuschließen, wurde es vermieden, Beobachtungen durchzuführen, solange das Futterband lief.

Aus den vier einzelnen Werten der jeweils 15 Minuten andauernden Beobachtungsphase wurden für jeden Bereich die Durchschnittswerte für den entsprechenden Tag berechnet.

Um einen möglichen Einfluss des Wetters auf die Auslaufnutzung untersuchen zu können, wurden die von einer etwa 100 m entfernten Wetterstation gesammelten Daten in die Auswertung mit einbezogen. Sämtliche Wetterdaten wie Temperatur, Niederschlag, Windgeschwindigkeit und Strahlung wurden von der Station kontinuierlich alle 10 min aufgezeichnet. Aus den gesamten Außenklimadaten wurde für jeden Beobachtungstag (im Winter in der Zeit von 11-15 Uhr und im Sommer von 11-17 Uhr, da die Beobachtungen inklusive Pausen in diesem Zeitraum stattfanden) ein Durchschnittswert berechnet, um die Auslaufnutzung bei verschiedenen Wetterlagen vergleichen zu können.

### **3.4 Erfassung der Legeleistung**

In den Nestern gelegte Eier rollen direkt auf ein Eiersammelband, welches einmal täglich eingeschaltet wird, um die Eier in einen Vorraum zu transportieren. Von dort aus kommen sie in den hofeigenen Sortierraum, in welchem Knick-, Bruch- und Schmutzeier erfasst, aussortiert, die restlichen Eier durchleuchtet und sortiert nach den Gewichtsklassen S, M, L und XL (S: < 53 g, M: 53-<63 g, L: 63-<73 g, XL: >=73 g) verpackt werden.

Verlegte Eier werden beim morgendlichen Kontrollgang durch den Stall ebenfalls eingesammelt und ihre Anzahl vermerkt.

Grundsätzlich wird auch hier Ost und West (strukturiert und unstrukturiert) unterschieden und getrennt festgehalten.

### **3.5 Untersuchung der Produktmerkmale**

#### **3.5.1 Eigewichte**

Alle zwei Wochen wurden 50 Eier (25 Eier pro Gruppe) zur Untersuchung herangezogen. Diese wurden zunächst alle gewogen, um zusätzlich zu der im Betrieb täglich erfassten Größeneinteilung in S, M, L und XL genauere Gewichtsdaten zu erhalten.

Meist waren die Eier jedoch vom Betrieb aus schon in gewisser Weise vorsortiert und gestempelt.



### 3.5.2 Bruchfestigkeit

Die Bruchfestigkeit der Eischale wurde alle zwei Wochen von jeweils 20 Eiern pro Gruppe bestimmt. Verwendet wurde hierzu der Messapparat nach RAUCH (1958). Dieser besteht aus zwei Druckplatten, zwischen welche das Ei eingespannt wird. Durch zunehmende Druckkraft einer Schraubenfeder, welche durch manuelles Drehen an einer Spindel erzeugt wird, wird die Eischale zum Zerschlagen gebracht. Die bis zu diesem Punkt angewandte Kraft kann an einer Skala abgelesen werden (Einheit kp;  $1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$ ). Die Bruchfestigkeit ist zur Schalendicke nicht direkt proportional, da sie zusätzlich auch von der Form und Struktur der Eischale abhängt.

### 3.5.3 Schalendicke

Von jedem der unter Punkt 3.5.2 untersuchten Eier ( $n=20$  pro Seite) wird nach dem Aufschlagen die Dicke der Eischale gemessen. Dies erfolgt unter Zuhilfenahme einer handelsüblichen Schublehre. Zur Bestimmung wird nach Entfernen des Eiinhaltes eine Schalenprobe, ohne die innere Eihaut, aus der Äquatorialzone des Eies herangezogen. Auch wenn noch andere Faktoren für die Bruchfestigkeit eines Eies verantwortlich sind, so spricht eine extrem geringe Schalendicke dennoch für eine geringere Bruchfestigkeit. Bei einer dicken Eischale kommt es hingegen auch auf das eventuelle Vorhandensein von Lichtsprüngen, Rissen, Furchen und Rillen an.

## 3.6 Bestimmung von IgY im Eidotter mittels ELISA

Im Rahmen der zweiwöchigen Eieruntersuchung wurden pro Gruppe 20 Eier aufgeschlagen und 0,4 ml Dotter entnommen. Dieser wurde in Röhrchen mit 3,6 ml PBS-Puffer gegeben, das Röhrchen verschlossen, geschüttelt und bis zur Untersuchung bei  $-20^{\circ}\text{C}$  tiefgefroren.

Die Bestimmung der Immunglobulin Y-Konzentration im Eidotter erfolgte mit Hilfe eines Sandwich-ELISA (ERHARD et al., 1992). Hierbei binden zwei Antikörper gleichzeitig das Proben-Antigen (der Beschichtungsantikörper und der an die Peroxidase gekoppelte Detektionsantikörper als Konjugat). Nach Zugabe von TMB-Substrat und Stoppen der Reaktion mit Schwefelsäure wird die Intensität der gebildeten Farbe (bei 405 nm) gemessen. Die Farbintensität ist abhängig von der Menge vorhandener Enzymmoleküle und somit proportional zur IgY-Konzentration der untersuchten Probe.

### 3.7 Blutentnahme und Untersuchung

Die Blutentnahmen erfolgten alle 6 Wochen. Hierzu wurden aus beiden Gruppen jeweils 20 Tiere willkürlich herausgefangen. Aus einer der beiden Flügelvenen (*Vena ulnaris* und *Vena basilica*) wurde 3,0 ml Blut entnommen. 2,5 ml wurden zur Serumgewinnung in 4,5 ml-Serum-Röhrchen (Sarstedt AG & Co., Nümbrecht, Deutschland) und 0,5 ml in 9 ml-S-Monovetten® KE (Sarstedt AG & Co., Nümbrecht, Deutschland), welche mit Kalium-EDTA beschichtet sind, abgefüllt.

#### 3.7.1 Hämatokrit

Der Hämatokritwert (Hkt) wurde mit der Mikrohämatokritmethode bestimmt. Das mit Hilfe von EDTA ungerinnbar gemachte Blut wurde innerhalb von zwei Stunden nach der Entnahme durch vorsichtiges Schwenken vermischt, eine heparinisierte Glaskapillare eingetaucht und das Blut auf Grund der Kapillarkraft nach oben gezogen. Die etwa zu drei Vierteln gefüllte Kapillare wurde am unteren Ende mit einem Spezial-Versiegelungskitt verschlossen und für drei Minuten in einer Hämatokrit-Zentrifuge zentrifugiert. Mit einer Ableseschablone wurde der Wert anschließend bestimmt.

#### 3.7.2 Hämoglobin

Die Bestimmung des Hämoglobingehaltes erfolgte nach der Cyanhämoglobinmethode. Hämoglobin wird durch Zusatz von Kaliumhexacyanoferrat und Kaliumcyanid in Cyanhämoglobin umgewandelt und der gebildete Farbstoff im Photometer (Ultrospec II, LKB Biochrom) gemessen.

Dazu wurden 20 µl EDTA-Blut in 5 ml Reaktionslösung (Ecoline®, DiaSys Diagnostic Systems GmbH, Holzheim, Deutschland) gegeben und 2 ml dieses Gemisches nach kräftigem Schütteln in spezielle Photometerküvetten überführt. Anschließend wurde die Extinktion bei einer Wellenlänge von 546 nm bestimmt und die Hämoglobinkonzentration nach Herstelleranweisung berechnet (Hämoglobin-Konzentration [g/dl] = Extinktion x 36,8 g/dl oder Hämoglobin-Konzentration [mmol/l] = Extinktion x 22,8 mmol/l; Umrechnungsfaktoren: SI-Einheit: x 0,6207 mmol/l, konventionelle Einheit: x 1,611 g/dl).

### 3.7.3 Calcium und Phosphor

Das Blut in den Serumröhrchen wurde direkt nach der Entnahme zentrifugiert, das Serum in 1,5 ml Eppendorf-Cups abpipettiert und zunächst bei -20°C tiefgefroren gelagert.

Die Messung wurde unter Verwendung eines automatischen Analysengerätes und den dazugehörigen Analyse-Chemikalien (Kone Delta, Thermo Clinical Labsystems Oy, Vantaa, Finnland) durchgeführt.

Etwa 100 µl Serum wurden in entsprechende Untersuchungsbehältnisse pipettiert und das Gerät mittels einer fertigen Kalibrationslösung und einer Kontrollprobe vorbereitet.

Die Calcium-Bestimmung erfolgte über eine Komplexbildung mit Arsenazo III bei neutralem pH und anschließender photometrischer Messung bei 660 nm, die Bestimmung des Phosphor-Gehaltes über eine Komplexbildung von Phosphat mit Ammoniummolybdat im sauren Medium und photometrischer Messung bei 340 nm. Lagen die erhaltenen Werte außerhalb des normalen Messbereiches, so wurde automatisch eine Verdünnung (erweiterter Messbereich) und erneute Messung durchgeführt. Aus diesem Grund war die Messung des Hühnerserums problemlos möglich.

### 3.8 Bonitierung

Die Beurteilung des Gefieders und der Haut im Rahmen einer Bonitierung fand alle 6 Wochen sowie direkt nach der Einstellung und vor dem Ausstallen an 20 zufällig ausgewählten Tieren pro Seite (insgesamt 40 Hennen pro Termin) statt.

Die Bonitierung erfolgte nach einem festen Schema, bei welchem die gesamte Körperoberfläche in bestimmte Bereiche eingeteilt und begutachtet wurde. Es wurden sowohl der Grad der Befiederung als auch Entzündungen und Verletzungen erfasst. Untersucht wurden die Bereiche Krallen, Sohlenballen, Gelenke, Ständer, Schenkel, After / Kloake, Bürzel, Schwanzfedern, Flügelansatz, Schwingen, Rücken, Bauch, Brust, Nacken, Hals, Kopf, Schnabel, Augen und Lider.

Außerdem wurde der von jedem Huhn gewonnene Gesamteindruck auf einer Bewertungsskala von 1–6 registriert (Tabelle 10).

**Tabelle 10:** *Bewertungsschema (Grad) für den Gesamteindruck des Gefieders*

1	geschlossene Befiederung, keine veränderten oder fehlenden Federn, 100 % der Federn vorhanden
2	geschlossenes Federkleid, beim genaueren Betrachten einzelne gerupfte Federn oder sehr kleine federlose Stellen feststellbar; insgesamt max. 5 % der Federn gerupft oder abgebrochen
3	schon von außen erkennbar gerupft; entweder mehrere Bereiche geringgradig gerupft oder ein bis zwei Bereiche stärker gerupft, mehr als 5 bis maximal 30 % der Körperoberfläche betroffen
4	deutlich erkennbar gerupft, mehrere Bereiche mit federlosen Stellen, mehrere Bereiche betroffen, > 30 - 55 % der Oberfläche ohne Federn
5	von Weitem erkennbar, größere zusammenhängende Bereiche komplett federlos, fast alle Bereiche in irgend einem Grad gerupft, mehr als 55 bis maximal 80 % der Federn fehlen
6	bis zur vollständigen Federlosigkeit, an einzelnen Stellen (Kopf, Flügeln, o.ä.) können noch Federn vorhanden sein, zu mehr als 80 - 100 % gerupft

### **3.9 Erkrankungen und Verluste**

Erkrankungen und Verluste wurden über die gesamte Legeperiode hinweg vom Betriebsleiter täglich im Rahmen der Bestandskontrolle erfasst und festgehalten.

### **3.10 Kotuntersuchung auf Parasiten**

Die Probennahme fand alle vier Wochen statt, wobei pro Gruppe 20 willkürlich ausgewählte Häufchen zu einer Sammelkotprobe zusammengefasst und vermischt wurden. Diese Proben wurden im Flotationsverfahren mit gesättigter Kochsalzlösung (37,5 g NaCl in 100 ml Aqua dest., Dichte 1,20 bei 20°C) als Anreicherungsflüssigkeit auf Endoparasiten untersucht. In einem Becherglas wurden etwa 4 g der Sammelkotprobe mit etwas Anreicherungsflüssigkeit gut vermischt und danach auf 90 ml aufgefüllt. Nach kräftigem Umrühren wurden ein bis zwei Deckgläser auf die homogene Suspension gelegt und alles eine halbe Stunde stehen gelassen. Anschließend wurden die Deckgläser vorsichtig mit einer Pinzette abgehoben, auf einen Objektträger gelegt und bei 100- bis 400facher Vergrößerung mikroskopisch untersucht.

### **3.11 Sektion**

Am Ende der Legeperiode wurden 20 Hühner von jeder Stallseite makro-pathologisch untersucht. Zunächst wurden bei jedem Huhn beide Oberschenkel freigelegt, ausgelöst und der Femurkopf beurteilt. Nach dem Abziehen der Haut wurde die Form des Brustbeines festgestellt. Nach Eröffnung der Körperhöhlen wurden Luft- und Bauchfellsäcke, Herz und Herzbeutel, Leber, Milz, Magen und Darm, Eierstöcke und Eileiter, Nieren, Speise- und Luftröhre begutachtet. Bei Bedarf (Veränderungen, Verfärbungen, Flüssigkeitsansammlung) wurden Tupferproben entnommen, welche im Anschluss zur bakteriologischen und mykologischen Untersuchung an das Institut für Geflügelkrankheiten der LMU München gebracht wurden.

### **3.12 Knochenbruchfestigkeit**

Am Ende der Legeperiode wurde von den 40 seziierten Hennen (20 pro Seite) beidseitig der Oberschenkelknochen (Femur) entnommen und bis zur Untersuchung in mit isotonischer Kochsalzlösung getränktem Zellstoff bei  $-20^{\circ}\text{C}$  gelagert. Vor der Untersuchung wurden die Knochen über 3 Tage hinweg langsam im Kühlschrank aufgetaut und erst direkt vor der Untersuchung auf Zimmertemperatur erwärmt.

Die Bruchfestigkeitsbestimmung wurde mit Hilfe einer Drei-Punkt-Biegevorrichtung unter Verwendung einer Materialprüfmaschine (DO-FB 005 TS, Zwick Roell AG, Ulm) durchgeführt. Diese besteht aus einem Biegetisch, auf welchem zwei Auflagevorrichtungen mit variablem Abstand befestigt sind. Auf diesen wird die Probe platziert und mit einer Biegefinne mit zunehmender Kraft zentrisch belastet. Um ein Verrutschen oder Verdrehen der Knochen während der Messung zu verhindern, wurden sie mit dem kranialen Teil der Kondylen nach unten auf die Stützplatten aufgelegt, so dass die konkave Seite des Knochens nach oben zeigte. Die Stützweite betrug 11,3 cm und die Prüfgeschwindigkeit 30 mm/min. Die Messungen wurden bis zum vollständigen Bruch des Knochens vorgenommen und mit Hilfe der Prüfsoftware testXpert® V11,0 wurde die maximale Kraft (in Newton) und die Dehnung am Punkt der maximalen Kraft (in mm) festgehalten.

### **3.13 Messung von Ammoniak in der Stallluft**

Die Schadgasmessungen wurden am 14.05.2004 und am 30.06.2004 stichprobenartig mit Hilfe des mobilen Messgerätes Dräger MiniWarn® (Fa. Dräger, Lübeck) an acht verschiedenen Stellen auf jeder Stallseite durchgeführt.

### 3.14 Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte deskriptiv mittels der Computer-Software Microsoft Excel® 2000 (Fa. Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) und anschließend mittels SigmaStat® 3.01 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Die statistische Analyse der Ergebnisse begann mit einem Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov's Test mit Korrektur nach Lilliefors) und auf Gleichverteilung (Levene's Median Test), welche automatisch im Hintergrund durch das Programm SigmaStat® 3.01 durchgeführt wurden. Erfüllten die Daten beide Kriterien, so wurden parametrische Tests angewendet: für den Vergleich zweier Versuchsgruppen der ungepaarte t-Test und zum Vergleich mehrerer Gruppen (beziehungswise in dieser Studie zum Beispiel der verschiedenen Strukturelemente) die einfaktorielle Varianzanalyse. Diese Werte werden als arithmetische Mittelwerte gemeinsam mit dem Standardfehler des Mittelwertes (SEM) angegeben. Fiel der Test auf Normal- oder Gleichverteilung negativ aus, so erfolgte der Vergleich zweier Versuchsgruppen mit Hilfe des Mann-Whitney-Rangsummentests und der Vergleich mehrerer Gruppen durch die rangorientierte Varianzanalyse nach Kruskal-Wallis. Wahrscheinlichkeitswerte (p) kleiner als 0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen. In Tabellen und Abbildungen wurden signifikante Unterschiede häufig mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet. Die Stichprobenanzahl, das heißt die pro Versuch verwendete Anzahl von Proben, wird als „n“ angegeben. Die Ergebnisabbildungen wurden mit der Computer Software SigmaPlot® 8.02 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) erstellt. Um den Zusammenhang zwischen zwei Ergebnissen darzustellen, wurde der Korrelationskoeffizient (r) berechnet.

Zur graphischen Veranschaulichung wurden zum Teil Boxplots verwendet. Bei diesen wird der Median durch einen horizontalen Strich in der Box gekennzeichnet. Das 25 bzw. 75 %-Quartil wird durch das untere / obere Ende der Box begrenzt. Striche (Whiskers) werden von der Box aus bis zum größten / kleinsten Wert innerhalb von 1,5 Boxenlängen nach oben / unten gezogen (5 / 95 %-Perzentil)

## **4 ERGEBNISSE**

### **4.1 Verhalten**

#### 4.1.1 Einfluss des Klimas auf die Auslaufnutzung

Für die Untersuchung des Witterungseinflusses wurde für jeden Quadranten sowie den gesamten Auslauf die durchschnittliche Nutzung (Tierzahl) an jedem der 35 Beobachtungstage berechnet.

Mit Hilfe dieser Tierzahlen und der zugehörigen Temperatur-, Wind- und Strahlungswerte (Tabelle 11) wurden die Korrelationen bestimmt und weitere Berechnungen durchgeführt.

Der Einfluss von Niederschlag konnte nicht untersucht werden, da die Tiere auf Grund betriebsinterner Vorgaben bei Regen nicht in den Auslauf gelassen wurden, um eine mögliche Erkrankung der Hennen zu verhindern. Bei einem kurzen Schauer konnte jedoch beobachtet werden, wie die Tiere sich bei Einsetzen des Regens schüttelten und die Mehrzahl der Hühner in Richtung Stall strebte.

**Tabelle 11:** Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Strahlungsintensität und durchschnittliche Tierzahl im Auslauf an den 35 Beobachtungstagen\*; <sup>x</sup> (Tage, an denen der Auslauf schneebedeckt war); <sup>♦</sup> (Tage mit hoher Belastung durch Fluglärm); <sup>ab</sup> ( $p < 0,05$ )

Tag	Datum	Lebens- -woche	Winter/ Sommer Messzeit	Temperatur in 20 cm Höhe [°C]	Wind [m/s]	Strahlung [Watt/m <sup>2</sup> ]	Ø Tierzahl Strukturiert	Ø Tierzahl Unstrukturiert
1	12.11.03	29	11-15:00	0,60	1,43	62,49	170,50	171,00
2	20.11.03	30	"	6,28	2,15	97,76	207,75	219,00
3	26.11.03	31	"	3,85	1,16	55,98	235,50	273,00
4	02.12.03	32	"	5,96	1,80	112,44	251,00	168,65
5	10.12.03	33	"	5,52	0,87	237,89	114,50	5,25
6 <sup>x</sup>	16.12.03	34	"	0,32	2,81	155,80	0,00	0,00
7 <sup>x</sup>	22.12.03	35	"	0,29	2,30	58,92	0,00	0,00
8 <sup>x</sup>	05.01.04	36	"	-0,08	2,61	63,35	0,00	0,00
9 <sup>x</sup>	08.01.04	37	"	-0,91	2,48	115,54	0,00	0,00
10 <sup>x</sup>	20.01.04	38	"	0,45	1,82	104,69	0,00	0,00
11 <sup>x</sup>	21.01.04	39	"	-2,92	0,92	182,44	3,25	0,00
12 <sup>x</sup>	26.01.04	40	"	-2,96	3,41	168,45	0,00	0,00
13	16.02.04	43	"	5,12	1,43	354,46	26,75	108,50
14	23.02.04	44	"	-2,40	2,22	144,66	212,50	2,00
15 <sup>x</sup>	02.03.04	45	"	-2,83	4,51	162,92	72,50	29,25
16 <sup>♦</sup>	13.03.04	46	"	11,60	1,62	561,98	0,00	5,25
17 <sup>♦</sup>	15.03.04	47	"	14,70	2,97	588,04	92,50	44,50
18	26.03.04	48	"	0,38	1,78	157,80	89,25	79,50
	<b>Gesamt (n=18)</b>		<b>Winter</b>	<b>2,39 ± 1,18</b>	<b>2,13 ± 0,22</b>	<b>188,09 ± 37,33</b>	<b>82,00 ± 22,17</b>	<b>61,44 ± 20,87</b>
19	29.03.04	49	11-17:00	11,52	2,45	576,10	85,63	44,63
20	09.04.04	50	"	9,89	2,78	452,62	90,25	65,50
21	15.04.04	51	"	16,17	1,39	495,34	83,13	48,38
22	23.04.04	52	"	19,84	1,77	476,84	192,13	94,88
23	26.04.04	53	"	15,80	3,45	609,67	77,50	62,13
24	04.05.04	54	"	18,43	2,26	448,55	138,63	79,38
25	14.05.04	55	"	13,74	1,59	375,02	132,00	123,63
26 <sup>♦</sup>	17.05.04	56	"	19,12	1,50	649,00	45,63	15,63
27 <sup>♦</sup>	26.05.04	57	"	21,30	1,59	641,97	66,38	65,13
28	04.06.04	58	"	19,39	1,63	504,76	124,25	102,63
29 <sup>♦</sup>	08.06.04	59	"	27,12	1,47	744,26	55,50	7,25
30 <sup>♦</sup>	19.06.04	60	"	15,85	2,05	262,93	88,38	64,50
31	21.06.04	61	"	17,06	1,66	471,39	115,50	78,38
32	30.06.04	62	"	25,95	1,79	718,78	57,75	11,50
33	05.07.04	63	"	22,63	3,94	454,26	61,13	42,38
34	16.07.04	64	"	24,61	1,16	600,59	75,00	49,50
35	20.07.04	65	"	28,42	1,73	613,24	19,38	6,88
	<b>Gesamt (n=17)</b>		<b>Sommer</b>	<b>19,23 ± 1,29</b>	<b>2,01 ± 0,18</b>	<b>535,02 ± 30,32</b>	<b>88,71 <sup>a</sup> ± 10,03</b>	<b>56,60 <sup>b</sup> ± 8,22</b>

\* Die Werte „Temperatur“, „Wind“ und „Strahlung“ entsprechen den Durchschnittswerten des Beobachtungszeitraumes. Die Messzeit betrug in der 29. bis 48. LW (Winterphase) 4 Stunden (11 bis 15 Uhr, Beobachtung inkl. Pausen und Ortswechsel) und in der 49. bis 65. LW (Sommerphase) 6 Stunden (11 bis 17 Uhr, Beobachtung inkl. Pausen und Ortswechsel). In der 41. und 42. LW fanden keine Beobachtungen statt, da die Tiere erkrankt waren und nicht in den Auslauf gelassen wurden.



#### 4.1.1.1 Lufttemperatur

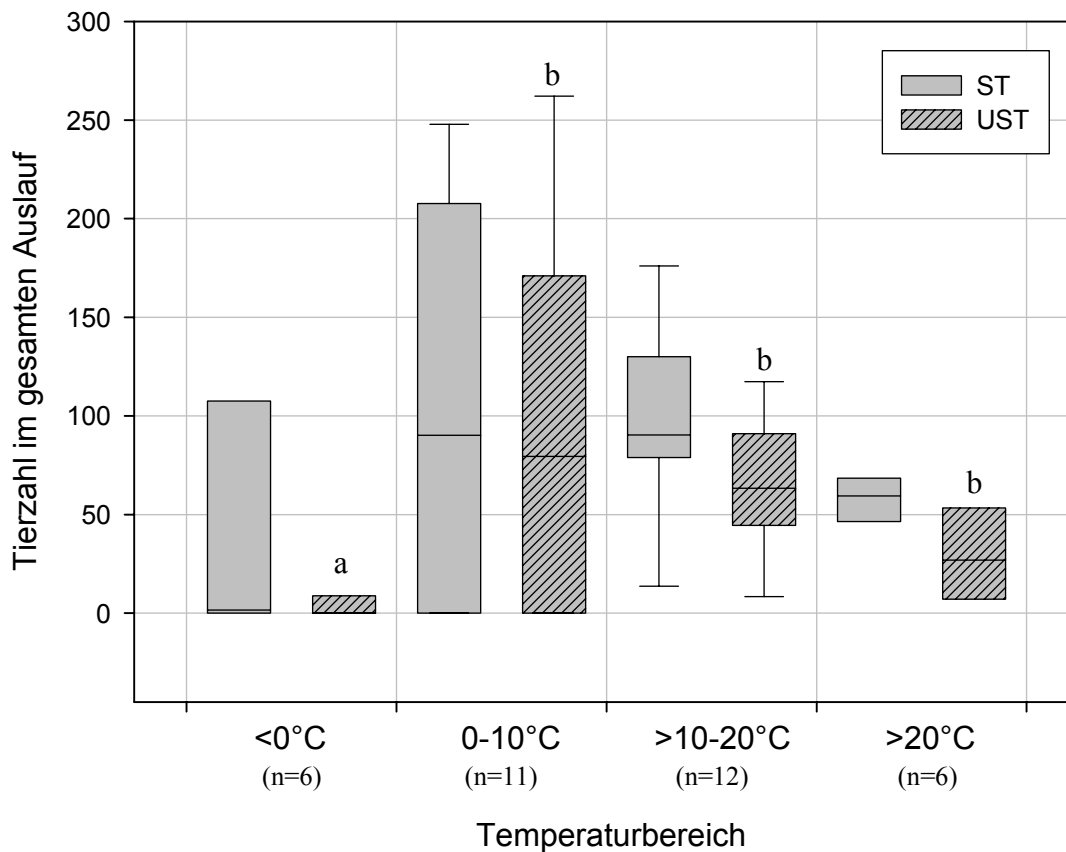
Zur Untersuchung des Temperatureinflusses wurden vier Temperaturbereiche ( $<0^{\circ}\text{C}$ ,  $0-10^{\circ}\text{C}$ ,  $>10-20^{\circ}\text{C}$  und  $>20^{\circ}\text{C}$ , die Temperaturmessung erfolgte auf 20 cm Höhe) festgelegt und jeder Beobachtungstag einem Bereich zugeordnet. Um eine gute Vergleichsmöglichkeit zu erhalten, wurde jeweils die durchschnittliche Tierzahl im gesamten Auslauf (strukturierte und unstrukturierte Seite getrennt) an dem entsprechenden Tag für die Berechnung herangezogen.

Bei beiden Gruppen befanden sich an Tagen mit Temperaturen zwischen  $0$  und  $10^{\circ}\text{C}$  am meisten Hühner im Auslauf. Die Temperaturbereiche unter  $0^{\circ}\text{C}$  und über  $20^{\circ}\text{C}$  fielen hingegen durch die deutlich geringeren Tierzahlen auf (Tabelle 12, Abbildung 9).

Auf der unstrukturierten Seite waren an Tagen mit Temperaturen unter  $0^{\circ}\text{C}$  signifikant weniger Tiere im Auslauf als an Tagen, die den restlichen drei Temperaturbereichen zugeordnet wurden. Auf der strukturierten Seite waren die Unterschiede nur tendenziell zu erkennen.

**Tabelle 12:** *Durchschnittliche Anzahl ( $\pm$  SEM) an Legehennen (von jeweils 450 eingestellten) im gesamten Auslauf in Abhängigkeit von der **Lufttemperatur** (in Klammern der Medianwert);  $n$ = Anzahl Beobachtungstage;  $t$ -Test /  $R.S.$ -Test; <sup>ab</sup> ( $p < 0,05$ )*

	$<0^{\circ}\text{C}$ ( $n=6$ Tage)	$0-10^{\circ}\text{C}$ ( $n=11$ Tage)	$>10-20^{\circ}\text{C}$ ( $n=12$ Tage)	$>20^{\circ}\text{C}$ ( $n=6$ Tage)
<b>ST</b>	$48,04 \pm 34,92$ (1,63)	$107,77 \pm 29,06$ (90,25)	$97,94 \pm 14,02$ (90,44)	$55,85 \pm 7,83$ (59,44)
<b>UST</b>	$5,21 \pm 4,82^a$ (0)	$99,13 \pm 29,31^b$ (79,50)	$63,66 \pm 10,01^b$ (63,31)	$30,44 \pm 10,26^b$ (26,94)
<b>p</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

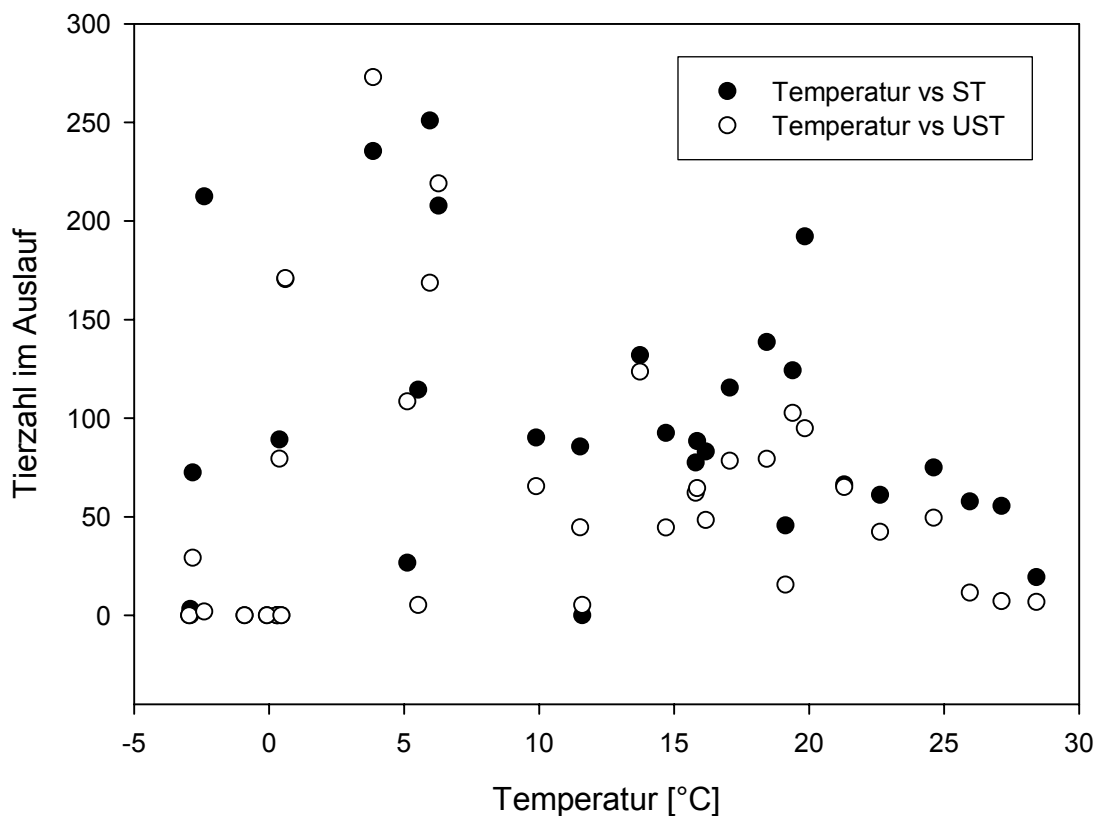


**Abbildung 9:** Vergleichende Darstellung der Tierzahlen im gesamten Auslauf bei verschiedenen Außentemperaturbedingungen (Temperatur auf 20 cm Höhe); n= Anzahl Beobachtungstage, t-Test / R.S.-Test, <sup>ab</sup> ( $p < 0,05$ )

Insgesamt bestand kein gesicherter Zusammenhang ( $p > 0,05$ ) zwischen der Nutzung der beiden gesamten Auslaufflächen und der Temperatur (Abbildung 10). Differenziert man in die jeweils vier Quadranten jeder Seite, so ergeben sich vereinzelt signifikante positive Korrelationen ( $p < 0,05$ ) zur Temperatur (Tabelle 13).

**Tabelle 13:** Darstellung der statistischen Zusammenhänge zwischen der Temperatur und der durchschnittlichen Hennenanzahl in den einzelnen Quadranten,  $n=35$  Beobachtungstage, Spearman Rang Korrelation

<u>ST</u>	<u>p (r)</u>	<u>UST</u>	<u>p (r)</u>
Stallnah innen	0,011 (0,43)	Stallnah innen	0,030 (0,37)
Stallnah außen	n.s. (0,22)	Stallnah außen	0,003 (0,48)
Stallfern innen	n.s. (0,18)	Stallfern innen	n.s. (0,26)
Stallfern außen	n.s. (0,29)	Stallfern außen	n.s. (0,24)
Gesamter Auslauf	n.s. (0,17)	Gesamter Auslauf	n.s. (0,32)



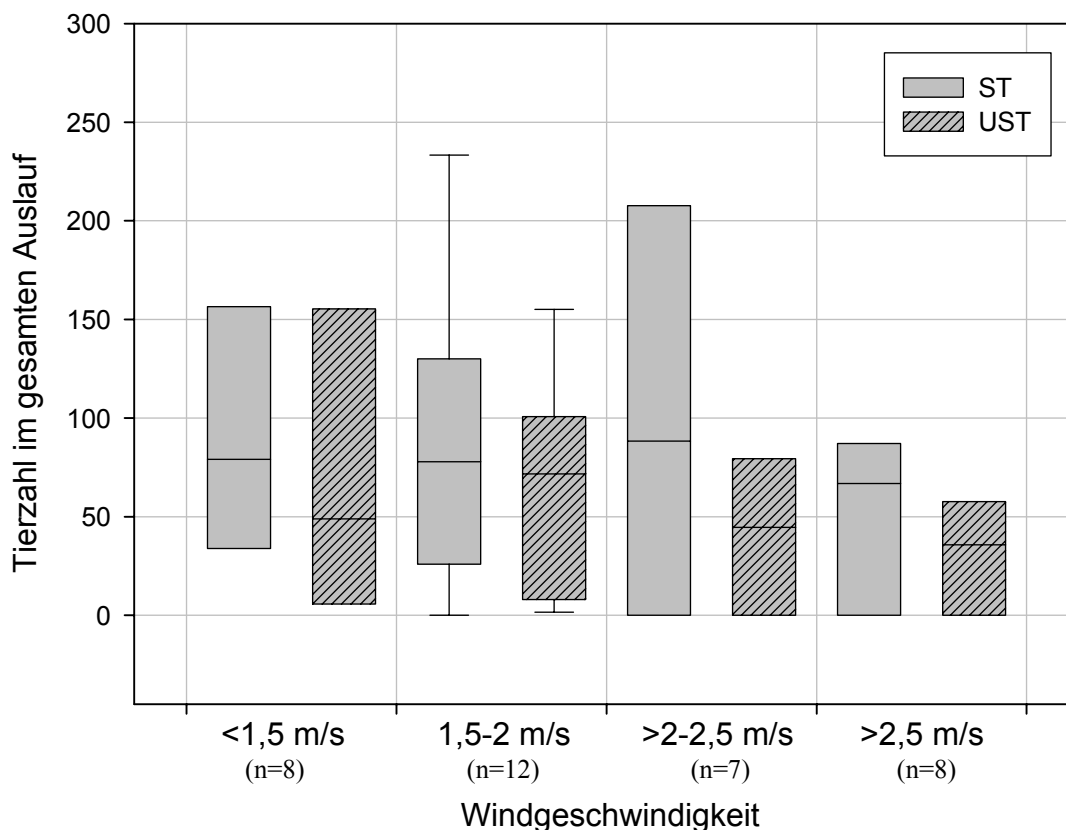
**Abbildung 10:** Darstellung des Zusammenhanges zwischen Temperatur zur Beobachtungszeit und Nutzung des strukturierten (ST) bzw. unstrukturierten (UST) Auslaufes ( $n=35$  Beobachtungstage, Spearman Rang Korrelation, ST:  $r=0,17$ ; UST:  $r=0,32$ ; jeweils  $p>0,05$ )

#### 4.1.1.2 Windgeschwindigkeit

Die Windgeschwindigkeit spielt als weiterer Einflussfaktor eine Rolle. Auf der unstrukturierten Seite nahm die Auslaufnutzung mit zunehmender Windgeschwindigkeit tendenziell ab. Auf der strukturierten Seite konnte erst bei einer Windgeschwindigkeit von über 2,5 m/s eine geringere Anzahl an Tieren im Auslauf festgestellt werden. Die Unterschiede waren nicht signifikant.

**Tabelle 14:** Durchschnittliche Anzahl ( $\pm$  SEM) an Legehennen im gesamten Auslauf in Abhängigkeit von der **Windgeschwindigkeit** (in Klammern der Medianwert);  $n$  = Anzahl Beobachtungstage;  $t$ -Test /  $R.S.$ -Test;  $n.s.$

	<1,5 m/s (n=8)	1,5-2 m/s (n=12)	>2-2,5 m/s (n=7)	>2,5 m/s (n=8)
<b>ST</b>	95,52 $\pm$ 27,06 (79,06)	91,10 $\pm$ 22,14 (77,81)	104,70 $\pm$ 33,08 (88,38)	49,23 $\pm$ 14,83 (66,81)
<b>UST</b>	82,86 $\pm$ 34,20 (48,94)	62,67 $\pm$ 15,88 (71,75)	58,50 $\pm$ 29,46 (44,63)	30,47 $\pm$ 9,78 (35,81)
<b>p</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

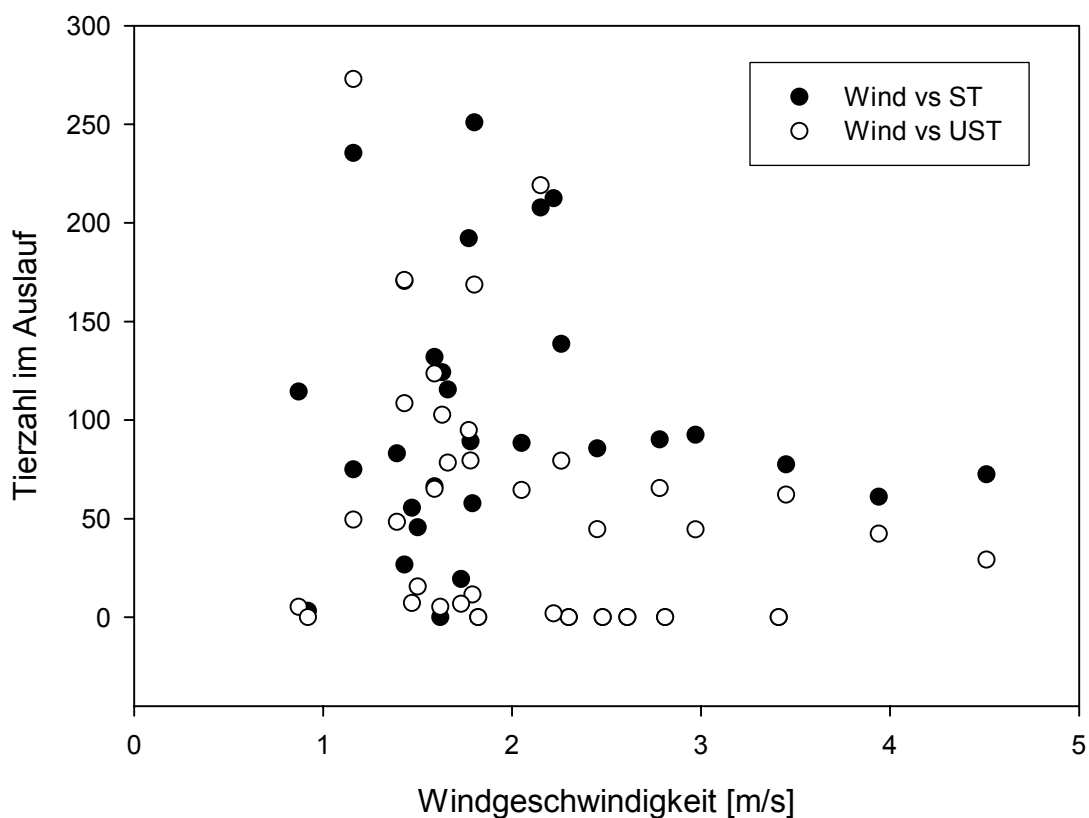


**Abbildung 11:** Vergleichende Darstellung der Tierzahlen im gesamten Auslauf bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten;  $t$ -Test /  $R.S.$ -Test;  $n.s.$

Zwischen der Nutzung der beiden gesamten Auslaufflächen und der Windgeschwindigkeit bestand kein gesicherter Zusammenhang ( $p > 0,05$ ). Differenziert man in die jeweils vier Quadranten jeder Seite, so ergibt sich eine signifikante negative Korrelation ( $p < 0,05$ ) zur Windgeschwindigkeit (Tabelle 15).

**Tabelle 15:** Darstellung der statistischen Zusammenhänge zwischen Windgeschwindigkeit und Tierzahl in den einzelnen Quadranten,  $n=35$  Beobachtungstage, Spearman Rang Korrelation

<u>ST</u>	<u>p (r)</u>	<u>UST</u>	<u>p (r)</u>
Stallnah innen	0,030 (-0,37)	Stallnah innen	n.s. (-0,23)
Stallnah außen	n.s. (-0,12)	Stallnah außen	n.s. (-0,26)
Stallfern innen	n.s. (-0,12)	Stallfern innen	n.s. (-0,23)
Stallfern außen	n.s. (-0,15)	Stallfern außen	n.s. (-0,27)
Gesamter Auslauf	n.s. (-0,18)	Gesamter Auslauf	n.s. (-0,27)



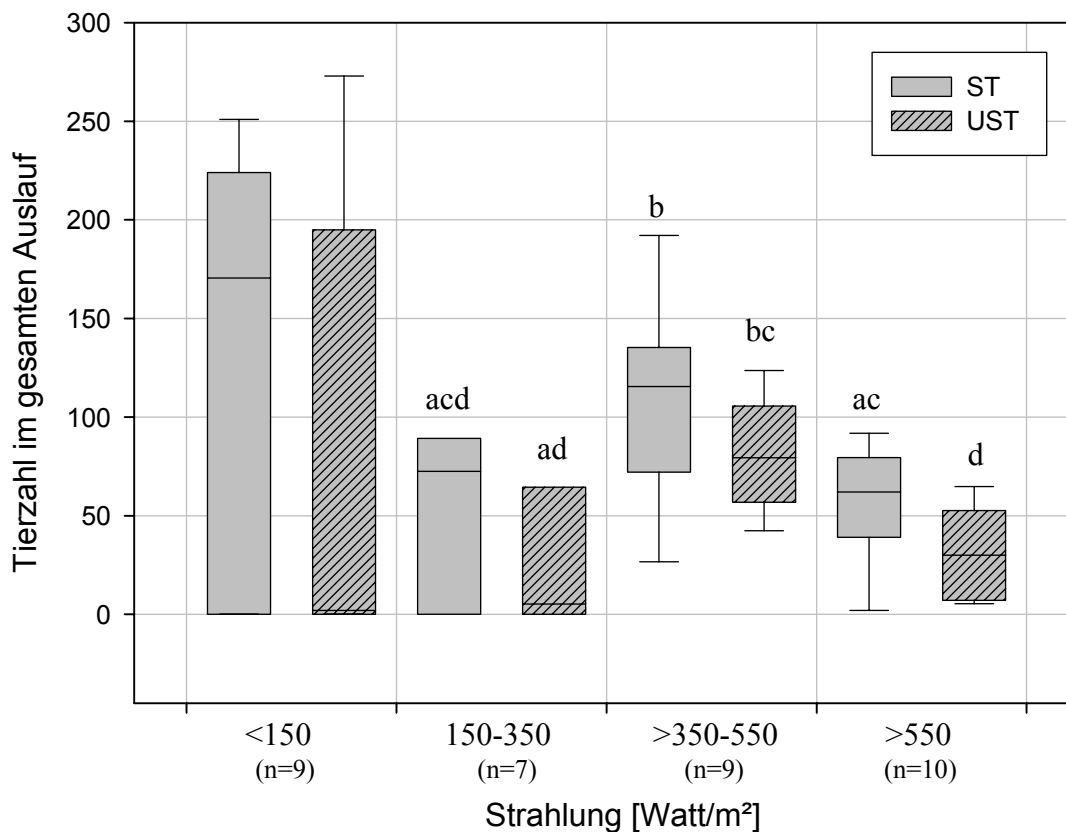
**Abbildung 12:** Darstellung des Zusammenhanges zwischen Windgeschwindigkeit und Nutzung des Auslaufes ( $n=35$  Beobachtungstage, Spearman Rang Korrelation,  $r=-0,18$  ST,  $r=-0,27$  UST, jeweils  $p > 0,05$ )

#### 4.1.1.3 Strahlungsintensität

An Tagen mit über 350 bis 550 Watt/m<sup>2</sup> hielten sich bei beiden Gruppen signifikant mehr Tiere im Auslauf auf als an Tagen mit 150 bis 350 Watt/m<sup>2</sup> sowie an Beobachtungstagen mit über 550 Watt/m<sup>2</sup>. Bei unter 150 Watt/m<sup>2</sup> befanden sich tendenziell ebenfalls sehr viele der Hennen im Auslauf (Tabelle 16).

**Tabelle 16:** Durchschnittliche Anzahl ( $\pm$  SEM) an Legehennen im gesamten Auslauf in Abhängigkeit von der **Strahlungsintensität** (in Klammern der Medianwert); t-Test / R.S.-Test; innerhalb beider Gruppen: <sup>ab</sup> ( $p < 0,05$ )

	<150 Watt/m <sup>2</sup> (n=9 Tage)	150-350 Watt/m <sup>2</sup> (n=7 Tage)	>350-550 Watt/m <sup>2</sup> (n=9 Tage)	>550 Watt/m <sup>2</sup> (n=10 Tage)
<b>ST</b>	119,69 $\pm$ 38,53 <sup>ab</sup> (170,50)	52,55 $\pm$ 18,78 <sup>a</sup> (72,50)	107,08 $\pm$ 16,09 <sup>b</sup> (115,50)	57,53 $\pm$ 9,25 <sup>a</sup> (62,06)
<b>UST</b>	92,63 $\pm$ 37,82 <sup>ab</sup> (2,00)	25,50 $\pm$ 12,74 <sup>a</sup> (5,25)	82,63 $\pm$ 9,14 <sup>b</sup> (79,38)	31,24 $\pm$ 7,65 <sup>a</sup> (30,06)
<b>p</b>	n.s.	n.s.	n.s.	0,042

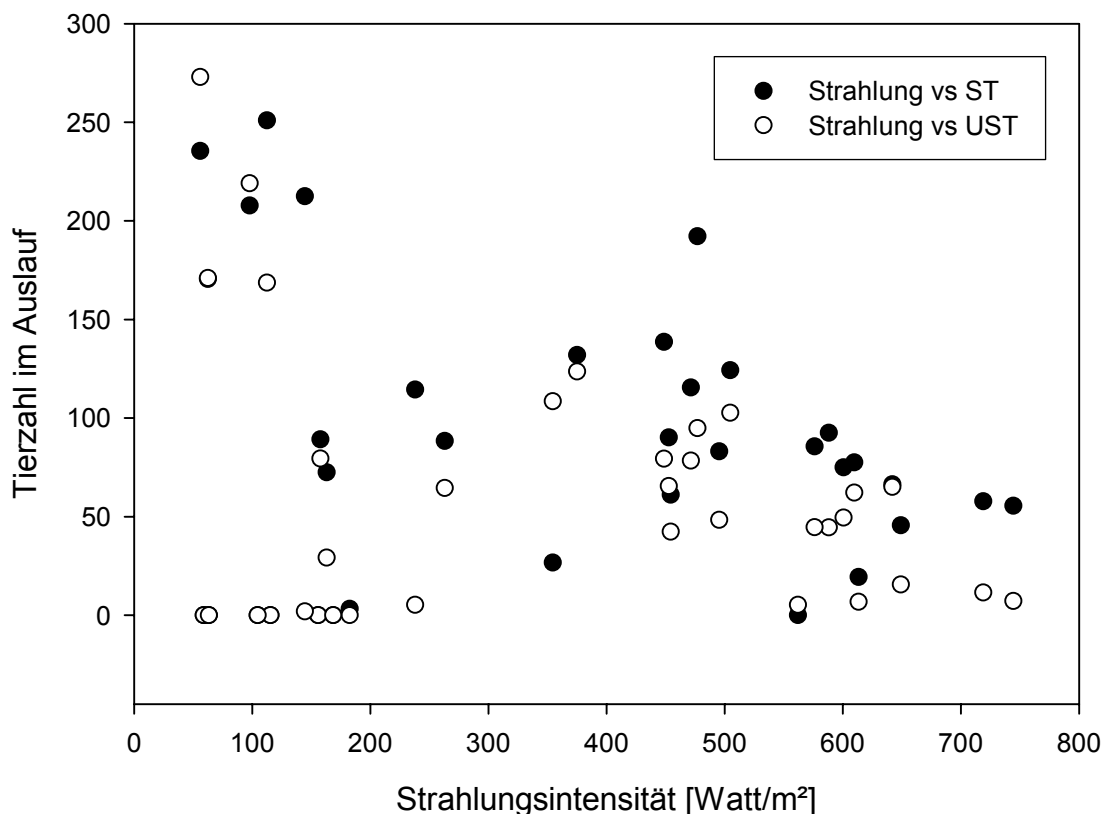


**Abbildung 13:** Vergleichende Darstellung der Tierzahlen im gesamten Auslauf bei verschiedenen Strahlungsintensitäten; t-Test / R.S.-Test; <sup>ad</sup> ( $p < 0,05$ )

Insgesamt bestand kein gesicherter Zusammenhang zwischen der Nutzung der beiden gesamten Ausläufflächen und der Strahlungsintensität. Differenziert man in die jeweils vier Quadranten jeder Seite, so ergeben sich auch hier keine gesicherten Abhängigkeiten (Tabelle 17).

**Tabelle 17:** Darstellung der statistischen Zusammenhänge zwischen Tierzahl im Auslauf und der Strahlungsintensität,  $n=35$  Beobachtungstage, Spearman Rang Korrelation

<u>ST</u>	<u>p (r)</u>	<u>UST</u>	<u>p (r)</u>
Stallnah innen	n.s. (0,15)	Stallnah innen	n.s. (0,10)
Stallnah außen	n.s. (0,02)	Stallnah außen	n.s. (0,13)
Stallfern innen	n.s. (-0,09)	Stallfern innen	n.s. (0,02)
Stallfern außen	n.s. (0,03)	Stallfern außen	n.s. (-0,05)
Gesamter Auslauf	n.s. (-0,10)	Gesamter Auslauf	n.s. (0,01)



**Abbildung 14:** Darstellung des Zusammenhanges zwischen Strahlungsintensität und Nutzung des strukturierten (ST) bzw. unstrukturierten (UST) Auslaufes ( $n=35$  Beobachtungstage, Spearman Rang Korrelation,  $r=-0,10$  ST,  $r=0,01$  UST, jeweils  $p>0,05$ )

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Tiere dieser Studie gemäßigte Temperaturen im Bereich von 0-20°C bevorzugten und den Auslauf an Tagen mit hoher Windgeschwindigkeit mieden. In einzelnen Quadranten beider Ausläufe ergaben sich signifikante Korrelationen bzw. Tendenzen zwischen Hennenzahl und Temperatur resp. Windgeschwindigkeit. Ein Effekt der Strahlungsintensität auf die Nutzung beider Ausläufe war nicht zu erkennen. Ungeachtet der Tatsache, dass der strukturierte Bereich allgemein mehr genutzt wurde, reagierten die Hühner beider Gruppen sehr ähnlich.

#### 4.1.1.4 Nutzung des Auslaufes in Abhängigkeit von der Winter- und Sommerperiode

##### 4.1.1.4.1 Tierzahlen während des Winterhalbjahres

Das Winterhalbjahr umfasste die 29. bis 48. Lebenswoche (Mitte November bis Ende März), wobei in der 41. und 42. Lebenswoche auf Grund einer Erkrankung der Tiere keine Beobachtungen durchgeführt werden konnten (n=18 Beobachtungstage).

Im Winter befanden sich im Durchschnitt 7,06 % der ST-Hennen und 8,82 % der UST-Hühner im Kaltscharrraum, wobei die Tierzahlen starke Schwankungen aufwiesen. Auf der strukturierten Seite lag die durchschnittliche Anzahl an Hühnern in diesem Bereich zwischen 1 und 58, im unstrukturierten Bereich wurden zwischen 4 und 85 Tiere verzeichnet.

Der Übergangsbereich wurde in der kalten Jahreszeit bei beiden Gruppen im Schnitt von etwas mehr als 3 % der Tiere genutzt. Es gab Tage, an denen sich in diesem stallnahe Bereich gar kein Tier aufhielt, aber auch Termine, an denen durchschnittlich 39 (UST) oder 62 (ST) Hennen gezählt werden konnten.

Die vier Quadranten des Auslaufes wurden von den Tieren im strukturierten Bereich im Winterhalbjahr relativ gleichmäßig genutzt. Im Schnitt befanden sich in jedem Viertel 4-5 % der Hennen, dies entspricht etwa 20 Tieren. Der gesamte Auslauf wurde durchschnittlich von 82,0 (18,22 %) aller auf dieser Seite gehaltenen Tiere in Anspruch genommen.

Auf der unstrukturierten Seite war die Verteilung der Hühner über die gesamte Auslaufläche weniger gleichmäßig. Vor allem der stallnah außen liegende Abschnitt diente kaum als Aufenthaltsbereich. In den anderen Quadranten hielten sich jeweils etwa 4 % der Hennen auf, im ganzen Auslauf 13,65 % (61,4 Tiere).



**Tabelle 18:** *Durchschnittliche Tierzahlen ( $\pm$  SEM) im Kaltscharrraum, im Übergangsbereich und in den vier Quadranten (Winter), n=18 Beobachtungstage, t-Test / R.S.-Test; die Tierzahl im Stall wurde ausgehend von 450 eingestellten Hühnern rechnerisch bestimmt*

Bereich	ST	UST	p
<b>Kaltscharrraum</b>	31,78 (7,06 %) $\pm$ 3,99	39,71 (8,82 %) $\pm$ 4,87	n.s.
<b>Übergang</b>	15,49 (3,44 %) $\pm$ 4,12	14,22 (3,16 %) $\pm$ 3,48	n.s.
<b>Stallnah innen</b>	19,47 (4,33 %) $\pm$ 4,82	17,79 (3,95 %) $\pm$ 5,26	n.s.
<b>Stallnah außen</b>	21,21 (4,71 %) $\pm$ 6,20	6,83 (1,52 %) $\pm$ 3,09	n.s.
<b>Stallfern innen</b>	19,25 (4,28 %) $\pm$ 6,10	18,91 (4,20 %) $\pm$ 6,75	n.s.
<b>Stallfern außen</b>	22,07 (4,90 %) $\pm$ 7,34	17,90 (3,98 %) $\pm$ 7,60	n.s.
<b><u>Auslauf gesamt</u></b>	82,00 (18,22 %) $\pm$ 22,17 Median 49,63	61,44 (13,65 %) $\pm$ 20,87 Median 5,25	n.s.
<b>Stall</b>	320,73 (71,27 %)	334,63 (74,36 %)	

Insgesamt gesehen wurden, mit Ausnahme des Kaltscharrraumes, alle Bereiche auf der strukturierten Seite von einer größeren Anzahl Tiere genutzt als die gleichen Bereiche auf der Seite ohne Strukturelemente. Die Unterschiede sind jedoch im Winterhalbjahr nur tendenziell zu erkennen.

#### 4.1.1.4.2 Tierzahlen während des Sommerhalbjahres

Als Sommerhalbjahr wurde die Zeit von der 49. bis zur 65. Lebenswoche angesehen (Ende März bis zur Ausstallung Ende Juli, n=17 Beobachtungstage).

Im Sommer waren sowohl im Kaltscharrraum als auch im Übergangsbereich mehr Tiere zu finden als im Winter. Der Kaltscharrraum der unstrukturierten Seite wurde im Schnitt von 72 Hennen genutzt und war damit signifikant besser besucht, als derjenige der strukturierten Seite (52 Tiere). Beim Vergleich der durchschnittlichen Tierzahlen in den Übergangsbereichen beider Seiten fällt auf, dass sich auch in diesem Teil der Fläche auf der UST-Seite tendenziell mehr Tiere befanden.

Die beiden Ausläufe wurden im Sommer jeweils zweimal pro Tag beobachtet (n=17 Beobachtungstage mit jeweils zwei Durchgängen). Die durchschnittliche Anzahl an Hühnern im gesamten Freiland stimmte im Sommer annähernd mit den Winterwerten überein. Im ST-Bereich war sie geringfügig höher, im UST-Bereich dagegen etwas niedriger. Bei beiden

Gruppen wurde der stallnahe innere Quadrant am meisten genutzt. Die Verteilung der Tiere war im Gegensatz zum Winter ungleichmäßiger und es wurde, unabhängig von den Strukturelementen, die in direkter Nähe zum Stall befindliche Fläche bevorzugt. Allerdings wurden die restlichen, etwas weiter vom Stall entfernten Bereiche von den Tieren in der strukturierten Hälfte etwa in gleichem Maße beweidet, in der unstrukturierten Hälfte nahm die Nutzung jedoch mit zunehmender Entfernung vom Stall immer weiter ab und im stallfernen äußeren Quadranten konnten im Durchschnitt nur noch 1,61 Tiere gezählt werden (Minimum 0, Maximum 7,5 Hennen).

Mit Ausnahme des stallnahen äußeren Quadranten war die Auslaufnutzung in der strukturierten Hälfte signifikant höher als im unstrukturierten Teil.

**Tabelle 19:** *Durchschnittliche Tierzahlen ( $\pm$  SEM) im Kaltscharrraum, im Übergangsbereich und in den vier Quadranten (Sommer), n=17 Beobachtungstage, t-Test / R.S.-Test; die Tierzahl im Stall wurde ausgehend von 450 eingestellten Hühnern rechnerisch bestimmt*

Bereich	ST	UST	p
<b>Kaltscharrraum</b>	52,27 (11,61 %) $\pm$ 3,60	71,60 (15,91 %) $\pm$ 4,07	0,001
<b>Übergang</b>	21,44 (4,76 %) $\pm$ 2,05	26,71 (5,93 %) $\pm$ 3,42	n.s.
<b>Stallnah innen</b>	40,00 (8,89 %) $\pm$ 4,18	28,08 (6,24 %) $\pm$ 3,71	0,032
<b>Stallnah außen</b>	17,33 (3,85 %) $\pm$ 2,78	16,96 (3,77 %) $\pm$ 2,94	n.s.
<b>Stallfern innen</b>	14,69 (3,26 %) $\pm$ 2,17	9,96 (2,21 %) $\pm$ 2,14	0,022
<b>Stallfern außen</b>	16,69 (3,71 %) $\pm$ 3,00	1,61 (0,36 %) $\pm$ 0,38	<0,001
<b><u>Auslauf gesamt</u></b>	88,71 (19,71 %) $\pm$ 7,57 Median 81,38	56,60 (12,58 %) $\pm$ 6,17 Median 60,25	0,002
<b>Stall</b>	287,58 (63,91 %)	295,09 (65,58 %)	

Vergleicht man die vier Quadranten in Hinblick auf ihre Nutzung im Sommerhalbjahr miteinander (Tabelle 20), so finden sich bei beiden Gruppen signifikante Unterschiede vom stallnahen inneren Quadranten gegenüber allen anderen Bereichen. In diesem Teil hielten sich also signifikant mehr Tiere auf, als in jedem der drei anderen Viertel. Auf der UST-Seite sind zudem die Differenzen zwischen den beiden stallfernen Flächen sowie zwischen stallnah außen und stallfern innen signifikant.

**Tabelle 20:** *Statistische Analyse der Unterschiede in der Nutzung der vier Quadranten (Sommer), n=17 Beobachtungstage; R.S.-Test*

Bereiche	p (ST-Seite)	p (UST-Seite)
Stallnah innen - Stallnah außen	<0,001	0,014
Stallnah innen - Stallfern innen	<0,001	<0,001
Stallnah innen - Stallfern außen	<0,001	<0,001
Stallnah außen - Stallfern innen	n.s.	<0,001
Stallnah außen - Stallfern außen	n.s.	n.s.
Stallfern innen - Stallfern außen	n.s.	<0,001

Addiert man die durchschnittlichen Tierzahlen in jeweils zwei benachbarten Quadranten, so kommt man zu dem Ergebnis, dass die beiden stallnahen Viertel gegenüber den stallfernen und auch die beiden inneren gegenüber den äußeren Vierteln mit signifikant mehr Tieren besetzt waren. Der stallferne und äußere Teil der Auslaufläche wurde demnach von beiden Gruppen gemieden, der stallnahe innere bevorzugt.

**Tabelle 21:** *Tierzahlen ( $\pm$  SEM) jeweils zweier benachbarter Quadranten im Vergleich (n=17 Beobachtungstage; R.S.-Test)*

	<b>Stallnah</b>	<b>Stallfern</b>	p
<b>ST</b>	57,33 $\pm$ 5,52	31,38 $\pm$ 4,56	<0,001
<b>UST</b>	45,04 $\pm$ 5,56	11,57 $\pm$ 2,39	<0,001
	<b>Innen</b>	<b>Außen</b>	
<b>ST</b>	54,69 $\pm$ 4,67	34,02 $\pm$ 4,98	<0,001
<b>UST</b>	38,04 $\pm$ 4,45	18,57 $\pm$ 3,03	0,001

#### 4.1.1.4.3 Zusammenfassung der Nutzungszahlen und Einfluss der Jahreszeit

Fasst man die Tierzahlen in den drei Bereichen Kaltscharrraum, Übergang und Auslauf (Tabelle 18 und Tabelle 19) zusammen, so wurde diese gesamte Fläche im Winter im Schnitt von weniger als 30 % der Tieren genutzt, im Sommer dagegen von ca. 35 % der Hennen (Tabelle 22).

**Tabelle 22:** *Durchschnittliche Nutzung von Kaltscharrraum, Übergang und gesamtem Auslauf (Winter: n=18 Beobachtungstage, Sommer: n=17 Beobachtungstage)*

	<b>Strukturierte Seite</b>	<b>Unstrukturierte Seite</b>
<b>Winter</b>	129,27 (28,73 %)	115,37 (25,64 %)
<b>Sommer</b>	162,42 (36,09 %)	154,91 (34,42 %)

Im Rahmen der Verhaltensbeobachtungen konnte ein Einfluss der **Jahreszeit** auf die Tierzahlen in den verschiedenen Bereichen festgestellt werden. So wurde der Kaltscharrraum sowie der stallnahe innere Quadrant beider Gruppen im Sommerhalbjahr signifikant mehr genutzt als im Winter. Auf der unstrukturierten Seite wiesen zudem der Übergangsbereich und der stallnahe äußere Quadrant im Sommer eine signifikant höhere Anzahl an Tieren auf. Im stallfernen Bereich trat dieser jahreszeitliche Effekt nicht auf.

**Tabelle 23:** *Statistische Analyse der Unterschiede in der Winter- und Sommernutzung der einzelnen Bereiche (die genauen Tierzahlen finden sich unter 4.1.1.4.1 Tierzahlen während des Winterhalbjahres und 4.1.1.4.2 Tierzahlen während des Sommerhalbjahres); n=18 (Winter) / 17 (Sommer); t-Test / R.S.-Test*

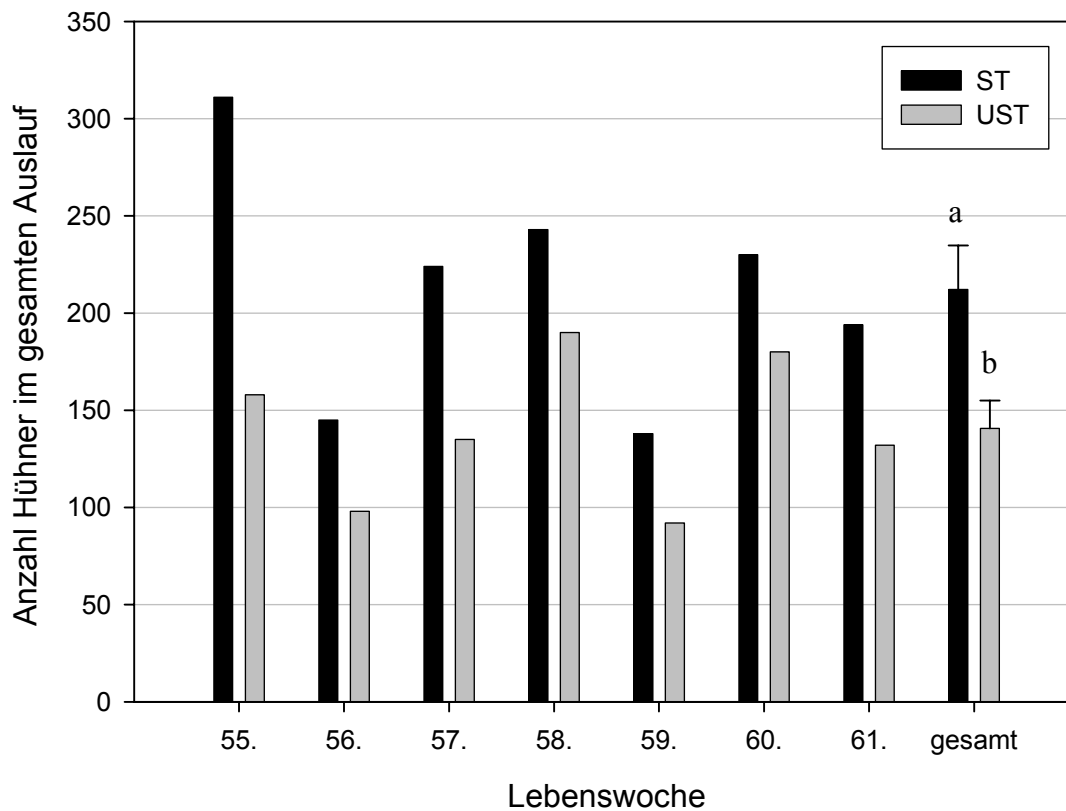
Bereich	<b>ST</b>	<b>UST</b>
<b>Kaltscharrraum</b>	p<0,001	p<0,001
<b>Übergang</b>	n.s.	p=0,015
<b>Stallnah innen</b>	p=0,006	p=0,031
<b>Stallnah außen</b>	n.s.	p=0,004
<b>Stallfern innen</b>	n.s.	n.s.
<b>Stallfern außen</b>	n.s.	n.s.

#### 4.1.2 Nutzung des Auslaufes direkt nach dem Öffnen der Ausgänge

Von der 55. bis zur 61. Lebenswoche (n=7 Beobachtungstage) wurde jeweils 5 und 10 Minuten nach dem Öffnen der Ausgänge in den Grünauslauf gezählt, wie viele Tiere sich in den einzelnen Bereichen des Auslaufes befanden.

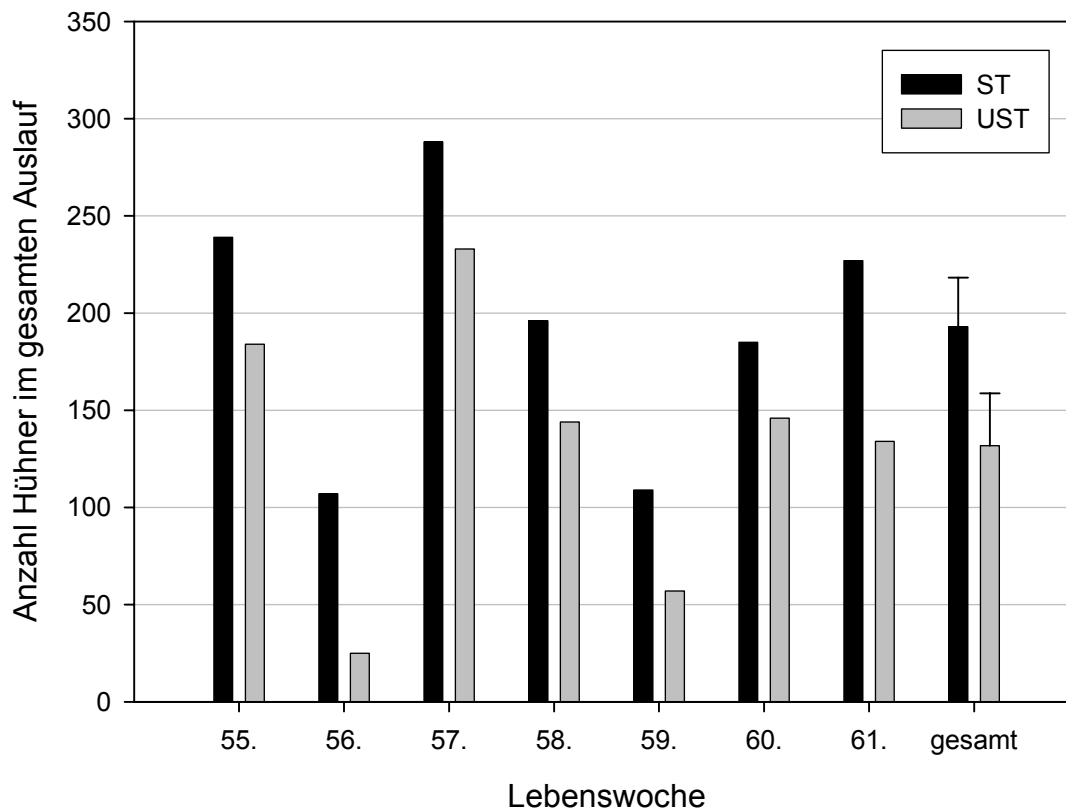
Vergleicht man innerhalb beider Gruppen die im gesamten Auslauf anwesende Tierzahl nach 5 und nach 10 Minuten, so erhält man keinen signifikanten Unterschied. Während dieser fünf Minuten gab es auf keiner der beiden Seiten starke Veränderungen.

Vergleicht man jedoch die 5-Minutenwerte der strukturierten mit der unstrukturierten Seite (Abbildung 15), so wird ein signifikanter Unterschied sichtbar (p=0,020).



**Abbildung 15:** *Vergleich zwischen den Tierzahlen im gesamten Auslauf, 5 Minuten nach Öffnen der Ausgänge; n=7 Beobachtungstage; t-Test; <sup>ab</sup>(p=0,020)*

Der Unterschied zwischen beiden Gruppen ist nach 10 Minuten nicht mehr signifikant (p=0,123), aber als Tendenz deutlich zu erkennen (Abbildung 16).



**Abbildung 16:** Vergleich zwischen den Tierzahlen im Auslauf, **10 Minuten** nach Öffnen der Ausgänge ( $n=7$  Beobachtungstage,  $t$ -Test,  $n.s.$ )

**Tabelle 24:** Durchschnittliche Tierzahlen ( $\pm$  SEM) im gesamten Auslauf nach 5 und nach 10 Minuten ( $n=7$  Beobachtungstage,  $t$ -Test)

	Tierzahl nach 5 min	Tierzahl nach 10 min
<b>ST</b>	212,1 $\pm$ 22,6	193,0 $\pm$ 25,3
<b>UST</b>	140,7 $\pm$ 14,3	131,9 $\pm$ 26,9
p	0,020	n.s.

Beim Vergleich der beiden stallnahen mit den beiden stallfernen Quadranten und der beiden äußeren mit den inneren, ergaben sich sowohl im strukturierten, wie auch im unstrukturierten Bereich nach 5 und nach 10 Minuten signifikante Unterschiede (Tabelle 25 und Tabelle 26). Die Tiere hielten sich zu Beginn vermehrt stallnah und innen auf.

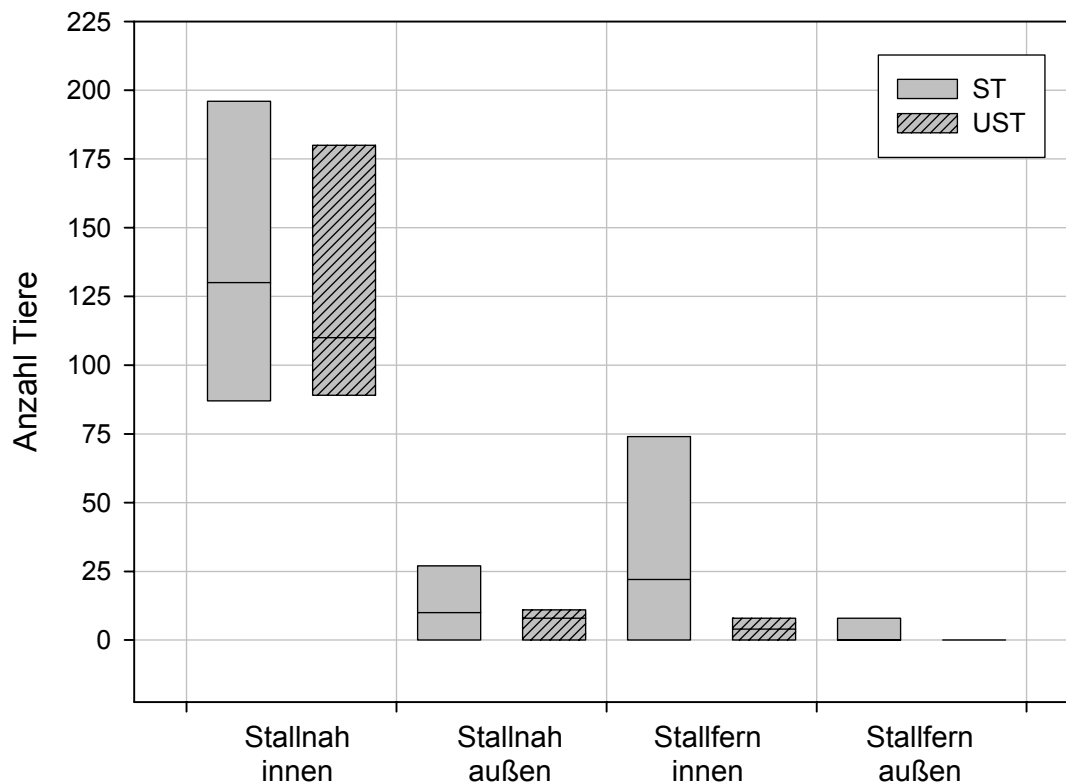
**Tabelle 25:** *Vergleich der Tierzahlen ( $\pm$  SEM) in den beiden stallnahen und den beiden stallfernen Quadranten, kurz nach der Öffnung der Ausgänge in das Grünland (n=7 Beobachtungstage, t-Test / R.S.-Test)*

	<b>Stallnah</b>	<b>Stallfern</b>	p
<b>ST</b> nach 5 min	158,7 $\pm$ 22,5	53,4 $\pm$ 26,0	0,010
<b>ST</b> nach 10 min	143,3 $\pm$ 23,5	49,7 $\pm$ 16,9	0,007
<b>UST</b> nach 5 min	132,3 $\pm$ 15,3	8,4 $\pm$ 5,4	<0,001
<b>UST</b> nach 10 min	107,6 $\pm$ 20,4	24,3 $\pm$ 11,4	0,004

**Tabelle 26:** *Vergleich der Tierzahlen ( $\pm$  SEM) in den beiden äußeren und den beiden inneren Quadranten, kurz nach der Öffnung der Ausgänge in das Grünland (n=7 Beobachtungstage, t-Test / R.S.-Test)*

	<b>Innen</b>	<b>Außen</b>	p
<b>ST</b> nach 5 min	193,1 $\pm$ 17,2	19,0 $\pm$ 8,3	<0,001
<b>ST</b> nach 10 min	166,7 $\pm$ 17,5	26,3 $\pm$ 9,0	<0,001
<b>UST</b> nach 5 min	130,0 $\pm$ 14,2	10,7 $\pm$ 4,5	<0,001
<b>UST</b> nach 10 min	116,3 $\pm$ 22,7	15,6 $\pm$ 6,0	0,004

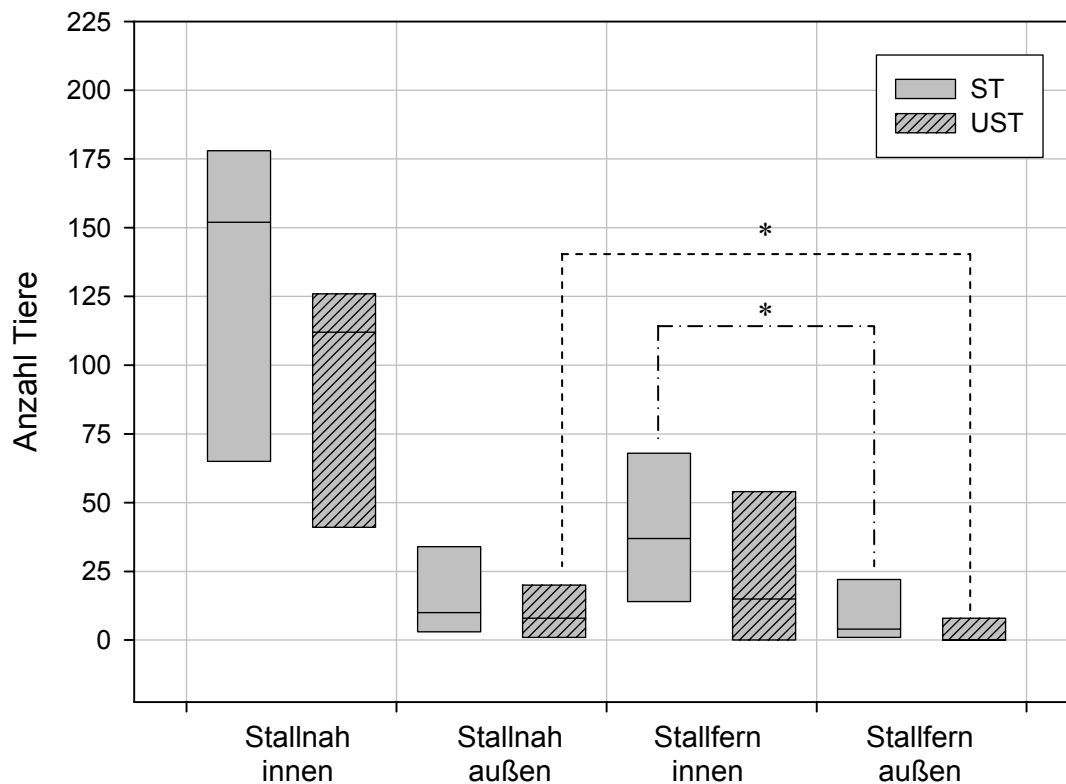
Fünf Minuten nachdem die Ausgangsluken geöffnet wurden, befanden sich auf beiden Seiten signifikant mehr Tiere im stallnahen inneren Quadranten als in jedem der restlichen drei Vierteln ( $p < 0,001$ ).



**Abbildung 17:** *Verteilung der Hühner auf die einzelnen Quadranten der beiden Ausläufe, 5 Minuten nach Öffnen der Ausgänge (n=7 Beobachtungstage; t-Test / R.S.-Test; bei beiden Gruppen: stallnah innen gegenüber den drei anderen Bereichen:  $p < 0,001$ )*

Auch nach 10 Minuten war bei beiden Gruppen der stallnahe innere Bereich der am meisten besuchte (stallnah innen im Vergleich zu allen anderen Bereichen:  $p < 0,05$ ).



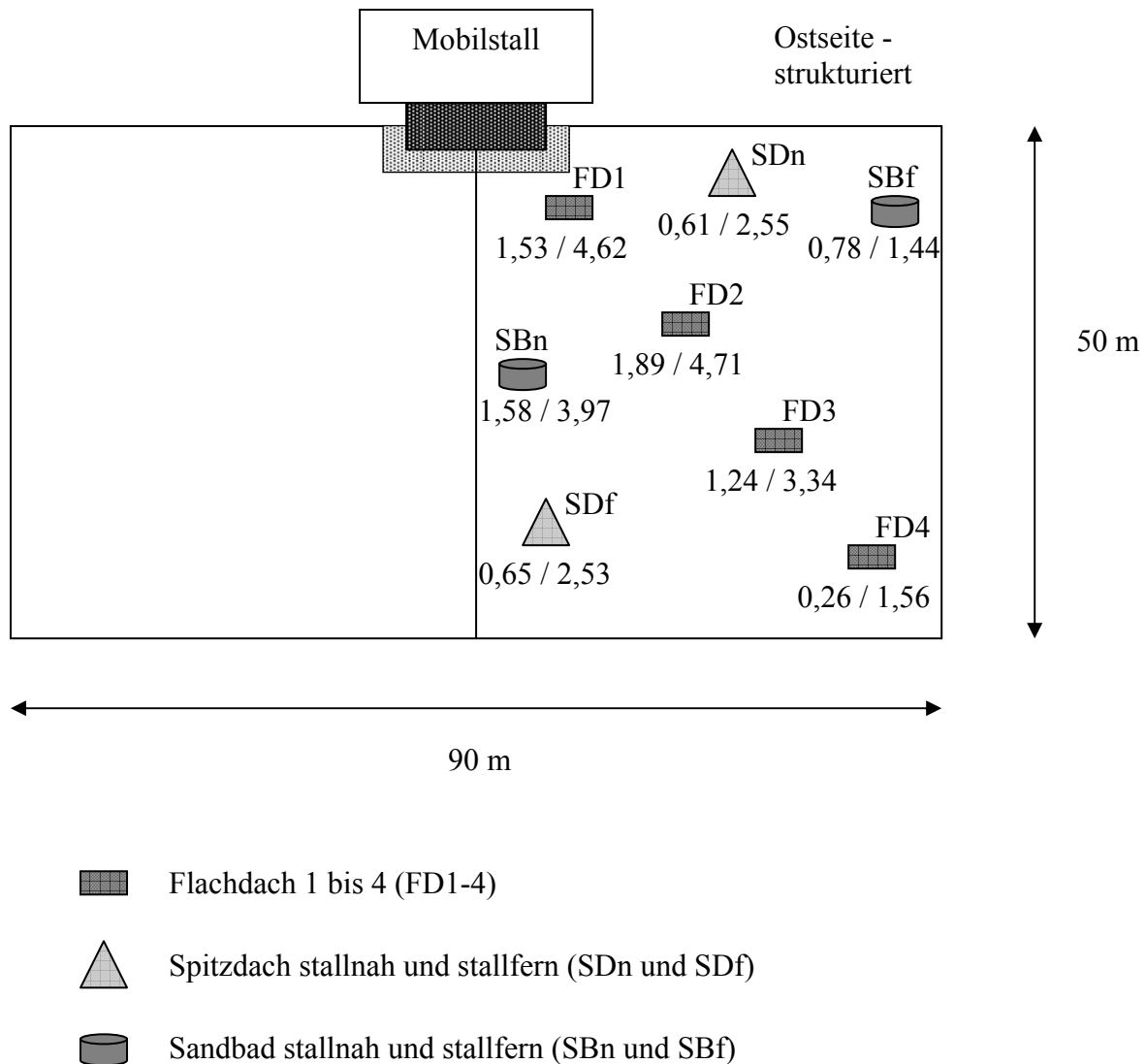


**Abbildung 18:** *Verteilung der Hühner auf die einzelnen Quadranten der beiden Ausläufe, 10 Minuten nach dem Öffnen der Ausgänge (n=7 Beobachtungstage, t-Test / R.S.-Test; bei beiden Gruppen: stallnah innen gegenüber den drei anderen Bereichen:  $p \leq 0,003$ ; \* ( $p < 0,05$ ))*

Der stallferne äußere Quadrant wurde binnen dieser ersten 10 Minuten von beiden Gruppen am wenigsten aufgesucht. Die meisten Tiere befanden sich zu dieser Zeit noch in der Nähe des Stalles.

#### 4.1.3 Nutzung der Strukturelemente

Um die Elemente unterscheiden zu können, wurden sie mit verschiedenen Bezeichnungen versehen (Abbildung 19).



**Abbildung 19:** Verteilung der verschiedenen Strukturelemente im Auslauf; die beiden Zahlen unter jedem Element entsprechen der durchschnittliche Nutzung (Tierzahl) im Winter / Sommer (n=18 / 17 Beobachtungstage)

#### 4.1.3.1 Winterhalbjahr

Die Nutzung der Strukturelemente wurde im Winter pro Beobachtungstag einmal eine Stunde lang festgehalten (siehe 3.3 Verhaltensbeobachtung).

Im Winterhalbjahr waren die Elemente allgemein kaum mit Tieren besetzt. Am meisten Hühner befanden sich noch in der Nähe der Flachdächer, wobei sich weniger Hennen auf als unter den Elementen aufhielten. Zwischen den Flachdächern 1 bis 4 konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 27). Tendenziell wurde Flachdach 2 am meisten, Flachdach 4 am wenigsten in Anspruch genommen.

**Tabelle 27:** *Durchschnittliche Nutzung (Tiere am entsprechenden Element) ( $\pm$  SEM) der Flachdächer im Winter, n=18 Beobachtungstage*

	Flachdach 1	Flachdach 2	Flachdach 3	Flachdach 4
<b>Darunter</b>	1,50 $\pm$ 0,48	1,84 $\pm$ 0,71	1,22 $\pm$ 0,49	0,26 $\pm$ 0,15
Minimum	0	0	0	0
Maximum	5,2	9,7	6,2	2,2
<b>Darauf</b>	0,03 $\pm$ 0,03	0,05 $\pm$ 0,05	0,02 $\pm$ 0,017	0
Minimum	0	0	0	0
Maximum	0,5	0,8	0,3	0

Bei den Spitzdächern ist sowohl ein Sitzen auf dem Querbalken im Giebel, als auch ein Aufenthalt darunter möglich. Die Sandbäder bieten die Möglichkeit, darunter zu sitzen, sich oben im Sandbad aufzuhalten oder zu baden. Von diesen Angeboten wurde im Winter kaum Gebrauch gemacht. Zwischen den einzelnen Elementen gab es keine signifikanten Unterschiede in der Nutzung.

**Tabelle 28:** *Durchschnittliche Nutzung ( $\pm$  SEM) der Spitzdächer und Sandbäder im Winter, n=18 Beobachtungstage*

		<b>Durchschnitt</b> (Tiere am Element)	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
<b>Spitzdach stallnah</b>	Darunter	0,52 $\pm$ 0,19	0	2,2
	Balken	0,09 $\pm$ 0,05	0	0,7
<b>Spitzdach stallfern</b>	Darunter	0,62 $\pm$ 0,40	0	6,3
	Balken	0,03 $\pm$ 0,02	0	0,3
<b>Sandbad stallnah</b>	Darunter	1,27 $\pm$ 0,46	0	5,5
	Darauf	0,31 $\pm$ 0,16	0	2,0
	Baden	0	0	0
<b>Sandbad stallfern</b>	Darunter	0,78 $\pm$ 0,39	0	5,2
	Darauf	0	0	0
	Baden	0	0	0

Trotz Bevorzugung der Flachdächer bestand im Winter weder zwischen den verschiedenen Elementtypen noch zwischen einzelnen Elementen ein signifikanter Unterschied.

#### 4.1.3.2 Sommerhalbjahr

Im Sommer wurde die Nutzung der Elemente pro Beobachtungstag zweimal eine Stunde lang erfasst.

Die Nutzung des Auslaufes (ST), wie auch die Nutzung der Schutzelemente, waren im Sommer etwas höher. Bei den Flachdächern wurde, wie bereits im Winter, das Dach mit der Nummer 2 am meisten genutzt, die Nummer 4, als am weitesten vom Stall entferntes Element, am wenigsten.

**Tabelle 29:** *Durchschnittliche Nutzung ( $\pm$  SEM) der **Flachdächer** im Sommer,  $n=17$  Beobachtungstage*

	Flachdach 1	Flachdach 2	Flachdach 3	Flachdach 4
<b>Darunter</b>	4,61 $\pm$ 0,41	4,69 $\pm$ 0,72	3,33 $\pm$ 0,59	1,56 $\pm$ 0,43
Minimum	0,7	0,3	0	0
Maximum	9,0	21,0	16,7	13,0
<b>Darauf</b>	0,01 $\pm$ 0,01	0,02 $\pm$ 0,02	0,01 $\pm$ 0,01	0
Minimum	0	0	0	0
Maximum	0,2	0,7	0,2	0

Zwischen den verschiedenen Flachdächern bestanden im Sommer zum Teil signifikante Unterschiede (Tabelle 30).

**Tabelle 30:** *Statistische Analyse der Unterschiede in der Häufigkeit des Daruntersitzens bei den Flachdächern im Sommer,  $n=17$  Beobachtungstage; R.S.-Test*

Flachdächer	p	Flachdächer	p
1 + 2	n.s.	2 + 3	n.s.
1 + 3	0,010	2 + 4	<0,001
1 + 4	<0,001	3 + 4	0,004

Auch bei den Spitzdächern und Sandbädern konnte im Sommer eine stärkere Nutzung verzeichnet werden, wobei das Sitzen unter den Strukturen am häufigsten beobachtet wurde.

**Tabelle 31:** *Durchschnittliche Nutzung ( $\pm$  SEM) der Spitzdächer und Sandbäder im Sommer, n=17 Beobachtungstage*

		<b>Durchschnitt</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
<b>Spitzdach stallnah</b>	Darunter	2,38 $\pm$ 0,52	0	12,7
	Balken	0,16 $\pm$ 0,05	0	1,0
<b>Spitzdach stallfern</b>	Darunter	2,48 $\pm$ 0,60	0	17,0
	Balken	0,05 $\pm$ 0,02	0	0,3
<b>Sandbad stallnah</b>	Darunter	3,21 $\pm$ 0,35	0,3	7,7
	Darauf	0,67 $\pm$ 0,14	0	3,7
	Baden	0,09 $\pm$ 0,03	0	0,7
<b>Sandbad stallfern</b>	Darunter	1,36 $\pm$ 0,39	0	10,3
	Darauf	0,09 $\pm$ 0,05	0	1,3
	Baden	0	0	0

Bei den beiden Sandbädern konnte ein signifikanter Unterschied sowohl im Obensitzen ( $p < 0,001$ ), als auch im Daruntersitzen ( $p < 0,001$ ) festgestellt werden. Das stallnahe Sandbad wurde deutlich mehr genutzt. Bei den Spitzdächern war kein gesicherter Unterschied festzustellen.

Vergleicht man die gesamte Nutzung aller acht Elemente, so sind die Unterschiede zwischen verschiedenen Elementen signifikant (Tabelle 32).

**Tabelle 32:** *Durchschnittliche gesamte Nutzung ( $\pm$  SEM) der acht Elemente im Sommer; n=17 Beobachtungstage; R.S.-Test; <sup>a-i</sup> (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede mit  $p < 0,05$ )*

<b>Element</b>	<b>Durchschnitt</b>	<b>Median</b>	<b>Element</b>	<b>Durchschnitt</b>	<b>Median</b>
<b>FD 1</b> <sup>a</sup>	4,62 $\pm$ 0,41	4,50	<b>SDn</b> <sup>cei</sup>	2,55 $\pm$ 0,54	1,52
<b>FD 2</b> <sup>ab</sup>	4,71 $\pm$ 0,72	3,32	<b>SDf</b> <sup>cdef</sup>	2,53 $\pm$ 0,60	1,5
<b>FD 3</b> <sup>bc</sup>	3,34 $\pm$ 0,59	2,65	<b>SBn</b> <sup>abg</sup>	3,97 $\pm$ 0,46	3,15
<b>FD 4</b> <sup>di</sup>	1,56 $\pm$ 0,43	0,70	<b>SBf</b> <sup>dfh</sup>	1,44 $\pm$ 0,41	0,30

Die drei in **20 m** Abstand zum Stall aufgestellten Elementtypen wurden signifikant unterschiedlich genutzt. Das Flachdach (FD 2) und das Sandbad (SBn) wurden häufiger besucht als das Spitzdach (SDn) und somit von den Hühnern bevorzugt. Auch bei den

Elementen in **35 m** Abstand vom Stall bestanden signifikante Unterschiede. Hier wurde das Flachdach (FD 3) signifikant mehr in Anspruch genommen, als das Sandbad (SBf) in dieser Entfernung.

Im Vergleich der beiden sich am mittleren Trennzaun befindlichen Elemente (SBn und Sdf) mit den beiden Elementen entlang des Außenzaunes (SDn und SBf) fällt auf, dass die Tiere die Strukturen am Mittelzaun mehr nutzten als jene am Außenzaun (im Schnitt  $6,50 \pm 0,88$  zu  $3,99 \pm 0,79$  Tiere; Median 5,35 zu 2,30), obwohl es sich jeweils um ein Spitzdach und ein Sandbad handelte und die Entfernungen gleich weit waren. Der Unterschied ist signifikant ( $p=0,007$ ).

#### 4.1.3.3 Vergleich zwischen Winter und Sommer bei den Strukturelementen

Vergleicht man die Winter- und die Sommernutzung jedes einzelnen Elementes, so ergibt sich, dass Teile der Strukturierung im Sommer signifikant häufiger in Anspruch genommen wurden (Tabelle 33).

**Tabelle 33:** *Statistische Analyse der Unterschiede in der Winter- und Sommernutzung der Strukturelemente; entsprechende Zahlenwerte Tabelle 27 bis Tabelle 31; n=18 (Winter) / 17 (Sommer); R.S.-Test*

Element	p	Element	p
FD 1 darauf	n.s.	SD stallnah darunter	0,003
FD1 darunter	<0,001	SD stallnah Balken	n.s.
FD 2 darauf	n.s.	SD stallfern darunter	0,004
FD 2 darunter	0,002	SD stallfern Balken	n.s.
FD 3 darauf	n.s.	SB stallnah darunter	0,002
FD 3 darunter	0,005	SB stallnah oben	0,025
FD 4 darauf	n.s.	SB stallnah baden	n.s.
FD 4 darunter	0,010	SB stallfern darunter	n.s.
		SB stallfern oben	n.s.
		SB stallfern baden	n.s.

#### 4.1.3.4 Vergleich zwischen Auslaufnutzung und Nutzung der Strukturelemente

Stellt man die durchschnittliche Nutzung aller acht Elemente der durchschnittlichen Tierzahl im gesamten Auslauf gegenüber, so befanden sich im Winter 10,41 % (8,54 von 82,00) und im Sommer 27,87 % (24,72 von 88,71) der sich im Auslauf befindlichen Hennen an den Strukturelementen. Diese wurden im Sommer somit mehr in Anspruch genommen.

#### 4.1.4 Ausgeübte Verhaltensweisen

##### 4.1.4.1 Natürliche Verhaltensweisen

Um das Verhalten der Hennen unabhängig von den Tierzahlen im jeweiligen Bereich vergleichen zu können, wurde für alle gezeigten Verhaltensweisen der Prozentsatz berechnet, bezogen auf die sich zu dem Zeitpunkt in dem entsprechenden Bereich befindliche Tierzahl.

Im **Winterhalbjahr** gab es im Verhalten der Tiere beider Seiten keine signifikanten Unterschiede. In allen untersuchten Bereichen überwog das Picken und Scharren aus dem Funktionskreis der Nahrungssuche und -aufnahme. Stehen (in Verbindung mit Umherschauen) und Laufen waren weitere häufig ausgeübte Tätigkeiten. Im Kaltscharrraum und Übergangsbereich zählten auch Verhaltensweisen aus dem Funktionskreis des Komfortverhaltens, wie Gefiederpflege und Sandbaden, sowie das Ruhen zu den vielfach beobachteten Aktivitäten.

Der Anteil an pickenden und scharrenden Tieren lag im Winterhalbjahr im Auslauf zwischen 73,0 und 94,0 %, im Kaltscharrraum und Übergang, auf Grund des geringen Nahrungsangebotes dieser beiden Bereiche, niedriger.

**Tabelle 34:** *Gezeigtes Verhalten im Kaltscharrraum (Prozent der sich in diesem Bereich aufhaltenden Tiere  $\pm$  SEM), n=18 (Winter) / 17 (Sommer) Beobachtungstage; t-Test / R.S.-Test*

	Winter ST	Winter UST	p	Sommer ST	Sommer UST	p
Picken / Scharren	38,7 $\pm$ 5,5	38,6 $\pm$ 6,1	n.s.	14,9 $\pm$ 1,2	11,0 $\pm$ 1,1	0,023
Gefiederpflege	11,1 $\pm$ 3,1	10,1 $\pm$ 3,3	n.s.	19,9 $\pm$ 1,4	17,9 $\pm$ 1,2	n.s.
Sandbaden	6,4 $\pm$ 1,9	3,4 $\pm$ 1,1	n.s.	3,3 $\pm$ 0,5	3,7 $\pm$ 0,6	n.s.
Ruhen	3,4 $\pm$ 1,1	4,0 $\pm$ 1,2	n.s.	15,4 $\pm$ 1,9	17,3 $\pm$ 1,8	n.s.
Stehen / Schauen	25,1 $\pm$ 2,5	25,6 $\pm$ 3,5	n.s.	27,4 $\pm$ 1,8	31,2 $\pm$ 2,0	n.s.
Laufen	15,4 $\pm$ 2,5	17,8 $\pm$ 2,6	n.s.	19,1 $\pm$ 1,5	18,8 $\pm$ 1,4	n.s.

**Tabelle 35:** Gezeigtes Verhalten im **Übergangsbereich** (Prozent der sich in diesem Bereich aufhaltenden Tiere  $\pm$  SEM); n=18 (Winter) / 17 (Sommer); t-Test / R.S.-Test

	Winter ST	Winter UST	p	Sommer ST	Sommer UST	p
Picken / Scharren	54,8 $\pm$ 7,6	58,4 $\pm$ 6,9	n.s.	29,1 $\pm$ 4,5	25,3 $\pm$ 3,2	n.s.
Gefiederpflege	8,3 $\pm$ 2,0	6,6 $\pm$ 2,6	n.s.	6,3 $\pm$ 1,1	6,3 $\pm$ 0,8	n.s.
Sandbaden	1,4 $\pm$ 1,1	0,8 $\pm$ 0,3	n.s.	6,8 $\pm$ 1,3	10,4 $\pm$ 1,6	n.s.
Ruhen	10,2 $\pm$ 3,8	4,2 $\pm$ 1,3	n.s.	32,0 $\pm$ 6,1	21,4 $\pm$ 4,6	n.s.
Stehen / Schauen	16,6 $\pm$ 3,8	19,1 $\pm$ 4,5	n.s.	10,0 $\pm$ 2,0	14,3 $\pm$ 1,8	n.s.
Laufen	8,7 $\pm$ 2,2	10,9 $\pm$ 2,5	n.s.	15,8 $\pm$ 1,3	18,6 $\pm$ 2,0	n.s.

Im **Sommerhalbjahr** konnten vor allem in den vier Quadranten des Auslaufes einige signifikante Verhaltensunterschiede zwischen den beiden Gruppen beobachtet werden. Im stallnahen inneren Quadranten der strukturierten Seite waren signifikant mehr Hennen mit Gefiederpflege, Sandbaden und Ruhen beschäftigt als die Tiere der Gegenseite, welche häufiger pickten und scharren, auf der Stelle standen sowie umherliefen. Gerade beim Sandbaden, Schlafen und während der Gefiederpflege dienten die Strukturelemente den Hühnern als Schutzraum und boten ihnen die Sicherheit, diese Tätigkeiten auszuüben.

Die ST-Hühner nutzten die Fläche demnach zusätzlich als Komfort- und Ruhebereich, die UST-Hennen dagegen vor allem für die Nahrungsaufnahme.

Der stallnahe äußere Quadrant wurde von den Tieren beider Stallhälften überwiegend zum Picken und Scharren in Anspruch genommen. Hier bestanden kaum Differenzen.

**Tabelle 36:** Gezeigtes Verhalten im **stallnahen inneren Quadranten** (Prozent der sich in diesem Bereich aufhaltenden Tiere  $\pm$  SEM); n=18 (Winter) / 17 (Sommer) Beobachtungstage; t-Test / R.S.-Test

	Winter ST	Winter UST	p	Sommer ST	Sommer UST	p
Picken / Scharren	80,3 $\pm$ 2,2	73,0 $\pm$ 8,0	n.s.	52,5 $\pm$ 3,0	61,9 $\pm$ 2,1	0,011
Gefiederpflege	0,4 $\pm$ 0,3	0,1 $\pm$ 0,1	n.s.	5,9 $\pm$ 0,9	0,1 $\pm$ 0,05	<0,001
Sandbaden	1,7 $\pm$ 1,0	0,4 $\pm$ 0,4	n.s.	2,6 $\pm$ 0,6	0,2 $\pm$ 0,1	<0,001
Ruhen	0,1 $\pm$ 0,06	0	n.s.	7,4 $\pm$ 1,7	1,1 $\pm$ 0,6	<0,001
Stehen / Schauen	4,8 $\pm$ 1,4	6,9 $\pm$ 2,7	n.s.	9,6 $\pm$ 1,1	12,1 $\pm$ 1,5	n.s.
Laufen	12,7 $\pm$ 2,1	19,5 $\pm$ 5,7	n.s.	22,1 $\pm$ 2,0	23,9 $\pm$ 1,9	n.s.



**Tabelle 37:** *Gezeigtes Verhalten im stallnahen äußeren Quadranten (Prozent der sich in diesem Bereich aufhaltenden Tiere  $\pm$  SEM); n=18 (Winter) / 17 (Sommer) Beobachtungstage; t-Test / R.S.-Test*

	Winter ST	Winter UST	p	Sommer ST	Sommer UST	p
Picken / Scharren	89,5 $\pm$ 1,9	77,4 $\pm$ 11,2	n.s.	72,0 $\pm$ 3,0	77,8 $\pm$ 2,3	n.s.
Gefiederpflege	0	0	n.s.	0,6 $\pm$ 0,3	0	n.s.
Sandbaden	0	0	n.s.	0	0	n.s.
Ruhen	0	0	n.s.	0,8 $\pm$ 0,4	0,6 $\pm$ 0,6	n.s.
Stehen / Schauen	2,3 $\pm$ 0,7	9,9 $\pm$ 6,2	n.s.	8,6 $\pm$ 1,4	6,3 $\pm$ 1,0	n.s.
Laufen	8,2 $\pm$ 1,8	12,7 $\pm$ 5,5	n.s.	18,1 $\pm$ 2,4	15,2 $\pm$ 1,7	n.s.

In den beiden stallfernen Abschnitten des Auslaufes konnten im Sommer auf der strukturierten Seite signifikant mehr ruhende Tiere verzeichnet werden, auf der UST-Seite fielen dagegen mehr sich fortbewegende Tiere im Vergleich zur Gegenseite auf. Außerdem konnten im stallfernen äußeren ST-Bereich durchschnittlich 3,5 % der Tiere bei der Gefiederpflege und 6,6 % beim Ruhen beobachtet werden, auf der UST-Seite dagegen keine.

**Tabelle 38:** *Gezeigtes Verhalten im stallfernen inneren Quadranten (Prozent der sich in diesem Bereich aufhaltenden Tiere  $\pm$  SEM); n=18 (Winter) / 17 (Sommer) Beobachtungstage; t-Test / R.S.-Test*

	Winter ST	Winter UST	p	Sommer ST	Sommer UST	p
Picken / Scharren	88,0 $\pm$ 2,6	79,2 $\pm$ 11,4	n.s.	74,9 $\pm$ 2,8	67,1 $\pm$ 4,2	n.s.
Gefiederpflege	0,3 $\pm$ 0,2	0	n.s.	1,1 $\pm$ 0,6	0	n.s.
Sandbaden	0,4 $\pm$ 0,2	0,2 $\pm$ 0,1	n.s.	0,4 $\pm$ 0,2	0	n.s.
Ruhen	0	0	n.s.	1,7 $\pm$ 0,5	0,1 $\pm$ 0,06	0,040
Stehen / Schauen	1,5 $\pm$ 0,6	11,0 $\pm$ 8,1	n.s.	7,7 $\pm$ 1,6	7,2 $\pm$ 1,5	n.s.
Laufen	9,8 $\pm$ 2,6	9,6 $\pm$ 3,6	n.s.	14,2 $\pm$ 1,8	25,6 $\pm$ 3,7	0,001

**Tabelle 39:** Gezeigtes Verhalten im *stallfernen äußeren* Quadranten (Prozent der sich in diesem Bereich aufhaltenden Tiere  $\pm$  SEM); n=18 / 17; t-Test / R.S.-Test

	Winter ST	Winter UST	p	Sommer ST	Sommer UST	p
Picken / Scharren	90,5 $\pm$ 2,2	94,0 $\pm$ 1,5	n.s.	68,3 $\pm$ 3,6	54,0 $\pm$ 8,0	n.s.
Gefiederpflege	0	0,2 $\pm$ 0,2	n.s.	3,5 $\pm$ 1,0	0	0,017
Sandbaden	0	0	n.s.	0	0	n.s.
Ruhen	0	0	n.s.	6,6 $\pm$ 1,7	0	<0,001
Stehen / Schauen	1,9 $\pm$ 0,8	1,6 $\pm$ 0,9	n.s.	11,8 $\pm$ 2,2	14,5 $\pm$ 5,6	n.s.
Laufen	7,6 $\pm$ 2,2	4,4 $\pm$ 1,3	n.s.	9,8 $\pm$ 1,6	31,6 $\pm$ 7,0	0,003

**Tabelle 40:** Gezeigtes Verhalten der Tiere im *gesamten Auslauf* (%  $\pm$  SEM); n=18 (Winter) / 17 (Sommer) Beobachtungstage; t-Test / R.S.-Test

	Winter ST	Winter UST	p	Sommer ST	Sommer UST	p
Picken / Scharren	86,4 $\pm$ 1,2	80,3 $\pm$ 7,2	n.s.	66,0 $\pm$ 2,0	69,3 $\pm$ 1,7	n.s.
Gefiederpflege	0,2 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,0	n.s.	4,0 $\pm$ 0,6	0	<0,001
Sandbaden	0,5 $\pm$ 0,2	0,1 $\pm$ 0,1	n.s.	1,1 $\pm$ 0,2	0,1 $\pm$ 0,0	<0,001
Ruhen	0	0	n.s.	5,0 $\pm$ 1,0	0,7 $\pm$ 0,5	<0,001
Stehen / Schauen	3,9 $\pm$ 1,3	5,9 $\pm$ 2,9	n.s.	8,7 $\pm$ 0,9	10,1 $\pm$ 1,4	n.s.
Laufen	9,0 $\pm$ 1,3	13,5 $\pm$ 4,5	n.s.	15,2 $\pm$ 0,7	19,8 $\pm$ 1,4	0,012

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Picken und Scharren generell die am häufigsten gezeigten Tätigkeiten in den untersuchten Bereichen waren. Unterschiede in der Verhaltensweise beider Gruppen konnten nur im Sommer festgestellt werden. Hierbei zeigte sich vor allem, dass die Tiere der ST-Gruppe auch im Freiland Aktivitäten aus dem Komfort- und Ruheverhalten zeigten, die Hennen der UST-Gruppe im Gegensatz dazu tendenziell mehr mit Laufen, Stehen und Beobachten der Umgebung beschäftigt waren.

Im Verhalten der Tiere konnten von der **Jahreszeit** abhängige Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 41). So waren die Hennen im Winter signifikant häufiger mit Picken und Scharren beschäftigt als im Sommer. Verhaltensweisen aus dem Bereich des Komfort- und Ruheverhaltens (Gefiederpflege, Sandbaden, Ruhen) wurden dagegen in manchen Teilen des Auslaufes im Sommer signifikant öfter ausgeübt. Auch Stehen und Schauen, sowie Laufen

(Fortbewegung in all ihren Ausprägungen) wurde im Sommer vermehrt beobachtet. Die Tiere zeigten im Sommer häufiger verschiedene Aktivitäten aus dem gesamten Verhaltensrepertoire, im Winter überwog die Nahrungssuche und -aufnahme.

**Tabelle 41:** *Statistische Analyse der Unterschiede im Verhalten der Tiere zwischen den Winter- und den Sommermonaten; Zahlenwerte Tabelle 34 bis Tabelle 40; n=18 (Winter) / 17 (Sommer) Beobachtungstage; t-Test / R.S.-Test; \* (in welcher das Verhalten häufiger auftrat)*

<b>Bereich</b>	<b>Tätigkeit</b>	<b>Gruppe</b>	<b>Jahreszeit *</b>	<b>p</b>
<b>Kaltscharrraum</b>	Picken / Scharren	ST, UST	Winter	<0,001
	Gefiederpflege	ST	Sommer	0,018
		UST	Sommer	0,013
	Ruhen	ST, UST	Sommer	<0,001
<b>Übergangsbereich</b>	Picken / Scharren	ST	Winter	0,004
		UST	Winter	<0,001
	Sandbaden	ST, UST	Sommer	<0,001
	Ruhen	ST	Sommer	0,007
		UST	Sommer	0,004
	Laufen	ST	Sommer	0,005
	UST	Sommer	0,024	
<b>Stallnah innen</b>	Picken / Scharren	ST	Winter	<0,001
	Gefiederpflege	ST	Sommer	<0,001
	Ruhen	ST	Sommer	<0,001
	Stehen / Schauen	ST	Sommer	0,024
	Laufen	ST	Sommer	0,016
<b>Stallnah außen</b>	Picken / Scharren	ST	Winter	<0,001
	Stehen / Schauen	ST	Sommer	0,020
	Laufen	ST	Sommer	0,015
<b>Stallfern innen</b>	Picken / Scharren	ST	Winter	0,004
		UST	Winter	0,011
	Stehen / Schauen	ST	Sommer	0,009
	Laufen	UST	Sommer	0,005
<b>Stallfern außen</b>	Picken / Scharren	ST	Winter	<0,001
		UST	Winter	0,006
	Ruhen	ST	Sommer	0,024
	Stehen / Schauen	ST	Sommer	0,005
	UST	Sommer	0,015	

#### 4.1.4.2 Federpicken und Aggression

Federpicken und aggressives Verhalten wurden jeweils über die gesamte Beobachtungszeit (15 min pro Bereich) hinweg in einer Strichliste festgehalten. Um unabhängig von der jeweils anwesenden Tierzahl vergleichbare Werte zu erhalten, wurde die Zahl an Pickaktionen beziehungsweise aggressiven Auseinandersetzungen zu der anwesenden Zahl an Hennen in Beziehung gesetzt (gezählte Pickaktionen bzw. Aggressionen / durchschnittliche Zahl an Tieren in diesem Bereich).

Zwischen den Tieren beider Gruppen gab es bis auf eine Ausnahme (Aggression, stallfern außen, Sommer) keine Unterschiede. Der Kaltscharrraum und der Übergangsbereich waren die Flächen mit der höchsten Aggressions- und Pickaktivität (Tabelle 42 und Tabelle 43).

**Tabelle 42:** *Verhältnis von einzelnen **Federpickaktionen** zur durchschnittlich anwesenden Tierzahl in den verschiedenen Bereichen ( $\pm$  SEM); n=18 (Winter) / 17 (Sommer) Beobachtungstage; t-Test / R.S.-Test*

	Winter ST	Winter UST	p	Sommer ST	Sommer UST	p
Kaltscharrraum	0,711 $\pm$ 0,17	0,398 $\pm$ 0,09	n.s.	0,314 $\pm$ 0,06	0,358 $\pm$ 0,04	n.s.
Übergang	0,322 $\pm$ 0,07	0,432 $\pm$ 0,17	n.s.	0,494 $\pm$ 0,08	0,721 $\pm$ 0,14	n.s.
Stallnah innen	0,024 $\pm$ 0,01	0,017 $\pm$ 0,01	n.s.	0,052 $\pm$ 0,03	0,019 $\pm$ 0,01	n.s.
Stallnah außen	0,034 $\pm$ 0,02	0,031 $\pm$ 0,02	n.s.	0,001 $\pm$ 0	0,028 $\pm$ 0,01	n.s.
Stallfern innen	0,009 $\pm$ 0	0,027 $\pm$ 0,01	n.s.	0,003 $\pm$ 0	0,001 $\pm$ 0	n.s.
Stallfern außen	0,030 $\pm$ 0,02	0,035 $\pm$ 0,01	n.s.	0,012 $\pm$ 0	0	n.s.

**Tabelle 43:** *Verhältnis von gezeigtem **aggressivem Verhalten** zur durchschnittlich anwesenden Tierzahl in den verschiedenen Bereichen ( $\pm$  SEM); n=18 (Winter) / 17 (Sommer) Beobachtungstage; t-Test / R.S.-Test*

	Winter ST	Winter UST	p	Sommer ST	Sommer UST	p
Kaltscharrraum	0,096 $\pm$ 0,03	0,088 $\pm$ 0,02	n.s.	0,114 $\pm$ 0,01	0,112 $\pm$ 0,01	n.s.
Übergang	0,075 $\pm$ 0,02	0,046 $\pm$ 0,02	n.s.	0,147 $\pm$ 0,03	0,122 $\pm$ 0,03	n.s.
Stallnah innen	0,015 $\pm$ 0,01	0,030 $\pm$ 0,01	n.s.	0,056 $\pm$ 0,01	0,053 $\pm$ 0,01	n.s.
Stallnah außen	0,063 $\pm$ 0,03	0	n.s.	0,019 $\pm$ 0,01	0,039 $\pm$ 0,01	n.s.
Stallfern innen	0,031 $\pm$ 0,02	0,027 $\pm$ 0,01	n.s.	0,022 $\pm$ 0,01	0,018 $\pm$ 0,01	n.s.
Stallfern außen	0,026 $\pm$ 0,02	0,043 $\pm$ 0,02	n.s.	0,037 $\pm$ 0,01	0,015 $\pm$ 0,01	0,031

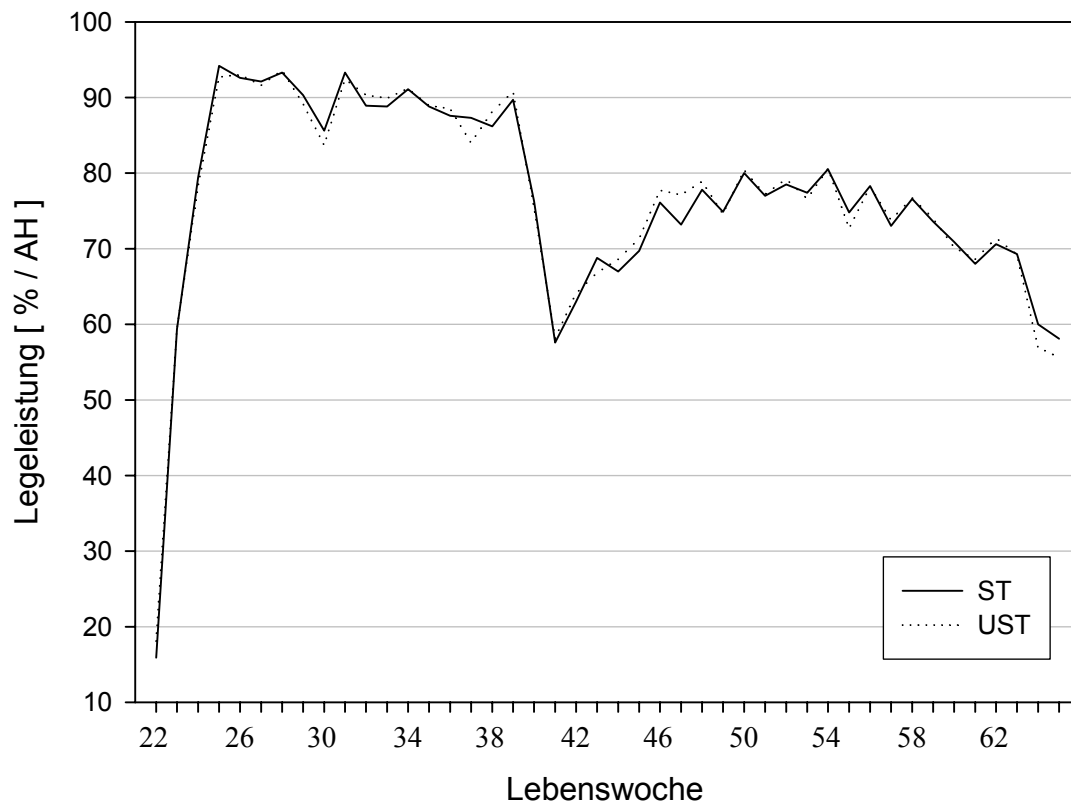
## 4.2 Leistung

### 4.2.1 Legeleistung

Die Legeleistung wurde für die Zeit vom 01. / 02. Oktober 2003 (Erreichen der Legereife = 50 % Legeleistung auf der UST- / ST-Seite) bis zum 21. Juli 2004 berechnet (n = 295 / 294 Tage). Da sich die Ausfälle in beiden Gruppen nahezu entsprachen, konnte die Legeleistung pro Anfangshenne ausgewählt werden, um beide Gruppen zu vergleichen.

Mit 78,77 % lag die Gruppe aus dem strukturierten Bereich nur unwesentlich über der Gruppe aus dem unstrukturierten Bereich, welche eine Legeleistung von 78,69 % aufwies.

Der Verlauf der Legeleistungen beider Gruppen war nahezu parallel. Zu Beginn erfolgte ein steiler Anstieg auf über 90 %. Die hohe Leistung konnte bis zu einem starken Einbruch zwischen der 39. und 41. Lebenswoche gehalten werden. Nach dem Abfall erfolgte nur eine langsame Erholung, in deren Verlauf die ursprüngliche Legeleistung nicht mehr erreicht werden konnte. Gegen Ende der Legeperiode erfolgte ein erneutes Absinken der Leistung.



**Abbildung 20:** *Verlauf der Legeleistung über die gesamte Legeperiode von der 22. bis zur 65. Lebenswoche (n=34 Legewochen; R.S.-Test; n.s.)*

Pro Tag wurden im Schnitt  $354,4 \pm 4,4$  (ST), beziehungsweise  $354,1 \pm 4,5$  (UST) Eier gelegt, der Medianwert lag mit  $349,5$  (ST) und  $347,0$  (UST) etwas niedriger. Zwischen den beiden Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied.

Ab dem Zeitpunkt des Erreichens der Legereife legten die Hennen auf der ST-Seite 231,57 Eier/AH (294 Tage), die UST-Tiere 232,14 Eier/AH (295 Tage).

#### 4.2.2 Knick-, Bruch- und Schmutzeier, verlegte Eier

Der Anteil verlegter Eier lag im strukturierten Bereich bei 2,63 %, im unstrukturierten Bereich bei 2,94 % (23. bis 64. LW). Im Grünauslauf wurden während der gesamten Legeperiode keinerlei Eier gefunden, im Kaltscharraum lagen vereinzelt Eier, welche bei den oben genannten Werten bereits inbegriffen sind. Ein Großteil der außerhalb des Nestes abgelegten Eier fand sich in den etwas dunkleren Ecken des Stalles am Boden. Vergleicht man die Anzahl verlegter Eier pro Tag (alle Legetage von der 23. bis zur 64. LW, n=294 Tage) beider Gruppen miteinander (Tabelle 45), so erhält man einen signifikanten Unterschied ( $p < 0,001$ ). Die Hühner auf der unstrukturierten Seite verlegten im Schnitt 10,41 Eier pro Tag, die Hühner im strukturierten Bereich dagegen nur 9,31 Eier. Der Medianwert bei den verlegten Eiern lag bei der ST-Gruppe ebenfalls deutlich unter demjenigen der UST-Hennen.

Die Unterschiede in der Anzahl der Bruch-, Knick- und Schmutzeier (Tabelle 44 und Tabelle 45) waren nicht signifikant. Der prozentuale Anteil der Brucheier (Eier mit Beschädigung der Schale und nicht mehr intakter Eihülle) lag unter einem Prozent, der Anteil der Knickeier (Eier mit Rissen oder Eindellungen in der Schale, die Eihülle ist jedoch unbeschädigt) mit etwa zwei Prozent etwas höher und Schmutzeier (verlegte Eier und im Nest gelegte verschmutzte Eier) waren knapp 5 % aller gelegten Eier.

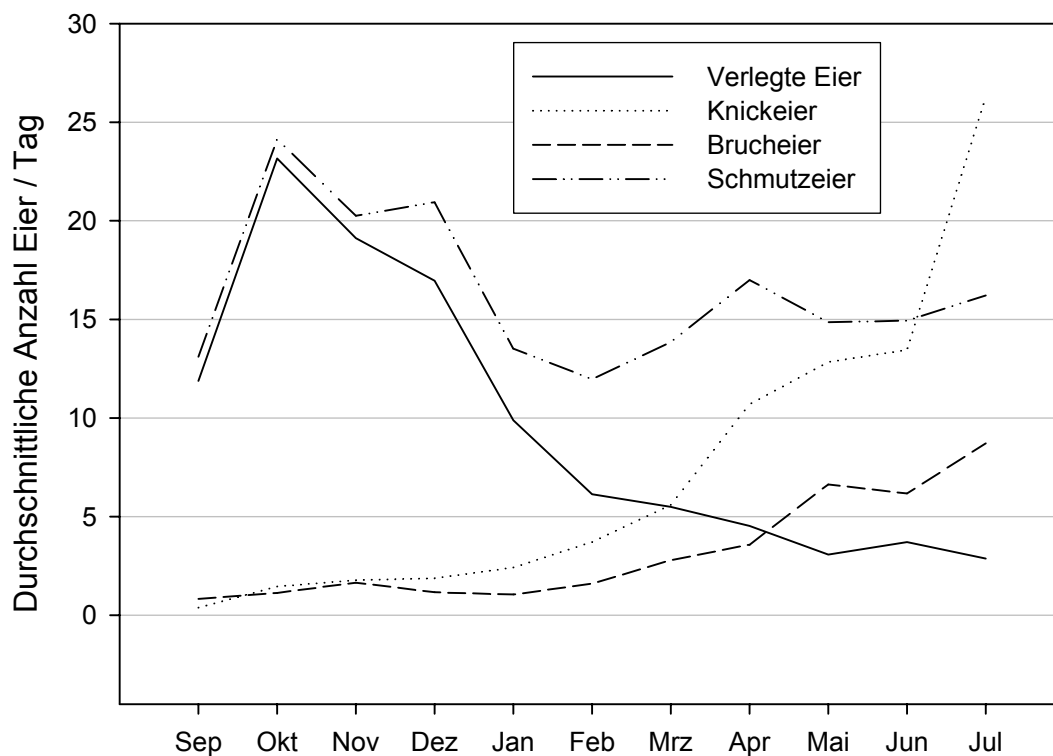
**Tabelle 44:** *Vergleich der prozentualen Anteile von verlegten Eiern, Bruch-, Knick- und Schmutzeiern an der Gesamtzahl der gelegten Eier (23.-64. LW), R.S.-Test, <sup>ab</sup>( $p < 0,001$ )*

	ST	UST
<b>Verlegte Eier</b>	2,63 % <sup>a</sup>	2,94 % <sup>b</sup>
<b>Brucheier</b>	0,96 %	0,82 %
<b>Knickeier</b>	2,17 %	1,85 %
<b>Schmutzeier</b>	4,70 %	4,83 %

**Tabelle 45:** *Durchschnittliche Anzahl ( $\pm$  SEM) an verlegten Eiern, Bruch-, Knick- und Schmutzeiern pro Tag (23.-64. LW, n=294 Tage, R.S.-Test); in Klammern der kleinste und größte Wert aller Einzeltage sowie der Medianwert*

	ST	UST	p
<b>Verlegte Eier</b>	9,31 $\pm$ 0,53 (0-43; 5,0)	10,41 $\pm$ 0,43 (0-48; 8,5)	<0,001
<b>Brucheier</b>	3,40 $\pm$ 0,21 (0-17; 2,0)	2,91 $\pm$ 0,20 (0-32; 2,0)	n.s.
<b>Knickeier</b>	7,68 $\pm$ 0,54 (0-71; 4,0)	6,57 $\pm$ 0,43 (0-46; 4,0)	n.s.
<b>Schmutzeier</b>	16,63 $\pm$ 0,42 (4-48; 15,0)	17,10 $\pm$ 0,42 (3-54; 15,0)	n.s.

Betrachtet man den Verlauf der einzelnen Kategorien zusammengefasst für beide Gruppen über die Legeperiode hinweg (Abbildung 21), so fällt bei den Brucheiern ein leichter, bei den Knickeiern ein starker Anstieg gegen Ende der Legeperiode auf. Die Anzahl verlegter Eier stieg zunächst stark an, fiel jedoch ab Oktober kontinuierlich ab. Die Zahl der Schmutzeier stieg zunächst parallel zu den verlegten Eiern an, blieb dann jedoch auf einem höheren Niveau und wies einige Schwankungen auf.



**Abbildung 21:** *Verlauf der durchschnittlichen Anzahl an pro Tag verlegten Eiern, Knick-, Bruch- und Schmutzeiern. Für die Darstellung wurde jeweils der Mittelwert aus beiden Gruppen verwendet.*

### 4.3 Produktmerkmale

#### 4.3.1 Gewichtsklassen

Die Sortierung in Gewichtsklassen erfolgte nur bei den verkaufsfähigen Eiern (gelegte Eier abzüglich Bruch-, Knick- und Schmutzeier). Verkaufsfähig waren von der strukturierten Hälfte 92,15 %, von der unstrukturierten Hälfte 92,46 %.

Vergleicht man die tägliche prozentuale Verteilung auf die vier Gewichtsklassen (23.-64. LW), so legten die Hühner auf der strukturierten Seite signifikant mehr Eier der Größe M, die Hennen auf der unstrukturierten Seite dagegen signifikant mehr Eier der Größe L.

Allgemein konnten mehr als die Hälfte aller Eier in den Größenbereich L eingeordnet werden und nur zwischen 2-3 % fielen in die Kategorie S (Tabelle 46).

**Tabelle 46:** *Vergleich der prozentualen Verteilung auf die verschiedenen Eigrößen (23.-64. LW), R.S.-Test, innerhalb der einzelnen Kategorien: <sup>ab</sup>( $p < 0,05$ )*

	ST	UST
S (< 53 g)	2,61 %	2,37 %
M (53 - < 63 g)	24,41 % <sup>a</sup>	22,86 % <sup>b</sup>
L (63 - < 73 g)	56,72 % <sup>a</sup>	58,52 % <sup>b</sup>
XL (>= 73 g)	16,26 %	16,25 %

Vergleicht man die Anzahl der Eier pro Größenkategorie jedes einzelnen Legetages miteinander (Tabelle 47), so kann nur bei der Größenkategorie M ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden (ST-Seite mehr Eier der Größe M, die UST-Seite wies dagegen eine tendenziell etwas höhere Anzahl an Eiern der Größen L und XL auf).

**Tabelle 47:** *Durchschnittliche Anzahl ( $\pm$  SEM) an Eiern der einzelnen Größenkategorien pro Tag (23.-64. LW,  $n=294$  Tage, R.S.-Test), in Klammern der Medianwert*

	ST	UST	p
S	8,51 $\pm$ 1,54 (0)	7,76 $\pm$ 1,46 (0)	n.s.
M	79,57 $\pm$ 4,24 (51,5)	74,82 $\pm$ 4,40 (43,0)	0,044
L	184,87 $\pm$ 3,82 (193,5)	191,55 $\pm$ 4,11 (195,0)	n.s.
XL	53,00 $\pm$ 1,96 (50,0)	53,21 $\pm$ 2,03 (48,0)	n.s.

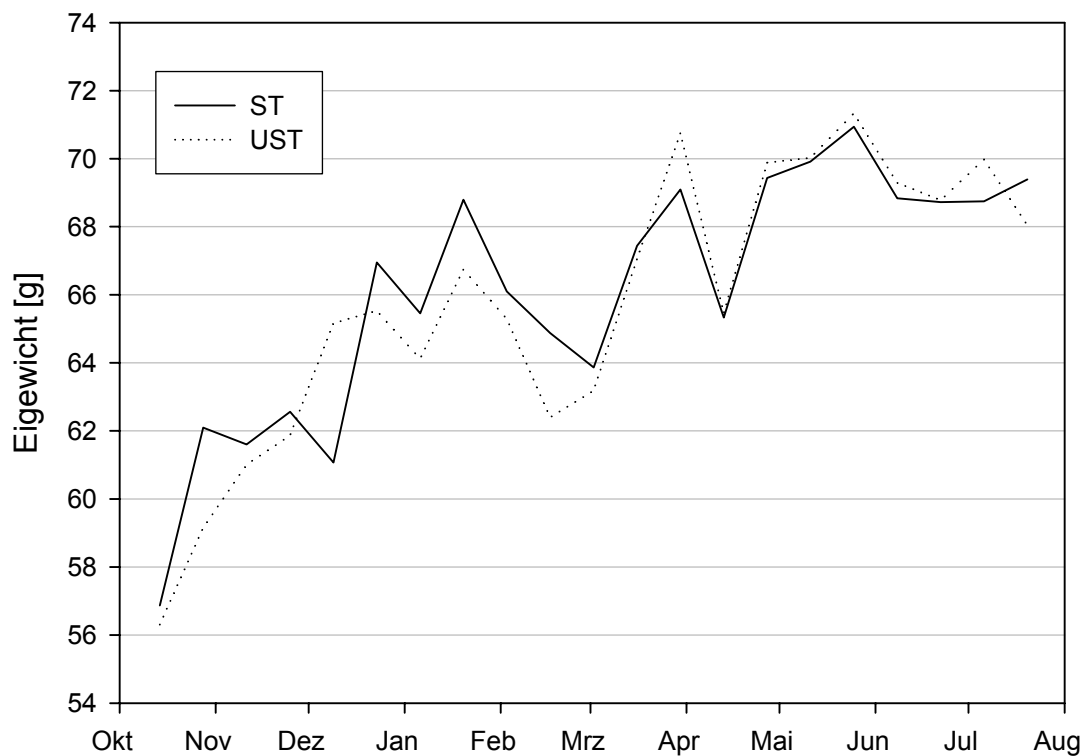


#### 4.3.2 Eigewichte der untersuchten Eier

Im Rahmen der alle zwei Wochen stattfindenden Eieruntersuchung wurden jeweils 25 Eier pro Seite gewogen (21 Untersuchungen, 25 Eier pro Seite => n=525 pro Gruppe).

Das Durchschnittsgewicht betrug auf der strukturierten Seite  $66,10 \pm 0,31$  g (Min. 43,90 g, Max. 91,58 g, Median 66,15 g), auf der unstrukturierten Seite  $65,78 \pm 0,30$  g (Min. 43,39 g, Max. 92,39 g, Median 66,14 g). Der Unterschied zwischen den beiden Stallabteilen ist nicht signifikant.

Im Verlauf sind deutliche Einbrüche feststellbar. Vor allem im März und Ende April waren die Eigewichte beider Gruppen deutlich geringer (Abbildung 22).



**Abbildung 22:** *Verlauf der Durchschnittsgewichte der untersuchten Eier (n=25 Eier pro Termin und Gruppe, R.S.-Test, n.s.)*

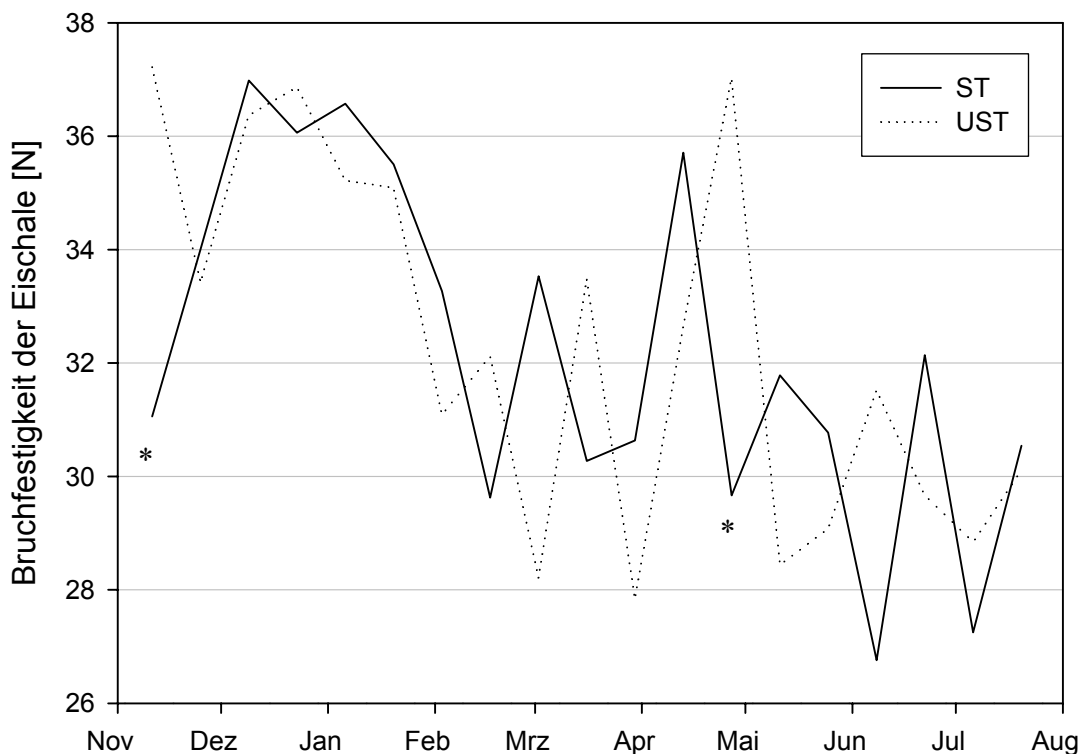
### 4.3.3 Bruchfestigkeit der Eischale

Die Bruchfestigkeit wurde über die gesamte Legeperiode hinweg 19 Mal untersucht (n=380 pro Gruppe).

Die Eier der Hühner auf der unstrukturierten Seite wiesen an zwei Untersuchungstagen (Mitte November und Ende April) eine signifikant höhere Bruchfestigkeit auf als die Eier der anderen Gruppe. Über die gesamte Legeperiode hinweg konnten allerdings keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen festgestellt werden.

Die Durchschnittswerte lagen bei  $32,22 \pm 0,49$  N (ST) und  $32,31 \pm 0,44$  N (UST), die Medianwerte bei 32,32 (ST) bzw. 32,81 (UST) N.

Betrachtet man den Verlauf der Bruchfestigkeit über die gesamte Legeperiode hinweg, dann fallen starke Schwankungen auf (Abbildung 23). Auf der strukturierten Seite lagen die gemessenen Werte zwischen 1,96 und 64,45 N, auf der unstrukturierten Seite zwischen 4,91 und 53,47 N. Dies zeigt, wie groß die Unterschiede auch zwischen einzelnen Eiern waren.

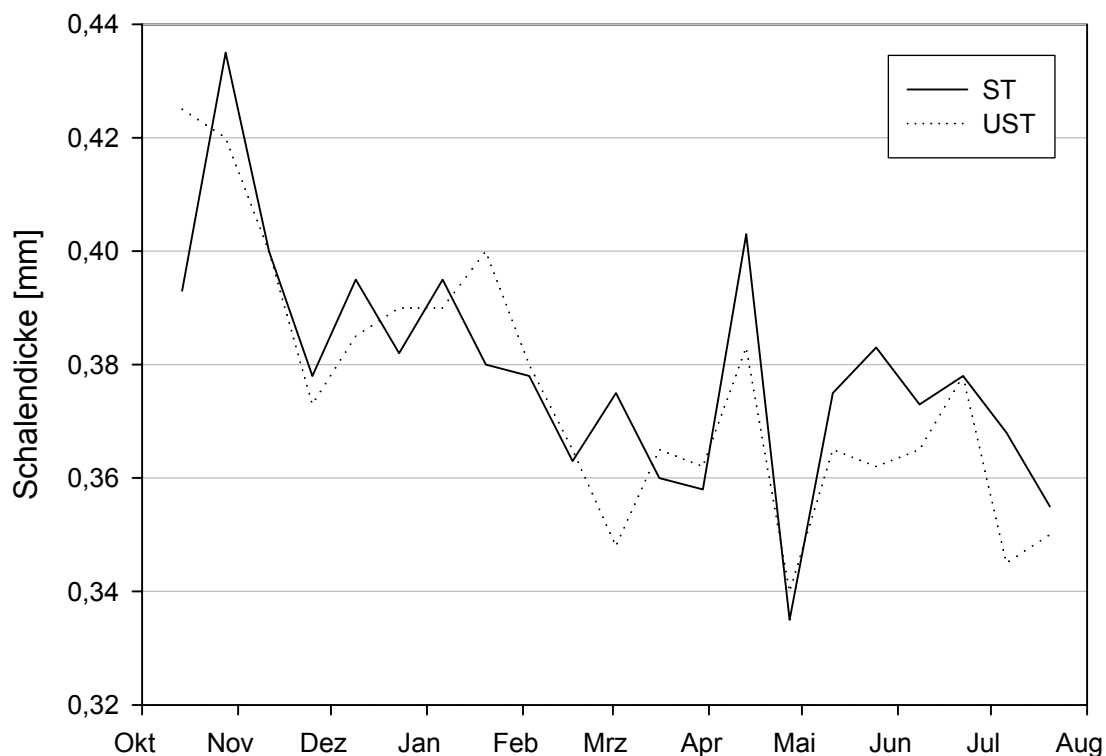


**Abbildung 23:** *Verlauf der Bruchfestigkeit der Eischalen über die gesamte Legeperiode (n=20 Eier pro Untersuchung und Seite, R.S.-Test, \* ( $p < 0,05$ ), insgesamt gesehen war der Unterschied zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant)*

#### 4.3.4 Schalendicke

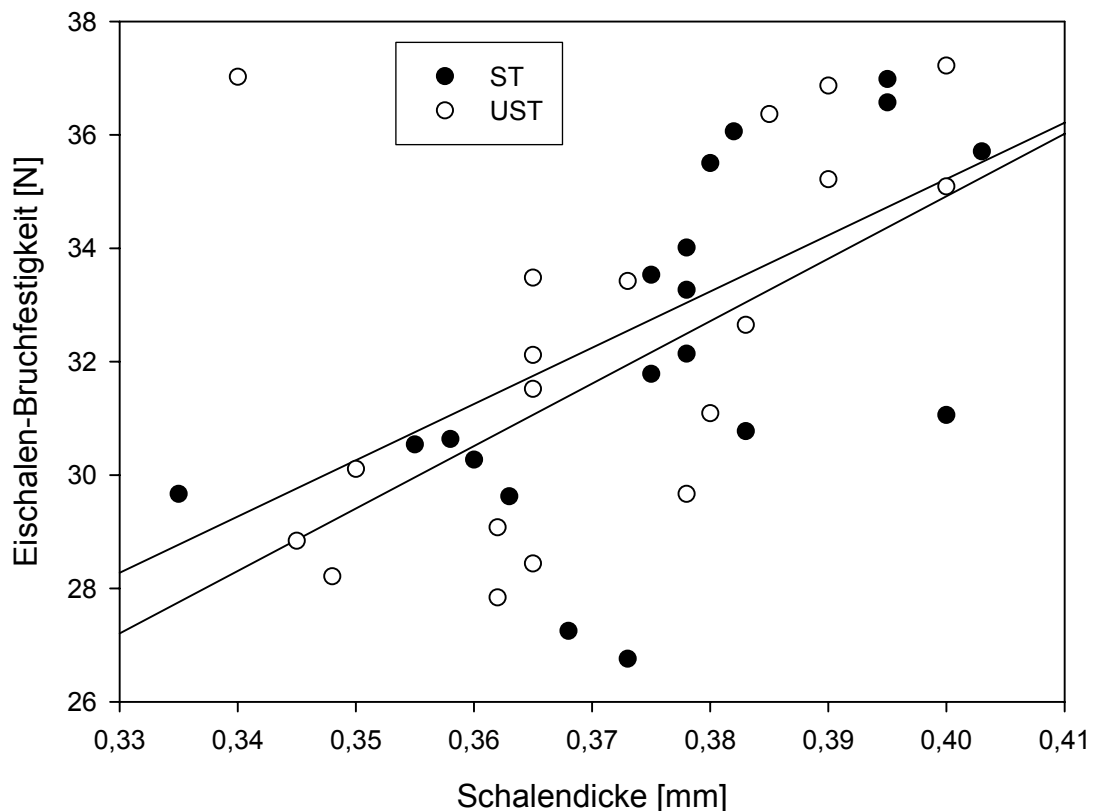
Die Schalendicke wurde an 21 Tagen gemessen (n=420 pro Gruppe). Zwischen den Ergebnissen der beiden Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied. Die Werte der Hühner auf der strukturierten Seite lagen zwischen 0,20 und 0,55 mm (im Durchschnitt  $0,379 \pm 0,0025$  mm; Median 0,4 mm), bei den Hühnern auf der unstrukturierten Seite konnten Werte zwischen 0,20 und 0,65 mm (Durchschnitt  $0,376 \pm 0,0027$  mm; Median 0,4 mm) gemessen werden.

Der zeitliche Verlauf weist, wie auch schon bei der Bruchfestigkeit, Schwankungen auf.



**Abbildung 24:** *Verlauf der Schalendicke über die gesamte Legeperiode (n=20 Eier pro Termin und Gruppe, R.S.-Test, n.s.)*

Beim Vergleich der durchschnittlichen Schalendicke und der Bruchfestigkeit der Eier ergibt sich eine positive Korrelation dieser beiden Parameter (n=19 Untersuchungstage; ST:  $r=0,74$ ,  $p<0,001$ ; UST:  $r=0,58$ ,  $p=0,01$ ; Spearman Korrelation). Mit zunehmender Schalendicke stieg auch der Wert der Bruchfestigkeit (Abbildung 25).



**Abbildung 25:** *Vergleich der Eischalendicke mit der Bruchfestigkeit (n=19 Untersuchungstage,  $p < 0,05$ ,  $r = 0,74$  ST,  $r = 0,58$  UST; Spearman Korrelation)*

#### 4.4 Futtermittelverbrauch

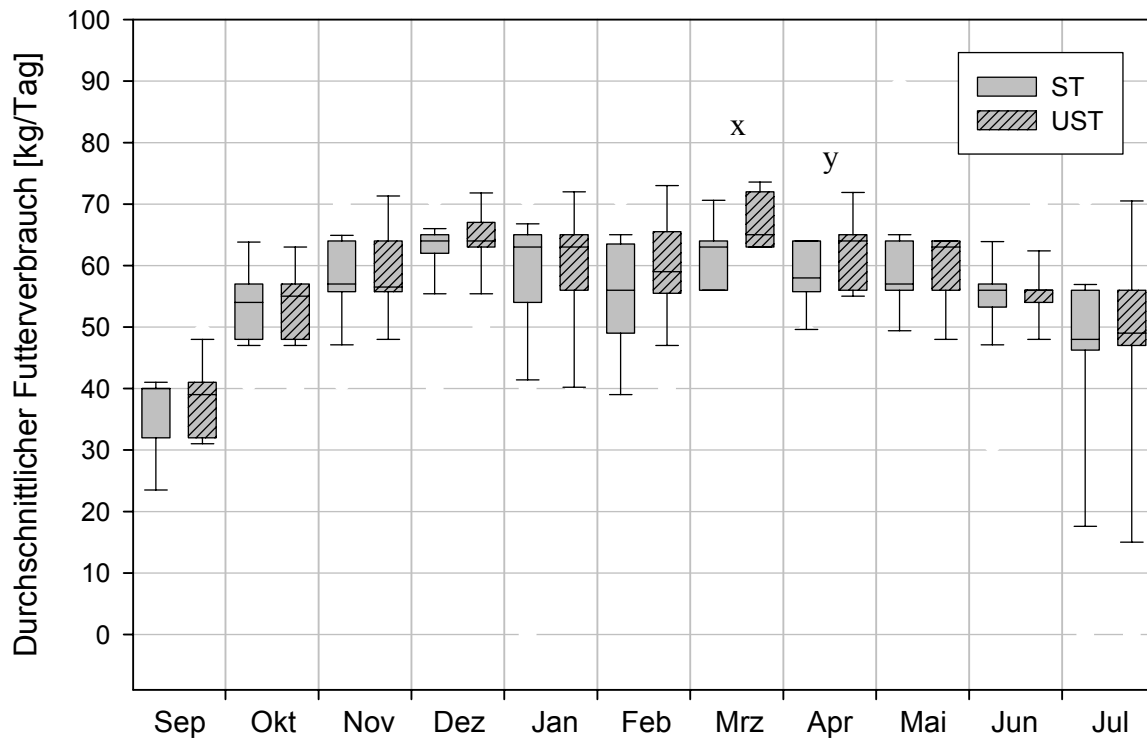
Der Futtermittelverbrauch wurde täglich für beide Seiten getrennt erfasst. Insgesamt gingen 318 Tage in die Auswertung ein. Über die gesamte Zeit wurden auf der unstrukturierten Seite 18.288 kg und auf der strukturierten Seite 17.588 kg Futter verbraucht.

Auf die Anzahl der Anfangshennen (450 je Seite) umgerechnet, betrug der durchschnittliche tägliche Futtermittelverzehr im unstrukturierten Abteil 127,8 g/AH/d und im strukturierten Bereich 122,9 g/AH/d.

Der Unterschied im gesamten täglichen Futtermittelverbrauch beider Gruppen ist signifikant ( $p = 0,011$ ). Die ST-Hühner verzehrten pro Tag im Durchschnitt  $55,31 \pm 0,66$  kg, die UST-Tiere  $57,51 \pm 0,66$  kg Futter. Der Medianwert betrug bei den ST-Tieren 56,0 kg, bei den UST-Hennen 57,0 kg.

Der Futtermittelverzehr stieg im zeitlichen Verlauf zunächst bis Dezember an, war im Januar und Februar etwas geringer und fiel ab März, nach einem erneuten Höhepunkt, konstant bis Juli

wieder ab (Abbildung 26). Im Mai und Juni war der Verbrauch beider Gruppen im Monatsdurchschnitt (Mittelwert) nahezu identisch, ansonsten war er auf der UST-Seite stets etwas höher.



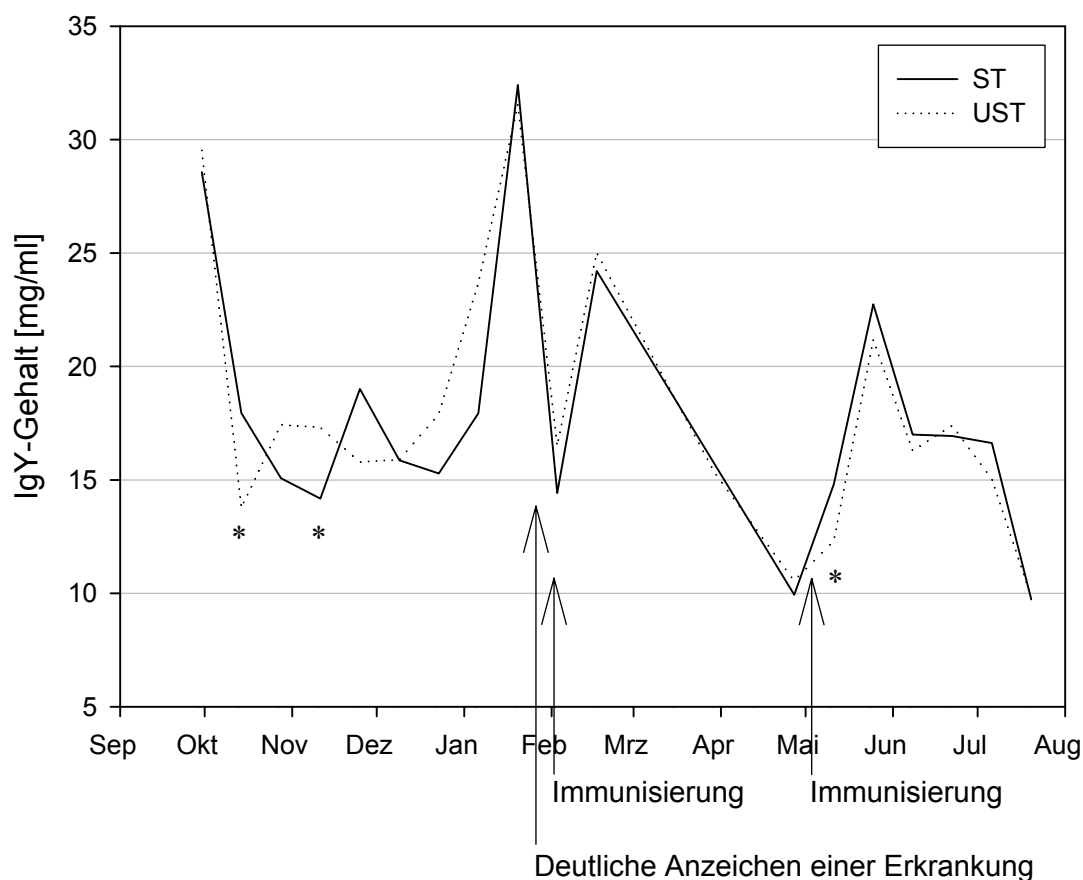
**Abbildung 26:** *Durchschnittlicher täglicher Futterverbrauch im Verlauf der Legeperiode, n=318 ausgewertete Tage, R.S.-Test, der Unterschied zwischen beiden Gruppen ist über die gesamte Legeperiode gesehen signifikant ( $p=0,011$ ); x (signifikanter Unterschied zwischen ST und UST,  $p=0,003$ ); y (signifikanter Unterschied zwischen ST und UST,  $p=0,026$ )*

#### 4.5 IgY-Bestimmung aus dem Eidotter

Insgesamt gingen pro Stallseite 380 verwertbare Eidotterproben in die Auswertung ein (19 Entnahmetage mit jeweils 20 Proben pro Seite).

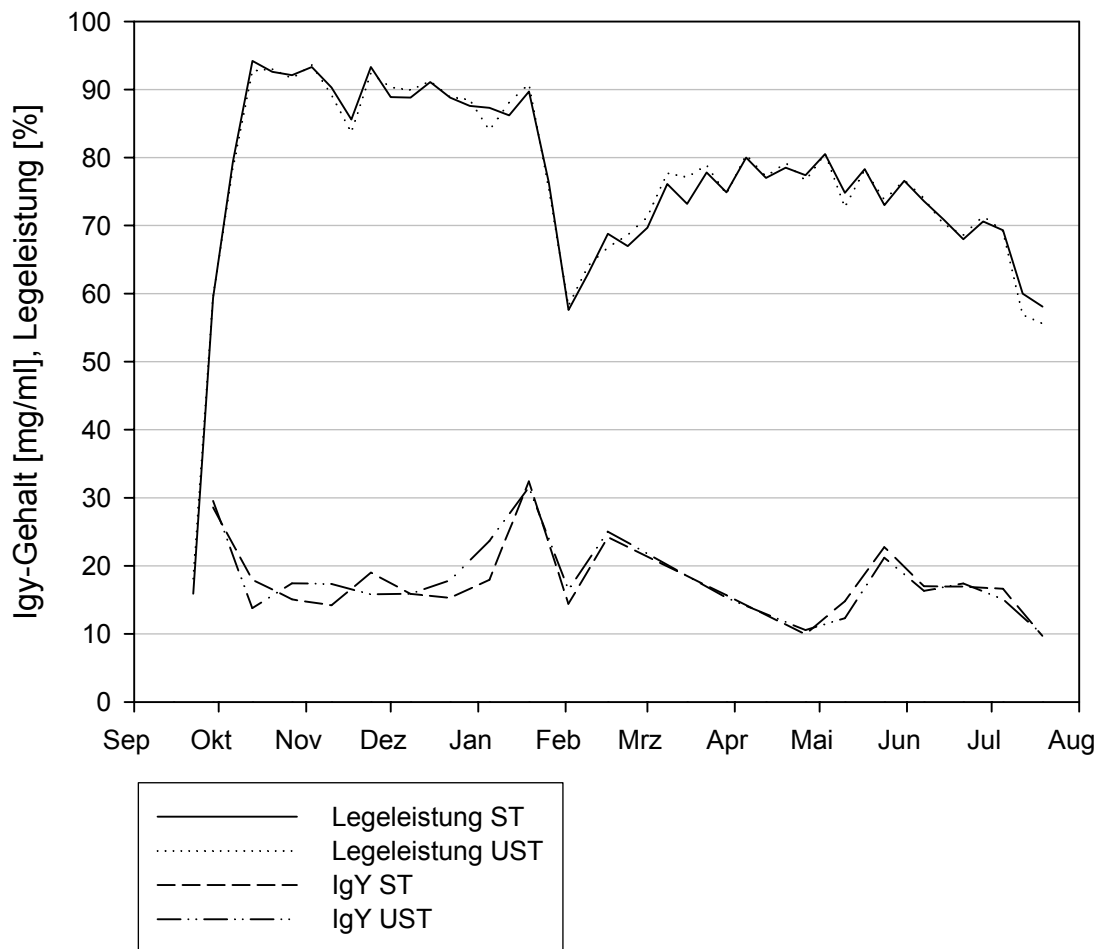
Der IgY-Gehalt im Eidotter betrug bei Tieren der strukturierten Seite im Durchschnitt  $17,80 \pm 0,46$  mg/ml (Median 15,89 mg/ml), bei Hühnern im unstrukturierten Bereich  $18,01 \pm 0,51$  mg/ml (Median 15,61 mg/ml). Es bestand mit Ausnahme von drei Entnahmetagen über das ganze Jahr gesehen kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen (Abbildung 27).

Betrachtet man den Verlauf der IgY-Konzentrationen über die gesamte Legeperiode, dann fällt zunächst ein deutlicher Abfall von September bis Anfang November auf. Im November und Dezember blieben die Werte auf dem erreichten Niveau und schwankten nur geringfügig. Auf diese Phase folgten zwei starke Anstiege im Januar und Februar mit einem sich jeweils daran anschließenden Absinken der Werte. Im Mai kam es zu einem erneuten Anstieg der IgY-Gehalte im Eidotter, gefolgt von einem etwas langsameren Abfall. Die Kurven beider Gruppen verlaufen nahezu parallel. Die höchsten Werte wurden Mitte Januar gemessen, die niedrigsten Anfang Mai.



**Abbildung 27:** *Verlauf der durchschnittlichen IgY-Gehalte im Eidotter beider Gruppen, insgesamt: n=380 Proben pro Gruppe, R.S.-Test, n.s.; \* (einzelne Probenstage mit signifikantem Unterschied,  $p < 0,05$ )*

Bei der Gegenüberstellung des IgY-Gehaltes im Eidotter und der Legeleistung (Abbildung 28) wird deutlich, dass der starke Einbruch in der Legeleistung mit dem Abfall des Immunglobulingehaltes, nach einem vorangegangenen extremen Anstieg, zusammenfiel. Nach Erreichen des Tiefpunktes stiegen beide Parameter parallel wieder an.



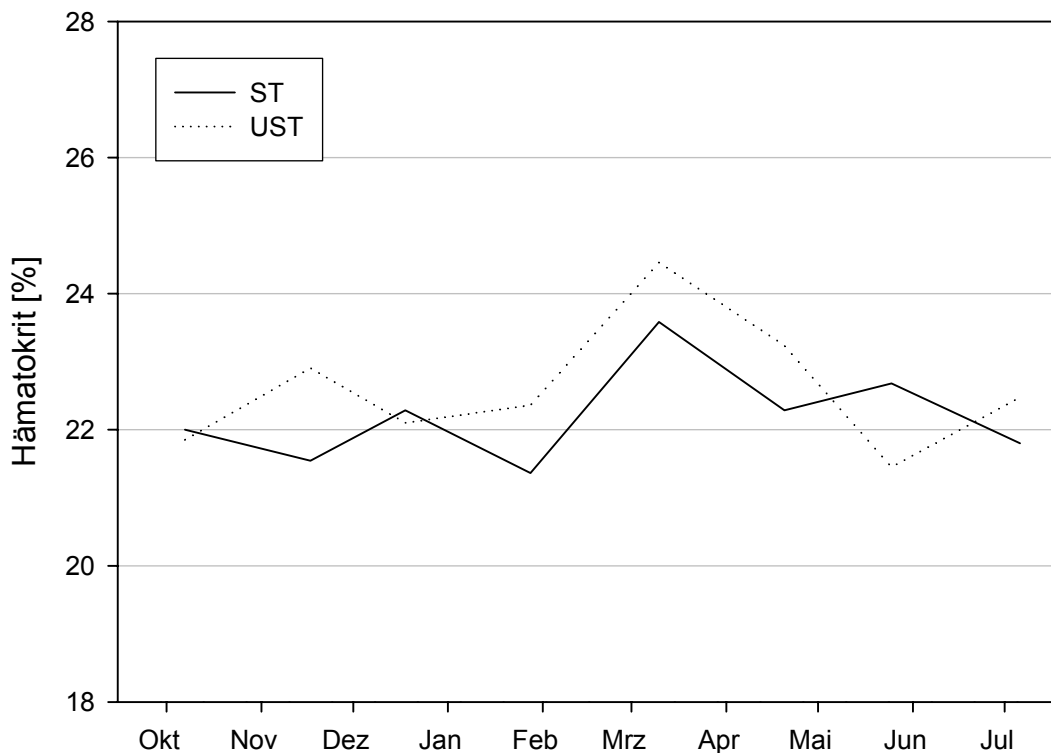
**Abbildung 28:** Gegenüberstellung von Legeleistung und IgY-Gehalt im Eidotter

## 4.6 Blutparameter

### 4.6.1 Hämatokrit

Im Rahmen von acht Blutentnahmen konnten von der Gruppe im strukturierten Bereich 172 und von der Gruppe auf der unstrukturierten Seite 170 verwertbare Proben gewonnen werden. Die Werte der ST - Gruppe lagen zwischen 11 und 34 % und der Durchschnittswert betrug  $22,2 \pm 0,3$  % (Median 22,0 %). Bei der UST - Gruppe wurden Werte zwischen 12 und 30 % gemessen, wobei der Durchschnitt bei  $22,6 \pm 0,3$  % (Median 23,0 %) lag. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen nachgewiesen werden.

Im Verlauf fallen nur kleine Schwankungen und ein leichter Anstieg im März auf.



**Abbildung 29:** *Verlauf der Hämatokrit-Durchschnittswerte über die Legeperiode hinweg (insgesamt: n=172 (ST) / 170 (UST), R.S.-Test, n.s.)*

#### 4.6.2 Hämoglobin

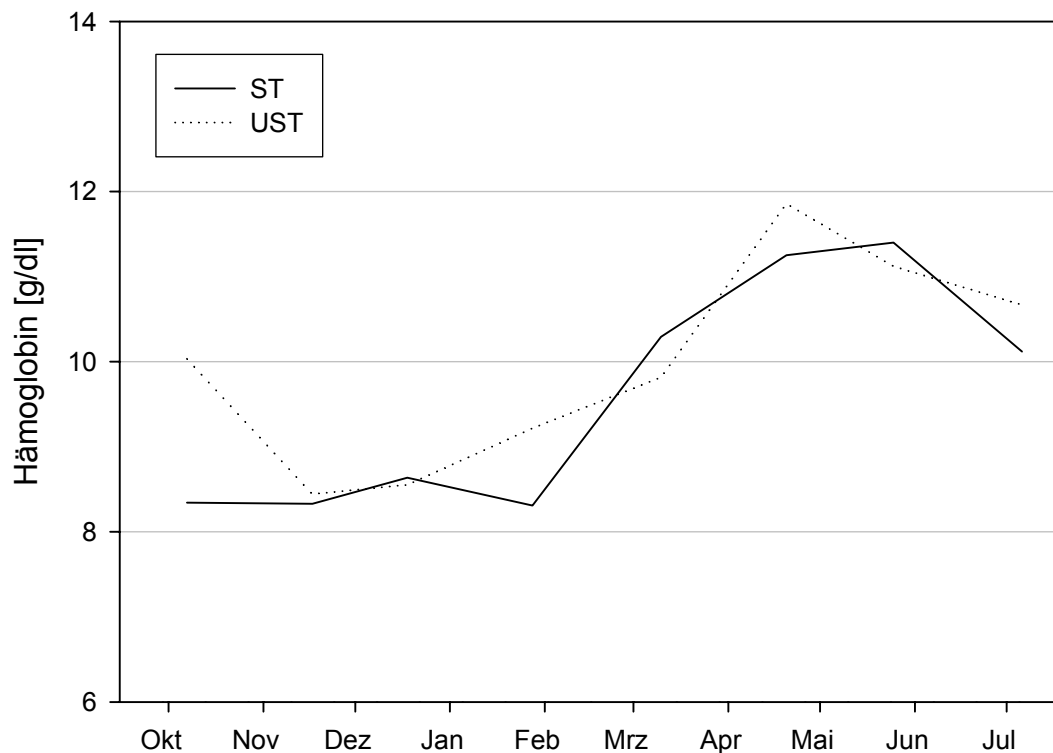
Bei acht Blutentnahmen konnten von beiden Gruppen jeweils 175 Proben gewonnen und untersucht werden.

Die Werte der strukturierten Seite lagen zwischen 3,64 und 14,19 g/dl, wobei der Durchschnittswert bei  $9,58 \pm 0,15$  g/dl (Median 9,67 g/dl) lag. Die Gruppe im unstrukturierten Bereich wies Werte zwischen 2,21 und 18,90 g/dl auf, mit einem Durchschnittswert von  $9,93 \pm 0,18$  g/dl (Median 10,19 g/dl).

Zwischen den Ergebnissen beider Gruppen besteht kein signifikanter Unterschied.

Im Verlauf der Legeperiode gab es Schwankungen in den Durchschnittswerten der einzelnen Entnahmetage. In den Wintermonaten von Oktober bis Januar lagen die Werte im Schnitt niedriger als im darauf folgenden Frühjahr und Sommer, wobei sie gegen Ende der Legeperiode im Juli wieder leicht absanken (Abbildung 30).





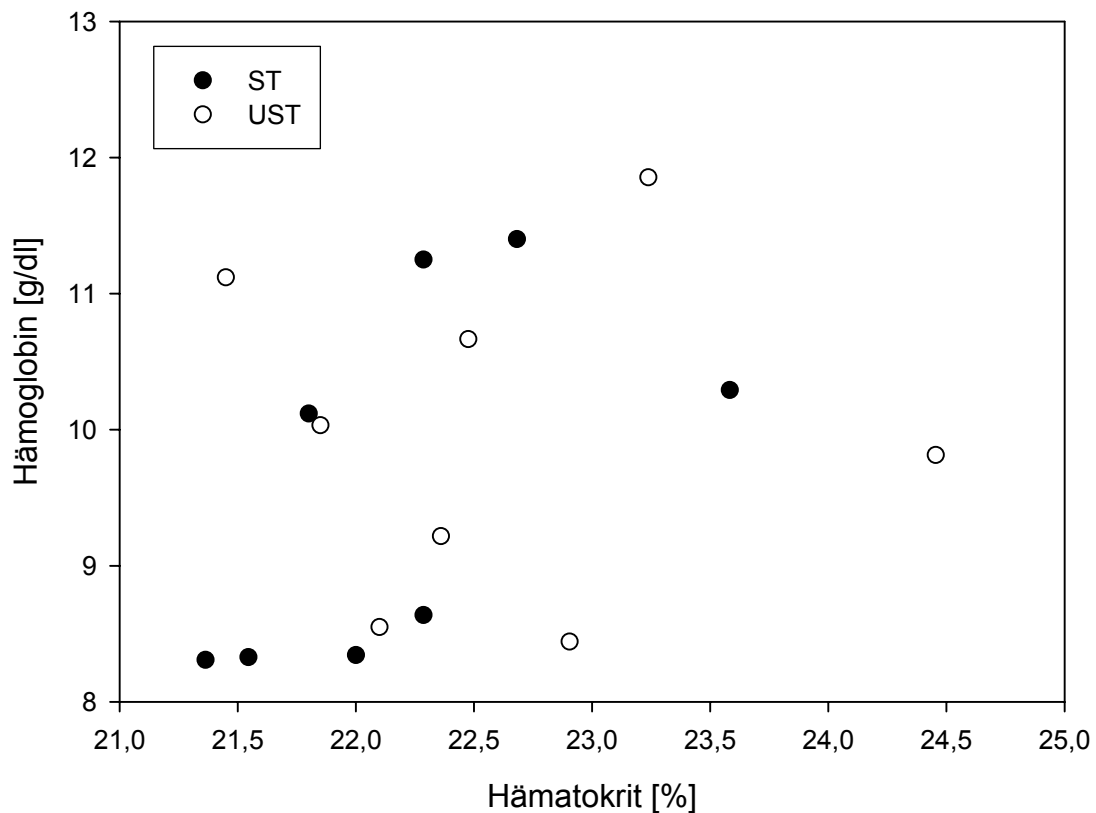
**Abbildung 30:** *Verlauf der durchschnittlichen Hämoglobinwerte über die gesamte Legeperiode hinweg (insgesamt: n=175 pro Gruppe, R.S.-Test, n.s.)*

Der Unterschied zwischen den Werten von Oktober bis Januar (Winter) und den Ergebnissen von März bis Juli (Sommer) ist innerhalb beider Gruppen signifikant (Tabelle 48).

**Tabelle 48:** *Hämoglobin-Durchschnittswerte ( $\pm$ SEM) in g/dl; t-Test / R.S.-Test*

	Winter	Sommer	p
<b>ST</b>	8,4 $\pm$ 0,08	10,8 $\pm$ 0,33	0,029
<b>UST</b>	9,1 $\pm$ 0,37	10,9 $\pm$ 0,43	0,019

Bei der Gruppe auf der ST-Seite bestand eine Korrelation zwischen dem durchschnittlichen Hämatokrit-Wert und der Hämoglobin-Konzentration im Blut (n=8 Blutuntersuchungen,  $r=0,83$ ,  $p=0,01$ , Spearman Korrelation). Bei den Tieren auf der unstrukturierten Seite konnte keine Korrelation festgestellt werden (Abbildung 31).



**Abbildung 31:** *Vergleich des Hämatokritwertes mit dem Hämoglobingehalt im Blut (n=8 Blutentnahmen; ST:  $r=0,83$ ,  $p=0,01$ ; UST:  $r=-0,07$ ,  $p=0,84$ ; Spearman Korrelation)*

#### 4.6.3 Calcium und Phosphor

Der Calcium-Gehalt des Serums konnte von 166 Tieren der ST-Seite und 169 Hennen der UST-Seite bestimmt werden (Gesamtzahl an Proben aus acht Blutentnahmen). Der Durchschnittswert lag bei beiden Gruppen zwischen 22 und 23 mg/dl. Es konnte insgesamt kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen festgestellt werden.

Die Phosphor-Bestimmung erfolgte an 163 Proben von Tieren aus dem strukturierten Bereich und an 170 Proben, welche von Hennen aus dem unstrukturierten Abteil stammten.

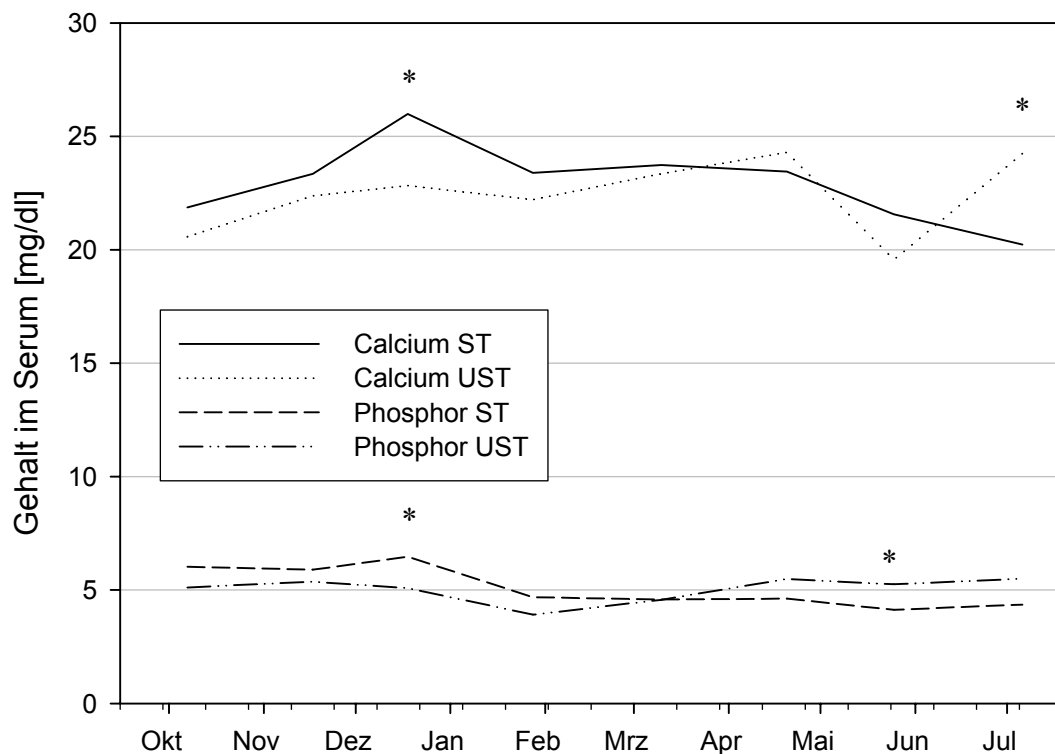
Die Werte beider Gruppen lagen im Schnitt bei 5 mg/dl. Es bestand insgesamt kein signifikanter Unterschied.

Zwischen dem Calcium- und dem Phosphorgehalt im Serum bestand bei beiden Gruppen kein gesicherter Zusammenhang (Spearman Korrelation,  $p>0,05$ ).

**Tabelle 49:** Calcium- und Phosphor-Durchschnittswerte ( $\pm$  SEM) aus acht Blutentnahmen [mg/dl], (Median)

	ST	UST
<b>Calcium</b>	22,88 $\pm$ 0,34 (22,78), n=166	22,37 $\pm$ 0,36 (22,87), n=169
Minimum	10,57	8,94
Maximum	32,74	32,72
<b>Phosphor</b>	5,07 $\pm$ 0,15 (4,94), n=163	5,02 $\pm$ 0,13 (5,00), n=170
Minimum	0,57	0,98
Maximum	13,10	10,21
<b>Ca/P - Verhältnis</b>	4,51:1	4,46:1

Betrachtet man den Verlauf des Calcium- und Phosphorgehaltes im Serum, so fällt auf, dass die Tiere aus dem strukturierten Bereich bis März die höheren Werte aufwiesen. Anschließend fand ein Wechsel statt, wobei im Mai bei den Tieren auf der unstrukturierten Seite ein starker Einbruch der Calcium-Konzentration zu verzeichnen war (Abbildung 32).



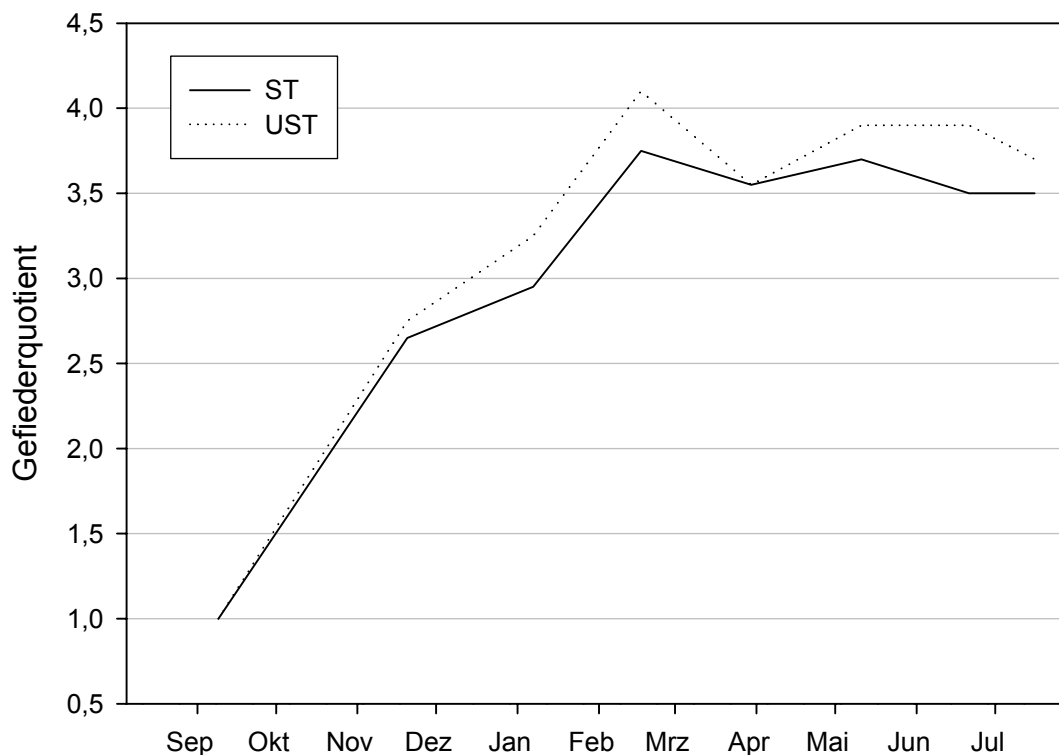
**Abbildung 32:** Verlauf der durchschnittlichen Calcium- und Phosphorkonzentration im Serum, t-Test / R.S.-Test, insgesamt n.s., \* ( $p < 0,05$ )

## 4.7 Bonitierung

Über die gesamte Legeperiode hinweg wurden insgesamt acht Bonitierungen an jeweils 20 Tieren pro Seite durchgeführt.

Der Gesamteindruck jedes einzelnen untersuchten Huhnes wurde in einer Bewertungsskala mit den Graden 1-6 erfasst (siehe 3.8) und aus dem Durchschnitt pro Bonitierungstermin ein Gefiederquotient errechnet. Je höher der Quotient, desto schlechter die Befiederung.

Bei der Einstellung wiesen alle Tiere ein vollständiges und unbeschädigtes Gefieder (Grad 1) auf. Von September bis Februar fand dann jedoch eine konstante Verschlechterung des Befiederungszustandes statt. Von März bis Juli waren nur noch geringe Veränderungen bemerkbar (Abbildung 33).



**Abbildung 33:** *Vergleich des Gefiederquotienten, n=20 pro Termin und Seite, R.S.-Test, n.s.*

Die Tiere der strukturierten Seite waren am Ende der Legeperiode in Bezug auf den Befiederungsgrad tendenziell etwas besser (Durchschnitt 3,5 im Vergleich zu 3,7 bei den Hennen der unstrukturierten Seite). In beiden Abteilen konnten keine Hennen mehr mit einem vollständigen Gefieder gefunden werden, der Grad 6 wurde allerdings auch von keinem der Tiere erreicht.

**Tabelle 50:** *Ergebnisse der Endbonitierung (65. LW), angegeben ist die Anzahl an Tieren mit der jeweiligen Gefiedernote und der prozentuale Anteil an allen untersuchten Hühnern der entsprechenden Seite (n=20 pro Seite)*

	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4	Grad 5	Durchschnitt	Median
<b>ST</b>	0	2 (10%)	9 (45%)	6 (30%)	3 (15%)	3,5 ± 0,20	3,0
<b>UST</b>	0	2 (10%)	7 (35%)	6 (30%)	5 (25%)	3,7 ± 0,22	4,0

Ab Mitte der Legeperiode wurden in zunehmendem Maße Entzündungen an den bevorzugten Pickstellen wie Kloake, Bauch, Brust und Rücken verzeichnet. Blutige Stellen oder anderweitige Verletzungen waren im Rahmen der Bonitierungen jedoch nie feststellbar.

Auch an den Krallen, Sohlenballen, Gelenken und Ständern, sowie am Schnabel und den Augen waren bei beiden Gruppen keinerlei Verletzungen oder pathologische Zustände erkennbar.

Während der Verhaltensbeobachtungen wurde bei beiden Gruppen jeweils ein Huhn mit einem Kloakenvorfall erfasst, das an dieser Stelle bereits von anderen Tieren blutig gepickt worden war. Die Tiere wurden eingefangen und aus der Gruppe entfernt. Abgesehen von diesen beiden Tieren konnte kein Fall von Kannibalismus an lebenden Tieren festgestellt werden. Tote Tiere wurden dagegen häufig angepickt und zum Teil fast vollständig ausgehöhlt und aufgeessen.

#### **4.8 Erkrankungen und Verluste**

Anfang Februar (etwa 40. LW) *erkrankten* die Hühner, was sich vor allem durch einen plötzlichen Leistungseinbruch (Legeleistung um etwa ein Viertel abgesunken) und in einer reduzierten Futteraufnahme (ein Drittel weniger als zuvor) manifestierte. Trotz umfangreicher serologischer und parasitologischer Untersuchungen sowie einer Futteranalyse konnte keine eindeutige Ursache festgestellt werden. Sehr vereinzelt Hühner waren apathisch und ganz selten konnte ein Niesen bzw. Husten vernommen werden, ansonsten konnten an den Tieren keine Krankheitsanzeichen festgestellt werden. Allerdings waren die Eier stark verändert. Die normalerweise braunen Eier waren nahezu weiß, zum Teil an einem Pol hell und am anderen dunkler, die Schalen waren dünner, stellenweise rau oder sandpapierartig, mit Furchen, Rissen und Rillen, und auch die Form der Eier war in einzelnen Fällen verändert bis hin zu sehr länglichen Eiern mit extrem spitzen Polen. Es traten keine Todesfälle auf. Die Tiere bekamen aus diesem Grund nur Vitamine über das Trinkwasser verabreicht und die im Rahmen des

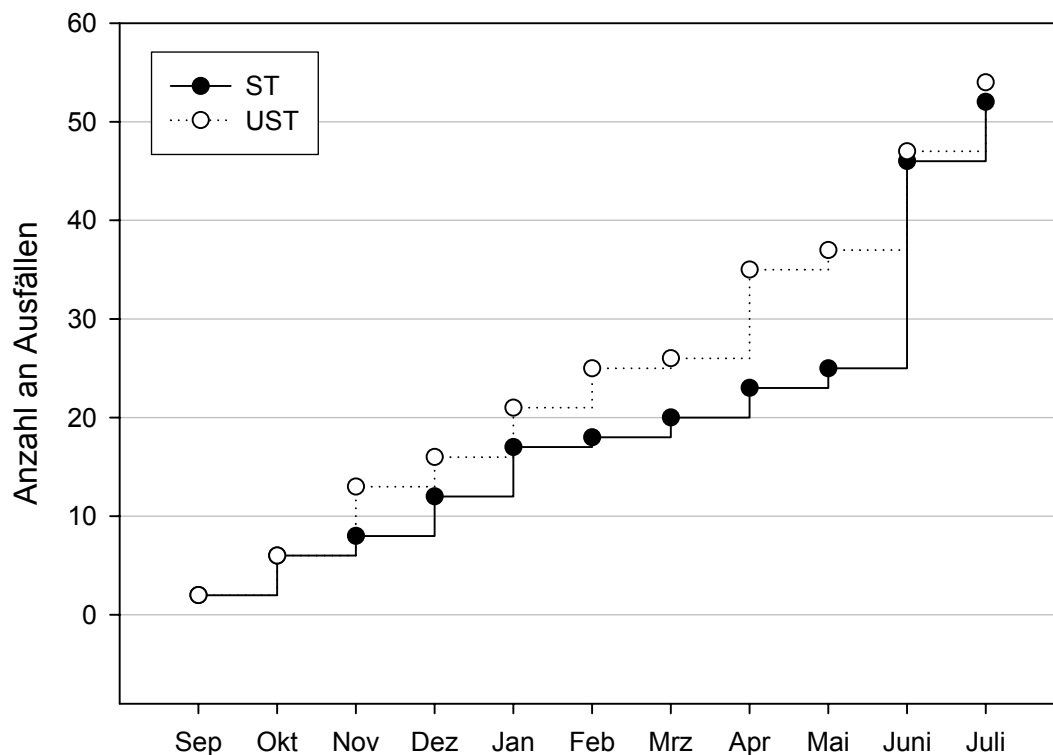
normalen Impfprogrammes anstehende Impfung gegen IB und ND. Außerdem wurden die Tiere wegen des schlechten Wetters für zwei Wochen im Stall eingesperrt und durften nicht in den Auslauf hinaus. Die Legeleistung stieg in der Folge wieder langsam an, erreichte das ursprüngliche Niveau allerdings nicht mehr. Die Eier waren, was die Schalenfarbe und -qualität betrifft, erst nach mehreren Wochen (Anfang Mai) wieder annähernd wie zuvor.

Die *rote Vogelmilbe* trat erst im Frühjahr (April / Mai) mit den steigenden Temperaturen vermehrt auf. Sie konnte hauptsächlich in den Nestern nachgewiesen werden und wurde während der Legeperiode in diesem Bereich mit Gesteinsmehl bzw. Silikatstaub bekämpft.

Die erfassbaren *Verluste*, über die gesamte Legeperiode gesehen, betragen auf der strukturierten Seite 11,55 %, auf der unstrukturierten Seite 12,00 %.

Die durchschnittlichen monatlichen Verluste beliefen sich bei der ST-Gruppe auf 4,7 Tiere, wobei die Werte der einzelnen Monate zwischen einem und 21 Tieren pro Monat lagen, bei der UST-Gruppe starben im Schnitt 5,0 Tiere, das Minimum lag bei einem Tier, das Maximum bei 10 Tieren pro Monat.

Von September bis Mai waren die monatlichen Verluste im unstrukturierten Bereich etwas höher, da aber im Juni eine große Zahl der Tiere im strukturierten Bereich starben, waren die Tierzahlen am Ende der Legeperiode relativ ausgeglichen (Abbildung 34).



**Abbildung 34:** Vergleich der Tierverluste beider Gruppen (summiert),  $n=450$  eingestellte Tiere pro Seite, R.S.-Test, *n.s.*

Erwähnt werden muss, dass bei der Ausstallung 16 Tiere weniger als erwartet vorgefunden wurden, es konnte allerdings nicht mehr festgestellt werden, bei welcher Gruppe wie viele Tiere fehlen. Insgesamt liegt die Verlustrate für beide Gruppen gemeinsam bei 13,55 %.

Die Ursachen der Ausfälle wurden nicht immer festgestellt. Bei der Sektion eines Huhnes im Januar wurde eine jauchige Bauchfellentzündung mit Verwachsungen von Ovar und Darm festgestellt, ein anderes Tier wies im April eine sehr brüchige Leber und als bakteriologischen Befund einen geringgradigen Befall der Leber mit *Cl. perfringens* auf (die Sektionen wurden vom Tiergesundheitsdienst Bayern e.V. durchgeführt). Ein Huhn der UST-Gruppe und zwei Hühner der ST-Seite wurden von einem Habicht erbeutet und jeweils drei Hühner beider Seiten wurden ohne Kopf aufgefunden, da sie diesen im Nest oder Futterband eingeklemmt hatten. Ein Huhn der unstrukturierten Seite musste wegen eines bereits blutig gepickten Kloakenvorfalles getötet werden und ein Hahn der Gruppe im unstrukturierten Bereich wurde bereits im Oktober tot aufgefunden, der Grund für diesen Ausfall ist nicht bekannt. Einige der toten Tiere waren auch schon zu einem großen Teil von den anderen Hühnern angefressen worden. Aus diesem Grund und aus Gründen des betriebsspezifischen Managements waren keine weiteren Untersuchungen (Sektion) mehr möglich.

#### **4.9 Parasitologische Kotuntersuchung**

Über die gesamte Legeperiode hinweg wurden 22 Sammelkotproben (von beiden Gruppen jeweils 11 Proben) auf Parasiten untersucht. In keiner der Proben konnten Wurmeier nachgewiesen werden. Gleiches galt für die Bodenproben vom Auslauf, welche direkt vor der ersten Nutzung und am Ende der Legeperiode entnommen wurden.

Außerdem wurde am 04.09.2003 vom Tiergesundheitsdienst Bayern e.V. im Rahmen der Einstallungs-Untersuchung und Anfang Februar auf Grund von Krankheitserscheinungen jeweils eine Kotprobe entnommen. Eine weitere Kotprobe wurde am 18.05.2004 an der Geflügelklinik der LMU München untersucht. Auch diese Proben waren bis auf einen sehr geringgradigen Befall mit Kokzidien negativ.

#### **4.10 Sektion**

Am Ende der Legeperiode wurden je 20 zufällig ausgewählte Tiere pro Gruppe untersucht. Hierbei wurden deutliche Veränderungen festgestellt und keines der Tiere war ohne pathologischen Befund.

Alle Tiere hatten eine Fettleber, welche bei den meisten Tieren hochgradig ausgeprägt war. Ein Großteil der Tiere wies außerdem auch eine hochgradige Herzkranzverfettung auf. Die

Brustbeine waren bei mehr als der Hälfte aller Hennen verändert, wobei jedoch nur gering- bis mittelgradige Verkrümmungen auftraten.

Deutliche Unterschiede zwischen beiden Gruppen gab es bezüglich des Aussehens der Femurköpfe. Bei mehreren Tieren auf beiden Seiten bestand der Verdacht einer Femurkopfnekrose. Es konnte jedoch nicht ganz ausgeschlossen werden, dass diese Veränderungen zum Teil artifiziell beim Auslösen mitverursacht wurden. Bei der UST-Gruppe waren zudem fünf Hühner mit einer Femurkopfab- oder auflösung zu finden, auf der strukturierten Seite jedoch keines. Bei den betroffenen Tieren war der Femurkopf so weit angegriffen und zerstört, dass er nur noch andeutungsweise zu erkennen, beziehungsweise gar nicht mehr vorhanden war, oder schon vor dem Auslösen eine Ablösung des Femurkopfes stattgefunden hatte.

Auffallend waren bei beiden Gruppen grau-grüne bis fast schwarze Verfärbungen an den Organen, wobei vor allem das Mesenterium, die Blinddärme und der Magen betroffen waren (ST 9, UST 6 Tiere betroffen). Injizierte Ovarialgefäße und rötlich gestreifte Eileiter wurden auf der strukturierten Seite etwa doppelt so häufig festgestellt wie bei der anderen Gruppe (Ovarien: ST 13, UST 6; Eileiter: ST 5, UST 2). Zwei Hühner der Gruppe im strukturierten Bereich hatten im Inneren orange verfärbte Kniegelenke und zwei der untersuchten Hennen hatten ein inaktives Ovar. Befunde dieser Art wurden bei den Tieren der anderen Gruppe (UST) nicht erhoben.

**Tabelle 51:** *Ergebnisse der Sektion, Häufigkeiten einzelner Befunde (betroffene Tiere und prozentualer Anteil an allen untersuchten Hühnern der entsprechenden Seite)*

	<b>ST</b>	<b>%</b>	<b>UST</b>	<b>%</b>
<b>Leberverfettung</b>	20	100	20	100
<b>Herzkranzverfettung</b>	15	75	13	65
<b>Brustbeinverkrümmung</b>	16	80	10	50
<b>Femurkopfab-/ auflösung</b>	0	0	5	25

Bei der bakteriologischen Untersuchung der entnommenen Tupferproben (untersucht von der Geflügelklinik der LMU München) wurden folgende Keime isoliert:

**UST-Gruppe:**

Ovar : Mischkultur (+) aus Micrococcaceen und Bacillus spp.

Duodenum: Lactobacillus spp. (+), M. haemolytica (+)

Mesenterium: S. aureus (++)



## ST-Gruppe:

Ovar: Micrococcaceen (+)

Alle anderen Proben (UST: 3x Herzbeutel, 2x Leber, 1x Darm; ST: 2x Kniegelenk) sowie die mykologische Untersuchung verliefen negativ.

### 4.11 Knochenbruchfestigkeit

Bei allen 80 zur Verfügung stehenden Knochen (20 Hühner pro Stallseite mit jeweils zwei Oberschenkelknochen) wurde die maximale Kraft bis zum Bruch des Knochens sowie die Dehnung an diesem Punkt bestimmt (Tabelle 52).

Außerdem wurden die Knochen ihrer jeweils ursprünglichen Körperseite zugeordnet, um die rechte mit der linken Seite vergleichen zu können (Tabelle 53).

Sowohl zwischen den Tieren der strukturierten und der unstrukturierten Seite, wie auch zwischen den Knochen verschiedener Körperhälften konnten bei beiden Parametern keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden.

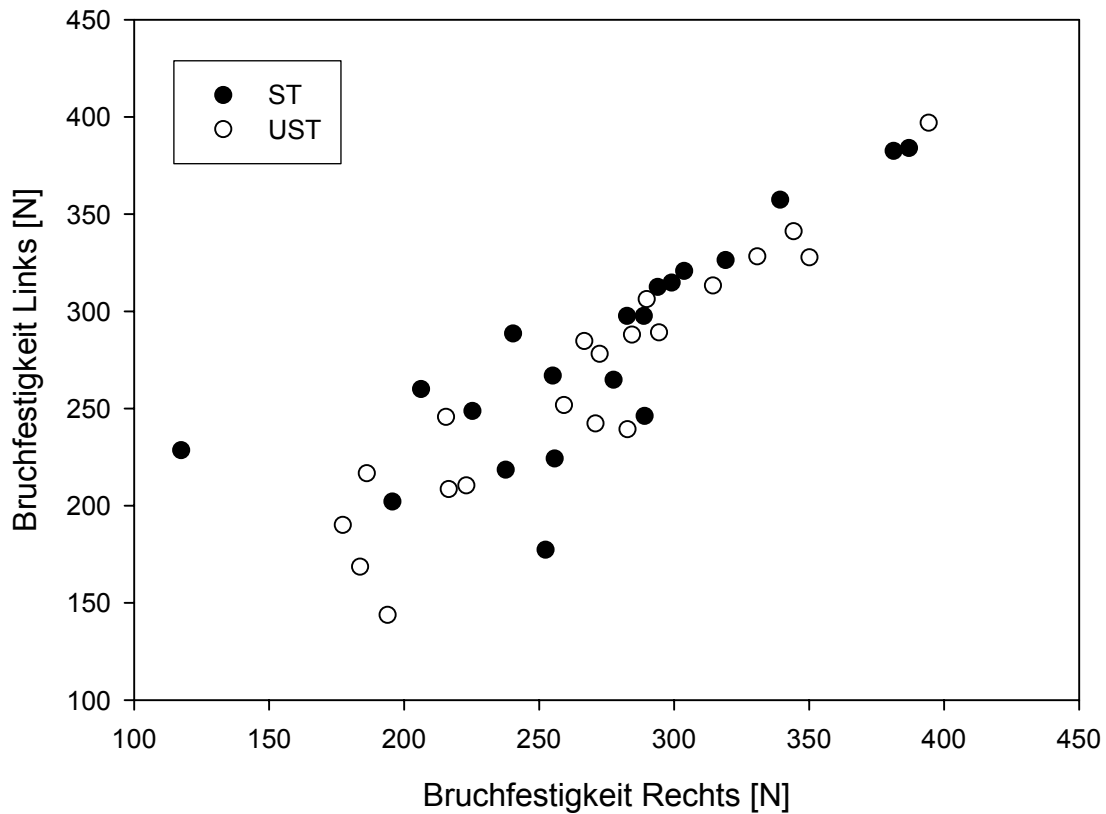
Die durchschnittlich maximal nötige Kraft um den Knochen zu brechen, betrug bei Hennen von der strukturierten Seite 276,7 N, bei Tieren aus dem unstrukturierten Bereich 265,5 N. Tendenziell zeigten Tiere aus dem Bereich mit den Strukturelementen also eine etwas höhere Bruchfestigkeit. Bei ihnen war auch die Dehnung mit 1,58 mm etwas höher als bei den Hühnern der Westseite mit 1,48 mm.

**Tabelle 52:** *Ergebnisse der Knochenbruchfestigkeitsuntersuchung ( $\pm$  SEM, in Klammern der Medianwert), n=40 Knochen pro Seite, t-Test / R.S.-Test, n.s.*

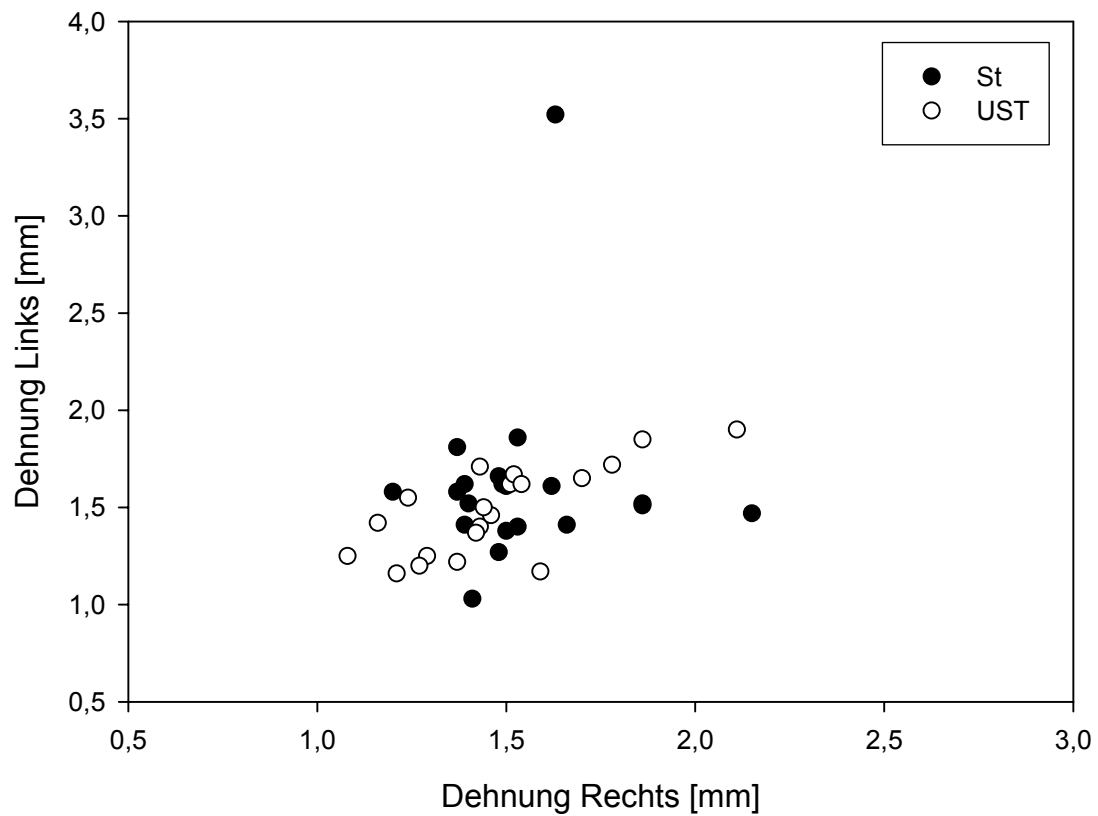
	ST	UST
<b>F max [N]</b>	276,67 $\pm$ 9,41 (280,08)	265,53 $\pm$ 9,74 (271,68)
Minimum	117,43	143,81
Maximum	387,02	397,01
<b>Dehnung [mm]</b>	1,58 $\pm$ 0,06 (1,515)	1,48 $\pm$ 0,04 (1,450)
Minimum	1,03	1,08
Maximum	3,52	2,11

**Tabelle 53:** Mittelwert-Vergleich ( $\pm$  SEM) der Ergebnisse des rechten und linken Oberschenkelknochens,  $n=20$  pro Körperseite und Gruppe

	ST, rechts	ST, links	UST, rechts	UST, links
<b>F max [N]</b>	272,38 $\pm$ 13,97	280,96 $\pm$ 12,89	267,53 $\pm$ 13,70	263,53 $\pm$ 14,20
<b>Dehnung [mm]</b>	1,54 $\pm$ 0,05	1,62 $\pm$ 0,11	1,47 $\pm$ 0,06	1,49 $\pm$ 0,05



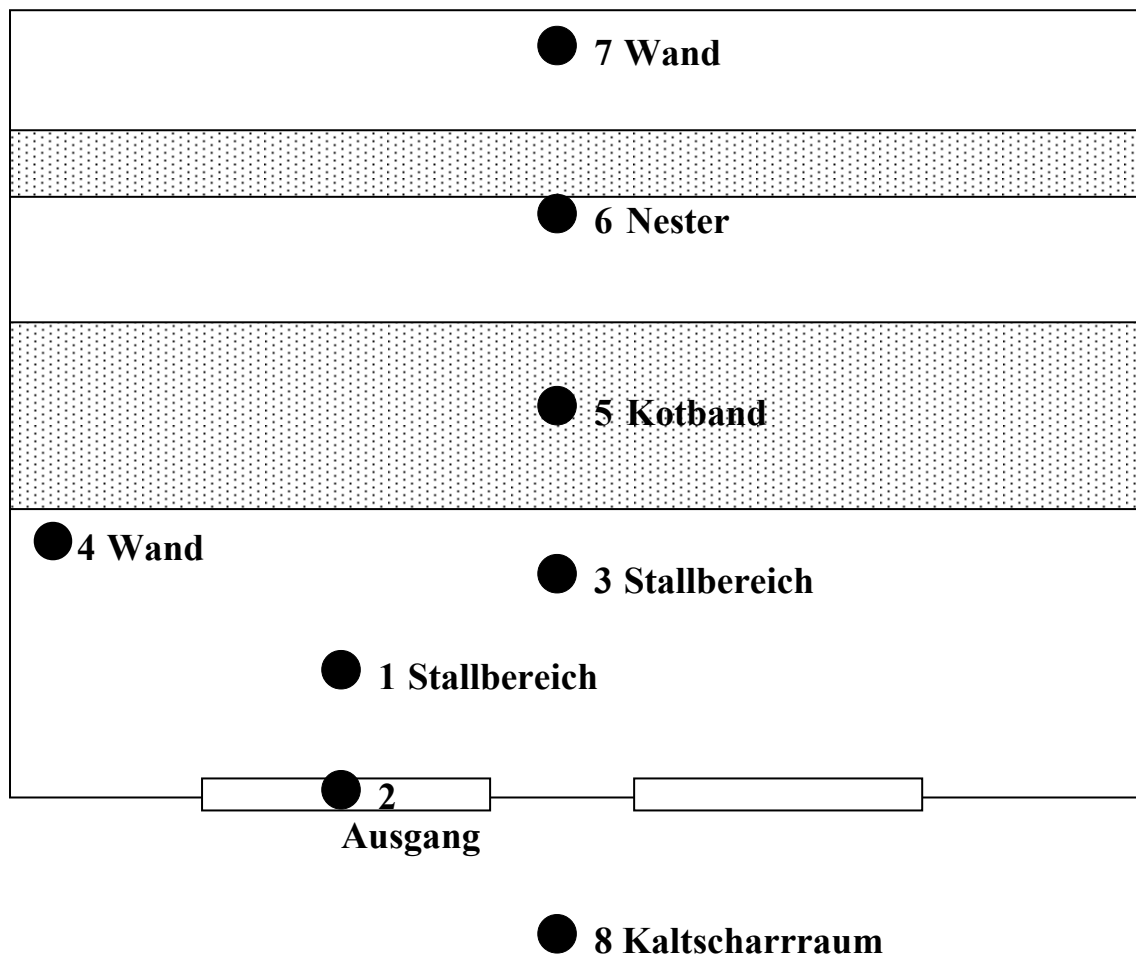
**Abbildung 35:** Einzelwert-Vergleich der Bruchfestigkeit des rechten mit dem linken Oberschenkelknochen ( $n=20$  pro Gruppe und Seite,  $r=0,85$  ST,  $r=0,93$  UST,  $p<0,001$ , Spearman Korrelation)



**Abbildung 36:** *Einzelwert-Vergleich der Dehnung am Punkt der maximalen Belastung zusammengehöriger Knochen (n=20 pro Gruppe und Seite; ST:  $r=-0,10$ ,  $p=0,68$ ; UST:  $r=0,68$ ,  $p<0,001$ , Spearman Korrelation)*

#### 4.12 Ammoniakgehalt der Stallluft

Die Schadgasgehalte in der Stallluft wurden Mitte Mai und Ende Juni 2004 an den acht festgelegten Punkten gemessen (Abbildung 37).



**Abbildung 37:** *Grundriss des untersuchten Legehennenstalles mit eingezeichneten Messpunkten für die Ammoniakkonzentration (Westseite; Ostseite entsprechend spiegelbildlich)*

An Punkt 1, 2 und 5 auf 30 cm Höhe, an Punkt 3, 4 und 8 auf 30 cm und 1 m Höhe und an den Punkten 6 und 7 auf 30 cm und 1,50 m Höhe.

Bis auf eine Ausnahme lagen alle gemessenen Werte unter 20 ppm und an der Stelle, an welcher der Wert überschritten wurde (Messpunkt 3 auf 30 cm Höhe in der Osthälfte des Stalles Ende Juni) konnten an diesem Tag Werte zwischen 3 und 22 ppm gemessen werden und der hohe Wert war nicht konstant vorhanden. Gerade in der Nähe der Ausgänge waren die Schwankungen oft beträchtlich.

Vergleicht man die gemessenen Konzentrationen beider Seiten miteinander, so können meist nur Unterschiede von maximal 1-3 ppm an den entsprechenden Stellen festgestellt werden.

Auffallend ist, dass Mitte Mai im Kaltscharrraum eine geringe Ammoniakkonzentration nachweisbar war, da dieser zwei Seiten besitzt, welche nur aus Drahtgeflecht bestehen und deshalb eine gute Durchlüftung und annähernd Außenluftqualität vorhanden ist.

**Tabelle 54:** *Ergebnisse der einzelnen Schadgasmessungen in ppm*

		<b>Erste Messung (Mitte Mai)</b>		<b>Zweite Messung (Ende Juni)</b>	
<b>Messpunkt</b>	Messhöhe	Ost	West	Ost	West
<b>1</b>	0,3 m	7	6	0 - 14	5 - 14
<b>2</b>	0,3 m	5	5	0 - 4	0 - 4
<b>3</b>	0,3 m	14	11	3 - 22	5
	1,0 m	11	14	2	4
<b>4</b>	0,3 m	14	14	5 - 6	5 - 6
	1,0 m	15	14	3	4
<b>5</b>	0,3 m	12	12	0	4
<b>6</b>	0,3 m	8	7	5	5
	1,5 m	7	8	2	3
<b>7</b>	0,3 m	5	5	11	9
	1,5 m	5	5	4	4
<b>8</b>	0,3 m	3	4	0	0
	1,0 m	3	4	0	0

#### **4.13 Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse**

Für einen abschließenden Vergleich der beiden Gruppen wurden die Ergebnisse für alle untersuchten Parameter gegenübergestellt. Die Gruppe, die bei der jeweiligen Untersuchung besser abgeschnitten hatte, erhielt ein +, die schlechtere Gruppe ein -. Verwendet wurden zum Vergleich grundsätzlich die Mittelwerte. Es wurden nur signifikante Unterschiede in die Gegenüberstellung einbezogen. Bei nicht signifikant unterschiedlichen Ergebnissen erhielten beide Gruppen ein =. Für die Bewertung des Verhaltens und der Tierzahlen wurden die Werte aus allen sechs Bereichen (Kaltscharrraum, Übergang und vier Quadranten) der jeweiligen Seite in einem Wert zusammengefasst und verglichen.

**Tabelle 55:** Gegenüberstellung der Ergebnisse beider Gruppen, + signifikant besser;  
\* (einzelne Werte mit signifikantem Unterschied)

<u>Parameter</u>	<u>Strukturierte Seite</u>	<u>Unstrukturierte Seite</u>
<b><u>Leistung</u></b>		
Legeleistung	=	=
Eigewichte	=	=
Verlegte Eier	+	-
Bruch-, Knick- und Schmutzeier	=	=
Bruchfestigkeit	=	=
Schalendicke	=	=
Futtermverbrauch	+	-
<b><u>Gesundheit</u></b>		
IgY	=	=
Hämatokrit, Hämoglobin	=	=
Ca, P	=	=
Bonitierung	=	=
Knochenbruchfestigkeit	=	=
Knochenelastizität	=	=
Verluste	=	=
<b><u>Verhalten</u></b>		
Tierzahlen bzw. Auslaufnutzung*	+	-
Gefiederpflege, Sandbaden, Ruhen*	+	-
Federpicken	=	=
Aggression	=	=

## 5 DISKUSSION

### 5.1 Verhalten

Die Tierzahlen im Auslauf, das Verhalten der Hennen und die Nutzung der Strukturelemente wurden mit Hilfe von **Direktbeobachtungen** untersucht. Eine gewisse, kaum zu vermeidende Ungenauigkeit bei der Auszählung, vor allem auf Grund der großen Tierzahlen, wurde durch die Aufteilung der Auslauffläche in kleinere Bereiche und die häufige Durchführung der Beobachtungen (insgesamt 35 Beobachtungstage) auf ein Minimum reduziert. Bei der Bewertung der Ergebnisse muss einiges beachtet werden und die hier erzielten Resultate dürfen nicht uneingeschränkt auf andere Betriebe übertragen werden. Ein wichtiger Punkt ist, dass die Versuchsstation Viehhausen in der Nähe des Münchner Flughafens liegt, und die Flugzeuge je nach Windrichtung zum Teil direkt über den Mobilstall hinweggeflogen sind. Dies hatte sicherlich eine gewisse Beeinflussung der Hühner zur Folge (Tage, an denen die Belastung durch Flugverkehr subjektiv als sehr stark empfunden wurde, sind in Tabelle 11 entsprechend gekennzeichnet). Außerdem handelte es sich bei den beiden Gruppen um zwei voneinander getrennte, individuelle Gruppen mit eigener Dynamik und Sozialstruktur. Durch die identische Herkunft und Haltung wurde dieser Einfluss jedoch auf ein Mindestmaß reduziert. Die unterschiedliche Anzahl von Hähnen (ST 5, UST 4 auf Grund eines Ausfalles) und gewisse Ost - West - Einflüsse konnten dagegen ebenso wenig beeinflusst oder ausgeschaltet werden, wie das über den Zaun hinweg gut hörbare Geräusch flüchtender Hennen auf der anderen Seite.

Wie bereits von verschiedenen Autoren beschrieben, konnte auch in der vorliegenden Untersuchung ein **Einfluss der Witterung** auf die Auslaufnutzung festgestellt werden. Die Ergebnisse in Bezug auf die Reaktion der Hennen auf verschiedene Temperaturbedingungen widersprachen jedoch der von ABDOLMOHAMMADI (1998) bei einer Gruppe von 38 Hühnern gemachten Beobachtung, dass bei Temperaturen über 15°C mehr Tiere den Auslauf nutzen. Die Hühner dieser Studie bevorzugten gemäßigte Temperaturen zwischen 0 und 20°C. An Tagen mit höheren und niedrigeren Temperaturen waren dagegen tendenziell weniger Tiere im Auslauf. Bei einer Aufteilung in vier Temperaturabschnitte waren die Tierzahlen im Auslauf bei 0-10°C am höchsten. Bei REICHARDT et al. (2004) hingegen wurde der Bereich von 10 bis 20°C bevorzugt, welcher in der vorliegenden Studie an zweiter Stelle lag. Entsprechend der Aussage von KEELING und DUN (1988), dass die Hennen ein trockenes Wetter mit bedecktem Himmel vorziehen, und den Angaben von HUGHES und DUN (1984) sowie FÖLSCH (1981), nach denen die Hühner Wind und Regen nicht mögen, befanden sich

bei einer hohen Windgeschwindigkeit ( $>2,5$  m/s) tendenziell weniger Tiere im Auslauf und bei einem kurzen Schauer konnte beobachtet werden, wie sich der Großteil der Hennen zügig in Richtung Stall bewegte. Ein gesicherter Zusammenhang zwischen der Nutzung der Auslaufflächen und der Strahlungsintensität konnte dagegen nicht festgestellt werden. Beim Vergleich der Tierzahlen mit der Windgeschwindigkeit fällt auf, dass die Tierzahlen auf der unstrukturierten Seite mit zunehmender Windgeschwindigkeit kontinuierlich abnahmen, auf der strukturierten Seite war dagegen erst bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten eine Auswirkung auf die Auslaufnutzung feststellbar. Hier boten die Elemente eventuell einen gewissen Schutz und Anreiz den Auslauf trotz des Windes zu nutzen.

Die **Nutzung** des Kaltscharranges lag mit 7-9 % (Winter) und 12-16 % (Sommer) wie auch die Frequentierung des Auslaufes mit 14-18 % (Winter) und 13-20 % (Sommer) unter den von MEIERHANS und MENZI (1995), HÄNE (1999) und NIEBUHR (2001) erzielten Werten. Sie stimmen jedoch annähernd mit den Zahlen von HÖFNER et al. (2001) und ZELTNER et al. (2004) überein. Ein Grund für die etwas geringeren Tierzahlen könnte sein, dass die Hühner den Auslauf laut OTTO (1980), BUBIER und BRADSHAW (1998), VAN DEN WEGHE et al. (2000) und NIEBUHR (2001) vor allem morgens sowie am späten Nachmittag und Abend nutzen, die Beobachtungen jedoch von 11 Uhr bis zum späten Nachmittag (15 bzw. 17 Uhr) durchgeführt wurden. Laut STAACK und KNIERIM (2004) korreliert die Auslaufnutzung mit der Strukturierung, welche zudem einen positiven Einfluss auf die Verteilung der Hennen hat. Diese Beobachtung konnte in der vorliegenden Studie bestätigt werden. Die strukturierte Fläche wurde gleichmäßiger und von deutlich (im Sommer signifikant) mehr Hennen genutzt als die unstrukturierte Hälfte. Bei BÜSCHER et al. (2003) und HARLANDER-MATAUSCHEK (2002) hatte die Strukturierung dagegen keine signifikant stärkere Nutzung zur Folge. Es muss jedoch erwähnt werden, dass der stallnahe innere Quadrant, trotz einer ansonsten guten Verteilung, am meisten mit Hennen besetzt war und es auf beiden Seiten im stallnahen Bereich zu einer Zerstörung des Bewuchses kam, von der auch schon ACHILLES et al. (2002), ELBE et al. (2003), KANSWOHL und TREPTOW (2003) sowie ZELTNER und HIRT (2003) berichteten. Auffällig ist, dass im Vergleich beider Gruppen der Kaltscharrang der UST-Seite und der Auslauf der ST-Seite jeweils mehr genutzt wurden. Die Tiere im unstrukturierten Bereich hielten sich demnach mehr im Kaltscharrang und im Sommer zusätzlich in dem an ihn anschließenden Übergangsbereich auf, wohingegen die Tiere der strukturierten Hälfte noch weiter hinaus bis in den Auslauf wanderten. Der von BUBIER und BRADSHAW (1998) und FÖLSCH et al. (2002) beschriebene Einfluss einer automatischen Fütterung kann nur bestätigt werden. Im Vorversuch hatte das Geräusch des Futterbandes eine



derart starke Beeinflussung der Tiere zur Folge, dass im Versuch selbst die entsprechenden Zeiten umgangen werden mussten, um diese starke Einflussgröße auszuschalten. Allerdings überstieg die Auslaufnutzung außerhalb der Fütterungszeiten die von BUBIER und BRADSHAW (1998) genannte Nutzungszahl von 5-11 % in Haltungen mit automatischer Fütterung. Ein hohes Aufkommen an Greifvögeln bewirkt laut OTTO (1980) einen Rückgang der Auslaufnutzung, wobei die Angst vor Flugobjekten allgemein an die Form von Raubvögeln gebunden ist (GRAUVOGL, 1997). Hierzu muss festgestellt werden, dass die Tiere gerade vor den Flugzeugen immer geflohen sind und nie eine Gewöhnung daran feststellbar war, wohingegen die ständig vorhandenen Krähen mit der Zeit toleriert wurden. Offensichtlich ähnelten die Flugzeuge in Bezug auf die Form einem Greifvogel, wobei die durch sie zusätzlich verursachte Lärmbelastung sicher nicht unterschätzt werden darf. Gerade an Tagen, an denen die Hühner alle zwei bis drei Minuten vor überfliegenden Flugzeugen flüchten mussten, konnte beobachtet werden, dass im Anschluss an eine Flucht immer weniger Tiere in den Auslauf zurückkehrten. Die Nutzung wurde also tatsächlich immer geringer.

In den **ersten 5 bis 10 Minuten** hielten sich deutlich mehr Tiere im strukturierten Bereich auf als im unstrukturierten. Die Strukturierung scheint hier einen zusätzlichen Anreiz geliefert zu haben, den Stall zu verlassen. Die Tiere befanden sich auf beiden Seiten vor allem im stallnahen inneren Bereich und nur wenige entfernten sich in diesen ersten Minuten weit vom Stall. Betrachtet man die Tierzahlen im Auslauf in den ersten 5 bis 10 Minuten nach Öffnen der Ausgänge und die im Rahmen der Beobachtungen erfassten durchschnittlichen Tierzahlen, so liegt die Vermutung nahe, dass die Tiere zwar aus dem Stall stürmten sobald sie die Möglichkeit dazu hatten, dass sich dann aber ein großer Teil der Hennen innerhalb kurzer Zeit wieder in den Stall zurückzog. Die Tierzahlen am Anfang lagen im Schnitt deutlich über den bei den Beobachtungen erzielten Werten.

Allgemein ist zum **Verhalten** zu sagen, dass Picken und Scharren die am häufigsten ausgeübten Verhaltensweisen waren, was damit die Einschätzung, dass Hühner normalerweise 40 bis 50 % des Tages mit der Nahrungssuche und -aufnahme beschäftigt sind (FÖLSCH, 1981; FÖLSCH et al., 1992; TREI, 2001; ACHILLES et al., 2002) bestätigt und der Beobachtung von ZELTNER et al. (2004) entspricht. Im Winter, wenn das Picken von Gras nicht möglich war, standen die Tiere häufig am Rand des Kaltscharr-raumes und pickten Schnee. ACHILLES et al. (2002) wiesen darauf hin, dass ein nach Süden ausgerichteter Außenklimaraum zum Sonnenbaden und zur Gefiederpflege genutzt wird. Dies konnte in der vorliegenden Studie häufig beobachtet werden. Im Kaltscharr-raum und Übergangsbereich fanden oft Aktivitäten aus dem Bereich des Komfort- und Ruheverhaltens statt. Gerade auch

Sonnenbaden wird durch das einfallende Sonnenlicht ausgelöst (HUBER et al., 1994). Sonnen- und Sandbaden auf den ersten Metern wird auch von PETERMANN (2003) beschrieben. Entgegen ihrer Befürchtung wurde die Fläche jedoch nicht in eine Kraterlandschaft verwandelt. Vermutlich konnte dies durch das Aufbringen von Holzschnitzeln im Übergangsbereich verhindert werden. Im Sommer konnte vor allem bei der Gruppe auf der strukturierten Seite die Ausübung von Komfort- und Ruheverhalten auch im Auslauf beobachtet werden. Hierzu wurden stets die Elemente aufgesucht und in deren Schutz Gefiederpflege betrieben, geruht oder staubgebadet. Diese Tätigkeiten wurden allgemein, wie schon von WOOD-GUSH (1971) und STAACK und KNIERIM (2004) beschrieben, meist in der Gruppe ausgeübt.

**Federpicken** und **aggressive Auseinandersetzungen** wurden am meisten im Kaltscharraum und im Übergangsbereich verzeichnet. Diese beiden Bereiche wiesen im Vergleich zu ihrer Fläche einen höheren Besatz mit Tieren auf als die verschiedenen Quadranten des Auslaufes. Vermutlich bot die Grünfläche zudem noch eine gewisse Ablenkung und es waren mehr Ausweichmöglichkeiten vorhanden. Auffällig war allerdings, dass es gerade unter den Strukturelementen, bei einer kurzzeitig höheren Besatzdichte, hin und wieder zu aggressivem Verhalten kam. Dies legt die Vermutung nahe, dass die Häufigkeit von Federpicken und aggressivem Verhalten eng mit der Besatzdichte gekoppelt ist.

Die angebotenen **Strukturelemente** wurden von den Hennen sofort genutzt, wobei hinzugefügt werden muss, dass die Tiere am Anfang den noch vorhandenen Mais als Schutz aufgesucht hatten und in gewisser Weise schon mit einer Strukturierung im Auslauf vertraut waren. Bei einer möglichen Gefahr flohen die Hennen zum nächstgelegenen Element, sobald sich ihnen jedoch die Möglichkeit bot, rannten sie weiter in den Kaltscharraum und anschließend bis in den Stall hinein. Wie schon von ACHILLES et al. (2002) beschrieben, werden also Zwischenziele genutzt, der Stall scheint aber als am sichersten angesehen zu werden. Die auf den ersten Blick relativ geringen Nutzungszahlen entstanden dadurch, dass der gesamte Auslauf im Durchschnitt von 80 bis 90 Tieren besucht war und sich diese auf acht mögliche Elemente verteilten. Die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten (darauf sitzen, Sandbaden, auf einen Querbalken sitzen) wurden von den Hühnern kaum in Anspruch genommen. Meist saßen sie nur darunter. Dies widerspricht der Annahme von BAUMANN (2001), dass überdachte Sandbäder neben der Schutzfunktion auch zur Körper- und Gefiederpflege aufgesucht werden. Zu den drei verschiedenen Bauweisen und der Wahlmöglichkeit in 20 und 35 m Abstand ist zu sagen, dass die Beliebtheit eines Strukturelementes vor allem von der Entfernung zum Stall (abnehmende Nutzung der

Flachdächer, je weiter die Distanz war) und ob es am inneren Trennzaun oder am Außenzaun stand, abhing. Trotzdem scheint es eine gewisse Bevorzugung der Flachdächer gegeben zu haben, die durch die geringe Höhe und geschlossene Form das Schutzbedürfnis der Hennen eventuell mehr zufrieden gestellt haben. Der Unterstand wurde auch in einer Untersuchung von ZELTNER und HIRT (2004) am häufigsten genutzt. Subjektiv schien die Kombination von schattenspendendem Schutzobjekt und vorhandenem Gras am attraktivsten zu sein. Auffallend war, dass die Tiere häufig etwas seitlich vom Element in dessen Schatten saßen. Dieses Phänomen beobachteten auch ZELTNER und HIRT (2004), bei denen die Schatten bietenden Strukturen etwas bevorzugt wurden und REICHARDT et al. (2004), deren untersuchte Hennen schattige Stellen und Bereiche mit Deckung durch Sträucher, Bäume, Unterstände oder die Einzäunung vorrangig als Aufenthaltsorte wählten.

Nach ZELTNER und HIRT (2001) und TREI (2001) lebt die Stammform des Haushuhns in Wäldern mit dichter Bodenvegetation. Als kurzzeitig das Gras und verschiedene Kräuter im Auslauf stellenweise bis zu 70 und 80 cm hoch standen, fiel auf, dass die Tiere die künstlichen Elemente nicht nutzten, sondern sich ausschließlich im hohen Bewuchs aufhielten, und auch die Bepflanzung mit Mais vor Beginn der Versuchsdurchführung schien zumindest subjektiv eine starke Anziehungskraft zu haben. Unter Umständen ziehen die Hühner eine natürliche Strukturierung der künstlichen vor, dies müsste jedoch genauer untersucht werden.

## 5.2 Leistung

Die **Legeleistung** der Tiere erreichte mit knapp 80 % ein akzeptables und im Bereich der Angaben in verschiedenen Literaturquellen (siehe Tabelle 2) liegendes Niveau. Die von DINZINGER und HEIßENHUBER (2004) ebenfalls mit Tetra in Freilandhaltung erzielten 74 % /AH wurden sogar übertroffen. Bedenkt man, dass im Januar / Februar (39.-41. LW) ein starker Einbruch erfolgte, so wären ohne diesen vermutlich krankheitsbedingten Abfall durchaus die Ergebnisse von GOETZ (2003) mit mindestens 80 % und eventuell sogar die von ACHILLES et al. (2002) und BAUMGART (2005) genannten 86 % erreichbar gewesen. Die möglichen Ursachen für diesen Leistungseinbruch sind sehr vielfältig. Nach PAYNE (1966) können sehr niedrige Temperaturen zu einer Abnahme der Legeleistung führen. Nachdem der Einbruch im Winter stattfand, ist zumindest eine Mitbeteiligung denkbar. Da außerdem zu der Kälte eine sehr feuchte Witterung hinzukam, kann auch eine Schwächung des Immunsystems nicht ausgeschlossen werden. Zudem bestand der Verdacht einer Erkrankung an Infektiöser Bronchitis, da diese bei älteren Legehennen zu einem plötzlichen, starken Abfall der

Legeleistung, verbunden mit mangelhafter Eischalenqualität (dünnchalige, missgebildete Eier, braune Eier verlieren die Färbung) führen kann (WOERNLE und HAFEZ, 1992) und die Hühner etwas zu spät nachgeimpft wurden. Eine Erkrankung am Egg-Drop-Syndrom wurde ebenfalls in Betracht gezogen, konnte aber nicht nachgewiesen werden. Laut HOFFMANN (2004) sollte ein Rückgang der Futterraufnahme wegen des Einflusses auf die Leistung vermieden werden. Dies war vermutlich bedingt durch die Erkrankung nicht möglich und führte eventuell zu einem zusätzlichen Leistungsabfall.

Betrachtet man den Verlauf der Legeleistung vor dem Einbruch, so fallen zunächst ein starker Anstieg und das Erreichen des Optimums mit über 90 % Leistung bereits in der 25. LW auf. Dieses hohe Niveau konnte bis zur 39. LW gehalten werden. Nach dem Einbruch erfolgte ein leichter Anstieg und anschließend langsamer Abfall bis zum Ende der Legeperiode hin. KREIENBROCK et al. (2003) gehen allgemein von einem Optimum in der 30. LW und einem anschließenden kontinuierlichen Abfall aus. Die Tiere dieser Studie erreichten ihren Leistungshöhepunkt also etwas früher, konnten das hohe Niveau länger halten als erwartet und der kontinuierliche Abfall setzte später ein.

Zwischen den beiden Gruppen bestand in Hinblick auf die Legeleistung praktisch kein Unterschied. Die minimal höhere Leistung der ST-Tiere lässt sich dadurch erklären, dass die Verluste auf dieser Seite bis Juni geringfügig niedriger waren und die etwas höhere Tierzahl diese Differenz verursacht hat.

Mit weniger als drei Prozent **verlegten Eiern** lagen die Ergebnisse dieser Studie im unteren Bereich der Angaben in der Literatur. ACHILLES et al. (2002b) nennen 3-4 % tolerierbar. Dies bestätigt die gute Nestannahme dieser Linie, von der schon DAMME (2003) berichtete. Da jedoch FÖLSCH et al. (2002) mit derselben Linie in Volierenhaltung deutlich schlechtere Erfahrungen gemacht haben, muss davon ausgegangen werden, dass der Termin der Umstallung, das Nestangebot und das Management ebenfalls einen Einfluss haben. Die Tiere wurden rechtzeitig vor Legebeginn eingestallt und zunächst zwei Wochen lang im Stall eingesperrt, um ihnen die Möglichkeit zu geben, den Stall zu erkunden und sich einzugewöhnen. Sie waren nicht durch den Auslauf abgelenkt, was eventuell zu mehr verlegten Eiern geführt hätte. Außerdem wurden die Hennen erst am späten Vormittag nach beendeter Eiablage in den Auslauf gelassen, weshalb nie Eier im Freiland gefunden wurden. Ein weiterer wichtiger Punkt ist sicherlich, dass die künstliche Strukturierung zwar von oben Schutz und Deckung bietet, andererseits jedoch weniger Anreiz zum Verlegen darstellt als eine natürliche Strukturierung aus dichten Büschen und Hecken, in deren Schatten sich leichter eine Kuhle im weichen Boden scharren lässt. Im Stall stand den Hennen zudem fast

doppelt so viel Nestfläche zur Verfügung als in der entsprechenden Verordnung (Tabelle 7) für die entsprechende Tierzahl gefordert wird.

Als Grund für die höhere Anzahl verlegter Eier auf der unstrukturierten Seite kommen sowohl die Aufzucht, als auch das Nestangebot und Management nicht in Frage, da dies alles bei beiden Gruppen identisch war. Denkbar wäre, dass es auf dieser Seite zu vermehrten Auseinandersetzungen im Stall gekommen ist und schwächere Tiere in dunkle Bereiche des Stalles ausgewichen sind. Möglich wäre auch, dass die Tiere der strukturierten Seite angefangen haben verlegte Eier zu fressen und aus diesem Grund nicht mehr alle erfasst wurden. Eierfressen wurde zwar nie beobachtet, es kann allerdings auch nicht ganz ausgeschlossen werden, da vor allem beschädigte Eier allgemein gerne gefressen werden. Ferner muss bedacht werden, dass auf der UST-Seite pro Tag im Schnitt nur ein Ei mehr verlegt wurde. Diese geringe Differenz könnte schon allein durch ein einzelnes Huhn, welches die Eier grundsätzlich außerhalb des Nestes ablegte, verursacht worden sein.

Der starke Anstieg in der Anzahl verlegter Eier am Anfang der Legeperiode lässt sich mit der allgemein steigenden Zahl gelegter Eier erklären. Ab Oktober fiel die Zahl außerhalb der Nester gelegter Eier stetig ab, was ein Beleg für die gute Nestakzeptanz ist.

Auch der Anteil der **Schmutzeier** war mit knapp 5 % im Vergleich zu den Literaturangaben (Tabelle 4), welche bei Freilandhaltungen bei 10 % und höher lagen, gering. Ein Grund hierfür könnte der relativ gute Bewuchs des Auslaufes sein, welcher eine starke Pfützen- und Schlamm bildung verhinderte. Zudem mussten die Tiere, um vom Auslauf aus die Nester zu erreichen, zunächst den Übergangsbereich mit Holz schnitzeln, den mit Sand gefüllten Kaltscharrraum und die mit Holz schnitzeln eingestreute Stallfläche durchqueren. All dies diente sicherlich als eine Art Schmutzschleuse (ACHILLES et al., 2002; DAMME und HÜLSMANN, 2002). Da die Tiere außerdem erst nach der Eiablage in den Auslauf gelassen wurden, war das Risiko einer hohen Schmutzeierzahl gering. Dazu kam, dass die Hennen bei starkem Regen nur den trockenen Kaltscharrraum nutzen konnten und der Zugang zum Freiland an diesen Tagen verschlossen blieb.

Der gegen Ende der Legeperiode erfolgte Anstieg bei der Zahl der **Knick- und Brucheier** ist eine Folge der zunehmenden Größe der Eier, des Alters der Tiere und der am Ende der Legeperiode häufig feststellbaren schlechteren Eischalenqualität (siehe auch 5.3).

Insgesamt gesehen war die Legeleistung in diesem Durchgang trotz eines starken Einbruches gut. Der Anteil von verlegten Eiern und Schmutzeiern lag in einem akzeptablen und im Vergleich zu verschiedenen Literaturangaben eher niedrigen Bereich. Zwischen den beiden Gruppen gab es keine gravierenden Unterschiede. Die Differenz bei den verlegten Eiern pro

Tag ist zwar signifikant, kann jedoch, da es sich im Schnitt nur um ein Ei handelt, zufällig entstanden sein.

### 5.3 Produktmerkmale

Bei der Verteilung der Eier auf die verschiedenen **Gewichtsklassen** lagen die Ergebnisse für die Größe M mit 23-24 % unter den Angaben von GOETZ (2003) mit 30-49 % und LANGE (2000) mit 26,9 %. In der Legeleistungsprüfung 2001/2002 (ANONYM, 2003) wurden sogar 42 % M-Eier erzielt. Der Anteil der L- und XL-Eier war dagegen mit 57-59 % bzw. 16 % höher als die in der Literatur angegebenen Werte von LANGE (2000) und GOETZ (2003).

Die Aussagekraft der im Rahmen der Eieruntersuchung gemessenen **Eigewichte** ist nur sehr begrenzt, da die Eier meist am Hof schon in Gewichtsklassen eingeteilt und in gewisser Weise vorsortiert wurden. Sie stellten zwar einen Querschnitt dar, wurden jedoch nicht ganz zufällig vom Eiersammelband entnommen. Schwankungen sind vermutlich durch die verhältnismäßig geringe Probenzahl (25 pro Termin und Seite) bedingt. Tendenziell ist ein Anstieg des Eigewichtes zu erkennen, der im Verlauf der Legeperiode und mit zunehmendem Alter der Tiere zu erwarten ist. Mit durchschnittlich 66 g lag das gemessene Eigewicht in dem von GRASHORN (2004b) genannten Bereich bei Braunlegern (65-67 g) und entsprach auch dem von LANGE (2000) mit Tetra in Bodenhaltung erzielten Gewicht. JACOBS und WINDHORST (2003) sowie BAUMGART (2005) erreichten dagegen mit der gleichen Linie in Volierenhaltung nur 63-64 g.

Bei der Messung der **Eischalenbruchfestigkeit** mittels des Messapparates nach Rauch konnte eine gleichmäßig zunehmende Kraft auf die Eischale ausgeübt und das Ergebnis am Punkt des Bruches auf einer Skala, auf zwei Stellen nach dem Komma genau, abgelesen werden (Einheit kp). Mit dem Faktor 9,81 wurde der erhaltene Wert anschließend in N umgerechnet.

Die Bruchfestigkeit der Eischalen beider Gruppen lag mit durchschnittlich 32 N unter den bei der Legeleistungsprüfung 2001/2002 (ANONYM, 2003) von Hennen der gleichen Linie erreichten Werten, jedoch über den von LANGE (2000), ebenfalls bei Tetra-Hühnern, gemessenen Ergebnissen in einer Bodenhaltung. Auch die von BAUMGART (2005) bei Tieren in Volierenhaltung festgestellten Werte waren etwas niedriger. Demnach hätten Tiere in Käfighaltung die beste Eischale mit hoher Bruchfestigkeit, gefolgt von Freilandhennen und Hühnern in Boden-/Volierenhaltung. Da die Versuche jedoch unabhängig voneinander waren, die Tiere nicht alle das gleiche Futter erhielten und die Hennen in der vorliegenden Untersuchung in der Mitte der Legeperiode erkrankten, kann dies nicht verallgemeinert werden. Zudem war die Probenzahl pro Termin in dieser Studie eventuell etwas gering.

Entgegen der Aussage, dass die Werte normalerweise zwischen 20 und 60 N liegen (ANONYM, 2004), wurden auch etwas höhere und deutlich niedrigere Bruchfestigkeiten erzielt. Der niedrigste Wert auf der strukturierten Seite lag mit unter 2 N (UST 4,9 N) in einem sehr niedrigen Bereich. Eier mit einer solch geringen Festigkeit würden einen Transport kaum überstehen und als Knick- oder Brucheier aussortiert werden müssen. Derart geringe Bruchfestigkeiten wurden vor allem während der Erkrankung der Tiere festgestellt, welche vermutlich auch die Ursache für die schlechte Eischalenqualität war.

Der Verlauf beider Gruppen war bis zu einem starken Abfall von Anfang Januar bis Mitte Februar (Erkrankung der Tiere) sehr ähnlich, anschließend waren die Verläufe jedoch zum Teil gegensätzlich oder zeitversetzt. Im April erreichten beide Gruppen etwas versetzt einen erneuten Höhepunkt. Da die Tiere das gleiche Futter erhielten und die Haltung identisch war, kann dieses Phänomen nur mit der jeweils relativ kleinen Probenzahl von 20 Eiern pro Gruppe und der großen Wirkung jedes einzelnen Eies für den Durchschnittswert erklärt werden. Bereits ein bis zwei Eier mit schlechter Schalenqualität und geringer Bruchfestigkeit können den Schnitt drücken. Nur so lassen sich auch die Schwankungen im Laufe der Legeperiode erklären. Als Grund für den Abfall und darauf folgenden erneuten Anstieg ist vermutlich die Erkrankung und anschließende Genesung anzusehen.

Tendenziell ist ein Absinken der Bruchfestigkeit mit Fortschreiten der Legeperiode erkennbar. Als Ursache dafür sind sowohl die höheren Temperaturen im Sommer als auch die zunehmende Eigröße im Laufe der Legeperiode denkbar (KRAX, 1974; SCHOLTYSSEK, 1994). Durch eine geringere Futteraufnahme bei hohen Temperaturen wird weniger Calcium aufgenommen, mit zunehmender Eigröße jedoch mehr Calcium pro Ei verbraucht. Da der Verzehr von Muschelkalk nicht gemessen wurde, kann dessen Einfluss nicht festgestellt werden.

Die **Eischalendicke** wurde mit einer handelsüblichen Schublehre gemessen. Aus diesem Grund konnte sie jeweils nur auf 0,05 mm genau bestimmt werden. Wie auch die Bruchfestigkeit wurde sie von jeweils 20 Eiern pro Seite festgehalten, weshalb jedes einzelne Ei einen deutlichen Einfluss auf den Durchschnittswert hatte und Ausreißer den Schnitt in beide Richtungen verändern und Schwankungen im Verlauf auslösen konnten.

Der Durchschnittswert beider Gruppen lag über den von LEYENDECKER et al. (2002) ermittelten Werten, wobei es sich um eine andere Hennen-Linie handelte und ein direkter Vergleich deshalb kaum möglich ist. Der Medianwert von 0,4 mm stimmt jedoch mit dem von BAUMGART (2005) genannten Wert überein.

Wie schon die Bruchfestigkeit so zeigt auch die Schalendicke die Tendenz zum Ende der Legeperiode hin abzunehmen. Dies ist wiederum durch die geringere Aufnahme und den höheren Verbrauch von Calcium auf Grund der zunehmenden Eigröße und das Alter der Tiere zu erklären.

Sowohl was die Bruchfestigkeit anbelangt als auch in Hinblick auf die Schalendicke lagen die erzielten Werte etwa im Mittelfeld der Literaturangaben. Beide nahmen über die gesamte Legeperiode hinweg tendenziell ab, wohingegen das Eigewicht eher zunahm. Hierbei handelte es sich um normale Entwicklungen im Laufe der Legeperiode.

#### **5.4 Futtermittelverbrauch**

Die Tiere der unstrukturierten Seite lagen mit einem Futtermittelverbrauch von 127,8 g/Tier/d im Bereich der Angaben in der Literatur, welche mit 127 g (Freilandhaltung, VAN EMOUS, 2003) und 126,3 g (Bodenhaltung, LANGE, 2000) eng beieinander liegen. Die ST-Gruppe fällt im Vergleich dazu mit einem im Schnitt um 5 g niedrigeren Futtermittelverzehr pro Huhn und Tag auf. Bedenkt man zudem, dass die Tierzahl im unstrukturierten Bereich auf Grund etwas höherer Verluste von November bis Juni (Abbildung 34) konstant geringer war als die Tierzahl im strukturierten Bereich, so wird der Unterschied noch deutlicher. Eine etwas geringere Tierzahl auf der UST-Seite verzehrte mehr Futter als die Gegenseite. Die naheliegendste Erklärung hierfür wäre, dass die Tiere auf der strukturierten Seite den Auslauf gleichmäßiger genutzt, mehr Grünfutter zu sich genommen und dadurch weniger im Stall gefressen haben. Zudem befand sich insgesamt gesehen ein größerer Anteil dieser Tiere im Bereich der Weidefläche. Da die gefressene Menge an Gras nicht messbar war, kann dies jedoch nur vermutet werden. Einen Hinweis kann allerdings die Bewuchshöhe in den Ausläufen liefern. Diese betrug im stallfernen äußeren Quadranten Ende April 2004 auf der ST-Seite 5 cm, auf der UST-Seite 20-25 cm, Mitte Mai im ST-Bereich 20 cm und im UST-Bereich 60 cm. Diese Werte lassen darauf schließen, dass die ST-Tiere gerade auch die entfernteren Flächen in einem stärkeren Maß abgeweidet haben als die Tiere der Gegenseite und deshalb weniger von der im Stall angebotenen Futtermischung verbraucht haben.

Betrachtet man den Verlauf über das ganze Jahr, so fallen einige Schwankungen im Futtermittelverbrauch auf (Abbildung 26). Der Anstieg von September bis Dezember lässt sich unter Umständen noch mit einem gewissen Wachstum der Tiere, dem Beginn der Legetätigkeit und eventuell auch den sinkenden Temperaturen (GROOT KOERKAMP et al., 1995; ACHILLES et al., 2002; DAMME und HÜLSMANN, 2002) erklären. Zudem konnten die Tiere anfangs (September/Oktober) das gesamte Grünland, vor allem auch die vorderen



Bereiche beweidet, da der Auslauf einen guten und geschlossenen Bewuchs aufwies. Mit Einsetzen des Schneefalles war diese Möglichkeit genommen. Der Einbruch im Januar und Februar war durch die Erkrankung bedingt, in deren Folge es zu einem Rückgang der Futteraufnahme kam. Der abnehmende Futtermittelverbrauch im Frühjahr und Sommer war vermutlich eine Folge steigender Temperaturen (SCHOLTYSEK, 1968) und zunehmenden Bewuchses im Auslauf. In geringem Maße waren sicherlich auch die sinkenden Tierzahlen und der Rückgang der Legeleistung dafür verantwortlich. Dass der Verzehr im Mai und Juni im Gegensatz zu allen anderen Monaten bei beiden Gruppen beinahe gleich hoch war, lag eventuell an den höheren Tierzahlen im ST-Bereich, welche den ansonsten geringeren Futtermittelverbrauch ausglich.

Die Strukturierung des Auslaufes scheint in dieser Studie also einen durchaus positiven Einfluss in Hinblick auf die benötigte Futtermenge gehabt zu haben. Die Tiere auf der Seite mit den Elementen verbrauchten signifikant weniger Futter.

## **5.5 IgY-Bestimmung aus dem Eidotter**

Der durchschnittliche IgY-Gehalt im Eidotter lag bei beiden Gruppen mit etwa 18 mg/ml im oberen Bereich bzw. über den von AKITA und NAKAI (1993), SCHADE et al. (1991), ERHARD et al. (2000) und BAUMGART (2005) genannten Werten. Als Ursache dafür kommt die Haltungform und der dadurch mögliche Kontakt zu verschiedenen Erregern in der Außenwelt (ACHILLES et al., 2002) in Frage.

Zu Beginn der Legeperiode waren die gemessenen Werte sehr hoch, was vermutlich durch die zuvor vorgenommenen Impfungen verursacht wurde. Nach einem steilen Abfall und einer relativ stabilen Phase auf einem niedrigeren Niveau erfolgte im Januar ein starker Anstieg der IgY-Konzentrationen und anschließend ein ebenso starker Abfall. Die Ursache hierfür war vermutlich die Erkrankung der Tiere. Durch die Auseinandersetzung mit der Krankheit kam es zu einer Zunahme der Immunglobuline, welche in der Folge wieder verbraucht wurden. Dafür spricht der Umstand, dass es zu der Zeit des Absinkens der IgY-Konzentrationen gleichzeitig auch zu einem Einbruch in der Legeleistung und leichten Krankheitserscheinungen kam. Nach erfolgter Impfung stieg sowohl die Legeleistung als auch die IgY-Konzentration wieder an. Abgesehen von diesem einschneidenden Ereignis verliefen die Kurven der Legeleistung und des IgY-Gehaltes im Eidotter eher gegensätzlich. Eine höhere Legeleistung schien tendenziell mit einem geringeren IgY-Gehalt zusammenzufallen.

Die grundsätzlich im Anschluss an eine Immunisierung erfolgten Anstiege des IgY-Gehaltes im Eidotter stimmen mit den Erfahrungen von POLSON et al. (1980), RICKE et al. (1988) und

DEIGNAN et al. (1995) überein, die ebenfalls einen Anstieg der Gehalte mit einem Höhepunkt nach 20 Tagen feststellen konnten.

Da die Tiere vor allem im Stall nur durch ein Gitter getrennt waren und sich mögliche Erkrankungen ungehindert ausbreiten konnten, bestand zwischen beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied. Der Verlauf beider Gruppen war nahezu parallel, da vor allem auch die Immunisierungen am gleichen Tag erfolgten.

## 5.6 Blutparameter

Die Bestimmung des **Hämatokrits** erfolgte unter Zuhilfenahme der allgemein gebräuchlichen Mikrohämatokrit-Kapillaren. Die gemessenen Werte lagen mit im Schnitt 22-23 % deutlich unter den in der Literatur angegebenen Prozentzahlen, welche bei 30 % und höher liegen (LÖLIGER und SCHUBERT, 1967; SCHWARZE und SCHRÖDER, 1972; EDER, 1987; SIEGMANN, 1992). Nur BAUMGART (2005) nennt ebenfalls Werte von 21-22 % (bei Tetra in Volierenhaltung). Da nur alle sechs Wochen 20 zufällig ausgewählte Tiere (von 450 Hennen pro Seite) zur Blutentnahme herangezogen wurden, kann ausgeschlossen werden, dass die niedrigen Werte durch zu häufige Blutentnahmen hervorgerufen wurden. Vogelmilben können als Ursache ebenfalls ausgeschlossen werden, da erst im Frühjahr ein geringer Befall vorhanden war. Kannibalismus, als möglicher Grund für einen Blutverlust, kam nicht vor. Da in der Literatur keine Methoden angegeben wurden, kann ein methodenabhängiger Unterschied nicht ausgeschlossen werden. Die durchschnittlichen Hämatokrit-Werte schwankten bei beiden Gruppen über das Jahr gesehen nur geringgradig und es bestanden kaum Unterschiede zwischen den Ergebnissen beider Gruppen. Ein saisonaler Einfluss war nicht erkennbar.

Im Gegensatz dazu konnte beim **Hämoglobingehalt** des Blutes ein deutlicher Anstieg im Frühjahr und Sommer festgestellt werden (Abbildung 30). Hier liegt die Vermutung nahe, dass die höheren Werte durch die schon in der Literatur (STEPHAN, 1963) beschriebenen klimatischen Reize und die positive Wirkung des Sonnenlichtes verursacht wurden. In der vorliegenden Studie kam es zwar zu keiner Erhöhung der Anzahl roter Blutkörperchen, aber unter Umständen zu einem höheren Hämoglobingehalt der Erythrozyten. Hinzu kam eventuell noch die Aufnahme von Erde und darin enthaltenem Eisen, welches für die Hämoglobinsynthese benötigt wird, durch das Picken im Auslauf. Der leichte Abfall im Juli könnte eine Folge der steigenden Zahl an Vogelmilben, welche den Hühnern Blut entziehen, gewesen sein. Der durchschnittliche Hämoglobingehalt beider Gruppen lag mit knapp 10 g/dl etwas unter den Angaben in der Literatur von EDER (1987) mit 110 g/l und BAUMGART (2005)

mit 11,4 g/dl. Wie zu erwarten war, hatte die Strukturierung einer Auslaufseite keine Auswirkungen auf die Blutwerte der Tiere. Es wäre höchstens denkbar gewesen, dass auf Grund der Klimareize und der Sonneneinstrahlung eine stärkere Wirkung auf die Tiere der strukturierten Seite festzustellen gewesen wäre, wenn diese den Auslauf in viel größerem Maße genutzt hätten als die Tiere der unstrukturierten Seite. Dies traf jedoch nicht zu.

Hervorgehoben werden muss also, dass zwar die künstliche Strukturierung keinen Einfluss auf den Hämoglobingehalt hatte, da es zwischen beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied gab, dass jedoch durchaus ein positiver Effekt des Sonnenlichtes und des Aufenthaltes im Freien vermutet werden kann.

Der **Calciumgehalt** des Serums war mit durchschnittlich 22-23 mg/dl etwas niedriger als bei anderen Autoren (GROSSFELD, 1938; BAUMGART, 2005). Werte für den **Phosphorgehalt** im Serum fanden sich nur bei BAUMGART (2005). Mit 5,3-5,6 mg/dl bei Tieren in Volierenhaltung lagen diese Ergebnisse etwas höher als die in der vorliegenden Arbeit ermittelten Werte von 5 %. Da beiden Gruppen Muschelkalk ad libitum zur Verfügung stand und sie das gleiche Futter erhielten, können die Unterschiede in den Calcium- und Phosphorgehalten zwischen beiden Gruppen nicht fütterungsbedingt sein. Auffällig ist, dass die ST-Tiere im Winter die höheren Werte aufwiesen, die UST-Hennen dagegen im Sommer. Denkbar wäre, dass die ST-Hühner im Sommer mehr Gras aufgenommen haben, da sie auch die äußeren Bereiche mit höherem Bewuchs aufgesucht haben und sie in Folge dessen weniger Futter im Stall (mit Ca und P) gefressen haben. Eventuell handelt es sich jedoch auch um eine zufällige natürliche Schwankung.

## 5.7 Bonitierung

Die Bonitierung fand an den jeweiligen Tagen morgens, vor der Öffnung der Ausgänge in den Auslauf, im Stall und im Kaltscharrraum statt. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Tiere jeweils von der die Bonitierung durchführenden Person selbst willkürlich aus verschiedenen Bereichen des Stalles eingefangen wurden. Es war also bekannt, aus welchem Abteil das jeweilige Tier stammte. Selbstverständlich wurde versucht, die Bonitierung möglichst objektiv durchzuführen, eine gewisse unbewusste Beeinflussung kann dennoch nicht ganz ausgeschlossen werden. Der subjektive Eindruck, dass die Tiere der unstrukturierten Seite ein etwas schlechteres Gefieder besaßen, wurde jedoch auch von anderen, unabhängigen Personen bestätigt. Eine weitere Möglichkeit der Beeinflussung der Ergebnisse bestand darin, dass der Eindruck gewonnen wurde, dass gerade Tiere mit guter Befiederung oft sehr scheu waren, eine Annäherung kaum möglich war und sich diese

Hennen der Bonitierung entzogen. Die Hühner wurden zwar zufällig ausgewählt, es ist aber nicht auszuschließen, dass hin und wieder ein eher schwächeres und langsames Tier zur Bonitierung herangezogen wurde.

Der Befiederungszustand der Hennen war bei ihrer Einstallung sehr gut und keines der Tiere hatte bereits kahle Stellen, welche ein Zeichen für Federpicken sein können. Das Gefieder aller Tiere war vollständig und geschlossen. Von September bis Februar verschlechterte sich der Gefiederzustand der Tiere konstant, veränderte sich dann jedoch bis zum Ende des Durchganges Ende Juli nicht mehr wesentlich. Ein ähnlicher Verlauf mit Verschlechterung und anschließender leichter Verbesserung wurde auch von FÖLSCH et al. (2002) beschrieben. Auch BAUMGART (2005) konnte bei zwei von vier untersuchten Gruppen (Tetra in Volierenhaltung) zunächst eine Verschlechterung des Gefiederzustandes mit einer anschließenden leichten Verbesserung feststellen. Die beiden anderen Gruppen zeigten eine konstante Verschlechterung, wobei alle vier Gruppen die Legeperiode mit „guter“ Befiederung abschlossen. Bei VAN DEN WEGHE et al. (2000) erfolgte von Mitte bis Ende der Legeperiode eine Abnahme im Befiederungszustand. Am Anfang des Durchganges fanden allerdings offensichtlich gar keine Untersuchungen statt und es wurde insgesamt nur zweimal bonitiert.

Federpicken als Ursache für die Veränderung des Befiederungszustandes konnte von Anfang an beobachtet werden. Zunächst pickten nur einzelne Tiere, mit der Zeit wurden es jedoch immer mehr. Denkbar wäre, wie schon HEIDER (1992) beschrieben hat, dass ein Teil der Hennen dieses unerwünschte Verhalten von anderen erlernt hat. Fehlende Sandbäder und die nicht vorhandene Möglichkeit zu picken (BLOKHUIS, 1986; VESTERGAARD und LISBORG, 1993; KEPPLER, 2003) fallen dagegen als Ursachen für das Federpicken weg, da Sandbaden und Picken in verschiedenster Weise möglich waren. Ein Grund für die schlechtesten Gefieder-Noten im Februar könnte sein, dass die Tiere während der Erkrankung in der 41. und 42. Lebenswoche (Ende Januar, Anfang Februar) im Stall bleiben mussten und es hier zu verstärkter Aggression und Federpicken gekommen war. Die Verschlechterung des Gefieders war in dieser Zeit unabhängig von einer Bonitierung deutlich zu erkennen. Gerade hohe Besatzdichten werden häufig als Ursache für Federpicken genannt (BESSEL, 1988; BESSEL, 1997; LOISELET, 2004) und da die Ausweichmöglichkeit und der Platz im Auslauf den Tieren in dieser Zeit genommen war, könnte dies ein Grund dafür sein. Auch DINZINGER und HEIBENHUBER (2004) stellten vermehrtes Federpicken nach einer Beschränkung des Zuganges zum Auslauf fest. Die geringe Verbesserung im März könnte dadurch bedingt sein, dass einige der stark gerupften Tiere sich gemausert haben und wieder eine bessere Befiederung

aufwiesen. Ein weiterer Einflussfaktor könnte im Frühjahr die Wetterbesserung und zunehmende Nutzung des Grünauslaufes nach der Schneeschmelze gewesen sein. Nach BESTMANN und WAGENAAR (2003) gehört ein hoher Prozentsatz an Tieren, welche die Weide nutzen, zu den Faktoren, die Federpicken reduzieren können.

Der etwas bessere Gefiederzustand der Tiere auf der strukturierten Seite könnte durchaus mit den Elementen im Auslauf zusammenhängen. Die Tiere verteilten sich gerade in den entfernteren Bereichen des Auslaufes besser und nutzten diesen auch in größerem Maße.

Entgegen der Aussage von ACHILLES et al. (2002b), dass es in Haltungssystemen in denen sich die Tiere freier bewegen können häufiger zu Knochenbrüchen kommt, konnten derartige Verletzungen nicht festgestellt werden. Wie auch in der Studie von HOLLE und KEPPLER (2003), waren keine Fußverletzungen zu finden. Vereinzelt wurde bei den Verhaltensbeobachtungen ein humpelndes Huhn entdeckt, es konnten jedoch nie äußerlich erkennbare Verletzungen oder Veränderungen entdeckt werden. Gegensätzlich zu den in oben genannter Studie gemachten Erfahrungen wurden keine Kammverletzungen verzeichnet. Minimale, bis zu 1 mm große punktförmige Verletzungen (bereits verschlossen oder verheilt), wurden im Gegensatz zu der genannten Studie jedoch auch ignoriert.

Die Beobachtungen von APPLEBY et al. (1992), dass einzelne Tiere mehr selber picken, andere dagegen vor allem bepickt werde, konnten auch in dieser Studie gemacht werden. Einzelne Tiere waren selbst im Auslauf offensichtlich auf der Suche nach einem Opfer dem sie eine Feder entreißen konnten und ließen sich auch durch das große Angebot an Gras nicht davon abhalten. Außerdem waren die Reaktionen der Hühner auf das Bepickt-werden sehr unterschiedlich. Manche Tiere ließen sich minutenlang ununterbrochen von mehreren anderen Hennen bepicken (vor allem während des Sandbadens), andere verließen sofort fluchtartig die Stelle und ein kleiner Teil reagierte mit aktiver Gegenwehr und Aggression.

Auch die Aussage von PEITZ (1998), dass abstehende und andersartige Federn einen besonderen Anreiz bieten kann bestätigt werden. Nach den Blutentnahmen mussten die betroffenen Hühner immer von sämtlichen eventuell vorhandenen Blutspritzern gereinigt werden, um zu vermeiden, dass diese Stellen sofort intensiv von den anderen Tieren bepickt wurden.

Die Hähne hatten am Ende der Legeperiode ein zum größten Teil noch vollständiges und geschlossenes Gefieder mit nur wenigen fehlenden Federn, obwohl hin und wieder auch einzelne Hennen an ihnen pickten.

Abgesehen von den Gefiederschäden durch Federpicken, die sich zunächst verstärkten, später jedoch kaum mehr veränderten, und einer häufig durch das Picken verursachten Reizung /

Entzündung der Haut, konnten bei den Hühnern dieser Studie keine Veränderungen oder Verletzungen im Rahmen der Bonitierungen festgestellt werden. Im Vergleich der beiden Gruppen schnitten die Tiere der strukturierten Seite etwas besser ab, was unter Umständen mit der stärkeren und gleichmäßigeren Nutzung des Auslaufes durch die Strukturierung zusammenhängen könnte. Ein positiver Einfluss ist durchaus möglich.

## 5.8 Erkrankungen und Verluste

Die genaue Ursache für die im Januar und Februar aufgetretene **Erkrankung** der Hennen mit starkem Leistungseinbruch und verminderter Produktqualität konnte nicht endgültig festgestellt werden. Wie schon unter 5.2 beschrieben, müssen verschiedene Faktoren in Betracht gezogen werden. Zum einen könnte die nass-kalte Witterung die Tiere geschwächt und für eine Erkrankung empfänglicher gemacht haben. Zum anderen war der Impfschutz gegen IB auf Grund einer etwas verspäteten Nachimpfung eventuell nicht mehr vollständig vorhanden. Beide Umstände gemeinsam könnten eine Erkrankung ausgelöst haben. Andere in Frage kommende Infektionskrankheiten konnten ausgeschlossen werden, weil die Tiere entweder geimpft waren und über ausreichend Antikörper verfügten, oder im Falle des Egg-drop-Syndroms auch nach Überstehen der Erkrankung keine Antikörper gegen das Virus feststellbar waren. Ein Endoparasitenbefall sowie Fütterungsfehler wurden durch Untersuchungen beziehungsweise Analysen ausgeschlossen.

Diese plötzliche Erkrankung bestätigt die Aussage von ACHILLES (2002), dass in alternativen und ökologischen Haltungen ein höheres Produktionsrisiko besteht und es in einzelnen Durchgängen zu massiven Leistungseinbrüchen kommen kann. Auch VAN EMOUS und VAN NIEKERK (2004) berichten von solch einem Bestand und beschreiben zudem das Problem der reduzierten Schalenfarbe, welches auch in dem für diese Arbeit untersuchten Bestand auftrat. Sie nennen Gras, Sonnenlicht und Stress als mögliche Ursachen. BUTCHER und MILES (1995) sehen neben Stress dagegen vor allem das Alter der Tiere, Medikamente (Sulfonamide, Kokzidiostatika) und Erkrankungen wie ND und IB als Auslöser für den Verlust der Eischalenfarbe.

Der leichte Milbenbefall ab dem Frühjahr bestätigt einerseits VAN EMOUS und VAN NIEKERK (2004), die in allen Freilandhaltungen Vogelmilben fanden. Andererseits fand im Winter auf Grund der niedrigen Stalltemperaturen kaum eine Vermehrung der Milben statt und erst mit den steigenden Temperaturen im Frühjahr und Sommer konnten sie vermehrt in den Nestern festgestellt werden. Die kühlen Temperaturen im Winter dienen demnach als natürliche Eindämmungsmethode gegen den Milbenbefall. Zudem bietet die Bauweise des Mobilstalles

nur wenige Spalten und Nischen als bevorzugten Aufenthaltsort der Milben. Holz findet als bevorzugtes Material ebenfalls kaum Verwendung.

Wie auch unter 5.9 beschrieben, konnten bis auf einen geringgradigen Kokzidienbefall keine Endoparasiten festgestellt werden. Dieses sehr positive Ergebnis stimmt mit dem von GOLZE et al. (2002) überein, die ebenfalls keine Endoparasiten finden konnten. Es ist also trotz des eventuell etwas höheren Infektionsrisikos (HUBER et al., 1994; VOSS, 1999; ACHILLES et al., 2002; KANSWOHL und TREPTOW, 2003; STAACK und KNIERIM, 2004) durchaus möglich, einen Wurmbefall zu verhindern. Gerade der Wechsel des Auslaufes trägt hierzu sicherlich in großem Maße bei. TÜLLER (1996) berichtet von einer starken Zunahme der Verluste (vor allem als Folge eines Wurmbefalles), nachdem eine Fläche über fünf Jahre konstant genutzt wurde. Derart hohe Ausfallraten auf Grund von Endoparasiten lassen sich durch ein entsprechendes Weidemanagement sicher vermeiden oder zumindest verringern.

Die oft als Nachteil der Freilandhaltung angeführten vermehrt notwendigen Behandlungen und der Einsatz verschiedenster Medikamente (VOSS, 1999; JACOBS und WINDHORST, 2003; KREIENBROCK et al., 2003) waren im untersuchten Bestand nicht erforderlich. Bis auf die regelmäßig vorgeschriebenen Nachimpfungen gegen IB / ND, eine bei Bedarf stattgefundene Vitamingabe und den Einsatz eines diätetischen Sirups zur Appetitsteigerung (Vigosine) fanden keine Behandlungen der Tiere statt.

Kannibalismus, als in manchen Beständen häufig vorkommende Todesursache, wurde über die gesamte Legeperiode hinweg nicht beobachtet. Die relativ geringe Besatzdichte im Stall sowie die Möglichkeit in den Kaltscharrraum und Auslauf auszuweichen trugen vermutlich dazu bei, das Entstehen von Kannibalismus zu verhindern. Auch GOLZE et al. (2002) konnten in ihrer Untersuchung einer Freilandhaltung keinen Kannibalismus feststellen, was ebenfalls einen Hinweis auf die positiven Auswirkungen eines Auslaufes geben kann.

Da Kloakenkannibalismus laut KEPPLER (2003) auch unabhängig vom allgemeinen Kannibalismus auftreten kann, handelte es sich bei den wenigen betroffenen Tieren vermutlich um ein spontanes, zufälliges Auftreten, welches durch einen Kloakenvorfall und das veränderte Aussehen provoziert und ausgelöst wurde.

Das An- und Auffressen toter Tiere entstand vermutlich durch ein Picken an diesen reglosen Tieren, daraus hervorgegangenen kleineren Verletzungen und einem anschließend verstärkten Bepicken dieser Stellen.

In Hinblick auf Erkrankungen bestanden zwischen den beiden Gruppen keine Unterschiede. Das zur Trennung der Gruppen im Stall verwendete Gitter ermöglichte einen guten Luftaustausch und in gewisser Weise einen Kontakt zwischen den Tieren beider Seiten, so

dass es gerade im Januar und Februar zur ungehinderten Ausbreitung der Erkrankung im Stall kommen konnte.

Mit 11,55 (ST) und 12,00 (UST) % **Verlust** lag dieser Durchgang etwa im mittleren Bereich der in der Literatur angegebenen Werte (Tabelle 6). Rechnet man die 16 bei der Ausstellung im Vergleich zur erwarteten Anzahl fehlenden Tiere mit ein, so kommt man insgesamt auf eine Ausfallrate von 13,55 %. Da nicht mehr festzustellen war auf welcher Seite wie viele Tiere weniger als erwartet vorhanden waren, ist eine abschließende Bewertung der Ausfälle für beide Gruppen getrennt nicht möglich und es können nur die während der Legeperiode erfassten Todesfälle beurteilt werden.

Die Ausfälle überstiegen die von ACHILLES et al. (2002) genannten 7 %, lagen jedoch deutlich unter den von PETERMANN (2003) angegebenen 20 - 25 %. BAUMGART (2005) berichtet bei Tieren in Volierenhaltung von durchschnittlich 8,3 % Ausfällen, die genauen Zahlen lagen jedoch je nach Besatzdichte bei 3-18 %.

Die Verluste durch Raubvögel und Wildtiere schienen mit einem (UST) und zwei (ST) Tieren nicht allzu hoch zu liegen. Dieser Eindruck stimmt mit den subjektiven Einschätzungen verschiedener Betriebsleiter laut HÄNE et al. (2000) überein. Nachdem aber am Ende 16 Hühner zu wenig vorhanden waren, muss davon ausgegangen werden, dass zumindest einige davon Opfer von Raubtieren und von diesen unbemerkt mitgenommen wurden. Selbst wenn all diese fehlenden Tiere erbeutet worden wären, läge die Rate jedoch mit 19 (16 fehlende Hühner und 3 beobachtete Angriffe von Raubvögeln) von 900 Hennen nur bei 2,11 %. Die Werte von OTTO (1980) mit bis zu 23,4 % (durchschnittlich 9,5 %) Verlust durch Greifvögel wurden demnach auf keinen Fall erreicht. Ein Grund hierfür könnten die Hähne, welche die Hennen durch lautes, tiefes Gurren vor Gefahren gewarnt haben, gewesen sein. Denkbar wäre auch ein Einfluss der Strukturelemente, welche neben einer Schutz- und Deckungsfunktion eventuell auch den Anflug erschwert haben. Da häufig nur ein geringer Teil der Tiere im Auslauf war, war es gerade für Greifvögel unter Umständen schwieriger ein Huhn zu erbeuten. Einzelne Tiere finden eventuell schneller einen Unterschlupf, ducken sich in Zaunnähe in das Gras oder können ohne eine Behinderung durch andere Tiere fliehen. Dadurch, dass die strukturierte Seite näher am Wald lag, wäre denkbar gewesen, dass es zu vermehrten Verlusten gekommen wäre. Gerade die künstlichen Elemente boten in diesem Bereich jedoch einen guten Schutz.

Einige der fehlenden Tiere könnten auch unbemerkt über den Zaun geflogen und nachts von einem Fuchs erbeutet worden sein, da hin und wieder ein Huhn außerhalb des Auslaufes aufgefunden und wieder zurückgesetzt wurde.



Die Zahl erfasster Verluste war von September bis Mai auf der unstrukturierten Seite etwas höher als im strukturierten Bereich. Da die Zahlen nach einer Häufung von Todesfällen auf der ST-Seite im Juni wieder annähernd ausgeglichen waren (am Ende ST: 52, UST: 54 Ausfälle), handelte es sich vermutlich um eine zufällig aufgetretene Erscheinung. Eine mögliche stressbedingte Schwächung der Hennen auf der UST-Seite durch den fehlenden Schutz im Auslauf und die häufige Notwendigkeit zu fliehen, kann dadurch mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, dass einige der Todesfälle Unfälle (Kopf im Futterband, Habicht) waren und nicht durch eine Erkrankung oder Schwächung der Tiere ausgelöst wurden.

Insgesamt gesehen lag die Verlustrate in einem akzeptablen Bereich. Verluste durch Unfälle in Verbindung mit der Stalleinrichtung sollten vermieden und mögliche Schwachstellen behoben werden.

## **5.9 Parasitologische Kotuntersuchung**

Mit Ausnahme der in geringem Maße nachgewiesenen Kokzidien-Oozysten waren sämtliche Kotproben negativ. Um auszuschließen, dass die negativen Ergebnisse durch die Verwendung einer gesättigten Kochsalzlösung (anstelle einer Lösung mit höherer Dichte, wie z.B. einer gesättigten Magnesiumsulfat- oder Zinkchloridlösung) bei der Flotation zustande gekommen waren, wurden insgesamt drei Proben zur Überprüfung der Ergebnisse zu anerkannten Untersuchungsstellen (Tiergesundheitsdienst Bayern e.V. und Geflügelklinik der LMU München) gebracht. Diese bestätigten die negativen Ergebnisse.

Dass die Tiere entgegen aller Befürchtungen und Angaben verschiedenster Literaturquellen (HUBER et al., 1994; MORGENSTERN und LOBSIGER, 1994; GOLZE, 1999; HÄNE, 1999; ACHILLES et al., 2002) keinen Wurmbefall aufwiesen, lag vermutlich in erster Linie daran, dass sich sowohl der Mobilstall als auch der gesamte Auslauf auf einer Grünfläche befanden, welche zuvor noch nie für die Hühnerhaltung herangezogen wurde. Die Tiere wurden parasitenfrei aus dem Aufzuchtbetrieb geliefert und kamen auch während der Legeperiode mit keinen Wurmeiern in Kontakt. Es muss jedoch erwähnt werden, dass eine Ansteckung durchaus möglich gewesen wäre, da trotz des Elektrozaunes immer wieder wilde Fasane sowie Feldhasen im Auslauf beobachtet werden konnten und sich längere Zeit im Auslauf aufhielten. Überfliegende Wildvögel (vor allem Krähen) hätten ebenfalls eine Infektionsquelle darstellen können. Trotz alledem waren die Kotproben negativ und es war aus diesem Grund auch keine Behandlung nötig.

## 5.10 Sektion

Am Ende der Legeperiode wurden 20 Tieren pro Seite einer Sektion unterzogen. Es wurde versucht die Hennen zufällig auszuwählen und sowohl stark bepickte Hühner als auch Tiere mit vollständigerem Gefieder einzufangen, um möglichst ein Bild vom Zustand der gesamten Herde zu erhalten. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass vermehrt schwache und langsame Tiere, welche eventuell leichter zu fangen waren, zur Sektion gelangten.

Auffällig waren zunächst die bei allen Tieren feststellbare Fettleber und die bei einem großen Teil der untersuchten Hennen vorhandene Herzkranzverfettung. Obwohl der Energiegehalt des Futters gegen Ende des Durchganges gesenkt wurde, konnte die Entstehung nicht verhindert werden. Die große Differenz zu den Angaben von MORGENSTERN und LOBSIGER (1994) mit 6,8 % Fettlebern kam sicher dadurch zustande, dass in deren Statistik nur speziell zur Untersuchung eingesandte Hühner aufgeführt sind. Es wurden von ihnen demnach vermutlich auch junge und in irgendeiner Form kranke oder auffällige Tiere untersucht. Mit den Werten von GOLZE et al. (2002), die bei 90 % der Hennen in einer Freilandhaltung Fettlebern feststellten, stimmen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit dagegen besser überein und BAUMGART (2005) wies ebenfalls bei 100 % aller Tiere einer Volierenhaltung Fettlebern nach.

Als Ursache des Fettlebersyndroms der Legehennen wird eine multifaktorielle, ernährungsbedingte Stoffwechselstörung angesehen, die bei hoher Legeleistung, meist zu Legebeginn oder in der Hochleistungsperiode, auftritt. Selbstheilungen kommen häufig vor, die Mortalität beträgt 2-3 %. Das Auftreten dieser Erkrankung steht in enger Beziehung zur Futteraufnahme, Legeleistung und zum Hormonspiegel. Relative Bewegungsarmut, ein hohes Östrogenniveau und kohlenhydratreiche Ernährung fördern sie zusätzlich. Das Ausmaß der Erkrankung nimmt mit zunehmendem Alter zu. Häufig tritt die Leberverfettung in Kombination mit einem stark verfetteten Abdomen, ausgiebigen Fetteinlagerungen und vermehrtem Herzkranzfett auf (TEGELER, 1992).

Der Prozentsatz an Tieren mit einer Brustbeinverkrümmung liegt mit über 50 % relativ hoch. Allerdings handelte es sich nur um leichte bis mittelgradige Veränderungen. Zudem machten VAN DEN WEGHE et al. (2000) und ACHILLES et al. (2002b) ähnliche Angaben und nannten als Grund für derartige Veränderungen die größere Bewegungsfreiheit in alternativen Systemen. Brüche des Brustbeines konnten weder bei der Sektion noch im Rahmen einer Bonitierung festgestellt werden, was vermutlich in der Aufzucht der Hennen in einem Volierensystem und der Gewöhnung daran begründet ist.

Die Veränderungen an den Femurköpfen und die Unterschiede zwischen beiden Gruppen müssen sehr vorsichtig beurteilt werden. Eventuell handelte es sich zum Teil um beim Einfangen und der Tötung entstandene traumatische Veränderungen. Während der gesamten Legeperiode wurden nur hin und wieder einzelne Hühner mit einem unnormalen Gang oder auf einem Bein hüpfend beobachtet. Da bei diesen Tieren äußerlich keine Veränderungen feststellbar waren, könnte es sich um Probleme am Femur gehandelt haben, dies kann jedoch nur vermutet werden, da hierfür eine ganze Reihe anderer Ursachen ebenfalls in Frage kämen (Muskel-, Gelenk- oder neurale Erkrankungen). Da jeweils nur 20 Hennen untersucht wurden, könnte es sich auch um eine zufällige Häufung handeln, die dadurch zustande gekommen sein könnte, dass diese Tiere leichter einzufangen waren.

Bei den Anomalien des Femurkopfes handelt es sich um Deformationen, Wachstumsanomalien, Knorpeldefekte und Zusammenhangstrennungen unterschiedlicher Genese, die jedoch auch als Artefakt bei der Sektion entstehen können. Die Mehrheit ist den juvenilen Osteochondropathien, die in Folge eines Missverhältnisses zwischen Skelettreife, Skelettstabilität und Gewicht der Tiere entstehen, zuzuordnen, und letztlich wiederum traumatisch bedingt. Ein Teil der Tiere erkrankt nur subklinisch, andere zeigen dagegen Bewegungsunlust bis hin zu schweren Bewegungsstörungen (BERGMANN, 1992).

Die Unterschiede bei den Legeorganen der Hühner beider Gruppen sind mit großer Wahrscheinlichkeit durch Zufall entstanden. 10 % (2) der seziierten ST-Tiere waren nicht im Legen und zeigten keinerlei Ansatz zur Eibildung. Wäre dieses Ergebnis repräsentativ für die gesamte Gruppe, so wäre die Legeleistung auf dieser Seite sicher deutlich geringer ausgefallen.

Bis auf die stark ausgeprägte Leberverfettung müssen die Ergebnisse der Sektion mit Vorsicht betrachtet werden, da sonst durch die relativ geringe Zahl untersuchter Tiere Über- oder Unterbewertungen stattfinden könnten.

### **5.11 Knochenbruchfestigkeit**

In Hinblick auf die Knochenbruchfestigkeit konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen festgestellt werden. Allerdings war sowohl die Bruchfestigkeit, als auch die Dehnung am Punkt der maximalen Belastung bei den Tieren der ST-Seite tendenziell etwas höher. Da sich Bewegung positiv auf die Knochenbruchfestigkeit auswirkt (HUGHES, 1990; BOSCH und VAN NIEKERK, 1995; VOSS, 1999; WHITEHEAD, 2000; LEYENDECKER et al., 2001; WANDT, 2001), liegt hier die Vermutung nahe, dass sich die Tiere auf der strukturierten Seite etwas mehr bewegt haben. Da jedoch beide Gruppen in einer Volierenhaltung mit

Freilaufmöglichkeit gehalten wurden, waren die Unterschiede nicht allzu deutlich. Beim Vergleich der Ergebnisse mit denjenigen einer Untersuchung von BAUMGART (2005) bei Legehennen (Tetra) in einer Volierenhaltung wird jedoch deutlich, dass sich Bewegung positiv auf die Knochenbruchfestigkeit auswirken kann. Mit durchschnittlich 240 N lag die Bruchfestigkeit der von BAUMGART (2005) untersuchten Knochen deutlich unter den in dieser Studie erzielten Werten (UST: 266 N, ST: 277 N) und auch die Dehnung war mit 1,45 mm geringer (im Vergleich dazu UST: 1,48 mm, ST: 1,58 mm). LEYENDECKER et al. (2002) ziehen die Möglichkeit in Betracht, dass die Hennen in Freilandhaltung durch den Verzehr von Grünfutter einen vergrößerten Darmtrakt aufweisen und in der Folge die Verdaulichkeit von Calcium verbessert sein könnte. Da der Verdacht besteht, dass die Hennen der strukturierten Seite mehr Grünfutter aufgenommen haben (siehe 5.4), könnte dies eine mögliche Erklärung für die geringfügig höheren Werte sein. Der Verzehr von Muschelkalk, welcher ebenfalls einen Einfluss haben könnte, wurde nicht erfasst. Bei einer Probenzahl von 20 Tieren pro Seite könnten geringe Differenzen allerdings auch zufällig entstanden sein. Zwischen den rechten und linken Knochen gab es keine Unterschiede, was auch nicht zu erwarten war.

Die Strukturierung scheint auf die Knochenbruchfestigkeit einen tendenziell eher positiven Effekt zu haben. Zur Absicherung dieser Vermutung und für weitergehende Aussagen müssen noch folgende Studien abgewartet werden.

## **5.12 Ammoniakgehalt der Stallluft**

Da der Ammoniakgehalt der Stallluft nicht regelmäßig, sondern nur zweimal, bei einer als sehr stark empfundenen Geruchsbelästigung, gemessen wurde, ist die Aussagekraft der Ergebnisse nur sehr beschränkt. Die Werte liefern tendenziell eher einen Anhaltspunkt für die maximal im Stall angetroffenen Ammoniakkonzentrationen und nicht für die durchschnittlich vorhandenen Werte. Dennoch lassen die Ergebnisse einige Vermutungen und Schlüsse zu. Zunächst ist auffällig, dass die Werte in einem gewissen Verhältnis zur Entmistung des Kotbandes zu stehen scheinen. Das Kotband wurde grundsätzlich zweimal wöchentlich, montags und freitags, entmistet. Am Tag der ersten Messung, einem Freitag, einige Stunden nach der Entmistung, waren die gemessenen Konzentrationen an vielen Stellen deutlich höher als bei der zweiten Messung an einem Mittwoch, als sich bereits der Kot von zwei Tagen auf dem Band gesammelt hatte. Eine mögliche Erklärung dafür wäre, dass durch die Bewegung des Kotbandes und das Entmisten selbst vermehrt Ammoniak freigesetzt wurde und dieses auch mehrere Stunden später noch nachweisbar war. Gerade über dem Band waren die Werte

Mitte Mai (erste Messung) deutlich höher als Ende Juni (zweite Messung), bei der auf der unstrukturierten Seite nur ein geringer, auf der strukturierten Seite sogar gar kein Ammoniakgehalt feststellbar war. Eventuell gibt der oberflächlich abgetrocknete Kot kaum Ammoniak ab, durch das Entmisten wird es dagegen freigesetzt.

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor scheint die Öffnung der Lüftungsklappen zu sein. An beiden Tagen waren die Luken witterungsbedingt weitgehend geschlossen. Dies hatte vermutlich die höhere Geruchsbelastung zur Folge. Gerade an den Messpunkten 1, 2 und 3 waren bei der zweiten Messung extreme Schwankungen auf Grund von Luftbewegungen feststellbar. Durch die Ausgangsöffnungen kam immer wieder schwallartig Frischluft hereingeströmt. Ähnliche Schwankungen stellten auch VAN DEN WEGHE et al. (2000) fest, die von ihnen gemessenen Konzentrationen waren jedoch höher.

Die Angaben, ab welcher Konzentration mit einer Beeinträchtigung der Tiere gerechnet werden muss, differieren beträchtlich. Die von AL-MASHHADANI und BECK (1985) und auch von ADAM (1973) genannten Werte wurden bei beiden Messungen nicht dauerhaft überschritten und es bestand auch kein Verdacht auf eine schadgasbedingte Erkrankung der Tiere.

Laut HONGWEI et al. (1987) kann eine Konzentration von 10 ppm über 30 Tage zu einer geringeren Legeleistung führen. Da jedoch mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann, dass diese Konzentration über so lange Zeit in irgendeinem Bereich des Stalles konstant vorhanden war, fällt dies als Ursache für den tatsächlich stattgefundenen Leistungseinbruch weg.

Allgemein bewegten sich die gemessenen Ammoniakgehalte in einem vertretbaren Rahmen und es kann davon ausgegangen werden, dass es zu keiner Beeinträchtigung der Tiere durch Schadgase gekommen ist.

### **5.13 Schlussfolgerung**

Die Auslaufstrukturierung, die im Rahmen dieser Studie verwendet wurde, hatte auf einzelne der untersuchten Bereiche deutliche Auswirkungen. Diese waren durchweg positiv.

Mit Hilfe der Strukturierung konnte eine **höhere Nutzung** des Freilandes und zum Teil eine **bessere Verteilung** der Tiere erreicht werden. Auf der Seite mit den Strukturelementen wurden außerdem häufiger Verhaltensweisen aus dem Funktionskreis des **Komfort- und Ruheverhaltens** ausgeübt. Auf die Häufigkeit von Federpicken und aggressiven Auseinandersetzungen hatten die Elemente dagegen keinen Einfluss.

In Bezug auf die **Legeleistung** und die **Produktmerkmale** bestand, mit Ausnahme der verlegten Eier, kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Bei der Anzahl an verlegten Eiern schloss erneut die Gruppe auf der strukturierten Seite besser ab.

Sehr deutlich, und vor allem aus wirtschaftlicher Sicht interessant, war der Unterschied im **Futtermverbrauch** der beiden Gruppen. Die Tiere auf der unstrukturierten Seite benötigten deutlich mehr Futter als die Hühner auf der Seite mit den Elementen.

Bei den die **Gesundheit** der Hennen betreffenden Parametern konnten keine deutlichen Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Allerdings waren die Ergebnisse der ST-Tiere bei der Bonitierung und bei der Untersuchung von Knochenbruchfestigkeit und Elastizität wiederum tendenziell besser als die der UST-Tiere und auch die erfassten Verluste waren auf der strukturierten Seite etwas geringer.

Insgesamt gesehen schnitten die Tiere auf der strukturierten Seite nicht in allen Bereichen besser ab, häufig lagen die Ergebnisse beider Gruppen eng beieinander und die Unterschiede waren nur minimal. Auf die Auslaufnutzung, das Verhalten, die Anzahl verlegter Eier und den Futterbedarf hatte die Strukturierung jedoch einen sehr positiven und signifikanten Einfluss. Negative Auswirkungen der Auslaufstrukturierung konnten in keiner Form festgestellt werden.

Alles in allem kann eine Strukturierung des Auslaufes auf Grund der erzielten Ergebnisse grundsätzlich empfohlen werden. Da die Tiere die Flachdächer bevorzugten, kann schon mit Hilfe dieser relativ einfachen und schnell herstellbaren Elemente, eventuell ergänzt durch eine bereits vorhandene natürliche Strukturierung, eine Verbesserung in den oben genannten Bereichen erzielt werden.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

### **Einfluss einer Auslaufstrukturierung auf das Verhalten, den Gesundheitszustand und die Leistung von Legehennen in Freilandhaltung**

Um die Auswirkungen einer Auslaufstrukturierung zu untersuchen, wurden jeweils 450 Hennen der gleichen Herkunft (Tetra-SL) in einen in zwei Hälften unterteilten Mobilstall eingestallt. Eine Gruppe erhielt einen Auslauf mit verschiedenen Strukturelementen (ST), die andere eine völlig unstrukturierte Weidefläche (UST). Über eine Legeperiode hinweg wurden in den Bereichen Verhalten, Leistung und Gesundheit verschiedene Parameter untersucht und die Ergebnisse beider Gruppen miteinander verglichen.

- In Bezug auf die **Witterung** bevorzugten die Tiere während dieser Studie eine gemäßigte Temperatur im Bereich von 0-20 °C und eine niedrige Windgeschwindigkeit. Ein linearer Einfluss der Strahlungsintensität konnte nicht festgestellt werden.
- Im **Winter** hielten sich durchschnittlich 7,06 % (ST) und 8,82 % (UST) der Hühner im Kaltscharraum, 3,44 % (ST) und 3,16 % (UST) im Übergangsbereich sowie 18,22 % (ST) und 13,65 % (UST) im Auslauf auf. Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen.
- Im **Sommer** nutzten 11,61 % (ST) und 15,91 % (UST) der Tiere den Kaltscharraum ( $p < 0,05$ ), 4,76 % (ST) und 5,93 % (UST) den Übergangsbereich sowie 19,71 % (ST) und 12,58 % (UST) den Auslauf ( $p < 0,05$ ). Der stallnahe innere Bereich wurde von beiden Gruppen am meisten genutzt.
- Die **Nutzung des Auslaufes** war fünf Minuten nach Öffnen der Ausgänge auf der strukturierten Seite signifikant höher und auch nach zehn Minuten hielten sich in diesem Bereich deutlich mehr Tiere auf als im unstrukturierten Bereich. Der stallnahe innere Quadrant war innerhalb der ersten zehn Minuten am meisten besucht.
- Die **Strukturelemente** wurden allgemein gut angenommen. Die Nutzungshäufigkeit war abhängig von der Bauweise (Flachdächer bevorzugt), der Entfernung zum Stall und der Position im Auslauf (Mittelzaun bevorzugt gegenüber Außenzaun). Die Hühner hielten sich vor allem unter den Elementen auf, andere Möglichkeiten der Nutzung wurden kaum in Anspruch genommen.
- Das in allen untersuchten Bereichen am häufigsten ausgeübte **Verhalten** war Picken und Scharren. Im Kaltscharraum und Übergangsbereich wurden zudem Verhaltensweisen aus dem Komfort- und Ruheverhalten gezeigt. Im Winter bestand zwischen den beiden Gruppen kein Unterschied im Verhalten. Im Sommer waren die Tiere auf der strukturierten

Seite im Auslauf signifikant häufiger mit Komfort- und Ruheverhalten beschäftigt, die Hennen im unstrukturierten Bereich dagegen mehr mit Picken und Scharren sowie Laufen.

- In Hinblick auf **Federpicken** und **aggressives Verhalten** konnten zwischen den Gruppen keine Unterschiede festgestellt werden. Im Kaltscharrraum und im Übergangsbereich konnten beide Verhaltensweisen häufig beobachtet werden, im Auslauf hingegen seltener.
- Die **Legeleistung** betrug auf der strukturierten Seite 78,77 % pro Anfangshenne (AH), auf der unstrukturierten Seite lag sie mit 78,69 % / AH nur unwesentlich darunter. Im Verlauf erfolgte zunächst ein steiler Anstieg und die Legeleistung blieb bis zu einem starken Einbruch zwischen der 39. und 41. LW auf einem hohen Niveau. Nach dem Abfall erfolgte nur eine langsame Erholung gefolgt von einem erneuten Absinken. Der Verlauf beider Gruppen war nahezu parallel.
- **Verlegt** wurden 2,63 % (ST) beziehungsweise 2,94 % (UST) der Eier ( $p < 0,05$ ). **Brucheier** waren 0,96 (ST) und 0,82 % (UST), **Knickeier** 2,17 % (ST) und 1,85 % (UST) und **Schmutzeier** 4,70 % (ST) und 4,83 % (UST) aller gelegten Eier ( $p > 0,05$ ). Die Zahl der Bruch- und Knickeier stieg im Verlauf der Legeperiode an, der Anteil verlegter Eier sank dagegen nach einem anfänglichen steilen Anstieg wieder ab. Die Zahl der Schmutzeier schwankte über die gesamte Zeit hinweg in einem relativ weiten Bereich.
- Das durchschnittliche **Gewicht der untersuchten Eier** lag auf der strukturierten Seite bei 66,10 g, auf der unstrukturierten Seite bei 65,78 g. Das Gewicht der Eier stieg in der Tendenz an.
- Die **Bruchfestigkeit** der Eischalen nahm im Verlauf der Legeperiode tendenziell ab. Die Durchschnittswerte lagen bei 32,2 N (ST) und 32,3 N (UST). Der Unterschied ist nicht signifikant.
- Bei der **Eischalendicke** gab es zwischen den Gruppen keinen Unterschied. Die Durchschnittswerte lagen jeweils bei 0,38 mm. Wie schon die Bruchfestigkeit, nahm auch die Schalendicke im Laufe der Legeperiode tendenziell ab.
- Der **Futtermverbrauch** der Tiere im unstrukturierten Bereich war signifikant höher als im strukturierten Abteil. Im Schnitt verbrauchten die ST-Hennen 122,9 g/AH/d, die UST-Hennen 127,8g/AH/d.
- Die **IgY-Konzentration** im Eidotter lag mit 17,80 mg/ml (ST) und 18,01 mg/ml (UST) im gleichen Bereich und war nicht signifikant verschieden. Der Verlauf der Werte beider Gruppen war bis auf kleine Ausnahmen parallel und wies im Falle einer Erkrankung sowie im Anschluss an eine Immunisierung jeweils einen starken Anstieg im IgY-Gehalt des Eidotters auf.



- Der durchschnittliche **Hämatokrit** betrug bei der ST-Gruppe 22,2 %, bei der UST-Gruppe 22,6 %. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen und die Werte blieben über die gesamte Legeperiode relativ konstant.
- Der **Hämoglobingehalt** des Blutes betrug im Schnitt 9,58 g/dl (ST) und 9,93 g/dl (UST). Der Unterschied war nicht signifikant. Im Verlauf stiegen die Werte im Frühjahr deutlich an und lagen im Sommer signifikant höher als im Winter.
- Der durchschnittliche **Calciumgehalt** des Serums lag mit 22,88 mg/dl (ST) und 22,37 mg/dl (UST) bei beiden Gruppen im gleichen Bereich und war, wie auch der **Phosphorgehalt** mit jeweils etwa 5,0 mg/dl, über das Legejahr hinweg relativ konstant.
- Im Rahmen der **Bonitierungen** konnte zunächst eine deutliche Verschlechterung des Gefiederzustandes festgestellt werden. Ab Mitte der Legeperiode waren nur noch geringe Veränderungen bemerkbar und das äußere Erscheinungsbild blieb auf dem erreichten Niveau. Am Ende wiesen die Hühner auf der strukturierten Seite (Grad 3,5) einen etwas besseren Gefiederzustand auf als die Tiere der anderen Seite (Grad 3,7).
- Etwa in der Mitte der Legeperiode **erkrankten** die Tiere, was sich vor allem in einem deutlichen Leistungseinbruch, einer reduzierten Futteraufnahme und auffällig veränderten Eiern manifestierte.
- Die erfassten **Verluste** betragen auf der Seite mit den Strukturelementen am Ende der Legeperiode 11,55 %, auf der Seite ohne Strukturierung 12,00 %. Insgesamt beliefen sich die Ausfälle auf 13,55 %, da am Schluss einige Tiere weniger als erwartet vorhanden waren.
- Die vorgenommenen **Kotuntersuchungen** waren bis auf einen geringgradigen Befall mit Kokzidien-Oozysten alle negativ.
- Bei der Messung des **Ammoniakgehaltes** in der Stallluft wurden starke Schwankungen in Abhängigkeit vom Messpunkt und der Luftbewegung festgestellt. Der Grenzwert von 20 ppm wurde nie dauerhaft überschritten.
- Alle im Rahmen der **Sektion** untersuchten Tiere wiesen eine Fettleber auf und bei mehr als der Hälfte der Hennen wurde eine Brustbeinverkrümmung festgestellt.
- Die **Knochenbruchfestigkeit** war bei den Hennen auf der ST-Seite mit durchschnittlich 276,67 N etwas höher als auf der UST-Seite mit 265,53 N. Auch die **Dehnung** am Punkt der höchsten Belastung war auf der strukturierten Seite mit 1,58 mm höher als auf der unstrukturierten Seite mit 1,48 mm. Der Unterschied zwischen beiden Gruppen ist jedoch nicht signifikant.

Vergleicht man die gesamten Ergebnisse beider Gruppen miteinander, so schnitten die Tiere auf der strukturierten Seite bei einigen Parametern (Auslaufnutzung, Verhalten, Futtermittelverbrauch, verlegte Eier) signifikant besser ab. Bei allen anderen Parametern waren sie nie deutlich schlechter, sondern lagen meist gleichauf mit den Tieren der unstrukturierten Seite. Die Strukturierung hatte demnach keine Nachteile und brachte in bestimmten Bereichen eine deutliche Verbesserung mit sich.

## 7 SUMMARY

### **Influences of the structuring of an open-air run on behaviour, health and productivity of laying hens in a free range system**

In order to examine the effects of the structuring of an open-air run, 450 laying hens of the same origin (Tetra-SL) were placed into each half of a moveable hen house, which was separated in two identical parts. One of the groups got an open-air run with different elements of structuring (ST), the other one got a completely unstructured pasture (UST). During one laying period, different parameters regarding behaviour, productivity and health were examined and the results of both groups were compared.

- Regarding the **weather**, the animals of this study preferred moderate temperatures between 0-20 °C and less wind. There couldn't be detected a linear influence of radiation on the number of animals in the run.
- In **winter**, on average 7.06 % (ST) and 8.82 % (UST) of the hens stayed in the winter garden, 3.44 % (ST) and 3.16 % (UST) used the area between the winter garden and the run, and 18.22 % (ST) and 13.65 % (UST) of the animals were in the run. There was no significant difference between the two groups.
- In **summer**, 11.61 % (ST) and 15.91 % (UST) of the animals used the winter garden ( $p < 0.05$ ), 4.76 % (ST) and 5.93 % (UST) the area between the winter garden and the run, and 19.71 % (ST) and 12.58 % (UST) of the hens stayed in the run ( $p < 0.05$ ). The area next to the barn was the most often used one of both groups.
- Five minutes after the hens had gotten access to the run, the **utilization** of the structured side **of the free range area** was significantly higher, and still ten minutes after the opening of the exits, more animals were staying in the structured part, than in the unstructured one. The area next to the hen house was mostly used during the first ten minutes.
- The **elements of structuring** were accepted very well by the animals. The frequency of utilization was depending on the method of construction (flat roof preferred), the distance to the hen house and the position in the run (fence in the middle of the area preferred to the surrounding fence). The hens spent their time mainly below the elements; remaining possibilities of utilization were hardly used.
- Pecking and scratching was the most often exhibited **behaviour** in all areas inspected. In addition, activities belonging to the comfort and resting behaviour were shown in the winter garden and the area between the winter garden and the run. In winter there was no difference between the two groups. In summer, the animals in the structured part of the

open-air run were significantly more often occupied with comfort and resting behaviour, whereas the hens in the unstructured area were mainly pecking, scratching, walking and running.

- As regards **feather pecking** and **aggressive behaviour**, there couldn't be detected any difference between the groups. Both pieces of behaviour were often observed in the winter garden and the area between the winter garden and the run, whereas they were rarely recorded in the open-air run.
- The **laying performance** on the structured side was 78.77 % per hen housed, on the unstructured side it was unimportant lower (78.69 % per hen housed). In the beginning, the course showed an intensive increase and the laying performance persisted on a high level until a dramatic drop in production took place between the 39<sup>th</sup> and 41<sup>st</sup> week of life. After the decrease had occurred, there was only a slow recovery followed by another decline. The course of both groups was almost parallel.
- The share of **floor and system eggs** was 2.63 % (ST) and 2.94 % (UST) of all eggs laid ( $p < 0.05$ ). **Broken eggs** were 0.96 % (ST) and 0.82 % (UST), **cracked eggs** 2.17 % (ST) and 1.85 % (UST) and **dirty eggs** were 4.70 % (ST) and 4.83 % (UST) of all eggs laid ( $p > 0.05$ ). The number of broken and cracked eggs increased during the course of the laying period. After a short increase in the beginning, the share of floor eggs decreased. The number of dirty eggs varied within a wide range.
- The average **weight of all examined eggs** was 66.10 g on the structured side and 65.78 g on the unstructured side. During the course of the laying period, the average weight of the eggs increased in tendency.
- The **eggshell breaking strength** tended to decrease during the course of the laying period. The average was 32.2 N (ST) and 32.3 N (UST), respectively. The difference was not statistically significant.
- As regards **eggshell thickness**, there was no difference between the groups. Average was 0.38 mm in both groups. Similar to the breaking strength, the eggshell thickness decreased in tendency during the course of the laying period.
- The **feed consumption** was significantly higher in the unstructured part than in the structured one. On average, the ST-hens needed 122.9 g / hen housed / day, the UST-hens 127.8 g / hen housed / day.
- With an average **IgY-concentration** of 17.80 mg/ml (ST) and 18.01 mg/ml (UST) in the egg yolk, both groups developed an equal level and there was no significant difference. Except for little deviations, the courses of the values of both groups were parallel. In case

of illness and after a vaccination, an intensive increase of the IgY-concentration in the egg-yolk could be found as a response.

- The average **hematocrit** was 22.2 % (ST) and 22.6 % (UST), respectively. There was no significant difference between the groups and the values stayed quite constant during the laying period.
- The **hemoglobin** concentration was 9.58 g/dl (ST) and 9.93 g/dl (UST) on average. The difference was not significant. In spring, the course showed a distinct increase of the values. The hemoglobin concentration was significantly higher in summer, than in winter.
- With an average serum **calcium** content of 22.88 mg/dl (ST) and 22.37 mg/dl (UST), respectively, and a **phosphorus** content, which was around 5.0 mg/dl, both groups were on the same level and the values stayed relatively constant during the laying period.
- Regarding **plumage condition**, a continuous deterioration was detected in the beginning. In the middle and towards the end of the laying period only unimportant changes occurred and the external appearance of the hens remained as it was. At the end of the year, the plumage condition of the hens on the structured side was a bit better than on the unstructured side. The average plumage index upon depopulation was 3.5 (ST) and 3.7 (UST).
- Approximately in the middle of the laying period, the **animals got sick**, which was manifested by a drop in productivity, a reduced feed intake and an unusual change in the appearance of the eggs.
- At the end of the laying period, the recorded **losses** were 11.55 % (ST) and 12.00 % (UST). Altogether, the entire losses amounted to 13.55 %, because at the end, fewer animals than expected could be found in the hen house.
- The results of the **examination of the faeces** were all negative (no eggs of worms), except for some coccidial oocysts that could be found.
- **Post-mortem** revealed fatty livers in all hens examined, and more than half of them exhibited sternal deformities.
- As regards average **bone fracture resistance**, the hens on the structured side yielded a little bit higher values (276.67 N) than the animals on the other side (265.53 N). The **elongation** at the point of the highest mechanical straining was also higher on the structured side (1.58 mm), than on the unstructured one (1.48 mm). However, the differences between both groups were not statistically significant.
- The measurement of the **ammonia content** of the air inside the hen house revealed various results, depending on the measuring point and the ventilation. The recorded values did not durably exceed the critical and limiting value of 20 ppm.

Comparing all results of both groups, the animals on the structured side got the significantly better results at some of the parameters (utilization of the open-air run, behaviour, feed intake, floor eggs). In all other parameters, they've never been much worse, but on the same level as the animals on the unstructured side. Consequently, the structuring had no disadvantages, but there was a remarkable improvement in some of the parameters.

**Abbreviations:**

ST = structured side

UST = unstructured side

IB = infectious bronchitis

ND = Newcastle disease

Free range area = outdoor range = open-air run = run

Winter garden = bad weather run

## **8 LITERATURVERZEICHNIS**

### **ABDOLMOHAMMADI, A. (1998):**

Värphönshallning med begränsad utevistelse. Fördjupningsarbete. Dept. of Animal Environment and Health of the Swed. Univ. of Agric. Sci., Skara, Sweden,  
nach: VAN DEN WEGHE, H.; A. JANZEN; M. NAJATI; S. VAN DEN WEGHE; P. HILLER (2000): Modellvorhaben "Landwirtschaftliches Bauen" 1997-1999 "Artgemäße und umweltverträgliche Geflügelhaltung" Abschlussbericht Betrieb Onken. Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, 55

### **ACHILLES, W. (2002):**

Schlussfolgerungen.

in: ACHILLES, W.; D.W. FÖLSCH; M. FREIBERGER; M. GOLZE; B. HAIDN; P. HILLER; B. HÖRNING; A. JANZEN; R. KLEMM; A. LEOPOLD; M. NAJATI; G. TREI; H. VAN DEN WEGHE; S. VAN DEN WEGHE (2002b): Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung, BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift **399**. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, 149-159

### **ACHILLES, W.; B. HÖRNING; M. HÖFNER; G. TREI; D. FÖLSCH (2002):**

Auslaufhaltung von Legehennen.

KTBL-Arbeitspapier **279**. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, 68p

### **ACHILLES, W.; D.W. FÖLSCH; M. FREIBERGER; M. GOLZE; B. HAIDN; P. HILLER; B. HÖRNING; A. JANZEN; R. KLEMM; A. LEOPOLD; M. NAJATI; G. TREI; H. VAN DEN WEGHE; S. VAN DEN WEGHE (2002b):**

Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung, BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift **399**. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, 161p

### **ADAM, T. (1973):**

Toleranzgrenzen für gasförmige Umweltfaktoren.

Züchtungskunde **45**, 162-178

**AKITA, E.M.; S. NAKAI (1993):**

Comparison of four purification methods for the production of immunoglobulins from eggs laid by hens immunized with an enterotoxigenic E.coli strain.

J. Immunol. Meth. **160**, 207-214

**AL-MASHHADANI, E.H.; M. BECK (1985):**

Effect of atmospheric ammonia on the surface ultrastructure of the lung and trachea of broiler chicks.

Poultry Sci. **64**, 2056-2061

**ANONYM (2003):**

Legeleistungsprüfung für Hühner 2001 / 2002 im Auftrag des Landwirtschaftlichen Wochenblattes Westfalen - Lippe.

DGS **31**, 23-30

**ANONYM (2004):**

Parameter für die Eiqualität.

Internet: [www.veredlungsproduktion.de](http://www.veredlungsproduktion.de), 2p

**APPLEBY, M.C. (1984):**

Factors affecting floor laying by domestic hens: a review.

Worlds Poultry Sci. J. **40**, 24-249

**APPLEBY, M.C.; B.O. HUGHES (1991):**

Welfare of laying hens in cages and alternative systems: environmental, physical and behavioural aspects.

Worlds Poultry Sci. J. **47**, 109-125

**APPLEBY, M.C.; B.O. HUGHES; H.A. ELSON (1992):**

Poultry Production Systems - Behaviour, Management and Welfare.

CAB International, Wallingford, UK

**BASSLER, A. (1997):**

Prospects of keeping laying hens on grass / clover pasture.

Master of Science Thesis in Ecological Agriculture, Univ. Wageningen (NL)



**BAUMANN, W. (2001):**

Ökologische Hühnerhaltung - Stallbaukonzepte.

Bioland Verlags GmbH, Mainz, 154p

**BAUMGART, B. (2005):**

Tiergesundheit, Verhalten und Leistung unter besonderer Berücksichtigung der Besatzdichte bei Legehennen in Volierenhaltung.

Diss. vet. med., LMU München

**BERGMANN, V. (1992):**

Erkrankungen des Skelettsystems.

in: HEIDER, G; G. MONREAL (Hrsg.) 1992. Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels.

Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 634-660

**BERK, J. (1993):**

Nutztiere im Freien - Alternative zur intensiven Tierhaltung?

DGS 39, 8-9

**BESSEL, W. (1988):**

Bäuerliche Hühnerhaltung: Junghennen, Legehennen, Mast.

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 42-50

**BESSEL, W. (1997):**

Ethologische Untersuchungen zum Pickverhalten von Legehennen.

Lohmann Information 3. Lohmann & Co. AG, Cuxhaven, 3-8

**BESTMAN, M.W.P.; J.P. WAGENAAR (2003):**

Farm level factors associated with feather pecking in organic laying hens.

Livestock Production Sci. 80, 133-140

**BIOLAND E.V. (2000):**

Bioland-Richtlinien für Pflanzenbau, Tierhaltung und Verarbeitung. Mainz

**BLOKHUIS, H.J. (1986):**

Feather-pecking in poultry: its relation with ground-pecking.

Appl. Anim. Behav. Sci. 16, 63-67

**BLOKHUIS, H.J. (1989):**

The effect of a sudden change in floor type on pecking behaviour in chicks.

Appl. Anim. Behav. Sci. **22**, 65-73

**BOGENFÜRST, F.; H. PINGEL (1998):**

Züchtung von Legehybriden - Tetra dominiert in Ungarn.

DGS **45**, 36-37

**BÖLTER, U. (1987):**

Felduntersuchungen zum Sozialverhalten von Hühnern in der Auslauf- und Volierenhaltung.

Diss. vet. med., Universität Giessen

**BOSCH, J.G.M.J.; TH.G.C.M. VAN NIEKERK (1995):**

Health.

in: BLOKHUIS, H.J.; J.H.M. METZ (Edts): Avarian housing for laying hens.

ID-DLO/IMAG-DLO, Wageningen, 59-71

**BÖTTCHER, W. (2003):**

Marktanalyse - Spielraum für Alternativ-Eier ausgeschöpft?

DGS **1**, 17-19

**BRAY, T.S.; M.B. LANCASTER (1992):**

The parasitic status of land used by free range hens.

Brit. Poultry Sci. **33**, 1119-1120

**BUBIER, N.E.; R.H. BRADSHAW (1998):**

Movement of flocks of laying hens in and out of the hen house in four free range systems.

Brit. Poultry Sci. **39**, 5-6

**BÜSCHER, W.; WALLENFANG; SCHMITT; SCHNEIDER; W. BESSEI; W. ECKHOF; B. DIEKMANN (2003):**

Umweltbelastungen durch Legehennenhaltungssysteme.

in: JACOBS, A.K.; H.W. WINDHORST (2003): Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion. Institut für Strukturforschung und Planung in agrarischen Intensivgebieten, Vechta. Weiße Reihe **Band 22**, 88-113

**BUTCHER, G.D.; R.D. MILES (1995):**

Factors causing poor pigmentation of brown-shelled eggs.

College of Veterinary Medicine, Florida Cooperative Extension Service,  
Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

**VM-94**, 3p

Internet: [www.hammock.ifas.ufl.edu](http://www.hammock.ifas.ufl.edu)

**CHANNING, C.E.; B.O. HUGHES; A.W. WALKER (2001):**

Spatial distribution and behaviour of laying hens housed in an alternative system.  
Appl. Anim. Beh. Sci. **72**, 335-345

**DAMME, K. (2003):**

Eiererzeugung in alternativen Haltungssystemen - Wie sich verschiedene Legehybriden dafür eignen.

DGS **27**, 12-18

**DAMME, K.; A. HÜLSMANN (2002):**

Freilandhaltung von Legehennen - Ein mobiler Stall im Praxistest.

DGS **22**, 22-25

**DE BAEY-ERNSTEN, H. (2002):**

Vorwort

in: ACHILLES, W.; B. HÖRNING; M. HÖFNER; G. TREI; D. FÖLSCH (2002):

Auslaufhaltung von Legehennen.

KTBL-Arbeitspapier 279

**DEIGNAN, T.; A. ALWAN; C. O'FARELLY (1995):**

Passive immunisation of the gastrointestinal tract with hen egg immunoglobulin.  
Veterinary immunology, Brighton, 6-8 Dec., 53

**DINZINGER, L.; A. HEIBENHUBER (2004):**

Legehennen im Mobilstall - Mit optimaler Einrichtung lassen sich die Kosten senken.  
DGS 18, 25-29

**DORN, P. (1971):**

Handbuch der Geflügelkrankheiten.  
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 235-236

**DUFF, S.R.I., R.B. BURNS, P. DWIVEDI (1987):**

Skeletal changes in broiler chicks and turkey poults fed diets containing ochratoxin A.  
nach: KORFMANN, M.A. (2004): Zur Skelettentwicklung und Wachstumsdynamik der Beckengliedmaße bei Mastputern.  
Diss. vet. med. FU Berlin, 25

**EDER, H. (1987):**

in: WITKE, G. (Hrsg) 1987. Lehrbuch der Veterinär-Physiologie.  
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 160-172

**ELBE, U.; A. ROß; G. STEFFENS (2003):**

Ausgewählte Maßnahmen und ihre Bewertung zur Verbesserung der Auslaufnutzung bei der Freilandhaltung von Legehennen: Rasenschutzgitter und Leitelemente - 6. Internationale Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 25.-27.03.2003, Vechta. [www.lwk-we.de/lw\\_tp\\_4422.html](http://www.lwk-we.de/lw_tp_4422.html), 1-4

**ERHARD, M.H.; I. VON QUISTORP; I. SCHRANNER; A. JÜNGLING; B. KASPERS; P. SCHMIDT; R. KÜHLMANN (1992):**

Development of specific enzyme-linked immunosorbent antibody assay systems for the detection of chicken immunoglobulins G, M, and A using monoclonal antibodies.  
Poultry Sci. 71, 302-310

**ERHARD, M.H.; H. ÖZPINAR; T. BILAL; I. ABBAS; C. KUTAY; H. ESECELI; M. STANGASSINGER (2000):**

The humoral immune response and the productivity of laying hens kept on the ground or in cages.  
ATLA 28, 699-705

**FÖLSCH, D.W. (1981):**

Das Verhalten von Legehennen in unterschiedlichen Haltungssystemen unter Berücksichtigung der Aufzuchtmethoden.

in: FÖLSCH, D.W.; K. VESTERGAARD (Hrsg.): Das Verhalten von Hühnern. Tierhaltung Bd.12; Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Stuttgart, 9-114

**FÖLSCH, D.W.; R. HOFFMANN (1992):**

Artgemäße Hühnerhaltung - Grundlagen und Beispiele aus der Praxis.

Verlag C. F. Müller, Karlsruhe

**FÖLSCH, D.W.; M. STAACK; G. TREI; C. KEPPLER; M. HÖFNER; B. HÖRNING (1997):**

Modellvorhaben Artgemäße Geflügelhaltung in Hessen - Abschlussbericht.

Univ. Gesamthochschule Kassel-Witzenhausen

**FÖLSCH, D.W.; B. HÖRNING; G. TREI (2002):**

Betrieb Eisenach.

in: ACHILLES, W.; D.W. FÖLSCH; M. FREIBERGER; M. GOLZE; B. HAIDN; P. HILLER; B. HÖRNING; A. JANZEN; R. KLEMM; A. LEOPOLD; M. NAJATI; G. TREI; H. VAN DEN WEGHE; S. VAN DEN WEGHE (2002b): Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung, BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift 399. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, 54-145

**FREEMAN, B.M. (1971):**

The corpuscles and the physical characteristics of blood.

in: BELL, D.J.; B.M. FREEMAN (Eds.): Physiology and biochemistry of the domestic fowl (2). Academic Press, London, New York, 841-850

**FREIBERGER, M.; B. HAIDN (2002):**

Betrieb Epp.

in: ACHILLES, W.; D.W. FÖLSCH; M. FREIBERGER; M. GOLZE; B. HAIDN; P. HILLER; B. HÖRNING; A. JANZEN; R. KLEMM; A. LEOPOLD; M. NAJATI; G. TREI; H. VAN DEN WEGHE; S. VAN DEN WEGHE (2002b): Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung, BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift 399. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, 44-144

**GAYER, P.; K. DAMME (2003):**

Eiererzeugung im Mobilstall - Lohnt sich die Sommernutzung mit Althennen?

DGS 35, 22-25

**GOETZ, D. (2003):**

Ökoring Schleswig-Holstein e.V., Evaluation verschiedener Legehennenherkünfte in Bezug auf die Erfordernisse ökologischer Haltungsformen.  
[www.orgprints.org/00002047](http://www.orgprints.org/00002047), 5p

**GOLZE, M. (1999):**

Neue Erkenntnisse über Tiergesundheit in der Freilandhaltung.

DGS 51, 6-7

**GOLZE, M.; R. KLEMM; A. LEOPOLD (2002):**

Stadtgut Görlitz.

in: ACHILLES, W.; D.W. FÖLSCH; M. FREIBERGER; M. GOLZE; B. HAIDN; P. HILLER; B. HÖRNING; A. JANZEN; R. KLEMM; A. LEOPOLD; M. NAJATI; G. TREI; H. VAN DEN WEGHE; S. VAN DEN WEGHE (2002b): Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung, BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift 399. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, 65-147

**GRASHORN, M. (2004):**

Hühnereier als Functional Food - Das kleine Oval kann mehr als nur gut schmecken.

DGS 18, 15-21

**GRASHORN, M. (2004b):**

Faustzahlen zur Eiqualität.

in: DAMME, K.; C. MÖBIUS (Hrsg.) 2004: Jahrbuch der Geflügelwirtschaft 2004.  
Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 187-197

**GRAUVOGL, A. (1997):**

Artgemäße und rentable Nutztierhaltung.

Verlags Union Agrar, BLV-Verlags-Ges., München, Wien, Zürich, 161-195

**GROOT KOERKAMP, P.W.G.; A. KEEN; TH.G.C.M. VAN NIEKERK; S. SMIT (1995):**

The effect on manure and litter handling and indoor climatic conditions on ammonia emissions from a battery cage and an aviary housing system for laying hens.  
Netherland J. of Agricultural Sci. **43**, 351-373

**GROSSFELD, J. (1938):**

Calciumgehalt im Blutserum.  
nach: SCHOLTYSSEK, S. (1968):  
Handbuch der Geflügelproduktion.  
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 30-41

**GYLSTORFF, I.; F. GRIMM (1987):**

Vogelkrankheiten.  
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 114-125

**HADORN, R.; A. GLOOR (1999):**

Stall- und Auslaufhaltung im Vergleich.  
DGS **13**, 28-29

**HÄNE, M. (1999):**

Legehennenhaltung in der Schweiz 1998 - Schlussbericht zum Forschungsprojekt 2.97.1 des Bundesamtes für Veterinärwesen. Zentrum für tiergerechte Haltung - Geflügel und Kaninchen, Zollikofen, Schweiz

**HÄNE, M.; B. HUBER-EICHER; E. FRÖHLICH (2000):**

Survey of laying hen husbandry in Switzerland.  
Worlds Poultry Sci. J. **56**, 21-31

**HARLANDER-MATAUSCHEK, A. (2001):**

Auslaufnutzung von Legehennen unter besonderer Berücksichtigung von Gruppengröße und Schlupflochbreite.  
Diss. vet. med., Veterinärmedizinische Universität Wien

**HARLANDER-MATAUSCHEK, A. (2002):**

Auslaufnutzung von Legehennen - Viele Faktoren beeinflussen das Verhalten der Tiere.  
DGS **14**, 24-26

**HARLANDER-MATAUSCHEK, A. (2003):**

Alternative Legehennenhaltung - Hähne - Überflüssige Futtermittel?

DGS 39, 29-30

**HEIDER, G. (1992):**

Ethopathien.

in: HEIDER, G; G. MONREAL (Hrsg.) 1992. Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 621-631

**HILLER, P.; A. JANZEN; M. NAJATI, H. VAN DEN WEGHE; S. VAN DEN WEGHE (2002):**

Betrieb Onken.

in: ACHILLES, W.; D.W. FÖLSCH; M. FREIBERGER; M. GOLZE; B. HAIDN; P. HILLER; B. HÖRNING; A. JANZEN; R. KLEMM; A. LEOPOLD; M. NAJATI; G. TREI; H. VAN DEN WEGHE; S. VAN DEN WEGHE (2002b): Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung, BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift 399. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, 76-149

**HOFFMANN, B.; J. HOFFMANN (2004):**

Vermarktungsfähigkeit von Eiern - Mit Fingerspitzengefühl zur optimalen Eiqualität.

DGS 10, 22-25

**HÖFNER, M.; K. TÄUBERT; H. WILDHAGEN; D.W. FÖLSCH (1999)**

zit. in: ACHILLES, W.; B. HÖRNING; M. HÖFNER; G. TREI; D. FÖLSCH (2002): Auslaufhaltung von Legehennen. KTBL-Arbeitspapier 279, 18

**HOLLE, R.; C. KEPPLER (2003):**

Erzeugung von Bioeiern - Voll befiederte Biohenne gesucht.

DGS 35, 45-48

**HONGWEI, X.; J.A. DE SHAZER; M.M. BECK (1987):**

Post-effect of ammonia on energetics of laying hens at high temperatures. Transactions of ASAE 30, 1121-1125

**HUBER, H.-U. (1987)**

zit. in: ACHILLES, W.; B. HÖRNING; M. HÖFNER; G. TREI; D. FÖLSCH (2002): Auslaufhaltung von Legehennen. KTBL-Arbeitspapier 279, 16



**HUBER, H.U.; D.W. FÖLSCH; A.-B. GASSMANN; P. GINGINS; H.U. HUBER-HANKE; T. KELLER; C. LANGENEGGER; H. OESTER (1994):**

Legehennen - 12 Jahre Erfahrung mit neuen Haltungssystemen in der Schweiz.  
Schweizer Tierschutz, Basel, 32p

**HUGHES, B.O. (1990):**

Welfare in alternative housing system for laying hens.  
8th Europ. Poult. Conf. Barcelona, 199-210

**HUGHES, B.O.; P. DUN (1984):**

A comparison of hens housed intensively in cages or outside on range. Proc. Abstr.  
XVII. Worlds Poult. Cong. Exhib., Finnish branch of WPSA, Helsinki, 432-433

**HÜLSMANN, A.; G. TREI; D.W. FÖLSCH (1998):**

Beobachtung, Erfassung und kritische Wertung des Verhaltens von Hühnern,  
insbesondere von Hähnen, in Volierenhaltung mit Auslauf  
in: Dtsch. Vet.-med. Ges. (Hrsg.): Tierschutz und Nutztierhaltung.  
DVG-Verlag, Gießen, 107-120

**JACOBS, A.K.; H.W. WINDHORST (2003):**

Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der  
Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und  
Eierproduktion. Institut für Strukturforschung und Planung in agrarischen  
Intensivgebieten, Vechta. Weiße Reihe **Band 22**, 240p

**JONES, R.B. (1982):**

Effect of early environmental enrichment upon open-field behaviour and timidity in  
the domestic chick.  
Develop. Psychobiol. **15**, 105-111

**KANSWOHL, N.; C. TREPTOW (2003):**

Staub- und Schadgasgehalte, Legeleistung, Futterverbrauch, Parasitenbelastung sowie Krankheitsgeschehen und Mortalität in konventionellen und alternativen Haltungssystemen für Legehennen.

in: JACOBS, A.K.; H.W. WINDHORST (2003): Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion. Institut für Strukturforschung und Planung in agrarischen Intensivgebieten, Vechta. Weiße Reihe **Band 22**, 45-53

**KEELING, L.; P. DUN (1988):**

Polythene housing for free range layers - bird performance and behaviour.

SAC Res. Dev. Note No. **41**, 4p.

**KEPPLER, C. (2003):**

Junghennenaufzucht in Tageslichtställen - Das Auftreten von Federpicken kann vermieden werden.

DGS **27**, 19-24

**KLEMPERER, F. (1893):**

Über natürliche Immunität und ihre Verwertung für die Immunisierungstherapie.

Ach. Exp. Pathol., Pharmacol., **31**, 356-382

**KORFMANN, M.A. (2004):**

Zur Skelettentwicklung und Wachstumsdynamik der Beckengliedmaße bei Mastputern.

Diss. vet. med., FU Berlin

**KRAX, H. (1974):**

Geflügelproduktion.

Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin, 13, 173-183

**KREIENBROCK, L.; B. SCHNEIDER; J. SCHÄL; S. GLASER (2003):**

EpiLeg - Orientierende epidemiologische Untersuchung zum Leistungsniveau und Gesundheitsstatus in Legehennenhaltungen verschiedener Haltungssysteme.

in: JACOBS, A.K.; H.W. WINDHORST (2003): Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion. Institut für Strukturforchung und Planung in agrarischen Intensivgebieten, Vechta. Weiße Reihe **Band 22**, 54-87

**KÜHLMANN, R.; V. WIEDEMANN; P. SCHMIDT; R. WANKE; E. LINCKHE; U. LÖSCH (1988):**

Chicken egg antibodies for prophylaxis and therapy of infectious intestinal diseases. I. Immunization and antibody determination.

J. Vet. Med. B **35**, 610-616

**KUHN, M. (1998):**

Hühner sind keine Vegetarier.

DGS **39**, 4

**LANGE, K. (2000):**

1. Eignungsprüfung verschiedener Legehennenhybridherkünfte für die Bodenhaltung 1996 / 1999 - Hessische Landesanstalt für Tierzucht.

[www.hdlgn-hessen.de/wirueberuns/neu-ulrichstein/JahresberichtGefluegel.pdf](http://www.hdlgn-hessen.de/wirueberuns/neu-ulrichstein/JahresberichtGefluegel.pdf), 1-14

**LARSSON, A.; R.-M. BALÖW; T. LINDAHL; P.-O. FORSBERG (1993):**

Chicken antibodies taking advantage of evolution - a review.

Poultry Sci.; 1807-1812

**LESLIE, G.A.; L.W. CLEM (1969):**

Phylogeny of immunoglobulin structure and function.

J. Exp. Med. **130**, 1337-1352

**LEYENDECKER, M.; H. HAMANN; J. HARTUNG; J. KAMPHUES; C. RING; G. GLÜNDER; C. AHLERS; I. SANDER; U. NEUMANN; O. DISTL (2001):**

Analyse von Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen Legehennenhybriden und Haltungssystemen in der Legeleistung, Eiqualität und Knochenfestigkeit. 3. Mitteilung: Knochenfestigkeit.  
Züchtungskunde **73**, 387-398

**LEYENDECKER, M.; H. HAMANN; J. HARTUNG; G. GLÜNDER; M. NOGOSSEK; U. NEUMANN; C. SÜRIE; J. KAMPHUES; O. DISTL (2002):**

Untersuchungen zur Schalenfestigkeit und Knochenstabilität von Legehennen in drei verschiedenen Haltungssystemen.  
Lohmann Information **2**.  
Lohmann Animal Health GmbH & Co. KG, Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven,  
19-24

**LIPPMANN, J.; M. GOLZE (2004):**

Evaluierung alternativer Haltungsverfahren für Legehennen - Ergebnisse des Projektes liegen vor.  
DGS **27**, 12-18

**LOISELET, J. (2004):**

Behaviour and feather pecking are priority areas for selection.  
World Poultry Vol. 20 No.7, 22-24

**LÖLIGER, H.C.; H.J. SCHUBERT (1967):**

Der Hämatokrit von gesunden und kranken Hühnern verschiedener Altersgruppen und sein diagnostischer Anwendungsbereich.  
zit. in: GABRISCH, K.; P. ZWART (Hrsg.) 2001. Krankheiten der Heimtiere, 5. Auflage  
Schlütersche GmbH & Co. KG, Hannover, 630

**LÖSCH, U.; I. SCHRANNER; R. WANKE; L. JÜRGENS (1986):**

The chicken egg, an antibody source.  
J. Vet. Med. B **33**, 609-619

**LÜKE, M.; I. SIMON; P. POTERACKI (2003):**

Vergleich von Haltungssystemen für Legehennen - Weitere Versuche sind nötig.  
DGS **9**, 17-21

**MEIERHANS, D.; H. MENZI (1994):**

Kotbelastung des Legehennen-Auslaufes.

Grüne **130** (32), 12-14

**MEIERHANS, D.; H. MENZI (1995):**

Freilandhaltung von Legehennen: bedenklich aus ökologischer Sicht?

DGS **9**, 12-17

**MENZI, H.; H. SHARIATMADARI; D. MEIERHANS; D. WIEDMER (1997):**

Nähr- und Schadstoffbelastung von Geflügelausläufen.

Agrarforschung **4**, 361-364

**MORGENSTERN, R.; C. LOBSIGER (1994):**

Tierärztliche Aspekte der Boden-, Freiland- und Volierenhaltung bei Legehennen.

Lohmann Information **1**.

Lohmann & Co. AG, Cuxhaven, 13-15

**MÜLLER, J.; J. HILLIG; E. VON BORELL; N. THIES (2001):**

Untersuchungen zur Akzeptanz des Auslaufs durch Legehennen in einem Haltungssystem mit Wintergarten und Grünauslauf.

Lohmann Information **4**.

Lohmann Animal Health GmbH & Co. KG. Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven, 3-7

**NEWMAN, S.; S. LEESON (1998):**

Effect of housing birds in cages or an aviary system on bone characteristics.

Poultry Sci. **77**, 1492-1496

**NICHELMANN, M. (1992):**

Embryonale Entwicklung beim Geflügel,

in: HEIDER, G.; G. MONREAL (Hrsg.) 1992. Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels.

Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, 103-105

**NICOL, C.J.; N.G. GREGORY; T.G. KNOWLES; I.D. PARKMAN; L.J. WILKINS (1999):**

Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens.

Appl. Anim. Behav. Sci. **65**, 137-152

**NICOL, C.J.; C. PÖTZSCH; K. LEWIS; L.E. GREEN (2003):**

Matched concurrent case-control study of risk factors for feather pecking in hens on free-range commercial farms in the UK.

Brit. Poultry Sci. **44**, 515-523

**NIEBUHR, K. (2001):**

Auslaufnutzung und Einfluss der Gruppengröße bei Legehennen in Freilandhaltung. Zwischenbericht. Veterinärmedizinische Universität Wien

**OTTO, C. (1980):**

Zur Nutzung einer Auslauffläche durch Legehybriden.

in: 6. Europäische Geflügelkonferenz, Hamburg, Bd. **6**, 183-190

**PAYNE, C.G. (1966):**

Practical aspects of environmental temperature for laying hens.

Worlds Poultry Sci. J. **22**, 126-139

**PEITZ, B.; L. PEITZ (1998):**

Hühner halten.

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 15, 66-69

**PETERMANN, S. (2003):**

Legehennen - Alternative Haltungssysteme - Erfahrungen aus der Praxis.

DGS **35**, 10-15

**PETERMANN, S. (2003b):**

Legehennen in alternativen Haltungssystemen - Praktische Erfahrungen.

in: JACOBS, A.K.; H.W. WINDHORST (2003): Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion. Institut für Strukturforchung und Planung in agrarischen Intensivgebieten, Vechta. Weiße Reihe **Band 22**, 1-9

**POLSON, A.; M.B. VON WECHMAR; M.H.V. VAN REGENMORTEL (1980):**

Isolation of viral IgY antibodies from yolks of immunized hens.

Immunol. Commun. **9**, 475

**RATH, N.C.; G.R. HUFF; W.E. HUFF, I.M. BALOG (2000):**

Factors regulating bone maturity and strength in poultry.

nach: KORFMANN, M.A. (2004): Zur Skelettentwicklung und Wachstumsdynamik der Beckengliedmaße bei Mastputern. Diss. vet. med. FU Berlin, 24-25

**REES, M.J.; A.W. NORDSKOG (1981):**

Genetic control of serum immunoglobulin G levels in the chicken.

J. Immunogenetics **8**, 425-431

**REICHARDT, W.; M. MUSSLICK; P. GAYER (2004):**

Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen - Zu viel Auslauf für Legehennen?

DGS **40**, 25-32

**RICKE, S.C. ; D.M. SCHAEFER ; M.E. COOK; K.H. KANG (1988):**

Differentiation of ruminal bacterial species by enzyme-linked immunosorbent assay using egg yolk antibodies from immunized chicken hens.

Appl. Environ. Microbiol. **54**, 596-599

**RÖMER, R.R. (1953):**

Nutzbringende Geflügelwirtschaft.

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 610-611

**ROSE, M.E.; E. ORLANS; N. BUTTRESS (1974):**

Immunoglobulin classes in the hen's egg: their segregation in yolk and white.

Eur. J. Immunol. **4**, 521

**ROSE, M.E.; E. ORLANS (1981):**

Immunoglobulins in the egg, embryo and young chick.

Dev. Comp. Immunol. Vol. **5**, 15-20

**SAMBRAUS, H.H. (1997):**

Normalverhalten und Verhaltensstörungen

in: SAMBRAUS, H.H. und A. STEIGER (Hrsg.): Das Buch vom Tierschutz.

Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 57-69

**SCHADE, R.; C. PFISTER; R. HALATSCH; P. HENKLEIN (1991):**

Polyclonal IgY antibodies from chicken egg yolk – an alternative to the production of mammalian IgG type antibodies in rabbits.

Alternative to Laboratory Animals, **19**, 403-419

**SCHADE, R.; C. STAAK; C. HENDRIKSEN; M. ERHARD; H. HUGL; G. KOCH; A. LARSSON; W. POLLMAN; M. VAN REGENMORTEL; E. RIJKE; H. SPIELMANN; H. STEINBUSCH; D. STRAUGHAN (1996):**

The production of avian (egg yolk) antibodies: IgY. The report and recommendations of ECVAM Workshop 21.

ATLA **24**, 925-934

**SCHOLTYSSEK, S. (1968):**

Handbuch der Geflügelproduktion.

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 30-41

**SCHOLTYSSEK, S. (1994):**

Charakteristische Merkmale des Eies und ihre Prüfverfahren.

in: TERNES, W.; L. ACKER; S. SCHOLTYSSEK (Hrsg.): Ei und Eiprodukte, 82-89

**SCHOLTYSSEK, S.; P. DOLL (1978):**

Nutz- und Ziergeflügel.

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 40-41, 252-256

**SCHWARZE, E.; L. SCHRÖDER (1972):**

Kompendium der Geflügelanatomie.

Verlag G. Fischer, Stuttgart

**SHIMIZU, M.; R.C. FITZSIMMONS; S. NAKAI (1988):**

Anti-E.coli immunoglobulin Y isolated from egg yolk of immunized chickens as a potential food ingredient.

J. Food Sci. Vol. **53**, No. **5**, 1360-1366

**SIEGMANN, O. (1992):**

in: HEIDER, G.; G. MONREAL (Hrsg.) 1992. Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels.

Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, 40-41



**SOMMER, F. (1999):**

Freilandhaltung von Legehennen - ohne ausgeklügeltes Management geht's nicht.  
DGS **39**, 18-22

**STAACK, M.; U. KNIERIM (2004):**

Studie zur Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen für Legehennen. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.  
[www.bund.net/lab/reddot2/pdf/tiergerechtigkeit.pdf](http://www.bund.net/lab/reddot2/pdf/tiergerechtigkeit.pdf), 26p

**STAACK, C.; C. SCHWARZKOPF (1995):**

Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V. - Gewinnung von Antikörpern aus dem Hühnerei. [www.tierschutz-tvt.de/merkblatt9.pdf](http://www.tierschutz-tvt.de/merkblatt9.pdf), 2-5

**STEPHAN (1963):**

zit. in: BARTUSSEK, H. (1998): Freilandhaltung von Nutztieren: eine unbekannte Wissenschaft und ein Umweltproblem. *Ökologie und Landbau* **107**, 31-38

**STEVENS, V.I.; R. BLAIR; R.E. SALMON (1984):**

Effects of vitamin D3, calcium and phosphorus on growth and bone development of market turkeys.  
*Poultry Sci.* **63**, 1571-1585

**TEGELER, G. (1992):**

Fettlebersyndrom.  
in: HEIDER, G; G. MONREAL (Hrsg.) 1992. *Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels*. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 675-683

**TREI, G. (2001):**

Ökologische Hühnerhaltung. Skript Wintersemester 2001/2002. Fachbereich Landwirtschaft, Internationale Agrarwirtschaft und Ökologische Umweltsicherung. Universität Gesamthochschule Kassel, 1-34

**TÜLLER, R. (1996):**

Hennen mit Auslauf leben risikoreich.  
*Landw. Wbl.* **14**, 46

**VAN DEN WEGHE, H.; A. JANZEN; M. NAJATI; S. VAN DEN WEGHE; P. HILLER (2000):**

Modellvorhaben "Landwirtschaftliches Bauen" 1997-1999 "Artgemäße und umweltverträgliche Geflügelhaltung" Abschlussbericht Betrieb Onken. Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, 101p

**VAN EMOUS, R. (2003):**

From cages to alternative systems requires different skills.

World Poultry Vol. **19** No. **6**, 24-27

**VAN EMOUS, R.A.; T.G.C.M.F. VAN NIEKERK (2004):**

Higher mortality in free-range aviary houses.

World Poultry Vol. **20** No. **6**, 26-27

**Voss, M. (1999):**

Krankheitsprophylaxe und Verbraucherschutz unter besonderer Berücksichtigung der alternativen Haltungsformen.

Lohmann Information **3**.

Lohmann Animal Health GmbH & Co. KG. Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven, 13-16

**WANDT, B. (2001):**

Untersuchungen zur Abhängigkeit der Eiproduktion von Umwelt- und Herkunftsfaktoren. Diplomarbeit im Studiengang Biowissenschaftliche Dokumentation. Fachhochschule Hannover

**WHITEHEAD, C.C. (2000):**

Wechselwirkung zwischen Genotyp und Ernährung im Zusammenhang mit Knochenstärke bei Legehennen.

Lohmann Information **1**, 21-26

**WILSON, S.; S.R.I. DUFF (1991):**

Effects of vitamin or mineral deficiency on the morphology of medullary bone in laying hens.

Res.Vet. Sci. **50**, 216-221

**WOERNLE, H.; H.M. HAFEZ (1992):**

Infektiöse Bronchitis.

in: HEIDER, G; G. MONREAL (Hrsg.) 1992. Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels.

Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 787-808

**WOOD-GUSH, D.G.M. (1971):**

The behaviour of the domestic fowl.

Heinemann educational books Ltd. London

**YOUNG, R. (1985):**

Poultry nutrition, a 20 th century achievement.

Cornell Vet. **75**, 230-247

**ZELTNER, E.; H. HIRT (2001):**

Management des Grünauslaufes - Wie Grünausläufe an Attraktivität gewinnen.

DGS **44**, 35-37

**ZELTNER, E.; H. HIRT (2003):**

Auslaufnutzung von verschiedenen Legehybriden während der Aufzucht und als Legehennen,

in: FREYER, B., (Ed.): Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau: Ökologischer Landbau der Zukunft. Wien, 24.-26. Februar 2003

Universität für Bodenkultur, Wien - Institut für Ökologischen Landbau, 257-260

**ZELTNER, E.; H. HIRT (2004):**

Ökologische Legehennenhaltung - Hühner lieben vielfältige Strukturen im Auslauf.

DGS **45**, 22-24

**ZELTNER, E.; H. HIRT; J. HAUSER (2004):**

Ökologische Legehennenhaltung - Körner und Tunnel sollten Hühner in den Auslauf locken.

DGS **32**, 18-20



## **DANKSAGUNG**

Herrn Prof. Dr. M. Erhard gilt mein ganz besonderer Dank für die Überlassung des interessanten Themas und die mir stets gewährte freundliche Unterstützung und Beratung bei der Durchführung und Anfertigung dieser Arbeit.

Ich danke dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, welches mir die Durchführung dieser Studie ermöglichte, sowie allen am Verbundprojekt „Naturnahe Betriebs- und Haltungssysteme für Hühner“ beteiligten Instituten und Einrichtungen für die fachliche Beratung. Besonders danke ich hier auch dem Leiter des Gesamtprojektes Herrn Prof. Dr. A. Heißenhuber sowie Herrn L. Dinzinger, der jederzeit als Ansprechpartner zur Verfügung stand.

Ganz herzlich möchte ich mich bei meinen Betreuern, Herrn Dr. S. Platz und Frau Dr. M. Le Bris bedanken, die mir mit ihrem Wissen und ihrer Erfahrung bei der Planung, Durchführung und Anfertigung dieser Arbeit zur Seite standen.

Ich danke allen Mitarbeitern, Doktoranden und Praktikanten des Instituts für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU München, ganz besonders Frau N. Zobel, Frau K. Schuster und Frau T. Ertl, die mir im Labor stets mit Rat und Tat zur Seite standen.

Herrn Dr. F. Ahrens danke ich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung des Datenmaterials.

Herrn S. Kimmelman und den Mitarbeitern der Versuchsstation Viehhausen möchte ich für die Hilfe und tatkräftige Unterstützung während der praktischen Durchführung des Versuches sowie für die Überlassung sämtlicher Daten herzlich danken.

Herrn Prof. Dr. R. Korbelt und den Mitarbeitern des Instituts für Geflügelkrankheiten der LMU München danke ich für die Auswertung verschiedenster Proben.

Mein herzlichster Dank gilt meinen Eltern, die mir das Studium und die Promotion ermöglicht und mich immer unterstützt haben.



## LEBENS LAUF

Name: Daniela Bazer

Geburtsdatum: 27. Juni 1977

Geburtsort: Albstadt-Ebingen

Eltern: Eberhard Bazer  
Hannelore Bazer, geb. Schneider

Familienstand: ledig

Schulbildung: 1984 – 1988 Besuch der Grundschule in Sonnenbühl-Erpfingen  
1988 – 1997 Friedrich-Schiller-Gymnasium in Pfullingen  
24.06.1997 Allgemeine Hochschulreife

Studium: 1997 – 2003 Studium der Veterinärmedizin an der  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
23.07.2003 Abschluß des dritten Abschnitts der tierärztlichen  
Prüfung  
05.09.2003 Approbation als Tierärztin  
seit 09/2003 Anfertigung der vorliegenden Dissertation