



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Alternative Legehennenhaltung



8

2004

ISSN 1611-4159

Impressum

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: <http://www.LfL.bayern.de>
Institut für Tierhaltung und Tierschutz, Mainbernheimer Straße 101
87318 Kitzingen
Dr. Klaus Damme

Redaktion: siehe Autoren

Autoren: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Tierische Erzeugung
Dr. Uwe Bergfeld
Am Park 3, 04886 Köllitsch, Telefon: 034222 / 46 – 100
e-mail: uwe.bergfeld@koellitsch.lfl.smul.sachsen.de

Endredaktion: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Öffentlichkeitsarbeit
Thomas Freitag

Satz: Christlich-Soziales Bildungswerk Sachsen e. V. Miltitz

1. Auflage August/2004

Druck: Sächsisches Digitaldruck Zentrum GmbH Dresden

Schutzgebühr: 12,78 EUR

© LfL

Weitere Auskünfte erteilen die Landwirtschaftsämter.

Die Beiträge in dieser Schriftenreihe geben die Meinung des Autors wieder.



Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen

Abschlussbericht

zum

Gemeinschaftsprojekt

der

Landesanstalten für Landwirtschaft
der Freistaaten Bayern, Sachsen und Thüringen

Gesamtkoordination

Dr. agr. Uwe Bergfeld
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Koordinatoren der Länder

Dr. agr. Klaus Damme (Bayern), Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt (Thüringen), Dr. agr. Manfred Golze (Sachsen)

bearbeitet von April 2002 bis Juni 2004

Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen

Teilprojekte

Betriebswirtschaft und Arbeitszeitbedarf

Verantwortlicher Themenleiter: *Dr. agr. Roland Klemm*¹⁾

Bearbeitung: *Dr. agr. Jens Lippmann*¹⁾, *Dr. agr. Roland Klemm*, *Dipl. Ing. agr. Peter Gayer*²⁾, *Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt*³⁾, *Dipl. Ing. agr. Katrin Dier*¹⁾

Futter- und Stallungszusammensetzung

Verantwortlicher Themenleiter: *Dr. agr. Gerhard Richter*³⁾

Bearbeitung: *Dr. agr. Gerhard Richter*, *Dipl. Ing. agr. Peter Gayer*, *Dr. agr. Jens Lippmann*, *Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt*

Eiqualität

Verantwortlicher Themenleiter: *Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt*

Bearbeitung: *Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt*, *Dipl. Ing. agr. Peter Gayer*, *Dr. agr. Jens Lippmann*, *Dr. agr. Gerhard Richter*, *Dr. rer. nat. Otto Jahn*³⁾, *Dr. agr. Erhard Gernand*³⁾, *Dr. agr. Uwe Bergfeld*¹⁾

Tiergesundheit und Hygiene

Verantwortlicher Themenleiter: *Dipl. Ing. agr. Peter Gayer*

Bearbeitung: *Dipl. Ing. agr. Peter Gayer*, *Dr. agr. Klaus Damme*²⁾, *Dr. vet.-med. R.-A. Hildebrand*⁵⁾, *Dr. agr. Jens Lippmann*, *Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt*

Auslaufnutzung

Verantwortlicher Themenleiter: *Dr. agr. Michael Mußlick*³⁾

Bearbeitung: *Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt, Dr. agr. Michael Mußlick, Dipl. Ing. agr. Peter Gayer, Dr. agr. habil. Hans Hochberg*³⁾

Nährstoffeintrag in den Boden

Verantwortlicher Themenleiter: *Dr. rer. agr. Wilfried Zorn*³⁾

Bearbeitung: *Dr. rer. agr. Wilfried Zorn, Dr. agr. Jens Lippmann, Dipl. Ing. agr. Peter Gayer, Dipl. Ing. agr. Hubert Schröter*³⁾, *Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt*

Stallklima, Emissionen und Arbeitsschutz

Verantwortlicher Themenleiter: *Dr. agr. Ute Wanka*¹⁾

Bearbeitung: *Dr. agr. Ute Wanka, Dr. agr. Jens Lippmann, Dipl. Ing. agr. Peter Gayer, Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt, Roland Kretschmann*⁴⁾, *Frank Rothe*⁴⁾, *Priv.-Doz. Dr. med. Monika A. Rieger*⁶⁾

- 1) Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
- 2) Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
- 3) Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
- 4) Sächsische Umweltbetriebsgesellschaft
- 5) Tiergesundheitsdienst Bayern
- 6) Bergische Universität Wuppertal

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verzeichnis der Abkürzungen	1
Vorwort	3
1 Einführung	5
2 Zusammenfassung der Ergebnisse	8
3 Datengrundlage und methodisches Vorgehen	18
3.1 Datengrundlage	18
3.2 Methodisches Vorgehen	19
4 Ergebnisse der Teilprojekte	22
4.1 Erzeugungskosten und Arbeitszeitaufwand	22
<i>4.1.1 Erzeugungskosten</i>	<i>22</i>
<i>4.1.1.1 Einführung und Zielstellung</i>	<i>22</i>
<i>4.1.1.2 Kenntnisstand</i>	<i>22</i>
<i>4.1.1.3 Material und Methode</i>	<i>24</i>
<i>4.1.1.3.1 Methode</i>	<i>24</i>
<i>4.1.1.3.2 Datengrundlage</i>	<i>26</i>
<i>4.1.1.4 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse</i>	<i>27</i>
<i>4.1.1.4.1 Naturalleistungen</i>	<i>27</i>
<i>4.1.1.4.2 Kosten</i>	<i>30</i>
<i>4.1.1.4.3 Verfahrensvergleich</i>	<i>33</i>
<i>4.1.2 Arbeitszeitaufwand</i>	<i>35</i>
<i>4.1.2.1 Einführung und Zielstellung</i>	<i>35</i>
<i>4.1.2.2 Kenntnisstand</i>	<i>35</i>
<i>4.1.2.3 Material und Methode</i>	<i>37</i>
<i>4.1.2.3.1 Methode</i>	<i>37</i>
<i>4.1.2.3.2 Datengrundlage</i>	<i>39</i>
<i>4.1.2.4 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse</i>	<i>40</i>
<i>4.1.2.4.1 Übersicht</i>	<i>40</i>
<i>4.1.2.4.2 Verfahrensvergleich</i>	<i>43</i>

4.1.3	<i>Fazit</i>	45
4.1.4	<i>Literatur</i>	47
4.2	Futter und Stallungszusammensetzung	49
4.2.1	<i>Einführung und Zielstellung</i>	49
4.2.2	<i>Material und Methode</i>	49
4.2.3	<i>Diskussion und Bewertung der Ergebnisse</i>	50
4.2.3.1	<i>Fütterung</i>	50
4.2.3.1.1	<i>Mischfutteranalysen</i>	50
4.2.3.1.2	<i>Deklaration und VFT-Vergleich</i>	54
4.2.3.2	<i>Stallung</i>	55
4.2.3.2.1	<i>Einstreu</i>	55
4.2.3.2.2	<i>Exkrememente</i>	58
4.2.4	<i>Fazit</i>	61
4.2.5	<i>Literatur</i>	62
4.3	Eiqualität	63
4.3.1	<i>Einführung und Zielstellung</i>	63
4.3.2	<i>Material und Methode</i>	64
4.3.2.1	<i>Probenahmeplan</i>	64
4.3.2.2	<i>Probenmaterial</i>	65
4.3.2.3	<i>Statistische Auswertung</i>	65
4.3.2.4	<i>Methoden</i>	67
4.3.2.4.1	<i>Merkmale der physikalischen Eiqualität</i>	67
4.3.2.4.2	<i>Mikrobiologische Eiqualität</i>	67
4.3.2.5	<i>Schwankungsbereich und Bedeutung von Eiqualitätsmerkmalen</i>	67
4.3.3	<i>Diskussion und Bewertung der Ergebnisse</i>	68
4.3.3.1	<i>Merkmale der physikalischen Eiqualität</i>	68
4.3.3.2	<i>Mikrobiologische Qualität der Eischale</i>	80
4.3.4	<i>Fazit</i>	83
4.3.5	<i>Literatur</i>	84
4.4	Tiergesundheit und Hygiene	85
4.4.1	<i>Einführung und Zielstellung</i>	85
4.4.2	<i>Kenntnisstand</i>	85

4.4.2.1	<i>Verluste</i>	85
4.4.2.2	<i>Infektionskrankheiten und Parasiten</i>	86
4.4.2.3	<i>Federpicken und Kannibalismus</i>	87
4.4.2.4	<i>Sonstige Aspekte der Tiergesundheit</i>	87
4.4.3	<i>Material und Methode</i>	88
4.4.4	<i>Diskussion und Bewertung der Ergebnisse</i>	89
4.4.4.1	<i>Ergebnisse</i>	89
4.4.4.1.1	<i>Allgemein</i>	89
4.4.4.1.2	<i>Legeleistung, verlegte Eier, Knick- und Schmutzeier</i>	91
4.4.4.1.3	<i>Verluste</i>	93
4.4.4.1.4	<i>Prophylaxe und Behandlung</i>	94
4.4.4.1.5	<i>Bakteriologie</i>	95
4.4.4.1.6	<i>Parasitologie</i>	96
4.4.4.1.7	<i>Darmentzündungen</i>	98
4.4.4.1.8	<i>Ernährungszustand</i>	98
4.4.4.1.9	<i>Legeorgane</i>	100
4.4.4.1.10	<i>Technopathien</i>	101
4.4.4.1.11	<i>Pickverletzungen</i>	102
4.4.4.1.12	<i>Gefiederzustand</i>	103
4.4.4.1.13	<i>Federfressen</i>	104
4.4.4.1.14	<i>Verhalten</i>	106
4.4.4.1.15	<i>Ektoparasiten und Lästlinge</i>	107
4.4.4.1.16	<i>Kotkonsistenz und Gefiederverschmutzung</i>	108
4.4.4.1.17	<i>Einstreu</i>	108
4.4.4.1.18	<i>Krallenlänge</i>	109
4.4.4.1.19	<i>Kopfanhänge</i>	109
4.4.4.1.20	<i>Schnabelüberstand</i>	109
4.4.4.2	<i>Diskussion</i>	110
4.4.4.2.1	<i>Allgemein, Leistung, Verluste</i>	110
4.4.4.2.2	<i>Prophylaxe</i>	111
4.4.4.2.3	<i>Behandlungen, Befunde</i>	112
4.4.4.2.4	<i>Ernährungszustand</i>	114

4.4.4.2.5	<i>Legeorgane</i>	114
4.4.4.2.6	<i>Technopathien</i>	115
4.4.4.2.7	<i>Gefiederzustand, Verhalten, Federfressen, Pickverletzungen</i>	115
4.4.4.2.8	<i>Ektoparasiten und Lästlinge</i>	116
4.4.4.2.9	<i>Gefiederverschmutzung, Kotkonsistenz, Einstreu</i>	117
4.4.4.2.10	<i>Krallenlänge, Kopfanhänge, Schnabelüberstand</i>	118
4.4.5	<i>Fazit</i>	118
4.4.6	<i>Literatur</i>	120
4.5	Auslaufnutzung	123
4.5.1	<i>Einführung und Zielstellung</i>	123
4.5.2	<i>Kenntnisstand</i>	123
4.5.3	<i>Material und Methode</i>	127
4.5.4	<i>Diskussion und Bewertung der Ergebnisse</i>	129
4.5.4.1	<i>Mittlerer prozentualer Anteil der Tiere des Einstallungsbestandes, die den Freilandauslauf nutzen, dargestellt in Abhängigkeit von der Herdengröße</i>	129
4.5.4.2	<i>Mittlere prozentuale Verteilung der Legehennen des Einstallungsbestandes auf die einzelnen Auslaufareale über den gesamten Beobachtungszeitraum</i>	130
4.5.4.3	<i>Mittlere prozentuale Verteilung der Legehennen auf die einzelnen Auslaufareale in Abhängigkeit von der Jahreszeit</i>	131
4.5.4.4	<i>Mittlere prozentuale Verteilung der Legehennen im Auslauf in Abhängigkeit von der Tageszeit bzw. des Zeitraums nach Öffnung der Auslaufklappen</i>	132
4.5.4.5	<i>Kennzeichnungsversuch</i>	133
4.5.4.6	<i>Erhebungen zur Entwicklung des Körpergewichtes</i>	133
4.5.4.7	<i>Bonitur der Vegetation auf Freilandausläufen für Legehennen</i>	134
4.5.4.7.1	<i>Sachlage</i>	134
4.5.4.7.2	<i>Pflanzenbestände im Freiland – Ausgangssituation</i>	135
4.5.4.7.3	<i>Boniturergebnisse</i>	135
4.5.5	<i>Fazit</i>	136
4.5.6	<i>Literatur</i>	137

4.6 Nährstoffeintrag in den Boden	139
4.6.1 Einführung und Zielstellung	139
4.6.2 Kenntnisstand	139
4.6.3 Material und Methode	140
4.6.4 Ergebnisse	143
4.6.4.1 Herde A mit 750 Legehennen (Mischnutzung mit Rindern)	143
4.6.4.2 Herde B mit 750 Legehennen (Mischnutzung mit Rindern)	144
4.6.4.3 Herde C mit 7000 Legehennen (mehrjährig genutzter Auslauf ohne Mischnutzung durch andere Tierarten)	145
4.6.4.4 Herde D mit 16 000 Legehennen (Vornutzung Gülleverwertung)	147
4.6.4.5 Nährstoffeintrag in die Ausläufe in Abhängigkeit von der Herdengröße	148
4.6.5 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse	149
4.6.6 Fazit	150
4.6.7 Literatur	150
4.7 Stallklima, Emissionen und Arbeitsschutz	152
4.7.1 Einführung und Zielstellung	152
4.7.2 Kenntnisstand	153
4.7.2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen	153
4.7.2.2 Physiologische Anforderungen der Legehenne an das Stallklima und Auswirkungen von Klimastörungen	156
4.7.2.3 Entstehung und Quantifizierung von staub- und gasförmigen Emissionen aus der Legehennenhaltung	160
4.7.3 Material und Methode	169
4.7.4 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse	174
4.7.4.1 Stallklima und Arbeitsschutz	174
4.7.4.2 Emissionsmassenströme	187
4.7.4.2.1 Luftraten	188
4.7.4.2.2 Konzentrationen und Massenströme	190
4.7.5 Fazit	202
4.7.6 Literatur	205

Verzeichnis der Abkürzungen

a*	Rotton (Farbkoordinate im L*a*b*-Farbraum)
A-Käfig	Ausgestalteter Käfig
A-Reuter	Bodenhaltung mit A-Reuter
b*	Gelbton (Farbkoordinate im L*a*b*-Farbraum)
Bl	Braunleger
Bovans GL	Bovans Goldlinie
DA	Datenaufnahme
Einh.	Einheit (physikalische Maßeinheit des Merkmals)
EU	Europäische Union
G	Eigewicht in g
h	Eiklarhöhe in mm
HU	Haugh-Units/Haugh-Einheiten
KbE	koloniebildende Einheiten
K-Käfig	Konventioneller (Batterie-) Käfig
L*	Farbhelligkeit (Farbkoordinate im L*a*b*-Farbraum)
LB	Lohmann Brown
LS	Lohmann Silver
LSL	Lohmann Selected Leghorn
LT	Lohmann Tradition
LW	Lebenswoche
Mauserherde	Herde nach der 1. Mauser
MW	Mittelwert (arithmetischer)
n	Stichprobenumfang (Proben oder Tiere)
N	Newton (Einheit der Kraft) - Eiqualität
N	Anzahl Beobachtungseinheiten - Auslaufnutzung
NH	New Hampshire
ns	nicht signifikant

Ökoherde	Ökologisch bewirtschaftete Herde
P	Wahrscheinlichkeit (statistischer Parameter)
r	Korrelationskoeffizient (nach PEARSON)
RD	Reinigung und Desinfektion
s	Standardabweichung (Streuung)
Tetra SL	Tetra Selected Leghorn
U	Units (Englisch für Einheiten)
VO	Verordnung
WL	White Leghorn
Wl	Weißleger

Vorwort

(zum Abschlußbericht des Forschungsprojektes „Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen“.)



Mit der EU- Richtlinie 1999/74/EG zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen wird die klassische Legehennenhaltung in Käfigbatterien ab 01.01.2012 in der EU abgeschafft. Mit der Umsetzung dieser EU-Richtlinie in nationales Recht (1. VO zur Änderung der Nutztierhaltungs-VO vom 28.02.02) nimmt Deutschland eine Vorreiterrolle im Tierschutz ein und verbietet die Legehennenhaltung in konventionellen Käfigen bereits ab dem 01.01.2007 und in Ausgestalteten Käfigen ab dem 01.01.2012.

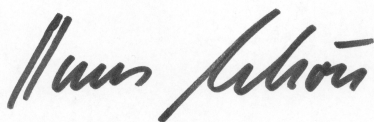
Nach der amtlichen Statistik (Betriebe ab 3.000 Hennenplätze) wurden von den 36,2 Mio. Legehennen in Deutschland im Jahr 2003 noch 81% in Käfigbatterien gehalten. Das bedeutet in den nächsten 2,5 Jahren müssen noch rund 30 Mio. Legehennen von der Käfighaltung in alternative Haltungsverfahren umgestellt werden um nicht weitere Marktanteile zu verlieren. Vor diesem Hintergrund haben die Landesanstalten der Freistaaten Thüringen, Sachsen und Bayern ein Forschungsprojekt zum Thema „Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen“ durchgeführt. Diese in Deutschland umfangreichste Feldstudie mit 34 Herden und insgesamt 162.000 Legehennen in Bestandseinheiten von 300 bis 20.000 Tieren hatte das Ziel belastbare Daten in gut geführten Betrieben zu erheben und die Ist-Situation in der Praxis realistisch darzustellen.

Darüber hinaus wurde eine Schwachstellenanalyse der gesamten Palette an Boden- Volieren und Freilandssystemen durchgeführt und versucht Optimierungsansätze zur Managementverbesserung der Haltung von Legehennen in tierfreundlichen Systemen zu entwickeln.

Bei der Bewertung der Verfahren wurde von einer ganzheitlichen Betrachtung ausgegangen und die Aspekte des Tierschutzes (Tierverhalten, Technopathien, Tiergesundheit) ebenso berücksichtigt wie die Umweltwirkung (Schadgas und Staubemissionen, Input- output) Fragen des Verbraucherschutzes (Produktqualität und Hygiene) des Arbeitsschutzes (Arbeitsaufwand, Arbeitsbelastung) und der Wirtschaftlichkeit.

Durch die Bündelung von Forschungskapazitäten, man power und know how von drei Bundesländern war es möglich eine realistische Einschätzung alternativer Haltungssysteme für Legehennen vorzunehmen und Antworten auf eine Vielzahl von Fragen zur formulieren. Wir glauben mit dieser Studie landwirtschaftlichen Betrieben wertvolle Anregungen und Empfehlungen für ein erfolgreiches Herdenmanagement zu geben und hoffen, dass die politisch Verantwortlichen in unserer Gesellschaft die Ergebnisse dieser wissenschaftlichen Studie bei der weiteren Gestaltung des gesetzlichen Rahmens zur Haltung von Legehennen in Deutschland konstruktiv nutzen.

Ich danke den Ministerien für die Finanzierung dieses Dreiländer-Projektes, den Betriebsleitern für Ihre Unterstützung und allen Mitarbeitern der Landesanstalten und der extern beteiligten Institutionen für die gute Zusammenarbeit.



Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Schön

Präsident der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

1 Einführung

Fast zeitlich parallel erklärte im Jahr 1999 das Bundesverfassungsgericht die Hennenhaltungs-VO von 1988 für nichtig und legte die EU neue Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen (EU-Richtlinie 1999/74/EG) sowie die Bio-Tierhaltungs-VO (VO 1804/1999/EG) vor. Begründet wurde der Richterspruch des Bundesverfassungsgerichtes in Deutschland mit erheblichen Defiziten bei der bisherigen Haltung von Legehennen wie Störungen der ungehinderten Futteraufnahme und dem Ruheverhalten. Bereits zur Erarbeitung der EU-Richtlinie 1998 nahm die Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN) dazu Stellung und erklärte, dass eine Käfighaltung generell elementare Verhaltensweisen wie Lokomotion, Schutzverhalten und Nahrungsaufnahmeverhalten einschränkt. Dabei kompensiert die Anreicherung des Käfigs mit Strukturelementen die Haltungsdefizite nicht.

Mit der EU-Richtlinie wurde fixiert, dass zum 01.01.03 jeder Henne im Käfig 550 cm² (bisher 450 cm²) zur Verfügung stehen müssen. Über eine weitere Verschärfung der Mindestanforderungen für alternative Verfahren im Jahr 2007 (Berichterstattung zu weiteren Ergebnissen dazu 2005) werden konventionelle Käfiganlagen EU-weit ab 2012 verboten. Ab diesem Zeitpunkt werden nur noch alternative Verfahren wie ein- und mehr-etagige Bodenhaltungen (z. B. Volieren) mit Nutzung des gesamten Stallraumes durch die Tiere und ausgestaltete Käfige (angereichert mit Sitzstangen, Sandbad und Legenest) zugelassen.

Die notwendige Umsetzung der EU-Richtlinie in deutsches Recht wird mit der Hennenhaltungs-VO (1. VO zur Änderung der Nutztierhaltungs-VO vom 28.02.02) realisiert. Mit dem Verbot der Hennenhaltung in konventionellen Käfiganlagen ab 2007 und ab 2012 auch in ausgestalteten Käfigen nimmt Deutschland eine Vorreiterrolle ein. Diese Vorgehensweise wird durch die Erfahrungen der Schweiz bei der Umstellung der Hennenhaltung auf alternative Verfahren und Studien deutscher Wissenschaftler zu Käfighaltungssystemen gestützt.

Nach OESTER (1998) endete die Forschung in der Schweiz an so genannten „get-away-Käfigen“ bereits 1981 und man fokussierte die Bemühungen auf Volierensysteme. Hauptgründe im Versagen dieser Käfige, die den Tieren auch in der 3. Dimension Ausweichmöglichkeiten boten, waren schlechte Gesundheit und Leistung, Unruhe bis Panik, Federpicken bis hin zum Kannibalismus und Probleme bei der Käfigausleuchtung (mind. 5 Lux). Die danach favorisierten Volierensysteme weisen jedoch bis heute noch Probleme wie die Akzeptanz von Tageslicht in Verbindung mit Auslaufsystemen durch die Hennen, das Auftreten von Federpicken (bisher nicht geklärt, Ansätze werden in Zucht bzw. Aufzucht gesucht) und der erhöhten Staub- und Schadgaskonzentration auf.

Auch in deutschen Untersuchungen (HÖRNING und FÖLSCH, 1999) überwogen die ermittelten Nachteile dieser Käfige (sowohl Kleinkäfige mit vier bis sechs Tiere als auch Großkäfige [get-away] mit 15 – 40 Tieren). So ist in diesen Systemen das Tierverhalten bezüglich Sozialverhalten (optimale Besatzdichte – muss nach TAUSON, 1999 erst noch gefunden werden -, sozialer Stress), Nahrungsaufnahme (Scharren und Picken) und Eiablage (keine Nestwahl, Nestboden, bis zu 30 % verlegte Eier) sowie die Tiergesundheit (Fettleber und Osteoporose durch Bewegungsmangel) problematisch.

Folgerichtig wird aus dieser Sicht der Ausstieg aus der Käfighaltung gefordert und die Machbarkeit sowie Notwendigkeit zertifiziert (FÖLSCH, 2001). Nach Evaluierung vorliegender Praxislösungen sind Sandbad und Legenester (Bodenqualität) bisher unzureichend gelöst. Die Käfige ermöglichen keine adäquate Lokomotion (Flattern, Fliegen) und es existiert keine Rückzugsmöglichkeit für die Tiere. Betriebswirtschaftlich bringen auch diese Käfige nach Aussage des Autors keine ökonomischen Vorteile. Da der Autor von einem erhöhten Preisniveau für Eier aus Bodenhaltungen ausgeht, prognostiziert er einen Anstieg der Beschäftigung mit Verzicht auf Käfiganlagen. Lediglich die Staubbildung wird als Problem der Bodenhaltungen hervor gestellt. Nach DAMME und HILDEBRAND (2002) rangieren die Kosten für die Eierzeugung in Voliere ca. 0,02 € je Ei über den Käfigen. Hieraus leitet sich der nunmehr beschlossenen Systemwechsel bei der Haltung von Legehennen im Wesentlichen ab. Dennoch stehen nachfolgende Fakten gegen diese Entwicklung:

1. Das Angebot an deutschen Eiern von z. Zt. 65 % wird auf ca. 30 % sinken und der Marktanteil von 12 % alternativ erzeugter Eier wird nicht erheblich ansteigen (ZDG 2001). Diese Prognose bestätigt das von der ZMP 2002 analysierte Verbraucherverhalten. Danach ist beim Absatz von frischen Schaleneiern (Haushaltspanel, 53 % des Eiverbrauchs) aus Alternativverfahren (40 % davon) ein Kaufrückgang um fast 10 % festzuhalten. Demgegenüber behauptet sich Standardware (Käfig) bei den Verbrauchern auf unverändertem Niveau.
2. Die Differenz des Verbraucherpreises eines Alternativeies verringert sich gegenüber der Standardware stetig. Dabei werden die auf ca. 3 Cent fixierten Preisaufschläge (FÖLSCH, 2001) für ein alternativ erzeugtes Ei nicht mehr realisiert. Insbesondere die Erlösdifferenz zwischen Boden- und Freilandei verringert sich zunehmend.
3. Mit dem zunehmenden Wegfall des Außenschutzes für landwirtschaftliche Produkte wird der Ausfall an produzierter Standardware in Deutschland aus anderen Erzeugerländern bedient. Im Kontext mit dem bisher analysierten Kaufverhalten bedeutet das einen beträchtlichen Verlust an Marktpotential.
4. Es ist fraglich, ob das höhere Preisniveau für alternativ erzeugte Eier die bisher produzierte Menge betriebswirtschaftlich kompensiert. Dafür müsste der deutsche Verbraucher verstärkt zur „Alternativware“ greifen, wie in der Schweiz geschehen. Insbesondere zur Ökonomie und Marktentwicklung wurden umfassende Argumente von Herrn Prof. Windhorst zusammengestellt. Diese flossen jedoch bisher nur sehr gering in die politische Willensbildung ein (WINDHORST, 2002; JACOBS UND WINDHORST, 2003).

Jüngere Studien zum Leistungsniveau und zur Tiergesundheit der Tierärztlichen Hochschule in Hannover (KREIENBROCK et al., 2004) verweisen u.a. darauf, dass die Impf- und Behandlungshäufigkeit in den alternativen Bodenhaltungssystemen gegenüber dem konventionellen Käfig zugenommen hat. Die Eierzeugung in diesen Haltungen ist mit erhöhten Tierverlusten und dem Auftreten von Federpicken bis zum Kannibalismus verbunden. Dabei erreichen die Tiere in diesen Haltungen nur ein geringeres Leistungsvermögen gemessen an der Eizahl, wobei das Eigewicht angestiegen ist.

Eine mehrjährige Untersuchung des ausgestalteten Käfigs für Legehennen wurde 2004 an der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft abgeschlossen (RAUCH et al., 2004). Hiernach liegt das Leistungsniveau in diesen Käfigen nicht unter den züchterischen Referenzwerten. Die bakteriologischen und parasitologischen Befunde sind ebenfalls mit herkömmlichen Käfigen vergleichbar. Die Anforderungen der Hennen an ihre Haltungsumwelt werden weitgehend erfüllt. Das Emissionsverhalten ist mit den herkömmlichen Käfighaltungen zu vergleichen. Hierbei wurde jedoch eine deutliche Varianz beim Staub-, Keim- und Endotoxingehalt der Stallluft festgehalten. Die mittlere Keimkonzentration ist ebenfalls mit den herkömmlichen Käfiganlagen zu vergleichen. Aus den betriebswirtschaftlichen Untersuchungen wird geschlussfolgert, dass „die Eiproduktion in ausgestalteten Käfigen künftig das Referenzverfahren für die Erzeugung preisgünstiger Eier in der EU sein wird“.

Literatur

- DAMME, K. und HILDEBRAND, R.-A. (2002): Geflügelhaltung. Eugen Ulmer Stuttgart
- FÖLSCH, D. W.; HÖRNING, B.; WEILAND, I. et al. (2001): Machbarkeitsstudie zum Ausstieg aus der Käfighaltung. Univ. Kassel
- HÖRNING, B.; FÖLSCH, D. W. (1999): Bewertung ausgestalteter Käfige für Legehennenhaltung unter Tierschutzaspekten. Gutachten Univ. Kassel
- HENNENHALTUNGS-VO, 1. VO zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2001). Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil I Nr. 16, Bonn, 12.3.2002, 1. VO zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2001). Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2002 Teil I Nr. 16, Bonn, 12.3.2002
- IGN – Intern. Gesellschaft für Nutztierhaltung (1998): Stellungnahme zum Vorschlag der EU-Kommission für die Richtlinie zur Legehennenhaltung
- JACOBS, A.-K.; WINDHORST, H.-W. (2003): Dokumentation der Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion, ISPA-Schriftenreihe Band 22
- KREIENBROCK, L.; SCHÄL, J.; BEYERBACH, M.; ROHN, K.; GLASER, S.; SCHNEIDER, B. (2004): EpiLeg - Orientierende epidemiologische Untersuchung zum Leistungsniveau und Gesundheitsstatus in Legehennenhaltungen verschiedener Haltungssysteme. Tierärztliche Hochschule Hannover
- OESTER, H. (1998): Legehennenhaltung ohne Käfigbatterien – Erfahrungen aus der Schweiz. Bologna, Referat
- RAUCH, H.-W.; BUCHENAUER, D.; HINRICHS, P.; REDANTZ, A.; ANGERSBACH, S.; SALEH, M.; HARTUNG, J. (2004): Modellvorhaben ausgestalteter Käfig – Produktion, Verhalten, Hygiene und Ökonomie in ausgestalteten Käfigen von vier Herstellern in sechs Legehennenbetrieben, Abschlussbericht
- Richtlinie 1999/74/EG (1999): Amtsblatt der EG 3.8.1999, L 203/53-57
- TAUSON (1999): zit. bei HÖRNING, B.; FÖLSCH, D. W. (1999)
- WINDHORST, H.-W. (2002): Vortragstagung der Lohmann Tierzucht Polkenberg
- ZMP – BÖTTCHER, W.; BECK, M. (2002): Haushalte kaufen deutlich weniger Alternativ-Eier. DGS 36, 10-13

2 Zusammenfassung der Ergebnisse

Ausgehend von der EU-Richtlinie 1999/74/EG vom 19.07.1999 und der 1. VO zur Änderung der Nutztierhaltungs-VO vom 28.02.02 in Deutschland wurden die Rahmenbedingungen für die Legehennenhaltung neu definiert. Alternative Systeme werden zukünftig die dominierende, wenn nicht die ausschließliche Haltungsform von Legehennen in Deutschland darstellen.

In diesem Kontext wurde von den Landesanstalten für Landwirtschaft der Freistaaten Bayern, Sachsen und Thüringen ein Projekt zum Thema „Evaluierung alternativer Haltungssysteme in der Legehennenhaltung“ bearbeitet.

Zielstellung des Projektes war es, die verschiedenen alternativen Haltungssysteme komplex unter Produktionsbedingungen zu evaluieren, Schwachstellen aufzudecken und Optimierungsansätze für das Haltungsmanagement abzuleiten. Die Beurteilung der Haltungssysteme sollte dabei unter den Aspekten Wirtschaftlichkeit, Produktqualität, Tiergesundheit, Stallklima und Emissionen, Auslaufnutzung und Bodenbelastung im Auslauf erfolgen.

Zur Mitwirkung konnten 17 Unternehmen mit Herdengrößen von 500 bis 20 000 Legehennen gewonnen werden. Die 34 untersuchten Herden wurden in 22 einfachen Bodenhaltungen (sieben bis neun Hennen je m²) und zwölf Volierenhaltungen (bis 18 Hennen je m²) gehalten. Elf der Volieren-systeme war ein Kaltscharrraum und Auslauf zugeordnet. Neun der Bodenhaltungssysteme waren Ausläufe zugeordnet und in zehn Systemen ein Kaltscharrraum integriert. Die Ausläufe haben eine Raumzumessung von mindestens 4 m² je Henne.

Die Bearbeitung des Projektes erfolgte in den Teilthemen

- Betriebswirtschaft (Arbeitszeitanalysen, Betriebszweigökonomik),
- Tierernährung (Futtereinsatz, -zusammensetzung, Nährstoffgehalte Stallung),
- Produktqualität (physikalische Eiparameter, Keimbesatz der Eischale),
- Tiergesundheit (Stallhygiene, Gesundheitsstatus, Tierbeurteilungen),
- Haltungsumwelt (Stallklima, Emissionen),
- Bodenqualität (Bodenstruktur des Auslaufs, Nährstoffgehalte) und
- Nutzung der Auslaufsysteme (Flächennutzung, Nutzhäufigkeiten).

Zu diesen Teilthemen wurden umfangreiche Praxisdaten zusammengetragen und bewertet. Anlage und Dauer des Projektes ließen jedoch weder ein gezieltes Versuchsdesign, noch wiederholte Durchgänge zu, sodass die Auswertungen im Wesentlichen deskriptiv erfolgten. Die detaillierten Ergebnisse sind im Bericht ausführlich dargestellt. Nachfolgend werden die wichtigsten Aussagen zusammengefasst.

Ökonomische Bewertung

Mit der Schnittstelle Übergabe der Eier ab Stall (Rohware) wurden die Erzeugungsvollkosten als Stückkosten je vermarktungsfähiges Ei pro Anfangshenne und Jahr in elf Herden ermittelt.

Die Hennen wurden in sechs Herden in Bodenhaltung mit Kotkasten (je drei mal mit bzw. ohne Auslauf) und in fünf Herden in Volieren (alle mit Auslauf und KSR) gehalten.

Die Stückkosten beeinflussenden Naturalleistungen (Legeintensität, Mortalität, Anteil Knick- und Schmutzeier) lagen im Vergleich zur Literatur im Normalbereich. Die daraus resultierende Anzahl vermarktungsfähiger Eier lag über alle Herden bei 251 St. (Spanne 215 bis 290), wobei in größeren Beständen deutlich bessere Ergebnisse erzielt wurden.

Die Erzeugungsvollkosten über alle ausgewerteten Herden lagen im Mittel bei 7,9 (Median 7,2) Cent/Ei mit einer Schwankungsbreite von 5,5 bis 13,9 Cent. Der Hauptanteil entfällt auf die Futterkosten (39 %) und den Junghennenzukauf (18 %). 16 % entfallen auf die Kosten für Gebäude und Ausrüstung und 14 % auf den Personaleinsatz.

Die Stückkosten bei größeren Beständen (i. d. R. die Volierenhaltungen) lagen niedriger. Hieraus ergaben sich Kostenvorteile für Volierensysteme von 11 %. Die Mehrkosten der Freilandhaltung (Stallhaltung mit Auslauf gegenüber reiner Stallhaltung mit/ohne Kaltscharrraum), die aufgrund der Streuung der Daten schwer zu quantifizieren waren, beliefen sich auf ca. 6 %.

Die Kostennachteile im Vergleich zur Käfighaltung (konventionelle und ausgestaltete Käfige) liegen selbst bei gut geführten „großen“ Volierenställen bei mindestens 0,5 bis 1,0 Cent/Ei. Dies sind im günstigsten Fall 20 %, teilweise aber auch mehr als 80 % höhere Kosten.

Arbeitswirtschaftliche Bewertung

Mit der Schnittstelle Übergabe der Eier ab Stall (Rohware) wurde der Arbeitszeitaufwand in Arbeitskraftstunden je 100 Hennen und Jahr, nach Arbeitsgängen gegliedert, ermittelt.

Für diese Analyse standen Daten aus 32 Herden zur Verfügung. In 21 Herden erfolgte eine Bodenhaltung (13 ohne und acht mit Auslauf) und in elf Herden eine Volierenhaltung (davon zehn mit Auslauf).

In der Summe aller Arbeitsgänge wurde im Mittel ein Arbeitszeitaufwand von 32 AKh/100 Hennen und Jahr ermittelt, wobei der Medianwert von 23 AKh deutlich macht, dass eine Verzerrung des Mittelwertes nach oben vorliegt. Die Werte für einzelne Arbeitsbereiche sind mit den vorhandenen Literaturdaten vergleichbar.

Zwischen 60 und 70 % der Arbeitszeit entfällt auf die Bereiche Produktgewinnung (Eiabsammlung), Bestandskontrolle und Auslaufnutzung (v. a. Eintreiben der Herde).

Bei den Volierensystemen ist ein deutlicher Bestandsgrößeneffekt vorhanden, bei ein-etagigen Bodensystemen schwanken die Werte dagegen stark. Durch eine Auslaufnutzung entsteht gegenüber reiner Stallhaltung ein Mehraufwand von ca. 30 %.

Ein direkter Vergleich zur Käfighaltung war im Rahmen des Projektes nicht vorgesehen. Der Mehraufwand an Arbeitszeit ist jedoch selbst bei gut geführten großen Volierensystemen (ohne Auslauf) bei ca. 20 % zu erwarten. Bei ein-etagigen-Systemen, Freilandnutzung und kleinen Beständen steigt dieser Mehraufwand weiter beträchtlich an.

Tierernährung

In 34 Herden wurden jeweils um die 25., 50. und ca. 68. Lebenswoche der Hennen Futter (in Nähe der Futtermaschine), Kot (vom Kotband bzw. Kotkasten/Scharrraum) und Einstreu aus dem Scharrraum und Wintergarten gewonnen und auf den Nährstoffgehalt untersucht.

Die Analysen des Legehennenfutters wiesen keine gerichteten Unterschiede in Abhängigkeit von der Haltungsform auf (Boden-Voliere). Die mittleren Nährstoffgehalte des geprüften Vorlegefutters und der Legehennenfutter 1 und 2 entsprachen vorwiegend den alimentären Versorgungsempfehlungen. Der nach § 14 der Futtermittel-VO berechnete Energiegehalt lag meist unter den deklarierten Werten.

Zwischen den Einstreuproben (Gemisch aus Exkrementen, Einstreu, Futterresten u. a.) aus dem Scharrraum und dem Wintergarten bestanden bezüglich Inhaltsstoffe Unterschiede. Das Einstreumaterial im Wintergarten war reicher an Trockenmasse und Rohasche (Sand), aber tendenziell ärmer an Elementen.

Die Exkrementeproben von Kotband und Kotkasten unterschieden sich nur wenig. Der Trockenmasse- und Rohaschegehalt der Exkremente im Kotkasten lag 2 %-Punkte höher; N, P und K tendenziell niedriger.

Die Einstreu- und Exkrementeanalysen in Abhängigkeit vom Alter der Hennen bzw. der Legephase weisen keine deutlichen Differenzen auf. In der Tendenz steigt die Konzentration an N, P und K im Einstreugemisch mit zunehmendem Alter der Hennen und der Rohfasergehalt sinkt.

Die Variabilität der Einzelwerte bei der Nährstoffanalyse des Futters, der Einstreu und den Exkrementen war erheblich. Aus ernährungsphysiologischer Sicht sind die Anforderungen der Hennen in den geprüften unterschiedlichen Haltungsformen ohne Probleme abzusichern. Die diskutierte Variabilität der Inhaltsstoffe in Futter und Ausscheidungen ist nicht haltungsspezifisch.

Produktqualität

Jeweils 70 Eier wurden zur 25., 50. und ca. 68. Lebenswoche der Hennen aus 34 Herden vom Sammelband mit Schutzhandschuh genommen. 20 Eier wurden umgehend bezüglich des Keimbesatzes (unspezifisch, koloniebildenden Einheiten aerober mesophiler Bakterien) auf der Eischale an jeweils vier Poolproben zu je fünf Eiern untersucht. 50 Eier wurden nach definierter Lagerzeit bezüglich physikalischer Eiparameter untersucht. An dem Probenmaterial von 5 858 Eiern konnte kein Einfluss des Haltungsverfahrens auf die untersuchten Merkmale der physikalischen und organoleptischen Eiqualität wie Eigewicht, Eiklarhöhe, Haugh-Einheiten, Bruchfestigkeit, Deformation, Farbraumparameter (L^* , a^* , b^*) sowie Anteil von Eiern mit Doppeldotter oder mit Blut- und Fleischflecken nachgewiesen werden.

Die Anzahl aerober mesophiler Bakterien pro g Eischale ist ein wertvolles Merkmal der hygienischen Qualität für den Verbraucherschutz. Hier hat in den untersuchten Herden die Aufstallungsform und Bewirtschaftung (Management) einen signifikanten Einfluss. Im Vergleich zum konventionellen Käfig (<1 500 KbE/g) ist der Keimbesatz erwartungsgemäß höher, aber im Mittel akzeptabel (<10 000 KbE/g) und durch das Management beeinflussbar (zum Legeende höhere Werte). Einzelproben weisen z. T. einen hohen Keimbesatz auf (>1 Mio. KbE/g).

Alle im Rahmen der Hühner-Salmonellen-Verordnung vorgenommenen Untersuchungen waren im Erhebungszeitraum (2002 bis 2003) bei den einbezogenen Stalleinheiten negativ.

Tiergesundheit

Die Tiergesundheit ist ein wesentlicher Aspekt für die Bewertung von Legehennenhaltungssystemen. Sie ist sowohl für das Wohlbefinden der Tiere als auch für den wirtschaftlichen Erfolg entscheidend. Ziel und Schwerpunkt der vorliegenden Untersuchung war es, den Gesundheitszustand der Herden zu unterschiedlichen Produktionszeitpunkten zu erheben, daneben Problembereiche zu identifizieren und die vorhandene Bandbreite bei Leistung und Verlusten sowie den Umfang von Prophylaxe- und Behandlungsmaßnahmen zu dokumentieren.

Die Datenerfassung erfolgte nach einem festgelegten Versuchsplan, der den örtlichen Gegebenheiten entsprechend umgesetzt wurde. Im Kern wurden Bonituren an den 34 untersuchten Herden zur 25., 50. und ca. 68. Woche durchgeführt. Zur Ausstellung erfolgte eine Einzeltierbonitur an ca. jeweils 20 Hennen. In zwölf Herden wurden serologische Untersuchungen an ca. 20 Tieren zur Einstallung und in 25 Herden zur Ausstellung durchgeführt. Ca. 20 Hennen wurden jeweils aus 26 Herden zur Ausstellung getötet und eine pathologisch-anatomische Untersuchung durchgeführt.

Als Hauptmerkmale der Tiergesundheit wurden neben Legeleistung und Verlusten die Entwicklung des Gefiederzustandes und der parasitologische Status erhoben.

Die Legeleistung erreichte mit 79,7 % je Durchschnittshenne über die gesamte Legeperiode für Alternativhaltungen eine akzeptable Höhe. Werte von 90,0 % und mehr zeigen, dass auch in die-

sen Systemen Spitzenleistungen erreicht werden können. Allerdings führten in Problemherden starke Legeleistungseinbrüche oder eine generell verminderte Legeleistung zu schweren wirtschaftlichen Einbußen. Weißleger erreichten mit 89,4 % je Durchschnittshenne deutlich höhere Werte als Braunleger mit 77,0 %.

Bei Tierverlusten von 11,8 % im Mittel zeigt sich bei einer Spannweite von 3,3 bis 36,8 % ein weiteres ganz erhebliches Produktionsrisiko in alternativen Haltungssystemen. Hauptursachen waren Infektionskrankheiten und Kannibalismus. Zusätzlich entstanden Verluste im Freiland durch Raubwild. Dabei wurden 96 bis 245 Tieren über die Legeperiode getötet.

Insbesondere die Hennen in Freilandhaltungen zeigen erhöhte Infektionen mit Darmparasiten und bakterielle Erkrankungen. Im Mittel aller Herden waren ca. 1/3 der Tiere bei der Ausstallung von Spulwürmern befallen. Bei 27,6 % der Hennen wurden Darmentzündungen festgestellt. Insgesamt mussten 27,4 % der untersuchten Herden ein- oder mehrmals mit Antibiotika behandelt und 15,6 % entwurmt werden. Herden in Ganzrostställen mit außen liegendem Kaltscharraum waren dabei deutlich seltener betroffen als Herden in anderen Systemen.

Der Gefiederzustand verschlechterte sich erwartungsgemäß über die Legeperiode. Bei unkupierten Tieren, bei Tieren in Tageslichtställen sowie in Ganzrostställen war die Befiederung schlechter als bei kupierten Tieren, Tieren mit Kunstlicht und Tieren in eingestreuten Systemen.

Eileiterbauchfellentzündungen wurden bei 4,3 % der bei Ausstallung untersuchten Tiere diagnostiziert.

Technopathien wie Brustbeinverkrümmungen, Brustblasen und Brustbeinbrüche wurden vor allem in Volieren und Ganzrostställen verstärkt beobachtet.

Milben wurden bei 82 % der beteiligten Betriebe gefunden. Der Befall nahm über die Legeperiode deutlich zu. Fliegen entwickelten sich in 22 % der untersuchten Herden im Sommer zum Problem.

Zusammenfassend können aus vorliegender Untersuchung folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

- a) mit der zeitlichen Begrenzung des Projektes verursachte der Betriebs- und Managementeinfluss eine hohe Varianz der untersuchten Merkmale, woraus sich ein hohes Produktionsrisiko ableiten lässt,
- b) die Freilandhaltung stellt die riskanteste und schwierigste Produktionsform dar,
- c) auf ein Kupieren der Schnäbel kann zur Zeit noch nicht verzichtet werden,
- d) der Vergleich zu Ganzrostställen unterstreicht den hygienischen Vorteil einer teilflächigen Trennung der Legehennen von der Einstreu,
- e) die Aufzucht muss auf die Anforderungen im Legebetrieb abgestimmt sein und dem Legehennenhalter die Bedingungen wie Fütterung, Impfprogramm und Lichtprogramm bekannt sein.

Auslaufnutzung

Die Untersuchungen zur Auslaufnutzung wurden an sechs Herden in Zeitfenstern verteilt über den Durchgang ermittelt. Hierzu wurde die zur Nutzung verfügbare Fläche mittels Absperrbändern op-

tisch in Teilareale gegliedert und die Raumnutzung der Hennen in Bildserien dokumentiert und mittels Computer ausgewertet.

Mit zunehmender Herdengröße nutzten im Mittel immer weniger Legehennen des Bestandes den Auslauf. Bei den vier Herden mit mehr als 10 000 Hennen wurde in dieser Erhebung gefunden, dass im Mittel nur 5,4 % des Einstallungsbestandes an den zwölf Beobachtungstagen den Auslauf betraten.

Die Nutzung der Auslaufareale nahm mit der Entfernung zum Stall stark ab. Bei vier Arealen mit null bis vier, vier bis acht, acht bis zwölf und 12 bis 16 m Abstand zum Stall sank der Anteil beobachteter Hennen bei den vier Herden mit mehr als 10 000 Tieren von 2,3 % auf 0,5 %. Die Vorgabe einer Mindestauslauffläche von 4 m²/Henne erscheint daher fragwürdig.

Die in zwei bonitierten Ausläufen angetroffene Abstufung bei Bewuchslücken und im Artenreichtum des Pflanzenbestandes bestätigte, dass Hennen vorwiegend den stallnahen Bereich nutzen. Dieser Befund steht im Einklang mit den im Rahmen dieses Projektes vorgenommenen Untersuchungen zum Nährstoffeintrag in die Auslaufböden.

Ein betriebswirtschaftlich vertretbares Auslaufmanagement, die Adaptation bereits der Junghenne an ein Auslaufsystem und die Selektion „auslauffreudiger“ Hybride sollte zur Erhöhung der Auslaufnutzung bei großen Legehennenherden beitragen. Hierfür ist ein weiterer Erkenntniszuwachs nötig.

Einträge in den Boden

Zur Bewertung des Nährstoffeintrages durch Legehennen wurden die Böden von insgesamt 17 Freilandausläufen in 0 bis 90 cm Tiefe auf die verfügbaren Gehalte an Stickstoff (N_{\min}) und Phosphor (P_{CAL}) untersucht. Die Ergebnisse belegen den engen Zusammenhang zwischen der Intensität der Auslaufnutzung und der Höhe des Nährstoffeintrages in die Böden.

Herden mit weniger als 2.000 Legehennen verursachten infolge der intensiveren Nutzung der Freilandausläufe höhere Nährstoffeinträge in die Böden als größere Herden mit mehr als 10 000 Legehennen.

Eine Erhöhung des N_{\min} -Gehaltes war überwiegend im stallnahen Bereich (10 bis 25 m Entfernung vom Stall) festzustellen. Im stallfernen Bereich liegen deutlich niedrigere N_{\min} -Gehalte im Vergleich zum stallnahen Bereich vor.

Signifikante Erhöhungen des P_{CAL} -Gehaltes durch die Auslaufnutzung waren vermutlich infolge der zeitlich verzögerten Mineralisierung des organisch gebundenen P nur teilweise messbar.

Die von eventuellen Nährstoffeinträgen betroffenen Flächen sind vergleichsweise gering.

Bei intensiver Auslaufnutzung sind erhebliche N- und P-Einträge in die Böden der Ausläufe zu erwarten.

Stallklima

Zur Evaluierung des Stallklimas wurden die physikalischen Parameter Lufttemperatur und –feuchte sowie Beleuchtungsstärke, die chemischen Parameter Schadstoffkonzentration (Ammoniak und Kohlendioxid) und Geruchsintensität sowie die biologischen Parameter Staub und Keimgehalt untersucht. Der Keimgehalt wurde nur begrenzt im Rahmen externer Untersuchungen zum Arbeitsschutz ermittelt. Die Beleuchtungsstärke wurde in elf Bodenhaltungssystemen über mehrere Messstellen als Momentaufnahme gemessen. Die Luftfeuchte und –temperatur wurde an 17 Standorten im Verlauf der Stallbelegung kontinuierlich ermittelt. Diese Datenreihen ergänzen Zeitfenstermessungen in weiteren elf Haltungen. Staub wurde in sieben, Spurengase in elf Herden in Zeitfenstern gemessen. Die Geruchsmessungen wurden an fünf Standorten bewertet.

Die Qualität des Stallklimas ist vorrangig von der Bewirtschaftung beeinflusst. Bei Temperatur und Luftfeuchte weisen die Werte keine nennenswerten Differenzen zwischen den untersuchten Systemen auf. Sie rangieren im Mittel bei Temperatur im leistungsorientierten Optimalbereich zwischen 15 °C und 22 °C. Ebenso liegen die mittleren Luftfeuchten zwischen 60 und 80 %. Nennenswert sind die erheblichen Schwankungsbreiten insgesamt und auch auf Herden bezogen. Hier folgen die Werte überwiegend dem Außenklima nach und insbesondere im Sommer auch in Temperaturbereiche über 30 °C. Im Mittel wurden Temperaturdifferenzen von 7,8 K im Sommer und 4,1 K im Winter ermittelt. Die Beleuchtungsstärke erreicht in Abhängigkeit vom Funktionsraum der Tiere im Mittel Werte zwischen 5 und 80 lx (ohne Tageslichteinfluss 7 bis 22 lx). Nahezu abgedunkelt sind lediglich die Gruppennester. In Ställen mit Tageslichteinfall rangieren die Werte um den oberen Wert und liegen punktuell auch deutlich darüber. Die Grenzwerte für Ammoniak (20 ppm) und Kohlendioxid (3 000 ppm) wurde im Jahresmittel nicht überschritten. Dabei rangieren die Bodenhaltungssysteme mit Kotlagerung im Stall (22,6 bis 30,8 ppm, im Sommer 13,6 ppm) insbesondere im Winter bei der Ammoniakkonzentration nahe dem Grenzwert und überschreiten diesen. Im Jahresverlauf liegen die Volierenhaltungen bei ca. 1/3 des mittleren Wertes der Bodenhaltung (23,4 ppm). Die Kohlendioxidkonzentrationen liegen im Jahresmittel unabhängig vom Haltungssystem deutlich unter dem Grenzwert. Die Staubgehalte gemessen am Gesamtstaub erreichen in den Volieren im Mittel 15,8 mg/m³. Demgegenüber wurden in Bodenhaltungen im Mittel 12,3 mg/m³ gemessen. Einstreu und Luftfeuchte haben in den Untersuchungen einen ungerichteten Einfluss. Dagegen beeinflusst die Tieraktivität den Staubgehalt der Stallluft erheblich. Der alveolengängige Anteil überschreitet in den Volieren den Grenzwert von 4 mg je m³ (BioStoffVO).

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Stallluftkeimen kann wie folgt zusammengefasst werden. Schimmelpilze spielen in den untersuchten Haltungen keine Rolle. Die Konzentration luftgetragener Endotoxine (im Mittel 1 500 EU/m³) und Bakterien (>30 000 KBE/m³) war sehr hoch. Das eingestreute System verursacht eine hohe Exposition der Beschäftigten gegenüber einstreulosen Ställen.

Emissionen

Wegen des hohen materiellen und finanziellen Aufwandes wurden die Emissionsmessungen auf zwei Voliereställe und einem Bodenhaltungsstall begrenzt. Zur Bestimmung der Volumenströme wurde jeder Lüfterschacht mit Messventilatoren ausgerüstet. Parallel dazu wurde ebenfalls die Konzentration der Spurengase ermittelt. Je Jahreszeit wurde jeweils in einem Messzeitraum von mindestens 14 Tagen kontinuierlich gemessen. Die begleitenden Messungen zu Staub und Geruch wurden je in einem kürzeren Zeitfenster bzw. als Momentaufnahme durchgeführt. Über die kontinuierlich registrierten Temperaturwerte wurden mittels der hieran gekoppelten Volumenströme die jährlich emittierten Substanzen berechnet.

Über die Luftvolumenströme wirkt die beschriebene Gas- bzw. Staubkonzentration auf das Emissionsverhalten der Stallanlagen.

Die Einhaltung von Kenngrößen zur Ermittlung der maximalen Sommer- und zur minimalen Winterluftrate garantieren, dass in hochsommerlichen Perioden in erster Linie Wärmelasten, im Winter die anfallenden Mengen an Wasserdampf, Ammoniak und Kohlendioxid aus dem Stall transportiert werden. Die Überschreitung der notwendigen Luftraten in der Voliere 2 um ca. 70 % und in der Bodenhaltung um ca. 100 % führen unweigerlich zu erhöhten Emissionen.

Gegenwärtig erfolgt die Bewertung von Haltungssystemen an Hand von Emissionsfaktoren eines Jahres. Da die Messungen nur in vier Perioden zeitlich begrenzt durchgeführt wurden, war es notwendig, die gewonnen Daten auf das Jahresniveau zu interpolieren. Die Interpolation erfolgt auf der Grundlage der Außentemperatur.

Die Ammoniakemissionen unterliegen system- und managementbedingten Einflüssen. Aus der Bodenhaltung werden mit 18,4 g/(h*GV) bzw. 0,44 kg je Tierplatz und Jahr die höchsten NH₄-Emissionen freigesetzt. Der Orientierungswert der TA-Luft von 0,33 kg je Tierplatz und Jahr wird überschritten. Die Emissionen aus den zwei Volierenhaltungen variieren sehr stark. Voliere 1 setzt nur 0,7 g NH₄/(h*GV) bzw. 0,02 kg/Tierplatz und Jahr, Voliere 2 hingegen 3,6 g NH₄/(h*GV) bzw. 0,1 kg/Tierplatz und Jahr frei. Managementbedingte Unterschiede in der Fütterung, Lüftung und dem Entmistungsrhythmus begünstigen die Emissionsminderung in der Voliere 1.

Die TA-Luft legt unter dem Aspekt der Vorsorge für genehmigungsbedürftige Tierhaltungsanlagen Emissionswerte fest. Der Grenzwert der Massenkonzentration von 30 mg/m³ wird von keinem der Haltungsverfahren erreicht, den vorgegebene Massenstrom von 150 g/h überschreitet die Voliere 2 im Mittel der Herbst und Wintermessungen, die Bodenhaltung in allen Messperioden.

Die Unterschiede bei der Freisetzung von Lachgas und Methan sind zwischen Volieren- und Bodenhaltung ebenso groß wie zwischen den Volieren. Hier spielen sowohl die Spezifik des Haltungssystems als auch deren Bewirtschaftung eine Rolle. Die langanhaltende Lagerung der Ex-

Exkrementen unter z. T. anaeroben Bedingungen fördert die Freisetzung von Lachgas und Methan aus der Bodenhaltung. Die Massenströme betragen 0,6 g N₂O/(h*GV) bzw. 7,9 g CH₄/(h*GV). Überhöhte Luftraten und längere Verweildauer der Exkrementen auf dem Kotband bedingen Emissionen in Höhe von 0,3 g N₂O/(h*GV) bzw. 4,4 g CH₄/(h*GV) in der Voliere 2. Ein sehr geringes Bildungspotential für Lachgas und Methan liegt in der Voliere 1, bedingt auch durch das schnelle Entfernen der Exkrementen aus dem Stall, vor. Es wurden Massenströme in Höhe von 0,03 g N₂O/(h*GV) bzw. 1 g CH₄/(h*GV) ermittelt.

Kohlendioxid wird im Stall sowohl bei der Respiration als auch durch mikrobielle Abbauprozesse aus Exkrementen freigesetzt. Während die CO₂-Emissionen der Voliere 1 in Höhe von 0,7 kg/h*GV) vorwiegend aus der Respiration stammen, sind die wesentlichsten Quellen der CO₂-Emissionen der Voliere 2 (2,1 kg/(h*GV) und der Bodenhaltung (2,4 kg/(h*GV) die abgesetzten Exkrementen. Schätzungsweise 55 bis 60 % der Gesamtemissionen sind der CO₂-Bildung aus Umsetzungsprozessen in den Exkrementen zuzurechnen.

Die Geruchsstoffmessungen konzentrierten sich auf die Übergangsperioden Mai und Oktober. Je Betrieb bzw. Haltungssystem wurden zwei Messreihen realisiert. Wie bereits bei den Ammoniak-, Lachgas-, Methan- und Kohlendioxidmessungen festgestellt, ist auch das Niveau der Geruchsfreisetzung in der Voliere 1 mit 9,2 GE/(s*GV) sehr gering. Voliere 2 und Bodenhaltung unterscheiden sich hingegen mit 18 bzw. 18,5 GE/(s*GV) kaum. Die ermittelten Massenströme stellen lediglich Anhaltswerte dar.

Die untersuchten Volieren emittieren im Jahresmittel stündlich über 2 kg Gesamtstaub. Die untersuchte Bodenhaltung erreicht hier nur ca. 30 % davon. Auf die GV bezogen wurden im Jahresmittel aus den Volieren 8,9 g je Stunde und aus der Bodenhaltung 11,7 g je Stunde Gesamtstaub, bzw. 5,6 g und 6,9 g der Staubfraktion PM-10 emittiert.

Die TA-Luft gibt für Emissionsmassenströme 200 g/h bzw. für Massenkonzentrationen 20 mg/m³ vor. Die Emissionsmassenströme der untersuchten Haltungen überschreiten mit Ausnahme im Winter den Grenzwert. Hierbei emittiert die Voliere bis zu 1 508 g/h. Unter Berücksichtigung der Aktivitätsphase der Tiere im Tagesverlauf (14 h) wurde der Jahresausstoß berechnet. Für 344 Belegungstage des Stalles emittierten die untersuchten Volieren 3,35 t bzw. 68,4 kg/GV und die Bodenhaltungen 1,96 t bzw. 98,1 kg/GV.

Arbeitsschutz

In den Untersuchungen wurden Boden- (konventionelle Bodenhaltung, Bodenhaltung mit Strukturelementen, Ganzrost-Bodenhaltung) und Volierenhaltungen sowie zwei Käfighaltungen (konventioneller Käfig, ausgestalteter Käfig) berücksichtigt.

Insbesondere in Umbauställen wurde ein erhöhtes Gefährdungspotential durch fehlende Tritte, ungenügend gesicherte Absturzkanten und verschiedene Möglichkeiten zum Anstoßen und Hängen bleiben festgestellt. Zu Behinderungen führen elektrische Leitungen, Futterrinnen und Tränkeinrichtungen in allen Bodenhaltungsformen. Vorteile haben hier die Volieren, bei denen Versorgungseinrichtungen innerhalb der Volierenblöcke verlaufen. Zum Sammeln der Bodeneier müssen die Beschäftigten häufig bis in die am schlechtesten zu erreichenden Bereiche (z. B. unter Familiennestern) vordringen. Die Konstruktionselemente bieten hier häufig Verletzungsquellen. Dieses Problem taucht auch in den Volieren auf, während die Ganzrost-Bodenhaltung mit Nestern auf Bodenhöhe vorteilhaft erscheint. A-Reuter stellen öfters Gefahrenquellen durch spitze oder scharfkantige Enden dar.

Die zur Tierkontrolle in den Käfighaltungen benutzten Wagen bilden eine Gefahrenquelle bezüglich fehlender Sicherungen gegen Wegrollen und Absturz (Geländer).

Während der Wintermonate kommt es bei allen Bodenhaltungsformen zu nicht unerheblichen Ammoniakexpositionen. Die MAK-Werte wurden während der Untersuchung nicht überschritten.

Eng verbunden mit Ammoniakemissionen sind die Gefährdungen durch Bioaerosole. Das Auftreten von alveolengängigen Stäuben begünstigt den Transport der Gasmoleküle bis in tiefere Lungenbereiche. Weitere Bestandteile des Bioaerosols sind Keime, wie Bakterien und Schimmelpilze und durch sie hervorgerufenen Toxine.

Schimmelpilze spielten in den Untersuchungen keine Rolle. Die Konzentration luftgetragener Endotoxine und Bakterien war in Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Autoren in der Regel sehr hoch. Auf der Grundlage der vorliegenden Messergebnisse verursachen die eingestreuten Haltungssysteme eine höhere Exposition der Beschäftigten gegenüber einsteulosen Ställen. Aus Sicht des Arbeitsschutzes sind vor diesem Hintergrund „einstreufreie“ Haltungsformen zu bevorzugen. Unabhängig vom Haltungssystem ist mit einer hohen Konzentration luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe zu rechnen, sodass auf das Tragen persönlicher Schutzausrüstung nicht verzichtet werden kann.

Im Kontext mit dem Arbeits- und Gesundheitsschutz bietet keines der untersuchten Haltungssysteme optimale Bedingungen. Besonders die Zusammensetzung des Bioaerosols im Stall unterliegt einer weiten Streuung.

3 Datengrundlage und methodisches Vorgehen

Dr. Jens Lippmann¹⁾, Dr. Manfred Golze¹⁾, Dr. Uwe Bergfeld¹⁾, Dr. Werner Reichardt²⁾, Dipl. Ing. agr. Peter Gayer³⁾, Dr. Klaus Damme³⁾

¹⁾ Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, ²⁾ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft,

³⁾ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

3.1 Datengrundlage

In die Untersuchungen wurden insgesamt 17 Legehennenbetriebe mit verschiedenen alternativen Formen der Legehennenhaltung in den Freistaaten Bayern, Sachsen und Thüringen einbezogen. Ziel war die Bildung eines Datenpools, auf dessen Basis die verschiedensten Fragestellungen unter Berücksichtigung der Komplexität der Gesamtproblematik bearbeitet werden konnten. Zum Umfang der untersuchten Herden gibt Abbildung 3-1 einen Überblick.

In den 17 Unternehmen wurden 34 Herden über eine Stallbelegung (im Mittel 368 Tage) wissenschaftlich begleitet. Mehr als 80 % der Hennen stammen aus Braunlegerhybridherkünften. Die Herden (500 bis 20 000 Tiere) wurden in 22 Bodensystemen auf einer Ebene und zwölf Bodensystemen mit zumeist drei Ebenen gehalten. Die Bodenhaltung der Hennen auf einer Ebene wird im Weiteren als einfache Bodenhaltung bezeichnet. In den untersuchten Haltungen steht den Tieren in diesem System ein eingestreuter Scharr-Raum auf ca. einem Drittel des Stallraumes zur Verfügung. Eingestreuert wird mit Stroh bzw. Sand, z. T. auch in Kombination.

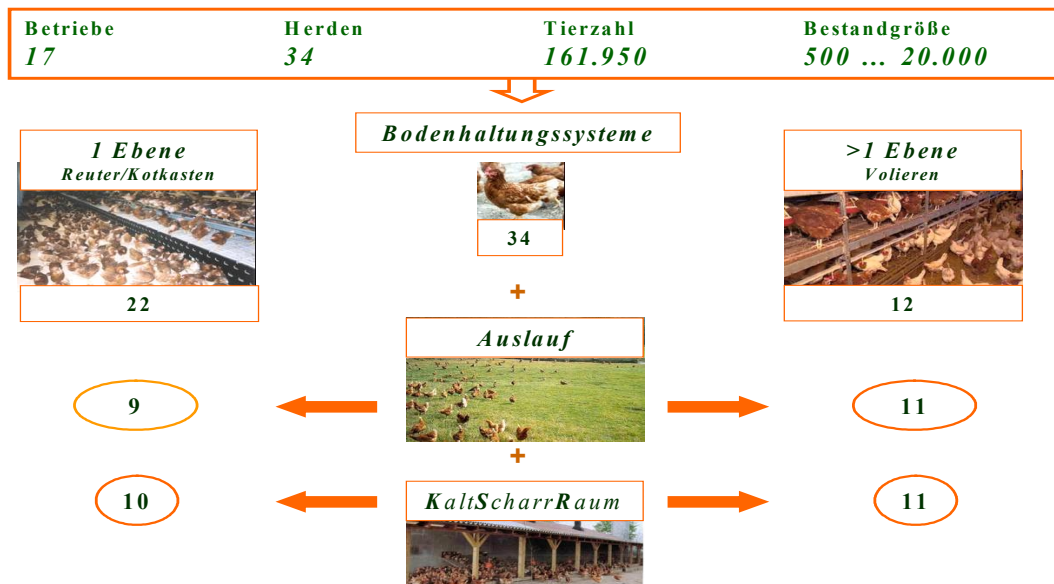


Abbildung 3-1: Strukturierung der untersuchten Herden

Diesem Funktionsbereich schließt sich ein ca. 0,80 Meter hoher Kotbunker an, der die verlebende Stallgrundfläche für die ganzjährige Kotlagerung von den Tieren abtrennt. Die Lauffläche auf dem Kotbunker wird mit Gitterdraht bzw. Spaltenbodenelementen aus Kunststoff gebildet. Hierauf sind

Futterketten, Nippeltränken und Sitzstangen mehrreihig installiert. Die Sitzstangensysteme waren z. T. als A-Reuter (stufige Anordnung) gestaltet. Diesem Funktionsbereich schließen sich überwiegend doppelreihige Gruppennester an. Die Nester sind z. T. mit Austriebsystemen ausgerüstet und besitzen einen Kunststoffboden (Noppen bzw. Kunstrasen). Vor den Nestern befinden sich Anflugstangen. Die Eiabsammlung erfolgt über nachgeordnete Textil- bzw. Kunststofflochbänder. Die Stallräume sind teilweise mit Tageslichteinfall. Die mehr-etagige Hennenhaltung wurde in den untersuchten Unternehmen in so genannten Volieren durchgeführt. Hier steht die gesamte Stallgrundfläche den Hennen als Scharr-Raum zur Verfügung. Doppelreihig sind überwiegend zwei-etagige Voliereblöcke angeordnet. Jede Etage ist mit Futterketten, Nippeltränken und Sitzstangen mehrreihig ausgerüstet. Die Kotlagerung erfolgt auf nachgeordneten Kotbändern mit überwiegend einer Kottrocknung. Mindestens einmal wöchentlich wird der Kot aus dem Stall gebracht. In jedem Block folgen nach einem Nestgang doppelreihige Gruppennester. Die Nester sind überwiegend mit Austriebsystemen ausgerüstet und besitzen einen Kunststoffboden (Noppen bzw. Kunstrasen). Vor den Nestern befinden sich Anflugstangen. Die Eiabsammlung erfolgt über nachgeordnete Kunststofflochbänder. Die Stallräume sind überwiegend ohne Tageslichteinfall. Die Klimagegestaltung erfolgt über Unterdrucklüftungssysteme mit temperaturabhängiger Computersteuerung. Über verschließbare Wandklappen war den Tieren in 20 Herden ein Auslauf mit mindestens 4 m² je Henne zugänglich. 21 Ställe waren mit Außenklimabereichen (Kaltscharr-Räume, Wintergärten) ausgestattet.

3.2 Methodisches Vorgehen

Der zeitliche Bearbeitungsverlauf ist in der Abbildung 3-2 dargestellt. Mit den Erhebungen konnte im Juni 2002 begonnen werden. Hierfür stand ein Zeitraum von ca. 18 Monaten zur Verfügung. Ziel war es, eine komplette Stallbelegung je Herde zu erfassen. Aufgrund der zeitlichen Staffelung zwischen den Unternehmen gelang das nicht an jedem Standort. In diesen Ausnahmefällen und bei speziellen Fragestellungen wurden weitere Daten aus nachfolgenden Herdenbelegungen zur Komplettierung der Analysebasis erhoben. Von März bis Juni 2003 konnten einige Teilprojekte infolge seuchenhygienischer Sperrmaßnahmen wegen Geflügelpest nicht oder nur eingeschränkt bearbeitet werden.

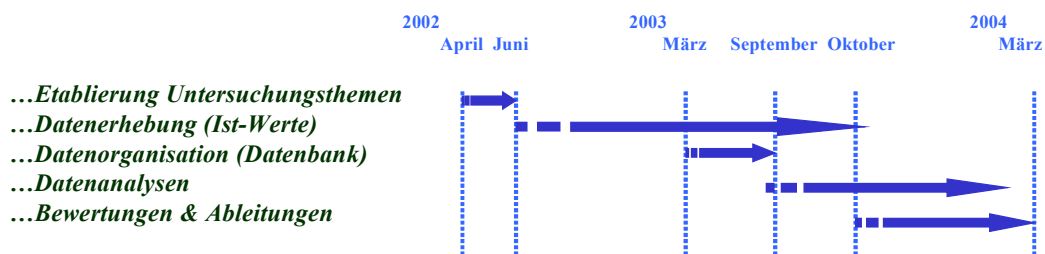


Abbildung 3-2: Zeitplan der Projektarbeiten

Die Projektbearbeitung wurde in sieben Teilprojekte gegliedert. In der nachfolgenden Abbildung 3-3 sind wesentliche Inhalte und die verantwortlichen Bearbeiter zusammengestellt.

Für jedes Teilprojekt wurde vorhandene fachspezifische Kompetenz in den Landesanstalten integriert. Für die in den Teilthemen zu bearbeitenden inhaltlichen Fragestellungen wurden durch die jeweiligen Themenleiter Erhebungs- und Fragebögen, Konzepte oder Analysenprogramme erstellt. Die betrieblichen Kontakte, die Datensammlungen sowie die erste Datenaufbereitung erfolgten durch drei von den jeweiligen Landesanstalten eingesetzte Projektkoordinatoren. Die laufenden Projektarbeiten führten Herr Diplomagraringenieur P. GAYER in Bayern, Herr DR. J. LIPPMANN in Sachsen sowie Herr DR. W. REICHARDT in Thüringen durch. Die Daten- und Berichtswege zwischen den beteiligten Einrichtungen verdeutlicht Abbildung 3-4.

Die Datenerhebung und Probenahmen erfolgte nach einem Programm, das in der Grundstruktur der Tabelle 3-1 zu entnehmen ist.

Die erhobenen Betriebsdaten wurden von den Koordinatoren hinsichtlich ihrer betrieblichen Herkunft nach der Haltungsform codiert und in Sachsen zusammen gefasst. Die Auswertung und Ergebnisableitung betreuten fachlich die in Abbildung 3-3 bzw. 3-4 benannten Themenleiter.

Detaillierte Stichprobenumfänge sind im methodischen Teil der nachfolgenden Ausführungen zu den Teilprojekten beschrieben.

<i>Teilprojekte</i>	<i>Schwerpunkte</i>	<i>Bearbeitung</i>
Betriebswirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> ● Betriebszweigökonomik ● Arbeitszeitanalyse 	Dr. R. Klemm Dr. J. Lippmann
Tierernährung	<ul style="list-style-type: none"> ● Futtereinsatz ● Futterzusammensetzung ● Nährstoffgehalte Stalldung 	Dr. G. Richter
Produktqualität	<ul style="list-style-type: none"> ● physikalische Eierparameter ● Keimbesatz der Eischale 	Dr. W. Reichardt Dr. G. Richter Dr. O. Jahn
Tiergesundheit	<ul style="list-style-type: none"> ● Gesundheitsstatus ● Tierbeurteilung ● Stallhygiene 	Dr. K. Damme Dr. Hildebrand Dipl.-Ing. agr. P. Gayer
Haltungsumwelt	<ul style="list-style-type: none"> ● Stallklima ● Emission 	Dr. Ute Wanka Dr. Jens Lippmann
Bodenqualität	<ul style="list-style-type: none"> ● Bodenstruktur im Auslauf ● Nährstoffgehalt im Auslauf 	Dr. W. Zorn
Auslaufnutzung	<ul style="list-style-type: none"> ● Flächennutzung ● Nutzungshäufigkeit 	Dr. M. Mußlick Dr. W. Reichardt

Abbildung 3-3: Teilthemen, inhaltliche Schwerpunkte und verantwortliche Bearbeiter

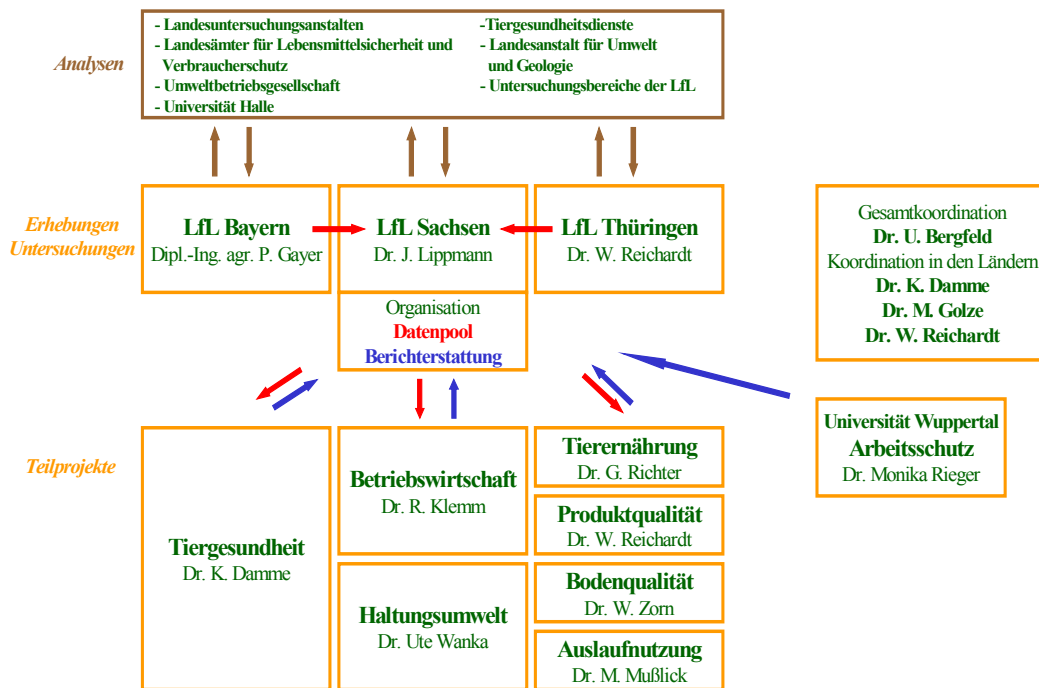


Abbildung 3-4: Verantwortungsbereiche und Datenfluss

Tabelle 3-1: Umfang der Datenerhebung und Beprobung innerhalb der Teilthemen und hierfür einbezogene Herdenanzahl

Aktion	Objekt	Lebenswoche(n) Zeitpunkt	Herden
Tieruntersuchungen	je bis 20 Tiere	Einstellung Ausstallung	12
			25
	je bis 20 Tiere	Ausstallung	26
Bonituren	Herde	25., 50., 68.	34
	je bis 20 Tiere	Ausstallung	28
Bodenproben im Auslauf	Herde	Jahreszeit	11
Eiprobe	je 20 Stück	25., 50., 68.	34 (+5)
	je 50 Stück	25., 50., 68.	34 (+5)
Futter, Kot, Einstreu	Herde	25., 50., 68.	34
Auslaufnutzung	Herde	Zeitfenster	6
Umweltanalysen	Herde	Momentaufnahme	11
		Verlaufsaufnahme	17
	Herde	Zeitfenster	11
	Herde	Zeitfenster	7
	Herde	Zeitfenster	11
	Herde	je Jahreszeit 1 Zeitfenster	3
	Herde	Momentaufnahme	32
Betriebswirtschaft	Herde	Stallauswertung	11
	Herde		

4 Ergebnisse der Teilprojekte

4.1 Erzeugungskosten und Arbeitszeitaufwand

Verantwortlicher Themenleiter: *Dr. agr. Roland Klemm*

Bearbeitung: Dr. agr. Roland Klemm¹⁾, Dr. agr. Jens Lippmann¹⁾, Dipl. Ing. agr. Katrin Diener¹⁾,
Dipl. Ing. agr. Peter Gayer³⁾, Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt²⁾

¹⁾ Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, ²⁾ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft,

³⁾ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

4.1.1 Erzeugungskosten

4.1.1.1 Einführung und Zielstellung

Es bestand die Zielstellung, auf Basis einer Vollkostenbetrachtung die Erzeugungskosten für Konsumierer in den Untersuchungsbetrieben zu ermitteln. Dabei stand die vergleichende Betrachtung der in den Betrieben unterschiedlich anzutreffenden Verfahren (siehe Punkt 3.1) im Vordergrund. Vorhandene Unterschiede sollten einer Quantifizierung und Bewertung unterzogen werden. Des Weiteren wurde ein Vergleich zu bisher vorhandenen Literaturdaten, einschließlich der Verfahren Haltung in konventionellen und ausgestalteten Käfigen, angestrebt.

4.1.1.2 Kenntnisstand

Für die ökonomische Bewertung sind einerseits Angaben zu Naturalleistungen (Legeleistung, Anteil Eier Güteklasse A, Mortalität, Futterverwertung) und andererseits Angaben zu Marktleistung und Kosten, getrennt nach Kostenarten und –blöcken von Interesse. Vor allem für den Bezug Stückkosten spielen die Naturalleistungen eine wesentliche Rolle, da alle Kosten auf das vermarktungsfähige Ei je Anfangshenne bezogen werden und damit ein direkter Einfluss von Legeleistung, nicht-vermarktungsfähiger Eier und Hennenverluste auf die Ökonomik erkennbar ist. Zur Literaturbetrachtung und Diskussion der Naturalleistungen sei auf die Punkte 4.4.2 und 4.4.4 verwiesen.

Bei ökonomischen Betrachtungen zur Eierproduktion handelt es sich meist um Kostenbetrachtungen ohne Einbeziehung von Sortierung und Vermarktung, da eine vergleichende Bewertung der erzielbaren Marktleistung aufgrund der sehr unterschiedlichen Vermarktungswege (sortierte/unsortierte Ware, Großabnehmer, Lebensmittel-Einzelhandel, Packstellen, Direktvermarktung etc.) mit entsprechend unterschiedlichen Erzeugerpreisen sehr schwierig ist. Bei Ergebnisbetrachtungen kommen noch methodische Unterschiede in der Gewinnermittlung hinzu, die eine vergleichende Betrachtung erschweren. Bei den Kostenbetrachtungen handelt es sich meist um Kalkulationen unter Zuhilfenahme von Ist-Daten einzelner Kostenarten bzw. Mengen/Preis Berechnungen, „reine“ Ist-Analysen sind selten vorzufinden (z.B. KLEMM 1998; SCHÖLLHAMMER 2003).

Mit der Etablierung „alternativer“ Haltungssysteme Mitte der 90iger Jahre wurden Kostenbetrachtungen und relative Kostenvergleiche publiziert. Der Literaturstand bis 1998 wurde von BESSEI &

DAMME (1998) aufgearbeitet. Die Tabelle 1-1 enthält in Ergänzung weitere Kostenvergleiche bis in die jüngste Gegenwart. Dabei muss den aktuelleren Daten größere Bedeutung zuerkannt werden, da aufgrund sich verändernder Rahmenbedingungen ökonomische Daten über längere Zeit trotz Relativierung nur schwer vergleichbar sind.

Zusammengefasst lassen sich folgende Aussagen ableiten:

- (a) Für die Eierzeugung in ausgestalteten Käfigen, dem von der EU zukünftig präferierten Referenzverfahren in der EU werden Kostennachteile bis >20 % gegenüber den herkömmlichen Käfigen ausgewiesen. Diese Differenz wird allerdings weiter zurückgehen, kann jedoch aufgrund des ca. 30 % größeren Platzbedarfes (umbauter Raum) systembedingt nicht vollständig ausgeglichen werden (siehe auch HINRICHS & REDANTZ 2004).

Tabelle 1-1: Literaturvergleich relativer Kostenerhöhung alternativer Haltungsformen im Vergleich zur konventionellen Käfighaltung

Literatur: relativer (Voll)- Kostenvergleich i.d.R. auf Basis Stückkosten	Tucker 1989	Elson 1995	NFU 1995	EU- Report 1996	Damme 1998	Ring 1999	Damme 2000	van Horne 2002 bzw. 2001	Vermeij et al. 2002	van Horne, Damme Bondt 2003	Damme 2003	Klemm 2004 kalkulativ
Käfighaltung												
450-500 cm ² /Tier	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
(550) 600-625 cm ² /Tier		109%		105%		107%		104%	104-108%		100%	100%
800-833 cm ² /Tier		123%		110%								
ausgestalteter Käfig												
750 cm ² /Tier						124%	122%	113%	112-117%	113%	122%	
Volierenhaltung												
11,7-12 Tiere/m ²		132%		115%								
15-15,5 Tiere/m ²	112%	126%	115%		119%							
ohne Zusatzangabe (i.d.R. 18T./m ²)						127%	121%	116-121%	121%	130%		133%
20 Tiere/m ²				110%								
mit Auslauf (18 T./m ² ; Klemm 04)		145%	135%	140%	162%							140-153%
Bodenhaltung												
7 Tiere/m ²				120%	140%							
9 Tiere/m ²						137%	154%	130-135%	127%		164%	137-147%
12 Tiere/m ²						125%						
9 Tiere/ m ² mit Auslauf	152%				173%	148-163%		135-140%				144-156%

- (b) Die Kosten bei Volierenhaltung (ohne Auslauf) liegen bei 110 bis 133 % im Vergleich zur konventionellen Käfighaltung und unter Beachtung von (a) bei 105 bis 110 % im Vergleich zum ausgestalteten Käfig.
- (c) Die Kostenveränderungen bei ein-etagigen Bodenhaltungssystemen schwanken im Vergleich der Literaturangaben sehr stark, dies hängt zum einen von unterschiedlichen Bestandsgrößen ab, zum anderen ist nicht immer klar, ob es sich um Systeme mit oder ohne Auslaufangebot handelt. Die Schwankungsbreite liegt zwischen 120 und 164 %, im Mittel bei 130 bis 140 % im Vergleich zur Käfighaltung.
- (d) Die Kostenerhöhung durch Auslaufangebot (Freilandhaltung) beläuft sich in beiden Systemen (Voliere/ein-etagige Bodenhaltung) auf ca. 10 bis 20 %.
- (e) Die Unterschiede zwischen Boden- und Volierenhaltung lassen sich aufgrund der Datenlage nur schwer quantifizieren, betragen in etwa 5 bis 15 %.

Eine vergleichende Darstellung ausgewählter Kosten enthält die Tabelle 1-2.

Tabelle 1-2: Vergleich ausgewählter Kostenarten

Literatur: Kostenvergleich auf Basis Stückkosten	van Horne & Bondt 2003	Damme 2003	Klemm 2004 kalkul.	van Horne & Bondt 2003	Damme 2003	Klemm 2004 kalkul.	van Horne & Bondt 2003	Damme 2003	Klemm 2004 kalkul.	van Horne & Bondt 2003	Damme 2003	Klemm 2004 kalkul.
Kosten in €-Cent/Ei	Futterkosten			Junghennen *)			Kapitalkosten			Personalkosten		
konventioneller Käfig (450 cm ²)	4,04			1,42			1,33			0,43		
konventioneller Käfig (550 cm ²)		2,70	2,90		1,00	1,10		0,70	0,70		0,30	0,20
ausgestalteter Käfig	4,24	2,90		1,42	1,10		2,00	1,00		0,48	0,70	
Voliere	4,30	3,10	3,70	1,47	1,30	1,60	1,91	1,00	1,30	0,68	0,70	0,70
Bodenhaltung		3,50	3,70		1,40	1,60		1,80	1,50		1,00	0,80

*) abzüglich Schlachthemenerlöse

Der Vergleich soll Relationen und Größenordnungen aufzeigen, die für die Ergebnisinterpretation wichtig sind. Eine direkte Bewertung ist nur bei Kenntnis von Ausgangsdaten möglich. Hier sei auf die Originalquellen verwiesen.

Der Investitionsbedarf wurde in einer Arbeit von GARTUNG & KNIES (1999) für sechs Stallsysteme mit unterschiedlichen Bestandsgrößen (insgesamt 15 Varianten) nach der Kostenblockmethode ausführlich beschrieben. Aktuelle Zahlen zum Kapitaleinsatz und der daraus resultierenden Kosten sind von DAMME 2003 im aktuellen Jahrbuch der Geflügelwirtschaft ausgewiesen. Die Literaturbetrachtung zum Arbeitszeitaufwand und den daraus resultierenden Kosten für den Personaleinsatz erfolgt unter Punkt 4.1.2.2.

4.1.1.3 Material und Methode

4.1.1.3.1 Methode

Der Schwerpunkt lag auf der Ermittlung der wettbewerbsrelevanten Kosten je Produkteinheit, d. h. im Ergebnis der Stückkosten je vermarktungsfähiges Konsumei, Güteklasse A.

Dabei wurde von folgenden methodischen Grundsätzen ausgegangen:

- a) Auswertungseinheit sind die Produktionsdurchgänge in einem Stall, heruntergebrochen auf ein Jahr. Bezugseinheit zur Ermittlung der Stückkosten ist die eingestellte Henne (= Anfangshenne, A-Henne, Hennenplatz).

In der Tabelle 1-3 ist ein Berechnungsbeispiel zur Ermittlung der Eier je A-Henne und Jahr dargestellt.

Tabelle 1-3: Beispiel zur Berechnung der Eizahl

Parameter	ME	Bsp.
Produktionstage	Tage	345
Servicetage	Tage	21
eingestallt (Anfangshennen)	Stück	13500
ausgestallt	Stück	11690
Hennenverluste	Stück	1810
Eier gesamt	Stück	3.420.453
Knick- und Schmutzeier	Stück	68.409
Güteklasse A (A-Eier)	Stück	3.352.044
Durchschnittshennen (DH)	Stück	12595
Eier/DH	Stück	272
Eier/AH (Anfangshenne)	Stück	253
Eier/AH und Jahr	Stück	247

b) Schnittstelle ist die Übergabe der Eier (unsortiert auf 30iger Höckerpappen) ab Stall.

Die Bereiche Sortierung und Vermarktung bleiben damit unberücksichtigt. Diese Bereiche spielen für den Verfahrensvergleich unterschiedlicher Haltungsformen direkt keine Rolle und werden zudem von verschiedenen „Störgrößen“ (z. B. Sortierung auch zugekaufter Eier, Quantifizierung des Vermarktungsaufwandes bei Direktvermarktung) beeinflusst.

c) Die Kostengliederung erfolgte nach funktionalen Kostenblöcken nach DLG-Schema zur Betriebszweigabrechnung (DLG, 2000)

Die exakte Kostengliederung enthält die Tabelle 4 Dabei sind folgende Besonderheiten zu beachten:

- In Abweichung zum DLG-Schema wurden die Stromkosten der Direktkostenposition (Ab)Wasser, Heizung zugeordnet.
- Ein Zinsansatz für das Umlaufvermögen (Futter und Tiere) erfolgte nicht.
- Die Ermittlung von Abschreibungen, Zinsansatz und Unterhaltung des Anlagevermögens erfolgte auf Basis der historischen Anschaffungs- und Herstellungskosten mit normierten Sätzen.
- Die Personalkosten wurden ausschließlich über den ermittelten Arbeitszeitaufwand (siehe Punkt 4.1.2), einheitlich mit Bewertung von 10 €/h, berechnet.
- Alle nicht der Auswertungseinheit direkt zuordenbaren Kosten wurden über die Anzahl Hennenplätze pro Stall (=Haltungseinheit) zugeordnet.
- Beim Kostenblock „Sonstige Kosten“, quasi dem allgemeinen Betriebsaufwand, wurde nach Angabe der Betriebsleiter im Bedarfsfall (mehrere Zweige im Unternehmen), anhand der Wertschöpfung eine Splittung vorgenommen. Der so ermittelte Wert wurde für die gesamte Eierpro-

duktion übernommen, allerdings ohne Personalkosten für Leitung und Verwaltung. Bei diesem Kostenblock konnte die o.g. Schnittstelle daher nicht abgegrenzt werden.

- Koppelerlöse aus Schlachthennenverkauf wurden erfasst und werden bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt, wurden den Kosten jedoch nicht gegengerechnet. Andere Koppelerlöse (Eier-Sekundarware, Dünger) waren bis auf einen Fall nicht zu verzeichnen. Durch den geringen Anteil nicht vermarktungsfähiger A-Eier (s. 4.1.1.4.1) erfolgte auch keine Korrektur oder Normierung der Eizahl. Die Dungverwertung erfolgte i.d.R. kostenneutral.

Tabelle 1-4: Gliederung der Kostenarten mit Erläuterungen zur Erfassung

KOSTENBLOCK	KOSTENART	BEMERKUNG
Direktkosten	Bestandsergänzung (Tierzukauf/IU)	direkte Angabe
	Tierarzt, Medikamente	über Tierplätze zugeteilt
	(Ab)wasser, Heizung, Strom	über Tierplätze zugeteilt
	Vermarktung (Verpackung)	pauschal 0,15 Cent/Ei f. Höckerpappe und Folie
	sonstige Direktkosten	wenn separat, dann über Tierplätze zugeteilt
	Krafftutter	direkte Angabe bzw. über Tierplätze zugeteilt
	Zinsansatz Viehkapital	nicht bewertet
Arbeits erledigungs- kosten	Personalaufwand (fremd)	erhoben, jedoch nicht berücksichtigt
	kalkul. Personalkosten	ermittelter Akh-Aufwand x 10 €/h
	Berufsgenossenschaft	Zuteilung auf Zweig nach Wertschöpfung, weiter über TP
	Lohnarbeit/Masch.miete (Saldo)	direkte Angabe
	Maschinenunterhaltung	direkte Angabe bzw. 1% Anteil an historischen AHK
	Treibstoffe	Zuteilung auf Zweig nach Wertschöpfung, weiter über TP
	Abschreibung Maschinen (Ausrüstung)	pauschal 10% der historischen AHK
	UH/Afa/Steuer/Vers. PKW	Zuteilung auf Zweig nach Wertschöpfung, weiter über TP
	Maschinenversicherung	Zuteilung auf Zweig nach Wertschöpfung, weiter über TP
	Zinsansatz Maschinenkapital	pauschal 4% der historischen AHK
Gebäudekosten	Unterhaltung	direkte Angabe bzw. 1% Anteil an historischen AHK
	Abschreibung	pauschal 4% der historischen AHK
	Miete	direkte Angabe, bzw. über TP zugeteilt alternativ zu Afa
	Versicherung	über Tierplätze zugeteilt
	Zinsansatz Gebäudekapital	pauschal 4% der historischen AHK
Sonstige Kosten	Beiträge und Gebühren	
	Sonstige Versicherungen	Zuteilung auf Zweig nach Wertschöpfung, weiter über Tierplätze
	Buchführung und Beratung	der betreffenden Haltungseinheit
	Sonstiges	
	Büro, Verwaltung	wie oben, jedoch ohne Personalaufwand

Für die Erhebung wurden folgende Datenquellen genutzt:

- Daten der Produktionsauswertung des Gesamtprojektes (Legeleistung, Tierverluste, Futtereinsatz)
- Daten betrieblicher Belege und Aufzeichnungen (Stallbuch, Lieferscheine, Rechnungen)
- Daten aus dem steuerlichen bzw. betriebswirtschaftlichen Jahresabschluss
- eigene Erhebungen zum Arbeitszeitaufwand (siehe Punkt 4.1.2)

Da bei der Datenerfassung und –aufbereitung in der Praxis nicht selten Fehler unterlaufen, wurden die Daten im Rahmen der Möglichkeiten auf Konsistenz und Plausibilität geprüft und z. T. nach Absprache mit den Betriebsleitern Korrekturen vorgenommen.

4.1.1.3.2 Datengrundlage

Für die vorliegende ökonomische Auswertung standen Daten von elf Herden zur Verfügung. Diese Stichprobe kann nach Verfahren wie folgt untergliedert werden.

<u>Bodenhaltung</u>	(n = 6)
davon mit Auslauf	(n = 3)
davon ohne Auslauf	(n = 3)
<u>Volierenhaltung</u>	(n = 5)
davon mit Auslauf	(n = 5)

Die Unterschiede in den Bestandsgrößen der Herden sind in Abbildung 1-1 dargestellt.

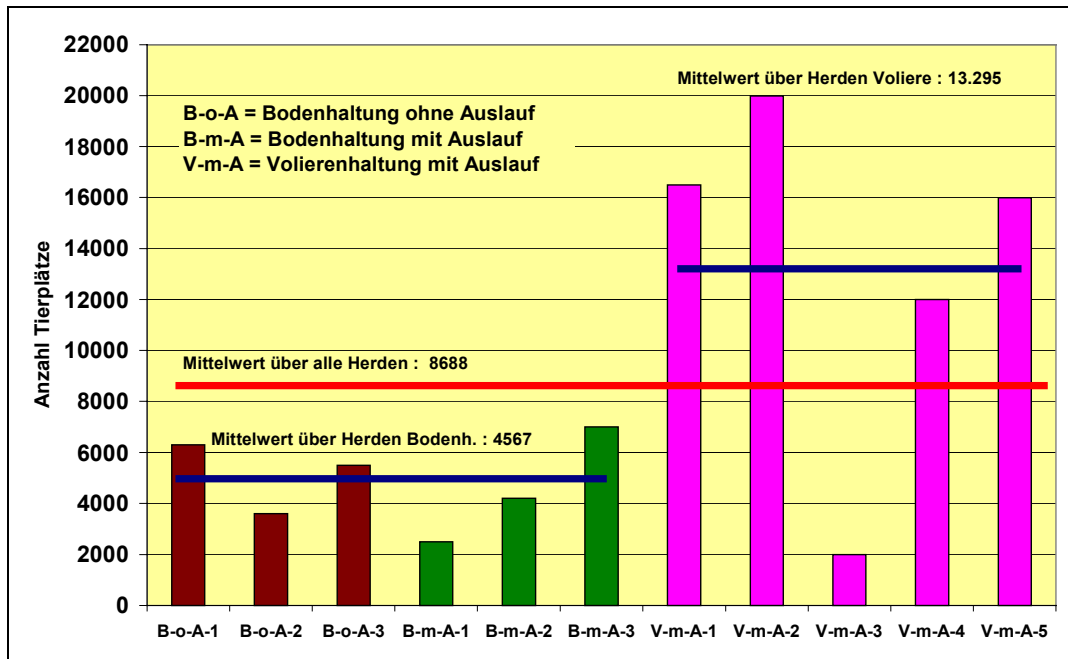


Abbildung 1-1: Übersicht über Bestandsgrößen der ausgewerteten Herden

4.1.1.4 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse

4.1.1.4.1 Naturalleistungen

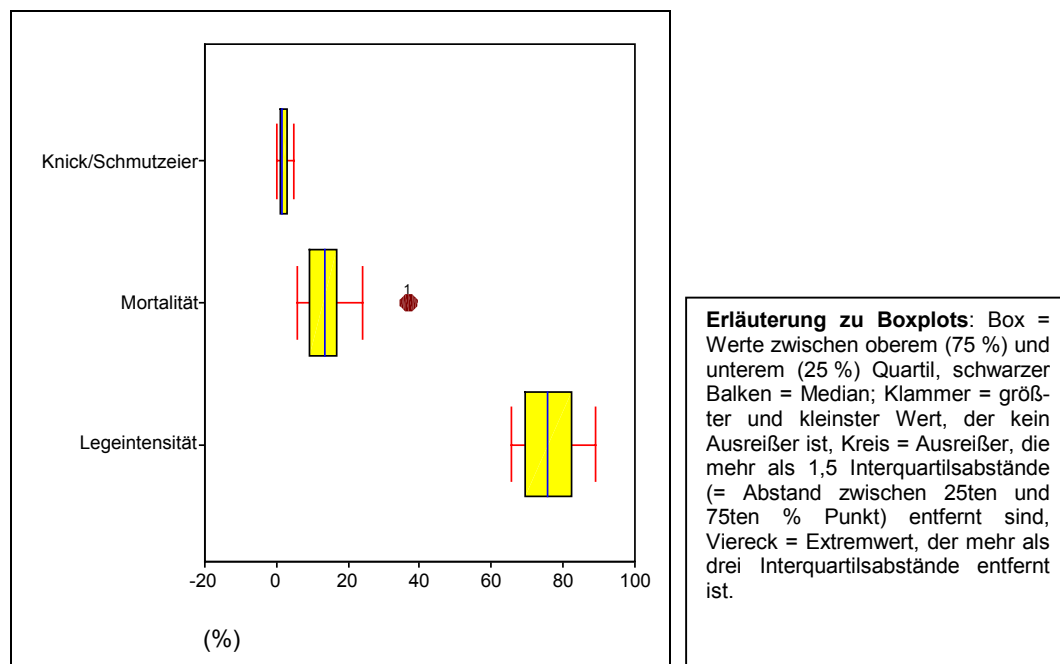
Wie bereits unter Punkt 4.1.1.3.1 ausgeführt, hat die tierische Leistung bei einer Stückkostenbetrachtung einen direkten Einfluss auf das ökonomische Ergebnis. Der Divisor für alle Kosten ist die Anzahl vermarktungsfähiger Eier je Anfangshenne und Jahr. Beeinflusst wird diese Zahl in erster Linie von der biologischen Legeleistung, der Legeintensität, der Mortalität der Hennen und dem Anteil nicht als Konsumware vermarktungsfähiger Eier (Knick- und Schmutzeier). In Tabelle 1-5 sind diese Parameter ausgewiesen.

Tabelle 1-5: Übersicht zu produktionstechnischen Kennzahlen

Parameter	ME	n	Mittel	Min	Max	Median
Produktionstage	Anzahl	11	354	318	411	351
Service tage	Anzahl	11	20	8	28	21
Legeintensität /Durchschnittshenne	%	11	75,0	64,2	89,0	74,8
Anteil verlegter Eier	%	8	2,6	0,4	6,4	2,0
Anteil Knick- und Schmutzeier	%	10	2,1	0,3	4,8	1,7
Hennenverluste (Mortalität)	%	11	14,9	5,9	36,8	13,1
Legeleistung/Anfangshenne u. Jahr	Stck	11	251	215	290	252
Futterverzehr/Durchschnittshenne	g/Tag	9	131	114	160	128

Die mittlere Produktionsperiode einschließlich Serviceperiode liegt mit den üblichen Schwankungen bei 374 Tagen.

Die mittlere Legeintensität liegt um ca. 5 %-Punkte niedriger als die Ergebnisse des Bayerischen Herkunftsvergleiches 2002/2003 (Damme, 2003a), jedoch im Bereich von Praxiserfahrungen. Problematisch sind hier Werte unter 75 % Legeleistung. Der Anteil Knick- und Schmutzeier ist als sehr günstig einzustufen. Knapp 15 % Hennenverluste entsprechen den bekannten Werten aus der Praxis. Der Mittelwert wird hier durch einen Extremwert nach oben gezogen. Beim Herkunftsvergleich in Kitzingen waren für schnabelkupierte Gruppen im Mittel 6,9 % und für nichtkupierte Gruppen 16,2 % Abgänge zu verzeichnen. Die Streuung dieser 3 Parameter verdeutlicht die Abbildung 1-2.



Erläuterung zu Boxplots: Box = Werte zwischen oberem (75 %) und unterem (25 %) Quartil, schwarzer Balken = Median; Klammer = größter und kleinster Wert, der kein Ausreißer ist, Kreis = Ausreißer, die mehr als 1,5 Interquartilsabstände (= Abstand zwischen 25ten und 75ten % Punkt) entfernt sind, Viereck = Extremwert, der mehr als drei Interquartilsabstände entfernt ist.

Abbildung 1-2: Streuung ausgewählter produktionstechnischer Parameter

Die aus diesen Parametern resultierende entscheidende Kennziffer für die Stückkostenermittlung, die Anzahl vermarktungsfähiger Eier, liegt im Mittel bei 251 Eiern (Median 252) mit einer Spannweite von 215 bis 290 Eiern. Die Verteilung der Einzeldaten unter Berücksichtigung der Herdengrößen zeigt die Abbildung 1-3. Dabei ist erkennbar, dass in größeren Herden eine höhere ökonomisch relevante Eizahl erreicht wird.

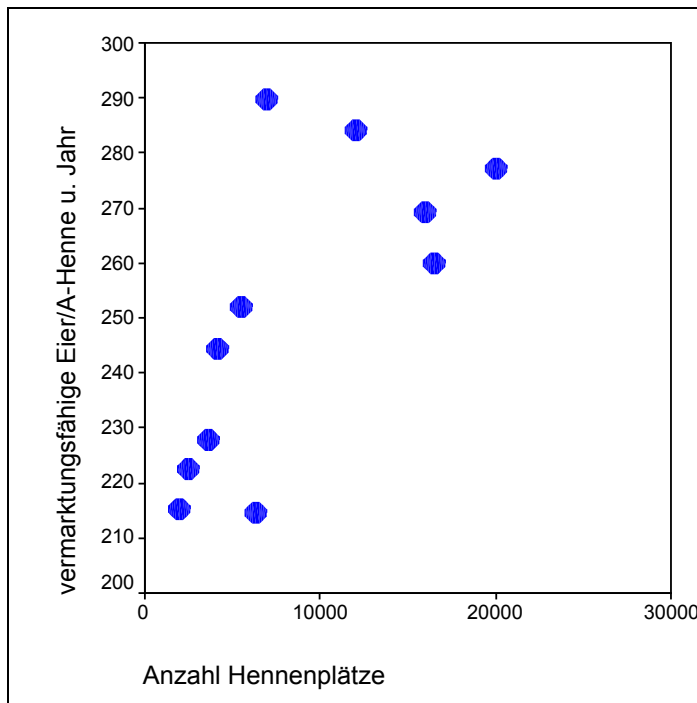


Abbildung 1-3: Anzahl vermarktungsfähiger Eier im Vergleich zur Bestandsgröße

Im Bayerischen Herkunftsvergleich wurden im Mittel der schnabelkupierten Gruppen 254 Eier (Spanne der Gruppen 232 bis 268) erreicht.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Produktionsdaten und tierischen Leistungen den praxisüblichen Werten entsprechen, d. h. die Stückkosten werden hier nicht durch ungewöhnliche Abweichungen beeinflusst. Andererseits zeigt die Abbildung 1-4 sehr deutlich, welchen Einfluss die Anzahl vermarktungsfähiger Eier pro eingestellte Henne auf die Kostenbelastung der Eier hat. Diesen Parametern ist vom Landwirt daher mindestens genauso viel Aufmerksamkeit zu widmen wie der Senkung der absoluten Kosten, die im nachfolgenden beschrieben werden.

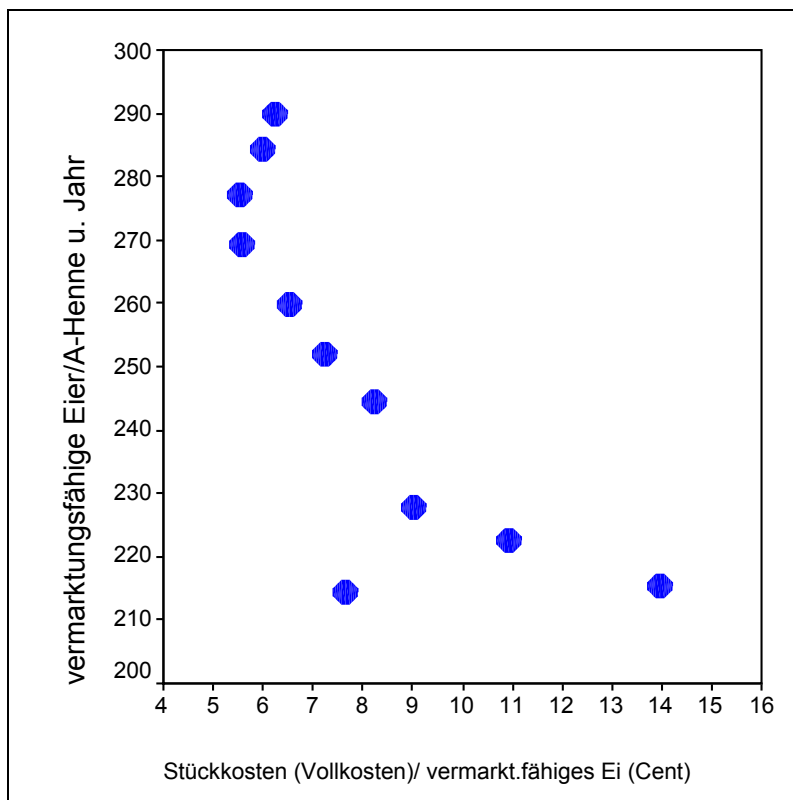


Abbildung 1-4: Anzahl vermarktungsfähiger Eier im Vergleich zu den Stückkosten

4.1.1.4.2 Kosten

Eine Übersicht über das gesamte Datenmaterial zeigt die Tabelle 1-6. In der Abbildung 1-5 ist für einige Kostenarten bzw. -blöcke anhand von Boxplots die Streuung dargestellt.

Über alle ausgewerteten Herden wurden Erzeugungskosten von im Mittel 7,9 Cent/Ei ermittelt. Bei einer Schwankungsbreite von 5,5 bis 13,9 Cent liegt der Median bei 7,2 Cent. Aus der Abbildung 1-5 ist erkennbar, dass ein Betrieb mehrfach deutlich abweicht und das arithmetische Mittel verzerrt. Beim Vergleich mit Erzeugerpreisen für Eier sind die Koppelerlöse (Schlachthennen, Sekundärware) abzuziehen. Diese betragen bei den ausgewerteten Herden im Mittel lediglich 0,15 Cent.

In der Größenordnung entsprechen die Werte dem Literaturbefund. DAMME (2003) gibt aktuelle Werte von 6,5 Cent (Voliere) und 8,2 Cent (Boden) an. Kalkulationen (Richtwerte) des Verfassers (Klemm 2004) ergeben je nach Haltungssystem und Auslaufangebot Werte zwischen 7,6 und 8,2 Cent/Ei.

Tabelle 1-6: Übersicht zu den ermittelten Kosten über alle Herden

Parameter	€ Cent/Ei	Mittel	Min	Max	Median
Bestandsergänzung (Junghennen)		1,484	1,096	1,886	1,438
Tierarzt, Medikamente		0,037	0,020	0,054	0,042
(Ab)wasser, Heizung, Strom		0,175	0,052	0,319	0,198
Vermarktung (Höckerpappen)		0,150	0,150	0,150	0,150
sonstige Direktkosten		0,003	0,000	0,037	0,000
Kraftfutter		3,145	2,438	4,806	2,969
Summe Direktkosten		4,994	3,952	7,027	4,922
kalkul. Personalkosten		1,115	0,450	1,940	1,010
Berufsgenossenschaft		0,015	0,000	0,040	0,010
Lohnarbeit/Masch.miete (Saldo)		0,139	0,000	0,377	0,092
Unterhaltung Ausrüstung		0,126	0,034	0,213	0,134
Treibstoffe		0,016	0,000	0,163	0,000
Abschreibung Ausrüstung		0,404	0,230	0,646	0,356
UH/Afa/Steuer/Versicherung PKW		0,043	0,000	0,301	0,000
Maschinenversicherung		0,018	0,000	0,174	0,000
Zinsansatz Kapital Ausrüstung		0,127	0,000	0,256	0,132
Summe Arbeitserledigungskosten		2,002	1,114	3,727	1,908
Unterhaltung Gebäude		0,053	0,003	0,282	0,033
Abschreibung Gebäude		0,197	0,000	1,130	0,088
Miete f. Gebäude		0,059	0,000	0,294	0,000
Versicherung Gebäude		0,046	0,000	0,093	0,051
Zinsansatz Gebäudekapital		0,189	0,000	1,130	0,088
Summe Gebäudekosten		0,543	0,111	2,635	0,290
Beiträge und Gebühren		0,039	0,000	0,090	0,033
Sonstige Versicherungen		0,033	0,000	0,095	0,025
Buchführung und Beratung		0,080	0,000	0,317	0,032
Büro, Verwaltung		0,153	0,009	0,713	0,090
Sonstiges		0,057	0,000	0,453	0,013
Summe sonstige Kosten		0,363	0,041	1,446	0,307
Summe Gesamtkosten		7,902	5,540	13,945	7,230

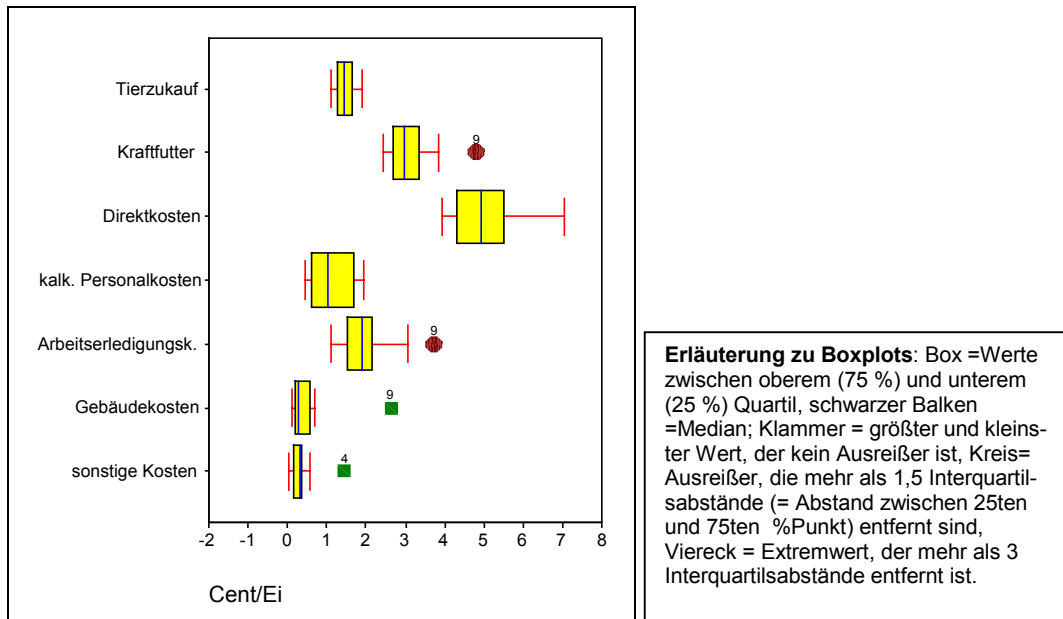


Abbildung 1-5: Streuung ausgewählter Kostenarten, -blöcke

Die Kostenstruktur zeigt die Abbildung 1-6. Dabei ist die Bedeutung des Futtereinsatzes klar erkennbar. In der Tabelle 1-5 wurde ein mittlerer täglicher Futtermittelverzehr von 131 g (114 bis 160 g, Median 128 g) ausgewiesen. Der in Abbildung 1-5 erkennbare Ausreißer dürfte in erster Linie auf diesen extrem hohen Wert von 160 g in einer Herde zurückzuführen sein. Im bereits mehrfach erwähnten bayerischen Herkunftsvergleich lagen die Werte der Prüfgruppen zwischen 118 und 131 g. Die Direktkosten bestimmen mit 62 % Anteil an den Gesamtkosten die Ökonomik der Eierzeugung in entscheidendem Maße.

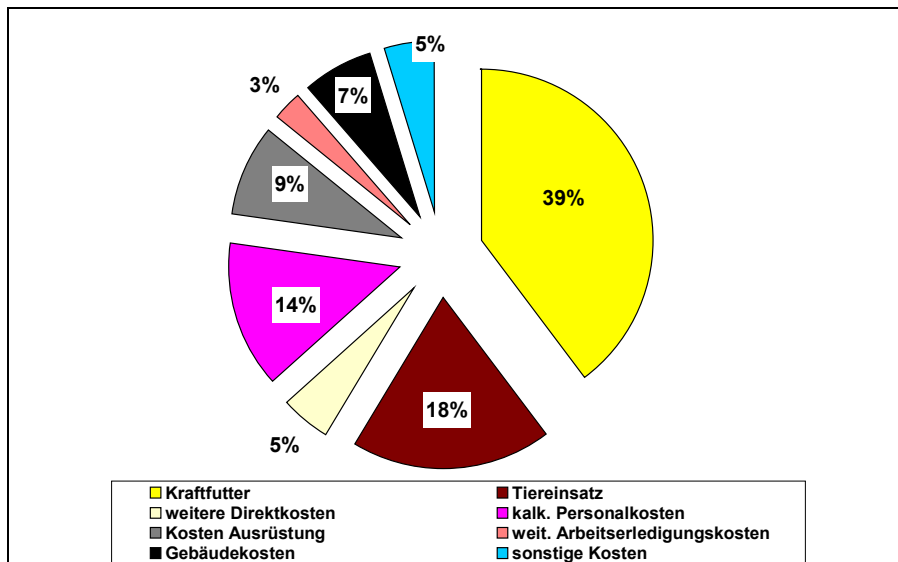


Abbildung 1-6: Kostenstruktur über alle Herden

Die Kosten für das eingesetzte Kapital (Ausrüstung + Gebäude) betragen 16 %, die Personalkosten (ohne Lohnarbeit) 14 %. Ausgehend von den Medianwerten belaufen sich die Kosten nach in der Literatur häufig verwendeter Gliederung auf folgende Werte:

- Direktkosten + Lohnarbeit (Ausställen/Service):	5,00 Cent
o dar. Futter	2,97 Cent
o dar. Junghennen	1,44 Cent
- Kapitalkosten (AfA, Zins, Unterhalt., Vers. Ausrüstung/Gebäude)	0,90 Cent
- Personalkosten (ermittelte AKh x 10 €/h)	1,00 Cent
- Sonstige Kosten (umgelegter allgemeiner Betriebsaufwand)	0,30 Cent

Der Vergleich zur Literatur (Tabelle 1-2) lässt folgende Aussagen zu:

- Die Futterkosten sind als günstig einzustufen, in erster Linie bedingt durch niedrigere Preise, da der Futtermittelverbrauch (s. o.) eher an der oberen Grenze liegt.
- Die Junghennenkosten entsprechen den Literaturdaten.
- Die Kapitalkosten liegen niedriger, eine Ursache sind Kosten sparende Maßnahmen bei der Altgebäudenutzung.
- Die Personalkosten liegen etwas höher, wobei hier unterschiedliche Anteile an Lohnarbeit die Vergleichbarkeit erschweren.

4.1.1.4.3 Verfahrensvergleich

Aufgrund der geringen Anzahl Herden ist ein statistischer Verfahrensvergleich nicht möglich. Aus den Abbildungen 1-7 und 1-8 sind jedoch Tendenzen klar zu erkennen.

- (a) Es besteht ein eindeutiger Bestandsgrößeneffekt (Abbildung 1-7). Neben der bereits festgestellten höheren Anzahl vermarktungsfähiger Eier in „großen“ Herden (vgl. Abbildung 1-3) wirken zusätzlich Kostendegressionseffekte. Da es sich bei den größeren Herden i. d. R. um Voliersysteme handelt, ergeben sich bei diesem Verfahren damit insgesamt Kostenvorteile, trotz etwas höherer Kosten für den Kapitaleinsatz. Beim Vergleich der Verfahren Voliere/ein-etagige Bodenhaltung (hier in beiden Fällen mit Auslauf) ergeben sich Kostenvorteile von 11 % zugunsten der Volieren.
- (b) Die Wirkung des Auslaufangebotes kann nur zwischen den jeweils 3 Herden mit Bodenhaltung verglichen werden. Eindeutige Aussagen lässt die Abbildung 1-8 nicht zu, die Werte bei den Auslaufherden schwanken stärker. Ein Vergleich der Mittelwerte ergibt ca. 6 % höhere Kosten bei „Freilandhaltung“.

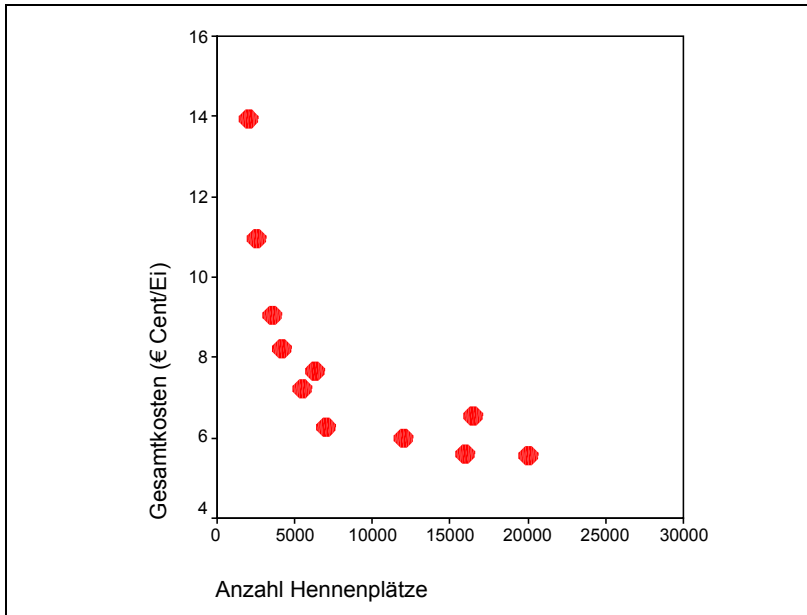


Abbildung 1-7: Gesamtkosten in Abhängigkeit von der Bestandsgröße

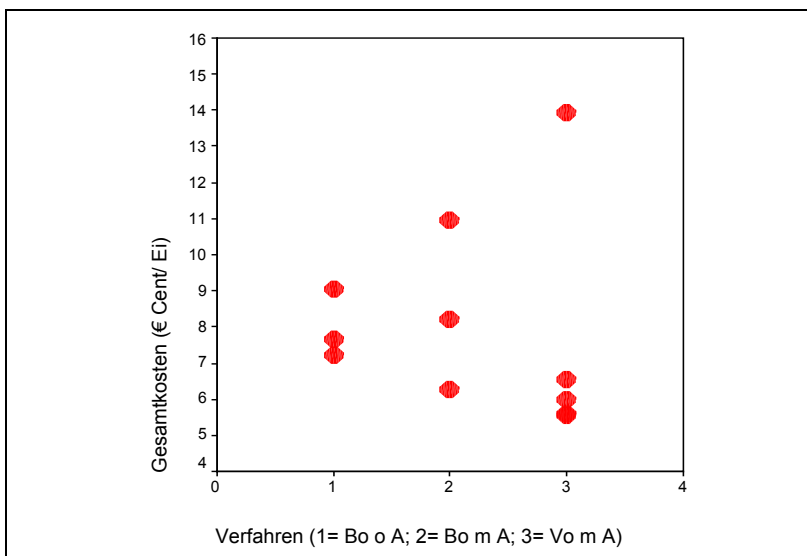


Abbildung 1-8: Gesamtkosten in Abhängigkeit vom Verfahren

Die gefundenen Differenzen zwischen den Verfahren entsprechen damit in etwa dem Literaturbefund (vgl. Kommentar zu Tabelle 1-1), lassen aber aufgrund der geringen Stichprobe keine weiteren Schlussfolgerungen zu. Die Kostennachteile im Vergleich zur konventionellen Käfighaltung werden durch die Untersuchungen jedoch bestätigt. Die ermittelten Spitzenwerte von 6 Cent/Ei liegen noch ca. 1 Cent/Ei über vergleichbarer Käfigware. Vier von sechs untersuchten Pilotvorhaben zu ausgestalteten Käfigen (HINRICHS & REDANTZ 2004) erbrachten ebenfalls Kosten von ca. 5

Cent, nur 2 Betriebe lagen im Bereich von 6 Cent. Man kann also davon ausgehen, dass auch bei gut geführten „großen“ Volierenhaltungen ein vergleichbarer Kostennachteil gegenüber dem künftigen Referenzverfahren der EU, dem ausgestalteten Käfig, von ca. 0,5 bis 1 Cent/Ei bestehen bleibt.

4.1.2 Arbeitszeitaufwand

4.1.2.1 Einführung und Zielstellung

Es bestand die Zielstellung, den Arbeitszeitaufwand der Legehennenhaltung in den Untersuchungsbetrieben zu ermitteln. Dabei stand die vergleichende Betrachtung der in den Betrieben unterschiedlich anzutreffenden Verfahren (Punkt 3.1) im Vordergrund. Vorhandene Unterschiede sollten einer Quantifizierung und Bewertung unterzogen werden. Des Weiteren wurde ein Vergleich zu bisher vorhandenen Literaturdaten, einschließlich der Verfahren Haltung in konventionellen und ausgestalteten Käfigen angestrebt.

4.1.2.2 Kenntnisstand

Literaturauswertungen bis zum Jahr 1998 liegen von KLEMM (1998) und BESSEI & DAMME (1998) vor. Ausgewählte Daten wurden in die Tabellen 1-7 und 1-8 integriert. In den letzten Jahren wurden neben den Arbeiten von KLEMM u.a. (2000, 2002a, 2002b) Untersuchungen von HÖRNING & INGENSAND (1999) zu Bio-Betrieben, von HILLER & MÜLLER (2000, 2002) zur Freilandhaltung und von VAN HORNE (2001) zur vergleichenden Betrachtung publiziert. Eine detaillierte, bausteinartige Zusammenstellung, als Richtwerte nach Bestandsgröße und Verfahren gegliedert, enthält der Beitrag von Klemm u.a. 2002 in der DGS. Aus dieser Zusammenstellung, die auch in die Planungsdaten des KTBL Eingang gefunden hat, wurden die Varianten C1 bis C4 in Tabelle 1-8 berechnet.

Zusammengefasst lassen sich folgende Aussagen ableiten:

- (a) Für die Eierzeugung in ausgestalteten Käfigen, dem zukünftigen Referenzverfahren in der EU, wird mit weiterer Vervollkommnung der Arbeitszeitaufwand im Bereich der konventionellen Käfiganlagen liegen.
- (b) Bei allen alternativen Systemen wurden im Verlauf von 15 Jahren durch Nutzung des wissenschaftlich-technischen Fortschrittes deutliche Verbesserungen erreicht.
- (c) Für Volierensysteme liegt der Arbeitszeitaufwand je nach Bestandsgröße und Ausstattung (ohne Auslauf) 20 bis 30 % im Vergleich zur Käfighaltung höher.
- (d) Bei der Bodenhaltung ist eine klare Abhängigkeit von der Bestandsgröße zu erkennen, die Auslaufnutzung führt zu einer Erhöhung des Arbeitszeitaufwandes von 25-35 %.

Tabelle 1-7: Literaturvergleich zum Arbeitszeitbedarf in relativen Werten

Literatur: relativer Vergleich des Arbeitszeitbedarfes ohne Vermarktung	Tucker 1989	NN 1995	v. Horne 1995	Mettler 1997	Hörning & Ingensand 1999	v. Horne 2001	Hinrichs & Redantz 2004	Klemm u.a. 2002b *)
Käfighaltung konventioneller Käfig ausgestalteter Käfig	100%	100%	100%			100%	100% etwas höher	
Volierenhaltung ohne Auslauf (ohne weitere Angaben) ohne Auslauf 15.000 Tierplätze mit Auslauf 15.000 Tierplätze	200%	250%	128%			130%		100% 125%
Bodenhaltung ohne Auslauf ohne Auslauf 2.500 Tierplätze ohne Auslauf 5.000 Tierplätze mit Auslauf > 1.000 Tierplätze mit Auslauf < 1.000 Tierplätze mit Auslauf 2.500 Tierplätze mit Auslauf 5.000 Tierplätze mit Auslauf (ohne weitere Angaben)				100%		100% 154%		222% 177% 257% 207%
*) ohne Sortierung/Verpackung und Vermarktung								

Tabelle 1-8: Vergleich des Arbeitszeitaufwandes gegliedert nach Arbeitsbereichen

Literaturvergleich Arbeitszeitaufwand Akh/100 Hennen und Jahr System *)	Behrens & Nordhues 1993		Klemm u.a. 2002, 2002a			
	A	B	C1	C2	C3	C4
Produktgewinnung ^{a)}	11,50	22,60	13,64	11,06	6,49	4,51
Bestandskontrolle	1,65	1,74	4,56	3,29	3,68	3,03
Auslaufhaltung/ -pflege ^{b)}		3,29	4,03		3,23	
Ein-, Ausstallen ^{c)}	1,20		0,96	0,91	1,03	1,02
Einstreuen/regelm. Entmisten	0,17	1,20	0,07	0,07	1,08	0,87
Arbeiten Serviceperiode	1,07	4,63	4,80	4,12	1,51	1,50
sonstige Arbeiten ^{d)}		4,75	2,04	1,31	1,11	0,79
Summe	15,58	38,21	30,10	20,76	18,13	11,72

* **A:** Käfig 120.000 Plätze, Eiersammlung bis Sortiertisch automatisch; **B:** 10000 TP, 2 Einheiten á 5000, Boden mit A-Reuter, Kaltscharraum, Auslauf; **C1** Bodenhaltung m. Auslauf 2.500 TP; **C2** dsgl. o. Auslauf 5.000 TP; **C3** Voliere m. Auslauf 7.500 TP; **C4** dsgl. o. Auslauf 15.000 TP
a) bei A und B einschließlich Sortierung und Verpackung, bei B einschl. Vor- u. Nachbereitungsarbeiten, bei C Aufsetzen auf 30iger Höckerpappen; **b)** bei B nur Herauslassen und Einsperren, keine Pflege; **c)** bei B unter Serviceperiode; **d)** bei B einschließlich Büroarbeitszeiten

Der Vergleich in Tabelle 1-8 liefert einige Anhaltswerte zur Interpretation der Ergebnisse (Punkt 4.1.2.4), eine direkte Vergleichbarkeit der Daten untereinander ist jedoch schwierig (siehe Fußnoten).

4.1.2.3 Material und Methode

4.1.2.3.1 Methode

Der Produktionsprozess wurde in Arbeitsgänge gegliedert, die wiederum nach Arbeitsbereichen gruppiert und zusammengefasst ausgewertet wurden. Hinweise über die Zuordnung der einzelnen Arbeitsgänge zeigt die Tabelle 1-9.

Tabelle 1-9: Gruppierung der Arbeitsgänge

Arbeitsabschnitt/ Arbeitsgang/ Verfahrenscharakteristik
1) Produktgewinnung
umfasst alle Arbeiten im Zusammenhang mit dem Ei (Aufsetzen der Eier, transportfertigmachen, Kontrollgang im Stall zum Sammeln verlegter Eier (auch wenn andere Kontrollen mit erfolgen)
2) Bestandskontrolle/Überwachung
umfasst alle Arbeiten zur Überwachung und Kontrolle von Fütterung, Tränken, Lüftung etc., Stalldurchgänge zu Kontrollzwecken (tote Tiere, Nestkontrolle) auch für Kaltscharrraum und Auslauf
3) Herauslassen/Einsperren, Auslaufpflege
umfasst Zeiten für Herauslassen und Einsperren in Kaltscharrraum und Auslauf, Mähen/Mulchen, Nachsaat, Kalken etc. der Ausläufe
<i>Beachte: bei Fremdfirmen oder bereichsfremden AK nur Anteil des ständigen Personales hier erfassen ! (Bereichsfremde AK des gleichen Unternehmens müssen in Kostenrechnung verrechnet werden !)</i>
4) Ein- und Ausstallen
<i>Beachte: bei Fremdfirmen oder bereichsfremden AK nur Anteil des ständigen Personales hier erfassen ! (Bereichsfremde AK des gleichen Unternehmens müssen in Kostenrechnung verrechnet werden !)</i>
5) kontinuierliche Arbeiten für Einstreuen/Entmisten
umfasst alle Zeiten für Entmistung (auch Kotbänder bedienen), Nachstreuen Scharrraum, und Kaltscharrraum während der Produktionsperiode
6) Serviceperiode
umfasst alle Zeiten für Entmistung, Demontearbeiten, Reinigung, Desinfektion, Montage, Stallvorbereitung während der Serviceperiode
<i>Beachte: bei Fremdfirmen oder bereichsfremden AK nur Anteil des ständigen Personales hier erfassen ! (Bereichsfremde AK des gleichen Unternehmens müssen in Kostenrechnung verrechnet werden !)</i>
6) Sonstige Arbeiten
umfasst Kleinreparaturen (Wechsel von Glühbirnen, Außenzäune etc.), schriftliche Arbeiten (Eierbuch, Stalllisten etc.)

Dabei wurde von folgenden methodischen Grundsätzen ausgegangen:

- a) Auswertungseinheit sind die Produktionsdurchgänge in einem Stall heruntergebrochen auf ein Jahr. Bezugseinheit zur Ermittlung des Arbeitszeitaufwandes sind 100 Hennen im Jahresdurchschnittsbestand mit den Kennzahlen Arbeitskraftminuten (AKmin)/100 Hennen und Tag sowie Arbeitskraftstunden (AKh)/100 Hennen und Jahr.

Eine Beispielsberechnung zur Ermittlung der Bezugseinheit und der Kennzahlen für ausgewählte Arbeitsgänge enthält die Tabelle 1-10.

Tabelle 1-10: Beispielsberechnung zur Ermittlung des Arbeitszeitaufwandes

Arbeitszeitermittlungsblatt						
Name der Herde/Betrieb						
Kurzcharakteristik						
Ställe- Nr./Bezeichnung: Batteriehaltung						
Anzahl Tierplätze = Anfangsbestand	15000		Tiere/Durchführung *)		14250	
Verluste während der Legeperiode	10%		Jahresdurchschn.best. (JDB)		13443	
Haltungstage (Legetage + Junghennenzeit)	350		Legetage		322	
Serviceperiode	21		Produktionszyklus		371	
*) entspricht Durchschnittsbestand/Halungszeitraum						
Arbeitsabschnitt/ Arbeitsgang/ Verfahrenscharakteristik	Häufig- keit	DF im ZR	Tage im ZR (Zeit- raum)	Arbeitszeitaufwand		
				(AK min)		(AKh)
				je Durch- führung	je 100 Tiere u. JDB u.Tag	je 100 Tiere JDB u. Jahr
1) Produktgewinnung						
Eier mit Farmpacker vom Sammelband auf 30iger Höckerpappen aufsetzen	1x/Tag, 1AK	322	350	114,00	0,78	4,48
2) Bestandskontrolle/Überwachung						
Tierkontrolle/Stalldurchgang	1x/Tag 1 AK	350	350	45,00	0,33	1,92
3) Herauslassen/Einsperren, Auslaufpflege						
Eintrieben der Hennen und Schließen der Auslauföffnungen	1x/Tag 3 AK	315	350	90,00	0,60	3,46
6) Serviceperiode						
Reinigung und Desinfektion	1x /Durchgang 2 AK als Hilfe für Fremdfirma	21	371	360,00	0,15	0,87
7) Sonstige Arbeiten						
Kleinreparaturen (Glühbirnen wechseln)	1x Woche 1AK	1	7	20,00	0,02	0,12

- b) Als Schnittstelle dieser Erhebungen diente die Übergabe der unsortierten, auf 30iger Höckerpappen gesetzten Eier ab Stall.

Damit wurde eine Kompatibilität zur ökonomischen Bewertung hergestellt (Begründung siehe dort), da die Personalkosten für die unter 4.1.1 ausgewerteten Herden ausschließlich über den hier ermittelten Arbeitszeitaufwand kalkuliert wurden.

- c) Alle Arbeiten die von Dritten (z.B. Fremdfirma für Reinigung und Desinfektion) ausgeführt wurden, blieben unberücksichtigt. Diese Arbeiten sind unmittelbar als Lohnarbeit in die Kostenberechnung eingeflossen (siehe Tabelle 1-4).

Die sich daraus ergebenden Verzerrungen bei der Vergleichbarkeit der Betriebe mit jeweils unterschiedlichen Anteilen an Lohnarbeit werden bei der Ergebnisbewertung berücksichtigt.

Bei der Erfassung kamen folgende Methoden zur Anwendung:

- (a) Arbeitszeitmessungen mit elektronischen Stoppuhren in Form von
- Fortschrittszeitmessungen bei Arbeitskräften (AK), die verschiedene Arbeitsgänge nacheinander durchführten
 - Einzelzeitmessungen, wo gezielt ausgewählte Arbeitsgänge erfasst wurden
 - eine Kombination von Fortschritts- und Einzelzeitmessung,
- (b) Befragungen der Mitarbeiter bzw. der zuständigen Verantwortlichen/Leiter
Ergänzend zu den Zeitmessungen war es erforderlich, den Zeitaufwand für bestimmte weitere Arbeitsaufgaben, die an den Untersuchungstagen nicht durchgeführt wurden, nach der Methode der „Expertenbefragung“ zu ermitteln.
- (c) Erfassung der in der gemessenen Zeit erzielten Arbeitsleistung, z. B. Zählen der abgepackten Eier bzw. der Höckerpappen.

4.1.2.3.2 Datengrundlage

Für die vorliegende arbeitswirtschaftliche Auswertung standen Daten von 32 Herden zur Verfügung. Diese Stichprobe kann nach Verfahren wie folgt untergliedert werden.

<u>Bodenhaltung</u>	(n = 21)
davon mit Kaltscharrraum	(n = 10)
davon ohne Auslauf	(n = 5)
davon mit Auslauf	(n = 5)
davon ohne Kaltscharrraum	(n = 11)
davon ohne Auslauf	(n = 8)
davon mit Auslauf	(n = 3)
<u>Volierenhaltung</u>	(n = 11)
davon mit Kaltscharrraum	(n = 10)
davon mit Auslauf	(n = 10)
davon ohne Kaltscharrraum	(n = 1)
davon ohne Auslauf *)	(n = 1)

*) Dieser Betrieb wurde in die vergleichende Auswertung nicht einbezogen.

Die Unterschiede in den Bestandsgrößen der Herden sind in Abbildung 1-9 dargestellt.

Tag benötigt. Bei acht Stunden Arbeitszeit entspricht dies einem mittleren Tagesarbeitsmaß von 10 000 bzw. 14 800 (Basis: Median) Hennen, die von 1 AK betreut werden können. Das Jahresarbeitsmaß (bei 1.900 h/AK) beträgt für alle Arbeiten im Mittel 5 950 bzw. 8 130 (Basis: Median) Hennen pro Arbeitskraft. Der in der Literatur von van Horne (2001) angegebene Wert von 20 000 Hennen (bei 1 800 h) für Bodenhaltung mit Auslauf ist damit deutlich höher. Selbst für die „Spitzengruppe“ dieser Erhebung (große Volierenanlagen mit Auslauf, vgl. Tabelle 1-12) wird „nur“ ein Wert von ca. 15 000 Hennen pro AK im Jahr erreicht.

Tabelle 1-11: Ermittelter Arbeitszeitaufwand über alle Herden

Parameter	ME	Mittel	Min	Max	Median
Hennenplätze	Anzahl	4489	300	19992	1700
Produktionsperiode	Tage	372	318	519	351
Produktionszyklus *)	Tage	394	337	629	374
Legeintensität	%	76,6	63,5	89,0	76,7
Produktgewinnung	Akmin/100 H./Tag	2,39	0,94	7,00	1,90
Bestandskontrolle	Akmin/100 H./Tag	0,96	0,40	2,60	0,80
Auslaufnutzung	Akmin/100 H./Tag	0,47	0,00	2,21	0,02
Ein-, Ausstallen	Akmin/100 H./Tag	0,17	0,00	0,88	0,14
Einstreuen/Entmisten	Akmin/100 H./Tag	0,27	0,00	1,70	0,07
Arbeiten Serviceper.	Akmin/100 H./Tag	0,56	0,00	1,60	0,40
sonstige Arbeiten	Akmin/100 H./Tag	0,71	0,00	2,87	0,44
Summe	Akmin/100 H./Tag	5,53	2,35	11,36	4,34
Produktgewinnung	Akh/100 H./Jahr	13,80	5,43	40,95	11,24
Bestandskontrolle	Akh/100 H./Jahr	5,56	1,97	15,32	4,71
Auslaufnutzung	Akh/100 H./Jahr	2,76	0,00	13,03	0,12
Ein-, Ausstallen	Akh/100 H./Jahr	0,97	0,00	5,03	0,76
Einstreuen/Entmisten	Akh/100 H./Jahr	1,60	0,00	10,02	0,42
Arbeiten Serviceper.	Akh/100 H./Jahr	3,23	0,00	9,33	2,34
sonstige Arbeiten	Akh/100 H./Jahr	4,00	0,00	16,05	2,53
Summe	Akh/100 H./Jahr	31,92	13,67	66,46	23,38

*) Produktionsperiode (Zeit bis Legebeginn+Legetage) + Serviceperiode

Bei ca. 255 vermarktungsfähigen Eiern/A-Henne und Jahr errechnet sich bei einer Bewertung von 10 €/h eine Kostenbelastung von 1,25 Cent/Ei. Dieser Wert liegt etwas höher als die unter 4.1.1.4.2 ausgewiesenen Kosten für 11 Herden, da diese, v.a. bedingt durch größere Bestände im Mittel einen niedrigeren Arbeitszeitaufwand hatten.

Die ausgewiesenen Werte für die einzelnen Arbeitsbereiche sowie die Summe sind mit den Literaturangaben in Tabelle 1-8 vergleichbar (v. a. mit den Varianten B und C1), wobei in vorliegender Erhebung der Zeitaufwand für die Bestandskontrolle höher und für die Auslaufnutzung niedriger liegt.

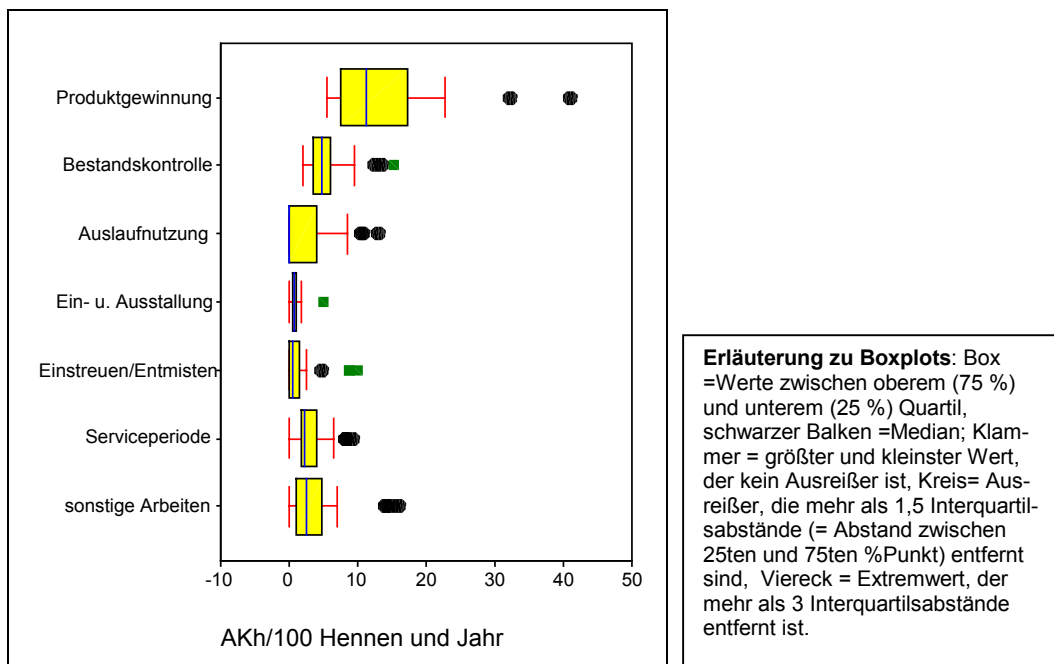


Abbildung 1-10: Streuung des AKh-Aufwandes der Arbeitsbereiche

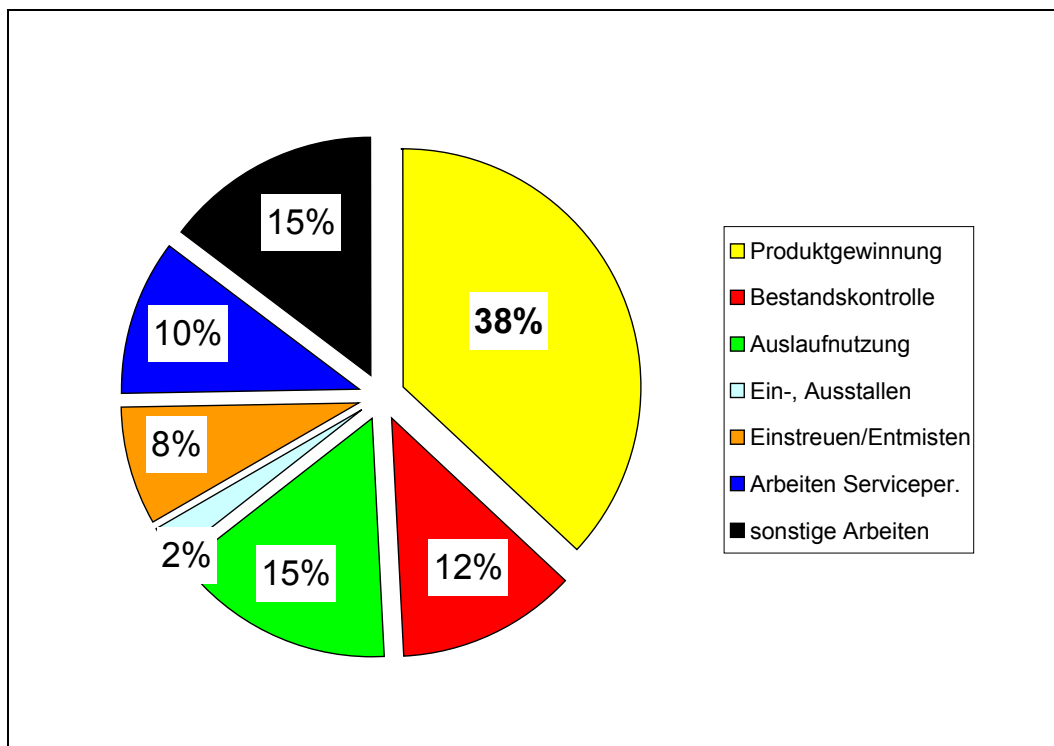


Abbildung 1-11: Anteile einzelner Arbeitsbereiche in den Herden mit Volierenhaltung (n=10)

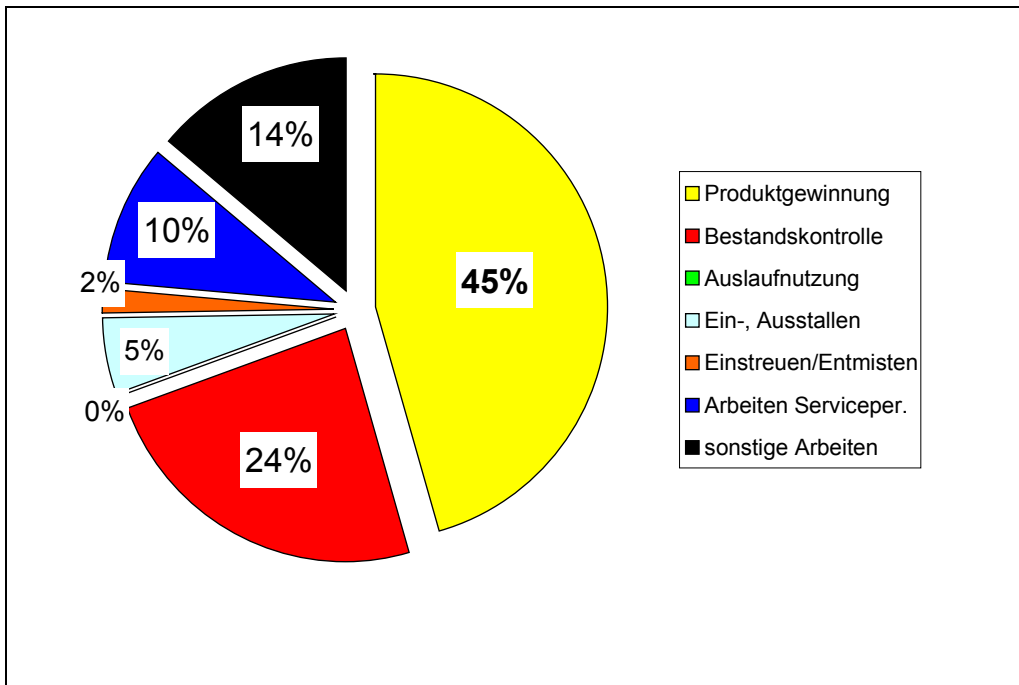


Abbildung 1-12: Anteile einzelner Arbeitsbereiche in den Herden mit Bodenhaltung ohne Auslauf (n = 13)

In den Abbildungen 1-11 und 1-12 wird der Anteil einzelner Arbeitsbereiche für zwei Verfahren grafisch dargestellt. Bei Volierenhaltung mit Auslauf (Abb. 1-11) entfallen 65 % auf die drei Bereiche Eiabsammlung, Kontrolle und Auslaufnutzung (v. a. Eintreiben der Hennen). Relativ hoch ist auch der Anteil für sonstige Arbeiten (Reinigung Stallvorraum, Kleinreparaturen, Dokumentation) mit 15 % Anteil; dies wird sicher häufig unterschätzt. Die Anteile für Ein-, Ausstallen, Einstreuen/Entmisten und die Arbeiten in der Serviceperiode machen in der Summe 20 % aus, sind jedoch abhängig von den technologischen Verfahren (besonders Entmistung) und dem Anteil Arbeit durch Fremdfirmen oder bereichsfremde AK.

Bei der Bodenhaltung ohne Auslauf entfallen 69 % auf Eiabsammlung und Kontrolle, die anderen Bereiche mit der Ausnahme Auslaufnutzung sind vergleichbar mit der Volierenhaltung. Auf die kontinuierlichen Arbeiten für Entmisten und Einstreuen entfallen nur 2 %, da kleine Ställe häufig noch über Kotbunker verfügen.

4.1.2.4.2 Verfahrenvergleich

Aufgrund der relativ hohen Streuung der Einzelwerte kann der folgende Verfahrenvergleich nur Tendenzen und Anhaltswerte aufzeigen.

Aus der Abbildung 1-13 geht hervor, dass mit steigender Herdengröße der Arbeitszeitaufwand z. T. deutlich abnimmt. Da es sich bei den größten Herden um Volierenställe handelt, liegt hier gleichzeitig ein Verfahrensunterschied vor. Die Abbildung zeigt aber, dass auch bei einigen kleinen Herden sehr niedrige AKh-Werte ermittelt wurden, d.h. die Bestandsgröße allein ist nicht der ausschlag-

bende Faktor für einen hohen oder niedrigen Arbeitszeitaufwand. In der Abbildung 1-14 sind die Einzelwerte nach Verfahren gruppiert dargestellt, in Tabelle 1-12 sind für sechs Gruppen Mittelwert und Median vergleichend dargestellt. Dabei wurde neben der Gesamtzeit noch die (besser vergleichbare) Zeit für Produktgewinnung/Bestandskontrolle u. Auslaufnutzung ausgewiesen.

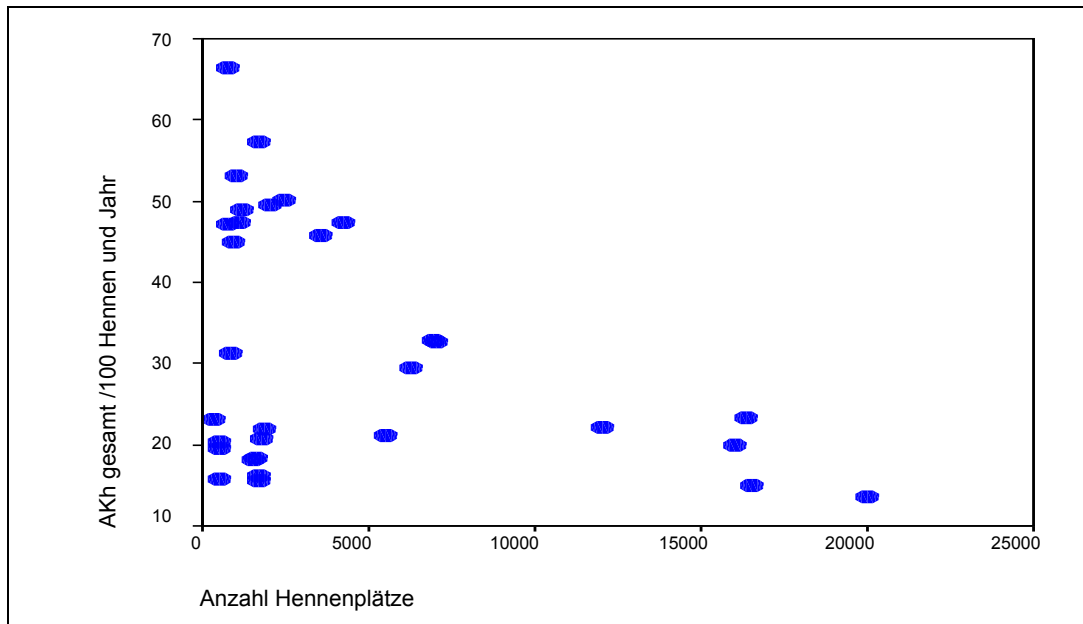
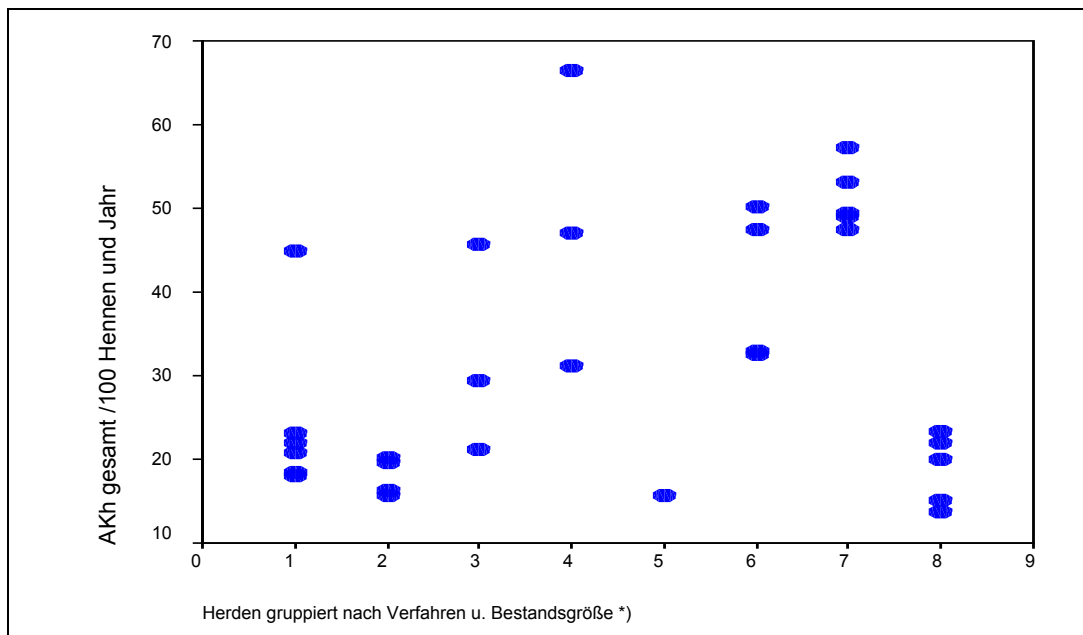


Abbildung 1-13: Abhängigkeit des AKh-Aufwandes von der Bestandsgröße



*) 1 = Boden o. Auslauf <2 500 TP; 2 = dsgl. Ganzrostställe; 3 = dsgl. >2 500 TP
 4 = Boden m. Auslauf <2 500 TP; 5 = dsgl. Ganzrostställe; 6 = dsgl. >2 500 TP
 7 = Volieren m. Auslauf <2 500 TP; 8 = dsgl. > 2.500 TP

Abbildung 1-14: Abhängigkeit des AKh-Aufwandes vom Verfahren

Tabelle 1-12: Vergleich des Arbeitszeitaufwandes bei unterschiedlichen Verfahren

Gruppierung	Nr. nach Abb. 14	n	Bestandsgröße Anzahl		Arbeitszeitaufwand (Akh/100 Hennen/Jahr)			
					Gesamtzeit		Zeit f. Produktgew. /Bestandskontr./Auslaufnutzung	
			Mittelwert	Median	Mittelwert	Median	Mittelwert	Median
Bodenhaltung ohne Auslauf, < 2.500 TP	1/2	9	1242	1571	21,9	20,0	15,7	13,6
Bodenhaltung ohne Auslauf, > 2.500 TP	3	3	5133	5500	32,2	29,5	20,8	22,0
Bodenhaltung mit Auslauf, < 2.500 TP	4/5	4	706	750	40,1	39,2	32,9	32,2
Bodenhaltung mit Auslauf, > 2.500 TP	6	4	5169	5589	40,8	40,1	27,3	27,2
Volierenhaltung mit Auslauf, < 2.500 TP	7	5	1400	1200	51,3	49,5	32,1	28,5
Volierenhaltung mit Auslauf, > 2.500 TP	8	5	16167	16361	18,8	20,0	13,1	12,8

Es lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Die Bodenhaltungen ohne Auslauf variieren sehr stark, ein direkter Bestandsgrößeneffekt ist nicht erkennbar, die hier einbezogenen kleinen Ganzrostställe haben einen sehr niedrigen AKH-Aufwand.
- Im Wesentlichen trifft die Aussage auch für die Bodenhaltungen mit Auslauf zu, wobei die kleineren Herden weiter auseinander liegen, auffällig auch hier der niedrige Wert für den Ganzroststall.
- Bei den Volierenhaltungen (Verfahren 7 und 8) ist ein deutlicher Bestandsgrößeneffekt erkennbar. Des Weiteren fällt hier die im Vergleich zu den Bodenhaltungen geringere Streuung innerhalb der beiden Größengruppen auf.
- Der Vergleich der beiden Bodengruppen >2 500 Hennen (bei vergleichbarer Herdengröße von ca. 5 150 Tieren) zeigt einen Mehraufwand bei Auslaufangebot von etwa 30 %.
- Der Vergleich der beiden Auslaufgruppen >2 500 Hennen ergibt für die „großen Volieren“ eine Einsparung an Arbeitszeit von ca. 50 %.

Die hier festgestellten Differenzen zwischen ein-etagigen-Bodensystemen und Volieren sowie zwischen reiner Stall- bzw. in Kombination mit Freilandnutzung bestätigen den Literaturbefund (Punkt 4.1.2.2, Tabelle 1-8). Ein Einfluss des Kaltscharrumes auf die Höhe des Arbeitszeitaufwandes war nicht festzustellen. Ein direkter Vergleich zur Käfighaltung wurde im Rahmen des Projektes nicht vorgenommen, die Bestätigung der Literaturdaten lässt jedoch die Schlussfolgerung zu, dass selbst bei gut geführten großen Voliersystemen (ohne Auslauf) ein Mehraufwand an Arbeitszeit von ca. 20 % besteht. Bei ein-etagigen-Systemen, Freilandnutzung und kleinen Beständen steigt dann der Mehraufwand z. T. beträchtlich an.

4.1.3 Fazit

- (1) Die betriebswirtschaftliche Analyse umfasste die Schwerpunkte ökonomische und arbeitswirtschaftliche Bewertung von alternativen Verfahren in der Legehennenhaltung.

Ziel der Untersuchungen war es:

- Erzeugungskosten und Arbeitszeitaufwand zu ermitteln
- Verfahrensunterschiede zu quantifizieren und zu bewerten
- Ergebnisse im Literaturvergleich zu interpretieren

Ökonomische Bewertung

- (2) Mit der Schnittstelle Übergabe der Eier ab Stall (Rohware) wurden die Erzeugungsvollkosten als Stückkosten je vermarktungsfähiges Ei pro Anfangshenne und Jahr ermittelt.
- (3) Für diese Analyse standen Daten aus elf Herden zur Verfügung. In sechs Herden erfolgte eine Bodenhaltung (je drei mal mit bzw. ohne Auslauf) und in fünf Herden eine Volierenhaltung (alle mit Auslauf).
- (4) Die Stückkosten beeinflussenden Naturalleistungen (Legeintensität, Mortalität, Anteil Knick- und Schmutzeier) lagen im Vergleich zur Literatur im Normalbereich. Die daraus resultierende Anzahl vermarktungsfähiger Eier lag über alle Herden bei 251 (Spanne 215 bis 290), wobei in größeren Beständen deutlich bessere Ergebnisse erzielt wurden.
- (5) Über alle ausgewerteten Herden wurden Erzeugungsvollkosten von im Mittel 7,9 (Median 7,2) Cent/Ei bei einer Schwankungsbreite von 5,5 bis 13,9 Cent ermittelt. Der Hauptanteil entfällt auf die Futterkosten (39 %) und den Junghennenzukauf (18 %). 16 % entfallen auf die Kosten für Gebäude und Ausrüstung und 14 % auf den Personaleinsatz.
- (6) Da ausgehend von den Eizahlen auch die Stückkosten bei größeren Beständen (i. d. R. die Volierenhaltungen) niedriger lagen, ergaben sich Kostenvorteile für Volierensysteme von 11 %. Die Mehrkosten der Freilandhaltung (Stallhaltung mit Auslauf gegenüber reiner Stallhaltung mit/ohne Kaltscharrraum), die aufgrund der Streuung der Daten schwer zu quantifizieren waren, beliefen sich auf ca. 6 %.
- (7) Die ermittelten Differenzen zwischen den Verfahren entsprechen dem Literaturbefund. Die Kostennachteile im Vergleich zur Käfighaltung (konventionelle und ausgestaltete Käfige) liegen daraus abgeleitet selbst bei gut geführten „großen“ Volierenställen bei mindestens 0,5 bis 1 Cent/Ei.

Arbeitswirtschaftliche Bewertung

- (8) Mit der Schnittstelle Übergabe der Eier ab Stall (Rohware) wurde der Arbeitszeitaufwand in Arbeitskraftstunden je 100 Hennen und Jahr, nach Arbeitsgängen gegliedert, ermittelt.
- (9) Für diese Analyse standen Daten aus 32 Herden zur Verfügung. In 21 Herden erfolgte eine Bodenhaltung (13 ohne und acht mit Auslauf) und in elf Herden eine Volierenhaltung (davon zehn mit Auslauf).
- (10) In der Summe aller Arbeitsgänge wurde im Mittel ein Arbeitszeitaufwand von 32 AKh/100 Hennen und Jahr ermittelt, wobei der Medianwert von 23 AKh deutlich macht, dass eine Verzerrung des Mittelwertes nach oben vorliegt. Die Werte für einzelne Arbeitsbereiche sind mit den vorhandenen Literaturdaten vergleichbar.
- (11) Zwischen 60 und 70 % der Arbeitszeit entfällt auf die Bereiche Produktgewinnung (Eiab-sammlung), Bestandskontrolle und Auslaufnutzung (v. a. Eintreiben der Herde).
- (12) Bei den Volierensystemen ist ein deutlicher Bestandsgrößeneffekt vorhanden, bei ein-etagigen Bodensystemen schwanken die Werte dagegen stark. Durch eine Auslaufnutzung entsteht gegenüber reiner Stallhaltung ein Mehraufwand von ca. 30 %.

- (13) Ein direkter Vergleich zur Käfighaltung war im Rahmen des Projektes nicht vorgesehen, die Bestätigung der Literaturdaten lässt jedoch die Schlussfolgerung zu, dass selbst bei gut geführten großen Volierensystemen (ohne Auslauf) ein Mehraufwand an Arbeitszeit von ca. 20 % besteht. Bei ein-etagigen-Systemen, Freilandnutzung und kleinen Beständen steigt dieser Mehraufwand weiter beträchtlich an.

4.1.4 Literatur

- BEHRENS, K.; P. NORDHUES (1993): Geflügel halten mit Gewinn, Sonderheft DGS 38/93, Ulmer-Verlag Stuttgart; zitiert in Bessei, W. & K. Damme (1998), S. 57
- BESSEI, W. & K. DAMME (1998): Neue Verfahren für die Legehennenhaltung, KTBL-Schrift 378, KTBL Schriftenvertrieb Münster-Hiltrup, Kapitel 9
- DAMME, K. (1998): In: Bessei, W. & K. Damme (1998): Neue Verfahren für die Legehennenhaltung, KTBL-Schrift 378, KTBL Schriftenvertrieb Münster-Hiltrup, S. 61
- DAMME K. (2000): Tiergerechte Hennenhaltung erhöht die Produktionskosten, Agrarzeitung 29, 2000, zit. in: Hinrichs, P. & A. Redantz (2004)
- DAMME, K. (2003): Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2004, Ulmer Verlag Stuttgart, S. 72
- DAMME, K. (2003 a): 3. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung, Offizieller Abschlussbericht, Kitzingen Juli 2003, Selbstverlag
- DLG (2000): Die neue Betriebszweigabrechnung, Arbeiten der DLG/Band 197, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt
- ELSON, A. (1995): zitiert in Bessei, W. & K. Damme (1998), S. 61
- EU-REPORT (1996): zitiert in Bessei, W. & K. Damme (1998), S. 61
- GARTUNG, J. & K. KNIES (1999): Investitionsbedarf für alternative Legehennenställe, Bericht der FAL 109/99, Selbstverlag, Braunschweig-Völkenrode
- HILLER, P.; K. MÜLLER (2000): Vergleich der Haltungssysteme, in: Baubrief Landwirtschaft Nr. 41 Geflügelhaltung, Eierzeugung und Mast, S. 43 ff., Landwirtschaftsverlag Münster
- HILLER, P.; K. MÜLLER (2002): Freilandhaltung von Legehennen – Ist sie ein arbeitsreiches Geschäft? DGS-Magazin 36/2002, S. 28 ff., Ulmer Verlag Stuttgart
- HINRICHS, P. & A. REDANTZ (2004): Modellvorhaben ausgestaltete Käfige, Teil 5: Die ökonomischen Ergebnisse der Praxiserprobung von ausgestalteten Käfigen für die Legehennenhaltung in sechs deutschen Pilotbetrieben, unveröffentlicht
- HÖRNING, B.; T. INGENSAND (1999): Legehennenhaltung im ökologischen Landbau, DGS-Magazin 31/1999, S. 15 ff., Ulmer Verlag Stuttgart
- KLEMM, R. (1998): Wirtschaftlichkeit der Eierproduktion, in: Golze M.; R. Klemm: Managementunterlage Geflügel- und Kleintierhaltung, Selbstverlag Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
- KLEMM, R. (1998): Erhebungen zur Wirtschaftlichkeit der Eierzeugung in 8 Unternehmen Sachsens, Broschüre 6. Sächsischer Geflügeltag, Selbstverlag, S. 27 ff.
- KLEMM, R.; S. UHLMANN (2000): Arbeitszeitbedarf in der Boden- und Freilandhaltung, DGS-Magazin 9/2000, S. 24 ff., Ulmer Verlag Stuttgart

- KLEMM, R.; S. UHLMANN; J. SCHNEEWEIß (2002a): Mit welchem Arbeitszeitbedarf gerechnet werden muss, DGS-Magazin 9/2002, S. 14 ff., Ulmer Verlag Stuttgart
- KLEMM, R.; S. UHLMANN; J. SCHNEEWEIß (2002b): Arbeitszeitbedarf Legehennenhaltung, in: Taschenbuch Landwirtschaft 2002/03, KTBL, 21. Auflage, S. 261 ff, KTBL Schriftenvertrieb Münster-Hiltrup
- KLEMM, R. (2004): unveröffentlichte Kalkulationen
- METTLER, A.: zitiert in Bessei, W. & K. Damme (1998), S. 58
- NFU (1995) National Farmers Union: zitiert in Bessei, W. & K. Damme (1998), S. 61
- NN (1995): Poultry World: zitiert in Bessei, W. & K. Damme (1998), S. 58
- RING, M. (1999): World Poultry, Nov. 1999, S. 1ff.
- SCHÖLLHAMMER, F. (2003): zit. in Damme (Hg.) 2003, Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2004, Ulmer Verlag Stuttgart, S. 69
- TUCKER, S. (1989): zitiert in Bessei, W. & K. Damme (1998), S. 58 und 61
- VAN HORNE P. (1995): zitiert in Bessei, W. & K. Damme (1998), S. 58
- VAN HORNE P. (2001): Poultry International 4, 2001; zit. bei Damme, K. (2003) Jahrbuch Geflügelwirtschaft 2004
- VAN HORNE P. (2002): Kostprijontwikkeling consumptie-eieren, Basisjahr 2000, Den Haag, LEI; zit. bei Hinrichs, P. & A. Redantz (2004)
- VAN HORNE P.; N. BONDT (2003): zit. In Jacobs, A. K; W. Windhorst (Hg.): Dokumentation zu den Auswirkungen der 1. VO zur Änderung der Tierschutz-NutztierhaltungsVO auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion, ISPA Weiße Reihe Band 22, Selbstverlag Vechtaer Druckerei und Verlag, S. 178
- VERMEIJ, I.; T.G.C.M. FIKS-VAN NIEKERK; J. ENTING (2002): Effects of welfare aspects to cost price for table eggs, Proceed. 11th European Poultry Conference Bremen August 2002, CD-Rom

4.2 Futter- und Stallungszusammensetzung

Verantwortlicher Themenleiter: Dr. agr. Gerhard Richter ³⁾

Bearbeitung: Dr. agr. Gerhard Richter ³⁾, Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt³⁾, Dipl. Ing. agr. Peter Gayer¹⁾, Dr. agr. Jens Lippmann²⁾

¹⁾ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, ²⁾ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

³⁾ Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

4.2.1 Einführung und Zielstellung

Die Fütterung nimmt einen deutlichen Einfluss auf die Gesundheit der Tiere, das Leistungsniveau, die Eiqualität und die Exkretion an Nährstoffen. Die Hennen decken ihren Nährstoffbedarf über die variierende Futtermittelaufnahme und die Nährstoffkonzentration im Mischfutter. Die für die entsprechenden Leistungen und Genotypen ermittelten alimentären Versorgungsempfehlungen sind bekannt (NRC, 1994; GfE, 1999). Die Empfehlungen der Tierernährung für die Nährstoffversorgung der Legehennen in verschiedenen Haltungsformen sind wenig differenziert. Unterschiedliche Bewegungsaktivität der Hennen, verschiedener Wärmehaushalt, Futtermittelaufnahme u. a. führen zu Unterschieden im Nährstoffbedarf.

Das Ziel in dem Projekt war, die verwendeten analysierten Geflügelmischfütter mit den Bedarfswerten zu vergleichen und die Ergebnisse zu interpretieren. Die Futtermittelanalyse fungierte somit als Kontrollfaktor. Des Weiteren sind die analysierten Exkremente detailliert darzustellen.

4.2.2 Material und Methode

In den Betrieben wurden die Futterproben gezogen. Partiiell sind Mischproben gebildet worden. Die Analysen in den Futtermitteln sind nach dem VDLUFA-Methodenbuch III (Naumann u. a., 1993) erfolgt. Insgesamt lagen 154 Futtermittelanalysen vor. Davon sind 16 Einzel- oder Ergänzungsfütter eliminiert worden. Demgegenüber standen 49 Deklarationen zur Verfügung, welche aber nicht alle einer Mischfütteranalyse zuzuordnen waren.

Die Einteilung des Legehennenfütters erfolgt in Vorlegefütter, Legehennenfütter 1 und 2. Außerdem sind die Analysen nochmals nach der Legephase geordnet (0 = bis 25. Lebenswoche, 1 = 26. bis 35. Lebenswoche, 2 = 36. bis 64. Lebenswoche, 3 = ab 65. Lebenswoche).

Die Probenahme für Einstreu erfolgte in 76 Fällen aus dem Scharrraum und in 13 Fällen aus dem Wintergarten. Von den 98 gezogenen Exkrementproben waren 32 vom Kotband, 58 vom Kotkasten und 8 aus dem Scharrraum. Letztere Exkrementproben können deshalb mit Einstreu vermischt sein und werden nicht näher interpretiert. Die Analyse der Inhaltsstoffe in Einstreu und Exkrementen erfolgte nach VDLUFA-Methodenbuch II.2 (Anonym, 2000).

Zur biostatistischen Darstellung der Ergebnisse wird das arithmetische Mittel (\bar{x}) und als Streuungsmaße die Standardabweichung (s), der Variationskoeffizient in % (cv) und der minimale (x_{\min}) und maximale Einzelwert (x_{\max}) angegeben. Auf eine Signifikanzprüfung wurde verzichtet, da oft keine Normalverteilung der Einzelwerte vorlag.

4.2.3 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse

4.2.3.1 Fütterung

4.2.3.1.1 Mischfutteranalysen

Die Zusammenfassung der Ergebnisse der Futteranalysen nach Bundesländern oder Haltungssystemen (einfache Bodenhaltung, strukturierte Bodenhaltung, Volierensystem) ergab keine spezifischen Unterschiede. Die Energie- bzw. Rohproteingehalte der gesamten Futtermittelanalysen in den drei Bundesländern betragen im Mittel 10,2 MJ bzw. 17,3 %, 11,1 MJ bzw. 17,8 % sowie 11,1 MJ bzw. 16,7 %. Für die Haltungssysteme 1, 2 und 3 lagen die analogen Werte bei 10,8 MJ bzw. 17,9 %, 10,7 MJ bzw. 17,3 % sowie 10,8 MJ bzw. 17,4 %. Aufgrund der genannten fehlenden deutlichen Unterschiede bezüglich Haltungssystem wird sich in der Tabellendarstellung und Interpretation im folgenden Teil auf die ernährungsphysiologischen und leistungsbedingten (Alter in Lebenswochen) Unterschiede in der Fütterung der Legehennen konzentriert.

Die Analysedaten für Methionin, Calcium und Phosphor im Legehennenfutter, geordnet nach Futtermittelsorten oder Altersgruppen (Tabelle 2.1 bis 2.7) liegen partiell unter den alimentären Versorgungsempfehlungen, nahmen aber keinen nachteiligen Einfluss auf die Leistungen oder Gesundheit. Folgende Gründe sind dafür anzuführen. Einige Mischfuttermittel wurden mit Methionin-Hydroxy-Analogon supplementiert, was bei der üblichen Methionin-Analyse nicht erfasst wird. Bei Legehennenfutter mit niedrigem Ca-Gehalt erfolgte die Ergänzung verschiedener Ca-Präparate (Austernschalen, Kalkstein, Griefkreide, Muschelschalen). Die niedrigen P-Werte sind begründet durch Ergänzung des Futters mit Phytase.

Tabelle 2.1 bis 2.8 Analysedaten im Futter bei Met, Ca, und P teilweise zu niedrig da Methionin-Hydroxy-Analog-, CaCo₃- und Phytase- Zufütterung unberücksichtigt blieben, daher auch große Variabilität.

Tabelle 2-1: Mittlere Nährstoffgehalte des Vorlegefutters für Legehennen

Inhaltstoffe	n	\bar{x}	cv	x min	x max
Trockenmasse %	4	89,10	0,8	88,60	90,10
Energie, MJ ME ¹⁾	4	11,63	7,7	10,69	12,81
Rohprotein %	4	17,40	1,9	17,05	17,69
Rohfaser %	4	3,79	24,4	3,07	5,02
Rohfett%	4	4,25	21,5	3,30	5,45
Stärke %	4	39,73	4,9	37,06	41,61
Zucker %	4	3,60	15,6	3,27	4,43
Lysin %	3	0,84	3,8	0,80	0,86
Methionin %	3	0,30	26,6	0,24	0,39
Cystin %	3	0,32	9,1	0,29	0,35
Kalzium %	3	2,02	41,9	1,09	2,75
Phosphor %	3	0,53	25,1	0,40	0,67
Natrium %	3	0,14	30,4	0,11	0,18
Rohasche %	3	8,15	27,5	5,10	10,03

¹⁾ aus Rohnährstoffen nach §14 der Futtermittel-VO berechnet

Tabelle 2-2: Mittlere Nährstoffgehalte des Legehennenfutters 1 (LE 1) und deren Variabilität (bezogen auf 88 % Trockensubstanz)

Inhaltstoffe	n	0	cv	x min	x max
Trockenmasse %	123	90,15	1,9	86,50	93,70
Energie, MJME ¹⁾	123	10,70	6,2	8,73	12,28
Rohprotein %	123	17,52	9,2	11,09	20,19
Rohfaser %	123	3,77	44,0	2,20	13,02
Rohfett%	123	5,49	23,4	2,70	8,24
Stärke %	123	33,83	13,2	22,40	43,71
Zucker %	123	3,51	18,4	1,97	6,13
Lysin %	123	0,85	10,6	0,59	1,06
Methionin %	123	0,32	19,6	0,23	0,48
Cystin %	123	0,31	10,4	0,25	0,40
Kalzium %	123	3,71	36,7	0,28	8,98
Phosphor %	123	0,57	22,7	0,28	0,90
Natrium %	123	0,17	36,6	0,00	0,46
Rohasche %	123	12,39	25,4	4,84	26,45

¹⁾ aus Rohnährstoffen nach §14 der Futtermittel-VO berechnet

Tabelle 2-3: Mittlere Nährstoffgehalte des Legehennenfutters 2 (LE 2) und deren Variabilität (bezogen auf 88 % Trockensubstanz)

Inhaltstoffe	n	0	cv	x min	x max
Trockenmasse %	11	91,01	1,7	88,70	92,50
Energie, MJME ¹⁾	11	11,11	4,8	10,35	11,71
Rohprotein %	11	16,99	9,4	14,78	18,77
Rohfaser %	11	3,77	14,0	3,23	4,56
Rohfett%	11	6,62	10,9	5,56	7,64
Stärke %	11	34,61	4,4	31,02	36,27
Zucker %	11	3,34	12,8	2,43	4,10
Lysin %	11	0,79	4,5	0,72	0,83
Methionin %	11	0,36	7,0	0,34	0,41
Cystin %	11	0,29	10,6	0,24	0,34
Kalzium %	11	4,15	15,3	3,04	5,32
Phosphor %	11	0,55	10,8	0,50	0,68
Natrium %	11	0,14	80,5	0,00	0,40
Rohasche %	11	13,18	12,9	10,34	16,42

¹⁾ aus Rohnährstoffen nach §14 der Futtermittel-VO berechnet

Tabelle 2-4: Mittlere Nährstoffgehalte des Mischfutters für Legehennen im Alter bis 25 Wochen und deren Variabilität (bezogen auf 88 Trockensubstanz)

Inhaltstoffe	n	0	s[□]	cv	x min	x max
Trockenmasse %	8	90,31		0,9	88,90	91,60
Energie, MJME ¹⁾	8	10,75		5,5	9,55	11,35
Rohprotein %	8	17,53		3,0	16,54	18,15
Rohfaser %	8	4,20		34,4	2,37	7,15
Rohfett%	8	4,72		27,9	3,30	6,95
Stärke %	8	35,67		9,6	30,93	41,61
Zucker %	8	3,58		18,8	2,56	4,46
Lysin %	8	0,84		4,4	0,78	0,88
Methionin %	8	0,33		16,8	0,24	0,39
Cystin %	8	0,30		9,1	0,26	0,35
Kalzium %	8	3,42		44,6	1,09	6,12
Phosphor %	8	0,60		19,2	0,40	0,78
Natrium %	8	0,17		35,0	0,10	0,28
Rohasche %	8	11,35		37,9	5,10	19,42

¹⁾ aus Rohnährstoffen nach §14 der Futtermittel-VO berechnet

Tabelle 2-5: Mittlere Nährstoffgehalte des Mischfutters für Legehennen im Alter von 26 bis 35 Wochen und deren Variabilität (bezogen auf 88 % Trockensubstanz)

Inhaltstoffe	n	0	s[□]	cv	x min	x max
Trockenmasse %	38	90,52		1,7	87,20	92,70
Energie, MJME ¹⁾	38	10,88		7,3	9,12	12,81
Rohprotein %	38	17,19		11,8	11,09	19,77
Rohfaser %	38	3,56		36,2	2,44	10,42
Rohfett%	38	5,95		22,9	2,70	8,24
Stärke %	38	34,00		13,0	24,64	43,71
Zucker %	38	3,53		18,3	2,41	6,13
Lysin % ²⁾	37	0,84		10,2	0,60	0,96
Methionin %	37	0,33		18,7	0,23	0,44
Cystin %	37	0,30		7,9	0,26	0,36
Kalzium %	37	4,05		26,0	0,36	5,84
Phosphor %	37	0,58		22,3	0,34	0,80
Natrium %	37	0,18		40,0	0,00	0,46
Rohasche %	38	12,89		19,3	6,07	17,37

¹⁾ aus Rohnährstoffen nach §14 der Futtermittel-VO berechnet

Tabelle 2-6: Mittlere Nährstoffgehalte des Mischfutters für Legehennen im Alter von 36 bis 64 Wochen und deren Variabilität (bezogen auf 88 % Trockensubstanz)

Inhaltstoffe	n	0	s²	cv	x min	x max
Trockenmasse %	58	90,01		1,9	87,20	93,30
Energie, MJME ¹⁾	58	10,80		5,8	9,89	12,10
Rohprotein %	58	17,55		8,3	14,65	19,62
Rohfaser %	58	3,65		39,3	2,54	13,02
Rohfett%	58	5,58		20,9	3,12	8,10
Stärke %	58	34,22		12,2	27,01	43,26
Zucker %	58	3,49		16,5	2,43	4,62
Lysin %	58	0,85		10,6	0,59	1,03
Methionin %	58	0,32		18,7	0,25	0,48
Cystin %	58	0,31		10,7	0,25	0,36
Kalzium %	58	3,48		35,2	0,36	5,79
Phosphor %	58	0,55		23,2	0,28	0,90
Natrium %	58	0,16		41,5	0,00	0,40
Rohasche %	58	11,78		22,5	4,84	18,17

¹⁾ aus Rohnährstoffen nach §14 der Futtermittel-VO berechnet

Tabelle 2-7: Mittlere Nährstoffgehalte des Mischfutters für Legehennen im Alter von 64 Wochen und deren Variabilität (bezogen auf 88 % Trockensubstanz)

Inhaltstoffe	n	0	s²	cv	x min	x max
Trockenmasse %	33	90,09		2	1,95	93,70
Energie, MJME ¹⁾	33	10,56		6	0,65	8,73
Rohprotein %	33	17,65		8	1,42	20,19
Rohfaser %	33	4,12		50	2,07	13,02
Rohfett%	33	5,20		24	1,27	7,82
Stärke %	33	33,48		14	4,85	39,76
Zucker %	33	3,46		20	0,71	6,10
Lysin %	33	0,84		11	0,09	1,06
Methionin %	33	0,33		21	0,07	0,48
Cystin %	33	0,31		12	0,04	0,40
Kalzium %	33	3,80		44	1,68	8,98
Phosphor %	33	0,57		21	0,12	0,78
Natrium %	33	0,17		41	0,07	0,39
Rohasche %	33	12,90		31	4,00	26,45

¹⁾ aus Rohnährstoffen nach §14 der Futtermittel-VO berechnet

Nach Futtermittelsorten geordnet sind Vorlegefutter (LEV) und Legehennenfutter 1 und 2 (LE 1, LE 2) analysiert worden (Tabelle 2.1 bis 2.3). Die Betrachtung der mittleren Nährstoffgehalte ergibt gute Ergebnisse. Zu beanstanden ist die große Variabilität der Einzelwerte. Da keine deutlichen Leistungsminderungen oder gesundheitliche Probleme aus den Betrieben bekannt wurden, ist in einigen, vorwiegend kleineren Betrieben, zugefüttert worden. Außerdem können Inhomogenität des Mischfutters, die Probenahme, Analysenfehler und fehlende Wiederholungsanalysen die Variabilität

mit bedingen. Der mittlere Energiegehalt des Legehennenfutters 1 ist mit 10,7 MJ ME sehr niedrig und steigt im Legehennenfutter 2 sogar auf 11,1 MJ ME an. Wünschenswert ist eine Abnahme des Nährstoffgehaltes im LE 2. Der Ca-Gehalt verändert sich bedarfsgerecht vom LEV über LE 1 zu LE 2 von 2,0 % über 3,7 % zu 4,2 %. Die minimale Na-Konzentration von 0 % im LE 1 und LE 2 weist auf eine analytische Nachweisgrenze hin, denn in der Basalration ohne Na-Zusatz sind > 0,03 % Na enthalten.

Bei einer Ordnung der Analysenergebnisse nach Legephasen (< 25, 36-35, 36-64 und ab 65. Lebenswoche) sind die Unterschiede nicht ausreichend ausgeprägt (Tabelle 2.4 bis 2.7). So ist im Mischfutter ab 65. Lebenswoche der höchste mittlere Rohproteingehalt nachgewiesen worden. Die Aminosäuregehalte sind kaum differenziert. Die Ca-Konzentration waren im Mittel nicht bedarfskonform (3,4 - 4,0 - 3,5 - 3,8 %).

Auffallend ist die große Variabilität der Einzelwerte bei der Rohfaser, was auf unterschiedliche Zusammensetzung der Futter und analytische Ursachen hinweist. Auch der Rohfettanteil schwankt im Mischfutter stark. Außerordentlich hoch war die Schwankungsbreite der Einzelwerte bei Ca und Na. Der Variationskoeffizient betrug bei Ca bis 45 % (Tabelle 2.4). Bei Ca sind große Variationsbreiten üblich. Aber die hier analysierten Werte haben noch andere Ursachen, z. B. wird bei Hofmischungen oder anderen Futtermitteln CaCO₃ zugefüttert (0,3 % Ca als minimale Einzelwerte im Futter) bzw. es handelt sich um eine Art Ergänzungsfutter, wo auch Getreide oder andere wirtschaftseigene Futter ergänzt werden (5,8 bis 9,0 % Ca als maximale Einzelwerte im Futter).

Die Henne reagiert besonders sensibel auf Unterversorgung von Ca, aber auch auf Überversorgung. Die extremen Einzelwerte bei Ca hätten in der Eiproduktion unübersehbare Folgen auf die Eiquantität bzw. Futteraufnahme ausgeübt. Da von einschneidenden Leistungsabweichungen oder Eiquantitätsmängeln nicht berichtet wurde, sind diese Ergebnisse unter Vorbehalt zu betrachten. Die genannten Probleme in der Futterzusammensetzung und bei den der Futtermittelanalysen sind nicht haltungsspezifisch. Die Differenzen in den Nährstoffkonzentrationen der Futtermischungen sind zwischen Betrieben oder Rationen oft ausgeprägter als zwischen den Haltungformen. Zukünftig muss in solchen Situationen unmittelbar darauf reagiert und Ursachenforschung angestellt werden. Diese Extremwerte vor allem im oberen Bereich nehmen natürlich auch Einfluss auf die Ökologie.

4.2.3.1.2 Deklaration und VFT-Vergleich

Die Deklaration der Nährstoffgehalte in den verschiedenen Legehennenfuttermitteln ist erwartungsgemäß nicht zu beanstanden. Die Daten entsprechen den wissenschaftlichen Empfehlungen zur alimentären Versorgung der Legehennen (GfE, 1999). Allgemein auffällig sind die geringeren Energiegehalte des Futter im Vergleich zur Deklaration. Die Energieberechnung erfolgt mittels Schätzung nach § 14 der Futtermittel-VO aus den analysierten Rohnährstoffgehalten. Erfahrungsgemäß liegen diese Schätzwerte 2-4 Zehntel unter den Rechenwerten, das ist aber allgemein bekannt. Eine Berechnung über die verdaulichen Nährstoffe nach der WPSA-Formel bringt exaktere Daten, dann muss aber die offene Deklaration des jeweiligen Mischfutters bekannt sein.

Die Beurteilung der analysierten Legehennenfutter 1 und 2 nach dem Beurteilungsschema für Alleinfutter für Legehennen nach dem Verein Futtermitteltest (VFT) unter Berücksichtigung des Zusatzes von Methionin-Hydroxy-Analogen und Phytase sowie der Zufütterung von Ca-Substanzen ist positiv (Tabelle 2.8).

Tabelle 2-8: Beurteilung des Legehennenfutters 1 und 2 nach dem VFT-Schema

Futtermittel	Bewertung	Inhaltstoffe									
		Methionin		Methionin/ Cystin		Lysin		Kalzium		Phosphor	
LE 1	++	122	100%	118	97%	122	100%	102	84%	92	75%
	+	0	0%	1	1%	0	0%	4	3%	5	4%
	-	0	0%	3	2%	0	0%	16	13%	25	20%
LE 2	++	11	100%	11	100%	11	100%	10	91%	11	100%
	+	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	-	0	0%	0	0%	0	0%	1	9%	0	0%

Gesamtbeurteilung der Proben

Bewertung	n	Prozent
1	113	85
2	4	3
3	16	12

Da für die Energie meist die dazugehörigen Deklarationen fehlten, wurde bei der vorliegenden Einschätzung nur das Met, Met und Cys, Ca und P verwendet und aus diesen vier Parametern die Gesamtnote gebildet. Je nach Erreichen der Zielwerte der o. g. Parameter bezogen auf den ermittelten Energiegehalt erfolgt eine Einstufung in ++, + und -. Von 122 LE 1-Proben sind bei Lys und Met 100 % der Proben sehr gut (++) eingestuft worden. Bei den stark variierenden Ca-Analysen kamen nur 84 % in ++. Der niedrigere Anteil ++ von 75 % bei P ist hauptsächlich durch Überversorgung bedingt, was ökologisch unerwünscht ist. Beim LE 2-Futter wurden außer bei Ca 100 % der Proben mit ++ eingestuft.

Von den analysierten Mischfuttern erhielten nach Beurteilung von vier Inhaltsstoffen 85 % die Gesamtnote 1 und 12 % die Gesamtnote 3. Letztere Einstufung beruht vorwiegend auf der Ca-Problematik.

4.2.3.2 Stallung

4.2.3.2.1 Einstreu

Im Scharrraum und Wintergarten wurden Einstreuproben als Gemisch aus vorwiegend Einstreu und Exkrementen mit verschiedenen Anteilen dieser Komponenten gezogen.

Die Analysen ergeben sehr differenzierte Ergebnisse (Tabelle 2.9 bis 2.10).

Tabelle 2-9: Inhaltsstoffe von Einstreuproben im Scharraum und deren Variabilität

Inhaltstoffe	n	\bar{x}	cv	x min	x max
Trockenmasse % (TM %)	77	79,60	10,3	61,30	97,30
pH-Wert	39	7,91	6,5	6,80	8,70
Organ. Substanz %/ Trockenmasse	39	64,47	24,4	9,04	90,20
Rohasche %/Trockenmasse	77	35,53	44,2	9,80	90,96
Stickstoff t %/Trockenmasse	77	3,33	29,3	0,39	5,47
Ammoniumstickstoff%/org. Substanz	39	0,38	36,0	0,06	0,68
Phosphor %/Trockenmasse	33	1,19	39,6	0,13	2,91
Phosphorpentoxid %/Trockenmasse	41	2,44	31,3	0,30	3,78
Kalium %/Trockenmasse	39	2,05	22,5	0,62	2,90
Kaliumoxid %/Trockenmasse	39	2,46	22,5	0,74	3,48
Kohlenstoff : Stickstoff	39	11,95	33,2	8,41	34,40
Magnesium %/Trockenmasse	39	0,55	20,4	0,15	0,75
Magnesiumoxid %/Trockenmasse	39	0,91	21,3	0,18	1,25

Tabelle 2-10: Inhaltsstoffe von Einstreuproben im Wintergarten und deren Variabilität

Inhaltstoffe	n	\bar{x}	cv	x min	x max
Trockenmasse % (TM %)	11	85,38	10,0	68,00	97,40
pH-Wert	7	7,49	6,5	6,80	8,20
Organ. Substanz %/ Trockenmasse	7	57,84	44,9	2,69	80,90
Rohasche %/Trockenmasse	11	42,16	61,6	19,10	97,31
Stickstoff t %/Trockenmasse	11	2,67	35,8	0,09	3,89
Ammoniumstickstoff%/org. Substanz	7	0,23	48,9	0,03	0,39
Phosphor %/Trockenmasse	7	0,96	44,8	0,06	1,60
Phosphorpentoxid %/Trockenmasse	9	2,03	48,7	0,14	3,67
Kalium %/Trockenmasse	7	1,81	26,6	0,87	2,41
Kaliumoxid %/Trockenmasse	7	2,17	26,6	1,04	2,89
Kohlenstoff : Stickstoff	7	14,04	15,9	10,90	17,30
Magnesium %/Trockenmasse	7	0,54	28,1	0,40	0,84
Magnesiumoxid %/Trockenmasse	7	0,89	28,0	0,66	1,39

Die außerordentlich große Variabilität der Daten hat vielfältige Ursachen. Das Einstreumaterial und der Anteil Exkremente sind die wichtigsten Einflussfaktoren, aber auch verstreutes Futter, Federn, Eireste u. a. beeinflussen die Ergebnisse.

In dem Einstreugemisch aus dem Scharraum schwankt der Anteil organische Substanz in der Trockensubstanz von 4,5 - 90, 2 % oder der Rohasche von 9,8 bis 97,8 %. Bei 9,8 % Rohasche ist die Probe mutmaßlich vorwiegend Stroh und bei 97,8 % vorwiegend Sand gewesen. Die Unterschiede zwischen Einstreuproben aus dem Scharraum und Wintergarten sind nicht bedeutend, d. h. die Variabilität der Ergebnisse war mehr durch die Betriebe, das Einstreumaterial, die Probenahme u. a. bedingt als durch Scharraum oder Wintergarten. Die Werte organischer und anorganischer Substanz ergaben nicht 100, da die Anzahl der Proben nicht gleich war.

Die gleiche Problematik der großen Variabilität der Einzelwerte ist in der Einstreu bezogen auf die Legephase bzw. das Alter der Hennen zu treffen (Tabelle 2.11 - 2.14).

Tabelle 2-11: Inhaltsstoffe von Einstreuproben in Legephase (0) und deren Variabilität

Inhaltstoffe	n	☐	cv	x min	x max
Trockenmasse % (TM %)	3	79,12	19,5	67,91	96,76
pH-Wert	0				
Organ. Substanz %/ Trockenmasse	0				
Rohasche %/Trockenmasse	0				
Stickstoff t %/Trockenmasse	3	2,74	84,0	0,47	5,06
Ammoniumstickstoff %/org. Substanz	0				
Phosphor %/Trockenmasse	3	0,99	78,6	0,13	1,65
Phosphorpentoxid %/Trockenmasse	0				
Kalium %/Trockenmasse	0				
Kaliumoxid %/Trockenmasse	0				
Kohlenstoff : Stickstoff	0				
Magnesium %/Trockenmasse	0				
Magnesiumoxid %/Trockenmasse	0				

Tabelle 2-12: Inhaltsstoffe von Einstreuproben in Legephase (1) und deren Variabilität

Inhaltstoffe	n	☐	cv	x min	x max
Trockenmasse % (TM %)	19	80,82	11,3	66,15	97,30
pH-Wert	12	7,64	9,0	6,80	8,50
Organ. Substanz %/ Trockenmasse	12	56,48	53,8	2,69	90,20
Rohasche %/Trockenmasse	12	43,52	69,8	9,80	97,31
Stickstoff t %/Trockenmasse	19	3,15	50,7	0,09	5,47
Ammoniumstickstoff %/org. Substanz	12	0,31	62,7	0,03	0,61
Phosphor %/Trockenmasse	15	0,97	52,9	0,06	1,87
Phosphorpentoxid %/Trockenmasse	12	1,69	51,4	0,14	2,73
Kalium %/Trockenmasse	12	1,80	37,6	0,62	2,90
Kaliumoxid %/Trockenmasse	12	2,15	37,6	0,74	3,48
Kohlenstoff : Stickstoff	12	13,99	49,4	8,44	34,40
Magnesium %/Trockenmasse	12	0,55	32,8	0,15	0,84
Magnesiumoxid %/Trockenmasse	12	0,91	34,6	0,18	1,39

Tabelle 2-13: Inhaltsstoffe von Einstreuproben in Legephase (2) und deren Variabilität

Inhaltstoffe	n	☐	cv	x min	x max
Trockenmasse % (TM %)	40	79,19	10,5	61,30	92,00
pH-Wert	17	7,99	6,2	7,00	8,70
Organ. Substanz %/ Trockenmasse	17	64,11	16,7	40,30	76,00
Rohasche %/Trockenmasse	17	35,89	29,9	24,00	59,70
Stickstoff t %/Trockenmasse	40	3,35	20,4	0,62	4,49
Ammoniumstickstoff %/org. Substanz	17	0,39	32,4	0,20	0,68
Phosphor %/Trockenmasse	39	1,17	41,5	0,21	2,91
Phosphorpentoxid %/Trockenmasse	21	2,49	28,5	1,35	3,78
Kalium %/Trockenmasse	17	2,01	19,2	1,18	2,77
Kaliumoxid %/Trockenmasse	17	2,42	19,1	1,42	3,32
Kohlenstoff : Stickstoff	17	11,25	14,4	8,41	15,30
Magnesium %/Trockenmasse	17	0,52	18,8	0,32	0,67
Magnesiumoxid %/Trockenmasse	17	0,87	19,0	0,53	1,11

Tabelle 2-14: Inhaltsstoffe von Einstreuproben in Legephase (3) und deren Variabilität

Inhaltstoffe	n	\bar{x}	cv	x min	x max
Trockenmasse % (TM %)	27	82,14	8,4	68,75	97,40
pH-Wert	16	7,84	5,1	7,00	8,40
Organ. Substanz %/ Trockenmasse	16	67,96	8,5	55,30	75,20
Rohasche %/Trockenmasse	16	32,04	18,1	24,80	44,70
Stickstoff t %/Trockenmasse	27	3,24	18,6	1,72	4,67
Ammoniumstickstoff %/org. Substanz	16	0,35	31,6	0,19	0,61
Phosphor %/Trockenmasse	26	1,27	26,6	0,71	2,42
Phosphorpentoxid %/Trockenmasse	16	2,69	23,1	1,61	3,66
Kalium %/Trockenmasse	16	2,18	13,3	1,62	2,60
Kaliumoxid %/Trockenmasse	16	2,61	13,3	1,95	3,13
Kohlenstoff : Stickstoff	16	12,08	8,8	10,20	14,20
Magnesium %/Trockenmasse	16	0,57	11,8	0,42	0,67
Magnesiumoxid %/Trockenmasse	16	0,95	11,9	0,70	1,11

Es gibt keinen deutlichen Einfluss der Legephase auf die Inhaltsstoffe in den Einstreuproben. In der Tendenz steigt die Konzentration von N, P und K von Legephase 0 über 1, 2 zu 3 an. Das könnte mit der zunehmenden Futteraufnahme und der abnehmenden Legeleistung begründet werden. Der Rohaschegehalt in den Einstreuproben nimmt aber mit zunehmender Legephase ab, was durch verschiedene Anteile Exkrememente und Einstreu (Sand) zu erklären wäre.

4.2.3.2.2 Exkrememente

Der umgangssprachlich gebrauchte Begriff „Geflügelkot“ ist generell das durch die Kloake ausgeschiedene Exkrementegemisch aus Kot und Harn. Dieses Gemisch enthält nichtverdaute Teile des Futters, abgestoßene Darmepithelien, Rückstände von Sekreten, Mikroorganismen der Darmflora, im Harn ausgeschiedene Stoffwechselprodukte sowie exogene Bestandteile, wie Federn, Eireste, verstreutes Futter, Mikroben.

Die vom Kotband, Kotkasten und Scharrraum gezogenen Exkrementproben weisen in den Inhaltsstoffen wiederum enorme Variabilität auf (Tabelle 2.15 - 2.17). Diese Schwankungsbreite ist vorwiegend auf den Frischegrad der Exkrememente sowie die Futterzusammensetzung, das Alter der Hennen und Fremdbestandteile zurückzuführen.

Der Trockenmasseanteil der Exkrememente vom Kotband lag im Mittel bei 27,3 % und weist auf relativ frische Exkrememente hin. Die Werte schwanken aber von 19 - 43 % (Tabelle 2.15). Exkrememente vom Kotkasten enthalten aufgrund der Lagerung bereits 29,3 % Trockenmasse (17 - 66 %, Tabelle 2.16). Im Scharrraum waren die Exkrememente aufgrund der Lagerung und von Fremdbestandteilen mit 37,4 % noch trockenmassereicher (26,7 - 56,9 %, Tabelle 2.17). Die pH-Werte der Exkrememente streuen nicht so sehr und lagen im Mittel bei 7,6 im leicht basischen Bereich.

Tabelle 2-15: Inhaltsstoffe von Kotproben vom Band und deren Variabilität

Inhaltstoffe	n	☐	cv	x min	x max
Trockenmasse % (TM %)	32	27,28	19,4	18,54	42,96
pH-Wert	15	7,58	9,3	6,20	8,60
Organ. Substanz %/ Trockenmasse	15	71,90	4,3	64,90	77,60
Rohasche %/Trockenmasse	15	28,10	11,0	22,40	35,10
Stickstoff t %/Trockenmasse	30	6,12	15,4	4,68	7,98
Ammoniumstickstoff%/org. Substanz	14	0,59	36,8	0,26	0,94
Phosphor %/Trockenmasse	29	1,68	36,5	0,44	2,78
Phosphorpentoxid %/Trockenmasse	17	3,27	31,3	1,74	4,90
Kalium %/Trockenmasse	15	2,38	16,4	1,86	3,33
Kaliumoxid %/Trockenmasse	15	2,85	16,4	2,23	4,00
Kohlenstoff : Stickstoff	15	7,30	17,5	4,84	9,12
Magnesium %/Trockenmasse	15	0,58	9,3	0,51	0,68
Magnesiumoxid %/Trockenmasse	15	0,97	9,3	0,85	1,13

Tabelle 2-16: Inhaltsstoffe von Kotproben aus dem Kotkasten und deren Variabilität

Inhaltstoffe	n	☐	cv	x min	x max
Trockenmasse % (TM %)	58	29,26	30,6	17,32	66,27
pH-Wert	24	7,69	10,9	5,70	8,80
Organ. Substanz %/ Trockenmasse	25	69,76	9,0	54,20	83,40
Rohasche %/Trockenmasse	25	30,24	20,8	16,60	45,80
Stickstoff t %/Trockenmasse	58	6,02	26,6	2,90	9,78
Ammoniumstickstoff%/org. Substanz	25	0,53	60,7	0,13	1,10
Phosphor %/Trockenmasse	55	1,46	31,2	0,83	2,94
Phosphorpentoxid %/Trockenmasse	25	2,93	24,3	1,90	4,33
Kalium %/Trockenmasse	25	2,26	13,4	1,70	2,88
Kaliumoxid %/Trockenmasse	25	2,72	13,3	2,04	3,46
Kohlenstoff : Stickstoff	25	7,19	22,0	4,05	10,50
Magnesium %/Trockenmasse	25	0,58	14,8	0,41	0,77
Magnesiumoxid %/Trockenmasse	25	0,97	13,9	0,71	1,28

Tabelle 2-17: Inhaltsstoffe von Kotproben aus dem Scharraum und deren Variabilität

Inhaltstoffe	n	☐	cv	x min	x max
Trockenmasse % (TM %)	8	35,38	32,3	26,70	56,90
pH-Wert	0				
Organ. Substanz %/ Trockenmasse	0				
Rohasche %/Trockenmasse	0				
Stickstoff t %/Trockenmasse	0				
Ammoniumstickstoff%/org. Substanz	0				
Phosphor %/Trockenmasse	8	0,63	24,7	0,42	0,92
Phosphorpentoxid %/Trockenmasse	8	4,73	23,2	3,32	6,00
Kalium %/Trockenmasse	0				
Kaliumoxid %/Trockenmasse	0				
Kohlenstoff : Stickstoff	0				
Magnesium %/Trockenmasse	0				
Magnesiumoxid %/Trockenmasse	0				

Relativ ausgeglichen waren die Gehalte an organischer und anorganischer Substanz in den Exkrementen. Im Mittel enthielten die Proben 70,8 % organische Substanz und 29,2 % Rohasche in der Trockenmasse. Die Daten stehen in Übereinstimmung mit Angaben von HENNIG und POPPE (1975). Die N-Konzentration der Exkremente lag bei 6,1 % in der TM. Von dem analysierten N war ein Anteil von 35 % Ammonium-N. Nach VOGT (1971) sind nur 12 % des Gesamt-N Ammonium-N. Harnsäure wird im feuchten Medium aber schnell zu Ammonium umgesetzt. Die Hennen-Exkremente enthielten im Mittel 1,6 % P, 2,3 % K und 0,58 % Mg jeweils in der TM. Der Einfluss des Probenahmeortes (Kotband oder Kotkasten) war nur unwesentlich.

Die Inhaltsstoffe in den Exkrementen weisen keine deutliche Beziehung zum Alter der Hennen bzw. zur Legephase, in welcher die Proben gezogen wurden, auf (Tabelle 2.18 - 2.21).

Tabelle 2-18: Inhaltsstoffe von Kotproben in Legephase (0) und deren Variabilität

Inhaltstoffe	n	\bar{x}	cv	x min	x max
Trockenmasse % (TM %)	4	39,60	58,5	24,31	66,27
pH-Wert	0				
Organ. Substanz %/ Trockenmasse	0				
Rohasche %/Trockenmasse	0				
Stickstoff t %/Trockenmasse	3	4,89	10,2	4,36	5,34
Ammoniumstickstoff %/org. Substanz	0				
Phosphor %/Trockenmasse	3	1,44	32,4	1,10	1,97
Phosphorpentoxid %/Trockenmasse	0				
Kalium %/Trockenmasse	0				
Kaliumoxid %/Trockenmasse	0				
Kohlenstoff : Stickstoff	0				
Magnesium %/Trockenmasse	0				
Magnesiumoxid %/Trockenmasse	0				

Tabelle 2-19: Inhaltsstoffe von Kotproben in Legephase (1) und deren Variabilität

Inhaltstoffe	n	\bar{x}	cv	x min	x max
Trockenmasse % (TM %)	26	29,24	24,0	20,13	51,80
pH-Wert	12	7,69	6,3	6,90	8,40
Organ. Substanz %/ Trockenmasse	12	68,91	8,3	54,20	74,00
Rohasche %/Trockenmasse	12	31,09	18,3	26,00	45,80
Stickstoff t %/Trockenmasse	22	5,92	24,3	2,90	9,09
Ammoniumstickstoff %/org. Substanz	12	0,51	46,0	0,15	0,96
Phosphor %/Trockenmasse	22	1,49	46,2	0,42	2,78
Phosphorpentoxid %/Trockenmasse	16	3,24	31,4	1,74	4,90
Kalium %/Trockenmasse	12	2,25	13,4	1,70	2,87
Kaliumoxid %/Trockenmasse	12	2,70	13,4	2,04	3,44
Kohlenstoff : Stickstoff	12	7,47	20,2	4,84	10,50
Magnesium %/Trockenmasse	12	0,59	16,7	0,41	0,77
Magnesiumoxid %/Trockenmasse	12	0,99	14,7	0,81	1,28

Tabelle 2-20: Inhaltsstoffe von Kotproben in Legephase (2) und deren Variabilität

Inhaltstoffe	n	\bar{x}	cv	x min	x max
Trockenmasse % (TM %)	39	28,83	29,1	17,32	56,90
pH-Wert	14	7,59	13,5	5,70	8,60
Organ. Substanz %/ Trockenmasse	14	71,54	7,0	62,40	80,20
Rohasche %/Trockenmasse	14	28,46	17,6	19,80	37,60
Stickstoff t %/Trockenmasse	35	6,27	21,9	3,24	9,76
Ammoniumstickstoff %/org. Substanz	14	0,58	59,5	0,20	1,10
Phosphor %/Trockenmasse	38	1,42	38,5	0,44	2,67
Phosphorpentoxid %/Trockenmasse	18	3,08	26,5	1,90	4,31
Kalium %/Trockenmasse	14	2,35	17,3	1,70	3,33
Kaliumoxid %/Trockenmasse	14	2,83	17,4	2,04	4,00
Kohlenstoff : Stickstoff	14	6,69	17,1	4,83	9,18
Magnesium %/Trockenmasse	14	0,59	12,1	0,47	0,69
Magnesiumoxid %/Trockenmasse	14	0,97	12,3	0,78	1,15

Tabelle 2-21: Inhaltsstoffe von Kotproben in Legephase (3) und deren Variabilität

Inhaltstoffe	n	\bar{x}	cv	x min	x max
Trockenmasse % (TM %)	30	28,31	24,9	18,54	51,37
pH-Wert	13	7,68	9,8	6,50	8,80
Organ. Substanz %/ Trockenmasse	14	71,01	7,8	59,10	83,40
Rohasche %/Trockenmasse	14	28,99	19,1	16,60	40,90
Stickstoff t %/Trockenmasse	28	6,00	24,4	3,64	9,78
Ammoniumstickstoff %/org. Substanz	13	0,54	50,0	0,13	1,04
Phosphor %/Trockenmasse	29	1,48	34,7	0,54	2,94
Phosphorpentoxid %/Trockenmasse	16	3,41	28,8	1,92	6,00
Kalium %/Trockenmasse	14	2,31	13,2	1,89	2,88
Kaliumoxid %/Trockenmasse	14	2,77	13,1	2,28	3,46
Kohlenstoff : Stickstoff	14	7,56	21,6	4,05	9,61
Magnesium %/Trockenmasse	14	0,58	10,5	0,43	0,65
Magnesiumoxid %/Trockenmasse	14	0,96	10,5	0,71	1,08

Bei Betrachtung der Ergebnisse in den Legephasen ergibt sich in der Trockenmasse von Phase 1 bis 3 ein tendenzieller Abfall (29,2 : 28,3 %). Der hohe Wert in der Phase 0 (n = 3) bis zum Alter der Hennen von 25 Wochen mit 39,6 % ist unreal. Es ist ein Wert enthalten, wo die Exkremente mit Sicherheit nicht frisch und damit vorgetrocknet waren (66 % TM).

4.2.4 Fazit

- Die Analysen des Legehennenfutters wiesen keine gerichteten Unterschiede in Abhängigkeit von der Haltungform auf (Boden-Voliere).
- Die mittleren Nährstoffgehalte des geprüften Vorlegefutters und der Legehennenfutter 1 und 2 entsprachen vorwiegend den alimentären Versorgungsempfehlungen. Der nach § 14 der Futtermittel-VO berechnete Energiegehalt lag meist unter den deklarierten Werten.

- Zwischen den Einstreuproben (Gemisch aus Exkrementen, Einstreu, Futterresten u. a.) aus dem Scharrraum und dem Wintergarten bestanden bezüglich Inhaltsstoffe Unterschiede. Das Einstreumaterial im Wintergarten war reicher an Trockenmasse und Rohasche (Sand), aber tendenziell ärmer an Elementen.
- Die Exkrementeproben von Kotband und Kotkasten unterschieden sich nur wenig. Der Trockenmasse- und Rohaschegehalt der Exkremente im Kotkasten lag 2 %-Punkte höher; N, P und K tendenziell niedriger.
- Die Einstreu- und Exkrementanalysen in Abhängigkeit vom Alter der Hennen bzw. der Legephase weisen keine deutlichen Differenzen auf. In der Tendenz steigt die Konzentration an N, P und K im Einstreugemisch mit zunehmendem Alter der Hennen und der Rohfasergehalt sinkt.
- Die Variabilität der Einzelwerte bei der Nährstoffanalyse des Futters, der Einstreu und den Exkrementen war erheblich. Mögliche Ursachen sind neben der zu prüfenden Substanz selbst, vorgenommene Zufütterung, die Probennahme, Inhomogenität, Analysenfehler und fehlende Wiederholungsanalysen.
- Aus ernährungsphysiologischer Sicht sind die Anforderungen der Hennen in den geprüften unterschiedlichen Haltungformen ohne Probleme abzusichern. Die diskutierte Variabilität der Inhaltsstoffe in Futter und Ausscheidungen ist nicht haltungsspezifisch.

4.2.5 Literatur

ANONYM (2000): Die Untersuchung von Sekundärrohstoffdüngern, Kultursubstraten und Bodenhilfsstoffen, Methodenbuch II.2, VDLUFA-Verlag Darmstadt

NAUMANN, C. R., R. BASSLER, R. SEIBOLD, C. BARTH (1993); Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, Methodenbuch III. 3. Ergänzungslieferung. VDLUFA-Verlag Darmstadt.

NRC (1994): Nutrient Requirements of Poultry. 9th Ed., National Academy Press, Washington D. C.

GfE (1999): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler). Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, DLG-Verlag Frankfurt/M.

HENNIG, A., S. POPPE (1975): Abprodukte tierischer Herkunft als Futtermittel. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.

VOGT H. (1971): Geflügelwirtschaft, 40

4.3 Eiqualität

Verantwortlicher Themenleiter: Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt

Bearbeitung: Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt¹⁾, Dr. agr. Gerhard Richter¹⁾, Dr. rer. nat. Otto Jahn¹⁾, Dr. agr. Erhard Gernand¹⁾, Dipl. Ing. agr. Peter Gayer²⁾, Dr. agr. Jens Lippmann³⁾, Dr. agr. habil. Uwe Bergfeld³⁾

¹⁾ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, ²⁾ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

³⁾ Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

4.3.1 Einführung und Zielstellung

Die Evaluierung von alternativen Haltungsverfahren für Legehennen muss außer den betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten vier Schutzaspekte berücksichtigen, die im nachfolgenden Schema benannt werden:

Tierschutz	Legehennenhaltung	Umweltschutz
Arbeitsschutz		Verbraucherschutz

Um dem Verbraucherschutz Rechnung zu tragen wurde versucht, mit der Bearbeitung des Teilprojektes „Eiqualität“ die Frage zu klären:

„Werden Merkmale

1. der äußeren physikalischen Eiqualität wie
 - Gewicht,
 - Schalenfarbe (Farbraumparameter L*,a*,b*),
 - Schalenfestigkeit (Bruchfestigkeit, Deformation),
2. der inneren physikalischen Eiqualität wie
 - Frischegrad (Eiklarhöhe/HAUGH-Einheiten),
 - Anteil der Eier mit Doppeldotter
3. der organoleptischen Eiqualität wie
 - Anteil der Eier mit Blut- und Fleischflecken innen,
4. der mikrobiologischen Eiqualität wie
 - Anzahl aerober mesophiler Bakterien auf der Eischale (Anzahl koloniebildender Einheiten [KbE] pro g Schale),
 - Qualitativer Nachweis von Salmonella-Befall auf der Eischale und im Eidotter (nach der Hühner-Salmonellen-Verordnung)

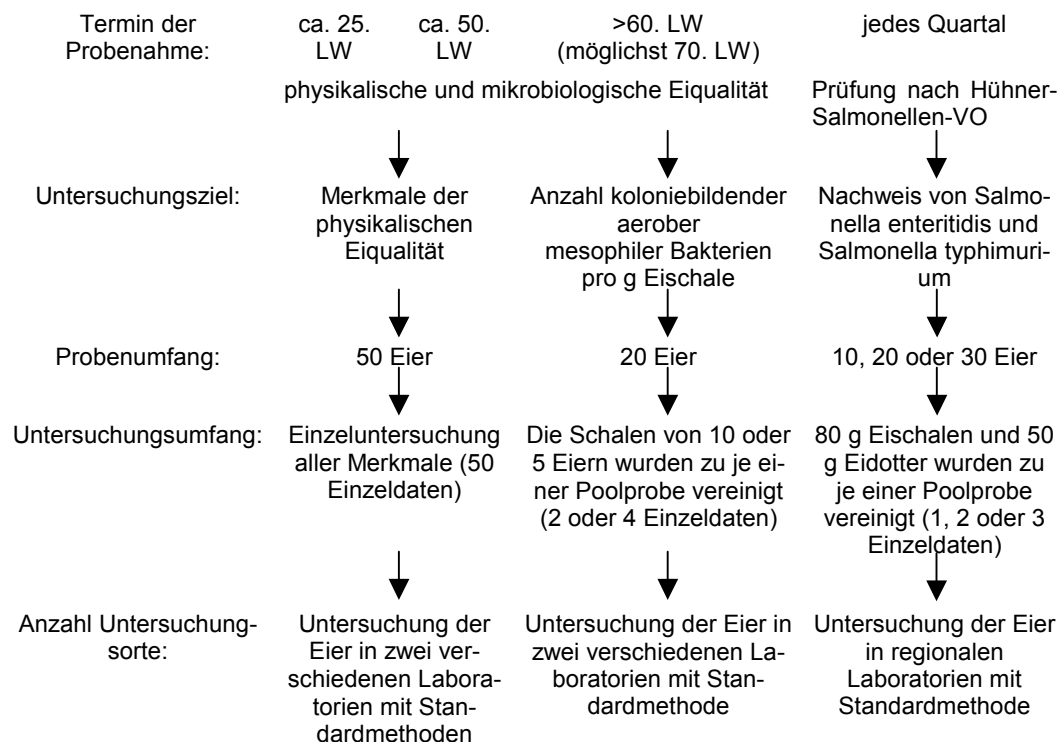
durch Varianten alternativer Haltungsverfahren für Legehennen unterschiedlich beeinflusst ?“

Die Analyse anderer Merkmale der organoleptischen Eiqualität (Geschmack, Geruch, Blutflecke außen), von Merkmalen der chemischen Eiqualität (Wasser, Protein- und Fettfraktionen, Kohlenhydrate, Asche; Mengenelemente, Spurenelemente, Vitamine) oder eine Differenzierung der Bakterienarten war im Rahmen dieser Erhebung nicht beabsichtigt. Die alternativen Haltungsverfahren für Legehennen sind nach den Aufstallungsformen in Bodenhaltung, Bodenhaltung mit dem zusätzlichen Strukturelement A-Reuter sowie Volierenhaltung unterschieden worden. Als weitere Klassifizierungsmerkmale für alternative Haltungsverfahren dienten die Verfügbarkeit eines Kaltscharr-Raumes (Außenklimaraums, Wintergartens) oder eines Freiland- bzw. Grünlandauslaufes, die Nutzung von Tages- oder Kunstlicht, von Stroh- oder sonstiger Einstreu bzw. die einstreulose Haltung auf Ganzrosten. Um die nach der EU-Vermarktungsnorm für Eier (EG 1651/2001) zulässigen Kennzeichnungskategorien „Käfighaltung“, „Bodenhaltung“, „Freilandhaltung“, „Ökologische Erzeugung“ berücksichtigen zu können, ist neben der Herdengröße (Klassenbildung) auch die Bewirtschaftungsform (Nichtökologische bzw. Ökologische Erzeugung) als weiteres Klassifizierungsmerkmal in die Auswertung einbezogen worden. Zu Vergleichszwecken wurden zusätzlich Eierproben untersucht, die aus den Haltungsverfahren „Ausgestalteter Käfig“, „Konventioneller Käfig“ (Batteriekäfig) oder von „Kleinerzeugern“ stammen.

4.3.2 Material und Methode

4.3.2.1 Probenahmeplan

Übersicht 3-1: Schema der Probenahme bei den Untersuchungen zur Eiqualität



Die Fristen zur Probenahme für die Untersuchung der Eiqualität, der Probenumfang und die Anzahl von Untersuchungseinheiten können der Übersicht 3-1 entnommen werden. Alle Eier sind im Stall an der Sammelstelle oder direkt vom Band mit sterilen Einweghandschuhen entnommen worden. Es bestand die Vorgabe, die Stichprobe ohne Vorselektion zu ziehen und nur offensichtlich stark verschmutzte Eier (Sekundarware) sowie verlegte Eier von der Probenahme auszuschließen. Für den Transport zu den Untersuchungsstellen wurden fabrikneue 10er Eierpappkartons oder 30er Höckerpappkartonplatten verwendet. Während des Zeitraums von März bis Juni 2003 erfolgte die Probenahme nur durch das Stallpersonal, da infolge des Ausbruchs der Geflügelpest in Deutschland ein Betreten der Stalleinheiten aus seuchenhygienischen Gründen nicht möglich war.

4.3.2.2 Probenmaterial

Die Verteilung der Proben für die Analyse von Merkmalen der physikalischen Eiqualität weist die Tabelle 3-1 in Abhängigkeit von den Aufstallungsverfahren und den in der Erhebung vertretenen Legehybridherkünften aus. Die Übersicht 3-2 informiert über die Aufgliederung dieser Eier auf die Schalenfarbe, den Aufstallungstyp und die Bewirtschaftungsform.

4.3.2.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS 11.5. Neben der in der Ergebnisdarstellung aufgeführten deskriptiven Statistik gelangten auch die Korrelationsrechnung nach PEARSON, der T-Test für unabhängige Stichproben sowie univariate Varianzanalysen zur Anwendung an den Einzelwerten. Da für die Modellwahl zur Varianzanalyse keine Vorkenntnisse vorlagen, wurden die einzelnen Faktoren entsprechend ihrer Wahrscheinlichkeit der Signifikanz in das Modell aufgenommen oder ausgeschlossen. Die Auswertung zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität konzentriert sich auf die in Übersicht 3-2 fett gedruckten Eier von Braunlegern in alternativen Haltungformen, wobei Eier von Mauserherden oder ökologisch bewirtschafteten Herden keine Berücksichtigung fanden. Der Anteil von Eiern mit Doppeldotter war sehr gering (Übersicht 3-2). Er betrug 0,15 % für die gesamte Stichprobe, 0,13 % für braune Eier und 0,29 % für weiße Eier. Proben mit Doppeldotter wurden von der weiteren Auswertung bei Merkmalen der physikalischen Eiqualität ausgeschlossen. Die Zahl der für die Bestimmung der Anzahl koloniebildender aerober mesophiler Bakterien pro g Eischale (KbE/g ES) in die Auswertung eingegangenen Poolproben sind der Tabelle 3-2 zu entnehmen. Um eine annähernde GAUSS-Verteilung dieses Merkmals zu erzielen, wurde der dekadische Logarithmus von KbE/g ES gebildet und nach Ausführung der statistischen Berechnungen das Ergebnis zur besseren Verständlichkeit wieder entlogarithmiert. In Rahmen dieses Themas sind insgesamt $5\,858 + (480 \cdot 5) = 8\,258$ Eier als Proben genommen worden.

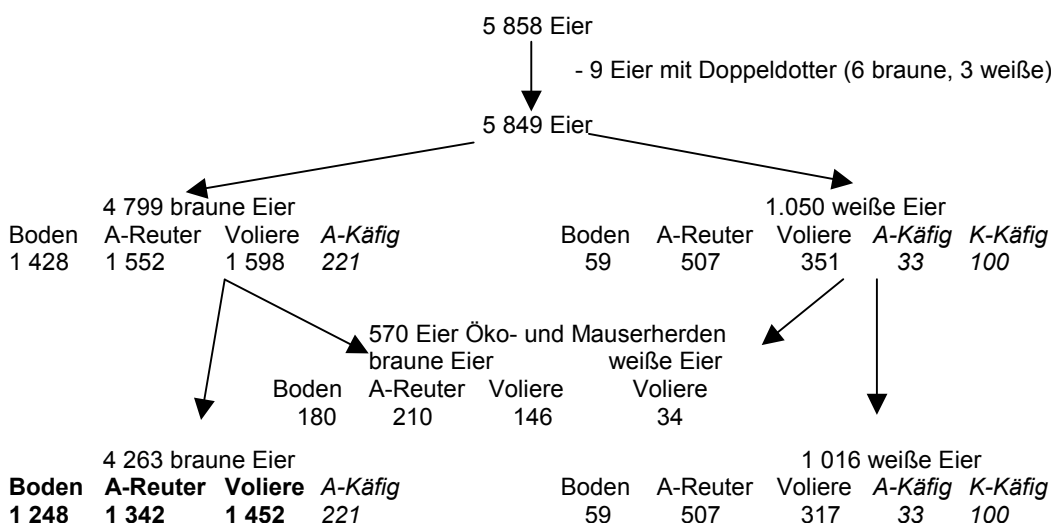
Tabelle 3-1: Verteilung der Proben bei der Untersuchung von Merkmalen der physikalischen Eiqualität auf die Aufstellungsverfahren und die Legehybridherkünfte

Aufstellungsverfahren/Legehybrid	Bodenhaltung	Bodenhaltung mit A-Reuter	Volierenhaltung	Ausgestalteter Käfig	Konventioneller Käfig	Alle Aufstellungsverfahren
ohne Auslauf						
ohne KSR	510	530	150	254	100	1 544
mit KSR	170	853	-	-	-	1 023
mit Auslauf						
ohne KSR	420	350	-	-	-	770
mit KSR	390	330	1 801	-	-	2 521
Braunleger						4 805
Bovans GL		60				60
LB	330	724	760	210		2 024
LB/LS			59			59
LS	150	60	146			356
LT		590	310			900
Tetra SL	950	120	325	11		1 406
Weißleger						1 053
LSL	60	509	184		100	853
Shaver white			167	33		200
Alle Hybride	1 490	2 063	1 951	254	100	5 858

Tabelle 3-2: Verteilung der Poolproben auf die Aufstellungs- bzw. Produktionsverfahren bei der Untersuchung der Anzahl koloniebildender Bakterien pro g Eischale

Aufstellungsverfahren/Produktionsform	Bodenhaltung	Bodenhaltung mit A-Reuter	Volierenhaltung	Ausgestalteter Käfig	Konventioneller Käfig	Kleinerzeuger	Alle Haltungsformen
Alle Hybride	114	156	166	20	8	16	480

Übersicht 3-2: Verteilung der Proben auf die Aufstellungstypen bei der Untersuchung von Merkmalen der physikalischen Eiqualität



4.3.2.4 Methoden

4.3.2.4.1 Merkmale der physikalischen Eiqualität

Die Deformation der Eischale bei einer Belastung von 9,81 N wurde mit einem Deformationsmessgerät DMG 4 (Fa. Messtechnik Gutsch, Nauendorf), die Festigkeit der Schale mit dem Bruchfestigkeitsmessgerät BMG 1.2 mc (Fa. Messtechnik Gutsch, Nauendorf) und die Eiklarhöhe mit dem Eiquälitätsmess-System TSS-QCS-2 (Technical Services and Supplies, Dunnington, England) gemessen. Die Analyse des Eigewichtes erfolgte mittels Laborfeinwaage. Der Anteil der Eier mit Doppeldotter oder mit Blut- oder Fleischnflecken (Kurzbezeichnung „Blutflecken“) ist nach der Bestimmung der Bruchfestigkeit visuell ermittelt worden. Die HAUGH-Einheiten (HU) ergaben sich nach der Gleichung $HU = 100 \log (h - 1,7 G^{0,37} + 7,6)$.

4.3.2.4.2 Mikrobiologische Eiqualität

Eine Mischprobe aus aseptisch gewonnenen, zerkleinerten Eierschalen wurde mit Verdünnungslösung (Caseinpepton) suspendiert und von der Suspension eine Verdünnungsreihe hergestellt. Aus einzelnen Verdünnungsstufen sind 0,1 ml auf sterile Platten eines Hemmstoff- und indikatorfreien Nährbodens aufgetragen und mittels sterilem DRIGALSKI-Spatel gleichmäßig auf der Oberfläche verteilt worden. Anschließend erfolgte die Bebrütung der beimpften Platten mit dem Boden nach oben bei 30 °C. Nach 72 Stunden schloss sich die Auszählung der auf dem Nähragar gewachsenen, makroskopisch erkennbaren Bakterienkolonien an. Aus den Zählergebnissen von Platten mit mehreren auswertbaren Verdünnungsstufen wurde das gewogene arithmetische Mittel an KbE/g Eischale berechnet.

4.3.2.5 Schwankungsbereich und Bedeutung von Eiquälitätsmerkmalen

Informationen über den Schwankungsbereich und die Bedeutung der in der Erhebung erfassten Merkmale der Eiqualität sowie über die Haupteinflussfaktoren auf diese Merkmale können der Tabelle 3-3 entnommen werden.

Tabelle 3-3: Schwankungsbereich, Bedeutung und Haupteinflussgrößen bei Eiquälitätsmerkmalen (nach LEYENDECKER u. a. (2001), PETERSEN (2003a, 2003b) sowie GRASHORN (2004))

Eiquälitätsmerkmal	Einh.	Schwankungsbereich	Bedeutung des Merkmals	Haupteinflussgrößen auf das Merkmal
Eigewicht	g	40 bis 90	maßgebliches Merkmal bei der Handelsklasseneinstufung	Hennenalter, Legebeginn, Körpergröße, Futterzusammensetzung, Stalltemperatur

Tabelle 3-3: Fortsetzung

Eiklarhöhe	mm	>4	maßgeblich für die Bewertung des Frischegraden von Eiern	Tiergenetik, Lagerdauer der Eier, Lagertemperatur, Gesundheitszustand, Schwermetall- und Mykotoxinbelastung
HAUGH - Einheiten	Units	>70		
Bruchfestigkeit	N	40 bis 60 bei Junghennen; 25 bis 30 am Ende der Legeperiode	maßgeblich für Anfall von Bruch-, Knick- und Lichtsprungeiern	Eigröße, Stallklimaverhältnisse, Mineralstoffversorgung, Gesundheitszustand
Deformation	µm	50 bis 60		
Farbhelligkeit L* (Die Angaben beziehen sich auf eine Kalibration mit 0 = schwarz und 80 = weiß)		28 bis 36 = Braunleger >36 = hellbraune Eier <28 = dunkelbraune Eier	wichtig bei der Vermarktung, bei der besonders eine Homogenität in der Farbinintensität erwünscht ist	Tiergenetik, Herkunftsunterschiede, Alter der Hennen, Krankheiten, Medikamente, Auslauf, Stress
Blutflecken	%		Bei der Vermarktung unerwünscht	vorwiegend bei Braunlegern; Tiergenetik, Legeperiode
Zahl aerober mesophiler Bakterien auf der Eischale	KbE/g		Sollte aus Gründen des Verbraucherschutzes so gering wie möglich sein	Nesttyp, Aufstallungsverfahren, Hygienemanagement, Legeperiode

4.3.3 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse

4.3.3.1 Merkmale der physikalischen Eiqualität

Für die Ergebnisdarstellung sind die Daten nach dem Legestadium (Lebenswoche) zur Probenahme unterteilt worden. Die deskriptive Statistik der Merkmale vermittelt damit auch Informationen zu deren Dynamik innerhalb der Legeperiode (Tabellen 3-4 bis 3-15). Bereits LEYENDECKER u. a. (2002) wählten diese Form der Ergebnisrepräsentation.

Aus den in den Tabellen 3-4 bis 3-16 dargestellten Ergebnissen folgt unabhängig vom ausgewählten Klassifizierungsmerkmal der alternativen Haltungssysteme, dass das Legestadium (Lebensalter) die Variable ist, die die Größe der physikalischen Eiquälitätsmerkmale hauptsächlich bestimmt:

- Zunahme des Eigewichtes mit steigendem Lebensalter
- Mit der Lebenswoche wuchs bei allen alternativen Aufstallungssystemen die Farbhelligkeit L*a*b* brauner Eier an, d. h. sie wurden im Farbton deutlich heller
- Die Intensität des Rottens a* nahm in der einfachen Bodenhaltung von der 25. über die 50. bis oberhalb der 60. Lebenswoche kontinuierlich, bei der Bodenhaltung mit A-Reuter nur bis zur

50. Lebenswoche ab, während er bei Volierenhaltung in der 50. Lebenswoche ein Maximum erreichte (niedrige Werte entsprechen helleren Eiern)

- Der Gelbton b* blieb bei Voliere und Bodenhaltung mit A-Reuter nahezu konstant, während er bei der reinen Bodenhaltung von der 25. bis oberhalb der 60. Lebenswoche kontinuierlich abnahm (niedrige Werte entsprechen helleren Eiern)
- Abnahme der Bruchfestigkeit und Anstieg der Deformierbarkeit der Eischalen von der 25. Lebenswoche bis zum Zeitraum oberhalb von 60 Lebenswochen
- Abnahme von Eiklarhöhe und HAUGH-Einheiten in der Legeperiode
- Anstieg des Anteils der Blut- und Fleischflecken im Ei mit zunehmenden Legestadium
- Besonders die HAUGH-Einheiten, die Deformation, der Anteil von Blutflecken, die Farbhelligkeit, der Rot- sowie der Gelbton waren von einem Anwachsen der Streuung am Ende der Legephase gekennzeichnet

Tabelle 3-4: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität bei Braunlegern in Bodenhaltung in Abhängigkeit vom Legestadium

Bodenhaltung		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	379	57,74	6,27	537	64,72	5,71	330	65,04	5,90
Farbhelligkeit L*		348	32,51	5,19	538	35,84	6,49	330	38,42	7,11
Rotton a*		198	16,13	3,09	328	12,41	5,26	180	10,33	6,11
Gelbton b*		198	32,17	14,82	328	29,63	12,71	180	25,72	3,66
Bruchfestigkeit	N	345	46,76	8,91	505	38,93	11,61	325	34,87	10,14
Deformation	µm	253	55,66	13,38	441	62,08	33,35	328	73,44	55,94
Eiklarhöhe	mm	376	6,12	1,63	536	5,26	1,31	330	4,88	1,75
HAUGH-Einheiten	U	376	77,31	11,44	536	66,16	14,22	330	60,74	20,65
Blutflecken	%	379	13,72	34,45	538	19,33	39,53	330	21,82	41,36
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		110			170			50		
LS		30			60			60		
Tetra SL		239			309			220		

Tabelle 3-5: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität bei Braunlegern in Bodenhaltung mit A-Reuter in Abhängigkeit vom Legestadium

Bodenhaltung mit A-Reuter		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	378	59,85	4,75	530	68,09	6,13	414	68,74	5,85
Farbhelligkeit L*		378	33,24	5,09	528	35,73	6,13	414	37,17	7,76
Rotton a*		178	15,96	3,08	298	11,52	5,86	164	11,23	6,14
Gelbton b*		178	25,92	2,76	298	24,96	3,22	164	25,75	2,81
Bruchfestigkeit	N	377	46,70	8,57	541	39,92	11,28	405	36,16	10,56
Deformation	µm	363	58,30	29,40	482	67,35	59,73	346	71,62	50,35
Eiklarhöhe	mm	378	6,01	1,97	528	6,08	2,11	414	4,85	1,75
HAUGH-Einheiten	U	378	75,09	14,79	528	71,67	16,49	414	60,20	17,83
Blutflecken	%	378	15,87	36,59	548	23,54	42,46	414	29,47	45,65
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		160			270			204		
LT		218			220			150		
LS								60		
Bovans					60					

Tabelle 3-6: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität bei Braunlegern in Volierenhaltung in Abhängigkeit vom Legestadium

Volierenhaltung		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			> 60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	337	55,48	6,08	622	64,77	5,46	492	67,23	5,60
Farbhelligkeit L*		337	33,63	6,57	579	36,55	8,09	492	37,35	7,50
Rotton a*		98	11,65	5,80	179	13,51	4,60	242	10,61	5,75
Gelbton b*		98	25,14	4,23	179	26,63	2,57	242	24,61	3,29
Bruchfestigkeit	N	334	44,60	9,93	615	40,94	10,08	477	35,28	10,36
Deformation	µm	329	64,20	29,91	613	62,02	34,65	412	68,06	47,64
Eiklarhöhe	mm	337	5,38	1,22	623	4,91	1,57	487	4,79	1,63
HAUGH-Einheiten	U	337	71,72	10,87	623	63,18	15,77	487	60,89	19,30
Blutflecken	%	335	14,63	35,39	623	23,11	42,19	492	20,93	40,73
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		199			290			270		
LT		50			210			50		
LB/LS								59		
Tetra SL		88			123			113		

Tabelle 3-7: Vergleichende deskriptive Statistik von physikalischen Merkmalen der Eiqualität bei Braun- und Weißlegern in alternativen Aufstallungsverfahren

Legetyp		Braunleger ¹⁾						Weißleger ¹⁾					
Aufstallungs- verfahren		Bodenhaltung mit A-Reuter			Volierenhaltung			Bodenhaltung mit A-Reuter			Volierenhaltung		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	1322	65,9	6,9	1451	63,4	7,2	507	65,1	5,9	317	62,7	6,9
Bruchfestigkeit	N	1323	40,7	11,1	1426	39,9	10,7	471	37,9	9,1	312	40,0	10,1
Deformation	µm	1191	65,8	49,7	1354	64,4	38,2	412	67,9	72,3	280	68,2	52,2
Eiklarhöhe	mm	1320	5,7	2,0	1447	5,0	1,5	503	7,7	1,4	317	6,7	1,6
HAUGH- Einheiten	U	1320	69,1	17,6	1447	64,4	16,6	503	85,6	9,7	317	79,4	11,6
Blutflecken	%	1340	23,2	42,2	1450	20,4	40,3	506	1,2	10,8	317	1,6	12,5
Beteiligte Hybridtypen:		LB LT LS Bovans			LB LT LB/LS Tetra SL			LSL			LSL Shaver white		

¹⁾ ohne Doppeldotter, Öko- und Mauserherden

Beim Vergleich der Haltungsverfahren mit und ohne Auslauf fällt auf, dass mit zunehmendem Lebensalter die Eiklarhöhe und die HAUGH-Einheiten bei Ställen mit Auslauf stärker absanken als bei solchen ohne Auslauf.

Tabelle 3-8: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität bei Braunlegern in alternativen Haltungsformen ohne Auslauf in Abhängigkeit vom Legestadium

ohne Auslauf		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	S
Eigewicht	g	409	59,06	5,40	739	65,46	6,11	494	67,34	6,24
Farbhelligkeit L*		408	32,44	4,44	707	35,85	6,21	494	37,10	6,49
Rotton a*		258	15,71	2,77	507	12,44	5,42	344	10,60	6,20
Gelbton b*		258	30,16	13,49	507	27,94	10,67	344	25,24	3,27
Bruchfestigkeit	N	377	46,87	8,40	699	39,45	11,23	485	33,61	10,63
Deformation	µm	306	56,28	30,84	636	60,44	43,84	417	73,72	63,24
Eiklarhöhe	mm	407	6,02	1,81	737	5,81	1,69	494	5,61	1,66
HAUGH- Einheiten	U	407	75,29	14,23	737	71,72	13,44	494	67,30	17,30
Blutflecken	%	409	13,20	33,89	737	21,44	41,07	494	29,15	45,49
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		160			300			264		
LT		60			120					
LS								60		
Bovans					60					
Tetra SL		189			259			170		

Tabelle 3-9: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität bei Braunlegern in alternativen Haltungsformen mit Auslauf in Abhängigkeit vom Legestadium

mit Auslauf		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	685	57,00	6,19	950	66,05	5,83	742	67,03	5,72
Farbhelligkeit L*		655	33,55	6,25	938	36,21	7,54	742	37,89	8,09
Rotton a*		216	14,46	5,36	298	12,13	5,38	242	10,84	5,65
Gelbton b*		216	26,23	3,56	298	26,03	2,77	242	25,31	3,41
Bruchfestigkeit	N	679	45,60	9,55	962	40,40	10,78	722	36,71	10,02
Deformation	µm	639	61,26	24,01	900	66,02	43,71	669	69,01	41,79
Eiklarhöhe	mm	684	5,76	1,58	950	5,07	1,74	737	4,32	1,52
HAUGH-Einheiten	U	684	74,53	11,76	950	62,95	16,62	737	56,14	19,09
Blutflecken	%	683	15,67	36,38	972	22,53	41,80	742	20,62	40,49
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		309			430			260		
LT		208			310			200		
LS		30			60			60		
LB/LS								59		
Tetra SL		138			173			163		

Tabelle 3-10: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität bei Braunlegern in alternativen Haltungsformen ohne Kaltscharrraum in Abhängigkeit vom Legestadium

ohne Kaltscharrraum		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	480	57,45	5,35	749	64,56	5,26	530	66,40	5,45
Farbhelligkeit L*		449	33,05	5,65	718	36,47	6,55	530	38,21	7,83
Rotton a*		149	16,12	3,38	388	12,16	5,61	180	10,60	5,96
Gelbton b*		149	34,66	16,27	388	28,81	11,91	180	24,84	3,66
Bruchfestigkeit	N	447	46,83	9,01	733	40,95	10,80	521	36,04	10,37
Deformation	µm	403	57,21	14,32	670	60,38	36,03	513	69,58	38,06
Eiklarhöhe	mm	477	5,53	1,68	746	5,16	1,31	530	4,38	1,55
HAUGH-Einheiten	U	477	72,61	13,51	746	65,85	13,69	530	55,52	18,76
Blutflecken	%	480	9,17	28,89	768	20,31	40,26	530	24,34	42,95
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		160			240			160		
LT		100			160			150		
LS		30			60			60		
Bovans					60					
Tetra SL		190			249			160		

Beim Vergleich der Aufstallungsvarianten ohne und mit Kaltscharr-Raum verhalten sich Eiklarhöhe und HAUGH-Einheiten invers zur Situation bei den Haltungsformen ohne und mit Auslauf: am Ende der Legeperiode fielen beide Merkmale bei einer Aufstallung ohne Kaltscharr-Raum stärker ab als bei Ställen mit Kaltscharr-Raum. Zwischen den durch das Legestadium bedingten Merkmalsänderungen in Ställen mit Tageslicht oder Kunstlicht fanden sich keine gravierenden Unterschiede.

Tabelle 3-11: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität bei Braunlegern in alternativen Haltungsformen mit Kaltscharrraum in Abhängigkeit vom Legestadium

mit Kaltscharrraum		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	614	58,02	6,44	940	66,77	6,29	706	67,72	6,21
Farbhelligkeit L*		614	33,18	5,65	927	35,74	7,31	706	37,10	7,20
Rotton a*		325	14,69	4,46	417	12,48	5,20	406	10,74	5,99
Gelbton b*		325	25,49	3,30	417	25,77	3,03	406	25,46	3,15
Bruchfestigkeit	N	609	45,49	9,26	928	39,25	11,06	686	35,02	10,36
Deformation	µm	542	61,46	32,64	866	66,29	48,89	573	71,93	60,49
Eiklarhöhe	mm	614	6,11	1,63	941	5,57	2,02	701	5,18	1,73
HAUGH-Einheiten	U	614	76,53	11,84	941	67,52	17,46	701	64,48	18,60
Blutflecken	%	612	19,12	39,36	941	23,49	42,41	706	23,80	42,61
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		309			490			364		
LT		168			270			50		
LS								60		
LB/LS								59		
Tetra SL		137			183			173		

Tabelle 3-12: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität bei Braunlegern in alternativen Haltungsformen mit Tageslicht im Stall in Abhängigkeit vom Legestadium

Tageslicht		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	388	58,17	5,22	582	66,12	6,43	427	67,70	6,43
Farbhelligkeit L*		387	33,55	5,76	566	35,38	5,90	427	38,17	8,52
Rotton a*		237	14,79	4,11	386	12,37	5,09	227	10,36	6,19
Gelbton b*		237	29,80	14,36	386	28,71	11,97	227	24,95	4,00
Bruchfestigkeit	N	356	46,68	8,95	560	40,14	10,52	420	36,03	10,35
Deformation	µm	291	57,25	25,64	498	60,87	45,31	418	72,50	60,02
Eiklarhöhe	mm	386	6,23	1,67	580	5,96	1,73	422	4,87	1,60
HAUGH-Einheiten	U	386	78,13	11,40	580	71,90	14,42	422	62,09	16,31
Blutflecken	%	388	13,40	34,11	600	21,00	40,77	427	24,82	43,25
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		50			160			94		
LT		160			160			150		
Tetra SL		178			282			183		

Tabelle 3-13: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität bei Braunlegern in alternativen Haltungsformen mit Kunstlicht im Stall in Abhängigkeit vom Legestadium

Kunstlicht		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			> 60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	706	57,55	6,36	1 107	65,62	5,69	809	66,87	5,64
Farbhelligkeit L*		676	32,89	5,57	1 079	36,41	7,49	809	37,26	6,88
Rotton a*		237	15,49	4,26	419	12,28	5,68	359	10,92	5,84
Gelbton b*		237	26,94	2,64	419	25,87	3,02	359	25,47	2,81
Bruchfestigkeit	N	700	45,74	9,28	1 101	39,93	11,21	787	35,16	10,38
Deformation	µm	654	60,71	26,82	1 038	65,07	43,06	668	69,77	44,68
Eiklarhöhe	mm	705	5,65	1,64	1 107	5,09	1,69	809	4,82	1,75
HAUGH-Einheiten	U	705	73,00	13,07	1 107	64,10	16,01	809	59,85	20,49
Blutflecken	%	704	15,48	36,20	1 109	22,63	41,86	809	23,61	42,49
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		419			570			430		
LT		108			270			50		
LS		30			60			120		
LB/LS								59		
Bovans					60					
Tetra SL		149			150			150		

Tabelle 3-14: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität bei Braunlegern in alternativen Haltungsformen mit Stroheinstreu in Abhängigkeit vom Legestadium

Stroheinstreu		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			> 60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	627	57,69	6,26	919	65,15	5,69	699	66,91	5,98
Farbhelligkeit L*		596	32,43	5,72	918	36,13	7,52	699	37,91	7,77
Rotton a*		257	15,19	4,07	388	12,63	5,16	299	10,35	6,02
Gelbton b*		257	31,01	13,23	388	29,33	11,73	299	25,51	3,29
Bruchfestigkeit	N	591	45,79	9,38	903	41,60	9,75	686	36,35	10,49
Deformation	µm	496	59,71	19,96	838	60,49	23,83	631	68,58	49,68
Eiklarhöhe	mm	624	5,79	1,50	916	4,98	1,39	699	4,73	1,61
HAUGH-Einheiten	U	624	74,57	11,36	916	63,95	14,29	699	60,55	18,35
Blutflecken	%	625	14,40	35,14	938	21,86	41,35	699	22,89	42,04
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		259			370			210		
LT		150			250			200		
LS		30			60			60		
LB/LS								59		
Tetra SL		188			259			170		

Während sich der Merkmalsverlauf in der Legeperiode bei Stroh oder sonstiger Einstreu kaum unterscheidet, weichen die Daten der Eiqualität bei den Ställen mit Ganzrostboden (Tabelle 3-16) von den in den Tabellen 3-14 und 3-15 aufgeführten Angaben zu Haltungsvarianten mit Einstreu deutlich ab. Eine Interpretation ist schwierig, da der Stichprobenumfang in Tabelle 3-16 gering ist und die Erhebung hier nur wenige Betriebe umfasst.

Tabelle 3-15: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität bei Braunlegern in alternativen Haltungsformen mit sonstiger Einstreu in Abhängigkeit vom Legestadium

Sonstige Einstreu		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	289	55,68	4,98	530	64,81	5,24	373	66,67	5,16
Farbhelligkeit L*		289	34,44	5,98	489	36,49	6,73	373	37,43	7,58
Rotton a*		39	11,07	6,59	179	11,75	5,79	123	10,85	5,63
Gelbton b*		39	22,17	4,51	179	25,57	3,19	123	24,04	3,76
Bruchfestigkeit	N	287	45,85	9,28	524	38,29	12,56	361	34,79	9,66
Deformation	µm	285	61,85	26,35	522	66,44	52,96	353	71,05	36,66
Eiklarhöhe	mm	289	4,97	1,36	533	5,03	1,46	368	4,34	1,58
HAUGH-Einheiten	U	289	68,81	13,15	533	63,69	15,50	368	54,28	19,83
Blutflecken	%	289	10,38	30,55	533	18,57	38,93	373	22,52	41,83
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		150			240			210		
LT					60					
Bovans					60					
Tetra SL		139			173			163		

Tabelle 3-16: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität bei Braunlegern in alternativen Haltungsformen mit Ganzrostböden in Abhängigkeit vom Legestadium

Ganzrostboden		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			> 60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	178	61,46	4,62	240	70,42	6,38	164	69,29	6,89
Farbhelligkeit L*		178	33,34	4,30	238	34,90	5,09	164	36,49	5,85
Rotton a*		178	15,96	3,08	238	12,26	5,48	164	11,23	6,14
Gelbton b*		178	25,92	2,76	238	25,06	3,08	164	25,75	2,81
Bruchfestigkeit	N	178	47,28	8,20	234	37,66	10,71	160	33,19	11,05
Deformation	µm	164	55,63	40,28	176	70,98	75,25	102	83,88	88,30
Eiklarhöhe	mm	178	7,51	1,52	238	7,79	1,71	164	6,39	1,44
HAUGH-Einheiten	U	178	85,42	9,57	238	84,57	10,24	164	75,15	12,07
Blutflecken	%	178	23,03	42,22	238	30,67	46,21	164	32,32	46,91
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		60			120			104		
LT		118			120					
LS								60		

In den Tabellen 3-17 sowie 3-18 sind die Ergebnisse der Varianzanalyse von Eiquälitätsmerkmalen zusammengefasst worden. Eine Schätzung von least square means (LSQM) war innerhalb eines

Modells, das nur die alternativen Haltungformen aber alle Klassifizierungsmerkmale (Aufstallungsform, Auslauf, Kaltscharr-Raum, Einstreu/Boden, Licht, Herdengröße, Bewirtschaftung) und Einflussfaktoren (Lebenswoche, Mauser, Quartal der Probenahme, Hybridherkunft [und damit auch die Eischalenfarbe], Betrieb, Herde, Eialter zum Untersuchungszeitpunkt) umfasste, aufgrund von umfangreicher Redundanz (in der Statistik auch als „confounding“ bezeichnet) nicht möglich. Als Kompromiss wurden die Einflussfaktoren Hybridherkunft, Lebenswoche und Betrieb sowie die Kovariablen Eialter und Eigewicht je nach Signifikanz für die verschiedenen Eiquantitätsmerkmale in das Modell aufgenommen. Zu diesem „Grundmodell“ kamen die jeweils untersuchten Klassifizierungsmerkmale hinzu. Im Regelfall erwiesen sich die Differenzen zwischen den least square means ihrer Varianten als schätzbar. Der Bezugswert, der nur positive Differenzen ergab, wurde in den Tabellen 3-17 und 3-18 willkürlich gleich Null gesetzt.

Signifikante Differenzen der least square means fanden sich bei den Braunlegern zwischen der Volieren- und Bodenhaltung. Die Eier aus Volieren waren im Vergleich zur Bodenhaltung leichter, wiesen eine kleinere Eiklarhöhe und niedrigere HAUGH-Einheiten auf. Eier aus Volierenhaltung besaßen außerdem eine geringere Bruchfestigkeit und waren heller als jene aus der Bodenhaltung. Bei der Bewertung dieser Ergebnisse muss jedoch berücksichtigt werden, dass es sich in der Auswirkung auf den Verbraucher um keine gravierenden Unterschiede handelt und die in die Erhebung einbezogenen Volierenställe (sieben Stück) fast alle (sechs Stück) gleichzeitig mit Kaltscharr-Raum und Auslauf ausgestattet waren. Effekte dieser beiden Gestaltungselemente von alternativen Haltungformen auf Merkmale der physikalischen Eiquantität sind somit statistisch nicht vom Stalltyp zu trennen. Entsprechend sind die in Tabelle 3-17 dargestellten Effekte von Kaltscharr-Raum und Auslauf auf Eiquantitätsmerkmale oft marginal oder nicht signifikant. Eier aus Ställen mit Kaltscharr-Raum oder Auslauf sind durch eine erhöhte Deformierbarkeit gekennzeichnet.

Tabelle 3-17: Ergebnisse der Varianzanalyse von Eiquantitätsmerkmalen bei Braunlegern in alternativen Haltungformen. Signifikante Differenzen der LSQM zwischen den Aufstallungsformen (P = 0,95)

Aufstallungsform/ Eiquantitätsmerkmal	Einheit	Bodenhaltung	Bodenhaltung mit A-Reuter	Volierenhaltung
Eigewicht	g	1,55	2,40	0
Farbhelligkeit L*		0	5,15	3,82
Rotton a*		2,57	ns	0
Gelbton b*		2,73	4,88	0
Bruchfestigkeit	N	ns	3,07	0
Deformation	µm	ns	0	ns
Haugh-Einheiten	U	2,47	4,42	0

Die Differenzen für die Eiklarhöhe waren nicht schätzbar

Tabelle 3-18: Ergebnisse der Varianzanalyse von Eiquantitätsmerkmalen bei Braunlegern in alternativen Haltungssystemen. Signifikante Differenzen der LSQM zwischen den Klassifizierungsmerkmalen Kalscharr-Raum sowie Auslauf (P = 0,95)

Klassifizierungsmerkmal		Kalscharr-Raum		Auslauf	
Eiquantitätsmerkmal	Einheit	ohne	mit	ohne	mit
Eigewicht	g	1,18	0	ns	ns
Rotton a*		0	2,57	0	2,91
Gelbton b*		1,47	0	ns	ns
Bruchfestigkeit	N	1,71	0	ns	ns
Deformation	µm	0	9,83	0	7,46
HAUGH-Einheiten	U	1,64	0	ns	ns

Die Differenzen für die Farbhelligkeit L* und die Eiklarhöhe waren nicht schätzbar

Der prozentuale Anteil von Eiern, die im Dotter und im Eiklar Blut- und Fleischflecken (Kurzbezeichnung Blutflecken in den Tabellen 3-4 bis 3-16) enthielten, wird in der Tabelle 3-19 ausgewiesen. Die Schwankung dieses Merkmals war so groß, dass kein Einfluss eines Klassifizierungsmerkmals von alternativen Haltungssystemen für Legehennen auf seine Höhe nachgewiesen werden konnte. Während der Legeperiode stieg der Anteil von Eiern mit Blut- und Fleischflecken an. Der bei Weiß- und Braunlegern bekannte Unterschied im Anteil von Eiern mit Blut- und Fleischflecken war im Material der Erhebung sehr stark ausgeprägt.

Tabelle 3-19: Prozentualer Anteil von Blut- und Fleischflecken bei Eiern aus alternativen Aufstallungsformen für Legehennen

Aufstallungsform/ Anteil an Blut- und Fleischflecken in %	Bodenhaltung			Bodenhaltung mit A-Reuter			Volierenhaltung		
	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Weißleger	60	0	0	508	1,18	10,81	351	1,42	11,87
Braunleger	1 429	18,68	38,99	1 551	22,57	41,82	1 598	21,71	41,24

Tabelle 3-20: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiquantität des gesamten Datenpools (ohne Mauserherden) in Abhängigkeit von der ab dem 01.01. 2004 gültigen EU-Vermarktungsnorm für Eier

EU-Vermarktungs- norm für Eier		Ökologische Erzeugung			Freilandhaltung			Bodenhaltung			Käfighaltung		
Merkmal	Einheit	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	450	66,3	6,6	2 694	63,6	7,3	2 208	64,4	6,6	352	64,5	5,9
Farbhelligkeit L*		386	36,7	6,8	2 335	36,0	7,6	1 609	35,4	6,2	180	32,9	6,3
Rotton a*		386	11,7	6,0	756	12,4	5,6	1 109	12,6	5,5	11	16,6	2,5
Gelbton b*		386	25,0	3,6	756	25,9	3,2	1 109	27,6	10,0	11	25,4	4,2
Bruchfestigkeit	N	443	42,5	10,1	2 675	40,7	10,7	2 091	39,1	10,9	344	46,4	21,1
Deformation	µm	432	59,0	43,9	2 488	65,8	40,3	1 771	64,6	55,2	340	58,6	12,9
Eiklarhöhe	mm	448	7,0	1,4	2 688	5,2	1,8	2 199	6,3	1,9	352	4,4	1,7
HAUGH-Einheiten	U	448	80,6	10,4	2 688	66,0	17,8	2 199	75,1	15,4	352	55,8	21,2
Blutflecken	%	449	24,3	42,9	2 714	17,8	38,3	2 205	16,4	37,1	354	18,9	39,2

Bei L*, a* und b* wurden nur die braunen Eier ausgewertet; die L*-Werte weißer Eier schwankten von 60 bis 86

Tabelle 3-21: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität in der Kategorie „Ökologische Erzeugung“ der EU-Vermarktungsnorm für Eier in Abhängigkeit vom Legestadium

Ökologische Erzeugung ¹⁾		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	104	59,9	4,7	207	68,2	5,7	105	69,4	5,7
Farbhelligkeit L*		104	33,2	5,0	177	36,9	6,2	105	39,7	7,7
Rotton a*		104	15,1	3,7	177	11,5	5,6	105	8,6	6,6
Gelbton b*		104	25,0	3,8	177	25,2	3,3	105	24,8	4,0
Bruchfestigkeit	N	104	49,9	7,5	204	41,5	9,3	101	36,6	9,1
Deformation	µm	98	50,4	19,4	201	60,2	51,0	101	66,9	49,5
Eiklarhöhe	mm	104	7,1	1,4	206	6,9	1,4	104	6,7	1,4
HAUGH-Einheiten	U	104	83,1	9,2	206	79,8	10,2	104	77,4	11,3
Blutflecken	%	104	28,9	45,5	207	25,1	43,5	104	26,0	44,1
Beteiligte Hybridtypen:										
LS		44			57			45		
Tetra SL		60			150			60		

¹⁾ ohne Doppeldotter sowie ohne Mauserherden

Tabelle 3-22: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität in der Kategorie „Freilandhaltung“ der EU-Vermarktungsnorm für Eier in Abhängigkeit vom Legestadium

Freilandhaltung ¹⁾		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	685	57,0	6,2	950	66,1	5,8	742	67,0	5,7
Farbhelligkeit L*		655	33,6	6,2	938	36,2	7,5	742	37,9	8,1
Rotton a*		216	14,5	5,4	298	12,1	5,4	242	10,8	5,6
Gelbton b*		216	26,2	3,6	298	26,0	2,8	242	25,3	3,4
Bruchfestigkeit	N	679	45,6	9,6	962	40,4	10,8	722	36,7	10,0
Deformation	µm	639	61,3	24,0	900	66,0	43,7	669	69,0	41,8
Eiklarhöhe	mm	684	5,8	1,6	950	5,1	1,7	737	4,3	1,5
HAUGH-Einheiten	U	684	74,5	11,8	950	62,9	16,6	737	56,1	19,1
Blutflecken	%	683	15,7	36,4	972	22,5	41,8	742	20,6	40,5
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		309			430			260		
LB/LS								59		
LS		30			60			60		
LT		208			310			200		
Tetra SL		138			173			163		

¹⁾ ohne Doppeldotter sowie ohne Mauserherden

Bei Unterteilung der Daten in die Kategorien der seit dem 01.01.2004 gültigen EU-Vermarktungsnorm für Eier ergaben sich die in Tabelle 3-20 wiedergegebenen Merkmalsmittelwerte. Die „Ökologische Erzeugung“, die vorwiegend auf Selbstvermarktung orientiert ist, verfügte im Durchschnitt über die schwersten Eier. Auch Eiklarhöhe und HAUGH-Einheiten erreichten im Vergleich zu den in der Erhebung vertretenen anderen Vermarktungskategorien die besten Werte. Nachteilig

war bei der „Ökologischen Erzeugung“ dieses Datenpools der Anteil von Eiern mit Blut- und Fleischflecken, der den von anderen Vermarktungskategorien um 5 bis 8 % überstieg. Für die Eier von Braunlegerherden geben die Tabellen 3-21 bis 3-24 den Merkmalsverlauf über die Legeperiode wieder. Wegen des geringen Datenumfangs und möglicher

Tabelle 3-23: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität in der Kategorie „Bodenhaltung“ der EU-Vermarktungsnorm für Eier in Abhängigkeit vom Legestadium

Bodenhaltung ¹⁾		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	409	59,1	5,4	739	65,5	6,1	494	67,3	6,2
Farbhelligkeit L*		408	32,4	4,4	707	35,8	6,2	494	37,1	6,5
Rotton a*		258	15,7	2,8	507	12,4	5,4	344	10,6	6,2
Gelbton b*		258	30,2	13,5	507	27,9	10,7	344	25,2	3,3
Bruchfestigkeit	N	377	46,9	8,4	699	39,5	11,2	485	33,6	10,6
Deformation	µm	306	56,3	30,8	636	60,4	43,8	417	73,7	63,2
Eiklarhöhe	mm	407	6,0	1,8	737	5,8	1,7	494	5,6	1,7
HAUGH-Einheiten	U	407	75,3	14,2	737	71,7	13,4	494	67,3	17,3
Blutflecken	%	409	13,2	33,9	737	21,4	41,1	494	29,2	45,5
Beteiligte Hybridtypen:										
Bovans					60					
LB		160			300			264		
LS								60		
LT		60			120					
Tetra SL		189			259			170		

¹⁾ ohne Doppeldotter sowie ohne Mauserherden

Tabelle 3-24: Deskriptive Statistik zu Merkmalen der physikalischen Eiqualität in der Kategorie „Käfighaltung“ der EU-Vermarktungsnorm für Eier in Abhängigkeit vom Legestadium (nur Proben aus Ställen mit „Ausgestaltetem Käfig“)

Käfighaltung ¹⁾		25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
Merkmal	Einh.	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Eigewicht	g	61	63,4	4,4	70	68,4	5,2	85	65,9	4,5
Farbhelligkeit L*		61	31,9	4,7	70	32,4	6,6	45	34,2	6,9
Rotton a*		11	16,6	2,5	-	-	-	-	-	-
Gelbton b*		11	25,4	4,2	-	-	-	-	-	-
Bruchfestigkeit	N	61	49,3	7,2	69	54,0	43,2	84	39,5	8,8
Deformation	µm	59	56,9	11,4	69	55,5	11,5	85	64,0	15,6
Eiklarhöhe	mm	61	3,9	1,8	70	3,6	1,0	85	3,0	1,0
HAUGH-Einheiten	U	61	54,6	16,6	70	44,1	15,2	85	37,3	17,7
Blutflecken	%	61	24,6	43,4	70	28,6	45,5	85	37,7	48,7
Beteiligte Hybridtypen:										
LB		61			70			85		

¹⁾ ohne Doppeldotter sowie ohne Mauserherden

Besonderheiten bei der Vermarktung oder im Gesundheitszustand der Herde dürfen die Angaben in den Tabellen 3-21 („Ökologische Erzeugung“) und 3-24 („Käfighaltung“) nicht als repräsentativ für diese Vermarktungskategorien angesehen werden. Zwischen den Merkmalsverläufen bei Eiern der Kategorien „Freilandhaltung“ und „Bodenhaltung“ bestanden keine wesentlichen Unterschiede über die Legeperiode.

Korrelationen wurden sowohl für den gesamten Datenpool, für braune Eier aus alternativen Halteformen, aber auch für braune und weiße Eier innerhalb der drei verschiedenen Legeabschnitte geschätzt. Obwohl viele von ihnen durch den Stichprobenumfang bedingt signifikant waren, werden sie hier nicht angeführt, da die Korrelationskoeffizienten $\pm 0,2$ meist nicht überschritten. Korrelationen um $r = \pm 0,5$ oder größer, die bei allen drei Legeabschnitten auftraten, sind der Tabelle 3-25 zu entnehmen. Hingegen fehlen in dieser Tabelle Korrelationen $r > \pm 0,5$, wenn sie zwischen miteinander verbundenen Merkmalen (Eigewicht/Eiklarhöhe/HAUGH-Einheiten; Bruchfestigkeit/Deformation; Farbraumparameter $L^*/a^*/b^*$) bestanden (Autokorrelationen). Die Daten der Tabelle 3-25 belegen, dass das Eialter zum Untersuchungszeitpunkt in Varianzanalysen unbedingt als Kovariable berücksichtigt werden muss.

Tabelle 3-25: An den Eiern von Braun- und Weißlegern (ohne Eier mit Doppeldotter) zwischen dem Eialter bei der Untersuchung und der Eiklarhöhe sowie den HAUGH-Einheiten geschätzte Korrelationskoeffizienten

Eigenschaft	Einflussgröße	n	25. Lebenswoche	50. Lebenswoche	>60. Lebenswoche
			1 256	1 963	1 540
Eiklarhöhe	Eialter	BI	-0,631**	-0,650**	-0,674**
HAUGH-Einheiten	Eialter	BI	-0,574**	-0,657**	-0,641**
Eigenschaft	Einflussgröße	n	375	356	313
Eiklarhöhe	Eialter	WI	-0,642**	-0,649**	-0,667**
HAUGH-Einheiten	Eialter	WI	-0,644**	-0,632**	-0,660**

BI = Braunleger; WI = Weißleger; ** entspricht $P > 0,99$

4.3.3.2 Mikrobiologische Qualität der Eischale

Für die Erfassung der mikrobiellen Belastung der Eischalenoberfläche ist das gesamte Datenmaterial unabhängig von der Schalenfarbe ausgewertet worden. Der Tabelle 3-26 kann entnommen werden, dass sich das Merkmal „koloniebildende Einheiten pro g Eischale“ in der Bodenhaltung während der Legeperiode auf ein niedriges Niveau einpegelte. Nach varianzanalytischen Auswertungen besteht hier ein signifikanter Unterschied zu allen anderen Aufstallungsformen außer zur konventionellen Käfighaltung. Die einzige weitere Signifikanz ergab sich nach der Varianzanalyse bei den Einflussgrößen Betrieb und Bewirtschaftung. Hierdurch wird das betriebliche Management bei den alternativen Halteformen als wichtige Einflussgröße auf die hygienische Qualität der Eischale in seiner Bedeutung hervorgehoben. Während HAUSER und FÖLSCH (2002) keine signifikan-

ten Differenzen der mikrobiologischen Qualität der Eischale bei vier Haltungformen fanden, hielten MATTHES (1999) sowie BESSEI u.a. (2001) das Risiko von hygienisch bedenklichen Kontaminationen in alternativen Systemen für größer als bei der Käfighaltung.

In der Bodenhaltung mit A-Reuter, der Volierenhaltung sowie den Kategorien „Freiland- und Bodenhaltung“ der EU-Vermarktungsnorm wuchs in dieser Erhebung die Keimbelastung auf der Eischale mit zunehmenden Lebensalter der Legehennen an (Tabelle 3-26 und 3-28). Bei der „Ökologischen Erzeugung“ sank die Keimbelastung in der Legeperiode zwar auf ein Drittel, blieb aber mit ca. 15 000 KbE/g Eischale relativ hoch. Das ungünstig hohe Niveau der Keimbelastung bei den Öko- (Tabelle 3-27 bzw. 3-28) und Mauserherden sollte nicht überbewertet werden, da die Proben aus insgesamt nur drei Betrieben (ein Ökobetrieb, ein Ökobetrieb mit Mauserherde, ein Betrieb mit Mauserherde) entstammen. Nahezu konstant blieb die bakterielle Belastung der Eier bei der Käfighaltung. Die hohe Keimbesiedlung, die beim „Ausgestalteten Käfig“ in der 50. Lebenswoche (nur ein Betrieb) auftrat, könnte den hohen Temperaturen im Sommer 2003 geschuldet sein. Die Tabelle 3.27 fasst die über die Legeperiode erhobenen Daten für die Aufstallungsformen und die Kategorien der EU-Vermarktungsnorm für Eier zusammen.

Tabelle 3-26: Deskriptive Statistik zur Belastung der Eischale mit aeroben mesophilen Bakterien (KbE/g Eischale) bei Aufstallungsformen und Kennzeichnungskategorien nach der EU-Vermarktungsnorm für Eier in Abhängigkeit vom Legestadium

Klassifizierungsmerkmal	25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Bodenhaltung ¹⁾	36	822	8	38	2 362	7	24	2 376	23
Bodenhaltung mit A-Reuter ¹⁾	40	5 178	4	52	6 051	6	44	8 641	8
Volierenhaltung ¹⁾	42	4 115	23	64	2 760	11	48	10 155	11
Ausgestalteter Käfig	8	7 586	6	4	24 864	3	8	5 424	4
Konventioneller Käfig	4	1 800	2	4	643	2	-	-	-
EU-Eier-Vermarktungsnorm	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
Ökologische Erzeugung ²⁾	12	48 390	7	16	27 859	10	8	15 101	3
Ökologische Erz. nach 1. Mauser	-	-	-	-	-	-	4	639 444	1
Freilandhaltung ²⁾	66	1 918	18	86	2 222	7	68	4 227	13
Freilandhaltung nach 1. Mauser	-	-	-	-	-	-	8	113 280	5
Bodenhaltung	52	4 243	6	68	6 064	10	48	14 662	8
Käfighaltung ³⁾	12	4 697	5	8	3 999	8	8	5 424	4
Alle Vermarktungskategorien	142	3 635	12	178	4 203	9	144	9 610	12

¹⁾ ohne Mauser- und Ökoherden; ²⁾ ohne Mauserherden; ³⁾ Ausgestalteter und Konventioneller Käfig

Tabelle 3-27: Deskriptive Statistik zur Belastung der Eischale mit aeroben mesophilen Bakterien (KbE / g Eischale) bei Aufstallungsformen und Kennzeichnungskategorien nach der EU-Vermarktungsnorm für Eier (Mittelwerte für die Legeperiode)

Aufstallungsform	n	MW	s	Kategorien der EU-Eier-Vermarktungsnorm	n	MW	s
Bodenhaltung ¹⁾	98	1 605	11	Ökologische Erzeugung ²⁾	36	29 227	7
Bodenhaltung mit A-Reuter ¹⁾	136	6 486	6	Ökologische Erzeugung ³⁾	4	639 444	1
Volierenhaltung ¹⁾	154	4 619	15	Freilandhaltung ²⁾	220	2 594	12
Alle alternativen Aufstallungsformen ¹⁾	388	3 984	11	Freilandhaltung ³⁾	8	113 280	5
				Bodenhaltung	168	6 987	8
				Alle vier Kategorien	464	5 196	11
Ausgestalteter Käfig	20	8 411	5	Käfighaltung ⁴⁾	28	4 674	5
Konventioneller Käfig	8	1 076	2				

¹⁾ ohne Öko- und Mauserherden; ²⁾ ohne Kleinerzeuger und Mauserherden; ³⁾ Mauserherde ohne Kleinerzeuger Ausgestalteter und Konventioneller Käfig

Bei der hygienischen Bewertung der bakteriellen Kontamination darf der bei vier Kleinerzeugern gefundene Mittelwert von ca. 13 000 koloniebildender Einheiten pro g Eischale (Tabelle 3-28) als Orientierung dienen, da die Konsumenten diesem Keim-Niveau seit der Nutzung der Tierart Haus-huhn zur Eierproduktion ausgesetzt waren, ohne bleibenden Schaden zu nehmen.

Tabelle 3-28: Anzahl koloniebildender Einheiten pro g Eischale bei alternativen Haltungsformen für Legehennen in Abhängigkeit vom Legestadium und der Bewirtschaftungs- bzw. Erzeugungsf orm

Legestadium	25. Lebenswoche	50. Lebenswoche	>60. Lebenswoche
n	118	154	124
KbE / g Eischale	2 722	3 462	8 458
Erzeugungsf orm	Nicht ökologische Erzeugung in Boden- u. Freilandhaltung	Ökologische Erzeugung	Kleinerzeuger
n	396	40	16
KbE / g Eischale	4 262	39 792	13 033
Herden	44	6	4
Betriebe	15	2	4

Die Tabelle 3-29 gibt den zeitlichen Verlauf der Keimbelastung der Eischale während der Legeperiode bei den bisher diskutierten und einigen weiteren Klassifizierungsmerkmalen alternativer Haltungsformen für Legehennen wieder. Ställe mit und ohne Kaltscharr-Raum (KSR) verhielten sich über die Legeperiode gegenläufig mit einem Maximum (ohne KSR) bzw. einem Minimum (mit KSR) in der 50. Lebenswoche. Oberhalb der 60. Lebenswoche nahm die Anzahl KbE/g Eischale bei Anlagen ohne Kaltscharr-Raum fast wieder auf den Ausgangswert ab, während bei Ställen mit Kaltscharr-Raum analog zu den Haltungssystemen mit Auslauf am Ende der Legeperiode die höchsten Werte erreicht wurden. Bei den Merkmalsvarianten Kunstlicht, Stroheinstreu und Ganzrostboden stagnierte die Keimbelastung bis zur 50. Lebenswoche, um danach anzusteigen. Für die Merkmalsvariante Tageslicht ergab sich eine kontinuierliche Zunahme der Keimzahl in der Legeperiode, während die sonstige Einstreu in der 50. Lebenswoche ein geringes Maximum aufwies.

Die Nester aller in die Erhebung einbezogenen alternativen Haltungsformen waren Gruppennester. Bei Nestböden mit Gumminoppen stieg die Keimbelastung bis oberhalb der 60. Lebenswoche im Gegensatz zu solchen mit Kunstrasen kaum an. Eibänder aus Textil- oder sonstigem Material scheinen im Mittel der Legeperiode mit einer geringeren bakteriellen Kontamination der Eischale verbunden zu sein als Plastloch-Eibänder. Der Merkmalskomplex Reinigung / Desinfektion reflektiert offensichtlich das betriebliche Management und den technischen Fortschritt (Kippbodennest): wo im Durchschnitt eine niedrige Keimbelastung vorliegt, erfolgt auch keine Reinigung und Desinfektion. Wird eine solche Maßnahme für notwendig erachtet und wahrscheinlich mehrfach vorgenommen, nimmt der Keimgehalt pro g Eischale in der Legeperiode entsprechend kontinuierlich ab. Nach Ansicht von PETERSEN (2003b) wird die Eiqualität generell weniger durch das Haltungssystem, sondern vielmehr durch das Management beeinflusst.

Tabelle 3-29: Deskriptive Statistik zur Belastung der Eischale mit aeroben mesophilen Bakterien (KbE / g Eischale) bei Merkmalen von alternativen Haltungsformen für Legehennen in Abhängigkeit vom Legestadium (ohne Öko- und Mauserherden)

Legestadium	25. Lebenswoche			50. Lebenswoche			>60. Lebenswoche		
	n	MW	s	n	MW	s	n	MW	s
ohne Kaltscharr-Raum	52	2 153	10	64	7 952	8	40	3 034	23
mit Kaltscharr-Raum	66	3 274	14	90	1 916	7	76	11 041	7
Stall mit Tageslicht	44	2 115	6	56	4 764	6	44	6 297	9
Stall mit Kunstlicht	74	3 161	16	98	2 884	10	72	7 592	14
Stall mit Stroheinstreu	58	2 813	14	80	2 847	9	56	7 150	18
Stall mit sonstiger Einstreu	40	2 079	14	50	4 985	9	36	3 366	9
Stall mit Ganzrostboden	20	4 237	3	24	3 108	4	24	20 995	3
Nestboden mit Gumminoppe ¹⁾	38	3 279	16	50	3 405	13	40	3 371	13
Nestboden mit Kunstrasen ¹⁾	79	2 654	10	104	3 489	7	76	10 446	11
Plastloch-Eiband ¹⁾	78	6 083	8	104	3 787	7	76	14 909	9
Eiband aus Textilmaterial ¹⁾	20	1 510	8	26	13 715	5	28	915	11
Eiband aus sonstigem Material ¹⁾	4	29	2	8	2 473	2	8	3 957	2
ohne RD von Nest und Eiband ¹⁾	16	1 897	15	20	4 197	2	16	1 258	19
mit RD von Nest und Eiband ¹⁾	26	18 938	6	42	10 385	5	44	4 632	14

¹⁾ Diese Informationen liegen nicht für alle an der Erhebung beteiligten Betriebe vor; RD = Reinigung und Desinfektion

Zur mikrobiologischen Eiqualität in dieser Erhebung ist abschließend anzumerken, dass bei keiner der im Rahmen der Hühner-Salmonellen-Verordnung in den Stalleinheiten gezogenen Proben Salmonellen auf der Eischale oder im Eidotter gefunden worden sind.

4.3.4 Fazit

An dem in der Evaluierung erhobenen Probenmaterial von 5 858 Eiern konnte mittels deskriptiver Statistik kein gravierender Einfluss von alternativen Haltungsverfahren auf die untersuchten Merkmale der physikalischen (und organoleptischen) Eiqualität wie Eigewicht, Farbraumparameter (L*,

a*, b*), Bruchfestigkeit, Deformation, Eiklarhöhe, HAUGH-Einheiten, sowie Anteil von Eiern mit Blut- und Fleischflecken oder mit Doppeldotter nachgewiesen werden.

Die sich aus Varianzanalysen ergebenden signifikanten Unterschiede zwischen Volieren- und Bodenhaltung bei Eigewicht, Bruchfestigkeit, Eiklarhöhe und HAUGH-Einheiten sind aus der Sicht des Verbraucherschutzes unbedeutend sowie tolerierbar für den Produzenten und die verarbeitende Industrie.

Die Anzahl aerober mesophiler Bakterien pro g Eischale ist ein wertvolles Merkmal der hygienischen Qualität für den Verbraucherschutz, das in der Erhebung von der Aufstallungsform und vom Management (Betrieb, Bewirtschaftung) signifikant beeinflusst wurde. Alternative Haltungsverfahren für Legehennen führten bei den EU-Vermarktungskategorien „Bodenhaltung“ und „Freilandhaltung“ im Vergleich zum konventionellen Käfig zu einer höheren, aber im Durchschnitt noch akzeptablen und durch gutes Haltungsmanagement verringerbaren Keimbelastung der Eischale. Eine Bewertung der „Ökologischen Erzeugung“ kann in dieser Erhebung wegen des unzureichenden Stichprobenumfangs nicht vorgenommen werden.

Alle im Rahmen der Hühner-Salmonellen-Verordnung vorgenommenen Untersuchungen waren im Erhebungszeitraum (2002 bis 2003) bei den einbezogenen Stalleinheiten negativ.

4.3.5 Literatur

BESSEI, W., STEINHILBER, S. u. GRASHORN, M.: Haltungssysteme und Eiqualität. Risiko von Kontaminationen in alternativen Systemen größer. DGS Magazin 53 (2001) 31, 18-23

GRASHORN, M.A.: Faustzahlen zur Eiqualität. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2004, 187-199

HAUSER, R. u. FÖLSCH, D.W.: How does the housing system effect the hygienic quality of eggs ? Arch. Geflügelk. 66 (2002) Sonderheft II, 143

LEYENDECKER, M., HAMANN, H., HARTUNG, J., KAMPHUES, J., RING, C., GLÜNDER, G., AHLERS, C., SANDER, I., NEUMANN, U. u. DISTL, O.: Analyse von Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen Legehennenhybriden und Haltungssystemen in der Legeleistung, Eiqualität und Knochenfestigkeit. 2. Mitteilung: Eiquälitätsmerkmale. Züchtungskunde 73 (2001) 4, 308-323

LEYENDECKER, M., HAMANN, H., HARTUNG, J., GLÜNDER, G. NOGOSEK, N., NEUMANN, U., SÜRIE, C., KAMPHUES, J. u. DISTL, O.: Untersuchungen zur Schalenfestigkeit und Knochenstabilität von Legehennen in drei verschiedenen Haltungssystemen. Züchtungskunde 74 (2002) 2, 144-155

MATTHES, S.: Fragen der hygienischen Qualität bei Eiern aus verschiedenen Haltungsformen. Tagung "Ökologische Erzeugung von Geflügelfleisch und Eiern", 13./14. April 1999, Halle, Tagungsband, 79-83

PETERSEN, J.: Faustzahlen zur Eiqualität. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2003, (2003a) 157-162

PETERSEN, J.: Einflussnahme auf die Eiqualität in der Selbstvermarktung. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2003, (2003b) 163-168

4.4 Tiergesundheit und Hygiene

Verantwortlicher Themenleiter: *Dipl. Ing. agr. Peter Gayer*

Bearbeitung: Dipl. Ing. agr. Peter Gayer¹⁾, Dr. agr. Klaus Damme¹⁾, Dr. vet.-med. R.-A. Hildebrand²⁾, Dr. agr. Jens Lippmann³⁾, Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt⁴⁾

¹⁾ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft; ²⁾ Tiergesundheitsdienst Bayern; ³⁾ Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft; ⁴⁾ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

4.4.1 Einführung und Zielstellung

Die Tiergesundheit ist ein wesentlicher Aspekt für die Bewertung von Legehennenhaltungssystemen. Sie ist sowohl für das Wohlbefinden der Tiere als auch für den wirtschaftlichen Erfolg entscheidend. Ziel und Schwerpunkt der vorliegenden Untersuchung war es, den Gesundheitszustand der Herden zu unterschiedlichen Produktionszeitpunkten zu erheben, daneben Problembereiche zu identifizieren und die vorhandene Bandbreite bei Leistung und Verlusten sowie den Umfang von Prophylaxe- und Behandlungsmaßnahmen zu dokumentieren.

4.4.2 Kenntnisstand

Eine Vielzahl von Veröffentlichungen beschäftigt sich mit dem Thema Tiergesundheit in alternativen Haltungssystemen. Zahlreiche Autoren berichten sowohl auf Grund von Praxiserfahrungen als auch durch Versuchsanstellungen übereinstimmend von folgenden Brenn- oder Schwerpunkten:

4.4.2.1 Verluste

Die Tierverluste können in Alternativhaltungen sehr variabel sein. PETERMANN (2003) berichtet von Verlusten zwischen 12 und 18 % in Bodenhaltung und zwischen 20 und 25 % in Freilandhaltung. Als Hauptabgangsursachen werden Infektionskrankheiten, Kannibalismus und bei Freilandhaltung Raubwild genannt.

Eine Befragung von Landwirten (KREIENBROCK et al., 2003) durch die Tierärztliche Hochschule Hannover ergab einen Schwankungsbereich von 2,3 bis 34,8 %. Im Mittel lagen die Verluste bei dieser Studie bei Bodenhaltung ohne Auslauf bei 15,8 %, bei Bodenhaltung mit Auslauf bei 17,9 %, bei Volierenhaltung ohne Auslauf bei 19,2 % und bei Volierenhaltung mit Auslauf bei 19,6 %. KANSWOHL et al. (2003) fanden bei Sektionen verendeter Tiere von Praxisbetrieben als hauptsächliche Abgangsursachen Erkrankungen der Legeorgane, Technopathien und Störung des Fettstoffwechsels.

WEBER et al. (2002) stellten bei Volierenhaltung mit Auslauf bei Verlusten von 12,3 % als Hauptabgangsursachen Infektion mit *E. coli* und Kannibalismus fest.

4.4.2.2 Infektionskrankheiten und Parasiten

Die Gefahr von Infektionskrankheiten ist in alternativen Systemen, bei denen die Tiere mit der Umwelt und mit ihrem Kot in Berührung kommen, deutlich erhöht. Auch die Übertragung von Tier zu Tier erfolgt sehr schnell (ANONYM, 1998; VOSS, 1999). Da die Tiere nicht von der Umwelt abgeschirmt werden können, ist insbesondere bei Freilandhaltung ein Eintrag durch Wildvögel möglich, die als Ausscheider Erreger über weite Strecken verschleppen können ohne selbst zu erkranken (HAFEZ, 2003; ANONYM, 2003). Von mehreren Autoren wird berichtet, dass „alte Krankheiten“ wie Pocken, Rotlauf und Schwarzkopfkrankheit, die in der Legehennenhaltung als besiegt galten, seit einigen Jahren in Alternativhaltungen wieder auftreten (HAFEZ et al., 2001; HAFEZ, 2003; PÖPPEL, 2003). Neben die klassischen Infektionskrankheiten traten zudem in jüngerer Zeit sogenannte Faktorenkrankheiten, die durch verschiedene Umwelteinflüsse begünstigt werden und häufig durch Interaktion verschiedener Erreger zur Erkrankung führen. Da eine optimale Kontrolle der Klima- und Umwelteinflüsse in Alternativhaltungen schwierig ist, gewinnen auch diese an Bedeutung (SCHWARZER, 1994; HOOP, 2002; NEUMANN, 2002; NIGHOT et al., 2003; JAEGER, 2003). Eine Desinfektion der Ausläufe ist nicht wirksam möglich, so dass eine Reinfektion jederzeit erfolgen kann. Ein häufigerer Einsatz von Medikamenten ist die Folge. Allerdings sind nur noch wenige Medikamente für Legehennen zugelassen (SIEGMANN, 1986; ANONYM, 2003). Medikamente für andere Tierarten, die umgewidmet werden müssen, haben teils erhebliche Wartezeiten (essbare Gewebe 28 Tage, Eier 10 Tage), so dass ihr Einsatz ökonomisch fraglich ist. Tierärzte sprechen dann von Therapie-notstand (PÖPPEL, 2003). Andererseits belegen Studien, dass Medikamentenrückstände in Eiern aus alternativen Systemen wesentlich länger nachweisbar sind als bei Eiern aus Käfighaltung, da die Tiere die Rückstände mit dem Kot wieder aufnehmen (SIEGMANN, 1986). In alternativen Haltungssystemen kommt daher der Prophylaxe besondere Bedeutung zu. Dazu gehören neben optimalem Futter, guten Stallklimabedingungen und vorbeugenden Hygienemaßnahmen vor allem umfassende Schutzimpfungen, die Trennung von Altersgruppen und das Rein-Raus-Verfahren (HAFEZ, 2003).

Auch parasitäre Erkrankungen treten in alternativen Haltungssystemen sehr häufig auf (ELLENDORF, 1997; KANSWOHL et al., 2003). Neben der Roten Vogelmilbe, die als Ektoparasit in allen Haltungssystemen gefunden wird, wirken vor allem Endoparasiten nachteilig auf die Tiergesundheit und die Leistung. Auch hier erfolgt eine Verbreitung im Bestand durch Kontakt mit dem Kot. Da die Wurmeier in der Umwelt sehr widerstandsfähig sind und eine Bekämpfung im Auslauf nicht sehr wirkungsvoll ist, ist auch hier das Problem bei Freilandhaltung gegenüber reiner Stallhaltung verschärft (MORGENSTERN, 1995; ACHILLES et al., 2002). Die Notwendigkeit regelmäßig zu entwurmen ist die Folge, wobei dies besonders bei Biobetrieben, bei denen eine doppelte Wartezeit auf synthetische Mittel vorgeschrieben ist (bei Mitteln ohne Wartezeit zwei Tage), zu hohen wirtschaftlichen Einbußen führt.

4.4.2.3 Federpicken und Kannibalismus

Federpicken kann in allen Haltungsformen beobachtet werden. Als Auslöser werden neben einer genetischen Disposition (DAMME, 2003) das Fehlen von Beschäftigungsmaterial, ungeeignete Struktur oder Zusammensetzung des Futters, hohe Besatzdichten, ungünstiges Stallklima und hohe Schadgasgehalte sowie Befall mit Ektoparasiten genannt. Auch das Auftreten solcher Faktoren in der Aufzucht kann die Ursache des Federpickens während der Legeperiode sein. Aggressives Picken kann dazu führen, dass die Tiere fast völlig nackt sind, was einen höheren Wärmeverlust und damit erhöhten Futtermittelverbrauch nach sich zieht. Entstehen beim Federpicken blutige Stellen kann dies zu Kannibalismus führen (GEISER, 2001; KEPPLER, 2003). In der Regel beginnen einzelne Tiere mit dem Picken. Durch Lerneffekte kann sich dieses Verhalten jedoch auf die ganze Herde übertragen (ANONYM, 2001). Tritt Kannibalismus auf, ist dies nur schwer in den Griff zu bekommen und ist oftmals mit hohen Verlusten verbunden. Als Gegenmaßnahme wird eine Reduzierung der Lichtintensität oder das Ersetzen von Weiß- durch Rotlicht sowie die ergänzende Verabreichung von Mineralstofflösungen empfohlen. Das Anbieten erhöhter Sitzstangen (GEISER, 2001) und von Auslauf (MAHBOUB et al., 2002) scheint Federpicken entgegenzuwirken. Die Züchtung von Linien, die nicht zu Federpicken und Kannibalismus neigen scheint sowohl aus genetischer Sicht als auch aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus äußerst schwierig und dürfte nur mittel- bis langfristig um- und durchsetzbar sein.

Neben einer optimalen Umweltgestaltung, dem Anbieten von Beschäftigungsmaterial möglichst ab dem ersten Lebenstag (HADORN, 2002) und der Gabe von bedarfsgerechtem Futter, das zudem längere Zeit für die Futteraufnahme beansprucht, wird daher für alternative Haltungssysteme aus tierschutzrechtlichen Gründen ein Kürzen der Schnäbel im Kükenalter empfohlen. Diese Maßnahme ist allerdings aus eben dem gleichen Grund heraus wiederum umstritten, da den Tieren bei diesem Eingriff Schmerzen zugefügt werden (MÜLLER, 1999; GEISER, 2001). Tritt jedoch Federpicken auf, sind die Schäden am Federkleid und das Verletzungsrisiko erheblich reduziert, wodurch auch das Auftreten von Kannibalismus und damit verbundenen hohen Verlusten eingeschränkt wird. (HADORN, 2000; DAMME, 2001; DAMME, 2003).

4.4.2.4 Sonstige Aspekte der Tiergesundheit

Bei der Betrachtung alternativer Haltungssysteme werden noch viele weitere Faktoren, die den Allgemeinzustand der Tiere beschreiben oder beeinflussen, in der Literatur genannt. So nimmt der Futterverbrauch von der Käfighaltung über die Bodenhaltung zur Freilandhaltung auf Grund von höherer Bewegungsaktivität und niedrigeren Umgebungstemperaturen zu (DAMME, 2003). Eine bedarfsgerechte Versorgung der Tiere mit essentiellen Aminosäuren wird insbesondere in der ökologischen Hühnerhaltung als schwierig bezeichnet. Als Folge treten hier häufiger unterernährte Tiere auf (PETERMANN, 2003). Durch die höhere Bewegungsaktivität ist die Stabilität der Knochen erhöht (LEYENDECKER et al., 2001; LEYENDECKER et al., 2002). In Volieren wurden jedoch zahlreiche

Brustbeinbrüche beobachtet, vermutlich als Folge missglückter Anflugversuche (BESSEI et al., 1998). Da sich in größeren Gruppen keine stabile Rangordnung ausbilden kann, kommt es häufig zu aggressiven Auseinandersetzungen, was für die Tiere erhöhten Stress bedeutet (LOICK, 1996; KARAAGAC et al., 2003; PUPPE, 2003).

4.4.3 Material und Methode

Die Datenerfassung erfolgte nach einem festgelegten Versuchsplan, der den örtlichen Gegebenheiten entsprechend umgesetzt wurde. In die Erhebungen einbezogen wurden auch Teildurchgänge und verwertbare Daten früherer Durchgänge, um eine größere Fülle an Daten zu erhalten.

Bei Einstellung wurden zwanzig Tiere gewogen und Blutproben gezogen, um in Verbindung mit dem Aufzuchtimpfprogramm den serologischen Status zu bestimmen. Im Verlauf des Durchgangs wurde vierteljährlich eine Herdenbeurteilung vorgenommen. Die Beurteilung des Gefiederzustands erfolgte dabei nach folgendem Punkteschlüssel:

- 1 = völlig intaktes Gefieder;
- 2 = leichte Gefiederschäden;
- 3 = mittlere Gefiederschäden, kleinere nackte Körperpartien;
- 4 = starke Gefiederschäden, große nackte Körperpartien.

Für die spätere Auswertung wurden diese Noten mit dem jeweiligen Anteil der Tiere multipliziert und diese Werte dann zu einem Befiederungsindex addiert. Darüber hinaus wurde das Tierverhalten, die Kotkonsistenz, der Anteil verschmutzter Tiere und die Beschaffenheit der Einstreu dokumentiert. Stall und Tiere wurden auf das Vorhandensein von Milben, Federlingen, Fliegen und Käfern überprüft. Außerdem wurde vermerkt, ob in der Einstreu Federn vorhanden waren oder nicht, um Hinweise auf Federfressen zu erhalten. Zudem wurden Kotproben entnommen und auf Wurmeier und Kokzidienoozysten untersucht, um den parasitologischen Status zu bestimmen. Am Ende des Durchganges wurden zwanzig zufällig ausgewählte Tiere einer Einzeltierbeurteilung unterzogen. Dabei wurden Größe und Farbe der Kopfanhänge bewertet, die Krallenlänge der Mittelzehe und die Länge des Schnabelüberstandes gemessen, der Gefiederzustand wie bei der Herdenbeurteilung beurteilt und die Tiere auf Pickverletzungen, fehlende Zehen, Ballenveränderungen, Gefiederverschmutzung, Ernährungszustand, Depigmentierung von Schnabel und Ständern sowie Legetätigkeit untersucht.

Anschließend wurden die Tiere gewogen und Blutproben gezogen, um den serologischen Status zu bestimmen. Die Tiere wurden dann getötet und eine pathologisch-anatomische Untersuchung durchgeführt. Neben der makroskopischen Untersuchung der inneren Organe wurden dabei Tupfer von Lebern und auffälligen Organen für die bakteriologische Untersuchung gezogen.

Bei allen Herden wurde darüber hinaus die Einstallungstierzahl, das Einstaltungsalter, das Ausstellungsalter, die Nutzungsdauer sowie die Art und Häufigkeit von Prophylaxemaßnahmen (Impfungen, Vitamingaben etc.) und Behandlungen (Antibiotika, Entwurmung), aber auch Milbenbekämpfung erfasst. Die Milbenbekämpfung ist keine Behandlung, da kein zugelassenes Arzneimittel auf dem Markt ist. Es kann nur die Stalleinrichtung bzw. ein unbelegter Stall in die Maßnahme einbezogen werden. Legeleistung und Verluste wurden den Legelisten bzw. den Schlachtprotokollen entnommen. Eine qualitative Erfassung der Abgangsursachen wurde nicht durchgeführt. Wo möglich, wurde auch der Anteil verlegter Eier und der Anteil von Knick- und Schmutzeiern sowie der Futter- und Wasserverbrauch erfasst.

Die Auswertung der Daten erfolgte deskriptiv durch Bildung von Mittelwerten, Berechnung von Standardabweichungen und Häufigkeiten. Verglichen wurden die Ergebnisse hinsichtlich der Varianten:

- Bodenhaltung / Voliere
- mit Kaltscharrum / ohne Kaltscharrum
- mit Freiland / ohne Freiland
- kupiert / unkupiert
- Weißleger / Braunleger
- Tageslicht / Kunstlicht im Stall
- Einstreu / Ganzrost

sowie teilweise nach:

- Legestatus
- Jahreszeit
- Herdengröße

Auf eine Absicherung durch statistische Tests und eine mehrfaktorielle Auswertung wurde wegen der großen Varianz und der Vielzahl an Einflussgrößen bei Felderhebungen weitgehend verzichtet.

4.4.4 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse

4.4.4.1 Ergebnisse

4.4.4.1.1 Allgemein

In die Auswertung flossen Daten aus 49 Herden von 17 Betrieben ein, wobei bei einzelnen Parametern und bei vielen Teildurchgängen Datenlücken bestehen. Es überwogen die Braunleger mit 35 Herden gegenüber Weißlegern mit acht Herden und gemischten Herden (sechs) sowie kupierte Herden mit 39 Herden gegenüber unkupierten mit zehn Herden.

Die Einstallungstierzahl betrug im Mittel 4 757 Tiere. Die Nutzungsdauer reichte von 234 bis 519 Tagen mit einem Mittel von 368 Tagen, wobei die Herden mit Freiland mit 380 Tagen im Mittel

sogar etwas länger genutzt wurden als Herden ohne Freiland. Tabelle 4-1 gibt einen Überblick über Einstallungsalter, Einstaltungstierzahl und Ausstellungsalter, Tabelle 4-2 über die Nutzungsdauer.

Tabelle 4-1: Einstallungsalter, Einstaltungstierzahl und Ausstellungsalter

	Einstallungsalter	Einstaltungstierzahl	Ausstellungsalter
	[Tage]		[Tage]
Mittelwert	129	4 757	493
Median	128	1 748	484
Standardabweichung	9	6 034	52
Minimum	84	300	357
Maximum	140	19 998	644
n =	43	48	40

Tabelle 4-2: Nutzungsdauer

Nutzungsdauer	gesamt	mit Freiland	ohne Freiland
	[Tage]	[Tage]	[Tage]
Mittelwert	368	380	348
Median	353	360	351
Standardabweichung	57	60	46
Minimum	234	283	234
Maximum	519	519	434
n =	35	22	13

Die Tiergewichte bei Einstaltung lagen im Mittel bei 1 418 g. Braunleger waren im Mittel etwas schwerer als Weißleger, auch zeigte sich eine sehr große Varianz zwischen den Herden (Tabelle 4-3). Bei Ausstallung lagen die Gewichte bei Weißlegern im Mittel bei 1 755 g, bei Braunlegern bei 1 923 g. Auch hier war die Varianz zwischen den Herden relativ groß. Zwischen Herden mit Freiland und Herden ohne Freiland ergaben sich keine deutlichen Unterschiede (Tabelle 4-4).

Tabelle 4-3: Einstellungsgewichte

Einstellungsgewichte	gesamt	braun	weiß
	[g]	[g]	[g]
Mittelwert	1 418	1 442	1 310
Median	1 322	1 342	1 310
Standardabweichung	247	269	6
Minimum	1 106	1 106	1 306
Maximum	1 930	1 930	1 315
n =	11	9	2

Tabelle 4-4: Ausstallungsgewichte

	gesamt	Freiland		Hybridherkunft	
		mit	ohne	weiß	braun
	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]
Mittelwert	1 921	1 914	1 933	1 755	1 923
Median	1 891	1 886	1 891	1 754	1 898
Standardabweichung	211	227	192	113	199
Minimum	1 613	1 613	1 682	1 623	1 613
Maximum	2 408	2 408	2 216	1 891	2 216
n =	25	16	9	4	18

Futter und Wasserverbrauch konnten aus betriebstechnischen Gründen nur bei wenigen Herden und nur relativ ungenau ermittelt werden. Der durchschnittliche Wasserverbrauch je Durchschnittshenne und Tag bei acht gemessenen Herden lag bei 0,22 l mit einer Schwankungsbreite von 0,2 bis 0,25 l. Der Futterverbrauch lag im Mittel bei 126 g je Durchschnittshenne und Tag (Tabelle 4-5), wobei 13 der 15 Herden Zugang zu Freiland hatten und es sich bis auf eine Ausnahme um Braunleger handelte.

Tabelle 4-5: Futter- und Wasserverbrauch

	Futterverbrauch	Wasserverbrauch
	je Durchschnittshenne	je Durchschnittshenne
	[g/Tag]	[l/Tag]
Mittelwert	126,0	0,22
Median	125,0	0,22
Standardabweichung	7,6	0,02
Minimum	114,1	0,20
Maximum	140,0	0,25
n =	15,0	8,0

4.4.4.1.2 Legeleistung, verlegte Eier, Knick- und Schmutzeier

Die Legeleistung wurde von der 21. bis zur 68. Lebenswoche von allen Herden ermittelt, um die Ergebnisse vergleichen zu können. Die Werte lagen zwischen 64,4 und 92,5 % je Durchschnittshenne, wobei im Mittel 79,7 % erreicht wurden. Großen Einfluss hatte die Hybridherkunft. Weißlegerherden erreichten im Mittel eine Legeleistung von 89,4 % je Durchschnittshenne, Braunlegerherden lediglich 77,0 %. Herden in Ganzrostställen schnitten mit 86,3 % deutlich besser ab als Herden in Systemen mit Einstreu im Stall, die im Mittel bei 78,1 % lagen. Allerdings handelte es sich bei den Ganzrostställen überwiegend um Weißleger, so dass ein beträchtlicher Einfluss der Hybridherkunft vorliegen dürfte (Tabelle 4-6). Ställe mit Kaltscharrraum erreichten mit 82,3 % eine tendenziell höhere Legeleistung als Ställe ohne Kaltscharrraum (74,8 %). Zwischen Systemen mit oder ohne Freiland, mit Kunstlicht oder mit Tageslicht im Stall bzw. mit Voliere oder mit Bodenhaltung gab es hingegen nur geringe Unterschiede.

Tabelle 4-6: Legeleistung/Durchschnittshenne von der 21.-68. Lebenswoche

	gesamt	Einstreu	Ganzrost	Kaltscharrraum		Hybridherkunft		
				mit	ohne	weiß	braun	gemischt
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Mittelwert	79,7	78,1	86,3	82,3	74,8	89,4	77,0	79,0
Median	79,3	78,1	88,5	83,0	76,5	89,8	77,3	77,9
Standardabweichung	7,6	7,2	5,5	6,7	6,8	2,4	6,9	3,1
Minimum	64,4	64,4	76,8	64,4	65,4	85,7	64,4	76,5
Maximum	92,5	92,5	90,6	92,5	85,7	92,5	87,3	83,5
n =	31,0	25,0	6,0	20,0	11,0	6,0	21,0	4,0

Der Anteil verlegter Eier lag zwischen 0,1 und 16,9 % (Mittelwert 3,6 %) über die gesamte Legeperiode. Erwartungsgemäß lag der Wert in Ganzrostställen deutlich niedriger als in Systemen mit Einstreu im Stall. Auch erreichten die Weißleger bessere Werte als Braunleger und gemischte Herden. Insgesamt war die Streuung über alle Varianten sehr groß (Tabelle 4-7).

Tabelle 4-7: Anteil verlegter Eier über die Legeperiode von der 21.-68. Lebenswoche

	gesamt	Einstreu	Ganzrost	Hybridherkunft		
				braun	weiß	gemischt
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Mittelwert	3,6	4,4	0,5	4,5	1,3	2,1
Median	2,0	2,2	0,5	2,2	0,6	2,1
Standardabweichung	4,8	5,1	0,3	5,5	1,7	0,1
Minimum	0,1	0,5	0,1	0,1	0,4	2,0
Maximum	16,9	16,9	0,7	16,9	3,8	2,2
n =	21,0	17,0	4,0	15,0	4,0	2,0

Der Anteil von Knick- und Schmutzeiern über die gesamte Legeperiode lag zwischen 0,7 und 4,8 % (Mittelwert 2,0 %), wobei die Unterschiede zwischen den Systemen gering waren (Tabelle 4-8).

Tabelle 4-8: Anteil Knick- und Schmutzeier über die Legeperiode von der 21.-68. Lebenswoche

	gesamt	Bodenhaltung	Voliere	Freiland	
				mit	ohne
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Mittelwert	2,0	2,5	1,5	2,1	1,9
Median	1,6	1,9	1,6	1,7	1,2
Standardabweichung	1,3	1,7	0,4	1,2	1,6
Minimum	0,7	0,9	0,7	0,7	0,9
Maximum	4,8	4,8	2,0	4,8	4,3
n =	12,0	6,0	6,0	8,0	4,0

4.4.4.1.3 Verluste

Die Verluste wurden für den 1. bis 12. Legemonat den Legelisten entnommen, um eine einheitliche Basis zu erhalten. Insgesamt lagen die Verluste im Mittel bei 11,8 %. Die beobachtete Streuung von 3,3 – 36,8 % ist überraschend groß. Ganzrostställe lagen mit 6,5 % Mortalität im Mittel deutlich besser als Ställe mit Einstreu im Stall mit 13,2 %. Auch bei Ställen mit Kaltscharrraum waren die Verluste deutlich geringer als bei Ställen ohne Kaltscharrraum. Bei kupierten Herden lagen die Gesamtverluste im Mittel niedriger als bei unkupierten, jedoch trat der Maximalwert von 36,8 % bei einer kupierten Herde auf. Die Unterschiede zwischen Systemen mit Bodenhaltung oder Voliere, Tageslicht oder Kunstlicht im Stall, mit oder ohne Freiland sowie zwischen Weißlegern und Braunlegern waren gering. Auf Grund dieser Tatsache und der enormen Schwankungsbreite war eine endgültige Beurteilung schwierig (Tabelle 4-9).

Tabelle 4-9: Gesamtverluste 1.-12. Legemonat

	gesamt	Einstreu	Ganzrost	Kaltscharrraum		Freiland		kupiert	unkupiert
				mit	ohne	mit	ohne		
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Mittelwert	11,8	13,2	6,5	9,1	16,8	11,2	12,5	11,3	14,3
Median	9,2	10,3	5,2	8,1	14,5	10,3	8,3	8,9	13,6
Standardabweichung	7,7	7,9	3,9	4,1	10,4	4,7	10,5	7,4	9,5
Minimum	3,3	5,2	3,3	3,3	5,2	5,5	3,3	3,3	3,5
Maximum	36,8	36,8	13,6	18,5	36,8	23,4	36,8	36,8	28,0
n =	29,0	23,0	6,0	19,0	10,0	16,0	13,0	24,0	5,0

Bei den Verlusten in Systemen mit Freiland muss allerdings berücksichtigt werden, dass Tiere die im Auslauf abgehen häufig nicht gefunden werden und folglich in obiger Tabelle nicht in vollem Umfang berücksichtigt sind. Der Vergleich der auf der Legeliste vermerkten Verluste und den Schlachtprotokollen ergab bei einigen Betrieben eine Annäherung an das Ausmaß der Verluste im Freiland. Die Höhe der „Freilandverluste“ lag danach zwischen 0,8 und 12,5 %, wobei die Herdengröße eine entscheidende Rolle spielt und die absoluten Zahlen aussagekräftiger sind. Danach lag die Zahl zwischen 96 und 445 Tieren (Tabelle 4-10).

Tabelle 4-10: Freilandverluste über die gesamte Legeperiode

	[%]	absolut
Mittelwert	5,1	228
Median	2,1	238
Standardabweichung	5,5	128
Minimum	0,8	96
Maximum	12,5	445
n =	6,0	6

In der Regel stiegen die Verluste zum Ende der Legeperiode hin deutlich an (Tabelle 4-11). Auch hier sind jedoch die Freilandverluste nicht berücksichtigt.

Tabelle 4-11: Monatliche Verluste 1.-12. Legemonat

Legemonat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
gesamt	0,3	0,7	0,7	1,1	0,7	1,1	1,2	1,1	1,0	1,2	1,3	1,5
Bodenhaltung	0,3	0,7	0,6	1,2	0,6	1,1	1,2	1,1	1,0	1,2	1,3	1,1
Voliere	0,3	0,7	0,9	0,8	0,9	1,0	1,2	1,1	1,0	1,2	1,3	2,2
Einstreu	0,3	0,7	0,8	1,2	0,8	1,2	1,4	1,3	1,1	1,4	1,4	1,6
Ganzrost	0,2	0,4	0,3	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,8	1,1
Tageslicht im Stall	0,3	0,6	0,7	1,5	0,8	1,1	1,6	1,6	1,4	1,7	1,5	0,9
Kunstlicht im Stall	0,2	0,7	0,7	0,8	0,7	1,0	0,9	0,8	0,8	0,9	1,1	1,8
ohne Kaltscharrraum	0,4	1,0	1,2	1,9	0,9	1,6	1,7	1,5	1,2	2,0	1,8	1,6
mit Kaltscharrraum	0,2	0,5	0,4	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	1,0	1,4
ohne Freiland	0,4	0,8	0,8	1,2	0,6	1,1	1,4	1,0	0,9	1,3	1,4	1,4
mit Freiland	0,2	0,5	0,6	0,9	0,8	1,0	1,0	1,2	1,1	1,2	1,2	1,5
unkupiert	0,3	0,7	0,5	1,2	0,6	1,1	2,7	2,1	1,1	1,9	1,2	0,9
kupiert	0,3	0,7	0,8	1,0	0,7	1,0	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6
braun	0,3	0,7	0,8	1,1	0,7	1,1	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	1,7
weiß	0,4	0,7	0,5	1,1	0,6	1,1	1,6	1,2	0,7	1,1	0,9	0,9
gemischt	0,2	0,3	0,3	0,6	0,8	0,6	2,7	2,1	1,6	1,6	0,9	0,8

4.4.4.1.4 Prophylaxe und Behandlung

Bei der Impfprophylaxe kamen die Betriebe flächendeckend der Impfpflicht gegen ND nach, wobei 64,6 % der Herden IB/ND-adsorbatgeimpft waren (bei Umstallung intramuskulär vakziniert) und 35,4 % vierteljährlich über das Trinkwasser nachgeimpft wurden. Die Durchführung des Aufzuchtimpfprogrammes war regional unterschiedlich. So wurden folgende Impfungen nur bei einem Teil der Herden durchgeführt:

- Impfung gegen Kokzidien
- Impfung gegen E. coli
- Impfung gegen das Virus des EDS
- Impfung gegen die Mycoplasrose (MG)

Das Impfprogramm in der Aufzucht entsprach ansonsten im Wesentlichen den zur Zeit gängigen Impfeempfehlungen. Allerdings war nicht allen Betriebsleitern das Impfprogramm ihres Junghennenaufzüchters bekannt.

Durch das serologische Monitoring zeigte sich, dass die Tiere bis zum Ende der Legeperiode einen guten Impfschutz besaßen. Allerdings wurden bei einigen Herden Antikörper gegen Fowl-Adeno-

und Reoviren gefunden, meist bereits bei Einstallung. Die Infektion erfolgte also in den meisten Fällen bereits in der Aufzucht.

Eine Bekämpfung von Schadnagern wurde von 35,3 % der Betriebe regelmäßig und von 23,5 % nach Bedarf durchgeführt, während 41,2 % ganz darauf verzichteten.

Organische Säuren (17,6 %) und Mineralstoffpräparate (29,5 %) setzten vergleichsweise wenige Betriebe zur Prophylaxe ein. Dagegen erhielten 76,5 % der Herden mindestens einmal Vitamingaben.

Eine Antibiotikabehandlung musste bei 27,4 % der Herden ein- oder mehrmals durchgeführt werden, wobei Freilandhaltungen mit 35,7 % gegenüber Systemen ohne Freiland (17,3 %) deutlich häufiger betroffen waren. Bei der Entwurmung ergab sich ein ähnliches Bild. So wurden 15,6 % der Herden ein- oder mehrmals entwurmt. Dabei lagen die Freilandhaltungen mit 25,0 % deutlich vor den Systemen ohne Freiland mit nur 3,6 %. In beiden Merkmalen scheint die Herdengröße einen Einfluss auf die Behandlungshäufigkeit gehabt zu haben.

Bei Ganzrostställen wurden während des Beobachtungszeitraums weder Antibiotika eingesetzt noch eine Entwurmung durchgeführt (Tabelle 4-12). In allen Fällen wurden ausschließlich Mittel ohne Wartezeiten verwendet.

Tabelle 4-12: Anteil der mit Antibiotika und Antiparasitaria behandelten Herden

	gesamt	Freiland		Einstreu	Ganzrost	Herdengröße		
		mit	ohne			<3 000	3 000 – 10 000	>10 000
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Antibiotika	27,4	35,7	17,3	35,0	0,0	6,5	70,0	62,5
Antiparasitaria	15,6	25,0	3,6	20,0	0,0	12,9	20,0	25,0
n =	51,0	28,0	23,0	40,0	11,0	31,0	10,0	8,0

4.4.4.1.5 Bakteriologie

Bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung an zwanzig Tieren bei Ausstallung wurden von den inneren Organen (in der Regel von der Leber) und von auffälligem Gewebe Tupfer bakteriologisch untersucht, wobei teilweise vier bis fünf Tiere gepoolt wurden. 82,7 % der untersuchten Tupfer waren negativ, bei 10,7 % wurde eine unspezifische Keimflora nachgewiesen. Bei 4,4 % der Tupfer wurde E. coli gefunden. Während bei Ganzrostställen kein positiver Nachweis erfolgte, wurden bei Systemen mit Einstreu im Stall bei 4,9 % der Tupfer E. coli nachgewiesen. Auch Herden mit Freilandzugang, mit Kaltscharrraum sowie Volieren wiesen etwas höhere Werte auf. Darüber hinaus wurde bei einem Tier im Darm und bei einem Tier in den Organen Salmonella Enteritidis gefunden. Streptokokken wurden einmal, Pasteurellen zweimal nachgewiesen. In allen Fällen handelte es sich um Ställe mit Freiland, mit Kaltscharrraum und mit Einstreu im Stall. Allerdings dominierte E. coli bei den pathogenen Keimen mit 68,8 % der Befunde deutlich (Tabelle 4-13).

Tabelle 4-13: Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung von inneren Organen bei Ausstallung

	Tupfer	negativ	unspezifisch	E.Coli	sonstige
	n =	[%]	[%]	[%]	[%]
gesamt	248	82,7	10,9	4,4	2,1
Bodenhaltung	141	81,6	14,9	2,8	0,7
Voliere	107	84,1	5,6	6,5	3,8
Einstreu	225	87,1	5,8	4,9	2,2
Ganzrost	23	39,1	60,9	0,0	0,0
Tageslicht im Stall	61	78,7	14,8	4,9	1,7
Kunstlicht im Stall	187	84,0	9,6	4,3	2,1
ohne Kaltscharrraum	90	90,0	6,7	3,3	0,0
mit Kaltscharrraum	158	78,5	13,3	5,1	3,1
ohne Freiland	81	80,2	16,0	3,7	0,0
mit Freiland	167	83,8	8,4	4,8	3,0
unkupiert	18	61,1	38,9	0,0	0,0
kupiert	230	84,3	8,7	4,8	2,2
weiß	33	72,7	21,2	3,0	3,1
braun	201	88,6	7,5	2,0	2,0
<3 000 Tiere	59	52,5	40,7	5,1	1,7
3 000 bis 10 0000 Tiere	91	95,6	2,2	2,2	0,0
>10 000 Tiere	98	88,8	1,0	6,1	4,1

4.4.4.1.6 Parasitologie

Bei der parasitologischen Untersuchung der Kotproben zeigte sich bei Spulwürmern ein deutlicher Anstieg der Nachweishäufigkeit im Verlauf der Legeperiode. Der Anteil positiver Proben stieg von 3,2 % auf 33,3 %. Bei den Haarwürmern zeigte sich ein Anstieg von 0,0 % auf 13,3 %. Bandwurmeier wurden hingegen in keinem Fall gefunden. Die Zahl der kokzidienpositiven Befunde nahm im Verlauf der Legeperiode von 80,6 auf 63,4 % ab. Der Befall mit Spul- und Haarwürmern war bei Freilandhaltungen deutlich höher als bei Systemen ohne Freiland. Dasselbe Bild ergab sich bei Systemen mit Einstreu im Stall gegenüber Ganzrostställen. Dagegen ergaben sich zwischen den sonstigen Einflussfaktoren keine erkennbaren Tendenzen (Tabelle 4-14 bis 4-16).

Tabelle 4-14: Entwicklung des Spulwurmbefalls über die Legeperiode

	gesamt		Freiland				Einstreu		Ganzrost	
			mit		ohne					
	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]
Beginn der Legeperiode	31	3,2	13	7,7	18	0,0	22	4,5	9	0,0
Mitte der Legeperiode	72	20,8	30	33,3	42	11,9	54	24,1	18	11,1
Ende der Legeperiode	30	33,3	20	50,0	10	0,0	25	40,0	5	0,0

n = Anzahl untersuchter Kotproben

Tabelle 4-15: Entwicklung des Haarwurmbefalls über die Legeperiode

	gesamt		Freiland				Einstreu		Ganzrost	
			mit		ohne					
	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]
Beginn der Legeperiode	31	0,0	13	0,0	18	0,0	22	0,0	9	0,0
Mitte der Legeperiode	72	15,3	30	33,3	42	2,4	54	18,5	18	5,6
Ende der Legeperiode	30	13,3	20	20,0	10	0,0	25	16,0	5	0,0

n = Anzahl untersuchter Kotproben

Tabelle 4-16: Entwicklung des Kokzidienbefalls über die Legeperiode

	gesamt		Freiland				Einstreu		Ganzrost	
			mit		ohne					
	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]
Beginn der Legeperiode	31	80,6	13	84,6	18	77,8	22	72,7	9	100,0
Mitte der Legeperiode	72	79,2	30	83,3	42	76,2	54	75,9	18	88,9
Ende der Legeperiode	30	63,4	20	75,0	10	40,0	25	64,0	5	60,0

n = Anzahl untersuchter Kotproben

Bei 44,9 % der bei Ausstellung seziierten Tiere wurde gering- bis hochgradiger Spulwurmbefall festgestellt. Dabei waren Freilandhaltungen mit 50,7 % deutlich stärker betroffen als Systeme ohne Freiland (35,7 %) und dies zudem mit höherem Befallsgrad. Auch bei Ställen mit Einstreu im Stall war der Befall mit 54,8 % und der Befallsgrad sehr hoch. Dagegen wurden bei nur 2,2 % der Tiere aus Ganzrostställen Spulwürmer gefunden. Auch Ställe ohne Kaltscharrraum und kupierte Tiere waren häufiger betroffen. Haarwürmer wurden bei 5,8 % der Tiere festgestellt, wobei hier Ställe ohne Freiland mit 7,6 % stärker betroffen waren als solche mit (4,8 %). Eingestreute Systeme erreichten mit 7,2 % wiederum relativ hohe Werte, während in Ganzrostställen gar keine Haarwürmer gefunden wurden. Ställe ohne Kaltscharrraum und kupierte Tiere waren wiederum häufiger betroffen, auch handelte es sich ausschließlich um Braunleger. Bandwürmer wurden bei 8,6 % der Tiere gefunden, wobei zwischen den Systemen keine deutlichen Unterschiede festzustellen waren, wenn man davon absieht, dass nur Braunleger und nur Bodenhaltungen betroffen waren. Bei 30,1 % der Tiere wurden Blinddarmwürmer gefunden. Dabei war der Wert bei Freilandhaltung mit 42,2 % gegenüber Systemen ohne Freiland mit 10,8 % deutlich erhöht. Während in Ganzrostställen keine Blinddarmwürmer gefunden wurden, lag der Wert in Systemen mit Einstreu im Stall bei 37,0 %. Volieren, Ställe mit Kaltscharrraum, kupierte Tiere und Braunleger waren gegenüber Bodenhaltungen, Ställen ohne Kaltscharrraum, unkupierten Tieren und Weißlegern etwas häufiger betroffen. Kokzidien wurden bei 13,8 % der Tiere nachgewiesen. Dabei waren die Werte in Bodenhaltungen, in Ställen mit Kunstlicht und in Systemen ohne Freiland gegenüber Volieren, Tageslichtställen und Systemen mit Freiland erhöht (Tabelle 4-17).

Tabelle 4-17: Nachweis von Darmparasiten bei pathologisch-anatomischer Untersuchung bei Ausstallung

	gesamt	mit Freiland	ohne Freiland	Einstreu	Ganzrost
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Spulwürmer	44,9	50,7	35,7	54,8	2,2
Haarwürmer	5,8	4,8	7,6	7,2	0,0
Bandwürmer	8,6	9,2	7,6	8,2	10,0
Blinddarmwürmer	30,1	42,2	10,8	37,0	0,0
Kokzidien	13,8	11,2	20,0	13,8	-

4.4.4.1.7 Darmentzündungen

Eine gering- bis hochgradige Darmentzündung wurde bei 27,6 % der untersuchten Tiere festgestellt. Dabei waren mit 35,0 % deutlich mehr Tiere aus Freilandhaltung betroffen als Tiere aus reiner Stallhaltung (15,7 %). Auch Tiere aus Ställen mit Einstreu im Stall wiesen mit 31,9 % gegenüber Ganzrostställen (8,9 %) deutlich höhere Werte auf. Darüber hinaus waren kupierte gegenüber unkupierten und braune gegenüber weißen Tieren häufiger betroffen (Tabelle 4-18). Blutige Darmentzündung wurde nur bei vier, ein Kloakenvorfall bei zwei Einzeltieren festgestellt.

Tabelle 4-18: Nachweis von Darmentzündungen bei pathologisch-anatomischer Untersuchung bei Ausstallung

	gesamt	mit Freiland	ohne Freiland	Einstreu	Ganzrost
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Darmentzündung	27,6	35,0	15,7	31,9	8,9
n =	479,0	294,0	185,0	389,0	90,0

4.4.4.1.8 Ernährungszustand

Der Ernährungszustand wurde anhand des Brustmuskels bei 98,6 % der Tiere als gut bis mäßig eingestuft. Der Anteil abgemagerter Tiere war mit 1,4 % sehr gering. Insgesamt waren in Volieren mit 2,1 % etwas mehr Tiere betroffen als in Bodenhaltung (0,9 %), ebenso in eingestreuten Systemen gegenüber Ganzrostställen und in Ställen mit Freiland bzw. mit Kalscharrraum gegenüber solchen ohne. Kupierte Tiere waren häufiger betroffen als unkupierte und Braunleger häufiger als Weißleger (Tabelle 4-19).

Tabelle 4-19: Ernährungszustand bei Ausstallung

	gesamt	Bodenhaltung	Voliere	Freiland		Einstreu	Ganzrost
				mit	ohne		
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Ernährungszustand gut - mäßig	98,6	99,1	97,9	97,9	100,0	98,3	100,0
abgemagert	1,4	0,9	2,1	2,1	0,0	1,7	0,0
n =	514,0	325,0	189,0	329,0	185,0	424,0	90,0
	gesamt	Hybridherkunft		kupiert	unkupiert		
		braun	weiß				
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		
Ernährungszustand gut - mäßig	98,6	98,3	100,0	98,6	100,0		
abgemagert	1,4	1,7	0,0	1,4	0,0		
n =	514,0	354,0	80,0	424,0	70,0		

Bei der Sektion der Tiere wurde bei 89,5 % ein mittel- bis hochgradiger Bauchfettansatz festgestellt. 71,2 % der Tiere wiesen eine gering- bis hochgradige Leberverfettung auf. Dabei wiesen Tiere aus Ganzrostbodenhaltung zu 100 % einen mittel- bis hochgradigen Bauchfettansatz und zu 96,7 % eine gering- bis hochgradige Leberverfettung auf, während in eingestreuten Systemen nur 86,4 % der Tiere einen mittel- bis hochgradigen Bauchfettansatz und 65,3 % eine gering- bis hochgradige Leberverfettung aufwiesen. Auch Tiere aus Ställen mit Kaltscharrraum hatten häufiger einen deutlichen Bauchfettansatz und eine Leberverfettung als Tiere aus Ställen ohne Kaltscharrraum, ebenso unkupierte Tiere gegenüber kupierten und weiße gegenüber braunen. Während in Herden ohne Freiland 98,8 % der untersuchten Tiere einen mittel- bis hochgradigen Bauchfettansatz und 77,8 % eine Leberverfettung hatten, waren es in Herden mit Freiland nur 82,0 bzw. 67,0 %. Tiere aus Bodenhaltung hatten häufiger Leberverfettung, dagegen wiesen Tiere aus Volierenhaltung häufiger einen mittel- bis hochgradigen Bauchfettansatz auf (Tabelle 4-20 und 4-21).

Tabelle 4-20: Bauchfettansatz bei Ausstallung

	gesamt	Bodenhaltung	Voliere	Freiland		Einstreu	Ganzrost
				mit	ohne		
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Bauchfettansatz mittel - hochgradig	89,5	87,5	93,5	82,0	98,8	86,4	100,0
n =	180,0	120,0	60,0	100,0	80,0	140,0	40,0
	gesamt	Hybridherkunft		kupiert	unkupiert		
		braun	weiß				
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		
Bauchfettansatz mittel - hochgradig	89,5	83,0	100,0	76,4	100,0		
n =	180,0	100,0	40,0	140,0	40,0		

Tabelle 4-21: Leberverfettung bei Ausstallung

	gesamt	Bodenhaltung	Voliere	Freiland		Einstreu	Ganzrost
				mit	ohne		
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Leberverfettung gering - hochgradig	71,2	74,2	65,7	67,0	77,8	65,3	96,7
n =	479,0	310,0	169,0	294,0	185,0	389,0	90,0
	gesamt	Hybridherkunft		kupiert	unkupiert		
		braun	weiß				
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		
Leberverfettung gering - hochgradig	71,2	66,4	95,0	66,5	98,6		
n =	479,0	339,0	80,0	409,0	70,0		

4.4.4.1.9 Legeorgane

Bei Schlachtung waren noch 97,4 % der untersuchten Tiere in Produktion. Mit diesem Wert korrespondiert die Depigmentierung von Schnabel und Ständern bei 98,8 % der Tiere. Der Eierstock war bei 4,8 % der Tiere zurückgebildet oder befand sich in Rückbildung (Tabelle 4-22). Bei 4,3 % der Tiere wurde eine Eileiter-Bauchfell-Entzündung festgestellt. Dabei war der Wert bei Ganzrostställen (6,6 %), Tageslichtställen (7,8 %), Ställen ohne Auslauf (6,0 %), unkupierten Tieren (7,2 %) und bei Weißlegern (8,0 %) erhöht. 2,3 % der Tiere wiesen eine Bauchfellentzündung auf, wobei auch hier Weißleger mit 5,0 % den höchsten Wert erreichten. Bei 1,5 % der Tiere wurden Verwachsungen, bei 7,5 % Eileiterzysten festgestellt. Bei 2,1 % der Tiere wurden Schichteier gefunden. Bei den Eileiterzysten waren auffallend häufig Weißleger betroffen (21,3 %), während nur 5,6 % der Braunleger Zysten aufwiesen. Auch war der Anteil in Volieren mit 11,2 % gegenüber Bodenhaltung mit 5,5 % erhöht (Tabelle 4-23).

Tabelle 4-22: Legetätigkeit und Depigmentierung bei Ausstallung

	gesamt	
	n =	[%]
Legetätigkeit	509	97,4
Depigmentierung Schnabel/Ständer	434	98,8
Eierstock in Rückbildung	479	4,8

Tabelle 4-23: Eileiter-Bauchfellentzündung, Bauchfellentzündung, Zysten und Schichteier bei Ausstallung

	gesamt	Hybridherkunft		Einstreu	Ganzrost
		braun	weiß		
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Eileiter-Bauchfellentzündung	4,3	3,3	8,8	3,9	6,6
Bauchfellentzündung	2,3	1,8	5,0	2,8	0,0
Zyste	7,5	5,6	21,3	7,5	7,8
Schichteier	2,1	1,5	5,0	2,1	2,2
n =	479,0	339,0	80,0	389,0	90,0

Tabelle 4-23: Fortsetzung

	gesamt	Freiland		Bodenhaltung	Voliere
		mit	ohne		
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Eileiter-Bauchfellentzündung	4,3	3,3	6,0	4,6	3,0
Bauchfellentzündung	2,3	1,7	3,2	2,6	1,8
Zyste	7,5	7,8	7,0	5,5	11,2
Schichtei	2,1	1,7	2,7	2,3	1,8
n =	479,0	294,0	185,0	310,0	169,0

Bei 1,9 % der Tiere wurde ein Eierstockstumor diagnostiziert, wobei Braunleger, Tiere aus eingestreuten Systemen, aus Ställen mit Kunstlicht bzw. mit Freilandhaltung häufiger betroffen waren.

4.4.4.1.10 Technopathien

Bei 5,2 % der untersuchten Tiere wurden ein- oder beidseitig Ballendeformationen gefunden. Insbesondere bei Ganzrostställen war die Zahl mit 13,3 % relativ hoch. Dagegen wurden fehlende Zehen nur in einem einzigen Fall festgestellt. Bei Weißlegern traten wesentlich häufiger Ballendeformationen auf als bei Braunlegern. Auch waren häufiger Tiere aus kleineren Herden betroffen (Tabelle 4-24).

Tabelle 4-24: Ballendeformationen bei Ausstellung

	gesamt	Einstreu	Ganzrost	Hybridherkunft		Herdengröße		
				Weiß	braun	<3 000	3 000 – 10 000	>10 000
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Ballendeformationen	5,2	3,4	13,3	15,0	3,5	7,5	1,8	3,1
n =	504,0	414,0	90,0	80,0	344,0	245,0	108,0	125,0

Bei 1,5 % der Tiere wurden Brustblasen gefunden, wobei überproportional viele Tiere aus Ganzrostställen (5,6 %) betroffen waren. Auch Weißleger (3,8 %), unkupierte Tiere (4,3 %) und Tiere aus Ställen ohne Freilandzugang (3,2 %) waren stärker betroffen. Brustbeinverkrümmungen traten bei 12,3 % der Tiere auf. In Tageslichtställen bzw. Ganzrostställen war der Wert erhöht. Zudem waren Weißleger und unkupierte Tiere stärker betroffen. Bei 7,4 % der Tiere wurden ein- oder mehrfache Brustbeinbrüche diagnostiziert. Dabei lag der Wert mit 12,5 % in Volieren deutlich höher als in Bodenhaltung mit 4,5 %. Auch in Ganzrostställen, Tageslichtställen und in Ställen mit Kalscharrraum war der Wert erhöht (Tabelle 4-25).

Tabelle 4-25: Brustblasen, Brustbeinverkrümmungen und Brustbeinbrüche bei Ausstallung

	gesamt	Bodenhaltung	Voliere	Einstreu	Ganzrost	Kunstlicht	Tageslicht
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Brustblase	1,5	2,3	0,0	0,5	5,6	1,3	1,7
Brustbeinverkrümmung	12,3	12,6	11,8	11,1	17,8	4,7	25,0
Brustbeinbruch	7,4	4,5	12,5	6,4	11,1	5,4	10,5
n =	479,0	310,0	169,0	389,0	90,0	299,0	180,0
	gesamt	Kaltscharrraum		Freiland		Hybridherkunft	
		mit	ohne	mit	ohne	weiß	braun
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Brustblase	1,5	1,8	0,7	0,3	3,2	3,8	1,2
Brustbeinverkrümmung	12,3	13,9	8,6	10,5	15,1	13,8	9,4
Brustbeinbruch	7,4	9,5	2,1	7,5	7,0	6,3	4,1
n =	479,0	339,0	140,0	294,0	185,0	80,0	339,0

4.4.4.1.11 Pickverletzungen

Pickverletzungen wurden hauptsächlich am Kamm festgestellt. 19,6 % der untersuchten Tiere wiesen Pickverletzungen am Kamm auf, 4,3 % am Rücken. In Herden mit Kaltscharrraum bzw. mit Freiland wurden deutlich weniger Pickverletzungen am Kamm gefunden als in Herden ohne Kaltscharrraum bzw. ohne Freiland. Dagegen bestand kein Unterschied zwischen kupierten und unkupierten Herden. Allerdings fanden sich bei unkupierten Herden mehr als doppelt so viele Tiere mit Pickverletzungen am Rücken wie bei kupierten. Während Weißleger mehr Pickverletzungen am Kamm aufwiesen als Braunleger, traten Pickverletzungen am Rücken nur bei Braunlegern auf. 1,7 % der Tiere hatten Pickverletzungen an der Kloake, wobei diese Tiere alle kupiert waren. Es handelte sich dabei ausschließlich um Braunleger, wobei fast alle aus Bodenhaltung mit Kaltscharrraum, Einstreu und Tageslicht im Stall kamen. Zehenverletzungen wurden dagegen in keinem Fall festgestellt (Tabelle 4-26).

Tabelle 4-26: Pickverletzungen an Kamm, Rücken und Kloake bei Ausstallung

	gesamt		kupiert		unkupiert		Kunstlicht im Stall		Tageslicht im Stall	
	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]
Kamm	514	19,6	424	17,7	70	17,1	319	22,3	195	15,4
Rücken	514	4,3	424	2,4	70	5,7	319	3,4	195	5,6
Kloake	479	1,7	409	2,0	70	0,0	299	0,3	180	3,9
	gesamt		Bodenhaltung		Voliere		mit Freiland		ohne Freiland	
	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]	n =	[%]
Kamm	514	19,6	325	21,2	189	16,9	329	15,2	185	27,6
Rücken	514	4,3	325	3,4	189	5,8	329	4,0	185	4,9
Kloake	479	1,7	310	2,6	169	0,0	294	1,7	185	1,6

4.4.4.1.12 Gefiederzustand

Der Gefiederzustand wurde erwartungsgemäß im Verlauf der Legeperiode schlechter. So nahm der Befiederungsindex von 1,0 zu Beginn der Legeperiode über 2,0 in der Mitte auf 2,8 am Ende zu. Während zu Beginn keine Unterschiede ersichtlich waren, ergaben sich in der Mitte und am Ende der Legeperiode teils deutliche Differenzen. So lag der Befiederungsindex bei den kupierten Herden bei 1,9 bzw. 2,8, bei den unkupierten Herden dagegen bei 2,5 bzw. 3,3. Auch bezüglich der Beleuchtung im Stall gab es deutliche Unterschiede. So lag der Befiederungsindex bei Ställen mit Kunstlicht bei 1,7 bzw. 2,6 und bei Tageslichtställen bei 2,3 bzw. 3,1. Braunleger wurden etwas schlechter beurteilt als Weißleger. Auch waren die Tiere in Bodenhaltung tendenziell etwas schlechter befiedert als in Volierensystemen, ebenso in Systemen ohne Freiland gegenüber Systemen mit Freiland sowie in Ganzrostställen gegenüber Systemen mit Einstreu im Stall. Das Vorhandensein eines Kaltscharrtraumes hatte keine Auswirkungen auf den Gefiederzustand (Tabelle 4-27).

Tabelle 4-27: Entwicklung des Gefiederzustandes über die Legeperiode

	gesamt	kupiert	unkupiert	Kunstlicht im Stall	Tageslicht im Stall
Beginn der Legeperiode	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Mitte der Legeperiode	2,0	1,9	2,5	1,7	2,3
Ende der Legeperiode	2,8	2,8	3,3	2,6	3,1

	gesamt	Freiland		Bodenhaltung	Voliere
		mit	ohne		
Beginn der Legeperiode	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Mitte der Legeperiode	2,0	1,9	2,2	2,1	1,8
Ende der Legeperiode	2,8	2,7	3,1	2,8	2,8

Befiederungsindex 1,0 = keine Gefiederschäden
 Befiederungsindex 4,0 = schwere Gefiederschäden

Die Gefiederbeurteilung bei zwanzig Einzeltieren bei der Ausstellung bestätigte im Wesentlichen das Bild der Herdenbeurteilungen. Der Befiederungsindex lag im Mittel bei 2,6, wobei die schlechteste Herde bei 4,0 lag, wogegen die beste immer noch mit 1,0 bewertet wurde. Kupierte Herden lagen im Mittel bei 2,6, unkupierte dagegen bei 3,2. Herden aus Ställen mit Kunstlicht erreichten einen Mittelwert von 2,3, Herden aus Tageslichtställen 3,2. Zwischen Braun- und Weißlegern konnten nur noch geringfügige Unterschiede gefunden werden. Tiere in Ganzrostställen waren etwas schlechter befiedert als Tiere in Systemen mit Einstreu im Stall. Ebenso war der Gefiederzustand bei Bodenhaltung gegenüber Volierenhaltung, bei Systemen ohne Freiland gegenüber Freilandhaltungen und bei Ställen mit Kaltscharrtraum gegenüber Ställen ohne Kaltscharrtraum etwas schlechter. Kleine Herden wurden zudem etwas schlechter beurteilt als große (Tabelle 4-28).

Tabelle 4-28: Gefiederzustand bei Ausstallung

	gesamt	kupiert	unkupiert	Kunstlicht im Stall	Tageslicht im Stall	Einstreu	Ganzrost
Mittelwert	2,6	2,6	3,2	2,3	3,2	2,5	3,1
Median	2,7	2,6	3,4	2,4	3,4	2,5	3,4
Standardabweichung	0,9	0,9	0,6	0,8	0,8	0,9	0,6
Minimum	1,0	1,0	2,4	1,0	1,3	1,0	2,4
Maximum	4,0	4,0	3,7	3,7	4,0	4,0	3,7
n =	28,0	24,0	4,0	17,0	11,0	23,0	5,0

	gesamt	Freiland		Bodenhaltung	Voliere	Hybridherkunft	
		mit	ohne			braun	weiß
Mittelwert	2,6	2,6	2,8	2,7	2,5	2,6	2,6
Median	2,7	2,4	3,2	2,9	2,5	2,4	2,6
Standardabweichung	0,9	0,8	1,0	1,0	0,7	1,0	0,7
Minimum	1,0	1,3	1,0	1,0	1,4	1,0	1,8
Maximum	4,0	4,0	3,7	4,0	3,6	4,0	3,4
n =	28,0	18,0	10,0	18,0	10,0	20,0	4,0

Befederungsindex 1,0 = keine Gefiederschäden
 Befederungsindex 4,0 = schwere Gefiederschäden

4.4.4.1.13 Federfressen

Das Fehlen von Federn in der Einstreu wurde als Hinweis auf Federpicken und Federfressen gewertet. Dabei zeigte sich, dass die Zahl der Herden, bei denen keine Federn in der Einstreu vorhanden waren über die Legeperiode zunahm. Auch zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang mit dem Gefiederzustand. Herden, bei denen Federn in der Einstreu zu finden waren, waren besser befiedert als solche, bei denen keine Federn in der Einstreu vorhanden waren (Tabelle 4-29 und 4-30).

Tabelle 4-29: Federn in der Einstreu, Entwicklung über die Legeperiode

		keine	wenig	viel
	n =	[%]	[%]	[%]
Beginn der Legeperiode	30	16,7	36,7	46,7
Mitte der Legeperiode	75	20,0	37,3	42,7
Ende der Legeperiode	34	35,3	38,2	26,5

Tabelle 4-30: Federn in der Einstreu und Gefiederzustand, Entwicklung über die Legeperiode

Beginn der Legeperiode	n =	Befiederungsindex
keine Federn in Einstreu	5	1,0
wenig Federn in Einstreu	1	1,1
viel Federn in Einstreu	14	1,0
Mitte der Legeperiode	n =	Befiederungsindex
keine Federn in Einstreu	15	2,5
wenig Federn in Einstreu	27	2,0
viel Federn in Einstreu	32	1,7
Ende der Legeperiode	n =	Befiederungsindex
keine Federn in Einstreu	12	2,9
wenig Federn in Einstreu	13	3,0
viel Federn in Einstreu	9	2,3

Bei 7,9 % der bei Ausstellung seziierten Tiere wurden Federn im Verdauungstrakt gefunden. Dabei trat dieses Problem in Ganzrostställen mit 15,6 % gegenüber Ställen mit Einstreu im Stall (6,2 %), in Tageslichtställen (11,7) gegenüber Ställen mit Kunstlicht (5,7 %) und in Ställen ohne Freiland (11,9 %) gegenüber Freilandhaltungen (5,4 %) häufiger auf. Zudem war der Wert bei unkupierten Tieren mit 14,3 % gegenüber kupierten (6,8) deutlich erhöht. Auch schienen Weißleger (15,0 %) stärker zum Federfressen zu neigen als Braunleger (5,9 %) (Tabelle 4-31).

Tabelle 4-31: Federn im Verdauungstrakt bei pathologisch-anatomischer Untersuchung bei Ausstellung

	n =	[%]
gesamt	479	7,9
Bodenhaltung	310	9,7
Voliere	169	4,7
Einstreu	389	6,2
Ganzrost	90	15,6
Tageslicht im Stall	180	11,7
Kunstlicht im Stall	299	5,7
ohne Kaltscharraum	140	5,7
mit Kaltscharraum	339	8,8
ohne Freiland	185	11,9
mit Freiland	294	5,4
unkupiert	70	14,3
kupiert	409	6,8
weiß	80	15,0
braun	339	5,9
<3 000 Tiere	240	13,8
3 000 – 10 000 Tiere	105	1,9
10 000 Tiere	134	2,2

4.4.4.1.14 Verhalten

Die überwiegende Zahl der Herden wurde vom Verhalten als ruhig bis normal eingestuft. 12,1 % wurden als aufgeregt, schreckhaft oder aggressiv beurteilt. Tiere in Bodenhaltung wurden mit 16,6 % häufiger als aufgeregt, schreckhaft oder aggressiv beurteilt als in Volieren (5,1 %). Ebenso in Systemen mit Einstreu im Stall (13,4 %) gegenüber Ganzrostställen, wo 31,3 % als ruhig eingestuft wurden. Auch bei Tageslichtställen wurden mit 20,1 % deutlich mehr Tiere als aufgeregt, schreckhaft oder aggressiv beurteilt als in Ställen mit Kunstlicht (5,4 %).

Tabelle 4-32: Beurteilung des Verhaltens der Herden

		ruhig	normal	aktiv	neugierig	aufgeregt	schreckhaft	aggressiv
	n =	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
gesamt	143	11,2	49,7	12,6	14,7	1,4	6,3	4,2
Bodenhaltung	84	10,7	48,8	9,5	14,3	0,0	9,5	7,1
Voliere	59	11,9	50,8	16,9	15,3	3,4	1,7	0,0
Einstreu	127	8,7	47,2	14,2	16,5	1,6	7,1	4,7
Ganzrost	16	31,3	68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tageslicht im Stall	65	10,8	47,7	7,7	13,8	0,0	10,8	9,2
Kunstlicht im Stall	78	11,5	51,3	16,7	15,4	2,6	2,6	0,0
ohne Kaltscharrraum	47	12,8	38,3	12,8	14,9	4,3	17,0	0,0
mit Kaltscharrraum	96	10,4	55,2	12,5	14,6	0,0	1,0	6,3
ohne Freiland	48	16,7	41,7	6,3	12,5	4,2	12,5	6,3
mit Freiland	95	8,4	53,7	15,8	15,8	0,0	3,2	3,2
unkupiert	20	25,0	45,0	0,0	10,0	0,0	5,0	15,0
kupiert	117	9,4	51,3	14,5	13,7	1,7	6,8	2,6
Beginn der Legeperiode	30	6,7	50,0	10,0	20,0	0,0	13,3	0,0
Mitte der Legeperiode	78	11,5	51,3	12,8	14,1	1,3	5,1	3,8
Ende der Legeperiode	35	14,3	45,7	14,3	11,4	2,9	2,9	8,6
weiß	17	11,8	52,9	17,6	11,8	0,0	5,9	0,0
braun	105	8,6	48,6	12,4	15,2	1,9	7,6	5,7
<3 000 Tiere	77	15,6	46,8	7,8	13,0	0,0	9,1	7,8
3 000 – 10 000 Tiere	30	13,3	50,0	13,3	13,3	6,7	3,3	0,0
>10 000 Tiere	35	0,0	57,1	17,1	22,9	0,0	2,9	0,0
keine Fliegen im Stall	77	11,3	48,4	13,7	16,1	1,6	4,8	4,0
Fliegen im Stall	58	5,9	58,8	5,9	5,9	0,0	17,6	5,9
keine Milben im Stall	77	10,4	42,9	10,4	19,5	2,6	7,8	6,5
Milben im Stall	58	12,1	56,9	17,2	6,9	0,0	5,2	1,7

In Haltungssystemen ohne Kaltscharrraum oder ohne Freiland wurden ebenfalls mehr Tiere dieser Kategorie zugeordnet als in Systemen mit Kaltscharrraum bzw. mit Freiland. Dagegen wurden bei Freilandhaltung mehr Tiere als aktiv oder neugierig eingestuft. Unkupierte Herden wurden häufiger als aufgeregt, schreckhaft oder aggressiv eingeschätzt als kupierte. Andererseits wurden bei unkupierten Herden 25,0 % als ruhig beurteilt gegenüber nur 9,4 % bei den kupierten. Braunleger wurden mit 15,2 % häufiger als aufgeregt, schreckhaft oder aggressiv eingestuft als Weißleger (5,9 %), ebenso kleinere Herden gegenüber großen. Über die Legeperiode wurden kaum Veränderungen im Verhalten festgestellt. Zwischen dem Vorhandensein von Milben und dem Verhalten konnte ebenfalls kein Zusammenhang hergestellt werden. Auch mit der Kotkonsistenz war kein Zusammenhang erkennbar. Dagegen wurden Herden, bei denen Fliegen vorhanden waren mit 23,5 % häufiger als aufgeregt, schreckhaft oder aggressiv beurteilt als Herden, in denen keine Fliegen vorhanden waren (10,4 %). Herden, die als aufgeregt, schreckhaft oder aggressiv beurteilt wurden, waren deutlich schlechter befiedert als andere. Auch wurden bei diesen weniger Federn in der Einstreu gefunden (Tabelle 4-32 und 4-33).

Tabelle 4-33: Verhalten, Gefiederzustand und Federn in der Einstreu

	Befiederungsindex	Federn in Einstreu		
		nein	wenig	viel
		[%]	[%]	[%]
ruhig, normal, aktiv, neugierig	2,7	34,5	34,5	31,0
aufgeregt, schreckhaft, aggressiv	3,6	40,0	60,0	0,0

Befiederungsindex 1,0 = keine Gefiederschäden
 Befiederungsindex 4,0 = schwere Gefiederschäden

4.4.4.1.15 Ektoparasiten und Lästlinge

Milben wurden bei 43 % der Herdenbeurteilungen gefunden. Insgesamt waren 82,4 % der Betriebe betroffen. Die Zahl der positiven Befunde war in Bodenhaltung gegenüber Volieren, in Systemen mit Einstreu im Stall gegenüber Ganzrostställen und in Systemen mit Kaltscharrraum bzw. mit Freiland gegenüber Systemen ohne etwas erhöht. Zudem zeigte sich eine deutliche Zunahme über die Legeperiode von 10,7 auf 60,0 %. Federlinge wurden dagegen in keinem Fall festgestellt. Auch Käfer, die nur zweimal gefunden wurden, spielten keine Rolle. Dagegen wurden in 12,0 % der Fälle (35,3 % der Betriebe) in geringem bis massivem Umfang Fliegen festgestellt. Dieses Problem trat im Sommer mit 21,7 % deutlich häufiger auf als im Winter (4,9 %). Dabei handelte es sich ausschließlich um ein Problem der Bodenhaltungen und auch hier nur bei Ställen mit Kotlagerung im Stall (Tabelle 4-34 und 4-35).

Tabelle 4-34: Rote Vogelmilbe bei Herdenbonitur, Entwicklung über die Legeperiode

	gesamt	
	n =	[%]
Beginn der Legeperiode	28	10,7
Mitte der Legeperiode	72	45,9
Ende der Legeperiode	35	62,9

Tabelle 4-35: Fliegen bei Herdenbonitur in Abhängigkeit von der Jahreszeit

	gesamt	
	n =	[%]
April - September	58	21,7
Oktober - März	77	4,9

4.4.4.1.16 Kotkonsistenz und Gefiederverschmutzung

Die Kotkonsistenz war überwiegend als normal zu beurteilen. In 10,1 % der Herdenbeurteilungen wurde fester, in 10,1 % der Fälle flüssiger Kot festgestellt. Vor allem in Ganzrostställen wurde der Kot überwiegend als weich bewertet. Die Gefiederverschmutzung hing deutlich mit der Kotkonsistenz zusammen. Bei weichem oder flüssigem Kot waren mehr Tiere verschmutzt. Weiße Tiere wurden wesentlich häufiger als verschmutzt beurteilt als braune. Auch feuchte Einstreu führte zu etwas mehr verschmutzten Tieren.

Bei der Einzeltierbeurteilung am Ende der Legeperiode wiesen 9,4 % der Tiere leichte bis starke Gefiederverschmutzung auf. Weiße Tiere wurden wie schon bei der Herdenbeurteilung häufiger als verschmutzt beurteilt als braune, ebenso Tiere in Ganzrostställen gegenüber Ställen mit Einstreu im Stall, wobei es sich dabei überwiegend um weiße Tiere handelte. Im übrigen waren die Unterschiede gering. Allerdings war bei Ganzrostställen auch der Anteil der Tiere mit verschmutzter Kloake erhöht, ein Hinweis auf weichen Kot oder Durchfall, wogegen sich hier keine Unterschiede zwischen weißen und braunen Tieren ergaben. Auch bei unkupierten Tieren war der Anteil verschmutzter Tiere gegenüber kupierten erhöht.

4.4.4.1.17 Einstreu

Der Zustand der Einstreu war in starkem Maße von der Jahreszeit abhängig. So war die Einstreu im Sommerhalbjahr eher trocken und locker, während sie im Winterhalbjahr eher feucht war und häufiger Plattenbildung auftrat. Auch das Vorhandensein eines Auslaufs wirkte sich eher nachteilig auf die Einstreubeschaffenheit aus. Dagegen wurde die Einstreu bei Ställen mit Kaltscharraum weniger häufig als feucht beurteilt als bei Ställen ohne Kaltscharraum (Tabelle 4-36).

Tabelle 4-36: Einstreubeurteilung

	trocken	locker	feucht	Plattenbildung
	[%]	[%]	[%]	[%]
Sommerhalbjahr	79,3	87,9	8,6	17,2
Winterhalbjahr	56,8	77,8	35,8	28,4

4.4.4.1.18 Krallenlänge

Die Krallenlänge der Mittelzehe wurde als Maß für die Krallenabnutzung herangezogen. Bei Ausstellung lag die Krallenlänge im Mittel bei 1,5 cm. Weißleger wiesen dabei mit 2,0 cm gegenüber Braunlegern mit 1,4 cm deutlich längere Krallen auf. Zwischen den verschiedenen Varianten konnten ansonsten keine klaren Unterschiede gefunden werden (Tabelle 4-37).

Tabelle 4-37: Krallenlänge der Mittelzehe bei Ausstellung

	Hybridherkunft		
	gesamt	braun	weiß
	[cm]	[cm]	[cm]
Mittelwert	1,5	1,4	2,0
Median	1,5	1,3	2,0
Standardabweichung	0,4	0,4	0,3
Minimum	0,9	0,9	1,8
Maximum	2,3	2,0	2,3
n =	23,0	16,0	3,0

4.4.4.1.19 Kopfanhänge

Die Größe der Kopfanhänge hing im Wesentlichen von der Hybridherkunft ab. Weißleger besaßen größere Kopfanhänge (Schlotterkamm) als Braunleger (Stehkamm). Die Farbe der Kopfanhänge war dagegen davon abhängig, ob die Tiere direktes Sonnenlicht erhielten. So war bei Herden mit Freiland bzw. mit Kaltscharraum ein höherer Anteil von Tieren mit roten Kämmen vorhanden, während bei Herden ohne Freiland bzw. ohne Kaltscharraum mehr Tiere mit blassen Kämmen vorhanden waren (Tabelle 4-38).

Tabelle 4-38: Farbe der Kopfanhänge bei Ausstellung

	gesamt	Freiland	
		mit	ohne
	[%]	[%]	[%]
Kopfanhänge rot	54,4	61,7	42,9
Kopfanhänge blass	45,6	38,3	57,1
n =	434,0	264,0	170,0

4.4.4.1.20 Schnabelüberstand

Die Länge des Schnabelüberstandes lag bei Ausstellung im Mittel bei 1,7 mm mit einem Maximum von 3,0 mm und einem Minimum von 0,5 mm. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Systemen waren insgesamt sehr gering.

4.4.4.2 Diskussion

4.4.4.2.1 Allgemein, Leistung, Verluste

In alternativen Haltungssystemen ist es auf Grund von schon in den Ergebnissen beschriebenen Ursachen (Federpicken, Kannibalismus etc.) seit geraumer Zeit gängige Praxis, Junghennenküken bis zum 10. Lebenstag die Schnäbel zu kürzen. Der Aufzuchtbetrieb bedarf hierzu einer Genehmigung lt. Durchführungsverordnung zum derzeit geltenden Tierschutzgesetz, um eine fachgerechte und für das Tier schonende Durchführung zu gewährleisten.

Bei der Nutzungsdauer von durchschnittlich 368 Tagen in den untersuchten alternativen Haltungssystemen handelt es sich um einen üblichen Wert. Dabei reichte die Spanne von 234 bis 519 Tagen. Letzterer Wert war ausschließlich eine Frage des betrieblichen Managements. Im Falle der stark verkürzten Legeperioden lagen sowohl betriebliche Gründe (z. B. Nitrofenskandal) als auch massive Probleme während des Durchgangs (z. B. Kannibalismus) zu Grunde.

Bei Braunlegern handelt es sich in der Regel um mittelschwere Hybriden, bei Weißlegern um leichte Hybriden. Die gefundenen Gewichte bei Ein- und Ausstallung lagen im Erwartungsbereich. Ein Unterschied zwischen Herden mit Freiland und Herden ohne Freiland war nicht festzustellen. Etwas überraschend war die große Varianz zwischen den Herden schon bei Einstallung, die bis zur Ausstallung erhalten blieb.

Der Futterverbrauch lag mit 126 g je Durchschnittshenne und Tag für überwiegend mittelschwere Braunleger aus Freilandhaltung im Erwartungsbereich. Auch der erhobene Wasserverbrauch von 0,2 l je Durchschnittshenne und Tag entspricht gängigen Anhaltswerten (JEROCH et al., 2003).

Die Legeleistung erreichte mit 79,7 % je Durchschnittshenne über die gesamte Legeperiode für Alternativhaltungen eine akzeptable Höhe. Werte von 90,0 % und mehr zeigen, dass auch in solchen Systemen Spitzenleistungen erreicht werden können. Allerdings führten in Problemherden starke Legeleistungseinbrüche oder eine generell verminderte Legeleistung zu schweren wirtschaftlichen Einbußen. Weißleger erreichten mit 89,4 % je Durchschnittshenne deutlich höhere Werte als Braunleger mit 77,0 %, was auch durch Herkunftsvergleiche von Legehybriden (DAMME, 2001) bestätigt wird. Ob in Ganzrostställen wirklich generell eine höhere Legeleistung erreicht werden kann als in eingestreuten Systemen war in vorliegender Untersuchung nicht zu klären. Es handelte sich bei den Herden in Ganzrostställen fast ausschließlich um Weißleger, während in eingestreuten Systemen Braunleger dominierten. Faktoren wie Aufstallungsform (Bodenhaltung, Voliere), Art der Beleuchtung im Stall (Tageslicht, Kunstlicht) sowie das Vorhandensein von Kaltscharrraum oder Freiland schienen dagegen nur einen geringen Einfluss auf die Legeleistung zu haben.

Neben der Legeleistung spielt die Anzahl von vermarktbareren Eiern eine wesentliche wirtschaftliche Rolle. Schmutz- und Knickeier fallen aus dieser Kategorie. Verlegte Eier bedeuten einen erhöhten

Arbeitsaufwand im Rahmen der Tierbetreuung und können teilweise auch nicht vermarktet werden. Aus der Praxis ist bekannt, dass Weißleger eine bessere Nestgängigkeit haben. Auch scheinen die Tiere im allgemeinen in Ganzrostställen eher ins Nest zu gehen. Eine mögliche Erklärung scheint zu sein, dass die Tiere nicht gerne auf Roste legen und zudem ins Nest laufen können. Insgesamt trat eine sehr große Streuung von 0,1 bis 16,9 % auf, was den Einfluss zahlreicher Einzelfaktoren nahe legt. Diese sind durch Managementmaßnahmen wie z. B. Aufzucht im System, optimale Temperatur bei Einstallung, keine schlecht beleuchteten Ecken, keine zu hohe weiche Einstreu zu Beginn allerdings in den Griff zu bekommen.

Der Anteil von Knick- und Schmutzeiern lag bei 0,7 – 4,8 %. Zwischen den Systemen waren keine bedeutenden Unterschiede feststellbar. Das Auftreten von Bruch- und Knickeiern kann durch die Wahl geeigneter Herkünfte (DAMME, 2001; DAMME, 2003) und die Gabe von Mineralstoff- und Vitaminpräparaten gegen Ende der Legeperiode verringert werden. Zur Vermeidung von Schmutzeiern ist es notwendig, die Zahl verlegter Eier gering zu halten. Bei den Nestern ist es angebracht eine Austriebsvorrichtung vorzusehen, um ein Übernachten und Hineinkoten zu verhindern. Auch die regelmäßige Reinigung der Nestmatten während des Durchganges kann erfahrungsgemäß zu einer Verringerung führen. Bei Freilandhaltung sollte der Eintrag von Schmutz und Schlamm bis ins Nest durch Kies oder Hackschnitzel vor dem Stall bzw. einen vorgebauten Kaltscharrraum vermieden werden.

Bei Tierverlusten von 11,8 % im Mittel zeigt sich bei einer Spannweite von 3,3 – 36,8 % ein weiteres ganz erhebliches Produktionsrisiko in alternativen Haltungssystemen. Zwar war es nicht möglich, die Abgangsursachen im Einzelnen zu erfassen, als Hauptursachen erwiesen sich jedoch Infektionskrankheiten und Kannibalismus. Dazu kam es in mehreren Fällen zu Verlusten durch Erdrücken. Verluste im Freiland durch Raubwild sind in diesen Zahlen nicht enthalten, können jedoch bei einem Verlust von 96 bis 245 Tieren über die Legeperiode je nach Herdengröße hohe Prozentwerte erreichen. Bei kupierten Herden waren die mittleren Verlustzahlen geringer als bei unkupierten. Vermutlich kommt es in diesen Herden seltener zu Abgängen durch Kannibalismus. Ganzrostställe erreichten mit 6,5 % wesentlich bessere Werte als eingestreute Systeme. Hier konnte sich ein niedrigerer Infektionsdruck auswirken, da die Tiere wesentlich weniger Kontakt zu den eigenen Ausscheidungen haben als in anderen Systemen. Ein weiterer Hinweis ist die geringere Behandlungshäufigkeit. So mussten die Herden in Ganzrostställen weder mit Antibiotika noch mit Antiparasitaria behandelt werden. Über alle Systeme betrachtet stiegen die Verluste wie erwartet zum Ende der Legeperiode hin an.

4.4.4.2 Prophylaxe

Grundsätzlich kamen alle Betriebe ihrer ND- bzw. Salmonellen-Impfpflicht nach. Ob bei Umstallung adsorbatgeimpft oder während der Legeperiode vierteljährlich übers Trinkwasser nachgeimpft wurde war eine Frage des Managements. Die Impfprogramme sind weitgehend standardisiert und im wesentlichen regionalen Gegebenheiten angepasst. Standard sind Impfungen gegen Atypische Geflügelpest (ND), Salmonellose des Huhnes, Infektiöse Bronchitis (IB), Infektiöse Bursitis (IBD,

Gumboro), Kokzidiose, Aviäre Enzephalomyelitis (AE), Infektiöse Laryngotracheitis (ILT) sowie in Einzelfällen gegen Mykoplasmosen (*Mycoplasma gallisepticum*, MG).

Das serologische Monitoring bestätigte, dass die Tiere bis zum Ende der Legeperiode einen guten Impfschutz besaßen. In einigen Herden konnten Antikörper gegen Adeno- und Reoviren nachgewiesen werden. Reoviren verursachen Durchfall, Atemwegserkrankungen und Entzündungen des Halteapparates der Beine, Adenoviren wirken immunsuppressiv und begünstigen somit bakterielle Sekundärinfektionen.

Die Erreger von IB, ND und ILT weisen alle eine Affinität zum Atemtrakt auf. In Zusammenhang mit ungünstigem Stallklima (zu hohe oder geringe Luftfeuchte, hohe Ammoniak- und Staubgehalte) können sie zu einer chronisch respiratorischen Erkrankung (CRD) führen. Es handelt sich dabei um eine sogenannte Faktorenkrankheit unter Beteiligung pathogener Erreger, insbesondere von *E. coli*. Um solche Faktorenkrankheiten zu vermeiden ist eine Impfung daher dringend zu empfehlen. Zur allgemeinen Krankheitsprophylaxe und Stabilisierung der Leistung können verschiedene Präparate eingesetzt werden. Organische Säuren bewirken eine Reduzierung der Keime z. B. durch Entkalkung und pH-Absenkung in den Tränkwasserleitungen und beeinflussen die Darmflora dadurch positiv. Mineralstoffpräparate bewirken durch gezielte Calciumversorgung bei verschlechterter Resorption am Ende der Legeperiode eine Verbesserung der Schalenstabilität. Allerdings sind solche Präparate relativ teuer, so dass sie nur bei relativ wenigen Betrieben eingesetzt wurden. Vitamine (Kombinationspräparate aus den Vitaminen A, D3, C und E meist als Ergänzungsfuttermittel) beugen allgemein einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit im Hochleistungsstadium bzw. am Ende der Legeperiode vor, bewirken eine Stabilisierung der Legeleistung und eine Verbesserung der Schalenstabilität (Vitamin D3). Zumal nur noch wenige Medikamente zugelassen sind und diese häufig mit Wartezeiten verbunden sind, werden auch bei Leistungsproblemen bzw. bei Leistungsabfall am Ende der Legeperiode oft Vitamine als Mittel der ersten Wahl eingesetzt. In vorliegender Untersuchung wurden bei 76,5 % der Herden Vitamine verwendet.

Die Durchführung der Schadnagerbekämpfung, die von 35,3 % der Betriebe regelmäßig und von 23,5 % nach Bedarf durchgeführt wurde, war betriebs- und managementabhängig.

4.4.4.2.3 Behandlungen, Befunde

Bei insgesamt 27,4 % der untersuchten Herden wurden ein- oder mehrmals Antibiotika eingesetzt. Auffälligerweise waren 35,7 % der Herden in Freilandhaltung betroffen. Im Gegensatz hierzu wurden nur 17,5 % der Herden in Systemen ohne Freiland therapiert. Die Gefahr bakterieller Infektionen ist demnach in Freilandhaltung besonders hoch. Eine weitere Bestätigung dieser Hypothese zeigt sich in den Befunden der bakteriologischen Untersuchung der inneren Organe bei Ausstallung. Hier wurde in 4,4 % aller Fälle *E. coli* gefunden. In Freilandhaltung lag der Wert höher. Auch andere pathogene Keime wie *Salmonella* Enteritidis, Streptokokken und *Pasteurella multocida*, die nur in Einzelfällen nachgewiesen wurden, stammten von Tieren aus Freilandhaltung mit Einstreu im Stall. Aus Tieren von Ganzrostställen ergaben sich keine Isolate von pathogenen Keimen.

Beim Befall mit Darmparasiten ergab sich ein ähnliches Bild. So wurden 15,6 % aller Herden ein- oder mehrmals entwurmt. Auch hier lagen die Freilandhaltungen mit 25,0 % der Herden deutlich vor den Systemen ohne Freiland mit 3,6 %. Das parasitologische Monitoring über Kotproben während der Legeperiode und die abschließenden Sektionsbefunde bestätigen dieses Bild. So wurden bei der Sektion bei 50,7 % der Tiere aus Freilandhaltung Spulwürmer gefunden, bei Tieren ohne Freiland nur bei 35,7 %. Die Spulwürmer stellten damit über alle Haltungssysteme hinweg die am häufigsten nachgewiesene Gattung dar. Bei Haarwürmern war die Nachweishäufigkeit mit 4,8 bzw. 7,6 % bei der Sektion deutlich niedriger. Eine höhere Belastung in Freilandhaltung war nicht nachweisbar. Das gleiche gilt für den Nachweis von Bandwürmern. Blinddarmwürmer wurden in Herden aus Freilandhaltung in 42,2 % der Fälle nachgewiesen. In Systemen ohne Freiland lag die Nachweishäufigkeit dagegen nur bei 10,8 %. In Ganzrostställen erfolgte keine Entwurmung, auch wurden nur bei 2,2 % der Tiere Spulwürmer nachgewiesen.

Insgesamt nahm die Parasitenbelastung im Verlauf der Legeperiode zu. So stieg der Anteil positiver Kotproben bei Spulwürmern um mehr als das 10-fache von 3,2 % auf 33,3 %. Bei Haarwürmern sogar von 0,0 auf 13,3 %. Wurmeier werden mit dem Kot ausgeschieden. In Systemen bei denen die Tiere ständig mit ihrem Kot in Berührung kommen erfolgt mit der Zeit über eine permanente Reinfektion eine Anreicherung im Tier und seiner Umwelt. Die Wurmeier sind gegenüber Umwelteinflüssen sehr resistent. Darüber hinaus sind Bekämpfungsmaßnahmen im Freiland enge Grenzen gesetzt (Umweltauflagen). Ein höherer Befall und eine Übertragung von einem Durchgang zum nächsten ist hiermit gegeben.

Bei Kokzidien war das Bild erwartungsgemäß uneinheitlich. Die Zahl positiver Nachweise sank im Verlauf der Legeperiode von 80,6 % auf 63,4 %. Da eine Impfung gegen Kokzidien seit Jahren für Alternativhaltungen gängige Praxis ist, stellt sich die Situation jedoch anders dar als bei den übrigen Darmparasiten. Für eine Aufrechterhaltung des Impfschutzes ist eine ständige Reinfektion notwendig, so dass das Vorhandensein von Kokzidien sogar erwünscht ist. Daraus ließe sich der Schluss ziehen, dass bei den meisten Kokzidiennachweisen Impfkokzidien gefunden wurden.

Ein etwas überraschendes Bild ergibt sich, wenn man Herdengrößen miteinander vergleicht. Im Rahmen von antiparasitären und antibakteriellen Therapien ergab sich die Tatsache, dass große Herden häufiger als kleinere Herden behandelt wurden. Ein erster Schluss könnte sein, dass in großen Herden ein größerer Infektionsdruck vorliegt. Allerdings konnte eine höhere Mortalität, ein höherer Nachweis von pathogenen Erregern bei der bakteriologischen Untersuchung der inneren Organe oder ein höherer Befall mit Darmparasiten bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung nicht generell nachgewiesen werden.

Bei 27,6 % der untersuchten Tiere wurde eine gering- bis hochgradige Darmentzündung festgestellt. Teilweise mögen Transportstress und Vorgänge bei der Schlachtung eine Rolle gespielt haben. Dennoch war es auffällig, dass Tiere aus Freilandhaltung mit 35,0 % wesentlich häufiger betroffen waren als Tiere aus reiner Stallhaltung. Hier dürfte der stärkere Befall mit Darmparasiten diese Darmentzündungen zumeist auslösen. Und dieser Befall war in Freilandhaltung wesentlich häufiger (Parasitologie) als bei Stallhaltung ohne Zugang zu Freiland. Ähnliches ergibt sich beim

Vergleich von Tieren aus Ställen mit Einstreu im Stall, wo 31,9 % der Tiere eine Darmentzündung aufwiesen, mit Tieren aus Ganzrostställen (8,9 %).

4.4.4.2.4 Ernährungszustand

Der Ernährungszustand war bei 98,6 % der untersuchten Tiere gut bis mäßig, nur 1,4 % der Tiere waren abgemagert. Dies zeigte sich auch bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung. Hier wurde bei 98,5 % der Tiere ein mittel- bis hochgradiger Bauchfettansatz und bei 71,2 % der Tiere eine gering- bis hochgradige Leberverfettung gefunden. Die Tiere waren also energetisch sehr gut versorgt. Eingestreute Systeme wiesen gegenüber Ganzrostställen und Freilandhaltungen gegenüber Systemen ohne Freiland einen geringeren Anteil an Tieren mit Bauchfettansatz bzw. Leberverfettung und einen etwas höheren Anteil an abgemagerten Tieren auf. Ursache könnten neben einer höheren Bewegungsaktivität eine größere Belastung mit Darmparasiten sein (siehe dort). Unkupierte Tiere zeigten häufiger Bauchfettansatz oder Leberverfettung als kupierte, auch waren hier weniger Tiere abgemagert. Das gleiche überraschende Bild ergab sich bei Weißlegern im Verhältnis zu den vom Typ schwereren Braunlegern. Es ist nicht auszuschließen, dass hierfür Bewegung und Parasitenfracht verantwortlich zu machen sind.

4.4.4.2.5 Legeorgane

Bei Schlachtung waren noch 97,4 % der untersuchten Tiere in Produktion. Allerdings befand sich der Eierstock bei 4,8 % der Tiere in Rückbildung. Neben der Größe der Kopfanhänge ist bei gelb pigmentierten Rassen die Depigmentierung von Schnabel und Ständern ein Hinweis auf Legetätigkeit, was bei 98,8 % der Tiere der Fall war. Sind Tiere länger nicht in Produktion sind Schnabel und Ständer kräftig gelb gefärbt und die Kopfanhänge sind zurückgebildet.

Bei 4,3 % der Tiere wurde eine Eileiter-Bauchfellentzündung festgestellt. Diese Erkrankung der Legeorgane, in der Literatur häufig als „Berufskrankheit“ der Legehennen bezeichnet, stellt eine häufige Abgangsursache dar. Im Rahmen dieses Projektes ließ sich ein direkter Zusammenhang mit E. coli-Nachweisen in der bakteriologischen Untersuchung nicht herstellen. Bei 2,3 % der Tiere wurde eine Bauchfellentzündung diagnostiziert.

Weißleger scheinen eine höhere Prädisposition für diese Erkrankungen zu haben als Braunleger. Sie waren mit 8,0 % Eileiter-Bauchfellentzündung bzw. 5,0 % Bauchfellentzündung wesentlich häufiger betroffen. Ob die etwas höheren Werte in Ganzrostställen, Systemen mit Tageslicht im Stall, Systemen ohne Freiland und bei unkupierten Tieren ursächlich mit dem Haltungssystem zusammenhängen war nicht zu klären. Im Allgemeinen ist mit einem Auftreten dieser Erkrankungen bei Althennen in dieser oder ähnlicher Häufung zu rechnen.

Eileiterzysten waren mit 7,5 % ein relativ häufiges Problem. Schichteier und Verwachsungen kamen in 2,5 % bzw. 1,5 % der Fälle vor. Bei den Eileiterzysten scheinen wiederum die Weißleger mit 21,3 % eine höhere Disposition zu besitzen als Braunleger mit 5,6 %.

Eierstocktumore traten hingegen mit 1,9 % relativ selten auf. Kloakenvorfälle und blutige Darmentzündung waren Befunde, die nur in Einzelfällen auftraten. Diese Einzelbefunde können auch in anderen Herden immer wieder erhoben werden, stellen allerdings in der Regel keine wesentliche Beeinträchtigung der Gesundheit der Gesamtherde dar.

4.4.4.2.6 Technopathien

Ballendeformationen wurden bei Ausstallung bei 5,2 % der untersuchten Tiere gefunden. In der Literatur (OESTER, 1994) wird die Beschaffenheit der Sitzstangen bzw. feuchte, verschmutzte Sitzstangen als Ursache genannt. In vorliegender Untersuchung war der Wert bei Ganzrostställen mit 13,3 % stark erhöht, was auf Probleme durch das ständige Gehen und Ruhen auf möglicherweise feuchten oder verschmutzten Kombirosten (größere Auflagefläche der Zehen und Zehengrundgelenke) in Verbindung mit einem beschränkten Zugang zum Scharrraum hinweisen könnte. Möglicherweise besitzen auch Weißleger, die mit 15,0 % deutlich häufiger betroffen waren als Braunleger (3,5 %) eine höhere Prädisposition.

Brustbeinverkrümmungen werden häufig durch Vitamin-D-Mangel in der Aufzucht verursacht. Auch das Sitzen auf Sitzstangen und Rosten kann zu Brustbeinverkrümmungen führen, ebenso wie zur Entstehung von Brustblasen. Wie bei den Ballengeschwüren war in vorliegender Untersuchung der Wert in Ganzrostställen mit 17,8 % Brustbeinverkrümmungen und 5,6 % Brustblasen gegenüber anderen Systemen erhöht. Warum Weißleger und unkupierte Tiere stärker betroffen waren ließ sich nicht klären. Brustbeinbrüche traten mit 7,4 % relativ häufig auf. Vor allem in Volieren war der Wert mit 12,5 % sehr hoch, was sich mit Literaturangaben (BESSEI et al., 1998) deckt. Als Grund wird genannt, dass sich die Tiere bei missglückten Anflugversuchen und Abstürzen verletzen. Ungleichmäßige Lichtverhältnisse könnten möglicherweise in Tageslichtställen dazu beitragen. Ob das erhöhte Auftreten in Ganzrostställen und Ställen mit Kaltscharrraum systembedingt ist war nicht zu klären, erhöhte Sitzstangen scheinen aber immer ein erhöhtes Risiko zu bergen.

4.4.4.2.7 Gefiederzustand, Verhalten, Federfressen, Pickverletzungen

Der Gefiederzustand verschlechterte sich erwartungsgemäß im Verlauf der Legeperiode. Der Befiederungsindex lag zu Beginn bei 1,0, in der Mitte bei 2,0 und am Ende bei 2,8. Braunleger wurden bei der Herdenbeurteilung etwas schlechter beurteilt als Weißleger, vermutlich weil Gefiederschäden durch Hervortreten des weißen Untergefieders stärker auffallen. Unkupierte Tiere waren mit einem Befiederungsindex von 2,5 in der Mitte und 3,3 gegen Ende der Legeperiode schlechter befiedert als kupierte mit 1,9 bzw. 2,8. Durch das Entfernen der Schnabelspitze werden die Beschädigungen durch Federpicken vermindert, auch können die Tiere Federn schlechter packen und herausziehen. Die schlechtere Gefiederqualität bei Tageslichtställen gegenüber Kunstlicht, bei

Bodenhaltungen gegenüber Volieren, bei Herden ohne Kaltscharrraum bzw. ohne Freiland gegenüber Herden mit und bei unkupierten Tieren gegenüber kupierten deckte sich mit der Beobachtung, dass in solchen Systemen Herden häufiger als aufgeregt, schreckhaft oder aggressiv beurteilt wurden. Auch wurden bei diesen weniger Federn in der Einstreu gefunden. Zudem wurden bei unkupierten Tieren, bei Tieren aus Tageslichtställen, bei Tieren aus Ganzrostställen und bei Tieren ohne Freilandzugang häufiger Federn im Verdauungstrakt gefunden.

Aus der Praxis wird eine höhere Aggressivität bei höherer Lichtintensität öfter beschrieben. Im allgemeinen kommt es bei unkupierten Tieren häufiger zu schwerem Federpicken und zu Federfressen. Das Problem nimmt im Verlauf der Legeperiode zu. In vorliegender Untersuchung nahm die Zahl der Herden, bei denen keine Federn in der Einstreu gefunden wurden mit zunehmendem Alter zu. Allerdings konnten in der Beurteilung des Verhaltens keine wesentlichen Änderungen festgestellt werden. Auch konnten die Ursachen für aufgeregtes, schreckhaftes oder aggressives Verhalten nicht eindeutig geklärt werden. Hohe Ammoniakwerte, höhere Temperatur und Lichtintensität kommen in Betracht. Darüber hinaus zeigte sich, dass Herden in denen Fliegen auftraten eher als aufgereggt, schreckhaft oder aggressiv eingestuft wurden. Ein Zusammenhang mit dem Auftreten von Milben war hingegen nicht erkennbar. (MAHBOUB et al., 2002) beschreibt in Freilandherden weniger aggressives Picken als in Herden ohne Freiland. (GEISER, 2001) geht davon aus, dass in Systemen mit erhöhten Sitzstangen bzw. in Volieren die Tiere eher die Möglichkeit haben dem Picken auszuweichen. Beides würde erklären, warum die Befiederung in Freilandhaltung bzw. in Volieren etwas besser war. Die schlechtere Befiederung in Ganzrostställen könnte mit der reizarmen Umgebung und dem Fehlen von Beschäftigungsmaterial erklärt werden. Zwar war in diesen Systemen immer ein Kaltscharrraum vorhanden, dieser wurde aber wahrscheinlich nur von einem Teil der Herde genutzt und war möglicherweise nicht permanent zugänglich.

Warum kleinere Herden schlechter beurteilt wurden als große lässt sich nicht eindeutig klären. Möglicherweise hatten die Tiere in großen Ställen eher die Möglichkeit auszuweichen, während sie in kleinen durch den ganzen Stall verfolgt wurden. Die Zahl der Tiere mit Pickverletzungen war bei den bei Ausstellung untersuchten Tieren mit 19,6 % am Kamm, 4,3 % am Rücken und 1,7 % an der Kloake relativ hoch. Während zwischen kupierten und unkupierten Tieren keine wesentlichen Unterschiede auftraten, bestätigten die Unterschiede zwischen den Systemen das oben erwähnte Bild.

4.4.4.2.8 Ektoparasiten und Lästlinge

Bei der Durchführung der einzelnen Herdenbeurteilungen wurden in 43,0 % der Besuche Milben im Stall nachgewiesen. Insgesamt waren 82,4 % der untersuchten Betriebe betroffen. In Bodenhaltung, Systemen mit Einstreu im Stall sowie in Systemen mit Kaltscharrraum und mit Freiland waren häufiger Milben zu finden als in anderen Haltungssystemen. Die Ursache dieser Häufung ließ sich im Rahmen der Untersuchung nicht klären. Eventuell ist der Eintrag von Feuchtigkeit aus Kaltscharrraum oder Freiland bzw. deren Verbleib durch eine ungünstige Luftführung durch das Lüftungssystem sowie die Kotlagerung im Stall (Kotgrube, Einstreubereich) in diesen Haltungssystemen

men für die Entwicklung dieses Ektoparasiten förderlich. Die Zunahme über die Legeperiode von 10,7 auf 60,0 % (Befunde bei der Herdenbeurteilung) zeigt, dass die Milben bei der Reinigung und Desinfektion stark dezimiert werden. Im Verlauf der Legeperiode nimmt die Population enorm zu, da eine gründliche Bekämpfung im belegten Stall wesentlich schwieriger durchzuführen ist und günstige Umweltbedingungen (Wirt, Feuchtigkeit, Rückzugsmöglichkeiten in der Stalleinrichtung) vorhanden sind. Nach Einschleppung der Milben in den Stall können diese nur dezimiert, nicht aber vollständig eliminiert werden, so dass immer wieder Bekämpfungsmaßnahmen notwendig werden. Zur Bekämpfung können physikalisch wirksame Mittel wie Kieselgur und Silikatstaub eingesetzt werden, die jedoch eine erhebliche Staubbelastung mit sich bringen und nur eine begrenzte Reduzierung der Milbenpopulation bewirken. Daneben gibt es chemisch wirksame Mittel. Hier wird unterschieden zwischen Mitteln zum Einsatz im unbesetzten Stall und Mitteln zum Einsatz im besetzten Stall aber nicht am Tier. Mittel für den Einsatz am Tier sind nicht mehr zugelassen. Nachteilig bei chemisch wirksamen Mitteln ist eine mögliche Resistenzbildung der Milben und damit eine verminderte Wirksamkeit (ARNOLD, 2004).

Federlinge und Käfer stellten dagegen in vorliegender Untersuchung für die Betriebe kein Problem dar. Bei der Durchführung der einzelnen Herdenbeurteilungen wurden in 12,0 % der Besuche Fliegen im Stall nachgewiesen. Insgesamt waren 35,3 % der untersuchten Betriebe betroffen und dies vor allem im Sommer. Hauptproblem ist die permanente Lagerung von Kot im Stall. In Volieren bzw. bei Bodenhaltung mit Schrappentmistung wird der Kot regelmäßig aus dem Stall entfernt. Die Einstreu wiederum wird von den Hennen umgegraben, Maden werden gefressen und der Fliegenbrut wird durch die bessere Belüftung der Einstreu ein wichtiger Umweltfaktor, die Feuchtigkeit, weitgehend entzogen. Warum in Tageslichtställen und in Ställen ohne Kaltscharrraum bzw. ohne Freiland häufiger Fliegen gefunden wurden war nicht zu klären.

4.4.4.2.9 Gefiederverschmutzung, Kotkonsistenz, Einstreu

Gefiederverschmutzungen wurden bei weißen Tieren häufiger festgestellt als bei braunen, was aber wohl daran lag, dass Verschmutzungen bei weißen Tieren offensichtlicher sind. Neben feuchter Einstreu führte vor allem weicher Kot oder Durchfall zu einer Verschmutzung des Gefieders. Ein Einfluss des Verhaltens auf die Kotkonsistenz (z. B. weicher Kot durch Stress bei aggressiven oder schreckhaften Herden) konnte nicht nachgewiesen werden, auch konnte die Ursache für das Auftreten von weichem Kot nicht geklärt werden, der wesentliche Faktor ist aber vermutlich die Futterzusammensetzung.

Die Einstreubeschaffenheit war hauptsächlich abhängig von der Jahreszeit. Bei höheren Temperaturen, geringerer Luftfeuchtigkeit und maximaler Luftrate im Sommerhalbjahr war die Einstreu überwiegend trocken und locker. Dagegen trat bei niedrigen Temperaturen, höherer Luftfeuchtigkeit und stark reduzierter Luftrate eher feuchte Einstreu und Plattenbildung auf. Auch schienen die Tiere Schmutz und Nässe aus dem Freiland in den Stall zu tragen, während die Einstreubeschaffenheit in Ställen mit Kaltscharrraum entgegen den Erwartungen sogar besser war als ohne, obwohl allgemein angenommen wird, dass durch die Öffnungen mehr feuchte, kalte Luft einströmt

und durch die unkontrollierte Zuluft die Lüftung gestört wird. Wichtig erscheint bei diesen Ergebnissen die Luftrate im Winter nicht zu stark zu reduzieren, eine Zusatzheizung vorzusehen, häufig nachzustreuen bzw. die Einstreu zu wechseln und Platten zu entfernen.

4.4.4.2.10 Krallenlänge, Kopfanhänge, Schnabelüberstand

Die Krallenlänge der Mittelzehe wurde als Maß für die Krallenabnutzung herangezogen. Weißleger hatten dabei deutlich längere Krallen als Braunleger, was auch in Untersuchungen von VAN NIEKERK et al. (2003) nachgewiesen wurde. Dem gegenüber bestanden zwischen den verschiedenen Aufstallungsvarianten keine klaren Unterschiede.

Die Größe der Kopfanhänge war abhängig von der Hybridherkunft. Weiße Leghorn haben in der Regel größere Kopfanhänge als Braunlegerhybriden. Bei Tieren die nicht in Produktion sind werden die Kopfanhänge allerdings deutlich zurückgebildet. Die Farbe der Kopfanhänge hängt von direkter Sonneneinstrahlung (UV-Licht) ab. So hatten in vorliegender Untersuchung Hühner aus reiner Stallhaltung eher blasse Kopfanhänge, wogegen Tiere aus Systemen mit Kaltscharrraum oder mit Freiland eher rote Kopfanhänge hatten.

Die Länge des Schnabelüberstandes lag zwischen 0,5 und 3,0 mm, wobei sich im Mittel keine Unterschiede zwischen kupierten und unkupierten Tieren ergaben. Allerdings wurde nicht zwischen Überstand von Ober- oder Unterschnabel unterschieden. Das Fütterungssystem dürfte der wesentliche Faktor für die Abnutzung des Schnabels sein (Kettenfütterung).

4.4.5 Fazit

Die Tiergesundheit ist ein wesentlicher Aspekt für die Bewertung von Legehennenhaltungssystemen. Sie ist sowohl für das Wohlbefinden der Tiere als auch für den wirtschaftlichen Erfolg entscheidend. Ziel und Schwerpunkt der vorliegenden Untersuchung war es, den Gesundheitszustand der Herden zu unterschiedlichen Produktionszeitpunkten zu erheben, daneben Problembereiche zu identifizieren und die vorhandene Bandbreite bei Leistung und Verlusten sowie den Umfang von Prophylaxe- und Behandlungsmaßnahmen zu dokumentieren.

Die Datenerfassung erfolgte nach einem festgelegten Versuchsplan, der den örtlichen Gegebenheiten entsprechend umgesetzt wurde. In die Erhebungen einbezogen wurden auch Teildurchgänge und verwertbare Daten früherer Durchgänge, um eine größere Fülle an Daten zu erhalten.

Als Hauptmerkmale der Tiergesundheit wurden neben Legeleistung und Verlusten die Entwicklung des Gefiederzustandes und der parasitologische Status erhoben. Bei Ausstallung wurde an zwanzig zufällig herausgegriffenen Tieren eine pathologisch-anatomische Untersuchung durchgeführt.

Die Legeleistung erreichte mit 79,7 % je Durchschnittshenne über die gesamte Legeperiode für Alternativhaltungen eine akzeptable Höhe. Werte von 90,0 % und mehr zeigen, dass auch in solchen Systemen Spitzenleistungen erreicht werden können. Allerdings führten in Problemherden

starke Legeleistungseinbrüche oder eine generell verminderte Legeleistung zu schweren wirtschaftlichen Einbußen. Weißleger erreichten mit 89,4 % je Durchschnittshenne deutlich höhere Werte als Braunleger mit 77,0 %.

Bei Tierverlusten von 11,8 % im Mittel zeigt sich bei einer Spannweite von 3,3 – 36,8 % ein weiteres ganz erhebliches Produktionsrisiko in alternativen Haltungssystemen. Zwar war es nicht möglich, die Abgangsursachen im Einzelnen zu erfassen, als Hauptursachen erwiesen sich jedoch Infektionskrankheiten und Kannibalismus. Dazu kam es in mehreren Fällen zu Verlusten durch Erdrücken. Verluste im Freiland durch Raubwild sind in diesen Zahlen nicht enthalten, können jedoch bei einem Verlust von 96 bis 245 Tieren über die Legeperiode je nach Herdengröße hohe Prozentwerte erreichen.

Der Befall mit Darmparasiten nahm über die Legeperiode deutlich zu. Vor allem in Freilandhaltung waren die gefundenen Werte sehr hoch. Auch Infektionskrankheiten spielten eine bedeutende Rolle. Insgesamt mussten 27,4 % der untersuchten Herden ein- oder mehrmals mit Antibiotika behandelt und 15,6 % entwurmt werden. Herden in Ganzrostställen mit außenliegendem Kalscharrraum waren dabei deutlich seltener betroffen als Herden in anderen Systemen.

Der Gefiederzustand verschlechterte sich erwartungsgemäß über die Legeperiode. Bei unkupierten Tieren, bei Tieren in Tageslichtställen sowie in Ganzrostställen wurde die Befiederung schlechter beurteilt als bei kupierten Tieren, Tieren mit Kunstlicht und Tieren in eingestreuten Systemen.

Eileiterbauchfellentzündungen wurden bei 4,3 % der bei Ausstallung untersuchten Tiere diagnostiziert.

Technopathien wie Brustbeinverkrümmungen, Brustblasen und Brustbeinbrüche wurden vor allem in Volieren und Ganzrostställen verstärkt beobachtet.

Milben wurden bei 82 % der beteiligten Betriebe gefunden. Der Befall nahm über die Legeperiode deutlich zu.

Unter dem Aspekt der Tiergesundheit ergeben sich aus vorliegender Untersuchung folgende Schlussfolgerungen:

- Trotz großem Aufwand und vielen in die Untersuchung einbezogenen Herden war es durch die zeitliche Begrenzung des Projektes auf zwei Jahre nicht möglich wiederholte Durchgänge zu erfassen und so den Betriebs- und Managementeinfluss auszuschließen.
- Die untersuchten Systeme wiesen sehr große Varianzen in fast allen Merkmalen auf, was ein hohes Produktionsrisiko bedeutet.
- Freilandhaltung stellt die riskanteste und schwierigste Produktionsform dar, da die Umwelt nicht kontrolliert werden kann. Es kommt häufiger zu Infektionen mit Darmparasiten und bakteriellen Erkrankungen.
- Bei den verschiedenen Stallsystemen bestehen noch Defizite, die sich in Technopathien äußern. Diese können vermutlich durch Verbesserung der Einrichtungselemente reduziert werden.
- Eine konsequente Prophylaxe durch Trennung von Altersgruppen, Rein-Raus-Verfahren, optimale Fütterung und gutes Stallklima sowie gründliche Reinigung und Desinfektion zwischen den Durchgängen ist zur Reduzierung des Infektionsdrucks anzuraten.

- Auf ein Kupieren der Schnäbel kann zur Zeit noch nicht verzichtet werden.
- Ganzrostställe mit außenliegendem Kaltscharrraum bieten durch die zeitweise Trennung der Legehennen von der Einstreu hygienische Vorteile und erleichtern das Herdenmanagement. Das System sollte allerdings hinsichtlich Material und Bauausführung verbessert werden, um Technopathien zu vermeiden. Eine Erprobung mit größeren Herden ist noch nicht erfolgt.
- Der Schnittstelle zwischen Junghennenaufzucht und Legeperiode sollte künftig mehr Beachtung geschenkt werden. Die Aufzucht muss auf die Anforderungen im Legebetrieb abgestimmt sein und dem Legehennenhalter sollten die Bedingungen in der Aufzucht wie Fütterung, Impfprogramm und Lichtprogramm bekannt sein, um einen reibungslosen Übergang zu ermöglichen.
- Für die Erarbeitung fundierter Beratungskonzepte sind weitere Forschungsstudien notwendig.

4.4.6 Literatur

- ACHILLES, W., W. FLOSCH, M. FREIBERGER, M. GOLZE, B. HAIDAN, B. HORNING, P. HILLER, A. JANZEN, R. KLEMM, A. LEOPOLD, M. NAJATI, G. TREI, H. VAN DEN WEGHE, S. VAN DEN WEGHE (2002): Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung – BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift 399
- ANONYM (1998): Lösungsansätze zur Weiterentwicklung der Legehennenhaltung. DGS intern 48/1998, 4-9
- ANONYM (2001): Internationale Untersuchung zum Federpicken. Dem Problem Federpicken auf der Spur. DGS Magazin 31/2001, 36-37
- ANONYM (2003): Tiergesundheit und Qualitätssicherung in der Geflügelhaltung. DGS intern 32/2003, 3
- ANONYM (2003): Tierseuchenbekämpfung – gemeinsame Herausforderung für Tierhalter und Staat. DGS intern 20/2003, 4-5
- ARNOLD, J. (2004): Milbenbekämpfung in der Praxis. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2004, 183-186
- BESSEI, W., K. DAMME (1998): Neue Verfahren für die Legehennenhaltung. KTBL-Schrift 378
- DAMME, K. (2001): 2. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung. Bayerische Landesanstalt für Tierzucht
- DAMME, K. (2003): 3. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
- DAMME, K. (2003): Eierzeugung in alternativen Haltungssystemen. Wie sich verschiedene Legehybriden dafür eignen. DGS Magazin 27/2003, 12-18
- ELLENDORF, F. (1997): Haltungssysteme und Tierschutz: Vor- und Nachteile Abwägen. DGS-Magazin 1/97, 24-27
- GEISER, F. (2001): Federpicken: Es gibt Gegenmittel. BVET-Magazin 1/2001, 13-15
- HADORN, R. (2000): WPSA in Montreal – Effekte des Schnabelkürzens unter der Lupe. Schweizerische Geflügelzeitung 20.9.2000

- HADORN, R. (2002): Einstreumaterial ab 1. Lebenstag – Effekte auf die späteren Legehennen. Schweizerische Geflügelzeitung 24.1.2002, 10-12
- HAFEZ, H. M., A. MAZAHERI, C. PRUSAS, K. BÖHLAND, M. PÖPPEL, D. SCHULZE (2001): Aktuelle Geflügelkrankheiten bei Legehennen im Zusammenhang mit alternativen Haltungssystemen. Tierärztl. Praxis 29 (G), 168-174, Schattauer GmbH, Stuttgart – New York und DGS Magazin 35/2001, 18-22
- HAFEZ, H.M. (2003): Aktuelle Geflügelkrankheiten in alternativen Legehennen-Haltungssystemen. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2003, 54-57
- HAFEZ, H.M. (2003): Geflügelpest: Alte Krankheit mit ständiger Gefahr für Geflügel. Tierärztl. Umschau 58, 343-351
- HAFEZ, H.M. (2003): Krankheitsbekämpfung und Arzneimitteleinsatz in Nutzgeflügelbeständen. Tierärztl. Umschau 58, 405-408
- HOOP, R. (2002): Escherichia coli-Infektionen des Huhnes. Eine unterschätzte Gefahr in der alternativen Geflügelhaltung. DGS Magazin 40/2002, 38-40
- JAEGER, G. (2003): Das Virus der Infektiösen Bronchitis des Huhnes als Initiator zu weitreichenden Erreger-Wirt-Interaktionen. Tierärztl. Umschau 58, 209-213
- JEROCH, H. und S. DÄNICKE (2003): Faustzahlen zur Geflügelfütterung. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2003, 107-132
- KANSWOHL, N. und Treptow, C. (2003): Staub- und Schadgasgehalte, Legeleistung, Futterverbrauch, Parasitenbelastung sowie Krankheitsgeschehen und Mortalität in konventionellen und alternativen Haltungssystem für Legehennen. ISPA Weiße Reihe Band 22, 45-53
- KARAAGAC, F., M. ÖZCAN, T. SAVAS (2003): Verlauf von aggressivem Picken und einigen Verhaltensmerkmalen in rangordnungsinstabilen Käfiggruppen bei Legehennen. (Kurzmitteilung) Arch. Tierz. 46, 4, 391-396
- KEPPLER, C. (2003): Junghennenaufzucht in Tageslichtställen. Das Auftreten von Federpicken kann vermieden werden. DGS Magazin 27/2003, 19-24
- KREYENBROCK, L., B. SCHNEIDER, J. SCHÄL, S. GLASER (2003): EpiLeg
Orientierende epidemiologische Untersuchung zum Leistungsniveau und Gesundheitsstatus in Legehennenhaltungen verschiedener Haltungssysteme. ISPA Weiße Reihe Band 22, 54-87
- 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, 5, 387-398
- LEYENDECKER, M., H. HAMANN, J. HARTUNG, G. GLÜNDER, M. NOGOSSEK, R.M. WEBER, U. NEUMANN, C. SURIE, J. KAMPHUES, O. DISTL (2002): Bone breaking strength and eggshell stability of laying hens kept in battery cages, furnished cages and an aviary housing system. Archiv für Geflügelkunde 66 Sonderheft II, 144
- LOICK, A. (1996): Eierzeugung: Die Haltungssysteme kritisch betrachtet. DGS Magazin 44/1996, 18-21

- MAHBOUB, H., E. von Borell, J. MÜLLER (2002): Feather pecking in laying hens with free access to outdoor enclosures. Archiv für Geflügelkunde 66 Sonderheft II, 79
- MORGENSTERN, R. (1995): Woran erkranken Legehennen? DGS Magazin 4.2.1995, 11-14
- MÜLLER, J., G. V. LENGERKEN (1999): Federpicken und Federverlust bei Hühnern in alternativen Haltungssystemen. Tagung „Ökologische Erzeugung von Geflügelfleisch und Eiern“, 13./14. April 1999, Halle, Tagungsband, 25-29
- NEUMANN, U. (2002): Mit welchen Krankheiten ist zu rechnen? Zeitgemäße Legehennenhaltung 39-41, Land- und Forst-Schriftenreihe Tierhaltung, Landwirtschaftskammer Hannover, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Hannover
- NIGHTOT, P. K., G. N. KOLTE, G. R. GHALSASI (2003): Ursachen von Atemwegserkrankungen. Poultry International, Übersetzung in DGS Magazin 31/2003, 31
- OESTER, H. (1994): Sitzstangenformen und ihr Einfluss auf die Entstehung von Fußballengeschwüren bei Legehennen. Archiv für Geflügelkunde 5, 231-238
- PETERMANN, S. (2003): Legehennen in alternativen Haltungssystemen – Praktische Erfahrungen. ISPA Weiße Reihe Band 22, 1-9
- PÖPPEL, M. (2003): Hennenhalter stehen fast vergessenen Krankheiten hilflos gegenüber. DGS intern 8/2003, 2
- PUPPE, B. (2003): Stressbewältigung und Wohlbefinden – verhaltensphysiologische Ansatzpunkte einer Gesundheitssicherung bei Tieren. Arch. Tierz., Dummerstorf 46 Sonderheft, 52-56
- SCHWARZER, C. (1994): Schwerpunkte der Gesundheitsförderung beim Geflügel. 15. Hülsenberger Gespräche 1994 der H. Wilhelm Schaumann Stiftung, Travemünde, Tagungsband, 101-104, aus der Schriftenreihe der H. Wilhelm Schaumann Stiftung, Hamburg
- SIEGMANN, O. (1986): Aktuelle hygienische Probleme in der Geflügelhaltung. 11. Hülsenberger Gespräche 1986 der H. Wilhelm Schaumann Stiftung, Travemünde, Tagungsband, 123-129, aus der Schriftenreihe der H. Wilhelm Schaumann Stiftung, Hamburg
- VAN NIEKERK, T. und R. VAN EMOUS (2003): Die optimale Krallenlänge gibt es nicht. DGS Magazin 9/2003, 22-24
- VOSS, M. (1999): Krankheitsprophylaxe und Verbraucherschutz unter besonderer Berücksichtigung der alternativen Haltungssysteme. Lohmann Information 3/99, 13-16
- WEBER, R. M., G. GLÜNDER, M. NOGOSSEK, I. SANDER, U. NEUMANN (2002): Observations on causes of death in laying hens kept in three different housing systems. Archiv für Geflügelkunde 66 Sonderheft II, 146

4.5 Auslaufnutzung

Verantwortlicher Themenleiter: Dr. agr. Michael Mußlick

Bearbeitung: Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt¹⁾, Dr. agr. Michael Mußlick¹⁾, Dipl. Ing. agr. Peter Gayer²⁾, Dr. agr. habil. Hans Hochberg¹⁾

¹⁾ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, ²⁾ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

4.5.1 Einführung und Zielstellung

Unter den alternativen Formen der Legehennenhaltung besitzen Stallanlagen mit Freilandauslauf einen besonderen Stellenwert in der öffentlichen Diskussion. Innerhalb der EU-Vermarktungsnorm für Eier (EG 1651/2001) ist die Freilandhaltung von Legehennen mit zwei eigenständigen Kategorien vertreten („Freilandhaltung“ und „Ökologische Erzeugung“), die am Markt höhere Preise erzielen als die Kategorien ohne Freilandauslauf („Bodenhaltung“, „Käfighaltung“). Bisher liegen nur wenige systematische Untersuchungen zum Umfang der Auslaufnutzung durch Legehennen vor. Das ursprüngliche Ziel der Erhebung, das Auslaufverhalten von Legehennen in Boden- und Volierenhaltung mit Hilfe von Videotechnik an farblich markierten Tieren (Test-, Pilot- oder Indikatorgruppen) sowohl im Stall, im Wintergarten (Kaltscharrraum) als auch im Freilandauslauf über längere Zeitperioden tagsüber zu verfolgen, ließ sich aus finanziellen Gründen nicht verwirklichen. Der Einsatz der Transpondertechnik beschränkte sich bislang aus technischen Gründen auf Herden bis zu 50 Tieren, hätte schmalere Auslauföffnungen erfordert und war finanziell ebenfalls nicht realisierbar, so dass im Rahmen der Erhebung eine Erfassung der individuellen Auslaufnutzung (Aufenthaltsdauer, Austrittshäufigkeit, Austrittszeitpunkte, maximale Entfernung) entfiel.

Ersatzweise ist die Auslaufnutzung der Legehennen an einzelnen Tagen in stündlichem oder halbstündlichem Abstand mit Hilfe der digitalen Fotografie in Stallnähe (markierte Bereiche von 0 bis 4 m, von 4 bis 8 m, von 8 bis 12 m und von 12 bis 16 m Entfernung vom Stall bzw. vom Kaltscharrraum) dokumentiert und computergestützt ausgewertet worden. Die Auslaufnutzung im Bereich ab 16 m Entfernung vom Stall oder hinter dem Stall konnte nur durch visuelle Auszählung erfasst werden. Durch die Geflügelpest im Frühjahr 2003 war aus seuchenhygienischen Gründen eine Beobachtung des Auslaufverhaltens der Hennen von Anfang März bis Ende Juni nicht möglich gewesen, so dass diese Jahreszeit in der Erhebung fehlt.

4.5.2 Kenntnisstand

Die Übersicht in Tabelle 5-1 vermittelt den wesentlichen Kenntnisstand über Aussagen zur Auslaufnutzung durch Hühner, der aus der Literatur zu entnehmen ist. Die Tabellen 5-2 und 5-3 belegen, dass mit zunehmender Herdengröße der Anteil der Hennen abnimmt, die im Mittel den Auslauf aufsuchen. Aus den in Tabellen 5-3 und 5-4 wiedergegebenen Untersuchungsergebnissen von HIRT u. a. (2001) sowie von HÖFNER u. a. (2001) geht hervor, dass sich die Hühner im Auslauf vorwiegend in Stallnähe aufhalten. Diese Beobachtungen werden auch durch die in Tabelle 5-5

zusammengefassten Resultate von HARLANDER-MATAUSCHEK (2001) bestätigt. Die Angaben in Tabelle 5-6 weisen auf den Einfluss von Herkunft und von Gewöhnungseffekten auf die Auslaufnutzung hin. Die Daten von KJAER und ISAKSEN (1998) zeigen auch, dass die Individualnutzung des Auslaufs größer sein kann als der mittlere prozentuale Anteil von Hennen im Auslauf zu einem Beobachtungszeitpunkt oder innerhalb eines Beobachtungszeitraums. Die Anwesenheit von Hähnen in der Herde steigert zumindest bei kleinen Herden die Auslaufnutzung durch die Hennen (Tabelle 5-4). Eine Übersicht zu den Problemen der Auslaufhaltung von Legehennen ist bei HÖRNING u. a. (2002) zu finden.

Tabelle 5-1: Literaturangaben zur Auslaufnutzung durch Legehennen oder Broiler – Teil 1

Autor(en)	Jahr	Beobachtungsobjekt	Aussage
ENGELMANN	1944	Legehennen	Bei Auslauf entfernen sich die Hennen im Mittel bis zu 50 m vom Stall (nach BESSEI, 2003)
ENGELMANN	1984	Legehennen	Hühner, die in den ersten 20 LW im Stall gehalten werden, brauchen 4 Wochen Gewöhnung, bis sie den Auslauf betreten
KEELING u. a.	1988	Legehennen	Hypothesen, warum der Auslauf nicht genutzt wird: Futter, Wasser, Übernachtung im Stall; Tendenz zur Gruppenbildung: wenn die Mehrheit im Stall bleibt, zieht sie die anderen Tiere an; Angst vor der (neuen) Umgebung
WEEKS u. a.	1994	Broiler	Auch im Freiland aufgezogene Broiler halten sich bevorzugt in Stallnähe auf
ABDOLMOHAMMADI	1998	Legehennen	Hennen hielten sich bei Temperaturen unter 15 °C durchschnittlich 10 Minuten im Auslauf auf
RAUCH u. a.	1999	Legehennen	Transponderversuch mit 32 Legehennen: Aufenthaltsdauer und –häufigkeit verhielten sich gegensätzlich, 90 % der individuellen täglichen Erstaustritte lagen in der ersten Stunde nach der Öffnung
HIRT u. a.	2000	Legehennen	kleinere Herden nutzen den Auslauf in größerem Umfang
RAUCH	2000	Legehennen	Vorschlag der Nutzung von Rasenschutzmatten im Auslauf zur Schonung der Grasnarbe
HIRT u. a.	2001	Legehennen	Abnahme der Auslaufnutzung mit zunehmender Entfernung zum Stall (vgl. Tabelle 5-3)
MÜLLER u. a.	2001	Legehennen	Transponderversuch mit 50 Legehennen zum Vergleich der Auslaufnutzung durch die Hybridherkünfte LT und LSL: LSL-Hennen nutzen den Auslauf öfter als LT-Hennen (vgl. auch THIES (2002))

Tabelle 5-1: Literaturangaben zur Auslaufnutzung durch Legehennen oder Broiler – Teil 2

Autor(en)	Jahr	Beobachtungsobjekt	Aussage
HARLANDER-MATAUSCHEK	2001 2002a 2002b	Legehennen	Einfluss der Herdengröße auf Auslaufnutzung (250 >> 500 >1.000 Hennen, vgl. die Tabellen 8.2 und 8.5); kein Einfluss der Breite der Schlupföffnung auf Auslaufverhalten
HAUSER u. a.	2002	Legehennen	Durch Körnerstreuen im Auslauf konnte der Umfang der Auslaufnutzung nicht verbessert werden
HEGELUND u. a.	2002	Legehennen	Bei 29 Herden mit 500 bis 600 Hennen pro Herde schwankte die mittlere Auslaufnutzung zwischen 2 und 24 %. Die Auslaufnutzung verringerte sich generell mit zunehmender Herdengröße
THIES	2002	Legehennen	Es sind immer wieder dieselben Hennen, die den Auslauf aufsuchen bzw. nicht aufsuchen
ZELTNER und HIRT	2002	Legehennen	Die Strukturierung des Auslaufs verbessert die Auslaufnutzung
DAWKINS u. a.	2003	Broiler	Maximal 15 % der Tiere des Bestandes sind im Auslauf anzutreffen; Hühner suchen Schutz durch Bäume
ZELTNER u. a.	2004	Legehennen	Keine Verbesserung der Auslaufnutzung durch Körnerstreuen in der Aufzucht bei Junghennen oder durch Auslauftunnel mit Schutzfunktion

Tabelle 5-2: Herdengröße (Tierzahl n) und mittlerer prozentualer Anteil der den Auslauf nutzenden Legehennen oder Broiler des Bestandes nach Literaturangaben

Autor(en)	Tierzahl und mittlerer Anteil von Hennen im Auslauf in %									
	n			490		1 432	1 451	2 450		
BUBIER u. BRADSHAW (1998)	%			42,1		11,1	9,2	5,1		
HIRT u. a. (2000, 2001)	n	50		500					3 000	
	%	41,2		29,5					19,5	
HARLANDER-MATAUSCHEK (2001)	n		250	500	1 000					
	%		38	35	22					
DAWKINS u. a. (2003) (Broiler)	n									20 000
	%									8,1 ¹⁾

¹⁾ mit Bäumen strukturierte Ausläufe

Tabelle 5-3: Auslaufnutzung in der Ökologischen Legehennenhaltung nach HIRT u. a. (2001)

Herdengröße (Hennen / Herde)	50	500	3 000
% Legehennen im stallnächsten Viertel	26,4	15,4	10,3
% Legehennen im stallfernsten Viertel	2,3	1,8	2,6
% Legehennen im gesamten Auslauf	41,2	29,5	19,5

Tabelle 5-4: Nutzung verschiedener Auslaufzonen (mittlerer prozentualer Anteil der Hennen) und Einsatz von Hähnen nach HOFNER u. a. (2001)

Kriterium	Areal	Herde 1	Herde 2	Herde 3	Herde 4
Anzahl Hennen		375	423	366	463
Anzahl Hähne		-	-	12	20
mittl. proz. Ant.	Kaltscharrraum	9,5	10,0	9,0	10,7
mittl. proz. Ant.	Auslauf bis 2 m Entfernung zum Stall	3,5	4,1	3,2	5,7
mittl. proz. Ant.	Auslauf 2 - 30 m Entfernung zum Stall	10,5	13,6	19,7	23,7
mittl. proz. Ant.	Auslauf 30 - 60 m Entfernung zum Stall	1,9	9,2	11,5	10,3
mittl. proz. Ant.	Auslauf 60 - 90 m Entfernung zum Stall	0,1	1,4	4,4	11,6
mittl. proz. Ant.	Auslauf insgesamt	15,9	28,3	38,9	51,3

Tabelle 5-5: Mittlerer prozentualer Anteil der Hühner in den Freilandsegmenten nach HARLANDER-MATAUSCHEK (2001) – 1. Datenaufnahme (N = 130 Beobachtungseinheiten) + 2. Datenaufnahme (N = 117 Beobachtungseinheiten)

Herden- größe	250 Hennen				500 Hennen				1 000 Hennen			
	1. DA		2. DA		1. DA		2. DA		1. DA		2. DA	
	MW	s	MW	s	MW	s	MW	s	MW	s	MW	s
0 – 25 m	21,84	8,17	20,70	7,68	16,24	4,35	13,45	4,92	8,66	2,55	9,60	3,34
25 – 50 m	11,08	6,97	9,80	6,48	8,74	5,09	5,56	3,28	4,04	2,55	2,59	1,54
50 – 75 m	4,21	4,23	5,05	4,55	6,29	3,56	4,48	2,83	3,62	2,42	2,54	1,72
75 – 100 m	1,34	1,76	1,96	2,36	4,15	3,15	3,34	2,62	2,40	1,88	2,23	1,64
100 – 125 m	0,36	0,63	0,72	1,03	1,75	1,83	1,86	1,66	1,06	1,11	1,61	1,41
125 – 150 m	0,30	0,68	0,41	0,76	0,78	1,03	1,08	1,25	0,51	0,66	1,08	1,04
150 – 175 m	0,25	0,51	0,24	0,48	0,42	0,69	0,50	0,76	0,25	0,41	0,71	0,87
175 – 200 m	0,19	0,53	0,15	0,41	0,24	0,47	0,26	0,54	0,14	0,26	0,38	0,59
200 – 225 m	0,17	0,48	0,16	0,50	0,12	0,31	0,11	0,37	0,10	0,23	0,18	0,47
0 – 225 m	39,74		39,19		38,73		30,64		20,78		20,92	

DA = Datenaufnahme

Tabelle 5-6: Unterschiede in der Auslaufnutzung zwischen Herkünften bzw. Einzeltieren bei acht Versuchsgruppen zu je 30 Hennen nach KJAER und ISAKSEN (1998)

Lebens- woche	Kriterium	Herkunft			
		ISA brown	New Hampshire (NH)	White Leghorn (WL)	NH x WL
20.	Mittlerer prozentualer Anteil	13,8 ^b	2,0 ^c	26,1 ^a	18,4 ^{ab}
26.	Mittlerer prozentualer Anteil	51,0 ^a	29,0 ^b	47,4 ^a	42,5 ^{ab}
20.	Prozentualer Anteil von Individuen mit mindestens 1 Auslaufbesuch	59,2 ^a	15,2 ^b	84,2 ^a	69,4 ^a

Verschiedene Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede

4.5.3 Material und Methode

Die Erhebungen zur Auslaufnutzung erfolgten in vier Betrieben mit sechs Legehennenherden in den Jahren 2002 und 2003. Von den einbezogenen Ställen sind zwei den Aufstallungsformen „Bodenhaltung ohne Kaltscharrraum“ und „Mobilstall mit Ganzrostbodenhaltung und Kaltscharrraum“ zuzuordnen. Die darin gehaltenen Herden umfassten weniger als 10 000 Tiere. Die beiden anderen Ställe rechnen zur Kategorie „Volierenhaltung mit Kaltscharrraum“ und waren mit mehr als 10 000 Hennen belegt. Die sechs Herden bestanden aus Hennen der Legehybridtypen LB (3), LSL (2) und Tetra SL (1). Die Ställe wiesen pro 11 m Stalllänge auf beiden Seiten eine Austrittsöffnung auf, die den Forderungen der EU-Öko-Tierhaltungs-VO 1804/1999/EG vom 19.07.1999 (mind. 0,2 m pro 100 Hennen) entsprach. Die Ausläufe (hier immer Freiland- oder Grünausläufe) verfügten teilweise über Unterstände (Leiterwagen mit Schutzdächern, Holzhütten) oder waren partiell mit Bäumen bewachsen. Sie wurden zur Markierung von Arealen in Stallnähe mit rot-weißem Absperrband versehen, das um Drähte gewickelt wurde, die in einer Höhe von 40 bis 50 cm über dem Bodenprofil gespannt worden waren. Der Abstände dieser Areale zur Wand des Stalles bzw. des Kaltscharrraumes betragen 0 bis 4 m, 4 bis 8 m, 8 bis 12 m und 12 bis 16 m. Bei Ställen über 50 m Länge mussten die Ausläufe noch mit Absperrband in zwei Hälften geteilt werden. Eine Markierung der Areale am Boden mit Futterkalk oder mit Absperrband bewährte sich nicht. Die an den Stallseitenwänden gelegenen Auslauflächen wurden mit Hilfe von zwei Digitalkameras von bis zu 16 Standorten aus in stündlichem oder teilweise auch halbstündlichem (Betriebe <10 000 Hennen) Abstand fotografiert. Die Auszählung der Tiere erfolgte mit Hilfe eines speziellen Computerprogramms. Die Nutzung der an den Stirnseiten der Ställe oder der außerhalb von 16 m Seitenabstand befindlichen Auslauflächen ist hingegen nur durch Zählung erfasst worden. Das Schema der Auslauferfassung und die räumliche Unterteilung der Ausläufe kann den Abbildungen 5-1 und 5-2 entnommen werden. Den Ergebnissen liegen die in Tabelle 5-7 angegebenen Beobachtungseinheiten N (Beobachtungszeitpunkte) zugrunde. Zu jedem Beobachtungszeitpunkt existieren Angaben zur Außentemperatur sowie zu Bewölkung und Wind. Mit einer Anzahl von 92 Beobachtungseinheiten konnte ein Datenumfang erreicht werden, der dem von HARLANDER-MATAUSCHEK (2001) sowie von DAWKINS u. a. (2003) nicht wesentlich nachsteht (vgl. Tabelle 5-8). DAWKINS und ihre Mitarbeiter erreichten mit einem Datenpool von 40 Herden zu je 20 000 Broilern in 14 Ställen (sieben Betriebe mit je zwei Ställen; 14 Herden im Zeitraum März bis Mai, 14 Herden im Zeitraum Juni bis August und 12 Herden im Zeitraum November bis Januar) und einer einmaligen zehnstündigen Beobachtung pro Herde international sowie in der deutschen Tagespresse stark beachtete Ergebnisse zur Auslaufnutzung durch Hühner. Die statistische Auswertung der Erhebungsdaten erfolgte mit dem Programm SPSS 11.5 (T-Test für unabhängige Stichproben, bivariate Korrelation nach PEARSON).

Tabelle 5-7: Anzahl von Beobachtungseinheiten N in dieser Erhebung

Jahr	Herdengröße (Hennen)	500	7 000	<10 000	16 000	20 000	>10 000	Alle Herden
2002	N	19	-	19	11	11	22	41
2003	N	-	11	11	20	20	40	51
Insgesamt	N	19	11	30	31	31	62	92

N: Beobachtungszeitpunkte/Tag, summiert über alle Tage mit Auslaufbeobachtung = 92 Beobachtungseinheiten mit einem Datenumfang von 1 472 digitalen Bildern + 184 visuellen Zählungen = 1 656 Einzeldaten

Tabelle 5-8: Angaben aus der Literatur zur Anzahl von Beobachtungseinheiten N, zur Erfassungstechnik sowie zur beobachteten Auslauffläche

Autor(en)	Tage	Stunden pro Tag	N	Zählungen	Bilder	Beobachtete Auslauffläche
HARLANDER-MATAUSCHEK (2001)	10	13	130	ja	-	0 bis 225 m
HARLANDER-MATAUSCHEK (2001)	9	13	117	ja	-	0 bis 225 m
DAWKINS u. a.(2003)	38	10	380	ja	1 720	0 bis 15 m

rechter Auslauf	Zählung 1	rechter	Auslauf	Zählung 1
	Areal			>16 m
	Zählung 1	◀7	8▶	bis 16 m
	Areal	◀6	5▶	bis 12 m
	Areal	◀3	4▶	bis 8 m
Areale	Areal	◀2	1▶	bis 4 m
	Kaltscharrraum			
Stall				
hinters dem Stall	Kaltscharrraum			
	Areal	◀9	10▶	bis 4 m
Zählung 2	Areal	◀12	11▶	bis 8 m
	Areal	◀13	14▶	bis 12 m
	Areal	◀16	15▶	bis 16 m
linker Auslauf	Areal			> 16 m
	Zählung 2	linker	Auslauf	Zählung 2

Abbildung 5-1: Schema der Unterteilung der beiden seitlich zum Stall und hinter dem Stall gelegenen Auslaufflächen und 1. Version der Erfassung der Auslaufnutzung durch die Legehennen (◀ bzw. ▶ = Standorte für digitale Fotos)

rechter Auslauf	Zählung 1	rechter Areal	Auslauf > 16 m	Zählung 1
	5▶	Areal	bis 16 m	◀4
	6▶	Areal	bis 12 m	◀3
	7▶	Areal	bis 8 m	◀2
	8▶	Areal	bis 4 m	◀1
Zählung 1 Areale	Kaltscharrraum			
	Stall			
hinter dem Stall	Kaltscharrraum			
Zählung 2	9▶	Areal	bis 4 m	◀16
	10▶	Areal	bis 8 m	◀15
	11▶	Areal	bis 12 m	◀14
linker Auslauf	12▶	Areal	bis 16 m	◀13
	Zählung 2	linker Areal	> 16 m	Auslauf Zählung 2

Abbildung 5-2: Schema der Unterteilung der beiden seitlich zum Stall und hinter dem Stall gelegenen Auslaufflächen und 2. Version der Erfassung der Auslaufnutzung durch die Legehennen (▶ bzw. ◀ = Standorte für digitale Fotos)

4.5.4 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse

4.5.4.1 Mittlerer prozentualer Anteil der Tiere des Einstallungsbestandes, die den Freilandauslauf nutzen, dargestellt in Abhängigkeit von der Herdengröße

Die Mittelwerte des prozentualen Anteils der Hennen des Einstallungsbestandes, die zu den Beobachtungszeiträumen den Auslauf betreten und genutzt haben, sind der Tabelle 5-9 zu entnehmen. In Abbildung 5-3 wird der Sachverhalt des stark negativen Zusammenhangs (bei sechs Herden: $r = -0,92$; $P = 0,99$) zwischen Herdengröße und Umfang der mittleren Auslaufnutzung durch die Hennen noch einmal graphisch wiedergegeben. Die in dieser Erhebung bei Hennen beobachtete Abhängigkeit der Auslaufnutzung von der Herdengröße entspricht sehr gut den in Tabelle 5-2 zusammengefassten Literaturangaben. Es ist hier anzumerken, dass der Umfang der Auslaufnutzung in der Erhebung an einzelnen Beobachtungstagen bei einer Herde (16.000 Hennen) durch Greifvögel wie Habichte stark negativ beeinträchtigt wurde. HÖRNING u. a. (2002) führen an, dass es durch einen Lerneffekt der Greifvögel zu einem jährlichen Anwachsen der durch sie bedingten Verluste bei den Hennendurchgängen kommen kann. Eine getrennte Darstellung der Nutzung der rechten und der linken Auslaufflächen unterbleibt, da sich in diesen Zahlen die Standortverhältnisse aber auch saisonale Besonderheiten (Greifvogelattacken, Mischbeweidung mit anderen Tierarten) widerspiegeln. Eine detailliertere Auswertung der Gesamtstichprobe nach Beobachtungsjahr, nach Legehybridtyp, nach Lebenswoche am Beobachtungstag sowie nach Bewölkung/Wind verbietet sich wegen des zu geringen Umfangs der

Daten, der die Kompensation zufälliger Einflüsse nicht gewährleistet. Aus diesem Grund wurde auch die Berechnung von Nutzungsdichten, -indices, von Ortswechselhäufigkeiten oder von Transitionsmatrices verzichtet (vgl. WEEKS u. a., 1994; HARLANDER-MATAUSCHEK, 2001 sowie Dawkins u. a., 2003).

Tabelle 5-9: Mittlerer prozentualer Anteil des Einstallungsbestandes von Hennen, die den Auslauf im Beobachtungszeitraum nutzten, dargestellt in Abhängigkeit von der Herdengröße

Herdengröße	500 Hennen		7 000 Hennen		<10 000 Hennen			16 000 Hennen			20 000 Hennen			>10 000 Hennen		
	N	MW	N	MW	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s	N	MW	s
2002	19	31,3	-	-	19	31,3	9,4	11	5,3	2,0	11	4,3	2,8	22	4,8	2,5
2003	-	-	11	15,5	11	15,5	4,9	20	3,3	1,6	20	8,1	2,1	40	5,8	3,0
Insgesamt	19	31,3	11	15,5	30	25,5	11,1	31	4,0	2,0	31	6,8	3,0	62	5,4	2,9

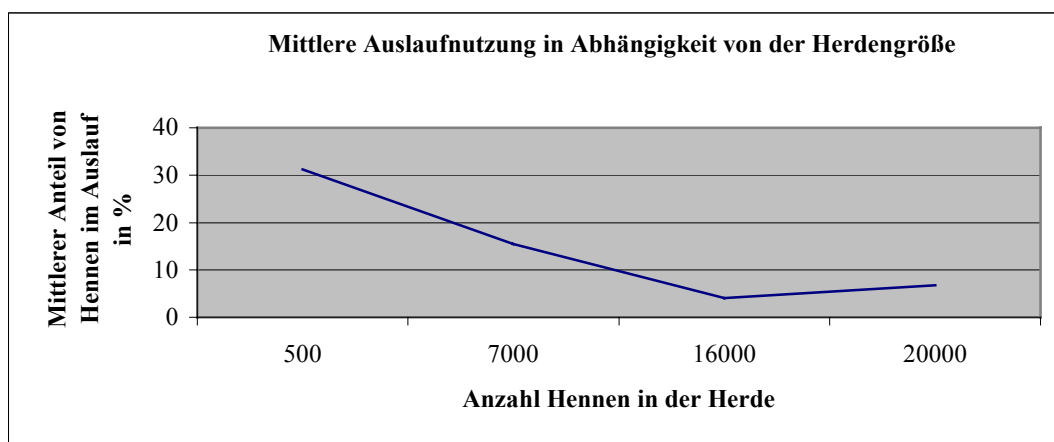


Abbildung 5-3: Mittlerer prozentualer Anteil von Hennen des Einstallungsbestandes, die den Auslauf im Erhebungszeitraum nutzten, dargestellt in Abhängigkeit von der Herdengröße

4.5.4.2 Mittlere prozentuale Verteilung der Legehennen des Einstallungsbestandes auf die einzelnen Auslaufareale über den gesamten Beobachtungszeitraum

Die Nutzung der Auslaufareale durch die Hennen nahm im Mittel aller Beobachtungen mit zunehmender Entfernung vom Stall stark ab (Tabelle 5-10). Die Mittelwerte des prozentualen Anteils von Hennen des Einstallungsbestandes in den Auslaufarealen 0 – 4 m, 4 – 8 m und 8- 12 m unterscheiden sich signifikant für alle sechs Herden. Der Befund einer mit zunehmender Entfernung zum Stall abnehmenden Auslaufnutzung wird in der gleichen Erhebung durch die Ergebnisse zum Nährstoffeintrag in die Auslaufböden (ZORN u. a., Teilprojekt 4.6 dieses Berichtes) sowie durch die Bonituren des Pflanzenbestandes von Ausläufen (HOCHBERG, Abschnitt 4.5.4.7) gestützt. Da auch HIRT u. a. (2001), HARLANDER-MATAUSCHEK (2001) sowie DAWKINS u. a. (2003) über dieses Auslaufnutzungsverhalten von Hühnern berichteten, scheint die Forderung nach einer definierten Auslauffläche (z. B. 10 oder 4 m²/Henne), soweit keine Wechselläufe vorliegen, einer fundierten Begründung zu entbehren.

Tabelle 5-10: Mittlerer prozentualer Anteil der Hennen des Einstallungsbestandes, die den Auslauf im Beobachtungszeitraum nutzten, dargestellt in Abhängigkeit von der Herdengröße und der Entfernung der Auslaufareale zum Stall bzw. zum Kaltscharrraum

Auslaufareal		1	2	3	4	5	Auslauf insgesamt
Entfernung zum Stall		bis 4m	4 - 8 m	8 - 12 m	12 - 16 m	>16 m	
Herden- größe	N	MW ± s	MW ± s	MW ± s	MW ± s	MW ± s	MW ± s
500	19	8,64 ± 2,94	5,05 ± 2,80	5,51 ± 3,41	4,77 ± 2,09	7,29 ± 2,38	31,26 ± 9,42
7 000	11	8,07 ± 3,94	2,87 ± 0,83	1,15 ± 0,77	1,06 ± 0,88	2,34 ± 1,52	15,50 ± 4,93
<10 000	30	8,43 ± 3,29	4,25 ± 2,50	3,91 ± 3,46	3,41 ± 2,51	5,47 ± 3,19	25,48 ± 11,10
16 000	31	1,95 ± 0,63	0,84 ± 0,48	0,44 ± 0,28	0,38 ± 0,31	0,44 ± 0,60	4,05 ± 2,01
20 000	31	2,68 ± 0,94	1,01 ± 0,51	0,61 ± 0,33	0,58 ± 0,30	1,88 ± 1,19	6,76 ± 2,97
>10 000	62	2,32 ± 0,88	0,93 ± 0,50	0,52 ± 0,31	0,48 ± 0,32	1,16 ± 1,19	5,40 ± 2,86
Alle Herden	92	4,31 ± 3,50	2,01 ± 2,15	1,63 ± 2,54	1,43 ± 2,00	2,57 ± 2,89	11,95 ± 11,59

Mit Ausnahme der Areale 3 und 4 sind die mittleren prozentualen Anteile zwischen den anderen Arealen bei den Gesamtdaten aller Herden mit P = 0,95 signifikant unterschiedlich

4.5.4.3 Mittlere prozentuale Verteilung der Legehennen auf die einzelnen Auslaufareale in Abhängigkeit von der Jahreszeit

Bei den vier Herden mit mehr als 10 000 Hennen konnte die Auslaufnutzung auch hinsichtlich eines unterschiedlichen Verhaltens im Sommer und im Herbst geprüft werden. Die Auslaufnutzung erfolgte im Herbst 2002 und 2003 intensiver als in den heißen Monaten der Sommer 2002 und 2003 (Tabelle 5-11). Für den Sommer 2002 liegen nur sieben Beobachtungseinheiten aus Voruntersuchungen vor (Auslauf: 2,6 – 3,5 % des Bestandes; Kaltscharrraum: 1,0 bis 2,0 % des Einstallungsbestandes). Einzelne Tiere entfernten sich im Herbst 2003 bis zu 250 m vom Stall. Selbst die maximalen Anteile in der Auslaufnutzung erreichten die Herden vorwiegend im Herbst (Tabelle 5-12). Die in Tabelle 5-13 dargestellten Daten legen nahe, dass die Hennen einen Temperaturbereich von 10 bis 20 °C beim Betreten des Freilandauslaufes bevorzugen. DAWKINS u. a. (2003) fanden bei Broilern die stärkste Auslaufnutzung im Sommer, was auf die anderen klimatischen Verhältnissen in Großbritannien zurückzuführen sein dürfte.

Tabelle 5-11: Mittlerer prozentualer Anteil des Einstallungsbestandes, der bei Herden mit mehr als 10 000 Hennen den Auslauf im Erhebungszeitraum nutzte, dargestellt in Abhängigkeit von der Jahreszeit und der Entfernung der Auslaufareale zum Stall bzw. zum Kaltscharrraum

Auslaufareal		1	2	3	4	5	Auslauf insgesamt
Entfernung zum Stall		bis 4m	4 - 8 m	8 - 12 m	12 - 16 m	>16 m	
Jahreszeit	N	MW ± s	MW ± s	MW ± s	MW ± s	MW ± s	MW ± s
Sommer	17	1,57 ± 0,71	0,56 ± 0,46	0,29 ± 0,21	0,20 ± 0,18	0,32 ± 0,34	2,93 ± 1,73
Herbst	45	2,60 ± 0,76	1,07 ± 0,44	0,61 ± 0,30	0,58 ± 0,30	1,48 ± 1,24	6,33 ± 2,65
Alle Herden	62	2,32 ± 0,88	0,93 ± 0,50	0,52 ± 0,31	0,48 ± 0,32	1,16 ± 1,19	5,40 ± 2,86

Mit Ausnahme der Areale 3 und 4 sind die mittleren prozentualen Anteile zwischen den anderen Arealen bei den Gesamtdaten aller Herden mit P = 0,95 signifikant unterschiedlich

Tabelle 5-12: Maximaler prozentualer Anteil von Hennen des Einstallungsbestandes, der den Auslauf im Erhebungszeitraum an einem Beobachtungszeitpunkt nutzte, dargestellt in Abhängigkeit von der Herdengröße und vom Datum

Herde	Herdengröße	N	Tag	Maximaler prozentualer Anteil von Hennen des Einstallungsbestandes im Auslauf
1	20 000	5	21.11.2002	9,24
2	20 000	5	05.11.2003	13,39
3	16 000	5	09.11.2002	8,62
4	16 000	5	16.11.2003	8,31
5	7 000	4	16.11.2003	21,30
6	500	7	17.09.2002	48,60

Tabelle 5-13: Mittlerer prozentualer Anteil des Einstallungsbestandes aller sechs Herden, der den Auslauf im Erhebungszeitraum nutzte, dargestellt in Abhängigkeit von Bereichen der Außentemperatur und der Entfernung der Auslaufareale zum Stall bzw. zum Kaltscharraum

Auslaufareal		1	2	3	4	5	Auslauf insgesamt
Entfernung zum Stall		bis 4m	4 - 8 m	8 - 12 m	12 - 16 m	>16 m	
Außen temperatur	N	MW ± s	MW ± s	MW ± s	MW ± s	MW ± s	MW ± s
3 bis 10 °C	39	2,68 ± 0,77	1,09 ± 0,47	0,63 ± 0,31	0,61 ± 0,30	1,64 ± 1,25	6,64 ± 2,69
10,1 bis 20,0 °C	18	6,59 ± 4,70	3,22 ± 3,12	2,52 ± 3,28	1,62 ± 1,96	3,38 ± 4,02	17,32 ± 15,53
20,1 bis 27,0 °C	35	4,95 ± 3,87	2,42 ± 2,31	2,28 ± 3,12	2,26 ± 2,67	3,19 ± 3,28	15,10 ± 13,16

Mit Ausnahme der Areale 3 und 4 sind die mittleren prozentualen Anteile zwischen den anderen Arealen bei den Gesamtdaten aller Herden mit P = 0,95 signifikant unterschiedlich

4.5.4.4 Mittlere prozentuale Verteilung der Legehennen im Auslauf in Abhängigkeit von der Tageszeit bzw. des Zeitraums nach Öffnung der Auslaufklappen

Die Auswertung der Verteilung der Auslaufnutzung über die Tageszeit stößt auf das Problem, dass ein unterschiedliches zeitliches Management in den Betrieben bei der Auslaufgewährung vorlag. Die Auslaufklappen waren in der Regel von 9 bis 18 Uhr oder von 11 Uhr bis zum Einbruch der Dunkelheit geöffnet. Wegen der beschränkten Speicherkapazität der digitalen Kameras konnten die Ausläufe nicht bis zum Schließen der Auslaufklappen beobachtet werden. Verbal lässt sich die Situation so beschreiben, dass eine Stunde nach Öffnung der Auslaufklappen ein erstes Tagesmaximum in der Auslaufnutzung auftrat. Der Anteil der Hennen im Auslauf sank mit zunehmender Öffnungszeit fast kontinuierlich ab, um ab 16 Uhr wieder zu einem zweiten Maximum anzuwachsen. Im Sommer waren nach Auskunft des Stallpersonals bei sonnigem Wetter um 20 Uhr und später größere Teile der Herde im Auslauf als an anderen Stunden des Tages. DAWKINS u. a. (2003) fanden bei Broilern einen ähnlichen, u- oder v-förmigen Tagesverlauf des Anteil von Hennen im Auslauf (y-Achse) in Bezug zum Zeitraum nach Öffnung der Klappen (x-Achse). Auch HARLANDER-MATAUSCHEK (2001) berichtete, dass unabhängig von der Gruppengröße die Hühner in den Morgen- und Abendstunden den Auslauf verstärkt aufsuchen.

4.5.4.5 Kennzeichnungsversuch

Im Juli 2003 wurde an weißen Hennen eines Volierenstalls ein Kennzeichnungsversuch mit Markierungssprays für Tiere durchgeführt, um deren Territorialverhalten zu untersuchen (BLÖTTNER, 2003). Das nachfolgende Schema informiert über die farbliche Kennzeichnung in den sechs Stallabteilen:

Abteil 4: 2 520 Tiere ohne Kennzeichnung	Abteil 3: 2 520 Tiere Markierungsfarbe gelb
Abteil 5: 2 940 Tiere Markierungsfarbe grün	Abteil 2: 2 940 Tiere Markierungsfarbe blau
Abteil 6: 2 520 Tiere Markierungsfarben blau / gelb	Abteil 1: 2 520 Tiere ohne Kennzeichnung
Technik- und Eierpackraum	

Die Farbe ist um 8 Uhr jeweils 50 bis 60 Hennen aus dem Bodenbereich auf den Rücken aufgesprüht worden. Auf den Einsatz der Farbe rot wurde bewusst verzichtet, um keinen Kannibalismus zu provozieren. Zwei Stunden nach der Markierung befanden sich blau gekennzeichnete Hennen bereits im Abteil 1. Es war zu beobachten, dass sich die markierten Tiere nach einigen Stunden über den ganzen Stall, beide Kalscharr-Räume und Ausläufe verteilt hatten, so dass von einer ständigen Migration der Hennen über die gesamte Stallfläche auszugehen ist. In einer Literaturübersicht von BESSEI (1997) wird diese Annahme bestätigt. Aus den Beobachtungen bei bisherigen Durchgängen folgt, dass sich trotz vermehrter Einstallung in den beiden Abteilen 2 und 5 die höchste Tierdichte stets in den Abteilen 1 und 6 einstellt. Da in dem angrenzenden Nachbarraum Personal hantiert und die Eier vom Band genommen werden, könnte geräuschbedingte Neugierde die Ursache für dieses Verhalten sein.

4.5.4.6 Erhebungen zur Entwicklung des Körpergewichtes

Einen interessante Erhebung führte 2002 das Personal in einer anderen Voliere mit mehr als 10 000 Hennen bei Braunlegerhybriden durch (ANONYM, 2002). Von der 18. bis zur 28. Lebenswoche sind bei insgesamt 360 Hennen aus den drei Volierenetagen die Gewichte ermittelt worden (9 Wochen mit 40 Tieren/Woche; Tabelle 5-14). Die Hennen in der mittleren Etage waren trotz identischen Futter- und Wasserangebotes im Durchschnitt aller Wägungen um 79 g und die Hennen der oberen Etage sogar um 111 g schwerer als die im unteren Etagenbereich. Es ist zu vermuten, dass vor allem die Tiere aus der unteren Etage Stallboden sowie Auslauf nutzten und durch umfangreichere Bewegung die aufgenommene Futterenergie nicht so stark in Gewicht umsetzen. Möglicherweise haben die Tiere in der unteren Etage auch nicht so lange bzw. nicht so

häufig im Stall Futter aufgenommen wie die Hennen der oberen Etagen. Für die erste Hypothese spricht die Beobachtung von Personal eines Volierenstalls, dass bei unterschiedlichen Durchgängen Hennen der gleicher Herkunft nach Aufzucht in Bodenhaltung den Auslauf stärker nutzten als solche aus Volierenhaltung.

Tabelle 5-14: Entwicklung der Tiergewichte (g) in unterschiedlichen Aufenthaltsebenen einer dreietagigen Voliere in Abhängigkeit vom Lebensalter (n = 40 Tiere je Wägung)

Wägung-Nr.	LW	Alle Etagen		Obere Etage		Mittlere Etage		Untere Etage	
		MW	s	n	MW	N	MW	n	MW
1	18.	1 350	214	13	1 458	13	1 429	14	1 177
2	19.	1 545	292	12	1 617	12	1 631	16	1 481
3	20.	1 641	128	13	1 617	13	1 615	14	1 688
4	21.	1 634	115	13	1 673	13	1 615	14	1 616
5	22.	1 614	120	14	1 635	13	1 622	13	1 583
6	23.	1 589	261	14	1 658	14	1 552	12	1 552
7	24.	1 767	205	13	1 816	13	1 834	14	1 659
8	25.	1 730	115	9	1 761	17	1 741	14	1 696
9	28.	1 794	190	13	1 894	14	1 806	13	1 680
MW				114	1 681	122	1 649	124	1 570
Differenz zur unteren Etage					111		79		0

Die Mittelwerte der oberen und der mittleren Etage einerseits und der unteren Etage andererseits unterscheiden sich statistisch signifikant mit $P = 0,95$. Die Differenz zwischen den Mittelwerten der oberen und der mittleren Etage lässt sich statistisch nicht sichern, da die Signifikanzgrenze knapp unterschritten wird

4.5.4.7 Bonitur der Vegetation auf Freilandausläufen für Legehennen

4.5.4.7.1 Sachlage

Das Projekt zur „Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen“ schließt auch Begleituntersuchungen zur Vegetation der Freilandausläufe in den involvierten Betrieben ein. Dabei erfolgt jährlich auf feststehenden Dauerbeobachtungsflächen die Analyse aller auftretenden Pflanzenarten und die Schätzung deren Ertragsanteile nach der Massenprozentsschätzung nach KLAPP-STÄHLIN. Diese Vegetationsdaten bilden die Grundlage für die Bewertung des Erhaltungszustandes des Grünlandes bzw. Grünauslaufes unter den geprüften Nutzungsverhältnissen. Die Wirkungen einer unterschiedlichen Nutzung einzelner Abschnitte der Fläche sollen dabei quantifiziert werden. Auf Grünausläufen für Legehennen ist in Abhängigkeit von einer räumlich differenzierten Nutzungsfrequenz mit sehr unterschiedlichen lokalen Wirkungen auf die Vegetationsdecke zu rechnen. Im stallnahen Bereich widerstehen robuste, tieferwurzelnde Arten den Belastungen (Scharren, Geflügelkot) offensichtlich besser als Flachwurzler (z. B. Deutsches Weidelgras). Eine weitgehend geschlossene Vegetationsdecke ist hier nicht zu erhalten. Vegetationsdynamik wird entsprechend des Tierverhaltens im Bereich von 20 - 50 m Entfernung

vom Stall zu erwarten sein, weil hier das Ausmaß der Narbenverletzung deutlich geringer ist als im stallnahen Bereich und andererseits eine Segetalflora (Flora der Äcker, Unkräuter, Wildkräuter) entstehen kann, da die Verbissintensität wesentlich geringer ist. Ein hoher Pflanzenbestand auf Auslaufflächen > 50 m Entfernung vom Stall findet kaum Akzeptanz durch die Hennen. Mulchen könnte hier eventuell zur besseren Beanspruchung der Flächen durch die Tiere führen.

4.5.4.7.2 Pflanzenbestände im Freiland - Ausgangssituation

2002 erfolgte erstmals eine Vegetationsaufnahme in den beiden bonitierten Ausläufen, die den Herden mit mehr als 10 000 Hennen zuzuordnen sind. Im Auslauf 1 war bis zu diesem Zeitpunkt (04. Juli) offensichtlich der Grünauslauf noch nicht genutzt worden (frisch eingestallter Bestand in der 17. Lebenswoche), während im Auslauf 2 die Hennen bereits Zugang zur Fläche hatten. Die Ausgangssituation bei den beiden bonitierten Ausläufen ist in der Tabelle 5-15 zusammengefasst worden.

Tabelle 5-15: Ausgangssituation der bonitierten Ausläufe

Merkmal	Einh.	Auslauf 1	Auslauf 2
Auslauffläche	ha	8,2	6,8
Grünlandtyp		Ansaatgrünland	Ansaatgrünland
Gestaltung		20 m Schotterstreifen vor dem Kaltscharraum	20 m Schotterstreifen vor dem Kaltscharraum
Zustand des Auslaufes (Lücken) im stallnahen Bereich	%	35 - 85 (0 - 20 m)	60 - 90 (0 - 5 m) 40 - 80 (5 - 12 m)

Bei Bonituren des Pflanzenbestandes von Grünlandausläufen bedarf es für belastbare Aussagen mehrjähriger Untersuchungen. Der Zusammenhang zwischen Exkrementnährstoffinput sowie Belastung und Vegetationsdynamik zwingt zur abgestimmten Vorgehensweise bei Bodenuntersuchungen und Vegetationsaufnahmen.

4.5.4.7.3 Boniturergebnisse

Innerhalb der Erhebungen zur Auslaufnutzung sollten die Ausläufe auch hinsichtlich möglicher Veränderungen der Artenliste und ihrer Anteile bonitiert werden, da eine intensive Auslaufnutzung den Pflanzenbestand verändert. Wie aus den Tabellen 5-16 und 5-17 hervorgeht, hat sich bei den beiden bonitierten Ausläufen in Abhängigkeit von der Entfernung zum Stall ein Vegetationsgradient herausgebildet. In der stallnahen Zone fanden sich artenarme, extrem lückige Bestände, in denen robuste Arten dominierten. Im Übergangsbereich war ein interessanter Artenreichtum festzustellen, der sich aus Arten des Grünlandes und der Segetalflora zusammensetzte. Der stallferne Bereich zeigte eine nahezu unbeeinflusste, standorttypische Ausprägung des Bestandes. Die 2003 wiederholte Vegetationsaufnahme ergab keine deutlichen Abweichungen zu den Bonituren aus dem Jahre 2002. Im Auslauf 1 dominierten unter den Gräsern Federschwingel, Rotschwingel und Weidelgras, bei den Kräutern echte und geruchlose Kamille sowie Vogel-Knöterich. Im Auslauf 2

waren Lisch- und Weidelgras, unter den Kräutern echte und geruchlose Kamille, Vogel-Knöterich, aber auch Weißklee am stärksten vertreten. Die ausführlichen Artenlisten mit Ertragsanteilen können bei Bedarf beim Autor dieses Abschnittes abgefordert werden.

Tabelle 5-16: Artenliste und Ertragsanteile (%) - Auslauf 1

Auslauf 1	linke Teilfläche			rechte Teilfläche		
	0 – 20 m	20 – 50 m	>50 m	0 – 20 m	20 – 50 m	>50 m
Gräser	18	52	99	27	56	98
Kräuter	82	48	1	73	44	2
Leguminosen	0	0	0	0	0	0

Tabelle 5-17: Artenliste und Ertragsanteile (%) - Auslauf 2

Auslauf 2	linke Teilfläche		rechte Teilfläche				Teilfläche hinter dem Stall
	0 – 10 m	10 – 17 m	0 – 5 m	5 – 12 m	12 – 18 m	18 – 53 m	
Gräser	94	98	0	25	22	23	34
Kräuter	6	2	100	75	52	33	16
Leguminosen	0	0	0	0	26	44	50

4.5.5 Fazit

In einer Erhebung ist bei sechs Herden in vier Ställen die Auslaufnutzung durch Legehennen an 16 Tagen in stündlichem bzw. halbstündlichem Abstand mittels digitaler Fotografie und visueller Auszählung erfasst worden. Mit zunehmender Herdengröße nutzten im Mittel immer weniger Legehennen des Bestandes den Auslauf. Bei den vier Herden mit mehr als 10 000 Hennen wurde in dieser Erhebung gefunden, dass im Mittel nur 5,4 % des Einstellungsbestandes an den 12 Beobachtungstagen den Auslauf betreten. Bei den zwei Herden mit weniger als 10 000 Hennen befanden sich im Mittel 25,5 % der Tiere im Auslauf. Die maximale Auslaufnutzung, die zu einem Beobachtungszeitpunkt registriert werden konnte, betrug 48,6 % des Bestandes bei einer Herde mit weniger als 10 000 Hennen und 13,4 % bei einer Herde mit mehr als 10 000 Hennen. Die Auslaufnutzung erreichte bei den vier Herden mit mehr als 10 000 Hennen in den Herbstmonaten und im Temperaturbereich zwischen 10 und 20 °C ihr Maximum.

Die Hennen suchten bei allen sechs beobachteten Herden vorzugsweise den stallnahen Bereich auf. Bei vier Auslaufarealen mit 0 bis 4, 4 bis 8, 8 bis 12 und 12 bis 16 m Abstand zum Stall sank der Anteil beobachteter Hennen bei Herden mit mehr als 10 000 Tieren von 2,3 % auf 0,5 %. Die Vorgabe einer Mindestauslauffläche von 4 m² / Henne erscheint daher als fragwürdig.

Die in zwei bonitierten Ausläufen (Herden mit mehr als 10 000 Tieren) angetroffene Abstufung bei Bewuchslücken und im Artenreichtum von Pflanzenbestandes bestätigt, dass Hennen vorwiegend den stallnahen Bereich nutzen. Dieser Befund steht im Einklang mit den im Rahmen dieses Projektes vorgenommenen Untersuchungen zum Nährstoffeintrag in die Auslaufböden.

Zur Erhöhung der Auslauf- und der Flächennutzung bei großen Legehennenherden besteht weiterer Bedarf an Arbeiten zur Züchtung auslauffreudiger Hybride, zur Aufzucht von Junghennen mit Auslaufnutzung sowie zum Auslaufmanagement.

4.5.6 Literatur

ABDOLMOHAMMADI, A.: Vårphönshallning med begränsad utevistelse. Fördjupningsarbete. Dept. of Animal Environment and Health of the Swed. Univ. of Agric. Sci., Scara, Schweden, 1998 (zitiert nach ACHILLES, W. u. a.: Tiergerechte und umweltgerechte Legehennenhaltung – BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift 399, Darmstadt 2002, S. 85

ANONYM: persönliche Mitteilung über durchgeführte Tierwägungen, Juni bis Juli 2002

BESSEI, W.: Das Verhalten von Legehennen in Volieren (eine Literaturübersicht). Arch. Geflügelk. 61 (1997) 4, 176-180

BESSEI, W.: Auslaufhaltung bei Legehennen – Hinweise zur Nutzung und zu Problemen. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2003, 45-53

BLÖTTNER, A.: persönliche Mitteilung über Kennzeichnungsversuche, Juli 2003

BUBIER, N. E. u. BRADSHAW, R. H.: Movements of flocks of laying hens in and out of the hen house in four free range systems. Brit. Poultry Sci. 39 (1998) 5-18

DAWKINS, M. S., COOK, P. A., WHITTINGHAM, M. J., MANSELL, K. A. u. HARPER, A. E.: What makes free-range broiler chickens range ? In situ measurement of habitat preference. Animal Behaviour 66 (2003) 151-160

ENGELMANN, C. H.: Auslaufgrenzen unbeschränkt gehaltener Hühner. Z. Tierpsychologie 6 (1944) 262-271

ENGELMANN, C. H.: Leben und Verhalten unseres Hausgeflügels, Beziehungen zur Umwelt. 1. Auflage, Verlag Neumann-Neudamm, Melsungen, Wien, 1984, S. 164-175

HARLANDER-MATAUSCHEK, A.: Auslaufnutzung von Legehennen unter besonderer Berücksichtigung von Gruppengröße und Schlupflochbreite. Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien, 2001, 95 S.

HARLANDER-MATAUSCHEK, A.: Auslaufnutzung von Legehennen. Viele Faktoren beeinflussen das Verhalten der Tiere. DGS Magazin 54 (2002) 14, 24-26 (2002a)

HARLANDER-MATAUSCHEK, A.: Space use of free-range laying hens: their distribution on range and the influence of pop-holes. Arch. Geflügelk. 66 (2002) Sonderheft II, 145 (2002b)

HAUSER, J., ZELTNER, E. u. HIRT, H.: Legehennenaufzucht mit Auslauf: Kann durch Körnerstreuen im Grünauslauf die Auslaufnutzung verbessert werden ? KTBL-Schrift 418 – Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung , Darmstadt 2002, 37-44

HEGELUND, L., KJAER, J., KRISTENSEN, I. S. u. SOERENSEN, J. T.: Use of the outdoor area by hens in commercial organic egg production systems. Effects of climatic factors and cover. Arch. Geflügelk. 66 (2002) Sonderheft II, 141

HIRT, H., HÖRDEGEN, P. u. ZELTNER, E.: Laying hen husbandry: group size and use of hen-run. Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference. Ed. Thomas Alföldi, William Lockeretz and Urs Niggli: (2000) 363

HIRT, H., MAURER, V. u. ZELTNER, E. : Ökologische Legehennenhaltung. Wohin die Hennen gerne gehen. DGS Magazin 53 (2001) 31, 50-52

HÖFNER, M., ENGELHARD, U., FÖLSCH, D.W. u. HÖRNING, B.: Optimierung von Auslaufflächen für Hühner auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben im Hinblick auf eine Reduzierung von bestimmten Krankheitserregern sowie einer Verminderung der Nähr- und Schadstoffbelastung. Unveröffentlichter Abschlussbericht z. Hd. der Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft, Frankfurt/M., 2001; zitiert nach HÖRNING, B., HÖFNER, M., TREI, G. u. FÖLSCH, D.W.: Auslaufhaltung von Legehennen. KTBL-Schrift 279, Darmstadt 2002, S. 20

HÖRNING, B., HÖFNER, M., TREI, G. u. FÖLSCH, D.W.: Auslaufhaltung von Legehennen. KTBL-Schrift 279, Darmstadt 2002, S. 28

KEELING, L., HUGHES, B.O. u. DUN, P.: Performance of free range laying hens in a polythene house and their behaviour on range. Farm building Progress 94 (1988) 21-28

KJAER, J.B. u. ISAKSEN, P.K.: Individual use of the free range area by laying hens and effect of genetic strain. In: I. VEISSIER und A. BOISSY (eds.): Proc. 32nd Int. Cong. ISAE (21.-25.7.1998), Clermont-Ferrand, INRA, 88; zitiert nach: HÖRNING, B., HÖFNER, M., TREI, G. u. FÖLSCH, D. W.: Auslaufhaltung von Legehennen. KTBL-Schrift 279, Darmstadt 2002, S. 19

MÜLLER, J.; HILLIG, J.; von BORELL, E.; THIES, N.: Untersuchungen zur Akzeptanz des Auslaufs durch Legehennen in einem Haltungssystem mit Wintergarten und Grünauslauf. Lohmann-Information 4/2001, Oktober-Dezember 2001, 3-7

RAUCH, H.-W., ARTMANN, R., IHLE, W., FRÖHNEL, H.-J. u. DUST, E.: Wie lange und wie oft nutzen Hennen den Auslauf ? How long and how often use hens runs ? Jahresbericht Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) 1999, 72

RAUCH, H.-W.: Schonung der Grasnarbe in Ausläufen: Kann eine Rasenschutzmatte empfohlen werden ? Jahresbericht Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) 2000, 74

THIES, N.: Untersuchungen zur Auslaufnutzung von Legehennen in Freilandhaltung. Diplomarbeit, Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie, 2002, 1-106

WEEKS, C. A., NICOL, C.J., SHERWIN, C.M. u. KESTIN, S. C.: Comparison of the behaviour of broiler chickens in indoor and free-range environments. Animal Welfare 3 (1994) 179-192

ZELTNER, E. u. HIRT, H.: Die Grünauslaufnutzung von Legehennen auf einer Weide mit Unterständen. Proceedings 33. Internationale Tagung Angewandte Ethologie, Freiburg, 15.-17.11.2001; KTBL-Schrift 407, Darmstadt, 2002, 188-192

ZELTNER, E., HIRT, H. u. HAUSER, J.: Freilandhaltung. Ökologische Legehennenhaltung. Körner und Tunnel sollten Hühner in den Auslauf locken. DGS Magazin 56 (2004) 32, 18-20

ZORN, W., SCHRÖTER, H., Reichardt, W., LIPPMANN, J. u. GAYER, P.: 2004: Nährstoffeintrag in den Boden. Thema 4.6 des Abschlussberichtes „Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen“ der Landesanstalten für Landwirtschaft in Bayern, Sachsen und Thüringen, Köllitsch, 2004

4.6 Nährstoffeintrag in den Boden

Verantwortlicher Themenleiter: Dr. rer. agr. Wilfried Zorn

Bearbeitung: Dr. rer. agr. Wilfried Zorn¹⁾, Dr. agr. Jens Lippmann²⁾, Dipl. Ing. agr. Peter Gay-er³⁾, Dipl. Ing. agr. Hubert Schröter¹⁾, Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt¹⁾

¹⁾ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, ²⁾ Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

³⁾ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

4.6.1 Einführung und Zielstellung

Die Nährstoffausscheidungen von Legehennen betragen nach KERSCHBERGER et al. (2002) je 100 Stallplätze (1,6 kg Lebendmasse/Tier, 300 Eier/Jahr, 60 g/Ei) im Jahr im Mittel 74 kg Stickstoff, 18 kg Phosphor, 27 kg Kalium und 7 kg Magnesium. In konventionellen Haltungsverfahren oder bei Volierenhaltung erfolgt die Kotablage ausschließlich im Stall. Kot und eventuell eingesetzte Streu werden zumeist als Wirtschaftsdünger auf dem Ackerland ausgebracht und damit die darin enthaltenen Nährstoffe weitgehend verwertet.

Die Umstellung der Legehennenhaltung auf Haltungsformen mit Auslaufnutzung bedingt einen teilweisen Verbleib der Exkremente auf der Auslauffläche. Die Kotablage im Legehennenauslauf lässt daher mittel- bis langfristig eine Erhöhung des Nährstoffgehaltes im Boden erwarten, da im Unterschied zur Acker- oder Grünlandbewirtschaftung im Legehennenauslauf häufig keine nennenswerte Nährstoffabfuhr mit dem Pflanzenaufwuchs erfolgt. Der im Kapitel 5.5 aufgeführte Kenntnisstand zur Auslaufnutzung sowie die im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Untersuchungen belegen eine differenzierte Nutzung des Freilandauslaufes durch die Legehennen in Abhängigkeit von der Herdengröße, die einen räumlich unterschiedlichen Nährstoffeintrag in die Auslauffläche erwarten lässt.

Ziel der Untersuchungen war deshalb die Erfassung der räumlichen Verteilung der Nährstoffeinträge im Auslauf und – soweit in der Laufzeit des Projektes möglich – die zeitliche Veränderung der Nährstoffgehalte in den Böden.

4.6.2 Kenntnisstand

Die im Freilandauslauf abgelegte Kotmenge kann beträchtlich sein. In Untersuchungen von MEIERHANS und MENZI (1995) in einer Herde von 400 Legehennen im Volierenstall wurden etwa 15 bis 25 % des gesamten Kotanfalls im Auslauf abgelegt. Die darin enthaltenen Nährstoffe verbleiben überwiegend im Auslauf, da häufig keine Nährstoffabfuhr von der Fläche erfolgt bzw. nach MENKE und PFAFFRATH (1996) die zugeführten Nährstoffmengen eine eventuelle Abfuhr durch den Pflanzenaufwuchs erheblich übersteigen. Bei starkem Regen und bei Schneeschmelze kann der Kot in Gewässer abgeschwemmt werden und zu einer Nährstoffbelastung des Oberflächenwassers führen (MEIERHANS et al., 1996).

Hinsichtlich der wasserwirtschaftlichen Relevanz der Nährstoffeinträge in Böden unterscheiden sich die einzelnen Nährstoffe erheblich. Während Einträge von Stickstoff (N) und Phosphor (P) in Gewässer deren Qualität negativ beeinflussen können, sind Kalium (K) und Magnesium (Mg) keine Wasserschadstoffe.

N liegt im frischen Legehennenkot jeweils zur Hälfte in organischer Bindung und als NH_4^+ vor. Mit zunehmender Lagerungsdauer nimmt der NH_4 -N-Anteil am Gesamt-N-Gehalt infolge gasförmiger Verluste ab (VETTER und STEFFENS, 1986). In Untersuchungen von NESER (2000) betragen die NH_3 -Verluste in der Bodenhaltung 38,5 % des N-Gehaltes der Exkreme, in der Volieren- und Käfighaltung dagegen nur 22,8 bzw. 18,2 %. Der im Legehennenkot enthaltene Stickstoff ist unmittelbar nach der Ablage im Freilandauslauf nicht mobil und damit weitgehend vor Auswaschung geschützt. Nach Mineralisierung des organisch gebundenen Stickstoffs reichert sich im Boden Nitrat an, das bei fehlender Aufnahme durch Pflanzen der Auswaschung unterliegt. Phosphor liegt im Legehennenkot zu ca. 40 % in organischer Bindung vor (VETTER und STEFFENS, 1986). Nach Mineralisierung nehmen diese P-Mengen an der P-Dynamik im Boden teil. Endprodukte der Mineralisierung organischer P-Verbindungen sind Orthophosphate. Diese werden im Boden in stärkerem Maße als Nitrat adsorbiert und unterliegen erst dann der Auswaschung, wenn der P-Gehalt die Phosphatadsorptionskapazität des Bodens überschreitet (LEINWEBER und ECKARDT, 1999; WERNER, 1999). Insbesondere auf tonreichen Standorten kann ein Austrag von P-reichem Oberbodenmaterial über Schrumpfrisse in tiefere Bodenschichten erfolgen und zur vertikalen P-Verlagerung beitragen (KERSCHBERGER, 1999).

Die wasserwirtschaftliche Relevanz erhöhter P-Gehalte im Boden ergibt sich aus der Gefahr der Eutrophierung der Oberflächengewässer, wenn phosphathaltiger Boden über Wasser- oder Winderosion in die Vorfluter gelangt (AUERSWALD und WEIGAND, 1999). In Untersuchungen von ACHILLES et al. (2002), KRATZ (2002), MEIERHANS und MENZI (1995) sowie MENKE und PFAFFRATH (1996) in Legehennen- und Broilerausläufen war eine Nährstoffanreicherung überwiegend im stallnahen Bereich messbar. Mit zunehmender Entfernung vom Stall ging der Nährstoffgehalt im Boden zu meist stark zurück. Teilweise war in diesen Untersuchungen eine vertikale Nitratverlagerung zu beobachten.

4.6.3 Material und Methode

Zur Bewertung des Nährstoffeintrages in die Böden der Legeausläufe erfolgte die Entnahme und Untersuchung von Flächenmischproben, getrennt nach stallnahe und stallferne Bereich. Die räumliche Erfassung der Auslaufnutzung durch punktuelle Beprobung war in diesem Zusammenhang nicht vorgesehen.

In Abhängigkeit von der Größe der Herde sowie der Größe und Geometrie der Auslauffläche wurden differenzierte Probenahmepläne festgelegt. Abbildung 6-1 zeigt ein Beispiel für die Probenahme in einem Auslauf einer Herde von >10 000 Legehennen, in dem bis zu einer Entfernung von 50 m vom Stall auf insgesamt 14 Teilflächen Mischproben entnommen wurden.

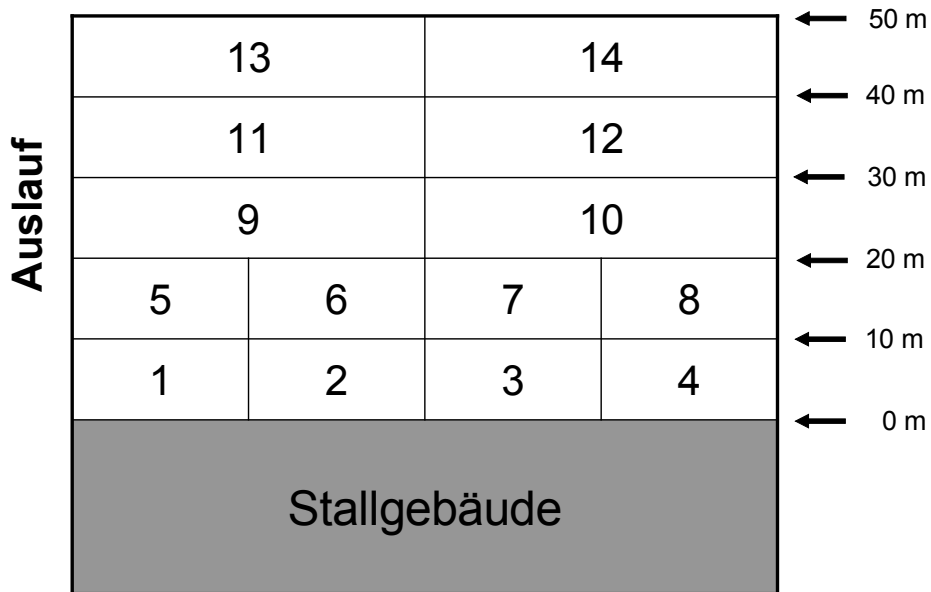


Abbildung 6-1: Beispiel für die Lage der Probenahme­flächen in einem Legehennen­auslauf (Herden­größe >10.000 Legehennen)

In Anlehnung an die Methodik zur Entnahme von Bodenproben für die N_{\min} -Methode (VDLUFA-Methodenbuch Band I A 1.2.2) wurden je Probenahme­fläche aus mindestens 15 Einstichen Mischproben getrennt nach den Schichten 0 bis 30, 30 bis 60 und 60 bis 90 cm entnommen, in zwei Ausläufen zusätzlich aus 90 bis 120 und 120 bis 150 cm Tiefe (Abbildung 6-2).

Zur Standortcharakterisierung wurden einmalig je Betrieb bzw. Auslaufläche je eine Mischprobe aus 0 bis 30, 30 bis 60 und 60 bis 90 cm (insgesamt drei Mischproben je Auslaufläche) auf die Korngrößenzusammensetzung (Ton, Schluff, Sand) untersucht.

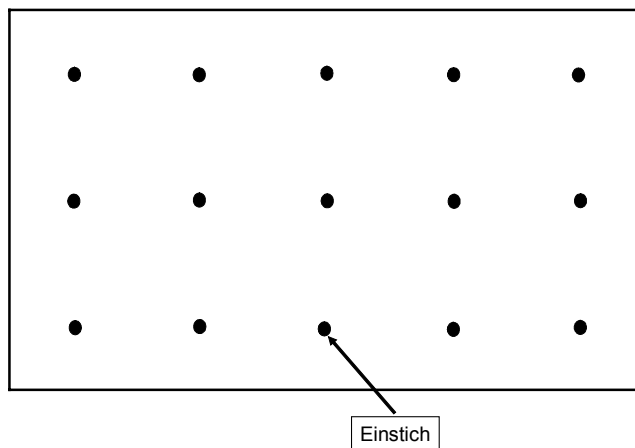


Abbildung 6-2: Verteilungsmuster für die Einstiche

Einen Überblick über die Analytik gibt Tabelle 6-1.

Tabelle 6-1: Parameter und Methodik der Bodenuntersuchung

Probenahmetiefe cm			Parameter	Methode
0 – 30	30 – 60	60 – 90		
x	x	x	N _{min}	VDLUFA-MB ⁷⁾ Band I, A 6.1.4.1
x	x	x	P _{CAL} , K _{CAL}	CAL-Methode VDLUFA-MB ⁷⁾ Band I, A 6.2.1.1
x	-----	-----	N _t	DIN ISO 13678 oder DIN ISO 11261
x	x	x	pH	VDLUFA-MB ⁷⁾ Band I A 5.1.1
x	x	x	Korngrößen	DIN ISO 11277

⁷⁾ = Methodenbuch des VDLUFA

Die Untersuchungsparameter umfassten die für das Schutzgut Wasser relevanten Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie zusätzlich Kalium und den pH-Wert. Die untersuchten Parameter und die Untersuchungsmethoden gehen aus Tabelle 6-1 hervor.

Mit Hilfe der Untersuchung der drei Tiefenbereiche bis 90 cm sollte eine eventuell eingetretene Verlagerung der Nährstoffe erfasst werden. Zusätzlich erfolgte die Bestimmung des Gesamt-N-Gehaltes (N_t) in der Schicht 0 bis 30 cm, um das N-Potential in der Bodenschicht, die unmittelbar von der Kotablage betroffen ist, zu charakterisieren. In die Untersuchungen wurden insgesamt 17 Legehennenausläufe einbezogen (Tabelle 6-2).

Tabelle 6-2: Umfang der Bodenuntersuchungen in Legehennenausläufen

Probenahmetermine	Legehennenausläufe
1	3
2	9
3	2
4	3
gesamt	17

Die Sperrung der Legehennenausläufe wegen Geflügelpest, zum Beispiel in Thüringen in der Zeit vom 13.03.2003 bis 30.06.2003, hatte eine Unterbrechung der Auslaufnutzung der Freilandausläufe und damit eine Unterbrechung der Kotablage zur Folge.

Da die Untersuchungen in Praxisbetrieben durchgeführt wurden, konnte eine Vor- und Mischnutzung der Legehennenausläufe mit anderen Tierarten nicht ausgeschlossen werden. Daraus resultiert ein teilweise erhöhter Nährstoffgehalt im Boden zum Beginn der Untersuchungen bzw. teilweise ein gleichzeitiger Nährstoffeintrag durch andere Tierarten unabhängig von den Legehennen.

4.6.4 Ergebnisse

Nachfolgend wird mit Hilfe von Fallbeispielen die vorgefundene Spannweite der Nährstoffanreicherungen in den Böden dargestellt. Auf die Angabe des Gesamt-N-Gehaltes (N_t) in der Bodenschicht 0 bis 30 cm wird verzichtet, da im Untersuchungszeitraum keine Veränderungen dieses Parameters messbar waren. Gleichfalls werden die Ergebnisse der pH-Wert- und K_{CAL} -Untersuchungen nicht dargestellt, da sie aus Sicht des Gewässerschutzes nur eine geringe Bedeutung besitzen und im Beobachtungszeitraum nur geringe Änderungen festgestellt wurden.

4.6.4.1 Herde A mit 750 Legehennen (Mischnutzung mit Rindern)

Der Auslauf der Herde A befindet sich auf einem Standort mit schwach lehmigem Sand (I'S). Die Tongehalte bis 90 cm Tiefe schwanken zwischen 10 und 14 %.

Die Entwicklung des N_{min} -Gehaltes im Boden zeigt Tabelle 6-3. Im stallnahen Bereich bis 25 m Entfernung vom Stall lag zu allen Probenahmeterminen ein höherer N_{min} -Gehalt bis 90 cm im Vergleich zum stallfernen Bereich vor. Im Zeitraum von August 2002 bis April 2003 ist der N-Gehalt um 43 kg N/ha von 247 auf 290 kg N/ha angestiegen. Der relativ geringe Anstieg steht offensichtlich mit den überdurchschnittlich hohen Niederschlägen im Herbst 2002 und Winter 2002/03 in Beziehung, die auf vielen Standorten zu einer Verlagerung von Nitrat in tiefere Bodenschichten geführt haben. Bis zum November 2003 ist der N_{min} -Gehalt um weitere 266 auf 556 kg N/ha angestiegen. Im stallfernen Bereich >25 m wurde dagegen eine deutlich geringere Erhöhung des N_{min} -Gehaltes festgestellt, die zumindest teilweise auf die Mischnutzung der Auslauffläche mit Rindern zurückzuführen ist.

Tabelle 6-3: Entwicklung des N_{min} -Gehaltes in der Auslauffläche der Herde A mit 750 Legehennen im Zeitraum 08.08.2002 bis 03.11.2003 (Mischnutzung mit Rindern)

Tiefe cm	N_{min} -Gehalt (kg N/ha)			
	08.08.2002	21.11.2002	07.04.2003	03.11.2003
stallnah <25 m				
0 – 30	147	105	101	358
30 – 60	59	114	106	134
60 – 90	41	63	83	64
0 -90	247	282	290	556
stallfern >25 m				
0 – 30	16	24	42	76
30 – 60	4	11	17	17
60 – 90	4	10	12	13
0 - 90	24	45	71	106

Die P_{CAL} -Gehalte der Böden bleiben unter Berücksichtigung des Probenahme- und Analysenfehlers während des Untersuchungszeitraumes unverändert (Tabelle 6-4).

Im stallnahen Bereich sind zirka doppelt so hohe P-Gehalte im Vergleich zum stallfernen Bereich vorhanden. Ein Vergleich mit den in Thüringen verbindlichen Richtwerten für Acker- und Grünlandböden (Tabelle 6-5) zeigt, dass eine insgesamt niedrige bis sehr niedrige P-Anreicherung im Boden vorliegt, bei der erfahrungsgemäß keine negativen Auswirkungen auf Gewässer zu erwarten sind.

Tabelle 6-4: Entwicklung des P_{CAL} -Gehaltes in der Auslaufläche der Herde A mit 750 Legehennen im Zeitraum 08.08.2002 bis 03.11.2003 (Mischnutzung mit Rindern)

Tiefe cm	P_{CAL} -Gehalt (mg P/100g)			
	08.08.2002	21.11.2002	07.04.2003	03.11.2003
stallnah <25 m				
0 – 30	3,5	3,5	3,1	3,5
30 – 60	0,9	0,9	0,9	1,3
60 – 90	0,9	1,3	1,3	1,3
stallfern >25 m				
0 – 30	1,8	2,2	1,8	1,3
30 – 60	0,4	0,4	0,4	0,4
60 – 90	0,4	0,4	0,4	<0,4

Tabelle 6-5: Richtwerte für die Bewertung des P_{CAL} -Gehaltes in Ackerböden (0 – 20 cm) und Grünlandböden (0 – 10) in Thüringen (KERSCHBERGER und FRANKE, 2001)

Gehaltsklasse	mg P/100g	Gehalt
E	>10,4	sehr hoch
D	7,3 – 10,4	hoch
C	4,9 – 7,2	mittel (anzustreben)
B	2,5 – 7,2	niedrig
A	<2,5	sehr niedrig

4.6.4.2 Herde B mit 750 Legehennen (Mischnutzung mit Rindern)

Der Auslauf der Herde B befindet sich auf einem Standort mit stark lehmigem Sand (IS) bis sandigem Lehm (sL). Die Tongehalte bis 90 cm Tiefe schwanken zwischen 15 und 20 %.

Der N_{min} -Gehalt ist im stallnahen Bereich bis 25 m Entfernung zum Stall kontinuierlich angestiegen (Tabelle 6-6). Diese Feststellung gilt auch für das Winterhalbjahr 2002/03, obwohl in dieser Periode vermutlich eine Nitratverlagerung in tiefere Bodenschichten eingetreten ist. Dafür spricht der Anstieg des N_{min} -Gehaltes in 60 bis 90 cm Tiefe bis zum April 2003. Im Zeitraum von April bis November 2003 wurde eine weitere Erhöhung des N_{min} -Gehaltes um 233 auf 540 kg N/ha festgestellt.

Analog zum Auslauf der Herde A liegt im stallfernen Bereich eine deutlich geringe N-Anreicherung vor. Der Anstieg des N_{\min} -Gehaltes im Sommerhalbjahr 2003 ist hier erheblich geringer als im stallnahen Bereich.

Tabelle 6-6: Entwicklung des N_{\min} -Gehaltes in der Auslaufläche der Herde B mit 750 Legehennen im Zeitraum 08.08.2002 bis 03.11.2003 (Mischnutzung mit Rindern)

Tiefe cm	N_{\min} -Gehalt (kg N/ha)			
	08.08.2002	21.11.2002	07.04.2003	03.11.2003
stallnah <25 m				
0 – 30	80	64	116	404
30 – 60	31	64	38	90
60 – 90	24	28	53	46
0 -90	135	156	207	540
stallfern >25 m				
0 – 30	25	9	18	79
30 – 60	5	7	10	20
60 – 90	4	5	7	6
0 -90	34	21	35	105

Die P_{CAL} -Gehalte dieser Auslaufläche bewegen sich auf relativ niedrigem Niveau. Während im stallnahen Bereich der P-Gehalt in der Bodenschicht im Untersuchungszeitraum um ca. 1 mg P/100g Boden angestiegen ist, war im stallfernen Bereich keine Erhöhung messbar (Tabelle 6-7).

Tabelle 6-7: Entwicklung des P_{CAL} -Gehaltes in der Auslaufläche der Herde B mit 750 Legehennen im Zeitraum 08.08.2002 bis 03.11.2003 (Mischnutzung mit Rindern)

Tiefe cm	P_{CAL} -Gehalt (mg P/100g)			
	08.08.2002	21.11.2002	07.04.2003	03.11.2003
stallnah <25 m				
0 – 30	3,1	3,1	3,5	4,4
30 – 60	0,4	0,9	1,3	0,4
60 – 90	0,9	0,4	0,4	0,4
stallfern >25 m				
0 – 30	2,4	2,2	2,6	2,6
30 – 60	1,8	1,8	1,3	1,3
60 – 90	1,8	1,8	2,2	2,2

4.6.4.3 Herde C mit 7000 Legehennen (mehrjährig genutzter Auslauf ohne Mischnutzung durch andere Tierarten)

Der Auslauf der Herde C befindet sich auf einem Standort mit sandigem Lehm (sL) in 0 bis 30 cm Tiefe (19 % Ton). In der Bodenschicht 30 bis 60 cm schwanken die Tongehalte zwischen 21 und 29 %. Aufgrund der Flachgründigkeit des Standortes war die Entnahme von Bodenproben nur bis 60 cm Tiefe möglich. Zum Beginn der Untersuchungen (02.09.2002) lag im stallnahen Bereich bis

25 m Entfernung zum Stall mit 140 kg N/ha bereits ein erhöhter N_{\min} -Gehalt vor (Tabelle 6-8). Bis zum Frühjahr 2003 ist der N_{\min} -Gehalt dieses relativ flachgründigen Standortes um 56 kg N/ha gesunken. Als Ursache dafür ist wiederum Nitratauswaschung infolge der überdurchschnittlich hohen Niederschläge im Winterhalbjahr 2002/03 anzusehen. Bis Oktober 2003 sind die N_{\min} -Gehalte wieder um 159 kg N/ha gestiegen. Während des gesamten Untersuchungszeitraums lagen die N_{\min} -Gehalte im stallfernen Bereich deutlich unter denen des stallnahen Bereiches.

Tabelle 6-8: Entwicklung des N_{\min} -Gehaltes in der Auslaufläche der Herde C mit 7000 Legehennen im Zeitraum 08.08.2002 bis 03.11.2003 (ohne Mischnutzung durch andere Tierarten)

Tiefe cm	N_{\min} -Gehalt (kg N/ha)		
	02.09.2002	14.04.2003	21.10.2003
stallnah <25 m			
0 – 30	95	46	191
30 – 60	45	38	52
0 -90	140	84	243
stallfern >25 m			
0 – 30	32	41	59
30 – 60	10	12	12
0 - 90	42	53	71

Auf nur wenigen Standorten war im Untersuchungszeitraum ein Anstieg des P_{CAL} -Gehaltes messbar. Einer dieser Standorte ist die Auslaufläche der Herde C. Der P-Gehalt des Bodens im stallnahen Bereich hat sich in beiden Bodentiefen (0 bis 30, 30 bis 60 cm) zwischen September 2002 und Oktober 2003 mehr als verdreifacht (Tabelle 6-9). Im Gegensatz dazu ist der P-Gehalt im stallfernen Bereich nur in 0 bis 30 cm geringfügig angestiegen. Der relativ hohe Anstieg des P_{CAL} -Gehaltes im stallnahen Bereich scheint eine Folge des P-Eintrages durch die mehrjährige Auslaufnutzung vor dem Untersuchungszeitraum zu sein. Offensichtlich hat die zeitliche verzögerte Mineralisierung des organisch gebundenen P im Legehennenkot zum Anstieg des P_{CAL} -Gehaltes im Boden geführt. Die festgestellte P-Anreicherung kann daher nicht vollständig dem Nährstoffeintrag während des Untersuchungszeitraums angerechnet werden.

Tabelle 6-9: Entwicklung des P_{CAL} -Gehaltes in der Auslaufläche der Herde C mit 7000 Legehennen im Zeitraum 08.08.2002 bis 03.11.2003 (ohne Mischnutzung durch andere Tierarten)

Tiefe cm	P_{CAL} -Gehalt (mg P/100g)		
	02.09.2002	14.04.2003	21.10.2003
stallnah <25 m			
0 – 30	5,3	10,6	16,7
30 – 60	0,9	2,6	4,4
stallfern >25 m			
0 – 30	7,5	8,4	8,8
30 – 60	1,8	2,6	1,3

4.6.4.4 Herde D mit 16 000 Legehennen (Vornutzung Gülleverwertung)

Der Standort ist infolge seines niedrigen Tongehaltes von 4 bis 6 % in der Bodentiefe bis 90 cm als sehr leicht anzusehen. Daraus resultiert infolge der sehr niedrigen Wasserkapazität des Bodens eine hohe Verlagerungsdisposition für mobile Nährstoffe sowie eine relativ niedrige Phosphatabsorptionskapazität. In der Vergangenheit wurde die heutige Auslauffläche intensiv mit Gülle gedüngt.

Die höchsten N_{\min} -Gehalte wurden jeweils im stallnahen Bereich bis 10 m Entfernung vom Stall festgestellt (Tabelle 6-10). Mit zunehmender Entfernung vom Stall fallen die N-Gehalte ab. Am deutlichsten ist dieser Trend zur 1. Probenahme im Oktober 2002 zu erkennen. Ab 10 m Entfernung vom Stall liegen N_{\min} -Gehalte im Boden vor, die bei Ackernutzung als „Normalwerte“ anzusehen wären. Die N_{\min} -Gehalte im November 2003 sind niedriger im Vergleich zum Oktober des Vorjahres. Ursache dafür scheint insbesondere die Nitratwaschung im Winterhalbjahr 2002/03 infolge sehr hoher Niederschläge sowie der geringe Koteintrag im Sommerhalbjahr 2003 (Auslaufsperrung wegen Geflügelpest) zu sein.

Tabelle 6-10: Räumliche Verteilung des N_{\min} -Gehaltes (kg N/ha) am 09.10.2002 und 03.11.2003, Herde mit 16 000 Legehennen (Vornutzung mit intensiver Gülledüngung)

Tiefe cm	Entfernung zum Stall (m)				
	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50
Probenahme am 09.10.2002					
0 - 30	52	38	42	16	12
30 - 60	45	7	4	8	8
60 - 90	30	12	11	9	9
0 - 90	127	57	57	33	29
Probenahme am 03.11.2003					
0 - 30	30	12	8	8	8
30 - 60	34	8	8	8	8
60 - 90	35	12	10	10	10
0 - 90	99	32	26	26	26

Infolge der intensiven Gülledüngung in der Vergangenheit liegt eine sehr hohe Phosphoranreicherung im Boden der Auslauffläche vor. Tabelle 6-11 zeigt die Ergebnisse der Probenahme im November 2003. Ab 10 m Entfernung vom Stall weist der Boden in 0 bis 30 cm Tiefe P-Gehalte von 25,6 bis 40,0 mg P/100g auf, die bei Acker- oder Grünlandnutzung als sehr hoch zu beurteilen wären.

Die erhöhten P-Werte unterhalb 30 cm Tiefe deuten auf eine vertikale P-Verlagerung hin.

Aufgrund der sehr hohen P-Anreicherung des Bodens in der Vorgeschichte der Auslauffläche kann die Wirkung der Kotablage durch die Legehennen in diesem und einigen weiteren Freilandausläufen auf die P-Dynamik im Boden nicht bewertet werden.

Tabelle 6-11: Räumliche Verteilung des P_{CAL}-Gehaltes (mg P/100g) am 03.11.2003, Herde D mit 16.000 Legehennen (Vornutzung: intensive Gülledüngung)

Tiefe cm	Entfernung zum Stall (m)				
	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50
0 -30	6,4	40,0	38,1	25,6	35,9
30 – 60	6,0	10,6	7,4	11,9	12,5
60 – 90	5,8	3,7	2,1	5,4	7,2

4.6.4.5 Nährstoffeintrag in die Ausläufe in Abhängigkeit von der Herdengröße

Die bereits dargestellten Ergebnisse des Nährstoffeintrages in die Ausläufe der Herden A bis D deuten auf eine Beeinflussung der Höhe des Nährstoffeintrages in die Böden durch die Herdengröße hin. Für neun der untersuchten Legehennenausläufe liegen Ergebnisse der N_{min}-Bodenuntersuchung für die Probenahmetermine April und Ende Oktober/Anfang November 2003 vor. Damit ist die Möglichkeit einer vergleichenden Betrachtung zum Einfluss der Herdengröße auf den N-Eintrag gegeben. In den Beobachtungszeitraum fällt die Sperre der Legehennenausläufe, die zu einer Unterbrechung der Kotablage in den Freilandauslauf geführt hat. Aufgrund der anhaltenden Trockenheit kann unterstellt werden, dass im Untersuchungszeitraum keine Nitratverlagerung in tiefere Bodenschichten eingetreten ist. Die gemeinsame Auswertung unterschiedlicher Probenahmetiefen (90 cm bzw. auf flachgründigen Standorten 60 cm) erscheint damit als möglich. Abbildung 6-4 zeigt die Änderung des N_{min}-Gehaltes zwischen April und Ende Oktober/Anfang November 2003.

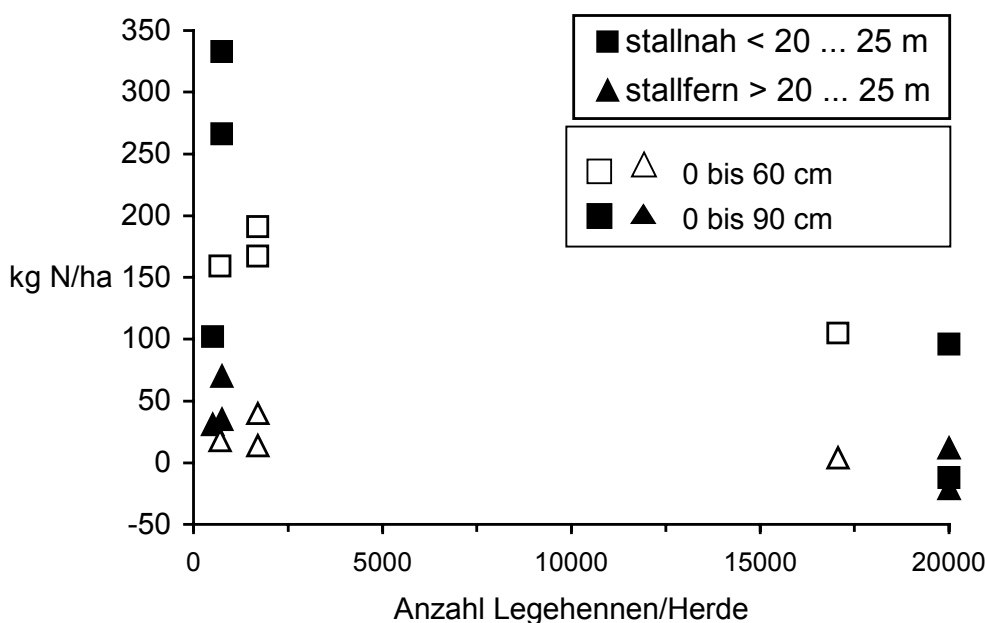


Abbildung 6-4: Veränderung des N_{min}-Gehaltes im Boden in 9 Legehennenausläufen zwischen April und Oktober 2003

In den Freilandausläufen der Herden mit weniger als <2 000 Legehennen schwankte die Zunahme der N_{\min} -Gehalte im stallnahen Bereich (<20 bis 25 m Entfernung vom Stall) zwischen 102 und 333 kg N/ha. Dagegen war in den Ausläufen der größeren Herden (17 000 bis 20 000 Legehennen) der Anstieg der N_{\min} -Gehalte deutlich geringer. Erwartungsgemäß wurde im stallfernen Bereich (>20 bis 25 m Entfernung vom Stall) ein wesentlich niedrigerer Anstieg der N_{\min} -Gehalte als in Stallnähe festgestellt.

4.6.5 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchung der Böden von Legehennenausläufen weisen auf eine erhebliche Spannweite von Nährstoffeinträgen infolge der Kotablage der Legehennen hin. Insbesondere in Ausläufen von Herden mit <2 000 Legehennen wurden häufig sehr hohe Anreicherungen von mineralischem Stickstoff (N_{\min}) festgestellt. Im Vergleich dazu waren die N_{\min} -Gehalte in den Böden der Ausläufe größerer Herden (>10 000 Legehennen) deutlich niedriger. Dieses Ergebnis steht in enger Beziehung zur Nutzung der Ausläufe. Die Untersuchungen im Projektthema 5 (Auslaufnutzung) hatten gezeigt, dass mit zunehmender Herdengröße die Nutzung der Ausläufe durch die Legehennen zurückgeht. Damit ist der Nährstoffeintrag in die Ausläufe größerer Herden zwangsläufig geringer als bei kleineren Herden.

Eine Erhöhung des N_{\min} -Gehaltes im Boden wurde in erster Linie im stallnahen Bereich bis 10 bis 25 m Entfernung vom Stall festgestellt. Ursache dafür ist offensichtlich die geringe Nutzung stallferner Bereiche durch die Legehennen. Damit bestätigen die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen in 17 Legehennenausläufen die Aussagen, die ACHILLES et al. (2002), KRATZ (2002), MEIERHANS und MENZI (1995) sowie MENKE und PFAFFRATH (1996) für eine kleinere Anzahl von Legehennen- und Broilerausläufen getroffen hatten.

Die Nährstoffanreicherung infolge der Auslaufnutzung konzentriert sich auf eine relativ kleine Fläche und stellt damit keine flächenhafte Belastung dar. Überdurchschnittlich hohe Niederschläge im Winterhalbjahr 2002/03 haben in der Mehrzahl der untersuchten Legehennenausläufe, insbesondere auf leichten Standorten, zu einer deutlichen Abnahme des N_{\min} -Gehaltes im Boden geführt. Als Ursache dafür kann die Verlagerung in tiefere Bodenschichten angesehen werden. Demnach liegt im stallnahen Bereich eine erhöhte Nitratverlagerungsgefährdung vor.

Die Konzentration der Kotablage auf den stallnahen Bereich eröffnet die Möglichkeit, durch geeignete Maßnahmen den abgelegten Kot zu binden und aus dem Auslauf zu entfernen. Hierzu sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Eine messbare Erhöhung des Nährstoffgehaltes im Auslauf betrifft in erster Linie den Gehalt an mineralischem Stickstoff (N_{\min}) und nur in wenigen Fällen den CAL-löslichen Phosphor. Ursache dafür scheint insbesondere die relativ langsame Mineralisierung des organisch gebundenem P im Kot der Legehennen (Phytine) zu sein. Eigene Untersuchungen zur P-Düngewirkung von Hühnerkot zeigten, dass nur 63 % des Hühnerkot-P innerhalb von 2 Jahren mineralisiert wurden (ZORN, et

al., 2001). Im Rahmen der Düngebedarfsermittlung wird bei verschiedenen Stallmistarten von einem langfristigen P-Mineraldüngeräquivalent von 100 ausgegangen, wobei im ersten Jahr nur ca. 60 % des Gesamt-P verfügbar werden (SCHILLING, 2000). Die Umsetzung von Kot-P führt wahrscheinlich auch zu einer Anreicherung von Phytaten im Boden. Diese werden leicht adsorbiert und damit vor einer schnellen Mineralisierung geschützt (SCHEFFER u. SCHACHTSCHABEL, 1992).

Aufgrund dieses Zusammenhanges liegt ein erheblicher Teil des Kot-P noch längere Zeit in organischer Bindung vor. Die CAL-Methode, die das pflanzenverfügbare (mineralische) Phosphat der Böden charakterisiert, erfasst aufgrund des fotometrischen Endbestimmungsverfahrens jedoch keine organisch gebundenen P-Verbindungen. Deshalb war die P-Anreicherung in den Böden der Legehennenausläufe mit der CAL-Methode in Abhängigkeit von den Mineralisierungsbedingungen häufig erst mit erheblicher zeitlicher Verzögerung messbar.

4.6.6 Fazit

Zur Bewertung des Nährstoffeintrages durch Legehennen wurden die Böden von insgesamt 17 Freilandausläufen in 0 bis 90 cm Tiefe auf die verfügbaren Gehalte an Stickstoff (N_{\min}) und Phosphor (P_{CAL}) untersucht. Die Ergebnisse belegen den engen Zusammenhang zwischen der Intensität der Auslaufnutzung und der Höhe des Nährstoffeintrages in die Böden.

Herden mit weniger als 2 000 Legehennen verursachten infolge der intensiveren Nutzung der Freilandausläufe höhere Nährstoffeinträge in die Böden als größere Herden mit mehr als 10 000 Legehennen.

Eine Erhöhung des N_{\min} -Gehaltes war überwiegend im stallnahen Bereich (bis 10 bis 25 m Entfernung vom Stall) festzustellen. Im stallfernen Bereich liegen deutlich niedrigere N_{\min} -Gehalte im Vergleich zum stallnahen Bereich vor.

Signifikante Erhöhungen des P_{CAL} -Gehaltes durch die Auslaufnutzung waren vermutlich infolge der zeitlich verzögerten Mineralisierung des organisch gebundenen P nur teilweise messbar.

Die von eventuellen Nährstoffeinträgen betroffenen Flächen sind vergleichsweise gering.

Bei intensiver Auslaufnutzung sind erhebliche N- und P-Einträge in die Böden der Ausläufe zu erwarten

4.6.7 Literatur

ACHILLES, W.; FÖLSCH, W.; FREIBERGER, M.; GOLZE, M.; HAIDN, B.; HÖRNING, B.; HILLER, P.; JANZEN, A.; KLEMM, R.; LEOPOLD, A.; NAJATI, M.; TREI, G.; VAN DEN WEGHE, H.; VAN DEN WEGHE, S. (2002): Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung – BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift 399

- AUERSWALD, K.; WEIGAND, S. (1999): Eintrag und Freisetzung von P durch Erosionsmaterial in Oberflächengewässern. In: Hohe P-Gehalte im Boden – mögliche Folgen für die Umwelt - Konsequenzen für die Ausbringung von phosphorhaltigen Düngemitteln. VDLUFA-Schriftenreihe 50/1999 Darmstadt. S. 37 – 54.
- KERSCHBERGER, M. (1999): Vertikale Verteilung von DL-löslichem P in Ackerböden. In: Hohe P-Gehalte im Boden – mögliche Folgen für die Umwelt - Konsequenzen für die Ausbringung von phosphorhaltigen Düngemitteln. VDLUFA-Schriftenreihe 50/1999 Darmstadt. S. 95 – 102.
- KERSCHBERGER, M.; FRANKE, G. (2001): Düngung in Thüringen nach „Guter fachlicher Praxis“. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena, Schriftenreihe Heft 11/2001 86 S.
- KERSCHBERGER, M., FRANKE, G., HEß, H. (2002): Anleitung und Richtwerte für Nährstoffvergleiche nach Düngeverordnung. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena, Schriftenreihe Heft 10/2002; 61 S.
- KRATZ, S. (2002): Nährstoffbilanzen konventioneller und ökologischer Broilerproduktion unter besonderer Berücksichtigung von Böden in Grünausläufen. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 240
- LEINWEBER, P.; ECKARDT, K.-U. (1999): Welche P-Fraktionen sind zur Vorhersage von P-Austrägen geeignet? In: Hohe P-Gehalte im Boden – mögliche Folgen für die Umwelt - Konsequenzen für die Ausbringung von phosphorhaltigen Düngemitteln. VDLUFA-Schriftenreihe 50/1999 Darmstadt. S. 65 – 77.
- MENKE, A.; PFAFFRATH, A. (1996): Freilandhaltung von Legehennen: Artgerechte Tierhaltung ökologisch bedenklich? DGS-Magazin (6): 11 - 14
- MEIERHANS, D.; MENZI, H. (1995): Freilandhaltung von Hennen: Bedenklich aus ökologischer Sicht? DGS-Magazin 47 (9): 12 – 17
- MEIERHANS, D.; WIDMER, H.; MENZI, H. (1996): Kotbelastung des Auslaufes bei der Freilandhaltung von Legehennen. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft: 43 – 45.
- NESER, S. (2000): Gasförmige Emissionen aus Haltungssystemen für Legehennen. Diss. TU München.
- SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P. (1992): Lehrbuch der Bodenkunde. Enke Stuttgart.
- SCHILLING, G. (2000): Pflanzenernährung und Düngung. Ulmer Stuttgart.
- VDLUFA (1999): Hohe P-Gehalte im Boden – mögliche Folgen für die Umwelt - Konsequenzen für die Ausbringung von phosphorhaltigen Düngemitteln. VDLUFA-Schriftenreihe 50/1999 Darmstadt.
- VETTER, H.; STEFFENS, G. (1986): Wirtschaftseigene Düngung. Frankfurt/Main.
- WERNER, W. (1999): Die Eignung der P-Sättigung des Bodens und der P-Konzentration der Bodenlösung zur Prognose der P-Verlagerung im Profil. In: Hohe P-Gehalte im Boden – mögliche Folgen für die Umwelt - Konsequenzen für die Ausbringung von phosphorhaltigen Düngemitteln. VDLUFA-Schriftenreihe 50/1999 Darmstadt. S. 79 –93.
- ZORN, W., KRAUSE, O., KIEßLING, G. (2001): Wirkung unterschiedlicher Abwasserbehandlungsverfahren auf die P-Verfügbarkeit im Klärschlamm. VDLUFA-Schriftenreihe 57, 732 – 738.

4.7 Emission, Stallklima und Arbeitsschutz

Verantwortlicher Themenleiter: Dr. agr. Ute Wanka

Bearbeitung: Dr. agr. Ute Wanka¹⁾, Dr. agr. Jens Lippmann¹⁾, Dipl. Ing. agr. Peter Gayer²⁾, Dr. rer. nat. habil. Werner Reichardt³⁾, Roland Kretschmann⁴⁾, Frank Rothe⁴⁾, Priv.-Doz. Dr. med. habil. Monika A. Rieger⁵⁾

¹⁾ Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, ²⁾ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,

³⁾ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, ⁴⁾ Sächsische Umweltbetriebsgesellschaft,

⁵⁾ Bergische Universität Wuppertal

4.7.1 Einführung und Zielstellung

Die heute in den Herden eingesetzte Legehennen ist Resultat intensiver Zuchtarbeit und entstammt Hybridzuchtherden. In Futterverbrauch und Legeleistung unterscheidet sie sich deutlich von der Wildform. Dennoch unterscheiden sie sich hinsichtlich Nahrungsaufnahme-, Komfort-, Lokomotions-, Ruhe- und Feindvermeidungsverhalten nur quantitativ (FRÖHLICH U. OESTER, 2002). Ihre Flugfähigkeit ist gut. Die ausgeprägten Verhaltensweisen sind das Ergebnis einer Anpassung der Tiere an ihren ursprünglichen Lebensraum.

In diesem Kontext stieß der für die Produktion von Eiern überwiegend eingesetzte Käfig zunehmend auf erhebliche Kritik. Dieser stellt einen deutlichen Gegensatz zum natürlichen Habitat dar (FRÖHLICH U. OESTER, 2002). Hierin ist der europaweite und insbesondere in Deutschland umgesetzte Ausstieg aus der konventionellen Käfighaltung von Legehennen begründet. Die Perspektive der Legehennenhaltung ist somit in alternativen Systemen zu suchen und wird in Deutschland in Bodenhaltungen auf einer bzw. mehreren Ebenen münden. Stallklimatisch und bezüglich der Umweltwirkungen waren die Käfighaltungssysteme mit ihrer strikten Trennung von der Außenwelt gut zu steuern. Wichtige Haltungsfaktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit, Luftzusammensetzung, Luftgeschwindigkeit und Licht stellten bisher sicher kontrollierbare Umweltkriterien dar. Die nunmehr zunehmende Öffnung der Haltungssysteme nach außen (Wintergärten, Ausläufe) ist stallklimatisch eine neue Herausforderung für das Management und erzeugt neue Qualitäten bezüglich des Emissionsverhalten dieser Systeme gegenüber der Umwelt. Die europäischen und deutschen Regelungen zum Tierschutz (RL 1999/74/EG – Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen; 1. VO zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungs-VO v. 28.02.2002) stehen in einem Spannungsfeld zu Umweltschutzregelungen (RL 96/61/EG über integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung; RL 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe; 4. BImSchV vom 27.07.2001; TA-Luft vom 01.10.2002). Daten zur Bewertung dieser Haltungssysteme liegen noch sehr lückenhaft vor und erschweren die Vorgabe praktikabler Gestaltungsmöglichkeiten und deren Evaluierung. Diesen Zustand zu verbessern, war Ziel der Untersuchungen zum Stallklima und zur Emission.

Die Bedeutung der Untersuchung zum Arbeitsschutz wird auch dadurch erhellt, dass aktuell die Umsetzung der arbeitsmedizinischen Betreuung in der Landwirtschaft von Seiten der Berufsgenossenschaften vorangetrieben wird. Die seit April 1999 in den Betrieben umzusetzende BioStoffVO ist hierbei von besonderer Bedeutung. Da davon auszugehen ist, dass mit Ausweitung der ökologi-

schen Landwirtschaft die Zahl der Beschäftigten in diesem Bereich steigt, ist die Betrachtung möglicher tätigkeitsbedingter Gesundheitsgefährdungen unbedingt erforderlich. Die weitaus größere biologische Belastung im Bereich der Geflügelhaltung ist auf luftgetragene Mikroorganismen und allergisierende bzw. toxische Stoffwechsel- oder Abbauprodukte zurückzuführen. Diese Bedeutung sollte für die verschiedenen Haltungsformen verglichen werden.

4.7.2 Kenntnisstand

4.7.2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Tierschutz

Die Verordnung zum Schutz von Legehennen bei Käfighaltung vom 10. Dezember 1987, besser bekannt als Hennenhaltungsverordnung, regelte bis 1999 die Haltung von Legehennen in Käfigen. Alternative Systeme blieben unberücksichtigt. Die Richtlinie 1999/74/EG des Rates vom 19. Juli 1999 zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen legt erstmals verbindliche Rahmenbedingungen auch für Alternativsysteme fest und beinhaltet ein Verbot der herkömmlichen Käfighaltung. Die Erste Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vom 28. Februar 2002 (BGBl. Jahrgang 2002 Teil 1 Nr. 16) setzt die europäischen Forderungen in deutsches Recht um. Mit Bezug zum Stallklima sind Anforderungen an die Beleuchtungsintensität und den Ammoniakgehalt in den Ställen verankert. Die Beleuchtung muss sicherstellen, dass sich die Tiere untereinander erkennen und durch die mit der Fütterung und Pflege betrauten Personen in Augenschein genommen werden können. Die Lüftungseinrichtung muss den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Die Ammoniakkonzentration soll 20 ppm dauerhaft und 10 ppm im Aufenthaltsbereich der Tiere nicht überschreiten.

Arbeitsschutz

Organischer Staub ist der wichtigste Verursacher von respiratorischen Erkrankungen bei Landwirten (SEEDORF, 2002). Mindestens 30 bis 40 % der luftgetragenen Partikel können alveolengängig sein. Die landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften verzeichnen seit Ende der 70er Jahre verstärkt berufsbedingte Atemwegs- und Lungenerkrankungen bei Beschäftigten aus Tierhaltungsanlagen (PORTMANN, 1993). Bereits Staubkonzentrationen von 1 bis 2 mg/m³ Luft können zu Entzündungen der Nasenschleimhäute und der Bindehaut der Augen führen, auch Asthma kann Folge einer hohen Staubkonzentration sein (KTBL, 2002). So schränken Konzentrationen an Gesamtstaub >2,8 mg/m³ mögliche Expositionszeiten ein (DONHAM, 1995). In einigen Ländern werden deshalb maximale Arbeitsplatzkonzentrationen vorgeschrieben. Es gelten MAK-Werte für die USA von 4 mg/m³, für Kanada, Schweden, Dänemark von 5 mg/m³ und für Großbritannien von 10 mg/m³. In Deutschland existiert z. Z. ein Grenzwert von 10 mg/m³ einatembarem bzw. 3 mg/m³ alveolarem Staub (BioStoffVO).

Ammoniak fällt unter arbeitsmedizinischer Sicht unter „lokal reizende Stoffe“. Ammoniakkonzentrationen von etwa 40 ppm können Augen- und Schleimhautirritationen sowie Kopfschmerzen hervorrufen (KURZWEG, 1985; VETTER, 1993; NIEBAUM, 2001). Weitergehende Gesundheitsbeeinträchtigungen sind eher unwahrscheinlich, da Ammoniak erst bei Konzentrationen von 100 – 200 ppm reizend, bei Konzentrationen von 300 – 1 000 ppm toxisch wirkt. Entsprechend hohe Konzentrationen werden in Ställen nicht erreicht. Der MAK-Ammoniakgrenzwert beträgt 50 ppm (NIEBAUM, 2001).

Immissionsschutz

Eine immissionsschutzrechtlichen Bewertung von Tierhaltungsanlagen kann sowohl für genehmigungsbedürftige aber auch für nicht genehmigungsbedürftige Tierhaltungsanlagen erforderlich sein. Die grundlegenden Anforderungen sind in der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft) verankert. Um Anwohner zu schützen, sind Geruchs- sowie Staub- und Keimbelastungen zu minimieren. Eine Begrenzung der Ammoniakemissionen hat zum Ziel, den atmosphärischen Stickstoffeintrag insbesondere in N-sensiblen Ökosystemen zu begrenzen.

Geruchsbelästigungen sind auszuschließen, wenn die in der TA-Luft vorgegebenen Mindestabstände zwischen Tierhaltungen und Wohnbebauung eingehalten werden. Ein Manko der Abstandsermittlung ist, dass hierbei spezifische Haltungssysteme oder emissionsmindernde Verfahren unberücksichtigt bleiben. Werden die Mindestabstände unterschritten, ist eine Ausbreitungsberechnung vorzunehmen.

Spezifische Obergrenzen für Schwebstaubkonzentrationen (PM 10-Staub) und Gesamtstaubemissionen sind ebenfalls in der TA-Luft zu finden. Am Immissionsort darf die Schwebstaubkonzentration $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft im Jahresmittel nicht überschreiten. Der zulässige Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ darf maximal an 35 Tagen im Jahr überschritten werden. Zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen sind die Emissionen beispielsweise aus Tierhaltungsanlagen an Gesamtstaub in der Abluft auf $0,2 \text{ kg}/\text{h}$ (Massenstrom) bzw. auf $20 \text{ mg}/\text{m}^3$ Luft (Massenkonzentration) zu begrenzen.

Durch Ammoniak können Schädigungen N-sensibler Pflanzen und Ökosysteme erfolgen. Direkte Schäden wie Vergilbungen, Verbraunungen oder Nekrosen der Blätter oder Nadeln können bei Einhaltung einer Immissionskonzentration von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft im Jahresmittel bei ca. 95 % der Pflanzenarten vermieden werden (SCHÜTZE, 2002). Landwirtschaftliche Nutzpflanzen reagieren weit weniger empfindlich. Schadwirkungen sind hier erst bei Konzentrationen von $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu erwarten (LAI, 1995). Indirekten Wirkungen sind durch Versauerung und Eutrophierung von Böden und Gewässern zu beobachten. Aussagen zu Stickstoffdepositionen für 1995 variieren deutlich. Nach GAUGER (2000) lagen die Stickstoffdepositionen 1995 flächendeckend oberhalb von $10 \text{ kg N}/\text{ha}$ und Jahr. Auf ca. der Hälfte der Flächen wurden mehr als $20 \text{ kg N}/\text{ha}$ und Jahr eingetragen. Das

BMELF (1995) geht von jährlichen atmosphärischen N-Einträgen von ca. 30 bis 40 kg N/ha aus. Den variierenden Eintragungsmengen stehen die in Tabelle 7-1 genannten kritische Belastungsgrenzen gegenüber. Die Einträge übersteigen den Stickstoffbedarf der genannten Biotope zum Teil deutlich.

Tabelle 7-1: Kritische Belastungsgrenzen für Stickstoffeinträge in Ökosysteme (SCHÜTZE, 2002)

Ökosysteme	Critical loads (kg N/ha * a)
Nadelbäume (auf saurem Boden)	10 - 30
Laubbäume	15 - 20
Saure Nadelwälder	7 - 20
Saure Laubwälder	10 - 20
Wälder auf kalkreichen Böden	15 - 20
Wälder humider Klimate	5 - 10
nichtbewirtschaftete Wälder saurer Standorte	7 - 15
Tieflandheiden trockenere Standorte	15 - 20
Tieflandheiden feuchter Standorte	17 - 22
artenreiche Heiden/Magerrasen saurerer Standorte	10 - 15
montane Heiden	10 - 20
artenreiche Kalk-Magerrasen	15 - 35
Magerrasen auf schwach bis stark sauren Standorten	20 - 30
Niedermoore	20 - 35
Hochmoore	5 - 10

Um den Anteil an eutrophierten bzw. versauerten Flächen zu reduzieren, verpflichtete sich Deutschland mit Ratifizierung des UN/ECE-Protokolls die Ammoniakemissionen bis 2010 um 28 % auf 550 kt zu reduzieren.

Hauptemittent an Ammoniak ist in Deutschland mit etwa 81 % der Gesamtemissionen die Tierhaltung. Obwohl der Anteil der Geflügelhaltung an den Emissionen aus der Tierhaltung mit etwa 5 % minimal ist, kann eine Bewertung des Emissionsniveaus von standortspezifischer Bedeutung sein, wenn sich im Umfeld einer Tierhaltungsanlage N-sensible Ökosysteme befinden. Die TA-Luft gibt zur Vermeidung von Schädwirkungen durch Tierhaltungsanlagen Mindestabstände zu Ökosystemen vor. Bei der Ermittlung der Mindestabstände wird bereits zwischen konventionellen und alternativen Haltungssystemen für Legehennen unterschieden. Bei Unterschreitung des Mindestabstandes ist eine Sonderfallbeurteilung mittels Ausbreitungsberechnung erforderlich. Die maximal zulässige Gesamtbelastung in einem Ökosystem beläuft sich auf 10 µg/m³ Luft. Zur Begrenzung von Ammoniakemissionen bei genehmigungsbedürftigen Anlagen sind Grenzwerte für Massenstrom und Massenkonzentration von 150 g/h bzw. 30 mg/m³ in der TA-Luft verankert.

4.7.2.2 Physiologische Anforderungen der Legehennen an das Stallklima und Auswirkungen von Klimastörungen

Temperatur und Feuchte

Hühner sind homöotherme Tiere und besitzen somit eine stabile Körpertemperatur. In den ersten zehn Lebenstagen entwickelt sich das Wärmeregulierungsvermögen. Deshalb sind Jungtiere wärmebedürftiger als adulte Tiere. Die optimale Umgebungstemperatur in den jeweiligen Lebenswochen ist in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 7-2: Optimale Umgebungstemperatur (SCHOBRIES, 1986)

Lebenswoche	Optimalbereich
1.	32 – 33
2.	30
3.	27
4.	24
5.	21
8.	17 – 20
>12.	14 – 20

Deshalb muss die Isolation der Stallhülle nach DIN 18910 „Wärmeschutz geschlossener Ställe“ so ausgelegt sein, dass auch im Winter Stalltemperaturen von 14 °C nicht unterschritten werden (MÜLLER, 2003). Zwischen -3 °C und 21 °C sollte der Stall die Innentemperatur zwischen 18 °C und 24 °C konstant halten, oberhalb dieses Bereiches maximal um 3 °C höher gegenüber Außentemperatur. Der vertikale Temperaturanstieg sollte dabei unter 0,5 °C liegen (DAMME U. HILDEBRAND, 2002). Bei schlechter Wärmedämmung werden nach BESSEI (1999, zit. bei DAMME U. HILDEBRAND, 2002) 39 Tiere je m³ Stallfläche benötigt, um eine ausgeglichene Wärmebilanz zu erreichen. Noch fast elf Tiere sind nötig bei gut isolierten Ställen. Da die alternativen Legehennenställe überwiegend keine Neubauten sind, sind hier die klimatischen Probleme zu erwarten. So erwarten DAMME und HILDEBRAND (2002), dass es insbesondere im Winter nicht gelingen wird, ohne Zusatzheizung ein Bodenhaltungssystem mit neun Tieren je m² im optimalen Stallklimabereich zu führen.

Die Legeleistung und das Eigewicht werden vom Stallklima beeinflusst (PAYNE, 1966). Der Einfluss der Temperatur auf Leistungsparameter ist in Tabelle 7-3 dargestellt.

Tabelle 7-3: Eiproduktion bei verschiedenen Lufttemperaturen (nach KURZWEG, 1985)

Temperatur°C	tägliche Eizahl pro 100 Hennen	Eimasse g	tägliche Futtermittelaufnahme g/d
-5	26	57,5	186
3	65	56,7	158
8	74	56,4	150
13	78	55,8	141
18	75	55,0	132
24	68	53,8	122
29	56	52,4	113

Eine Unter- bzw. Überschreitung verursacht Leistungsdepressionen. Dabei werden niedrige Temperaturen von den Tieren besser kompensiert. Entsprechend Tabelle 7-3 ist ein wesentliches Absinken der Legeleistung erst bei Minustemperaturen zu erwarten. Die Tiere sind kältetolerant, lediglich der Futtereinsatz steigt an und die Futtermittelverwertung nimmt entsprechend ab (KOBYLINSKI, 1999).

Die kritische Temperatur definiert sich über eine Steigerung des Energieumsatzes zur Wärmeproduktion. Als untere kritische Temperatur ist die Temperatur definiert, bei der eine Steigerung des Energieumsatzes zur Wärmeproduktion einsetzt. Demgegenüber ist die obere kritische Temperatur gekennzeichnet durch einen erhöhten Energieumsatz zum Schutz vor Überhitzung (ACHILLES, 2002). Kritisch sind Temperaturen über 35 °C zu bewerten. In Kombination mit einer relativen Luftfeuchte von mehr als 70 % kann es zu einem Hitzekollaps kommen.

Für Legehennen liegt die thermisch neutrale Zone zwischen 14,5 °C und 25,5 °C (FREEMANN, 1969). TÜLLER (1999) gibt hierfür 12 °C – 24 °C an. Der leistungsangepasste Optimalbereich liegt zwischen 15 °C und 22 °C (DIN 18910). Hierbei wird eine Luftfeuchte zwischen 60 und 80 % empfohlen. Ein Temperaturwechsel im Tagesgang wirkt auf die Tiere stimulierend.

Die Legehenne gibt täglich ca. 100 g Wasser über Atemluft ab (SCHOBRIES, 1986). Das Lüftungssystem muss dabei gewährleisten, dass die Luftfeuchte für eine optimale Klimagegestaltung nicht über 70 – 80 % steigt (TÜLLER, 1999). Insbesondere im Winter sind hier kurzzeitige Überschreitungen zu erwarten (MÜLLER, 2003).

Die Luftgeschwindigkeit sollte >0,1 m/s sein (SCHOBRIES, 1986). Bei optimaler Stalltemperatur ist eine Luftgeschwindigkeit zwischen 0,1 - 0,2 m/s ausreichend (ACHILLES, 2002). Es sollte jedoch auch in Hitzeperioden 2 m je s nicht überschreiten (DAMME U. HILDEBRAND, 2002)

Unabhängig vom Lüftungssystem (Überdruck-, Unterdruck-, Gleichdrucklüftung) werden nachfolgende Luftraten empfohlen.

Tabelle 7-4: Luftraten intensiver Haltungen Legehennen (SCHOBRIES, 1986)

Lebendmasse (g)	Sommerluftrate (m³/h)	Winterluftrate (m³/h)
1 000	3,00	0,50
2 000	6,00	0,75
3 000	9,00	0,95

Stallgase

Ein guter Indikator für eine ausreichende Lüftung ist der Kohlendioxidgehalt der Stallluft. Der Grenzwert ist bei 3 000 ppm festgeschrieben. Im Winter wird dieser Wert mitunter kurzzeitig überschritten (MÜLLER, 2003). Konzentrationen von mehr als 10 000 ppm bewirken apathische Zustände und Freßunlust, ab 40 000 ppm verstärken sich die Symptome bei gleichzeitiger Erhöhung der Atem- und Herzfrequenz. Sehr hohe Konzentrationen von 10 Vol% (100 000 ppm) wirken narkotisierend (MEHLHORN, 1979), Konzentrationen von mehr als 17 Vol% (17 0000 ppm) führen bei Mensch und Tier zum Tod (nach NI, 1998).

Ein weiterer wichtiger Stallklimafaktor ist die Ammoniakkonzentration. Tiere reagieren auf erhöhte Konzentrationen mit geringerer Legeleistung und Gewichtsverlust. Tendenziell bereits ab 10 ppm (DEATON et al., 1982; HONGWEI XIN et al., 1987). Ab 13 ppm erhöht sich die Anfälligkeit für Lungenkrankungen (AADAM, 1973). Eine Schädigung der Schleimhäute im Atemtrakt wurde beim Huhn ab 20 – 25 ppm nachgewiesen (AL-MASHHADANI, BECK, 1985). Vor diesem Hintergrund wird für Hennenhaltungssysteme geregelt, dass 20 ppm Ammoniak dauerhaft und 10 ppm im Aufenthaltsbereich der Tier nicht überschritten werden dürfen (Hennenhaltungs-VO, 2001).

Die Belüftung des Kotes erhöht den Trockensubstanzgehalt und reduziert die Umsatzraten (KROODSMA U. SCHOLTENS, 1987; GROOT KOERKAMP, 1994; PRIESMANN, 1991). Deutlich gesenkt ist die Ammoniakbildung bei Trockenkot über 60 % (ACHILLES et al., 2002). So konnte nachgewiesen werden, dass bei Kotbandbelüftung die Grenzwerte (20 ppm bzw. ca. 15 mg/m³) weitestgehend eingehalten werden (MÜLLER, 2003). Demgegenüber wurde bei Stalllagerung in der Übergangszeit und im Winter die Stallluftkonzentration teilweise überschritten (bis 50 mg/m³).

Licht

Das natürliche Sonnenlicht wirkt über die spektrale Zusammensetzung und den zeitlichen Rhythmus auf Lebewesen. Der ultraviolette Bereich hat keimtötende und der infrarote Bereich wärmende Wirkung (MEHLHORN, 1979). Künstliches und natürliches Licht beeinflusst über Auge und Hypophyse den Hormonhaushalt. Ein produktiver Nutzen beim Huhn wird daraus über einen lichttechnischen Langtag zur Stabilisierung der Legetätigkeit gezogen. Nach DAMME und HILDEBRAND (2002) existiert eine Vielzahl an künstlichen Lichtprogrammen. Die Rezeptoren im Auge des Huhnes sind gegenüber dem Menschen vielfältiger strukturiert. Hiermit entsteht ein differenziertes Farbempfinden und größeres Sehspektrum. Durch das vom Menschen abweichende Sehvermögen ist die für den Menschen entwickelte Bezugsgröße für die Beleuchtungsstärke (Lux) bei Legehennen ungeeignet. Die Ovarien des Huhnes werden bereits bei 5 lx stimuliert. TÜLLER (1999) bezeichnet 20 lx als ausreichend für die Beleuchtung der Haltungsumwelt für Legehennen. Die geringe Beleuchtungsstärke beugt ebenfalls Kannibalismus in den Herden vor. In der praktischen Hühnerhaltung sind deshalb überwiegend abgedunkelte Ställe mit 10 – 15 lx anzutreffen. Hier lässt sich der optimale Lichttag für eine hohe und stabile Legetätigkeit sowie geeignete Beleuchtungsstärken zur Unterdrückung von Verhaltensstörungen infolge Defiziten in der Haltungsumwelt steuern. Orientierungswerte für die Ausleuchtung der Haltungsumwelt für Legehennen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 7-5: Orientierungswerte für Beleuchtungsstärke in intensiven Legehennenhaltungen (SCHOBRIES, 1986)

Lebenswoche	Lux
1.	30
2.	15
>3.	10 - 15

Für das menschliche Arbeitsumfeld werden nach ArbeitsstättenVO Beleuchtungsstärken von mindestens 15 lx gefordert.

Der Übergang zu alternativen Systemen mit Außenklimareizen und damit verbundenen hohen Beleuchtungsstärken fordert von der Henne ein erweitertes Adaptationsvermögen und vom Stallmanagement neue Lösungsansätze zum Lichtregime. Handlungsbedarf entsteht hier auch durch die neuen Regelungen für neu zu errichtende Stallungen für Legehennen, die 3 % der Stallgrundfläche für Tageslichteinfall vorschreiben (Hennenhaltungs-VO, 2002).

Luftgetragene biologische Arbeitsstoffe (Bioaerosole)

Das in Hühnerställen vorgefundene Bioaerosol, ein Gemisch aus unlöslichen Staubpartikeln verschiedener Größe und Abscheidewahrscheinlichkeit im Atemtrakt, Keimen und Toxinen und dem zeitweise gleichzeitigem Auftreten von Gasen (im Winter: Ammoniak), wirkt in verschiedener, sich gegenseitig bedingender Weise auf die Gesundheit der Menschen.

Staub

Luftgetragene Partikel werden im alltäglichen Sprachgebrauch zusammenfassend als Staub bezeichnet. Stäube in und aus Tierhaltungen bestehen aus Anteilen von Substanzen im Stall wie Futterstoffe und Einstreu sowie abgestorbene tierische Bestandteile wie Schuppen, Kotbestandteile u. a.. Dabei werden Ablagerungen von Feinpartikeln im Größenbereich

5 bis 10 µm	Nasen- und Rachenraum,
3 bis 5 µm	Luftröhre,
2 bis 3 µm	Bronchien,
1 bis 2 µm	Bronchiolen,
0,1 bis 1 µm	Alveolen

unterschieden (ANONYM, 2002).

Nach DIN 7708 differiert man Staub in

einatembare,	Passage Mund und Nase,
thorakale,	Passage Kehlkopf und
alveolare,	Eindringen bis in die nicht-cilierten Luftwege,

Staubfraktion.

Das einzige Land, dass den Staubgehalt in Ställen aus Sicht des Tierschutzes regelt ist Schweden. Die Gesamtstaubkonzentration ist hier auf 10 mg/m³ begrenzt. Allergische Reaktionen werden in Nutztierhaltungen und hier insbesondere beim Rind und Huhn selten beschrieben (WALLENSTEIN, 1998).

Hohe Staubgehalte können zu einer Überforderung der Clearanceaktivitäten der Atemwege und mechanischen Reizungen der Schleimhäute führen. Hier besteht für Keime die Möglichkeit der Ansiedlung und Vermehrung. Im Einzelfall kann es bei immunsupprimierten Personen zu ernsthaften Infektionen kommen. Wesentlich für Gesundheitseffekte ist die Eindringtiefe von Partikeln in den Atemtrakt. Dabei spielt die alveolengängige Staubfraktion eine zentrale Rolle. Bei Partikelgrößen mit einem aerodynamischen Durchmesser um 5 µm ist mit einer Abscheidewahrscheinlichkeit in den Alveolen von 50% zu rechnen.

Keime und Toxine

Keime und Toxine liegen innerhalb dieser Größenordnung, treten jedoch i. d. R. gebunden an Staubpartikel auf. Durch die gleichzeitige Anwesenheit von Ammoniak und feinen Staubpartikeln gelangen Moleküle des Gases (durch Clusterbildung mit den Partikeln) entgegen ihren physikalisch-chemischen Eigenschaften in tiefere Lungenabschnitte und führen dort zu einer unerwartet hohen Deposition (SEEDORF J, HARTUNG J, 2002).

Laut BioStoffVO gilt bei allergisierenden oder toxischen Staubbestandteile grundsätzlich das Minimierungsgebot. Als Anhaltspunkt für die maximal tolerierbare Obergrenze ist der allgemeine Staubgrenzwert von 10 mg/m³ für die einatembare (inhalative) Staubfraktion und 3 mg/m³ für die alveolengängige Staubfraktion anzusehen. Allergisierende Bestandteile des Stallaaerosols sind z. B. Mikroorganismen wie *Aspergillus fumigatus* oder die *thermophilen Actinomyceten*. Darüber hinaus treten in der Luft feinste Federpartikel und Bestandteile der Vogelepidermis auf. Endotoxine (Zerfallsprodukte Gram-negativer Bakterien) weisen zusätzlich toxische Wirkungen auf. Innerhalb kürzester Zeit kann es zu Entzündungsreaktionen im Atemtrakt kommen.

Obstruktive Atemwegserkrankungen und Farmerlungen sind Berufskrankheiten in der Landwirtschaft, die eng in Verbindung mit den hier vorkommenden Bioaerosolen stehen. Im Falle der obstruktiven Atemwegserkrankung ist eine Anerkennung als Berufskrankheit nur möglich, wenn der Betroffene die ursächlichen Tätigkeiten aufgibt. Dies kommt einer Berufsmöglicherweise Existenzaufgabe gleich, die unter allen Umständen vermieden werden sollte. Die exogen allergische Alveolitis (Farmerlunge) tritt auf, wenn kleinste Allergene bis in die Alveolen gelangen und dort eine Immunreaktion in Gang setzen. Als Auslöser gelten thermophile Actinomyceten und diverse Schimmelpilze. Verschiedene Bakterien, Pilze, Endotoxine und Mycotoxine werden im Zusammenhang mit der Entstehung des ODTS (Organic dust toxic syndrom) genannt.

4.7.2.3 Entstehung und Quantifizierung von staub- und gasförmigen Emissionen aus der Legehennenhaltung

Im Immissionsschutzrecht sind die Komponenten Ammoniak, Geruchsstoffe und Staub verankert, um im Umfeld von Tierhaltungsanlagen befindliche Ökosysteme vor Stickstoffeinträgen und Anwohner vor Geruchs- und Staubbelastungen zu schützen. Für eine Charakterisierung der Umweltverträglichkeit eines Haltungssystems ist darüber hinaus eine Quantifizierung der klimawirksamen Gase Lachgas, Methan und Kohlendioxid erforderlich.

Wesentliche Quellen des Stallstaubes sind das Futter, die Einstreu, Abschilferungen von Haut und Federn sowie Fäkalbestandteile. Emissionen an Ammoniak, Lachgas, Methan, Kohlendioxid und Geruchsstoffen entstehen durch direkte Produktion der Tiere (Kohlendioxid, Methan) oder durch Desorption aus Exkrementen. Der größte Emittent ist auch bei alternativen Verfahren der Legehennenhaltung der Stall. Etwa 90 % der Tiere sind auch bei Bereitstellung eines Kaltscharraumes oder Auslaufes tagsüber im Stall zu finden, da dieser die Tränk- und Fütterungsplätze enthält. Die Höhe der Emissionen aus dem Stall wird von einer Vielzahl von im Folgenden darzustellenden Faktoren beeinflusst.

Ammoniak

Entstehungs- und Freisetzungsmechanismen

Ausgangssubstrate für die Bildung von Ammoniak sind die in den Exkrementen enthaltenen Stickstoffverbindungen. Je Henne fallen jährlich in der Bodenhaltung ca. 65 kg Frischkot (20 bis 25 % TS) an. Die Zusammensetzung an Hauptnährstoffen zeigt nachfolgende Tabelle.

Tabelle 7-6: Zusammensetzung frischer Hennenkot (SCHOLTYSSEK, 1968)

Fraktion	Wasser	OS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
%	56	26	1,6	1,5	0,9

Die Stickstoffverbindungen setzen sich wiederum aus 60 % Harnsäure, 2 % Harnstoff, 6 % Ammoniumstickstoff und 32 % Reststickstoff (Abbauprodukte aus Protein) (PETERSEN, 1996) zusammen. Der Stickstoffgehalt in den Exkrementen kann durch bedarfsgerechte Fütterung in der Legehennenhaltung um 10 bis 20 % vermindert werden (GRASHORN, 1993).

Der Abbau der Harnsäure verläuft zunächst zu Glyoxylsäure und Harnstoff katalysiert durch das Enzym Uricase. Der weitere Prozess der Harnstoffspaltung durch Urease führt zur Bildung von Ammoniak und Kohlendioxid. Die Abbauprozesse verlaufen zumeist unter aeroben Bedingungen und sind abhängig von der Temperatur, dem pH-Wert und dem Feuchtegehalt im Kot (GROOT KOERKAMP, 1994). Ist bei 20 °C die Abbaurrate noch gering, steigt sie bei 30 °C auf das vierfache. Optimale Bedingungen für das Bakterienwachstum bieten Feuchtegehalte zwischen 40 und 60 % sowie Temperaturen um 35°C (BESSEI, 1998).

Das entstandene Ammoniak verbleibt zunächst überwiegend als Ammonium in wässriger Lösung und bildet die Grundlage für die kontinuierliche Ammoniakfreisetzung von mit Exkrementen verschmutzten Flächen. In Abhängigkeit von den Reaktionsbedingungen geht es in den gasförmigen Zustand über. Die Freisetzungsrates wird beeinflusst vom Trockensubstanzgehalt der Exkremente, von der Größe der emissionsaktiven Fläche, der Temperatur und der Luftgeschwindigkeit über der emittierenden Fläche.

Den Einfluss der Trocknung von Legehennenkot bei der Lagerung untersuchte PRIESMANN (1991). Dabei stellte er fest, dass sich der Anteil an Harnsäure in be- und unbelüftetem Kot nach einer 14-tägigen Lagerung im Stall deutlich unterschied. Während sich der Harnsäureanteil im belüfteten Kot

nur geringfügig veränderte, waren im unbelüfteten Kot nach 14 Tagen nur noch 50 % der Anfangsharnsäure im Kot nachzuweisen. Parallel dazu nahm der Anteil an Ammoniumstickstoff im unbelüfteten Kot kontinuierlich zu. Der belüftete Kot war nach 14 Tagen mit 50 % Trockenmasse deutlich trockener als der unbelüftete mit 30 % Trockenmasse.

Auch FLÜGGE (1996) berichtete über eine deutlich höhere Ammoniakbildung bei der Lagerung von nicht getrocknetem Kot. Er errechnete 90 g Ammoniakemission pro Henne und Jahr bei unbelüftetem Kot und 30 g Ammoniakemission pro Henne und Jahr bei Kotbelüftung. Diese Werte gelten nur für den Ammoniakausstoß aus dem Stall. Für die Lagerung berechnete er Ammoniakemissionen von 196 g pro Henne und Jahr bei 64-tägiger Rotte von Kot mit 46 % Trockenmasse und nur 8 g pro Henne und Jahr bei 14-tägiger Kompostierung von Kot mit über 70 % Trockenmasse.

Bei den heute gebräuchlichen Systemen der Kottrocknung im Stall wird der Kot intensiv belüftet und erreicht nach Angaben der Hersteller Trockensubstanzgehalte von 60 bis 85 %. GROOT KOERKAMP und REITSMA (1992) fanden bei Untersuchungen in verschiedenen Haltungssystemen in einem Voliersystem ohne Kottrocknung 130 g Ammoniakemission pro Henne und Jahr, während das System mit Kottrocknung nur eine Ammoniakemission von 90 g pro Henne und Jahr aufwies. Im Vergleich dazu verursachte die Batterie mit Kottrocknung nur 35 g Ammoniakemission je Henne und Jahr. Bei diesen Systemen wurde der Kot zweimal pro Woche aus dem Stall entfernt. Allerdings wurde in den Voliersystemen nur der Kot auf den Kotbändern entmistet, während die Ausscheidungen in der Einstreu im Stall verblieben.

Steigende Temperaturen im Stall und den Exkrementen verschieben das Gleichgewicht zwischen Ammoniak und Ammonium in der wässrigen Phase in Richtung Ammoniak. Außerdem nimmt die Löslichkeit von Ammoniak in Wasser ab und der Partialdruck zu. Im Ergebnis sind erhöhte Ammoniakemissionen zu verzeichnen. Wird das in den Stallinnenraum freigesetzt Ammoniak rasch durch hohe Luftwechselraten aus dem Stall befördert, vermindert sich die Partialdruckdifferenz über der emittierenden Fläche, in der Folge wird Ammoniak aus dem Exkrementenpool nachgeliefert. Untersuchungen an Flüssigmist belegen, dass die Ammoniakemissionen bis zu einer Überströmungsgeschwindigkeit von 0,1 m/s annähernd konstant blieben, nach Überschreiten der 0,1 m/s jedoch exponential anstiegen (nach NIEBAUM, 2002). GUSTAFSSON (1987) wies mit Verdopplung der Luftwechselrate in Schweineställen eine Zunahme der Ammoniakemissionen um den Faktor 1,5 bis 2 nach.

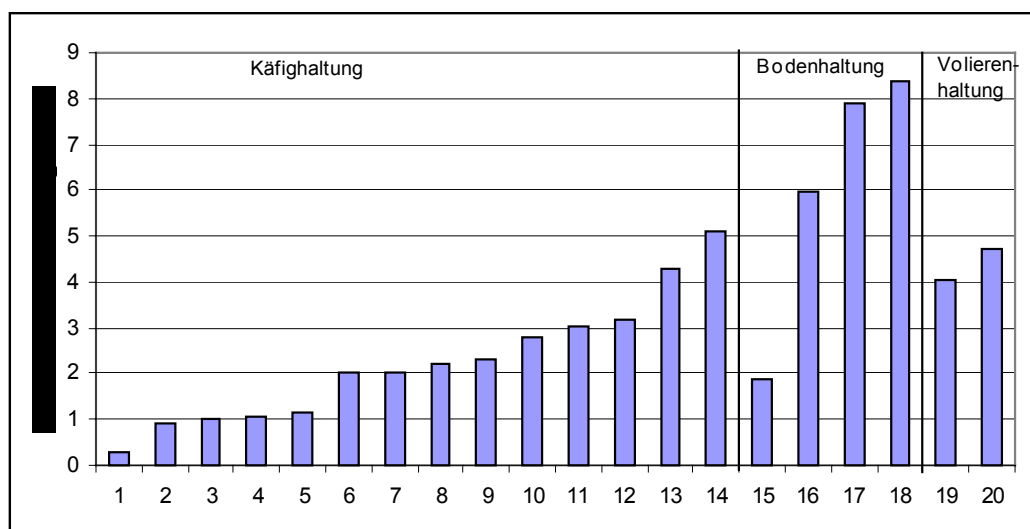
Emissionsraten

In Abbildung 7-1 sind Ammoniakemissionsfaktoren zu unterschiedlichen Legehennenhaltungsverfahren zusammengestellt. Die große Schwankungsbreite der Literaturwerte ist sowohl auf die Komplexität der eingesetzten Verfahrenstechnik, der Fütterung aber auch auf Unterschiede in den Messmethoden zurückzuführen. Die Käfighaltung zeichnet sich durch ein im Vergleich zu den alternativen Verfahren niedrigeres Emissionsniveau aus. Stand der Technik ist in der Käfighaltung die Belüftung des Kotbandes, um den anfallenden Frischkot so schnell wie möglich auf einen TS-

Gehalt von mindestens 60 % zu trocknen und dadurch die Emissionen zu minimieren. Von einigen Autoren wurden bei diesem Verfahren Emissionen in Höhe von weniger als 1 g NH₃/h und GV ermittelt.

Allen Haltungssystemen ist gemeinsam, dass die Emissionen deutlich steigen, wenn der Kot ohne Trocknung im Stall verbleibt.

In der Tendenz erhöhen sich die Emissionen von Käfig über Volieren- zur Bodenhaltung. Laut TA-Luft erhöhen sich die Ammoniakemissionen um den Faktor 2,3, wenn Tiere in Volierenhaltung (0,0911 kg/Tierplatz und Jahr) statt Käfigen mit Kotbandbelüftung (0,0389 kg/Tierplatz und Jahr) gehalten werden. Aufgrund der ständig verbesserten verfahrenstechnischen Lösungen hinsichtlich Kotbelüftung in modernen Volierensystemen erscheint der Faktor 2,3 bei Volieren gegenüber Käfigen zu hoch. Messreihen dazu liegen allerdings noch nicht vor. Bei Bodenhaltungssystemen veranschlagt die TA-Luft eine Steigerung der Ammoniakemissionen in Höhe von 0,3157 kg/Tierplatz und Jahr. Das entspricht einer Emissionsrate von ca. 10,6 g/h * GV. Die Literaturangaben der Abbildung 7-1 bleiben zum Teil deutlich unterhalb dieses von den Immissionsschutzbehörden angewandten Wertes.



1 ERDEN (1981)	mit Tagesmistanfall	11 FLÜGGE (1994)	ohne Kottrocknung
2 PETERSEN (1993)	mit Kottrocknung	12 ERDEN (1981)	mit Trockenmistlager
3 ERDEN (1991)	mit Mistlagerung	13 KOWALEWSKY (1981)	Flüssigmist
4 MONTENY (2001)	mit Kottrocknung	14 NESSER (2000)	mit Kottrocknung
5 EHRLICH	mit Kottrocknung	15 KOWALEWSKY (1981)	k. A.
6 OLDENBURG (1991)	k. A.	16 EHRLICH	Einstreu, Gitterboden
7 OLDENBURG (1992)	k. A.	17 OLDENBURG (1991)	k. A.
8 KROODSMA (1988)	k. A.	18 KTBL	Einstreu, Gitterboden
9 PETERSEN (1993)	ohne Kottrocknung	19 NESSER (2000)	wöchentliche Entmistung
10 KTBL	ohne Kottrocknung	20 BESSEI (1998)	k. A.

Abbildung 7-1: Ammoniakemissionen aus Legehennenhaltungssystemen

Lachgas

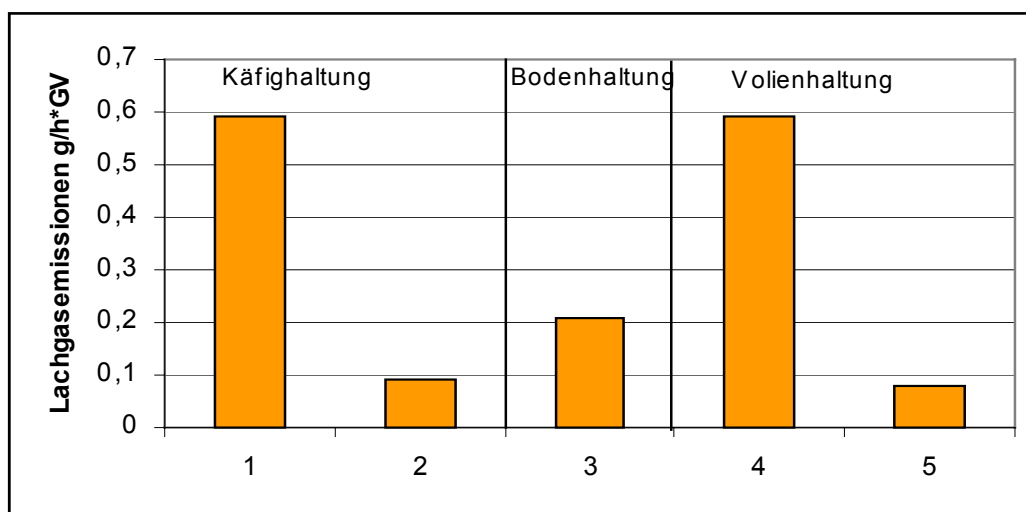
Entstehungs- und Freisetzungsmechanismen

Lachgas entsteht durch Nitrifikation oder Denitrifikation von anorganischen Stickstoffverbindungen (Ammonium-, Nitratstickstoff) vorrangig in Böden und Gewässern, aber auch bei der Lagerung von Exkrementen. Bei der Nitrifikation wird unter aeroben Bedingungen durch Oxidation von Ammonium zuerst Nitrit gebildet. Die Umsetzung erfolgt durch Bakterien der Gattungen Nitrosomonas und Nitrosospira. Für die nachfolgende Nitratbildung sind Nitrobacter verantwortlich. Nitrifikanten sind obligat aerobe Bakterien, die zum Wachstum Kohlendioxid, Sauerstoff und Ammonium benötigen. Optimale Temperaturen für das Bakterienwachstum liegen bei 32 °C. Temperaturen unter 5 °C und über 40 °C wirken hemmend (nach HÜTHER). Der Prozess, der zur Bildung von Lachgas führt ist noch nicht vollständig aufgeklärt.

Bei der Denitrifikation wird Nitrat oder Nitrit unter anaeroben oder mikroaeroben Bedingungen zu Lachgas oder molekularem Stickstoff abgebaut. Die meisten Denitrifikanten gehören der Gattungen Pseudomonas, Azospirillum und Alcaligenes an. Die Denitrifikationsgeschwindigkeit ist abhängig von der Konzentration an Nitrat oder Nitrit, von der Verfügbarkeit organischer Kohlenstoffe (Reduktionsmittel), vom Sauerstoffgehalt und der Temperatur. Im Temperaturbereich zwischen 10 und 40 °C verdoppelt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bei Erhöhung der Temperatur um je 10 °C.

Emissionsraten

Die Art und Dauer der Lagerung tierischer Exkremente im Stall und die Art des Haltungssystems beeinflussen die Höhe der N₂O-Emissionen. Haltungssysteme mit Festmist- oder Kompostverfahren emittieren mehr Lachgas als Gülleverfahren (AHLGRIMM, 1995; GROENESTEIN, 1996).



- | | | | |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------------|
| 1 SNEATH (1996) | k. A. | 4 SNEATH (1996) | ohne Kottrocknung |
| 2 NESSER (2000) | mit Kottrocknung | 5 NESSER (2000) | wöchentliche Entmistung |
| 3 NESSER (2000) | ohne Kottrocknung | | |

Abbildung 7-2: Lachgasemissionen aus Legehennenhaltungssystemen

Da im Geflügelkot der Ammoniumgehalt relativ hoch ist, ist eine Bildung von Lachgas aus Legehennenhaltungssystemen möglich. Zu Emissionsraten stehen kaum Daten zur Verfügung, wie Abbildung 7-2 zeigt.

Methan

Entstehungs- und Freisetzungsmechanismen

Methan entsteht beim anaeroben Abbau organischer Substanzen durch eine Mikroorganismengemeinschaft. In einem 4-stufigen Prozess (Hydrolyse, Acidogenese, Azetogenese, Methanogenese) werden Fette, Kohlenhydrate und Eiweiße zu Methan und Kohlendioxid umgesetzt. Der Abbau erfolgt durch verschiedene fakultativ und obligat anaerobe Bakterien. Die Methanbildung findet in einem Temperaturbereich von 4 bis 60 °C statt. Die Geschwindigkeit der Methanbildung ist im thermophilen Bereich (zwischen 55 und 60 °C) etwa doppelt so hoch wie im mesophilen Bereich (bei etwa 35 °C).

Emissionsraten

Die Methanbildung im Stall wird wesentlich beeinflusst durch die Zusammensetzung der Exkremamente und das Entmistungssystem. Exkremamente mit einem hohen Anteil an leicht abbaubaren organischen Substanzen bedingen eine erhöhte Methanbildung. Die CH₄-Bildungsrate aus Geflügelkot liegt im Vergleich zu anderen Nutztierarten am höchsten (Tabelle 7-7)

Tabelle 7-7 : Methanproduktion von landwirtschaftlichen Nutztieren und aus Exkrementen unterschiedlicher Nutztierkategorien (geändert nach ENQUETE-KOMMISSION, 1994; NIEBAUM, 2001)

Tierkategorie	Emissionsfaktoren Tiere (kg/a)	Emissionsfaktoren Exkremente (kg/t)
Rindvieh	65,5 – 118	1,3
Mastkälber	21	2,5
Schweine	1,5	3,0
Schafe und Ziegen	8	3,0
Geflügel	0,13	4,1

Durch rasche Austrocknung von Exkrementen, wie es in der Käfig- und Volierenhaltung bei der Kotbelüftung der Fall ist, kann die Methanbildung reduziert werden (Enquete-Kommission, 1994).

Kohlendioxid

Entstehungs- und Freisetzungsmechanismen

Für die Entstehung von Kohlendioxid in Ställen sind die Respiration der Tiere und Abbauprozesse in den Exkrementen verantwortlich. Die CO₂-Produktion der Tiere wird in starkem Maße durch deren Aktivität bedingt. So haben Ruhephasen geringe CO₂-Bildung und Konzentrationen im Stall zur Folge. Weitere Einflussgrößen sind das Leistungsniveau, die Lebendmasse, der Energiegehalt

des Futters, die Futteraufnahme und klimatische Bedingungen im Stall. VAN DEN WEGHE (1993) berechnet die CO₂-Produktion von Legehennen in Abhängigkeit von der Lebendmasse wie folgt:

$$P_{\text{CO}_2} = 2,078 \text{ LM}^{0,76}$$

P_{CO₂} CO₂-Produktion (g/Tier * h)

LM Lebendmasse/Tier (kg)

KURZWEG (1985) berücksichtigt darüber hinaus die Stalltemperaturen. Ein Auszug von CO₂-Produktionsraten ist Tabelle 7-8 zu entnehmen.

Aus Exkrementen entsteht Kohlendioxid unter aeroben Bedingungen im Prozess der Ammoniakbildung bzw. unter anaeroben Bedingungen bei der Methansynthese

Emissionsraten

Aussagen zu CO₂-Emissionsraten aus Geflügelställen, die den Einfluss des Haltungssystems berücksichtigen, liegen lediglich von NESSER (2000) vor. Danach emittiert die Volierenhaltung im Mittel 0,89 kg/(h*GV) die Bodenhaltung 1,15 kg/(h*GV). In Tabelle 7-8 sind CO₂-Produktionsraten in Abhängigkeit vom Lebendgewicht und den Stalltemperaturen durch Respiration zusammengestellt.

Tabelle 7-8: Kohlendioxidproduktion landwirtschaftlicher Nutztiere (g/(h*Tier))

Autoren	LM kg/Tier	Stalllufttemperatur in °C					
		5	10	15	20	25	30
KURZWEG (1985)	1	3,38	3,28	3,20	3,13	3,10	3,10
	2	5,22	5,13	5,10	5,10	5,10	5,10
HEIDENREICH (2003)	1,7				3,14		

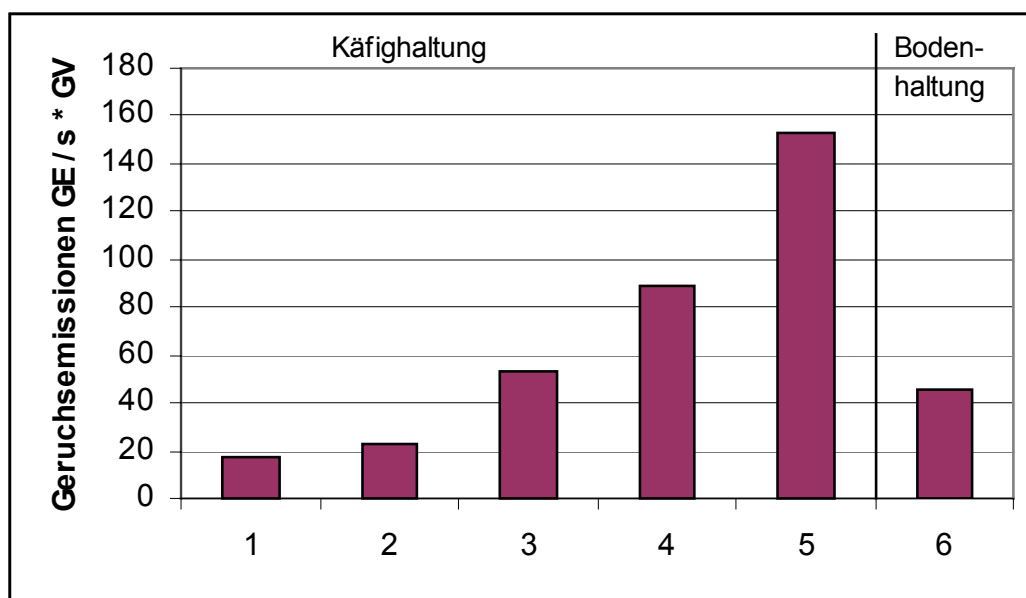
Geruchsstoffe

Entstehungs- und Freisetzungsmechanismen

Geruch aus Stallanlagen setzt sich aus etwa 200 Komponenten zusammen, die nicht nur aus Exkrementen, sondern auch aus Futtermitteln oder direkt von den Tieren als Körperausdünstungen freigesetzt werden. Eine Vielzahl dieser Substanzen ist sehr geruchsintensiv. Dazu zählen z. B. Skatol, Indol, Phenol, Ammoniak, Aldehyde, Mectaptane, Amine, Amide, kurzkettige Fettsäuren und Schwefelverbindungen, die unter den verschiedensten Bedingungen sowohl beim aeroben aber auch beim anaeroben Abbau von organischen Verbindungen entstehen. Die wesentlichsten Ursachen für die Freisetzung von Geruchsstoffen lehnen sich daher an bereits beschriebene Mechanismen der Ammoniak- und Methanfreisetzung an.

Emissionsraten

Für die gesamte Geflügelhaltung liegen nur wenige aussagefähige Angaben zu Geruchsstoff-Emissionsfaktoren aus dem Stall vor. Die Untersuchungen in der Legehennenhaltung wurden ausschließlich unter Frühjahrs- und Sommerbedingungen durchgeführt. Die in Abbildung 7-3 angegebenen Emissionsfaktoren überschätzen deshalb auf das Gesamtjahr gesehen die Emissionssituation.



1 KTBL (1991)	mit Kottrocknung, Frühjahr	4 KTBL (1996)	Flüssigkot, Frühjahr
2 KTBL (1991)	mit Kottrocknung, Sommer	5 KTBL (1996)	Flüssigkot, Sommer
3 LFU (1996)	angetrockneter Kot, Sommer	6 LFU (1996)	Sommermessungen

Abbildung 7-3: Geruchsstoffemissionen aus Legehennenhaltungssystemen

Ein Vergleich der Haltungssysteme Käfighaltung und Bodenhaltung wurde vom LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (LFU, 1996) durchgeführt. Danach emittiert ein Stall mit Käfighaltung mit 53 GE/(s*GV) eine höhere Geruchsstofflast als die Bodenhaltung mit 46 GE/(s*GV). Zu beachten ist, dass die Ställe miteinander nicht vergleichbar waren (Lüftung, GV-Besatz) und in der Käfighaltung keine vollständige Kottrocknung vorgenommen wurde. Die für die Käfighaltung mit Kotbandbelüftung vom KTBL (1991) angegebenen 23 GE/(s*GV) sind daher realistischer.

Staub

Entstehungs- und Freisetzungsmechanismen

Stäube in der Luft von Ställen bestehen u. a. aus pflanzlichen Bestandteilen (Futter, Einstreu), Hautabschilferungen und Federteilen der Tiere, Kotbestandteilen, abgestorbenen Mikroorganismen. Angaben zu den prozentualen Anteilen der einzelnen Bestandteile variieren sehr stark.

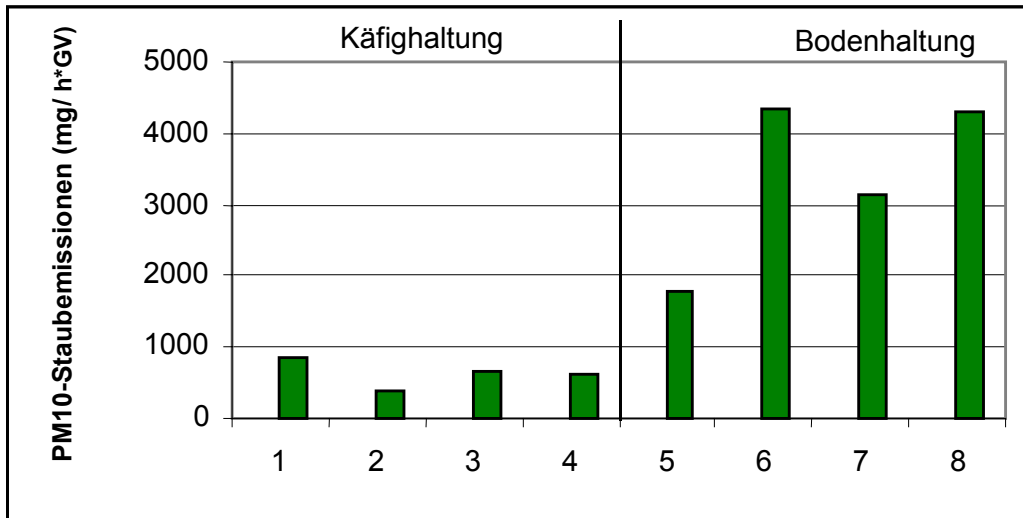
PEARSON (1995) sieht das Futter mit einem Anteil von 80 % bis 90 % am Schwebstaub als größte Staubquelle. FEDDES (1992) hingegen machte in Putenställen Fäkalbestandteile in Form von verdautem Futter und Harnsäurekristallen als Hauptbestandteil des Staubes aus.

Die Staubbildungsrate ist abhängig von den Kräften der Separation im Quellmaterial und den Bindungskräften zwischen den Partikeln eines Materials (SEEDORF, 2002). Einflussgrößen sind z. B. der Feuchtegehalt und der Materialfluss. Steigende Materialflüsse begünstigen, hohe Feuchtegehalte des Ausgangsmaterials hingegen verringern die Staubbildung. Die Dynamik des Staubes wird bestimmt durch die Luftwechselraten, durch Sedimentations- und Impaktionsvorgänge sowie durch die Lebensfähigkeit luftgetragener Mikroorganismen (SEEDORF, 2002). Dabei wirken physikalische Gesetzmäßigkeiten. So nimmt die BROWN'sche Bewegung von luftgetragenen Partikeln mit steigenden Temperaturen und abnehmender Partikelgröße zu. Die Sedimentationsgeschwindigkeit ist abhängig von der Partikelmasse und -größe. Diese werden u. a. durch die relative Luftfeuchte im Stall verändert, da Partikel in der Lage sind, Wassermoleküle zu binden. Der Sedimentation kommt für die Elimination von Staub aus der Stallluft eine größere Bedeutung zu als der Ventilation. Zwischen 60 und 86 % des in Ställen erzeugten Staubes wird im Stall wieder deponiert (GUSTAFSSON, 1999; CHEN, 1999; CARPENTER, 1990). In der Geflügelhaltung trägt die Tieraktivität wesentlich zur Entstehung und Freisetzung von Stäuben bei. Die Tieraktivität steht in Wechselwirkung mit dem Lichtregime aber auch mit den Fütterungs- und Entmistungszeiten sowie den Kontrollgängen des Stallpersonals. Untersuchungen in der Masthähnchenhaltung zeigen, dass sich die Konzentrationen im Stall in der Beleuchtungsphase verdoppeln (ELHUSSEIN, 1999). RIEGER (2004) ermittelte in der Legehennenhaltung eine Erhöhung der Staubkonzentrationen um den Faktor 2 - 3 bei Begehung des Stalles. Saisonale Bedingungen wirken über wechselnde Ventilationsraten auf Staubkonzentrationen und -emissionen (HINZ, 1998).

Emissionsraten

Aus Tierhaltungsanlagen sind Staubemissionen entsprechend den Vorgaben der TA-Luft zu beschränken. In der TA-Luft sind ein Emissionsmassenstrom für Gesamtstaub von 0,2 kg/h oder eine Massenkonzentration von 20 mg/m³ Abluftvolumenstrom festgelegt.

Einen großen Einfluss auf die Höhe der Staubemissionen hat das Haltungssystem. Die Bodenhaltung kann eine bis zu 5fach höhere Staubfracht aus dem Stall emittieren als Käfighaltungssysteme (Abbildung 7-4). Bedingt werden diese höheren Emissionen durch die Einstreu der Ställe und die höhere Bewegungsaktivität der Tiere. Umfangreiche Emissionsmessungen wurden von TAKAI (1998) in einem Länderprojekt unter Beteiligung von England, Holland, Dänemark und Deutschland vorgenommen. Er unterscheidet zwischen inhalierbarem (PM 10) und alveolengängigem (PM 2,5) Staub. Im Immissionsbereich ist der inhalierbare Feinstaub zu begrenzen. Angaben des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie zu Feinstaubemissionen (PM 6) aus der Bodenhaltung liegen geringfügig höher, als die Werte von TAKAI (1998). Aussagen zur Staubemissionen aus der Volierenhaltung fehlen gegenwärtig. Erste noch nicht veröffentlichte Messreihen liegen in der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft vor.



1 TAKAI (1998)	Messungen in England	5 TAKAI (1998)	Messungen in England
2 TAKAI (1998)	Messungen in Holland	6 TAKAI (1998)	Messungen in Holland
3 TAKAI (1998)	Messungen in Dänemark	7 TAKAI (1998)	Messungen in Dänemark
4 TAKAI (1998)	Messungen in Deutschland	8 LFUG (2002)	PM 6-Staub

Abbildung 7-4: Staubemissionen aus Legehennenhaltungssystemen

4.7.3 Material und Methode

Zur Realisierung der Zielstellung und Bewertung des Stallklimas wurden die physikalischen Parameter Lufttemperatur und –feuchte sowie Beleuchtungsstärke, der chemische Parameter Spurengaskonzentration (Ammoniak und Kohlendioxid) und die biologischen Parameter Staubgehalt und Keime sowie Endotoxine (Bioaerosole) untersucht.

Die Beleuchtungsstärke wurde in elf Bodenhaltungssystemen über mehrere Messstellen als Momentaufnahme mittels Lux-Messsonde gemessen.

Die Luftfeuchte und –temperatur wurde an 17 Standorten im Verlauf der Stallbelegung kontinuierlich ermittelt. Diese Datenreihen ergänzen Zeitfenstermessungen in weiteren elf Haltungen. Für die kontinuierliche Messung von Lufttemperatur und –feuchte kamen Datenlogger (TinyTag) zum Einsatz (Tabelle 7-9). Aus den gewonnenen Einzeldaten wurden Mittel-, Minimal- und Maximalwerte für jeden Haltungstag bewertet.

Der Staubgehalt wurde in sieben Herden, Spurengase in elf Herden in Zeitfenstern gemessen. Die Staubmessungen erfolgten während der Aktivitätsphase der Tiere in Zeitfenstern von zwei bis vier Stunden, eine Messung verlief über 48 Stunden. Die Messung der Gase verlief in Zeitfenstern von 3 bis 21 Tage. Für Staub- und Gasmessungen kamen das Stabmessgerät GRIMM 1.105 bzw. ein Multigasmonitor 1312 zum Einsatz (Tabelle 7-9). Die Gaskonzentration wurde an repräsentativen Punkten über den Stall verteilt gemessen. Der Staubgehalt wurde in ca. 2 m über dem Boden gemessen und als Ein-Minuten-Wert gespeichert.

Wegen des hohen materiellen und finanziellen Aufwandes wurden die Emissionsmessungen auf zwei Voliereställe und einem Bodenhaltungsstall begrenzt. Für die Untersuchungen standen Volierenhaltungen mit Bestandsgrößen in Voliere 2 zwischen 10 000 bis 15 000 Tieren und Voliere 1 zwischen 15 000 und 20 000 Tieren. Die Besatzdichte betrug 12 bzw. 18 Hennen je m². Beide Systeme waren mit Kottrocknung ausgestattet. Die untersuchte Bodenhaltung hatte eine Bestandsgröße zwischen 5 000 und 10 000 Tieren. Der Kot wurde über die gesamte Stallbelegung im Kottbunker innerhalb des Stalls gelagert. Zur Bestimmung der Volumenströme wurde jeder Lüftungsschacht mit Messventilatoren (Abbildung 7-5) ausgerüstet. Die Deckenlüfter sind für ein Förderolumen von bis zu 11200 m³ je Stunde ausgelegt. Voliere 1 ist mit 3 Seitenwandlüftern (jeweils bis 37 900 m³ je Stunde) ausgerüstet. Parallel zur Volumenstrommessung wurden die Konzentrationen der Spurengase (Ammoniak, Methan, Lachgas, Kohlendioxid) und der Wasserdampfgehalt der Abluft je Abluftschacht ermittelt. Aus Abluftstrom und Gaskonzentration jedes Abluftschachtes wurde der jeweilige Massenstrom ermittelt. Die Summe dieser Ströme repräsentiert die Gesamtemission des Stalls. Je Jahreszeit wurde jeweils in einem Messzeitraum von mindestens 14 Tagen kontinuierlich gemessen (Abbildung 7-6). Die den Jahreszeiten zugeordneten Monate wurden entsprechend langjähriger Temperaturmittelwerte ausgewählt. Für den Jahresabschnitt Frühling wurden die Monate März bis Mai mit einer mittleren Temperatur von 8,1 °C, für Herbst die Monate September bis November mit 9,3 °C (Temperaturbereich 5 –15 °C) sowie für Sommer Juni bis August mit 17,1 °C (Bereich >15 °C) und Winter Dezember bis Februar mit 0 °C (Bereich <5°C) gewählt. Die begleitenden Messungen zu Staub (Abbildung 7-7) und Geruch (Abbildung 7-8) wurden jeweils in einem kürzeren Zeitfenster (bis drei Stunden) bzw. als Momentaufnahme am bzw. im Abluftschacht durchgeführt. Mit der kontinuierlich registrierten Stalllufttemperatur und der Außentemperatur (5 – Minutenwerte, Abbildung 7-9) wurden über die ermittelten Volumenströme die jährlich emittierten Substanzen berechnet. Tabelle 7-9 gibt einen Überblick zu den Kennwerten der benutzten Technik. Zur Bestimmung des Geruchs wurden in den Abluftschächten Stichproben gezogen und eine olfaktometrische Bewertung am T06 durch vier Probanden zur Bestimmung der Geruchsschwelle im Labor durchgeführt.



Abbildung 7-5: Messventilator mit Abströmkanal



Abbildung 7-6: Geräteeinheit zur Emissionsmessung



Abbildung 7-7: Staubmessgerät am Messplatz



Abbildung 7-8: Probennahmegerät zur Geruchsmessung mit Probenbeutel



Abbildung 7-9: Temperatur- und Feuchtlogger

Tabelle 7-9: Kenndaten der zur Emissionsmessung benutzten Messtechnik

Abluftgeschwindigkeit :		
Messgerät:	Messventilator SMV 82, Fa. Stienen vier Impulse pro Umdrehung Die Umrechnung der Impulse in eine Abluftgeschwindigkeit erfolgt über eine Kalibrierfunktion:	
Registrierung	kontinuierlich mit Messwerterfassungssystem Almemo, Fa. Ahlborn	
Luftdruck :		
Messgerät:	Dosenbarometer Gerätebau Fischer im ständigen Vergleich mit einem Stationsbarometer Typ B1	
Messbereich:	900 – 1 070 hPa	
Genauigkeit:	± 1 hPa	
Letzte Überprüfung/Kalibrierung:	12/2002	
Außen- und Stalltemperatur bzw. -feuchte :		
Messgerät:	Widerstandsthermometer Pt 100	Tinytag Ultra
Messbereich:	Messbereich: -50 – 150 °C	-30 – 50 °C; 0 – 95 %
Genauigkeit:	± 0,3 °C	± 0,2 °C; ± 4 %
Registrierung:	kontinuierlich mit Innova Systemsoftware 7 300	5-Min.-Intervall über gesamte Haltungsperiode
Wasserdampfanteil in der Abluft :		
Messgerät:	Multigasmonitor 1312, Fa. Innova Air Tech Instruments	
Messbereich:	0,1 – 100 g/m ³	
Genauigkeit:	± 1,5 % vom Messwert	
Registrierung:	kontinuierlich mit Innova Systemsoftware 7300	
Abgasdichte:		
Ermittlung:	Die Abgasdichte wird berechnet aus der Dichte der Luft und dem tatsächlichen Wassergehalt des Abgases.	
Gas:		
Messgerät:	Multigasmonitor 1312, Fa. Innova Air Tech Instruments	
Komponenten:	Kohlendioxid CO ₂ Lachgas N ₂ O Methan. CH ₄ Ammoniak NH ₃ Wasserdampf H ₂ O	
Messverfahren:	Photoakustische IR-Spektroskopie	
Messbereichsendwerte nach Herstellerangaben:	CO ₂ 15000 ppm N ₂ O 30 ppm NH ₃ 800 ppm H ₂ O 100 g/m ³	
Nachweisgrenzen nach Herstellerangaben:	CO ₂ 1,50 ppm N ₂ O 0,03 ppm CH ₄ 0,25 ppm NH ₃ 0,80 ppm H ₂ O 0,10 g/m ³	
Probenahme:	Multiplexer 1309, Fa. Innova Air Tech Instruments	
	unbeheiztes PET-Rohr bis zum Messstellenumschalter, Staubfilter am Messgaseingang	

Tabelle 7-9: Fortsetzung

Staubmessung (qualitativ):	
Messgerät:	Staubmessgerät 1.105, Fa. GRIMM
	90° Streulichtmessung
	Massenkonzentrationsbereich: 1,0 – 50 000 µg/m ³ Erfassbare Partikelgröße: 0,75 µm Kanäle: Einatembar, Thorakal, Alveolengängig, PM10 Massekonzentration und Partikelanzahl Betrieb: 4 – 40 °C, <95 % rel. Luftfeuchte

Die Überprüfung der Null- und Referenzpunkte erfolgte vor Messbeginn im Labor. Nach Abschluss der Messungen wurden die Referenzpunkte mit den angegebenen Prüfgasen nochmals überprüft (Tabelle 7-10).

Tabelle 7-10: Übersicht zu den Prüfgasen

Prüfgas	Nennkonzentration	Hersteller	Analysen - Nr.	Analysendatum	Stabilitäts-garantie
NH ₃	38,9 ppm	Linde	76901006	31.01.2003	12 Monate
NH ₃	36,9 ppm	Linde	2515950	01.04.2004	12 Monate
N ₂ O	43,2 ppm	Linde	2703002	24.07.2003	12 Monate
CO ₂	3 090 ppm	Linde	2364364	17.07.2003	12 Monate
CH ₄	89,0 ppm	Linde	290441	18.06.2003	24 Monate
Synthetische Luft	O ₂ = 20 Vol % N ₂ = 80 Vol %	AGA Gas			unbegrenzt
Stickstoff 4.5	N ₂ = 99.99 Vol %	AGA Gas			unbegrenzt

Signifikante, die Messergebnisse beeinflussende Abweichungen wurden nicht festgestellt.

Aufgrund großer Inhomogenität des Stallstaubes wurde keine Korrektur des Gravimetriefaktors vorgenommen. Deshalb werden die hier gewonnenen Daten zur qualitativen Bewertung der untersuchten Haltungssysteme herangezogen.

Die arbeitsmedizinischen Untersuchungen wurden durch ein Untersuchungsteam der Universität Wuppertal unter Leitung von Frau Dr. M. Rieger an ausgewählten Standorten durchgeführt. Zur Beurteilung der untersuchten Haltungssysteme wurden Bioaerosole über Probennahme mittels PGP-System (personengetragenes Gefahrenstoffprobenahmesystem) und Impaktor beurteilt. Das PGP-System (auf 3,5 l/min geeicht) wurde mit einem Gesamtstaub-Probennahmefilterkopf betrieben, in dem die einatembare Staubfraktion auf Polycarbonat-Membranfiltern (Schimmelpilze und Bakterien) bzw. Borosilikat-Glasfaserfilter (Endotoxine) abgeschieden werden. Über den parallelen Dreifachbetrieb wurden die luftgetragenen Endotoxine, Schimmelpilze und Bakterien gleichzeitig erfasst. Die Analyse der Schimmelpilz- und Bakterienkonzentration erfolgte über ein indirektes Verfahren mit einer Differenzierung der Mikroorganismen. Die Analyse der Endotoxinproben erfolgte mit dem chromogen-kinetischen Limulustest. Zusätzlich erfolgte eine Probennahme der Stallluft

mit einem Impaktor der Firma Merk (MAS-100). Hierbei werden die Partikel der Stallluft auf einer Agraroberfläche deponiert. Über die Bebrütung unter Zugabe spezieller Nährmedien wurden spezielle Keime detektiert (nachfolgende Tabelle).

Tabelle 7-11: Zuordnung der benutzten Nährmedien zur Keimbestimmung

Differenzierung	Nährmedien
Enterobakterien	VRBD-Agar (im Anaerobenbeutel)
E. Coli	Chromocult-Agar (Merk)
Coliforme	Chromocult-Agar (Merk)
Pseudomonas	CN-Agar
Staphylococcen	
Staph. aureus	Baird-Parker-Agar

Für jede untersuchte Hennenhaltung wurde jeweils eine Sommer- bzw. Wintermessung durchgeführt. Es wurden eine ökologische und drei konventionelle Bodenhaltungen, eine Ganzrostbodenhaltung, eine ökologische und drei konventionelle Volierenhaltungen sowie eine konventionelle und eine ausgestaltete Käfighaltung untersucht.

Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden in einem gesonderten Bericht dargestellt. Zur Ergänzung der Aussagen dieses Berichts wurden hierfür relevante Passagen und Darstellungen übernommen.

4.7.4 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse

4.7.4.1 Stallklima und Arbeitsschutz

Die untersuchten Haltungssysteme wurden zusammenfassend im Abschnitt 3.1 beschrieben. Alle untersuchten Haltungen entsprachen in der räumlichen Abmessung funktionaler Stallteiflächen sowie der Futter- und Wasserversorgung den gesetzlichen Vorgaben und somit den Mindestbedürfnissen der Legehennen. Die Stallausrüstung ist, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, weitgehend standardisiert. Die Ausrüsterfirmen halten sich hierbei an die gesetzlichen Vorgaben. So ist gewährleistet, dass den Tieren auch in den Voliereblöcken eine lichte Höhe von mindestens 45 cm zur Verfügung steht. Die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2002) schreibt für Legehennenhaltungen auf einer Ebene (Bodenhaltung) eine Besatzdichte von maximal neun Tieren je m² Stallgrundfläche (zugängliche Fläche während der Hellphase) vor. In den untersuchten Haltungen stand im Mittel sieben Tieren eine Fläche von 1 m² zur Verfügung. Da die Mehrheit der Hennenhalter bereits nach KAT-Anforderungen ihre Haltungen kontrollieren lassen, wird hier der gesetzliche Mindeststandard übertroffen. Für die Bodenhaltung auf mehreren Ebenen (Volierenhaltung) werden vom Gesetzgeber maximal 18 Tiere je m² zugelassen. Im Mittel der untersuchten Haltungen stan-

den bereits bei Abzug der Kalscharrflächen 15 Tieren 1 m², unter Hinzunahme dieser Flächen elf Tieren 1 m² zur Verfügung.

Ein weiteres Charakteristikum des Haltungssystems und wichtiger Faktor im Herdenmanagement ist das Stallklima. Es hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Tiergesundheit sowie Leistung der Hennen und bestimmt damit den wirtschaftlichen Erfolg entscheidend. In den untersuchten Haltungen wurden deshalb die physikalischen Parameter Beleuchtungsstärke sowie Stalltemperatur und – luftfeuchte, die chemischen Parameter Konzentration von Ammoniak und Kohlendioxid sowie die biologischen Parameter Konzentration an Staub und Keimgehalt in der Stallluft untersucht.

Stallbeleuchtung

Die Stallbeleuchtung soll sicherstellen, dass die Tiere ihre Umwelt erkennen und das Betreuungspersonal Bestandskontrollen durchführen kann (HENNENHALTUNGS-VO). Weiterhin ist für die Legeleistung des Huhns ein definierter Wechsel von Dunkel- und Hellphasen nötig. Hierbei gibt es eine Vielzahl an Beleuchtungsprogrammen (DAMME U. HILDEBRAND, 2002). Überwiegend werden 14-stündige Hellphasen den Tieren in den untersuchten alternativen Haltungen angeboten. Dabei gewinnt der Tageslichteinfluss über die angebotenen Auslaufareale (nahezu 100 % bei Volierenhaltung, ca. 50 % bei Bodenhaltung) zunehmend an Einfluss. Die Ställe selbst sind insbesondere bei den Volierenhaltungen ohne Tageslichteinfluss. Die Kombination beider Beleuchtungsvarianten bei gleichzeitiger Sicherstellung konstanter Hell- und Dunkelphasen wird zunehmend zu einer Herausforderung für das Herdenmanagement. Die Stallausleuchtung wurde in 11 Haltungen zur Hellphase an mehreren ausgewählten Messpunkten als Momentaufnahme gemessen. Hierbei wurde das mittlere Beleuchtungsniveau im Bereich der Fütterung (Funktionsraum: Bodenhaltung über Kotbunker; Volierenhaltung innerhalb Volierenblock), im Scharrraum sowie auf den Nestzugängen gemessen. Mit Berücksichtigung differenter Wahrnehmungshöhe zwischen Mensch und Henne wurde jeweils in 150 bzw. 35 cm Höhe gemessen. Die Abbildungen 7-10 und 7-11 stellen die Ergebnisse dieser Messungen gegenüber.

Die dargestellten Mittelwerte basieren auf 222 Einzelmessungen in Bodenhaltungen mit Tageslichteinfluss, 360 in Bodenhaltungen ohne Tageslicht und 1728 Einzelmessungen in Volierenhaltungen. Insbesondere im Bereich der Scharräume werden bei Tageslichteinfluss bis 80 lx gemessen. In diesem Bereich sind die Fenster angeordnet (auch teils abgedunkelt). Zur Messung wurde ein direkter Tageslichteinfall auf das Messgerät verhindert. Im Funktionsraum und im Nestgang liegen die mittleren Werte zwischen 7 und 26 lx. Die stallwandseitigen Scharrraumareale in den Volierenhaltungen sind im Beleuchtungsniveau über den mittleren Scharrraumbereichen. Diese Bereiche existieren in den Bodenhaltungen nicht, da hier der Kotbunker Raum einnimmt. Das Beleuchtungsniveau zwischen Funktionsraum und Nestgang ist annähernd gleich. Außer im Nestgang der Volieren bestehen keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Messhöhe. Die Unterschiede im Nestgang der Volierenblöcke haben ihre Ursache in der Positionierung der Beleuchtungsquellen. Die grafisch nicht dargestellten Beleuchtungsstärken im Nest rangieren unabhängig vom Haltungssystem zwischen 0 und 1 lx.

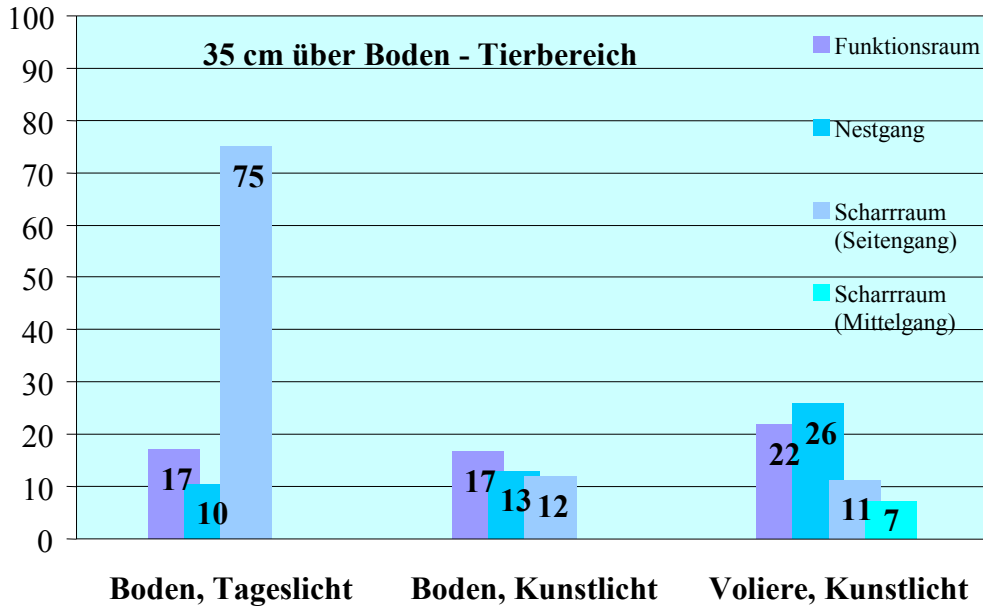


Abbildung 7-10: Mittlere Beleuchtungsstärke (lx) 35 cm über Boden

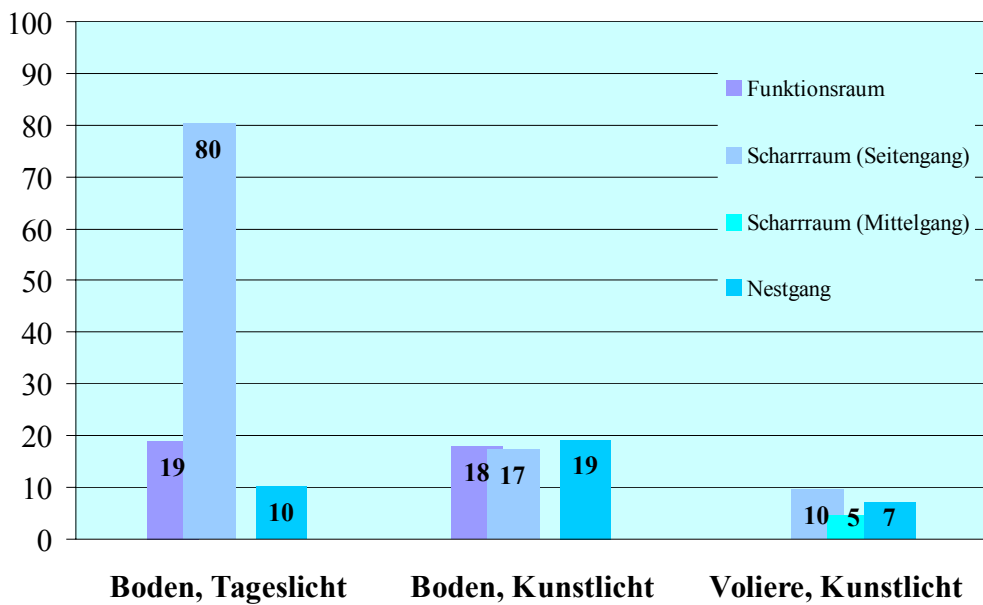


Abbildung 7-11: Mittlere Beleuchtungsstärke (lx) 150 cm über Boden

Das gemessene Beleuchtungsniveau im Stallraum der Legehennenhaltungen ist für die Stimulation der Ovarien (bei 5 lx) und somit für die Legetätigkeit ausreichend. Es liegt im Wesentlichen auch im Bereich um die 20 lx, welche von TÜLLER (1999) als ausreichend für die Beleuchtung der Umwelt von Legehennen definiert wurde. Die Herdenmanager orientieren sich hierbei an Empfehlungen der

praktischen Hühnerhaltung, nachdem Beleuchtungsstärken zwischen 10 – 15 lx insbesondere Kannibalismus vorbeugt. Im Kontext mit dem abweichenden Sehvermögen von Hühnervögeln gegenüber dem Menschen können die gemessenen Werte als ausreichend bewertet werden. Der relativ dunkle Stall kann jedoch zu Problemen bei der Auslaufnutzung führen, da die hohen Beleuchtungsstärken im Auslauf das Adaptationsvermögen der Hennen fordert. Die laut Arbeitsstättenverordnung geforderten 15 lx Mindestbeleuchtungsstärke für Arbeitsräume werden in den alternativen Bodenhaltungssystemen auf Teilflächen nicht erreicht. Für die nötige Bestandskontrolle durch das Personal sind die Unübersichtlichkeit insbesondere der Volieren jedoch ein größeres Problem gegenüber der Beleuchtung.

Temperatur und Luftfeuchte

Für die Bewertung der Stallklimaparameter Lufttemperatur und –feuchte wurden in 17 Haltungen kontinuierliche Messungen und in elf Haltungen Messungen in Zeitfenstern (Tagesmittel, Minimum, Maximum) durchgeführt. Die Datenbasis umfasst Messreihen im Frühling (März bis Mai) für 17 Bodenhaltungen und 9 Volieren, im Sommer (Juni bis August) für 14 Bodenhaltungen und 9 Volieren, im Herbst (September bis November) für 18 Bodenhaltungen und 8 Volieren sowie im Winter (Dezember bis Februar) für 15 Bodenhaltungen und 11 Volieren. Die mittleren Stalltemperaturen und –luftfeuchtwerte sowie die Außentemperatur sind in der Abbildung 7-12 mit den jeweiligen Minimal- und Maximalwerten für die einfache Bodenhaltung und die Volieren gegenübergestellt. Die blau markierten Zonen entsprechen den Optimalbereichen für Temperatur (unterhalb) und Feuchte (oberhalb).

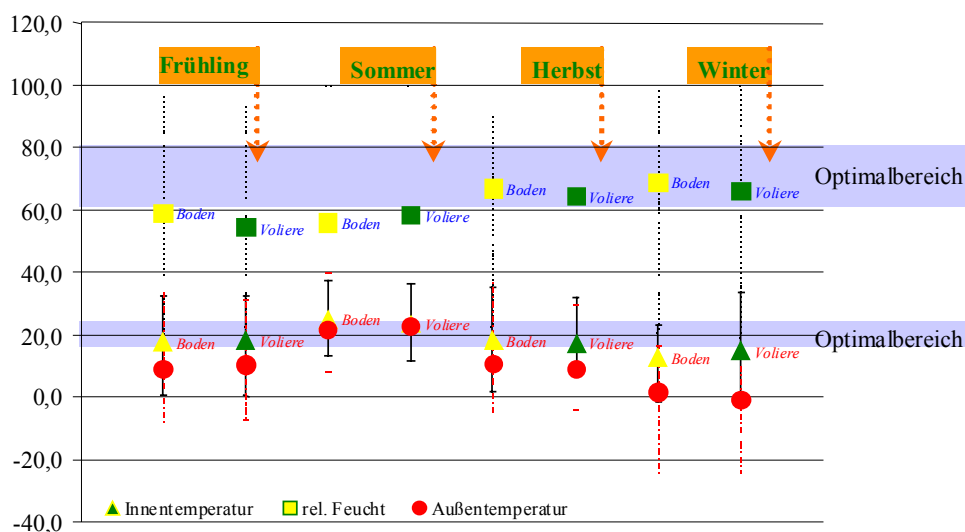


Abbildung 7-12: Mittel- und Extremwerte der Stalltemperatur und –feuchte sowie der Außentemperatur in den einfachen Boden- und Volierehaltungen im Jahresverlauf

Die Stalltemperatur korrespondiert im Wesentlichen mit der Außentemperatur. Ursache hierfür ist im Unterdrucklüftungssystem zu suchen. Die zuströmende Außenluft wird in den untersuchten Haltungen thermisch nicht manipuliert. Zwischen den Haltungssystemen konnten hierbei keine relevanten Differenzen festgestellt werden. Gleiches gilt für die Luftfeuchte. Im Mittel wurden in Tabelle 7-12 zusammengestellte Werte gemessen.

Tabelle 7-12: Mittlere Stalltemperatur und –feuchte sowie Außentemperatur im Jahresverlauf

	Frühling		Sommer		Herbst		Winter	
	Boden	Voliere	Boden	Voliere	Boden	Voliere	Boden	Voliere
Messwerte (n)	209,0	448,0	92,0	250,0	97,0	310,0	136,0	477,0
Stallfeuchte	60,5	56,6	56,0	58,3	66,9	64,2	68,1	65,9
Stalltemperatur	18,1	18,1	24,9	23,5	18,1	17,2	13,1	14,7
Außentemperatur	9,8	10,1	21,6	22,6	10,5	9,2	1,9	-0,5

Im Mittel rangieren die Werte für die Stalltemperatur und die Luftfeuchte innerhalb der thermisch neutralen Zone von 14,5 – 25,5 °C (FREEMANN, 1966) und auch im Wesentlichen unabhängig vom Haltungssystem innerhalb des leistungsangepassten Optimalbereichs von 15 – 22 °C bzw. 60 – 80 % Luftfeuchte (DIN 18910). Beide Haltungssysteme erreichen im Sommer Tagesmitteltemperaturen im Stall im oberen Grenzbereich. Dabei werden auch Maximalwerte über 35 °C erreicht. Hier werden den Tieren hohe physiologische Anpassungsleistungen abverlangt. Im Winter wird unabhängig vom Haltungssystem der untere Grenzbereich der Stalltemperatur erreicht. Es wurden vereinzelt Minimalmesswerte um die 0 °C registriert. Ursache hierfür sind die meistens fehlenden Möglichkeiten einer Zulufterwärmung. Damit wird das Lüftungsmanagement im Winter zur Balance zwischen Luftrate (insbesondere Ammoniakkonzentration im Stall) und Stalltemperatur. Toleriert man einen erhöhten Futtermittelverbrauch werden die niedrigen Stalltemperaturen besser von den Hennen kompensiert. Probleme können hierbei bei nicht intaktem Federkleid (Federfressen, Teilmauser) auftreten. Die mit diesen Haltungssystemen verbundene geringere Besatzdichte reduziert die Möglichkeit, die Stalltemperatur über die Wärmeproduktion der Tiere zu stützen. BESSEI (1999) setzt für eine ausgeglichene Wärmebilanz bei gut isolierten Ställen elf Tiere je m² voraus. Die untersuchten Haltungen sind überwiegend rekonstruierte Altbauten mit zwangsläufigen Mängeln in der Wärmeisolation. Somit fällt die Stalltemperatur im Winter in den einfachen Bodenhaltungssystemen tendenziell unter die Volierenhaltung ab. Die mittleren Tagesschwankungen werden in der Tabelle 7-13 zusammengestellt.

Tabelle 7-13: Mittlere Tagesschwankungen in den Haltungssystemen im Jahresverlauf

	Frühling		Sommer		Herbst		Winter	
	Boden	Voliere	Boden	Voliere	Boden	Voliere	Boden	Voliere
Messwerte (n)	813	689	1036	585	1 207	557	901	634
Stalltemperaturdifferenz	5,4	5,7	7,8	7,3	4,9	4,6	4,1	4,6

Die mittleren Tagesschwankungen der Stalltemperatur unterscheiden sich zwischen der einfachen Bodenhaltung und der Volierenhaltung nicht. Nach TÜLLER (1999) stimuliert ein Temperaturwechsel im Tagesgang die Tiere. Die gemessenen Werte überfordern das Adaptationsvermögen der Tiere nicht.

Stallgase

Für die Beurteilung der Qualität der Stallluft eignen sich in Legehennenhaltungen insbesondere die Konzentrationen von Ammoniak und Kohlendioxid. Während Ammoniak über eine bakterielle Zersetzung der Harnsäure im Hühnerkot in Abhängigkeit von der Temperatur und dem Feuchtegehalt des Kotes entsteht (BESSEI, 1998; GROOT KOERKAMP, 1994), zeigt der Kohlendioxidgehalt in der Stallluft die Qualität des Lüftungsmanagements an. Zur Beurteilung der Stallluftqualität wurden Messreihen innerhalb mehrtägiger Zeitfenster in jeweils einer einfachen Boden- bzw. Volierenhaltung im Frühling, einer Boden- und zwei Volierenhaltungen im Sommer, vier Boden- und drei Volierenhaltungen im Herbst sowie drei Boden- und vier Volierenhaltungen im Winter durchgeführt. In der Abbildung 7-13 sind die gewonnenen mittleren Konzentrationen an Ammoniak und Kohlendioxid dem Grenzwert nach Nutztierhaltungs-VO im Jahresverlauf gegenübergestellt. Die Abbildung wird mit der mittleren Stalltemperatur ergänzt.

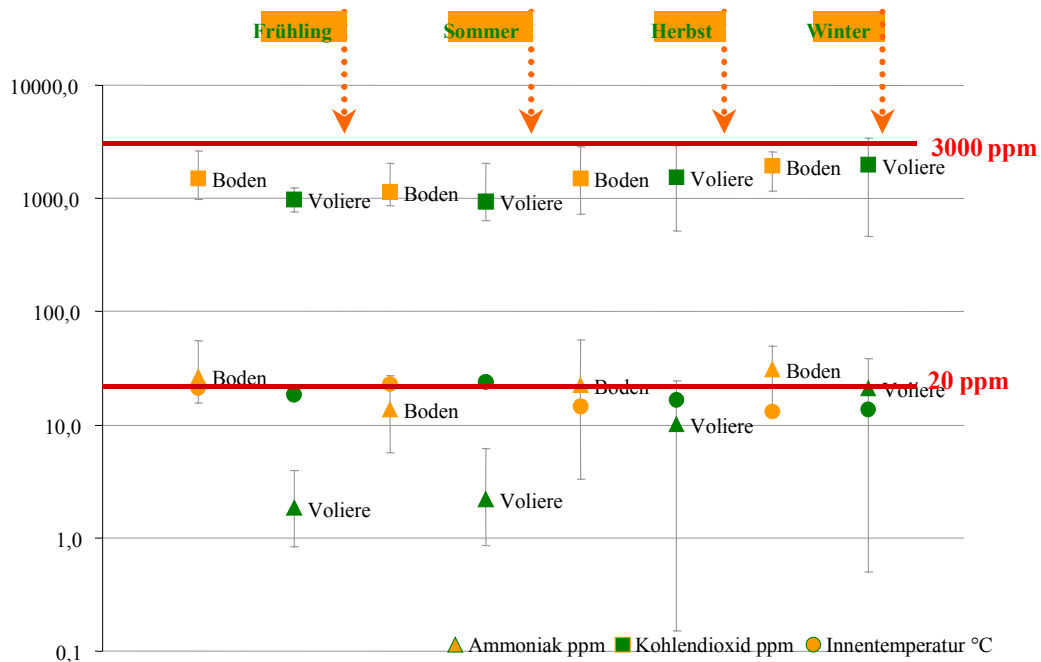


Abbildung 7-13: Mittel- und Extremwerte der Konzentration (ppm) von Ammoniak und Kohlendioxid in der Stallluft sowie die Stalltemperatur (°C)

Tendenziell wurden in den Bodenhaltungen höhere Kohlendioxidgehalte gegenüber den untersuchten Volieren gemessen. Im Herbst/Winter- Halbjahr erreichen die Volieren ein vergleichbares Niveau. In der Tabelle 7-14 sind die Werte zur Abbildung 7-13 zusammengestellt.

Tabelle 7-14: Mittlere Gaskonzentrationen (ppm) in den Haltungssystemen im Jahresverlauf

	Frühling		Sommer		Herbst		Winter	
	Boden	Voliere	Boden	Voliere	Boden	Voliere	Boden	Voliere
Messwerte (n)	503,0	382,0	564,0	1085,0	569,0	954,0	334,0	424,0
Kohlendioxid	1511,5	976,8	1140,4	961,2	1494,7	1537,4	1943,7	2004,0
Ammoniak	26,5	1,9	13,6	2,2	22,6	10,2	30,8	20,8
Stalltemperatur	20,8	18,3	23,1	24,1	14,4	16,5	13,1	13,6

Die Maximalwerte erreichten weitgehend den Grenzwert von 3 000 ppm ebenfalls nicht. Hiermit lagen die untersuchten Hennenhaltungen hinter den Befunden von MÜLLER (2003) zurück. Der höchste Einzelwert wurde mit 3399,6 ppm in einer Volierenhaltung im Winter gemessen. Die Entstehung von Ammoniak ist, wie bereits angeführt, von der Feuchte und der Temperatur abhängig. Die Ammoniakkonzentration in den untersuchten Haltungen überschreitet außer im Sommer in der einfachen Bodenhaltung mit Kotbunker den Grenzwert von 20 ppm. Bei Konzentrationen zwischen 22,6 und 30,8 ppm ist nach AL-MASHHADANI und BECK (1985) bereits mit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung der Tiere und somit mit einer Leistungsdepression zu rechnen. Demgegenüber ist die Ammoniakkonzentration in den Volieren deutlich geringer. Eine wesentliche Ursache ist die Kotbandbelüftung in den untersuchten Haltungen. Diese These unterstützt die zwischen den Boden- und Volierenhaltungen vergleichbare mittlere Stalltemperatur. Hiermit wird die von MÜLLER (2003) getroffene Aussage, dass die Kotbandbelüftung einen wesentlichen Beitrag zur Einhaltung der Grenzwerte leistet, bekräftigt. Mit der Kotlagerung im Stall in einfachen Bodenhaltungen werden insbesondere in der Übergangszeit und im Winter Maximalwerte von 49,6 bis 56,6 ppm erreicht. Hiermit können die Ergebnisse von MÜLLER (2003) ebenfalls untermauert werden. Vergleicht man die mittlere Ammoniakkonzentration über das gesamte Jahr so liegen die einfachen Bodenhaltungen mit 23,4 ppm fast drei mal höher als die Volieren mit 8,7. Hieraus ist abzuleiten, dass die Lagerung des Kotes im Stall ein erhöhtes Risiko für eine optimale Stallluft darstellt. Da dieses Haltungssystem für Herden unter 5 000 Hennen auch zukünftig Bedeutung behalten wird, sind hier technische Lösungsansätze dringend erforderlich.

Staub

Staub entsteht überwiegend durch die Tieraktivitäten im Einstreumaterial in den Scharräumen. Einen weiteren Beitrag leisten das Hennenfutter und tierische Bestandteile in der Luft. Für diese biogenen Anteile in der Stallluft gibt es bisher in Deutschland keine Grenzwerte. Existierende Werte wurden im Abschnitt 4.7.2 angeführt. Die BioStoffVO begrenzt zur Zeit die mögliche einatembare Fraktion (Gesamtstaub) auf 10, die alveolengängige Fraktion auf 3 mg je m³. In der TA-Luft (2002)

wird die Massenkonzentration in der Abluft auf 20 mg je m³ begrenzt. Zur Beantwortung der Frage, wieviel Staub in den alternativen Haltungssystemen mit Scharrraum entsteht, wurden Staubkonzentrationen in vier einfachen Bodenhaltungen und drei Volieren gemessen. Diese Ergebnisse werden durch Untersuchungen der Universität Wuppertal im Rahmen arbeitsmedizinischer Bewertungen ergänzt. Hierbei wurde der Staubgehalt in jeweils vier Volieren bzw. Bodenhaltungen, ein Ganzroststall und jeweils ein ausgestalteter bzw. konventioneller Käfig als Referenzverfahren untersucht. Die Abbildung 7-14 und Tabelle 7-15 geben einen Überblick zu den Staubkonzentrationen der immissions- (Total, PM-10) und arbeitsmedizinisch (inhalierbar, thorakal, alveolar) relevanten Fraktionen (Abschnitt 4.7.2).

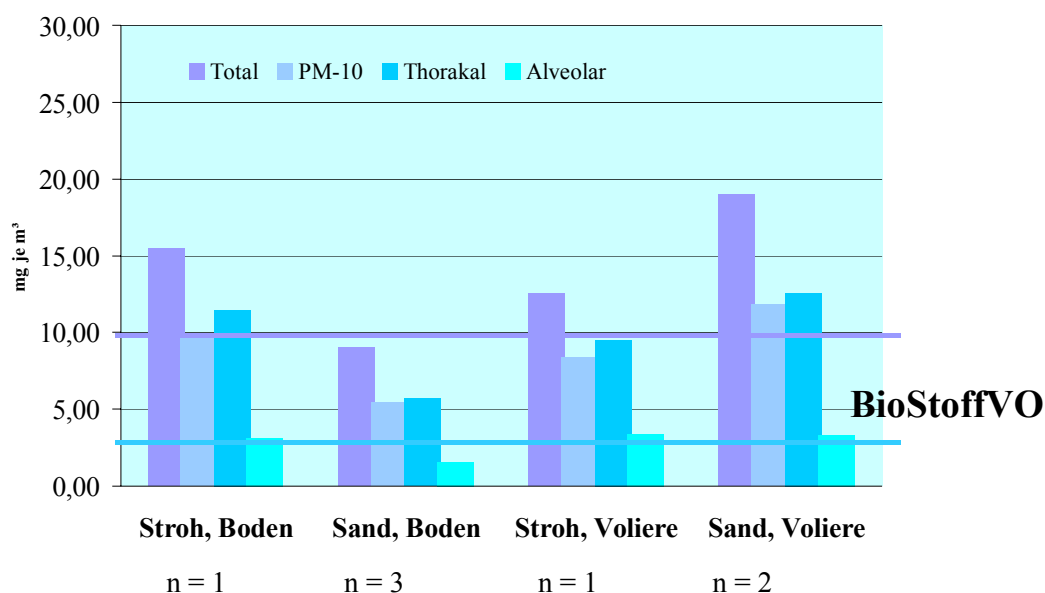


Abbildung 7-14: Mittlere Massenkonzentration der Staubfraktionen in Abhängigkeit vom Haltungssystem und Einstreumaterial (n ... Anzahl untersuchter Haltungen)

Tabelle 7-15: Datentabelle zur mittlere Massenkonzentration der Staubfraktionen mg/m³ in Abhängigkeit vom Haltungssystem und Einstreumaterial (n ... Anzahl Messwerte)

Einstreu	Boden		Voliere	
	Stroh	Sand	Stroh	Sand
Messwerte (n)	189,0	690,0	997,0	573,0
Total	15,5	9,0	12,5	19,0
PM-10	10,0	5,5	8,4	11,8
Thorakal	11,5	5,7	9,6	12,6
Alveolar	3,1	1,6	3,4	3,3

In der Tendenz wurde in den Volieren mit im Mittel 15,8 mg im Vergleich zur einfachen Bodenhaltung (im Mittel 12,3 mg) eine höhere Gesamtstaubmassenkonzentration je m³ Stallluft gemessen,

wobei zu berücksichtigen ist, dass der Tierbesatz in den Volieren höher ist als in der Bodenhaltung. Die feineren Staubfraktionen folgen diesem Trend auf jeweils niedrigerem Niveau. In den Hennenhaltungen werden verschiedene Einstreumaterialien benutzt. In den untersuchten Haltungen sind das Stroh und Sand bzw. ein Gemisch aus beiden. Die Differenzierung der Ergebnisse nach Stroh und Sand zeigt deutliche Unterschiede in der Stallluftkonzentration. Es lassen sich jedoch keine gerichteten Tendenzen ableiten. Damit kann für die untersuchten Haltungen der Einfluss des Einstreumaterials auf die Staubentwicklung im Stall nicht als Primärursache herausgearbeitet werden. Der Feuchtegehalt der Stallluft lag im Mittel im jeweiligen Messzeitraum für die Bodenhaltungen mit Stroh bei 54 %, mit Sand bei 69 % sowie für die Volieren mit Stroh bei 59 %, mit Sand bei 63 %. Hieraus ist ein Einfluss der Luftfeuchte ebenfalls nicht zu begründen. Die Untersuchungen wurden alle während der Aktivitätsphase der Legehennen durchgeführt. Deshalb ist im Kontext mit dem eingeschränkten Untersuchungsumfang nicht auszuschließen, dass eine primäre Ursache der Unterschiede zwischen den untersuchten Varianten auch aus zufälligen Tieraktivitäten resultiert. So erhöhen Fütterungsphasen und Kontrollgänge durch das Personal temporär die Staubkonzentration im Stall (ELHUSSEIN, 1999). RIEGER (2004) stellte eine bis zum 3fachen erhöhte Staubbildung während der Bestandskontrollen fest. Der Einfluß durch das Personal kann während der Messungen ausgeschlossen werden. Die mittleren Messwerte des alveolengängigen Feinstaubes überschreiten in den Volierenhaltungen den Grenzwert nach BioStoffVO. Hieran orientiert ist auch die Konzentration an Gesamtstaub (Total) für die untersuchten Haltungen generell problematisch. Zu vergleichbaren Ergebnissen gelangt auch RIEGER (2004). Die Bewertung der im Rahmen einer arbeitsmedizinischen Studie untersuchten Haltungen zeigt Abbildung 7-15.

Haltungsform	Inhalativ		alveolar	
	Sommer	Winter	Sommer	Winter
Voliere (ökolog.)	••	••	••	••
Bodenhaltung (ökolog.)	•	••	•••	••
Bodenhaltung (konv.)	••	•••	••	•••
Bodenhaltung (konv., strukt.)	••	•••	••	••
Ganzrostbodenhaltung	•	••	•••	•••
Voliere (konv.)	••	••	••	•
Käfig (ausgest.)	•••	•••	•••	•••
Käfig (konv)	•••	•	•••	•••

Überschreitung des Grenzwertes ••
 Grenzwert eingehalten •••
 sehr starke Überschreitung •

Abbildung 7-15: Tolerierbare Staubkonzentrationen im Stall nach TRGS 900

Hierbei werden insbesondere die Volieren und Bodenhaltung mit A-Reuter mit einer erhöhten Staubbildung herausgestellt. Hier wurden Konzentrationen an Gesamtstaub von 25 bis 90 mg je m³ und 4,5 bis 11 mg je m³ alveolengängigen Feinstaub gemessen. Dabei wird das höhere Niveau mit 35 mg je m³ im Mittel (Extremwerte bis 500 mg je m³) im Sommer erreicht. Diese Systeme zeichnen sich durch ein erweitertes Angebot an Aktivitätsräumen bzw. großes Scharrraumareal aus. Die Nutzung dieser Bewegungsfreiheit durch die Hennen zieht eine erhöhte Staubkonzentration in der

Stallluft nach sich. Einstreulose Systeme (Ganzrost- und Käfighaltungen) sind demgegenüber nicht frei von Staub, haben jedoch ein deutlich geringeres Niveau (Abbildung 7-16).

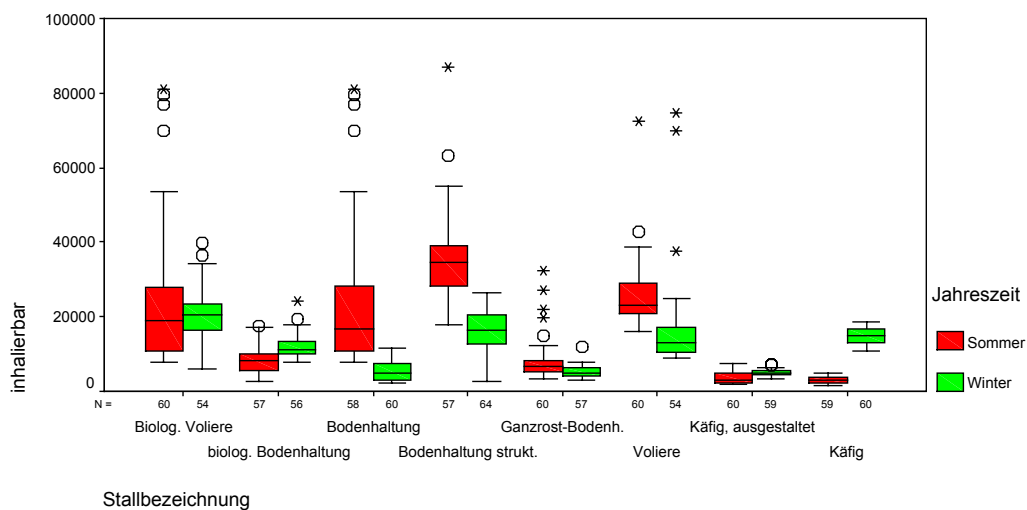


Abbildung 7-16: Einatembare Staubfraktion ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in den stationären Messung im Stall

Im Schrifttum wurden keine detaillierten Hinweise bezüglich einer geeigneten Messstelle zur Bestimmung der Staubkonzentration im Stall ausgewiesen. Deshalb wurden die Messungen parallel im Deckenbereich der Luftschächte (ausgewiesen mit „Decke“) bzw. in der Arbeitshöhe (Kopf) des Personals (ausgewiesen mit „Mensch“) durchgeführt. Die Ergebnisse werden in der Abbildung 7-17 und in der Wertetabelle 7-16 gegenübergestellt.

Das Einstreumaterial hat in den durchgeführten Untersuchungen nur einen geringen Einfluss auf die Konzentration in der Stallluft. Sand erzeugt tendenziell unabhängig von der Messebene ohne Berücksichtigung des Haltungssystems mit $16,6 \text{ mg je m}^3$ gegenüber Stroh mit $12,6 \text{ mg je m}^3$ eine höhere Gesamtstaubkonzentration in der Stallluft. Hierbei wurden bei Sand mit bis zu $65,5 \text{ mg je m}^3$ auch die höchsten Extremwerte gemessen. Die feineren Fraktionen folgen diesem Trend auf niedrigerem Niveau nach. Dabei liegen die Konzentrationen im Deckenbereich bei Stroh im Mittel um 20 %, bei Sand um 40 % unter den Werten in der Personalebene. Bei gesonderter Betrachtung der Werte nach dem Haltungssystem einfache Bodenhaltung bzw. Voliere entsteht unabhängig vom Einstreumaterial ein gegenläufiges Bild (Abbildung 7-17). In den Volieren werden in der Arbeitsebene des Personals höhere Konzentrationen gemessen als im Deckenbereich. In der Bodenhaltung ist die Konzentration im Deckenbereich höher. Ursachen hierfür werden im unterschiedlichen Anteil des Scharrraumes an der Stallgrundfläche und der Besatzdichte vermutet. In den Volieren ist die gesamte Stallgrundfläche eingestreut (Boden wegen des Kotbunkers nur ca. 1/3) und hier agieren fast drei mal so viele Tiere je m^2 .

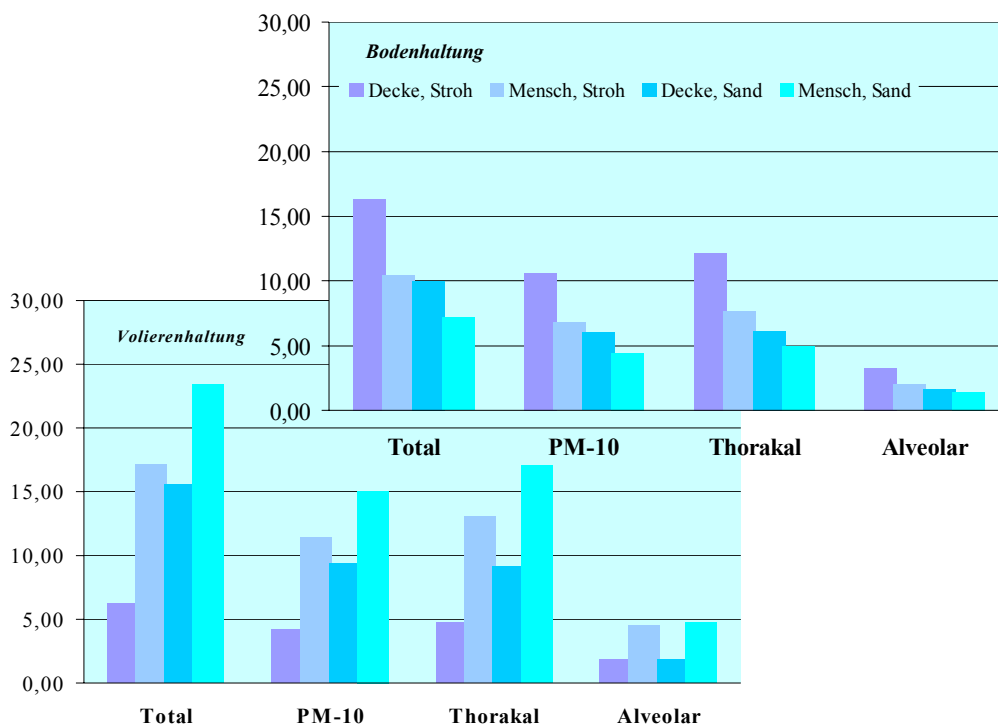


Abbildung 7-17: Mittlere Staubkonzentration (mg/m³) in Abhängigkeit vom Haltungssystem, dem Einstreumaterial und der Messebene

Tabelle 7-16: Datentabelle zur mittleren Staubkonzentration (mg/m³) in Abhängigkeit vom Haltungssystem, dem Einstreumaterial und der Messebene

Einstreu Messebene	Boden				Voliere			
	Stroh		Sand		Stroh		Sand	
	Decke	Mensch	Decke	Mensch	Decke	Mensch	Decke	Mensch
Messwerte (n)	160,0	29,0	440,0	250,0	421,0	576,0	325,0	248,0
Total	16,4	10,5	10,0	7,2	6,2	17,1	15,58	23,5
PM-10	10,6	6,8	6,0	4,4	4,2	11,4	9,3	15,1
Thorakal	12,1	7,7	6,2	5,0	4,7	13,1	9,1	17,1
Alveolar	3,3	2,0	1,6	1,4	1,8	4,5	1,8	4,8

Aus dieser Betrachtung heraus muss abgeleitet werden, dass zur Bestimmung der Massenkonzentration von Staub in der Stallluft bei Aussagen zum gesamten Stallraum Messungen in wenigstens zwei Ebenen parallel durchgeführt werden müssen, bzw. die Fragestellung das Höhenniveau der Messungen bereits im Voraus fixiert (z. B. arbeitsmedizinische Untersuchungen) sein sollte.

Keime und Endotoxine

Grundsätzlich müssen die nachfolgend betrachteten Messwerte mit dem Vorbehalt betrachtet werden, dass aufgrund der geringen Zahl von Messungen keine Repräsentativität erreicht werden konnte.

Beim Vergleich der verschiedenen Haltungssysteme (Abbildung 7-18) wurden in den Bodenhaltungssystemen, seien sie konventionell oder biologisch, höhere Keim- und Endotoxin-Konzentrationen in der Luft festgestellt als in den Käfighaltungen. Die Voliere kann in diesem Zusammenhang als Extremfall einer Bodenhaltungsform verstanden werden. In allen Ställen lagen die Bakterienkonzentrationen deutlich höher als die Werte aus der Schimmelpilzbestimmung. In nahezu allen Ställen schwankten die Endotoxinkonzentrationen geringer als die entsprechenden Bakterien- und Schimmelpilzwerte.

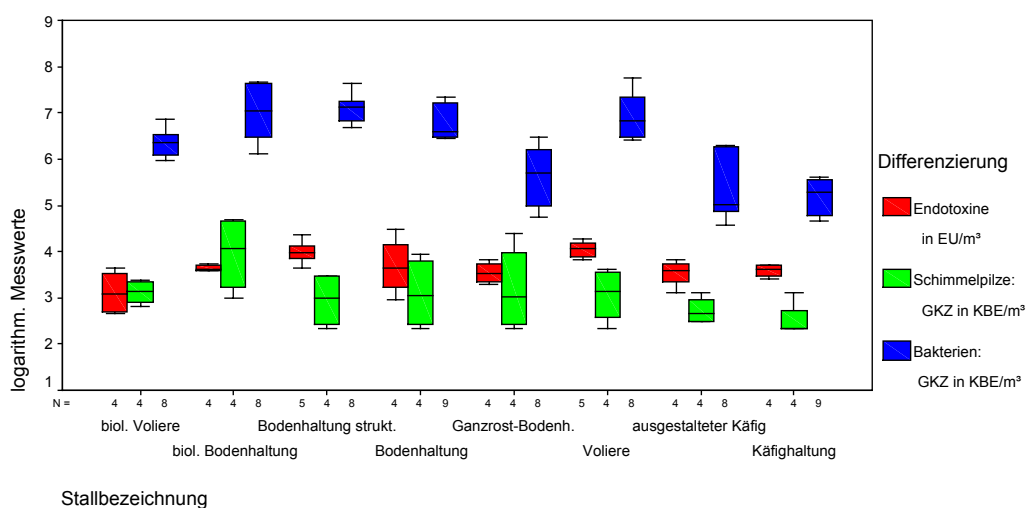


Abbildung 7-18: Gesamtkeimzahlen für Schimmelpilze und Bakterien sowie Endotoxinkonzentrationen, Stationäre Messungen im Stall, Sommer- und Wintermessungen zusammen. (Logarithmische Darstellung)

Endotoxine

Im Mittel übertrafen die Ergebnisse der Endotoxinbestimmung in der Stallluft den Wert von 1 500 EU/m³ (Abbildung 7-18). Mit Werten zwischen 400 EU/m³ und 1 500 EU/m³ fanden sich auffallend geringe Endotoxinwerte in der biologischen Volierenhaltung. Im Vergleich aller Ställe wiesen die einstreulosen Stallsysteme wiederum Messwerte im unteren Bereich auf (Median ca. 3 500 bis 3 700 EU/m³). Die sommerliche Stallluft war in den konventionellen Bodenhaltungen (strukturiert und unstrukturiert) deutlich höher belastet als im Winter (Median 13000-19000 EU/m³). Die Endotoxinbelastung in der Voliere zeigte nicht ganz so hohe Werte bei 15000 EU/m³, die aber für Sommer und Winter im gleichen Bereich lagen (11 000 bis 13 000 EU/m³). Vor dem Hintergrund niedriger Referenzwerte (Sommer: 5 - 200 EU/m³, Winter: 0 - 30 EU/m³) ist eine Kontamination der Stallluft von außen unwahrscheinlich.

Bakterien

Die Bakterien-Gesamtkeimzahl lag in allen Ställen oberhalb von 30 000 KBE/m³ (Abbildung 7-18). Innerhalb der Ställe wurden insbesondere bei den Bodenhaltungsformen sehr stark schwankende Werte mit Spannweiten bis etwa 49 Mio. KBE/m³ (Sommermessung in der Voliere) innerhalb eines Messtages ermittelt. Deutlich geringere Konzentrationen zeigten die Käfighaltungen und der Stall mit Ganzrost-Boden. Hier lagen die Werte zwischen $3,8 \cdot 10^5$ KBE/m³ und $3 \cdot 10^7$ KBE/m³. In den eingestreuten Stallsystemen wurden dagegen Werte von $9 \cdot 10^6$ KBE/m³ bis über $1,3 \cdot 10^8$ KBE/m³ festgestellt. Alle ermittelten Stallwerte lagen weit über der Grundbelastung der Außenluft (Referenzmessung).

Im Jahreszeitenvergleich zeigten sich im Winter tendenziell höhere Bakterienkonzentrationen als im Sommer. Dies galt insbesondere für die eingestreuten Ställe, wobei die biologische Voliere die geringste Luftbelastung mit Bakterien aufwies.

Thermophile Actinomyceten konnten in keiner der Luftproben nachgewiesen werden. Bacilli und Staphylokokken lagen in den einstreulosen Haltungsformen ebenfalls unterhalb der Nachweisgrenze. Entsprechendes gilt für die Referenzmessungen in Sommer und Winter. In den eingestreuten Systemen machten die Bacilli im Median jeweils nur etwa ein 1000stel der Gesamtkeimzahlen für Bakterien aus. Nennenswerte Vorkommen traten im Winter lediglich in der biol. Bodenhaltung (bis 14 000 KBE/m³) auf, während im Sommer besonders die konventionelle Bodenhaltung mit Werten zwischen 1 400 und 48 000 KBE/m³ auffiel. Staphylokokken konnten dagegen hauptsächlich im Winter in der strukturierten Bodenhaltung, der Voliere und der biol. Bodenhaltung in größeren Mengen bestimmt werden. Ihr Anteil lag, insbesondere für die oben genannten Ställe, bei einem Zwanzigstel bis zu einem Viertel der Gesamtkeimzahl für Bakterien und damit wesentlich höher als die Bacilli. Bakterien der Spezies *Staph. aureus* wurden nur im Winter in der biologischen Bodenhaltung und in der Ganzrostbodenhaltung in vergleichbar geringen Mengen unter 6000 KBE/m³ nachgewiesen.

Im Jahreszeitenvergleich der Staphylokokkenkonzentrationen wurden vor allem bei den konventionellen, eingestreuten Bodenhaltungssystemen (inklusive der Voliere) starke Konzentrationszunahmen vom Sommer zum Winter festgestellt.

Schimmelpilze

Im Gegensatz zu den Befunden bei Bakterien und Endotoxinen lagen die Schimmelpilzkonzentrationen in vielen Ställen im Bereich der jeweiligen Außenluftkonzentrationen (Referenz). Im Winter galt dies für alle konventionellen Stallformen, wohingegen in der biologischen Bodenhaltung die Referenzwerte um das 200-fache überschritten wurden ($C_{\text{Schimmelp}} \approx 45\,000$ KBE/m³) und in der biologischen Voliere ca. 6-fach erhöhte Werte ermittelt werden konnten (Abbildung 7-18). Die stärkste Abweichung von der Referenzmessung zeigte sich in der konventionellen Voliere (ungefähr die doppelte Konzentration der Referenzmessung). Entsprechend der Jahreszeit, wurden bei den sommerlichen Referenzmessungen mindestens zehnmal höhere Werte ermittelt als im Winter. Eine die Außenluftkonzentration deutlich überschreitende Stallluftbelastung wurde hier allein in der konventionellen Bodenhaltung festgestellt. Der Pilz *Aspergillus fumigatus* konnte aus den PGP-

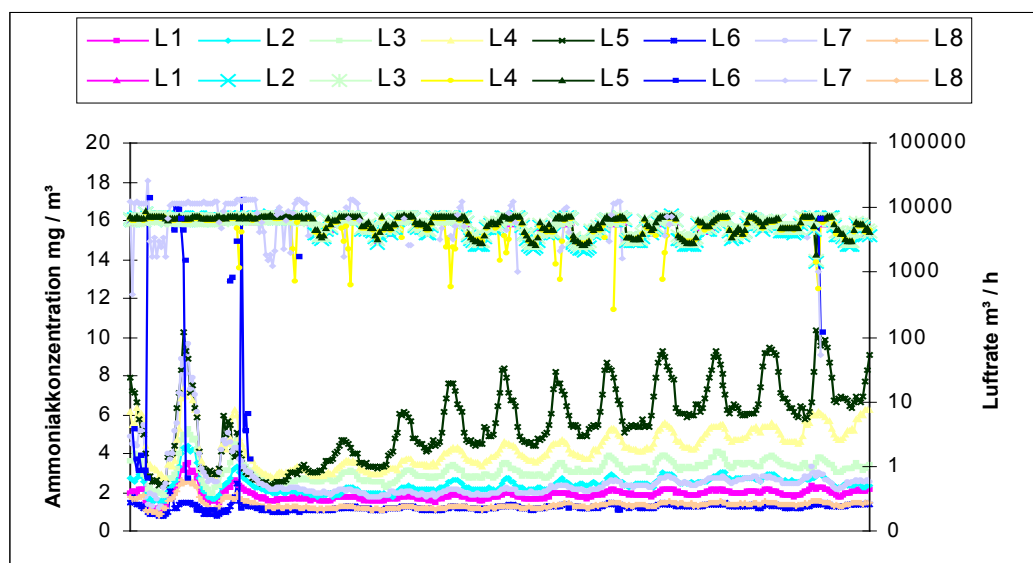
Luftproben lediglich während der Wintermessung im Stall mit den ausgestalteten Käfigblöcken in nur geringer Konzentration nachgewiesen werden

Enterobakterien wurden in allen außer den einstreulosen Haltungsformen und der biol. Voliere nachgewiesen. Die übrigen Stallungen zeigten allerdings nur im Sommer Werte zwischen 20 und etwa 200 KBE/m³. Dieser Höchstwert konnte in der Voliere und in der strukturierten Bodenhaltung bestimmt werden, wobei im letzteren Fall eine große Spannweite zwischen den Werten auftrat. Ausschließlich in der biol. Bodenhaltung wurden Enterobakterien sogar im Winter nachgewiesen.

Coliforme Bakterien wurden entgegen den übrigen Vorkommenstendenzen ausgeprägt nur aus den Luftproben der ausgestalteten Käfighaltung im Winter, weniger gravierend aus der Bodenhaltung und der strukturierten Bodenhaltung im Sommer und in geringer Zahl aus den Proben der Käfighaltung in Sommer und Winter kultiviert. Staphylokokken traten in fast allen Haltungsformen in großer Zahl auf. Die Werte lagen über der oberen Nachweisgrenze. Ausnahmen stellten die Käfig- und die Ganzrost-Bodenhaltung dar. Dort lagen die Werte im Sommer bei etwa 1 500 bzw. 2 500 KBE/m³. Staph. aureus trat dagegen nur im Sommer und dort auch nur in der Voliere und der Käfighaltung mit weiter Streuung auf. Das Bakterium Pseudomonas aeruginosa konnte in keiner der Stallluftproben nachgewiesen werden. Wegen der sehr großen Staphylokokkenzahlen auf den Proben war es in den meisten Fällen nicht möglich die weitere Differenzierung nach Staph. aureus vorzunehmen.

4.7.4.2 Emissionsmassenströme

Die Untersuchungen wurden mit dem Ziel durchgeführt Emissionsraten für Ammoniak, Lachgas, Kohlendioxid, Geruchsstoffe und Staub aus alternativen Verfahren der Legehennenhaltung in Praxisbetrieben zu bestimmen. In die Untersuchungen wurden eine Bodenhaltung sowie zwei Voliere-



haltungen einbezogen.

Abbildung 7-19: Volumenströme und NH₃-Konzentrationen in verschiedenen Abluftschächten

Voruntersuchungen zum Emissionsverhalten haben gezeigt, dass sowohl die gemessenen Volumenströme als auch die Gaskonzentrationen der einzelnen Abluftschächte zum Teil deutlich variieren (Abbildung 7-19). Deshalb wurden alle Abluftschächte mit Messsystemen ausgestattet.

4.7.4.2.1 Luftraten

Abbildung 7-20 enthält eine Gegenüberstellung der ermittelten Luftraten im zeitlichen Verlauf der 3 Haltungsverfahren. Im Jahresverlauf wird die Temperaturabhängigkeit der Lüftungssteuerung mit einem Maximum in den Sommermonaten und geringen Luftraten in den Wintermonaten deutlich. Während Voliere 2 und Bodenhaltung große Schwankungen im Tagesgang aufweisen, sind die Lüftungsraten in der Voliere 1 relativ konstant.

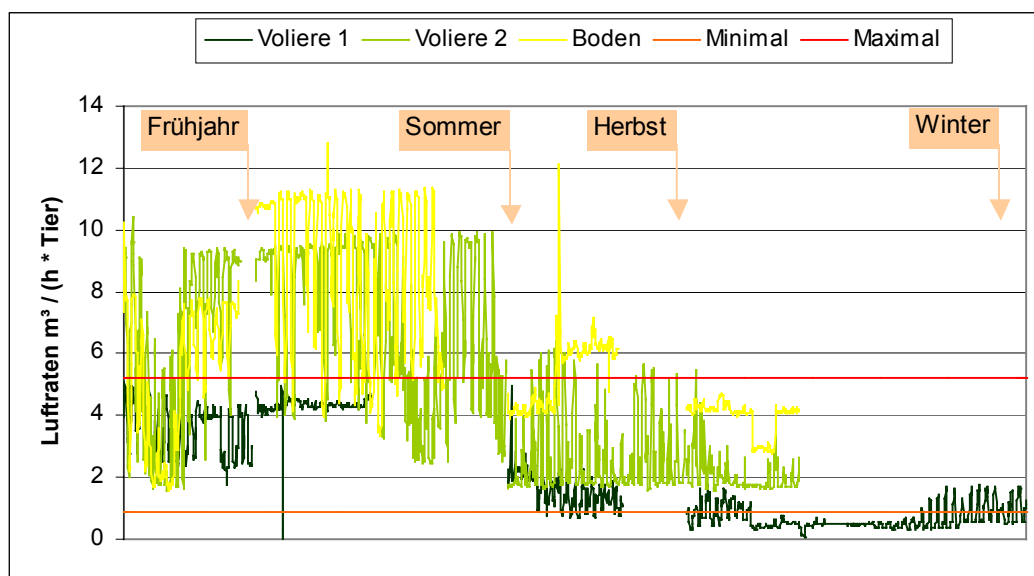


Abbildung 7-20: Luftraten der verschiedenen Haltungsverfahren

Die Lüftung von Stallsystemen ist so ausgelegt, dass im Winter die anfallenden Mengen an Wasserdampf und Kohlendioxid abtransportiert werden. In hochsommerlichen Perioden sind in erster Linie die Wärmelasten abzuführen. Die in den Messperioden notwendigen Luftraten ergeben sich im Sommer aus den Faktoren Tiergewicht, Temperaturzone und Temperaturdifferenz zwischen Stallluft und Außenluft. Für die Winterluftrate wurden die aktuellen Temperaturen und relativen Luftfeuchten der Außenluft von 0 °C und 65 % zugrunde gelegt. Die Berechnung erfolgte nach HEIDENREICH (2003) für eine Henne mit einem Durchschnittsgewicht von 1,7 kg. Die notwendigen sowie die mittleren gemessenen Abluftströme für die einzelnen Messperioden sind in Tabelle 7-17 zusammengestellt. Unter dem Aspekt, dass die Lüftungsraten wesentlich die Höhe der Emissionen aus Stallsystemen beeinflussen, ist das Überschreiten der erforderlichen Lüftungsraten in den Haltungsverfahren Voliere 2 und Bodenhaltung sehr kritisch zu sehen.

Tabelle 7-17: Erforderliche und gemessene mittlere Luftraten in den Messkampagnen

		Frühling	Sommer	Herbst	Winter	interpolierte Jahresmittel
Voliere 1	n	382	345	337	1 003	43 718
	m ³ /h	70 942	82 841	29 167	12 322	
	m ³ /(h*GV)	3,6	4,3	1,6	0,7	
Voliere 2	n	477	741	524	333	49 844
	m ³ /h	70 586	84 007	29 935	23 160	
	m ³ /(h*GV)	6,3	7,1	2,6	3,9	
Boden	n	503	577	329	334	35 152
	m ³ /h	35 918	51 347	30 489	21 948	
	m ³ /(h*GV)	5,3	8,8	5,3	3,9	
notwendig	m ³ /(h*GV)		5,2		0,9	

Erwartungsgemäß liegen die Volumenströme in den warmen Jahresabschnitten deutlich über den Winterwerten. Im Winter wird über das Lüftungsmanagement eine Balance zwischen der Konzentration der Stallgase und der Luftfeuchte sowie der Stalltemperatur realisiert. In den vorliegenden Untersuchungen werden im Winterbetrieb in den drei Ställen die Lüftungsraten auf 16 bis 44 % der Sommerlüftrate reduziert. In der Volierenhaltung 1 unterschreiten die Luftraten die notwendige Winterlüftraten nach Tabelle 7-17. Die Stallklimaparameter Temperatur und relative Luftfeuchte befinden sich trotzdem im Optimalbereich (Kapitel 4.7.4.1). Durch die deutliche Überschreitung der Winterlüftrate in der Voliere 2 und der Bodenhaltung war es notwendig, zuzuheizen.

Gegenwärtig erfolgt die Bewertung von Haltungssystemen an Hand von Emissionsfaktoren eines Jahres. Da die Messungen nur in vier Perioden zeitlich begrenzt durchgeführt wurden, ist es notwendig, die gewonnenen Daten auf das Jahresniveau zu interpolieren. Die Interpolation erfolgt auf der Grundlage der Außentemperatur. Die Außentemperaturen waren für die Messserien zwischen den Haltungen je Jahreszeit vergleichbar. So wurden die Frühjahrmessungen bei einer mittleren Außentemperatur von ca. 14 °C, die Sommermessungen bei ca. 19 °C, die Herbstmessungen bei ca. 6 °C und die Wintermessungen bei ca. –2 °C durchgeführt. Hiermit liegen die Temperaturen in den anvisierten Temperaturzonen (Abschnitt 4.7.3).

Die Interpolation der Messdaten auf das Jahresniveau erfolgte über die im Zeitraum von 2 Jahren kontinuierlich betriebenen Außentemperaturaufzeichnungen. Die berechnete Jahredurchschnittstemperatur betrug an beiden Standorten 8,7 °C. Über Regressionsrechnungen wurden aus den Messreihen die mittleren Luftraten und die Massenströme ermittelt.

Die Abhängigkeit zwischen Außentemperatur und Volumenstrom ist im Beispiel für die Voliere 1 in Abbildung 7-21 dargestellt. Bei einer mittleren Außentemperatur von 8,7 °C ergibt sich für die Voliere 1 ein im Jahr gemittelter Volumenstrom von 43.718 m³/h. Die analogen mittleren Luftraten der einzelnen Messstandorte stellt Tabelle 7-18 in Bezug zu Normativen und Literaturwerten dar. Ein Rechenweg zur Ermittlung mittlerer Jahresvolumenströme wurde in KTBL-Arbeitspapieren (1996) veröffentlicht. Danach ergibt sich der mittlere Jahresvolumenstrom als Anteil von 47 % an der maximalen Sommerlüftrate.

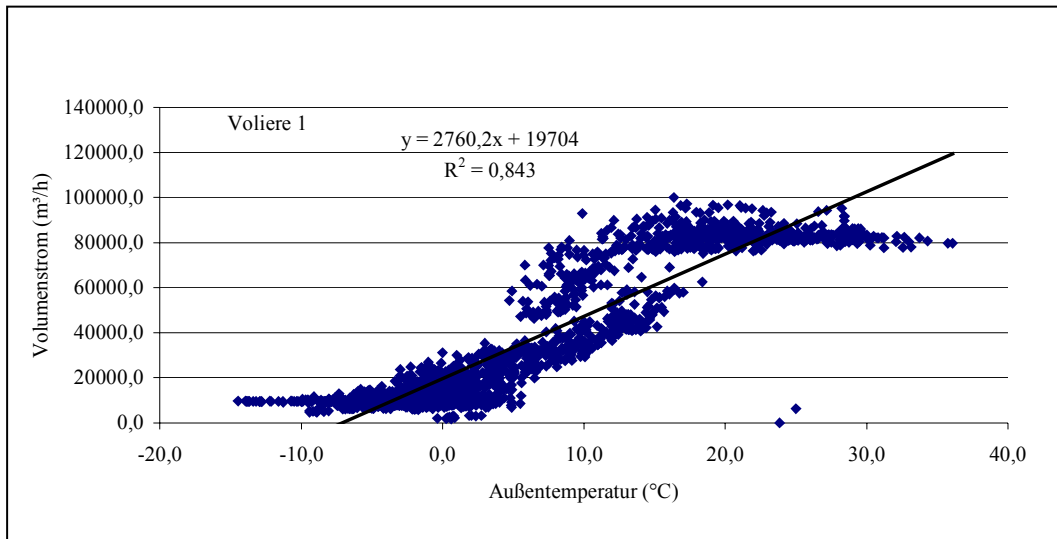


Abbildung 7-21: Volumenstrom in Abhängigkeit von der Außentemperatur

Tabelle 7-18: Interpolierte Luftraten für die Haltungssysteme im Vergleich zu Literaturwerten

	interpolierte Luftraten m³/h	max. Luftrate m³/h *Tier	max. Luftrate (Sommerluftrate) m³/h	mittlere Luftrate im Jahr	mittlere Luftrate im Jahr m³/h	Anteil der interpolierten an den berechneten Luftraten
Voliere 1	43 718	5,16	103 200	47 % der	48 504	90 %
Voliere 2	49 844		61 920	Sommer-	29 102	171 %
Boden	35 151		36 120	luftrate	16 976	207 %

Der durchschnittliche Volumenstrom in der Voliere ist mit 90 % des berechneten Wertes zu tolerieren. Überschreitungen von 71 % in der Voliere 2 und mehr als 100 % in der Bodenhaltung führen unweigerlich zu erhöhten Massenströmen.

4.7.4.2.2 Konzentrationen und Massenströme

Um eine Beeinflussungen der Massenströme durch hohe Zuluftkonzentrationen auszuschließen, wurde der Massenstrom nach Gleichung 1 bestimmt:

$$Q = (C_{\text{Abluft}} - C_{\text{Zuluft}}) \cdot V$$

Q Massenstrom (g/h)

C_{Abluft} Konzentration in der Abluft

C_{Zuluft} Konzentration in der Zuluft

Die Gaskonzentrationen wurden an allen Abluftschächten eines Stalles bestimmt und für die Darstellung der Konzentrationsverläufe bzw. die Berechnung der Massenströme gemittelt. Ein Teil der Datensätze wurde eliminiert. Es handelt sich um Datensätze, bei denen Konzentration im Bereich der Nachweisgrenze des Messgerätes gemessen wurden bzw. keine gesicherten Differenzen zwischen Zuluft- und Abluftkonzentrationen ermittelt werden konnten.

Die Darstellung des zeitlichen Verlaufs von Massenströmen gewinnt an Bedeutung, da in der TA-Luft für Ausbreitungsmodulierungen Zeitreihenrechnungen gefordert werden. Im Folgenden wird daher die zeitliche Abfolge von Konzentrationen und Massenströmen für die 3 in die Untersuchungen einbezogenen Ställe dargestellt. Bei einem Verfahrensvergleich ist zu berücksichtigen, dass die Messungen unter Praxisbedingungen vorgenommen wurden. Die Ställe mit der Voliere 2 und dem Bodenhaltungssystem befinden sich an einem Standort. Randbedingungen wie die Fütterung und die Bewirtschaftung, nicht aber die Lüftung konnten standardisiert werden.

Ammoniak

Ammoniak ist für die Betreiber von Anlagen zur Haltung von Legehennen aus Sicht des Umweltschutzes eine wichtige Komponente. Abbildung 7-22 beschreibt die Konzentrationsverläufe in der Abluft der drei Stallsysteme im Jahresverlauf. In den Sommermessungen sind die Ammoniakkonzentrationen bedingt durch die hohen Luftraten in allen drei Haltungsverfahren auf einem niedrigen Niveau.

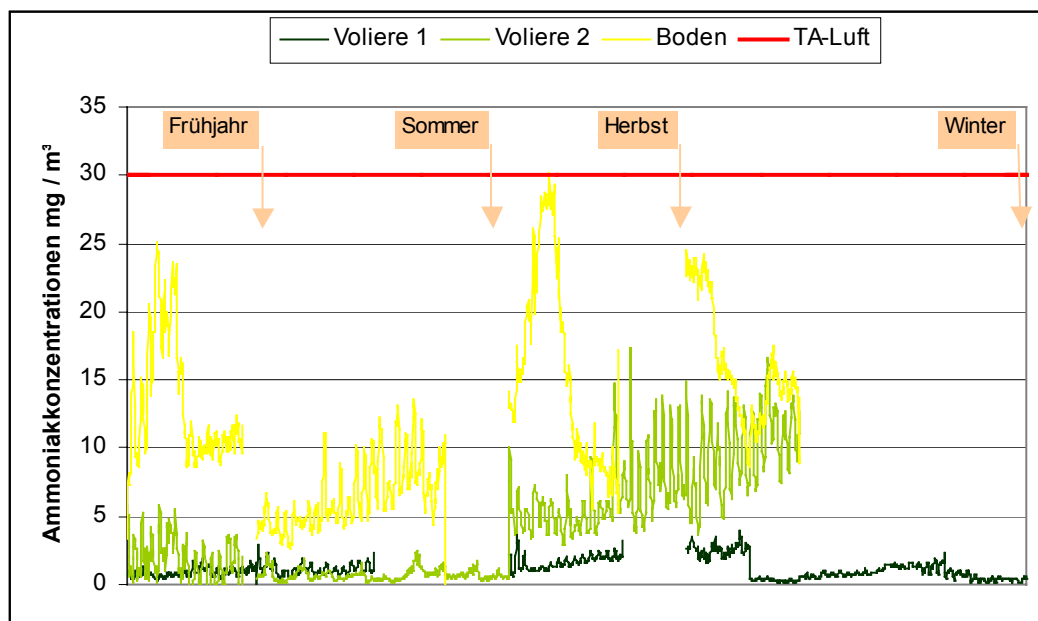


Abbildung 7-22: Ammoniakkonzentrationen (mg/m^3) in der Abluft nach Abzug der Zuluftkonzentration

In allen vier Messperioden ist eine Abstufung des Konzentrationsniveaus von der Bodenhaltung über die Voliere 2 zur Voliere 1 zu erkennen. Die Wechselwirkung zwischen Luftvolumenstrom und

Konzentrationen in der Abluft führt zumeist zu niedrigen Konzentrationen im Stall bzw. in der Abluft bei hohen Luftraten. Da die Luftraten in der Voliere 1 jedoch im Vergleich zu den beiden anderen Haltungssystemen niedriger liegen (Tabelle 7-17), sind die Unterschiede in den Konzentrationsniveaus NH_3 -bildungs- und -freisetzungsbedingt.

Auffällig sind die Konzentrationspeaks in der Bodenhaltung. Sie sind zum großen Teil auf verringerte Lüftungsraten in diesen Messabschnitten zurückzuführen (Tabelle 7-19).

Tabelle 7-19: Mittelwertsvergleich von Luftraten und NH_3 -Konzentration in problematischen Messabschnitten

		Luftrate $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{Tier})$	NH_3 -Konzentration mg/m^3
Frühjahr	MW-Peak	1,7	30,1
	MW-gesamte Messperiode	5,3	17,4
Herbst	MW-Peak	4,3	33,5
	MW-gesamte Messperiode	5,3	19,4

Die TA-Luft legt unter dem Aspekt der Vorsorge für genehmigungsbedürftige Tierhaltungsanlagen Emissionswerte fest. Während der Messkampagnen wird der Grenzwert der Massenkonzentration von $30 \text{ mg}/\text{m}^3$ nur in der Herbstmessung in der Bodenhaltung annähernd erreicht. Die mittleren Konzentrationen an Ammoniak, das im Stall gebildet und freigesetzt wurde, erreichen in den einzelnen Messperioden diesen Grenzwert nicht (Tabelle 7-20).

Tabelle 7-20: Mittlere Konzentrationen und Massenströme an Ammoniak in den Messkampagnen

		Frühling	Sommer	Herbst	Winter
Voliere 1	n	382,0	344,0	337,0	1 001,0
	mg/m^3	0,9	1,1	1,5	0,9
	g/h	64,5	93,7	48,7	14,3
	$\text{g}/(\text{h} \cdot \text{GV})$	1,0	1,4	0,8	0,2
Voliere 2	n	298,0	739,0	524,0	333,0
	mg/m^3	2,0	0,7	6,5	9,8
	g/h	134,7	57,1	178,7	228,9
	$\text{g}/(\text{h} \cdot \text{GV})$	3,6	1,4	4,5	5,9
Boden	n	339,0	555,0	324,0	333,0
	mg/m^3	13,4	6,7	15,5	16,1
	g/h	413,8	314,2	444,5	357,7
	$\text{g}/(\text{h} \cdot \text{GV})$	17,9	15,8	22,9	18,9

Die Ammoniakmassenströme variieren analog den Konzentrationen. Es sind deutliche Unterschiede zwischen Haltungssystemen sichtbar (Tabelle 7-20). Der in der TA-Luft für genehmigungsbedürftige Tierhaltungsanlagen zur Begrenzung von Emissionen vorgegebene Massenstrom von $150 \text{ g}/\text{h}$ wird im Mittel der Messperioden nur von der Voliere 1 nicht überschritten. Dem zeitlichen Ver-

lauf der Abbildung 7-23 können die hohen Überschreitungshäufigkeiten der Voliere 2 und der Bodenhaltung entnommen werden. Wie in Abbildung 7-22 ist auch hier der steile Anstieg des Massenstroms in der Herbstmessung ausgeprägt. Nicht so in den Frühjahrsmessungen, da in diesem Messzyklus die Lüftung mit geringer Intensität betrieben wurde (siehe dazu Tabelle 7-19).

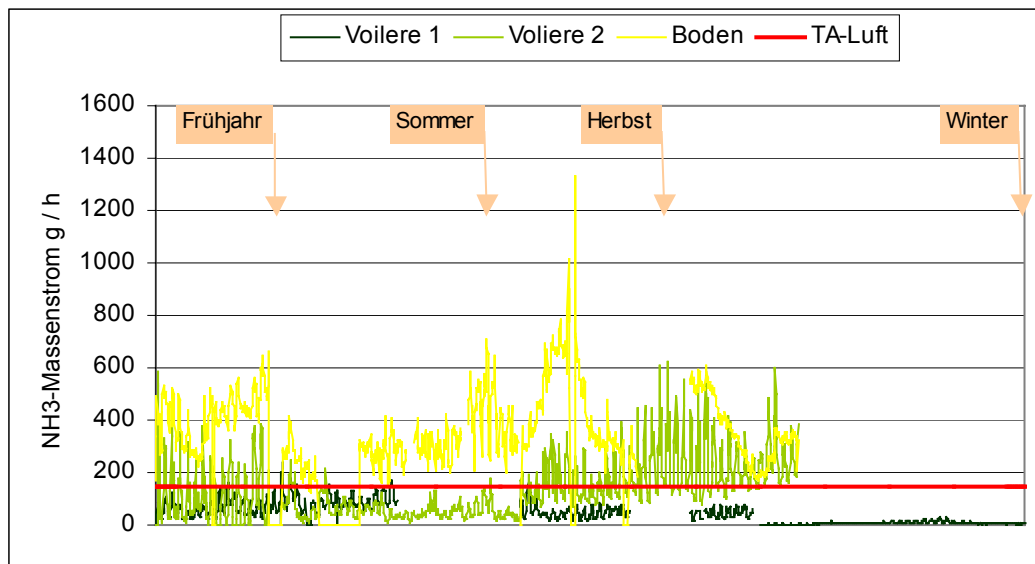


Abbildung 7-23: Ammoniakmassenstrom (g/h) für Legehennenhaltungssysteme

Nach Interpolation der Messdaten kommt man zu dem Ergebnis, dass die hohe Lüftungsintensität der Voliere 2 und der Bodenhaltung wesentlich zu den erhöhten NH_3 -Massenströmen beitragen. Entsprechende Untersuchungen liegen nicht für Legehennenhaltungen, jedoch für Mastschweine vor. Hier bewirkt eine Verdopplung der Luftwechselrate eine Erhöhung der Ammoniakemissionen um den Faktor 1,5 bis 2 (GUSTAFSSON, 1987). Während sich der Massenstrom der Voliere 2 trotz der überhöhten Volumenströme in das Niveau von Literatur und TA-Luft-Wert einordnen lässt, übersteigt der interpolierte Massenstrom für die Bodenhaltung diese Werte deutlich (Tabelle 7-21).

Tabelle 7-21: Interpolierte NH_3 -Massenströme der verschiedenen Haltungssysteme im Vergleich zu Literaturwerten

	interpolierte Massenströme		Schrifttum g/h * GV	TA-Luft-Werte kg/TP * a
	g/h *GV	kg/TP * a		
Voliere 1	0,7	0,019	4 bis 4,5	0,0911
Voliere 2	3,6	0,096		
Boden	18,4	0,441	2 bis 10,6	0,3157

Deutliche Abweichungen zu den Literaturwerten bzw. zu den TA-Luft-Werten sind auch für die Voliere 1 zu verzeichnen. Neben den niedrigen Volumenströmen spielen hier weitere Einflussgrößen eine Rolle. Das Emissionspotential in der Legehennenhaltung ist neben der Lüftungsintensität abhängig von der Zusammensetzung von Futter, Kot und Einstreu, der Entmistungshäufigkeit sowie den Temperaturen im Stall.

Eine bedarfsgerechte Fütterung führt zu verminderten Stickstoffausscheidungen und damit zu einer Reduzierung der Ammoniakemissionen. Bei Rohproteingehalten von im Durchschnitt 17,5 %, 18,7 % und 18,2 % in den Systemen Voliere 1, Voliere 2 und Bodenhaltung kann man noch nicht von N-reduzierter Fütterung sprechen, da die Futterproteingehalte bis auf 14-15 % gesenkt werden können, ohne dass Leistungseinbußen eintreten (GRASHORN, 1993). Minderungen der Stickstoffausscheidungen bis 20 % sind möglich. Die reduzierten Futterproteingehalte in der Voliere 1 finden sich in dieser Form nicht in den Kot- und Einstreugehalten wieder. Die Stickstoffgehalte in Kot und Einstreu unterscheiden sich zwischen den Systemen nicht. Von großer Bedeutung ist die Entmistungshäufigkeit. Während in der Bodenhaltung der Kotbunker in der Serviceperiode, also einmal im Jahr beräumt wird, wird in den Voliersystemen der Kot kontinuierlich aus dem Stall gefördert. Auch hier wirkt sich die zweimalige Koträumung je Woche in der Voliere 1 positiv auf das Emissionsverhalten des Stalles aus. Im Vergleich wurden in der Voliere 2 die Kotbänder einmal wöchentlich entleert. In beiden Volieren wird der Kot auf dem Band getrocknet. Anhaltswerte zum Effekt der Entmistungshäufigkeit auf die Höhe der Ammoniakemissionen liefern Untersuchungen von GROOT KOERKAMP und REITSMA (1992). Bei zweimaliger im Vergleich zu einmaliger Entmistung können die Emissionen um ca. 60 % vermindert werden.

Die Stallinnentemperatur nimmt Einfluss auf die Abbaugeschwindigkeit der Harnsäure zu Ammoniak und Kohlendioxid. Ist die Abbaurate bei 20 °C noch gering, steigt sie bei 30 °C auf das vierfache (GROOT KOERKAMP, 1994). Temperaturen über 30 °C wurden in den 3 Systemen zu verschwindend geringen Anteilen von maximal 1,6 % beobachtet. Darüber hinaus fördern steigende Temperaturen jedoch die Freisetzung von Ammoniak aus der flüssigen Phase. Die höheren Temperaturen in der Gesamtheit der Messphasen wurden in der Voliere 2 mit 20,1 °C, in Abstufung zur Bodenhaltung mit 18,8 °C und zur Voliere 1 mit 16,2 °C gemessen.

Die emissionsärmere Gestaltung von Lüftungs-, Fütterungs-, Entmistungs- und Klimamanagement führen im Komplex zu den in Tabelle 7-21 genannten sehr niedrigen NH₃-Massenströmen in der Voliere 1.

Lachgas

Die Messgenauigkeit lässt für Lachgas bei Messungen im ppb-Bereich nach. Da in den Messreihen in diesem Konzentrationsbereich Messwerterfassungen stattfanden, konnten etwa 38 % der Datensätze aus der Voliere 1, 49 % der Daten aus der Voliere 2 und 22 % der Daten aus der Bodenhaltung bei der Berechnung der Massenströme nicht berücksichtigt werden. Die gesamte Frühjahrmessreihe in der Bodenhaltung sowie die Herbstmessreihe in der Voliere 1 wurden verworfen.

Es sind keine typischen tagesverlaufsspezifischen Schwankungen erkennbar. Außer in der Frühjahrmessung bewegen sich die N₂O-Massenströme in den Volieren auf einem in etwa konstanten Niveau kleiner 0,5 mg/m³. Der Ausstoß an Lachgas aus der Bodenhaltung steigt hingegen stetig an (Abbildung 7-24).

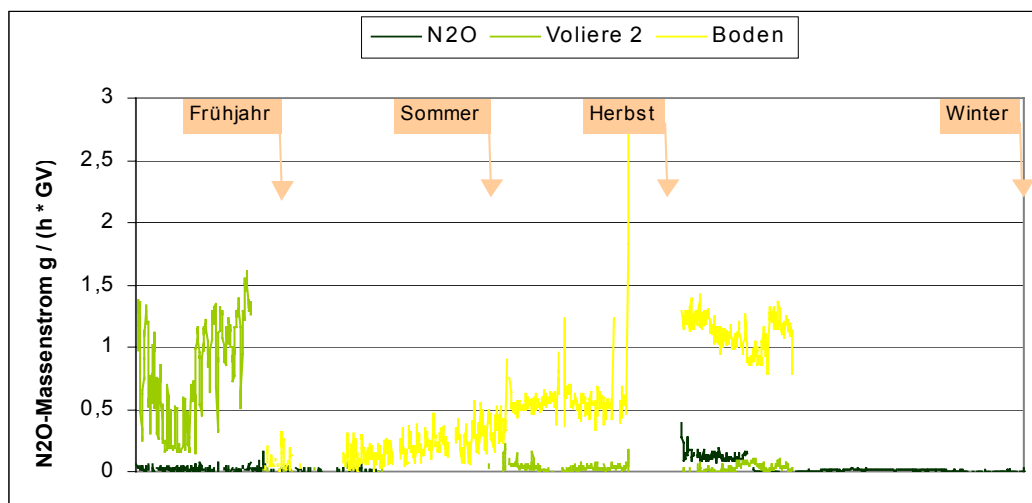


Abbildung 7-24: Lachgasmassenströme (g/(h*GV)) für Legehennenhaltungssysteme

Eine Bewertung von alternativen Legehennenhaltungsverfahren hinsichtlich ihrer Emissivität wurde lediglich von NESSER (2000) und SNEATH (1996) vorgenommen (Tabelle 7-22). In der Volierenhaltung reduzieren sich die Lachgasemissionen, wenn der Kot getrocknet wird. In der Literatur werden für Entmistungsverfahren ohne Kottrocknung Lachgasemissionen in Höhe von 0,6 g/(h*GV), mit Kottrocknung und wöchentlicher Beräumung des Kotbandes von 0,1 g/(h*GV) angegeben. Die auf das Jahr interpolierten Massenströme für die Volieren liegen in den vorliegenden Untersuchungen bei 0,03 bzw. 0,3 g/(h*GV). Die geringen Abweichungen zwischen diesen Messdaten und den Literaturwerten sind auf unterschiedliches Lüftungs- und Entmistungsmanagement zurückzuführen. WILLERS (1996, GROENESTEIN (1996) UND HÜTHER (1995) gehen davon aus, dass dem Nitrifikationsprozess bei der Bildung von Lachgas in Ställen eine größere Bedeutung zukommt als der Denitrifikation. Bei der Nitrifikation werden unter aeroben Bedingungen durch Oxidation von Ammonium Nitrit und Nitrat gebildet und unter noch ungeklärten Bedingungen zu Lachgas umgesetzt. Bei der ganzjährigen Lagerung der Exkremente in einer Kotgrube bei der Bodenhaltung von Legehennen stehen ausreichend Ammoniumverbindungen zur Verfügung. An der Oberfläche des Kotstapels herrschen aerobe, in tieferen Schichten anaerobe Bedingungen vor. Damit sind die erhöhten Lachgasemissionen aus der Bodenhaltung zu begründen (Tabelle 7-22).

Tabelle 7-22: Mittlere und interpolierte Lachgasmassenströme (g/(h*GV)) im Vergleich zu Literaturwerten

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahresinterpoliert	Schrifttum
Voliere 1 n g/(h*GV)	267 0,02	129 0,02	0 0	891 0,03	0,03	0,08 – 0,6
Voliere 2 n g/(h*GV)	343 0,8	83 0,03	308 0,03	260 0,04	0,3	
Boden n g/(h*GV)	0 0	491 0,2	324 0,6	333 1,1	0,6	0,2

Methan

Bei den Methanmessungen stieß die Messtechnik an ihre Nachweisgrenzen. Etwa 41 % der Messwerte in der Voliere 2 und 22 % der Daten aus der Bodenhaltung darunter die gesamte Wintermessreihe wurden verworfen, da keine gesicherten Differenzen zwischen den Zuluft- und den Abluftkonzentrationen nachweisbar waren.

Deutliche Schwankungen im Tagesverlauf und zwischen den Messreihen charakterisieren den Jahresverlauf der Messungen. Über den gesamten Messzeitraum ist das niedrige, geringen Schwankungen unterworfen Emissionsniveau der Voliere 1 auffällig. Das CH₄-Emissionsverhalten der Voliere 2 korrespondiert mit den Massenströmen für Lachgas. Auch hier treten beträchtliche Differenzen in den Messwerten innerhalb der Frühjahrsmessung auf.

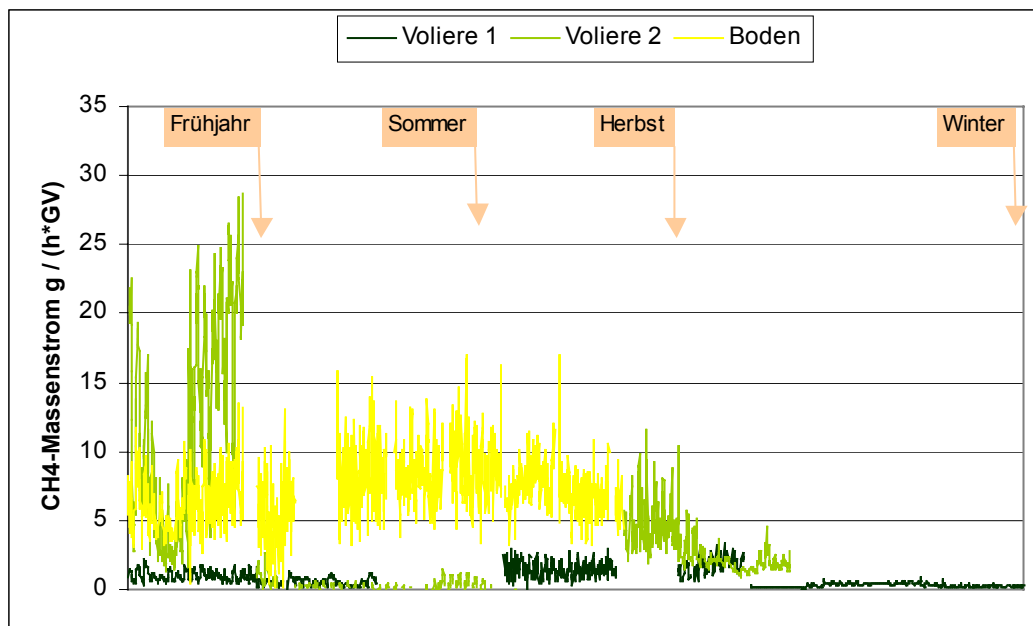


Abbildung 7-25: Methanmassenströme (g/(h*GV)) für Legehennenhaltungssysteme

Im Jahresvergleich wurde eine Abstufung der Massenströme von Bodenhaltung (7,9 g CH₄/(h*GV)) über Voliere 2 (4,4 g/(h*GV)) zur Voliere 1 (1,0 g/(h*GV)) ermittelt. Die erhöhten Emissionen der Bodenhaltung sind einerseits wiederum auf die hohen Volumenströme, andererseits auf die besseren Bedingungen für die Methanbildung im Stall zurückzuführen. Da die Exkremente ein ganzes Jahr im Stall verbleiben, statt wie in den Volieren regelmäßig entfernt zu werden, können mikrobielle Abbauprozesse in den anaeroben Bereichen des Kotbunkers zur Methanbildung beitragen. Schnelles Entfernen der Exkremente aus dem Stall führt in der Voliere 1 zu niedrigen Methanemissionen.

Im Schrifttum werden Emissionsraten für Methan aus der Verdauung von 0,13 kg/Tier und Jahr (entspricht 4,4 g/(h*GV)) sowie aus mikrobiellen Abbauprozessen in den Exkrementen von 4,1 kg/t Kot kalkuliert (ENQUETE-KOMMISSION, 1994; NIEBAUM, 2001). Werden 65 kg Frischkotanfall je Tier

und Jahr sowie eine Methanbildungsrate von 4,1 kg/t vorausgesetzt, können aus Exkrementen unter optimalen, anaeroben Bedingungen bis zu 8,9 g CH₄/(h*GV) entstehen. Die im Schrifttum angegebenen Bildungsraten werden in der Voliere 1 nicht erreicht (Tabelle 7-23).

Tabelle 7-23: Mittlere und interpolierte Methanmassenströme (g/(h*GV) im Vergleich zu Literaturwerten

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	interpoliert	Schrifttum
Voliere 1 n g/(h*GV)	382 1,0	344 0,6	337 1,4	1 001 0,6	1,0	Verdauung: 4,4 Exkremente: 8,9
Voliere 2 n g/(h*GV)	343 12,0	304 0,5	172 4,4	333 2,0	4,4	
Boden n g/(h*GV)	339 6,2	551 8,0	322 7,3	0 0	7,9	

Kohlendioxid

Das CO₂-Emissionsverhalten ist der Abbildung 7-26 zu entnehmen. Die höchsten mittleren Massenströmen treten in den Volieren im Frühjahr, in der Bodenhaltung im Sommer auf. (Tabelle 7-22). Für die Voliere 2 wurden in allen Messreihen sehr große Schwankungen als Folge stark schwankender Konzentrationswerte ermittelt.

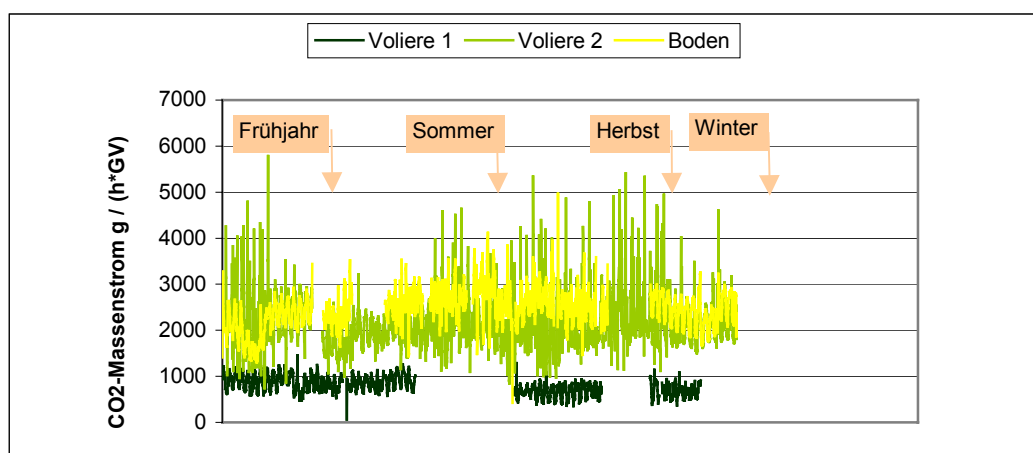


Abbildung 7-26: Kohlendioxidmassenströme (g/(h*GV)) für Legehennenhaltungssysteme

Die in Tabelle 7-24 genannten interpolierten Massenströme weichen insbesondere in der Voliere 2 und der Bodenhaltung deutlich vom Schrifttum ab. Die niedrigen Emissionen der Voliere 1 deuten darauf hin, dass das freigesetzte Kohlendioxid zum überwiegenden Teil aus der Respiration und weniger aus mikrobiellen Abbauprozessen während der Kotlagerung stammen. Anders in der Voliere 2 und der Bodenhaltung. Hier sind die wesentlichsten Quellen der CO₂-Emissionen die abgesetzten Exkremente. Schätzungsweise nur 40 bis 45 % der Gesamtemissionen sind der Respiration zuzurechnen, wenn man davon ausgeht, dass nach HEIDENREICH (2003) ca. 3,14 g CO₂/(h*GV) durch Respiration entsteht.

Tabelle 7-24: Mittlere und interpolierte Kohlendioxidmassenströme (g/(h*GV) im Vergleich zu Literaturwerten

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	interpoliert	Schrifttum
Voliere 1	n	382	344	339	187	890
	g/(h*GV)	886	865	665	677	
Voliere 2	n	343	739	524	333	2 142
	g/(h*GV)	2 314	2 073	2 187	2 184	
Boden	n	339	556	324	333	1 150
	g/(h*GV)	2 141	2 613	2 572	2 410	

Geruchsstoffe

Da zwischen den Abluftschächten Unterschiede in den Geruchsstoffkonzentrationen von mehr als 50 % auftraten, wurden, wie bei den Gasmessungen, alle Abluftschächte beprobt. Aus finanziellen Gründen konnte jedoch nur eine begrenzte Anzahl von Geruchsproben analysiert werden. Die Messungen konzentrierten sich deshalb auf die Übergangsperioden Mai und Oktober. Je Betrieb bzw. Haltungssystem wurden 2 Messreihen realisiert. Die entsprechenden Geruchsstoffmassenströme sind in Abbildung 7-27 dargestellt.

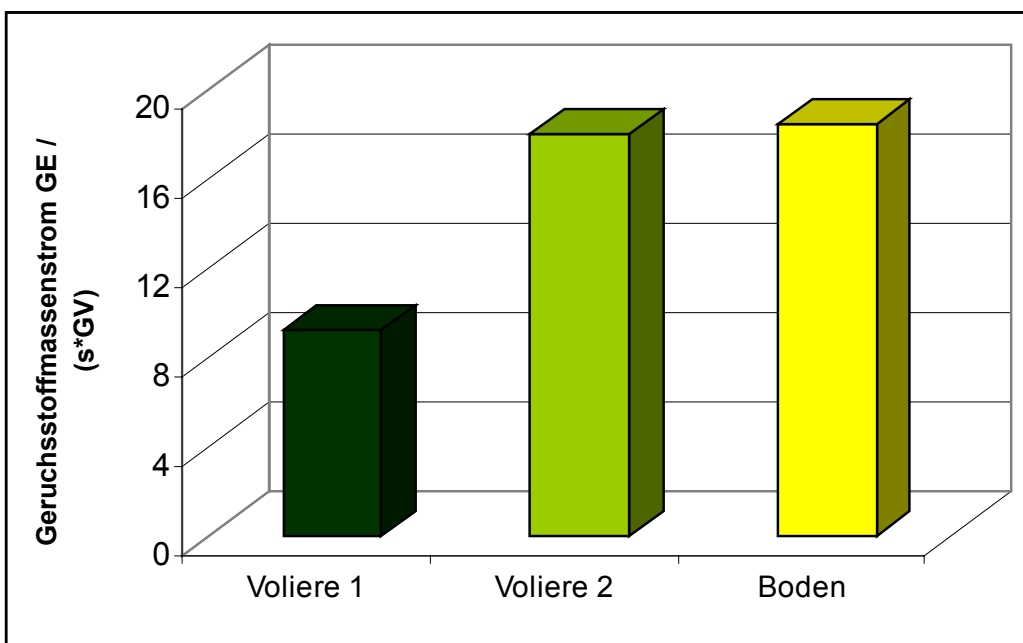


Abbildung 7-27: Geruchsstoffmassenströme (GE/(s*GV)) für Legehennenhaltungssysteme

Infolge der begrenzten Anzahl der Messungen stellen die ermittelten Massenströme lediglich Anhaltswerte dar. Eine Interpolation auf den Jahresdurchschnitt ist nicht möglich. Eine vergleichende Gegenüberstellung zum Schrifttum liefert Tabelle 7-25.

Tabelle 7-25: Geruchsstoffmassenströme für Übergangsbedingungen (GE/(s*GV) im Vergleich zu Literaturwerten

		Frühling/Herbst	Schrifttum
Voliere 1	n	2	46
	GE/(s*GV)	9,2	
Voliere 2	n	2	
	GE/(s*GV)	18,0	
Boden	n	2	
	GE/(s*GV)	18,5	

Das Schrifttum liefert für Volierenhaltungssysteme keine Geruchsemissionsfaktoren. Wie bereits bei den Ammoniak-, Lachgas-, Methan- und Kohlendioxidmessungen festgestellt, ist auch das Niveau der Geruchsfreisetzung in der Voliere 1 sehr gering. Voliere 2 und Bodenhaltung unterscheiden sich hingegen kaum. Untersuchungen, die vom LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (LFU, 1996) durchgeführt wurden, erbrachten eine Freisetzung von Geruchsstoffen aus der Bodenhaltung von 46 GE/(s*GV). Da dieses Ergebnis ausschließlich aus Messungen unter Sommerbedingungen resultiert, überschätzt es auf das Gesamtjahr gesehen das Emissionsniveau und ist auch mit den vorliegenden Ergebnissen nicht vergleichbar.

Staub

Staubemissionsmessungen wurden analog den im Abschnitt Stallklima, Staub bereits vorgestellten 2 Volierenhaltungen und 1 Bodenhaltung durchgeführt. Im Kontext mit der bereits diskutierten Konzentration an Staub in der Stallluft wurden hierbei in jeweils einem ca. 14-tägigen Zeitfenster je Jahreszeit zusätzlich Staubkonzentration in den Abluftschächten sowie Volumenströme je Abluftschacht der untersuchten Haltungen gemessen. In der Datentabelle 7-26 sind die mittleren Massenströme der immissionsrelevanten Staubfraktionen je Stunde für die Volieren- und Bodenhaltung zusammengestellt.

Tabelle 7-26: Mittlere Massenströme der immissionsrelevanten Staubfraktionen je Stunde

			Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Voliere	Anzahl	n	296,0	86,0	152,0	212,0	
	Total	g/h	380,6	2 057,0	657,4	88,5	795,9
		kg/a					3 352,7
		mg/h*GV	7 268,2	51 723,9	12 816,5	1 663,5	8 910,6
	PM-10	g/h	168,4	1 328,4	443,4	50,1	497,6
		kg/a					2 130,9
		mg/h*GV	3 215,6	33 403,3	8 643,7	941,8	5 554,6
Boden	Anzahl	n	93,0	92,0	69,0	75,0	
	Total	g/h	195,1	604,0	559,4	130,2	372,2
		kg/a					1 961,2
		mg/h*GV	8 440,1	30 641,3	28 777,2	6 883,6	11 704,8
	PM-10	g/h	80,8	387,2	371,4	55,2	223,7
		kg/a					1 158,0
		mg/h*GV	3 493,7	19 642,4	19 107,6	2 921,9	6 911,4

Auf der Basis der Massenkonzentration an Staub in der Stallluft, gemessen am Luftaustritt am Abluftschacht, und den jeweiligen Volumenströmen wurde der Massenstrom je Stunde ermittelt. Mit den höheren Volumenströmen im Sommer und den ebenfalls erhöhten Staubkonzentrationen in der Stallluft rangieren insbesondere die Sommerwerte vor allen. Hierbei werden in den Volieren im Mittel über 2 kg Gesamtstaub je Stunde ausgestoßen. Die Bodenhaltung liegt mit einem reichlichen ½ kg deutlich unter diesem Niveau. Das schlägt sich ebenfalls in dem mittleren Stundenwert auf das Jahr bezogen nieder. Die Bodenhaltung stößt hier je Stunde nur 50 % der Volierenhaltungen aus. Wird die Herdengröße mit berücksichtigt, ergibt sich ein verändertes Bild. Im Jahresmittel werden von den Volieren 8 911 mg je Stunde und GV in die Umwelt entlassen. Demgegenüber emittiert die Bodenhaltung 11 705 mg an Gesamtstaub. Für die Staubfraktion PM-10 werden von der Voliere im Mittel 5555 mg je Stunde und GV emittiert. In der Bodenhaltung liegt dieser Wert bei 6911. Im Schrifttum existieren nur wenige Vergleichswerte. So wurden in mehreren Ländern im Mittel für Bodenhaltungen 3080 mg inhalierbarer Staub je Stunde und GV ermittelt (TAKAI, 1998). Der vergleichbare Wert in vorliegender Untersuchung liegt doppelt so hoch. Zwischen den benannten Werten für Bodenhaltungen rangieren die Werte der Volieren. Hierfür sind bisher keine Vergleichswerte existent.

Die TA-Luft begrenzt den Emissionsmassenstrom auf 200 g je Stunde sowie die Massenkonzentration auf 20 mg je m³. Wie korrespondieren die in dieser Untersuchung gemessenen Werte mit dieser Beschränkung? In der Abbildung 7-28 sind die mittleren Werte der Haltungen jahreszeitlich den Grenzwerten gegenübergestellt.

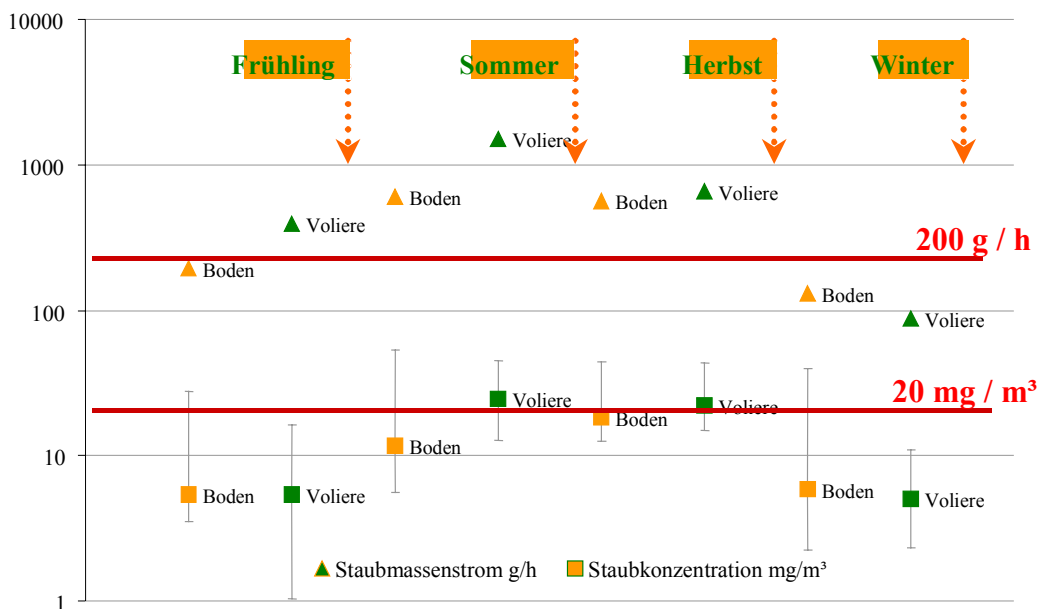


Abbildung 7-28: Mittlere Massenkonzentration (mg/m³) in der Stallluft und Massestrom (g/h)

Die Massenkonzentrationen erreichen in der Bodenhaltung mit dem im Jahresverlauf höchsten Wert, dem Herbstwert von $18,4 \text{ mg/m}^3$, den Grenzwert nicht. Im Sommer werden jedoch auch in diesen Haltungen Extremwerte um die 53 mg/m^3 gemessen. Demgegenüber überschreiten die Massenkonzentrationen in den Volieren im Sommer ($24,5 \text{ mg}$) und im Herbst ($22,2 \text{ mg}$) den Grenzwert. Beim Emissionsmassenstrom wird der Grenzwert von 200 g/h außer im Winter von allen untersuchten Haltungen überschritten. Hierbei emittieren die Volieren mit bis zu 1508 g/h die höchste Menge. Demgegenüber erreicht die Bodenhaltung mit dem höchsten mittleren Wert 40% davon. Hierin wird das erhöhte Staubbildungspotential der Volieren ersichtlich.

Im Weiteren soll nun zu den emittierten Staubfrachten im Jahresverlauf eine Aussage getroffen werden. Im Abschnitt Stallklima, Staub wurde bereits auf den Einfluß der Tieraktivität bezüglich der Staubentstehung Stellung genommen. Hieraus kann abgeleitet werden, dass in Ruhephasen die Staubkonzentration in der Stallluft zurückgeht und damit auch ein geringerer Emissionsmassenstrom entsteht. Zur Beurteilung des Tagesverlaufes wird in der Abbildung 7-29 die Staubkonzentration über 24 Stunden dargestellt.

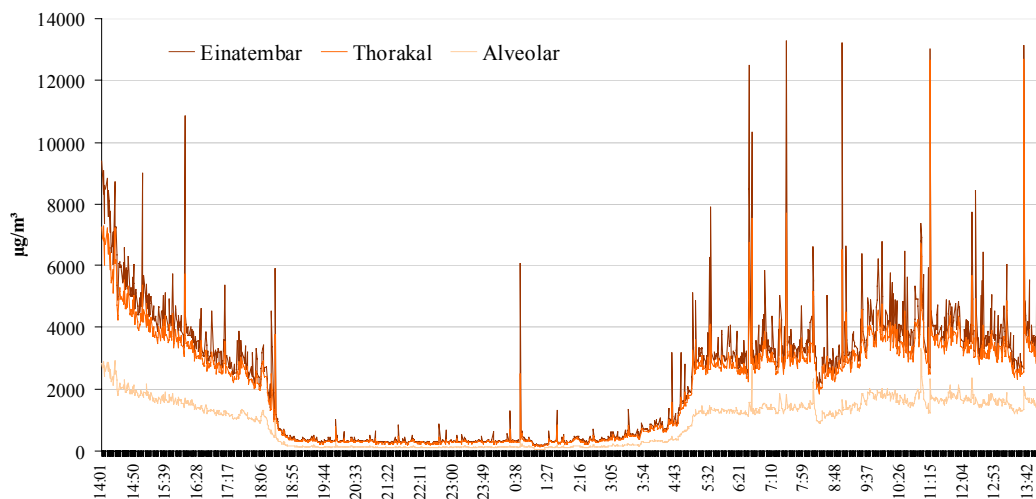


Abbildung 7-29: Staubkonzentration im Stall im Tagesverlauf

Die Staubkonzentration ist geeignet, die Tieraktivitäten in alternativen Hennenhaltungen mit Scharr-raum wiederzugeben. Zwischen 19 und 5 Uhr ist der Staubgehalt in der Stallluft gering. Hier ist auch mit minimaler Verfrachtung in die Umwelt zu rechnen. Diese Ruhephase ist vom Lichtregime und der Fütterungsfrequenz abhängig. Da in dem überwiegenden Anteil der Herden eine 14-stündige Hellphase geboten wird, ist von einer 10-stündigen drastischen Reduzierung der Staube-mission auszugehen. Um das zu berücksichtigen, wurden die mittleren Volumenströme je Stunde der Ruhephase zur Aktivitätsphase (Hellphase) ins Verhältnis gesetzt. Für die Volierenhaltung wurde hierbei ein Anteil von $68,8 \%$, für die Bodenhaltung von $65,0 \%$ ermittelt. Bei einer Stallbe-le-gung von 344 Tagen ergeben sich Jahresfrachten von $3,35 \text{ t}$ bzw. $68,4 \text{ kg/GV}$ für die untersuchten Volieren und $1,96 \text{ t}$ bzw. $98,1 \text{ kg/GV}$ für die Bodenhaltung.

4.7.5 Fazit

Die Untersuchungen zum Stallklima umfassten eine Analyse der Haltungsumwelt bezüglich der Parameter

- Besatzdichte und Raumausstattung,
- den physikalischen Parametern Lufttemperatur und –feuchte sowie Beleuchtungsstärke im Stall,
- den chemischen Parametern Ammoniak- und Kohlendioxidkonzentration in der Stallluft,
- den biologischen Parametern Staub- und Keimgehalt (Schimmelpilze, Endotoxine, Bakterien) in der Stallluft sowie
- einer Beurteilung arbeitsschutzrelevanter Sachverhalte in Legehennenhaltungen (vgl. gesonderten Bericht).

In die Untersuchungen zur Emissivität der Volieren- und Bodenhaltung von Legehennen flossen die ökologisch bzw. klimarelevanten Gase Ammoniak, Lachgas, Methan und Kohlendioxid ein. Des Weiteren wurden unter dem Aspekt einer möglichen Beeinträchtigung von Anwohnern die Freisetzung von Geruchstoffen und Staub berücksichtigt.

Stallklima und Arbeitsschutz

- 1) Die Beleuchtungsstärke wurde in elf Hennenhaltungen untersucht. In den Funktionsbereichen im Stall wie Fress- und Ruhebereich, Scharrraum und Nestgang wurden Beleuchtungsstärken zwischen 5 und 80 lx gemessen. Ohne Tageslichteinfluss lagen diese Werte zwischen 7 und 22 lx.
- 2) Unter Beachtung des vom Menschen abweichenden Sehvermögen der Hühner ist die angebotene Beleuchtungsstärke biologisch und funktionell ausreichend und orientiert sich an Praxisempfehlungen zur Optimierung des Tierverhaltens.
- 3) In Verbindung mit den geringen Beleuchtungsstärken im Stall ist zu erwarten, dass das Adaptationsvermögen der Hennen bei der Nutzung von Außenklimabereichen zum Teil überfordert ist.
- 4) Die Temperatur und Luftfeuchte im Stall wurde in 17 Hennenhaltungen kontinuierlich über die Stallbelegung, in weiteren elf Haltungen diskontinuierlich in mehrtägigen Zeitfenstern gemessen. Zwischen der Bodenhaltung mit Kotbunker (im Folgenden Bodenhaltung) und der Bodenhaltung in Volieren (im Folgenden Volierenhaltung) konnten keine systembedingten Unterschiede festgestellt werden.
- 5) Die Stalltemperatur korrespondiert über das Belüftungssystem und die Auslauföffnungen eng im Tages- und Jahresverlauf mit der Außentemperatur. Im Mittel rangieren Temperatur und Feuchte innerhalb des thermisch neutralen Bereiches bzw. des leistungsangepassten Optimalbereiches zwischen ca. 15 bis 25 °C bzw. 60 bis 80 %.

- 6) Im Sommer werden Temperaturen bis 35 °C erreicht. Die mittleren Tagesschwankungen liegen zwischen 7,8 K im Sommer und 4,1 K im Winter.
- 7) Die Konzentration von Ammoniak und Kohlendioxid wurden in sechs Hennenhaltungen in jeweils mehrtägigen Zeitfenstern gemessen. Die Grenzwerte für diese Gase (Ammoniak 20 ppm bzw. Kohlendioxid 3000 ppm) werden im Jahresdurchschnitt nicht überschritten.
- 8) In Boden- und Volierenhaltungen werden niedrige mittlere Konzentrationen an Kohlendioxid zwischen 976 und 2004 ppm in der Stallluft gemessen.
- 9) Die Ammoniakkonzentration zeigt systembedingte Unterschiede auf. In Bodenhaltungen werden mittlere Werte zwischen 22,6 und 30,8 ppm (Ausnahme Sommer mit 13,6 ppm) gemessen. Die Maximalwerte zwischen 49,6 und 56,6 ppm wurden in Wintermonaten und der Übergangszeit erreicht. Hier schlägt sich die stallseitige Kotlagerung und das Lüftungsmanagement zur Stabilisierung der Stalltemperatur in den Wintermonaten nieder.
- 10) In Volieren lagen die mittleren Konzentrationen unterhalb 10 ppm (Ausnahme Winter mit 20,8 ppm). Im Jahresverlauf liegen die Volierenhaltungen bei ca. 1/3 des Wertes in Bodenhaltungen (bei 23,4 ppm).
- 11) Staub wurde in 7 Hennenhaltungen gemessen. Im Rahmen einer Arbeitsschutzstudie wurden hierzu ergänzend Einzelmessungen in 11 Hennenhaltungen durchgeführt. Gemessen wurden die immissionsschutzrelevanten Staubfraktionen, Gesamtstaub und PM-10 sowie die arbeitsmedizinisch relevanten Staubfraktionen einatembarer, thorakaler sowie alveolengängiger Staub.
- 12) Volieren weisen mit 15,8 mg/m³ einen höheren Gesamtstaubgehalt der Stallluft gegenüber Bodenhaltungen (12,3 mg) aus. Sie überschreiten bezüglich Gesamtstaub und alveolengängigen Staub die Grenzwerte nach BioStoffVO von 10 bzw. 3 mg/m³.
- 13) Einstreumaterial und Luftfeuchte hatten in den vorliegenden Untersuchungen keinen Einfluss auf die Staubbildung. Dagegen werden hierfür als primäre Ursache die Tieraktivitäten gesehen. Die arbeitsmedizinischen Untersuchungen zeigen eine bis zu 3-fache Staubkonzentration während der Bestandskontrollen.
- 14) Die gemessene Staubkonzentration ist von der räumlichen Höhe der Messebene abhängig. Deshalb sollte die Auswahl der Messpunkte unbedingt der Fragestellung entsprechen.
- 15) Bioaerosole wurden im Rahmen der arbeitsmedizinischen Untersuchungen in elf Hennenhaltungen durch ein Arbeitsteam der Universität Wuppertal untersucht. Es wurden eine Reihe arbeitsschutzrelevante Aspekte in den Hennenhaltungen herausgearbeitet (vgl. gesonderten Bericht).
- 16) Die Ergebnisse der Untersuchungen von Stallluftkeimen kann wie folgt zusammengefasst werden. Schimmelpilze spielen in den untersuchten Haltungen keine Rolle. Die Konzentration luftgetragener Endotoxine (im Mittel 1500 EU/m³) und Bakterien (>30 000 KBE/m³) war sehr hoch. Das eingestreute System verursacht eine hohe Exposition der Beschäftigten gegenüber einstreulosen Ställen.

Emissionen

- 17) Die Gas-, Geruchs- und Staubemission wurde in 3 Hennenhaltungen untersucht.
- 18) Die Einhaltung von Kenngrößen zur Ermittlung der maximalen Sommer- und zur minimalen Winterluftfrate garantieren, dass in hochsommerlichen Perioden in erster Linie Wärmelasten, im Winter die anfallenden Mengen an Wasserdampf, Ammoniak und Kohlendioxid aus dem Stall transportiert werden. Die Überschreitung der notwendigen Luftraten in der Voliere 2 um ca. 70 % und in der Bodenhaltung um ca. 100 % führen unweigerlich zu erhöhten Emissionen.
- 19) Gegenwärtig erfolgt die Bewertung von Haltungssystemen an Hand von Emissionsfaktoren eines Jahres. Da die Messungen nur in 4 Perioden zeitlich begrenzt durchgeführt wurden, war es notwendig, die gewonnenen Daten auf das Jahresniveau zu interpolieren. Die Interpolation erfolgt auf der Grundlage der Außentemperatur.
- 20) Die Ammoniakemissionen unterliegen system- und managementbedingten Einflüssen. Aus der Bodenhaltung werden mit 18,4 g/(h*GV) bzw. 0,44 kg je Tierplatz und Jahr die höchsten NH₄-Emissionen freigesetzt. Der Orientierungswert der TA-Luft von 0,33 kg je Tierplatz und Jahr wird überschritten. Die Emissionen aus den 2 Volierenhaltungen variieren sehr stark. Voliere 1 setzt nur 0,7 g NH₄/(h*GV) bzw. 0,02 kg/Tierplatz und Jahr, Voliere 2 hingegen 3,6 g NH₄/(h*GV) bzw. 0,1 kg/Tierplatz und Jahr frei. Managementbedingte Unterschiede in der Fütterung, Lüftung und dem Entmistungsrhythmus begünstigen die Emissionsminderung in der Voliere 1.
- 21) Die TA-Luft legt unter dem Aspekt der Vorsorge für genehmigungsbedürftige Tierhaltungsanlagen Emissionswerte fest. Der Grenzwert der Massenkonzentration von 30 mg/m³ wird von keinem der Haltungsverfahren erreicht, den vorgegebene Massenstrom von 150 g/h überschreitet die Voliere 2 im Mittel der Herbst und Wintermessungen, die Bodenhaltung in allen Messperioden.
- 22) Die Unterschiede bei der Freisetzung von Lachgas und Methan sind zwischen Volieren- und Bodenhaltung ebenso groß wie zwischen den Volieren. Hier spielen sowohl die Spezifik des Haltungssystems als auch deren Bewirtschaftung eine Rolle. Die langanhaltende Lagerung der Exkremente unter z. T. anaeroben Bedingungen fördert die Freisetzung von Lachgas und Methan aus der Bodenhaltung. Die Massenströme betragen 0,6 g N₂O/(h*GV) bzw. 7,9 g CH₄/(h*GV). Überhöhte Luftraten und längere Verweildauer der Exkremente auf dem Kotband bedingen Emissionen in Höhe von 0,3 g N₂O/(h*GV) bzw. 4,4 g CH₄/(h*GV) in der Voliere 2. Ein sehr geringes Bildungspotential für Lachgas und Methan liegt in der Voliere 1, bedingt auch durch das schnelle Entfernen der Exkremente aus dem Stall, vor. Es wurden Massenströme in Höhe von 0,03 g N₂O/(h*GV) bzw. 1 g CH₄/(h*GV) ermittelt.
- 23) Kohlendioxid wird im Stall sowohl bei der Respiration als auch durch mikrobielle Abbauprozesse aus Exkrementen freigesetzt. Während die CO₂-Emissionen der Voliere 1 in Höhe von 0,7 kg/(h*GV) vorwiegend aus der Respiration stammen, sind die wesentlichsten Quellen der CO₂-Emissionen der Voliere 2 (2,1 kg/(h*GV)) und der Bodenhaltung (2,4 kg/(h*GV)) die abgesetzten Exkremente. Schätzungsweise 55 bis 60 % der Gesamtemissionen sind der CO₂-Bildung aus Umsetzungsprozessen in den Exkrementen zuzurechnen.

- 24) Die Geruchsstoffmessungen konzentrierten sich auf die Übergangsperioden Mai und Oktober. Je Betrieb bzw. Haltungssystem wurden 2 Messreihen realisiert. Wie bereits bei den Ammoniak-, Lachgas-, Methan- und Kohlendioxidmessungen festgestellt, ist auch das Niveau der Geruchsfreisetzung in der Voliere 1 mit 9,2 GE/(s*GV) sehr gering. Voliere 2 und Bodenhaltung unterscheiden sich hingegen mit 18 bzw. 18,5 GE/(s*GV) kaum. Die ermittelten Massenströme stellen lediglich Anhaltswerte dar.
- 25) Die untersuchten Volieren emittieren im Jahresmittel stündlich über 2 kg Gesamtstaub. Die untersuchte Bodenhaltung erreicht hier nur ca. 30 % davon. Auf die GV bezogen wurden im Jahresmittel aus den Volieren 8,9 g je Stunde und aus der Bodenhaltung 11,7 g je Stunde Gesamtstaub, bzw. 5,6 g und 6,9 g der Staubfraktion PM-10 emittiert.
- 26) Die TA-Luft gibt für Emissionsmassenströme 200 g/h bzw. für Massenkonzentrationen 20 mg/m³ vor. Die Emissionsmassenströme der untersuchten Haltungen überschreiten mit Ausnahme im Winter den Grenzwert. Hierbei emittiert die Voliere bis zu 1508 g/h. Unter Berücksichtigung der Aktivitätsphase der Tiere im Tagesverlauf (14 h) wurde der Jahresausstoß berechnet. Für 344 Belegungstage des Stalles emittierten die untersuchten Volieren 3,35 t bzw. 68,4 kg/GV und die Bodenhaltungen 1,96 t bzw. 98,1 kg/GV.

4.7.6 Literatur

- ACHILLES, W., FÖLSCH, D. W., FREIBERGER, M., et al.(2002): Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung. KTBL-Schrift 399, Darmstadt
- ADAM, T. (1973): Toleranzgrenzen für gasförmige Umweltfaktoren. Züchtungskunde 45 (3): 162-178
- AHLGRIMM, H.-J. (1995): Beitrag der Landwirtschaft zur Emission klimarelevanter Spurengase – Möglichkeiten zur Reduktion? Landbauforschung Völkenrode 45 (4)
- AL-MASHHADANI, E. H., BECK, M. (1985): Effect of atmospheric ammonia on the surface ultrastructure of lung and trachea of broiler chicks. Poultry Sci. 64: 2056 - 2061
- ANONYM (2002): Feinstaub – Neue Herausforderung für saubere Luft? Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
- BESSEI, W.; DAMME, K. (1998): Neue Verfahren für die Legehennenhaltung. KTBL-Schrift 378
- BMELF (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) (1995): Waldzustandsbericht der Bundesregierung 1995
- CARPENTER, G.A.; FRYER, J. (1990): Air filtration in piggery: filter design and dust mass balance. J. agric. Engng Res. 46, 171-186
- CHEN, Y.C.; BAEBER, E.M.; ZHANG, Y; BESANT; R.W.; SOKHANSANI; S. (1999): Methods to measure dust production and deposition rates in buildings. J. agric. Engng Res. 72, 329-340
- DAMME U. HILDEBRAND, 2002: Geflügelhaltung, Eugen Ulmer Stuttgart
- DEATON, I. W.; ... (1982): Effect of atmospheric ammonia on laying hen performance. Poultry Sci. 61 (9): 1815-1817 DIN 18910
- DONHAM, K. J., REYNOLDS, S. J., WHITTEN, P., ET AL. (1995): Respiratory Dysfunction in swine production facility workers: Dose-response relationships of environmental exposures and pulmonary function. American J. of Industrial Medicine 27: 405 – 418

- function. American J. of Industrial Medicine 27: 405 – 418
- EERDEN, (1981): zitiert in Isermann, K. (1994): Ammoniak-Emissionen der Landwirtschaft, ihre Auswirkungen auf die Umwelt und ursachenorientierte Lösungsansätze sowie Lösungsaussichten zur hinreichenden Minderung. Studie E: In: Enquete Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages.
- ELHUSSEIN, H.; VAN DEN WEGHE, (1999): The effect of internal parameter on the dust concentration in broiler houses. Landtechnik, 54, 302-303
- ENQUETE-KOMMISSION (1994): Schutz der grünen Erde. Economica Verlag Bonn
- Feddes, J.J.R.; Cook, H.; Zuidhof, M.J. (1992): Characterization of airborne dust particles in turkey housing. Can. Agric. Eng. 34, 237-280
- FLÜGGE, C. (1994): Anteil von emittiertem Ammoniakgas an den Gesamtstickstoffverlusten bei der Lagerung von Hennenkot. Dissertation Universität Bonn
- FLÜGGE, C. (1996): Anteil von emittierendem Ammoniakgas an den Gesamtstickstoffverlusten bei der Lagerung von Hennenkot. Archiv f. Geflügelkunde 6: 190-191
- FREEMANN, B. M. (1969): Physiological Responses of the adult fowl to environmental temperature. World's poultry science journal 22 (2): 140 – 145
- FRÖHLICH, E. K. F. UND H. OESTER (2002): Legehennen in alternativen Haltungssystemen. KTBL-Schrift 418:9-18
- GROENESTEIN, C. M.; van Fassen, H. G. (1996): The emission of ammonia and other nitrogen compounds from deep litter systems for fattening pigs. In: Workshop deep litter systems for pig farming. 51-56, Rosmalen
- GROOT KOERKAMP, P. W. G.; REITSMA (1992): Development of an aviary system for laying hens with low ammonia emission. Proc. Intern. Conf. On Agricultural Engineering, Uppsala, Transactions of the ASAE 39: 211-218
- GROOT KOERKAMP, P. W. G. (1994): Review on emission of ammonia from housing systems for laying hens in relation to sources, processes, building design and manure handling. J. agric. Engng Res. 59: 73-87
- GROOT KOERKAMP, P.W.G. (1996): Degradation of Nitrogenous Components in and Volatilisation of Ammonia from Litter in Aviary Housing Systems for Laying Hens. Transactions of the ASAE 39, 211-218
- GUSTAFSSON, G. (1999): Factors affecting the release and concentration of dust in pig houses. J. agric. Engng Res. 74, 379-390
- HEIER, J (2000): Konzepte der Stallklimaführung und technische Ausstattung, Baubriefe der Landwirtschaft Nr. 41, Münster-Hiltrup
- HENNENHALTUNGS-VO, 1. VO zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2001). Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil I Nr. 16, Bonn, 12.3.2002
- HINZ, T.; LINKE, S. (1998): A comprehensive experimental study of aerial pollutants in and emissions from livestock buildings. J. agric. Engng Res. 70, 119-129
- HÜTHER, L., SCHUCHRDT, F.; WILLKE, T.; AHLGRIMM, H.-J.; VORLOP, K.-D. (1995): Gaschromatische Untersuchungen zur Freisetzung vom Methan und Distickstoffmonoxid bei der Lagerung und Kom-

- postierung von Exkrementen aus der Rinderhaltung. VDI-Bericht Düsseldorf Nr. 1211, S. 219-222
- HÜTHER, L. (): Entwicklung analytischer Methoden und Untersuchung von Einflussfaktoren auf Ammoniak-, Methan- und Distickstoffmonoxidemissionen aus Flüssig- und Festmist. FAL
- HONGWEI, X.; DE SHAZER, J. A.; BECK, M. M. (1987): Post effect of ammonia on energetics of laying hens at high temperatures. Transactins of ASAE 30: 1121 - 1125
- JANZEN, A. (2000): Untersuchungen zum stallklimatischen Verhalten eines Volierenstalles mit vorgeschaltetem Kaltscharrraum und Unterflurabsaugung für Legehennen. Diplomarbeit, Universität Göttingen
- KOBYLINSKI, H. (1999): Außenklimastall für Hühner – etwas für Spezialisten. DGS Magazin 44: 18-20
- KOWALEWSKY (1981): zitiert in ISELMANN, K. (1994): Ammoniak-Emissionen der Landwirtschaft, ihre Auswirkungen auf die Umwelt und ursachenorientierte Lösungsansätze sowie Lösungsaussichten zur hinreichenden Minderung. Studie E: In: Enquete Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages.
- KROODSMA ET AL. (1988): zitiert in Isermann, K. (1994): Ammoniak-Emissionen der Landwirtschaft, ihre Auswirkungen auf die Umwelt und ursachenorientierte Lösungsansätze sowie Lösungsaussichten zur hinreichenden Minderung. Studie E: In: Enquete Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages.
- KTBL (1991): Gutachten zur Immissionssituation. Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz
- KTBL (1996): Bericht „Abstandsregel für Geflügelhaltungsanlagen zu benachbarten Waldökosystemen“. (unveröffentlicht)
- KTBL (1996): KTBL-Arbeitspapier 126
- KTBL (2002): KTBL-Schrift 399, Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung
- KURZWEG, W.; Winkler, K. (1985): Stallklimagegestaltung – Tierphysiologische Grundlagen und Normative. VEB Gustav Fischer Verlag Jena
- LAI (1995): Bewertung von Ammoniak- und Ammonium-Immissionen. Bericht des Unterausschusses Wirkungsfragen des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), Schriftenreihe des LAI, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- LFU (1996): Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt. Messbericht MB 03-96 und MB 04-96
- LfUG (2002): Anlage zum Erlass vom 30.7.2002, Az 53-8823.07
- MARTENS, H. (2000): Haltungsformen der Legehennenhaltung, Baubriefe der Landwirtschaft Nr. 41, Münster-Hiltrup
- MEHLHORN, G. (1979): Lehrbuch der Tierhygiene. VEB Verlag, Jena
- MEHLHORN, G. (1979): Probleme der Lufthygiene unter den Bedingungen der industriemäßigen Tierproduktion. In: Internat. Symposium Emissionen und Immissionen von Schadstoffen in der Tierproduktion, Leipzig
- MEIERHANS, D.; MENZI, H. (1995): Freilandhaltung von Legehennen. Bedenklich aus ökologischer Sicht? DGS 9, S. 12-17
- MENNICKEN, L. (1998): Kotbandbelüftung und Wärmerückgewinnung, DGS spezial 8/1998

- MÜLLER, J.; HILLIG, J.; VON BORELL, E.; THIES, N. (2001): Untersuchungen zur Akzeptanz des Auslaufs durch Legehennen in einem Haltungssystem mit Wintergarten und Grünauslauf. Lohmann Information 4, S. 3-7
- MÜLLER, H.-J. (2003): Stallluftqualität und Emissionen. Landtechnik 58: 198 – 199
- NESER, S. (2000): Gasförmige Emissionen aus Haltungssystemen für Legehennen. Diss. Uni München
- NI (1998): Emission of Carbon Dioxid and Ammonia from Mechanically Ventilated Pig House. Doctoraatsproefschrift Nr. 338 Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Leuven
- NIEBAUM, A. (2001): Quantifizierung gasförmiger Emissionen aus quergelüfteten Außenklimaställen für Mastschweine mit Hilfe der Tracergas-Technik. Diss. Uni Göttingen
- NOORGARD-NIELSEN, G.; KJAER J.; SIMONSEN, H.B. (1993): Field test of two alternative egg production systems the Hans-Kier-System and the BOLEG II aviary. National Institut of Animal Sci , Res. Centre Foulum, Tjele, Denmark, Report No. 9
- OLDENBURG, J. (1989): Geruchs- und Ammoniakemission aus der Tierhaltung. Landtechnik 44 (9): 324-327
- OLDENBURG, J. (1991): zitiert in ISERMANN, K. (1994): Ammoniak-Emissionen der Landwirtschaft, ihre Auswirkungen auf die Umwelt und ursachenorientierte Lösungsansätze sowie Lösungsaussichten zur hinreichenden Minderung. Studie E: In: Enquete Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages.
- PAYNE, C. G. (1966): Practical aspects of environmental temperature for laying hens. World's poultry science journal 22 (2): 126 – 139
- PEARSON , C.C.; SHARPLES, T.J. (1995): Airborn dust concentrations in livestock buildings and the effect of feed. J. agric. Engng Res. 60, 4225-4232
- PETERSEN, J.; FLÜGGE, C. (1993): Analyse entweichender Stickstoffgase bei der Lagerung von Legehennenkot. Bd. 16. Landwirtschaftliche Fakultät Rhein. Friedrich-Wilhelms-Uni Bonn
- PETERSEN, J. (1996): Jahrbuch der Geflügelwirtschaft
- PORTMANN, G. (1993): Luftnot, Husten, pfeifender Atem... SUS 6
- PRIESMANN, T. (1991): Untersuchungen zu Stickstoffumwandlungen und –verlusten im Legehennenkot, Dissertation Univ. Bonn
- RIEGER, M.; BLOMBERG, N.; MAUSE, P.C. (2004): Beurteilung der Arbeitsbedingungen in verschiedenen Legehennenhaltungssystemen unter besonderer Berücksichtigung biologischer Arbeitsstoffe.
- SCHÜTZE, G.; Gregor, H.-D.; Spranger, T.; Nagel, H.-D. (2002) Ökologische Wirkungen von Ammoniak, KTBL-Schrift 406 Emissionen der Tierhaltung – Grundlagen, Wirkungen, Minderungsmaßnahmen
- SEEDORF, J.; HARTUNG, J. (2002): Stäube und Mikroorganismen in der Tierhaltung. KTBL-Schrift 393, KTBL-Schriften Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH Münster
- SNEATH, R. W., HOLDEN, M. R., PHILLIPS, V. R., WHITE, R. P., WATHES, C. M. (1996): An Inventory of Emissions of Aerial Pollutants from Poultry Buildings in the UK. International Conference on Air Pollution from Agrical Operations, February 7-9, 1996, Westin Crown Center, Kansas City, Missouri

- TAKAI, (1998): Journal of Agric. Engineering Research, Vol. 70, 1.
- TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2002): Erste Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung. Bundesgesetzblatt Teil I Nr.16, 1026-1030
- TÜLLER, R. (1999): Alternativen in der Geflügelhaltung. Ulmer, Stuttgart
- SCHOBRIES, H., SCHULZE, L., ROTT, M. UND REETZ, G.(1986): Geflügelkrankheiten. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- SCHOLTYSSEK, S.(1968): Handbuch der Geflügelproduktion. Eugen Ulmer Verlag Stuttgart
- VETTER, H. (1993): Ammoniak und Umwelt. Studie des Rationalisierungs-Kuratoriums für Landwirtschaft Nr. 18 1993
- WALLENSTEIN, G. (1998): Zur allergologischen Bedeutung von Nutztierepithelien. Pneumologie 52: 602 – 607
- WILLERS, H.C.; DERIKX, J.L.; TEN HAVE, P.J.W.,; VUN, T.K. (1996): Emission of ammonia and nitrous oxide from aerobic treatment of veal calf slurry. J. agric. Engng. Res. 63, 345-352

