

**Landbauforschung**  
*vTI Agriculture and  
Forestry Research*

**Sonderheft 322**  
*Special Issue*

**Legehuhnzucht und  
Eiererzeugung**  
**Empfehlungen für die Praxis**

Wilfried Brade, Gerhard Flachowsky,  
Lars Schrader (Herausgeber)

**Bibliografische Information  
der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese  
Publikation in der Deutschen Nationalbiblio-  
grafie; detaillierte bibliografische Daten sind  
im Internet über <http://www.dnb.ddb.de>  
abrufbar.



Johann Heinrich  
von Thünen-Institut

**2008**

**Landbauforschung**

**vTI Agriculture and  
Forestry Research**

Johann Heinrich von Thünen-Institut

Bundesforschungsinstitut für  
Ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI)

Bundesallee 50, 38116 Braunschweig,  
Germany

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei  
den Verfasserinnen und Verfassern.

[landbauforschung@vti.bund.de](mailto:landbauforschung@vti.bund.de)  
[www.vti.bund.de](http://www.vti.bund.de)

**Preis / Price 12 €**

**ISSN 0376-0723**  
**ISBN 978-3-86576-047-0**

Erstellt in Kooperation mit:



Mars-la-Tour-Str. 1-13  
26121 Oldenburg, Germany  
[www.lwk-niedersachsen.de](http://www.lwk-niedersachsen.de)

**Landbauforschung**  
*vTI Agriculture and  
Forestry Research*

**Sonderheft 322**  
*Special Issue*

**Legehuhnzucht und  
Eiererzeugung  
Empfehlungen für die Praxis**

Wilfried Brade<sup>1</sup>, Gerhard Flachowsky<sup>2</sup>,  
Lars Schrader<sup>3</sup> (Herausgeber)

<sup>1</sup> Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Mars-la-Tour-Str. 1 - 13,  
D-26121 Oldenburg, Germany, [www.lwk-niedersachsen.de](http://www.lwk-niedersachsen.de)

<sup>2</sup> Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit,  
Institut für Tierernährung, Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig,  
Germany, [www.fli.bund.de](http://www.fli.bund.de)

<sup>3</sup> Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit,  
Institut für Tierschutz und Tierhaltung, Dörnbergstraße 25 + 27,  
D-29223 Celle, Germany, [www.fli.bund.de](http://www.fli.bund.de)

## Vorwort

Das Ei ist nicht nur eines der ältesten Symbole der Menschheit. Es stellt ein sehr hochwertiges Nahrungsmittel dar, dass zusätzlich in einer eigenen Hülle ‚natürlich‘ verpackt (= Eischale) so mehrere Wochen lagerfähig ist.

Die Eiererzeugung ist ein bedeutender Wirtschaftsfaktor in Deutschland. Aktuell werden hier ca. 41 Millionen Legehennen gehalten; von denen jede im Jahr etwa 285 Eier legt.

In einem durchschnittlichen Ei (62 g) sind ca. 7,5 g hochwertiges Eiweiß enthalten, dessen Qualität mit der von Milcheiweiß zu vergleichen ist. Weiterhin ist das Ei als eine günstige Vitaminquelle zu bezeichnen. Durch den Verzehr von nur einem Ei wird über 10 % des durchschnittlichen Tagesbedarfes an den Vitaminen A, D, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, Biotin und Pantothensäure gedeckt und alles bei einer geringen Energieaufnahme (350 kJ/ pro Ei).

Nennenswert ist weiterhin die Deckung des Tagesbedarfes beispielsweise an den Spurenelementen Eisen (10 %), Jod (5 %) und Zink (5 %). In diesem Zusammenhang ist zusätzlich festzuhalten, dass nicht nur der Gehalt an diesen Nährstoffen, sondern auch deren Bioverfügbarkeit - mit Ausnahme evtl. von Eisen und Vitaminen B<sub>12</sub> - aus Eiern sehr gut ist.

Neben den vielen vorteilhaften Inhaltsstoffen des Eies muss aber auch auf den Cholesteringehalt (ca. 200 mg/Ei) hingewiesen werden. Cholesterin ist für die Entwicklung des Kükens während der Brut notwendig. Deshalb lässt sich der Cholesteringehalt im Ei durch züchterische oder Fütterungsmaßnahmen bei den Hennen nicht unter einen bestimmten Grenzwert senken. Neuere Untersuchungen anerkannter Ernährungswissenschaftler zeigen jedoch, dass die Cholesterinaufnahme über Eier keinen nennenswerten negativen Effekt auf den Serumcholesteringehalt beim Menschen hat. Ein Ei pro Tag stellt kein erhöhtes Risiko hinsichtlich der Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen dar. Lediglich Patienten mit Fettstoffwechselstörungen ist - nach aktueller Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung - zu raten, täglich nicht mehr als 300 mg Nahrungscholesterin aufzunehmen.

Die Verbraucherinnen und Verbraucher bevorzugen weiß- oder braunschalige Eier und richten ihre Kaufentscheidung – vor allem beim „Frühstücksei“ - zunehmend nach der dahinter stehenden Produktionsbedingung besonders im Hinblick auf die Tiergerechtigkeit aus. Diese wachsende Nachfrage erfordert eine konsequente Produktionsanpassung auch in Deutschland.

In ihrer Zusammensetzung unterscheiden sich dabei Eier aus den verschiedenen Haltungsformen (z. B. ökologischer Landbau, Freiland-, Boden- oder Käfighaltung) oder Eier einer bestimmten Größe - bei bedarfsgerechter Ernährung der Hennen - nicht wesentlich.

Vor allem der Keimgehalt auf der Schalenoberfläche bzw. der Schmutzeieranteil/Anteil schalengeschädigter Eier sind jedoch von der Haltungsform und vom entsprechenden Management abhängig. Zusätzlich hat die Fütterung - im Gegensatz zur Genetik - einen Effekt auf die Eiqualität, denn - in Abhängigkeit von der Futterzusammensetzung - können Eier sehr unterschiedliche Gehalte z. B. an Omega-3-Fettsäuren, Vitaminen, Carotinoiden und Spurenelementen aufweisen. Diese Möglichkeiten werden inzwischen auch praktisch genutzt, z. B. beim Omega-Ei oder dem EiVit-Ei, die beide einen höheren Gehalt an Omega-3-Fettsäuren aufweisen.

Ab dem 1. Januar 2009 ist die herkömmliche Käfighaltung in Deutschland verboten; drei Jahre früher als in anderen EU-Staaten.

Aber nicht nur in Europa - sondern auch international - wächst die Kritik an der herkömmlichen Käfighaltung. Gleichzeitig erhöht sich der Druck des internationalen

Lebensmitteleinzelhandels (LEH) bzw. auch zahlreicher Fast-Food-Ketten. Der LEH verlangt ein qualitativ hochwertiges, preiswertes Ei, das gleichzeitig nicht „gesellschaftspolitisch umstritten“ ist. Erste Ausstiegstendenzen aus der Käfighaltung sind zwischenzeitlich selbst in den USA zu erkennen. Beispielsweise hat sich der Bundesstaat Kalifornien in einem Volksentscheid für den Ausstieg bis zum Jahr 2015 entschieden.

Mit der Änderung der Haltungsbedingungen ist sicherzustellen, dass die Tiergerechtigkeit und das Wohlbefinden der Tiere tatsächlich verbessert sind. Gleichzeitig muss aber auch das erreichte hohe Niveau der Eiqualität – zum Schutz der Verbraucher – gewahrt bleiben.

Eine *dauerhafte* Garantie für keimarme Eier bietet keine der aktuell vorhandenen Haltungsformen.

Für den Konsumenten muss das Produktionsverfahren mit den Bereichen Haltung, Fütterung und Bearbeitung der Nahrungsmittel transparent sein. Nur mit diesen objektiven Informationen hat er die Möglichkeit, sich beim Kauf für das Ei, das am ehesten seinen Erwartungen entspricht, zu entscheiden.

Erhebliche Konsequenzen für die Lebensmittelerzeugung wird das global weiter fortschreitende Bevölkerungswachstum haben. Bis 2050 soll die Weltbevölkerung von heute über sechs auf etwa neun Milliarden Menschen anwachsen. Mit einem stark steigenden Bedarf an tierischem Protein zur menschlichen Ernährung ist zu rechnen. Vor allem in den sich entwickelnden Ländern wird die Nachfrage nach mehr und besseren Nahrungsmittel mit einem kontinuierlichen Wachstum der Wirtschaft steigen. Hier ist die Erzeugung von Eiprotein - neben der Geflügelfleisch- oder Milcherzeugung – eine sehr effiziente Form der Erzeugung von Nahrungsprotein tierischer Herkunft. Wenn die globale Nachfrage nach Lebensmitteln steigt, erhöht sich aber auch der dafür notwendige Ressourceneinsatz, vor allem in Form von Getreidefläche.

Auch die „Tiergesundheitsindustrie“ wird sich dieser großen Herausforderung stellen und weltweit wirksame Strategien zur Gesunderhaltung der Tiere entwickeln müssen. Ein aktuelles Beispiel für diese Entwicklung ist die Bedrohung der Legehennenbestände durch die Geflügelpest. Gleichzeitig ist durch die zunehmende Globalisierung des Handels mit dem Auftreten neuer oder auch bereits ausgerotteter Tierseuchen zu rechnen.

Die vorliegende Broschüre soll - analog den vorangegangenen Sonderheften („Rinderzucht und Milcherzeugung“, Heft Nr. 289/2005, bzw. „Schweinezucht und Schweinefleischerzeugung“, Heft Nr. 296/2006 sowie „Rinderzucht und Rindfleischerzeugung, Heft Nr. 313/2007) - ein Leitfaden für den praktischen Legehennenhalter, für den Auszubildenden, für Berater, aber auch für interessierte Verbraucher sein. Als Herausgeber freuen wir uns, dass es uns wieder gelungen ist, Spezialisten der verschiedenen Fachdisziplinen für die Bearbeitung der jeweiligen Kapitel zu gewinnen. Die Darstellung von gesichertem Grundlagenwissen und von Erfahrungen aus der Praxis stand im Vordergrund.

Wir hoffen, dass diese Broschüre eine breite Zustimmung erfährt. An Hinweisen zur möglichen weiteren Verbesserung der vorliegenden Broschüre sind die Verfasser sehr interessiert.

Hannover/Braunschweig/Celle, 20. August 2008

Wilfried Brade  
Gerhard Flachowsky  
Lars Schrader  
(Herausgeber)

## Autorenliste

Prof. Dr. Robby Andersson  
 Fachhochschule (FH) Osnabrück  
 Oldenburger Landstraße 24  
 49090 Osnabrück  
 E-Mail: [r.andersson@fh-osnabrueck.de](mailto:r.andersson@fh-osnabrueck.de)

Dr. Bernhard Aue  
 Niedersächsisches Landesamt für  
 Verbraucherschutz und  
 Lebensmittelsicherheit (LAVES)  
 Postfach 3949, 26029 Oldenburg  
 E-Mail: [bernhard.aue@laves.niedersachsen.de](mailto:bernhard.aue@laves.niedersachsen.de)

Margit M. Beck  
 ZMP Zentrale Markt- und  
 Preisberichtsstelle GmbH  
 Trainee Märkte - Abt. Eier & Geflügel  
 Rochusstraße 2, 53123 Bonn  
 E-Mail: [margit.beck@zmp.de](mailto:margit.beck@zmp.de)

Dr. Andreas Berk  
 Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)  
 Bund.-forsch.-inst. f. Tiergesundheit  
 Bundesallee 50, 38116 Braunschweig  
 E-Mail: [andreas.berk@fli.bund.de](mailto:andreas.berk@fli.bund.de)

Werner Böttcher  
 ZMP Zentrale Markt- und  
 Preisberichtsstelle GmbH  
 Trainee Märkte - Abt. Eier & Geflügel  
 Rochusstraße 2, 53123 Bonn  
 E-Mail: [werner.boettcher@zmp.de](mailto:werner.boettcher@zmp.de)

Dr. Oskar Bohnenkemper  
 Landwirtschaftskammer Niedersachsen  
 Mars-la-Tour-Straße 6, 26121 Oldenburg  
 E-Mail: [oskar.bohenkemper@lwk-niedersachsen.de](mailto:oskar.bohenkemper@lwk-niedersachsen.de)

Prof. Dr. Wilfried Brade  
 Landwirtschaftskammer Niedersachsen  
 und Tierärztliche Hochschule Hannover  
 Johannssenstraße 10, 30159 Hannover  
 E-Mail: [wilfried.brade@lwk-niedersachsen.de](mailto:wilfried.brade@lwk-niedersachsen.de)

Dr. Klaus Damme  
 Bayerische Landesanstalt für Landwirtsch.  
 Lehr-, Versuchs- und Fachzentr. Geflügel  
 Mainberheimer Straße 101  
 97318 Kitzingen  
 E-Mail: [klaus.damme@lfl.bayern.de](mailto:klaus.damme@lfl.bayern.de)

Dr. Friedhelm Deerberg  
 Fachberatung für ökologische  
 Geflügelhaltung; Dorfstraße 41  
 37339 Böseckendorf  
 E-Mail: [fachberater-fd@t-online.de](mailto:fachberater-fd@t-online.de)

Prof. Dr. Gerhard Flachowsky  
 Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)  
 Bund.-forsch.-inst. f. Tiergesundheit  
 Institut für Tierernährung  
 Bundesallee 50, 38116 Braunschweig  
 E-Mail: [gerhard.flachowsky@fli.bund.de](mailto:gerhard.flachowsky@fli.bund.de)

Prof. Dr. Dietmar K. Flock  
 Lohmann Tierzucht GmbH  
 privat:  
 Akazienweg 5  
 27478 Cuxhaven  
 E-Mail: [dkflock@t-online.de](mailto:dkflock@t-online.de)

Katrin Gerlach  
 ZMP Zentrale Markt- und  
 Preisberichtst. GmbH; Abt. Eier & Geflügel  
 Rochusstraße 2, 53123 Bonn  
 E-Mail: [katrin.gerlach@zmp.de](mailto:katrin.gerlach@zmp.de)

Prof. Dr. Michael A. Grashorn  
 Universität Hohenheim  
 Institut für Tierhaltung  
 Garbenstraße 17  
 70593 Stuttgart  
 E-Mail: [grashorn@uni-hohenheim.de](mailto:grashorn@uni-hohenheim.de)

Dr. Ingrid Halle  
 Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)  
 Institut für Tierernährung  
 Bundesallee 50, 38116 Braunschweig  
 E-Mail: [ingrid.halle@fli.bund.de](mailto:ingrid.halle@fli.bund.de)

Dr. Peter Hiller (Bildmaterial)  
 Landwirtschaftskammer Niedersachsen  
 Mars-la-Tour-Straße 6  
 26121 Oldenburg  
 E-Mail: [peter.hiller@lwk-niedersachsen.de](mailto:peter.hiller@lwk-niedersachsen.de)

Dr. Thomas Janning  
 Zentralverband der deutschen  
 Geflügelwirtschaft und  
 Bundesverband Dt. Ei e.V.  
 Claire-Waldoft-Straße 7, 10117 Berlin  
 E-Mail: [dr.th.janning@zdq-online.de](mailto:dr.th.janning@zdq-online.de)

Dr. Arne Jung  
Stiftung Tierärztliche Hochschule  
Hannover  
Klinik für Geflügel  
Bünteweg 17, 30559 Hannover  
E-Mail: [arne.jung@tiho-hannover.de](mailto:arne.jung@tiho-hannover.de)

Dipl. Biol. Christiane Keppler  
Universität Kassel  
FG Nutztierethologie und Tierhaltung  
FB Ökol. Agrarwissenschaften  
Nordbahnhofstraße 1a  
37213 Witzenhausen  
E-Mail: [ckepller@wiz.uni-kassel.de](mailto:ckepller@wiz.uni-kassel.de)

Prof. Dr. Ute Knerim  
Universität Kassel  
FG Nutztierethologie und Tierhaltung  
FB Ökol. Agrarwissenschaften  
Nordbahnhofstraße 1a  
37213 Witzenhausen  
E-Mail: [knierim@wiz.uni-kassel.de](mailto:knierim@wiz.uni-kassel.de)

Thomas Mörler  
Niedersächsisches Landesamt für  
Verbraucherschutz und  
Lebensmittelsicherheit (LAVES)  
Postfach 3949, 26029 Oldenburg  
E-Mail: [thomas.moerler@laves.niedersachsen.de](mailto:thomas.moerler@laves.niedersachsen.de)

Dr. Alexandra Moesta  
Universität Kassel; FG Nutztierethologie u.  
Tierhalt.; FB Ökol. Agrarwissenschaften  
Nordbahnhofstraße 1a  
37213 Witzenhausen  
E-Mail: [moesta@uni-kassel.de](mailto:moesta@uni-kassel.de)

Prof. Dr. Rudolf Preisinger  
Lohmann Tierzucht GmbH  
Am Seedeich 9-11, P.O. Box 460  
27454 Cuxhaven  
E-Mail: [preisinger@ltz.de](mailto:preisinger@ltz.de)

Prof. Dr. Silke Rautenschlein  
Stift. Tierärztliche Hochschule  
Hannover; Klinik für Geflügel  
Bünteweg 17, 30559 Hannover  
E-Mail: [silke.rautenschlein@tiho-hannover.de](mailto:silke.rautenschlein@tiho-hannover.de)

Dr. Matthias Schmutz  
Lohmann Tierzucht GmbH  
Am Seedeich 9-11, P.O. Box 460  
27454 Cuxhaven  
E-Mail: [schmutz@ltz.de](mailto:schmutz@ltz.de)

Dir. u. Prof. Dr. Lars Schrader  
Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)  
Institut für Tierschutz und Tierhaltung  
Dörnbergstraße 25/27  
29233 Celle  
E-Mail: [lars.schrader@fli.bund.de](mailto:lars.schrader@fli.bund.de)

Dipl. Ing. agr. M. Sc. Marion Staack  
Universität Kassel  
FG Nutztierethologie und Tierhaltung  
FB Ökol. Agrarwissenschaften  
Nordbahnhofstraße 1a  
37213 Witzenhausen  
E-Mail: [m.staack@wiz.uni-kassel.de](mailto:m.staack@wiz.uni-kassel.de)

Prof. Dr. Waldemar Ternes  
Stiftung Tierärztliche Hochschule  
Hannover  
Zentrum für Lebensmittelwissenschaften  
- Chemische Analytik  
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover  
E-Mail: [waldemar.ternes@tiho-hannover.de](mailto:waldemar.ternes@tiho-hannover.de)

Dr. Hans-Heinrich Thiele  
Lohmann Tierzucht GmbH  
Am Seedeich 9-11,  
P.O. Box 460  
27454 Cuxhaven  
E-Mail: [thiele@ltz.de](mailto:thiele@ltz.de)

Dr. Matthias Voss  
Lohmann Tierzucht GmbH  
Abschnede 64  
27472 Cuxhaven  
E-Mail: [voss@ltz.de](mailto:voss@ltz.de)

Dr. Steffen Weigend  
Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)  
Bundesforschungsinstitut für  
Tiergesundheit  
Institut für Nutztiergenetik  
Höltystraße 10, 31535 Neustadt  
E-Mail: [steffen.weigend@fli.bund.de](mailto:steffen.weigend@fli.bund.de)

# Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Bedeutung der Eiererzeugung: Aktueller Stand und weitere Herausforderungen <i>(W. Brade, Th. Janning)</i>	1
2	Eibildung, Eiqualität, Vermarktungsnormen für Eier	7
2.1	Physiologie der Eibildung und Aufbau des Eies <i>(W. Brade)</i>	7
2.1.1	Der Eierstock (Ovar)	7
2.1.2	Der Eileiter (Oviduct)	9
2.1.3	Aufbau des Eies	11
2.1.4	Legekurve einer Herde	14
2.2	Eiqualität <i>(M. Grashorn)</i>	18
2.2.1	Zusammensetzung des Hühnereies	18
2.2.2	Äußere Eiqualität	19
2.2.3	Innere Eiqualität	21
2.2.4	Funktionale Eigenschaften	30
2.2.5	Eiprodukte	32
2.3	EG-Vermarktungsnormen für Eier, Kennzeichnungsvorschriften, Eierpackstellen, Legehennenbetriebsregistergesetz etc. <i>(B. Aue, Th. Mörl)</i>	34
2.3.1	EG-Vermarktungsnormen für Eier	34
2.3.2	Kennzeichnungsvorschriften	35
2.3.3	Eierpackstellen	36
2.3.4	Registrierung von Legehennenhaltungen	38
2.3.5	Die Kontrolle der Marktteilnehmer	40
3	Genetik und Züchtung	42
3.1	Genetische Vielfalt beim Haushuhn <i>(St. Weigend)</i>	42
3.1.1	Einleitung	42
3.1.2	Taxonomie und Domestikation des Huhnes	43
3.1.3	Rassegeflügel	44
3.1.4	Erfassung und Bewertung genetischer Diversität beim Geflügel	48
3.1.5	Genomische Forschungen beim Huhn	54
3.2	Populationsgenetische Grundlagen unter besonderer Berücksichtigung der Theorie der Kreuzungszucht <i>(W. Brade)</i>	57
3.2.1	Erfassung der genetischen Variabilität bei quantitativen Merkmalen	57
3.2.2	Kreuzungszucht	59
3.2.3	Kreuzungsparameter in Projekten mit mehreren Linien (Herkünften)	60
3.3	Praxisorientierte Legehennenzüchtung <i>(D. K. Flock, M. Schmutz, R. Preisinger)</i>	70
3.3.1	Einleitung	70
3.3.2	Theorie und Praxis	70
3.3.3	Verhaltensmerkmale – Anpassungsfähigkeit an bestimmte Haltungsbedingungen	84

	Seite
3.3.4 Schätzung des Zuchtfortschritts	87
3.3.5 Nachhaltigkeit	88
3.3.6 Ausblick	89
4 Verhalten, Haltung, spezielle Managementfaktoren	93
4.1 Verhalten und Haltung ( <i>L. Schrader</i> )	93
4.1.1 Verhalten	93
4.1.2 Haltung	103
4.2 Managementempfehlungen zur Junghennenauzucht ( <i>H. H. Thiele</i> )	118
4.2.1 Einleitung	118
4.2.2 Bodenhaltung	118
4.2.3 Volierenhaltung	118
4.2.4 Einstreu	119
4.2.5 Stallklima	119
4.2.6 Einsetzen der Küken - Bodenhaltung	120
4.2.7 Einsetzen der Küken - Volierenhaltung	120
4.2.8 Intermittierendes Lichtprogramm für Küken	121
4.2.9 Besatzdichte	122
4.2.10 Grit	122
4.2.11 Behandlung der Schnäbel	123
4.2.12 Ernährung	123
4.2.13 Uniformität	124
4.2.14 Beleuchtungsprogramme	124
4.2.15 Verhaltensstörungen/Gefiederwechsel	125
4.2.16 Umstallung	127
4.2.17 Investitionsphase Aufzucht	127
4.3 Spezielle Managementmaßnahmen in der alternativen Legehennenhaltung ( <i>Ute Knierim, Christiane Keppler, Marion Staack, Alexandra Moesta</i> )	128
4.3.1 Einleitung	128
4.3.2 Managementmaßnahmen zur Verminderung des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus	128
4.3.3 Managementmaßnahmen zur Verminderung der Furchtsamkeit der Hennen vor Menschen	131
4.3.4 Managementmaßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität	132
4.3.5 Auslaufmanagement	133
5 Ernährung, Fütterung sowie nährstoffökonomische Aspekte	141
5.1 Futtermittelkundliche Aspekte ( <i>A. Berk</i> )	141
5.1.1 Wichtige Futterinhaltsstoffe	141
5.1.2 Weitere Kriterien der Rationsgestaltung	144
5.1.3 Einteilung der Futtermittel	146

	Seite	
5.1.4	Futtermitteltabellen	148
5.2	Legehennenfütterung ( <i>Ingrid Halle</i> )	150
5.2.1	Verdauungstrakt	150
5.2.2	Leistungsstadien der Legehenne	151
5.2.3	Nährstoffbedarf von Legehennen	152
5.2.4	Praktische Fütterung	157
5.3	Nährstoffökonomische und ökologische Betrachtungen bei der Eiererzeugung ( <i>G. Flachowsky</i> )	159
5.3.1	Einleitung	159
5.3.2	Energie- und Nährstoffeinsatz	161
5.3.3	Ökobilanz (CO <sub>2</sub> -Footprint)	167
5.4	Exkrementenanfall und -verwertung in der Eiererzeugung mit Legehennen ( <i>O. Bohnenkemper</i> )	172
5.4.1	Wertschätzung im Wandel der Zeit	172
5.4.2	Mengenmäßiger Anfall von Legehennenkot	172
5.4.3	Berücksichtigung produktionstechnischer Unterschiede	173
5.4.4	Schlussfolgerungen	176
6	Gesundheitsmanagement und Krankheiten	177
6.1	Tierärztliche Bestandsbetreuung von Legehennenbeständen: wirtschaftlich bedeutsame Krankheiten und Präventionsstrategien ( <i>Silke Rautenschlein, A. Jung</i> )	177
6.1.1	Bedeutung der tierärztlichen Bestandsbetreuung	177
6.1.2	Tierärztliches Vorgehen in der Legehennenbetreuung	178
6.1.3	Ökonomisch bedeutsame Erkrankungen bei Legehennen	179
6.1.4	Maßnahmen zur Gesunderhaltung von Legehennen	187
6.2	Maßnahmen zur Erfassung des Gesundheitsstatus in verschiedenen Haltungssystemen ( <i>M. Voss</i> )	190
6.2.1	Probenahme	191
6.2.2	Reinigung und Hygiene	193
6.2.3	Immunprophylaxe	197
7	Eiererzeugung im Ökologischen Landbau ( <i>R. Andersson, F. Deerberg</i> )	200
7.1	Allgemeine Grundregeln zur Tierhaltung im Ökologischen Landbau	200
7.2	Haltungsverfahren	200
7.3	Tierzukauf und Herkunft der Hennen	201
7.4	Junghennenaufzucht	201
7.5	Legepause	202
7.6	Vorbeugende Maßnahmen	203
7.7	Futterversorgung	204
7.8	Ökonomische Aspekte	206

	Seite
8 Eiprodukte, aktuelle Trends in der Verarbeitung und Verwendung ( <b>W. Ternes</b> )	210
8.1 Die Bedeutung von Eiprodukten	210
8.2 Übersicht der Eiprodukte	212
8.3 Vollei	213
8.3.1 Pasteurisation	213
8.3.2 Volleipulver	214
8.3.3 Hydrostatische Hochdruckverfahren	214
8.3.4 Speisen mit Volleiprodukten	214
8.4 Eiklar	215
8.4.1 Pasteurisation	215
8.4.2 Eiklarpulver	215
8.4.3 Isolate	216
8.5 Eigelb	216
8.5.1 Pasteurisation und thermische Einwirkung auf Eigelb	217
8.5.2 Eigelb-Pulver	219
8.5.3 Gefrorenes Eigelb	220
8.5.4 Gerichte mit Eigelbprodukten	221
8.5.5 Eigelbfaktionen (Isolate)	222
8.6 Eischalen	222
9 Betriebswirtschaftliche Aspekte der Eiererzeugung ( <b>K. Damme</b> )	224
9.1 Parameter der Wirtschaftlichkeit	224
9.2 Kostenstruktur der Eiererzeugung	224
9.2.1 Kalkulation der Festkosten	225
9.2.2 Arbeitsaufwand und Arbeitskosten	227
9.2.3 Direkte Kosten und Leistung	230
9.3 Vollkostenkalkulation der Eiererzeugung in verschiedenen Haltungs- und Vermarktungsvarianten	233
9.4 Vermarktungskosten	236
9.5 Eierlöse und Betriebseinkommen	236
9.6 Koppelerlöse	237
9.7 Fazit	238
10 Der Eiermarkt – national und international ( <b>W. Böttcher, Margit M. Beck, Katrin Gerlach</b> )	240
10.1 Deutschland	240
10.1.1 Rückgang von Produktion und Selbstversorgung	240
10.1.2 Die Eiereinkäufe der Haushalte	241
10.1.3 Die deutsche Eierproduktion im Detail	245
10.1.4 Der deutsche Außenhandel mit Eiern	247

	<i>Seite</i>
10.1.5 Preissituation am Eiermarkt	249
10.2 EU/Weltmarkt	250
11 Futtermitteltabelle ( <b>A. Berk</b> )	256



## 1 Bedeutung der Eiererzeugung: Aktueller Stand und weitere Herausforderungen (W. Brade, Th. Janning)

Im Vergleich zur Rinder- und Schweinehaltung weist die Legehennenhaltung mit meist direkt angeschlossener Eiervermarktung einige Besonderheiten auf, die sich wie folgt charakterisieren lassen:

- die Erzeugung von Eiern liegt überwiegend in der Hand von spezialisierten, häufig gewerblichen Unternehmen;
- hoher Organisationsgrad mit klarer Strukturierung in Form von Basiszucht, Vermehrung und Eiererzeugung mit speziellen Zuchtlinien;
- die Basiszucht für diesen hoch entwickelten Produktionsbereich liegt in der Hand weltweit operierender Zuchtfirmen (vgl. auch Kapitel 3);
- die Haltungsform ist wesentliches Unterscheidungsmerkmal in Erzeugung und Vermarktung
- die EU-Hennenhaltungsrichtlinie und deren nationale Umsetzung mit dem Verbot der herkömmlichen Käfighaltung stellt die Eierwirtschaft vor eine besondere Herausforderung.

Die Geflügelwirtschaft basiert bekanntermaßen auf der Verwendung von Getreide als Hauptfuttermittel. Obwohl das Geflügel damit scheinbar als Nahrungskonkurrent zum Menschen auftritt, ermöglichen oft nur diese Tierarten - selbst unter extremen Ernährungsbedingungen in den großen, urbanen Zentren der Entwicklungsländer - die Erzeugung notwendiger Mengen von Lebensmittel tierischer Herkunft vor Ort.

Die bemerkenswerte Effizienz der Eiererzeugung vergleichsweise gegenüber der Rindfleisch- oder Schweinefleischerzeugung ist hierbei zusätzlich zu beachten (vgl. Abschnitt 5.3).

### Der deutsche und internationale Eiermarkt

In 2007 reduzierte sich der Jahresdurchschnittsbestand an Legehennen in Deutschland, nach Angaben der ZMP von 42,4 (2006) auf 41,4 Mio. Tiere.

Aufgrund einer gestiegenen Legeleistung reduzierte sich die Gesamteierproduktion gegenüber 2006 aber nur um 0,2 % auf 12,671 Mrd. Stück.

Die durchschnittliche Legeleistung erreichte mit 285 Eiern pro Henne und Jahr einen neuen Höchstwert. In 2007 wurden in Deutschland mit 17,3 Mrd. Stück etwas mehr Eier (plus 0,5 %) verbraucht als im Jahr zuvor. Der Selbstversorgungsgrad fiel auf 67,5 % (vgl. Tab. 1.1).

Infolge veränderter Verzehrgewohnheiten hat der Eierkonsum in den letzten 30 Jahren beträchtlich abgenommen. Zwischenzeitlich ist eine deutliche Stabilisierung des Eierverzehrs auf niedrigerem Niveau (ca. 210 Eier/pro Person/Jahr) eingetreten. Das Ei mit seiner hohen biologischen Wertigkeit und der Vielfalt der Verwendung ist ein beliebtes Nahrungsmittel. Wichtig war sicher auch die Versachlichung und Beruhigung der Cholesterindiskussion mit der Feststellung, dass Eier eben nicht die in früheren Jahren betitelten „Cholesterinbomben“ sind. Ein weiterer Zuwachs des Eierverbrauchs kann erwartet werden.

Tab. 1.1: Eierkonsum in Deutschland

Jahr	Verbrauch (Kopf/Jahr) in Stck.	Marktanteil der dt. Erzeugung
1975	288*	78,1*
1980	285*	72,0*
1985	280*	69,1*
1993	215**	69,5**
2003	212**	71,2**
2007	210**	67,5**

Quelle: ZMP-BERICHTE; Anm.: \* 11 Bundesländer, \*\* 16 Bundesländer

Zwei Aspekte bleiben hier anzumerken:

- die Bevorzugung des Frühstück-Eies aus alternativen Haltungen, verbunden mit der Bereitschaft, dafür einen höheren Preis zu akzeptieren; hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Verbraucher zunehmend aufgrund des ausschließlichen Angebots von Eiern aus Boden-, Freilandhaltung und ökologischer Erzeugung in seiner Wahlmöglichkeit eingeschränkt ist;
- die Verwendung von Eiern aus Käfighaltung unter Preisgesichtspunkten in der Eiprodukteindustrie (Nudeln, Backwaren etc.).

Auf EU-Ebene ist die Versorgungsbilanz ausgeglichen (Tab. 1.2).

**Tab. 1.2: Versorgungsbilanz Eier der EU**

1.000 Tonnen	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	EU-15		EU-25			EU-27
Verwendbare Erzeugung insgesamt	5.736	5.480	7.003	6.940	6.688	7.236
Ausfuhr insgesamt	123	75	80	80	82	77
Einfuhr insgesamt	54	69	35	45	65	74
Nahrungsverbrauch	5.232	5.101	6.500	6.350	6.225	6.750
Verbrauch je Kopf, in kg	13,7	13,3	14,2	13,8	13,4	13,6
Selbstversorgungsgrad, %	101	100	101	102	101	101

Anmerkung: Zum Teil vorläufig bzw. geschätzt; Quelle: ZMP-BERICHT (2008)

Weltweit wichtigster Eiererzeuger und -verbraucher ist China (Tab1.3).

**Tab. 1.3: Eierverbrauch je Einwohner und Jahr (in kg/Kopf) in ausgewählten Ländern**

kg/Kopf	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Deutschland	13,4	13,1	12,9	12,6	12,9	13,1
Frankreich	15,1	15,1	15,5	15,4	15,5	16,0
Vereinigtes Königreich	12,8	12,1	13,5	11,5	11,2	11,0
Eu-15 bzw. EU-25 / EU-27 <sup>1)</sup>	13,7	13,3	14,2	13,8	13,4	13,6
<b>Drittländer:</b>						
China	16,9	17,8	18,5	k.A. <sup>2)</sup>	20,4	k.A.
Japan	20,7	20,7	20,8	k.A.	21,0	k.A.
USA	15,1	15,1	15,2	15,1	15,2	14,8

Anmerkung: Bei EU-Ländern z. T. erhebliche Unterschiede zwischen den nationalen Angaben und EUROSTAT.

– Teilweise vorläufig bzw. geschätzt. – Durch häufige Veränderungen der nationalen Berechnungsfaktoren eingeschränkte Vergleichbarkeit innerhalb der Zeitreihen. – 1) Ab 2007 EU-27; Quelle: ZMP-BERICHT (2008);

<sup>2)</sup> keine Angaben

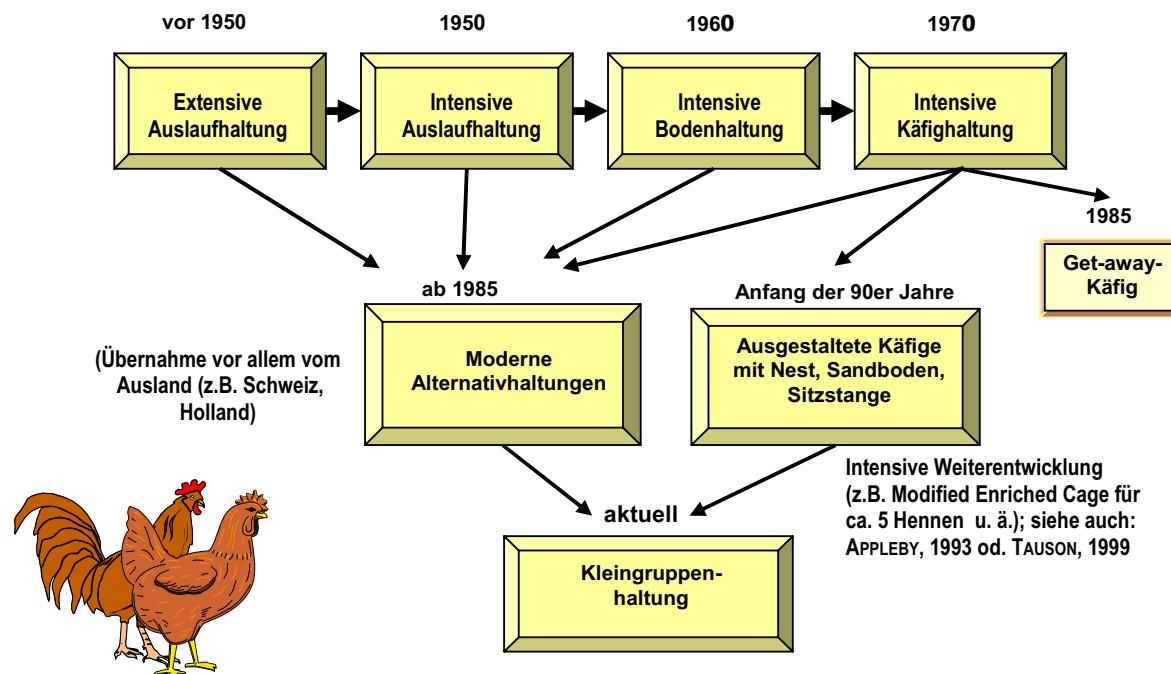
Spezielle Details findet man in den Ausführungen von W. BÖTTCHER et al. (ZMP, Bonn) im 10. Kapitel dieser Broschüre.

### Weiterentwicklung der Haltungsformen

Die Umsetzung der unter deutscher Ratspräsidentschaft verabschiedeten „Hennenhaltungsrichtlinie“ in 1999 hat vor allem in Deutschland zu einer sehr intensiven politischen und öffentlichen Diskussion geführt. Dabei wurde leider oftmals die notwendige Sachlichkeit vermisst. Erst mit der Zweiten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung wurde die „Kleingruppenhaltung“ als neben der Boden-, Freilandhaltung und ökologischen Erzeugung gleichberechtigte Haltungsform zugelassen. Die Kleingruppenhaltung basiert auf fundierten wissenschaftlichen Untersuchungen und praktischen Erprobungen (Abb. 1.1) unter Berücksichtigung der Aspekte des Tierverhaltens, der Tiergesundheit, des Verbraucher- und Umweltschutz sowie der Arbeitswirtschaft. Die Kleingruppenhaltung erfüllt aus Sicht der Autoren damit auch das im Grundgesetz verankerte Staatsziel Tierschutz.

An dieser Stelle bleibt zu vermerken, dass keine der derzeit vorhandenen Haltungsformen (Freiland-, Boden- und Kleingruppenhaltung) völlig ohne Nachteile sind.

Prinzipiell gilt: je *offener* das Haltungssystem gestaltet wird, desto höher ist auch das gesundheitliche Risiko für die Tiere. Gleichzeitig wächst das Risiko für notwendige therapeutische Maßnahmen und damit das Risiko für Arzneimittelrückstände im Ei (vgl. BRADE, 2000a, b u.a.).



**Abb. 1.1: Entwicklung der Haltungssysteme für Legehennen in Deutschland ab 1950  
(in Anlehnung an BRADE, 1999 und 2000a)**

Die Erzeugungskosten in der Kleingruppenhaltung dürfen unter denen der Bodenhaltung liegen, so dass künftig Handel und Verbraucher ein preisgünstiges Ei aus einer weiteren zugelassenen und tiergerechten Haltungsform angeboten werden kann.

### Rasanter Anstieg der Futterkosten

In allen Bereichen der Produktion von Lebensmitteln tierischen Ursprungs machen die Futterkosten den höchsten Anteil an den Gesamtkosten aus. Der aktuell starke Anstieg der Agrarrohstoffpreise ist auf ein Zusammentreffen verschiedener Faktoren zurückzuführen (vgl. NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, VERBRAUCHERSCHUTZ UND LANDESENTWICKLUNG, 2008):

- wachsende Kaufkraft und Anstieg der Nachfrage nach veredelten Produkten (Fleisch, Milchprodukte, Eier) insbesondere im asiatischen Raum (China, Indien);
- weltweites Bevölkerungswachstum (jährlich rd. 80 Mio. Menschen);
- starker Anstieg der Rohölpreise und damit auch steigende Produktionskosten in der Landwirtschaft (z. B. Diesel, Strom, Dünger);
- durch steigende Energiepreise höhere Wettbewerbsfähigkeit von Agrarrohstoffen zur Energiegewinnung;
- begrenzte landwirtschaftliche Nutzflächen, teilweise abnehmende Ertragssteigerungen und damit nur langsam anwachsende weltweite Nahrungsmittelproduktion;
- andauernder Nutzflächenverlust für Siedlungs- und Infrastrukturzwecke sowie für Kompensationsmaßnahmen nach Naturschutzrecht.

Wenn die Getreide- und Sojapreise am Weltmarkt steigen, sind auch die Züchter wieder – in Analogie zu früheren Produktionsbedingungen (vor 1980) – stärker gefordert, neben der Maximierung der Legeleistung die zugehörigen Futterkosten je verkaufsfähiges Ei bzw. je kg Eimasse zu beachten (BRADE, 1982, u.a.).

Beschäftigt man sich mit dem Futteraufwand bzw. der Futterverwertung, muss man zwischen Erhaltungs- und Leistungsbedarf unterscheiden (vgl. Kapitel 5). Aus züchterischer Sicht bieten beide Komponenten Ansätze für eine gezielte Einflussnahme (vgl. Abb. 1.2):

- Einbeziehung der Körpermasse der Tiere in die genetisch-züchterische Bewertung (= Optimierung der Körpermasse zwecks Reduzierung des Erhaltungsbedarfs bei hoher Leistung)
- gezielte Selektion auf Legeleistung, Anteil verkaufsfähiger Eier und Tiergesundheit.

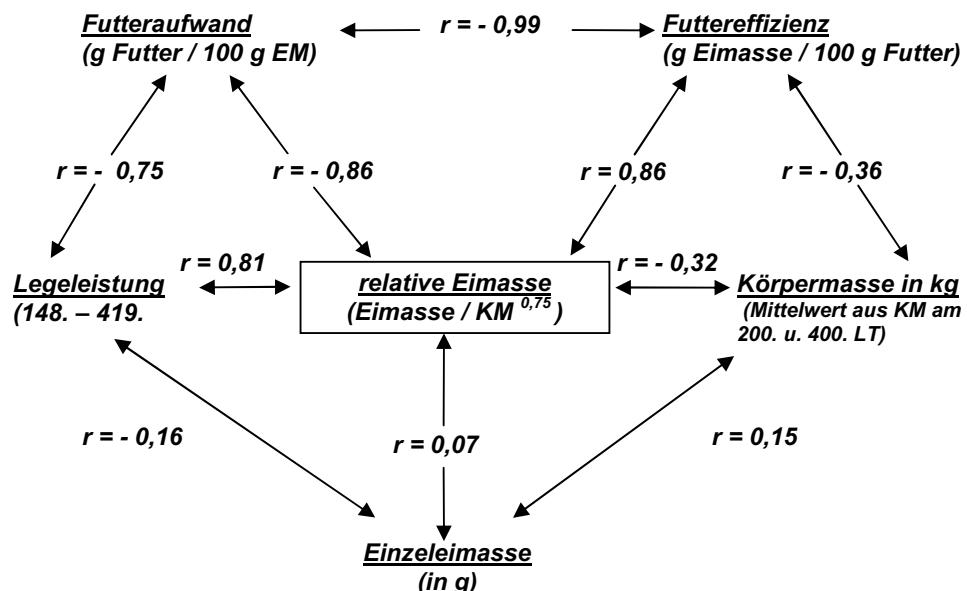


Abb. 1.2: Korrelative Beziehungen (r) zwischen verschiedenen Merkmalen in der Legehybridzüchtung. Datenmaterial: 97 väterliche Nachkommengruppen mit je mehr als 10 F1-Töchtern (Anm.: LT = Lebenstag, KM = Körpermasse). Quelle: BRADE, 1993

### Eiqualität

Der Begriff der Qualität ist nicht mit einem einzigen Kriterium messbar und eindeutig zu definieren: Er muss als Gesamtheit einzelner Faktoren gesehen werden, deren Wertschätzungen seitens der Produzenten bzw. der Verbraucher häufig auch noch sehr unterschiedlich sind.

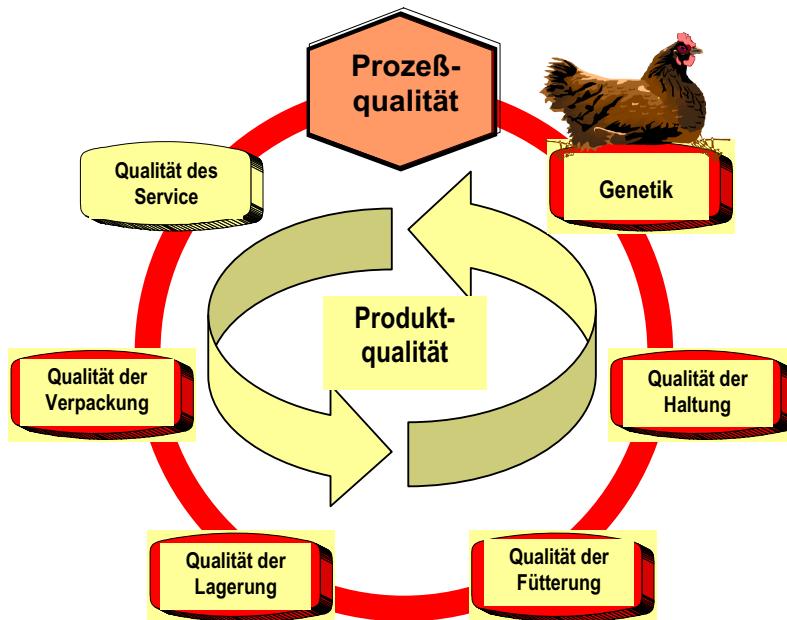
Nicht zu bezweifeln ist, dass das Hühnerei zu den biologisch hochwertigen Lebensmitteln mit sehr guter Verdaulichkeit und hohem Nährwert zählt. Als Kriterien, die für den Verbraucher wichtig sind, können genannt werden (BRADE, 2000a):

- Gesundheitswert (Nährwert, Sicherheit)
- ökonomischer Wert (Preis, Größe)
- Genusswert (Frische, Genuss)
- Eignungswert (Convenience, Verpackung)
- psychologischer Wert (ethisch-moralischer Wert, Prestige)
- ökologischer Wert (Region)
- soziokultureller Wert.

Die Rangfolge der Wichtigkeit der oben genannten Kriterien ist für verschiedene Verbrauchergruppen differenziert. Auch gibt es nicht den „durchschnittlichen“ Verbraucher,

der immer wieder die Statistik „prägt“. Verbraucher zeigen zeit- und situationsgebunden unterschiedliche Konsumstile (BRADE, 2000a)

Steigender Wohlstand verändert die Präferenz-Strukturen. Die Sicherstellung einer permanent hohen Qualität von Schaleneiern erfordert - neben einer anspruchsvollen Genetik der Tiere, dem Management und Haltungsverfahren - eine ordnungsgemäße Behandlung der erzeugten Eier. Zur Behandlung der Eier zählt man beispielsweise die Verpackung, den Transport und die Lagerung (vgl. Abb. 1.3).



**Abb. 1.3: Prozess- und Produktqualität in der Eiererzeugung**  
Quelle: BRADE, 1999

Das europäische Hygienerecht schreibt vor, dass Hühnereier innerhalb von höchstens 21 Tagen nach dem Legen an den Verbraucher abzugeben sind (vgl. auch Kapitel 2.3).

Eier müssen im Erzeugerbetrieb bis hin zum Verkauf an den Endverbraucher sauber, trocken und frei von Fremdgeruch gehalten sowie wirksam vor Stößen und vor Sonneneinstrahlung geschützt werden. Über die EU-Vorgaben hinausgehend, ist in Deutschland vorgeschrieben, Hühnereier ab dem 18. Tag nach dem Legen bei einer Temperatur von + 5 °C bis + 8 °C zu lagern oder zu befördern. Die Mindesthaltbarkeitsdauer beträgt maximal 28 Tage nach dem Legen. Auf der Verpackung sind u.a. folgende Angaben vorgeschrieben:

- Güte- und Gewichtsklasse ,
- Art der Legehennenhaltung,
- die Mindesthaltbarkeitsdauer (MHD),
- Verbraucherhinweis: Eier nach Kauf bei Kühlschranktemperatur aufbewahren,
- Kennnummer der Packstelle.

Darüber hinaus sind weitere freiwillige Angaben auf Packungen und Eiern zulässig, sofern diese nicht geeignet sind den Verbraucher irreführen.

## Literatur

Appleby, M. C. (1993): Modified cages for laying hens. Proceed. of 4th Europ. Symp. on Poultry Welfare, Edinburgh pp. 237 - 239

Bessei, W.; K. Damme (1998): Neue Verfahren für die Legehennenhaltung. Ktbl-Schrift Nr. 378, S. 1 - 70

Böttcher, W., M. Beck, M. Bilsing, U. Schmidt (2008): ZMP-Marktbilanz. Eier und Geflügel 2008. Druck: Medien Plump GmbH, 2008, 213 Seiten

Brade, W. (1982): Möglichkeiten der Beeinflussung der Futterverwertung bei Legehennen. Archiv Tierzucht 25, 1982, S. 243 - 253.

Brade, W. (1993): Die Geflügelzüchtung als Bestandteil einer modernen Geflügelwirtschaft und -forschung: ein aktueller Überblick. Berichte über Landwirtschaft, Bd. 71, S. 445 - 468

Brade, W. (1999): Haltung von Legehennen, Eiqualität und Verbraucher (Teil 1 u. 2) Tierärztl. Umschau 54, S. 270 - 274 u. S. 341 - 343

Brade, W. (2000a): Haltungssysteme für Legehennen. Eiqualität und Kaufverhalten der Verbraucher. Berichte über Landwirtschaft, Bd. 78, S. 564 - 593.

Brade, W. (2000b): Neue Haltungssysteme für Legehennen – aktueller Stand der Nutzung ausgestalteter Käfige für Legehennen. 5. Int. Tagung „Bau, Technik u. Umwelt in der Idw. Nutztierhaltung“, 6./7. März 2000, Stuttgart-Hohenheim, Tagungsband S. 356 - 361

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung, (2008): Bioenergie und Nahrungsmittelpreise. Pressemitteilung Nr. 038 vom 17.07.2008

Tauson, R. (1999): The state of development and experiences of new furnished cages for laying hens. WPSA-Tagung, Mariensee, 10.03.1999



**Liebe zum Tier beginnt in der frühesten Jugend**  
(Quelle: LWK Niedersachsen)

## 2 Eibildung, Eiqualität, Vermarktungsnormen für Eier

### 2.1 Physiologie der Eibildung und Aufbau des Eies (W. Brade)

Die Leistung des Huhnes beruht – wie bei keinem anderen Nutztier – auf der zugehörigen Fortpflanzungsleistung des weiblichen Geschlechts.

Die sehr komplexe Eibildung findet im Eierstock (= Ovar) und im Eileiter (Oviduct) statt. Eine Beschreibung der Eibildung erfordert deshalb auch Erläuterungen zum Bau und zur Funktion des Ovars bzw. des Oviducts.

#### 2.1.1 Der Eierstock (Ovar)

Das im Eierstock vorhandene **Ei (= Ovum)** und seine **begrenzende Membran** nennt man **Follikel**.

Während der Embryonalentwicklung enthält der Eierstock (Ovar) einige Millionen Oocyten, die schon in einer sehr frühen Phase der Embryogenese angelegt werden.

Mehr als 90 % der Follikel, die zum Zeitpunkt des Schlupfes im **unreifen Kükenovar** vorhanden sind, werden wieder zurückgebildet (vgl. GERSTBERGER und BARTH, 2005). Festzuhalten bleibt somit, dass nur sehr wenige, der bereits im unreifen Kükenovar angelegten Follikel (= *Primordialfollikel*) während der Geschlechtsreife zu **präovulatorischen Follikeln** heranwachsen und ovulieren.

Bei Legehennen gelangt meist nur der linksseitige (der beiden embryonal angelegten Eierstöcke) zur vollen, funktionsfähigen Ausbildung.

Die in Tabelle 2.1.1 genannten Zahlen dokumentieren, welche enorme Größenzunahme die Legeorgane vom Eintagsküken bis zum legereifen Huhn erfahren.

Das Ovar bildet – mit Erreichen der Geschlechtsreife – megalitherische<sup>1</sup> Eier; die, wenn sie voll entwickelt sind, einen Durchmesser von bis zu 40 mm erreichen können.

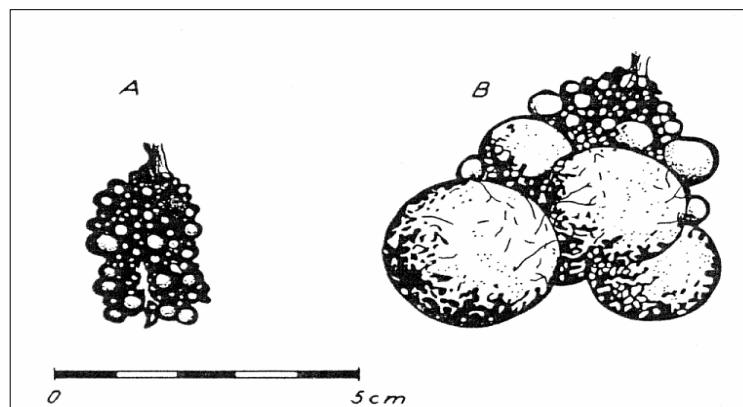


Abb. 2.1.1: Form und Größe des Ovars; A.: im Ruhezustand; B.: in Tätigkeit  
(Quelle: MEHNER u. RAUCH, 1968)

Im Rahmen der Regulation der Follikulogenese bestimmen zwei wichtige Vorgänge über die Lebensfähigkeit eines Follikels:

1. die *Selektion* eines Follikels für die weitere präovulatorische Wachstumsphase mit nachfolgender Einleitung der Ovulation,
2. die Atresie eines Follikels, d. h. dessen Rückbildung und Resorption (= programmiertter Zelltod, Apoptose).

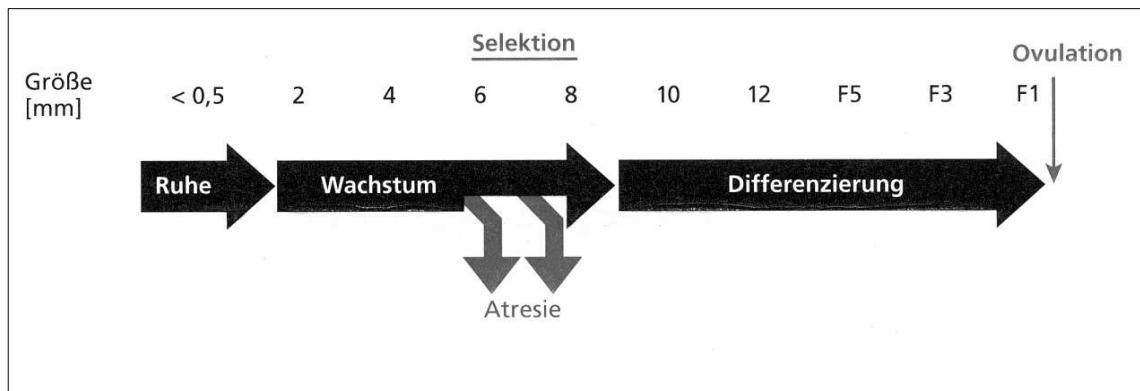
<sup>1</sup> *litherisch* hier im Sinne von: unabhängig, ungebunden

Die präovulatorischen Follikel lassen sich wiederum - entsprechend dem Zeitpunkt der Ovulation - in eine Rangordnung (*Hierarchie*) gliedern, wobei der größte Follikel als F1-Follikel, die nächst kleineren als F2-, F3-Follikel usw. bezeichnet werden. Der jeweils größte präovulatorische Follikel (F1) ovuliert, und nachfolgend wächst der F2-Follikel zum F1-Follikel heran (vgl. GERSTBERGER und BARTH, 2005 bzw. Abb. 2.1.2):

**Tab. 2.1.1 : Maße und Gewichte von Eileiter und Eierstock in verschiedenem Alter und in verschiedenen Phasen der Legetätigkeit**

Alters- bzw. Legezustand	Eileiter		Eierstock Gewicht in g
	Gewicht in g	Länge in cm	
Eintagsküken	0	0,45	0,03
Junghenne, 3 Monate alt	0,18	6,60	0,31
Junghenne, 4 Monate alt	1,10	9,69	2,66
Junghenne, 5 Monate alt	22,0	32,21	6,55
Junghenne nach dem 1. Ei	77	68	38
Junghenne unmittelbar vor Beendigung des Legens	74	65	34
Henne in voller Mauser	4	17	3
Henne bei Wiederbeg. des Legens nach der Mauser	75	68	49
Althenne in Legekondition	78	69	52
Althenne in Legepause	5	30	4

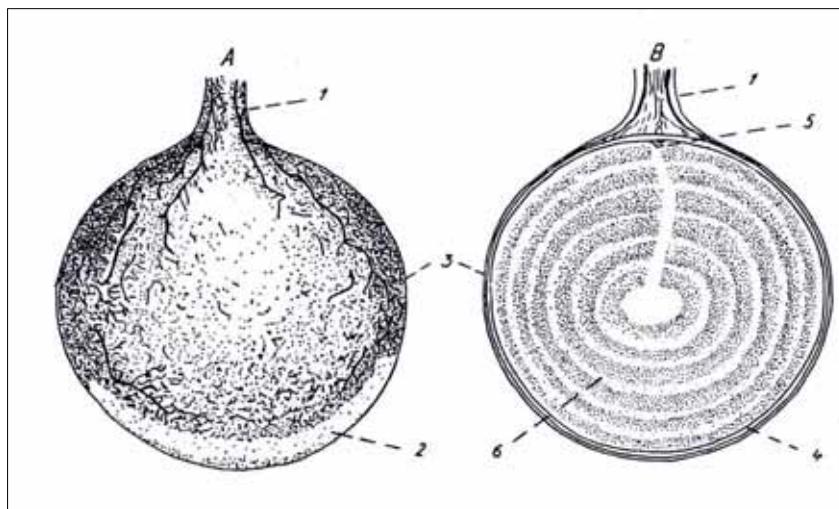
Quelle: MEHNER u. RAUCH, 1958 (gekürzt)



**Abb. 2.1.2: Die Hierarchie der Follikel eines Vogelovars stellt die Kontinuität reifer Follikel an aufeinander folgenden Tagen sicher.**

Wie am Beispiel der Henne gezeigt, wachsen die Follikel über einen Zeitraum von 2-3 Wochen bis zur Ovulation heran. Von den für die langsame Wachstumsphase selektierten, prähierarchischen Follikeln unterliegen die meisten der Atresie. Nur wenige der 6-8 mm großen, prähierarchischen Follikel werden für die weitere Differenzierung zu reifen, präovulatorischen Follikeln selektiert (Quelle: GERSTBERGER und BARTH, 2005).

Jedes Follikel ist durch einen schmalen Stiel am Ovar befestigt. Nach vollendeter Reifung des F1-Follikels reißt die Follikelwand am Stigma (= 'Sprungnarbe') auf, und es kommt zur **Ovulation**.



**Abb. 2.1.3: Eierstocksei, zu vollen Größe herangereift. A.: Draufsicht. B.: Querschnitt**

1. Stielchen, die Verbindung zwischen Ei und Eierstock.
2. Sprungnarbe (= Stigma), ein von Blutgefäßen freier Bezirk, wo der Follikel zur Zeit der Ovulation platzt.
3. Follikel mit Blutgefäßen.
4. Dottermembran.
5. Keimscheibe.
6. Abwechselnde Schichten von gelbem und weißem Dotter

(Quelle: ROMANOFF u. ROMANOFF ; zit. in: MEHNER u. RAUCH, 1958, S.368)

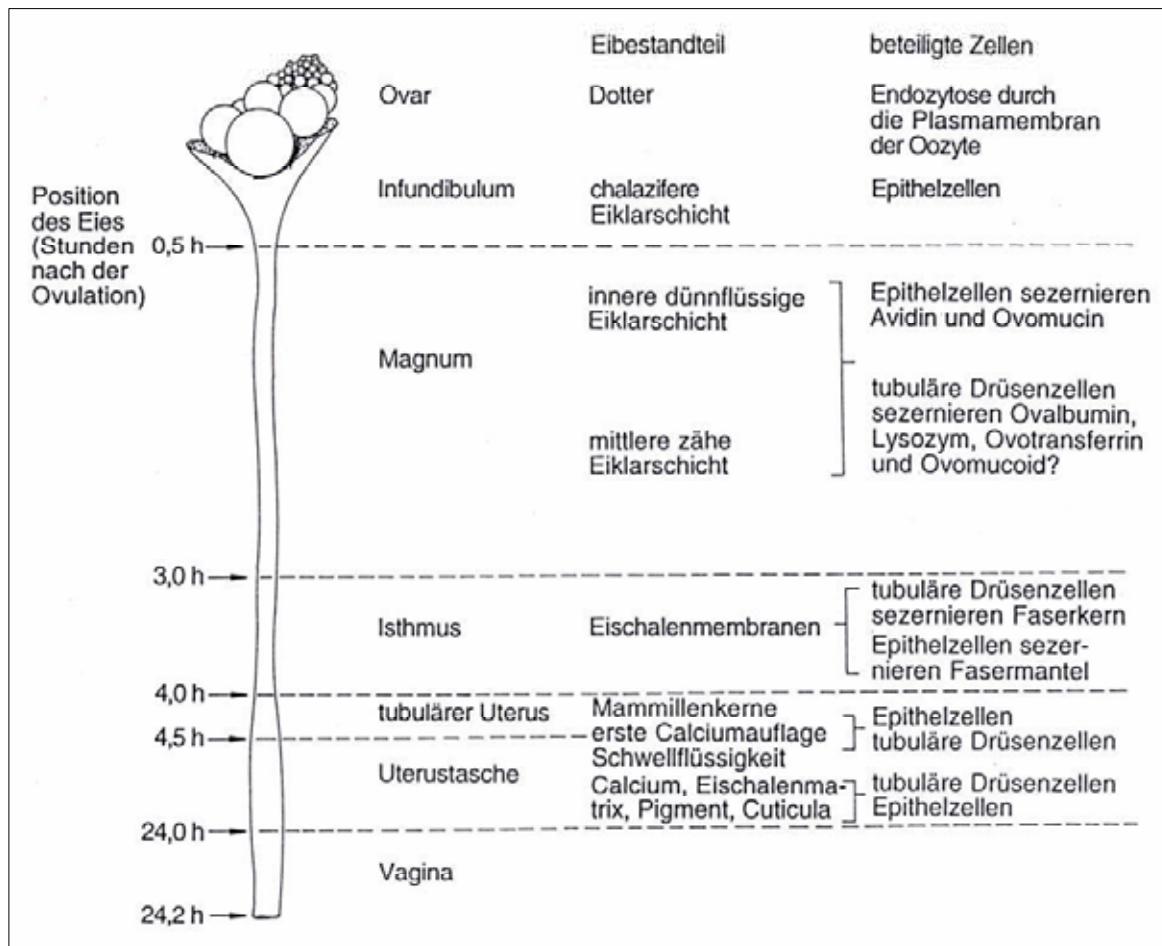
Nach der Ovulation verlässt das Ovum den Eierstock, umhüllt von der perivitellinen Membran. Der vom Ovum befreite, postovulatorische Follikel, der am Ovar verbleibt, enthält noch alle Zellschichten (*Granulosazellen*, *Thecazellen*), die bereits in der präovulatorischen Phase vorhanden war, und degeneriert bei der Legehenne wiederum innerhalb von ca. 24 Stunden unmittelbar nach der Ovulation.

## 2.1.2 Der Eileiter (Oviduct)

Der Eileiter befindet sich in der Bauchhöhle und kann eine Länge von weit über 65 cm erreichen. Er kann morphologisch und funktionell in verschiedene Regionen eingeteilt werden (BELYAVIN, 1994):

- *das Infundibulum*
- *das Magnum*
- *den Isthmus*
- *Eihalter mit Schalendrüse (Uterus)*
- *die Vagina (inkl. Öffnung in die Kloake)*

Der Ablauf der weiteren Eibildung im Oviduct (beim Huhn) ist nachfolgend skizziert:



**Abb. 2.1.4: Schematischer Ablauf der Eibildung beim Huhn und Verweildauer in den verschiedenen Regionen des Oviducts** (Quelle: TULLETT, 1987, zit. in: BELYAVIN, 1994)

Das Infundibulum lässt sich in zwei Bereiche gliedern:

- einem cephalen (kugelförmigen) Bereich
- einem caudalen Bereich.

Hauptaufgabe des Infundibulum ist die Aufnahme des Ovums einschl. freigegebener Dottermasse (nach Ovulation) und deren Weiterleitung in den Hauptteil des Eileiters. Das Infundibulum ist gleichzeitig der Ort, in dem die Befruchtung stattfindet (falls eine Paarung vorausgegangen ist). Danach gelangt das Ovum in den längsten, als Magnum (auch Eiweißteil genannt) bezeichneten Abschnitt des Eileiters. Hier wird das Eiklar gebildet. Der Transport durch das Magnum dauert ca. 2-3 Stunden. Im anschließenden Isthmus wird das Eiklar – über einen Zeitraum von 1 bis 5 Stunden – durch Bildung der so genannten inneren Schalenhaut umschlossen und die Calcifizierung der Eischale induziert (GERSTBERGER und BARTH, 2005). Schließlich werden in der Schalendrüse die begonnene Calcifizierung (und damit die Schalenbildung) vollendet, Pigmente in die Schale eingelagert und die äußere Schalenhaut (= Cuticula) geformt. Die Länge der Vagina entspricht etwa der des Eies.

Die Eiablage wird durch das von der Neurohypophyse sezernierten Peptidhormons Arginin-Vasotocin (AVT) sowie der Prostaglandine E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> und E<sub>2α</sub> kontrolliert.

Beim Legen stülpt sich die Vagina in die Kloake nach außen und dann die Kloake ebenfalls nach außen. Das Ei kommt also beim Legevorgang streng genommen mit der Kloake überhaupt nicht in Berührung.

Die meisten Eier werden mit dem spitzen Ende zuerst gelegt. Da in vielen Fällen jedoch noch eine Drehung des Eies vor dem Legen erfolgt, werden ca. 20 bis 30 % der Eier mit dem stumpfen Ende voraus gelegt.

### Weitere endokrinologische Mechanismen

Der endokrinologische Mechanismus, der den Ovulations-Eiablage-Zyklus steuert, ist komplex.

Bei der Steuerung der Reproduktion besitzt der Hypothalamus funktionell und neuroendokrin eine übergeordnete Funktion bezüglich der koordinierten Freisetzung hypophysärer, gonadotroper Polypeptidhormone wie des luteinisierenden Hormons (= LH) bzw. des im Hypophysenvorderlappen gebildeten follikelstimulierenden Hormons (= FSH).

*Zusätzlich ist beim Geflügel eine besonders enge Verknüpfung zwischen dem Endokrinum und der Tageslichtlänge vorhanden.*

*Aufgrund der enormen Bedeutung des Umweltfaktors ‚Licht‘ werden die zu empfehlende speziellen Beleuchtungsprogramme – in der Aufzucht- als auch in der Legephase – in gesonderten Abschnitten beschrieben (vgl. 4. Kapitel).*

LH stellt den wichtigsten ovulationsauslösenden Faktor dar. Das FSH beschleunigt die Dotterablagerung; während beide Hormone verknüpft sind mit der Kontrolle der Steroidgenese (BELYEVIN, 1994).

Die Eiablage wiederum resultiert, wie bereits oben beschrieben, aus einer hormonvermittelten Muskelkontraktion des Eihalters. Das Ei passiert die Vagina und tritt durch die ausgestülpte Kloake nach außen.

### 2.1.3 Aufbau des Eies

Makroskopisch besteht ein Hühnerei im Wesentlichen aus drei Komponenten:

- Dotter
- Eiklar
- Eischale.

In der Tabelle 2.1.2 sind Orientierungswerte für die Zusammensetzung eines 58 g schweren Hühnereies dargestellt.

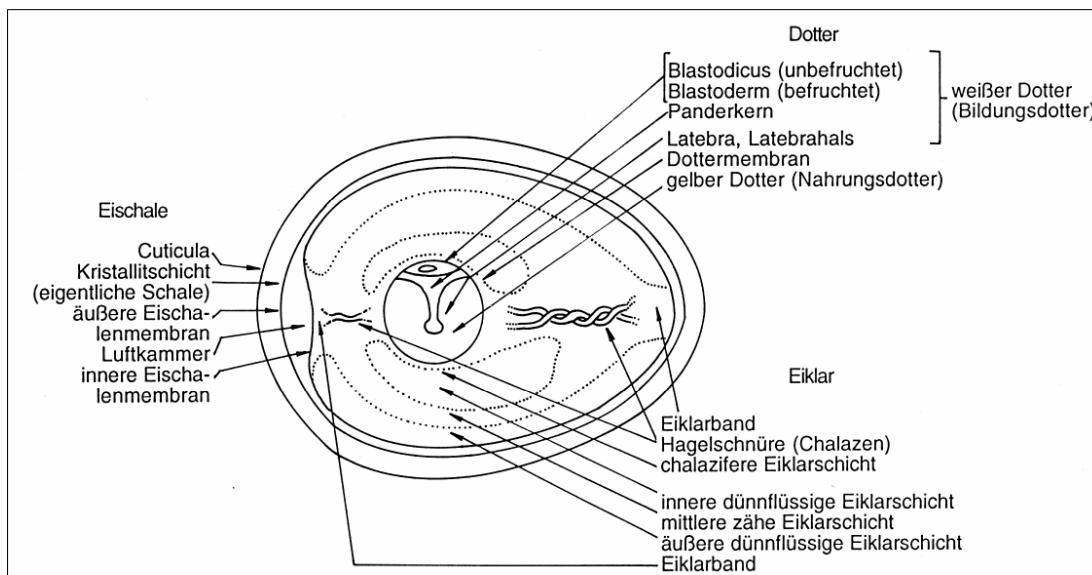


Abb. 2.1.5: Schematischer Aufbau des Hühnereies

(Quelle: GILBERT, 1971, zit. GERKEN u. a., 1994)

Eiklar und Eidotter unterscheiden sich sehr erheblich in ihrer stofflichen Zusammensetzung. Im Vergleich zum Eiklar sind im Eidotter mehr Nährstoffe enthalten und weniger Wasser.

**Tab. 2.1.2: Aufbau und Zusammensetzung eines Hühnereies ( mit 58 g)**

Eifraktion	Durchschnittsgewicht		Trocken-substanzanteil [in %]
	[in g]	[in %]	
<i>Dotter</i>	18,7	31,9	51,3
- Bildungsdotter (weiß)	0,5	3,0	13,4
- Nahrungsdotter (gelb)	18,2	97,0	54,6
<i>Eiklar</i>	32,9	55,8	12,6
- Hagelschnüre	0,9	2,7	15,6
- inneres dünnflüssiges Eiklar	5,5	16,8	13,6
- zähflüssiges Eiklar	18,9	57,3	12,4
- äußerer dünnflüssiges Eiklar	7,6	23,2	11,2
<i>Eischale</i>	6,4	12,3	97,4
- Eischalenmembran	0,2	3,1	1)
- Rest-Schale	6,2	96,9	1)

<sup>1)</sup> nicht erfasst; Quelle: ROMANOFF u. ROMANOFF, 1949; BURLEY und VADEHRA, 1989; zit.: GERKEN u.a., 1994 )

Der *Dotter (Eigelb)* eines Hühnereies wiegt etwa 18,5 bis 20 g und besteht zu ca. 50 % aus Wasser und aus festen Bestandteilen (32 % Lipide, 16 % Eiweiße, 1 % Kohlenhydrate und 1 % Mineralien).

Das Eigelb enthält dicht gepackte, fettreiche Dotterschollen und eine kontinuierliche wässrige Phase. Der Fettanteil des Dotters besteht aus Triglyceriden, Phospholipiden und Cholesterin. Die wasserlösliche Fraktion der Dottersubstanzen bilden im Wesentlichen Eiweiße (Proteine). Bei den im Dotter darüber hinaus zusätzlich nachweisbaren Immunglobulinen dominieren die  $\gamma$ -Globuline. Diese Antikörper werden durch selektive Mechanismen von der Henne auf das Ei übertragen und stattet den Embryo mit einer passiven Immunität aus (GERSTBERGER und BARTH, 2005).

Tab. 2.1.3: Chemische Zusammensetzung des Hühnereies

Nährstoff	Einheit	Menge in 100 g Substanz	
		Eiklar	Eidotter
<b>Grundnährstoffe</b>			
Wasser	g	88,1	48,8
Protein		10,1	16,2
Fett		-	32,7
Kohlenhydrate		0,8	0,7
Rohfaser		0	0
Asche		0,6	1,7
<b>Energie</b>	KJ	189	274
<b>Mengenelemente</b>			
Natrium	mg	161	65
Kalium		144	104
Chlor		131	67
Calcium		9	142
Magnesium		10	15
Schwefel		158	165
Phosphor		11	508
<b>Spurenelemente</b>			
Eisen	mg	0,2	5,5
Mangan		Spuren	0,1
Zink		Spuren	3,8
Kupfer		0,03	0,2
Jod		0,07	0,17
<b>Vitamine</b>			
A (Retinol)	mg/IE	-/-	0,1/1840
B <sub>1</sub> (Thiamin)	mg	Spuren	0,25
B <sub>2</sub> (Riboflavin)	mg	0,27	0,44
B <sub>6</sub> (Pyrooxidin)	mg	0,22	0,31
B <sub>12</sub> (Cobalamine)	mg	Spuren	0,004
C (Ascorbinsäure)	IE	0	0
D (Calciferol)	mg	0	150
E (Tocopherol)	mg	0	3,9
H (Biotin)	mg	Spuren	0,005
Cholin	mg	Spuren	1110
Folsäure	mg	Spuren	0,02
Niacin	mg	0,10	0,10
Pantothenäure	mg	0,10	4,43

Quelle: E. C. NABER (1979) und BERGQUIST (1979) zit. in:  
Jahrbuch für Geflügelwirtschaft 2003 (verändert)

Von dem genusstauglichen Eiinnern ist der Dotter somit der Hauptnährstofflieferant (vgl. Tab. 2.1.3).

Das Eiklar weist eine vielfältige Proteinstruktur auf und besitzt zusätzliche antiseptische Funktionen. Innerhalb des Eiklars wird das Eigelb durch die Cholazen (= Hagelschnüre) in der Mitte gehalten (vgl. Abb. 2.1.5).

Die Schale, das natürliche Verpackungsmaterial eines Hühnereies, hat streng genommen ihre Aufgabe mit dem Aufschlagen der Eier erfüllt (PETERSEN, 1994).

## 2.1.4 Legekurve einer Herde

Die Legekurve einer Herde erreicht ca. 6 bis 8 Wochen nach Legebeginn ( $\approx$  24. bis 26. Lebenswoche) ihren Peak und fällt danach allmählich wieder ab (vgl. auch Abschnitt 5.2). Mit abnehmender Legeintensität erhöht sich gleichzeitig das Einzeleigewicht (Abb. 2.1.6).

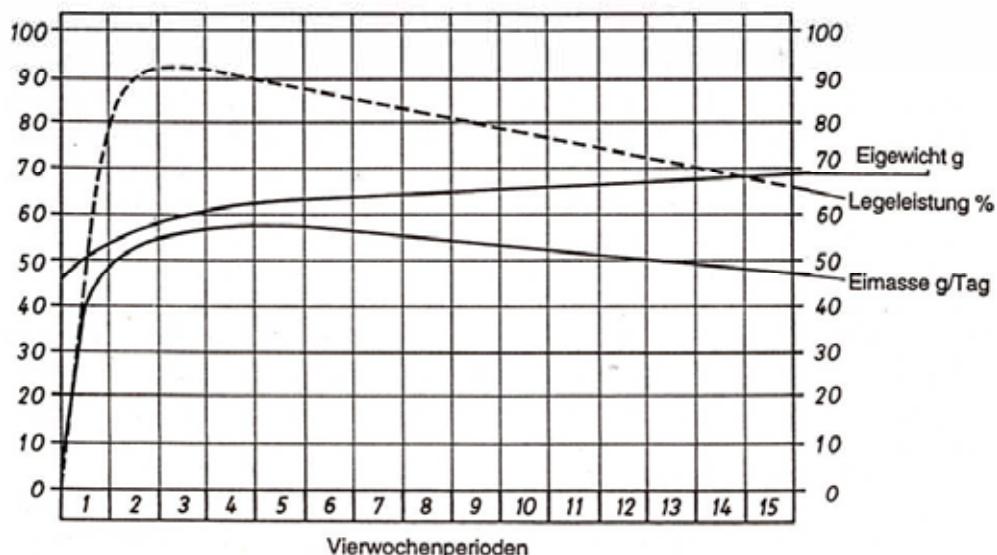


Abb. 2.1.6: Verlauf der Legeleistung bzw. des Eigewichts (Quelle: TERNES et al., 1994)

Bei mehrjähriger Nutzung von Legehennen sinkt die jährliche Legeleistung sehr deutlich (von Jahr zu Jahr ca. 15 bis 20 %); so dass in der intensiven Eiererzeugung moderne Legehybriden nur etwa bis zur 71./72. Lebenswoche (in der Regel) genutzt werden.

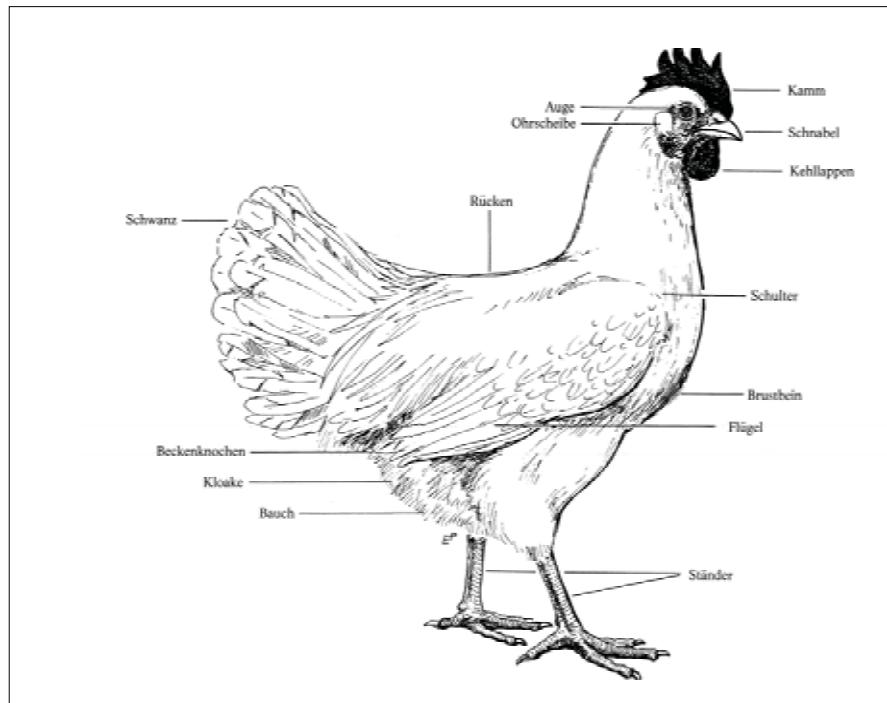
### Exterieurbewertung

Die Exterieurbeurteilung besitzt - vor allem in der Rassegeflügelzucht - eine lange Tradition. Als Gründe können unter anderem angeführt werden:

- Zuchtausschluss von Tieren mit Missbildungen (z. B. Kreuzschnabel oder Erbfehlern);
- Futterkostenersparnis/ Merzung leistungsschwacher Tiere;
- Sicherung der Tiergesundheit (z. B. matte, trübe Augen als möglicher Hinweis auf Marek-Erkrankung); Minderung des Infektionsrisikos;
- Einhaltung formulierter Rassenstandards.

Im engeren Sinn versteht man unter Exterieurbewertung ein Verfahren zur Beurteilung von ausgewählten Merkmalen nach einem definierten Rassenstandard. Ihre einfache und kostengünstige Durchführung sind hier von Vorteil.

In den Abbildungen 2.1.7 bzw. 2.1.8 und in der Tabelle 2.1.4 sind einige Exterieurmerkmale aufgezeigt, die einen gewissen Rückschluss auf das Leistungsvermögen einer Legehenne zulassen.



**Abb. 2.1.7: Exterieurmerkmale, die einen Rückschluss auf das Leistungsvermögen zulassen**  
(Quelle: DAMME, 1998)

**Tab. 2.1.4: Differenzierung leistungsschwacher Tiere von guten Legern**

Körperpartie	gute Legehenne	leistungsschwaches Tier
Allgemeiner Eindruck	lebhaft, interessiert, pickt nach der Hand, leuchtende Augen, straff anliegendes Gefieder, z. T. mechanische Gefiederschäden	steht müde, trauend oder ist ängstlich, nervös eingesunkene Augen, struppig, raues Gefieder, frühzeitiger Federwechsel
Kopf	trockener Kopf, kurzes Gesichtsdreieck, weiblicher Gesichtsausdruck, wenig befiedert, gut durchblutete, glatte Haut	fett, schwammiger Kopf, langes Gesichtsdreieck, männlicher Gesichtsausdruck, stark befiedert, blasser, faltige Haut
Auge	leuchtend, intelligenter Blick, Iris orange, rötlich bis gelb, Pupille rund, scharf abgegrenzt, Auge seitlich leicht hervortretend	Auge matt, trübe, tiefliegend, blaugrau bis grüne Pupille, gezackt, geschlitzt (Marek?), Basedowscher Blick
Kamm	gut durchblutet, hellrot, weich, glatt	dunkelrot mit blauen Spitzen, oder schwach entwickelt, grau, gelb und rau
Kehllappen	gut entwickelt, samtig weich, rot, feine Textur	schwach entwickelt, grau bis gelb, hart, rau, schrumpelig
Schnabel	kurz und kräftig, weiß bei gelbschnabeligen älteren Tieren (Pigmentverlust durch Eiproduktion)	grob und lang, gelb, kaum Pigmentverlust trotz mehrerer Monate Legetätigkeit der Herde
Brust	gut bemuskelt, fleischig, Brustbeinkamm gerade, lang	schmal und abgemagert oder Fettansatz, Brustbein verkrümmt
Bauch	groß, weich, geräumig Abstand Bruststeinende zu Beckenknochen volle Handbreite oder 4 Finger breit, Abstand der Schambeine (Legebeinchen) 3 bis 4 Finger breit, Legebeinchen dünn und elastisch; Abb. 2.1.8	klein, hart (Schichtfeier), groß, prall (Bauchwasser), Abstand Brustbeinende zu Beckenknochen 2 bis 3 Finger breit, Abstand der Schambeine 1 bis 2 Finger breit, Legebeinchen steif, fettbewachsen
Kloake	groß, weit, oval und feucht, weiß bis rosa	klein, rund, trocken, gelb bis grau
Vagina	durch Druck auf den Legebauch leicht vorzulagern, feucht und gut durchblutet	durch Druck auf den Legebauch nicht ausstulpbar
Ständer	feine Schuppung, weit gestellt, dünn und elegant, weiß durch Pigmentverlust	eng gestellt, grobe Textur, grob, dick, gelb, kaum Pigmentverlust

Quelle: DAMME, 1998



**Abb. 2.1.8: Der Legebauch als Exterieurkriterium für die Eiproduktion**

**A:** Abstand der Legebeinchen (bei einer „guten“ Legehenne 3-4 Finger breit).

**B:** Abstand des Brustbeinendes zu den Legebeinchen (bei einer „guten“ Legehenne 4-5 Finger breit).

(Quelle: DAMME, 1998)

Weitere Kriterien zur Bewertung der Tiergesundheit/Leistungsfähigkeit sind: der Befiederungszustand/Federverlust, die Pigmentierung/Ausbleichung ausgewählter Körperteile (z. B. Kloake, Iris, Schnabel bzw. Ständer) oder die mögliche Erfassung einer Beinschwäche (Tibia).

Die individuelle Exterieurbeurteilung von Legehybrid-Endprodukten in der industriellen Eiererzeugung in Großanlagen spielt nur eine untergeordnete Rolle. Wichtiger sind hier die Beurteilung und Bewertung des Erscheinungsbildes des Gesamtbestandes bzw. der Herde (vgl. auch 6. Kapitel).

## Literatur

Brade, W. (1985): Vorlesungsskripten Geflügel/Legehennen, WS 1985/1986, Universität Leipzig, 87 Seiten

Belyavin, C. G. (1994): Physiologie der Eibildung. In: Ei und Eiprodukte (Herausg. von W. Ternes et al.), Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg, S. 37 - 49

Damme, K. 1998: Geflügel. In: Exterieurbeurteilung landw. Nutztiere. (Herausgeber: G. Brem), Verlag Eugen Ulmer, 1998, S. 276 - 288.

Etches, R. J. (Ed.) 1996: Reproduction in Poultry. CAB International Press, Wellingford. 44

Freeman, B. M. (Ed.), 1989: Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl. Volume V., Academic Press, London, 44

Gerken, M.; G. Krampitz, J. Petersen (1994): Morphologischer Aufbau des Eies. In: Ei und Eiprodukte (Herausg. von W. Ternes et al.), Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg, S. 50 - 81

Gerstberger, R.; S. W. Barth (2005): Reproduktion beim Vogel. In: Physiologie der Haustiere, Herausg.: W. v. Engelhardt u. G. Breves, Euke-Verlag, Stuttgart, S. 536 - 551

Mehner, A.; W. Rauch (1958): Eierproduktion und Eierqualität. In: Biologische Grundlagen der tierischen Leistungen. Handbuch der Tierzüchtung (1. Band). Herausgegeben von J. Hemmond u. I. Johansson; Verlag Paul Parey, Hamburg u. Berlin, 1958, S. 363 - 418

Petersen, J. (1994): Zusammensetzung des Eies. In: Ei und Eiprodukte (Herausg. von W. Ternes et al.), Verlag Paul Parey Berlin u. Hamburg, S. 82 - 89

Scholtysek, S. unter Mitarb. von M. Grashorn, H. Vogt und R.-M. Wegner (1987): Geflügel. Eugen Ulmer Verlag, 495 Seiten

Sturkie, P. D. (2000): Avian Physiology. 5th ed. Springer, New York.

Ternes, W.; L. Acher; S. Scholtysek (1994): Ei und Eiprodukte. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg, 487 Seiten



**Junghennenauzucht**

(Quelle: LWK Niedersachsen)

## 2.2 Eiqualität (M. Grashorn)

Das Hühnerei hat eine große Bedeutung in der Humanernährung. Auf Grund seines Proteingehaltes und des Aminosäurenmusters (s. Tab. 2.1.3) wurde ihm die biologische Eiweißwertigkeit von 100 zugeordnet. Allerdings enthält das Hühnerei auch größere Mengen an Cholesterin, was in der Vergangenheit auf Grund der angenommenen Zusammenhänge zwischen der Nahrungs-Cholesterinaufnahme und dem Auftreten von Herzkreislauferkrankungen beim Menschen dazu führte, dass Eier als Nahrungsmittel in Misskredit gerieten. In Deutschland ist das Ei inzwischen als wertvolles und gesundes Lebensmittel wieder anerkannt. Der Pro-Kopf-Verbrauch weist wieder eine steigende Tendenz auf. Das anstehende Verbot der konventionellen Käfighaltung nach der Übergangsfrist bis zum 31. Dezember 2008 (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung für Legehennen vom 01.08.2006) hat dazu geführt, dass der Anteil an Käfigeiern am Marktangebot an Eiern deutlich zurückgegangen ist. Die aktuelle Auslistung der Käfigeier durch den Handel wird bis Ende 2008 dazu führen, dass in Deutschland überwiegend Eier aus Alternativhaltungen erhältlich sein werden.

Im Folgenden sollen die Zusammensetzung und die qualitativen Eigenschaften des Hühnereies näher betrachtet werden.

### 2.2.1 Zusammensetzung des Hühnereies

Das Hühnerei ist das einzige Nahrungsmittel tierischen Ursprungs, das in der Transportverpackung (Schale) erzeugt wird. Es besteht aus der Dotterkugel, dem Eiklar und der Schale. Der Dotteranteil beträgt 25 bis 30 %, das Eiklar umfasst etwa 2/3 des Eies und der Schalenanteil liegt bei 10 % (Tab. 2.2.1). Die Eizusammensetzung ändert sich mit dem Alter der Hennen. Die Eigewichte und der Dotteranteil nehmen zu, während der Schalenanteil abnimmt. Ursache für die zunehmenden Eigewichte ist der Rückgang der täglich produzierten Eimasse auf Grund der mit dem Alter abnehmenden Länge der Legeserien.

**Tab. 2.2.1: Entwicklung der Eizusammensetzung bei weißen und braunen Legehybriden über ein Legejahr**

Lege- monat	Weißleger				Braunleger			
	Gewicht g	Dotter- anteil %	Schalen- anteil %	Schalen- dicke µm	Gewicht g	Dotter- anteil %	Schalen- anteil %	Schalen- dicke µm
1	51,1	22,4	10,42	40,0	52,8	22,2	9,77	38,2
2	56,6	24,5	9,88	38,9	59,7	23,8	9,54	38,1
3	59,1	25,6	10,26	40,4	60,4	24,8	9,85	39,6
4	60,0	26,8	10,09	39,8	62,8	26,2	9,60	39,5
5	60,9	26,8	10,06	40,4	61,7	26,2	9,80	39,9
6	62,1	27,4	9,85	40,0	65,3	27,4	9,68	40,3
7	62,4	26,9	9,93	40,3	64,3	27,2	9,47	39,7
8	63,3	28,0	9,83	40,1	65,0	27,4	9,64	40,3
9	63,4	28,2	9,80	39,9	66,4	26,9	9,45	39,5
10	65,6	28,2	9,53	38,8	66,7	27,1	9,37	39,1
11	63,2	27,7	9,55	39,0	66,7	26,6	9,56	39,5
12	64,2	28,1	9,35	37,8	65,5	27,0	9,61	39,4
13	65,7	28,1	9,38	37,9	66,6	27,0	9,03	38,3

Quelle: GRASHORN, 2007

Ein durchschnittliches Hühnerei von etwa 63 g weist heute einen Dotteranteil von rund 27 % und einen Schalenanteil von 10 % auf. Der Dotteranteil ist bei den Eiern der heutigen

Legeherkünfte deutlich geringer als noch vor 30 Jahren. Ursache hierfür ist die Zucht auf hohe Legeleistung bei möglichst gleich bleibender Eigröße. Legeleistungen von über 300 Eier im Jahr bedeuten, dass die Hennen über viele Tage hintereinander täglich ein Ei legen. Die hormonelle Steuerung der Follikelhierarchie ist dann bei hohen Legeleistungen der beschränkende Faktor in der Dotterreifung. Die Henne muss mehr Eiklar bilden, um Eier der gewünschten Größe zu produzieren. Hühnereier enthalten daher heute mehr Eiklar und vor allem Wasser als früher.

Der Dotter besteht neben Wasser (etwa 70 %) aus Proteinen (1/3 der TS; TS = Trockensubstanz) und Lipiden (2/3 der TS) (s. Tab. 2.2.1), die als triglyzerid-reiche Lipoproteine vom Syntheseort Leber über das Blut zum Ovar transportiert werden. Der Dotter setzt sich aus den Granula und dem Plasma zusammen. Die Granula enthalten in erster Linie die Proteine Lipovitellin und Phosvitin und das Plasma Low Density Lipoproteine mit einem Kern aus Neutrallipiden. Über die Lipoproteine gelangt auch das Cholesterin in den Dotter. Im Dotter sind ferner sowohl fett- als auch wasserlösliche Vitamine vorhanden, die an Proteine gebunden sind, sowie fettlösliche Farbstoffe, die an Lipoproteine gebunden sind. Alle Inhaltsstoffe des Dotters dienen dem sich entwickelnden Küken als Nährstoffvorrat.

Die Proteine des Eiklars werden in den Schleimhautfalten des Eileiters gebildet (Tab. 2.2.2), auch während der Schalenbildung und in den Legepausen (= Zeitraum zwischen den Legeserien; bitte beachten, dass während der Mauser keine Eiklarproteine gebildet werden). Die Proteine gehen überwiegend untereinander Bindungen ein, die für die Konsistenz des Eiklars von großer Bedeutung sind. So ist das dickflüssige Eiklar das Ergebnis der Verbindung zwischen Ovomucin und Lysozym. Die meisten Proteine weisen antimikrobielle Eigenschaften auf und dienen so dem Schutz des sich entwickelnden Embryos.

**Tab. 2.2.2: Übersicht über die Eiklarproteine**

Protein	% im Protein	Eigenschaften
Ovalbumin	54,0	begünstigt Koagulation bei Erhitzung
Conalbumin	13,0	bindet Metallionen (Fe, Cu), bakterizid
Ovomucoid	11,0	Trypsininhibitor
Lysozym	3,5	Komplexbildung mit Ovomucin, antimikrobiell
Globulin	4,0	Schaumbildung
Ovoflavoprotein	0,8	bindet Riboflavin
Ovomakroglobulin	0,5	Immunogene Wirkung
Ovoglykoprotein	0,5	ohne besondere biologische Wirkung
Ovoinhibitor	0,1	Proteinaseinhibitor
Cystatin	0,05	wirkt gegen Papain und Ficin, antimikrobiell
Avidin	0,05	bindet Biotin
Ovomucin	1,5	Komplexbildung mit Lysozym

Quelle: TERNES et al. (1994)

Die Qualitätseigenschaften von Hühnereiern werden im Allgemeinen in die Merkmale der äußeren (Eigewicht, Eiform, Schalenbeschaffenheit, Schalenfarbe, Schalenstabilität) und inneren (Frischegrad, Eieinschlüsse, Haltbarkeit, Dotterfarbe, Nährwert, Geschmack, Verarbeitungseigenschaften) Qualität unterteilt.

## 2.2.2 Äußere Eiqualität

Die **Eigröße** hängt in erster Linie von der Genetik (Weißleger, Braunleger), dem Alter der Hennen (jung, alt) und von der Körpergröße der Hennen in Relation zum Herdenmittel ab. Mittelschwere Legehybriden und ältere Hennen legen größere Eier. Ferner spielen die Futterzusammensetzung (Gehalt an Energie, Protein, Aminosäuren und Fettsäuren), die Stalltemperatur und das Aufzuchtprogramm eine Rolle. Bei einem über dem Bedarf der Hennen liegenden Methioningehalte im Futter werden größere Eier gelegt. Auch ein etwas

späterer Beginn der Legetätigkeit wirkt sich positiv auf die Eigröße und das Durchhaltevermögen aus. Die Eigröße ist vor allem für Direktvermarkter ein wichtiges Kriterium, da der Kunde in der Regel größere Eier nachfragt. In Bayern wurde daher im letzten Jahrhundert eine Braunlegerherkunft speziell für diese Anforderungen gezüchtet, die Meisterhybriden. Die genetische Veranlagung dieser Hennen wird heute in der Herkunft Lohmann Tradition weitergeführt. In Relation zur Hennengröße sehr große Eier enthalten in der Regel zwei Dotter. Doppeldottrige Eier sind häufiger bei sehr jungen Henn zu beobachten, da hier die hormonelle Regelung der Follikelhierarchie noch nicht richtig ausgebildet ist. Dies kann dazu führen, dass zwei Follikel (Dotter) gleichzeitig ovulieren und in ein Ei eingebaut werden. Doppeldottrige Eier sind nicht für die Brut geeignet.

Die **Eiform** kann innerhalb der Hennen von Tag zu Tag variieren. Im Prinzip sind alle Formen von kugelig bis länglich zu beobachten, wenn auch die meisten Eier die gewünschte ovoide Form aufweisen. Diese Form ist für den Bruterfolg der Eier ideal. Der Formindex dieser Eier liegt bei 74 (Durchmesser am Äquator x 100/Länge des Eies). Für die Verwendung und Verarbeitung des Eies als Nahrungsmittel ist die Eiform von untergeordneter Bedeutung. Nur sehr kugelige oder längliche Eier können beim Verpacken oder Transport zum Problem werden.

Die Schalen sollen glatt und unversehrt sein. Eine körnige **Schalenbeschaffenheit** kann durch zufällige punktuelle Auflagerung von Kalzium entstehen. Deutlich hervortretende, wellenförmige Veränderungen und Verdickungen der Schalen, wie auch dünnsschalige Eier sind am häufigsten auf virus-bedingte Erkrankungen wie Infektiöse Bronchitis (IB) und Egg Drop Syndrome (EDS) zurück zu führen. Der Übergang zu den alternativen Haltungsformen hat zu einer Zunahme von Eiern mit verschmutzten Schalen geführt. Diese Eier sind einerseits nach der VO (EG) 557/2007 nicht vermarktungsfähig und stellen andererseits ein erhebliches hygienisches Risiko dar.

Die **Schalenfarbe** ist genetisch bedingt. Sie entsteht durch die Einlagerung von Pigmenten, die aus dem Blutfarbstoff Hämoglobin gebildet werden. Braunleger lagern Bilirubin und die Grünleger (Rasse Araucana) lagern Biliverdin ein. Während der braune Farbstoff teilweise in der Kutikula eingelagert ist und abgewaschen werden kann, ist dies bei den grünschaligen oder türkisfarbenen Eiern nicht möglich, da sich hier die Pigmente überwiegend in der obersten Schalenschicht (Kristallitschicht) befinden. Die Schalenfarbe ist für den Verbraucher kein sehr wichtiges Qualitätskriterium, auch wenn heute mehr braunschalige als weißsschalige Eier nachgefragt werden. Die braune Färbung der Schale soll aber bei den Eiern verschiedener Hennen ähnlich ausgeprägt sein, da z. B. eine relative blasser Braunfärbung im Vergleich zu einer intensiveren Braunfärbung mit einem Qualitätsmangel gleichgesetzt wird. Bei den Zuchtfirmen werden z. T. im Rahmen der Selektion spezielle Farbfächer zur Bewertung der Schalenfarbe eingesetzt. Ursache für eine blasser Ausfärbung braunschalige Eier können auch Infektionskrankheiten wie IB und Aviäre Influenza (AI) sein.

Die Eier junger Hennen weisen im Gegensatz zu den Eiern alter Hennen eine hohe **Schalenstabilität** auf. Die Abnahme der Schalenstabilität bei alten Hennen beruht auf einer mit zunehmendem Alter schlechteren Kalziumaufnahme aus dem Futter und dem gleichzeitigen Abbau der Kalziumvorräte in den Medullarknochen. Dies ist auch an der abnehmenden Schalenstärke zu sehen. Die Schalenstabilität kann mittels eines statischen Kompressionstests gemessen werden, indem das Ei von Pol zu Pol belastet wird. Die Eier werden hierzu in spezielle Haltevorrichtungen von Texturmessgeräten z. B. der Firmen Instron oder Zwick eingespannt und mit geringer Geschwindigkeit (z. B. 5 mm/min.) komprimiert. Hierbei wird der Kraftaufwand in Newton (N) bis zum Bruch der Eischale ermittelt. Parallel zur Bestimmung der so genannten Bruchkraft kann auch die elastische Verformung erfasst werden. Hier wird gemessen, wie weit sich die Eischale bei einer Belastung von knapp 10 N zusammendrücken lässt. Beide Merkmale geben dann einen Anhaltspunkt für die Schalenstabilität.

Eier junger Hennen weisen Festigkeitswerte von 40 bis über 50 N und die Eier alter Hennen von 25 bis 35 N auf. Die elastische Verformung liegt entsprechend in den Bereichen 20 bis 40 µm bzw. über 40 µm. Neben dem Alter der Henne beeinflussen genetische Faktoren

(Heritabilität für die Schalenfestigkeit = 0,2), die Fütterung (Kalzium- und Phosphorversorgung, Ca/P-Verhältnis, Gehalt an Vitamin D<sub>3</sub>) und Krankheiten (IB, EDS, AI) die Schalenfestigkeit. Bei massiven Fütterungsfehlern und Erkrankung mit IB oder EDS ist die Schalenbildung stark reduziert und die Schalenfarbe verblasst. Die Eier sind dann nur von den Schalenhäuten und einer dünnen Schicht Kalzium umschlossen und werden als Windeier bezeichnet. Generell führt eine schlechte Schalenstabilität zu einem höheren Anteil an Knick- (Risse in der Schale bei intakten Schalenhäuten) und Brucheieren (Schalenhäute zerrissen), die nach VO (EG) 557/2007 nicht vermarktungsfähig sind.

Im zweiten Legehalbjahr treten auch vermehrt Lichtsprungeier auf. Bei diesen Eiern ist zwar die Schale intakt, aber beim Durchleuchten sind rissähnliche dünne Strukturen zu erkennen. Hier ist in Teilbereichen die Schalenbildung gestört. Die Schalenstabilität dieser Eier ist zwar schlechter, sie können aber normal vermarktet werden. Eine weitere gelegentlich beobachtete Veränderung sind die ‚Pinholes‘. Hierbei handelt es sich um einzelne kreisrunde Löcher in der Schale. Es ist nicht immer klar, ob es sich um Störungen der Schalenbildung oder um mechanische Verletzungen handelt. Per Definition sind diese Eier wie Knick- und Brucheier nicht vermarktungsfähig.

## 2.2.3 Innere Eiqualität

### 2.2.3.1 Frischegrad

Das für den Konsumenten wichtigste Qualitätsmerkmal der Eier ist der Frischegrad. Die Frische des Eies spiegelt sich in der Luftkammergröße und in der Eiklarhöhe wieder. Die **Luftkammerhöhe** bildet sich zwischen der inneren und der äußeren Schalenhaut und kann mit einer Durchleuchtungsvorrichtung (z. B. Schierlampe) gemessen werden. Hierzu wird eine Schablone mit Millimetereinteilung über den stumpfen Pol des durchleuchteten Eies gelegt und die Höhe abgelesen. Frische Eier weisen eine kleine Luftkammer auf. Bei der Lagerung der Eier (Alterung) entweicht durch die Poren Wasser und Kohlendioxid. Hierdurch nimmt der Eiinhalt ab und die Luftkammer vergrößert sich. Die Luftkammerhöhe ist in den Vermarktungsnormen für Eier (VO (EG) 557/2007) als nicht invasives Merkmal zur Abschätzung des Frischegrads festgelegt. Bei der Eiersortierung wird an den Durchleuchtungstischen bei jedem Konsume überprüft, ob die maximal zulässigen 6 mm erreicht oder überschritten sind. Allerdings ist die Aussagefähigkeit dieses Merkmals umstritten, da die Luftkammerhöhe über die Lagerungsbedingungen beeinflusst werden kann. In vielen früheren Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass kühle Lagertemperaturen mit erhöhter relativer Luftfeuchte oder Lagerung unter CO<sub>2</sub>-Atmosphäre den Anstieg der Luftkammerhöhe deutlich verlangsamen. Bei einer Lagerung unter diesen Bedingungen wird der gesetzliche Grenzwert von 6 mm für die Gütekasse A auch nach mehreren Monaten Lagerung noch nicht überschritten. Entsprechend wurden in der Vergangenheit von findigen Händlern immer wieder Eier im Sommer, wo die Eierpreise traditionell niedrig sind, günstig aufgekauft und bis zur Weihnachtszeit gelagert, um dann mit höheren Erlösen verkauft zu werden. Die Luftkammerhöhe ist daher als Kriterium für den Frischegrad von Hühnereiern fragwürdig.

Im Gegensatz zur Luftkammerhöhe nimmt auch unter günstigen Lagerbedingungen die **Eiklarhöhe** kontinuierlich ab. Ursache hierfür ist der mit der Lagerung kontinuierlich ansteigende pH-Wert, bedingt durch die Wasser- und Kohlendioxidabgabe. Der pH-Anstieg auf Werte über 8,5 führt zu einer Lösung der Verbindungen zwischen den Proteinen Ovomucin und Lysozym, wodurch das Eiklar flüssig wird. Die Höhe des Eiklars wird mit Hilfe einer auf drei Beinen montierten Mikrometerschraube etwa 1 cm seitlich vom Dotter gemessen. Sehr frische Eier weisen Eiklarhöhen von mehr als 6 mm und sehr alte Eier von weniger als 2 mm auf. Für die Verwendung der Eiklarhöhe als Frischemerkmal muss ebenfalls ein Grenzwert festgelegt werden. In älteren Untersuchungen wurde ein Wert von 4 mm vorgeschlagen. Auch unter günstigen Bedingungen gelagerte Eier überschreiten diesen Grenzwert in der Regel nach 4 bis 6 Wochen. Die Verwendbarkeit des Höhenmesswertes ist allerdings eingeschränkt, da dieser von der Eigröße abhängt. Große Eier wiesen immer

relativ ein höheres Eiklar als kleine Eier auf. Zur Korrektur der Eiklarhöhe wurden daher in Deutschland der Eiklarindex (Eiklarhöhe in mm x 100/ Eiklardurchmesser in mm) und in den USA die Haugh-Einheit eingeführt. Alternativ wurde auch der Dotterindex (Dotterhöhe in mm x 100/ Dotterdurchmesser in mm) ermittelt, da dieser auf Grund der Kugelform des Dotters exakter zu bestimmen ist und eine relativ enge Beziehung zum Eiklarindex besteht. International hat sich aber inzwischen die Haugh-Einheit durchgesetzt:  $HU = 100 \times \log(Eiklarhöhe - 1,7 \times \text{Eigewicht}^{0,37} + 7,6)$ . Für ein Eigewicht von 56,7 g wird der Korrekturfaktor ,0'. Haugh-Einheiten > 70 stehen für eine gute Eiklarqualität, d.h. einen akzeptablen Frischegrad.

Nachdem zur Bestimmung der Eiklarhöhe bzw. der Dotterhöhe und der hieraus zu berechnenden Indizes bzw. der Haugh-Einheit das Ei aufgeschlagen werden muss, ist eine kontinuierliche Erfassung dieses Merkmals im Sortierprozess nicht möglich. Entsprechend wird schon seit vielen Jahren nach alternativen Verfahren gesucht. Die Fortschritte auf dem Gebiet der Messtechnik erlauben inzwischen neue Ansätze. So wird im Rahmen des EU-Projektes 'Egg Defence' geprüft, inwieweit die Nuclear Magnetic Resonance Methode als alternatives Verfahren zur nicht-invasiven Bestimmung des Frischegrades von Hühnereiern online im Sortierprozess geeignet ist.

### 2.2.3.2 Eieinschlüsse

Die häufigsten Eieinschlüsse sind Blut- und Fleischflecken. Blutflecken befinden sich direkt an der Dotterkugel und entstehen beim Aufreisen der Follikelwand (Ovulation) durch Beschädigung von kleinen Blutgefäßen. Bei Fleischflecken handelt es sich entweder um teilweise resorbiertes Blut oder um Schleimhautfragmente des Eileiters. Fleischflecken treten im Eiklar auf. Blut- und Fleischflecken sind bei braunschäligem Eiern häufiger und werden beim Durchleuchten der Eier schlechter gefunden. Als weitere Eieinschlüsse können Kot- und Einstreureste sowie Insektenteile und Würmer auftreten. Diese gelangen in der Regel bei der Eiablage in den Legetrakt und wandern dann analog zu den Spermien aufwärts bis zum Trichter. Eier mit Eieinschlüssen sind nicht vermarktungsfähig.

### 2.2.3.3 Haltbarkeit

Bei geeigneten Lagerbedingungen können Hühnereier viele Wochen gelagert werden, ohne dass die Verwertungseigenschaften gravierend verschlechtert werden. Nach der VO (EG) 557/2007 müssen Schaleneier zur Abgabe an den Endverbraucher mit einem Mindesthaltbarkeitsdatum und den Hinweisen „Eier nach Kauf bei Kühlschranktemperatur aufbewahren“ und „nach Ablauf des Mindesthaltbarkeitsdatums durcherhitzen“ versehen werden. Diese Kennzeichnungspflicht geht auf eine von Hühnereiern ausgelöste größere Salmonelleninfektion in den 1990er Jahren zurück. Diese Angaben wurden aus Sicherheitsüberlegungen eingeführt und sagen wenig über die tatsächliche Verwendbarkeit der Eier aus. Die Verwendbarkeit der Eier wird durch das mögliche Wachstum von Keimen und ggfs. auftretende Oxidationsprozesse der ungesättigten Fettsäuren bestimmt. In der Regel ist aber die Keimbelastration der Eier so gering, dass dies in den ersten 6 bis 8 Wochen nach der Eiablage kein Problem darstellt. Allerdings unterscheiden sich Eier aus verschiedenen Produktionsverfahren durchaus in ihrer Keimbelastration. Generell kann davon ausgegangen werden, dass Eier aus Freilandhaltungen eine höhere Keimbesiedelung als Eier aus Boden- oder Käfighaltung aufweisen (Tab. 2.2.3).

**Tab. 2.2.3: Keimbelastration\* von Eiern aus Freiland- und Käfighaltung**

Haltung	Schale sauber	Schale verschmutzt
Käfig	2,48	3,16
Freiland	3,39	3,77

\* Gesamtkeimzahl in lg Kolonie bildende Einheiten/cm<sup>2</sup> Schale  
Quelle: SCHWARZ et al. (1999)

Dies konnte in mehreren Untersuchungen sowohl unter kontrollierten Laborbedingungen als auch im Feld nachgewiesen werden. In einer Feldstudie, die vor wenigen Jahren in Bayern, Sachsen und Thüringen durchgeführt wurde, wurde ferner festgestellt, dass kleinere Betriebe höhere Keimbela stungen der Eischalen aufweisen (REICHARDT et al., 2004). Bei der Beurteilung der Keimbela stung der Eier ist zu bedenken, dass Keime in erster Linie auf der Schale vorgefunden werden, während die Wahrscheinlichkeit, Keime im Ei zu finden – auch auf Grund der antimikrobiellen Eigenschaften der Eiklarproteine – sehr gering ist. Dies gilt auch für eine mögliche Kontamination mit Salmonellen. Nur etwa jedes 1000ste Ei, bei dem Salmonellen auf der Schale nachgewiesen wurden, enthält auch Salmonellen im Inneren. Generell erscheint das Risiko, in Deutschland mit Salmonellen kontaminierte Eier zu finden, nicht allzu hoch. Die bei den Veterinärämtern und Geflügelgesundheitsdiensten vorliegenden Daten aus den freiwilligen Selbstkontrollen unterstreichen diese Einschätzung. Im Vorfeld der Umsetzung der EU-Zoonosen-Verordnung wurde allerdings im Jahr 2007 eine Salmonellen-Prävalenzrate für Legehennenbestände in Deutschland von etwa 27 % ermittelt, die nach der Verordnung innerhalb eines Jahres auf 17 % reduziert werden muss. Bei der Bewertung dieser Zahl muss aber berücksichtigt werden, dass die Messungen im Staub bzw. auf dem Boden der Ställe vorgenommen wurden. In den meisten Fällen können trotz positiver Salmonellenbefunde in den Ställen keine Salmonellen auf oder in der Eiern nachgewiesen werden.

Mikrobielle Kontamination kann aber durchaus zu einem Verderb der Eier führen. Beispiele sind hier Heueier, Käseeier und verschiedene Arten der faulen Eier. Das Keimwachstum führt, wie die Namen schon ausdrücken, zu erheblichen Abweichungen in der Konsistenz, der Farbe und des Geruchs des Eiinneren. Diese Eier sind nicht verzehrfähig. Bakterielle Umsetzungsprozesse können aber auch gezielt zur Haltbarmachung von Eiern über Fermentationsprozesse eingesetzt werden. Das bekannteste Beispiel sind die 1000jährigen Eier in China, die auf Grund ihrer schwärzlich, grünlichen Farbe und des Geruchs nach Schwefelwasserstoff gewöhnungsbedürftig sind. In Deutschland wurden im letzten Jahrhundert noch Eier durch Einlegen in Kalk haltbar gemacht.

#### 2.2.3.4 Dotterfarbe

Die typische gold-orange Färbung des Dotters wird durch die Aufnahme von Farbstoffen über das Futter bewirkt. Futterkomponenten wie Mais und Grünmehl enthalten als gelb färbende Pigmente Lutein und Zeaxanthin. Zur gold-orangen Färbung werden zusätzlich rote Pigmente benötigt. Die einzige natürliche rote Pigmentquelle ist Chilli (*Capsicum annuum*), die aber nur als Futterzusatzstoff zugelassen ist. In der praktischen Legehennenfütterung wurden daher bisher überwiegend synthetische Produkte, die Carotinoide, eingesetzt. Die am meisten eingesetzten Pigmente sind der Ethylester der Beta-apo-8'-Carotinsäure (gelb) sowie Canthaxanthin und Citranaxanthin (jeweils rot). Inzwischen existieren auch Lutein und Zeaxanthin enthaltende gelb färbende Produkte auf der Basis der Studentenblume (*Tagetes erecta*). Diese Zusatzstoffe werden in Abhängigkeit von der Basispigmentierung durch Mais oder Grünmehl den Rationen im Verhältnis von etwa 1:1 in geringen Mengen zugegeben. Die erzielte Dotterfärbung wird dann in Stufen des Farbfächers der Firma DSM angegeben, der 15 Werte umfasst. Den in Deutschland am meisten verwendeten Mais-Weizen-Soja-Rationen werden etwa 3-5 g reine gelb und rot färbende Farbstoffe je to Legehennenfutter zugegeben, um die z.B. im süddeutschen Raum gewünschte Farbintensität (Fächerwert 13) zu erreichen. Die Dotterfarbe wird in wissenschaftlichen Untersuchungen häufig auch photometrisch auf der Basis des CIE-Standards  $L^*a^*b^*$  bestimmt. Diese dreidimensionale Farbmessung entspricht dem menschlichen Farbempfinden, wobei  $L^*$  für die Helligkeit,  $a^*$  für den Rot-Wert und  $b^*$  für den Gelbwert steht.

Die im Eidotter enthaltenen Farbstoffe sind Antioxidantien und haben so auch für den Konsumenten eine gewisse ernährungsphysiologische Bedeutung. Allerdings sind die im Dotter enthaltenen Mengen (ca. 400  $\mu\text{g}/\text{Ei}$ ) im Verhältnis zur Gesamtmenge an aufgenommenen Antioxidantien so gering, dass ihre Bedeutung für den Menschen eher begrenzt ist. Entsprechend ist die Dotterfarbe als überwiegend sensorisches Merkmale

anzusehen. Die Präferenzen für die Dotterfarbe variieren in den verschiedenen europäischen Ländern erheblich. Während in den nördlich gelegenen Staaten eher gelb gefärbte Dotter (Fächerwerte bis 11) bevorzugt werden, sind es in den südlichen Staaten die gold-orange gefärbten Dotter (Fächerwerte 11-14; Tab. 2.2.4). Innerhalb Deutschland besteht ein Gefälle von gelblich im Norden nach gold-orange im Süden. In den Niederlanden werden ebenfalls eher gelblich gefärbte Dotter bevorzugt, während bei den Eiern zum Export nach Deutschland eine intensivere Dotterfarbe eingestellt wird. Bio-Eier weisen generell eine weniger intensive Dotterfärbung auf, da hier der Zusatz von Farbstoffen zum Legehennenfutter prinzipiell verboten ist.

**Tab. 2.2.4: Bevorzugte Dotterfärbungen, gemessen anhand des Farbfächers der Fa. DSM, in einigen Staaten der EU**

	Fächerwert
Belgien	12-13
Dänemark	9-10
Finnland	9-10
Frankreich	11-12
Deutschland	11-14
Griechenland	11
Italien	12-13
Niederlande	7-9
Österreich	12-14
Portugal	12-14
Spanien	11-14
Schweden	9-10
Vereinigtes Königreich	10-11

Quelle: BLANCH (2000)

### 2.2.3.5 Nährwert

Das Hühnerei stellt ein ausgewogenes Nahrungsmittel für den Menschen dar. Es enthält die essentiellen Aminosäuren in einem Verhältnis, das weitestgehend dem Bedarf des Menschen entspricht. Ein Hühnerei (ca. 60 g) deckt den Proteinbedarf des Menschen zu rund 13 %, den Bedarf an Methionin und Cystin zu 40 %, an Lysin zu 54 % und an Threonin zu 65 %. Somit decken zwei Hühnereier täglich den menschlichen Bedarf an diesen essentiellen Aminosäuren fast vollständig ab. Allerdings führen manche Eiklarproteine beim Menschen zu Lebensmittelallergien. Das stärkste Allergen ist Lysozym, gefolgt von Ovomucin, Ovalbumin und Ovomucoid (siehe auch Tab. 2.2.2). Die Verwendung von Lysozym als antibakterieller Zusatz zu Lebensmitteln, wie dies z.B. in Japan weit verbreitet ist, ist daher mit Risiko behaftet. Im Sinne eines Verbraucherschutzes müsste auf jeden Fall der Zusatz entsprechend deklariert werden.

Neben dem Protein enthält das Hühnerei auch erhebliche Mengen an Energie in Form von Fett (Tab. 2.2.5), während nur wenige Kohlenhydrate enthalten sind.

**Tab. 2.2.5: Nährstoffgehalt des Hühnereies**

Bestandteile	Gesamtei	Schale	Eiklar	Dotter
Absolutgewicht (g)	58	6	33	19
Wasser (%)	65,6	1,6	87,9	48,7
Eiweiß (%)	12,1	3,3	10,6	16,6
Fett (%)	10,5	Spuren	Spuren	32,6
Kohlenhydrate (%)	0,9	-	0,9	1,0
Mineralstoffe (%)	10,9	95,1	0,6	1,1

Quelle: WORM (1988)

Die bestimmenden Teile des Dotters liegen in Form von Triacylglyceride vor. Diese enthalten jeweils 3 Fettsäuremoleküle. Das Hühnerei ist von Grund auf reich an langkettigen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren, d.h. Fettsäuren mit mehr als 16 Kohlenstoffatomen und mindestens 2 Doppelbindungen. Diese Fettsäuren werden in Omega-6- (n-6) und in Omega-3- (n-3) Fettsäuren unterschieden. Sowohl n-6 als auch n-3 Fettsäuren sind für den Menschen essentiell, d.h., dass wenigstens die Basisfettsäuren Linolsäure (C18:2n-6) und Linolensäure (C18:3n-3) mit der Nahrung aufgenommen werden müssen. Die meisten unserer Nahrungsmittel enthalten allerdings n-6-Fettsäuren. Die hieraus folgende hohe tägliche Aufnahme an n-6-Fettsäuren (in erster Linie in Form der Linolsäure) in Relation zu den n-3-Fettsäuren wird als Ursache für die hohe Häufigkeit der Herz-Kreislauf-Erkrankungen in Europa angesehen. Demgegenüber sind diese Erkrankungen in Ländern, in denen sich die Menschen überwiegend von Meeresfrüchten (z.B. Salzwasserfische) ernähren, wesentlich seltener. Der hohe Gehalt an n-3-Fettsäuren bei Salzwasserfischen kommt dadurch zustande, dass die Fische Phytoplankton verzehren, das höhere Gehalte an Linolensäure enthält. Linolensäure wird dann in der Leber in länger-kettige Fettsäuretypen umgebaut und zusammen mit diesen in den Geweben eingelagert wird. Von besonderem Interesse sind bei den Omega-3-Fettsäuren die Eicosapentaen- (EPA; C20:5n3) und die Docosahexaensäure (DHA; D22:6n-3).

Das häufigere Auftreten von Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei hoher Nahrungsaufnahme an n-6-Fettsäuren kann aus dem gemeinsamen Stoffwechselweg dieser beiden Fettsäurekategorien abgeleitet werden. In einem weitgehend parallel verlaufenden Stoffwechselweg werden aus den Basisfettsäuren Linolsäure und Linolensäure zunächst länger-kettige Fettsäuren (bei n-6 die Arachidonsäure – C20:4n-6, bei n-3 EPA) gebildet. Diese sind die Ausgangsmoleküle für die Eicosanoide, biologische Effektoren, die wichtige Stoffwechselfunktionen steuern. Hierzu gehören z.B. die Prostaglandine und die Leukotriene. Aus den n-6-Fettsäuren werden „ungünstige“ und aus den n-3-Fettsäuren „günstige“ Eicosanoide gebildet, die antagonistisch wirken. Werden über die Nahrung mehr als zehnmal soviel n-6- wie n-3-Fettsäuren aufgenommen, bilden sich in erster Linie „ungünstige“ Eicosanoide, die zu den in Tabelle 2.2.6 aufgeführten Erkrankungen führen können.

Tab. 2.2.6: Pathologische Veränderungen bei einer überhöhten Aufnahme von Omega-6-Fettsäuren in Relation zu Omega-3-Fettsäuren mit der Nahrung

Erkrankung	Wirkung
Herz-Kreislauf	
Arteriosklerose	+++
Thrombose	+++
Arrhythmien	++
Hypertonie	++
Entzündungen	
Dermatitis	+
Psoriasis	++
Rheumatische Arthritis	+++
Multiple Sklerose	+
Bronchialasthma	+
Diabetes mellitus	+
Ulcerative Colitis	+
Andere Erkrankungen	
Krebs	++
Sehstörungen	+++
Gestörte Gehirnentwicklung	++

Quelle: FARRELL (1995)

Entsprechend empfehlen Ernährungsphysiologen und Ernährungsberater, die Nahrungs- aufnahme an n-3-Fettsäuren so zu erhöhen, dass das Verhältnis von n-6:n-3 in der Nahrung zwischen 10:1 und 5:1 liegt. Ferner sollte die Nahrungsenergie je zur Hälfte in Form von Fett und Kohlenhydraten aufgenommen werden.

Das Fettsäuremuster der Hühnereier kann leicht über die Fütterung der Legehennen beeinflusst werden. Das Fettsäuremuster der Futterquelle spiegelt sich im Fettsäuremuster des Eies wider. Bei Fütterung der Legehennen z. B. mit Sojaöl haltigem Futter ist das Verhältnis von n-6 zu n-3 Fettsäuren etwa 8:1 (Tab. 2.2.7), während bei der Verwendung von Leinöl im Futter das Verhältnis auf etwa 2:1 reduziert werden kann.

**Tab. 2.2.7: Gehalte an Fettsäuren und Cholesterin im Hühnerei\***

Inhaltsstoff	Summenformel	mg/Ei
Palmitinsäure	C16:0	106
Ölsäure	C18:1	1920
Linolsäure	C18:2n6	1064
Linolensäure	C18:3n3	71
Arachidonsäure	C20:4n6	112
Eicosapentaensäure	C20:5n3	Spuren
Docosahexaensäure	C22:6n3	94
Cholesterin		206

\* Eigewicht 60 g, Dottergewicht 16 g, 4 % Sojaöl als Futterfett

Quelle: STEINHILBER (2003)

Diese Beeinflussbarkeit des Dotterfettsäuremusters hat zur Entwicklung von mit n-3-Fettsäuren angereicherten Eiern geführt. In Deutschland sind verschiedene angereicherte Eier auf dem Markt, die deutlich erhöhte Gehalte an n-3-Fettsäuren aufweisen (Tab. 2.2.8). Die Anreicherung wird durch den Einsatz von speziellen Algenprodukten, Fischöl, Leinöl oder Rapsöl im Futter erreicht. Nachdem die Henne die aufgenommene Linolensäure teilweise in DHA umwandelt, ist insbesondere diese Fettsäure im Ei angereichert. Sie dient auch dem sich entwickelnden Küken als Ausgangssubstanz für die Bildung der Ecosanoide.

**Tab. 2.2.8: Gehalte an Omega-6 und Omega-3 Fettsäuren im Eidotter von mit n-3-Fettsäuren angereicherten Eiern\***

Fettsäure	Summenformel	Omega-Ei	EIVIT	PLUS	Normal-Ei
Myristinsäure	C14:0	0,4	0,3	0,3	
Palmitinsäure	C16:0	22,5	20,2	22,7	25,0
Palmitoleinsäure	C16:1	2,6	3,3	2,8	3,9
Stearinsäure	C18:0	7,6	8,1	8,3	7,5
Ölsäure	C18:1	44,9	41,3	47,5	43,5
Linolsäure	C18:2n6	16,3	12,7	12,6	12,3
Linolensäure	C18:2n3	0,8	9,9	2,1	0,4
Eicosensäure	C20:1	0,2	0,2	0,2	
Arachidonsäure	C20:4n6	1,4	0,6	1,5	0,9
Eicosapentaensäure	C20:5n3	0,1	0,3	0,1	0,1
Docosapentaensäure	C22:5n3	0,1	0,4	0,2	
Docosahexaensäure	C22:6n3	3,1	2,7	1,7	0,3
Summe Omega-6		17,7	13,3	14,1	13,2
Summe Omega-3		4,1	13,3	4,1	0,8
Omega-6/Omega-3		4,3	1,0	3,4	16,5

\* in % der Gesamtfettsäuren

Quelle: HARTFIEL et al. (1997)

Die Anreicherung der Eier folgt der Idee der Functional Foods. Hierunter sind Nahrungsmittel zu verstehen, die über die Effekte einer adäquaten Ernährung hinaus eine oder mehrere Zielfunktionen im Körper positiv beeinflussen, woraus eine Verbesserung der Gesundheit und des Wohlbefindens und ggfs. eine Verringerung des Erkrankungsrisikos resultieren können (RECHKEMMER, 2001). In den englischsprachigen Ländern sind ‚Functional Eggs‘ weit verbreitet. Bei diesen Produkten sind nicht nur die n-3-Fettsäuren angereichert, sondern auch andere wichtige Nährstoffe, wie Antioxidantien und Spurenelemente (Tab. 2.2.9).

**Tab. 2.2.9: Ausgewählte Inhaltsstoffe des ‚Columbus-Eies‘ in England und Deckung des täglichen Bedarfs des Menschen**

	Gehalte	Deckung der empfohlenen täglichen Aufnahme (%)
Omega-3 Fettsäuren	>600 mg	150
Vitamin E	10 mg	100
Selen	35 µg	50
Jod	50 µg	25
β-Carotin	150 IE	5

Quelle: DE MEESTER et al. (2000)

Dieser erweiterte Ansatz ist durchaus interessant, da das Hühnerei schon von Natur aus für die menschliche Ernährung relevante Gehalte an Vitaminen und Spurenelementen aufweist (Tab. 2.2.10). Für einzelne Vitamine wird eine Bedarfsdeckung von bis zu 40 % erreicht. Fast alle dieser Vitamine können über eine entsprechende Fütterung der Hennen im Ei weiter angereichert werden. Vitamin C (Ascorbinsäure) ist das einzige Vitamin, das nicht angereichert werden kann, da es von der Henne als Provitamin A im Stoffwechsel verwendet wird. Dagegen ist eine Anreicherung von Vitamin E (α-Tocopherol) sehr einfach (s. auch Tab. 2.2.9). Vitamin E spielt als Radikalfänger eine große Rolle bei der Abpufferung von Oxidationsprozessen. Diese sind zwar zur Energiebereitstellung (Oxidation der Fettsäuren) für die Stoffwechselprozesse zwingend erforderlich, die dabei gebildeten Peroxide und freie Sauerstoffradikale sind aber zelltoxisch. Vitamin E neutralisiert diese Moleküle im lebenden Organismus auf der zweiten Ebene des Oxidationskontrollmechanismus. MUGGLI (1994) hat auf der Basis der Doppelbindungen in den Fettsäuren eine Tabelle für Zulagen von Vitamin E zum Futter entwickelt, in Abhängigkeit von den Mengen der jeweiligen Fettsäuren in der Ration.

Generell nimmt die Bedeutung der Oxidationskontrolle bei Nahrungsmitteln, die mit n-3-Fettsäuren angereichert sind zu, da diese auf Grund der enthaltenen Doppelbindungen sehr oxidationsanfällig sind. Linolensäure gilt z. B. als Oxidationsauslöser. Bei Omega-3-Eiern kann daher auch die Anreicherung von Selen von Interesse sein, wie dies z. B. beim Columbus-Ei umgesetzt wird, da Selen als Bestandteil des Enzyms Glutathionperoxidase auf der ersten Ebene der Oxidationskontrolle die Entstehung von Oxidationsprodukten verhindert. Von SEUSS-BAUM (2005) wurden Vorschläge zum Mindestgehalt von angereicherten Nährstoffen in funktionalen Eiern im Hinblick auf die Bedarfsdeckung beim Menschen gemacht (Tab. 2.2.11).

**Tab. 2.2.10: Vitamin-, Mengenelement- und Spurenelementgehalte im Hühnerei sowie Bedarfsdeckung beim Menschen für ausgewählte Inhaltsstoffe**

	Maßeinheit	je Ei*	Bedarfsdeckung** (%)
<b>Vitamine</b>			
A (Retinol)	µg	140	14
B <sub>2</sub> (Riboflavin)	µg	160	11
B <sub>6</sub> (Pyridoxin)	µg	60	5
B <sub>12</sub> (Cobalamin)	µg	1,06	35
D <sub>3</sub> (Cholecalciferol)	µg	1,55	16
E (Tocopherol)	µg	1100	9
K	µg	25	39
Biotin	µg	13	29
Folsäure	µg	70	17,5
<b>Mengenelemente</b>			
Kalium	mg	80	3
Natrium	mg	72	13
Kalzium	mg	30	4
Magnesium	mg	6,5	2
<b>Spurenelemente</b>			
Eisen	µg	1100	7
Zink	µg	720	8
Jodid	µg	10	7
Fluor	µg	60	2
Selen	µg	24	53

\* 54 g essbare Eimasse

\*\* Erwachsener mit 65 kg Lebendgewicht

Quelle: SEUSS-BAUM (2005)

**Tab. 2.2.11: Vorschläge zum Mindestgehalt von angereicherten Nährstoffen in funktionalen Eiern im Hinblick auf die Bedarfsdeckung beim Menschen und im Vergleich zu konventionell erzeugten Eiern**

Nährstoff	Gehalt im angereicherten Ei*	Bedarfsdeckung**	Gehalt im Vergleich zum konventionellen Ei
		%	%
<b>Omega-3 Fettsäuren</b>			
Linolensäure (g)	0,1	10	140
EPA + DHA (g)	0,1	50	172
<b>Vitamine</b>			
Vitamin D <sub>3</sub> (µg)	1,6	15	100
Vitamin E (mg)	3,5	27	318
Vitamin B <sub>12</sub> (µg)	1,5	50	142
Folsäure (mg)	0,1	25	135
<b>Spurenelemente</b>			
Zink (mg)	2,0	24	278
Jod (mg)	0,05	33	500
Selen (µg)	30	67	125
<b>Carotinoide</b>			
Lutein + Zeaxanthin (mg)	4,0	50	1000

\* 54 g essbare Eimasse

\*\* Erwachsener mit 65 kg Lebendgewicht

Quelle: SEUSS-BAUM (2005)

Eier enthalten außer den genannten Fettsäuren, Vitaminen und Spurenelementen auch noch ernährungsphysiologisch unerwünschte Inhaltsstoffe. Hier ist in erster Linie das Cholesterin zu nennen. Die ursprünglich postulierten Zusammenhänge zwischen der Nahrungs-Cholesterinaufnahme, dem Blut-Cholesterinspiegel und dem Auftreten von Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind zwar inzwischen klar widerlegt, aber dennoch wird das Hühnerei noch heute von vielen Ernährungsphysiologen wegen seines Cholesteringehaltes als unerwünschtes Nahrungsmittel betrachtet. Es steht dabei außer Frage, dass Menschen, die auf Grund von Erkrankungen, genetischer Veranlagung oder erheblicher Stressbelastung zu hohe Plasma-Cholesterinspiegel aufweisen, die Nahrungscholesterinaufnahme kontrollieren müssen. In dem Zusammenhang ist allerdings zu berücksichtigen, dass die heute produzierten Hühnereier mit etwa 190 mg/Ei deutlich weniger Cholesterin als früher enthalten. Die Reduzierung des Cholesteringehaltes ist das Ergebnis der langjährigen Zucht auf Legetätigkeit und der damit einhergehenden Abnahme des Dotteranteils. Durch entsprechende Fütterungsmaßnahmen kann der Cholesteringehalt des Eies um weitere etwa 15 % gesenkt werden. Die Behauptung, dass die türkisfarbenen Eier der Rasse Araucana weniger Cholesterin enthalten, trifft nicht zu. Das Dottercholesterin ist eine unabdingbare Voraussetzung für die Entwicklung des Küken im Ei.

### 2.2.3.6 Geschmack

Geschmack ist die subjektive Empfindung visueller, olfaktorischer, gustatorischer und taktiler Sinneseindrücke beim Nahrungsverzehr. Beim Hühnerei wird immer wieder gefordert, dass dieses typisch nach Ei schmecken muss. Entsprechend dürfen Hühnereier keine Verfärbungen und vor allem keine abweichenden Gerüche aufweisen. Der gelegentlich auftretende fischige Geruch von Hühnereiern wird als Qualitätsmangel empfunden. Bis zur Mitte des letzten Jahrhunderts war hierfür der Einsatz von Fischprodukten im Alleinfutter die Ursache. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden zwar aus Kostengründen keine Fischprodukte mehr eingesetzt, aber ‚Fischeier‘ traten immer noch auf. Dieses Phänomen wurde in erster Linie bei Legehennen beobachtet, die braunschalige Eier legen. Als Ursache hierfür wurde der Einsatz von Raps im Legehennefutter ermittelt, da Raps neben anderen antinutritiven Inhaltsstoffen Sinapin enthält, das im Darm der Legehennen durch Enterobakterien zu Trimethylamin (TMA; riecht fischig) umgebaut wird. Nachdem die Hennen auf Grund eines genetischen Defektes Trimethylamin nicht oxidieren (TMA-Oxid ist geruchsneutral) können, wird das TMA in den Dotter eingelagert und führt zu den Stinkeiern. Diese Stoffwechselstörung ist auf eine Mutation am FMO3-Genort zurückzuführen. Inzwischen ist es gelungen, eine kommerzielle Brauneleger-Herkunft zu züchten, die diesen Defekt nicht mehr aufweist. Somit können in Zukunft Raps und Rapsprodukte wieder stärker als Proteinquelle in Legehennenrationen eingesetzt werden (s. Kap. 3.3.2.4).

Über den Geschmack von Hühnereiern wurde schon viel gestritten. Bald nach Einführung der Käfighaltung wurde von Verbrauchern, die die Käfighaltung abgelehnt haben, behauptet, dass Eier aus der Bodenhaltung besser als Käfigeier schmecken und dass sie im Vergleich jederzeit Bodenhaltungseier herausschmecken können. In der Regel werden aber Käfig- und Bodenhennen gleich gefüttert, so dass dies nicht möglich ist, wie in verschiedenen Untersuchungen nachgewiesen wurde. Im Gegensatz hierzu ist sicher zu erwarten, dass Eier aus Freilandhaltung einen anderen Geschmack aufweisen als Eier aus der Intensivhaltung, wenn sich die Hennen ihren ‚Speisezettel‘ selber zusammenstellen können. In verschiedenen Untersuchungen konnten tendenziell Geschmacksunterschiede zwischen Käfigeieren und z. B. Bio-Eiern ermittelt werden. Generell werden legefrische Eier wie auch „alte“ Eier geschmacklich schlechter bewertet. Eier benötigen nach dem Legen ein paar Tage (8 bis 10), um den optimalen Geschmack auszubilden. Eine andere Möglichkeit, den Geschmack von Eiern in eine gewünschte Richtung zu verändern, ist die Produktion von „Kräutereiern“. Hierzu werden dem Legehennefutter Kräuterextrakte oder -Essenzen zugesetzt. Die Geschmacksstoffe werden dann in den Dotter eingelagert und bewirken einen würzigen Geruch und Geschmack des Eies. Die Verwertung der Eier, z. B. zum Backen, ist dann aber eingeschränkt.

Die objektive sensorische Bewertung von Eiern ist relativ schwierig. Am leichtesten lassen sich noch Eier aus verschiedenen Quellen anhand von Sensoriktests bewerten. In Frage kommt z. B. der Dreieckstest nach DIN EN 10 951. Durch das Anbieten von zwei Proben abwechselnd als Einzel- und Doppelprobe sowie durch die Testwiederholung wird die Ratewahrscheinlichkeit stark reduziert und auch eine statistische Auswertung ermöglicht. Der Dreieckstest kann mit einem Rangierungstest kombiniert werden, so dass die Proben auch geschmacklich bewertet werden können. Zur Prüfung von Eiern wird entweder mit im Wasserbad zum Stocken gebrachtem Vollei oder mit weich gekochten Eiern gearbeitet.

## 2.2.4 Funktionale Eigenschaften

Generell können Hühnereier roh verwertet werden, z. B. zur Herstellung von Getränken wie Eierlikör oder „Pisco sauer“. Das Einröhren von Eiern in warmen Wein oder Bier ist ein probates Hausmittel zur Bekämpfung von Erkältungs- und Durchfallkrankheiten. Dies ist auf die Wasserbindungseigenschaften, die Antidotwirkung und die animikrobiellen Eigenschaften des Hühnereies zurückzuführen.

Ein breiteres Feld ergibt sich für die Verarbeitung von Eiern in Speisen. Eier werden in zunehmendem Maße für die Herstellung von Teigwaren, Backwaren und anderen Convenience-Produkten verwendet. Dabei umfassen die **Verwertungseigenschaften** von Eiern die Merkmale Schaumbildungsvermögen, Backfähigkeit, Emulsionseignung und Schälbarkeit.

### 2.2.4.1 Schaumbildung

Bei der Verschäumung von Eiklar wird mechanisch Luft in die Eimasse eingebracht, wobei ein Agglomerat aus Eiklar und Blasen, das in eine disperse (gasförmige) und in eine kontinuierliche Phase (Flüssigkeit) differenziert werden kann, entsteht. Beim Aufschlagen wird aus dem flüssigen Eiklar zunächst nasser, dann trockener und schließlich klebriger Schaum gebildet. Nasse Schäume weisen beim Übergang zu den trockenen Schäumen die höchste technologische Qualität auf. Die Bearbeitungsdauer liegt zwischen 60 und 120 Sekunden. Bei 90 Sekunden Verschäumungsdauer werden die beständigsten und bei 120 Sekunden die festesten Schäume erzielt. Frische Eier führen zu einem beständigeren Schaum, der aber weicher ist, während ältere Eier einen festeren Schaum liefern, der sich auch leichter wieder zersetzt. Eischäume werden z. B. bei der Herstellung von Backwaren, Eis, Cremes und Desserts verwendet.

### 2.2.4.2 Backfähigkeit

Beim Backen spielen die Viskosität, die Emulgierbarkeit und das Schaumbildungsvermögen der Eier eine große Rolle. Das Eiklar sorgt auf Grund seiner Schaumbildungsfähigkeit für eine lockere und doch stabile Gebäckstruktur. Eiklar- und Dotterproteine wirken über Koagulation als Bindemittel und die weiteren Dotterinhaltstoffe fördern die Mürbung des Gebäcks und die Vermischung der Teigbestandteile. Reines Eiklar wird in Baisers, Baumkuchen oder Sandkuchen verwendet. Für die Herstellung von Biskuit sollte allerdings Vollei verwendet werden, um ein ausreichendes Gebäckvolumen zu erreichen. Ältere Eier bewirken ein größeres Gebäckvolumen als frische Eier. Entsprechend ist auch bei älteren Eiern die Porenstruktur der Gebäcke besser.

### 2.2.4.3 Emulsionseignung

Unter Emulgierbarkeit wird die Fähigkeit von Substanzen verstanden, das Mischen von Öl und Wasser zu ermöglichen. Emulgatoren erniedrigen die Oberflächenspannung und tragen so zur Bildung kleiner Tröpfchen bei. Grenzflächenaktive Emulgatoren müssen einerseits

zähe und zugleich elastische Filme bilden. Die Vermischung der verschiedenen Bestandteile erfolgt auf mechanischem Wege. Für die Emulgatoreigenschaften des Eies sind das Lecithin, die Lipoproteine und die Lipovitelline des Dotters verantwortlich. Das bekannteste Anwendungsbeispiel für die Emulgatorwirkung von Hühnereiern ist die Herstellung von Mayonnaise. Hierzu werden mindestens 80 % Öl mit Wasser und reinem Dotter vermischt. Beimengungen von Eiklar verschlechtern die Emulgierbarkeit. Bei der Verwendung älterer Eier wird eine bessere Emulsionsstabilität erreicht.

#### 2.2.4.4 Schälbarkeit

Hart gekochte Eier erfreuen sich zwar in erster Linie an Ostern höchster Beliebtheit, sind aber inzwischen auch über das ganze Jahr erhältlich. Ein Problem hart gekochter Eier ist oft die schlechte Schälbarkeit und grünlich, bläuliche Verfärbungen des Dotterrandes. Für die Schälbarkeit existieren verschiedene ‚Patentrezepte‘, wie diese verbessert werden kann. Unumstritten ist sicher, dass sich ältere Eier nach dem Kochen besser schälen lassen als sehr frische. In ähnlicher Weise lassen sich Eier von Hennen aus dem zweiten Legehalbjahr besser schälen als Eier von Hennen aus dem ersten (Tab. 2.2.12). Dagegen spielt das Abschrecken nach dem Kochen keine große Rolle. Weder kaltes Wasser noch Eiswasser verbessern die Schälbarkeit. Die Gabe der Eier in kochendes Wasser, eine Verlängerung der Kochzeit und die Lagerung der gekochten Eier vor dem Verzehr für ein paar Tage wirken sich dagegen positiv auf die Schälbarkeit aus.

Eine grünliche Verfärbung der äußeren Dotterschicht ist das Ergebnis der Reaktion von Eisen aus dem Dotter (überwiegend an Phosvitin gebunden) mit Schwefel aus dem Eiklar (Methionin-haltige Proteine) zu Eisensulfid. Diese Reaktion tritt vor allem bei älteren Eiern und nach längerer Kochdauer auf. Hier gilt die Empfehlung, zwischen 7 und 14 Tage alte Eier zu verwenden, bei einer nicht zu langen Kochdauer.

**Tab. 2.2.12: Beeinflussung von Schälbarkeit und Dotterverfärbung hart gekochter Eier**

Vergleiche		Schälbarkeit	Dotterfärbung
A	B	A im Vergleich zu B	
Hennen, 1. Legehalbjahr	Hennen, 2. Legehalbjahr	schlechter	röter und gelber
frische Eier	Gelagerte Eier (21 Tage)	schlechter	röter und gelber
Eier in kaltes Wasser	Eier in kochendes Wasser	schlechter	kein Einfluss
kein Abschrecken	Abschrecken mit kaltem Wasser	besser	röter und gelber
kein Abschrecken	Abschrecken mit Eis	besser	weniger rot und gelb
Abschrecken mit kaltem Wasser	Abschrecken mit Eis	kein Unterschied	weniger rot und gelb
Schälzeitpunkt frisch (1 Tag)	Schälzeitpunkt gelagert (7 Tage)	schlechter	weniger rot und gelb

Quelle: SIMONOVIC (2005)

Weich gekochte Frühstückseier sind am Sonntag in vielen Haushalten nicht wegzudenken. Allerdings gelingt es nicht immer, das Ei so zu kochen, dass das Eiklar zwar fest, der Dotter aber noch wachsweich ist. Zum Kochen wird heute vielfach ein Eierkocher verwendet, bei dem aber die Eigröße und die Temperatur des Eies nicht berücksichtigt werden. Zur richtigen Einstellung der Kochbedingungen sind die Gerinnungstemperaturen von Eiklar (63°C) und Dotter (68°C) wichtig. Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten wurden von FISHER (2002) die in der Tabelle 2.2.13 angegebenen Kochzeiten für Hühnereier unter Berücksichtigung der Eigröße und der Eitemperatur ermittelt. Diese gelten für Gegenden auf Meeressniveau. In den Bergen müssen die Kochzeiten etwas verlängert werden.

**Tab. 2.2.13: Kochzeiten für Hühnereier in Abhängigkeit von der Eigröße und der Lagertemperatur vor dem Kochen**

Größenklasse	Eidurchmesser am Äquator	Kochzeiten in Minuten und Sekunden	
		Ausgangstemperatur 20°C	Ausgangstemperatur 4°C
		mm	(Zimmertemperatur)
Klein	39	3'20	3'45
Klein	40	3'30	4'00
Mittel	42	3'54	4'24
Mittel	44	4'15	4'48
Mittel	46	4'36	5'12
Groß	48	5'00	5'42
Groß	50	5'30	6'12

Quelle: FISHER (2002)

## 2.2.5 Eiproducte

Für die Erzeugung von Verarbeitungsprodukten (Kuchen, Teigwaren, Süßspeisen usw.) werden inzwischen zunehmend Eiproducte verwendet. Der jährliche Zuwachs bei der Produktion von Eiproducten liegt in der EU bei 5 %. Die Herstellung von Eiproducten wird in der Eiproducteverordnung (89/437 EWG) geregelt und gilt für das gewerbsmäßige Herstellen, Behandeln und in Verkehr bringen von Eiproducten für die Lebensmittelherstellung. Generell ist ein Mischen von Eiern verschiedener Geflügelarten nicht erlaubt und die Erzeugung hat in spezialisierten Eiproductenwerken unter hohen hygienischen Auflagen zu erfolgen. Die Eier dürfen nicht angebrütet sein und die Schalen müssen unbeschädigt und vollständig sein. Vor dem Aufschlagen der Eier müssen verschmutzte Schalen gereinigt werden. Nach dem Waschen der Eier werden diese in Spezialmaschinen automatisch aufgeschlagen und in die Bestandteile Schale, Eiklar und Dotter aufgetrennt. Je nach Bedarf wird Eiklar und Dotter wieder zu Vollei zusammengeführt. Danach wird das Flüssigei filtriert, um Hagelschnüre und Schalenreste abzutrennen. Die wichtigste Stufe der Eiproducteherstellung ist dann die Keimfrei- bzw. Haltbar-Machung im Platten-Pasteur. Die Bedingungen bei der Pasteurisation (Temperatur und Haltezeit) müssen so gewählt werden, dass Keime, in erster Linie Salmonellen, sicher abgetötet werden. Dies wird z. B. bei einer Pasteurisationstemperatur von 60°C und 3,5 Minuten Haltezeit erreicht. Die genauen Bedingungen sind allerdings in der Regel Betriebsgeheimnis. Durch die Pasteurisation werden die funktionalen Eigenschaften verändert. Die Viskosität der Produkte ist z. B. erhöht. Nach dem Pasteurisieren wird die flüssige Eimasse gekühlt und danach entweder gekühlt gelagert, tiefgefroren oder getrocknet. Bei der Trocknung von Eiklar und Vollei muss zuerst die Glukose mit Hilfe von  $H_2O_2$  entfernt werden, da ansonsten eine Braunfärbung eintritt. Die Trocknung erfolgt bei Temperaturen zwischen 50 und 80°C. Eiklar wird in der Regel in Pfannen und Dotter sowie Vollei in Sprühtürmen getrocknet. Die getrockneten Eiproducte sind etwa 6 Monate lagerfähig, während Flüssigei nur kurze Zeit haltbar ist. Von den fertigen Eiproducten müssen Proben für umfangreiche Untersuchungen auf Keimgehalt, Rückstände und mögliche Bruteibemischungen gezogen werden. Die Ware darf erst nach Vorliegen der mikrobiologischen Befunde in den Verkehr gebracht werden.

Inzwischen werden neben Vollei-, Dotter- und Eiklarprodukten auch zunehmend isolierte Inhaltsstoffe (Lysozym, Cystatin) angeboten. Die Eiproducte werden in der Back-, Fleisch-, Süß- und Teigwarenindustrie sowie bei der Herstellung von Mayonnaisen und in der technischen Industrie (z. B. Herstellung von Leim) eingesetzt.

## Literatur

Blanch, A. (2000): Use of red carotenoids for yolk pigmentation. *Int. Poultry Production* 8 (2), 25 - 29.

De Meester, F., J. Lignian, L. Phillipin, J.F. Thiry, P. Dejardin, P. Ramirez, C. Remacle, T. Erpicum, J. Stannard, J. Wijnia, M. Ohi, S.S. Sim, N. Shapira, J.A. Merkle, H.R. Ball (2000): Egg yolk phospholipids as a balanced dietary source of vitamin F. XXI. *World's Poultry Congress*, Montreal, Canada, 20.-24. August.

Farrell, D.J. (1995): The hearty egg is good for you. *World Poultry Misset* 11 (4), 27 - 29.

Fisher, L. (2002): *Die Reise zum Mittelpunkt des Frühstückseis*. Campus Verlag Frankfurt a.M. New York

Grashorn, M.A. (2007): Faustzahlen zur Eiqualität. *Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2008*, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.

Hartfiel, W., R. Tüller, F. Marx (1997): Anreicherung essentieller n-3-Fettsäuren und deren Stabilisierung durch Vitamin E in Hühnereiern. *Vitaminspur* 12, 24 - 30.

Muggli, R. (1994): Physiological requirements of vitamin E as a function of the amount and type of polyunsaturated fatty acids. *Fatty Acids and Lipids: Biological Aspects*. 75, 166 - 168.

Rechkemmer, G. (2001): Funktionelle Lebensmittel - Zukunft der Ernährung oder Marketing-Strategie? *ForschungsReport*, BMVEL (1), 32 - 35

Reichardt, W., M. Mußlick, P. Gayer (2004): Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen: Zu viel Auslauf für Legehennen? *DGS Magazin* 56 (40), 25 - 32.

Schwarz, G., A. Kobe, R. Fries (1999): Mikroflora auf den Schalen von Hühnereiern unterschiedlicher Haltungsformen. *Arch.Geflügelk.* 63, 220 - 224.

Seuss-Baum, I. (2005): Nutritional evaluation of egg components. XIth European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Doorwerth, Niederlande, 23.-26. Mai.

Simonovic, S. (2005): Einflussfaktoren auf die Schälbarkeit und Dotterfarbe von hartgekochten Hühnereiern. Bachelor-Thesis Agrarwissenschaften Uni Hohenheim.

Steinhilber, S. (2003): Einfluss von genetischem Typ, Legeabschnitt und Futterfett auf die Anreicherung von Hühnereiern mit Omega-3-Fettsäuren und die Auswirkungen auf die Produktqualität. Dissertation Dr.sc.agr. Uni Hohenheim.

Ternes, W., L. Acker, S. Scholtysek (1994): *Ei und Eiprodukte*. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg.

Worm, N. (1988): Die ernährungsphysiologische Bedeutung des Eies. *notabene medici* (9), 510 - 513.

## 2.3 EG-Vermarktungsnormen für Eier, Kennzeichnungsvorschriften, Eierpackstellen, Legehennenbetriebsregistergesetz etc. (B. Aue, Th. Mörl)

### 2.3.1 EG-Vermarktungsnormen für Eier

Die Vermarktungsnormen (Marktordnungen) gehören zu den agrarpolitischen Instrumenten der Europäischen Union im Bereich der Landwirtschaft. Sie wirken unmittelbar auf die Erzeugung und auf die Vermarktung bis hin zum Verbraucher. Für landwirtschaftliche Produkte, wie z. B. Eier wurden EU-einheitliche Qualitätsnormen und Handelsklassen eingeführt, um den gemeinschaftlichen Handel zu erleichtern und die Bevölkerung mit Produkten gleich bleibend hoher Qualität zu versorgen. Nach diesen Qualitätsnormen können einerseits die Erzeuger ihre Produktion ausrichten und an die Erfordernisse des Marktes anpassen. Andererseits können die Betriebe der Ernährungswirtschaft das vorhandene Angebot anhand der definierten Qualitätsnormen besser vergleichen, ohne die Ware in Augenschein genommen zu haben.

Für beide Seiten, Erzeuger und Nachfrager, ergibt sich eine bessere Markttransparenz und eine leichtere Preisfindung. Beides fördert den Absatz dieser Erzeugnisse.

Novellierungen sollen die Normen an die aktuellen Bedürfnisse und Entwicklungen der Wirtschaft sowie des Verbraucherschutzes anpassen. Durch die seit Anfang 2008 geltende Verordnung über die einheitliche gemeinsame Marktorganisation (GMO)<sup>1</sup> wurde der Versuch unternommen für die verschiedenen Erzeugnisse, die Vermarktungsnormen unterliegen, vergleichbare Sachverhalte identisch zu regeln. Die GMO gilt für den Bereich Eier seit dem 01.07.2008. Zeitgleich zu dieser neuen Ratsverordnung trat die Kommissionsverordnung 589/2008<sup>2</sup> mit den Durchführungsbestimmungen zur VO 1234/2007 hinsichtlich der Vermarktungsnormen für Eier in Kraft.

Die Vermarktungsnorm für Eier war nach langen Verhandlungen erst im Jahr 2007 auf eine neue Basis gestellt worden. Die seinerzeit erzielten Regelungen wurden wortgleich in die GMO übernommen. Gegenüber den bis zum 30.06.2007 geltenden Regelungen sind einige Veränderungen eingetreten, von denen die bedeutendsten hier kurz vorgestellt seien:

Eier mussten bisher innerhalb festgesetzter Fristen für jede Vermarktungsstufe vom Erzeuger ggf. über Sammelstellen an registrierte Packstellen geliefert werden. Spätestens am 6. Tag waren die Eier zu kennzeichnen, zu sortieren und zu verpacken. Die neue Regelung sieht nun eine Generalfrist von 10 Tagen nach dem Legen der Eier vor, innerhalb derer die Kennzeichnung, Sortierung nach Güte (Qualität) und Größenklassen sowie das Verpacken zu erfolgen hat. Am gesetzlich vorgeschriebenen Mindesthaltbarkeitsdatum von 28 Tagen nach dem Legetag hat sich nichts geändert.

Damit einhergehend ist auch der bisher strikt reglementierte Vermarktungsweg der Eier vom Erzeuger über ggf. eine Sammelstelle an eine Packstelle nicht mehr festgelegt. Nunmehr ist innerhalb der genannten 10 – Tagesfrist eine Weitergabe der Rohware über mehrere Zwischenhandelsstufen möglich. Die bestehenden Buchführungspflichten sollen die Rückverfolgbarkeit dieser Eier dennoch gewährleisten.

Eine Vereinfachung erfuhr dabei die Tätigkeit der Sammelstellen. Diese sind künftig für ihre Tätigkeit, das Sammeln unsortierter Rohware, gegenüber der staatlichen Marktüberwachung nicht mehr anzeigepflichtig. Zusammen mit den liberalisierten Vermarktungswegen führt dies bereits jetzt erkennbar zu Mehraufwand bei den Kontrollen hinsichtlich der Sicherung der Nämlichkeit der Ware „Ei“ – dem Verbraucherschutz ist hier gegenüber dem Wirtschaftsbeteiligten ein Nachteil erwachsen. Eine Anzeige- und unter Umständen auch Zulassungspflicht besteht für Sammelstellen nunmehr aber aufgrund des europäischen Hygienerechts gegenüber den Veterinärbehörden.

Eine weitere Deregulierung im Kontrollverfahren hinsichtlich der Festlegung von Stichprobengrößen in Bezug auf die Größe der kontrollierten Partie hat demgegenüber für

alle Beteiligten Nachteile: Wo der bisherige Rechtsrahmen eindeutige Grenzen und Verpflichtungen der Kontrollbehörde bei der Beanstandung von Eiern festlegte, verzichtet die neue Verordnung auf diese Festlegung. Der dadurch entstehenden Rechtsunsicherheit zu Lasten der Wirtschaft wie der Kontrollbehörden wird deutschlandweit nach einer entsprechenden Länderübergreifenden Absprache durch Anwendung der alten Kontrollvorgaben entgegengewirkt.

Einer Veränderung unterliegt auch die bisher in den Vermarktungsnormen abschließend geregelte Zulassung von Packstellen. Diese wurde gespalten in eine marktrechtliche Zulassung und eine hygienerechtliche Zulassung. Das Verfahren wird dadurch deutlich umfangreicher und verursacht höhere Verwaltungskosten.

Die Liste der Änderungen ließe sich fortsetzen. Der Grundgedanke der Novellierung, durch entsprechende „Vereinfachung“ einer Vermarktungsnorm dem grundsätzlich wünschenswerten Ziel des Vorschriftenabbaus näher zu kommen, hat allerdings im Ergebnis zu einem Mehrbedarf an Rechtsauslegung geführt. Entsprechend bemüht sich das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, bundeseinheitliche Auslegungen gemeinsam mit den für die Überwachung zuständigen Bundesländern zu formulieren.

### **2.3.2 Kennzeichnungsvorschriften**

Grundsätzlich sind die Eier innerhalb von zehn Tagen nach dem Legen zu sortieren, kennzeichnen und verpacken. Die GMO und die Durchführungsbestimmungen zur GMO enthalten Kennzeichnungsvorschriften sowohl für die Eier als auch für die Verpackungen der Eier. Während in der Vergangenheit eine umfassende Beregelung aller möglichen Kennzeichnungselemente im Rahmen der Vermarktungsnormen erfolgte, sind nunmehr lediglich obligatorische Kennzeichnungselemente im Sinne einer Mindestkennzeichnung vorgeschrieben. Darüber hinausgehende Kennzeichnungen sind in Anlehnung an das deutsche Lebensmittelrecht als weitergehende Informationen für den Kunden solange zulässig, wie sie nicht irreführend sind.

#### **2.3.2.1 Kennzeichnung der Eier**

Die Kennzeichnung der Eier dient in erster Linie der Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit der Eier zurück bis in den Stall, in dem das einzelne Ei gelegt wurde. Um dies sicher zu stellen werden dem Grundsatz nach alle Eier mit dem zugehörigen Erzeugercode (mehr zum Erzeugercode unter Kap. 2.3.4.2) gekennzeichnet. Ausnahmen sind auf ein Mindestmaß begrenzt und an bestimmte Bedingungen geknüpft.

Eier der Gütekasse A sind obligatorisch mit dem Erzeugercode zu kennzeichnen. Weitergehende Kennzeichnungen sind möglich, soweit sie nicht irreführend sind.

Eier der Gütekasse B sind mit dem Erzeugercode und oder einer anderen Angabe, die sich Art. 10 VO 589/2008 ergibt (Buchstabe „B“ mindestens 5mm hoch oder ein farbiger Punkt mindestens 5mm hoch), zu kennzeichnen. Um Verwechslungen mit Bruteiern zu verhindern, darf der o. a. farbige Punkt nicht „schwarz“ sein.

#### **2.3.2.2 Kennzeichnung der Verpackungen**

Die Kennzeichnung der Verpackung dient in erster Linie der Information des Verbrauchers aber auch der Identifikation von Partien und somit der Rückverfolgbarkeit.

In Art. 12 der VO 589/2008 werden die obligatorischen Kennzeichnungen der Verpackungen von Eiern vorgeschrieben, wie sie durch Packstellen anzubringen sind. Dabei wird zwischen Verpackungen von Eiern der Klasse A und Eiern der Klasse B unterschieden. Nicht unterschieden wird dagegen zwischen der Kennzeichnung von Groß- und

Kleinverpackungen. Art. 18 regelt zudem die besondere Kennzeichnung der Verpackungen, die so genannte Industrieier, das sind Eier, die nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt sind, enthalten.

In den Artikeln 14 und 15 der o. g. VO ist zudem geregelt, wie ggf. die Kennzeichnung „Extra“ als zusätzliche Qualitätsangabe für besonders frische Eier bzw. die Angabe der Art der Legehennenfütterung zu erfolgen hat.

Abzugrenzen von der Kennzeichnung der Verpackungen sind die Angaben die vom Erzeuger gem. Art. 7 Abs. 1 VO 589/2008 an den Transportverpackungen anzubringen sind (siehe dazu auch 2.3.4.3).

Für Eier, die lose, also ohne Verpackung, verkauft werden, sind gewisse Mindestinformationen in anderer Weise deutlich sichtbar und leicht lesbar für den Verbraucher anzugeben. Dies wird in Art. 16 der VO 589/2008 bestimmt.

Ebenfalls zu beachten sind die Bestimmungen der deutschen Lebensmittelkennzeichnungsverordnung<sup>3</sup>.

### 2.3.3 Eierpackstellen

Eierpackstellen sind Betriebe, die Eier nach Güte- und Gewichtsklassen sortieren, kennzeichnen sowie abpacken und/oder umpacken. Packstellen geben die ordnungsgemäß gekennzeichneten Eier der Gütekasse A an den Handel oder den Endverbraucher, die Eier mit Gütekasse B (z. B. Knick- und Schmutzeier) an die Nahrungsmittelindustrie oder die Nahrungsmittelindustrie ab.

#### 2.3.3.1 Die Zulassung der Eierpackstellen

##### A. Die marktordnungsrechtliche Zulassung der Packstellen

Gem. Artikel 5 der VO 589/2008 werden als Packstellen nur Betriebsstätten zugelassen, die bestimmte Bedingungen erfüllen. Sie müssen über die folgenden technischen Anlagen, die für die ordnungsgemäße Behandlung der Eier erforderlich sind, verfügen:

- eine automatische oder dauernd besetzte Durchleuchtungsanlage, die die Qualitätsprüfung der einzelnen Eier ermöglicht.
- Geräte zur Feststellung der Luftkammerhöhe;
- eine Anlage zum Sortieren der Eier nach Gewichtsklassen;
- eine oder mehrere geeichte Waagen zum Wiegen der Eier;
- Geräte zum Kennzeichnen von Eiern (wenn die Eier in der Packstelle mit einem Erzeugercode versehen werden).

Räumlichkeiten und technische Einrichtungen müssen in einem guten Zustand, sauber und frei von Fremdgerüchen gehalten werden.

Die marktordnungsrechtliche Zulassung kann jederzeit widerrufen werden, wenn die o. g. erforderlichen Voraussetzungen nicht mehr erfüllt werden.

##### B. Die hygienerechtliche Zulassung der Packstellen

Eierpackstellen dürfen ihre Produkte nur in Verkehr bringen, wenn sie gemäß Artikel 4 Absatz 2 der VO 853/2004<sup>4</sup> hygienerechtlich zugelassen sind. Sie unterliegen dabei der VO 852/2004<sup>5</sup> über Lebensmittelhygiene und der VO 853/2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs.

Einige allgemeine Anforderungen an die Lebensmittelhygiene in Eierpackstellen sind folgender, nicht abschließender Aufzählung zu entnehmen.

## 1. Konzeption:

Räume und Geräte müssen schon so geplant werden,

- dass sie leicht gereinigt werden können,
- dass Schmutzansammlungen vermieden werden,
- dass Schädlinge nicht eindringen können,
- dass keine feuchten Wände oder Decken entstehen können.

Sie müssen groß genug sein,

- dass ausreichend Arbeitsflächen vorhanden sind,
- dass die Eier angemessen gelagert werden können
- damit das Personal hygienisch arbeiten kann.

## 2. Bauliche Anforderungen:

Bodenbeläge, Wände, Decken, sowie Fenster- und Türöffnungen müssen ständig in einem einwandfreien Zustand gehalten werden können. Abflusssysteme dürfen keine Gerüche verbreiten und für Schädlinge nicht durchgängig sein.

## 3. Hygiene:

Die Betriebsstätte muss sauber und stets instand gehalten werden. Arbeitskräfte müssen saubere Schutzkleidung tragen und ein hohes Maß an persönlicher Hygiene einhalten.

Die hygienerechtliche Zulassung kann behördlich ausgesetzt oder entzogen werden, wenn die oben aufgeführten erforderlichen Voraussetzungen nicht mehr erfüllt werden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Eierpackstellen zwei Zulassungen benötigen. Zum einen die marktordnungsrechtliche Zulassung, mit der die Erlaubnis zum Sortieren und Kennzeichnen von Eiern (eigentliche Packstellentätigkeit im engeren Sinne) verbunden ist, und zum anderen die hygienerechtliche Zulassung, an die das Recht geknüpft ist, die Eier in den Verkehr zu bringen. Packstellen, die bisher nur marktordnungsrechtlich zugelassen wurden, sollten möglichst umgehend einen Antrag auf hygienerechtliche Zulassung bei der für sie zuständigen Behörde stellen.

### 2.3.3.2 Die Aufzeichnungspflichten der Packstellen

#### A. Die Aufzeichnungspflichten nach Marktordnungsrecht

Gem. Artikel 22 der VO 589/2008 dokumentieren Packstellen täglich und nach Haltungsarten getrennt:

- die an sie gelieferten Mengen nicht sortierter Eier, aufgeschlüsselt nach Erzeugern, unter Angabe von Namen, Anschrift und Erzeugercode sowie Legedatum oder -periode;
- nach Sortierung der Eier die Mengen, aufgeschlüsselt nach Güte- und Gewichtsklassen;
- die Mengen erhaltener, sortierter Eier, die von anderen Packstellen kommen, unter Angabe der Kennnummern dieser Packstellen und des Mindesthaltbarkeitsdatums
- die Mengen nicht sortierter Eier, die an andere Packstellen geliefert werden, aufgeschlüsselt nach Erzeuger, unter Angabe der Kennnummern dieser Packstellen sowie Legedatum oder -periode;
- Anzahl und/oder Gewicht der gelieferten Eier je Güte- und Gewichtsklasse, Verpackungsdatum für Eier der Klasse B oder Mindesthaltbarkeitsdatum für Eier der Klasse A sowie nach Käufern unter Angabe von Name und Anschrift.

Die Packstellen haben ihre Bestandsbuchführung wöchentlich zu aktualisieren.

Soweit Eier der Klasse A und ihre Verpackungen Angaben zur Fütterung der Legehennen, tragen, müssen diese Packstellen, darüber in der oben beschriebenen Form getrennt Buch führen. Anstelle der Verkaufs- oder Lieferbücher können die Packstellen Rechnungen und Lieferscheine mit den geforderten Angaben aufbewahren. Die Aufzeichnungen und Unterlagen sind mindestens 12 Monate aufzubewahren.

## B. Die Aufzeichnungspflichten nach Hygienerecht

Die VO 852/2004 fordert jeden Lebensmittelunternehmer auf, ständige Verfahren einzurichten, durchzuführen und aufrecht zu halten, die auf HACCP-Grundsätzen beruhen.

Für eine Eierpackstelle gehören hierzu mindestens Nachweise über:

- die Wareneingangskontrolle,
- die Verfolgbarkeit (d.h. woher kommen die Eier, wohin wurden sie abgegeben?),
- die Überwachung der Lagertemperaturen,
- die Reinigung und Desinfektion,
- Wartungspläne für Maschinen,
- die Schädlingsbekämpfung,
- die Wasserqualität,
- Personalschulungen,
- eine Analyse, welche Gefahren für die Gesundheit der Verbraucher von den Arbeitsvorgängen ausgehen können.

Die EU hat einen Entwurf für einen Leitfaden für die Umsetzung von HACCP-gestützten Verfahren und zur Erleichterung der Umsetzung der HACCP-Grundsätze in bestimmten Lebensmittelunternehmen herausgegeben, der hierzu wertvolle Hinweise enthält.

### 2.3.4 Registrierung von Legehennenhaltungen

Seit dem 01. Januar 2004 müssen gem. § 1 Abs. 2 des LegRegG<sup>6</sup> alle Betriebe, die mindestens 350 Legehennen halten und Betriebe, die Eier kennzeichnungspflichtig vermarkten, unter Vergabe einer Kennnummer (Erzeugercode – siehe Kap. 2.3.4.2) registriert werden. Von der Kennzeichnungspflicht und damit von der Registrierungspflicht sind nur die Betriebe ausgenommen, die weniger als 350 Legehennen halten und ihre Eier ausschließlich ab Hof oder im Verkauf an der Tür direkt an den Endverbraucher abgeben. Erzeuger, die ihre Eier auf dem Wochenmarkt vermarkten wollen, unterliegen somit der Registrierungspflicht.

Für neue Legehennenhalter ist der erstmalige Registrierungsantrag vor Aufnahme der registrierungspflichtigen Legehennenhaltung bei den jeweils zuständigen Behörden einzureichen. Gleches gilt für Änderungsanträge bereits registrierter Hennenhalter für die eine Mitteilungspflicht registrierungsrelevanter Änderungen besteht.

Mit der Registrierung wird den Betrieben ein Erzeugercode mitgeteilt. Die Kennzeichnung der Eier mit dem Erzeugercode ermöglicht die Rückverfolgbarkeit der für den menschlichen Verzehr in den Verkehr gebrachten Eier. Neben der Kennzeichnung dient die Registrierung der Umsetzung und Durchführung der EU-Vermarktungsnormen für Eier nach der VO 1234/2007 und der VO 589/2008.

#### 2.3.4.1 Voraussetzungen der Erzeugerbetriebe für die Registrierung

Eine Registrierung von Erzeugerbetrieben kann nur dann erfolgen, wenn die im Anhang II zur VO 589/2008 genannten Mindestbedingungen und die Anforderungen der EU-Tierschutzrichtlinie 1999/74/EG<sup>7</sup> erfüllt sind.

Auf Antrag und mit Vorliegen aller erforderlichen Informationen wird dem Legehennenhalter die Registrierung bestätigt und ein Erzeugercode mitgeteilt. Aus diesem Erzeugercode

lassen sich die aktuelle Haltungsform der Legehennen, der EU-Mitgliedsstaat, in Deutschland das Bundesland sowie der einzelne Betrieb und der genaue Stall, aus dem ein Ei stammt, ablesen. Der Erzeugercode in Deutschland ist nach folgendem Beispiel aufgebaut:

**Tab. 2.3.1: Beispiel eines Erzeugercodes in Deutschland**

Haltungsform z.B. Freiland	EU-Mitgliedsstaat z. B. Deutschland	Bundesland z. B. Niedersachsen	Betriebsnummer	Stallnummer
1	- DE -	03	1111	1

#### **A. Eier aus ökologischer Erzeugung (Erzeugercode beginnt mit 0)**

Im Falle der Haltung der Legehennen im ökologischen Landbau ist für eine Registrierung die Einhaltung der VO Nr. 2092/91<sup>8</sup> notwendig. Die Einhaltung ökologischer Erzeugung ist durch die Teilnahme an dem Kontrollsysteem entsprechend dem Gesetz über den Ökologischen Landbau<sup>9</sup> nachzuweisen. Dies erfolgt durch eine Bestätigung der zuständigen Öko-Kontrollstelle.

#### **B. Eier aus Freilandhaltung (Erzeugercode beginnt mit 1)**

Eier aus Freilandhaltung müssen in Haltungen erzeugt sein, die zumindest den Anforderungen gemäß Art. 4 der Richtlinie 1999/74/EG entsprechen. Darüber hinaus müssen sie die Vorgaben aus Anhang II Nr. 1 der VO 589/2008 erfüllen.

Dies bedeutet insbesondere, dass die Hennen – außer bei von den Veterinärbehörden verhängten zeitweiligen Beschränkungen – tagsüber spätestens ab 10:00 Uhr bis Sonnenuntergang uneingeschränkten Zugang zu einem Auslauf im Freien haben müssen.

#### **C. Eier aus Bodenhaltung (Erzeugercode beginnt mit 2)**

Eier aus Bodenhaltung müssen in Haltungen erzeugt sein, die zumindest den Anforderungen gemäß Art. 4 der Richtlinie 1999/74/EG entsprechen.

#### **D. Eier aus Käfighaltung (Erzeugercode beginnt mit 3)**

Eier aus Käfighaltung müssen in Deutschland seit dem 01.01.2007 in Betrieben erzeugt werden, bei denen die Anforderungen des Artikels 6 der EU Richtlinie 1999/74/EG und der §§ 13, 13a und 13b der deutschen Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung<sup>10</sup> erfüllt sind. § 33 Abs. 3 und 4 der TierSchNutztV enthalten Übergangsregelungen für Betriebstätten, die vor dem 13. März 2002 die Produktion aufgenommen haben.

### **2.3.4.2 Pflichten registrierter Erzeugerbetriebe**

Für alle Erzeugerbetriebe, auch für die Betriebe mit ökologischer Erzeugung, gelten die Vorschriften der VO 589/2008.

Jede Transportverpackung ist gem. Art. 7 Abs. 1 der VO 589/2008 vor Verlassen der Produktionsstätte mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- Name, Anschrift sowie Erzeugercode des Erzeugerbetriebs,
- Zahl und/oder Gewicht der Eier
- Legedatum oder -periode
- Versanddatum

Diese Angaben sind auf den Transportverpackungen anzubringen und in den Begleitpapieren zu vermerken. Das Original der Begleitpapiere ist in der Packstelle aufzubewahren, in der die Eier sortiert werden. Werden die Eier über weitere Betriebe

gehandelt (z. B. Sammelstellen), sind dort Kopien der Begleitpapiere aufzubewahren. Diese Unterlagen sind mindestens zwölf Monate aufzubewahren.

Werden Packstellen aus eigenen, auf demselben Betriebsgelände gelegenen Produktionseinheiten mit Eiern beliefert, die sich nicht in Behältnissen befinden, so kann die Kennzeichnung in der Packstelle erfolgen.

Nach Artikel 20 der VO 589/2008 müssen die registrierten Erzeuger Buch führen über:

- a) Die Informationen zur Haltungsart, wobei sie folgende Angaben nach Haltungsart aufzuschlüsseln haben:
  - den Tag des Aufstallens, das Alter beim Aufstellen und die Anzahl der Legehennen;
  - den Tag und die Anzahl der entfernten Legehennen;
  - die tägliche Eiererzeugung;
  - Anzahl und/oder Gewicht der pro Tag verkauften oder auf andere Weise gelieferten Eier;
  - Namen und Anschrift der Käufer.
- b) Soweit die Fütterungsart angegeben wird, die Informationen über die Art der Legehennenfütterung, soweit Eier der Klasse A und ihre Verpackungen Angaben zur Fütterung der Legehennen tragen, insbesondere je angewendete Fütterungsart folgende Angaben:
  - Menge und Art der gelieferten oder vor Ort zubereiteten Futtermittel,
  - Datum der Futtermittellieferung.

Werden in einem Betrieb unterschiedliche Haltungsarten verwendet, so sind die o. a. Angaben entsprechend für jeden einzelnen registrierten Stall aufzuschlüsseln. Statt Verkaufs- oder Lieferbücher zu führen, können auch Lieferscheine und Rechnungen mit den erforderlichen Angaben aufbewahrt werden. Die Aufzeichnungen sind mindestens zwölf Monate aufzubewahren.

### 2.3.5 Die Kontrolle der Marktteilnehmer

Erzeuger, Eierpackstellen und andere Eier handelnde Betriebe werden von den zuständigen Überwachungsbehörden auf die Einhaltung der Rechtsvorschriften der Vermarktungsnormen überprüft. Dabei erfolgt die Kontrolle auf allen Stufen der Vermarktung auf Basis einer Risikoanalyse, die die Art der Betriebe, die vermarkteten Mengen und das frühere Verhalten des Marktteilnehmers hinsichtlich der Einhaltung der Vermarktungsnormen berücksichtigt.

Die Kontrollen erfolgen regelmäßig und unangekündigt. Dabei sind die geforderten Aufzeichnungen und Unterlagen den Kontrolldiensten auf Verlangen unverzüglich zur Verfügung zu stellen.

Auch die Überwachung der Mindestanforderungen an das jeweilige Haltungssystem sowie das Einhalten der Voraussetzungen für die Registrierung und Kennzeichnung sowie die Erfüllung der Aufzeichnungspflichten erfolgt durch die zuständigen Behörden. Die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen wird ebenfalls im Rahmen unangekündigter Betriebsüberprüfungen kontrolliert. Bei Überprüfungen sind die Inhaber von Betrieben nach § 5 Abs. 3 des Handelsklassengesetzes<sup>11</sup> verpflichtet:

- das Betreten der Geschäftsräume und Ställe, Grundstücke, Verkaufseinrichtungen und Transportmittel sowie die dort vorzunehmenden Besichtigungen zu gestatten,
- die zu besichtigenden Erzeugnisse selbst oder durch andere so darzulegen, dass die Besichtigung ordnungsgemäß vorgenommen werden kann,
- bei der Besichtigung selbst oder durch andere erforderlichenfalls Hilfe zu leisten,
- Proben entnehmen zu lassen,

- die geschäftlichen Unterlagen und vorgeschriebenen Aufzeichnungen nach der VO (EG) Nr. 589/2008 vorzulegen und prüfen zu lassen sowie
- Auskünfte zu erteilen.

Werden bei den Kontrollen durch die Prüfer Eierpartien ermittelt, die nicht den Vorschriften der Vermarktungsnormen entsprechen oder die in nicht ordnungsgemäß registrierten Produktionsstätten erzeugt wurden, können diese mit einem Vermarktungsverbot belegt werden, um den rechtskonformen Umgang mit diesen Eiern sicher zu stellen.

Die Nichtbeachtung der Rechtspflichten aufgrund der Vermarktungsnormen und des Legehennenbetriebsregistergesetzes ist als Ordnungswidrigkeit zu werten und kann mit einem Bußgeld geahndet werden. Die Ahndung kann bei kleineren Verstößen durch ein Verwarnungsgeld, vergleichbar dem „Knöllchen“ im Straßenverkehr, erfolgen. Bei gravierenden Rechtsverstößen mit erheblichen Auswirkungen auf das Marktgeschehen sind Bußgelder bis zu 10.000 € oder gar 30.000 € denkbar.

#### ***Quellen für die in diesem Kapitel zitierten Rechtsgrundlagen:***

1. Verordnung (EG) Nr. 1234/2007 des Rates über eine gemeinsame Organisation der Agrarmärkte und mit Sondervorschriften für bestimmte landwirtschaftliche Erzeugnisse (Verordnung über die einheitliche GMO) vom 22. Oktober 2007 (ABl. Nr. L 299/1 vom 16.11.2007)
2. Verordnung (EG) Nr. 589/2008 der Kommission mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1234/2007 des Rates hinsichtlich der Vermarktungsnorm für Eier vom 23. Juni 2008 (ABl. Nr. L 163/6 vom 24.06.2008)
3. Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung in der Fassung vom 15. Dezember 1999 (BGBl. I S. 2464) in der zur Zeit geltenden Fassung
4. Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs vom 29. April 2004 (ABl. Nr. L 226/22) in der zur Zeit geltenden Fassung
5. Verordnung (EG) Nr. 852/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über Lebensmittelhygiene vom 29. April 2004 (ABl. Nr. L226/3)
6. Gesetz über die Registrierung von Betrieben zur Haltung von Legehennen (Legehennenbetriebsregistergesetz – LegRegG) vom 12. September 2003 (BGBl. I S. 2430) in der zur Zeit geltenden Fassung
7. Richtlinie 1999/74/EG des Rates zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen vom 19. Juli 1999 (ABl. Nr. L 203/53) in der zur Zeit geltenden Fassung
8. Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel
9. Gesetz zur Durchführung der Rechtsakte der Europäischen Gemeinschaft auf dem Gebiet des ökologischen Landbaus (Öko-Landbaugesetz – ÖLG) vom 12. August 2005 (BGBl. I S. 2431)
10. Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei Ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung - TierSchNutztV) vom 25. Oktober 2001 (BGBl. I S. 2758) in der zur Zeit geltenden Fassung
11. Handelsklassengesetz (HKIG) vom 23. November 1972 (BGBl. I S. 2201) in der zur Zeit geltenden Fassung

#### ***Weiterführende Literatur:***

siehe auch im Internet für Rechtsgrundlagen  
der EU: <http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>  
der Bundesrepublik Deutschland: <http://bundesrecht.juris.de>  
des Landes Niedersachsen: [http://www.lexonline.info/lexonline2/live/voris/index\\_0.php?from=splitsite](http://www.lexonline.info/lexonline2/live/voris/index_0.php?from=splitsite)

### 3 Genetik und Züchtung

#### 3.1 Genetische Vielfalt beim Haushuhn (St. Weigend)

##### 3.1.1 Einleitung

Was ist eigentlich genetische Vielfalt, warum ist sie gefährdet und weshalb ist sie erhalten? Oftmals werden die Begriffe „genetische Vielfalt“ und „Biodiversität“ benutzt, ohne ihre Bedeutung genau zu hinterfragen.

Genetische Vielfalt ist die durch Erbanlagen bedingte Unterschiedlichkeit zwischen Individuen. Der Phänotyp als Summe aller äußerlich feststellbaren Merkmale eines Individuums ist das Ergebnis des Zusammenwirkens genetischer und umweltbedingter Faktoren. Aus populationsgenetischer Sicht heißt das, dass die phänotypische Varianz aus der genetischen Varianz und der Varianz durch Umwelteinflüsse resultiert. Folglich ist die Variabilität in den Erbanlagen der Schlüssel für genetische Veränderungen phänotypischer Merkmale und folglich die entscheidende Basis für natürliche Selektion und tierzüchterische Maßnahmen.

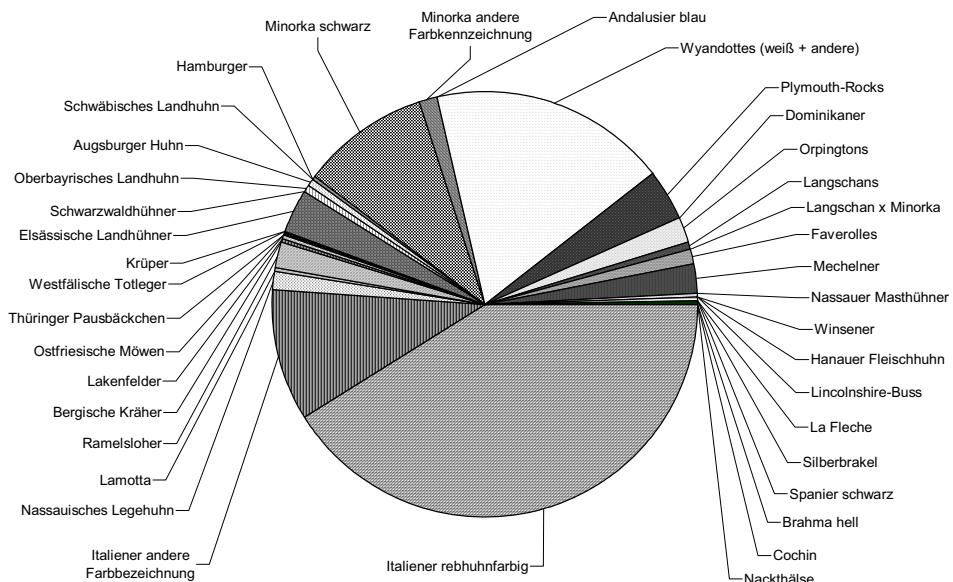


Abb. 3.1.1: In Zuchtstationen registrierte Hühnerrassen in Deutschland um 1907  
(nach KNISPEL, 1908)

Ist diese Vielfalt gefährdet? Beim Haushuhn widerspiegelt das breite Spektrum an Rassen und Schlägen die Vielfalt, die sich ausgehend vom Wildhuhn während der Domestikation entwickelt hat. Insbesondere in den letzten 100 Jahren haben Veränderungen sowohl in der Züchtungsmethodik als auch in der landwirtschaftlichen Produktion zu einer enormen Leistungssteigerung und Effizienzverbesserung geführt. Dabei hat es eine erhebliche Konzentration der Zuchtarbeit auf wenige Unternehmen gegeben, die hoch spezialisierte Linien der Mast- und Legerichtung züchten. Diese Zuchtprodukte haben aufgrund ihres hohen Leistungsniveaus schnell eine weite Verbreitung gefunden, und leistungsschwächere Rassen wurden aus der Nutzung verdrängt. Wenn um 1900 noch etwa 40 Rassen allein in den Geflügelzuchtstationen Deutschlands registriert waren (KNISPEL, 1908; Abb. 3.1.1), so beschränken sich heutige Zuchlinien weltweit auf einige wenige Ausgangsrassen

(CRAWFORD, 1990). Beispielsweise gehen alle wirtschaftlich genutzten Hühner, deren Eier eine weiße Schalenfarbe haben, auf eine einzige Rasse zurück, die Rasse Weißes Leghorn. Obwohl bei Hühnern der braunschäkaligen Legerichtung sowie in der Mastrichtung mehr als eine Rasse den Ausgangspool moderner Zuchtlinien bildeten, ist die Situation doch sehr ähnlich.

Das Aussterben von Rassen bedeutet einen Verlust an genetischer Vielfalt. Jedoch ist die Höhe des Verlustes abhängig davon, wie eng verwandt diese Rasse mit anderen, noch existenten Rassen ist, und wie viel Gemeinsames sie mit den wirtschaftlich genutzten Linien aufweisen. Vor diesem Hintergrund wollen wir uns in den nachfolgenden Abschnitten dieses Kapitels mit einigen Aspekten der Domestikation, der Rassenvielfalt und den Möglichkeiten der Quantifizierung genetischer Unterschiede mit neuesten Methoden der Molekulargenetik beim Haushuhn befassen.

### 3.1.2 Taxonomie und Domestikation des Huhnes

Innerhalb der Gattung der Kammhühner werden vier Wildhuhnarten unterschieden (CRAWFORD, 1990): das Rote Kammhuhn (*Gallus gallus*), das Graue Kammhuhn oder Sonnerat-Huhn (*Gallus sonnerati*), das Gelbe Kammhuhn oder Lafayette-Huhn (*Gallus lafayette*) und das Grüne Kammhuhn oder Gabelschwanzhuhn (*Gallus varius*). Es wird angenommen, dass *G. varius* als erste eigenständige Art entstanden ist, und sich später *G. sonnerati* und *G. lafayettei* von *G. gallus* getrennt haben. Beim Roten Kammhuhn (*G. gallus*) unterscheidet man fünf Unterarten. *Gallus gallus gallus* ist in Südostasien, insbesondere in Thailand und in einigen Gebieten Vietnams zu Hause. Diese Unterart hat starke weiße Ohrscheiben und ist der größte Vertreter der Roten Kammhühner. *Gallus gallus murghi* kommt in Indien vor und hat rote Ohrscheiben mit kleinen weißen Innenflächen. *Gallus gallus spadiceus* ist in Burma (Myanmar), Laos und Malaysien zu Hause. Es ist auch in der chinesischen Provinz Yunnan zu finden zusammen mit *Gallus gallus jabouillei*. Beide Unterarten besiedeln nicht nur das gleiche Gebiet, sondern sind auch im Phänotyp sehr ähnlich. *Gallus gallus jabouillei* findet man in Vietnam (Tonking Region), Süd-West-China (Yunnan Region) und in Laos. Es hat kleine rote Ohrscheiben, einen auffallend kleinen Kamm und tiefrote Rückenfedern. *Gallus gallus bankiva* beheimatet die Inseln Java, Bali und Südsumatra in Südostasien. Auffallend sind die lanzettförmigen, an der Spitze abgerundeten Nackenfedern, die bei den anderen Unterarten spitz auslaufen (DEL HOYO et al., 1994; WEST und ZHOU, 1988; ARNOLDS, Mönchengladbach, pers. Mitteilung).

Die erste Tierart, die der Mensch in seine Obhut nahm, war vor ca. 12.000 Jahren der Hund. Erst nach Schaf, Ziege und Rind wurde vor etwa 5.000 bis 7.000 Jahren auch das Huhn in menschlicher Gefangenschaft gehalten. Haushühner erschienen in Mohenjo-Daro im Indus-Tal etwa um 2.600 v. Chr., wobei diese am ehesten auf die Unterart *Gallus g. murghi* zurückgehen dürften (SIX und MÜLLER, 2006). Archäologische Funde in der Hebei-Provinz Chinas deuten daraufhin, dass das Huhn eventuell bereits schon früher, in einem Zeitraum zwischen 5.900 und 5.400 v. Chr., domestiziert wurde (WEST und ZHOU, 1988). Gans und Stockente wurden etwa 2.500 v. Chr. domestiziert, während Truthuhn und Moschusente weniger als 2.000 Jahre vom Menschen gehalten werden.

Wie bei anderen Nutztierarten geht man auch beim Haushuhn von mehrfachen Domestikationsereignissen aus. So weisen neueste wissenschaftliche Untersuchungen darauf hin, dass es mehrere Zentren der Domestikation des Haushuhnes gegeben hat (LIU et al., 2006). Für mindestens drei der fünf Unterarten gibt es molekulargenetische Belege, das sie am heutigen Haushuhn beteiligt sind; *Gallus g. gallus*, *Gallus g. spadiceus* und *Gallus g. jabouillei* (siehe auch Abschnitt 3.1.4.3). Während der Beitrag von *Gallus g. murghi* nicht eindeutig geklärt ist, scheint das Javanische Wildhuhn (*Gallus g. bankiva*) kein direkter Vorfahre unserer Haushühner zu sein (AKISHINONOMIYA, 1994, 1996; LIU et al., 2006; OKA et al., 2007). Das wird auch von ENGELMANN (1984) postuliert, der das Javanische Wildhuhn wegen des stumpfen, abgerundeten Halsgefieders nicht als Vorfahre in Betracht zieht.

Ausgehend von den Domestikationszentren haben sich Hühner nach China, Persien und Ägypten ausgebreitet und gelangten im 7. Jahrhundert v. Chr. in Gebiete nördlich der Alpen. Erste Hinweise auf Hühner im Mittelmeerraum stammen aus dem 8.-6. Jahrhundert v. Chr. (MARKS und KREBS, 1968; WANDELT und WOLTERS, 1996). Um die Zeitwende waren Hühnerrassen bereits in Rom bekannt. Mit den Eroberungszügen der Römer erfolgte eine weitere Ausbreitung nach Nordeuropa. Im Mittelalter fand dann eine Neubelebung der Geflügelzucht statt. So drang der Frankenkönig Karl der Große bereits vor etwa 1100 Jahren darauf, dass auf seinen Gütern Hühner und Gänse in bestimmter Anzahl gehalten wurden. Durch den Dreißigjährigen Krieg wurden jedoch große Teile der Geflügelbestände vernichtet, die erst in den 40iger Jahren des 19. Jahrhunderts wieder anstiegen (ENGELMANN, 1984; MEHNER und HARTFIEL, 1983; MARKS und KREBS, 1968).

Die in Nordwesteuropa beheimateten Hühnerrassen sind verhältnismäßig kleine, bewegliche und fluggewandte Landhühner, die weißschalige Eier legten, weiß-bläuliche Ohr scheiben besaßen und meist schieferblaue Läufe haben. Mit der Einfuhr schwerer Rassen aus Asien um 1850 waren große, hochgestellte Hühnerrassen mit starkem Knochenbau und roten Ohr scheiben nach Europa gekommen, die flugungewandt sind und gelbe bis braunschalige Eier legen. Im Gegensatz zu den leichten Landhuhntypen brüten diese Tiere gern. Zusammen mit den in Europa beheimateten Landhuhnschlägen bildeten sie die Basis für zahlreiche neue Rassen.

### 3.1.3 Rassegeflügel

Nach 1900 setzte eine nahezu vollständige Trennung zwischen der Wirtschafts- und Rassegeflügelzucht ein. Ein großer Teil der aus einer wirtschaftlichen Nutzung verschwundenen Hühnerrassen haben Freunde in der Rassegeflügelzucht gefunden und werden bis heute von Hobbyzüchtern liebevoll gepflegt. Mit diesen Rassen wird ein wertvolles Stück Kulturgut erhalten.

Ausdruck der stürmischen Entwicklung der Rassegeflügelzucht war die Gründung des ersten „Hühnerologischen Vereins“ in Görlitz im Jahre 1852 durch Robert Oettel. Heute ist der größte Hobbyzuchtverein beim Geflügel in Deutschland der Bund Deutscher Rassegeflügelzüchter e.V. (<http://www.bdrg.de/>). Dieser Bundesverband wurde im Jahr 1881 gegründet. Er umfasst heute ca. 300.000 Mitglieder und betreut annähernd 1.000 Rassen, die sich aufteilen auf Hühner, Zwerghühner, Rassetauben, Puten und Perlhühner, Gänse und Enten sowie Ziergeflügel. Der BDRG vereint 19 Landesverbände sowie 6 Fachverbände. Einer dieser Fachverbände ist das Zuchtbuch für Leistungsfragen. Das Zuchtbuch beruht auf der Führung von individuellen Zuchtbüchern einzelner Züchter, die in den einzelnen Landesverbänden erfasst und dann an das Bundeszuchtbuch weiter gemeldet werden. Dabei sind verschiedene Kategorien der Zuchtbuchführung zu unterscheiden:

- Gruppe 1: tägliche summarische Erfassung der Legeleistung aller gehaltenen Hennen;
- Gruppe 2: wie Gruppe 1, zusätzlich während der Brutzeit individuelle Fallnest- und Eigewichtskontrolle, Küken aus Einzelschlüpfen können ihrem Vater und ihrer Mutter zugeordnet werden;
- Gruppe 3: wie Gruppe 2, jedoch Hennen ganzjährig individuelle Fallnest- und Eigewichtskontrolle unterzogen. Es werden nur Zuchthähne von Althennen gezogen, die die Mindestleistung laut Musterbeschreibung des BDRG erreicht haben.

Insbesondere die durch Züchter der Gruppe 3 erhobenen Daten liefern aussagefähige Informationen über das Leistungsniveau einer Rasse. Diesen Züchtern gebührt höchste Anerkennung für die zusätzlich geleistete Arbeit. Leider ist die Anzahl Züchter in dieser Gruppe jedoch sehr klein.

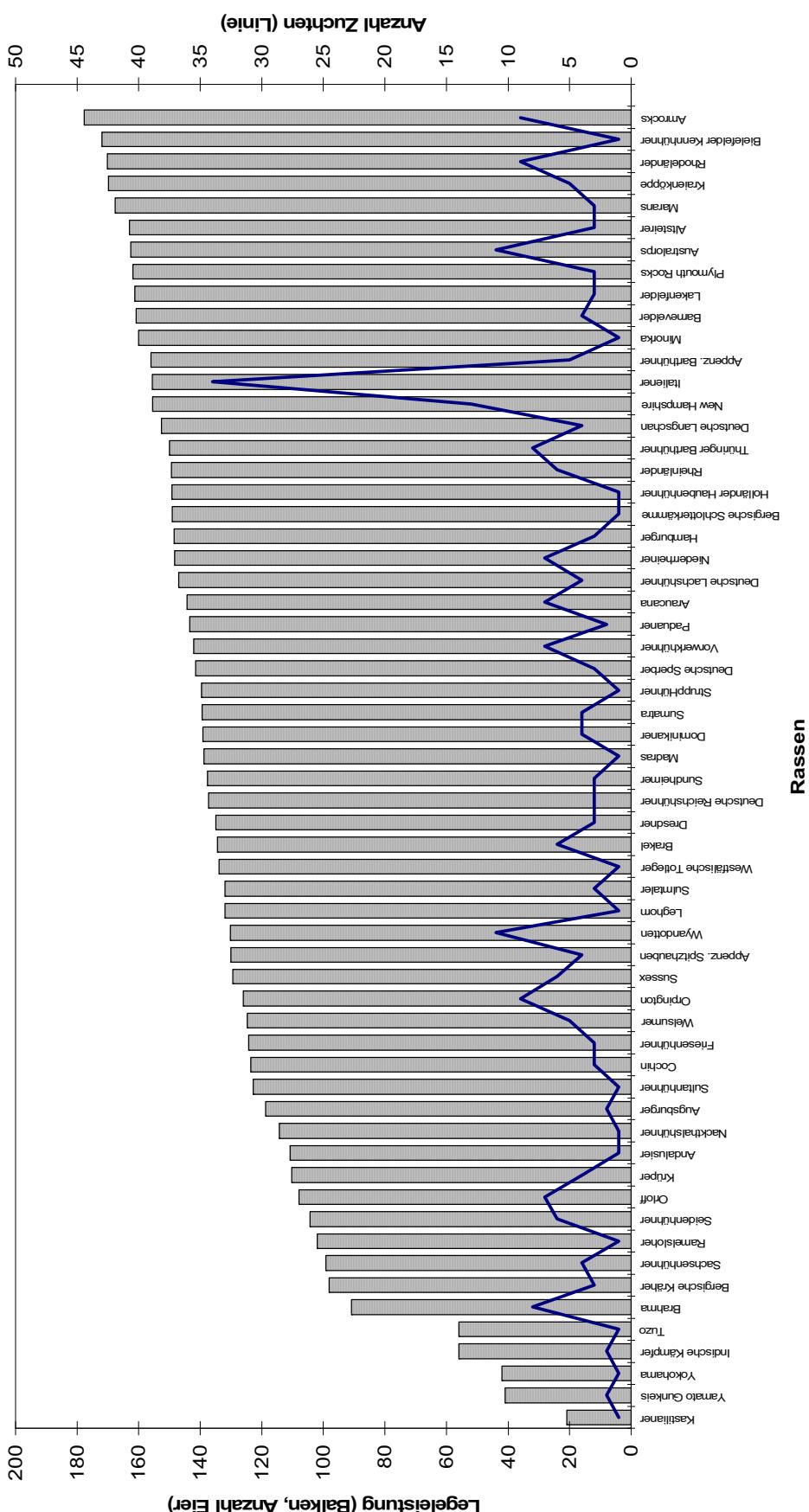
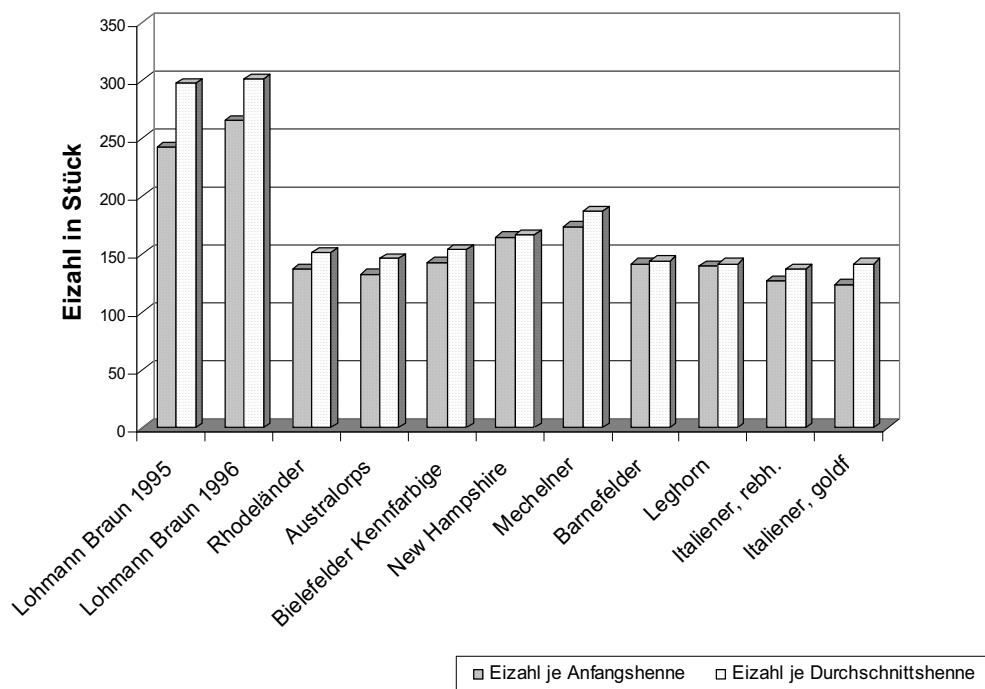


Abb. 3.1.2: Legeleistungen verschiedener Hühnerrassen (aus: BDRG Informationen 2007) [Legeleistung als Balken, linke Skala; Anzahl Zuchten je Rasse als Linie, rechte Skala]

Das Zuchtbuch des BDRG veröffentlicht jährlich die Ergebnisse der Leistungserhebungen. Ein Eindruck vermittelt Abb. 3.1.2, die auf die Erfassung im Jahr 2006 zurückgeht. Dabei wird die Legeleistung vom 1. Oktober d. J. bis zum 30. September des Folgejahres erfasst. Sie schwankt zwischen einer sehr geringen Anzahl von ca. 20 und 180 Eiern. Bei der Bewertung dieser Ergebnisse muss jedoch berücksichtigt werden, dass diesen Daten keine standardisierte Leistungsprüfung zugrunde liegt und die Anzahl der erfassten Zuchten nur sehr gering ist (dargestellt als Linie in Abb. 3.1.2). Dennoch liefern die Ergebnisse einen Einblick in das Leistungsniveau beim Rassegeflügel.

Eine systematische, zentral koordinierte Erfassung und Auswertung der Leistungsdaten von Rassegeflügel gibt es in Deutschland nicht. In den Jahren 1995 und 1996 wurden in der Hessischen Landesanstalt für Tierzucht in Neu-Ulrichstein einige Rassen aus dem Hobbyzuchtbereich in eine Leistungsprüfung einbezogen (LANGE, 1995 u. 1996; Abb. 3.1.3). Die als Referenztiere geprüften kommerziellen Hybriden Lohmann Braun waren in allen wichtigen Leistungsmerkmalen deutlich überlegen, insbesondere in der Legeleistung und dem Futterverzehr je kg Eimasse. Letzterer war bei den nicht wirtschaftlich genutzten Rassen mit ca. 5 kg/kg Eimasse mehr als doppelt so hoch als bei kommerziellen Hybriden. Jedoch traten unter den gegebenen Prüfbedingungen (Bodenhaltung mit Kotprobe und Scharrraum, Fütterung mit Legehennenmehl aus Komponenten des ökologischen Landbaus) bei den kommerziellen Braunlegern überproportional hohe Abgänge infolge von Kannibalismus auf, vor allem im ersten Viertel der Legeperiode.



**Abb. 3.1.3: Vergleich der Legeleistung in 364 Tagen von Hühnern unterschiedlicher Herkunft (LANGE, 1995 und 1996)**

Die Ergebnisse dieser einmaligen Leistungsprüfung sowie die im Zuchtbuch des BDRG erfassten Leistungsdaten verdeutlichen, dass die nicht auf Leistung selektierten Rassen außerhalb der Wirtschaftsgeflügelzucht im direkten Vergleich unter gegebenen Produktionsbedingungen nicht mit Hochleistungshybriden in den Leistungsmerkmalen konkurrieren können. Der Wert dieser Rassen definiert sich also nicht in dem direkt nutzbaren Leistungspotenzial, sondern in Eigenschaften, die nicht immer gleich offensichtlich sind wie Anpassungsfähigkeit, Krankheitsresistenzen, Verhaltensmerkmale oder anderen funktionalen Eigenschaften. Ob und welche Rassen solche erhaltenswerten Merkmale besitzen, ist weitgehend unbekannt. Ihre Identifizierung erfordert detaillierte

Forschungsarbeiten, für die u. a. die Molekulargenetik ein umfangreiches Spektrum an methodischem Rüstzeug zur Verfügung stellt.

Außer dem BDRG bemüht sich auch die Gesellschaft zur Erhaltung alter und gefährdeter Haustierrassen e.V. (GEH) um den Erhalt der Rassenvielfalt beim Geflügel. Die GEH wurde 1981 gegründet und ist eine private Vereinigung von Züchtern, Tierhaltern und Idealisten, die sich mit dem Problem der Erhaltung alter Haustierrassen beschäftigen (SEIBOLD, o.J.). Primäres Ziel der GEH ist die Erhaltung der genetischen Vielfalt innerhalb und zwischen landwirtschaftlichen Nutztierrassen, schwerpunktmäßig durch die Unterstützung von Erhaltungsmaßnahmen bei Lebendbeständen, aber auch dem Anlegen von Reserven aus kryokonserviertem Material. Über Rassebetreuer betreut die GEH gegenwärtig ca. 30 gefährdete Geflügelrassen. Eine Erfassung von Leistungskennzahlen existiert nicht.

Neben Leistungsmerkmalen sind Bestandsgrößen der einzelnen Rassen beim Geflügel wie bei anderen Nutztierrassen eine zentrale Information, die unter anderem auch im Nationalen Fachprogramm zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung tiergenetischer Ressourcen in Deutschland (BMELV, 2008) eine prominente Bedeutung eingeräumt wird. Erste Aktivitäten einer Bestandserfassung beim Geflügel wurden vom BDRG in den Jahren 2000 und 2005 initiiert. Im Jahre 2005 wurden bei den großen Hühnerrassen 16.787 Zuchten erfasst, bei Zwerghühnern waren es 28.322. Insgesamt wurden 99 große Hühnerrassen erfasst, mit durchschnittlich 170 Zuchten und 1.709 Tieren pro Rasse. Das durchschnittliche Geschlechterverhältnis betrug 1:4,7, d. h. 1 Hahn und 4,7 Hennen. Die Bestandsgrößen für diejenigen Hühnerrassen, die auf einer gemeinsamen Liste alter, heimischer und gefährdeter Geflügelrassen des BDRG und der GEH geführt werden, sind in Tabelle 3.1.1 aufgeführt.

Die von den auf der Liste geführten Hühnerrassen zahlenmäßig kleinste, und damit am stärksten gefährdete Rasse sind die Bergischen Schlotterkämme. Demgegenüber weisen die Vorwerkhühner mit 470 Zuchten und 4.648 erfassten Tieren den größten Bestand der auf der Liste geführten Hühnerrassen auf. Im Jahr 2000 wurde dagegen bei den Vorwerkhühnern kein Bestand ermittelt, wobei die Beteiligung an der Bestandserhebung zu diesem Zeitpunkt auch deutlich geringer war. Mit dem Ziel, diese Bestandserhebungen beim Geflügel bundesweit regelmäßig durchzuführen, wurde gemeinsam vom BDRG und GEH ein zweijähriges Projekt begonnen, indem die wesentliche Infrastruktur für eine kontinuierliche Erhebung von Bestandszahlen beim Geflügel entwickelt werden soll., so dass Entwicklungstendenzen in den Bestandsgrößen der einzelnen Rassen zukünftig erkennbar sein werden. Dieses Projekt wird durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung finanziert.

**Tab 3.1.1: Bestandsgrößen von Hühnerrassen der gemeinsamen Liste alter, heimischer und gefährdeter Geflügelrassen des BDRG und der GEH<sup>1</sup> (nach Angaben des BDRG aus der Bestandsrecherche 2005)**

<b>Rasse</b>	<b>Kategorie<sup>2</sup></b>	<b>Zuchten</b>	<b>Hähne</b>	<b>Hennen</b>
Augsburger	1	23	40	164
Bergische Schlotterkämme	1	19	32	161
Bergische Kräher	2	35	73	251
Deutsche Langschan	2	46	79	363
Deutsche Sperber	2	53	91	395
Krüper	2	45	82	314
Ramelsloher	2	34	56	270
Sachsenhühner	2	48	86	450
Sundheimer	3	84	159	635
Lakenfelder	4	104	191	829
Brakel	5	159	258	1270
Deutsche Reichshühner	5	171	315	1373
Deutsches Lachshuhn	5	180	316	1395
Hamburger	5	219	394	1976
Ostfriesische Möwen	5	156	255	1278
Rheinländer	5	365	648	3442
Thüringer Barthühner	5	176	281	1584
Vorwerkhuhn	5	470	768	3880
Westfälische Totläger	5	213	340	1480

<sup>1</sup> Zwischen BDRG und GEH beraten und beschlossen am 29. März 2006 in Offenbach. Liste hat Gültigkeit bis zur nächsten Bestandsrecherche.

<sup>2</sup> Gefährdungskategorie

1 - extrem gefährdet	( < 25 Zuchten erfasst)
2 - stark gefährdet	( ≥ 25 bis < 50 Zuchten erfasst)
3 - gefährdet	( ≥ 50 bis < 100 Zuchten erfasst)
4 - wenig gefährdet	( ≥ 100 bis < 150 Zuchten erfasst)
5 - Beobachtung	( ≥ 150 Zuchten erfasst)

### **3.1.4 Erfassung und Bewertung genetischer Diversität beim Geflügel**

Mit der Herauszüchtung der Haustiere hat der Mensch die Akkumulation genetischer Unterschiede zwischen Rassen und Populationen erheblich forciert, indem sie genetisch voneinander getrennt und teilweise nach unterschiedlichen Kriterien züchterisch verändert worden. Andererseits werden genetische Unterschiede durch Kreuzungen zwischen Rassen reduziert. Die Definition einer Rasse orientiert sich meistens an einigen wenigen phänotypischen Merkmalen und regionaler Lokalisation. Für die Etablierung von Maßnahmen zur Erhaltung maximaler genetischer Diversität innerhalb einer Art sind jedoch zuverlässige Informationen über genetische Unterschiede zwischen Individuen, Populationen und Rassen notwendig, die auf verschiedenen Ebenen von phänotypischen Merkmalen bis zu molekularen Daten beschrieben werden können.

#### **3.1.4.1 Phänotypische und biochemische Marker**

Erste Informationen über Rassenunterschiede werden durch den Vergleich phänotypischer Merkmale erhalten (NIKIFOROV et al., 1998; MOISEYEVA et al., 2003). Solche Marker können in diskrete (z. B. morphologische Charakteristika wie Ohrscheibenfarbe etc.) oder kontinuierliche (z. B. Körpermaße) Merkmale unterschieden werden. Diskrete Merkmale weisen innerhalb von Rassen, die nach vorgegebenen Standards selektiert sind, meist keine

Variabilität auf. Für kontinuierliche Merkmale dagegen fehlen oftmals individuelle Informationen und ihre Erfassung ist wenig standardisiert. In den 1960iger bis 1980iger Jahren wurden vielfache biochemische Marker (Proteinpolymorphismen) in Biodiversitätsstudien beim Geflügel genutzt (z. B. SINGH und NORDSKOG, 1981; MINA et al., 1991; ROMANOV, 1994). Nachteil dieser Markersysteme ist jedoch ihr geringer Variabilitätsgrad, so dass insbesondere eng verwandte Rassen nicht unterscheidbar sind. Eine andere Informationsquelle stellen immungenetische Marker dar wie beispielsweise das Blutgruppensystem, die ebenfalls in Diversitätsstudien bei Hühnern genutzt wurden (GINTOVT et al., 1981, 1983). Jedoch ist die Typisierung durch sogenannte Kreuzreaktionen kompliziert und ihre Nutzbarkeit in Diversitätsstudien daher begrenzt.

### 3.1.4.2 Molekulare Marker

Was ist ein molekularer Marker? Um diese Frage beantworten zu können, werfen wir zunächst einen kurzen Blick in die Grundlagen der Molekulargenetik.

Das Erbgut eines Individuums ist die Gesamtheit der in den Genen gespeicherter Erbinformationen. Ein Gen ist die Funktionseinheit des genetischen Materials, ein Allel seine Zustandsform. Die Erbinformation wird in bestimmten Teilen eines Gens, den sogenannten Exons, als Triplets (Anordnung von drei Basen) kodiert. Diese bestimmen die jeweilige Aminosäure, und die Aneinanderreihung der Triplets die Sequenz der Aminosäuren, die später das Protein bzw. Peptid ausmachen. Träger der Erbinformation sind Nukleinsäuren (Desoxyribonukleinsäuren; DNA), die im Zellkern lokalisiert sind (nukleäre DNA). Ihre Bausteine sind die Nukleotide, die aus Zuckern, organischen Stickstoffbasen (Adenin [A]; Thymin [T]; Guanin [G]; Cytosin [C]) und Phosphorsäureresten bestehen. Die Nukleotide sind kettenförmig aneinander gereiht. Zwischen zwei Ketten bilden die Basen eine Bindung aus (Basenpaarung, bp), so dass DNA-Moleküle doppelsträngig sind.

Genorte, die auf der nukleären DNA lokalisiert sind, befinden sich auf den Chromosomen an bestimmten Positionen. Neben der DNA im Zellkern enthalten auch die Mitochondrien DNA. Mitochondrien sind Organellen im Zytosoma der Zelle von Eukaryoten, die im Energiestoffwechsel der Zelle eine zentrale Rolle spielen. Die DNA in den Mitochondrien (mt DNA) stammt nur von der Mutter, so dass Mutation die einzige Quelle neuer Variation ist. Die Häufigkeit von Mutationen ist um das 5- bis 10-fache höher als in der DNA des Zellkerns.

Ein Marker ist ein Bereich in der DNA-Sequenz, der zwischen Individuen verschieden ist (polymorph). Entsprechend der Lokalisation im Genom unterscheidet man Marker im inter- und intragenetischen Bereich (innerhalb von Genen). Unterschiede können ein einzelnes Nukleotid- oder Basenpaar betreffen (engl. Single Nucleotide Polymorphism; SNP) oder größere Bereiche. Eine spezielle Art des DNA-polymorphismus sind sogenannte Satellitenbereiche, die je nach Größe in Mini- oder Mikrosatelliten unterteilt werden. Es handelt sich um DNA-Sequenzen bestimmter Länge, die sich mehrfach hintereinander wiederholen (repetitive Sequenzen). Die Anzahl der Wiederholungen kann zwischen Individuen variieren. Bei Minisatelliten sind die sich wiederholenden Einheiten 100 bp lang und mehr, während sie bei Mikrosatelliten eine Länge zwischen 1 und 5 bp aufweisen. Mikrosatelliten können dabei einfache Repeatfolge aufweisen, z. B. (GT)<sub>n</sub> oder sich aus unterschiedlichen Repeats zusammensetzen [z. B. (GTA)<sub>n</sub> (AAT)<sub>n</sub>].

In den vergangenen 10 Jahren waren Mikrosatelliten das am häufigsten genutzte Markersystem in Biodiversitätsstudien bei landwirtschaftlichen Nutztieren. Das hat verschiedene Gründe:

- Mikrosatelliten sind hochpolymorph und weisen einen hohen Grad an Heterozygotie auf (Mischerbigkeit).
- Die Allele jedes Mikrosatellitenlocus werden ko-dominant vererbt, d. h. im heterozygoten Zustand sind beide Allele sichtbar.

- Mikrosatelliten sind über das ganze Genom verteilt, und aus so genannten Kartierungsstudien ist die Position jedes einzelnen Mikrosatelliten bekannt.
- Wegen ihrer repetitiven Struktur haben sie keine kodierende Funktion, und daher ohne direkte Wirkung auf den Phänotyp. Man sagt sie sind neutral gegenüber Selektionseinflüssen.

Ein weiterer Vorteil von Mikrosatelliten ist, dass sie mittels Polymerase-Kettenreaktion relativ schnell und zuverlässig bei einer großen Anzahl von Tieren in speziellen Labors analysiert werden können.

### 3.1.4.3 Quantifizierung genetischer Diversität mit molekularen Markern

Zahlreiche Studien in den vergangenen Jahren bei verschiedenen Arten haben gezeigt, dass die Variabilität in der DNA aussagekräftige Informationen über genetische Unterschiede zwischen Individuen, Familien und Populationen liefert. Die meisten Diversitätsstudien beim Huhn mit Mikrosatelliten basierten dabei auf etwa 20 bis 30 Markern, die über mehrere Chromosomen verteilt sind. Jedoch ist festzustellen, dass beim Huhn wie bei anderen Nutztierarten auch, in den verschiedenen Studien unterschiedliche Marker verwendet wurden und die Ergebnisse oft nicht direkt vergleichbar sind (BAUMUNG et al., 2004). Eine Expertengruppe der FAO hat daher eine Liste von 30 Mikrosatelliten innerhalb jeder Tierart erarbeitet, die für Diversitätsstudien bei der jeweiligen Spezies empfohlen wird (HOFFMANN et al., 2004)

Unter Verwendung von Mikrosatelliten wurden beim Haushuhn umfangreiche Untersuchungen im Rahmen des EU-Projektes AVIANDIV<sup>2</sup> (<http://w3.tzv.fal.de/aviandiv/index.html>; HILLEL et al., 2003; WEIGEND et al., 2004) und Nachfolgeprojekten durchgeführt. Die in diese Untersuchungen einbezogenen Populationen umfassten zahlreiche lokale Hühnerrassen Europas, Asiens und Afrikas. Als Referenz waren außerdem Linien aus der Wirtschaftsgeflügelzucht (Legerichtung weiße und braune Eischalenfarbe, Mastrichtung) sowie zwei Unterarten des Roten Kammhuhns (*G. g. gallus* und *G. g. spadiceus*) einbezogen. Eine erste Information über die genetische Variabilität innerhalb einer Population liefert der durchschnittliche Grad der Heterozygotie. Der beobachtete Heterozygotiegrad ( $H_{obs}$ ) an den untersuchten Loci kann direkt durch Zählung heterozygoter Tiere relativ zur Gesamtzahl untersuchter Tiere ermittelt werden. Der unter der Annahme, dass sich die Population im Hardy-Weinberg-Gleichgewicht befindet, erwartete Heterozygotiegrad ( $H_{exp}$ ) einer Population leitet sich aus den Allelfrequenzen der einzelnen Loci ab:

$$H_m = 1 - \sum_{i=1}^n p_{mi}^2$$

Dabei ist  $p_{mi}$  die relative Häufigkeit (Frequenz) des i-ten Alleles am m-ten Locus. Der durchschnittliche Heterozygotiegrad wird aus den Einzelwerten jedes Locus kalkuliert.

In der Abbildung 3.1.4 ist der erwartete (X-Achse) und der tatsächlich beobachtete (Y-Achse) mittlere Heterozygotiegrad von 85 Hühnerpopulationen aufgetragen. Die Linie zeigt den Wert an, wenn der erwartete Heterozygotiegrad gleich dem beobachteten wäre. Bei den meisten Populationen ist ein etwas geringerer Heterozygotiegrad zu finden als erwartet, was auf ein geringes Maß an Inzucht innerhalb der Populationen hinweist. Die Wildhuhnpopulationen weisen einen hohen Grad an Heterozygotie auf, während er zwischen den lokalen Rassen

<sup>2</sup> AVIANDIV EU Vertragsnummer. BIO4-CT98-0342 (1998-2000); Weigend, S (Koordinator), M.A.M. Groenen, M. Tixier-Boichard, A. Vignal, J. Hillel, K. Wimmers, T. Burke, and A. Mäki-Tanila (<http://w3.tzv.fal.de/aviandiv>)

Europas erheblich variiert und insgesamt geringer als bei den untersuchten Populationen aus Asien und Afrika ist.

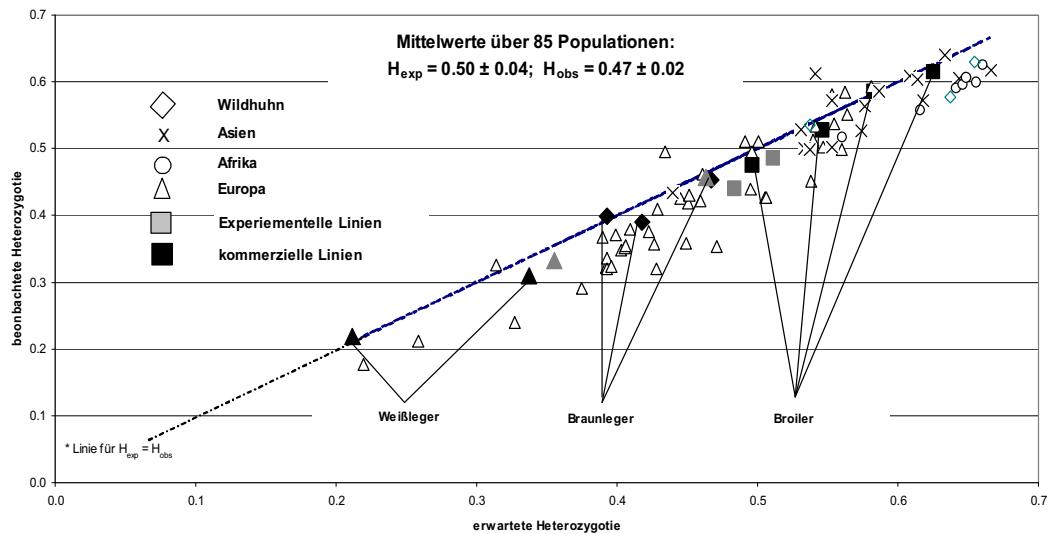
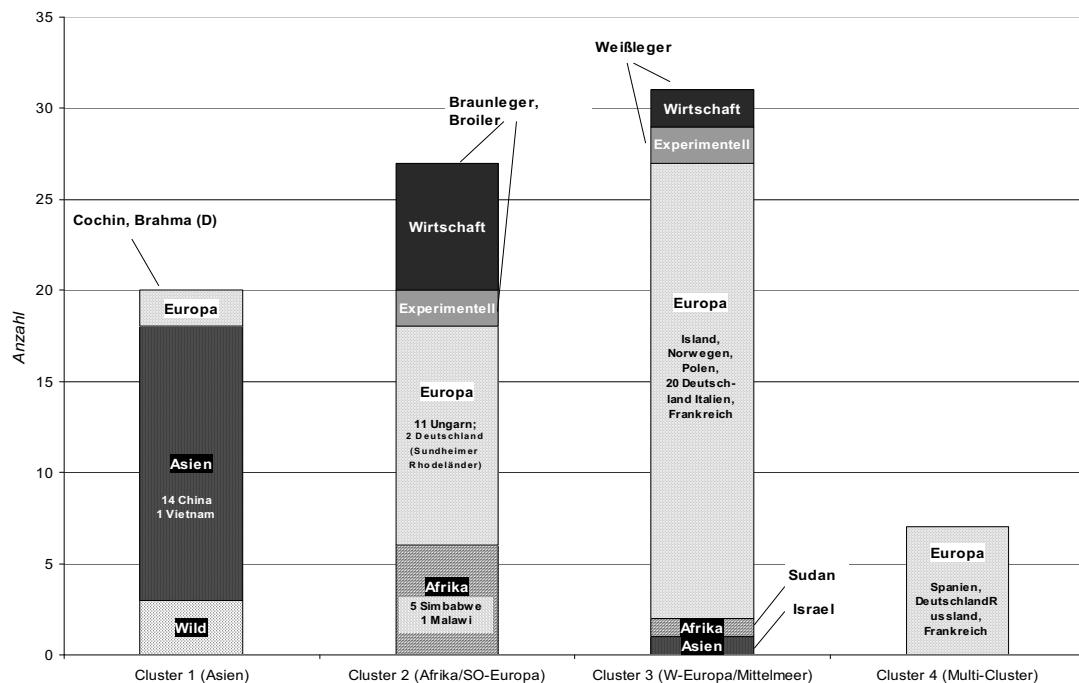


Abb. 3.1.4: Beobachteter ( $H_{\text{obs}}$ ) und erwarteter Heterozygotiegrad ( $H_{\text{exp}}$ ) von 85 Hühnerpopulationen basierend auf der Analyse von 29 Mikrosatelliten

Interessant ist der Vergleich zwischen den Linien der Wirtschaftsgeflügelzucht. Zuchtlinien der Mastrichtung (Broiler) sind offensichtlich variabler als die der Legerichtung. Jedoch lassen sich auch zwischen den Legelinien deutlich Unterschiede erkennen. Die Linien der weißen Legerichtung rangieren am unteren Ende der Skala, während Braunlegerlinien einen mittleren Bereich einnehmen. In der Vergangenheit wurden immer wieder Bedenken geäußert, dass die genetische Variabilität insbesondere in den Zuchtlinien der weißen Legerichtung erheblich eingeschränkt sei, da all diese Linien von einer begrenzten Anzahl Tiere einer einzigen Rasse abstammen (Weißes Leghorn) und seit Generationen einer intensiven Selektion ausgesetzt sind (CRAWFOLD, 1990). Obwohl die Ergebnisse diese Annahme bei den Weißlegern unterstützen, so widerspiegeln alle Linien der Wirtschaftsgeflügelzucht zusammen jedoch eine beachtliche Variabilität. Unterschiede im Polymorphiegrad zwischen Populationen in Abhängigkeit von der Populationsgeschichte und dem Management wurden auch in anderen Studien gefunden (GRANEVITZE et al., 2007).



**Abb. 3.1.5: Gruppierung von 85 Hühnerpopulationen anhand von 29 Mikrosatelliten basierend auf einer Analyse der Populationsstruktur (nach EDING und WEIGEND, 2008)**

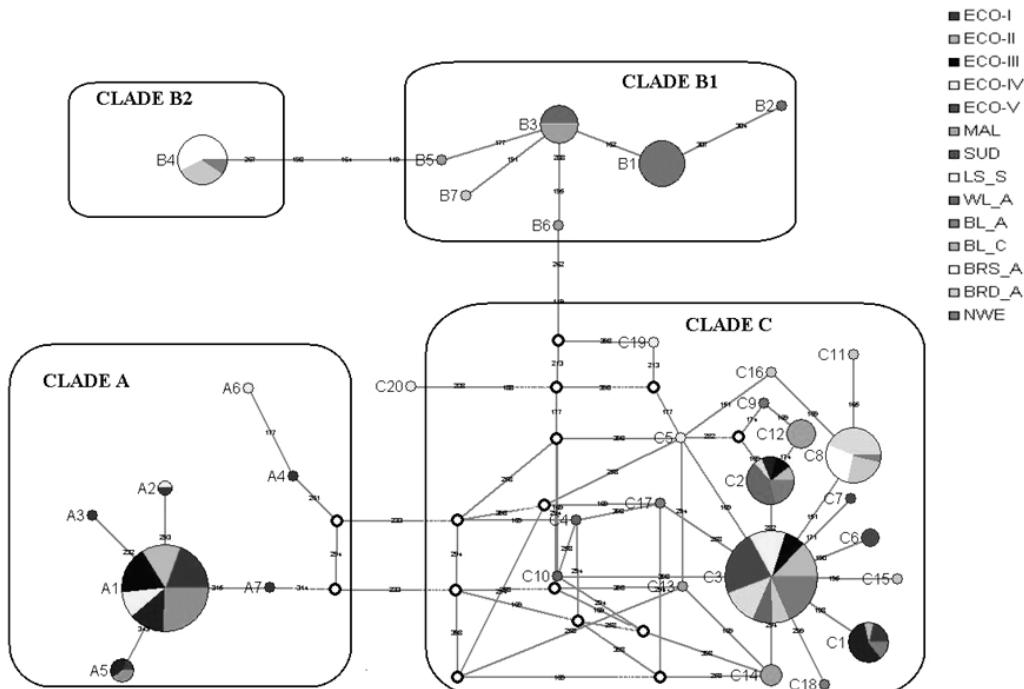
In einer Modellstudie haben ROSENBERG et al. (2001) im Rahmen des AVIANDIV Projektes die Nutzbarkeit von Typisierungen mit Mikrosatelliten für die richtige Zuordnung von Individuen zu den jeweiligen Rassen demonstriert. Unter der Annahme, dass genetisch wenig verwandte Rassen oder Gruppen von Rassen unterschiedliche genetische Eigenschaften tragen, wird eine systematische Gruppierung von Rassen Bedeutung für weitere Studien zur Identifizierung funktioneller Unterschiede haben. Der verwendete Algorithmus, der in das Programm Paket STRUCTURE implementiert ist (PRITCHARD et al., 2000), erlaubt eine Gruppierung von Individuen anhand ihrer Genotypinformationen der analysierten Mikrosatelliten und ist unabhängig von Annahmen, zu welcher Population ein Individuum gehört. Unter Verwendung dieser Methode konnte von EDING und WEIGEND (2008) gezeigt werden, dass sich ein Pool von Hühnerpopulationen aus verschiedenen Kontinenten und mit unterschiedlicher Entwicklungsgeschichte im Wesentlichen in drei große Gruppen unterteilen lässt. (Abb. 3.1.5). Eine vierte Gruppe fasst Populationen zusammen, die keiner der anderen drei Gruppen eindeutig zuordenbar sind.

Auffällig ist, dass die Cluster 1-3 vorrangig geographisch getrennte Populationen enthalten. Im Cluster 1 sind vor allem lokale Populationen aus Asien (China und Vietnam) sowie Wildhühner zu finden. Zwei Rassen jedoch, Cochin und Brahma, die aus Hobbyzuchten in Deutschland stammen, fallen ebenfalls in diese Gruppe. Die Eingruppierung korrespondiert mit ihrer genetischen Abstammung (WANDELT und WOLTERS, 1996). Das zweite Cluster wird dominiert von afrikanischen Hühnern aus Simbabwe und Malawi sowie Hühnerpopulationen aus Ungarn (Südost-Europa). In diesem Cluster findet man auch Zuchtlinien der Maastricht und der braunschäkaligen Legerichtung. Das dritte Cluster vereint insbesondere lokale Hühnerrassen Mittel- und Nordeuropas. Interessanterweise finden wir in dieser Gruppe auch eine Population aus dem Sudan und eine andere aus Israel. Zuchtlinien der Weißleger fallen ebenfalls in dieses Cluster, die ihren Ursprung in den Weißen Leghorn haben, einer Rasse die auf das gelbäugige italienische Landhuhn zurückgehen soll (WANDELT und WOLTERS, 1996).

Wie auch bei anderen Nutztierarten wurden beim Huhn Polymorphismen in der mitochondrialen (mt)DNA für phylogenetische Studien genutzt. Die mtDNA ist ein

ringförmiges Molekül, das beim Huhn eine Größe von 16.775 bp hat (DESJARDINS und MORAIS, 1990). Eine Region der mit DNA, der sogenannte „displacement loop“ (D-loop) enthält Elemente, die die Replikation des Moleküls kontrollieren und ist hochpolymorph. AKISHINONOMIYA et al. (1994, 1996) untersuchte die D-loop Region von verschiedenen Gallus-Arten einschließlich dem Roten Kammhuhn (*Gallus gallus*) und einiger domestizierter Rassen. Zusammen mit Ergebnissen von NIU et al. (2002) sprechen diese Daten für eine monophyletische Abstammung unserer Haushühner vom Roten Kammhuhn in Thailand. Neueste Ergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass es zu Kreuzungen zwischen Gallus-Arten gekommen sein könnte und möglicherweise das Sonnerat Huhn (*G. sonneratii*) zur Entwicklung unserer Haushühner beigetragen hat (NISHIBORI et al., 2005). Innerhalb der Art *Gallus gallus* wurde von LIU et al. (2006) und OKA et al. (2007) gezeigt, dass verschiedene Wildhuhnpopulationen aus unterschiedlichen Regionen an den Haushühnern beteiligt waren. Das unterstützt die Theorie, dass es beim Haushuhn wie auch bei anderen Nutztierarten mehrfache Domestikationsereignisse gegeben hat, wahrscheinlich in Südostasien und Indien.

MUCHADEYI et al. (2008) untersuchten Sequenzpolymorphismen in D-loop der mit DNA bei afrikanischen Hühnern aus Simbabwe, Malawi und Sudan im Vergleich zu einigen Zuchtlinien aus der Wirtschaftsgeflügelzucht (Braun- und Weißleger, Broiler). Eine Netztwerk-Analyse (Abb. 3.1.6) zeigt die Existenz von drei großen Gruppen (maternale Linien). In einer dieser Gruppen waren sowohl Afrikanische Hühner als auch Tiere der Zuchtlinien zu finden (Clade C), während dessen in einer zweiten Gruppe (Clade A) nur Hühner aus Simbabwe und Malawi auftraten. Ein Abgleich mit DNA-Sequenzen aus der Genbank lässt vermuten, dass der Ursprung der maternalen Linie C (Clade C) in Indien zu suchen ist, während der der maternalen Linie A in Südostasien. Die maternale Linie B trat bei den Hühnern in Simbabwe und Malawi nicht auf, und weist auf einen dritten Ursprung hin.



**Abb. 3.1.6: Netzwerk basierend auf mtDNA D-loop Haplotypen bei Hühnern aus Simbabwe (ECO-I – V), Malawi (MAL) und dem Sudan (SUD) und einigen Rassen aus Europa (NWE) sowie Zuchtlinien aus der Wirtschaftsgeflügelzucht (WL\_A, LS\_S [Weißleger]; BL\_A, BL\_C [Braunleger]; BRS\_A, BRD\_A [Broiler]). Die Größe der Kreise entspricht der Haplotypenfrequenz.**

Wie oben illustriert wird die Erweiterung unseres Wissens über die Mechanismen, die der genetischen Diversität zu Grunde liegen, wesentlich dazu beitragen, Domestikationsereignisse aufzuklären, Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Populationen zu erfassen und genetische Unterschiede quantitativ zu bewerten. Molekulare Methoden stellen dabei unentbehrliche Werkzeuge zur Charakterisierung und letztendlich zur Erhaltung und Schutz genetischer Diversität bei landwirtschaftlichen Nutztieren dar.

### 3.1.5 Genomische Forschungen beim Huhn

Der Kenntniszuwachs und die damit verbundenen technologischen Entwicklungen auf dem Gebiet der Molekulargenetik in den letzten Jahren sind rasant. Während beispielsweise die Entschlüsselung der DNA-Sequenz des Menschen noch viele Jahre in Anspruch genommen hat, so stehen heute Technologien zur Verfügung, mit denen ganze Genome innerhalb weniger Tage analysiert werden können. Im Dezember 2004 wurde in der Zeitschrift „Nature“ über die Ergebnisse der Sequenzierung des Gesamtgenoms des Huhnes berichtet, an dem Forschungsgruppen aus China, Dänemark, Frankreich, Deutschland, Japan, Polen, Singapur, Spanien, Schweden, der Schweiz, Großbritannien und den USA beteiligt waren (International Chicken Genome Sequencing Consortium, 2004). Gegenwärtig sind mehr als drei Millionen SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms = Punktmutationen) bei Huhn in Genbanken registriert (NCBI/ SNP-Datenbank, Stichwort „Chicken“; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez>). Daten von dieser Datenbank sind öffentlich zugänglich. Diese SNP-Daten liefern die Grundlage für die Erstellung so genannter MicroChips, auf denen bis zu 50.000 SNPs (in unterschiedlichen Bereichen im Genom) pro Individuum gleichzeitig analysiert werden können. Diese Hochdurchsatztechnologien zusammen mit der Kenntnis der exakten Position der SNPs im Genom eröffnen Möglichkeiten einer genomweiten Analyse zur

- Erstellung von SNP-Profilen für eine bestimmte Rasse oder Population und Quantifizierung des Grades ihrer genetischen Einmaligkeit,
- Identifizierung merkmalsbeeinflussender Bereiche im Genom in Assoziationsstudien bis hin zur Erkennung ursächlicher SNPs,
- Entwicklung von Methoden, mit denen anhand einzelner DNA-Polymorphismen der Wert einer Rasse bestimmt werden kann und
- Entwicklung von Methoden der Selektion anhand molekularer Informationen (Markerunterstützte Selektion, oder als wesentlich komplexerer Ansatz, genomische Selektion).

Es ist anzunehmen, dass sich die Möglichkeiten der Genomanalysen in naher Zukunft stürmisch weiterentwickeln werden, so dass statt der Analyse diskreter Bereiche des Genoms (einzelne SNPs) in Zukunft die Komplettsequenz der Individuen zur Verfügung stehen wird. Damit werden völlig neue Einblicke in die biologische Rolle einzelner Gene und ihrer komplexen Interaktionen möglich werden.

### Literatur

Akishinonomiya, F., Miyake, T., Sumi, S., Takada, M., Ohno, S., Kondo, N. (1994) On subspecies of the red junglefowl (*Gallus gallus gallus*) suffices as the metraarchic ancestor of all domestic breeds. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 91: 12505 - 12509

Akishinonomiya, F., Miyake, T., Takada, M., Shingu, R., Endo, T., Gojobori, T., Kondo, N., Ohno, S. (1996) Monophyletic origin and unique dispersal patterns of domestic fowls. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 93: 6792 - 6795

Baumung, R., Simianer, H., Hoffmann, I. (2004) Genetic diversity studies in farm animals – a survey. J. Anim. Breed. Genet., 121: 361 - 373

BMELV (2008) Tiergenetische Ressourcen in Deutschland. Hrsg. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Crawford, R. (1990a) Poultry genetic resources: evolution, diversity, and conservation. Aus: *Poultry Breeding and Genetics* (ed. by R. Crawford), Elsevier, Amsterdam, 1990

Del Hoyo, J., Elliot, A., Sargatal, J. (1994) *Handbook of the Birds of the World*. ol. 2 *New World Vultures to Guineafowl*. Lynx Editions, Barcelona

Desjardins, P., Morais, R. (1990) Sequence and gene organization of the chicken mitochondrial genome. A novel gene order in higher vertebrates. *J. Mol. Biol.*, 20: 599 - 634.

Eding, H., Weigend, S. (2008). Benchmark and sequential safe set analysis of genetic diversity in 85 chicken populations. *Proc. 23rd. World's Poultry Congress*, Brisbane, Australien

Engelmann, C., (1984) Leben und Verhalten unseres Hausgeflügels. Neumann Verlag Leipzig-Radebeul

Gintovt, V.E., Podstreshny, A.P., Kovalenko, V.P., Koziner, M.A., Kosenko, N.F., Sapronova, N.I., Kovalenko, A.T. (1981) Analysis of interlinear and intralinear genetic differentiation of laying hens using markers genes (blood groups). *Genetika*, 17: 873 - 882

Gintovt, V.E., Podstreshny, A.P., Mashurov, A.M. and Berendyaeva, Z.I. (1983) Study of gene pool of the domestic fowl by the methods of immunogenetic analysis. *Genetika*, 19: 1887 - 1894

Granevitze, Z., Blum, S., Cheng, H., Vignal, A., Morisson, M., Ben-Ari, G., David, L., Feldmann, M.W., Weigend, S., Hillel, J. (2007) Female-Specific DNA Sequences in the Chicken Genome. *Journal of Heredity*, 98(3): 238 - 242

Hillel, J., Groenen, M.A.M., Tixier-Boichard, M., Korol, A.B., David, L., Kirzhner, V.M., Burke, T., Barre-Dirie, A., Crooijmans, R.P.M.A., Elo, K., Feldman, M.W., Freidlin, P.J., Mäki-Tanila, A., Ortwin, M., Thomson, P., Vignal, A., Wimmers, K., Weigend, S. (2003) Biodiversity of 52 chicken populations assessed by microsatellite typing of DNA pools. *Genet. Sel. Evol.*, 35(5): 533 - 557

Hoffmann, I., Marsan, P.A., Barker, S.F., Cothran, E.G., Hanotte, O., Lenstra, J.A., Milan, D., Weigend, S., Simianer, H. (2004) New MoDAD marker sets to be used in diversity studies for the major farm animal species: recommendations of a joint ISAG/FAO working group. In: *Proceedings of the 29th International Conference on Animal Genetics*, September 11-16th 2004. Meiji University, Tokyo, Japan

International Chicken Genome Sequencing Consortium (2004) Sequence and comparative analysis of the chicken genome provide unique perspectives on vertebrate evolution. *Nature*, 432(7018): 695 - 716

Knispel, O. (1908) Die Maßnahmen zur Förderung der Nutzgeflügelzucht in Deutschland nach dem Stande vom Jahre 1907. In: *Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft*, Heft 145, Berlin SW. 11

Lange, K. (1995) Legeleistungsprüfung für Rassegeflügel: Was leisten die alten Rassen? *DGS – Magazin*, 35: 41 - 45

Lange, K. (1996) Legeleistungsprüfungen – Ergebnisse des 1. Prüfungs durchgangs. *Arche Nova, Unser Land* 10: 25 - 26

Liu, Y. P., Wu, G. S., Yao, Y. G., Miao, Y. W., Luikart, G., Baig, M., Beja-Pereira, A., Ding, Z. L., Palanichamy, M. G., Zhang, Y. P. (2006) Multiple maternal origins of chickens: out of the Asian jungles. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 38: 112 - 9

Marks, H., Krebs, W. (1968) *Unser Rassegeflügel, Hühner, Enten, Gänse, Puten und Perlhühner*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin

Mehner, A., Hartfiel, W. (1983) *Handbuch der Geflügelphysiologie*, Jena, Gustav Fischer Verlag

Mina, N.S., Sheldon, B.L., Yoo, B.H., Frankham, R. (1991) Heterozygosity at protein loci in inbred and outbred lines of chickens. *Poultry Science*, 70: 1864 - 1872

Moiseyeva, I.G., Romanov, M.N., Nikiforov, A.A., Sevastyanova, A.A., Semyenova, S.K. (2003) Evolutionary relationships of Red Jungle Fowl and chicken breeds. *Genetics Selection Evolution*, 35: 403 - 423

Muchadeyi, F.C., Eding, H., Simianer, H., Wollny, C.B.A., Groeneveld, E., Weigend, S. (2008) Mitochondrial DNA D-loop sequences suggest a Southeast-Asian and Indian origin of Zimbabwean village chickens. *Animal Genetics* (im Druck)

Nikiforov, A.A., Moiseyeva, I.G. and Zakharov, I.A. (1998) Position of Russian chicken breeds in the diversity of Eurasian breeds. *Genetika*, 34: 850 - 851

Nishibori, M., Shimogri, T., Hayashi, T., Jasue, H. (2005) Molecular evidence for hybridization of species in the genus *Gallus* except for *Gallus varius*. *Anim. Genetics*, 36: 367 - 375

Niu, D., Fu, Y., Luo, J., Ruan, H., Yu, X.P., Cheng, G., Zhang, Y.-P. (2002) The origin and genetic diversity of Chinese native chicken breeds. *Biochem. Genet.*, 40: 163 - 174

Oka, T., Ino, Y., Nomura, K., Kawashima, S., Kuwayama, T., Hanada, H., Amano, T., Takada, M., Takahata, N., Hayashi, Y., Akishinonomiya, F. (2007) Analysis of mtDNA sequences shows Japanese native chickens have multiple origins. *Anim Genetics*, 38: 287 - 93

Pritchard, J.K., Stephens, M., Donnelly, P.J. (2000) Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155: 945 - 959

Romanov, M.N. (1994) Using phenetic approaches for studying poultry populations under preservation and breeding. *Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Guelph, Canada, 21: 556 - 559

Rosenberg, N.A., Burke, T., Feldman, M.W., Freidlin, P.J., Groenen, M.A.M., Hillel, J., Mäki-Tanila, A., Tixier-Boichard, M., Vignal, A., Wimmers, K., Weigend, S. (2001) Empirical evaluation of genetic clustering methods using multilocus genotypes from twenty chicken breeds. *Genetics*, 159: 699 - 713

Seibold, R. (2006) Ziele, Organisation und Arbeitsweise. *Gesellschaft zur Erhaltung alter und gefährdeter Haustierrassen e.V.*; Internetauftritt/Stand: 15.09.2006; [www.g-e-h.de/geh-allg/geh-allgm.htm](http://www.g-e-h.de/geh-allg/geh-allgm.htm)

Singh, H. and Nordskog, A.W. (1981) Biochemical polymorphic systems in inbred lines of chickens: a survey. *Biochemical Genetics*, 19: 1031 - 1035

Six, A., Müller, B. (2006) Vererbung bei Hühnern und Wassergeflügel. Oertel und Spörer Verlag.

Wandelt, R., Wolters, J. (1996) *Handbuch der Hühnerrassen*. Verlag Wolters, Bottrop

Weigend, S., Romanov, M.N., Ben-Ari, G., Hillel, J. (2004) Overview on the use of molecular markers to characterise genetic diversity in chickens. *World's Poult. Congr. Exhibition, Participant List and Full Text CD*, Istanbul, Turkey

West, B., Zhou, B.X. (1988) Did chickens go north? New evidence for domestication. *J. Archacol Sci.*, 15: 515 - 533

## 3.2 Populationsgenetische Grundlagen unter besonderer Berücksichtigung der Theorie der Kreuzungszucht (W. Brade)

### 3.2.1 Erfassung der genetischen Variabilität bei quantitativen Merkmalen

Obwohl alle grundlegenden Erkenntnisse der Genetik auf Vererbungsstudien an qualitativen Merkmalen (= Merkmale, die von Einzelgenen bestimmt werden) beruhen, zeigen die meisten wichtigen Nutzeigenschaften (z. B. Ei- oder Körpergewicht) eine kontinuierliche Variation.

Die Ursachen sind in einer Vielzahl beteiligter, frei kombinierbarer bzw. teilweise gekoppelter Gene (= Polygenie) sowie in der gleichzeitig gewöhnlich starken umweltbedingten Beeinflussbarkeit zu sehen. Damit ist die auf einer eindeutigen Klassifizierung von Phänotypen beruhende "Mendel"-Analyse bei quantitativen Merkmalen nicht möglich. Für diese Merkmale gleicht die Häufigkeitsverteilung innerhalb einer genügend großen Herde einer „Glocke“ (= Gaußsche Glockenkurve). Mit anderen Worten: die meisten Beobachtungswerte sind symmetrisch um den Mittelwert zu finden.

Die Bestimmung der genetischen Varianz ( $s^2_g$ ) erfolgt hier durch Auswertung der Ähnlichkeit („Kovarianz“) verwandter gegenüber nichtverwandter Tiere auf der Basis genetisch-statistischer Verfahren. Im Interesse der Vergleichbarkeit wird die genetische Varianz häufig in Bezug zur Gesamtvarianz ( $s^2_p$  = phänotypische Varianz) angegeben (mit  $s^2_u$  = umweltbedingte oder nichtgenetische Varianz).

Diesen Varianzanteil nennt man auch **Heritabilität ( $h^2$ )**, die vor allem von Prof. J. L. LUSH (Ames, USA) und seinen zahlreichen Schülern - beginnend vor ca. 70 Jahren – weltweit in die Tierzuchtwissenschaft und -praxis (z. B. für die Bestimmung des zu erwartenden Selektionserfolges im Rahmen der Zuchtplanung, Theorie zum Selektionsindex, Ableitung der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung etc.) eingeführt wurde (vgl. z. B. LUSH (1961) in Deutschland):

$$h^2 = \frac{s^2_g}{s^2_p} = \frac{s^2_g}{s^2_g + s^2_u}$$

Die Heritabilität kann Werte zwischen 0 und 1 (bzw.: zwischen 0 % und 100 %) annehmen. Der mögliche Erfolg selektiver Maßnahmen ist generell umso höher, je bedeutender die genetische Varianz an der Gesamtvarianz ist.

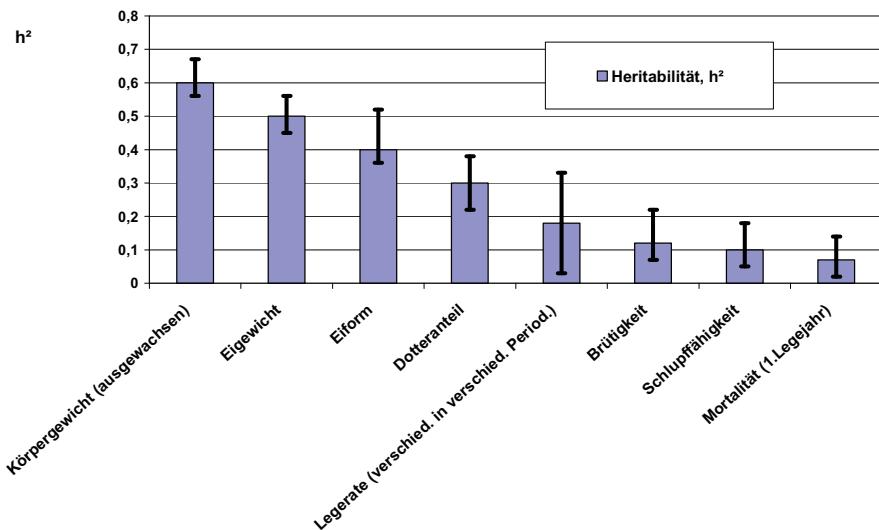


Abb. 3.2.1: Heritabilität verschiedener Merkmale bei Legehennen (Orientierungswerte)

Zu vermerken bleibt, dass die Heritabilität ( $h^2$ ) eines Merkmals in verschiedenen Populationen/Rassen differenziert sein kann und zusätzlich eine Abhängigkeit von der Art und Weise der Merkmalserfassung (z. B. Leistungsprüfung im Einzelkäfig oder in Bodenhaltung mit Fallnestkontrolle etc.) einschließlich des zugehörigen Produktionsniveaus besteht (vgl. Tab. 3.2.1).

Tab. 3.2.1: Berechnete  $h^2$ -Werte ( $h^2_{v+m}$ ), Restvarianzen ( $s^2_e$ ) sowie genetische Korrelationen ( $r_g$ ) für die Legeleistung (bis zum 240. Lebenstag) in Abhängigkeit von der wöchentlichen Prüffrequenz (Reinzuchttiere der Linie C)

Kontrollzeitraum je Woche	Prüf-frequenz (je Woche)	$h^2_{v+m} (\pm s)$	$s^2_e (\pm s)**$	$r_g (\pm s)*$
Montag bis Sonntag	7x	0,198 ( $\pm 0,030$ )	99,21 ( $\pm 2,12$ )	identisch
Montag bis Sonnabend	6x	0,196 ( $\pm 0,029$ )	101,61 ( $\pm 2,21$ )	1,00 ( $\pm 0,09$ )
Montag bis Donnerstag	4x	0,186 ( $\pm 0,028$ )	104,25 ( $\pm 2,27$ )	0,99 ( $\pm 0,09$ )
Montag bis Mittwoch	3x	0,185 ( $\pm 0,028$ )	107,21 ( $\pm 2,34$ )	0,99 ( $\pm 0,09$ )
Montag bis Dienstag	2x	0,182 ( $\pm 0,028$ )	112,67 ( $\pm 2,46$ )	0,98 ( $\pm 0,08$ )
nur montags	1x	0,122 ( $\pm 0,024$ )	146,94 ( $\pm 3,21$ )	1,00 ( $\pm 0,08$ )

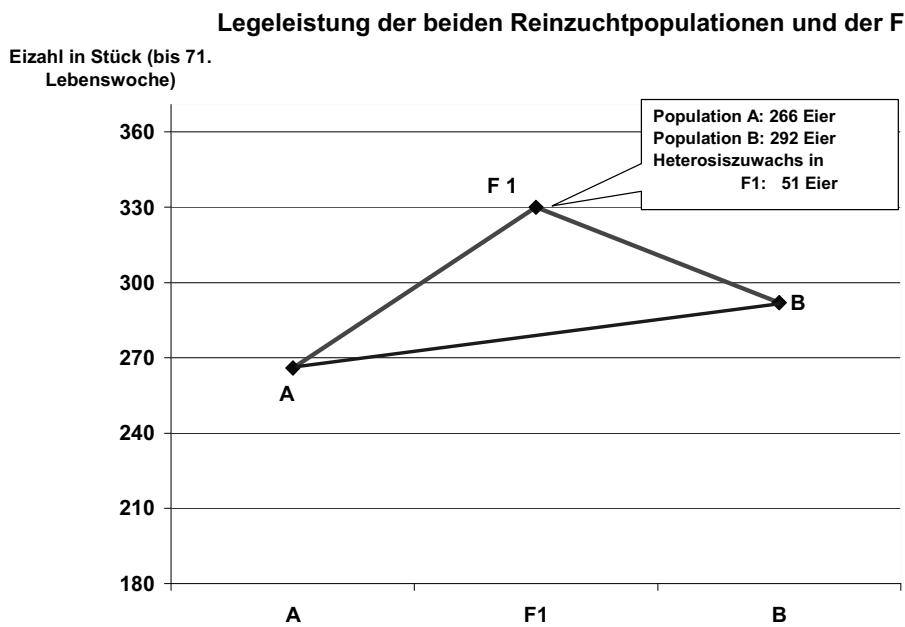
\* genet. Korrelation zur 7-tägigen Legeleistungserfassung

\*\* die Restvarianz ( $s^2_e$ ) umfasst hier die Hälfte der genetischen sowie die verbliebene umweltbedingte Varianz

Quelle: BRADE et al. (1982)

Kurz: Die genetisch bedingte Varianz ist in verschiedenen Populationen nicht notwendigerweise gleich und die umweltbedingte Varianz kann in verschiedenen Umwelten/Prüfeinheiten deutlich differenziert sein.

Die moderne Legehuhnzüchtung ist durch die konsequente Anwendung von Hybridzuchtprogrammen charakterisiert. Bekanntermaßen ist für die Legeleistung ein sehr bemerkenswerter Heterosiszuwachs beobachtbar, falls die Paarungspartner genügend genetisch differenziert sind.



**Abb. 3.2.2: Grafische Darstellung des Heterosiseffektes (Beispiel: Legeleistung)**

Für wirtschaftlich relevante Merkmale von Legehennen lassen sich beispielsweise folgende Werte für den prozentualen (individuellen) Heterosiszuwachs ( $h\%$ ) angeben:

Merkmal	prozentualer Heterosiszuwachs (in %)		
Geschlechtsreife	- 3	bis	- 6
Eizahl je Anfangshenne bis 500. Lebenstag	4	bis	20
Körpergewicht (8. Woche)	2	bis	7
mittleres Eigewicht (g)	2	bis	6
Überlebensrate in der 1. Legeperiode (%)	3	bis	12

\* Anm.: Diese hohen Spannweiten sind dadurch zu begründen, dass der Heterosiszuwachs nicht nur merkmalsabhängig ist, sondern wiederum auch von der genetischen Differenziertheit der Paarungspartner, deren Inzuchtgrad sowie der Prüfumwelt abhängt (vgl. Abschnitt 3.2.3).

Gleichzeitig hat sich damit der Schwerpunkt der Zuchtarbeit von der Reinzucht zur Kreuzungs- bzw. Hybridzucht verlagert. Der nachfolgende Beitrag dient dem Ziel, zugehörige genetisch-züchterische Zusammenhänge darzustellen.

### 3.2.2 Kreuzungszucht

Im Gegensatz zur Rassegeflügelzucht, vorrangig im Sinne der Hobbytierhaltung, haben sich in der intensiven Eiererzeugung längst Methoden zur konsequenten Nutzung von Kreuzungseffekten etabliert. So sind Kreuzungshennen in der Regel in der Legeleistung überlegen und deutlich vitaler als Reinzuchthennen.

Allerdings setzen Kreuzungszuchtprogramme immer auch die Reinzucht - in der Stufe der Basiszucht - bleibend voraus (= Reinzucht zwecks Bereitstellung z. B. von züchterisch bearbeiteten reinrassigen Großelterntieren).

In den Zuchtunternehmen bilden somit ausgewählte Hühnerrassen (z. B. Weiße Leghorns) die Grundlage der Hybridzuchtprogramme.

So genannte Linien (Vater-/Mutterlinien) wurden hier aus einzelnen Rassen gezielt herausgezüchtet. Diese sind im Allgemeinen über viele Generationen intensiv und spezifisch

bearbeitete (geschlossene) Teilpopulationen ausgewählter Rassen (vgl. z. B. FLOCK 1980, 1995, 1999). Die Definition der Linie ist aber nicht in jedem Fall eindeutig.

Die Vermehrungsbetriebe produzieren ihrerseits wiederum Bruteier/Junghennen für die nachfolgende Stufe; die Stufe der intensiven Eiererzeugung. Das vorrangige Produkt der Vermehrungsstufe ist die Erzeugung genetisch definierter Legehybriden.

Die hierarchische Organisation der modernen Legehuhnzüchtung/Eiererzeugung lässt sich gut mit einer Pyramide veranschaulichen (Abb. 3.2.3):

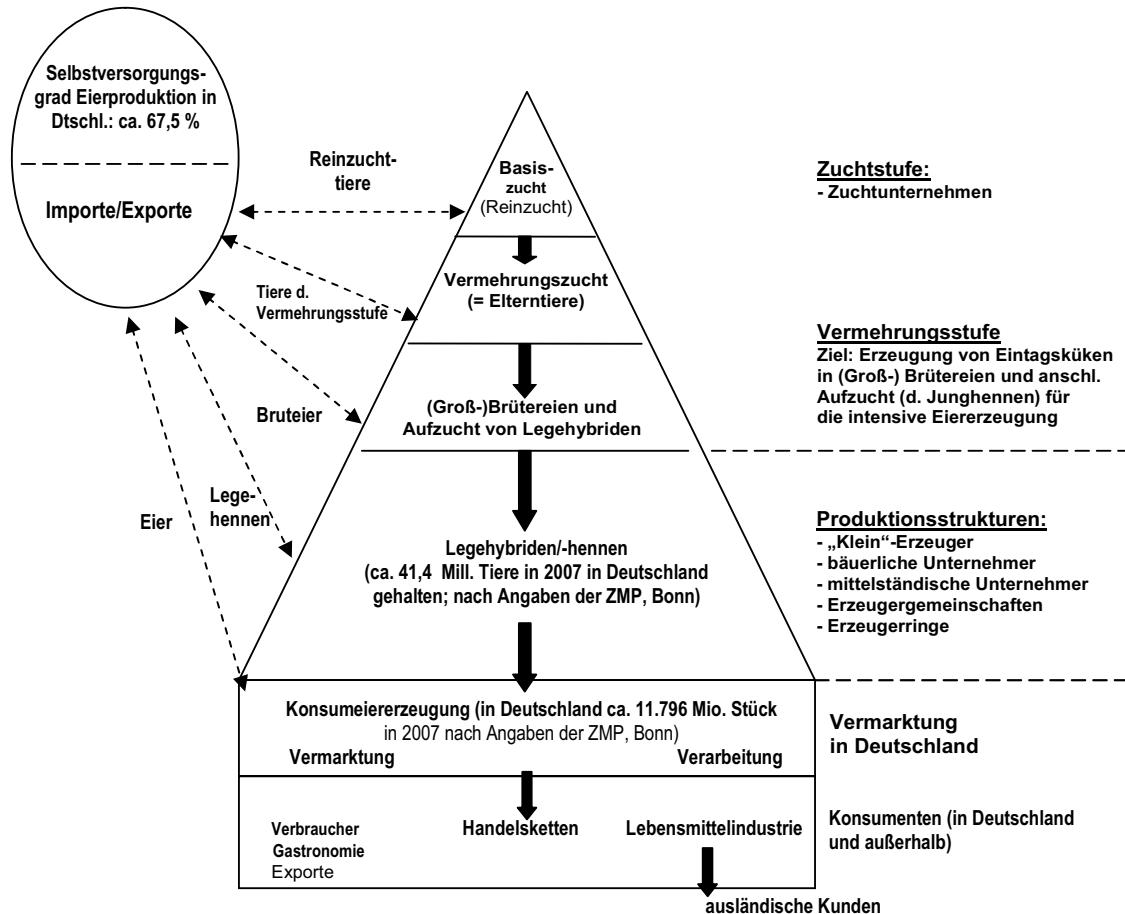


Abb. 3.2.3: Struktur/Organisation der Eiererzeugung und Versorgungsbilanz in Deutschland

### 3.2.3 Kreuzungsparameter in Projekten mit mehreren Linien (Herkünften)

#### 3.2.3.1 Kreuzungsparameter 1. Grades (= Mittelwertvergleiche)

Die systematische Umverteilung der Genotypen nach Kreuzung bewirkt in der  $F_1$ -Generation einen so genannten Heterosiszuwachs ( $h$ ); in Abhängigkeit von den Allelfrequenzen in den beiden Ausgangspopulationen sowie der Bedeutung von Dominanz und Epistasie (= intra- und intergenische Wechselwirkungen) für das betreffende Merkmal.

Dominanz und Epistasie werden zusammenfassend auch als nicht additive Genwirkungen bezeichnet. Soweit der beobachtete Heterosiseffekt ausschließlich auf Dominanz beruht, bleibt die Hälfte dieses Heterosiszuwachses ( $h$ ) in den folgenden Generationen erhalten. Der Heterosiszuwachs ( $h$ ) kann wie folgt definiert werden:  $h = F_1 - (P_1 + P_2)/2$ , wenn mit  $F_1$  bzw.  $P_1$  und  $P_2$  das Mittel der ersten

Kreuzungsgeneration bzw. der beiden Elternpopulationen bezeichnet wird (vgl. Abb. 3.2.2). Zu erwähnen bleibt: Bei fehlender Dominanz bzw. Epistasie gibt es keine Heterosis; d.h. die F<sub>1</sub>-Generation repräsentiert dann das Mittel der beiden Ausgangspopulationen.

In zahlreichen Kreuzungsexperimenten (mit gezielter Einbeziehung von 3- bzw. 4-Linien-Kombinationen oder auch F<sub>2</sub>-Hybriden) ist weiter gezeigt worden, dass sich die Leistungshöhe unterschiedlicher Kreuzungsstufen mit dem einfachen Additiv-Dominanz-Modell nur begrenzt erklären lässt (DICKERSON, 1963; FAIRFULL et al., 1987, u.a.m.).

Prof. DICKERSON (1969, 1973) hat deshalb frühzeitig einen „Rekombinationseffekt“ eingeführt, der exakt jenen Anteil der Additiv x Additiv-Epistasie erfasst, der im Parameter für den „Heterosiszuwachs“ nicht enthalten ist. Zwischenzeitlich ist wiederholt auch massive Kritik am „Dickersonschen“ Ansatz zur Epistasie geübt worden, weil kompliziertere epistatische Wechselwirkungen (z. B. Additiv x Dominanz – oder Dominanz x Dominanz-Wechselwirkungen) nicht gesondert erfasst werden können. Trotz dieser Kritik erweist sich dieser Ansatz – vor allem aufgrund einer möglichen Zerlegung des individuellen Heterosiszuwachses (bei Mehrlinienhybriden) sowie zusätzlich definierter (maternaler und paternaler) Effekte – als überraschend leistungsfähig.

DICKERSON (1969, 1973) hat den Heterosiszuwachs weiter aufgeteilt (= ‚dreigeteilt‘ (analog: ‚seinem‘ Rekombinationseffekt)):

- individueller Heterosiszuwachs (= h)
- maternal bedingter Heterosiszuwachs (= h<sup>M</sup>)
- paternal bedingter Heterosiszuwachs (= h<sup>P</sup>)

#### Kurze Erläuterung:

Individuelle Heterosis: bezieht sich auf die Überlegenheit der Kreuzungstiere selbst gegenüber dem Durchschnitt der Reinzuchteltern (Beispiel: Legeleistung)

Maternale Heterosis: begründet sich durch systematische Nutzung von Kreuzungshennen als Muttertiere (z. B. in Form besserer Schlupfergebnisse im Rahmen der Reproduktion)

Paternal Heterosis: begründet sich durch systematische Nutzung von Kreuzungshähnen als Vatertiere (z. B. mit höherem Libido/Befruchtungsraten gegenüber Reinzuchthähnen).

In der Tab. 3.2.2 sind einige Kreuzungsparameter auf der Basis des Vergleichs von Mittelwerten verschiedener Kreuzungsstufen beispielhaft zusammengestellt. Dabei sind die verschiedenen Kreuzungsparameter wie folgt symbolisiert worden:

$g_A$	= (individueller) additiv-genotypischer Effekt der Linie A (analog: $g_B$ )
$g_{P^A}$	= maternal bedingter Effekt der Linie A (analog: $g_{P^B}$ )
$g_A^M$	= paternal bedingter Effekt der Linie A (analog: $g_B^M$ )
$h, h^M, h^P$	= individueller, maternal bzw. paternal bedingter Heterosiszuwachs
$r, r^M, r^P$	= individueller, maternal bzw. paternal bedingter Rekombinationseffekt
$e_A$	= extra-chromosomaler Effekt der Linie A (analog: $e_B$ )

**Tab. 3.2.2: Kreuzungsparameter<sup>1)</sup> aufgrund des Vergleichs von Mittelwerten verschiedener Kreuzungsstufen**

<b>Zu bildende Differenz*</b>	<b>Kreuzungsparameter</b>
<b>Reinzuchtdifferenzen bzw. Kreuzungen zwischen den Linien A und B:</b>	
A – B (= Leistungsdifferenz zwischen Reinzuchttieren der Linie A und B)	= $(g_A - g_B) + (g^M_A - g^M_B) + (g^P_A - g^P_B) + (e_A - e_B)$ oder vereinfacht dargestellt als Differenzbetrag: = $\Delta g + \Delta g^M + \Delta g^P + \Delta e$ = $h_{AB}$ (= Heterosiszuwachs)
$\frac{1}{2}[AB + BA - A - B]$ (= Leistungsdifferenz der beiden F1en gegenüber den Reinzuchttieren der Linien A und B)	
BA – AB (= Leistungsdifferenz zwischen zwei reziproken F1-Kombinationen)	= $(g^M_A - g^M_B) + (g^P_B - g^P_A) + (e_A - e_B)$ oder vereinfacht dargestellt als Differenzbetrag: = $\Delta g^M + \Delta g^P + \Delta e$
<b>Mehrlinienkreuzungen: (Differenzen):</b>	
$\frac{1}{2}[C(AB) + C(BA) - CA - CB]$	= $h^M_{AB} + \frac{1}{4} r_{AB}$
$\frac{1}{2}[(AB)C + (BA)C - AC - BC]$	= $h^P_{AB} + \frac{1}{4} r_{AB}$
$(AB)(CD) - \frac{1}{2}[A(CD)] + B(CD)]$	= $h^P_{AB} + \frac{1}{4} r_{AB}$

\* Anm.: A = Mittelwert der Linie A; C(AB) = Mittelwert der 3-Wege-Kreuzung Cx(AxB) mit  $\vec{c} = C$  etc.

1) in Anlehnung an DICKERSON (1973) und NOTTER (1987)

Leider erweisen sich die relativ einfach durchzuführenden Mittelwertvergleiche häufig als wenig geeignet, speziell interessierende Kreuzungsparameter sicher zu quantifizieren. Wirksamer dürften solche Schätzungen sein, die möglichst unter Verwendung der Leistungen aller verfügbaren Kreuzungskombinationen die verschiedenen Kreuzungsparameter gleichzeitig zu quantifizieren versuchen (Tab. 3.2.3).

**Tab. 3.2.3: Methoden zur gleichzeitigen Schätzung von Kreuzungsparametern<sup>\*)</sup>**

<b>Methode</b>	<b>Schätzgleichung</b>	<b>Eigenschaften</b>
Ordinary-Least-Squares (OLS)	$\underline{b} = (\underline{X}'\underline{X})^{-1}\underline{X}'\underline{Y}$	$E(\underline{b}) = \underline{b}$ $Var(\underline{b}) = (\underline{X}'\underline{X})^{-1}\underline{X}'\underline{V}\underline{X}(\underline{X}'\underline{X})^{-1}$
Generalized-Least-Squares	$\underline{b} = (\underline{X}'\underline{V}^{-1}\underline{X})^{-1}\underline{X}'\underline{V}^{-1}\underline{Y}$	$E(\underline{b}) = \underline{b}$ $Var(\underline{b}) = (\underline{X}\underline{V}^{-1}\underline{X})^{-1}$

Anm.:  $\underline{b}$  = Vektor, der die zu schätzenden Kreuzungsparameter enthält

$\underline{X}$  = Designmatrix

$\underline{V}$  = Varianz-Kovarianz-Matrix der Zufallsfehler

$\underline{Y}$  = Vektor der Beobachtungswerte

\*) Quelle: SEARLE (1971)

### Überprüfung der Theorie mittels spezifischer Kreuzungsversuche mit Legehennen

Die moderne Legehuhnzüchtung ist durch eine konsequente Anwendung von Hybridzuchtprogrammen charakterisiert. Der mögliche Vorzug von Mehrlinienprojekten (=Drei- oder Vier-Linien-Projekten) gegenüber einem Zwei-Linien-Projekt besteht dabei in der systematischen Nutzung von Kreuzungseffekten sowohl in der Vermehrungsstufe als auch in der Stufe der Frischeierproduktion.

Das gleichzeitige Vorhandensein von vier differenzierten Weißen (Reinzucht-)Leghornpopulationen (= die beiden ‚Kathmann-Linien‘ 5 und 6 und die beiden ‚Shaver-Linien‘ 7 und 8) in einem (ehemaligen) großen Zuchtbetrieb bot dem Autor die Gelegenheit, differenzierte Kreuzungsstufen zu testen.

Neben den Reinzucht- und F1-Tieren konnten auch Drei- bzw. Vier-Linien-Hybriden vergleichend geprüft werden (Tab. 3.2.4).

Zu vermerken bleibt, dass die Prüfung in Mehretagenbatterien-Käfigen und somit unter einheitlichen Haltungs-/Fütterungsbedingungen erfolgte.

Die besonders interessierende Legeleistung (je Anfangshenne) wurde (in diesem Versuch) jeweils bis zum 420. Lebenstag erfasst.

**Tab. 3.2.4: Übersicht über das Gesamtdatenmaterial**

Genotypen- gruppe	geprüfte Kombinationen	Verpaarungstyp (♂ x ♀)	Zahl eingestallter Hennen (mit Beginn d. Legeperiode) - insgesamt -
Reinzuchttiere (P)	4	5x5, 6x6, 7x7, 8x8,	2.255
F1-Tiere	12	5x6, 5x7, 5x8, 6x5, 6x7, 6x8, 7x5, 7x6, 7x8, 8x5, 8x6, 8x7	14.405
Drei-Linien- Hybriden	5	6x(7x8), 6x(8x7), 7x(8x6), 8x(7x6), 8x (6x7)	5.410
Vier-Linien- Hybriden	2	(5x6) x (8x7), (5x6) x (7x8)	4.155

♂ = männlich, ♀ = weiblich

**Tab. 3.2.5: Berechnete individuelle Heterosiseffekte (h) sowie zugehörige relative Heterosiswerte (h%)**

Hybrid- kombination	individueller Heterosiseffekt (h), in Stück (= Zahl Eier) <sup>1)</sup>	relativer Heterosiswert (h% = (h / P) x 100)
5x6, 6x5	2,80	1,42
5x7, 7x5	8,59	4,39
5x8, 8x5	9,26*	4,73
6x7, 7x6	12,41**	6,35
6x8, 8x6	12,75**	6,51
7x8, 8x7	16,11**	8,30

Anm.: \* = signifikant  $P \leq 0,05$ ; \*\* = signifikant  $P \leq 0,01$ ;

P = Mittelwert der Reinzuchttiere

<sup>1)</sup> Legeleistung (je Anfangshenne) bis zum 420. Lebenstag

Klar zu erkennen ist die große Differenziertheit der (individuellen) Heterosiseffekte (h), d. h. die differenzierte spezielle Kombinationseignung zwischen den vier geprüften Weißen Leghornpopulationen (Tab. 3.2.5).

Gemessen am Mittelwert der Reinzuchttiere schwankt der individuelle Heterosiszuwachs zwischen 1,42% und 8,30%. Der niedrige Heterosiswert für die Kombination 5x6 bzw. 6x5 lässt eine vergleichsweise geringere genetische Differenziertheit der beiden ‚Kathmann-Herkünfte‘ schlussfolgern.

Aus züchterischer Sicht bleibt zusätzlich das Vorhandensein (z. T. statistisch gesicherter) Unterschiede zwischen zwei reziproken F1-Kombinationen anzuerkennen (Tab. 3.2.6).

**Tab. 3.2.6: Absolute Differenzen (d) zwischen den reziproken F1-Kombinationen sowie am Mittel der beiden F1-Gruppen relativierte Unterschiede**

Vergleich der F1-Gruppen	absolute Differenz, (d) in Stück (= Zahl Eier) <sup>#)</sup>	relative Differenz <sup>1)</sup> %	relative Differenz <sup>2)</sup> %
(5x6)-(6x5)	1,59	0,80	0,81
(5x7)-(7x5)	6,01	2,94	3,07
(8x5)-(5x8)	4,90	2,39	2,50
(6x7)-(7x6)	3,18	1,53	1,63
(8x6)-(6x8)	5,93*	2,84	3,03
(8x7)-(7x8)	6,68*	3,18	3,44

Anm.: <sup>1)</sup> gemessen am Mittelwert beider F1-Kombinationen

<sup>2)</sup> gemessen am Mittelwert der Reinzuchttiere; \* = signifikant:  $P \leq 0,05$

<sup>#)</sup> Legeleistung (je Anfangshenne) bis zum 420. Lebenstag (LT)

Vergleicht man beispielsweise die reziproken F1-Kombinationen 8x7 bzw. 7x8, so ist aus genetisch-züchterischer Sicht die bevorzugte Verwendung der Linie 8 als Vaterlinie bzw. der Linien 7 als Muttergrundlage zu empfehlen.

Das wirksame Vorhandensein derartiger „Stellungseffekte“ beteiligter Reinzuchtpopulationen belegt damit gleichzeitig die Notwendigkeit der Prüfung jeweils beider möglicher F1-Kombinationen im Rahmen eines Kreuzungsexperiments mit Legehennen (= Prüfung beteiligter Populationen in einem vollständigen Dialel).

Für den Züchter von besonderem Interesse dürfte der Vergleich der Legeleistung von Drei- und Zwei-Linien-Hybridnen sein (Tab. 3.2.7).

Die mittleren Legeleistungen je Anfangshenne (bis zum 420. Lebenstag) sind für die hier untersuchten Drei-Linien-Hybridnen nachweislich geringer als die Leistungen zugehöriger Zwei-Linien-Hybridnen.

Setzt man eine zu vernachlässigende Bedeutung der maternalbedingten Heterosis ( $h^M$ ) voraus, so kann dieses Ergebnis nur durch wirksam vorhandene individuelle Rekombinationsverluste ( $r$ ) erklärt werden. Mit anderen Worten: Der Leistungsrückgang geprüfter Drei-Linien-Hybridnen gegenüber den Leistungen zugehöriger Zwei-Linien-Hybridnen (F1) ist durch den Verlust günstiger additiv x additiv bedingter Epistasiewirkungen (Wechselwirkungen zwischen den Genprodukten verschiedener Genorte) in Mehrlinienhybridnen zu erklären.

**Tab. 3.2.7: Least-Squares-Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) für verschiedene Genotypengruppen sowie zugehörige 80%ige Konfidenzintervalle\***

Genotypengruppe	Legeleistung je Anfangshenne bis 420. LT., Stück	
	$\bar{x}$	80%iges Konfidenzintervall
Reinzuchttiere (P)	195,66	194,17 ... 197,15
F1-Tiere	205,98	204,25 ... 207,71
Drei-Linien-Hybridnen	204,93	203,51 ... 206,35
Vier-Linien-Hybridnen	203,48	201,69 ... 205,27

\* Das Konfidenzintervall ist ein aus der Stichprobe berechnetes Intervall, das das beobachtete Mittel mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit, der Konfidenzwahrscheinlichkeit, enthält

Die Legeleistung der besten Drei-Linien-Hybridnen ist im vorliegenden Material geringer als diejenige Leistung der besten Zwei-Linien-Hybride (vgl. Tab. 3.2.8).

**Tab. 3.2.8: Höchster ( $\bar{X}_o$ ) und niedrigster ( $\bar{X}_u$ ) Mittelwert innerhalb verschiedener Genotypengruppen sowie zugehörige Standardabweichung (s)**

Genotypengruppe	Legeleistung je Anfangshenne bis 420. Lebenstag, Stück					
	beste Kombination			schlechteste Kombination		
Reinzuchttiere	Verpaarung (♂ x ♀)	$\bar{X}_o$	s	Verpaarung (♂ x ♀)	$\bar{X}_u$	s
	5x5	197,31	3,21	7x7	193,73	2,54
	8x7	213,56	1,01	6x5	199,21	3,21
	8x(7x6)	207,74	2,02	7x(8x6)	202,71	3,23
Vier-Linien-Hybriden	(5x6)x(8x7)	204,07	1,68	(5x6)x(7x8)	202,90	2,66

Gleichzeitig bestätigt damit das ausgewertete Kreuzungsexperiment, dass für die Legeleistung keine generelle Überlegenheit von Mehrlinienhybriden gegenüber F1-Hybriden zu beobachten ist.

**Tab. 3.2.9: Leistungsdifferenz (d) zwischen den Mittelwerten von Drei- und zugehörigen Zwei-Linien-Hybriden sowie zugehörige Standardabweichungen ( $s_d$ )**

Vergleich der Hybridkombinationen (Berechnungsmethodik)	Leistungsdifferenz (d) (bis 420. Lebenstag, Stück)	Standard- abweichung, $s_d$
0,5[8x(7x6) + 8x(6x7) - 8x6 - 8x7]	-5,57*	1,71
0,5[6x(8x7) + 6x(7x8) - 6x7 - 6x8]	-3,49	2,22

Anm.: \* = signifikant  $P < 0,05$

Die ermittelten Ergebnisse lassen sich für das Merkmal ‚Legeleistung je Anfangshenne bis zum 420. Lebenstag‘ wie folgt zusammenfassen:

1. die spezielle Kombinationseignung zwischen den geprüften Leghornlinien ist klar differenziert und notwendigerweise für jede Kombination gesondert zu ermitteln.
2. das Vorhandensein statistisch gesicherter Unterschiede zwischen reziproken F1-Kombinationen lässt die spezielle Verwendung bestimmter Linien als Vater- oder Muttergrundlage berechtigt erscheinen.
3. der Leistungsvergleich von Drei- und Zwei-Linien-Hybriden zeigt den Verlust günstiger epistatisch bedingter Effekte bei Mehrlinienhybriden an;
4. die beste Drei-Linien-Hybride erreichte in der vorliegenden Untersuchung nicht das Ergebnis der besten Zwei-Linien-Hybride.

### 3.2.3.2 Kreuzungsparameter 2. Grades (= Reinzucht-Kreuzungskorrelationen)

Aus der Selektionstheorie ergibt sich der direkte Selektionserfolg im Merkmal x (z. B. LUSH, 1961, PIRCHNER, 1964, u.a.m.):

aus

$$\Delta G_x = \frac{r_{A(x)/I(x)} \cdot i_x \cdot \sigma_{a(x)}}{L}$$

mit

$\Delta G_x$  = erwarteter Selektionserfolg bei direkter Selektion auf Merkmal x  
 $r_{A(x)/I(x)}$  = Korrelation zwischen additiv-genetischem Zuchtwert bezüglich des Merkmals x und dem verwendeten Selektionskriterium I zur Verbesserung des zugehörigen Merkmals  
 $i_x$  = (standardisierte) Selektionsintensität bezüglich des Merkmals x  
 $\sigma_{a(x)}$  = additiv-genetische Standardabweichung für das Merkmal x  
L = Generationsintervall.

Der korrelierte Selektionserfolg im Merkmal y, aufgrund einer (gerichteten) Selektion im Merkmal x, folgt der Beziehung:

$$\Delta G_y = \frac{r_{A(x)/I(x)} \cdot i_x \cdot \sigma_{a(y)} \cdot r_{g(x,y)}}{L}$$

mit

$\sigma_{a(y)}$  = additiv genetische Standardabweichung für das Merkmal y

$r_{g(x,y)}$  = genetische Korrelation (im engeren Sinn) zwischen den beiden Merkmalen x und y.

Obige Gleichung lässt erkennen, dass die Richtung des korrelierten Selektionserfolges vor allem vom Vorzeichen der zugehörigen genetischen Korrelation zwischen den beiden Merkmalen abhängt ( $r_{g(x,y)}$ ).

Das Konzept der genetischen Korrelation zwischen zwei Merkmalen lässt sich nun auch auf die hier besonders interessierenden Beziehung zwischen Reinzucht- (= „1. Merkmal“) und Kreuzungsleistung (= „2. Merkmal“) übertragen, da in der Reinzucht bzw. in der Kreuzung gleichfalls unterschiedliche Gene (z. B. für die „Legeleistung“) aktiviert sein können.

### Genetische Korrelation zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung

Die genetische Korrelation zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung bestimmt die Zuchtstrategie in einem Kreuzungszuchtprogramm.

Treten infolge einer niedrigen genetischen Korrelation beispielsweise Rangverschiebungen auf, kann der in der Reinzuchtstufe realisierte Zuchtfortschritt nicht voll an die Kreuzungsstufe weitergegeben werden. Die genetischen Beziehungen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen lassen sich wie folgt berechnen:

$$r_{g(R,K)} = \frac{COV_{g(R,K)}}{\sqrt{var_{g(R)}} \cdot \sqrt{var_{g(K)}}}$$

$r_{g(R,K)}$  = genetische Korrelation zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung

$COV_{g(R,K)}$  = genetisch bedingte Kovarianz zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung

$var_{g(R)}$ ;  $var_{g(K)}$  = zugehörige genetische Varianzen in Reinzucht bzw. Kreuzung

Hohe genetische Korrelationen ( $r_{g(R,K)}$ ) - in der Nähe von „Eins“ ( $r_{g(R,K)} \leq 1,0$ ) - bedeuten, dass die Merkmale(-spaare) hauptsächlich durch additiv genetische Varianzen/Kovarianzen erklärt werden können. Niedrige (oder negative) Korrelationen weisen u. a. auf das Vorhandensein partieller Dominanz (oder Überdominanz) hin (PIRCHNER u. von KROSGK, 1973).

In zahlreichen Untersuchungen wurden genetische Korrelationen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen geschätzt. Einige Schätzwerte sind in Tab. 3.2.10 dargestellt:

**Tab. 3.2.10: Berechnete genetische Korrelationen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung ( $r_{g(R,K)}$ ) - Literaturangaben**

Reinzucht- Kreuzungs- Korrelation $r_{g(R,K)}$ $\pm s$	Autor, Jahr	Material (Herkunft)	Merkmale
0,91 0,75	Hale u. Clayton, 1965	Leghorn-Väter leichte Sussex-Väter	Junghennen- Körpergewicht
1,06 0,01 0,88 0,02 1,04 0,01 0,86 0,01	Pirchner u. von Krosigk, 1973 Ameli, 1989	2 weiße Leghornlinien (HNL) 2 weiße Leghornlinien (LSL)	Körpergewicht (8. Woche) Körpergewicht (44. LW)
0,75 0,84	Hale u. Clayton, 1965	Leghorn-Väter leichte Sussex-Väter	Eigewicht (bis 450. LT)
0,77 0,02 0,99 0,02	Pirchner u. von Krosigk, 1973	2 weiße Leghornlinien (HNL)	Eigewicht (8. LW)
0,87 0,05	Brade u. Strube, 1985	2 weiße Leghornlinien (Shaver)	Eigewicht (200. LT)
0,91 0,09 0,89 0,01	Ameli, 1989	2 weiße Leghornlinien (LSL)	Eigewicht (1. Hälfte des Legejahres)
0,64 1,10	Hale u. Clayton	Leghorn-Väter leichte Sussex-Väter	Eizahl (126.-450. LT)
0,46 0,08 0,72 0,07	Pirchner u. von Krosigk, 1973	2 weiße Leghornlinien (HWL)	% Legeleistung (bis zum 10. LM)
0,66 0,08 0,47 0,13	Brade u. Strube, 1985	2 weiße Leghornlinien (Shaver)	Eizahl bis 240. LT Eizahl bis 420. LT
0,84 0,02 0,68 0,07	Ameli, 1989	2 weiße Leghornlinien (LSL)	Eizahl in der ersten Hälfte des Legejahres

LT = Lebenstag, LW = Lebenswoche, LM = Lebensmonat

Die genetischen Korrelationen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen liegen für die (Einzel-)Eigewichte generell auf hohem Niveau (Tab. 3.2.10). Die (zitierten) Untersuchungen zeigen demgegenüber deutlich niedrigere Werte für die Legeleistung.

Setzt man voraus, dass deutlich von Eins abweichende genetische Reinzucht-Kreuzungskorrelationen ( $r_{g(R,K)} \leq 1,00$ ) für wirtschaftlich wichtige Merkmale anzuerkennen sind, bleibt die konsequente Prüfung und Selektion der Zuchttiere (vorrangig) nach den Leistungen der Kreuzungsverwandten (z. B. -nachkommen oder -halbgeschwister) – sinnvoll ergänzt durch Reinzuchtinformationen – häufig die Methode der Wahl (= modifizierte RRS „reziproke rekurrente Selektion“) (vgl. FLOCK, 1999).

An dieser Stelle soll der Hinweis genügen, dass mit zunehmender Zahl gleichzeitig zu berücksichtigender Linien (Rassen) auch die Zahl der fortlaufend zu testenden Verwandten- (Halbgeschwister- oder Nachkommen-)Gruppen wächst (Tab. 3.2.11).

Bei vergleichbarer Prüfung sind im 2-Linienprojekt 2 F1-Gruppen und im 4-Linienprojekt bereits 12 F1-Gruppen zu bewerten, falls konsequent auf spezielle Kombinationseignung gezüchtet wird.

**Tab. 3.2.11: Mögliche Gestaltung der Prüfung von Zuchttieren im Rahmen verschiedener Hybridzuchtprogramme mit konsequenter Selektion auf spezielle Kombinationseignung (= Kreuzungsverwandte: Halbgeschwister oder Nachkommen)**

Produktions-wirksame Linien/ Rassen	Genutzte Genotypen in der Vermehrung	genutzte Lege-hybriden	Zahl Test- gruppen - insges.-	Kreuzungsver- wandte zur Bewertung der Vatertiere (♂)	Kreuzungsver- wandte zur Bewertung der Muttertiere (♀)
<b>2-Linien-Hybridprogramm (A, B)</b>					
A, B	♂ : A ♀ : B	AxB	2	Linie A: AB Linie B: BA	BA AB
<b>3-Linien-Hybridprogramm (A, B, C) mit vollständiger Prüfung aller möglichen F1- Hybriden:</b>					
A, B, C	♂ : A ♀ : BC	Ax (BC)	6	Linie A: AB, AC Linie B: BA, BC Linie C: CA, CB	BA, CA AB, CB AC, BC
<b>3-Linien-Hybridprogramm (A, B, C) mit teilweiser Prüfung von ausgewählten F1- Hybriden:</b>					
A, B, C	♂ : A ♀ : BC	Ax (BC)	4	Linie A: AB, AC Linie B: BA Linie C: CA	BA, CA AB AC
<b>4-Linien-Hybridprogramm (A, B, C, D) mit vollständiger Prüfung aller möglichen F1-Hybriden:</b>					
A, B, C, D	♂ : AD ♀ : BC	(AD)x(BC)	12	Linie A: AB, AC, AD Linie B: BA, BC, BD Linie C: CA, CB, CD Linie D: DA, DB, DC	BA, CA, DA AB, CB, DB AC, BC, DC AD, BD, CD

Bei der Entscheidung bezüglich der Anwendung eines spezifischen Kreuzungsprojektes ist darüber hinaus das Verhältnis der Zahl benötigten Hennen in der Vermehrungsstufe - vergleichsweise gegenüber der Zahl zu erzeugender Produktionshybriden - beachtenswert. Da dieses Verhältnis wiederum produktionsorganisatorisch beeinflussbar ist, entscheidet häufig auch die Effektivität der gesamten Zucht-/Produktionspyramide (vgl. Abb. 3.2.3) über das zu empfehlende Hybridzuchtprogramm.

Äußerst wertvoll sind an dieser Stelle auch die Mitteilungen von Prof. D.K. FLOCK (1999), der seine langjährigen Erfahrungen mit der mRRS in der LTZ-Legehennenzucht in Cuxhaven wie folgt beschreibt: „Nach sorgfältiger Prüfung der genetischen Parameter haben wir uns für eine modifizierte RRS (mRRS) entschieden, wobei Reinzucht- und Kreuzungsdaten für die Zuchtwertschätzung berücksichtigt wurden. Heute sind die LSL-Endprodukte mindestens ebenso wettbewerbsfähig wie vor 30 Jahren, die Elterntiere produzieren aber doppelt so viele Küken pro Jahr, und selbst in den reinen Linien werden Legespitzen über 90 % und Schlupfraten in gleicher Höhe erreicht.“

Wie die Gegenüberstellung von Heterosisschätzwerten aus den Jahrgängen 1973/74 (FLOCK, 1980) und 1986/87 (FLOCK u. a., 1991) in der folgenden Tabelle zeigt, scheint durch mRRS ein Teil der Heterosis verloren gegangen zu sein:

**Tab. 3.2.12: Heterosisschätzwerte für die Legeleistung aus verschiedenen Jahrgängen**

	1973/74 <sup>1)</sup>	1986/87 <sup>2)</sup>	Diff.
Reinzucht	233,5	288,2	+ 54,7
Kreuzung	277,0	317,6	+ 40,6
Heterosis, abs.	+ 43,5	+ 29,4	
%	+ 18,6	+ 10,2	

<sup>1)</sup> Eizahl je Anfangshenne, von 68 auf 72 Wochen hochgerechnet

<sup>2)</sup> Eizahl je überlebende Henne, bis 72 Wochen

Der rechnerische Verlust an Heterosis hat vor allem zwei Ursachen: erstens wurde durch mRRS wahrscheinlich die Frequenz von Genen reduziert, die sich negativ auf die Reinzuchtleistung auswirken, deren Wirkung aber in der Kreuzung durch Dominanz neutralisiert und bei reiner RRS nicht erkannt wurde; und zweitens verringert sich mit der Annäherung auch der Reinzuchtleistungen an die physiologische Grenze von einem Ei pro Tag zwangsläufig der Spielraum für die Expression von Heterosis: die Kreuzungshennen können auch nicht mehr als ein Ei pro Tag legen!

*Die Ergebnisse bestätigen einmal mehr die Theorie: je nach Art der praktizierten Selektion lässt sich die Reinzucht- und/oder Kreuzungsleistung verbessern.“*

## Literatur

Ameli, H., 1989: Inzucht- und Heterosiseffekte sowie genetische Parameter in zwei langjährig reziproker rekurrenter Selektion unterworfenen weißen Leghornlinien (LSL) und ihren Kreuzungen. Diss. Göttingen, 1989.

Böttcher, W., M. Beck, M. Bilsing, U. Schmidt, 2008: ZMP-Marktbilanz. Eier und Geflügel 2008. Druck: Medien Plump GmbH, 2008, 213 Seiten

Brade, W., M. Kiesling, H. Loose (1982): Ermittlung genetischer Parameter für die 240-Tage-Legeleistung in Abhängigkeit von der wöchentlichen Prüffrequenz. Arch. Tierzucht, Bd. 25, 1982, S. 265 - 268

Brade, W.: Züchtung von Legehennen in Mehrlinienprojekten. Arch. Geflügelk. 1990, 54 (5), 195 - 198

Brade, W.: Legeleistung verschiedener Kreuzungsstufen: Sind Mehrlinienhybriden besser? DGS 40/1990 S. 1175 - 1177.

Brade, W., W. Strube: Ermittlung genetischer Beziehungen zwischen den Leistungen von Reinzucht- und Kreuzungshennen. Tierzucht 39 (1985), S. 416 - 417

Brade, W., W. Strube: Ähnlichkeiten zwischen Verwandten bei Nutzung in gezüchteter Hähne J. Anim. Breed. Gent. 108 (1991), S. 116 – 122.

Brade, W., 2001: Retrovirale Elemente im Hühnergenom. Arch. Geflügelk. Bd. 65, 2001, S. 49 - 57.

Dickerson, G. E., 1969: Experimental approaches is utilizing breed resources. Animal Breed. Abstr. 37, 191 - 202.

Dickerson, G. E., 1973: Inbreeding and heterosis in animals. In: Proc. Anim. Breed. Genet. Symp. in honour of Dr. J. L. Lush in Blacksburg. Virginia, ASAS and ADSA, 4 - 77.

Fairfull, R. W., R. S. Gowe, I. Nagai, 1987: Dominance and epistasis in heterosis of White Leghorn strain crosses. Canad. j. Anim. Sci. 67, 663 - 680.

Flock, D. K., 1980: Heterosisschätzungen in einer Population von Weißen Leghorn nach langjähriger RRS. VI. Europ. Gefl.-Konf. der WPSA, Hamburg, Proc. Vol. II, S. 57 - 63.

Flock, D. K., H. Ameli, P. Glodek, 1991: Inbreeding and heterosis effects on quantitative traits in a White Leghorn population under long-term reciprocal recurrent selection. Brit. Poultry Sci. 32, S. 451 - 462

Flock, D. K., 1995: Erfahrungen aus 30 Jahren Zucht auf Gesundheit bei Legehennen. Züchtungskunde 67, S. 415 - 422.

Flock, D. K., 1999: Entwicklung der „reziproken rekurrenten Selektion“ in der LTZ-Legehennenzucht (1955-1999). Lohmann-Information, 4/99, S. 3 - 7

Hale, R. W.; G. A. Clayton, 1965: A diallel crossing experiment with two breeds of laying fowl. Brit. Poultr. Sci., 6, S. 153 - 179.

Hill, W. G., 1982: Dominance and epistasis as components of heterosis. Zeitschr. Tierz. u. Züchtungsbiol. 99, 161 - 168.

Lush, J. L. (1961): Der Sinn und die Bedeutung des Erblichkeitsanteils. In: Wiss. Grundlagen der Leistungsermittlung und Zuchtverfahren bei Idw. Nutztieren. Vorträge des II. Internat. Ferienkurses für junge Tierzuchtwissenschaftler in Mariensee, 12.-27.09.1961, Sonderband, Schriftenreihe des Max-Planck-Instituts für Tierzucht u. Tierernährung, S. 171 - 199

Notter, D. R., 1987: The crossbred sire: theory. J. Anim. Sci. 65, 99 - 109.

Pirchner, F., 1964: Populationsgenetik in der Tierzucht. Parey. Hamburg-Berlin. 1964

Pirchner, F.; M. von Krosigk, 1973: Genetic parameters of cross- and purebred poultry. British Poultry Sci., 14, S. 193 - 202.

Searle, S. R., 1971: Linear Models. Wiley, New York, 1971.

Sheridan, A. K., 1980: A new explanation of egg production heterosis in crosses between White Leghorn and Australorps. Brit. Poultr. Sci. 21, 85 - 88.

Sheridan, A. K., 1981: Crossbreeding and heterosis. Anim. Breed. Abstr. 49, 131 - 144.

Van Vleck, L. D., E. J. Pollack, E.A.B. Oltenacu: Genetics for animal science. W.H. Freeman and Company, New York, 1987

### 3.3 Praxisorientierte Legehennenzüchtung (D. K. Flock, M. Schmutz, R. Preisinger)

#### 3.3.1 Einleitung

Wer sich über die Praxis der Legehennenzüchtung in unserer Zeit informieren will, sollte auch die geschichtliche Entwicklung kennen. Bis zum Ende des 2. Weltkriegs gab es in Europa Tausende von Betrieben, die für den regionalen Bedarf bäuerlicher Eierproduzenten im Frühjahr Küken produzierten und für den Herbst legereife Junghennen aufzogen. Die typische Herdengröße in Deutschland waren 200 Hennen, die meistens 2 Jahre gehalten wurden und durchschnittlich etwa 150 Eier pro Jahr legten. Herdbuchzüchter versuchten, auf der Basis von Fallnestkontrolle die individuelle Leistung zu erfassen, um durch Auswahl der besten Mütter für die eigene Reproduktion einen gewissen Zuchtfortschritt zu erzielen. In Deutschland wurden überwiegend Weiße Leghorn und rebhuhnfarbige Italiener gehalten, zur Produktion braunschalariger Eier auch Rhodeländer und andere mittelschwere Rassen. Suppenhennen brachten am Ende der Nutzungsdauer einen Nebennutzen als Fleischlieferanten, in begrenztem Umfang wurden auch Hähnchen bis zur Schlachtreife aufgezogen. Systematische Kreuzungszucht gab es nicht.

Die heute übliche Kreuzungszucht kam erst in den 1950er Jahren von Nordamerika nach Europa, zunächst im Rahmen von „Vermehrerverträgen“. Heinz Lohmann ging einen Schritt weiter: er schloss 1958 - zwei Jahre nach entsprechenden Verträgen mit Nichols für die Broilerzucht - mit Art Heisdorf, einem der damals führenden amerikanischen Basiszüchter für Legehennen, einen Lizenzvertrag ab, der mit der Lieferung bewährter reiner Linien und des kompletten züchterischen Knowhows den Aufbau einer eigenständigen Legehennenzucht in Deutschland ermöglichte.

Die folgenden Ausführungen basieren auf den in fast 50 Jahren gesammelten Erfahrungen aus dem inzwischen zur EW-Gruppe (Firma) gehörenden Basiszuchtbetrieb der Lohmann Tierzucht GmbH.

#### 3.3.2 Theorie und Praxis

Unterschiede zwischen Theorie und Praxis werden manchmal so erklärt: Theoretiker können alles erklären was nicht funktioniert, während Praktiker wissen, wie man es macht - ohne erklären zu können, warum es funktioniert. Wir halten uns lieber an ein Zitat von Prof. J. L. LUSH als Grundphilosophie für ein zukunftsorientiertes Zuchtprogramm: ***Nothing is as practical as a good theory!*** Um in der vom internationalen Wettbewerb geprägten Geflügelzucht langfristig erfolgreich zu bleiben, braucht man ein solides theoretisches Grundwissen - aber das allein reicht nicht!

Vielmehr muss das Grundwissen theoretischer Erwartungen immer wieder an der Praxis gemessen und durch eigene und externe Erkenntnisse erweitert werden. So wissen wir zwar aus der Selektionstheorie, dass man das Selektionsziel möglichst langfristig definieren sollte, um dann mit Hilfe optimaler Zuchtwertschätzung und der Kombination vieler Merkmale in einem Index sich diesem Ziel anzunähern. In der realen Welt des freien Wettbewerbs muss man aber häufiger die Gewichtung einzelner Merkmale verändern, um kurzfristig auf Kundenwünsche und geänderte Marktanforderungen zu reagieren und der Konkurrenz möglichst wenig Angriffsfläche zu bieten.

Vom praxisorientierten Züchter verlangt jede Selektionsentscheidung eine Abwägung zwischen der theoretisch abgeleiteten „optimalen“ Gewichtung einzelner Merkmale und dem von Kunden erwarteten ausgewogenen Leistungsprofil. Diskussionen über lang-, mittel- und kurzfristige Ziele lassen sich gelegentlich durch den Hinweis abkürzen, dass wir alle langfristig tot sind. Es kommt darauf an, heute so zu handeln, dass wir in wenigen Jahren

rückblickend feststellen können, dass wir vernünftig gehandelt haben. Folgendes Beispiel aus der Resistenzzüchtung macht dies deutlich:

In den 1960er Jahren galt es als vordringlich, die Resistenz gegen die Mareksche Krankheit (MD) durch Selektion zu verbessern. Solange nicht absehbar war, wie bald - und ob überhaupt - ein Impfstoff das Problem lösen würde, mussten die verantwortlichen Genetiker nach intensiver Beratung zwischen drei Möglichkeiten entscheiden:

- (1) die Sorgen der Praxis ernst nehmen und für das Marktsegment bestimmter Risikogebiete vor allem auf MD Resistenz selektieren (die Legeleistung galt als zufrieden stellend);
- (2) das Problem „aussitzen“ und auf die Entwicklung eines Impfstoffs warten (Tierärzte verbreiteten die Hoffnung auf baldige Erfolge); oder
- (3) die Pedigreegeneration auf MD-Resistenz testen und den Selektionsindex um das Merkmal MD-Resistenz erweitern.

Als Ergebnis einer Diskussion mit starken Argumenten auf beiden Seiten wurde entschieden: in den USA sollte die theoretisch beste Lösung (Variante 3, Indexselektion) praktiziert werden, im HNL-Zuchtpogramm in Cuxhaven die Hauptlinien weiterhin ohne Berücksichtigung der MD-Resistenz (Variante 2) und davon abgezweigte Unterlinien durch Challenge-Tests in Spanien auf MD-Resistenz getestet und entsprechend selektiert werden (Variante 1).

Die Resistenzzüchtung zeigte mit einer Verringerung der Aufzuchtverluste um 20% (von 55 auf 35%), dass im Prinzip auf diesem Wege die Verluste verringert werden konnten, aber der Preis war hoch: die nicht auf MD selektierten Hauptlinien waren im Versuchszeitraum von 5 Jahren um 20 Eier und 2 kg Eimasse verbessert worden (FLOCK, 1974; FLOCK u.a. 1975). Nach Einführung der MD-Impfung Anfang der 1970er Jahre waren die Index-selektierten H&N Linien weniger konkurrenzfähig, die Linien mit verbesserter MD-Resistenz wollte kein Kunde mehr kaufen.

Was lernen wir daraus? Indexselektion mit langfristig definierten Zuch Zielen ist nur dann optimal, wenn die Umwelt über viele Generationen gleich bzw. vorhersehbar bleibt, in der Zuchtpaxis muss aber auch - möglichst vorausschauend - auf Veränderungen der Haltungsbedingungen reagiert werden.

### 3.3.2.1 Hierarchische Struktur: Basiszucht, Vermehrung und Produktion

Mit zunehmender Urbanisierung hat sich ein starker Lebensmittelhandel entwickelt, der den Produzenten minimale Margen einräumt. Fortschritte in der Mechanisierung der Hennenhaltung und Spezialisierung haben zu immer größeren Produktionseinheiten geführt, die entsprechend große Partien Eintagsküken bzw. Junghennen mit definiertem Leistungsprofil und Hygienestatus verlangen.

Im Zuge der Globalisierung und Konzentration hat sich die Anzahl der Basiszuchtbetriebe in den letzten Jahren immer weiter verringert. Dadurch hat sich die Gesamtvarianz möglicherweise etwas verringert, aber die verbleibenden Zuchtgemeinschaften verfügen über mehr Linien und nehmen für sich in Anspruch, „für jeden Markt das richtige Produkt“ anzubieten (FLOCK und PREISINGER, 2007). Das bedeutet: der Basiszüchter kann unterschiedliche Linienkombinationen liefern, um spezifische Kundenwünsche zu bedienen, aber der einzelne Vermehrungsbetrieb kann nur eine begrenzte Anzahl Elterntierherden halten, die es auszulasten gilt, um die Produktionskosten je verkauftes Küken zu minimieren.

In der folgenden Abbildung 3.3.1 wird die Aufgabenteilung zwischen Basiszucht, Vermehrung und Eierproduktion schematisch dargestellt. Die zentrale Aufgabe des **Basiszüchters** besteht darin, kontinuierlich genetischen Fortschritt zu machen und diesen an die Vermehrer als gesexte Elterntier-Eintagsküken weiterzugeben.

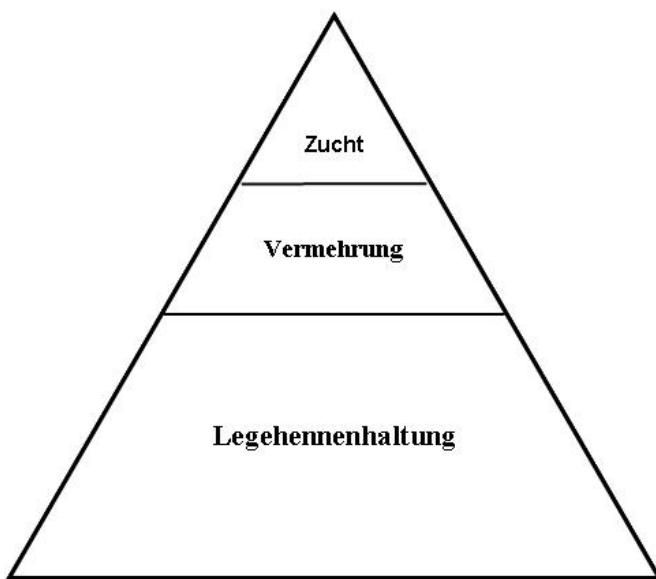


Abb. 3.3.1: Hierarchische Struktur der Zucht, Vermehrung und Produktion

Der **Vermehrer** erhält Hähne einer definierten Hahnenlinie und Hennen einer passenden Hennenlinie, deren Anpaarung ein optimales Leistungspotenzial der resultierenden Finalhybriden erwarten lässt. Die Vermehrer sind laut Vertrag nicht berechtigt, aus den Elterntieren eigene Nachzucht zu ziehen. Heterosiseffekte in der Größenordnung von 10% sorgen dafür, dass kein Vermehrer in Versuchung gerät, gegen den Vertrag zu verstößen, zumal jede neue Generation von Elterntieren genetischen Fortschritt und damit Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit erwarten lässt. Dies gilt sowohl für die Leistung der Finalhybriden als auch für die Elterntierleistung, gemessen an verkaufsfähigen Eintagsküken bzw. Produktionskosten je verkauftes Küken.

Die Konzentration in der Legehennenzucht macht die Übersicht in Tabelle 3.3.1 deutlich.

Tab. 3.3.1: Basiszucht von Legehybriden in ihrer Zugehörigkeit zu Unternehmensgruppen im Vergleich der Jahre 1991 und 2008

Züchter	Produkte		Unternehmensgruppe	
	weiß	braun	1991	2008
Babcock	1	1	Rhone Merieux	Hendrix Genetics
ISA	1	2	Rhone Merieux	Hendrix Genetics
Shaver	1	2	Rhone Merieux	Hendrix Genetics
Bovans	1	2	Hendrix	Hendrix Genetics
Dekalb	1	2	Dekalb	Hendrix Genetics
Hisex	1	1	BP Nutrition	Hendrix Genetics
Lohmann	3	5	Lohmann	EW Group
Hy-Line	2	2	Lohmann	EW Group
H&N	2	2	Lohmann	EW Group
Tetra	—	1	Babolna RT	Babolna RT

### 3.3.2.2 Reziproke rekurrente Selektion (RRS) als Basis nachhaltiger Zuchterfolge

Dass Kreuzungen verschiedener Rassen oder nicht verwandter Linien derselben Rasse häufig besonders robust sind und mit außergewöhnlich guten Leistungen beeindrucken, war praktischen Züchtern seit langem bekannt. Da aber die Nachzucht von Tieren mit der besten Eigenleistung ebenso häufig enttäuschte, wussten die Züchter wenig mit einem Phänomen anzufangen, das uns als „Heterosis“ geläufig ist. Bis Ende der 1940er Jahre wurden nicht nur in Europa, sondern auch noch in den USA Bruteier und Eintagsküken von „reinen Linien“ gehandelt.

Einige Züchter, namentlich Hy-Line (Pioneer) und Dekalb, versuchten, ihre positiven Erfahrungen aus der Maiszüchtung auf Hühnerpopulationen zu übertragen und investierten in die Entwicklung von „Inzucht-Hybriden“. Seit dieser Zeit hält sich in Biologiebüchern und in den Köpfen vieler Laien die falsche Vorstellung, dass die Hybridzüchtung wie beim Mais auf Inzucht beruht.

Art Heisdorf, Gründer der Firma Heisdorf & Nelson, besuchte 1948 die „Heterosis Conference“ am Iowa State College in Ames, wo er von einem Vortrag über „reciprocal recurrent selection“ (COMSTOCK *et al.*, 1949) so fasziniert war, dass er unmittelbar nach seiner Rückkehr damit begann, die Theorie in der Praxis auszutesten. Abbildung 3.3.2 zeigt das RRS-Zuchtschema für 2 Linien.

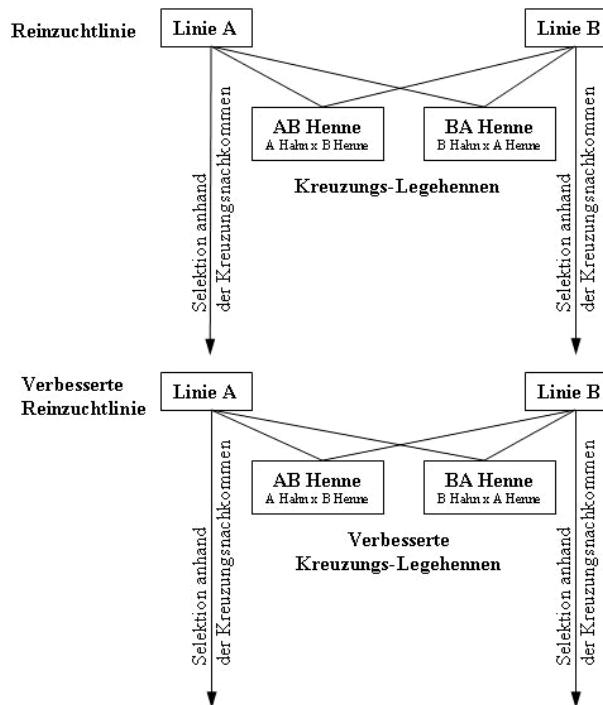


Abb. 3.3.2: RRS-Zuchtschema für 2 Linien

RRS beruht auf der „reziproken“ Anpaarung von Hähnen und Hennen von zwei reinen Linien, deren Kreuzungsnachkommen leistungsgeprüft werden. In der Praxis werden zwar nur AxB Hennen zur Eierproduktion genutzt, aber ohne die Ergebnisse von BxA

Kreuzungsgeschwistern hätte man nur die halbe Information für die Zuchtwertschätzung. Das Wort „*recurrent*“ wurde bisweilen missverständlich mit „rückgreifend“ übersetzt (als wenn man auf die besten Eltern zurückgreift); *recurrent* bedeutet „in jeder Generation wiederholt“. Selektiert werden nicht die inzwischen geschlachteten Eltern, sondern die Halbgeschwister der geprüften Kreuzungshennen.

### 3.3.2.3 Modifizierte RRS (mRRS): Nutzung von Kreuzungs- und Reinzuchtinformationen

Der Ablauf eines „klassischen“ RRS-Zuchtprogramms ist nicht wesentlich komplizierter als Reinzucht. Das Prinzip lässt sich auch auf drei oder vier Linien ausweiten, wobei man dann auf die Prüfung einiger Kombinationen verzichten kann, um nur reziproke Einfachkreuzungen zwischen Hahnen- und Hennenlinien zu testen. Angesichts möglicher Überdominanzeffekte bei der Maximierung der Heterosis ist zu prüfen, ob in einem langfristigen RRS-Zuchtprogramm auch Reinzuchtinformationen genutzt werden sollten.

Wir haben im LSL-Zuchtprogramm in den 1980er Jahren versuchsweise damit begonnen, auch Reinzuchtleistungen zusätzlich zu den üblichen Kreuzungsdaten zu nutzen (FLOCK *et al.*, 1991). Dies ergab sich eher zufällig aus einem Versuch, genauere Heterosisschätzwerte zu gewinnen, indem Kreuzungs- und Reinzuchtgeschwister zeitgleich reproduziert und in Einzelkäfigen getestet wurden. Inzwischen hat sich gezeigt, dass es durchaus möglich ist, auch die Leistung der „reinen Linien“ zu verbessern, ohne die Wettbewerbsfähigkeit der Finalhybriden in Frage zu stellen. Allerdings verringert die bessere Reinzuchtleistung die Heterosis (FLOCK, 2000). Für Merkmale mit mittlerer bis hoher Heritabilität ist die Berücksichtigung der Reinzuchtdaten vorteilhaft, vor allem bei engen genetischen Korrelationen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen. Dies ist bei vielen Merkmalen der Fall. Bei mRRS können Reinzuchthennen über KB zur Produktion von Großeltern genutzt werden und dadurch zur Kostensenkung der Leistungsprüfung beitragen.

### 3.3.2.4 Zuchtwertschätzung und Indexselektion

Voraussetzung für eine genaue **Zuchtwertschätzung** sind möglichst fehlerfreie Ausgangsdaten, die in einer möglichst praxisnahen Umwelt erbracht werden. Der eigentlichen Zuchtwertschätzung geht stets eine Plausibilitätskontrolle der Ausgangsdaten voraus, wobei „unwahrscheinliche“ Werte überprüft und ggf. korrigiert werden. Extremwerte außerhalb des biologisch möglichen Bereichs werden gelöscht und als „fehlend“ behandelt. Diese Vorprüfung muss von Merkmal zu Merkmal differenziert gehandhabt werden. Bei der Messung der Eischalenstabilität wäre es z. B. nicht sinnvoll, dünnenschalige Eier als „nicht messbar“ auszuschließen. Im Laufe eines Zuchtyahres werden pro Linie Millionen von Einzelbeobachtungen erfasst und zu „Zuchtwerten“ verdichtet, um letztlich eine Rangierung der zuchtauglichen Kandidaten zu erhalten.

In den Zuchtprogrammen der Lohmann Tierzucht werden in jeder Generation und für jede Linie alle wesentlichen genetischen Parameter geschätzt, bilden einen Teil des Datenscreening und werden bei der Zuchtwertschätzung aktualisiert. Diese Vorgehensweise erlaubt es, auf unterschiedliche Parameterschätzwerte flexibel zu reagieren und den Selektionsdruck ggf. anzupassen, um in jeder Generation maximalen Zuchtfortschritt zu erzielen.

Die Zuchtwertschätzung erfolgt mit einem Mehrmerkmals-Tiermodell nach der BLUP Methode (Best linear unbiased prediction) mit Korrektur auf „Haus\*Schlupf\*Etage\*Generation“ Effekte. Als Ausgangsdaten werden Kurztest-Leistungen der aktuellen Generation (Selektionskandidaten) und abgeschlossene Leistungen der vorhergehenden Generation herangezogen. Um den Verwandtschaftsgrad zwischen allen Tieren optimal zu nutzen, wird die Abstammung über bis zu fünf zurückliegende

Generationen aufbereitet und für die Zuchtwertschätzung und Schätzung der genetischen Parameter verwendet.

Die Zuchtwertschätzung wird separat für verschiedene Prüfumwelten durchgeführt:

- Reinzuchthennen im Einzelkäfig
- Reinzuchthennen im Gruppenkäfig
- Kreuzungshennen im Gruppenkäfig
- Kreuzungshennen in Boden- und Freilandhaltung

Die Zuchtwerte werden mit dem Softwarepaket PEST (GROENEVELD, 1990) und die genetischen Parameter mit dem Softwarepaket VCE (GROENEVELD, 1998) geschätzt.

In den folgenden Tabellen 3.3.2 und 3.3.3 sind typische Schätzwerte der Heritabilität für Linien aus den weißen und braunen Zuchtprogrammen der LTZ zusammengestellt.

**Tab. 3.3.2:  $h^2$ -Schätzwerte für Leistungsmerkmale weißer Reinzuchtlinien (Einzelkäfig)**

Merkmal	Linie			
	A	B	C	D
Legeate bis 28. LW	0.38	0.44	0.50	0.41
Legeate 29.- 48. LW	0.08	0.05	0.14	0.15
Legeate 49.- 72. LW	0.16	0.14	0.20	0.24
Körpergewicht	0.69	0.81	0.67	0.75
Futterverzehr	0.36	0.45	0.27	0.30
Eigewicht	0.70	0.65	0.67	0.74
Bruchfestigkeit	0.33	0.31	0.31	0.29
Resonanzfreq. ( $K_{dyn}$ )	0.42	0.24	0.52	0.31
Schalenfarbe	0.69	0.64	0.61	0.73
Eiklarhöhe	0.33	0.28	0.37	0.38
Blut- Fleischflecken	0.06	0.07	0.02	0.01
Dotteranteil	0.46	0.29	0.36	0.28

**Tab. 3.3.3:  $h^2$ -Schätzwerte für Leistungsmerkmale brauner Reinzuchtlinien (Einzelkäfig)**

Merkmal	Line			
	A	B	C	D
Legeate bis 28. LW	0.38	0.40	0.32	0.34
Legeate 29.- 48. LW	0.20	0.15	0.22	0.14
Legeate 49.- 72. LW	0.21	0.14	0.31	0.23
Körpergewicht	0.68	0.63	0.82	0.72
Futterverzehr	0.40	0.52	0.53	0.48
Eigewicht	0.64	0.68	0.73	0.71
Bruchfestigkeit	0.36	0.54	0.39	0.38
Resonanzfreq. ( $K_{dyn}$ )	0.51	0.55	0.48	0.56
Schalenfarbe	0.63	0.63	0.51	0.52
Eiklarhöhe	0.17	0.41	0.42	0.35
Blut- Fleischflecken	0.05	0.14	0.06	0.04

Nach der Theorie der **Indexselektion** geht es darum, für eine gegebene Population komplexe Ziele zu definieren und auf der Basis geschätzter genetischer und ökonomischer

Parameter die optimale Gewichtung einzelner Merkmale zu bestimmen. In der Anwendung der Theorie muss man sich mit der Tatsache auseinandersetzen, dass weder die genetischen noch die ökonomischen Parameter konstant sind. Die Schätzwerte der Heritabilitäten und genetischen Korrelationen variieren, und wenn man zu viele korrelierte Merkmale mit z. T. niedriger Heritabilität im Index berücksichtigen will, sind gelegentlich die Gleichungssysteme nicht lösbar. Bei den ökonomischen Parametern ist es nicht damit getan, aufgrund gegenwärtiger Preise den „Wert“ einer genetischen Verbesserung zu bestimmen. Vielmehr ist zu berücksichtigen, wie sich eine Veränderung des Leistungsprofils auf die Verkaufsfähigkeit des Produktes im künftigen Weltmarkt auswirkt.

Für Merkmale der inneren Eiqualität, wie z. B. Eiklarhöhe oder Frequenz von Blut- und Fleischflecken, ist es kaum möglich, einen „Grenznutzen“ abzuleiten. Ähnlich verhält es sich mit der Schalenfarbe bei braunen Eiern, wo eine alleinige Selektion auf möglichst dunkle Farbe wenig hilfreich ist, um die gewünschte Ausgeglichenheit der Farbe zu verbessern. Generell ist bei allen Merkmalen der Eiqualität daran zu denken, dass der klassische „additive“ Selektionsindex zu falschen Entscheidungen führen kann. Kandidaten mit schlechter Eiqualität dürfen nicht aufgrund hoher Legeleistung selektionsfähig gerechnet werden!

Wenn der berechnete Index wirklich optimal ist, kann – zumindest theoretisch – eine Rangierung der Hähne und Hennen mit den „besten“ (geschätzten) Zuchtwerten die „virtuelle“ Selektion am Bildschirm des Computers abschließen. Der passionierte Züchter und auf Perfektion bedachte Praktiker wird sich jedoch vor der Anpaarung noch die Selektionsdifferenzen für alle einzelnen Merkmale anschauen und ggf. im Bereich der Selektionsgrenze einige Hähne und Hennen austauschen. Ohne nennenswerten Verlust im Gesamtindex lassen sich damit u.a. Veränderungen in einzelnen Merkmalen justieren, Hähne aus zusätzlichen Familien „retten“ und Hennen mit fraglicher Reproduktionsleistung (z.B. mit extrem hohem Eigengewicht und abfallender Legeleistung) ausschließen. Wenn aus zusätzlichen Familien Nachkommen selektiert werden, trägt dies auch zum Erhalt potenziell nützlicher genetischer Varianz bei.

Ob damit wesentlich mehr Selektionsfortschritt zu erreichen ist, darf bezweifelt werden. Für einen von der Datenflut und den komplexen Rechenoperationen überwältigten Genetiker bietet die konkrete Auseinandersetzung mit einzelnen Kandidaten im Index-Grenzbereich aber auch eine letzte Chance der Plausibilitätskontrolle, ob der Index leistet, was man sich erhofft hat. Da es weder möglich noch sinnvoll ist, alle Merkmale in einem Index zusammenzufassen, muss für weniger wichtige Merkmale ohnehin im Bereich der Selektionsgrenze nachkorrigiert werden, um unerwünschte Trends bei bestimmten Merkmalen auszuschließen und der Praxis Zuchtprodukte mit ausgewogenem Leistungsprofil anzubieten.

Im Interesse nachhaltiger Züchtung wird bewusst auf maximale Selektionsintensität bei wirtschaftlich wichtigen Einzelmerkmalen verzichtet, um genetische Varianz zu erhalten und damit langfristig mehr Zuchtfortschritt zu erzielen.

Im Folgenden soll auf die wichtigsten Sektionsmerkmale näher eingegangen werden.

## Legeleistung

Bei der Züchtung von Legehennen geht es in erster Linie um die Maximierung der Eizahl, genauer gesagt um den zu erwartenden Verkaufserlös aller in einer Legeperiode produzierten Eier je eingestallte Henne. Dazu gehört, dass die Hennen bis zum Ende der üblichen Nutzungsdauer überleben und möglichst viele Eier mit stabiler Schale im bevorzugten Eigengewichtsbereich legen. Diese Teilspekte der Legeleistung werden getrennt besprochen.

Der Verlauf der Legeleistung lässt sich für eine einzelne Henne ebenso wie für den Durchschnitt einer Familie oder einer Herde anhand von drei Parametern beschreiben: Legebeginn, Legespitze und Persistenz. In einer detaillierten Analyse der Legeleistung konnten WILLEKE (1972) und FLOCK (1977) zeigen, dass die Heritabilität der Legerate sich

umgekehrt proportional zur Legerate verhält: sie ist zum Zeitpunkt des Legebeginns am höchsten, fällt zum Zeitpunkt der Legespitze auf ihren niedrigsten Wert und steigt zum Ende der Legeperiode wieder an. Das Alter bei Legebeginn ist schwach negativ mit der Persistenz korreliert. Was bedeutet das für die praktische Zuchtarbeit, wenn als Zuchziel die Eizahl pro Jahr maximiert werden soll?

Wollte man die hohe Heritabilität des Alters bei **Legebeginn** nutzen und nach Teillegeleistung bei möglichst kurzem Generationsintervall selektieren, dann ließen sich damit die Aufzuchtkosten der Junghennen verringern, aber rechnende Legehennenhalter wären für diesen Zuchtfortschritt nicht zu begeistern. Mehr kleine Eier bei früherem Legebeginn sind kaum mit Gewinn zu vermarkten, vorzeitig mit dem Legen beginnende Herden kommen selten auf gute Spitzenleistung, und am Ende der Legeperiode fehlen wegen mangelnder Persistenz L- und XL-Eier. Überdies kann man den Legebeginn mit entsprechenden Beleuchtungsprogrammen optimieren.

Anders sieht es mit der **Legespitze** aus: jeder Legehennenhalter wird begeistert sein, wenn eine optimal aufgezogene Herde alle bisherigen Rekorde bricht und noch näher an 100% kommt. Mit diesem Zuchziel stößt der Genetiker zunehmend an biologische Grenzen: einzelne Hennen legen selten mehr als ein normales Ei mit intakter Schale pro 24-Stundentag, und immer mehr Hennen legen monatelang täglich ein Ei. Entsprechend gering ist die Varianz zwischen Hennen in der Legerate in diesem Zeitabschnitt. Nur im Durchschnitt großer Familien und bei einem längeren Prüfabschnitt sind Unterschiede in relevanter Größenordnung zu erkennen.

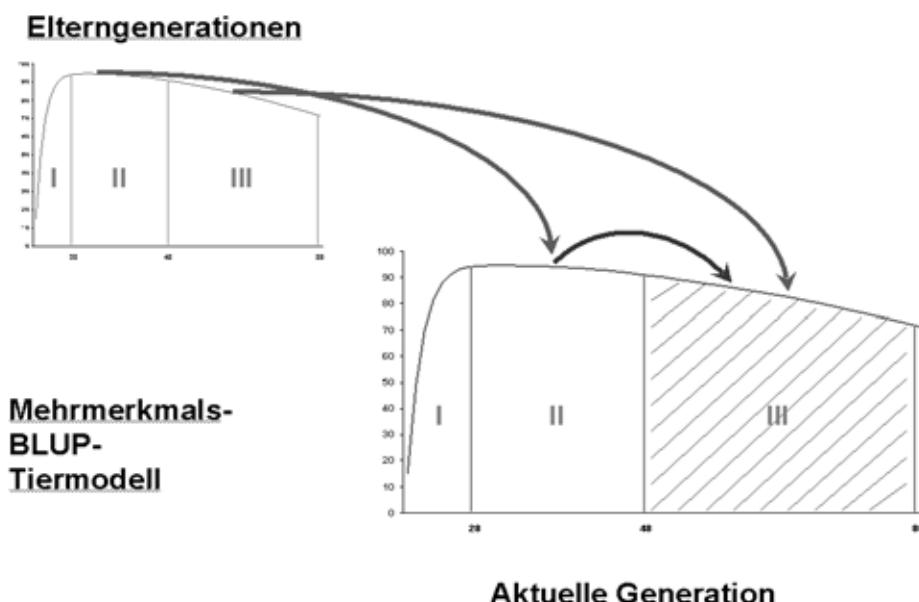
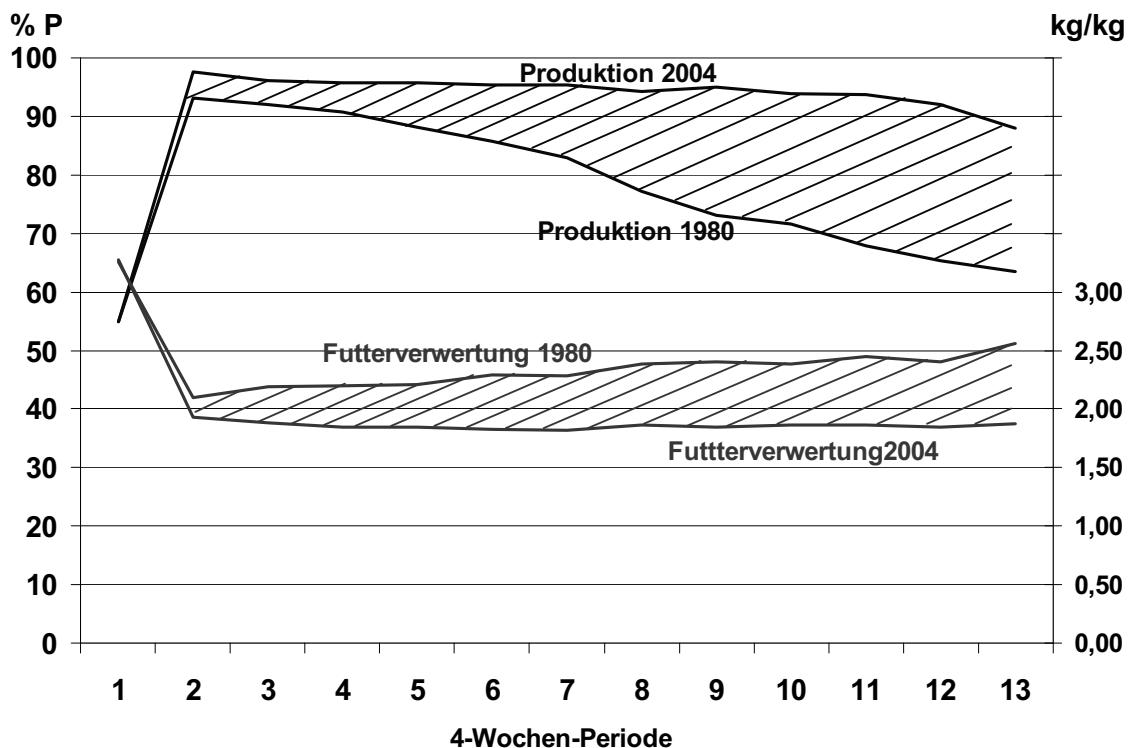


Abb. 3.3.3: Zuchtwertschätzung für die Legepersistenz aus Daten von zwei Generationen

Somit bleibt als aussichtsreichstes Selektionskriterium die **Persistenz** der Legeleistung. Aber auch dieses Merkmal hat einen „Haken“: man muss die Leistungsprüfung verlängern und verliert möglicherweise am Generationsintervall, was man an Genauigkeit gewinnt. Um trotz dieser Schwierigkeiten und insgesamt niedriger Heritabilität der Gesamtlegeleistung weitere Fortschritte zu erzielen, wurde vor Einführung des Mehrmerkmalsmodells bei einem Generationsintervall von 12 Monaten durch unterschiedliche Gewichtung der Teilabschnitte die ganzjährige Legeleistung hochgerechnet und die Persistenz der Elterngeneration bei der Umstellung von der Aufzucht- in die Produktionsfarm in Form einer zusätzlichen „retrospektiven“ Selektion berücksichtigt.

Inzwischen wurden die Leistungsprüfung und das Generationsintervall auf 14 Monate verlängert. Die seit mehreren Jahren praktizierte Zuchtwertschätzung und Selektion mit optimaler Nutzung der ganzjährigen Leistungen der Elterngeneration (Animal Model für mehrere Merkmale) zeigt Abb. 3.3.3. Dass mit dieser Zuchtstrategie die Persistenz verbessert wurde, belegen auch Ergebnisse der offiziellen Legeleistungsprüfung Haus Düsse aus den Jahrgängen 1980 und 2004 (Abb. 3.3.4).



**Abb. 3.3.4: Vergleich von Legeleistung und Futterverwertung 1980 und 2004 anhand von Ergebnissen der offiziellen Legeleistungsprüfung in Haus Düsse**  
(zur Erläuterung: Y<sub>1</sub>-Achse = Legeleistung in %; Y<sub>2</sub>-Achse = Futterverwertung)

### Futterverwertung

In allen Bereichen der Produktion von Lebensmitteln tierischen Ursprungs machen die Futterkosten den höchsten Anteil an den Gesamtkosten aus. Je nach Produktionssystem und Bezugsbasis rechnet man bei Eiern mit etwa 60 bis 65%. Besonders wenn die Getreide- und Sojapreise am Weltmarkt wie in jüngster Zeit steigen, sind auch die Züchter von Legehybriden gefordert, neben der Maximierung der Legeleistung die Futterkosten je verkaufsfähiges Ei bzw. je kg Eimasse zu minimieren. Wenn man sich mit dem Futteraufwand bzw. der Futterverwertung beschäftigt, muss man zwischen Erhaltungsbedarf und Produktionsbedarf unterscheiden. Beide Komponenten bieten Ansätze für die züchterische Verbesserung.

Bis Anfang der 1970er Jahre war es noch allgemein akzeptierte Lehrmeinung, dass alle Hühner entsprechend ihrem Körpergewicht und ihrer Legeleistung soviel Futter aufnehmen, wie sie bei gegebener Stalltemperatur und Futterqualität „brauchen“. Demnach reichte es aus, die Hennen zu wiegen und die täglich produzierte Eimasse festzustellen, um auf dieser Basis die effizientesten zu selektieren (NORDSKOG *et al.*, 1972).

Als Ergebnis dieser Zuchtphilosophie wurden die Hennen kleiner und hinsichtlich Futterqualität anspruchsvoller, möglicherweise auch stressanfälliger. Dass sich der Wert der Schlachthennen mit abnehmendem Gewicht verringert, ist bei heutigen Schlachthennenpreisen kein Thema.

Ausgelöst durch steigende Futterpreise stellte sich Mitte der 1970er Jahre die Frage, ob mit direkter Erfassung des individuellen Futterverbrauchs zusätzliche Fortschritte in der Futterverwertung zu erzielen sind, ohne dass dadurch das Körpergewicht abnimmt. Wir haben damals begonnen, in der Zuchstufe bei vorselektierten Hennen über 4 Wochen den individuellen Verzehr zu erfassen, um als zusätzliches Merkmal die „Eimasse minus Futterkosten“ (EmF) zu berücksichtigen. Erfahrungen bei weißen Legehybriden wurden später auch bei braunen Linien genutzt, um den Futteraufwand erheblich zu senken (FLOCK, 1998).

Der Erlös minus Futterkosten errechnet sich aus der Gesamteimasse (Eizahl über die gesamte Legeperiode, multipliziert mit dem mittleren Eigewicht), multipliziert mit dem Verkaufswert je kg Eimasse, abzüglich geschätztem Gesamtverzehr, multipliziert mit dem Futterpreis. Unabhängig von schwankenden Preisen je kg Eimasse und je kg Futter kann man für die genetische Selektion ein Verhältnis von 4 : 1 annehmen, d. h. für den Verkaufswert von 1 kg Eimasse kann man weltweit etwa 4 kg Futter kaufen.

Am Trend von Ergebnissen deutscher Legeleistungsprüfungen konnten FLOCK und HEIL (2002) zeigen, dass die Verbesserung der Futterverwertung bei weißen Legehybriden vor allem mit höherer Produktion bei leicht rückläufigem Gewicht verbunden war, während bei braunen Legehybriden die Verringerung des Körpergewichts eine größere Rolle gespielt hat.



Abb. 3.3.5: Erfassung des individuellen Futterverzehrs im Zuchtbetrieb

Unser heutiges Wissen über Varianzursachen des individuellen Futterverzehrs bietet mehr Sicherheit für die praktische Zuchtarbeit als die Arbeitshypothesen vor 30 Jahren. Ein Problem bleibt dabei: wir testen und selektieren unter den Bedingungen heutiger Futterrezepte, ohne genau zu wissen, welche Futterkonstellation in der Praxis von morgen zu erwarten ist.

Das ideale Huhn sollte deshalb bis zum Ende der Legeperiode eine gute Befiederung behalten und ausreichenden Appetit haben, um im Bedarfsfall auf niedrige Stalltemperatur, Krankheit oder unausgewogene Futterzusammensetzung mit erhöhter Futteraufnahme zu reagieren.

### **Eiqualität**

Im Zusammenhang mit der Legeleistung wurde bereits betont, dass es im Zuchziel um „verkaufsfähige“ Eier geht. Eine Vielzahl von Eiqualitätskriterien ist aus der Literatur bekannt. Wir haben kürzlich einen Überblick veröffentlicht (FLOCK et al., 2007), auf den verwiesen werden kann. Man unterscheidet zwischen Kriterien der äußeren und inneren Eiqualität. Von besonderem Interesse sind folgende Merkmale.

**Eigewicht bzw. Einzeleimasse:** Schaleneier werden in den meisten Ländern nach Gewicht gehandelt und bezahlt; deshalb muss das genetische Potenzial so eingestellt werden, dass im Mittel einer Legeperiode ein möglichst hoher Anteil in die gängigsten bzw. am besten bezahlten Gewichtsklassen fällt. Für den Eierhandel in Deutschland sind die Größenklassen M (53-63g) und L (63-73g) am stärksten gefragt, so dass ein mittleres Eigewicht von etwa 63g angestrebt wird. In gut geführten Produktionsbetrieben lässt sich der Anteil Eier unter 53g und/oder über 73g durch Managementmaßnahmen (Lichtprogramm, Phasenfütterung, Stalltemperatur) minimieren. Als Zuchziel wird vor allem ein rascher Anstieg des Eigewichts am Anfang der Legeperiode bis zum Optimum von etwa 63g und danach ein möglichst flacher Verlauf der Eigewichtskurve angestrebt. Die genetische Korrelation zwischen dem Eigewicht am Anfang und Ende der Legeperiode ist sehr hoch, eine messbare Abflachung des Verlaufs deshalb nur über viele Generationen möglich.

**Eischalenstabilität:** Bei der heute üblichen Intensivhaltung sollen die Legehybriden nicht nur über 300 Eier pro Jahr legen. Von diesen Eiern wird auch eine Schalenstabilität verlangt, die allen mechanischen Belastungen von der Eiablage bis zum Endverbraucher standhält. In der ersten Hälfte der Legeperiode gibt es kaum Knickeier, aber mit steigendem Eigewicht und abnehmender Schalendicke nimmt die Knickeierrate zu. Häufig entscheidet die Persistenz der Schalenqualität darüber, wie lange eine Herde gehalten werden kann.

Direkte Selektion auf Schalenqualität wird im Rahmen der Legeleistungsprüfung praktiziert, indem nur Eier mit intakter Schale gutgeschrieben werden. Um die Belastbarkeit von Eiern mit heiler Schale zu quantifizieren, hat sich die Bruchfestigkeit als aussagefähiger erwiesen als das früher übliche spezifische Gewicht. Dabei wird vor allem die Belastbarkeit in der Polregion geprüft, die durch die Eiform und Gleichmäßigkeit der Kalkablagerung beeinflusst wird.

Eine jüngere technische Entwicklung ist die Nutzung der Resonanzfrequenz mit Hilfe eines speziell für den Zuchtbetrieb entwickelten „Crack Detector“ (DUNN *et al.*, 2005; ICKEN u.a. 2006). Züchterisch erwünscht ist vor allem eine gute Belastbarkeit der Eischale bis zum Ende der Legeperiode, ohne dass der Schalenanteil unnötig erhöht wird (vgl. Abb. 3.3.6).

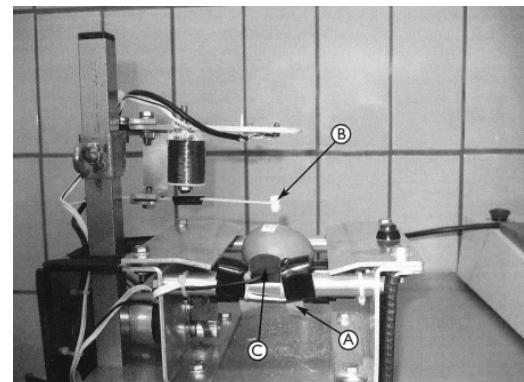
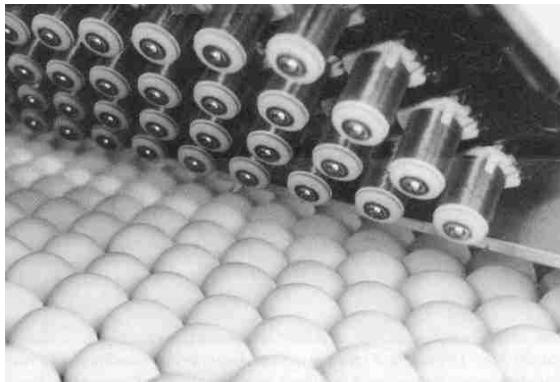
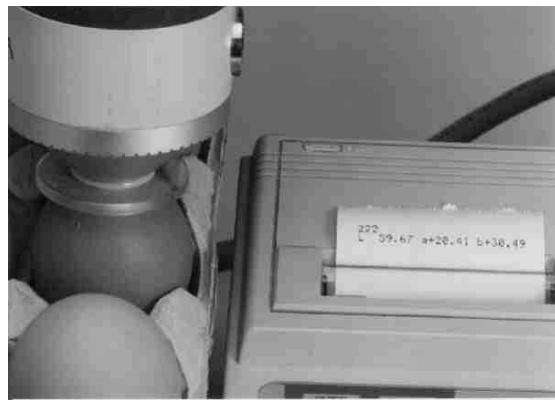


Abb. 3.3.6: Crack Detector: Eiersortieranlage (links) und Gerät zur Einzeleimessung (rechts)

**Schalenfarbe:** Eine optisch ansprechende „Verpackung“ gehört zu den Anforderungen an die äußere Eiqualität. Weißschalige Eier sollen möglichst rein weiß sein, braunschalige Eier eine möglichst ausgeglichene und dunkle Schalenfarbe haben. Bei braunen Legelinien wird die Schalenfarbe mit einem Minolta-Gerät gemessen. Aus den drei Parametern  $L^*$  (Farbsättigung),  $a^*$  (Rot) und  $b^*$  (Gelb) wird ein Farbindex ( $L^*-a^*-b^*$ ) berechnet, der als Hauptselektionskriterium genutzt wird (FÖRSTER u.a., 1996). Ferner wird die Schalenfarbe und -struktur bei allen Linien subjektiv bewertet und bei der Selektion berücksichtigt (vgl. Abb. 3.3.7).



**Abb. 3.3.7: Messung der Schalenfarbe mit dem Minoltagerät**

In China und Japan werden außer Weißen Leghorn und braunen Legehybriden auch Kreuzungen zwischen diesen Ausgangsrassen zur Produktion cremefarbiger Eier gehalten. Dieser Nischenmarkt lässt sich aus den kommerziellen Linien ohne zusätzlichen Zuchtaufwand bedienen.

### Kriterien der inneren Eiqualität

Die innere Eiqualität hängt in erster Linie von nicht-genetischen Faktoren ab: Futterqualität und Gesundheit der Hennen, Stallklima, Alter der Hennen sowie Eialter und Lagerungsbedingungen. Hier geht es ausschließlich um Möglichkeiten, die innere Eiqualität züchterisch zu beeinflussen. Vom Verbraucher wahrgenommen werden vor allem die Eiklarconsistenz, die Dotterfarbe und gelegentlich der Geschmack. Für die verarbeitende Industrie ist weiterhin der Dotteranteil von Bedeutung. Forschung und Entwicklung beschäftigen sich zunehmend mit Eikomponenten, die für die Humanernährung und -gesundheit („nutriceuticals“) Bedeutung haben. Ob sich die Züchtung auf diesem Gebiet engagieren wird, ist z. Z. nicht absehbar.

**Eiklarconsistenz:** Qualitätsbewusste Verbraucher achten nicht nur auf das „Haltbarkeitsdatum“ auf der Verpackung, sondern auch auf die Eiklarconsistenz und Dotterhöhe bei Spiegeleiern als Indiz für die „Frische“ bzw. sachgemäße Lagerung. Der Züchter darf sich nicht davon entmutigen lassen, dass die Eier leider oft unsachgemäß und zu lange gelagert werden.

Die routinemäßigen Eiqualitätstests im Zuchtbetrieb schließen deshalb die Eiklarhöhe aufgeschlagener Eier nach standardisierter Lagerung ein. In wissenschaftlichen Arbeiten wird die Eiklarhöhe (H) meistens in **Haugh Units** angegeben, wobei auf unterschiedliches Eigengewicht (G) wie folgt korrigiert wird:

$$\text{Haugh Unit} = 100 \log (H-1,7 G^{0,37} + 7,6)$$

wobei H = Eiklarhöhe in mm; G = Eigengewicht in Gramm

**Dotterfarbe:** Wir essen bewusst oder unbewusst auch mit den Augen. In Deutschland bevorzugen die meisten Verbraucher eine relativ dunkle Dotterfarbe, einige glauben noch immer, dass dies auf Freilandhaltung schließen lässt. In Wirklichkeit haben Eier aus ökologischer Produktion häufig hellere Dotter, weil auf industrielle Farbzusätze verzichtet wird. Unsere niederländischen Nachbarn essen lieber Eier mit hellem Dotter, für den Export nach Deutschland setzen sie aber Futter mit entsprechendem Zusatz von Farbstoffen ein. Möglicherweise gibt es bei der Dotterfarbe wie bei anderen Eiqualitätsmerkmalen auch

genetische Unterschiede, aber für Genetiker besteht bisher kein Anlass, diese Varianz gezielt zu nutzen.

**Geruch und Geschmack:** Ebenso wie die Dotterfarbe sind auch Geruch und Geschmack der Eier in erster Linie von der Futterqualität abhängig. Eier können aber auch Fremdgeruch während der Lagerung aufnehmen. Für den Züchter von besonderem Interesse sind Geruchsabweichungen von Eiern einzelner Hennen, die offenbar nicht in der Lage sind, Trimethylamin zum geruchlosen Trimethylaminoxid zu verstoffwechseln. Hier liegt eine Wechselwirkung zwischen bestimmten Futterkomponenten (insbesondere Rapsschrot) und genetischer Disposition vor.

Nachdem über mehrere Jahre mit herkömmlichen Selektionsmethoden versucht wurde, das Problem zu lösen, konnte ein rezessives Gen identifiziert werden (HONKATUKIA *et al.*, 2005), das es ermöglicht, mit einem patentierten Verfahren alle heterozygoten Merkmalsträger aus den braunen Zuchtpopulationen der LTZ zu eliminieren. Seitdem kann Rapsschrot unbedenklich in Mischfutter für FMO3-freie braune Legehybriden eingesetzt werden (POTTGÜTER, 2007). Futterqualität und Lagerbedingungen bleiben wichtige Einflussfaktoren für die geschmackliche Qualität der Eier. Abbildung 3.3.8 zeigt die Differenzierung der drei Genotypen (HONKATUKIA *et al.*, 2006).

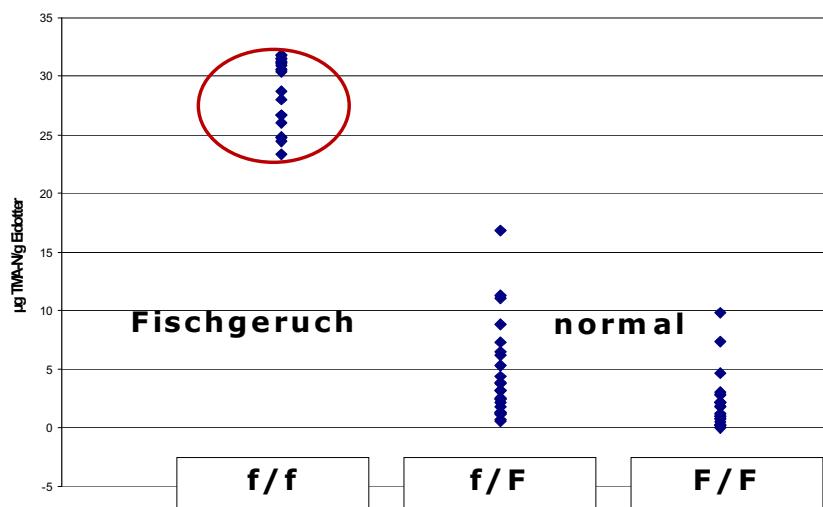


Abb. 3.3.8: TMA-Gehalt im Dotter in Abhängigkeit vom FMO3 Genotyp

**Blut- und Fleischflecken:** Bei weißschaligen Eiern findet der Verbraucher selten Blutflecken, da sie bei der Durchleuchtung aussortiert werden, Fleischflecken werden beim Kochen unsichtbar. Bei braunschaligen Eiern gibt es mehr Blut- und Fleischflecken, und die Fleischflecken sind umso dunkler je dunkler die Schalenfarbe ist. In der älteren Literatur findet man den Nachweis, dass man den Anteil Fleckeneier durch Selektion erhöhen kann (BECKER & BEARSE, 1973), aber der zu erwartende Selektionserfolg in erwünschter Richtung ist wegen der geringen Frequenz gering. Um in kommerziellen Linien den Anteil Fleckeneier signifikant zu senken, muss eine große Anzahl Eier je Henne aufgeschlagen und beurteilt werden.

**Dotteranteil:** Mit erfolgreicher Selektion auf bessere Futterverwertung ist in den letzten Jahrzehnten der Dotteranteil leicht zurückgegangen. Er liegt heute bei etwa 28 bis 29%, bei braunen Legehybriden etwas niedriger als bei weißen. Eine Erhöhung des Dotteranteils durch gezielte Selektion ist möglich. Die Heritabilität liegt bei etwa 0,30 bis 0,40 (s. Tab.

3.3.1) für das Merkmal Dotteranteil, jedoch besteht eine negative genetische Korrelation zum Eigengewicht. Als Zuchziel ist eine höhere Dottermasse sinnvoller als ein höherer Dotteranteil.

### Resistenzzüchtung und andere Maßnahmen zur Minimierung von Krankheitsrisiken

In der Anfangszeit moderner Hybridzüchtung war es noch üblich, im gleichen Betrieb alle Altersgruppen zu halten – von den Eintagsküken bis zu den zweijährigen Alttieren, die darauf warteten, selektiert und reproduziert zu werden. Wie aus heutiger Sicht nicht anders zu erwarten, waren die Verluste sehr hoch – manchmal über 50% während der Aufzucht und noch einmal 50% während der Legeperiode. Kein Wunder, dass DICKERSON (1955) in seiner klassischen Arbeit über „genetic slippage“ zu dem Schluss kommt, dass unter diesen Bedingungen kein messbarer Fortschritt zu erzielen ist (Abb. 3.3.9).

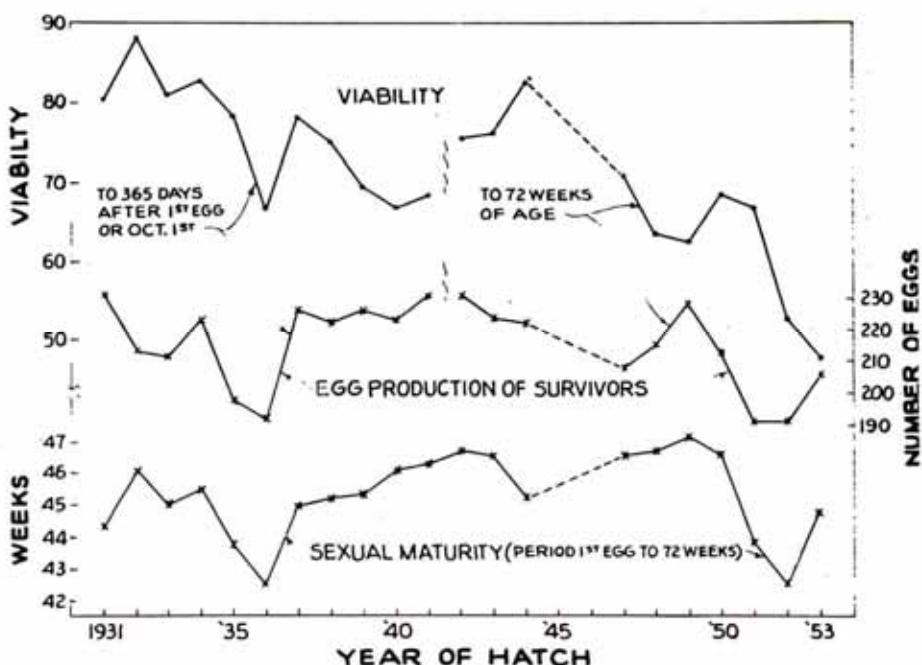


Abb. 3.3.9: Mortalität und Legeleistung in Kimber Farms (Quelle: DICKERSON, 1955)

Das änderte sich in den folgenden Jahren mit zunehmendem Wissen über einzelne Krankheiten und der Entwicklung spezifischer Strategien zur wirksameren Prophylaxe gegen regional bedeutsame Erreger. Betriebe mit schlechtem Management und mangelhafter Hygiene werden vergeblich auf die Lösung ihrer Probleme durch Resistenzzüchtung warten. Vielmehr konzentriert sich die Resistenzzüchtung auf spezifische Krankheiten, die bisher nicht oder nur begrenzt durch Impfung und gute Hygiene kontrolliert werden können. Wenn heute z. B. auf MD-Resistenz selektiert wird, dann nicht in der Hoffnung, eines Tages die übliche Impfung von Eintagsküken überflüssig zu machen. Wenn möglich soll die Entwicklung aktiver Immunität nach der Impfung quantitativ verbessert und beschleunigt werden.

Jeder Zuchtbetrieb braucht ein leistungsfähiges Veterinärlabor mit kompetenten Fachtierärzten, die unter Anwendung modernster Diagnostik vier Hauptaufgaben zu erfüllen haben: (1) Impfung der Zuchttierbestände und Monitoring des Immunstatus jeder Herde; (2) Eradikation vertikal übertragbarer Krankheitserreger in der Zucht- und Großelternstufe (insbesondere Leukoseviren, Mykoplasmen, Salmonellen); (3) Überwachung von Testtieren mit individueller Abstammung, die in Betriebe mit bekannt hohem Infektionsdruck durch bakterielle und virale Erreger eingestellt werden; und (4) Kundenberatung in allen Fragen der Krankheitsprophylaxe.

Die vom Zuchtbetrieb gelieferten Elterntiere sind in aller Regel frei von vertikal übertragbaren Krankheiten und durch maternale Antikörper und Impfung der Eintagsküken bestmöglich geschützt. Danach müssen sie im Vermehrungsbetrieb durch allgemeine Hygienemaßnahmen und Schutzimpfungen frei von Krankheiten gehalten werden. Es ist davon auszugehen, dass die heutigen Legehybriden weder resistenter noch anfälliger gegenüber Feldinfektionen sind als weniger leistungsfähige Hühner früherer Zeiten. Aussagefähige Vergleiche mit unselektierten Kontrollpopulationen sind uns nicht bekannt.

Im Bereich der Krankheitsprophylaxe gibt es immer wieder neue Herausforderungen und entsprechende Schwerpunkte für die Forschung und Entwicklung. Nachdem die Verlustraten in deutschen Legeleistungsprüfungen seit Einführung der Marek-Impfung deutlich zurückgegangen sind (FLOCK und HEIL, 2002), steigen sie in jüngster Zeit wieder an. Als Ursachen kommen vor allem Kannibalismus bei Verzicht auf Schnabelstutzen, schärfere Auflagen gegen den Einsatz von Medikamenten und Futterzusatzstoffen sowie ein größerer Infektionsdruck bei Bodenhaltung (*E. coli*) in Betracht.

### 3.3.3 Verhaltensmerkmale - Anpassungsfähigkeit an bestimmte Haltungsbedingungen

Seit Beginn der Domestikation haben „pflegeleichte“ Tiere einen Selektionsvorteil. Züchter von Nutztieren achten vorwiegend aus wirtschaftlichen Gründen auch auf Verhaltensmerkmale. Für die Legehennenzüchtung hat das Verbot der konventionellen Käfighaltung in der EU ab 2012 mit unterschiedlichen Übergangsregelungen in einzelnen Mitgliedstaaten neue Akzente gesetzt. Wer sich für die Vorgeschichte der Käfighaltung interessiert, darf daran erinnert werden, dass bestimmte Linienkombinationen Anfang der 1960er Jahre als nicht praxistauglich galten, weil sie bei Käfighaltung zu wild waren und zum Kannibalismus neigten (PIRCHNER, mündliche Mitteilung).

Als die Legeleistungsprüfungen in Deutschland Anfang der 1970er Jahre von Bodenhaltung auf Käfighaltung umgestellt wurden, schnitten HNL-Hennen in Bodenhaltung relativ besser ab als in Käfighaltung, und Ergebnisse des 2007 abgeschlossenen Herkunftsvergleichs für Legehybriden in Kitzingen machen deutlich, dass die heutigen LSL-Hybriden nichts von ihrer Anpassungsfähigkeit an diese Haltungsform verloren haben.

Die meisten Linienkombinationen, die in Käfighaltung gute Leistungen bringen, erfordern bei Bodenhaltung ein höheres Managementniveau, um befriedigende Leistungen zu bringen, vor allem wenn auf Schnabelbehandlung verzichtet wird. Wie bei allen Leistungskriterien gibt es auch bei Verhaltensmerkmalen Unterschiede zwischen und innerhalb Linien. Die Basiszüchter sind bemüht, Familien mit erwünschtem Verhalten innerhalb bewährter Linien zu identifizieren, um diese verstärkt zu vermehren.

Wirtschaftlich wichtige Verhaltensmerkmale, vor allem in der Bodenhaltung, sind:

**Federpicken und Kannibalismus:** Zu Ursachen von Federpicken und Kannibalismus gibt es verschiedene Theorien und Vorschläge zu deren Vermeidung. Wir gehen davon aus, dass alle Hühner mehr oder weniger „neugierig“ sind und ihren Schnabel nutzen, um festzustellen, was fressbar ist. Die Neigung zum Picken wird durch äußere und innere Reize stimuliert bzw. unterdrückt. Hohe Lichtintensität (reflektierende Flächen), trockene Luft und „interessante“ Objekte (vor allem verletzte, angepickte Stallgefährten!) in einer sonst reizarmen Umwelt sind äußere Ursachen. Unausgewogene Ernährung ist die häufigste innere Ursache (z.B. Mangel an essentiellen Aminosäuren bei ökologischer Fütterung).

Grundlage genetischer Verbesserung ist die Haltung nicht gestutzter Hennen in größeren Familienkäfigen bei relativ hoher Lichtintensität. Die Optimierung der Prüfbedingungen und die Interpretation der Daten werden dadurch erschwert, dass trotz vergleichbarer Intensität der Lichtstimulierung der Prozentsatz der Käfige mit Verlusten durch Kannibalismus von einer Generation zur anderen stark schwankt. Die häufig zitierten Ergebnisse von MUIR (2002) basieren auf einer Ausgangslinie mit anfangs sehr hohen Verlusten und ausschließlicher Selektion gegen Kannibalismus. In der Zuchspraxis haben wir es mit Linien

zu tun, die weniger kannibalistisch veranlagt sind. Außerdem muss gleichzeitig auf viele andere Merkmale selektiert werden.

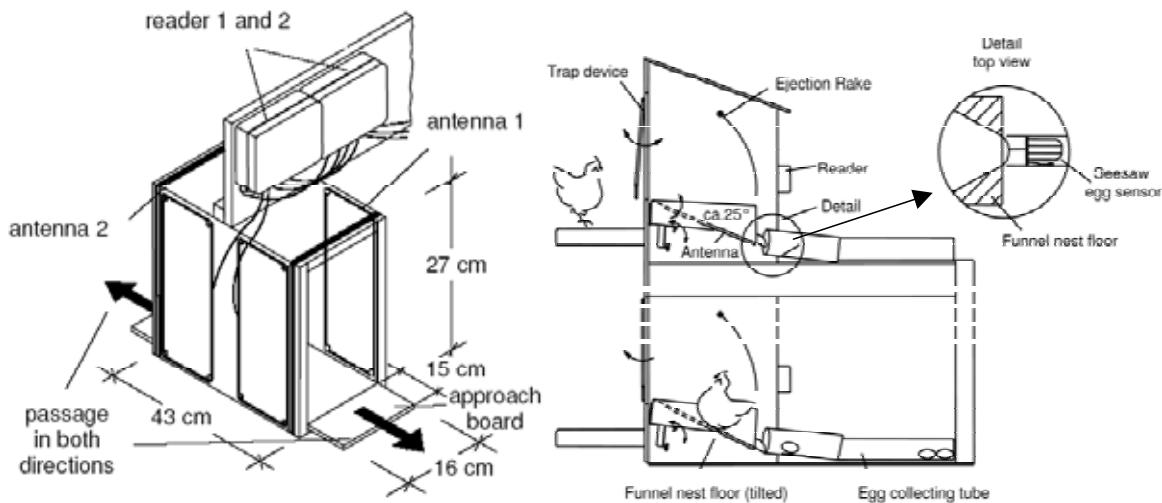
Die genetische Verringerung der Neigung zu Federpicken und Kannibalismus erfordert Geduld und Ausdauer. Zwischenzeitlich ist es umso wichtiger, die Erfahrungen gut geführter Betriebe zu nutzen, um die Tierverluste zu minimieren. Sofern gesetzlich erlaubt, wird für Bodenhaltung eine Schnabelbehandlung mit spätestens 10 Tagen empfohlen. In der Kleingruppenhaltung ist das Risiko von Verlusten durch Kannibalismus deutlich geringer, zumal wenn die Lichtintensität optimiert wird. Dass unsere jahrelange Selektion gegen Kannibalismus erfolgreich ist, zeigt sich u.a. an einem besonders hohen Marktanteil von LSL und zunehmenden Marktanteilen von LB in Ländern und Einzelbetrieben, die auf Schnabelbehandlung verzichten.

**Osteoporose und Anfälligkeit gegen Knochenbrüche:** Für die Bildung der Eischale werden erhebliche Mengen an Kalzium aus der Knochensubstanz mobilisiert, im Laufe einer Legeperiode mehr als die Körpermasse der Henne: 20 kg Eimasse mit einem Schalenanteil von 10% erfordern, das täglich etwa 6 g Ca dem Depot im Skelett entzogen werden. Das funktioniert bei richtiger Futterzusammensetzung bei den meisten Hochleistungshennen bis zum Ende der Legeperiode erstaunlich gut, Knochenbrüche werden aber gelegentlich mit erschreckender Frequenz in der Schlachterei beobachtet, vor allem wenn die Ausstallung im Akkord von Aushilfshilfspersonal erfolgt. Dass die Frequenz von Knochenbrüchen unter sonst vergleichbaren Bedingungen in der Kleingruppenhaltung und Bodenhaltung niedriger ist als in der konventionellen Käfighaltung wird mit den verbesserten Bewegungsmöglichkeiten erklärt.

BISHOP et al. (2000) konnten in einem mehrjährigen Versuch zum Verständnis der Osteoporose bei Legehennen beitragen. Für einen Index der Knochenstärke berichten sie eine realisierte Heritabilität von 0,40. Für die praktische Anwendung in der Selektion kommerzieller Linien wurden die Untersuchungsmethoden weiterentwickelt, um die Knochenstabilität aufgrund von Hilfsmerkmalen am lebenden Huhn bereits vor der Hauptselektion zu schätzen statt mit größerer Genauigkeit an Schlachtkörpern nach abgeschlossener Legeperiode.

Die Knochenbrüchigkeit durch Selektion zu verringern erscheint vielleicht im Hinblick auf das bevorstehende Ende der Käfighaltung in Europa weniger dringend, sollte aber auch als Ziel für alternative Haltungssysteme nicht vernachlässigt werden. Erhebungen in Großbritannien zeigen, dass Schlachthennen aus allen Systemen mit mehreren Etagen und entsprechendem Anreiz zum Fliegen vermehrt „verheilte“ Knochenbrüche aufweisen (SANDILANDS, 2008), weil die Hennen offenbar gern auf eine höhere Ebene auffliegen, aber in umgekehrter Richtung ungeschickt landen und dabei das Brustbein verletzen. Zur Lösung dieses Problems können zweifellos Anlagenhersteller mehr beitragen als die Züchter.

**Nestgängigkeit:** Bei der Bodenhaltung sollen die Hennen saubere Eier im Nest legen. Auch hier gibt es erfahrungsgemäß Unterschiede zwischen und innerhalb Linien. Um die Nestgängigkeit genetisch zu verbessern, muss eine Prüfumwelt geschaffen werden, die individuelle Unterschiede erkennen lässt. Zwei neu entwickelte Prüfsysteme, das „Weihenstephaner Muldennest“ und das „Elektronische Schlupfloch“ (Abb. 3.3.10) ermöglichen die automatische Erfassung individueller Leistungs- und Verhaltensmerkmale in der Boden- und Freilandhaltung. Mit Hilfe moderner Transpondertechnologie können auf diese Weise die Nestaufenthaltsdauer, der Eiablagezeitpunkt und das Auslaufverhalten erfasst und in Beziehung zur Legeleistung gesetzt werden (THURNER, 2005). Erste Ergebnisse lassen deutliche Linienunterschiede in diesen Merkmalen erkennen. LSL-Hennen legen ihre Eier später am Tag, sind weniger flexibel in ihrem Eiablagezeitpunkt und verweilen länger im Legenest als Lohmann Silver Hennen. Die durchschnittliche Nestaufenthaltsdauer einer Henne variiert zusätzlich zwischen einem Nestbesuch mit und ohne Eiablage. Legt die Henne während eines Nestaufenthaltes ein Ei, so dauert der Besuch durchschnittlich dreimal so lange wie ein Nestbesuch ohne Eiablage (ICKEN et al., 2006).



**Abb. 3.3.10: Schema des Elektronischen Schlupflokhs (links) und des Weihenstephaner Muldennestes (rechts)**

**Tab. 3.3.4: Genetische Korrelationen (oberhalb der Diagonale), Heritabilitäten (Diagonale) und phänotypische Korrelationen (unterhalb der Diagonale) im Weihenstephaner Muldennest und elektronischem Schlupfloch zum Wintergarten**

	Legeleistung	Passagehäufigkeit	Aufenthaltsdauer im Wintergarten
<b>Legeleistung</b>	<b>0.16</b>	-0.08	-0.34
<b>Passagehäufigkeit</b>	+0.08	<b>0.24</b>	+0.82
<b>Aufenthaltsdauer im Wintergarten</b>	+0.07	+0.86	<b>0.24</b>

Das mit dem „Elektronischen Schlupfloch“ erfasste Auslaufverhalten wird durch die Merkmale Wechselhäufigkeit zwischen den Bereichen Stall und Auslauf sowie die Dauer der Aufenthalte beschrieben. Erste Auswertungen von THURNER (2005) und ICKEN et al. (2008) aufgrund von Daten aus diesem System zeigen, dass einzelne Hennen den Auslauf sehr unterschiedlich nutzen und viele von diesem Angebot keinen Gebrauch machen. Die an begrenztem Material geschätzte Heritabilität deutet darauf hin, dass auch das Auslaufverhalten genetisch beeinflussbar wäre.

### Elterntierleistung

Bei der Züchtung von Legehennen steht eindeutig die Leistung der Endprodukte im Mittelpunkt. Im Gegensatz zur Mastgeflügelzucht gibt es keine Antagonismen zwischen Produktionsleistung der Legehybriden und Reproduktionsleistung der Elterntiere. Das Hauptselektionsmerkmal ist in allen Linien und auf allen Stufen die Legeleistung, und es geht eher um eine Feinabstimmung des Leistungsprofils von Hahnen- und Hennenlinien, um möglichst viele brutfähige Eier und Küken in der üblichen Haltungsperiode produzieren zu können.

In der Elterntierstufe werden Heterosiseffekte vor allem auf der Hennenseite genutzt, um die Persistenz der Legerate und der Schlupfrate gegenüber den Ausgangslinien zu verbessern.

Heute rechnen Vermehrungsbetriebe mit mindestens 100 verkaufsfähigen Hennenküken pro Jahr, was einer Verdopplung gegenüber Durchschnittsleistungen vor 30 bis 40 Jahren entspricht, als Elterntiere der damaligen Einfachkreuzung HNL selten eine Spitze von 80% Legerate und Schlupf erreichten und danach schnell abfielen.

Eine Untersuchung von STÖVE-SCHIMMELPFENNIG und FLOCK (1982) bestätigte die Erwartung, dass ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Eigewicht einzelner Hennen und der Schlupfrate besteht. Wenn nicht in jeder Generation auf höheres Eigewicht selektiert würde, dann würde das mittlere Eigewicht bald auf das biologische Optimum von etwa 50 g absinken. Um für den Konsumeiermarkt ein durchschnittliches Eigewicht von 63 g mit akzeptablen Schlupfraten zu kombinieren, wird z. B. das mittlere Eigewicht der Hennenlinien auf knapp 60 g eingestellt, schlechtere Schlupfraten bei Hennenlinien wegen des höheren Eigewichts sind kein Thema für die Vermehrungsstufe.

Am einfachsten lässt sich auf bessere Schlupfraten selektieren, wenn als Ausgangsdaten die in jeder Generation anfallenden Ergebnisse der Pedigreeschlüpfen genutzt werden können. Entgegen der Erwartung, dass die Schlupfrate in reinen Linien als typisches Fitnessmerkmal eine niedrige Heritabilität hat, errechnete FÖRSTER (1993) in zwei LB-Linien Heritabilitäten von 0,20 bis 0,25 für die Schlupfrate je eingelegtes Ei und 0,22 bis 0,28 je umgelegtes Ei. Auch in dieser Untersuchung zeigten sich deutlich negative Korrelationen zwischen Eigewicht und Schlupfrate. Die Nutzung dieser Ergebnisse in der praktischen Selektion hat seitdem zu einer deutlichen Verbesserung der Elterntierleistung beigetragen.

Zur Elterntierleistung gehört auch die Sexfähigkeit der Eintagsküken. Die meisten braunen Legehybriden werden mit Hilfe des geschlechtsgebundenen Silber-Gold Faktors sortiert, wobei der Hahn homozygot für das rezessive Goldgen (ss) ist, die Hennenlinie hemizygot das dominante Silbergen (S-). Bei Weißen Leghorn und „Silver“ Brauneierlegern nutzt man den ebenfalls geschlechtsgebundenen Befiederungsfaktor: die Hennenlinie ist homozygot schnell befiedernd (kk), die Hennenlinie langsam befiedernd (K-).

Die Nutzung des Befiederungsfaktors setzt voraus, dass alle Linien im Zuchtbetrieb Leukose-frei sind. Warum die (schnellbefiedernden) Töchter von langsam befiedernden Müttern der Rasse Weiße Leghorn besonders anfällig gegen Leukose sind, ist bis heute nicht klar. Vermehrer sollten davor gewarnt sein, Bruteier unbekannter Herkunft in ihrer Brütterei einzulegen. Küken von Federsex-Leghorn können ggf. in der Brütterei auch horizontal von Leukoseviren infiziert werden!

### 3.3.4 Schätzung des Zuchtfortschritts

Zweifel am genetischen Fortschritt, wie sie in der Veröffentlichung von DICKERSON (1955) zum Ausdruck gebracht wurden, konnten bald durch die Einführung der Hybridzüchtung überzeugend widerlegt werden; derselbe Autor korrigierte in späteren Veröffentlichungen seine pessimistischen Prognosen. Leistungsgrenzen blieben aber noch jahrelang ein beliebtes Thema, und der schlüssige Beweis weiterer Verbesserungen erforderte die Entwicklung verfeinerte Methoden.

Bei Heisdorf & Nelson und Lohmann wurden Wiederholungspaarungen eingeführt, um genetische Veränderungen frei von umweltbedingten Veränderungen zu schätzen. Dabei wurden über mehrere Jahre Nachkommen aus zwei aufeinander folgenden Generationen zeitgleich reproduziert und unter identischen Umweltbedingungen getestet. Über die Methodik und Ergebnisse haben v. KROSIGK et al. (1972) berichtet.

Nachdem die Schätzwerte für den Selektionsfortschritt annähernd den theoretischen Prognosen aus den Selektionsdifferenzen entsprachen, konzentrierte sich unser Interesse auf die naheliegende Frage: machen wir in unseren Zuchtprogrammen genügend Fortschritt, um im Wettbewerb mit anderen Züchtern bestehen zu können? Das Leistungsprofil unserer Zuchtprodukte – zunächst nur weiße Legehybriden, seit den 1980er Jahren zunehmend auch braune Legehybriden – lässt sich anhand der jährlichen Ergebnisse offizieller

Legeleistungsprüfungen verfolgen. Die Ergebnisse der Legeleistungsprüfungen haben wichtige Impulse für die Optimierung unserer Zuchtprogramme gegeben und geholfen, das Leistungsprofil den Bedürfnissen der Praxis anzupassen.

Nicht alle Leistungsverbesserungen sind allein durch Selektion zu erklären. Sicherlich haben auch der verbesserte Gesundheitszustand der Elterntiere und insbesondere die Leukose-Eradikation dazu beigetragen, dass einzelne Herkünfte im Jahresdurchschnitt die magische Grenze von 300 Eiern übersprangen. Die von FLOCK und HEIL (2002) dokumentierte Leistungsentwicklung von je 6 weißen und braunen Herkünften in den deutschen Legeleistungsprüfungen 1975 bis 1999 erlaubt zwar keine statistisch saubere Trennung von genetischen und umweltbedingten Trends, sie passt aber zu der Schlussfolgerung von HILL (2008) aus einer Übersicht über Langzeitselektionsversuche bei verschiedenen Tierarten und Mais: „Züchter von Nutztieren haben über viele Jahre Fortschritte erzielt, und es darf angenommen werden, dass weitere Fortschritte folgen werden“.

### 3.3.5 Nachhaltigkeit

Der Begriff Nachhaltigkeit wurde vor etwa 300 Jahren in der deutschen Forstwirtschaft geprägt. Damals ging es darum, Forstwirte daran zu erinnern, dass man nicht nur dem Wald Holz für den Grubenbau entnimmt, sondern zu jeder Zeit so viele Bäume nachpflanzt, dass genügend Holz für künftigen Bedarf nachwachsen kann. Inzwischen hat sich die Weltbevölkerung vervielfacht und der pro-Kopf Verbrauch an Energie und Lebensmitteln tierischen Ursprungs nimmt weiter zu. Dass die Weltbevölkerung im Energieverbrauch inzwischen mehr verbraucht als nachwachsen kann, merken wir an der Tankstelle und an den Lebensmittelpreisen.

Auch Züchter von Legehennen müssen sich der Frage stellen, ob die Züchtung von Legehybriden und die moderne Legehennenhaltung zur Nachhaltigkeit der Produktion von Lebensmitteln tierischer Herkunft beitragen (FLOCK und PREISINGER, 2002). Unsere Aufgabe sehen wir darin, die züchterischen Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass Eier möglichst kostengünstig und umweltschonend produziert werden können. Dass die Zuchziele im Einklang mit einer Ressourcen schonenden Produktion stehen, lässt sich besonders deutlich an der verbesserten Futterverwertung zeigen. Je höher die Legeleistung und je geringer der Futteraufwand je kg Eimasse, desto weniger Ressourcen werden für die Produktion benötigt. Gleichzeitig werden die Emissionen an N und P reduziert. Darüber hinaus lässt sich auch die Kotkonsistenz über das Trinkverhalten züchterisch beeinflussen (PREISINGER et al., 1994).

Wegen der günstigeren Futterverwertung ist die Produktion von Eiern und Geflügelfleisch weniger umweltbelastend als die Fleischproduktion von anderen Tierarten, ganz zu schweigen von den unvermeidlichen Methanemissionen von Wiederkäuern. Der höhere Futterverbrauch bei Boden- und Freilandhaltung ist aus Sicht der Energiebilanz unerwünscht, aber ein Preis, den viele Verbraucher gern zahlen, damit die Hennen nach ihren Vorstellungen „tiergerecht“ gehalten werden.

Ein wichtiges Thema im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit ist der mögliche Verlust genetischer Varianz. Die Vorstellung, dass der Erhalt von Biodiversität bei Rassegeflügel eines Tages dazu beitragen könnte, verlorene Varianz in Produktionseigenschaften wiederherzustellen, erscheint aus heutiger Sicht unrealistisch (HILL und ZANG, 2008). Züchter kommerzieller Legehybriden können aber ihre Erfahrungen in der Genetik, Fütterung, Gesundheitsprophylaxe und Haltungstechnik den Züchtern gefährdeter Rassen zur Verfügung stellen. Als Alternative zu einer teuren Erhaltungszucht ohne absehbaren wirtschaftlichen Nutzen besteht auch die Möglichkeit, erhaltenswerte Rassen als Hahnenlinie an kommerzielle Hochleistungshennen zur Erzeugung von Endprodukten für ein spezielles Marktsegment anzupassen.

Die vor mehr als 60 Jahren von Heisdorf & Nelson erworbenen und im LSL-Zuchtprogramm genutzten Linien reagieren noch immer auf die praktizierte Selektion. Pflanzenzüchter fragen mit Recht, warum wir eigentlich von „reinen“ Linien sprechen – sie sind alles andere als

homozygot und haben lediglich eine höhere Frequenz erwünschter und eine verringerte Frequenz unerwünschte Gene als ihre Vorfahren.

Aus Sicht der **Verbraucher** ist das Ziel nachhaltiger Legehennenzucht, dafür zu sorgen, dass Eier einwandfreier Qualität zu konkurrenzfähigen Preisen im Handel angeboten werden können. Für weitergehende Verbraucherwünsche (z. B. Haltungsbedingungen der Hennen, regionale Herkunft und Frische der Eier) ist der Ansprechpartner nicht mehr der Züchter, sondern Eierproduzenten und Eierhandel. Die **Eierproduzenten** brauchen dafür Legehennen mit einem Leistungsprofil, das eine kostengünstige Produktion von Eiern in marktgerechter Qualität gewährleistet. **Vermehrer** bilden in der Qualitätskontrolle und Kommunikation das Bindeglied zwischen Basiszüchter und Legehennenhalter. Sie können die Wünsche von Legehennenhaltern und deren Abnehmern (Handel und Endverbraucher) gebündelt an den Züchter weitergeben.

Der **Zuchtbetrieb** hat mehr Linien und kann deshalb auch mehr Linienkombinationen anbieten als ein einzelner Vermehrungsbetrieb gebrauchen und auslasten kann. Neben den Hauptlinien werden weitere Linien mit Entwicklungspotenzial züchterisch bearbeitet und weltweit in der Praxis getestet sobald ihr Leistungsprofil für spezielle Marktsegmente interessant erscheint.

Je weiter in die Zukunft geplant wird, desto unsicherer werden die Prognosen, sowohl was die genetischen wie die ökonomischen Parameter anbelangt. Deshalb geht es bei nachhaltiger Züchtung nicht in erster Linie darum, durch möglichst genaue Zuchtwertschätzung und intensive Selektion den kurzfristigen Zuchtfortschritt zu maximieren. Vielmehr soll potenziell nützliche genetische Varianz erhalten werden, um künftigen Zuchtfortschritt abzusichern. Das geschieht in erster Linie dadurch, dass große Populationen gehalten werden.

Die jährliche Inzuchtsteigerung liegt trotz intensiver Selektion bei unseren kommerziell genutzten Legelinien seit vielen Jahren deutlich unter 1% (AMELI et al., 1991). Es gibt auch keinen Hinweis darauf, dass die genetische Varianz in wirtschaftlich wichtigen Merkmalen nennenswert abgenommen hat. Damit sind die Voraussetzungen für weitere Fortschritte gegeben. Durch den Einsatz molekulargenetischer Analysen ist es inzwischen möglich, den Heterozygotiegrad innerhalb der geschlossenen Populationen quantitativ zu charakterisieren und von Generation zu Generation zu verfolgen.

Da zur Eierproduktion generell Kreuzungshennen gehalten werden, ist eine langsame Steigerung der Inzucht innerhalb der reinen Linien als unvermeidliche Konsequenz der Selektion ohne Bedeutung für die Legehennenhalter. Im Zuchtbetrieb müssen aber die Verwandtschaftsverhältnisse vor jeder Anpaarung sorgfältig geprüft und berücksichtigt werden. Die Paarung naher Verwandter wird vermieden, um Ungenauigkeiten bei der Zuchtwertschätzung aufgrund von Inzuchteffekten zu minimieren. Der Gefahr einer Verengung der Basis durch zu intensive Selektion zwischen Familien aufgrund der Animal Model Zuchtwerte wird dadurch begegnet, dass die Familiengröße, insbesondere die Anzahl selektierter Söhne je Vater, begrenzt wird. Ohnehin verteilt sich die Selektion nach dem Index auf viele Merkmale, so dass die Selektionsintensität für einzelne Merkmale sich in vertretbaren Grenzen hält.

Nachhaltigkeit in der Züchtung kann durch bewusstes Tun oder Lassen zum Ausdruck kommen. Eine wichtige und im Nachhinein richtige Entscheidung war, dass wir uns nicht haben überreden lassen, auf niedrigeren Cholesteringehalt im Ei zu selektieren, als dies vor Jahren gefordert wurde. Hätten wir diesen Rat befolgt, gäbe es möglicherweise heute keine Basiszucht für Legehennen in Deutschland mehr.

### 3.3.6 Ausblick

Nach jüngsten Prognosen für die Entwicklung des globalen und regionalen Eierverbrauchs werden im Jahr 2015 weltweit etwa 70,9 Millionen t Eier verbraucht (WINDHORST, 2008). Die

dafür erforderliche Mehrproduktion von 12 Millionen t gegenüber 2005 erfordert keinen zusätzlichen Aufwand in der Zuchtstufe, sie bedeutet aber eine hohe Verantwortung für die Basiszüchter und ein Logistikkonzept, das auch im Katastrophenfall (z. B. bei regional auftretender Vogelgrippe) eine Belieferung von Eltern- und Großelternkunden sicherstellt.

Die züchterische Entwicklung sehen wir als Begleitung zeitnaher Entwicklungen in der Fütterung, Krankheitsprophylaxe und Haltungstechnik. Es ist müßig darüber zu streiten, ob das Huhn an die Technik oder die Technik an das Huhn angepasst werden sollte. Beides gehört im Sinne einer Coevolution zusammen. Das Ziel gemeinsamer Bemühungen ist es, den jeweiligen Eierbedarf ressourcenschonend, mit möglichst wenigen Hühnern abzudecken.

Neben einer Fortschreibung bewährter Methoden der Leistungsprüfung, Zuchtwertschätzung und Selektion auf wirtschaftlich relevante Merkmale dürfen in Zukunft folgende Aspekte noch stärker beachtet werden:

- (1) **Verbraucherschutz:** konsequente Eradikation von Salmonellen und anderen Erregern durch Futterdekontamination; Rückverfolgbarkeit der Konsumeier vom Verbraucher über den Eiererzeuger und Vermehrer bis zum Züchter („fork to farm“);
- (2) **Tierschutz:** weitere Forschung und Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse in den Bereichen Verhalten und Ernährung, um die Anpassungsfähigkeit von Hochleistungshennen an alternative Haltungssysteme zu unterstützen.
- (3) **Nutzung molekulargenetischer Methoden:** erste Erfolge mit der Identifizierung des FMO3 Gens und anschließender Eliminierung von Geruchsproblemen bei braunschäligem Eiern lassen hoffen, dass mit molekulargenetischen Methoden in Zukunft elegantere Lösungen möglich werden als bisher mit quantitativen Methoden. Daran wird in Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Instituten im In- und Ausland weiter geforscht.

## **Literatur**

Ameli, H., D.K. Flock and P. Glodek (1991): Cumulative inbreeding in commercial White Leghorn lines under long-term reciprocal recurrent selection. *Brit. Poultry Sci.* 32: 439 - 449.

Becker, W. and G.E. Bearse (1973): Selection for high and low percentages of chicken eggs with blood spots. *Brit. Poultry Sci.* 14, 31 - 47.

Bishop, S.C., R.H. Fleming, H.H. McCormack, D.K. Flock and C.C. Whitehead (2000): Inheritance of bone characteristics affecting osteoporosis in laying hens. *Brit. Poultry Sci.*, 41: 33 - 40.

Comstock, R.E., H.F. Robinson and P.H. Harvey (1949): A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agron. Jour.* 41, 360 - 367.

Dickerson, G.E. (1955): Genetic slippage in response to selection for multiple objectives. In: *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* XX, 213 - 224.

Dunn, I.C., M. Bain, A. Edmond, P.W. Wilson, N. Joseph, S. Solomon, B. de Ketelaere, J. de Baerdemaeker, M. Schmutz, R. Preisinger and W. Waddington (2005): Heritability and genetic correlation of measurements derived from acoustic resonance frequency analysis; a novel method of determining eggshell quality in domestic hens. *Brit. Poultry Sci.* 46, 280 - 286.

Flock, D.K. (1974): Recent results on advantages of reciprocal recurrent selection (RRS) within split populations of White Leghorns strains. *Proc. 1st World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Madrid. Vol. I, 925 - 930.

Flock, D.K. (1977): Genetic analysis of part-period egg production in a population of White Leghorns under long-term RRS. *Z. Tierzüchtung und Züchtungsbiol.* 94, 89 - 103.

Flock, D.K. (1993): Verbesserung der Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten beim Geflügel durch herkömmliche Zuchtmethoden. *Arch. für Geflügelk.* 57, 49 - 55.

Flock, D.K. (1995): Erfahrungen aus 30 Jahren Zucht auf Gesundheit bei Legehennen. *Züchtungskunde*, 67, 415 - 422.

Flock, D.K. (1998): Genetic-economic aspects of feed efficiency in laying hens. *World's Poultry Sci. Jour.* 54, 225 - 239.

Flock, D.K. (2000): Heterosisverlust durch Reinzucht nach langjähriger RRS in einer Population Weißer Leghorn (LSL). *Züchtungskunde* 72, 153 - 158.

Flock, D.K., H. Ameli and P. Glodek (1991): Inbreeding and heterosis effects on quantitative traits in a White Leghorn population under long-term reciprocal recurrent selection. *Brit. Poultry Sci.* 32, 451 - 462.

Flock, D.K. und G. Heil (2002): Eine Langzeitanalyse der Leistungsentwicklung weißer und brauner Legehybriden anhand von Ergebnissen der amtlichen deutschen Legeleistungsprüfungen von 1974/75 bis 1997/99. *Archiv für Geflügelk.* 66, 1 - 20.

Flock, D.K., C.M. v. Krosigk, F. Pirchner und H. Landgraf (1975): Genetische Veränderungen hinsichtlich Marek-Resistenz und Produktionseigenschaften in Leghornkreuzungen. *Archiv für Geflügelk.* 39, 21 - 28.

Flock, D.K. and R. Preisinger (2002): Breeding plans for poultry with emphasis on sustainability. Proc. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France.

Flock, D.K. and R. Preisinger (2007): Specialization and concentration as contributing factors to the success of the poultry industry in the global food market. *Arch. f. Geflügelk.* 71, 193 - 199.

Flock, D.K., M. Schmutz und R. Preisinger (2007): Optimierung der Eiqualität aus züchterischer Sicht. *Züchtungskunde* 79: 309 - 319.

Förster, A. (1993): Züchterische Möglichkeiten einer Verbesserung der Schlupfrate in Reinzuchlinien eines Zuchtprogramms für braune Legehybriden. Diss. Kiel.

Förster, A., D. Jaenecke, M. Wittmann, D.K. Flock und M. Kreuzer (1996): Untersuchungen zur Eignung fotometrisch ermittelter Schalenfarbparameter für die Selektion auf marktgerechte braunschalige Eier. *Arch. für Geflügelk.* 60, 1 - 6

Hill, W.G. (2008): Estimation, effectiveness and opportunities of long term genetic improvement in animals and maize. *Lohmann Information* 43 (1), 3 - 20.

Hill, W.G. and Xu-Sheng Zhang (2008): Maintaining genetic variation in fitness. In: *Adaptation and Fitness in Animal Populations*. Editors: v.d. Werf, Graser, Frankham and Gondro. Springer.

Honkatukia, M., K. Reese, R. Preisinger, M. Tuiskula-Haavisto, S. Weigend, J. Roito, A. Mäki-Tanila and J. Vilkki (2005): Fishy taint in chicken eggs is associated with a substitution within a conserved motif of the FMO3 gene. *Genomics* 86, 225 - 232.

Honkatukia, M., K. Reese, R. Preisinger, J. Roito, M. Tuiskula-Haavisto, A. Mäki-Tanila und J. Vilkki (2006): A genetic marker against fishy taint in brown egg layers. Proc. 8th Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Aug. 13 - 18, 2006. Belo Horizonte, MG, Brazil.,

Icken, W., M. Schmutz and R. Preisinger (2006): Dynamic stiffness measurements with the „crack detector“: a new method to improve eggshell strength. *Lohmann Information* 41 (1), 13 - 19.

Icken, Wiebke, M. Schmutz, R. Fries, S. Thurner, G. Wendl and R. Preisinger (2006): Genetic parameters for egg production and nesting behaviour in a non-cage environment. Proc. European Poultry Conference, Verona.

Icken, W., D. Caverio, M. Schmutz, S. Thurner, G. Wendl and R. Preisinger (2008): Analysis of the free range behaviour of laying hens and the genetic and phenotypic relationships with laying performance. *British Poultry Science* (eingereicht).

v. Krosigk, C.M., G.B. Havenstein, D.K. Flock and C.F. McClary (1972): Estimates of response to selection in populations of White Leghorns under reciprocal recurrent selection. Proc. 4th European Poultry Conference, London. 265 - 271.

Muir, W.M. (2002): Use of molecular genetics in poultry breeding. Proc. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier 30, 193 - 200.

Nordskog, A.W., H.L. French, C.R. Arboleda and D.W. Casey (1972): Breeding for efficiency of egg production. *World's Poultry Science Jour.* 28, 175 - 188.

Pottgüter, R. (2006): New prospects for using rape seed (canola) in layer rations. *Lohmann Information* 42, 51 - 56.

Preisinger, R., D.K. Flock and F.R. Leenstra (1994): Reduction of environmental pollution by breeding tools in a commercial layer program. Proc. 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Prod. 20, 49 - 52.

Sandilands, V. (2008): Laying hen welfare: past, present and future. Proceedings of the 1st Mediterranean Poultry Summit of WPSA. Porto Carras, Chalkidiki, Greece.

Stöve-Schimmelpfennig, K. und D.K. Flock (1982): Eigewicht und relative Fitness in der Legehennenzüchtung. *Arch. für Geflügelk.* 46, 270 - 275.

Thurner, S., G. Wendl, R. Preisinger, G. Fröhlich, S. Böck und R. Weinfurter, 2005: Entwicklung eines automatischen Legenestes zur einzeltierbezogenen Erfassung von Verhaltens- und Leistungsparametern bei Legehennen in artgerechter Gruppenhaltung. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2005, KTBL-Schrift 441. ISBN:3-7843-2189-5, S. 274 - 283.

Willeke, H. (1972): Maximierung des Selektionsfortschrittes in der Züchtung von Lgehybriden durch den Einsatz von Teillegeleistungen. Diss. Göttingen.

Windhorst, H.-W. (2008): A projection of the regional development of egg production until 2015. World' Poultry Science Journal 64 (im Druck).

## 4 Verhalten, Haltung, spezielle Managementfaktoren

### 4.1 Verhalten und Haltung (L. Schrader)

#### 4.1.1 Verhalten

Über ihr Verhalten setzen sich Tiere mit ihrer belebten und unbelebten Umwelt auseinander und passen sich an sich ändernde Umweltbedingungen an. Ebenso, wie etwa die Anatomie der Tiere, hat sich auch ihr Verhalten in Anpassung an ihren jeweiligen natürlichen Lebensraum stammesgeschichtlich entwickelt und erfüllt spezifische biologische Funktionen, die den Tieren Wachstum, Selbsterhalt und Fortpflanzung ermöglichen. Somit reflektiert auch das Verhalten die jeweiligen Umweltbedingungen, unter denen es sich während der Evolution entwickelt hat (SCHRADER, 2000).

Trotz der Domestikation und der Zucht auf hohe Legeleistungen ist daher auch das Verhalten von Haushühnern und modernen Legehybriden grundsätzlich noch mit dem Verhalten der Stammform, also des Bankiva-Huhns, vergleichbar (MCBRIDE et al., 1969; DUNCAN et al., 1978). „Vergleichbar“ heißt in diesem Zusammenhang nicht, dass sich Haushuhn und Stammform identisch verhalten. Vielmehr haben sich im Verlauf der Domestikation quantitative Aspekte des Verhaltens verändert. So sind beispielsweise die Reizschwellen zur Auslösung bestimmter Verhaltensreaktionen beim Haushuhn höher oder auch niedriger als bei der Stammform und es haben sich Intensität und Dauer bestimmter Verhaltensweisen verändert. Die Domestikation hat jedoch zu keinen qualitativen Veränderungen im Verhalten des Haushuhns geführt, da das arteigene Verhaltensrepertoire, also der Katalog der von den Tieren ausführbaren Verhaltensweisen, grundsätzlich erhalten geblieben ist (PRICE, 1999).

Um ihr arttypisches Verhalten zeigen zu können, müssen verschiedene Bedingungen in der Haltungsumwelt erfüllt sein (KNIERIM, 2001). Hierzu zählt etwa, dass die Umwelt den Tieren den entsprechenden Platz und die Strukturen bietet, geeignete Materialien oder Reize vorhanden sind, die Tiere insbesondere während der Aufzucht angemessene Lernmöglichkeiten haben und sie die körperliche Fähigkeit haben müssen, ihre Haltungsumgebung artgemäß zu nutzen. Wird das normale Verhalten der Tiere durch die Haltungsbedingungen eingeschränkt, bedeutet das nicht immer, dass dieses Haltungsverfahren nicht tiergerecht ist. So beinhaltet das natürliche Verhaltensrepertoire auch Verhaltensweisen, die den Tieren die Auseinandersetzung mit aversiven Reizen ermöglichen, z. B. Fluchtverhalten. Fehlen solche Reize in der Haltungsumwelt, wird das Verhalten nicht gezeigt, ohne dass es hierdurch zu einer Einschränkung des Wohlbefindens der Tiere kommt.

Für viele Verhaltensweisen besteht jedoch eine hohe Motivation, selbst wenn die Haltungsumwelt keine Reize aufweist, die das Verhalten auslösen. So zeigen Hennen selbst dann Staubbadeverhalten, wenn sie kein Staubbad zur Verfügung haben (siehe unten). Bei solchen Verhaltensweisen, die selbst in Abwesenheit der passenden Umweltressourcen gezeigt werden, wird auch von Bedarf (engl. „behavioural needs“ oder auch „behavioural priorities“) gesprochen (BROOM & JOHNSON, 1993). Während für bestimmte Verhaltensweisen fortwährend eine hohe Motivation besteht (z. B. für Nahrungsaufnahme), besteht für andere Verhaltensweisen lediglich in bestimmten Phasen des Lebens eine hohe Motivation (z. B. für Sexualverhalten). Bietet die Haltungsumwelt keine adäquaten Bedingungen zur Ausübung solcher Verhaltensweisen, kann die Anpassungsfähigkeit der Tiere überfordert werden. Die Tiere versuchen dann erfolglos, diese Verhaltensweisen auszuüben. Hierdurch kann es bei den Tieren zu Frustration bis hin zu Verhaltensstörungen wie Stereotypien kommen. Die Anpassungsfähigkeit der Tiere kann auch überfordert werden, wenn in der Haltung der biologische Bedarf der Tiere (z. B. bezüglich Ernährung, klimatischer Bedingungen) nicht erfüllt wird. Dies ist dann an Verhaltensabweichungen,

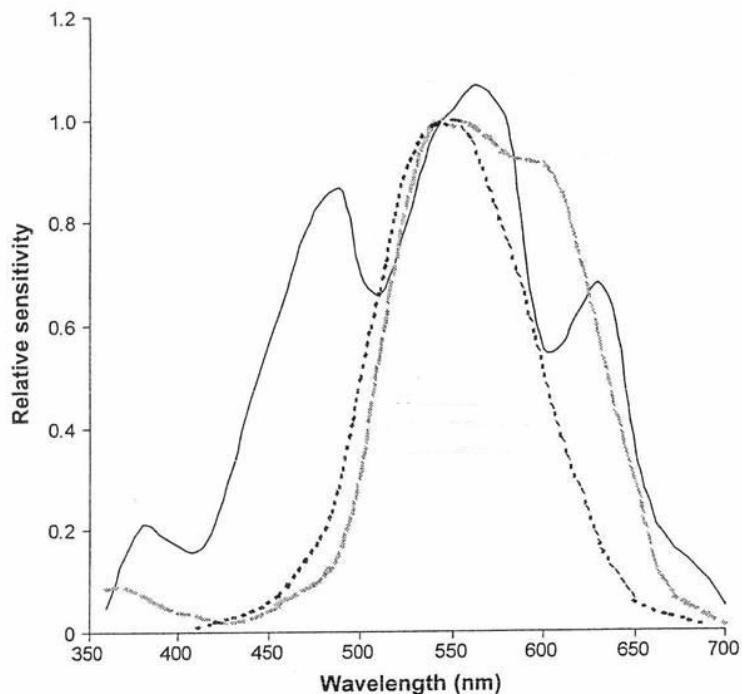
pathologischen und physiologischen Veränderungen oder auch erhöhter Morbidität und Mortalität erkennbar.

Das Verhalten der Tiere ist damit ein wesentlicher Aspekt bei der Bewertung der Tiergerechtigkeit von Haltungsverfahren. Je mehr Möglichkeiten ein Haltungsverfahren den Tieren zur Ausübung ihres Normalverhaltens bietet und je besser ihr biologischer Bedarf erfüllt wird, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Wohlbefinden der Tiere beeinträchtigt ist.

In diesem Kapitel wird daher zunächst eine Übersicht über das Verhalten von Legehennen gegeben. Eingegangen wird nur auf solche Verhaltensweisen, die auch unter kommerziellen Bedingungen von Legehennen gezeigt werden. Verhaltensweisen, die beispielsweise im Zusammenhang mit der Paarung oder der Jungenaufzucht auftreten, sind in diesem Kapitel nicht behandelt, obwohl gerade letztere auch für das Verhalten der erwachsenen Hennen wichtig sein können. Im Anschluss an die Darstellung des Verhaltens werden unterschiedliche Haltungsverfahren für Legehennen dargestellt.

#### 4.1.1.1 Sinnesleistungen

Das Sehen stellt den wichtigsten Sinn der Hühner dar. Er wird genutzt für die Nahrungssuche, das Erkennen von Artgenossen und Fressfeinden, die innerartliche Kommunikation und zur Orientierung im Raum. Hühner können Farben sehen, wobei das von ihnen wahrnehmbare Spektrum breiter ist als das des Menschen. Es reicht von etwa 360 bis 700 nm. Hühner können somit auch UV-A-Licht (380–315 nm) wahrnehmen (PREScott et al., 2003) (Abb. 4.1.1).



**Abb. 4.1.1: Spektrale Sensitivität des Huhnes, elektrophysiologisch (gestrichelte Linie) und über einen Verhaltenstest (durchgezogene Linie) gemessen. Im Vergleich dazu ist die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges (Punktdotline) dargestellt (aus: PREScott et al., 2003).**

Die zeitliche Auflösung der Lichtwahrnehmung hängt sowohl von der Farbe als auch von der Helligkeit der Lichtquelle ab. Hühner können bei blauem Licht noch Flickerfrequenzen von

105 Hz wahrnehmen. Bei anderen Farben liegt ihre Wahrnehmung der Flickerfrequenz jedoch unterhalb von 100 Hz, d.h. unterhalb der Flickerfrequenz von den im Stall üblichen Leuchtstoffröhren (NUBOER et al., 1992). Bei weißem Licht, also bei Lichtquellen mit einem breiten Spektrum, scheinen Hühner nur bei hohen Lichtstärken eine Flickerfrequenz von 100 Hz wahrnehmen zu können, nicht jedoch bei einer Lichtstärke von 90 lx (JARVIS et al., 2002). Auch in Wahlversuchen konnten bei allerdings nur einer Lichtintensität von 14 lx keine Unterschiede in der Präferenz von Legehennen für Licht mit einer Flickerfrequenz von 120 Hz oder 20-60 kHz gefunden werden (WIDOWSKI & DUNCAN, 1996).

Der Schärfebereich des Hühnerauges, also der Bereich, innerhalb dessen Hühner Objekte scharf sehen können, ist weiter als beim Menschen. Insbesondere können sie auch bei sehr kurzen Entferungen Objekte noch scharf sehen. Die räumliche Auflösung des Hühnerauges ist jedoch schlechter als die des Menschen (PRESCOTT et al., 2003). Die Augen des Huhnes sind vergleichsweise unbeweglich. Daher fixieren Hühner Objekte durch ruckartige Bewegungen des Kopfes. Futterpartikel fixieren Hühner auf diese Weise aus einer Entfernung von 1 bis 4 cm (HUTCHINSON & TAYLOR, 1962; BESSEI, 1976).

Hinsichtlich der Lichtintensität wurden Hinweise gefunden, dass etwa für das gegenseitige individuelle Erkennen von Hennen bei weißem Licht eine Lichtintensität von 5.5 lx nicht ausreicht und die Hennen sich bei rotem oder blauem Licht auch bei Lichtintensitäten von 77 lx nicht individuell erkennen (D'EATH & STONE, 1999). In einer anderen Untersuchung, in der Legehennen Futter bei Lichtintensitäten zwischen 6 und 200 lx angeboten wurde, bevorzugten sie zum Fressen die höchste Lichtintensität von 200 lx (PRESCOTT & WATHES, 2002). Die bevorzugte Lichtintensität scheint auch vom Alter der Hennen abzuhängen. Im Alter von 2 Wochen bevorzugten Küken für alle Verhaltensaktivitäten die höchste Lichtintensität von 200 lux, im Alter von 6 Wochen bevorzugten sie jedoch die höchste Lichtintensität für alle aktiven Verhaltensweisen, während sie für inaktive Verhaltensweisen (Ruhens) die geringste Lichtintensität von 6 lux bevorzugten (DAVIS et al., 1999).

Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Ansprüche von Hennen an die Beleuchtung je nach Verhaltensaktivität unterschiedlich sind. Den Tieren würde daher eine Beleuchtung entgegen kommen, die in den unterschiedlichen Funktionsbereichen unterschiedlich gestaltet ist (z. B. heller Trogbereich, dunklerer Ruhebereich). Allerdings sollte auch zu helles Licht und insbesondere „Sonnenflecken“ mit grellem Licht unbedingt vermieden werden, da hierdurch das Risiko für Federpicken ansteigt (KJAER & VESTERGAARD, 1999). Zu beachten ist gleichzeitig, dass sich zu geringe Lichtintensitäten und zu lange Dunkelperioden nachteilig auf die Entwicklung der Sehfähigkeit bei Küken auswirken kann (PRESCOTT et al., 2003).

Über die auditorische Wahrnehmung des Huhnes ist wenig bekannt. Da die akustische Kommunikation bei Hühnern jedoch eine wichtige Rolle spielt und Hühner über eine große Variabilität in ihren Lautäußerungen verfügen (siehe unten), scheint ihr Hörsinn recht empfindlich zu sein. Ebenfalls wenig bekannt ist über den Tastsinn von Hühnern. Die Geschmackswahrnehmung des Huhnes scheint nur schwach ausgeprägt zu sein.

#### **4.1.1.2 Nahrungssuche und -aufnahme**

Hühner sind Omnivoren. Ihre natürliche Nahrung setzt sich aus Gras, Blättern, Samen, Früchten, Wurzeln sowie Insekten und anderen wirbellosen Tieren und sogar kleinen Wirbeltieren zusammen (COLLIAS & COLLIAS, 1967; SAVORY et al., 1978; COLLIAS & COLLIAS, 1985). Um an Nahrung zu gelangen, scharren die Hühner mit ihren Füßen intensiv am Boden und suchen ihn nach Nahrung ab. Die Nahrungspartikel werden mit dem Schnabel manipuliert und aufgepickt, was bis zu 15000 Pickbewegungen am Tag ausmachen kann (WEBSTER, 2002; PICARD et al., 2002). Bankiva-Hühner verbringen etwa 60 % ihrer Aktivitätszeit mit Nahrungssuche (Scharren und Picken) (DAWKINS, 1989). In natürlicher

Umgebung zeigen verwilderte Haushühner vergleichbar hohe Zeitbudgets für Nahrungssuche (SAVORY et al., 1978).

Die Verhaltensweisen, die mit der Nahrungssuche in Zusammenhang stehen, werden von Hühnern auch gezeigt, wenn sie ausreichend Futter angeboten bekommen. Selbst wenn ihnen - wie etwa im Käfig - kein Substrat zur Verfügung steht, kann man beobachten, dass Hühner im Zusammenhang mit der Nahrungsaufnahme am Trog scharren. Dies weist darauf hin, dass die Motivation zur Nahrungssuche durch die Nahrungsaufnahme und die damit verbundene Sättigung nicht abgebaut wird (COOPER & ALBENTOSA, 2003) und die Nahrungssuche einen essentiellen Bedarf für Hühner darstellt (WEEKS & NICOL, 2006). Zur Nahrungssuche, also zum Scharren und Picken, werden von Hühnern lockere Substrate bevorzugt.

Während die verschiedenen Verhaltensweisen, die bei der Nahrungssuche gezeigt werden, sich zwischen der Stammform des Haushuhns und domestizierten Hühnern nicht unterscheiden, hat sich durch die Selektion auf hohe Leistung die Strategie bei der Nahrungssuche geändert. In einem Versuch wurde Hennen verschiedener Rassen sowohl frei verfügbares Futter als auch mit Holzspänen vermischt Futter angeboten. Bankiva-Hühner als auch Bantam-Hennen (eine ursprüngliche, nicht auf Leistung selektierte Rasse) bevorzugten das mit Holzspänen vermischt Futter, bei dem sie die Nahrung suchen mussten. Hennen moderner Legehybriden (Hy-Line) bevorzugten hingegen das frei verfügbare Futter (Abb. 4.1.2). Dies weist darauf hin, dass die auf hohe Leistung selektierten Hennen ihre Energie zugunsten der Eibildung investieren und weniger in die aufwändige Nahrungssuche (SCHÜTZ & JENSEN, 2001).

**Abb. 4.1.2: Bankiva-Hennen („Junglefowl“), Bantam-Hennen und Legehybriden („Hy-Line“) wurde frei verfügbares Standardfutter („Free“) oder mit Holzspänen im Verhältnis 1:2 vermischt Standardfutter („Mixed“) angeboten. Bankiva- und Bantam-Hennen bevorzugten die Futtermischung, bei der sie das Futter suchen konnten, während die Legehennen das frei verfügbare Futter bevorzugten (aus: SCHÜTZ & JENSEN, 2001).**

Die Nahrungssuche steht auch im Zusammenhang mit Federpicken, da eine unzureichende Möglichkeit zur Nahrungssuche einer der Hauptfaktoren für die Entstehung von Federpicken ist (KEELING, 2002). So konnte in verschiedenen experimentellen Untersuchungen, aber auch in Praxiserhebungen, gezeigt werden, dass mit zunehmender Möglichkeit zum Picken, Scharren aber auch Staubbäden in lockerem Substrat das Risiko für verletzungsträchtige Verhaltensweisen abnimmt (BLOKHUIS, 1986; HUBER-EICHER & Wechsler, 1998; GREEN et al., 2000). Entgegen der oft vertretenen Meinung, dass Federpicken ein aggressives Verhalten zwischen Hennen sei, ist dieses Verhaltensproblem vielmehr im Zusammenhang mit der Nahrungssuche zu sehen (SAVORY, 1995).

Wasser nehmen Hühner unter natürlichen Bedingungen durch Bepicken von Wasserflächen oder -tropfen auf. Während des Kopfhebens und bei erhobenem Kopf schlucken die Tiere anschließend das aufgenommene Wasser ab.

#### 4.1.1.3 Fortbewegungs- und Ruheverhalten

Im Vergleich zur Stammform des Haushuhns können Haushühner vergleichsweise schlecht fliegen. Aber auch die Haushühner sind in der Lage, kurze und tiefe Flüge über Entfernungen von einigen dutzenden Metern durchzuführen, wobei die Flugfähigkeit von der genetischen Herkunft und dem Gewicht der Tiere abhängt (FRÖHLICH, 2005). Die Hauptbewegungsform der Hühner ist jedoch das Gehen, das meist im Zusammenhang mit der Nahrungssuche auftritt. In Volierenhaltungen und Freilandhaltungen können Hennen täglich Strecken von bis zu 1800 m bzw. 2500 m zurücklegen (KEPPLER & FÖLSCH, 2000). Hühner können auch rennen, wobei sie dabei oft mit den Flügeln schlagen. Rennen und das oft daraus hervorgehende Fliegen werden meist während Fluchtreaktionen gezeigt. Fliegend erreichen Hennen aber auch hoch liegende Schlafplätze. Als weitere Fortbewegungsarten des Huhnes kommen das Flattern und das Hüpfen vor.

Unter natürlichen Bedingungen ruhen Hühner nachts auf Ästen („Aufbaumen“), da sie hierdurch vor Bodenfeinden geschützt sind (NEWBERRY et al., 2001). Dabei nehmen sie verschiedene Positionen ein. Der Kopf kann entweder zurückgezogen und an das Brustgefieder geneigt sein oder auch unter einen Flügel gesteckt werden.

Auch moderne Legehybriden zeigen eine hohe Motivation zum Aufbaumen auf Sitzstangen (OLSSON & KEELING, 2000; COOPER & ALBENTOSA, 2003) und sie zeigen eine verstärkte Verhaltensunruhe, wenn sie keine Möglichkeit zum Aufbaumen haben (OLSSON & KEELING, 2000). Ist für alle Tiere ausreichend Platz auf den Sitzstangen vorhanden, verbringen zwischen 90 % und 100 % der Hennen die Nacht auf Sitzstangen (APPLEBY et al., 1993; OLSSON & KEELING, 2000). Sie bevorzugen dabei in der Regel die jeweils höchsten Sitzstangen, wenn ihnen Sitzstangen auf unterschiedlicher Höhe angeboten werden. Die Höhe des Ruhebereiches ist ihnen sogar wichtiger als die Möglichkeit, eine Sitzstange zum nächtlichen Ruhen nutzen zu können (APPLEBY et al., 1988; SCHRADER et al., 2008) (Abb. 4.1.3).



**Abb. 4.1.3: Können Legehennen als nächtlichem Ruheplatz zwischen Sitzstangen und Gittern auf gleicher Höhe wählen, bevorzugen sie die Sitzstangen (links).**

**Werden erhöhte Gitter und niedrige Sitzstangen angeboten, bevorzugen sie die hohen Gitterflächen (SCHRADER et al., 2008).**

Es ist wichtig, dass Hennen bereits während der Aufzucht Sitzstangen zur Verfügung haben und lernen, diese zu nutzen, da sich diese Erfahrung auf ihre Fähigkeit zur räumlichen Wahrnehmung auswirkt (GUNNARSSON et al., 2000b) und somit Verletzungen während der Legephase aber auch das Verlegen von Eier reduzieren werden kann. Dies gilt insbesondere für dreidimensional komplexere Haltungssysteme wie Volierenhaltungen. Ferner gibt es Hinweise darauf, dass auch das Risiko für Kloakenkannibalismus (GUNNARSSON et al., 1999) sowie für Federpicken (HUBER-EICHER & AUDIGÉ, 1999) durch die Aufzucht mit Sitzstangen reduziert werden kann.

Auch ist darauf zu achten, dass die Sitzstangen von den Hennen gut erreicht werden können. Wichtig sind hierbei die Winkel aus denen die Stangen angeflogen und insbesondere verlassen werden sowie der Abstand zwischen den Stangen (SCOTT et al. 1997; MOINARD et al., 2004).

#### 4.1.1.4 Komfortverhalten

Zum Komfortverhalten werden solche Verhaltensweisen gezählt, die von Hühnern zur Reinigung und Pflege des Gefieders und anderer Körperteile ausgeführt werden. Hierzu gehören beispielsweise das Staubbadden, das Gefiederputzen, das Flügelspreizen, das Körperschütteln, das Schwanz- und Kopfschütteln sowie das Flügel-Bein-Strecken. Auch das Komfortverhalten ist beim Haushuhn ähnlich stark ausgeprägt wie bei der Stammform, dem Bankiva-Huhn (JENSEN, 2006). Legehennen können mit der Gefiederpflege bis zu 10 % der Tageszeit verbringen (WOOD-GUSH, 1971).

##### **Staubbadden:**

Das Staubbadden lässt sich in drei Phasen unterteilen: Das Anhäufen und Aufbringen von Substrat auf das Gefieder, die „Wirkungsphase“, in der das Substrat durch Reiben auf der Haut verteilt wird und die anschließende Ruhephase. Zunächst wird das Substrat mit dem Schnabel, durch Scharrbewegungen, vertikales Flügelschlagen und Reiben des Kopfes im Substrat in das Gefieder eingebracht. Der Kontakt zwischen Substrat und Gefieder wird durch das Liegen auf einer Körperseite und das Reiben der Körperseite am Boden intensiviert. Anschließend wird das Substrat durch Schütteln des Körpers aus dem Gefieder entfernt (VESTERGAARD et al., 1990; VAN LIERE, 1992).

Eine Staubbadeaktion dauert etwa 20 bis 30 Minuten und das Aktivitätsmaximum für Staubbadden liegt bei etwa der Hälfte der Lichtperiode bzw. acht Stunden nach Beginn der Lichtphase (VESTERGAARD, 1982; VAN LIEREN, 1991; WIERS et al., 1999; VAN NIEKERK u. REUVEKAMP, 2000). In der Freiland- und Bodenhaltung staubbadt jede Henne etwa alle zwei Tage (VESTERGAARD, 1982; VAN NIEKERK u. REUVEKAMP, 2000). Zu beobachten ist, dass oft mehrere Hennen gleichzeitig staubbadden (ABRAHAMSSON et al., 1996; DUNCAN et al., 1998), wobei sie sich aber nicht notwendigerweise gegenseitig zum Staubbadden stimulieren (LUNDBERG and KEELING, 2003; OLSSON et al., 2002b).

Legehennen bevorzugen zum Staubbadden Einstreumaterialien mit einer feinen Struktur wie Sand oder Torf gegenüber gröberen Materialien wie Stroh oder Holzspänen (PETHERICK & DUNCAN, 1989; VAN LIERE et al., 1990; SANOTRA et al., 1995; GUNNARSSON et al., 2000a; SHEILDS et al., 2004). Zwischen verschiedenen Materialien mit vergleichbarer Partikelgröße scheint es jedoch keine Unterschiede in den Präferenzen zu geben (DUNCAN et al., 1998).

Die Funktion des Staubbaddens ist, Fett aus dem Gefieder zu entfernen (DUNCAN, 1980; VAN LIERE et al., 1990) und so auch die Anzahl von Ektoparasiten zu verringern (WIERS et al., 1999).

Die Motivation von Hennen zum Staubbadden ist sehr hoch (LUNDBERG & NICOL, 1997; OLSSON and KEELING, 2003). Werden sie am Staubbadden gehindert, zeigen sie deutliche

Frustrations- und Stressreaktionen (VESTERGAARD et al., 1997; ZIMMERMAN et al., 2003) (Abb. 4.1.4).

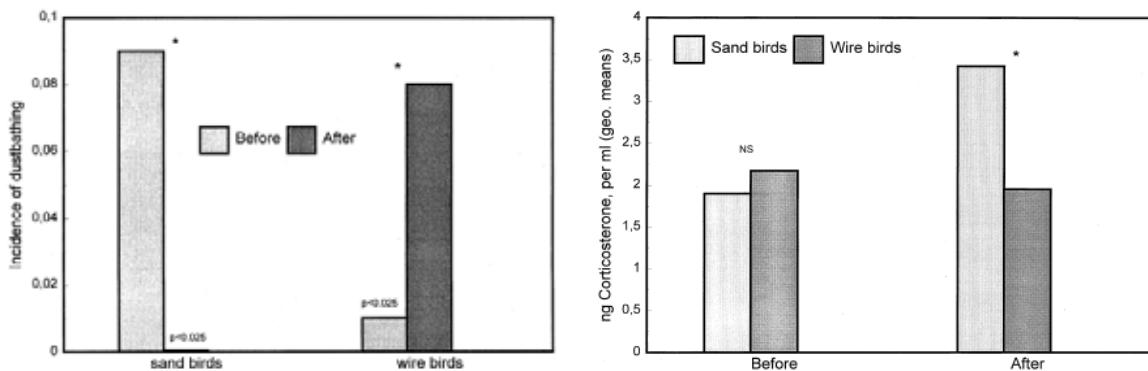


Abb. 4.1.4: Legehennen wurden entweder auf mit Sand eingestreutem Boden („sand birds“) oder auf Drahtgitter („wire birds“) gehalten.

linke Seite: Die auf Sand gehaltenen Hennen zeigten kein Staubbadeverhalten mehr, wenn der Sand entfernt wurde. Bekamen die auf Drahtgitter gehaltenen Hennen Sand angeboten, zeigten sie deutlich mehr Staubbadeverhalten, obwohl sie vorher keinen Sand kennen gelernt hatten.

rechte Seite: Die auf Sand gehaltenen Hennen zeigten einen deutlich Anstieg des Stresshormons Corticosteron, nachdem der Sand entfernt wurde.

Bei den auf Drahtgitter gehaltenen Hennen änderten sich die Konzentrationen von Corticosteron nach einem Wechsel auf Sandboden nicht (VESTERGAARD et al., 1997).

Selbst wenn ihnen kein Substrat zur Verfügung steht, zeigen Hennen die Verhaltensweisen des Staubbades. So kann Staubbaden auch in konventionellen Käfigen auf dem Drahtboden beobachtet werden. Dieses „Pseudo-Staubbaden“ dauert dann aber nur zwischen 10 Sekunden und 3,2 Minuten und enthält nur einige der sonst typischen Staubbadesequenzen bzw. diese Sequenzen werden nur unvollständig ausgeführt (SMITH et al., 1993; APPLEBY et al., 1993; LINDBERG u. NICOL, 1997). In mehreren Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass es durch „Pseudo-Staubbaden“ zu keinem Abbau der Motivation zum Staubbaden kommt (LINDBERG, 1999; OLSSON et al., 2002a). So waren Hennen auch dann bereit, für ein mit Torf ausgestattetes Staubbad zu arbeiten, wenn sie vorher bereits „Pseudo-Staubbaden“ gezeigt hatten (WICHMAN & KEELING, 2008).

Das Gefiederputzen, das Beinstrecken sowie das Flügelschlagen und -strecken gehören ebenfalls zum Körperflegeverhalten. Zur Frage der Wichtigkeit dieser Verhaltensweisen liegen bislang kaum systematische Untersuchungen vor (Überblick in: COOPER & ALBENTOSA, 2003). Diese Verhaltensweisen werden jedoch bei engen räumlichen Verhältnissen eingeschränkt und von den Hennen dann weniger ausgeführt. Wird den Tieren mehr Platz angeboten, zeigen sie diese Verhaltensweisen kurzzeitig in einer höheren Intensität („rebound-effect“) als Hennen, die bereits vorher ausreichend Platz hatten (NICOL, 1987; BAXTER, 1994).

#### 4.1.1.5 Sozialverhalten

Die Stammform des Haushuhns, das Bankiva-Huhn, lebt in territorialen Brutharems in einer Gruppengröße von 5 bis 20 Hennen mit jeweils einem Hahn zusammen. Die Größe des Territoriums einer Gruppe variiert zwischen 0,3 bis 2 Hektar (WOOD-GUSH & DUNCAN, 1976; COLLIAS & COLLIAS, 1985). Innerhalb dieser kleinen Gruppen bilden die Hühner eine soziale Rangordnung aus, wobei der Hahn das dominante Tier ist, dessen Verhalten die gesamte Gruppe beeinflusst (SCHÜTZ, 2002). Gleichzeitig ist durch die Anwesenheit des Hahnes auch das agonistische Verhalten der Hennen gehemmt (COLLIAS & COLLIAS, 1985).

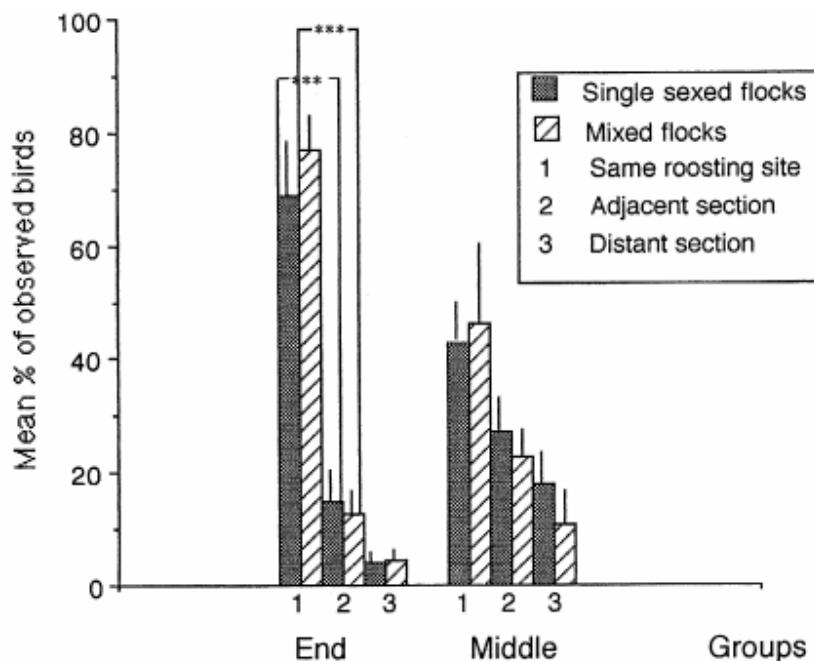
Die Gruppenstruktur wird über soziale Verhaltensweisen etabliert und aufrechterhalten. Hierzu gehören beispielsweise Verhaltensweisen wie Drohen, aggressives Picken, Verdrängen, Ausweichen oder Flüchten. Beim aggressiven Picken sind die Pickschläge - anders als beim Federpicken - meist gegen den Kopf, den Kamm oder den Nacken des bepickten Tieres gerichtet. Nachdem eine Rangordnung etabliert ist, wird die Sozialstruktur überwiegend mit Drohverhalten und -gesten aufrechterhalten (LINDBERG & NICOL, 1996b). Zu aggressiven Auseinandersetzungen kommt es dann noch, wenn neue Hennen in die Gruppe kommen und auch während Auseinandersetzungen um Ressourcen wie Futter, Nestplatz oder Einstreufläche. Insgesamt ist aber festzustellen, dass die Aggressivität der Legehennen seit etwa Mitte der 1970iger Jahre deutlich abnimmt. Dies dürfte auf genetische Selektion zurückzuführen sein (HUGHES et al., 1997).

Voraussetzung für die Etablierung einer stabilen Sozialstruktur ist, dass sich die Tiere individuell erkennen. Bei natürlichen Gruppengrößen zwischen 5 bis 20 Tieren stellt das individuelle Erkennen kein Problem dar. Bislang ist nicht gänzlich geklärt, bis zu welcher Gruppengröße Hennen sich individuell kennen können. In einer frühen Arbeit konnte gezeigt werden, dass sich Hennen bis zu einer Gruppengröße von etwa 80 Tieren noch individuell erkennen können (GUHL, 1953), während aus den Ergebnissen einer neueren Arbeit gefolgert wurde, dass sich Hennen bis zu einer Gruppengröße von etwa 100 Tieren noch individuell unterscheiden können (NICOL et al., 1999). Bei noch größeren Gruppen scheint ein individuelles Erkennen nicht mehr möglich zu sein. Vermutet wird jedoch, dass es bereits ab einer Gruppengröße von etwa 30 Hennen den Tieren nicht mehr möglich ist, eine stabile Sozialstruktur auszubilden (KeeLing et al., 2003) und vermehrt aggressives Verhalten auftritt, da die Hennen möglicherweise erfolglos versuchen, eine stabile Sozialstruktur zu etablieren.

Interessanterweise reduziert sich in größeren Gruppen die Anzahl aggressiver Verhaltensweisen dann wieder (HUGHES et al., 1997). Hier könnte es sein, dass die Hennen eine Rangordnung nicht mehr aufgrund individueller Erkennung, sondern anhand allgemeiner Merkmale wie dem Körpergewicht oder der Kammgröße etablieren (PAGEL & DAWKINS, 1997). Besonders in den großen Gruppen von mehreren tausend Hennen unter kommerziellen Bedingungen erscheint es aber auch wahrscheinlich, dass die Hennen alternative Strategien entwickeln, um negative soziale Interaktionen zu vermeiden. Möglicherweise tolerieren sich die Hennen in großen Gruppen, auch ohne sich individuell zu kennen (ESTEVEZ et al., 2003). Daher ist es möglich, dass bestimmte Individuen in großen Gruppen sogar weniger sozialen Stress erfahren als in kleineren Gruppen (COOPER & ALBENTOSA, 2003). Insgesamt scheinen Gruppengrößen von etwa 30 bis 120 Hennen die hinsichtlich auftretender Aggressionen zwischen den Tieren die kritischsten Gruppengrößen zu sein.

Nicht nur die Gruppengröße, sondern auch das der Gruppe zur Verfügung stehende Platzangebot ist für Hennen wichtig. Beispielsweise zeigten Legehennen in einem Wahlversuch eine Bevorzugung für kleinere Gruppen mit 5 Hennen gegenüber Gruppen mit 120 Hennen. Diese Bevorzugung war aber nur vorhanden, wenn die kleinen Gruppen auch über viel Fläche verfügten (LINDBERG & NICOL, 1996a). Wurden hingegen beide Gruppengrößen bei der gleichen Besatzdichte gehalten, bevorzugten die Hennen die großen Gruppen mit der dann absolut größeren Fläche. Dies zeigt, dass das Platzangebot für die Hennen wichtiger sein könnte als eine bestimmte Gruppengröße.

Während sich in großen Gruppen (Bodenhaltung und Freilandhaltung) tagsüber die einzelnen Hennen unabhängig voneinander zu bewegen scheinen (Hughes et al., 1997; PAGEL & DAWKINS, 1997), bilden sie zumindest in bestimmten Bereichen der Haltungseinrichtung nachts offenbar Untergruppen in Form von „Schlafgruppen“ (BÖLTER, 1987; ODEN et al., 2000) (Abb. 4.1.5). Offen bleibt, ob es sich bei den nächtlichen Gruppen wirklich um soziale Gruppen handelt oder aber diese Hennen nur den gleichen Ort zum Ruhen bevorzugen.



**Abb. 4.1.5: Anteil an Hennen gleichgeschlechtlicher Herden („single sexed flocks“) und Herden mit Hähnen („mixed flocks“), die in aufeinanderfolgen Nächten in der gleichen (1), einer benachbarten (2) oder weit entfernten Sektion (3) einer Voliere ruhten. An den äußersten Enden der Volierenblöcke ruhte die Mehrzahl der Hennen sowohl der gleich- als auch der gemischtgeschlechtlichen Herden in der gleichen Sektion wie in der vorhergehenden Nacht. In den mittleren Sektionen wurde diese Konstanz in der Wahl des Schlafplatzes nicht gefunden (aus: ODÉN et al., 2000).**

#### Kommunikation:

Die Kommunikation zwischen Hühnern erfolgt überwiegend über Körperhaltung und -bewegung sowie Lautäußerungen, d.h. über optisches und akustisches Ausdrucksverhalten. Meist treten dabei optische und akustische Verhaltensäußerungen in Kombination auf. Besonders ausgeprägt zeigen sich diese kommunikativen Verhaltensweisen im Zusammenhang mit der Paarung und in agonistischen Auseinandersetzungen. Eine ausführliche Beschreibung der bei der Kommunikation eingesetzten verschiedenen Körperhaltungen und -bewegungen sowie der Lautäußerungen findet sich beispielsweise bei WOOD-GUSH (1971) und COLLIAS (1987). Beide Autoren beschreiben für Hühner über 20 verschiedene Lauttypen. Daraus wird deutlich, dass Hühner über ein sehr variables und umfangreiches Lautrepertoire verfügen.

#### 4.1.1.6 Nestplatzsuche und Eiablage

Im Zusammenhang mit der Eiablage können vier Phasen unterschieden werden. Dies sind a) die Nestplatzsuche mit Nestinspektionen, b) das Nestbauverhalten, c) die Eiablage und d) das anschließende Sitzen im Nest. Die Nestplatzsuche setzt etwa 2 Stunden vor der Eiablage ein und zwischen Beginn des Nestbauverhaltens und der Eiablage liegen etwa 15 bis 40 Minuten (SODEIKAT, 1982; HUBER et al., 1984). Beim Nestbauverhalten bearbeiten die Hennen, sofern vorhanden, das Substrat und bilden durch Drehen des Körpers auf dem Brustbein und seitliches Scharren eine flache Mulde. Die Eiablage selber dauert 1-2 Minuten (SODEIKAT, 1982; PLANK, 1989) und geschieht in der so genannten „Pinguinhaltung“ (FÖLSCH, 1981). Hierbei richten die Hennen ihren Brustkorb gerade auf, beugen ihren Hals und drücken den Schnabel gegen die Brust. Die Schwanzfedern werden nach oben gespreizt und die Kloake befindet sich in dem Augenblick, in dem das Ei ausgestoßen wird,

knapp über dem Boden. Nach der Eiablage bleiben die Hennen für einige Zeit im Nest sitzen, wobei sie ruhen, sich putzen oder auch Eirollbewegungen zeigen. Diese Phase dauert im Mittel etwa 15 Minuten (SODEIKAT, 1982), kann aber auch bis zu einigen Stunden andauern. Je nach genetischer Herkunft der Hennen liegt die Hauptlegephase zwischen 3 bis 6 Stunden nach Beginn der Lichtphase bzw. der morgendlichen Dämmerung. Daher ist es wichtig, dass zu dieser Zeit ausreichend Nester vorhanden sind.

Hennen bevorzugen für die Eiablage geschlossene Nester (FREIRE et al., 1996) mit lockerem Einstreumaterial (WOOD-GUSH & MURPHY, 1970; APPLEBY & SMITH, 1991; PETHERICK et al., 1993). Die Ausübung des Nestbauverhaltens scheint für Hennen wichtiger zu sein als die Nestmulde, also das Ergebnis des Nestbauverhaltens. Bekamen Hennen Nester angeboten, in denen sie entweder nur eine Mulde anlegen oder aber nur Nestmaterial manipulieren konnten, bevorzugten sie die Nester, in denen sie die Mulde anlegen konnten. Wurden in einem weiteren Versuch Nester sowohl mit als auch ohne vorgefertigte Mulde angeboten, bevorzugten sie die Nester mit vorgefertigten Mulden, zeigten bei beiden Nestern aber gleich viel Nestbauverhalten (DUNCAN and KITE, 1989). Ungeklärt ist, in welchem Maße die Motivation für das Nestbauverhalten auch in Nestern ohne Substrat abgebaut werden kann. Die Attraktivität von Nestern wird für die Hennen zusätzlich erhöht, wenn sich in dem Nest bereits Eier befinden (APPLEBY, 1984; APPLEBY & MCRAE 1986).

Hennen zeigen sowohl für die Nestsuche als auch für den Nestbau eine eigene Motivation. Werden bereits fertige Nester angeboten, so dass kein Nestbau mehr durchgeführt werden kann, lässt sich die Motivation für die Nestsuche reduzieren (FREIRE et al., 1996). Hindert man Hennen hingegen kurz vor der Eiablage am Nestbesuch, verzögern sie ihre Eiablage, da sie trotzdem noch Zeit für den Nestbau investieren (FREIRE et al., 1997; COOPER and APPLEBY, 2003).

Nester haben für Hennen eine sehr hohe Priorität. Lässt man sie für ein geschlossenes Nest „arbeiten“, d. h. müssen sie beispielsweise kleine Türen für den Zutritt zu einem Nest aufstoßen oder durch schmale Spalten schlüpfen, arbeiten sie vor der Eiablage für ein Nest sogar mehr als für Futter (COOPER & APPLEBY, 1996; COOPER & APPLEBY, 2003). Ihre Motivation zur Nutzung von Nestern ist demnach insbesondere kurz vor der Eiablage sehr hoch. Entsprechend zeigen sie auch deutliches Frustrationsverhalten („Pacing“ und den Legeruf „Gakeln“), wenn ihnen ein adäquates Nest vorenthalten wird (DUNCAN, 1970).

#### 4.1.1.7 Platzbedarf

Es existieren kaum Untersuchungen zum Platz, den Hennen bei der Ausführung verschiedener Verhaltensweisen einnehmen. Der Platzbedarf ist dabei von der Genetik der Tiere, ihrem Gewicht und ihrer Befiederung abhängig. Für stehende Hennen (Rhodeländer) stellte FREEMAN (1983) einen Platzbedarf von 533 cm<sup>2</sup> bei einem Körpermengewicht von 1,8 kg, von 568 cm<sup>2</sup> bei 2,0 kg und von 637 cm<sup>2</sup> bei 2,4 kg fest. DAWKINS und HARDIE (1989) maßen auch die Fläche bei der Ausübung verschiedener Verhaltensweisen (Tab. 4.1.1).

**Tab. 4.1.1: Bodenfläche (cm<sup>2</sup>), die von Legehennen bei der Ausführung von verschiedenen Verhaltensweisen abgedeckt wird. In Klammer ist der Gesamtbereich der gemessenen Werte angegeben (aus: DAWKINS & HARDIE, 1989).**

Stehen	475 (428 - 592)
Bodenscharren	856 (655 - 1217)
Flügelstrecken	893 (660 - 1476)
Flügelschlagen	1876 (1085 - 2606)
Federnschütteln	873 (609 - 1362)
Gefiederputzen	1151 (800 - 1977)
Drehen	1272 (978 - 1626)

Zu berücksichtigen ist, dass bei der Haltung einer Gruppe von Hennen besonders die raumgreifenden Verhaltensweisen nicht gleichzeitig von allen Hennen gezeigt werden, so dass sich der Platzbedarf nicht einfach aus dem Produkt Anzahl Hennen x Platzbedarf ergibt.

## 4.1.2 Haltung

### 4.1.2.1 Rechtliche Bestimmungen

In Deutschland ist die Haltung von Legehennen, die zu Erwerbszwecken gehalten werden, in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vom 31. August 2006 geregelt. Nach dieser Verordnung können in Deutschland Legehennen in Bodenhaltung (§ 13a) sowie in Kleingruppenhaltungen (§ 13b) gehalten werden. In konventionellen Käfigen dürfen Legehennen nur noch bis zum 31. Dezember 2008 (§ 27 Abs. 4) gehalten werden, in begründeten Ausnahmefällen und nach Antragstellung bei der zuständigen Behörde kann diese Frist um ein Jahr verlängert werden (§ 27 Abs. 4 Nr. 2).

#### Platzangebot/Gruppengröße:

Die Haltungseinrichtungen müssen eine Fläche von mindestens 2,5 m<sup>2</sup> aufweisen, um zu gewährleisten, dass sich die Legehennen ihrer Art und ihren Bedürfnissen entsprechend angemessen bewegen können (§ 13 Abs. 1 Nr. 1). Bei einer Mindestfläche von 800 cm<sup>2</sup> je Henne in der Kleingruppenhaltung (§ 13b Abs. 2) ergibt sich eine Gruppengröße von 31 Hennen je Haltungseinrichtung. Bei Hennen mit einem Körpergewicht größer als 2 kg beträgt in der Kleingruppenhaltung die Mindestfläche je Henne 900 cm<sup>2</sup> (§ 13b Abs. 2). In der Bodenhaltung muss nach § 13a Abs. 2 für jeweils 9 Hennen eine nutzbare Fläche von 1 m<sup>2</sup> vorhanden sein (entspricht 1111 cm<sup>2</sup> je Henne). Befindet sich die nutzbare Fläche auf mehreren Ebenen (Volierenhaltung), dürfen hier maximal 18 Hennen je Quadratmeter nutzbare Stallgrundfläche gehalten werden. Als maximale Gruppengröße sind 6000 Hennen vorgegeben.

Als nutzbare Flächen gelten nach § 2 Nr. 7 nur solche Flächen, die mindestens 45 cm hoch sind und ein Gefälle von höchstens 14 % aufweisen. In der Kleingruppenhaltung ist zu beachten, dass die lichte Höhe am Futtertrog mindestens 60 cm und über der übrigen Fläche mindestens 50 cm betragen muss (§ 13b Abs. 3). Die Flächen unterhalb von Einrichtungselementen (Tröge, Tränken, Sitzstangen) zählen zur nutzbaren Fläche, wenn sie von den Legehennen über- oder unterquert werden können (§ 2 Nr. 7).

#### Licht:

Die Lichtintensität für Ställe, in denen Legehennen gehalten werden, ist nicht konkret vorgegeben. Entsprechend den allgemeinen Anforderungen an die Überwachung, Fütterung und Pflege von Nutztieren ist sicherzustellen, dass die tägliche Beleuchtungsintensität und Beleuchtungsdauer bei Tieren, die in Ställen untergebracht sind, für die Deckung der ihrer Art entsprechenden Bedürfnisse ausreichen und bei hierfür unzureichendem natürlichen Lichteinfall der Stall entsprechend künstlich beleuchtet wird (§ 4 Abs. 1 Nr. 9).

Für Legehennen ist in § 13 Abs. 3 spezifiziert, dass die Gebäude so beleuchtet sein müssen, dass sich die Tiere untereinander erkennen und durch die mit der Fütterung und Pflege betrauten Personen in Augenschein genommen werden können. Weiterhin werden für Neubauten ab März 2002 Lichtöffnungen gefordert, deren Fläche mindestens 3 % der Stallgrundfläche entspricht und die so angeordnet sind, dass eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Lichts gewährleistet wird. Sollte dies aufgrund technischer oder sonstiger Begebenheiten nicht möglich sein oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand erreicht werden können, ist eine dem natürlichen Licht so weit wie möglich entsprechende künstliche Beleuchtung sicherzustellen.

Hinsichtlich der Lichtdauer ist in § 14 Abs. 1 Nr. 2 festgelegt, dass bei künstlicher Beleuchtung diese für mindestens acht Stunden während der Nacht auf weniger als 0,5 lux zurückgeschaltet werden muss, sofern dies die natürliche Beleuchtung zulässt. Weiterhin ist eine ausreichende Dämmerphase vorzusehen ist, die den Legehennen die Einnahme ihrer Ruhestellung ohne Verletzungsgefahr ermöglicht.

#### **Nahrungsaufnahme, Nahrungssuche und Trinken:**

Alle Nutztiere müssen täglich und ihrem Bedarf entsprechend mit Futter und Wasser in ausreichender Menge und Qualität versorgt werden (§ 4 Abs. 1 Nr. 4). Die Haltungseinrichtungen für Legehennen müssen dafür so ausgestattet sein, dass alle Legehennen artgemäß fressen und trinken können (§ 13 Abs. 2 Nr. 2).

In der Kleingruppenhaltung muss für jede Henne eine Troglänge von mindestens 12 cm, für Hennen schwerer als 2 kg von 14,5 cm vorhanden sein (§ 13 b Abs. 5). In der Bodenhaltung muss die Troglänge je Henne bei Längströgen mindestens 10 cm, bei Rundtrögen 4 cm betragen (§ 13a Abs. 3).

Der in allen Haltungsverfahren geforderte Einstreubereich soll allen Hennen auch die Nahrungssuche (Picken und Scharren) ermöglichen und muss daher mit geeignetem Einstreumaterial von lockerer Struktur und in ausreichender Menge ausgestattet sein (§ 13 Abs. 5). In der Bodenhaltung muss der Einstreubereich den Legehennen täglich mindestens während zwei Dritteln der Hellphase uneingeschränkt zugänglich sein und über eine Fläche von mindestens einem Drittel der von den Legehennen begehbarer Stallgrundfläche, mindestens aber von 250 cm<sup>2</sup> je Legehenne, verfügen (§ 13a Abs. 5). Der Einstreubereich muss nicht im Stall sein, sondern kann im überdachten Kaltscharrraum eingerichtet werden.

In der Kleingruppenhaltung muss der Einstreubereich eine Fläche von mindestens 90 cm<sup>2</sup> je Henne haben und jeder Henne jederzeit zur Verfügung stehen (§ 13b Abs. 4).

Tränkewasser muss jeder Legehenne jederzeit, d.h. ad libitum, zur Verfügung stehen (§ 14 Abs. 1 Nr. 1). Dabei müssen die Tränkevorrichtungen so verteilt sein, dass alle Legehennen einen gleichen Zugang zu den Tränken haben. Bei Verwendung von Rinnentränken muss hierzu für jede Henne eine Kantenlänge von mindestens 2,5 cm und bei Verwendung von Rundtränken von mindestens 1 cm vorhanden sein. Werden Nippel- oder Bechertränken verwendet, sind für bis zu zehn Legehennen mindestens zwei Tränkstellen und für jeweils zehn weitere Legehennen eine zusätzliche Tränkstelle vorzusehen (§ 13 Abs. 5 Nr. 3).

#### **Eiablage:**

Legehennen müssen in allen Haltungsverfahren ein Nest aufsuchen können (§ 13 Abs. 2). Nach § 13 Abs. 5 Nr. 4 muss jeder Legehenne ein Nest mindestens während der Legephase uneingeschränkt zur Verfügung stehen und ihnen eine ungestörte Eiablage ermöglichen. Weiterhin muss der Nestboden so gestaltet sein, dass die Legehennen nicht mit Drahtgitter in Berührung kommen können.

In der Bodenhaltung muss für höchstens sieben Legehennen ein Nest von 35 cm x 25 cm oder aber ein Gruppennest mit einer Nestfläche von mindestens 1 m<sup>2</sup> für jeweils höchstens 120 Legehennen vorhanden sein (§ 13a Abs. 4). In der Kleingruppenhaltung muss ein Gruppennest mit einer Fläche von mindestens 90 cm<sup>2</sup> je Henne zugänglich sein. Dieses Nest muss weniger ausgeleuchtet sein als die übrige Fläche (§ 13b Abs. 4).

#### **Staubbaden:**

Um allen Legehennen ein artgemäßes Staubbaden zu ermöglichen, muss sich in allen Haltungsverfahren ein Einstreubereich befinden, der mit geeignetem Einstreumaterial von lockerer Struktur und in ausreichender Menge ausgestattet ist (§ 13 Abs. 5). Die Mindestflächen für den Einstreubereich sind im Abschnitt über die Nahrungsaufnahme und -suche beschrieben.

**Ruheverhalten:**

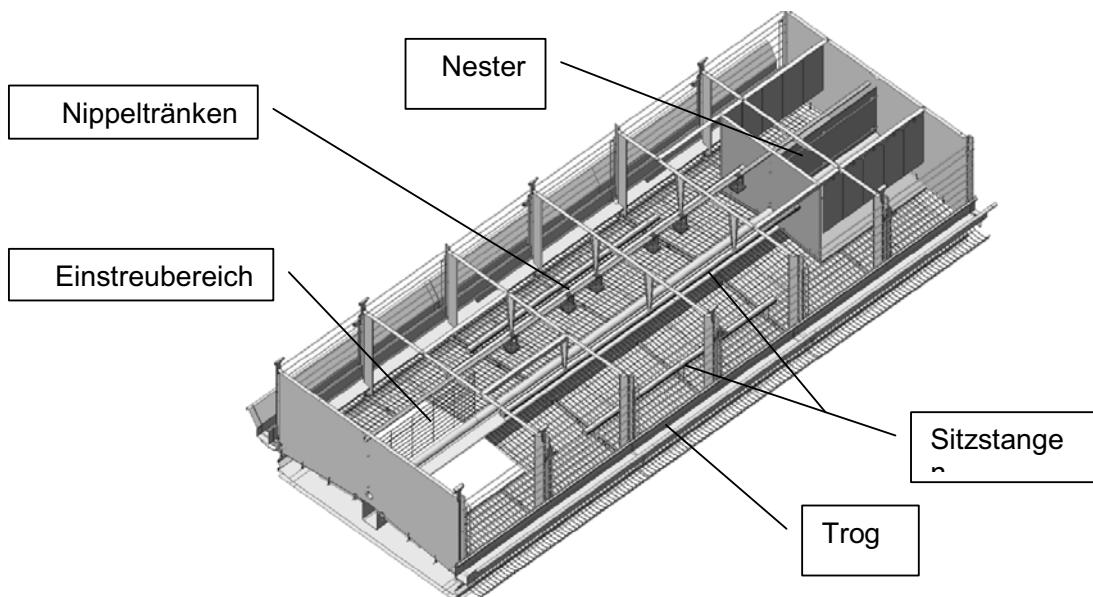
Alle Haltungseinrichtungen müssen so ausgestattet sein, dass sie allen Legehennen artgemäßes Ruhen ermöglichen (§ 13 Abs. 2 Nr. 2). Hierzu müssen allen Hennen in allen Haltungsverfahren Sitzstangen angeboten werden, die nicht über dem Einstreubereich angebracht sein dürfen und einen solchen Abstand zueinander und zu den Wänden der Haltungseinrichtung aufweisen, dass auf ihnen ein ungestörtes, gleichzeitiges Ruhen aller Legehennen möglich ist (§ 13 Abs. 5 Nr. 6). Die Länge der Sitzstange muss in allen Haltungsverfahren 15 cm je Henne betragen.

In der Bodenhaltung müssen die Sitzstangen einen Abstand von mindestens 20 cm zur Wand und einen waagerechten Abstand von mindestens 30 cm zur nächsten Sitzstange aufweisen, soweit sie sich auf gleicher Höhe befinden (§ 13a Abs. 6). In der Kleingruppenhaltung sind mindestens 2 Sitzstangen vorzusehen, die in unterschiedlicher Höhe angeordnet sind (§ 13 b Abs. 5).

#### 4.1.2.2 Kleingruppenhaltung

Die Kleingruppenhaltung wurde schrittweise über mehrere Jahre hinweg entwickelt. Ausgangspunkt war der ausgestaltete Käfig, der die EU-Richtlinie 1999/74/EG erfüllt. In diesem werden den Legehennen u.a. ein Nest, ein Einstreubereich und Sitzstangen angeboten. Die ersten ausgestalteten Käfige waren für kleine Gruppen von 10 Hennen konzipiert (z. B. Aviplus). In diesen ersten ausgestalteten Käfigen wurden die Strukturen (Nest, Einstreubereich und Sitzstangen) von den Hennen zwar gut angenommen, die Bewegungsmöglichkeit der Hennen und insbesondere die Nutzung der Einstreubereiche und der Sitzstangen waren aber teilweise deutlich eingeschränkt (FAL, 2005). Hiervon ausgehend wurde der ausgestaltete Käfig weiter entwickelt, indem beispielsweise die Gesamtfläche der Haltungseinheiten vergrößert und Sitzstangen erhöht angeboten wurden, um den Bewegungsraum der Legehennen zu vergrößern. Diese Weiterentwicklungen der ausgestalteten Käfige wurden vom Bundesrat aufgegriffen und mündeten in dem Entschluss des Bundesrates vom 7. April 2006 zur Zulassung der Kleingruppenhaltung.

Die deutsche Kleingruppenhaltung geht über die EU-Richtlinie hinaus. Die jeder Henne zur Verfügung stehende Fläche ist größer (800 cm<sup>2</sup> statt 750 cm<sup>2</sup> je Henne), die Größe des Einstreubereiches ist definiert (90 cm<sup>2</sup> je Henne) und die Sitzstangen müssen in unterschiedlicher Höhe angeordnet sein. Um die Nutzung der erhöhten Sitzstangen bzw. des darunter liegenden Raumes zu verbessern, wurde außerdem die Mindesthöhe der Kleingruppenhaltungen auf 50 cm und trogseitig auf 60 cm festgelegt. Zusätzlich wurde eine Mindestfläche von 2,5 m<sup>2</sup> je Haltungseinheit vorgeschrieben (Abb. 4.1.6). Durch diese Festlegungen wird insgesamt der Bewegungsfreiraum für die Hennen vergrößert und insbesondere die Nutzung von Einstreubereich und Sitzstangen soll verbessert werden.



**Abb. 4.1.6: Beispiel für eine Kleingruppenhaltung nach Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (Big Dutchman)**

Der Vorteil der Mindestfläche von 2,5 m<sup>2</sup> ist, dass den Hennen einer Gruppe je nach Verteilung der Tiere in der Haltungseinheit absolut mehr Platz zur Verfügung steht als in kleineren Haltungseinheiten, d.h. die Hennen haben eine größere Fläche, auf der sie sich fortbewegen und die sie nutzen können („Omnibus-Effekt“).

Die Vergrößerung der Höhe der Kleingruppenhaltung um mindestens 5 cm könnte sich vorteilhaft auf die Nutzung der Sitzstangen auswirken. Durch die Erhöhung der Sitzstangen könnte es zu einer besseren Trennung zwischen aktiven und ruhenden Hennen kommen und der Aktivitätsbereich unterhalb der erhöhten Sitzstangen wird vergrößert. Da die Hennen, die auf den erhöhten Sitzstangen ruhen, von den aktiven Hennen gut erreichbar sind, könnte dies allerdings das Risiko für Kloakenkannibalismus erhöhen. Weiterer Effekte der größeren Höhe der Kleingruppenhaltung könnten sich für die Klimaführung (größeres Luftvolumen oberhalb der Tiere) und die Lichtverteilung ergeben.

Gegenwärtig liegen zwar Ergebnisse zu ausgestalteten Käfigen vor, nicht jedoch zu der deutschen Kleingruppenhaltung. Trotzdem werden im Folgenden einige Ergebnisse insbesondere der LayWel-Studie (LAYWEL, 2006) vorgestellt, die Relevanz auch für die Kleingruppenhaltung haben könnten. In dieser groß angelegten, europaweiten Untersuchung, wurden kleine ausgestaltete Käfige für bis zu 15 Hennen, mittlere für 15 bis 30 Hennen und große ausgestaltete Käfige für mehr als 30 Hennen unterschieden. Die großen ausgestalteten Käfige entsprechen dabei am ehesten der deutschen Kleingruppenhaltung.

Die Nutzung des Einstreubereiches war in der LayWel-Studie sehr variabel und reichte in kleinen ausgestalteten Käfigen von 5 % bis 20 % der Hennen, die während der Lichtphase durchschnittlich im Einstreubereich beobachtet wurden. Ein Anteil von etwa 9 % bis 12 % Hennen im Einstreubereich während der Lichtphase wurde auch in einer Untersuchung an großen ausgestalteten Käfigen, auch „Kleinvolieren“ genannt, bestätigt (RÖNCHEN, 2007). In diesen Kleinvolieren und auch in der Kleingruppenhaltung sind die Einstreubereiche mit einer Kunstrasenmatte versehen. Ein Aufenthalt im Einstreubereich ist nicht mit Staubbädern gleichzusetzen, da die Hennen den Einstreubereich auch zum Scharren nutzen oder sich einfach sitzend oder stehend dort aufzuhalten. In mittelgroßen und großen ausgestalteten

Käfigen wurden während der Hauptaktivitätsphase für Staubbäden zwischen 1 % und 2 % der Hennen auch tatsächlich beim Staubbäden beobachtet (FAL, 2005). Der gleiche oder sogar ein höherer Anteil an Hennen zeigte aber „Pseudo-Staubbäden“ auf dem Gitterboden (LINDBERG & NICOL, 1997; FAL, 2005). Die Dauern des Staubbädens waren hier auch deutlich kürzer als in Bodenhaltungssystemen (SMITH et al., 1993; LINDBERG u. NICOL, 1997; WIERS et al., 1999; SEWERIN, 2002). Dies weist darauf hin, dass in diesen Systemen die Fläche des Einstreubereiches noch nicht ausreichend ist, um allen Hennen Staubbäden zu ermöglichen (FAL, 2005; RÖNCHEN, 2007). Bei größeren Einstreubereichen ist jedoch das Risiko, dass der Bereich durch Kot verunreinigt wird, deutlich höher, was sich negativ auf die Hygiene auswirken kann. Die Nutzung des Einstreubereiches hängt jedoch nicht nur von der zur Verfügung stehenden Fläche ab, sondern beispielsweise auch vom Einstreumaterial. Damit der Einstreubereich - so wie vorgesehen - von den Hennen sowohl zur Nahrungssuche als auch zum Staubbäden genutzt werden kann, sollte möglichst über die gesamte Aktivitätsphase hinweg ausreichend Einstreu vorhanden sein. Dies ist möglicherweise nur bei täglich mehrmaliger Gabe von Einstreu zu erreichen. Bisher wurden verschiedenste Materialien als Einstreu ausprobiert (z. B. Hobelrspäne, Sägespäne, Sand, Holzpellets, Strohpellets, Kleie und Futter). In der Praxis wird gegenwärtig überwiegend mit Futter eingestreut. Dies kommt einerseits dem Nahrungssuchverhalten der Hennen entgegen, hat aber andererseits den Nachteil, dass die Futterpartikel schnell von den Hennen aufgenommen werden und dann kein Material zum Einbringen in die Federn beim Staubbäden mehr vorhanden ist. Im Hinblick auf das Verhalten der Hennen wären Materialien vorteilhafter, die für längere Zeit im Einstreubereich verbleiben und für die Hennen attraktiv sind. Möglicherweise halten dann die Hennen den Einstreubereich durch ihre Aktivitäten (z. B. Scharren) auch besser sauber.

Die nächtliche Nutzung der Sitzstangen war in der LayWel-Studie in kleinen ausgestalteten Käfigen mit etwa 80 % bis 87 % der Hennen höher als in den größeren ausgestalteten Käfigen mit etwa 65 % der Tiere. Während der Lichtphase nutzten in kleinen ausgestalteten Käfigen etwa 40 % und in größeren ausgestalteten Käfigen etwa 15 % der Hennen die Sitzstangen. Diese Zahlen sind mit Ergebnissen anderer Untersuchungen vergleichbar, in denen in kleineren ausgestalteten Käfigen tagsüber 20 % bis 25 % der Hennen (APPLEBY et al., 1993; SEWERIN, 2002; RÖNCHEN, 2007) und nachts 65 % bis 90 % der Hennen die Sitzstangen nutzten (TAUSON et al., 2002; SEWERIN, 2002; FAL, 2005). In größeren ausgestalteten Käfigen mit mehr als 30 Hennen je Einheit wurden tagsüber zwischen 12 % und 24 % (RÖNCHEN, 2007) und nachts 77 % bis 81 % der Hennen auf den Sitzstangen beobachtet (FAL, 2005). Wichtig im Hinblick auf die Nutzung der Sitzstangen sind nicht nur ihre räumliche Anordnung, sondern auch das Material und die Form der Sitzstangen. Außerdem können sich auch die unterschiedlichen Herkünfte in der Nutzung der Sitzstangen unterscheiden.

Die Nutzung des Nestes lässt sich an dem Anteil Eier, die in das Nest gelegt werden, erkennen. Dieser Anteil ist mit Werten zwischen 87 % und 99 % insgesamt recht hoch, kann sich aber zwischen genetischen Herkünften und auch Typen des ausgestalteten Käfigs unterscheiden (FAL, 2005; LAYWEL, 2006). Je nach Hersteller und auch Nestboden kann sich die Verschmutzung des Nestbereiches und damit nicht nur die Produktqualität sondern auch die allgemeine Hygiene deutlich unterscheiden (FAL, 2005). Vor diesem Hintergrund ist wichtig, dass insbesondere in ausgestalteten Käfigen die Nester auch für andere Verhaltensweisen als zum Eierlegen häufig aufgesucht werden. So spielen die Nester hier auch eine wichtige Rolle als Rückzugsort für die Hennen (FAL, 2005; GUESDON et al., 2006; RÖNCHEN, 2007). Zum Eiablage- und Nestbauverhalten in größeren ausgestalteten Käfigen oder in der Kleingruppenhaltung liegen noch keine Ergebnisse vor.

### 4.1.2.3 Bodenhaltung

In Bodenhaltungssystemen werden Legehennen in Gruppen bis zu 6000 Tieren gehalten. Maximal 2/3 der Böden sind perforiert und mit Gittern aus Kunststoff oder auch Holz ausgelegt. Zu dem unter den Gittern liegenden Bereich, in dem der Kot gesammelt wird, haben die Hennen keinen Zugang. Als Einstreubereich wird meist der Stallboden bzw. Teile des Stallbodens direkt eingestreut. Es gibt auch die Möglichkeit, dass der gesamte innere Stallbereich perforiert ist und nur ein eingestreuter Kaltscharraum als Einstreubereich zur Verfügung steht. Als Einstreumaterial werden beispielsweise Sägespäne, Hobelspäne, Strohhäcksel, Torf oder auch Sand eingesetzt.

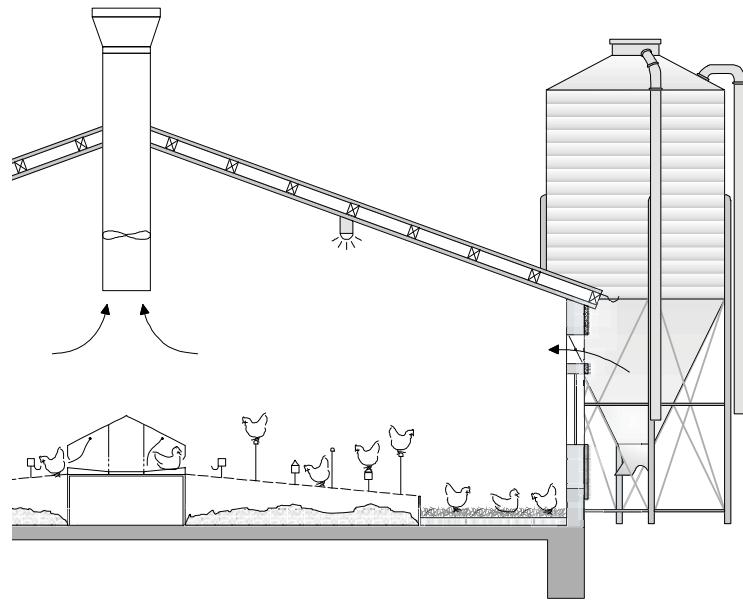
Die Sitzstangen in Bodenhaltungssystemen sind meist oberhalb der perforierten Böden angebracht. Die Anordnung hängt vom jeweiligen System ab. Es gibt sie in einer Vielzahl unterschiedlicher Materialien, Größen und Querschnitten. Als Materialien werden Holz, Kunststoff oder Metall eingesetzt. Es finden runde, ovale, eckige oder auch pilzförmige Sitzstangen Anwendung.

Nester gibt es in Bodenhaltungssystemen als Einzel- oder Gruppennester. Die Nestböden sind mit Kunstrasen, Gummimatten und selten auch mit Einstreu ausgelegt. Häufig haben die Nester einen schrägen Boden, von dem die Eier abrollen können (Abrollnester) und die Eiersammlung erfolgt dann über Eiersammelbänder automatisch. Um zu verhindern, dass Hennen über Nacht in den Nestern bleiben und diese verschmutzen, werden oft Auswurfnestler eingesetzt, bei denen die Böden mechanisch nach vorne geklappt werden oder die Hennen über Einwegtüren ab einer bestimmten Tageszeit nur noch aus den Nestern hinaus aber nicht mehr hinein treten können.

Um die Risiken für Federpicken aber auch für verlegte Eier zu erniedrigen, sollten Bodenhaltungen gleichmäßig mit diffusem Licht ausgeleuchtet sein. Um direkte Sonneneinstrahlung und damit punktuell grelles Licht zu vermeiden, werden die natürlichen Lichtquellen (Fensteröffnungen) oft mit Licht brechendem Material versehen. Innerhalb des Systems können aber diffuse Beleuchtungen mit unterschiedlicher Helligkeit geschaffen werden, beispielsweise ein hellerer Einstreubereich und dunklere Nester.

### Bodenhaltung ohne Volierengestelle

In Bodenhaltungssystemen ohne Volierengestelle steht den Hennen als nutzbare Fläche eine perforierte Ebene und der Einstreubereich zur Verfügung (Abb. 4.1.7). Dieser Typ der Bodenhaltung ist sehr einfach strukturiert. Die Nester sind in einer Reihe häufig mittig und oberhalb des perforierten Bereiches angeordnet, können sich aber auch an den Außenseiten oberhalb der Einstreu befinden. Die Sitzstangen sowie die Fütterungs- und Tränkeeinrichtungen sind in der Regel oberhalb des perforierten Bereiches angebracht. Unterhalb des perforierten Bereiches wird der Kot gesammelt. Im Hinblick auf Emissionen und das Stallklima sollte der Kot regelmäßig aus dem Stall transportiert werden (Kotbänder oder -schieber).



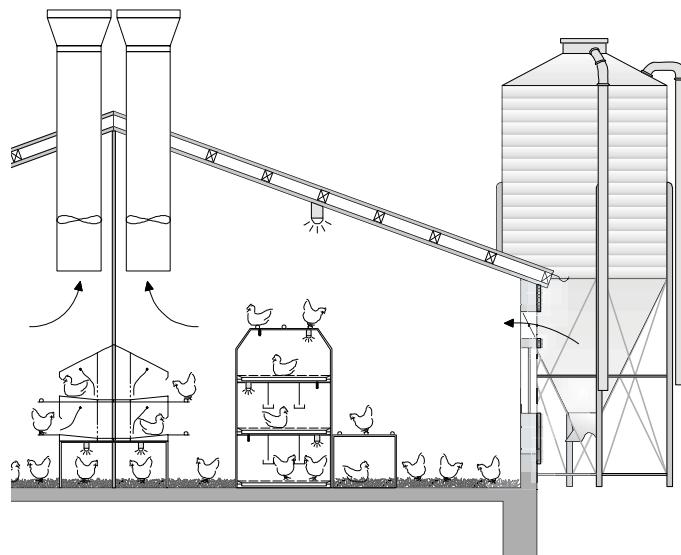
**Abb. 4.1.7: Bodenhaltung ohne Volierengestelle (aus: Ktbl, 2006)**

### Bodenhaltung mit Volierengestellen

Bei dieser Bodenhaltung befinden sich auf der Stallgrundfläche Einrichtungen mit zwei bis vier Ebenen (Volierengestelle). Damit kein Kot auf die darunter gelegenen Ebenen fallen kann, befinden sich unter den Ebenen Kotbänder, mit denen der Kot regelmäßig aus dem Tierbereich transportiert wird. Die Sitzstangen befinden sich auf den Ebenen der Voliere, wobei es im Hinblick auf das Ruheverhalten der Hennen am günstigsten ist, wenn die Sitzstangen möglichst auf den oberen Ebenen untergebracht sind.

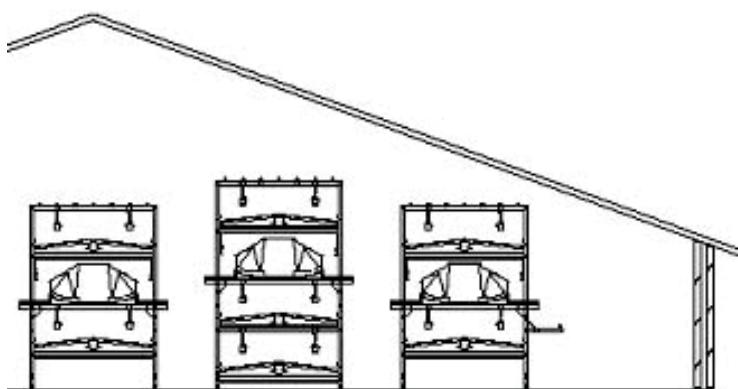
Bei Bodenhaltungen mit Volierengestellen können prinzipiell drei Varianten unterschieden werden: Volierengestelle mit nicht integrierten Nestern, Volierengestelle mit integrierten Nestern und so genannte Portalsysteme.

Bei Volierengestellen mit nicht integrierten Nestern befinden sich die Nester außerhalb der Volierengestelle, entweder zentral oder auch an den Seiten des Stalles (Abb. 4.1.8). Vor den Nester, die oft erhöht und/oder auch übereinander angeordnet sind, sollten sich Anflugstangen befinden, um den Hennen das Erreichen der Nester zu erleichtern. Zwischen den Volierengestellen und den Nester befindet sich der Einstreubereich, der oft auch unterhalb der Volierengestelle für die Hennen zugänglich ist.



**Abb. 4.1.8: Bodenhaltung mit Volierengestellen und Nestern außerhalb der Volierengestelle (aus: KTBL, 2006)**

Bei Volierengestellen mit integrierten Nestern befinden sich die Nester in den Volierengestellen (Abb. 4.1.9). Oft wechseln sich auch Volierenreihen mit Nestern und Reihen ohne Nester ab. Auch bei diesen Systemen können die Bereiche unterhalb der Volierengestelle eingestreut und für die Hennen zugänglich sein. Problematisch bei diesen Systemen könnte sein, dass der Nestbereich nicht mehr eindeutig vom restlichen Aktivitätsbereich innerhalb der Volierengestelle getrennt ist, so dass in der Hauptlegephase für die legebereiten Hennen der Zugang zu den Nestern erschwert sein könnte.



**Abb. 4.1.9: Bodenhaltung mit Volierengestelle und integrierten (aus: LAYWEL, 2006)**

Bei den Portalsystemen befindet sich eine perforierte Ebene über dem gesamten oder einem Großteil der Stallgrundfläche (Abb. 4.1.10). Die Ebenen können dabei stufenförmig angeordnet sein oder auch nur aus einer Ebene bestehen. Der Einstreubereich befindet sich unterhalb des Aufbaus und deckt meist die gesamte Stallgrundfläche ab. Der Volierenaufbau ist dabei so hoch, dass das Betreuungspersonal darunter entlanggehen kann. Die Nester sind in den Volierenaufbau integriert. Je nach Modell können Betreuer auch auf dem Volierenaufbau gehen. Auch hier befindet sich unterhalb der Ebene(n) jeweils ein Kotband. In diesen Systemen ist der Einstreubereich sehr großzügig ausgelegt, was dem

Nahrungssuch- und dem Staubbadeverhalten der Hennen entgegenkommt. Je nach Ausführung sind die Einstreubereiche jedoch nicht einfach zugänglich, beispielsweise, wenn der Einstreubereich nur über kleine Bodenöffnungen erreicht werden kann. Untersuchungen, wie gut in diesen Fällen der Einstreubereich von den Hennen angenommen wird, liegen noch nicht vor.

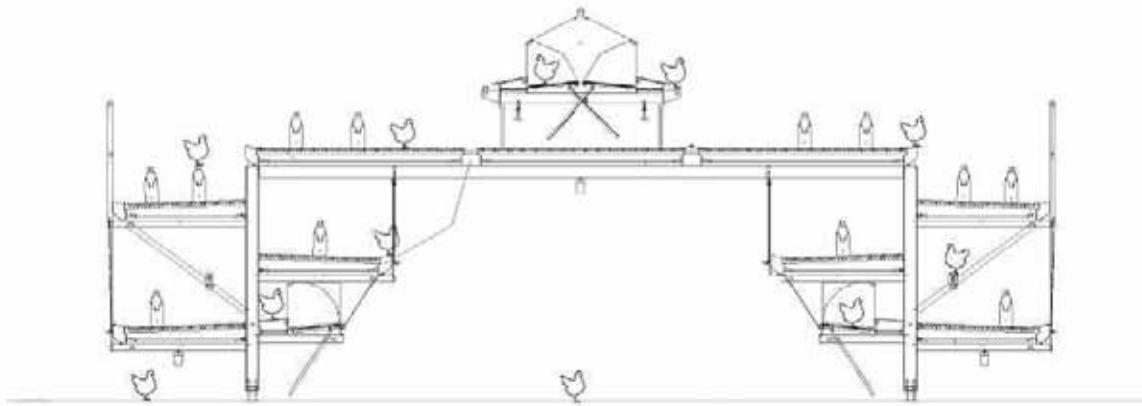


Abb. 4.1.10: Bodenhaltung mit Portalsystem (Vencomatic)

Sämtliche Bodenhaltungssysteme können mit Kaltscharräumen und/oder mit Ausläufen kombiniert werden.

Für die Einrichtung von Kaltscharräumen werden das Dach und der Boden des Stalles verlängert. Der Kaltscharräum wird normalerweise eingestreut und bietet den Hennen zusätzliche Fläche und Kontakt zum Außenklima. Zur Außenseite wird der Bereich beispielsweise mit engmaschigem Draht abgetrennt, so dass keine Wildvögel oder auch Schadnager eindringen können.

Bei der Freilandhaltung haben die Hennen Zugang zu einer am Stall gelegenen, freien Fläche. Nach der EU-Vermarktungsnorm für Eier müssen die Hennen tagsüber uneingeschränkten Zugang zum Auslauf haben, die Auslauffläche muss größtenteils bewachsen sein und jeder Henne muss bei permanentem Auslauf eine Fläche von mindestens 4 m<sup>2</sup> zur Verfügung stehen (EG 557/2007). Sofern bauliche oder rechtliche Gründe nicht dagegen sprechen, müssen stationäre Legehennenställe, die nach dem 4. August 2006 in Benutzung genommen werden, bei Freilandhaltung zusätzlich mit einem Kaltscharräum ausgestattet sein (TierSchNutztV, § 13a Abs.7 Nr. 9). Hintergrund ist, dass Hennen sich oft nur im stallnahen Bereich des Auslaufes aufhalten und es hierdurch zu punktuellen Nährstoffeinträgen durch den Kot der Tiere kommt. Dem kann durch eine gute Strukturierung des Auslaufes mit Anpflanzungen oder künstlichen Elementen, die den Hennen auch in stallfernen Bereichen Schutz bieten, entgegengewirkt werden, aber auch durch Wechselweiden. Eine andere Möglichkeit bieten mobile Ställe, die über Räder oder Kufen verfügen, so dass ihr Standort regelmäßig gewechselt werden kann.

Die Zugänge sowohl zu Kaltscharräumen als auch zum Freiland müssen mindestens 35 cm hoch und 40 cm breit und über die gesamte Länge einer Außenwand verteilt sein. Dabei müssen für jeweils 500 Legehennen Zugangsoffnungen von zusammen mindestens 100 cm Breite zur Verfügung stehen (TierSchNutztV, § 13a Abs.7 Nr. 8).

Der Einstreubereich wird in der Bodenhaltung von den Hennen intensiv zur Futtersuche genutzt. So können zwischen 16 % bis 34 % der Tiere während der Lichtphase in der Einstreu gefunden werden (CARMICHAEL et al., 1999; ODEN et al., 2002; LICKTEIG, 2006). Mit steigender Besatzdichte kann dabei der Anteil an Hennen in der Einstreu abnehmen (CARMICHAEL et al., 1999). Auch wenn in der Bodenhaltung relativ wenige aggressive Auseinandersetzungen zwischen den Hennen zu beobachten sind, finden im Einstreubereich

vergleichsweise viele aggressive Auseinandersetzungen statt, die in großen Gruppen im Verlauf der Legeperiode zunehmen (ODEN et al., 2002). Wichtig für die Nahrungssuche und für das Staubbaden ist, dass auch in der Bodenhaltung ausreichend Einstreumaterial in guter Qualität vorhanden ist. Bei unzureichendem Angebot an Einstreu, etwa bei stark verkoteter und verklumper Einstreu, erhöht sich das Risiko für Federpicken (AERNI et al., 2000; NICOL et al., 2001).

Auch in der Volieren- bzw. Bodenhaltung ziehen Legehennen erhöhte Ruheplätze vor. Günstig ist es daher, wenn die Sitzstangen in den oberen Bereichen der Voliere untergebracht werden bzw. in der Bodenhaltung ohne Volierengestelle ebenfalls erhöhte Sitzstangen angeboten werden. Gleichzeitig wird hiermit auch eine bessere Trennung von Ruhe- und Aktivitätsbereichen erreicht. Für die Nutzung der Sitzstangen ist weiterhin die Anordnung der Sitzstangen wichtig. Diese sollten so angebracht werden, dass die Hennen einfach und ohne Verletzungsgefahr die Stangen erreichen und zwischen ihnen wechseln können. Besonders wichtig ist, dass die Hennen bereits während der Aufzucht Erfahrung mit der Nutzung von Sitzstangen machen können, um so in der Legephase Verletzungen zu vermeiden, aber auch um die Risiken für verlegte Eier (APPLEBY et al., 1988; HULZEBUSCH, 2006) und Kloakenkannibalismus (GUNNARSSON et al., 1999) zu reduzieren. Die Aufzucht in Systemen, die der späteren Haltung gleichen, ist weiterhin wichtig, um zu gewährleisten, dass die Hennen lernen, die teilweise sehr komplexen Haltungsstrukturen zu nutzen und auf jeden Fall die wichtigen Ressourcen (Futter, Wasser, Nester, Sitzstangen) auffinden.

In Volierensystemen liegt der Anteil verlegter Eier zwischen 0,7 und 18,4 % (ABRAHAMSSON & TAUSON, 1998). In der bereits erwähnten LayWel-Studie betrug die Anzahl verlegter Eier während der Legespitze durchschnittlich 3,9 % in Bodenhaltung ohne und 4,2 % in Bodenhaltungen mit Volierengestellen (LAYWEL, 2006). Die hohe Variabilität in der Anzahl verlegter Eier deutet darauf hin, dass die Nestakzeptanz von vielen Faktoren abhängt. Um eine gute Nestakzeptanz zu erreichen, und damit eine möglichst geringe Anzahl verlegter Eier, sollten die Hennen schon früh an Nester gewöhnt werden. Daher sollten den Hennen bereits vor Beginn der Legeaktivität Nester angeboten werden. Wichtig ist auch die Gestaltung und Anordnung der Nester. In Bodenhaltungen konnte beobachtet werden, dass Nester direkt am Boden bevorzugt werden (APPLEBY & MCRAE 1986), während in Volierenhaltungen Nester in den oberen Reihen bevorzugt werden (BREDEN 1985; LUNDBERG & KEELING 1999). Weiterhin scheint es so zu sein, dass Hennen zum Legen zwar eine bestimmte Reihe vorziehen, dort aber kein bestimmtes Nest (APPLEBY 1985). Hinzu kommt, dass unterschiedliche genetische Herkünfte sich in ihrer Nestwahl und -akzeptanz unterscheiden können.

Im Bereich der Nester lassen sich vergleichsweise viele aggressive Auseinandersetzungen zwischen Hennen beobachten (ODEN et al., 2002), was ein Hinweis auf nicht optimal positionierte Nester sein könnte (KEELING, 2004). Die Hennen könnten die Eier im Bodenbereich ablegen, da die Konkurrenz zu groß und/oder die Zugänglichkeit zu den Nestern nicht optimal ist.

Weiterführende Informationen zur Gestaltung und zum Management von Freilandhaltungen finden sich beispielsweise bei HÖRNING et al. (2002), BAUMANN (2004) und KNIERIM et al. (2006).

## Literatur

Abrahamsson, P., R. Tausson, M.C. Appleby (1996): Behaviour, health and integument of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. *British Poultry Science*, 37, 521 - 540.

Abrahamsson, P., R. Tausson (1998): Performance and egg quality of laying hens in an aviary system. *J. Appl. Poult. Res.*, 7, 225 - 232.

Aerni, V., H. El-Lethy, B. Wechsler (2000): Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. *Br. Poult. Sci.*, 41, 16 - 21.

Appleby, M.C. (1984): Factors affecting floor laying by domestic hens: a review. *World's Poult. Sci. J.*, 40, 241 - 248.

Appleby, M. C. (1985): Developmental aspects of nest-site selection. In: Wegner, R.-M. (ed.): 2nd European Symposium on Poultry Welfare. German Branche of W.P.S.A., Celle, 138 - 143.

Appleby, M.C., H.E. McRae (1986): The individual nest box as a super-stimulus for domestic hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 15, 169 - 176.

Appleby, M.C., S.F. Smith (1991): Design of nest boxes for laying hens. *Brit. Poult. Sci.*, 32, 667 - 678.

Appleby, M.C., I.J.H. Duncan, H.E. McRae (1988): Perching and floor laying by domestic hens: experimental results and their commercial application. *Brit. Poult. Sci.*, 29, 351 - 357.

Appleby, M.C., S.F. Smith, B.O. Hughes (1993): Nesting, dustbathing and perching by laying hens in cages. *British Poultry Science*, 34, 835 - 847.

Baumann, W. (2004): Artgerechte Hühnerhaltung: Stallbau. Bioland Verlags GmbH, Mainz.

Baxter, M.R. (1994): The welfare problems of laying hens in battery cages. *Veterinary Record* 134, 614 - 619.

Bessei, W. (1976): Das Verhalten des Huhnes in der Intensivhaltung. *Jahrbuch für Geflügelwirtschaft*, Verlag Ulmer, 116 - 120.

Blokhuis, H.J. (1986): Feather-pecking in poultry: its relation with ground pecking. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 16, 63 - 67.

Böltner, U. (1987): Felduntersuchungen zum Sozialverhalten von Hühnern in der Auslauf- und Volierenhaltung. Inaugural-Dissertation, Justus-Liebig Universität.

Breden, L. (1985): Nest site selection: environmental aspects. In: Wegner, R.-M. (ed.): 2nd European Symposium on Poultry Welfare. German Branche of W.P.S.A., Celle.

Broom, D.M.; K.G. Johnson (1993): Stress and Animal Welfare, London: Chapman and Hall.

Carmichael N.L., A.W. Walker, B.O. Hughes (1999): Laying hens in large flocks in a perchery system: influence of stocking density on location, use of resources and behaviour. *British Poultry Science*, 40(2), 165 - 76.

Collias, N.E. (1987): The Vocal Repertoire of the Red Junglefowl: A Spectrographic Classification and the Code of Communication. *Condor*, 89, 510 - 524.

Collias, N.E., E.C. Collias (1967): A field study of the red jungle fowl in northcentral india. *Condor*, 69, 360 - 386.

Collias, N.E., E.C. Collias (1985): Social behaviour of unconfined red jungle fowl. *Zoonoz*, 58, 5 - 10.

Cooper, J. J., M.J. Albertosa (2003): Behavioural priorities of laying hens. *Avian and Poultry Biology Reviews*, 14, 127 - 149.

Cooper, J. J., M.C. Appleby (2003) The value of environmental resources to domestic hens: a comparison of the work-rate for food and for nests as a function of time. *Animal Welfare*, 12: 39 - 52.

Cooper, J.J., M.C. Appleby (1996): Demand for nest boxes in laying hens. *Behavioural Processes* 36, 171 - 182.

Cooper, J.J., M.C. Appleby (2003): The value of environmental resources to domestic hens: a comparison of the work-rate for food and for nests as a function of time. *Animal Welfare*, 12, 39 - 52.

Davis N.J., N.B. Prescott, C.J. Savory, C.M. Wathes (1999): Preferences of growing fowls for different light intensities in relation to age, strain and behaviour. *Animal Welfare*, 8, 193 - 203.

Dawkins, M.S. (1989): Time Budgets in Red Junglefowl as a Baseline for the Assessment of Welfare in Domestic Fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 24, 77 - 80.

Dawkins, M. S., S. Hardie (1989): Space needs of laying hens. *British Poultry Science*, 30: 413 - 416.

D'Eath R.B., R.J. Stone (1999): Chickens use visual cues in social discrimination: an experiment with coloured lighting. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 62, 233 - 242.

Duncan, I.J.H. (1970): Frustration in the fowl. In: Freeman, B. M. and Gordon, R.F. (eds.): *Aspects of poultry behaviour*. *Br. Poult. Sci.*, Edinburgh., 15 - 31.

Duncan, I.J.H. (1980): The ethogramm of the domesticated hen. In: R.Moss (Hrsg.). *The laying hen and its environment*. The Hague, The Netherlands;Boston, USA: Martinus Nijhoff.

Duncan, I.J.H., V.G. Kite (1989): Nest site selection and nest-building behaviour in domestic fowl. *Animal Behaviour* 37, 215 - 231.

Duncan, I.J.H., C.J. Savory, D.G.M. Wood-Gush (1978): Observations on the reproductive behaviour of domestic fowl in the wild. *Applied Animal Ethology*, 4, 29 - 42.

Duncan, I.J.H., Tina M. Widowski, A.E. Malleau, A.C. Lindberg and J.C. Petherick (1998): External factors and causation of dustbathing in domestic hens. *Behavioural Processes*, 43, 219 - 228.

Estevez, I., L.J. Keeling, R.C. Newberry (2003): Decreasing aggression with increasing group size in young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 84, 213 - 218.

FAL (2005): Modellvorhaben ausgestaltete Käfige: Produktion, Verhalten, Hygiene und Ökonomie in ausgestalteten Käfigen von 4 Herstellern in 6 Legehennenbetrieben. Abschlussbericht. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, 181 pp.

Fölsch, D.W. (1981): Das Verhalten von Legehennen in unterschiedlichen Haltungssystemen unter Berücksichtigung der Aufzuchtmethoden. In: Fölsch, D.W. and Vestergaard, K.: Das Verhalten von Hühnern. Tierhaltung, Bd. 12, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Stuttgart.

Freeman, B.M. (1983): Floor space allowances for the caged domestic fowl. *Veterinary Record*, 112, 562 - 563.

Freire, R., Appleby, M.C. and Hughes, B.O. (1997): The interaction between pre-laying behaviour and feeding in hens: Implications for motivation. *Behaviour*, 134: 1019 - 1030.

Freire, R., M.C. Appleby, B.O. Hughes (1996): Effects of nest quality and other cues for exploration on pre-laying behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 48, 37 - 46.

Fröhlich, E.K.F. (2003): Locomotion of the domestic fowl. In: Matin, G., Sambraus, H.H., Steiger, A. (eds): Welfare of Laying Hens in Europe. Animal Management Vol. 28, Universität Kassel, 153 - 152.

Green, L.E., K. Lewis, A. Kimpton, C.J. Nicol (2000): Cross-sectional study of the prevalence of feather pecking in laying hens in alternative systems and its associations with management and disease. *Veterinary Record*, 147(9), 233 - 8.

Guesdon, V., A.M.D. Ahmed, S. Mallet, J.M. Faure, Y. Nys (2006): Effects of beak trimming and cage design on laying hen performance and egg quality. *Br. Poult. Sci.*, 47, 1 - 12.

Guhl, A. M. (1953): Social behaviour of the domestic fowl. Technical Bulletin of the Kansas Agricultural Experiment Station 73, 48pp.

Gunnarsson, S., J. Yngvesson, L.J. Keeling, B. Forkman (2000b): Rearing without early access to perches impairs the spatial skills of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 67, 217 - 228.

Gunnarsson, S., L.J. Keeling, J. Svedberg (1999): Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *British Poultry Science*, 40, 12 - 18.

Gunnarsson, S., L.R. Matthews, T.M. Foster, W. Temple (2000a): The demand for straw and feathers as litter substrates by laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 65, 321 - 330.

Hörning, B., M. Höfner, G. Trei, D.W. Fölsch (2002): Auslaufhaltung von Legehennen. KTBL-Arbeitspapier 279.

Huber, H.-U., D.W. Fölsch, U. Staehli (1984): Das Eiablageverhalten von Hühnern in Abhängigkeit unterschiedlicher Nestbodenqualitäten. Proc. XVII. World's Poultry Congress, Helsinki, 462 - 463.

Huber-Eicher B., L. Audigé (1999): Analysis of risk factors for the occurrence of feather pecking in laying hen growers. *British Poultry Science*, 40(5), 599 - 604.

Huber-Eicher, B., B. Wechsler (1998): The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chicks. *Animal Behaviour*, 55, 861 - 873.

Hughes, B. O., N.L. Carmichael, A.W. Walker, P.N. Grigor (1997) Low incidence of aggression in large flocks of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 54: 215 - 234.

Hulzebusch, J. (2006): How to reduce the number of floor eggs. *World poult.*, 22, 26 - 28.

Hutchinson, J.C.D., W.W. Taylor (1962): Mechanics of pecking grain. *World's Poultry Congress XIIth*, 112 - 116.

Jarvis J.R., N.R. Taylor, N.B. Prescott, I. Meeks, C.M. Wathes (2002): Measuring and modelling the photopic flicker sensitivity of the chicken (*Gallus g. domesticus*). *Vision Research*, 42, 99 - 106.

Jensen, P. (2006): Domestication-From behaviour to genes and back again. *Applied Animal Behaviour Science*, 97, 3 - 15.

Keeling L.J., I. Estevez, R.C. Newberry, M.G. Correia (2003): Production-related traits of layers reared in different sized flocks: The concept of problematic intermediate group sizes. *Poultry Science*, 82, 1393 - 1396.

Keeling, L. (2002) Behaviour of fowl and other domesticated birds. In P. Jensen (ed.), *The Ethology of Domestic Animals: An Introductory Text*. CABI Publishing.

Keeling, L.J. (2004): Nesting, perching and dustbathing. In: Perry, G.C. (ed.): *Welfare of the laying hen*, CAB International, Wallingford, UK.

Keppler, C. and Fölsch, D. W. (2000) Locomotive behaviour of hens and cocks (*Gallus gallus f. dom.*) – implications for housing systems. *Archiv für Tierzucht*, 43: 184 - 188.

Kjaer, J.B., K.S. Vestergaard (1999): Development of feather pecking in relation to light intensity. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 62, 243 - 254.

Knierim U. (2000): Degree of synchronous feeding behavior of two types of laying hybrid hens in battery cages with a feeder space of 12 cm per hen. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 107(11), 459 - 63.

Knierim, U. (2001): Grundsätzliche ethologische Überlegungen zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit bei Nutztieren. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 109, 261 - 266.

Knierim, U., L. Schrader, A. Steiger (2006), eds.: Alternative Legehennenhaltung in der Praxis: Erfahrungen, Probleme, Lösungsansätze. *Landbauforschung Völkenrode*, Sonderheft 302.

Lashley, K.S. (1916): The colour vision of birds. I. The spectrum of the domestic fowl. *Journal of Animal Behaviour*, 6, 1 - 26.

LayWel (2006): Welfare implications of changes on production systems for laying hens. *Abschlussbericht*, CD-Rom, [www.laywel.eu](http://www.laywel.eu).

Lickteig, E. (2006): Vergleich der zwei Legehennenlinien Lohmann Selected Leghorn-Classic und Lohmann Brown-Classic unter den Bedingungen des Feldversuchs in Bezug auf Verhalten, Gesundheit und Leistung in Volierenhaltung. Dissertation, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität, München.

Lindberg, A. C., C.J. Nicol (1996a) Space and density effects on group size preferences in laying hens. *British Poultry Science*, 37: 709 - 721.

Lindberg, A. C., C.J. Nicol (1997) Dust-bathing in modified battery cages: Is sham dust-bathing an adequate substitute? *Applied Animal Behaviour Science*, 55: 113 - 128.

Lindberg, A.C. (1999): Effects of vacuum and real dustbathing bouts on dustbathing motivation in domestic hens. In: *Proceedings of the 33rd Congress of the International Society for Applied Ethology*. Lillehammer. Norway.

Lindberg, A.C., C.J. Nicol (1996b): Effects of social and environmental familiarity on group preferences and spacing behaviour in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 49, 109 -123.

Lundberg, A., L.J. Keeling (1999): The impact of social factors on nesting in laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *Appl. Anim. Behav.*, 64, 57 - 69.

Lundberg, A., L.J. Keeling (2003): Social effects on dustbathing behaviour in laying hens: using video images to investigate effect of rank. *Applied Animal Behaviour Science*, 81, 43 - 57.

McBride, G., I.P. Parer, F. Foenander (1969): The social organization and behaviour of the feral domestic fowl. *Animal behaviour monographs*, 2, 127 - 181.

Moinard, C., P. Statham, M.J. Haskell, C. McCorquodale, R.B. Jones, P.R. Green (2004): Accuracy of laying hens in jumping upwards and downwards between perches in different light environments. *Applied Animal Behaviour Science*, 85, 77 - 92.

Newberry, R.C., I. Estevez, L.J. Keeling (2001): Group size and perching behaviour in young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 73, 117 - 129.

Nicol, C.J. (1987): Behavioural responses of laying hens following a period of spatial restriction. *Animal Behaviour*, 35, 1709 - 1719.

Nicol, C.J., A.C. Lindberg, A.J. Phillips, S.J. Pope, L.J. Wilkins, L.E. Green (2001): Influence of prior exposure to wood shavings on feather pecking, dustbathing and foraging in adult laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 73, 141 - 155.

Nuboer, J.F.W., M.A.J.M. Coemans, J.J. Vos (1992): Artificial lighting in poultry houses: do hens perceive the modulation of fluorescent lamps as flicker. *British Poultry Science*, 33, 123 - 133.

Oden, K., K.S. Vestergaard, B. Algiers, (2000): Space use and agonistic behaviour in relation to sex composition in large flocks of laying hen. *Applied Animal Behaviour Science*, 67, 307 - 320.

Oden, K., L.J. Keeling, B. Algiers (2002): Behaviour of laying hens in two types of aviary systems on 25 commercial farms in Sweden. *Br. Poult. Sci.*, 43, 169 - 181.

Olsson, A., I.J.H. Duncan, L.J. Keeling and T.M. Widowski (2002b): How important is social facilitation for dustbathing in laying hens? *Applied Animal Behaviour Science*, 79, 285 - 297.

Olsson, I.A., L.J. Keeling (2000): Night-time roosting in laying hens and the effect of thwarting access to perches. *Applied Animal Behaviour Science*, 68, 243 - 256.

Olsson, I.A.S., L.J. Keeling (2003): No effect of social competition on sham dustbathing in furnished cages laying hens. *Act. Agric. Scand. A. Animal Sci.*, 52, 253 - 256.

Olsson, I.A.S., L.J. Keeling, I.J.H. Duncan (2002a): Why do hens sham dustbathe when they have litter? The background to sham dustbathing in modified cages. *Applied Animal Behaviour Science*, 76, 53 - 64.

Pagel, M., M.S. Dawkins (1997): Peck orders and group size in laying hens: 'futures contracts' for non-aggression. *Behavioural Processes*, 40, 13 - 25.

Petherick, J.C., I.J.H. Duncan (1989): The behaviour of young domestic fowl directed towards different substrates. *British Poultry Science*, 30, 229 - 238.

Petherick, J. C., E. Seawright, D. Waddington (1993): Influence of quantity of litter on nest box selection and nesting behaviour of domestic hens. *British poultry Science*, 34, 857 - 872.

Picard et al (2002): Visual and tactile cues perceived by chickens. In J. M. McNab and K. N. Boorman (eds.), *Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value*. CAB International.

Plank, R. (1989): Einflüsse unterschiedlicher Aufzuchtmethoden auf das Nestverhalten und Verlegen bei weißen LSL-Hybriden in Freilandhaltung. Diss. Vet. Med., Universität Wien.

Prescott N.B., C.M. Wathes (2002): Preference and motivation of laying hens to eat under different illuminances and the effect of illuminance on eating behaviour. *British Poultry Science*, 43, 190 -195.

Prescott N.B., C.M. Wathes, J.R. Jarvis (2003): Light, vision and the welfare of poultry. *Animal Welfare*, 12, 269 - 288.

Price, E.O. (1999): Behavioural development in animals undergoing domestication. *Applied Animal Behaviour Science*, 65, 245 - 271.

Rönchen, S. (2007): Evaluation of foot pad health, plumage condition, fat status and behavioural traits in laying hens kept in different housing systems. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.

Sanotra, G.S., K.S. Vestergaard, J.F. Agger, L.G. Lawson (1995): The relative preference for feathers, straw, wood-shavings and sand for dustbathing, pecking and scratching in domestic chicks. *Applied Animal Behavioural Science* 43, 263 - 277.

Savory, C.J. (1995): Feather pecking and cannibalism. *World's Poult. Sci. J.* 51:215 - 219.

Savory, C.J., D.G.M. Wood-Gush, I.J.H. Duncan (1978): Feeding behaviour in a population of domestic fowls in the wild. *Appl. Anim. Ethol.*, 4, 13 - 27.

Schrader, L. (2000): The behaviour of farm animals and its significance for housing design. In: Hovi, M. & Bouilhol, M.: Human-animal relationship: stockmanship and housing in organic livestock systems. Proc. 3rd NAHWOA Workshop, Clermont-Ferrand, 21-24 October 2000, 54 - 63.

Schrader, L., K. Krösmann, B. Müller (2008): Does the height of perches matter for laying hens? Proceedings of the 42nd International Congress of the ISAE, Dublin, Ireland, August 5 - 9.

Schütz, K. (2002): Trade-off in Resource Allocation between Behaviour and Production in Fowl. Doctoral theses, Swedish University of Agricultural Sciences, Skara.

Schütz, K.E., P. Jensen (2001): Effects of Resource Allocation on Behavioural Strategies: A Comparison of Red Junglefowl (*Gallus gallus*) and Two Domesticated Breeds of Poultry. *Ethology*, 107, 753 - 765.

Scott, G.B., N.R. Lambe, D. Hitchcock (1997): Ability of laying hens to negotiate horizontal perches at different heights, separated by different angles. *Brit. Poult. Sci.*, 38, 48 - 54.

Sewerin, K. (2002): Beurteilung des angereicherten Käfigtyps "Aviplus" unter besonderer berücksichtigung ethologischer und gesundheitlicher Aspekte bei Lohmann Silver Legehennen. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.

Sheilds, S.J., J.P. Garner, J.A. Mench (2004): Dustbathing by broiler chickens: a comparison of preference for four different substrates. *Applied Animal Behaviour Science*, 87, 69 - 82.

Smith, S.T., M.C. Appleby, B.O. Hughes (1993): Nesting and dustbathing by hens in cagesmatching and mismatching between behaviour and environment. *British Poultry Science*, 34, 21 - 33.

Sodeikat, G. (1982): Untersuchungen zum Nestplatzsuch- und Eiablageverhalten von Hennen in unterschiedlichen Haltungssystemen (Auslauf-, Boden- und Käfighaltung). In: Wegner (ed.): Qualitative und quantitative Untersuchungen zum verhalten, zur Leistung und zum physiologisch-anatomischen Status von Legehennen in unterschiedlichen Haltungssystemen (Auslauf-, Boden- und Käfighaltung), FAL, Braunschweig, 48 - 94.

van Liere, D.W. (1992): Dustbathing as related to proximal and distal feather lipids in laying hens. *Behav. Processes*, 26, 177 - 188.

van Liere, D.W., J. Kooijman, P.R. Wiepkema (1990): Dustbathing behaviour of laying hens as related to quality of dustbathing material. *Applied Animal Behaviour Science* 26, 127 - 141.

van Niekerk, T., B. Reuvekamp (2000): Hens make good use of litter in enriched cages. *world Poultry* 16, No. 2, 34 - 37.

Vestergaard, K.S. (1982): Dust-Bathing in the domestic fowl - diurnal rhythm and dust Deprivation. *Applied Animal Ethology*, 8, 487 - 495.

Vestergaard, K.S., E. Skadhauge, L.G. Lawson (1997): The Stress of not being able to perform Dustbathing in Laying Hens. *Physiology & Behavior*, 62, 413 - 419.

Vestergaard, K., J.A. Hogan, J.P. Kruijt (1990): The development of a behaviour system: dustbathing in the burmese red jungle fowl I. The influence of the rearing environment on the organization of dustbathing. *Behav.*, 112, 99 - 116.

Webster, A.B. (2002) Behaviour of chickens. In D. D. Bell and W. D. Weaver (eds.), *Commercial Chicken Meat and Egg Production*. Kluwer Academic Publishing.

Week, C.A., C.J. Nicol (2006): Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. *World's Poultry Science Journal*, 62, 296 - 307.

Wichman, A., L.J. Keeling (2008): Hens are motivated to dustbathe in peat irrespective of being reared with or without a suitable dustbathing substrate. *Animal Behaviour*, 75, 1525 - 1533.

Widowski, T.M., I.J.H. Duncan (1996): Laying hens do not have a preference for high-frequency versus low-frequency compact fluorescent light sources. *Canadian Journal of Animal Science*, 76, 177 - 181.

Wiers, W.J.W., B. Reuvekamp, T. van Niekerk (1999): Kwaliteit van het stofbaden van witte leghennen in grote groepskooien met strooiselmat en toegevoegd strooisel. PP-rapport No. 9902, Praktijkonderzoek Pluimveehouderij, Het Spelderholt (NL).

Wood-Gush, D.G.M. (1971): *The Behaviour of the Domestic Fowl*. Heinemann Educational Books LTD, London, 147p.

Wood-Gush, D.G.M., L.B. Murphy (1970): Some factors affecting the choice of nests by the hen. *Brit. Poult. Sci.*, 11, 415 - 417.

Wood-Gush, D.G.M., I.J.H. Duncan (1976): Some behavioural observations on domestic fowl in the wild. *Appl. Anim. Ethol.*, 2, 255 - 260.

Zimmerman, P.H., A. Lundberg, L.J. Keeling, P. Koene (2003): The effect of an audience on the gakel-call and other frustration behaviours in the laying hen (*Gallus gallus domesticus*). *Anim. Welf.*, 12, 315 - 326.



**Legehennenhaltung mit Auslauf**  
(Quelle: LWK Niedersachsen)

## **4.2 Managementempfehlungen zur Junghennenaufzucht (H. H. Thiele)**

### **4.2.1 Einleitung**

Die Produktivität der Legehennen ist in den letzten 20 Jahren durch züchterische Arbeit enorm verbessert worden. Heutige Hybriden sind sehr fröhreif, zeichnen sich durch eine hohe Spaltenleistung, sehr gutes Durchhaltevermögen bei fast gleichbleibend guter Qualität der produzierten Eier und eine exzellente Futterverwertung aus. Die Anforderungen an das Management moderner Legehybriden sind jedoch mit dieser durch die Züchtung realisierten Produktivität gestiegen. Eine in 17 bis 18 Wochen zu gestaltende Aufzucht der Junghennen wird dabei zum Schlüssel des Erfolges. Ist die Aufzucht legereifer Junghennen in der Käfighaltung trotz gestiegener Anforderungen recht unproblematisch, erfordert eine gute Vorbereitung von Junghennen auf die Haltung in konventionellen Boden- und Volierensystemen, die unter Umständen mit einem Wintergarten und Freilandausläufen kombiniert sind, oder auf die Bio-Haltung mehr Sachkenntnis. Im nachfolgenden Kapitel soll daher der Aufzucht von Junghennen und deren Vorbereitung auf die Haltung in Boden- und Volierenhaltungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Es ist zu empfehlen, Junghennen, die später in alternative Haltungssysteme eingestellt werden, auch in Boden- und Volierensystemen aufzuziehen. Je ähnlicher der Aufzuchtstall dem späteren Produktionsstall gestaltet ist, umso unproblematischer werden Junghennen sich nach der Umstellung in diesem eingewöhnen.

### **4.2.2 Bodenhaltung**

Bodenhaltungen für Küken und Junghennen sollten so gestaltet sein, dass in einem gut eingestreuten, klimatisierten und beleuchteten Stall neben den Fütterungs- und Tränkeinrichtungen etwas erhöht angeordnete Sitzmöglichkeiten eingerichtet werden. Küken lernen und wollen schon im frühen Alter auf Reuter oder Sitzstangen auffliegen. Lernen sie das Aufsitzen oder Fliegen zu spät, kann das zu verminderter Beweglichkeit einzelner Hennen im späteren Produktionsstall führen. Daher sollten schon vor der 6. Lebenswoche Reuter oder Sitzstangen verfügbar sein. Sehr vorteilhaft für die spätere Produktionsphase wirken diesbezüglich auch auf oder an den Sitzmöglichkeiten montierte Fütterungs- und Tränkeeinrichtungen. Bodenhaltungsaufzuchten, die mit einer Kotgrube ausgerüstet sind, auf denen die Systeme zur Futter- und Wasserversorgung montiert werden, sind für die Gewöhnung der Tiere an die Gestaltung der Produktionsställe besonders gut geeignet.

### **4.2.3 Volierenhaltung**

In Volieren-Aufzuchtanlagen können mehr Tiere je  $m^2$  Stallgrundfläche als in Bodenhaltungen eingestellt werden, da ein höheres Angebot begehbarer Fläche zur Verfügung steht. Volieren-Aufzuchtanlagen mit mehreren Etagen werden derzeit mit unterschiedlichem Design von verschiedenen Herstellern mit entsprechenden Empfehlungen zum Management angeboten. Die Etagen sind jeweils mit Kunststoff- oder Holzrosten ausgestattet und verfügen über eine Kotbandbelüftung. Den Tieren wird Futter und Wasser zumeist nur in den unteren und mittleren Etagen angeboten. Die oberen Etagen nutzen die Junghennen in der Nacht als Ruhezonen. Dieses natürliche Verhalten kann durch Nutzung der Beleuchtungseinrichtung mit der Simulation eines Sonnenuntergangs unterstützt werden. Dabei wird das Licht schrittweise in den unteren und mittleren Etagen früher ausgeschaltet als in der oberen. Zur Futteraufnahme sollen die Tiere am Morgen die beiden unteren Etagen aufsuchen. Durch Pendeln zwischen Ruhezone und den übrigen Etagen trainieren die Junghennen Bewegungsabläufe und passen sich somit optimal an die Volierenhaltung an.

#### 4.2.4 Einstreu

Die Art und Qualität der Einstreu hat eine besondere Bedeutung für junge Küken. Bei Verwendung von Stroh ist auf saubere und pilzfreie Qualität zu achten. Weizenstroh ist Gersten- oder Haferstroh vorzuziehen. Gerstenstroh enthält Grannenreste, an denen sich die Küken verletzen können und Haferstroh nimmt nicht genügend Feuchtigkeit auf. Das Stroh sollte im Interesse einer geringen Staubentwicklung nicht gehäckelt, sondern als Langstroh eingebracht werden. Vorheriges Spleißen fördert die Aufnahme von Feuchtigkeit. Langstroh hat zudem den positiven Effekt, dass die Küken sich mit dem Einstreumaterial beschäftigen. Genetisch veranlagtes Erkundungs- und Futteraufnahmeverhalten wird nicht eingeschränkt und die Gefahr des Auftretens von Federpicken reduziert. Hobelspäne sind als Einstreu gut geeignet, wenn sie entstaubt wurden und von weichen Hölzern stammen, die nicht chemisch behandelt wurden und Mindest-Teilchengrößen von  $\geq 1$  cm aufweisen. Küken dürfen auf keinen Fall Feinteile aufnehmen, da diese in Verbindung mit Wasser in der Speiseröhre aufquellen und das Wohlbefinden sowie die Futteraufnahme beeinträchtigen. Die Einstreu sollte nach dem Aufheizen des Stalles und nachdem der Fußboden eine entsprechende Temperatur erreicht hat, ausgebracht werden. Starke Temperaturdifferenzen zwischen der Boden- und Raumtemperatur bei zu zeitigem Einstreuen führen zur Verlagerung des Taupunktes. Die Einstreu wird von unten nass und verklebt schnell.

#### 4.2.5 Stallklima

Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von mindestens 40 - 45 % sind folgende Temperaturen in Tierhöhe anzustreben:

Temperatur bei Einstallung	34° C
anschl. 1. - 2. Tag	34 - 32° C
3. - 4. Tag	31° C
5. - 7. Tag	30° C
2. Woche	29 - 28° C
3. Woche	27 - 26° C
4. Woche	24 - 22° C
5. Woche	20 - 18° C
6. Woche	18 – 20°C

Küken von jungen Elterntierherden benötigen bei Einstallung eine um 1° C höhere Temperatur. Die Heizung ist entsprechend den äußeren Witterungsbedingungen rechtzeitig in Betrieb zu nehmen, damit die empfohlenen Temperaturen in Tierhöhe erreicht werden. Durch richtiges Steuern der Heizungs- und Lüftungseinrichtungen ist ein gleichmäßiges Stallklima zu gewährleisten. Das Verhalten der Küken gibt am besten Aufschluss über die richtige Klimagestaltung:

- Die Küken sind gleichmäßig verteilt und bewegen sich frei  
⇒ Temperatur und Lüftung sind in Ordnung
- Die Küken drängen sich zusammen oder meiden bestimmte Stallbereiche  
⇒ zu niedrige Temperatur oder Zugluft
- Die Küken liegen mit ausgebreiteten Flügeln am Boden und schnappen nach Luft  
⇒ die Temperatur ist zu hoch.

Bei der Steuerung der Temperatur über die Lüftungsregelung muss darauf geachtet werden, dass eine ausreichende Frischluftzufuhr gewährleistet ist. Folgende Mindestanforderungen an die Stallluft sollten eingehalten werden.

#### **Mindestanforderungen an die Stallluft**

O <sub>2</sub>	:	nicht weniger als 20 %
CO <sub>2</sub>	:	unter 0,3 %
CO	:	unter 40 ppm
NH <sub>3</sub>	:	unter 20 ppm
H <sub>2</sub> S	:	unter 5 ppm

#### **4.2.6 Einsetzen der Küken - Bodenhaltung**

Bei der Einstellung sollten die Küken in der Nähe der Tränk- und Fütterungseinrichtungen des Stalles eingesetzt werden. Kann keine gleichmäßige Temperaturverteilung im Stall garantiert werden oder kommen Heizstrahler zum Einsatz, hat sich das Einsetzen in sogenannten Kükenringen oder ähnlichen zu diesem Zweck installierten Abgrenzungen bewährt. Diese grenzen den Bereich des Stalles ein, der über das optimale Klima verfügt und in dem Futter und Wasser angeboten werden. Der Stall kann zusätzlich mit Küken-Futterschalen bestückt werden, um in den ersten Tagen eine bessere Futteraufnahme zu gewährleisten. Sowohl die Fütterungseinrichtungen als auch diese zusätzlichen Küken-Futterschalen sind mit einer Schicht von ca. 1 cm gut strukturiertem Starterfutter zu befüllen. Sobald die Küken aus den Fütterungseinrichtungen fressen können, sind die Futterschalen schrittweise zu entfernen. Werden Heizstrahler genutzt, sind unter diesen Kükenringe oder ähnliche Abgrenzungen zu installieren. In den ersten zwei bis drei Lebenstagen kann dann ein von Zugluft freies, für die Küken besonders günstiges Mikroklima geschaffen werden. Erfolgt das Einsetzen der Küken in Ställe, die mit Kotgruben ausgestattet sind, ist es empfehlenswert, auf den Rosten jeweils eine schmale Bahn Wellpappe dünner Struktur auszulegen (40 - 50 cm Breite), auf der sowohl die Tränken als auch die Futterbahnen und die für die erste Woche zu verwendenden Küken-Futterschalen platziert werden. Kükenringe oder ähnliche Abgrenzungen eignen sich auch hier sehr gut, um die Tiere in den ersten Lebenstagen in der Nähe von Wasser, Futter und Wärme zu halten.

#### **4.2.7 Einsetzen der Küken - Volierenhaltung**

Die Einstellung der Küken in eine Aufzucht-Voliere erfolgt je nach System in der mittleren und unteren Etage, wo die Küken bis etwa zum 14./21. Lebenstag verbleiben. Futter und Wasser sind dort in unmittelbarer Nähe verfügbar, so dass die Tiere sich gut an ihre Umgebung gewöhnen können. Ab der 3./4. Lebenswoche sollten die Aufzuchttagen geöffnet werden. Nun können sich die Tiere frei im gesamten Stall bewegen und das Springen und Fliegen lernen. Volieren, die in allen Etagen über Futter und Wasser verfügen und in den ersten Lebenswochen durch das Einsperren der Küken ähnlich einer Käfigaufzucht betrieben werden können, sind für den Junghennenaufzüchter zwar sehr bequem, für das Training der Bewegung der Tiere im System jedoch weniger gut geeignet. Die Etagen sollten auch in diesen Systemen möglichst früh geöffnet und durch eine zeitlich versetzte Fütterung in den jeweiligen Etagen, die Bewegung der Tiere innerhalb des Stalles stimuliert werden. Auch hier gilt, dass Ab- und Aufsitzen bzw. Fliegen muss bis zur 6. Lebenswoche trainiert sein. In den ersten Tagen, in denen die Tiere den gesamten Stallraum belauen können, sollten verstärkt Kontrollen durchgeführt werden. Tiere, die sich

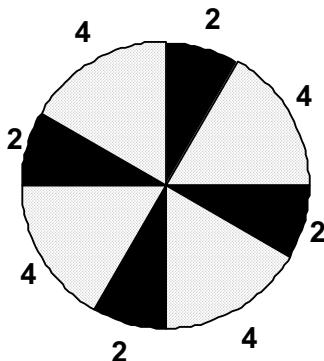
noch nicht im Stall zurechtfinden, müssen vom Betreuungspersonal manuell umgesetzt und somit trainiert werden. Die Junghennen sind rechtzeitig vor dem geplanten Legebeginn in die Produktionsanlagen umzusetzen. Sie finden sich dann besser in den verschiedenen Bereichen (Fressen, Scharren, Ruhezone) zurecht. Durch Stressvermeidung bei der Anpassung an die Volierensysteme werden vorhandene Legenester besser akzeptiert und ein bedarfsgerechter Anstieg der täglichen Futteraufnahme zu Produktionsbeginn ist besser gewährleistet. Als Gerätebedarf für Systeme der Boden-/Volierenhaltung können die aufgeführten Faustzahlen angestrebt werden (s. Tab. 4.2.1).

**Tab. 4.2.1: Gerätebedarf Aufzucht**

Gerätebedarf	Lebenswoche	Anzahl
Stülpränke	1	1 Tränke (4 - 5 l) für 100 Küken
Rundränke	bis 20	1 Tränke (Ø 46 cm) für 125 Tiere
Längstränke	bis 20	1 lfd. m für 100 Tiere
Nippel (mit Cups)	bis 20	6 - 8 Tiere pro Nippel
Küken-Futterschalen	1 - 2	1 Schale für 60 Küken
Abgeschnittene Kükenkartons	1 - 2	1 Karton für 100 Küken
Rundtröge	3 - 10	2 Tröge (Ø 40 cm) für 100 Tiere
	11 - 20	3 Tröge (Ø 40 cm) für 100 Tiere
Futterbahn	3 - 10	2,5 – 3,5 lfd. m für 100 Tiere
	11 - 20	4,5 lfd. m für 100 Tiere

#### 4.2.8 Intermittierendes Lichtprogramm für Küken

Wenn Küken in die Aufzuchtfarm eingestellt werden, haben sie nach dem Schlupf oft auch einen langen Transport hinter sich. Allgemein ist es üblich, den Küken in der ersten zwei bis drei Tagen nach ihrer Ankunft 24 Stunden Licht zu gewähren, um ihnen Zeit zu geben, sich zu erholen und nach Belieben Futter und Wasser aufzunehmen. In der Praxis kann jedoch beobachtet werden, dass einige Küken nach ihrer Ankunft weiter ruhen und andere suchen Futter oder Wasser. Die Aktivität der Herde wird somit immer ungleichmäßig sein. Besonders in dieser Phase der Aufzucht fällt es dem Personal schwer, das Verhalten und die Kondition der Küken richtig einzuschätzen. Ein speziell für diesen Zeitraum angepasstes und praktisch erprobtes intermittierendes Lichtprogramm teilt den Tag in Ruhe- und Aktivitätsphasen. Ziel eines solchen Programms ist die Synchronisation der Aktivität der Küken, um dem Personal zu erleichtern, die Kondition der Herde besser einzuschätzen und um die Küken durch das Gruppenverhalten zu stimulieren, Futter und Wasser aufzunehmen. Es wird empfohlen, den Küken nach Ankunft in der Aufzuchtfarm eine kurze Ruhepause zu gewähren und dann mit der periodischen Beleuchtung – 4 Stunden Licht gefolgt von zwei Stunden Dunkelheit – zu beginnen.



**Abb. 4.2.1: Lichtprogramm für Küken in den ersten 10 Lebenstagen**

Dieses Programm kann bis zum 7. oder 10. Tag nach Ankunft der Küken angewandt werden. Danach sollte zum regulären Programm mit einer Reduzierung der Tageslichtlänge umgestellt werden. Die Nutzung dieses Programms hat folgende Vorteile:

- Die Küken ruhen oder schlafen zur gleichen Zeit. Das Verhalten der Küken wird synchronisiert.
- Schwache Küken werden durch stärkere stimuliert aktiv zu sein und Futter sowie Wasser aufzunehmen.
- Das Verhalten der Herde ist ausgeglichener, die Beurteilung der Küken ist einfacher.
- Tierverluste in der ersten Lebenswoche werden reduziert.

#### 4.2.9 Besatzdichte

Die Besatzdichte ist abhängig vom verwendeten Aufzuchtsystem. In der Bodenhaltung können bis zur Ausstellung der Junghennen Besatzdichten von bis zu 15 Tieren/m<sup>2</sup> nutzbare Stallfläche kalkuliert werden. Bei Volieren ist den Empfehlungen der Hersteller des jeweiligen Systems zu folgen. Besatzdichten von bis zu 30 Junghennen / m<sup>2</sup> begehbarer Fläche sind möglich. Die oben genannten Besatzdichten sind jedoch nur realistisch, wenn die Ausstattung mit Futter- und Tränksystemen mit den Richtlinien für die technische Ausrüstung korrespondiert.

#### 4.2.10 Grit

Gaben nicht löslichen Grits werden zur freien Aufnahme in Rundtrögen empfohlen. Damit wird eine gute Ausbildung des Kropfes und des Muskelmagens stimuliert. Dieses wirkt sich positiv auf die Futteraufnahmekapazität aus. Als Richtwerte für die Körnung und Menge des anzubietenden Grits gelten:

1. - 2. Lebenswoche:  
1 x wöchentlich 1 g/Tier (1 - 2 mm Körnung)
2. - 8. Lebenswoche:  
1 x wöchentlich 2 g/Tier (3 - 4 mm Körnung)

ab 9. Lebenswoche :  
1 x monatlich 3 g/Tier (4 - 6 mm Körnung)

#### 4.2.11 Behandlung der Schnäbel

Bei der Boden- und Volierenhaltung können sich die Tiere im gesamten Stall frei bewegen. Feste Sozialstrukturen, wie sie in kleineren Gruppen vorhanden sind, können in diesen Haltungsformen nicht aufgebaut werden. Wenn einander nicht bekannte Hennen sich erstmalig im Stall begegnen, so haben neuere wissenschaftliche Untersuchungen gezeigt, erkunden sie die Artgenossen durch Picken. Dieses als Erkundungspicken bezeichnete Verhalten, gehört zum natürlichen Repertoire der Hühnervögel. Situationen, wie hohe Staubbelastung, ungünstiges Stallklima, zeitweise sehr hohe Besatzdichten in ausgewählten Stallbereichen, Reaktion auf Impfungen und andere Störfaktoren, die trotz aller Bemühungen, in Boden- und Volierenhaltungen nicht immer vermieden werden können, führen zu einem als „Frustration“ bezeichneten Zustand bei Hennen. Das im Resultat einer solchen Stresssituation auftretende heftige Federpicken ist, wissenschaftlich erwiesen, ebenfalls eine natürliche Reaktion der Hennen. Um die Auswirkungen beider Formen des Federpickens zu begrenzen und Kannibalismus möglichst zu vermeiden, ist das Behandeln der Schnäbel für Hennen in Boden- und Volierenhaltungen zu empfehlen. Die EU-Richtlinie für die Haltung von Legehennen (VO-Nr. 1804/1999 vom 19.07.99) sieht vor, dass ein Stutzen der Schnabelspitzen bis zum Alter von 10 Tagen vorgenommen werden kann. In Deutschland ist außerdem eine amtstierärztliche Genehmigung zum Behandeln der Schnäbel einzuholen. Dieser Eingriff stellt für Küken eine besondere Belastung dar. Sie müssen daher besonders darauf vorbereitet werden. Vitamingaben eines A-, D<sub>3</sub>-, E-, K<sub>3</sub>-Komplexes am Vortage, eine 6 bis 8-stündige vorherige Nüchterung und eine Erhöhung der Temperatur um 1°C zum Zeitpunkt des Stutzens sollten gewährleistet sein, damit die Tiere sich schnell von diesem Eingriff erholen. Das Behandeln der Schnäbel erfordert große Sorgfalt. Eine schlecht gemanagte Herde wächst auseinander und zeigt zum Ende der Aufzucht weniger Uniformität.

#### 4.2.12 Ernährung

Durch die höhere Bewegungsaktivität benötigen Junghennen in Boden- oder Volierenhaltung von einem Futter gleicher Nährstoffdichte größere Mengen als Tiere aus der Käfigaufzucht. Neben dem Beleuchtungsprogramm und einer adäquaten Körpergewichtsentwicklung ist die Ernährung der dritte wesentliche Faktor zum Erreichen der Legereife. Bei der Fütterung von Junghennen sollten die Nährstoffanforderungen des jeweiligen Züchters für das betreffende Produkt Berücksichtigung finden.

Die Mischfutterhersteller bieten hierfür ein vier Phasen-Futterprogramm an (s. Tab. 4.2.2).

Tab. 4.2.2: Beispiel für ein praxiserprobtes Aufzuchtfutterprogramm

Nährstoffe	Kükenstarter	Kükenfutter	Junghennen-futter	Vorlege-futter
<b>Rohprotein</b> %	20,5	18,5	15,5	17,5
<b>Methionin</b> %	0,48	0,40	0,33	0,38
<b>Lysin</b> %	1,15	1,00	0,70	0,80
<b>Calcium</b> %	1,05	1,00	0,90	2,00
<b>Phosphor</b> %	0,75	0,70	0,60	0,65
<b>Natrium</b> %	0,16	0,16	0,16	0,16
<b>ME MJ/kg</b>	11,8	11,5	11,4	11,4

Grundlage für den Wechsel der einzelnen Futterqualitäten ist die Entwicklung des Körpergewichtes der Hennen. Nicht das Alter, sondern das Lebendgewicht bestimmt den Zeitpunkt des Futterwechsels. Küken und Junghennen sind daher unbedingt wiederholt zu wiegen! Der Einsatz von Kokzidiostatika über das Futter erfolgt nur, falls keine Kokzidioseimpfung durchgeführt wird. Bei Impfung darf grundsätzlich kein Kokzidiostatika über das

Futter eingesetzt werden. Das Mehlfutter sollte homogen sein und eine ausreichende Struktur aufweisen. Zu hohe Anteile sehr feiner Bestandteile oder zu grobe Struktur führen zu selektiver Futteraufnahme und ungleichmäßiger Nährstoffversorgung. Nicht vermahlene Getreidekörner sollten im Mehlfutter nicht enthalten sein. Zu feines Futter reduziert die Futteraufnahme der Tiere und führt zur Unterversorgung mit einzelnen Nährstoffen. Für Junghennen in Boden- oder Volierensystemen, die nach der Aufzucht auch in solche Systeme eingestallt werden, ist die Nutzung eines Vorlegefutters besonders zu empfehlen. Das Vorlegefutter besitzt gegenüber dem Junghennenfutter einen etwa doppelten Kalziumgehalt sowie höhere Protein- und Aminosäurengehalte. Daher ist der Einsatz für ca. 14 Tage vor dem geplanten Legebeginn von Vorteil - bei früher Umstallung in den Legestall zwingend. Dieses Futter verbessert die Uniformität der Herden, indem es fröhreifen Tieren ermöglicht, ausreichend Kalzium für die Schalenbildung der ersten Eier aufzunehmen und spätreife Tiere besser mit Nährstoffen versorgt. Grundlagen für eine ausreichende Aufnahme des angebotenen Futters insbesondere nach der Umstallung der Junghennen in die Produktionsanlagen müssen schon in der Aufzucht geschaffen werden. Dieses ist durch die Verfütterung eines qualitativ geringwertigeren Junghennenfutters (Proteingehalt) mit entsprechend höherem Rohfasergehalt zu erreichen. Das in dieser Phase antrainierte Vermögen zur Aufnahme größerer Futtermengen kommt den so aufgezogenen Junghennen nach der Umstallung besonders zugute, in der die Futteraufnahme sehr stark ansteigen soll.

#### 4.2.13 Uniformität

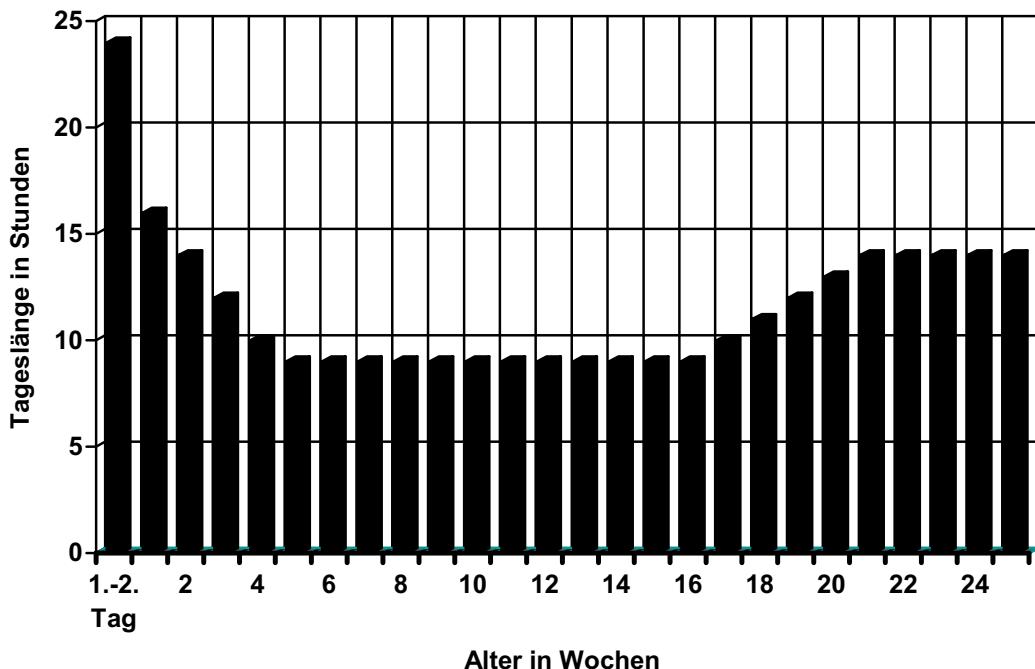
Die Uniformität (Ausgeglichenheit) einer Herde ist ein wichtiger Gradmesser für die Aufzuchtqualität. Mathematisch beschreibt sie, wie viele der in einer Stichprobe gewogenen Tiere bezüglich des Körpergewichtes im Bereich von  $\pm 10\%$  zum gemessenen Mittelwert einer Stichprobe liegen. Sie wird an 1% der Tiere eines Bestandes durch Einzeltierwiegung erfasst. Die Uniformität ist ein Indikator für den zu erwartenden Leistungsverlauf der aufgezogenen Herde während der Legeperiode. Die Uniformität wird beeinflusst durch Faktoren wie:

- Kükenqualität
- Besatzdichte
- Fütterung
- Lichtprogramm
- Impfungen
- Krankheiten

Gesunde Bestände, die entsprechend den Empfehlungen der jeweiligen Züchter aufgezogen wurden, sind sehr ausgeglichen oder uniform.

#### 4.2.14 Beleuchtungsprogramme

Die Geschlechtsreife und die Legereate werden in entscheidendem Maße vom Lichtprogramm beeinflusst, dem die Hennen während der Aufzucht- und Produktionsphase ausgesetzt sind. Bei der Haltung der Junghennen in fensterlosen Ställen können Lichtprogramme gestaltet werden, die eine optimale Aufzucht und Vorbereitung auf die Legeperiode garantieren. Dabei wird nach der Einstallung der Küken die Länge des Lichttages schrittweise verkürzt, um nach einer Phase konstanter Tageslänge durch eine schrittweise Erhöhung stimulierend auf den Beginn der Legetätigkeit Einfluss zu nehmen. Entsprechend den Empfehlungen der jeweiligen Züchter und in Abhängigkeit vom gewünschten Produktionsniveau einer Herde, kann das in der nachfolgenden Darstellung (s. Abb. 4.2.2) gezeigte Beleuchtungsprogramm variiert werden. Grundsätzlich ist jedoch zu beachten, dass bis zur gezielten Stimulation einer Herde der Lichttag nicht verlängert und dieser während der Produktionsphase nicht verkürzt wird.



**Abb. 4.2.2: Beispiel eines Lichtprogrammes für fensterlose Ställe**

Um die o.g. Grundregel nicht zu verletzen, ist es zu empfehlen, Ställe, in die durch Fenster oder andere Öffnungen natürliches Tageslicht einfällt, abzudunkeln. Dieses gilt besonders für die in den ersten Monaten eines Jahres geschlüpften Küken. Ohne eine Begrenzung des natürlichen Lichttages würden Junghennen in mittel-europäischen Breiten von März bis Juni in einen sich verlängernden Lichttag hinein wachsen. Dieses hätte einen zu frühen Legebeginn und spätere Minderleistungen zur Folge. Auch bei Herden, die von Juli bis September aufgezogen werden, wäre kaum ein optimales Lichtprogramm zu gestalten. Ein wie im Programm für fensterlose Ställe beschriebenes optimiertes Programm, das eine zeitweilige Begrenzung des Lichttages auf 8 oder 9 Stunden vorsieht, ist in Ställen, deren Fenster oder Lichtöffnungen nicht zu verdunkeln sind, nur während der Herbst- und Wintermonate realisierbar. Fenster oder Öffnungen, in die natürliches Tageslicht einfallen kann, sollten daher so gestaltet sein, dass sie verdunkelt werden können. Der Zeitpunkt der Verdunkelung und des Öffnens der Fenster sollte auf das Lichtprogramm abgestimmt sein. Dabei ist zu beachten, dass erst die Fenster geschlossen werden und danach die Beleuchtung ausgeschaltet wird bzw. am Morgen erst das Licht eingeschaltet wird und danach die Fenster geöffnet werden. Nach der Umstellung in die Produktionsanlagen sollte diese Verfahrensweise beibehalten werden, bis die maximale Tageslichtlänge entsprechend dem verwendeten Lichtprogramm erreicht ist. So wird verhindert, dass die Hennen bei Umstellung (in Ställe mit Fenstern) durch eine schlagartige Verlängerung des Lichttages – im Juni sind 17 Stunden Tageslicht die Regel – gestresst werden. Außerdem ist jedoch auch darauf zu achten, dass das künstliche Lichtprogramm und der natürliche Lichttag nicht zeitlich versetzt liegen.

#### 4.2.15 Verhaltensstörungen/ Gefiederwechsel

Anzeichen von Verhaltensstörungen wie Federpicken oder Kannibalismus müssen genau beobachtet und verfolgt werden. Ein plötzliches Auftreten, ohne dass Veränderungen des Lichtprogramms vorgenommen wurden, kann verschiedenste Ursachen haben. Treten solche Verhaltensstörungen auf, sollten folgende Faktoren geprüft werden:

- Ernährungs- und Gesundheitszustand der Herde - Körpergewicht, Uniformität, Hinweise auf Erkrankungen.
- Besatzdichte – zu hoch besetzte Ställe bzw. zu wenig Futter- und Tränkeeinrichtungen verursachen Nervosität im Bestand.
- Stallklima – Temperatur, Feuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit bzw. Belastung durch Staub und/oder Schadgase.
- Lichtintensität / Lichtquelle – zu hohe Lichtintensität, flackerndes Licht (Leuchtstoffröhren oder Energiesparlampen, die mit zu geringer Frequenz strahlen) oder Licht außerhalb des roten Lichtspektrums führen zu Nervosität der Tiere
- Ekto- bzw. Endoparasiten – befallene Tiere sind nervös bzw. haben Durchfall.
- Futterstruktur – kein mehlähnliches Futter mit zu feiner Struktur oder pelletiertes Futter verabreichen. Beides fördert Verhaltensstörungen.
- Aminosäuregehalt im Futter – bei Unterversorgung mit schwefelhaltiger Aminosäure treten Probleme auf.
- Versorgung mit Kalzium und Natrium – bei Unterversorgung werden Tiere nervös.

### Gefiederwechsel

Wachsende Junghennen wechseln mehrfach ihr Gefieder. Das heranwachsende Küken ersetzt die Daunen des Eintagsküikens durch das erste volle Federkleid. Dieser Vorgang ist mit der 5. Lebenswoche weitgehend abgeschlossen. Gleichzeitig verlangsamt sich das Wachstum der Tiere. In der 8. bis 9. Lebenswoche findet erneut ein leichter, aber unvollständiger Gefiederwechsel statt. In diesem Alter sollten in Boden-/Volierenaufzuchten vermehrt Federn in der Einstreu zu finden sein. Ein intensiver und vollständiger Gefiederwechsel ist ab der 13./14. Lebenswoche zu beobachten. Hier werden auch die Schwungfedern nacheinander gewechselt. In der 15. Lebenswoche findet man bei einer gut entwickelten Herde zahlreiche Federn auf dem Stallboden. Setzt der Gefiederwechsel in der 13. Lebenswoche nicht ein, so ist dieses ein Indikator für eine unzureichende Gewichtsentwicklung oder eine nur mäßige Ausgeglichenheit der Herde. Dann sollten unbedingt das Körpergewicht und die Uniformität ermittelt werden. Wird ein Untergewicht der Herde festgestellt, sollte überprüft werden, ob virale oder bakterielle Infektionen vorliegen (Kokzidiose ist eine häufige Ursache für Wachstumsdepressionen) und ob die Futterqualität den Anforderungen entspricht. Gegebenenfalls sollte zeitweise Küken-Alleinfutter statt Junghennenfutter verabreicht werden, um das Defizit in der Entwicklung möglichst schnell auszugleichen. Erst nach weitgehendem Abschluss des letzten Gefiederwechsels (im Normalfall ist das die 14./15. Lebenswoche) wird die Lichtintensität und entsprechend dem geplanten Legebeginn die Beleuchtungsdauer gesteigert. Erfahrungen aus der Praxis haben gezeigt, dass es für die Tiere am günstigsten ist, wenn sie in dieser Zeit in die Legebetriebe umgestellt werden.

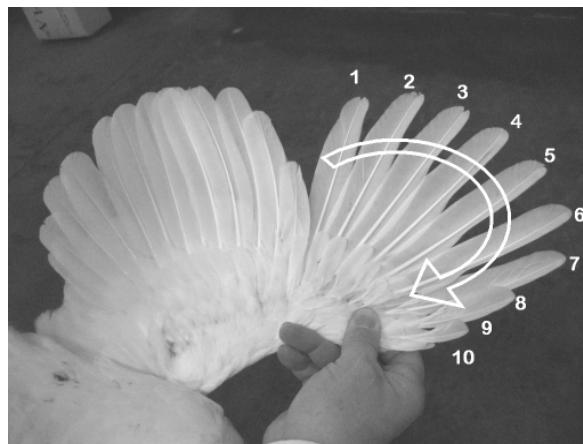


Abb. 4.2.3: Flügel einer Junghenne mit etwa 18 Wochen

## 4.2.16 Umstellung

Die Umstellung vom Aufzucht- in den Legebetrieb muss möglichst schonend aber zügig erfolgen. Das Fangen und Transportieren der Tiere belastet sie. Außerdem haben sich die Tiere an eine fremde Umgebung anzupassen. Eine schonende Umstellung und sorgfältige Gewöhnung der Herde an die neue Haltungsform sind entscheidend und gewährleisten gute Produktionsergebnisse. Es ist zu empfehlen, Junghennen aus alternativen Aufzuchtsystemen rechtzeitig und entsprechend dem geplanten Legebeginn umzustallen. Damit wird gewährleistet, dass die Junghennen noch vor dem Legen mit der neuen Umgebung vertraut werden. Es ist normal, dass Junghennen durch Transport und Umstellung Körpergewicht verlieren. Daher ist es wichtig, den Tieren schnell Zugang zu Wasser und Futter zu ermöglichen.

## 4.2.17 Investitionsphase Aufzucht

Die Aufzucht von Junghennen in Boden – und Volierenhaltungen erfordert mehr Zeit, Aufwand und Sachkenntnis. Nur die ständige Überwachung des Tierbestandes ermöglicht eine optimale Aufzucht. Die Grundlage für die Leistung der Hennen in der sich anschließenden Produktionsphase wird in der Aufzucht gelegt. Die Aufzucht ist somit als eine Investitionsphase zu betrachten. Sie kann nicht vom Schreibtisch geregelt werden. Die ständige Kontrolle und Beobachtung des Bestandes sichern den Erfolg.

### Weiterführende Literatur

Lohmann Tierzucht GmbH (2008): Managementempfehlungen für Legehennen in Boden-, Volieren- und Freilandhaltung - [www.ltz.de/html/index\\_60\\_d.html](http://www.ltz.de/html/index_60_d.html) (Datenzugriff am 01.07.2008)

Lohmann Tierzucht GmbH (2008): Managementempfehlungen für Aufzucht von Legehennen für Boden-, Volieren- und Freilandhaltung - [www.ltz.de/html/index\\_60\\_d.html](http://www.ltz.de/html/index_60_d.html) (Datenzugriff am 01.07.2008)



**Junghennen, 17 Wochen alt**  
(Quelle: LWK Niedersachsen)

## **4.3 Spezielle Managementmaßnahmen in der alternativen Legehennenhaltung (Ute Knierim, Christiane Keppler, Marion Staack, Alexandra Moesta)**

### **4.3.1 Einleitung**

In demselben Haltungssystem und mit derselben genetischen Herkunft können in Abhängigkeit von der Güte des Managements sehr unterschiedliche Ergebnisse bezüglich des Tierschutzes, der Leistung und des Umweltschutzes erzielt werden. Insbesondere in Nicht-Käfig-Systemen werden hohe Ansprüche an die diesbezüglichen Fähigkeiten der Hennenhalter und -betreuer gestellt (STAACK und KNIERIM 2003, THIELE, 2007). Deshalb soll im Folgenden insbesondere auf Aspekte des Managements in der alternativen Legehennenhaltung eingegangen werden. Unter Management wird in diesem Zusammenhang alles zusammengefasst, das von den täglichen Entscheidungen und Handlungen des Betreuungspersonals abhängt und nicht baulich gegeben ist. Selbstverständlich gibt es hierbei viele fließende Übergänge. Beispielsweise wird das Stallklima nicht nur vom Betrieb der Lüftungsanlage, der gewählten Besatzdichte und verschiedenen Maßnahmen zur Verbesserung des Stallklimas beeinflusst, sondern auch von baulichen Aspekten wie dem Lüftungssystem, der Ausrichtung und Isolierung des Stalles und der technischen Ausstattung der Anlage. Folglich wurden manche Managementaspekte bereits in Kapitel 4.1 im Zusammenhang mit der Besprechung der Haltungssysteme behandelt. Auch das Management der Junghennenauzucht und der gesamte Komplex der Fütterung werden an anderer Stelle in diesem Band besprochen (Kapitel 4.3 und 5.2). Ebenso gehören alle Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Einzeltiere und Bestände zum Management, die im Kapitel 6 beschrieben werden. In diesem Kapitel sollen nun noch vier Aspekte behandelt werden, die für das Wohlergehen der Hennen sowie den Schutz der Umwelt von besonderer Bedeutung sind und bei denen über das Management viel erreicht werden kann. So stellt das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus in der alternativen Legehennenhaltung immer noch ein erhebliches Problem dar. Hier wird auch nochmals auf einige Aspekte der Junghennenauzucht eingegangen werden, da sie für die Prävention von Federpicken und Kannibalismus eine besondere Rolle spielt. Die Mensch-Hennen-Beziehung wird in ihrer Bedeutung bisher unterschätzt, weshalb dem Aspekt der Furcht der Hennen vor dem Menschen hier Raum gegeben werden soll. Auch das Erreichen einer befriedigenden Luftqualität in alternativen Legehennenhaltungen ist eine Herausforderung, ebenso wie ein tierfreundliches und umweltschonendes Auslaufmanagement. Über die bisher bekannten Lösungsansätze sollen knappe Überblicke gegeben werden.

### **4.3.2 Managementmaßnahmen zur Verminderung des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus**

Federpicken und Kannibalismus sind Störungen des Verhaltens, die anzeigen, dass die Anpassungsfähigkeit der Hennen an ihre Haltungsbedingungen überfordert war oder ist (WECHSLER, 1992, HUBER-EICHER und WECHSLER, 1998). Darüber hinaus können sie bei den Opfern Schmerzen (GENTLE et al., 1990) und Furcht (VESTERGAARD et al., 1993) sowie erhöhte Mortalität (Niebuhr et al. 2006) verursachen. Federpicken und Kannibalismus stellen also erhebliche Tierschutzprobleme dar, die gleichzeitig durch geringere Legeleistungen der betroffenen Herden (EL-LETHEY et al., 2000, NIEBUHR et al. 2006) und erhöhten Futterverbrauch schlecht befriedeter Hennen (EMMANS und CHARLES, 1977, TAUSON und SVENSSON, 1980) für die Halter wirtschaftlich relevant sind.

Federpicken und Kannibalismus sind nicht aggressiv motiviert (SAVORY, 1995, CLOUTIER und NEWBERRY, 2002). Nach derzeitigem Forschungsstand wird davon ausgegangen, dass die Tendenz zu Federpicken und Kannibalismus bereits sehr früh im Leben aus einer Umorientierung des Futtersuche- und -aufnahmeverhaltens bzw. des Bodenpickens auf Artgenossen entsteht, wenn die Möglichkeit zu arteigenem Futtersuche- und

-aufnahmeverhalten in Form von Bodenpicken in geeignetem Substrat eingeschränkt ist (Baum, 1994, BLOKHUIS und ARKES, 1984, BLOKHUIS, 1986, BLOKHUIS und VAN DER HAAR, 1989, HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997). Allerdings gibt es eine große Zahl unterschiedlicher begünstigender Faktoren, die Federpicken und Kannibalismus zu typischen multifaktoriell bedingten Erscheinungen macht (SAVORY und MANN, 1997, STAACK et al., 2007). Dadurch ist es schwierig, durch einzelne gezielte Maßnahmen zuverlässig Federpicken und Kannibalismus zu verhüten. Notwendig erscheint dagegen eine allgemeine Optimierung der Haltung und des Managements, die bereits in der Aufzucht ansetzt. Dennoch verdienen bestimmte Faktoren ein besonderes Augenmerk (STAACK et al., 2007). Dazu gehören im Bereich des Managements erniedrigte Besatzdichten in der Aufzucht und Legephase, ein ausreichendes Angebot erhöhter Sitzstangen sowie von Trink- und Fressplätzen in der Aufzucht, Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität, ein gutes Einstreumanagement und das Angebot geeigneter Beschäftigungsangebote für die Jung- und Legehennen sowie eine gute Betreuung der Tiere.

Üblicherweise werden derzeit die Probleme mit Federpicken und Kannibalismus vor allem durch Schnabelkürzen und Lichtreduzierung bekämpft. Nach dem TIERSCHUTZGESETZ (2006) kann das Kürzen der Schnäbel bei unter 10 Tage alten Küken erlaubt werden, und diese Erlaubnis wird für die konventionelle Boden- und Freilandhaltung gängig erteilt. Lediglich ökologisch gehaltene Hennen haben mit wenigen Ausnahmen intakte Schnäbel. Schnabelkürzen ist aus Tierschutzsicht problematisch, da es sich um einen schmerzhaften Eingriff handelt (GENTLE, 1992), der in manchen Fällen sogar zu chronischen Schmerzen führen kann (GENTLE et al., 1990), wobei die Gefahr hierfür anscheinend umso geringer ist, je milder der Eingriff ist und je früher er stattfindet (GENTLE et al., 1997, GLATZ et al., 1998). Bei dem nach eigenen Beobachtungen in der Praxis oftmals anzutreffenden Ausmaß des Schnabelkupierens kann es darüber hinaus zu weiteren Komplikationen kommen, wie dem Verstopfen der Nasenlöcher mit Futter (GLATZ, 2000) oder in Einzelfällen der Unfähigkeit, ausreichend Futter aufzunehmen (GENTLE et al., 1990). Während die Hennen für einige Wochen nach dem Kupieren eine verringerte Pickaktivität zeigen (LEE und CRAIG, 1990, BLOKHUIS und VAN DER HAAR, 1989, DUNCAN et al., 1989, GENTLE et al., 1997), die auf eine höhere Schmerzempfindlichkeit des Schnabels schließen lässt, scheint dieser Effekt mit zunehmendem Alter abzunehmen (BLOKHUIS und VAN DER HAAR, 1989, GENTLE et al., 1997, GLATZ et al., 1998). Es gibt aber Hinweise, dass bereits als Eintagsküken kupierte Hennen noch im Alter von 60 Wochen mit weniger Kraft zupicken und bei Konfrontation mit einem Schmerzreiz (hier 45 °C warmes Wasser) empfindlicher reagieren (GLATZ et al., 1998). Auch der Verlust der Rezeptoren in der Schnabelspitze (GENTLE et al., 1997), je nach Ausmaß des Eingriffs (Glatz et al., 1998), könnte dem Schnabel einen Teil seiner wichtigen Funktion als Reizaufnahmeorgan nehmen und so dass Pickverhalten der kupierten Tiere verändern. Dennoch zeigen auch Tiere mit gekürzten Schnäbeln Federpicken (BLOKHUIS und VAN DER HAAR, 1989). Vermutlich besteht die hauptsächliche Wirkung des Schnabelkürzens darin, dass weniger Schäden durch die Pickaktivität entstehen, da die Tiere nicht mehr in der Lage sind, Federn oder Haut gezielt zu ergreifen oder zu schädigen (BLOKHUIS und VAN DER HAAR, 1989).

Die andere übliche Maßnahme ist die Lichtreduktion. In der Regel werden die Tiere in der konventionellen Haltung bei Kunstlicht und niedrigen Lichtintensitäten von 4-19 LUX gehalten (STAACK et al., 2007). Durch die geringe Lichtintensität und den Einsatz von künstlichen, teilweise monochromatischen Lichtquellen werden sowohl die Wahrnehmungsfähigkeit als auch die Aktivität der Tiere eingeschränkt. Da Hühner im ultravioletten Bereich sehen können (NUBOER, 1993, PRESCOTT, und WATHES, 1999), treten zusätzlich möglicherweise Probleme bei der Erkennung anderer Tiere durch Fehlen ultravioletten Lichts auf (BRIGHT, 2007), wie es für Puten von Sherwin und Devereux (SHERWIN und DEVEREUX, 1999) beschrieben wurde. Im Falle höherer Lichtintensitäten führt die gesteigerte Gesamtaktivität der Hennen (BOSHOUWERS und NicAise, 1987) zu einem erhöhten Risiko für Federpicken oder Kannibalismus (HUGHES und DUNCAN, 1972, KJÆR und VesterGaard, 1999), wenn keine adäquate Umgebung für die Ausübung normalen Verhaltens, zum Beispiel des Erkundungs- und Nahrungsaufnahmeverhaltens, vorhanden ist. Insofern ist nicht nur das Schnabelkürzen, sondern auch die Einschränkung der

Beleuchtung eine rein symptomatische Maßnahme, die für die Tiere den erheblichen Nachteil hat, dass, so wie beim Schnabelkürzen, die Reizaufnahme aus der Umwelt stark eingeschränkt wird. Beide Maßnahmen sind also aus Tierschutzsicht nicht empfehlenswert. Auch wenn ein Verzicht auf sie nochmals die Anforderungen an das Management in der Legehennenhaltung erhöht, so zeigen Erfahrungen aus Österreich (NIEBUHR et al., 2006) und mit ökologischen Betrieben (STAACK et al., 2007), dass dieser Weg durchaus möglich ist, wenn auch weitere Verbesserungen in allen Bereichen sehr wünschenswert sind. In den Fällen, in denen Schnabelkürzen noch ausgeführt wird, sollte es vorzugsweise bei Eintagsküken erfolgen und einen möglichst geringen Teil des Schnabels betreffen.

Der bei weitem tierfreundlichere Weg ist es, durch möglichst artgemäße Haltung und angemessenes Management unter Berücksichtigung der bekannten Risikofaktoren das Auftreten der Verhaltensstörungen zu mindern. Ein relativ gut untersuchter Aspekt im Bereich des Managements ist die Besatzdichte, meist kombiniert mit der Gruppengröße. Während eine Verminderung von Schäden oder schädigendem Picken bei niedrigeren Besatzdichten in der Aufzucht (HANSEN und BRAASTAD, 1994, HUBER-EICHER und AUDIGÉ, 1999, SAVORY, et al. 1999, STAACK et al., 2007) mit nur einer Ausnahme (GUNNARSSON, et al. 1999) festgestellt wurde, ist das Bild in der Legephase nicht ganz so eindeutig; einige Autoren fanden einen Effekt (APPLEBY et al., 1988, NICOL et al., 1999), andere nicht (ODÉN et al., 2002, CARMICHAEL et al., 2005, NICOL et al., 2006) oder nur bei der Haltung auf Gitterböden ohne Einstreu (SIMONSEN et al., 1980). STAACK et al. (2007) empfehlen aufgrund der Ergebnisse ihrer explorativen epidemiologischen Untersuchung eine maximale Besatzdichte von 13 Junghennen/m<sup>2</sup> begehbarer Fläche, um das Risiko für Federpicken während der Legephase zu mindern. Teilweise verbunden mit der Besatzdichte ist das quantitative Angebot erhöhter Sitzstangen sowie von Trink- und Fressplätzen. Ein ausreichendes Trink- und Fressplatzangebot in der Aufzucht ist nach den Ergebnissen von STAACK et al. (2007) ebenfalls sehr wichtig, um Federpicken und Kannibalismus in der Legephase zu verringern. Können sich Legehennen auf hohe Sitzstangen zurückziehen, auf denen sie nicht so leicht bepickt werden können, so verbessert das den Gefiederzustand (WECHSLER und HUBER-EICHER, 1998) und senkt möglicherweise das Auftreten von Kannibalismusschäden (YNGVESSON et al., 2002). Wichtig ist offenbar, dass bereits während der Aufzucht erhöhte Sitzstangen vorhanden sind, um Federpicken (HUBER-EICHER und AUDIGÉ, 1999, STAACK et al., 2007) und Kannibalismus (FRÖHLICH, 1991, GUNNARSSON et al., 1999) zu vermindern. STAACK et al. (2007) empfehlen ein Angebot von gut 10 cm erhöhter Sitzstange pro Junghenne. Die Luftqualität, insbesondere der Ammoniakgehalt, könnte ein weiterer Aspekt sein, dessen Optimierung auch mindernde Auswirkungen auf Federpicken und Kannibalismus hat (STAACK et al., 2007). Entsprechende Maßnahmen werden weiter unten besprochen. Ein gutes Einstreumanagement, das in diesem Zusammenhang eine große Bedeutung hat, und das zu einer trockenen, durch die Hennen bearbeitbaren Struktur der Einstreu führt, hat außerdem eine unmittelbar präventive Wirkung hinsichtlich Federpicken (NØRGAARD-NIELSEN et al., 1993, AERNI et al., 2000, EL-LETHEY et al., 2000, GREEN et al., 2000, STAACK et al., 2007), dadurch dass es das Scharren und Picken in der Einstreu anregt. Umgekehrt verbessert auch eine hohe Tieraktivität in der Einstreu die Einstreuqualität. Streuen von Körnern in die Einstreu unterstützt dies.

Darüber hinaus kann die Erhöhung der Beschäftigungszeit mit Futter zu einer Reduzierung von Federpicken und Kannibalismus beitragen. Auch über diesen Mechanismus entfaltet das Streuen von Körnern in die Einstreu wahrscheinlich seine positive Wirkung, wobei auffällig ist, dass sich insbesondere das Streuen von Körnern in der Aufzucht als wirksam zur Verminderung von Federpicken erwiesen hat (BLOKHUIS und VAN DER HAAR, 1992, STAACK et al., 2007). Möglicherweise ist es wichtig, dass die Tiere frühzeitig lernen, ihre Pickaktivitäten auf andere Objekte als ihre Artgenossen zu richten. Auf weitere mögliche Effekte des Körnerstreuens wird im nächsten Kapitel noch eingegangen. Darüber hinaus bestehen noch weitere verschiedene Möglichkeiten zur Verlängerung der Beschäftigungszeiten mit Futter, die auch gleichzeitig angewendet werden können: das Füttern mehlähnlichen Futters anstelle von Pellets (LINDBERG und NICOL, 1994, SAVORY et al., 1999, AERNI et al., 2000), von Futterrationen mit niedrigerem Energie- und höherem Rohfasergehalt (Literaturübersicht:

VAN KRIMPEN et al., 2005) sowie das zusätzliche Angebot von Saftfutter, zum Beispiel von Silage oder Möhren (STEENFELDT et al., 2007) oder frischem Gras (Köhler et al. 2001).

Als letzter Aspekt im Bereich des Managements soll noch die Betreuung der Tiere angesprochen werden. Zum Beispiel fanden STAACK et al. (2007) in Legebetrieben, in denen die Tiere mehr als viermal täglich kontrolliert wurden, einen besseren Gefiederzustand und weniger verletzte Hennen vor. Häufige Tier- und Stallkontrollen sind wichtig, um frühzeitig Probleme erkennen und beheben zu können, zum Beispiel in der Fütterung oder Beleuchtung. Genauso wichtig ist es, frühzeitig verletzte oder tote Tiere zu entfernen. Am effektivsten wäre es allerdings, frühzeitig die pickenden Tiere aus der Gruppe zu nehmen, da Federpicken in der Regel bei nur wenigen Individuen beginnt, sich dann aber durch soziales Lernen ausbreitet (ZELTNER et al., 2000). Gleichermaßen gilt höchst wahrscheinlich für Kannibalismus (CLOUTIER et al., 2004). Leider ist diese Maßnahme, zumal in großen Beständen, nicht praktikabel. Der erfahrene Hennenhalter kann aber anhand verschiedener Indikatoren den Beginn von Federpicken oder Kannibalismus frühzeitig erkennen und dann intensiv nach möglichen Belastungsfaktoren suchen und sie beheben. Beispielsweise kann ein Kannibalismusausbruch aufgrund von Natriummangel durch das Anbieten von Salzlösungen gestoppt werden (LÜDERS, 1993). Besonders wichtig ist es daneben, die Beschäftigungsmöglichkeiten im Bereich der Futtersuche und -aufnahme erheblich zu erhöhen. Auch eine zeitweise Reduzierung der Beleuchtung kann als Sofortmaßnahme notwendig sein. Zu den genannten Indikatoren gehören nicht nur erste sichtbare Schäden oder die Beobachtung von schädigendem Picken, sondern auch eine stärkere Unruhe der Tiere sowie häufigere Schmerzlaute der bepickten Tiere (BRIGHT, 2008). Auffällig kann auch sein, dass die Hennen alle frei verfügbaren Federn fressen, da ein Zusammenhang zwischen Federfressen und Federpicken zu bestehen scheint (MCKEEGAN und SAVORY, 2001, HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI, 2005). Neben den praktischen Effekten häufiger Tierkontrollen können diese auch dadurch positive Wirkung entfalten, dass die Hennen durch eine stärkere Gewöhnung an den Menschen furchtloser ihm gegenüber werden. Die Bedeutung dieses Aspekts wird im nächsten Kapitel diskutiert.

#### **4.3.3 Managementmaßnahmen zur Verminderung der Furchtsamkeit der Hennen vor Menschen**

Furcht vor Menschen kann das Wohlbefinden von landwirtschaftlichen Nutztieren einschränken (HEMSWORTH und COLEMAN, 1998, WAIBLINGER et al., 2006). So ist es wahrscheinlich, dass die täglich notwendigen Routinearbeiten des Tierbetreuers im Stall bei gegenüber Menschen furchtsamen Tieren wiederholte Stressreaktionen bewirken. GROSS und SIEGEL (1982) vermuten, dass im Mensch-Tier-Kontakt verbrauchte Ressourcen bei der Reaktion auf andere Stressoren oder zur Eierproduktion fehlen. Tatsächlich gibt es Hinweise, dass Furcht vor Menschen bei Legehennen die Effektivität der Immunantwort reduziert (BARNETT et al., 1994, GROSS und SIEGEL, 1982) und die Legeleistung negativ beeinflusst (HEMSWORTH und BARNETT, 1989, BARNETT, et al. 1992, BARNETT et al., 1994). Sogar ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Federpicken bei furchtsamen Legehennen erscheint denkbar, da die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Federpicken durch Stress verstärkt wirkt (EL-LETHEY et al., 2000, EL-LETHEY et al., 2001). Die Ergebnisse von NIEBUHR und WAIBLINGER (2007) scheinen diese Hypothese zu bestätigen. Sie zeigten auf Praxisbetrieben einen Zusammenhang zwischen der Ausprägung von Gefiederschäden und der Meidedistanz gegenüber Menschen. Neben diesen Langzeiteffekten, die durch wiederholt auftretenden oder chronischen Stress bedingt sein können, sind auch kurzzeitige Stressreaktionen nachzuweisen. So steigt der Corticosterongehalt bei Hühnern, die mehr Furcht vor Menschen zeigen, nach Handling stärker an als bei weniger furchtsamen Tieren (BARNETT und HEMSWORTH, 1989, BARNETT et al., 1994). Auch das Risiko für Panikreaktionen ist höchstwahrscheinlich in furchtsamen Legehennenherden größer. Übermäßiges Fluchtverhalten erhöht die Verletzungsgefahr und kann eine Ursache für die zum Teil sehr hohe Prävalenz von Frakturen bei Legehennen in Nicht-Käfigsystemen (GREGORY et al., 1990, FREIRE et al., 2003) sein. GRAML et al. (2007) konnten zeigen, dass

nach einer zweiwöchigen verstärkten Beschäftigung mit Legehennen in 500er Gruppen über täglich 30 Minuten in Form von Füttern und Berühren der Hennen sowie Sprechen mit den Tieren eine signifikante Reduzierung der Meidedistanz gegenüber der Kontaktperson im Vergleich zu einer Kontrollgruppe auftrat. Auch GROSS und SIEGEL (1982) erreichten bei Junghennen die oben zitierten positiven Effekte und eine verbesserte Futterverwertung durch eine Kombination aus freundlicher Ansprache und Berührung sowie der Darbietung von Futter während der ersten acht Lebenswochen. Insofern scheint das Streuen von Körnern nicht nur aus Sicht der Beschäftigung der Tiere eine wertvolle Maßnahme zu sein, sondern auch, weil damit höchst wahrscheinlich effektiv die Furcht von Hennen gegenüber dem Menschen reduziert werden kann.

#### **4.3.4 Managementmaßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität**

Die Luftqualität im Stall hat breite Auswirkungen, nicht nur auf das Wohlergehen einschließlich der Gesundheit der Tiere, sondern auch auf die Arbeitsplatzqualität einschließlich der Gesundheitsrisiken für den Menschen sowie auf die unbelebte und belebte Umwelt über die Stoffe, die aus den Ställen emittiert werden. Besonders zwei Arten der Luftverunreinigung im Stall spielen für alle drei Bereiche bei Legehennen eine erhebliche Rolle: Ammoniak und Staub.

Hühner meiden bei freier Wahl Ammoniakkonzentrationen über etwa 10 ppm (JONES et al., 2005). Ein Teil der Möglichkeiten zur Verbesserung der Luftqualität liegt im baulich-technischen Bereich, z. B. durch Vorhandensein einer Kotbandbelüftung oder einer entsprechenden Dimensionierung des Lüftungssystems (EURICH-MENDEN et al., 2006). Für die Tiere ist auch das Angebot eines Außenscharraumes oder Wintergartens eine gute Möglichkeit, ihnen zeitweise Zugang zu einem Bereich mit besserer Luftqualität zu gewähren, der außerdem noch eine Reizanreicherung bedeutet und nach STAACK, et al. (2007) zu einer Reduzierung von Verletzungen durch Kannibalismus beitragen kann. Auf der Seite der Managementmaßnahmen sind zum Beispiel eine angepasste Proteinfütterung, Erniedrigung der Besatzdichte, ausreichendes Nachstreuen und Fahren des Stalls bei niedrigeren Temperaturen effektiv (EURICH-MENDEN et al., 2006).

In der Geflügelhaltung treten im Vergleich zu anderen Nutztierrhaltungen in der Regel die höchsten Gesamtstaubkonzentrationen in der Luft auf (SEEDORF und HARTUNG, 2002). Zudem entstehen überall dort, wo Einstreu vorhanden ist und die Tiere in der Einstreu eine hohe Aktivität zeigen, nochmals höhere Staubkonzentrationen. Dennoch gibt es drei grundsätzliche Ansatzpunkte zu einer effektiven Staubaufrechnung: die Staubentstehung zu vermindern, zu einer stärkeren Sedimentation des Staubes beizutragen und Staub regelmäßig zu entfernen. Die Quellen für Staub sind vor allem Futtermittel, Einstreu, Haut, Haare oder Federn sowie Exkreme (SEEDORF und HARTUNG, 2002). So kann durch die Wahl der Futter- und Einstreumittelart und ihren Zerkleinerungsgrad, aber auch durch die Fütterungs- oder Einstreutechnik die Staubentstehung beeinflusst werden (EURICH-MENDEN et al., 2006). Je feiner zerteilt und je trockener die Materialien und je höher zum Beispiel die Fallhöhen, umso mehr Staub entsteht. Beispielsweise fanden WANKA et al. (2004) im Gegensatz zur Vermutung von PESCHEL (2004) tendenziell höhere Staubkonzentrationen in Ställen mit Sand als Eintreumaterial als mit Stroh. Auch Ölzusätze zum Futter können die Staubentwicklung mindern (EURICH-MENDEN et al., 2006). Vor allem führen auch mehr Tiere zu mehr Staub, so dass die Senkung der Besatzdichte eine besonders effektive Maßnahme zur Staubaufrechnung ist. Eine stärkere Sedimentation des Staubes kann zum Beispiel durch Öl- oder Wasservernebelung im Stall erreicht werden (PESCHEL 2004, EURICH-MENDEN et al., 2006), wobei eine Befeuchtung der Einstreu zu vermeiden ist, damit nicht wiederum die Ammoniakentstehung gefördert wird. Auch die Ionisation der Stallluft scheint ein viel versprechender Ansatz zu sein, der sich gleichzeitig auf Ammoniak- und Luftkeimgehalte günstig auswirken kann (RITZ et al., 2006), dessen Potential jedoch unterschiedlich eingeschätzt wird (EURICH-MENDEN et al., 2006). Das Entfernen von Staub sollte im Rahmen der Reinigung des Stalles sehr gründlich erfolgen, kann aber auch zwischenzeitlich durchgeführt effektiv sein. Das Entfernen des Staubes aus der Stallluft durch eine gute

Lüftung ist aus Sicht der Tiere sehr wichtig, löst allerdings das Problem der Staubemissionen in die Umwelt nicht, kann sogar in gewissem Grad je nach Art der Lüftung durch die Luftbewegung die Staubentwicklung steigern. An dieser Stelle können nur Filter helfen, die jedoch derzeit als zu teuer eingeschätzt werden (EURICH-MENDEN et al., 2006).

In der Vergangenheit wurde den verschiedenen Möglichkeiten einer Verbesserung der Stallluftqualität zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Es ist zu wünschen, dass verschiedene Maßnahmen gezielter in der Praxis getestet und vermehrt zum Einsatz kommen werden.

### 4.3.5 Auslaufmanagement

Um die potentiell positiven Auswirkungen eines Auslaufs auf das Wohlergehen der Hennen voll zu nutzen und negative Effekte, auch auf die Umwelt, zu begrenzen (EURICH-MENDEN et al., 2006, KNIERIM, 2006), sind eine Reihe von Managementmaßnahmen zu empfehlen. So sollte zunächst das Ziel einer möglichst guten Auslaufnutzung bestehen, da diese das Risiko für Federpicken deutlich senkt (GREEN et al., 2000, BESTMAN und WAGENAAR, 2003, NICOL et al., 2003, MAHBOUB et al., 2004). Außerdem erwartet sicherlich der Verbraucher, der Freiland- oder ökologische Eier kauft, dass die Hennen sich tatsächlich in nennenswertem Umfang außerhalb des Stallgebäudes aufgehalten haben. Wesentliche Faktoren, die die Auslaufnutzung beeinflussen, sind die Gruppengröße, das Angebot von Schutz und verschiedenen Reizen im Freiland sowie die Vorerfahrung der Hennen aus der Aufzucht. Der wohl am stärksten wirksame Faktor ist die Gruppengröße. Je größer die Gruppe, umso geringer ist die Auslaufnutzung (BUBIER und BRADSHAW, 1998, HARLANDER-MATAUSCHEK et al. 2003, MUßLICK et al., 2004, HEGELUND et al., 2005, ELBE, 2006). Allerdings weisen die Anteile der Hennen, die sich durchschnittlich über einen Tag hinweg im Auslauf aufhalten, zwischen den Untersuchungen große Streuungen auf, was darauf hinweist, dass es auch noch andere wichtige Einflussfaktoren gibt. Bei der Interpretation der Zahlen zur Auslaufnutzung ist zu berücksichtigen, dass die Hennen normalerweise sehr häufig zwischen Stall und Auslauf hin- und herwechseln (MAHBOUB et al., 2004, HOGEWERF et al., 2005) und die Aufenthaltsintervalle im Auslauf meist jeweils nur 15 bis 30 Minuten dauern (MÜLLER et al., 2001, HOGEWERF et al., 2005). Darüber hinaus gibt es Zeiten, zu denen grundsätzlich nur wenige Hennen im Auslauf anzutreffen sind, so nach Störungen oder bei starkem Sonnenschein. Somit reflektieren die Durchschnittsanteile Hennen im Auslauf nicht den Anteil der Hennen, die überhaupt den Auslauf benutzen. Der niedrigste berichtete durchschnittliche Anteil Legehennen im Auslauf liegt bei 4,0 % in einer Herde mit 16.000 Hennen (MUßLICK et al., 2004), der höchste bei 42,1 % in zwei Herden mit jeweils 490 Hennen (BUBIER und BRADSHAW, 1998). Eine Unterteilung großer Herden in kleinere Gruppen kann also eine sinnvolle Maßnahme sein, um die Auslaufnutzung zu steigern. Hinsichtlich der Wirksamkeit des Angebots von Deckung und Reizen im Auslauf führten die bislang durchgeföhrten experimentellen Untersuchungen nicht zu überzeugenden Ergebnissen (ZELTNER und HIRT, 2003, ZELTNER et al., 2004, GRIGOR et al., 2005). Allerdings wurde in einer epidemiologischen Untersuchung an 100 Herden gefunden, dass solche Ausläufe besser genutzt wurden, die über mehr natürliche Vegetation wie Bäume oder Sträucher verfügten (NICOL et al., 2003). Eine zusätzliche Stimulierung zur Nutzung des Freilands kann durch Hähne erfolgen, da Hähne generell das Freiland besser nutzen als Hennen (HARLANDER-MATAUSCHEK et al., 2003) und sie durch ihre Wachsamkeit einen Schutz für die Hennen darstellen (BASSLER et al., 2000, BESTMAN und WAGENAAR, 2003) und das Furchtniveau bei den Hennen senken (ODÉN et al., 2005). Ein weiterer sehr bedeutender Einflussfaktor ist wiederum die Vorerfahrung der Hennen aus der Aufzucht. So zeigten GRIGOR et al. (1995), dass Junghennen, die bereits ab der 12. bis 20. Lebenswoche regelmäßigen Zugang zum Freiland hatten, später eine größere Bereitschaft zum Betreten des Freilands zeigten und weniger furchtsam waren, nachgewiesen in Tests der tonischen Immobilität. Ein wichtiger Grund für Furcht das Freiland zu betreten, sind vermutlich die grundsätzlich anderen Lichtverhältnisse im Freiland gegenüber dem Stall (PREScott und WATHES, 1999). Insofern können auch die Beleuchtungsverhältnisse in der Aufzucht eine Rolle spielen, die häufig extrem niedrig sind (STAACK et al., 2007) und somit eine

Gewöhnung an die Bedingungen des Freilands vermutlich erschweren. Zusätzlich wurden in einigen Untersuchungen Herkunftsunterschiede in der Nutzungsbereitschaft des Freilands gefunden (ZELTNER und HIRT, 2003, MAHBOUB et al., 2004), in anderen nicht (KEPPLER et al., 2006), je nach untersuchten Herkünften und möglicherweise weiteren Rahmenbedingungen.

Wird eine gute Freilandnutzung erreicht, stellen sich damit allerdings weitere Probleme, die vor allem mit der ungleichmäßigen Nutzung der Freilandausläufe durch die Hennen zusammen hängen. Legehennen halten sich bevorzugt in Stallnähe auf (MENZI et al., 1997, HÄNE et al., 2000, ZELTNER und HIRT, 2003, ZORN et al., 2004, FÜRMETZ et al., 2005a, ELBE, 2006). Aufgrund der hohen Frequentierung des stallnahen Bereichs zerstören sie durch Laufen, Scharren, Sandbaden und Picken die Grasnarbe innerhalb kurzer Zeit (HÖRNING et al., 2002, DEERBERG, 2003). Der Verlust der Vegetationsdecke erhöht zum einen die Gefahr der Bodenerosion, zum anderen können die über den Hennenkot eingetragenen Nährstoffe nicht mehr von den Pflanzen aufgenommen werden. Dies fördert die Akkumulation im Boden und die Auswaschungsgefahr weiter. Neben dem Eintrag von Stickstoffverbindungen kann auch die Nährstoffsituation bezüglich Phosphor problematisch sein. Dieser akkumuliert ebenfalls besonders im stallnahen Bereich, wobei in diesem Fall aufgrund der stärkeren Sorption des Nährstoffs, besonders in tonigen und humusreichen Böden, der Oberflächenabfluss in Verbindung mit Bodenerosion eine größere Rolle spielt als die Auswaschung (MENKE und PAFFRATH, 1996). Auch bezüglich Kalium können Probleme entstehen (MENKE und PAFFRATH, 1996). Eine Reihe von Maßnahmen werden empfohlen, um die Umweltrisiken zu mindern: Auf eine „Verdünnung“ des Koteintrags zielen genügend große Flächen in Hühnerlaufweite (MEIERHANS und MENZI, 1995). Auch eine bessere Verteilung der Tiere mindert die punktförmig hohen Einträge. Dies kann erreicht werden durch die Anordnung der Ausgänge in den Auslauf über eine möglichst große Breite des Stalles sowie eine gute Strukturierung der Fläche mit Bäumen, Sträuchern, mobilen Unterständen und Sandbädern (MEIERHANS und MENZI, 1995, ZELTNER und HIRT, 2003). Der Koteintrag in den Boden im stallnahen Bereich kann auch durch Befestigung des Bereichs vor den Auslaufklappen, z. B. in Form einer Kotwanne (HÖRNING et al., 2002), oder Bedeckung zum Beispiel mit Holzhackschnitzeln, die regelmäßig ausgewechselt werden (ELBE, 2006), vermindert werden. Die Effektivität der Holzhackschnitzel wird allerdings von MENKE und PAFFRATH (1996) nicht bestätigt. Größere Wirkungen können dadurch erreicht werden, dass die Flächen bewachsen bleiben (MEIERHANS und MENZI, 1995), zum Beispiel durch den Einsatz von Rasenschutzgittern (ELBE, 2006) sowie Nachsaat (MENKE und PAFFRATH, 1996), und die Nährstoffe durch besonders nährstoffzehrende Pflanzen aufgenommen werden, möglicherweise verbunden mit einer Schnittnutzung zur Nährstoffabfuhr (MENKE und PAFFRATH, 1996, DEERBERG, 2003). Allerdings wurde das Potential solcher pflanzenbaulichen Maßnahmen zum Schutze des Bodens und der Gewässer sowie die Realisierbarkeit auf unterschiedlichen Betrieben in standortgebundenen, langfristig genutzten Hennenausläufen bisher nicht untersucht. Auch Wechselausläufe sind vor diesem Hintergrund zu empfehlen, weil ein wiederholter Pflanzenaufwuchs möglich ist (MENKE und PAFFRATH, 1996). Eine geschlossene Vegetationsdecke verringert gleichzeitig das Risiko der Erosion sowie Abschwemmung und Auswaschung der Nährstoffe (MEIERHANS und MENZI, 1995). Dieser Gefahr soll auch durch möglichst ebene Auslaufflächen und eine ausreichende Entfernung zu Gewässern Rechnung getragen werden (MEIERHANS und MENZI, 1995). Verschiedene Untersuchungen griffen des Weiteren die Möglichkeit der Nutzung teilmobiler oder vollmobiler Hühnerställe auf (DEERBERG, 2003, BASSLER, 2005, FÜRMETZ et al., 2005a, FÜRMETZ et al., 2005b), mit denen ein Wechsel der Weideflächen noch besser möglich ist und die Legehennenhaltung sogar in die Fruchtfolge integriert werden könnte.

Besondere Managementanstrengungen sind auch nötig, um dem grundsätzlichen Risiko einer höheren Parasitenexposition im Freiland zu begegnen. Tatsächlich werden regelmäßig mehr Wurmeier und Kokzidienoozyten im Kot von Freilandhennen gefunden als im Kot von Bodenhaltungshennen (PERMIN et al., 1999, HÄNE et al., 2000, GAYER et al., 2004). Dies allein stellt nicht notwendigerweise ein Problem dar, so lange die Befallszahlen gering sind. Im Gegenteil kann aufgrund eines niedrigen Befalls eine natürliche Immunität gegenüber

einer Reihe dieser Parasiten ausgebildet werden (THAMSBORG et al., 1999). Allerdings bedeutet es ein erhöhtes Risiko, dass es bei ungünstigen Umweltbedingungen zu einer starken Vermehrung der Parasiten und damit zu klinischen Erkrankungen kommen könnte. Außerdem können einige Parasiten als Vektoren für weitere Krankheitserreger agieren, so *Heterakis gallinarum* für *Histomoniasis meleagridis* oder *Ascaridia galli* für Salmonellen. Daher sind zweierlei Maßnahmen wichtig: zum einen ist das Management insgesamt so zu optimieren, dass die Tiere über eine gute Immunität verfügen und keinen zusätzlichen Belastungen ausgesetzt sind, zum anderen sollte der Parasitendruck gesenkt werden durch Rotation der Ausläufe und Hygienemaßnahmen wie Auswechseln des Bodens oder einer Streuschicht im unmittelbaren Stallbereich oder Kalkung der Flächen (HAFEZ und BÖHM, 2002, KNIERIM, 2004). Bei der Planung der Flächenrotation sollte allerdings bedacht werden, dass lange Ruhezeiten von mindestens einem Jahr als sinnvoll angesehen werden, um den Parasitendruck spürbar zu senken (THAMSBORG et al., 1999). Eine abgesicherte Bewertung verschiedener Managementmaßnahmen zur wirkungsvollen Gesunderhaltung der Bestände unter dem Aspekt der Parasitenbelastung steht allerdings noch aus. Hier besteht noch großer Forschungsbedarf (vgl. 6. Kapitel).

## Literatur

Aerni, V., H. El-lethey, B. Wechsler (2000): Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. *Poultry Science* 41, 16 - 21

Appleby, M.C., G.S. Hogarth, J.A. Anderson, B.O. Hughes, C.T. Whittemore (1988): Performance of deep litter system for egg production. *British Poultry Science* 29, 735 - 751

Barnett, J.L., P.H. Hemsworth (1989): Fear of humans by laying hens in different tiers of a battery: Behavioural and physiological responses. *British Poultry Science* 30, 497 - 502

Barnett, J.L., P.H. Hemsworth, G.M. Cronin, E.A. Newman, T.H. McCallum, D. Chilton (1992): Effects of pen size, partial stalls and method of feeding on welfare-related behavioural and physiological responses of group-housed pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 34, 207 - 220

Barnett, J.L., P.H. Hemsworth, D.P. Hennessy, T.H. Callum, E.A. Newman (1994): The effects of modifying the amount of human contact on behavioural, physiological and production responses of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 41, 87 - 100

Bassler, A., P. Ciszuk, K. Sjelin (2000): Management of laying hens in mobile houses - a review of experiences. In: *Ecological animal husbandry in the Nordic countries*, Hrsg. Hermansen, J.E., Lund, V., Thuen, E. Danish Resarch Centre for Organic Farming Tjele, Denmark, 45 - 50

Bassler, A.W. (2005): Organic broilers in floorless pens on pasture. Doctoral Thesis No. 2005:67, Swedish University of Agricultural Sciences

Baum, S. (1994): Die Verhaltenstörung Federpicken beim Haushuhn (*Gallus gallus forma domestica*). Ihre Ursachen, Genese und Einbindung in den Kontext des Gesamtverhaltens. Diss., Fachbereich Biologie, Philipps-Universität Marburg

Bestman MWP, Wagenaar JP (2003) Farm level factors associated with feather pecking in organic laying hens. *Livestock Production Science* 80, 133-140

Blokhus, H.J. (1986): Feather-pecking in poultry: its relation with ground-pecking. *Applied Animal Behaviour Science* 16, 63 - 67

Blokhus, H.J., J.G. Arkes (1984): Some observations on the development of featherpecking in poultry. *Applied Animal Behaviour Science* 12, 145 - 157

Blokhus, H.J., J.W. Van der Haar (1989): Effects of floor type during rearing and of beak trimming on ground pecking and feather pecking in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 22, 359 - 369

Blokhus, H.J., J.W. Van der Haar (1992): Effects of pecking incentives during rearing on feather pecking of laying hens. *British Poultry Science* 33, 17 - 24

Boshouwers, F.M.G., E. Nicaise (1987): Physical activity and energy expenditure of laying hens as affected by light intensity. *British Poultry Science* 28, 155 - 163

Bright, A. (2007): Plumage colour and feather pecking in laying hens, a chicken perspective? *British Poultry Science* 48, 253 - 263

Bright, A. (2008): Vocalisations and acoustic parameters of flock noise from feather pecking and non-feather pecking laying flocks. *British Poultry Science* 49, 241 - 249

Bubier, N.E., R.H. Bradshaw (1998): Movement of flocks of laying hens in and out of the hen house in four free range systems. *British Poultry Science* 39, S5-S18

Carmichael, N.L., A.W. Walker, B.O. Hughes (2005): Laying hens in large flocks in a perchery system: influence of stocking density on location, use of resources and behaviour. *British Poultry Science* 40, 165 - 176

Cloutier, S., R.C. Newberry (2002): A note on aggression and cannibalism in laying hens following re-housing and re-grouping. *Applied Animal Behaviour Science* 76, 157 - 163

Cloutier, S., R.C. Newberry, K. Honda, J.R. Alldredge (2004): Cannibalistic behaviour spread by social learning. *Animal Behaviour* 63, 1153 - 1162

Deerberg, F. (2003): Entwicklung von Konzepten für eine tiergerechte und standortangepasste Bewirtschaftung von Grünaußläufen in der Geflügelhaltung. In: Untersuchungsvorhaben in der ökologischen Schweine- und Geflügelhaltung in Niedersachsen 2002 - 2003, Hrsg. Landwirtschaftskammer Hannover RÖL, Hannover, 1 - 86

Duncan, I.J.H., G.S. Slee, E. Seawright, J. Breward (1989): Behavioural consequences of partial beak amputation (beak trimming) in poultry. *British Poultry Science* 30, 479 - 488

El-lethey, H., V. Aerni, T.W. Jungi, B. Wechsler (2000): Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. *British Poultry Science* 41, 22 - 28

El-lethey, H., T.W. Jungi, B. Huber-Eicher (2001): Effects of feeding corticosterone and housing conditions on feather pecking in laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *Physiology & Behavior* 73, 243 - 251

Elbe, U. (2006): Freilandhaltung von Legehennen unter besonderer Berücksichtigung der Auslaufnutzung, des Stickstoff- und Phosphoreintrags in den Boden und des Nitrateintrags ins Grundwasser. Diss., Georg-August-Universität Göttingen

Emmans, G.C., D.R. Charles (1977): Climatic environment and poultry feeding in practice. In: *Nutrition and the Climatic Environment*, Hrsg. Haresign W, Swan H, Lewis D, Butterworths London, 31 - 49

Eurich-Menden, B., W. Achilles, J. Frisch, S. Fritzsche, M. Funk, E. Grimm, W. Hartmann, A. Hielscher, H. Lutz, S. Melzer, M. Schwab, K. Klindworth, P. Laubach, M. Mußlick, G. Trei, S. Zimmer-Rühle, L. Schrader, B. Bünger, M. Marahrens, I. Müller-Arnke, C. Otto, D. Schäffer, F. Zerbe (2006): Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren. KTBL-Schrift 446 KTBL Darmstadt

Freire, R., L.J. Wilkins, F. Short, C.J. Nicol (2003): Behaviour and welfare of individual laying hens in a non-cage system. *British Poultry Science* 44, 22 - 29

Fröhlich, E.K.F. (1991): Zur Bedeutung erhöhter Sitzstangen und räumlicher Enge während der Aufzucht von Legehennen. In: *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1990*, KTBL-Schrift 344, KTBL Darmstadt, 36 - 47

Fürmetz, A., C. Keppler, U. Knierim, F. Deerberg, J. Heß (2005a): Legehennen in einem mobilen Stallsystem - Auslaufnutzung und Flächenzustand. In: *Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, Kassel, 1.- 4. März 2005, Hrsg. Heß, J., Rahmann, G., kassel university press Kassel, 313-302

Fürmetz, A., C. Keppler, U. Knierim, F. Deerberg, J. Heß (2005b): Legehennen in einem mobilen Stallsystem - Flächenmanagement und resultierende Stickstoffgehalte im Auslauf. In: *Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, Kassel, 1.- 4. März 2005, Hrsg. Heß, J., Rahmann, G., kassel university press Kassel, 299 - 302

Gayer, P., K. Damme, R.-A. Hidebrand, J. Lippmann, W. Reichardt (2004): Tiergesundheit und Hygiene. In: *Alternative Legehennenhaltung. Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen.*, Hrsg. Bergfeld U, Damme K, Golze M, Reichardt W, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Dresden, 85 - 122

Gentle, M.J. (1992): Pain in birds. *Animal Welfare* 1, 235 - 247

Gentle, M.J., B.O. Hughes, A. Fox, C.H. Waddington (1997): Behavioural and anatomical consequences of two beak trimming methods in 1- and 10-d-old domestic chicks. *British Poultry Science* 38, 453 - 463

Gentle, M.J., C.H. Waddington, L.N. Hunter, R.B. Jones (1990): Behavioural evidence for persistent pain following partial beak amputation in chickens. *Applied Animal Behaviour Science* 27, 149 - 157

Glatz, P.C. (2000): A review of beak trimming methods. Final report on project MS989-53 to Rural Industries Research and Development Corporation, RIRDC Publication 00/72, Canberra, Australia, URL: <http://www.rirdc.gov.au/reports/CME/00-72.pdf>

Glatz, P.C., C. A. Lunam, J.L. Barnett, E.C. Jongman (1998): Prevent chronic pain developing in layers subject to beak trimming and re-trimming. Final report on project SAR-3A for the Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra, Australia, URL: <http://www.rirdc.gov.au/reports/EGGS/SAR-3A.doc>

Graml, C., S. Waiblinger, K. Niebuhr (2007): Validation of tests for on-farm assessment of the hen-human relationship in non-cage systems. *Applied Animal Behaviour Science* 111, 301 - 310

Green, L.E., K. Lewis, A. Kimpton, C.J. Nicol (2000): Cross-sectional study of the prevalence of feather pecking in laying hens in alternative systems and its associations with management and disease. *The Veterinary Record* 147, 233 - 238

Gregory, N.G., L.J. Wilkins, S.D. Elperuma, A.J. Ballantyne, N.D. Overfield (1990): Broken bones in chickens. 3. Effect of husbandry system and stunning methods in end of lay hens. *British Poultry Science* 31, 59 - 69

Grigor, P.N., B.O. Hughes, M.C. Appleby (1995): Effects of regular handling and exposure to an outside area on subsequent fearfulness and dispersal in domestic hens. *Applied Animal Behaviour Science* 44, 47 - 55

Grigor, P.N., B.O. Hughes, M.C. Appleby (2005): Emergence and dispersal behaviour in domestic hens: effects of social rank and novelty. *Applied Animal Behaviour Science* 45, 97 - 108

Gross, W.B., P.B. Siegel (1982): Socialization as a factor in resistance to infection, feed efficiency, and response to antigen in chickens. *American Journal of Veterinary Research* 43, 2010 - 2012

Gunnarsson, S., L.J. Keeling, J. Svedberg (1999): Effects of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *British Poultry Science* 40, 12 - 18

Hafez, H.M., R. Böhm (2002): Reinigung und Desinfektion in der Geflügelwirtschaft. In: *Reinigung und Desinfektion in der Geflügelwirtschaft*, Hrsg. Strauch, D., Böhm, R., Enke Verlag Stuttgart, 123 - 152

Häne, M., B. Huber-Eicher, E. Fröhlich (2000): Survey of laying hen husbandry in Switzerland. *World's Poultry Science Journal* 56, 21 - 31

Hansen, I., B.O. Braastad (1994): Effect of rearing density on pecking behaviour and plumage condition of laying hens in two types of aviary. *Applied Animal Behaviour Science* 40, 263 - 272

Harlander-Matauschek, A., B. Bessie (2005): Feather eating and crop filling in laying hens. *Archiv für Geflügelkunde* 69, 241 - 244

Harlander-Matauschek, A., K. Niebuhr, J. Troxler (2003): Untersuchungen zur Akzeptanz des Auslaufes durch Hähne im Vergleich zu Hennen. In: *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2002*, KTBL-Schrift 418, KTBL Darmstadt, 45 - 50

Hegelund, L., J.T. Sørensen, J.B. Kjær, I.S. Kristensen (2005): Use of the range area in organic egg production systems: effect of climatic factors, flock size and artificial cover. *British Poultry Science* 46, 1 - 8

Hemsworth, P.H., J.L. Barnett (1989): Relationships between fear of humans, productivity and cage position of laying hens. *British Poultry Science* 30, 505 - 518

Hemsworth, P.H., G.J. Coleman (1998): Human-livestock interactions - the stockperson and the productivity and welfare of intensively farmed animals. CAB International Wallingford, UK

Hogewerf, P.H., W. Schouten, A.C. Smits (2005): Do hens really go outside if they are allowed to do so? In: *Should hens be kept outside?* Workshop of the Animal Science Group, Wageningen, UR Lelystad and the Dutch Ministry of Agriculture, Nature and Food, 18.-20.4.05, Nijmegen, NL, URL: <http://de.scientificcommons.org/1160579>

Hörning, B., M. Höfner, G. Trei, D.W. Fölsch (2002): Auslaufhaltung von Legehennen. KTBL-Arbeitspapier 279, KTBL Darmstadt, -67 S.

Huber-Eicher, B., L. Audigé (1999): Analysis of risk factors for the occurrence of feather pecking in laying hen growers. *British Poultry Science* 40, 599 - 604

Huber-Eicher, B., B. Wechsler (1997): Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. *Animal Behaviour* 54, 757 - 768

Huber-Eicher, B., B. Wechsler (1998): Der Einfluss von Qualität und Verfügbarkeit des Erkundungsmaterials auf die Entwicklung von Federpicken bei Legehennenküken. In: *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1997*, KTBL-Schrift 380, KTBL Darmstadt, 21 - 29

Hughes, B.O., I.J.H. Duncan (1972): The influence of strain and environmental factors upon feather pecking and cannibalism in fowls. *British Poultry Science* 13, 525 - 547

Jones, E.K.M., C.M. Wathes, A.J.F. Webster (2005): Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience. *Applied Animal Behaviour Science* 90, 293 - 308

Keppler, C., R. Haase, U. Knierim (2006): Welche Faktoren beeinflussen die Auslaufnutzung von Legehennen? In: *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2006*, KTBL-Schrift 448, KTBL Darmstadt, 231 - 239

Kjær, J.B., K.S. Vestergaard (1999): Development of feather pecking in relation to light intensity. *Applied Animal Behaviour Science* 62, 243 - 254

Knierim, U. (2004): Hygienemaßnahmen/Gesundheitsmanagement. In: *Artgerechte Geflügelerzeugung. Fütterung und Management*, Hrsg. Deerberg, F., Joost-Meyer zu Bakum, R., Staack, M., Bioland Verlags GmbH Mainz, 94 - 103

Knierim, U. (2006): Animal welfare aspects of outdoor runs for laying hens: a review. *NJAS Wageningen Journal of Life Sciences* 54, 133 - 145

Köhler, B., D.W. Fölsch, J. Strube, K. Lange (2001): Influences of green forage and lighting conditions on egg quality and hen welfare. In: *Proceedings 6th European Symposium on Poultry Welfare*, Zollikofen, Hrsg. Oester, H., Wyss, 309 - 311

Lee, H.-Y., J.V. Craig (1990): Beak-trimming effects of the behavior and weight gain of floor-reared. Egg-strain pullets from three genetic stocks during the rearing period 1,2. *Poultry Science* 69, 568 - 575

Lindberg, A.C., C.J. Nicol (1994): An evaluation of the effect of operant feeders on welfare of hens maintained on litter. *Applied Animal Behaviour Science* 41, 211 - 227

Lüders, H. (1993): Verhaltensstörungen. In: *Kompendium der Geflügelkrankheiten*, 5. Aufl., Hrsg. Siegmann O, Verlag Paul Parey Berlin, 302 - 306

Mahboub, H.D.H., J. Müller, E. Von Borell (2004): Outdoor use, tonic immobility, heterophil/lymphocyte ratio and feather condition in free-range laying hens of different genotypes. *British Poultry Science* 45, 738 - 744

McKeegan, D.E.F., C.J. Savory (2001): Feather eating in individually caged hens which differ in their propensity to feather peck. *Applied Animal Behaviour Science* 73, 131 - 140

Meierhans, D., H. Menzi (1995): Freilandhaltung von Legehennen: Bedenklich aus ökologischer Sicht? *DGS Magazin* 9, 12 - 17

Menke, A., A. Paffrath (1996): Freilandhaltung von Legehennen: Artgerechte Tierhaltung ökologisch bedenklich? *DGS Magazin* 22, 11 - 16

Menzi, H., H. Shariatmadari, D. Meierhans, H. Wiedmer (1997): Nähr- und Schadstoffbelastung von Gefügelausläufen. *Agrarforschung* 4, 361 - 364

Müller, J., J. Hillig, E. Von Borell, N. Thies (2001): Untersuchungen zur Akzeptanz des Auslaufs durch Legehennen in einem Haltungssystem mit Wintergarten und Grünauslauf. *Lohmann Information* 4, 1 - 5 , Lohmann.

Mußlick, M., W. Reichardt, P. Gayer, H. Hochberg (2004): Auslaufnutzung. In: *Alternative Legehennenhaltung. Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen.*, Hrsg. Bergfeld, U., Damme, K., Golze, M., Reichardt, W., Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Dresden, 123 - 138

Nicol, C., S.N. Brown, E. Glen, S.J. Pope, F. Short, P.D. Warris, P.H. Zimmerman, L.J. Wilkins (2006): Effects of stocking density, flock size and management on the welfare of laying hens in single-tier aviaries. *British Poultry Science* 47, 135 - 146

Nicol, C.J., N.G. Gregory, T.G. Knowles, I.D. Parkman, L.J. Wilkins (1999): Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 65, 137 - 152

Nicol, C.J., C. Pötzsch, K. Lewis, L.E. Green (2003): Matched concurrent case-control study of risk factors for feather pecking in hens on free-range commercial farms in the UK. *British Poultry Science* 44, 515 - 523

Niebuhr, K., Gruber B, Thenmaier I, Zaludik K (2006) Aktuelle Situation in Österreich. *Landbauforschung Völkenrode* Sonderheft 302, 7-13

Niebuhr, K., S. Waiblinger (2007): Farmers' attitudes, daily working and handling practices on grower and laying hens farms and their relationship with hen welfare. Unveröffentlichter Abschlussbericht im Rahmen des EU-Projektes Welfare Quality(R), 22 S.

Nørgaard-Nielsen, G., K. Vestergaard, H.B. Simonsen (1993): Effects of rearing experience and stimulus enrichment on feather damage in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 38, 345 - 352

Nuboer, J.F.W. (1993): Visual Ecology in poultry houses. In: *Proceedings 4th European Symposium on Poultry Welfare*, Edinburgh, Hrsg. Savory CJ, Hughes BO, 39 - 53

Odén, K., S. Gunnarsson, C. Berg, B. Algiers (2005): Effects of sex composition on fear measured as tonic immobility and vigilance behaviour in large flocks of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 95, 89 - 102

Odén, K., L.J. Keeling, B. Algiers (2002): Behaviour of laying hens in two types of aviary systems on 25 commercial farms in Sweden. *British Poultry Science* 43, 169 - 181

Permin, A., M. Bisgaard, F. Frandsen, M. Pearman, J. Kold, P. Nansen (1999): Prevalence of gastrointestinal helminths in different poultry production systems. *British Poultry Science* 40, 439 - 443

Peschel, J. (2004): Hochdruck-Vernebelungssystem in Volierenställen. *DGS-Magazin* 36, 19 - 20

Prescott, N.B., C.M. Wathes (1999): Spectral sensitivity of the domestic fowl (*Gallus g. domesticus*). *British Poultry Science* 40, 332 - 339

Ritz, C.W., B.W. Mitchell, B.D. Fairchild, M. Czarick, J.W. Worley (2006): Improving in-house air quality in broiler production facilities using an electrostatic space charge system. *Journal of Applied Poultry Research* 15, 333 - 340

Savory, C.J. (1995): Feather pecking and cannibalism. *World's Poultry Science Journal* 51, 215 - 219

Savory, C.J., J.S. Mann (1997): Behavioural development in groups of pen-housed pullets in relation to genetic strain, age and food form. *British Poultry Science* 38, 38 - 47

Savory, C.J., J.S. Mann, M.G. MacLeod (1999): Incidence of pecking damage in growing bantams in relation to food form, group size, stocking density, dietary tryptophan concentration and dietary protein source. *British Poultry Science* 40, 579 - 584

Seedorf, J., J. Hartung (2002): Stäube und Mikroorganismen in der Tierhaltung. *KTBL-Schrift* 393 KTB  
Darmstadt

Sherwin, C.M., C.L. Devereux (1999): Preliminary investigations of ultraviolet-induced markings on domestic turkey chicks and a possible role in injurious pecking. *British Poultry Science* 40, 429 - 433

Simonsen, H.B., K.S. Vestergaard, P. Willeberg (1980): Effect of floor type and density on integument of egg-layers. *Poultry Science* 59, 2202 - 2206

Staack, M., B. Gruber, C. Keppler, K. Zaludik, K. Niebuhr, U. Knierim (2007): Erarbeitung von Mindestanforderungen für die Junghennenauzucht im Hinblick auf die Minimierung von Federpicken und Kannibalismus in der Boden- und Freilandhaltung von Legehennen auf der Grundlage einer epidemiologischen Untersuchung. Schlussbericht des Forschungsauftrags 04HS007 an das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), 88 S.,

Staack, M., U. Knierim (2003): Studie zur Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen für Legehennen. In: Gutachten im Auftrag des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Berlin, 25 S., URL: [http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/landwirtschaft/20031100\\_landwirtschaft\\_haltung\\_legehennen\\_studie.pdf](http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/landwirtschaft/20031100_landwirtschaft_haltung_legehennen_studie.pdf)

Steenfeldt, S., J.B. Kjær, R.M. Engberg (2007): Effect of feeding silages or carrots as supplements to laying hens on production performance, nutrient digestibility, gut structure, gut microflora and feather pecking behaviour. *British Poultry Science* 48, 454 - 468

Tauson, R., S.A. Svensson (1980): Influence of plumage condition on the hen's feed requirement. *Swedish Journal of Agricultural Research* 10, 35 - 39

Thamsborg, S.M., A. Roepstorff, M. Larsen (1999): Integrated and biological control of parasites in organic and conventional production systems. *Veterinary Parasitology* 84, 169 - 186

Thiele, H.-H. (2007): Management recommendations for rearing pullets for alternativ housing systems. *Lohmann Information* 42, 14 - 23

Tierschutzgesetz (2006): Tierschutzgesetz in der Neufassung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I Nr. 25 vom 31.5.2006 S. 1206; ber. am 07.06.2006 S. 1313)

Van Krimpen, M.M., R.P. Kwakkel, B.F.J. Reuvekamp, C.M.C. Peet-Schwering, L.A. Den Hartog, M.W.A. Versteegen (2005): Impact of feeding management on feather pecking in laying hens. *Worlds Poultry Science Journal* 61, 663 - 685

Vestergaard, K., J.P. Kruijt, J.A. Hogan (1993): Feather pecking and chronic fear in groups of red junglefowl: their relations to dustbathing, rearing environment and social status. *Animal Behaviour* 45, 1127 - 1140

Waiblinger, S., X. Boivin, V. Pedersen, M.-V. Tosi, A.M. Janczak, E.K. Visser, R.B. Jones (2006): Assessing the human-animal relationship in farmed species: a critical review. *Applied Animal Behaviour Science* 101, 185 - 242

Wanka, U., J. Lippmann, P. Gayer, W. Reichardt, R. Kretschmann, F. Rothe, M. Rieger (2004): Emission, Stallklima und Arbeitsschutz. In: Alternative Legehennenhaltung. Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen., Hrsg. Bergfeld, U., Damme, K., Golze, M., Reichardt, W., Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Dresden, 152 - 209

Wechsler, B. (1992): Zur Genese von Verhaltensstörungen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1991, *KTBL-Schrift* 351, KTB  
Darmstadt, 9 - 17

Wechsler, B., B. Huber-Eicher (1998): The effect of foraging material and perch height on feather pecking and feather damage in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 58, 131 - 141

Yngvesson, J., L. Nedergård, L.J. Keeling (2002): Effect of early access to perches on the escape behaviour of laying hens during a simulated cannibalistic attack. In: *Cannibalism in Laying Hens*. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Skara 2002. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Veterinaria* 120, Hrsg. Yngvesson J.,

Zeltner, E., H. Hirt (2003): Effect of artificial structuring on the use of laying hen runs in a free range system. *British Poultry Science* 44, 533 - 537

Zeltner, E., H. Hirt, J. Hauser (2004): How to motivate laying hens to use the hen run? In: *Organic livestock farming: potential and limitations of husbandry practice to secure animal health and welfare and food quality*. Proceedings 2nd SAFO Workshop 25-27 March 2004, Witzenhausen, Germany, Hrsg. Hovi M, Sundrum, A., Padel, S. University of Reading Reading, 161 - 165

Zeltner, E., T. Klein, B. Huber-Eicher (2000): Is there social transmission of feather pecking in groups of laying hen chicks? *Animal Behaviour* 60, 211 - 216

Zorn, W., J. Lippmann, P. Gayer, H. Schröter, W. Reichardt (2004): Nährstoffeintrag in den Boden. In: *Alternative Legehennenhaltung. Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen.*, Hrsg. Bergfeld, U., Damme, K., Golze, M., Reichardt, W., Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Dresden, 139 - 151

## 5 Ernährung, Fütterung sowie nährstoffökonomische Aspekte

### 5.1 Futtermittelkundliche Aspekte (A. Berk)

#### 5.1.1 Wichtige Futterinhaltsstoffe

##### Weender Rohnährstoffe und weitere stickstofffreie Fraktionen

Grundlage der Ermittlung der wertbestimmenden Bestandteile eines Futtermittels, das gilt für Einzelfuttermittel ebenso wie für Mischfuttermittel, ist die Weender Analyse.

Auf klassisch nasschemische Art werden dabei im eigentlichen Sinne nur die Trockenmasse (T), die Rohasche (XA), das Rohprotein (XP), das Rohfett (XL) und die Rohfaser (XF) bestimmt. Die entsprechenden analytischen Verfahren sind das Trocknen, das Veraschen, die N-Analyse, die Fettextraktion und die Rohfaserbestimmung. Das Rohwasser (keine offizielle Abkürzung), die Organische Masse (OM) und die N-freien Extraktstoffe (XX) werden durch Differenzrechnung ermittelt.

Da sich die Futtermittelbewertung im Laufe der Zeit durch neue Erkenntnisse und bessere analytische Möglichkeiten weiter entwickelt hat, muss man diese Fraktionen heute um folgende erweitern:

- Rohstärke und stärkeähnliche Substanzen (S)
- Zucker, berechnet als Saccharose, bei Milch und Milchprodukten als Laktose (Z)
- Saure-Detergentien-Faser (ADF)
- Neutrale-Detergentien-Faser (NDF), welche für Geflügel eigentlich ohne Bedeutung ist
- Organischer Rest (OR), dieser wird berechnet  $OR = OM - (XP + XL + S + Z + ADF)$

##### Aminosäuren

Zur Fraktion des Rohproteins ( $XP = Nx6,25$ ) gehören die Aminosäuren sowie verschiedene Nicht-Protein-Stickstoffverbindungen (NPN). Für die Erhaltung und die Proteinsynthese (Fleischansatz, Eiproduktion, Gefieder) benötigen die Monogastrier, zu denen das Geflügel gehört, Aminosäuren in bestimmter Menge und in einem bestimmten Verhältnis zueinander. Dabei sind die Tiere und der Mensch in der Lage, Aminosäuren des Futters/Nahrung in körpereigene Aminosäuren umzuwandeln (nichtessentielle Aminosäuren). Im Unterschied dazu können jedoch bestimmte Aminosäuren nicht synthetisiert werden. Diese essentiellen Aminosäuren müssen im Futter enthalten sein, um die genetisch vorprogrammierte Proteinsynthese zu ermöglichen. Die Aminosäure – die im Vergleich zum Bedarf des Tieres im Futter in der geringsten Menge vorhanden ist, limitiert die körpereigene Eiweißsynthese. Für das wachsende Geflügel ist das schwefelhaltige Methionin die erstlimitierende Aminosäure und für die Legehenne ist es Lysin. Die essentiellen Aminosäuren sind:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lysin</li> <li>• Methionin</li> <li>• Threonin</li> <li>• Tryptophan</li> <li>• Valin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isoleucin</li> <li>• Leucin</li> <li>• Histidin</li> <li>• Phenylalanin</li> <li>• Arginin.</li> </ul>
---	---

Sogenannte halbessentielle Aminosäuren sind beim Geflügel Cystin, das durch Methionin ersetzt werden kann und Tyrosin, das durch Phenylalanin ersetzt werden kann.

Für eine angepasste Versorgung monogastrischer Tiere ist eine Bewertung des Proteins bzw. der Aminosäuren auf der Basis ihrer Verdaulichkeit anzustreben. Für die Empfehlungen der Versorgung der Schweine hat die GfE (= Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) in 2006 die Bewertung der Aminosäuren auf der Basis ihrer praecaecalen Verdaulichkeit (auch als „ileal“ oder „dünndarm“ verdaulich bezeichnet) eingeführt. Hier werden sowohl endogene

Verluste durch Verdauungsenzyme und Darmabschilferungen als auch eine futtermittelspezifische Beeinflussung der Aminosäurenverdaulichkeit berücksichtigt. Da für das Geflügel solche Werte für die praecaecale Aminosäurenverdaulichkeit kaum vorliegen, muss vorerst bei der Bewertung der Futtermittel auf den Gehalt an Bruttoaminosäuren zurückgegriffen werden.

### Futterenergie

Alle Vorgänge im lebenden Körper verbrauchen Energie.

Im Gegensatz zu Pflanzen, die über die Möglichkeit der Photosynthese zur Energiegewinnung verfügen, müssen Tiere die notwendige Energie über das Futter zu sich nehmen. Dabei wird aus den Nährstoffgruppen Fette, Kohlenhydrate und Proteine durch unterschiedlich effektive Verbrennungsvorgänge Energie aus der Nahrung synthetisiert. Deshalb muss zur Bestimmung des Energiegehaltes der Nahrung neben dem Gehalt an diesen Hauptnährstoffen die futtermittelabhängige Effektivität von deren „Verbrennung“ (Kohlenstoffoxidierung) Berücksichtigung finden. Bei der Bewertung der Effektivität müssen drei unterschiedliche Ebenen berücksichtigt werden:

1. Der Anteil an verdaulichen Hauptnährstoffen. Das heißt, welche Struktur haben die 3 Hauptnährstoffe und welche Möglichkeiten ihrer Absorption während der Verdauungstraktpassage ergeben sich für das Tier daraus.
2. Durch unterschiedliche „logistische“ Aufwendungen beim Umbau in zur Energiegewinnung nutzbare Strukturen der Hauptnährstoffe und der „Entsorgungsaufwendungen“ dabei anfallender Nebenprodukte, gibt es Energieverluste. Diese schlagen sich vor allem in der Harnzusammensetzung nieder.
3. Grundlage bei der „Verbrennung“ aller drei Hauptnährstoffe ist der Kohlenstoff (C), der in Form von  $\text{CO}_2$  über die Atemluft „entsorgt“ wird. Im Fall der Verbrennung von Proteinen fällt jedoch auch noch Stickstoff (N) an, der auf energetisch aufwendige Weise über Leber und Niere „entsorgt“ werden muss. Setzt sich das Futter im Verhältnis zum Bedarf des Tieres aus zu wenig Kohlenhydraten und Fett und zuviel Protein zusammen, muss die bei der Stickstoffentsorgung (unnütz) entstehende Wärmeenergie abgeführt werden.

Die Verwertung der Bruttoenergie des Futters kann man beim Geflügel entsprechend der Stufen in der Abbildung 5.1.1 darstellen, wobei der Protein- und Fettansatz bei der Legehenne in erster Linie die Eibildung darstellt.

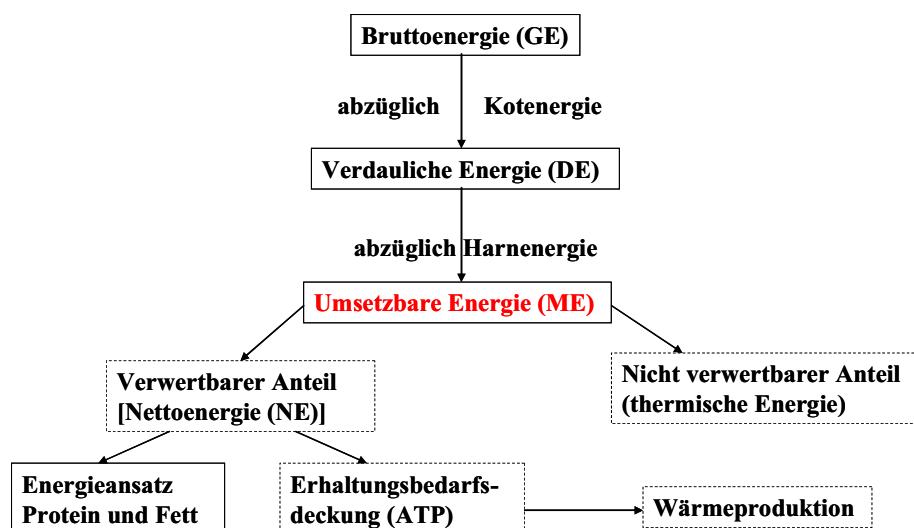


Abb. 5.1.1: Energiestufen

Auf der Grundlage dieser Voraussetzungen ergeben sich folgende Möglichkeiten der Bewertung der Futterenergie:

- Bruttoenergie (GE) oder Brennwert des Futters (Energie, die bei der Verbrennung unter definierten Bedingungen im Labor frei wird).
- Verdauliche Energie (DE) = GE – Kotenergie (Brennwert des Kotes)
- Umsetzbare Energie (ME) = DE – Harnenergie (Brennwert des Harnes)
- Nettoenergie (NE) = ME – Wärmeenergie

Die für das Tier letztendlich nutzbare Energie ist die Nettoenergie (NE). Bedingt durch die gemeinsame Ausscheidung von Kot und Harn über die Kloake kann beim Geflügel die umsetzbare oder metabolische Energie relativ sicher bestimmt werden. Deshalb wird weltweit für das Geflügel die Umsetzbare Energie (ME) zur Charakterisierung des Futterenergiegehaltes der Futtermittel und zur Angabe des Energiebedarfes des Geflügels angewandt. Durch die Verluste bei der Nutzung von Protein zur Energiegewinnung, die beim Geflügel im Mittel von 23,8 kJ/g Protein als Resultat der Harnsäurenbildung auf 15,9 kJ/g Protein sinken, wird bei der ME-Berechnung eine N-Korrektur vorgenommen. Im Ergebnis spricht man im Gegensatz zu den anderen Nutzieren, bei denen die Energiebewertung ebenfalls auf der Stufe der ME vorgenommen wird, von der „scheinbaren (apparent)“, N-korrigierten ME mit der Abkürzung AME<sub>n</sub>.

Die Bestimmung der AME<sub>n</sub> kann eigentlich nur im Tierversuch erfolgen. Da dies in der Praxis aber zu aufwendig ist, wurde 1989 von der WPSA eine Formel zur Berechnung der AME<sub>n</sub> auf der Basis der verdaulichen Rohnährstoffe aufgestellt.

$$\text{AME}_n \text{ (MJ/kg T)} = \begin{aligned} & 0,01803 \times DXP + 0,03883 \times DXL \\ & + 0,01732 \times DXX \end{aligned} \quad \text{Formel 1}$$

Zur Erläuterung: D = verdaulich; alle Rohnährstoffe in g/kg T

Da für Geflügel bei vielen Einzelfuttermitteln tabellierte Verdauungswerte fehlen, wird der Gehalt an AME<sub>n</sub> in Mischfuttermitteln nach folgender Gleichung (WPSA, 1984) geschätzt:

$$\text{AME}_n \text{ (MJ/kg T)} = \begin{aligned} & 0,01551 \times XP + 0,03431 \times XL \\ & + 0,01669 \times S + 0,01301 \times Z \end{aligned} \quad \text{Formel 2}$$

### Sonstige Futterinhaltsstoffe

Zur Charakterisierung von bestimmten Futterinhaltsstoffen werden zum Teil sehr unterschiedliche Methoden angewandt. So kann man beispielsweise zur Bestimmung des Phosphorgehaltes in Futtermitteln eine einfache photometrische Messung nach vollständigen Aufschluss (vollständige Veraschung) vornehmen. Es ist aber auch möglich durch unterschiedliche Aufschlussverfahren die unterschiedlichen Bindungsformen des Phosphors (P) zu bestimmen, was für die Verfügbarkeit des P für das Tier von großer Bedeutung ist. Für die praktische Geflügelfütterung ist es insbesondere notwendig, den Bedarf an Mineralstoffen und Vitaminen über die Futtermittel bzw. über Futterzusätze abzudecken:

- Zu den für die Tierernährung wichtigen Mengenelementen (Körpergehalt >400 mg/kg Lebendmasse) – zählen Calcium (Ca), Phosphor (P), Natrium (Na), Chlor (Cl) sowie Magnesium (Mg), Kalium (K) und Schwefel (S). Mengenelemente zählen laut Futtermittelverordnung zu den „Einzelfuttermitteln“ im Unterschied zu den Spurenelementen, die den „Ernährungsphysiologischen Futterzusätzen“ zugeordnet werden.
- Spurenelemente (außer Eisen) weisen im Unterschied zu den Mengenelementen einen Anteil von < 50 mg/kg Lebendmasse (LM) auf. In der Tierernährung kennt man ca. 25 lebenswichtige Spurenelemente, von denen in der praktischen Fütterung aber nur sieben zugeführt werden müssen, um einen eventuellen Mangel vorzubeugen. Das sind die Elemente Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Zink (Zn), Mangan (Mn), Selen (Se), Kobalt (Co) und Iod (I). Unter den unter allen Bedingungen ausreichend in den Einzelfuttermitteln vorhandenen lebensnotwendigen Spurenelementen sind beispielsweise auch die

Elemente Blei (Pb), Arsen (As) und Cadmium (Cd), die in der Anlage 5 der Futtermittelverordnung (FMV) als unerwünschte Stoffe aufgeführt sind. Dort sind für deren Gehalt in Futtermitteln und -mischungen entsprechende Empfehlungen für Obergrenzen angegeben.

- Vitamine sind ebenso wie die Mengen- und Spurenelemente lebensnotwendige Futterbestandteile. Die in der Tierernährung verwendeten Einzelfuttermittel haben einen natürlichen Vitamingehalt. Dieser ist jedoch größeren Schwankungen unterworfen (Lagerungsdauer, Verarbeitung) und analytisch sehr aufwendig zu bestimmen. Aus diesem Grund findet meist der native Vitamingehalt der Einzelfuttermittel bei der Kalkulation der jeweiligen Futtermischung keine Berücksichtigung.

### 5.1.2 Weitere Kriterien der Rationsgestaltung

Bei der Erstellung von Geflügelrezepturen müssen folgende Einflussfaktoren Berücksichtigung finden:

- Gehalt an Umsetzbarer Energie (AME<sub>n</sub>)
- Proteingehalt und Angebot an den essentiellen Aminosäuren Methionin, Lysin, Threonin und Tryptophan
- Fettqualität – insbesondere die essentielle Fettsäuren, wie z. B. Linol- und Linolensäure
- Die Zusammensetzung der Kohlenhydratfraktion, wie Stärke und Zucker und die Limitierung an energetisch nicht oder kaum verwertbarer Rohfaser
- Der Gehalt an Mengenelementen unter besonderer Berücksichtigung des für das Geflügel schlecht bzw. nicht verwertbaren Phytin-P im Getreide (Unterteilung in Phytin-P und Nichtphytin-P)
- Der Gehalt an Spurenelementen, zumindest für die durch das Futtermittelrecht mit Obergrenzen belegten Spurenelemente

**Tab. 5.1.1: Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe mit antinutritiven Wirkungen**

Inhaltsstoff	Vorkommen	Bemerkung
Glucosinolate	Raps	Besonders bei Samen und Ölkuchen zu beachten
Erucasäure	Raps	Spielt bei „00“-Raps keine Rolle mehr
Sinapin	Raps	Führt u. U. zu „Stinkeiern“
Alkaloide	Lupinen	Bei Bitterlupinen hoch, bei Süßlupinen gering
Tannine, Saponine	Körnerleguminosen	
Trypsinhibitoren	Soja, Kartoffeln	Nach Hitzebehandlung (Toasten) unwirksam
Vicin und Convicin	Ackerbohnen	Sortenabhängig (führt zu niedrigen Eigewichten)
Lectine	Ackerbohnen, Erbsen	
Gossypol	Baumwollsaat	
α-Galactoside	Körnerleguminosen	
Phytinsäure	Alle pflanzlichen Futtermittel	
Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP)	Getreide, Körnerleguminosen	antinutritiver Stoff, da die Verdaulichkeit anderer Nährstoffe beeinflusst werden kann

Bei der Rationsgestaltung müssen neben der Energie und den bisher aufgeführten Futterinhaltsstoffen auch sich negativ auf das Tier/tierische Produkt auswirkende antinutritive

Futterinhaltsstoffe, Berücksichtigung finden. Diese Stoffgruppe ist sehr umfangreich und wird von verschiedenen Autoren unterschiedlich eingegrenzt.

Grundsätzlich kann man diese unerwünschten Inhaltsstoffe in zwei Kategorien einteilen:

- Von außen in das Futtermittel gelangende Kontaminanten z. B. Verunreinigungen beim Anbau (Unkrautsamen, Pflanzenschutzmittelrückstände oder Mykotoxine) oder bei der Ernte bzw. Verarbeitung (z. B.: Polychlorierte Kohlenwasserstoffe –PCB, aus Lacken oder Bindegarn) und
- Im Futtermittel natürlich vorkommende sekundäre Inhaltsstoffe (mit antinutritiver Wirkung).

Aus den Gehalten an antinutritiven Inhaltsstoffen, aber auch aus der Zusammensetzung der Fett- bzw. Kohlenhydratfraktion ergeben sich je nach Tierart und Nutzungsrichtung Restriktionen für bestimmte Einzelfuttermittel. Für das Geflügel sind in der Tabelle 5.1.2 die wichtigsten aufgelistet.

In dem wesentlichsten Futtermittel für Geflügel, dem Getreide, sind unterschiedliche Gehalte an Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP), die nicht durch körpereigene Enzyme des Geflügels abgebaut werden können, enthalten. Sie führen zu einer erheblich erhöhten Viskosität des Chymus und vermindern damit die Absorption der Nährstoffe.

In der Geflügelfütterung ist deshalb der Einsatz mikrobiologisch hergestellter NSP-spaltender Enzyme weit verbreitet.

Die Einschränkungen beim Einsatz von Getreide in Geflügelfutter sind vor allem auf den NSP-Gehalt zurückzuführen (Tab. 5.1.2). Die dort aufgeführten Höchstgehalte können in Abhängigkeit vom tatsächlichen NSP-Gehalt bzw. bei Einsatz von NSP-spaltenden Enzymen variieren.

Mykotoxine sind Pilzgifte von Lager- oder Feldpilzen, wobei die Mykotoxine der Feldpilze eine größere Bedeutung haben. Für die Bewertung der Kontamination des Getreides mit Feldpilztoxinen werden die beiden wichtigsten Mykotoxine Deoxynivanelol (DON) und Zeralenon (ZON) genutzt. Im Legehennenmischfutter sollte der DON -Gehalt 5 mg/kg Alleinfutter nicht überschreiten. Nach derzeitigem Erkenntnisstand ist ein solcher Orientierungswert für ZON nicht erforderlich (THE COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2006).

**Tab. 5.1.2: Wichtige Einzelfuttermittel mit Restriktionen im Mischfutter für Geflügelfütterung (in %; nach HOFFMANN und STEINHÖFEL 2006)**

Futtermittel	Begrenzung in der Ration für (%):		
	Kücken	Junghennen	Legehennen
Ackerbohnen	5	10	10
Erbsen	10	20	25
Leinsaat/Leinkuchen	5	5	5
Rapskuchen	5	5	5 <sup>3)</sup>
Rapsextraktionsschrot <sup>1)</sup>	5	5	5 <sup>3)</sup>
Süßlupinen <sup>2)</sup>	10	15	20
Mais	o.B.	50	o.B.
Weizen	20	o.B.	o.B.
Gerste	20	35	45
Roggen	5	15	20
Hafer	15	25	20
Triticale	20	30	30

<sup>1)</sup> bei „Doppelnull“-Raps können höhere Anteile zum Einsatz kommen

<sup>2)</sup> bei geringem Alkaloidgehalt können höhere Anteile eingesetzt werden

<sup>3)</sup> Nach vorgeschalteter Behandlung zum Sinapinabbau, bzw. bei genetisch nicht anfälligen Herkünften

Die in Tabelle 5.1.2 empfohlenen Restriktionen sind unter verschiedenen Aspekten zu werten. Zum Beispiel sollte bei einer Kombination von zwei stärkereichen Komponenten -

wie Weizen und Triticale - in der Summe die Einsatzgrenzen von Weizen nicht überschritten werden.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht kann jedoch bewusst eine Überschreitung vorgenommen werden, wenn der wirtschaftliche Vorteil des erhöhten Einsatzes einer Komponente (z. B. hofeigenes Getreide) den zu erwartenden Minderertrag (z. B. geringere Zunahmen in der Mast) deutlich übersteigt.

### 5.1.3 Einteilung der Futtermittel

Die Einteilung der Futtermittel kann aus ganz unterschiedlichen Herangehensweisen erfolgen. Exemplarisch sollen hier die am häufigsten verwendeten Systematiken aufgezählt werden:

Bezüglich ihrer Herkunft (pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, Nebenprodukte aus der Lebensmittelindustrie).

Da aber die meisten Futtermittel pflanzlichen Ursprungs sind, findet man oft die folgenden Einteilungsprinzipien.

Aus botanischer Sicht (Ölsaaten, Getreide u.a.).

Bezüglich des verwendeten Pflanzenteiles (Körner und Samen, Wurzeln und Knollen).

Einteilung entsprechend des Wassergehaltes (Trockenfutter, Fließfutter).

Oft wird auch nach den Hauptinhaltsstoffen unterteilt (energiereich, proteinreich, mineralische Futtermittel).

Selbstmischende Betriebe unterscheiden gern in „betriebeigene“ und „Zukauffuttermittel“.

Einteilung nach futtermittelrechtlichen Gesichtspunkten.

Alle Einteilungsprinzipien haben den Nachteil, dass sie nie alle bei der Futtermittelherstellung Verwendung findenden Komponenten berücksichtigen, außer der zuletzt genannten Einteilung entsprechend futtermittelrechtlichen Gesichtspunkten. Aus diesem Grund soll hier diese Systematik als alleinige Berücksichtigung finden. Grundlage für die Einteilung ist die Futtermittelverordnung (FMV, BGBl I, 2006) mit ihren Anhängen. Die FMV unterscheidet dabei die in der Abbildung 5.1.2 dargestellten Gruppen:

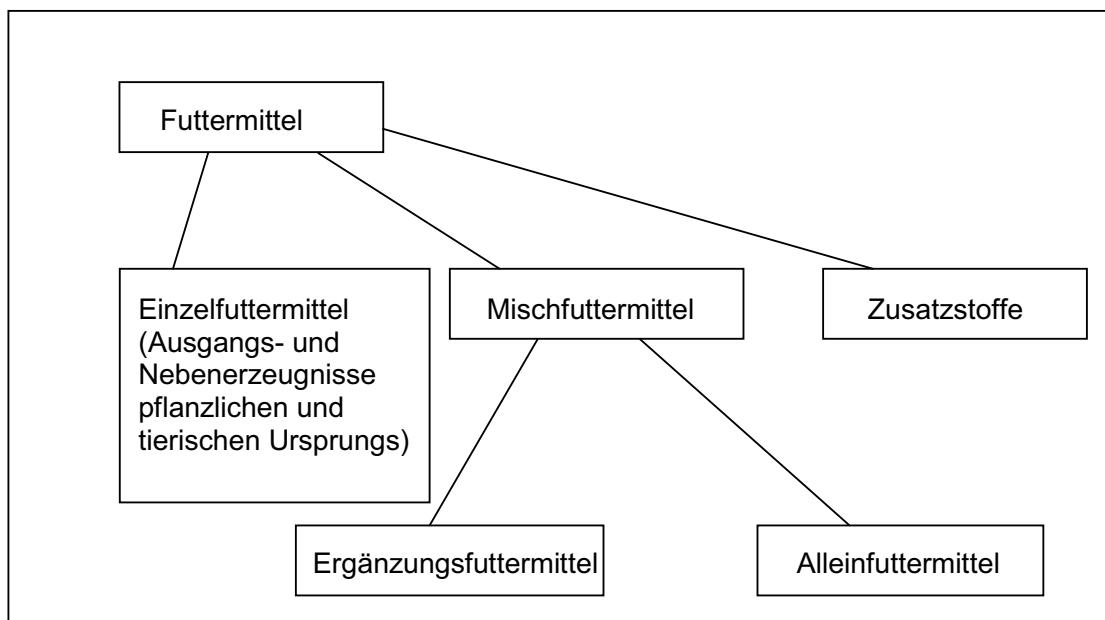


Abb. 5.1.2: Rechtliche Systematisierung der Futtermittel

Dabei gibt es noch die Begriffe „Melassefuttermittel“ und „Mineralfuttermittel“ als spezielle Ergänzungsfuttermittel, sowie den Begriff „Milchaustauschfuttermittel“ als speziell hervorgehobenes Mischfuttermittel (was aber bei Geflügel keine Bedeutung hat). Wie im

oben gezeigten Schema schon beschrieben, beinhaltet der Begriff „Einzelfuttermittel“ sowohl Ausgangserzeugnisse (z. B. Weizen) als auch Nebenerzeugnisse der Futtermittel- und Lebensmittelverarbeitung, der Herstellung von Gütern aus nachwachsenden Rohstoffen, die sowohl pflanzlichen als auch tierischen Ursprungs sein können. In den Anlagen 1 und 1a zur FMV sind dann die entsprechenden „Zulassungsbedürftigen Einzelfuttermittel“ bzw. die „Nicht zulassungsbedürftigen Einzelfuttermittel“ aufgelistet (z. B.: Hefen). Wesentlich umfangreicher ist die Liste der nicht zulassungsbedürftigen, von denen die für die Geflügelernährung wichtigsten Einzelfuttermittel in der Futtermitteltabelle (Kap. 11) aufgeführt und beschrieben werden.

Ergänzungsfuttermittel haben Gehalte an bestimmten Inhaltsstoffen, die über den für die entsprechende Tierart geltenden Höchstgrenzen liegen, da sie dazu bestimmt sind, mit anderen Futtermitteln ergänzt zu werden. Im Gegensatz dazu sind Alleinfuttermittel von ihrer Zusammensetzung in der Lage den Bedarf der entsprechenden Tiere allein zu decken.

Die Gruppe der Zusatzstoffe wurde in den letzten Jahren von vielen z. T. größeren Veränderungen geprägt. Grundlage für die Neuordnung ist die EG-Verordnung Nr. 1831 aus dem Jahr 2003. Im Anhang 1 dieser Verordnung werden die Futterzusatzstoffe in folgende Kategorien und Funktionsgruppen unterteilt:

- Technologische Zusatzstoffe
  - Konservierungsmittel
  - Antioxidationsmittel
  - Emulgatoren
  - Stabilisatoren
  - Verdickungsmittel
  - Geliermittel
  - Bindemittel
  - Stoffe zur Beherrschung einer Kontamination mit Radionukliden
  - Trennmittel
  - Säureregulatoren
  - Silierzusatzstoffe
  - Vergällungsmittel
- Sensorische Zusatzstoffe
  - Farbstoffe
  - Aromastoffe
- Farbstoffe Ernährungsphysiologische Zusatzstoffe
  - Vitamine, Provitamine
  - Verbindungen von Spurenelementen
  - Aminosäuren, deren Salze und Analoge
  - Harnstoff und seine Derivate
- Zootechnische Zusatzstoffe
  - Verdaulichkeitsförderer
  - Darmstabilisatoren
  - Stoffe, die die Umwelt günstig beeinflussen
  - Sonstige zootechnische Zusatzstoffe

Außerdem wird in Artikel 6 dieser Verordnung eine weitere Gruppe an Zusatzstoffen aufgeführt. Diese beinhaltet Kokzidiostatika und Histomonostatika, also Stoffe zur Abtötung oder Wachstumshemmung von Protozoen, die über das Futter verabreicht werden und gerade in der Geflügelfütterung die häufigste Anwendung finden.

Diese Verordnung hat bei der Umsetzung in nationales Recht unter anderem dazu geführt, dass ab 2006 die Aminosäuren nicht mehr der Anlage 1 der FMV (zulassungsbedürftige Einzelfuttermittel), sondern der Anlage 3 FMV (Zusatzstoffe) zugeordnet werden. Für Interessierte sei hier als weiterführende Literatur das Buch „Futtermittelzusatzstoffe“ von H.-C. PAPE (Hrsg., 2006) und Mitautoren genannt.

An dieser Stelle sollten auch Futtermittel aus gentechnisch veränderten Pflanzen erwähnt werden. In den letzten Jahren (seit 2001) hat sich die OECD mit dem Vergleich von Pflanzen aus herkömmlicher Züchtung und ihren gentechnisch veränderten Varianten beschäftigt und

umfangreiche Tabellen (so genannte Konsensus Dokumente) erarbeitet. Derartige Papiere sind für Gerste, Mais, Reis, Weizen, Sojabohnen, Raps, Zuckerrüben, Kartoffeln und Baumwolle verfügbar. Übersichten zur ernährungsphysiologischen und Sicherheitsbewertung von Futtermitteln aus gentechnisch veränderten Pflanzen wurden in jüngster Vergangenheit publiziert (EFSA, 2008; FLACHOWSKY et al., 2007; ILSI, 2007).

### 5.1.4 Futtermitteltabellen

Im Gegensatz zu den DLG-TABELLEN zum Futterwert von Futtermitteln für Schweine (2006) bzw. für Rinder (2001) gab es eine solche DLG-Tabelle für Geflügel nicht. Eine vergleichbare Tabelle wurde im „Jahrbuch für Geflügelwirtschaft“ (ULMER-Verlag) jährlich, teilweise überarbeitet, herausgegeben.

Da eine solche Tabelle jedoch nicht alle futtermittelrelevanten Daten beinhaltet, wurden von der DLG auch tierartübergreifend Futterwerttabellen für „Aminosäurengehalte in Futtermittel“ (letzte Auflage 1976) und für „Mineralstoffgehalte in Futtermittel“ (letzte Auflage 1973) herausgegeben, die auf der Datensammlung der Dokumentationsstelle in Hohenheim basierten.

Besonders bei den Daten für die Aminosäurengehalte gibt es jedoch wesentlich aktuellere Daten. Hier ist v. a. das ständig aktualisierte Tabellenwerk der DEGUSSA „AMINODat®“ auf CD-ROM sowie die ebenfalls auf CD-Rom erhältlichen Programme „AmiPig“ (Gemeinschaftswerk: Association Francaise de Zootechnie, Ajinomoto Eurolysine, Aventis Animal Nutrition, INRA, ITCE) und „e-Rhodiment Nutrition Guide“ der Firma ADISSEO zu nennen.

Vielfach Verwendung v. a. in der Futtermittelindustrie findet die NOVUS-Tabelle „Row Material Compendium“, die periodisch überarbeitet die Daten der Futterinhaltsstoffe aus 17 nationalen Futtermitteltabellen zusammenfasst. Hier finden unterschiedliche Energiebewertungssysteme, die Rohnährstoffe, Mengen- und Spurenelemente, die Aminosäuren und die Vitamine, soweit in den entsprechenden Tabellen aufgeführt, Berücksichtigung.

Ab dem 01. August 2008 wird in Deutschland eine tierartübergreifende aber mit allen notwendigen tierartspezifischen Daten ausgestattete Online Version einer Futtermitteltabelle unter <http://datenbank.futtermittel.net/> zur Verfügung stehen. Enthalten sind dabei (soweit für das jeweilige Futtermittel verfügbar) alle Daten, die hier für ausgewählte typische Geflügelfuttermittel im 11. Kapitel dargestellt sind.

An dieser Stelle muss die ausschließliche Benutzung von solchen Tabellenwerten für die Futterplanung und -herstellung kritisch betrachtet werden. Für eine adäquate Versorgung der Tiere mit den entsprechenden Futterinhaltsstoffen sind regelmäßige Analysen unerlässlich. Diese Analysendichte ist vom Anteil der Komponente in der Futtermischung und der Partiegröße abhängig. So muss eine einheitliche Weizenpartie aus eigenem Anbau einmal analysiert werden, bei Zukauf größerer Partien ist entsprechend jede zu beproben und eine Analyse anfertigen zu lassen. Wird eine kleine Partie einer Komponente nur zu geringen Teilen (<5%) eingesetzt, kann man auf eine Analyse auf Futterinhaltsstoffe verzichten.

### Literatur

- AMINODat® 3.0 (2006): Degussa AG. Feed Additives, Hanau-Wolfgang
- AmiPig (2000): Association Francaise de Zootechnie, Ajinomoto Eurolysine, Aventis Animal Nutrition, INRA, ITCE
- Amtsblatt der EU L268/29 (2003): Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 22.09.2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung
- BGBI (2006): Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetz LFGB vom 27.04.2006 (BGBI. I Nr. 20 S. 945), zuletzt geändert am 15.11.2007 (BGBI. I Nr. 57 S. 2574)
- DLG (1976): DLG-Futterwerttabellen – Aminosäurengehalte in Futtermitteln. DLG-Verlag, Frankfurt/Main
- DLG (1973): DLG-Futterwerttabellen – Mineralstoffgehalte in Futtermitteln. DLG-Verlag, Frankfurt/Main

EFSA (2008): Safety and nutritional assessment of GM and feed: The role of animal feeding trials. *Food Chem. Tox.* 46, Suppl. 1, S2-S70

e-Rhodiment Nutrition Guide (2006): ADISSEO France SAS

Flachowsky, G., K. Aulrich, H. Böhme, I. Halle (2007): Studies on feed from genetically modified plants (GMO) – contributions to nutritional and safety assessment. *Anim. Feed Sci. Technol.* 133, 2 - 30

Hoffmann, M., O. Steinhöfel (2006): Futtermittelspezifische Restriktionen. 3. Auflage, Landesarbeitskreis „Futter und Fütterung im Freistaat Sachsen“

ILSI (2007): Best practices for the conduct of animal studies to evaluate crops genetically modified for output traits. International Life Sciences Institute International Food Biotechnology Committee, Washington, D.C. 202 p.

Jeroch, H., W. Drochner, O. Simon (2008): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere - Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde. 2. Auflage, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

Pape, H.-C. (Hrsg.) (2006): Futtermittelzusatzstoffe. Agrimedia GmbH, Bergen/Dumme

Row Material Compendium (2004): Novus International, Inc.

The Commission of the European Communities. 2006. Commission recommendation of 17 August 2006 on the presence of deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin A, T-2 and HT-2 and fumonisins in products intended for animal feeding. *Off J Eur Union L* 229: 7 - 9.

WPSA – Working Group No. 2 – Nutrition (1984): The prediction of apparent metabolizable energy values for poultry in compound feeds. *World's Poult. Sci. J.* 40, 181 - 182

WPSA (1989): European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs. Subcommittee Energy of Branches of the Working Group nr. 2 Nutrition of the European Federation of Branches of the World's Poultry Science Association

## 5.2 Legehennenfütterung (Ingrid Halle)

### 5.2.1 Verdauungstrakt

Das Huhn hat einen speziellen Verdauungstrakt zur Aufnahme, Zerkleinerung und Verdauung der aufgenommenen Nahrung sowie für die Ausscheidung unverdaulicher Reste. Nach der Aufnahme der Nahrung des Huhnes durch den Schnabel wird diese in der Mundhöhle mit Speichel durchmischt, ohne dass eine Zerkleinerung stattfindet, da die Vögel kein Gebiss haben. Anschließend gelangt die Nahrung über die Speiseröhre in den Kropf, einer beutelförmigen Erweiterung der Speiseröhre (Abb. 5.2.1). Der Kropf dient einer vorübergehenden Speicherung des Futters und es kommt zu einer Quellung der Nahrung während dieser Zeit. Die vorgequollene Nahrung wird durch Kontraktion der Kropfwand weiter in den Magen transportiert. Der Magen des Huhnes ist morphologisch und funktionell in zwei Abschnitte dem kranialen Drüsennagen und dem kaudalen Muskelmagen gegliedert. Das Sekret der Magendrüsen im ersten Abschnitt enthält die Enzyme Pepsin und Chymosin sowie Salzsäure, die ein saures Milieu erzeugen und für den Beginn des Verdauungsprozesses sorgen. Der sich anschließende Muskelmagen dient den körner- und pflanzenfressenden Hühnervögeln der Zerkleinerung der Nahrung. Eine mächtige Schicht glatter Muskulatur und mahlende Bewegungen des Muskelmagens zerkleinern die anverdaute Nahrung. Beim Huhn kann der Muskelmagen dabei einen erheblichen Druck von 100 – 200 mm Hg erreichen. Die Zerkleinerung von Getreidekörnern und Kornbruchstücken unterstützen aufgenommene Steinchen (unlöslicher Grit, z. B. Kieselsteinchen). Während der Tätigkeit des Muskelmagens wird der zerkleinerte Nahrungsbrei in den Dünndarm transportiert. Der Dünndarm lässt sich in die drei Abschnitte Zwölffingerdarm, Leerdarm und Hüftdarm unterteilen, während der Dickdarm nur aus den paarigen Blinddärmen und dem Enddarm besteht. Im Dünndarm finden die hauptsächlichen Prozesse der Verdauung und Resorption statt. Die notwendigen Enzyme für die Verdauung der Nahrung werden von der Leber und der Bauchspeicheldrüse (Pankreas) gebildet. Die von der Leber produzierte Galle ist von Bedeutung für die Verdauung und Resorption der Lipide und die Enzyme aus dem Pankreas für den Abbau der Eiweiße, Fette und Kohlenhydrate. Im Dickdarm erfolgt die Resorption von Wasser und Salzen, was zur Eindickung des Darminhaltes führt. In den Blinddärmen wird die Zellulose mikrobiell abgebaut. Die Ausscheidung der Nahrungsreste geschieht über die Kloake, in die sowohl der Harnleiter als auch Ei- bzw. Samenleiter einmünden (CERNY, 1993).

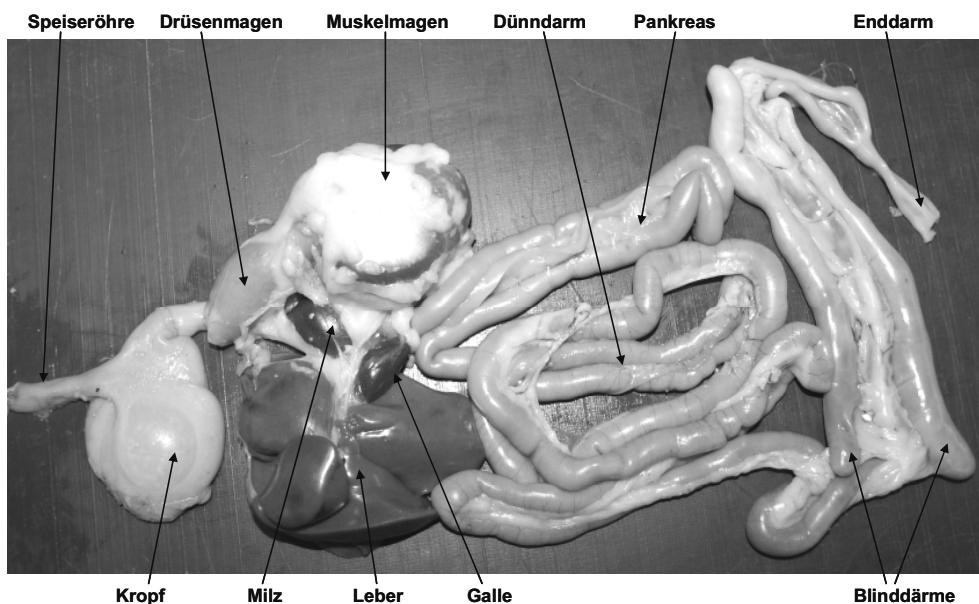


Abb. 5.2.1: Verdauungstrakt (Masthähnchen, 35 Tage alt)

## Verdauungsleistung und Einflussgrößen

Für die Verdauungsleistung der Hühnervögel sind die Länge und das Fassungsvermögen des Verdauungstraktes von Bedeutung. Die relative Länge des Magen-Darm-Traktes im Vergleich zur Länge des Tieres beträgt beim Geflügel 1:6-8 und ist damit wesentlich kürzer im Vergleich zum Schwein (1:14) oder Wiederkäuer (1:20). Das damit in Verbindung stehende geringe Fassungsvermögen des Verdauungstraktes sowie eine relativ geringe Verweildauer der Futtermittel erfordern beim Geflügel den Einsatz hochverdaulicher, rohfaserreicher und wenig voluminöser Futtermittel.

### 5.2.2 Leistungsstadien der Legehenne

Die Aufzucht der Junghennen ist mit 17 bis 18 Wochen beendet und die Tiere werden dann in die Produktionsställe umgesetzt. Um eine schnelle und optimale Eingewöhnung der Junghennen zu gewährleisten, sollte die Haltungsform im Aufzuchtkasten dem der späteren Produktion ähneln. Je nach der Aufzuchttensitität der Junghennen und der damit verbundenen Lebendmasse am Ende dieses Abschnittes beginnt die Legephase der Hennen in der 20. bis 22. Lebenswoche, erreicht die Legespitze mit teilweise über 90 % Legeleistung in der 24./25. Lebenswoche und sinkt dann bis zum Ende der Legeperiode (12. bis 14. Legemonat) auf 70 – 80 % ab. Parallel zum Anstieg in der Legeleistung der Hennen steigen die tägliche Futteraufnahme von etwa 95 - 100 g auf 115 - 125 g (Legebeginn bis 12/14. Legemonat) und das Gewicht der gelegten Eier von etwa 50 g zum Legebeginn auf 65 – 70 g am Ende der Legeperiode (Abb. 5.2.2). Zum Zeitpunkt des Legebeginns ist das Wachstum der Hennen noch nicht abgeschlossen, so dass die Tiere bis hauptsächlich etwa der 32. Lebenswoche noch an Lebendmasse zunehmen. Zumeist werden die Legehennen nur über eine Legeperiode von 12 – 14 Legemonaten genutzt und dann durch eine neue Herde im Produktionsstall ersetzt.

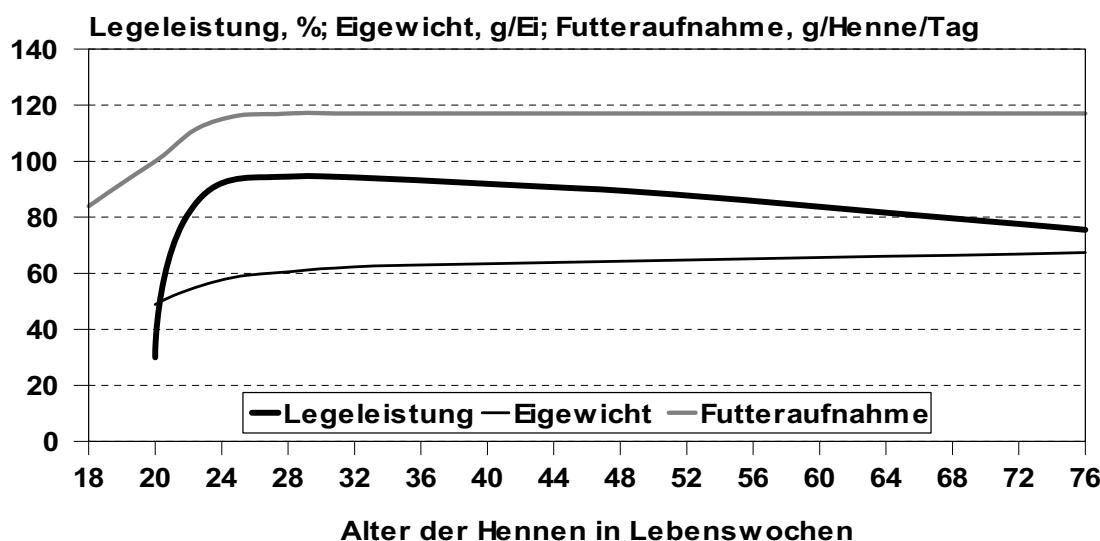


Abb. 5.2.2: Entwicklung der Leistungsmerkmale von braunlegenden Hennen  
(Haltungsprogramm, LOHMANN BRAUN, 2005)

Um einen objektiven Vergleich der Leistungen der Hennen der verschiedenen Herkünfte zu erhalten, werden diese in regelmäßigen Abständen unter gleichen Bedingungen geprüft und die Ergebnisse veröffentlicht. So wurde während der Legeleistungsprüfung im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse - 2002/04 (Käfighaltung) als Mittelwert für weiße und braune Legehennen ein Alter von 150 Tagen als Zeitpunkt der Legereife (50 % Legeleistung) ermittelt (Tab. 5.2.1). Während des Prüfzeitraumes von 13 Legemonaten nahmen die weißlegenden Hennen im Mittel 111 g und die braunlegenden Hennen 116 g Futter pro Tag

auf. Die Futteraufnahme spiegelte sich in der Lebendmasse von 1847 g für weißlegende Hennen bzw. 2204 g für braunlegende Henne am Ende der Legeperiode wieder. Jede der Hennen legte in 364 Tagen 325 Eier (89 % Legeleistung) mit einem mittleren Gewicht von 65,5 g. Für die Produktion von 1 kg Eimasse verzehrten die Hennen 1,95 kg Futter.

Da die konventionelle Käfighaltung 2008 bzw. in besonderen Fällen 2009 auslaufen wird und durch die Haltung in Kleinvolieren, in Bodenhaltung oder Auslaufhaltung ersetzt wird, sind die Ergebnisse des Bayerischen Herkunftsvergleiches (2003/2004, Geflügeljahrbuch 2007) der braunlegenden Hennen in Bodenhaltung von Interesse (Tab. 5.2.2). Im Mittel der 13 Legemonate legte jede Durchschnittshenne 279 Eier (261 - 299 Eier in Abhängigkeit von der Herkunft) und erreichte damit eine Legeleistung von 77 % bei einer täglichen Futteraufnahme von 124 g. Das Eigewicht lag bei 65 g. Die Hennen benötigten für die Produktion von 1 kg Eimasse 2,49 kg Futter. Die Tierverluste, die im Mittel der 6 geprüften Herkünfte bei 15 % lagen, wiesen zwischen den Herkünften eine breite Variation von 4,4 - 23,4 % auf. Der Leistungsvergleich zeigte, dass die alternative Eiererzeugung insbesondere zu einem höheren Futteraufwand für die Eiproduktion führt.

**Tab. 5.2.1: Legeleistungsprüfung LZ Haus Düsse 2002/2004 (Geflügeljahrbuch 2008)  
Legeperiode beginnt mit 21. Lebenswoche (141. Tag) – endet mit 504. Tag,  
Käfighaltung**

Prüfungsgruppen	Alter bei Legereife Tage	Eizahl je Durchschnittshenne Stück	Mittleres Eigewicht g	Futterverbrauch je Durchschnittshenne g/Tag	Futterverbrauch je Durchschnittshenne je kg Eimasse	Mittleres Gewicht der Tiere 504. Tag in g	Verluste %
Weiß	154	324,1	64,3	110,7	1,94	1847	4,0
Braun	146	325,8	66,2	116,0	1,96	2204	5,6

**Tab. 5.2.2: Ergebnisse des 4. Bayerischen Herkunftsvergleiches von Legehybriden in Bodenhaltung- Prüfungsdurchgang 2003/2004 (DAMME, 2007)  
Legeperiode beginnt mit 21. Lebenswoche (121. Tag) – endet mit 504. Tag,  
Bodenhaltung (Schnabel nicht behandelt),  
(hier 2 Phasenfütterung: 1. - 8. Monat, 9. – 13. Monat)**

Prüfungsgruppe	Eizahl je Durchschnittshenne Stück	Mittleres Eigewicht g	Futterverbrauch je Durchschnittshenne g/Tag	Futterverbrauch je Durchschnittshenne je kg Eimasse	Mittleres Gewicht der Tiere 504. Tag in g	Verluste %
Braun	279	65,0	124	2,487	1944	15,3

### 5.2.3 Nährstoffbedarf von Legehennen

Die Realisierung der in den Prüfungen demonstrierten möglichen Legeleistungen der Hennen in den Produktionsställen setzt eine bedarfsgerechte Ernährung der Hennen während der 12 bis 14monatigen Legeperiode (1 Periode = 4 Wochen) voraus.

Der **Bedarf an Energie** und den einzelnen Nährstoffen von Hennen der Legerichtung wurde von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GFE, 1999) faktoriell abgeleitet und errechnet sich aus dem Bedarf an den einzelnen Leistungen für Erhaltung, Wachstum und Eibildung.

In den Energieerhaltungsbedarf werden der Grundumsatz, bestehend aus den Ansprüchen in Ruhehaltung, Nüchternheit und bei thermoneutralen Bedingungen gerechnet, sowie der Bedarf für Futteraufnahme, Verdauung, für motorische Aktivität und Homöostase der Körpertemperatur. Daraus ergeben sich unterschiedliche Ansprüche von Legehennen bei Käfig-, Boden- oder Freilandhaltung, sowohl durch die stärkere Bewegung als auch durch erhöhte Aufwendungen für die Wärmebildung des Tieres. Als Beispiel dafür ist in der Tabelle

5.2.3 der Energieerhaltungsbedarf der Henne in Abhängigkeit von Haltungsform und Lebendmasse zu sehen.

**Tab.5.2.3: Energieerhaltungsbedarf von Legehennen (MJ AME<sub>N</sub>/Henne/Tag) (GfE, 1999)**

Lebendmasse in kg	Käfighaltung	Boden- und Volierenhaltung	Freilandhaltung
1,6	0,68	0,75	0,79
2,0	0,81	0,89	0,93
2,4	0,93	1,02	1,06

Der Bedarf an umsetzbarer Energie für die Erhaltung von Legehennen wurde von der GfE (1999) auf 480 kJ/kg Lebendmasse<sup>0,75</sup>/d bei einer Umgebungstemperatur von 15 bis 28 °C festgelegt. Unter Einbeziehung aller Ansprüche der Henne für Erhaltung und Leistung ergibt sich folgende Berechnungsformel zur Kalkulation des Energiebedarfs:

$$\text{AME}_N \text{ [kJ/d]} = [480 + (15-\text{UT}) * 7] * W^{0,75} + 23 * \Delta W + 9,6 * O$$

UT = Umgebungstemperatur (°C), W = Lebendmasse (kg),  
 $\Delta W$  = täglicher Lebendmaszezuwachs (g/d), O = täglich produzierte Eimasse (g/d)

Da diese Formel für die Bedingungen der Käfighaltung gilt, sind bei Bodenhaltung 10 % und bei Freilandhaltung 15 % dem Energieerhaltungsbedarf zuzuschlagen. In der Tabelle 5.2.4 wird der Gesamtenergiebedarf der Legehennen bei verschiedenen Haltungsformen und unterschiedlicher Leistung dargestellt. Die tägliche Eimasseproduktion der Hennen errechnet sich aus der Legeleistung und dem Eigewicht.

**Tab 5.2.4: Gesamtenergiebedarf der Hennen (MJ AME<sub>N</sub>/Henne/Tag) (GfE, 1999)**

Lebendmasse in kg	Tägliche Eimasseproduktion, g			
	35	45	55	65
Käfighaltung				
1,6	1,02	1,12	1,21	1,31
2,0	1,15	1,24	1,34	1,44
2,4	1,27	1,36	1,46	1,55
Boden- und Volierenhaltung				
1,6	1,09	1,19	1,28	1,38
2,0	1,23	1,32	1,42	1,52
2,4	1,36	1,45	1,55	1,65
Freilandhaltung				
1,6	1,13	1,22	1,32	1,41
2,0	1,27	1,36	1,46	1,56
2,4	1,40	1,50	1,60	1,69

Wird über den **Bedarf an Protein** (Tab. 5.2.5) für die Legehennen gesprochen, betrifft das immer den Bedarf an den lebensnotwendigen = essentiellen Aminosäuren, die die Henne nicht selber synthetisieren kann und den nicht essentiellen Aminosäuren. Die essentiellen Aminosäuren Arginin, Lysin, Histidin, Leucin, Isoleucin Valin, Methionin, Threonin, Tryptophan und Phenylalanin müssen in genügendem Umfang mit der Nahrung zugeführt werden (Tab. 5.2.6). Die Relationen der Aminosäuren zueinander sind auf die Relationen der Aminosäuren im Eiprotein, als dem idealen Protein, zurückzuführen.

**Tab. 5.2.5: Rohproteinbedarf (g/Henne/d) in Abhängigkeit von Lebendmasse und täglicher Eimasse, ohne Anteil für Lebendmaszezuwachs, gültig ab 32. Lebenswoche (GfE, 1999)**

Lebendmasse in kg	Tägliche Eimasseproduktion, g/Henne/Tag	
	50	60
1,6	16,9	19,4
2,0	17,7	20,2
2,4	18,5	21,0

**Tab. 5.2.6: Aminosäurenbedarf (mg/Henne/d) in Abhängigkeit von Lebendmasse und täglicher Eimasse (GfE, 1999)**

Lebendmasse in kg	Eimasse g/Tag	Ausgewählte Aminosäuren, mg/Henne/d				
		Lysin	Methionin	Methionin +Cystin	Threonin	Tryptophan
1,6	50	615	305	494	438	142
	60	715	356	621	512	167
2,0	50	644	318	564	455	146
	60	744	369	649	529	171
2,4	50	673	330	592	472	151
	60	773	381	677	546	175

Notwendigerweise muss für die praktische Fütterung das Eiweiß-Energie-Verhältnis berechnet werden, da für die Eibildung und das Wachstum mehr Eiweiß pro Energieeinheit benötigt wird als für die Erhaltung (Tab 5.2.7).

**Tab 5.2.7: Aminosäurenkonzentration (%) in einer Alleinfuttermischung (Beispiel;  $AME_N=11,4 \text{ MJ/kg}$ ,  $T=88 \text{ %}$ ) (GfE, 1999)**

Aminosäure	Tägliche Eimasseproduktion, g/Henne/Tag	
	50	60
Lebendmasse 1,6 kg		
Lysin	0,60	0,65
Methionin	0,30	0,32
Methionin+Cystin	0,52	0,56
Threonin	0,43	0,46
Tryptophan	0,14	0,15
Lebendmasse 2,0 kg		
Lysin	0,57	0,61
Methionin	0,28	0,30
Methionin+Cystin	0,50	0,53
Threonin	0,40	0,43
Tryptophan	0,13	0,14
Lebendmasse 2,4 kg		
Lysin	0,54	0,59
Methionin	0,27	0,29
Methionin+Cystin	0,48	0,51
Threonin	0,38	0,41
Tryptophan	0,12	0,13

Die Legetätigkeit stellt besonders hohe Anforderungen an den **Bedarf an Mineralstoffen**, insbesondere an die Versorgung mit Calcium. Zur Bildung der Schale eines Eies müssen etwa 2000 mg Ca herantransportiert werden. Da zum Höhepunkt der Eischalenbildung in den Nachtstunden die Eischale bis zu 300 mg Ca je Stunde aufnimmt, wird dem Blut zeitweilig in der Stunde 10mal soviel Ca entzogen, wie es Ca enthält. Deshalb ist es

notwendig, dass die Henne vor Beginn der Dunkelphase ausreichend Futter mit genügend Ca (Tab. 5.2.8) aufnehmen kann (PINGEL und JEROCH, 1995).

In den hauptsächlichen Futtermitteln für Geflügel, wie Cerealien, Körnerleguminosen und Ölsaaten, ist reichlich Phosphor enthalten. Jedoch liegen 40 bis 80 % des Gesamtgehaltes in organischer Bindungsform als Phytin-Phosphor vor. Bei der Henne hängt die Ausnutzung des Phytin-Phosphors in den Getreidekörnern vor allem von der Aktivität des getreideeigenen Enzyms Phytase ab. Da die Phytase-Aktivität zwischen den Getreidearten sehr unterschiedlich ist, wird die Höhe der erforderlichen Ergänzung der Futterration mit anorganischem Phosphor wesentlich von der verwendeten Getreideart bestimmt (JEROCH, 1993). In den Tabellen zu den Versorgungsempfehlungen der Hennen wird deshalb mit dem Begriff Nicht-Phytin-P gearbeitet (Tab. 5.2.8).

Der Bedarf der Henne an Magnesium ist wenig untersucht. In Untersuchungen von HOSSAIN und BERTECHINI (1998) wurden bei einem Gehalt von 4 g Mg pro kg Futter eine maximale Futteraufnahme und das höchste Eigewicht erreicht.

Die Henne toleriert die 6 - 7 fache Menge der Empfehlungen (Tab. 5.2.8) des Natriumchlorid – Gehaltes im Futter, wenn sie die Möglichkeit einer ausreichenden Wasseraufnahme hat.

**Tab. 5.2.8: Empfehlungen zur Versorgung von Legehennen mit Mengenelementen (g/d) (GFE, 1999)**

Lebendmasse in kg	Eimasse g/Tag	Mengenelemente g/d					
		Ca	Nicht- Phytin-P	Mg	Na	Cl	K
1,6	55	3,65	0,35	0,047	0,11	0,13	0,15
	65	4,25	0,37	0,054	0,13	0,15	0,16
2,0	55	3,65	0,37	0,048	0,12	0,13	0,15
	65	4,25	0,4	0,054	0,13	0,15	0,17
2,4	55	3,75	0,42	0,050	0,12	0,14	0,16
	65	4,35	0,44	0,057	0,14	0,15	0,17

In der Ernährung der Legehenne sind insbesondere die **Spurenelemente** Eisen, Kupfer, Zink, Mangan, Jod und Selen von Bedeutung und werden dem Futter zugesetzt (Tab. 5.2.9), auch wenn native Gehalte in den Futtermitteln vorhanden sind. Über einen Bedarfsanspruch der Legehenne an weiteren Spurenelementen ist wenig bekannt und diese Elemente sind im praxisüblichen Alleinfutter offenbar in ausreichenden Konzentrationen enthalten (GFE, 1999). Sowohl der Eisen- als auch der Kupferbedarf der Henne wurden bisher nicht gezielt untersucht. Bei beiden Elementen verändern sich durch eine steigende Zufuhr mit dem Futter die Gehalte im Ei nicht. Die praxisüblichen Rationen für Legehennen müssen mit Zink ergänzt werden. Der Zusatz des Enzyms Phytase verbessert auch die Zinkverfügbarkeit (THIEL et al., 1993; YI et al., 1996).

Während eine niedrige Mangan-Versorgung die Stabilität der Eischale beeinträchtigen kann, gibt es keine Hinweise darauf, dass eine Versorgung über den Bedarf (Tab. 5.2.9) hinaus nicht doch noch zu Verbesserungen bezüglich Legeleistung, Eigewicht, Schalendicke oder Bruchfestigkeit führt.

Die Henne benötigt für die Synthese des Schilddrüsenhormons Thyroxin eine Futterration die mit Jod angereichert wurde, da die Futtermittel pflanzlichen Ursprungs im Allgemeinen arm an Jod sind. Eine Jodzufuhr von 0,5 mg pro kg Futter ist für eine sichere Versorgung der legenden Henne ausreichend. Darüber hinausgehende Jod-Gehalte im Futter führen insbesondere über das Eidotter zu einer ansteigenden Jodkonzentration im Ei (RICHTER, 1995; RÖTTGER et al., 2008).

Die Gehalte an Selen in Futtermitteln können je nach ihrer Herkunft stark schwanken. Deshalb ist es in der Legehennenfütterung notwendig, Selen zu zusetzen (Tab. 5.2.9), um negative Einflüsse auf die Legeleistung, Fruchtbarkeit und Mortalität zu verhindern.

Um ein Risiko sowohl für die Gesundheit des Tieres als auch für den Konsumenten auszuschließen, wurden vom Gesetzgeber (FUTTERMITTELRECHT, 2008) die Höchstgehalte an Spurenelementen pro kg Alleinfutter festgelegt (Tab. 5.2.9).

**Tab 5.2.9: Empfehlungen zur Versorgung von Legehennen mit Spurenelementen (mg/kg Futtertrockensubstanz) (GFE, 1999)**

	Eisen	Kupfer	Zink	Mangan	Jod	Selen
	mg/kg Futtertrockensubstanz					
Legehenne (Eiproduktion)	100	7	50	50	0,50	0,15
Höchstgehalte	750	25	150	150	5	0,5

Die Kenntnisse über den **Bedarf an Vitaminen** des Geflügels sind je nach Vitamin unterschiedlich und oft lückenhaft. Die Empfehlungen zur Nährstoffversorgung von Legehennen sehen sowohl eine Supplementierung der fettlöslichen als auch der wasserlöslichen Vitamine vor (Tab. 5.2.10), da die Alleinfutter für Hennen aufgrund der geringen Vitamingehalte in den Einzelfuttermitteln oft nicht die notwendigen Konzentrationen aufweisen.

Eine steigende Konzentration der fettlöslichen Vitamine A, D, E und K im Futter führt zu einer Zunahme insbesondere im Eigelb (KARADAS et al., 2006; MATTILA et al., 1999; Richter et al., 1996; SÜNDER et al., 1999; SUZUKI and MASAYUKI, 1997). Deshalb wurde im FUTTERMITTELRECHT (2008) für Vitamin D<sub>3</sub> ein Höchstgehalt im Legehennenfutter festgeschrieben, um Risiken für den Konsumenten, die durch den Verzehr von Eiern, die mit Vitamin D angereichert wurden, aber auch von Organen, wie Leber und Fleisch ausgehen könnten, auszuschließen.

Die **essentiellen Fettsäuren** (Linolsäure, α-Linolensäure) bestimmen als Bausteine der Zellmembranen wesentlich deren Funktionen mit und sind die Ausgangssubstanzen für verschiedene Gewebshormone. Der Organismus der Henne ist nicht in der Lage, die mehrfach ungesättigten Fettsäuren Linolsäure und α-Linolensäure selber zu synthetisieren und oder ineinander umzuwandeln. Deshalb ist die Zufuhr sowohl der ω-6 (Linolsäure) als auch der ω-3 (α-Linolensäure) Fettsäuren über das Futter unbedingt notwendig (Tab. 5.2.10). Die essentiellen Fettsäuren verbessern sowohl die Legeleistung als auch das Eigengewicht und die Schlupffähigkeit von Eiern. Weiterhin wird über das Fettsäurenmuster im Futter das Fettsäurenmuster im Eidotter verändert (HALLE, 1999).

**Tab 5.2.10: Empfehlungen zur Versorgung mit Vitaminen (IE/mg/g/kg Futtertrockensubstanz) (GFE, 1999)**

Legehennen	je kg Futtertrockenmasse	Höchstgehalte
Vitamin A, IE	4500	-
Vitamin D <sub>3</sub> , IE	450	3000
Vitamin E, mg	6	-
Vitamin K <sub>3</sub> , mg	0,6	-
Thiamin, mg	1,7	-
Riboflavin, mg	2,8	-
Niacin, mg	22	-
Vitamin B6, mg	2,8	-
Pantothensäure, mg	5,6	-
Vitamin B12, mg	0,01	-
Biotin, mg	0,11	-
Folsäure, mg	0,55	-
Cholin, mg	500	-
Linolsäure, g	10	-
α-Linolensäure, g	0,5	-

**Wasser** ist ein essentieller Nahrungsbestandteil und muss den Hennen beständig in entsprechender Qualität zur Verfügung stehen. Der tägliche Bedarf der Henne wird

beeinflusst durch die Umgebungstemperatur, die Luftfeuchtigkeit, die Futterzusammensetzung, die Legeleistung und das Eigewicht. In der Tabelle 5.2.11 wird die tägliche Wasseraufnahme von Hennen bei unterschiedlicher Legeleistung und Umgebungstemperatur verglichen. Generell benötigt die Henne etwa die doppelte Menge an Wasser, die sie an Futtertrockensubstanz aufnimmt. Über die erforderliche Trinkwasserqualität wurde kürzlich umfassend informiert (KAMPHUES et al., 2007).

**Tab. 5.2.11: Mittlere tägliche Wasseraufnahme von Legehennen (ml/Henne) (LEESON und SUMMERS, 2001)**

Legeleistung	20 °C	32 °C
50%	150	250
90%	180	300

## 5.2.4 Praktische Fütterung

Sowohl aus Gründen einer optimalen Versorgung der Legehenne mit Nährstoffen während der Legeperiode als auch aus Sicht der Stickstoff- und Phosphor-Belastung der Umwelt ist es sinnvoll eine Phasenfütterung durchzuführen. Von den Züchtern werden in den Managementprogrammen die entsprechenden Empfehlungen gegeben.

Als Beispiel soll die Empfehlung der Fütterung von Hennen der Herkunft Lohmann LSL-Classic (Käfighaltung, Tab. 5.2.12) in der Legeperiode vorgestellt werden (LOHMANN TIERZUCHT GMBH, 2004). Das Legestarterfutter wird in der Zeit einer ansteigenden Legeleistung und eines ansteigenden Futterverzehrs bis zum Erreichen der Legespitze gefüttert. Ab der 28. Lebenswoche wird auf ein 4-Phasenfütterungsprogramm umgestellt. Dabei sind wesentliche Änderungen der Rohstoffzusammensetzung der verschiedenen Phasenfutter sowie deutliche Änderungen der Futterstruktur zu vermeiden. Die Futtersorten der Phasen 2 – 4 tragen dem sinkenden Bedarf an Nährstoffen (insbesondere Rohprotein) sowie dem steigenden Bedarf an Kalzium mit fortschreitendem Alter der Hennen Rechnung.

**Tab. 5.2.12: Empfohlene Nährstoffgehalte (%) des Futters bei 4 Phasenfütterung von Lohmann LSL-Classic Hennen und einer täglichen Futteraufnahme von 110 g pro Henne (ME 11,4 MJ/kg; Umgebungstemperatur 22°C)**

Nährstoff / Lebenswoche	Starter 18. - 28.	Phase 1 29. - 40.	Phase 2 41. - 50.	Phase 3 51. - 65.	Phase 4 ab 65.
Rohprotein	17,1	17,1	16,7	16,2	15,6
Methionin	0,40	0,40	0,37	0,35	0,33
Meth./Cystin	0,73	0,73	0,69	0,64	0,61
Lysin	0,79	0,79	0,75	0,71	0,68
Kalzium	3,7	3,75	4,0	4,1	4,2
Phosphor, verfügbar	0,38	0,38	0,37	0,35	0,30
Linolsäure	1,8	1,8	1,45	1,1	1,0

Auch für Alternativhaltungen von Hennen (Boden-, Volieren-, Freilandhaltung) ist eine Phasenfütterung von Vorteil (LOHMANN 2004; THIELE and POTTGÜTER, 2008). Da die Futterkosten aufgrund des 10 bis 15 % höheren Erhaltungsbedarfs der Hennen in diesen Haltungsformen unbedingt zu optimieren sind.

Durch den Zusatz des Enzyms Phytase kann der mit fortschreitendem Alter der Hennen während der Legeperiode sinkende Phosphorbedarf noch stärker reduziert werden. Die vom Verein Futtermitteltest e.V. 2007 durchgeführten Prüfungen von Mischfutter verschiedener Hersteller wiesen daraufhin, dass Phytasezusätze im Legehennenfutter mittlerweile zum Standard gehören.

## Literatur

Böttcher, W.; U. Schmidt (2002): Statistische Angaben zum Eier und Geflügelmarkt. In: Geflügeljahrbuch 2002, Ulmer Verlag, 53 - 68

Böttcher, W.; U. Schmidt (2008): Statistische Angaben zum Eier und Geflügelmarkt. In: Geflügeljahrbuch 2002, Ulmer Verlag, 41 - 58

Cerny, H. (1993): 5. Verdauungssystem. In: Salomon, F.-V. (eds) Lehrbuch der Geflügelanatomie, Fischerverlag Jena, Stuttgart, 131 - 159

Damme, K. (2007): 4. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung. In: Geflügeljahrbuch 2007, Ulmer Verlag, 104 - 107

Futtermittelrecht (2008): Grüne Broschüre 2008; Das geltende Futtermittelrecht, Moser Druck &Verlag GmbH, Rheinbach

GfE (1999): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler), DLG Verlag

Halle, I. (1999): 3. Essentielle Fettsäuren. In: GfE, 1999; Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler). DLG Verlag, 113 - 122

Hossain, S. M.; A. G. Bertchnini (1998): Effects of varying levels of magnesium and available phosphorus on performance of layers. Anim. Feed Sci. Techn. 71, 363 - 368

Jeroch, H. (1993): 7. Körner und Samen, In:, In: Jeroch, H.; Flachowsky, G.; Weißbach, F. (eds) Futtermittelkunde. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, 238 - 295

Kamphues, J.; R. Böhm, G. Flachowsky, M. Lahrssen-Wiederholt, U. Meyer, H. Schenkel (2007): Empfehlungen zur Beurteilung der hygienischen Qualität von Tränkwasser für Lebensmittel liefernde Tiere unter Berücksichtigung der gegebenen rechtlichen Rahmenbedingungen. Landbauforschung Völkenrode 57, 255 - 272

Karadas, F.; P. Surai, E. Grammenidis, N. Starks, T. Acamovic (2006): Supplementation of the maternal diet with tomato powder and marigold extract: effects on the antioxidant system of the developing quail. Br. Poult. Sci. 47, 200 - 208

Leeson, S.; J.D. Summers (2001): 5.18 Water. In: Leeson S. and J. D. Summers (eds) Nutrition of the Chicken. 4th Edition, 2001, University Books, 414 - 420

Lohmann Tierzucht GmbH (2004): Ergänzende Empfehlungen für Legehennen – Fütterung von Lohmann LSL in der Legeperiode. Lohmann Poultry News, Nr. 9, April 2004

Mattila, P., K. Lehikoinen, T. Kiisinen, V. Piironen (1999): Cholecalciferol and 25-Hydroxycholecalciferol content of chicken egg yolk as affected by the cholecalciferol content of feed. J. Agric. Food Chem. 47, 4089 - 4092

Pingel, H., H. Jeroch (1995): 7. Legeleistung. In Abel, H., G. Flachowsky, H. Jeroch und S. Molnar (eds) Nutztierernährung. Fischer Verlag Jena, Stuttgart, 272 - 280

Richter, G. (1995): Einfluss der Jodversorgung der Legehenne auf den Jodgehalt im Ei. In: Anke M. (eds) Mengen- und Spurenelemente. 15. Arbeitstagung Jena, 457 - 464

Richter, G., A. Lemser, Ch. Lüdke, G. Steinbach und P. Möckel (1996): Untersuchungen zum Vitamin –A-Bedarf und Fütterungsempfehlungen für Legehennen. Arch. Geflügelkunde 60, 174 - 180

Röttger, A. S., I. Halle, H. Wagner, G. Flachowsky (2008): Zum Jodtransfer aus dem Futter ins Hühnerei. Proc. Germ. Nutr. Soc. Vol. 12, p 32

Sünder, A.; I. Halle, G. Flachowsky (1999): Vitamin E hypervitaminosis in laying hens. Arch. Anim. Nutr. 52, 185 - 194

Suzuki, Y., M. Okamoto (1997): Production of hen's eggs rich in vitamin K. Nutrition Research, Vol 17 (10) 1607 - 1615

Thiel, U., E. Weigand, P.P. Hoppe, F.J. Schoener (1993): Zinc retention of broiler chickens as affected by dietary supplementation of zinc and microbial phytase. In: Anke, M (eds) Trace Elements in Man and Animal. Verlag Media Touristik, Gersdorf, 658 - 659

Thiele, H.-H.; R. Pottgüter (2008): Management recommendations for laying hens in deep litter, perchery and free range systems. Lohmann Information, 43 (1) April 2008, 53 - 63

Yi, Z.; E.T. Kornegay, D.M. Denebow (1996): Supplemental microbial phytase improves zinc utilization in broilers. Poultry Sci. 75, 540 - 546

## 5.3 Nährstoffökonomische und ökologische Betrachtungen bei der Eiererzeugung (G. Flachowsky)

### 5.3.1 Einleitung

Ernährungsphysiologisch zählt das Hühnerei infolge seiner Zusammensetzung zu den wertvollsten Lebensmitteln tierischer Herkunft (vgl. auch Abschnitt 2.2). Klassische Proteinbewertungsmaßstäbe, wie z. B. die Biologische Wertigkeit (BW) haben für das Ei den Wert 100 unterstellt, da sein Aminosäurengehalt so optimal sein muss, dass daraus sogar „neues Leben“ entstehen kann. Andere Proteine wurden teilweise bezüglich ihrer Proteinqualität im Verhältnis zum Aminosäurenmuster des Hühnereies gesetzt.

Durch seinen relativ hohen Cholesteringehalt im Vergleich zu anderen Lebensmitteln tierischer Herkunft ist das Ei teilweise in Misskredit geraten. Dabei wurde allerdings häufig übersehen, dass die tägliche körpereigene Cholesterinsynthese den Cholesteringehalt eines Eies um ein Vielfaches übertreffen kann.

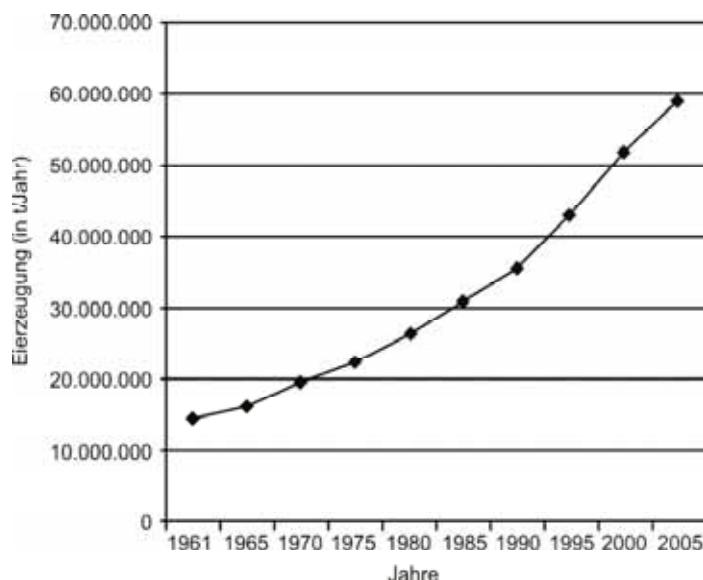


Abb. 5.3.1: Weltweite Erzeugung von Hühnereiern (in t/Jahr, 1961-2005, FAOSTAT 2005)

Die Eierzeugung ist in den zurückliegenden Jahren weltweit gestiegen (Abb. 5.3.1). Dafür gibt es vielfältige Ursachen, wie z.B.:

- Erheblicher züchterischer Fortschritt in den letzten Jahren (vgl. auch Flock und Preisinger, 2007);
- Vielfältige Haltungsmöglichkeiten (z. T. einfachste offene Freilandhaltung);
- Einfaches Handling der Eier („natürlich verpackt“ in Eischale, in der Ladentheke liegen sie „im Container“ vor);
- Gute Anpassungsfähigkeit des Geflügels an unterschiedliche klimatische Bedingungen;
- Hohe Mechanisierung der Haltung;
- Nutzung von Nebenprodukten/Küchenabfällen bei kleinbäuerlicher Haltung oder landlosen Bauern bzw. Städtern in Entwicklungsländern;
- Hoher Genusswert, Lieferung essentieller Aminosäuren sowie wichtiger Mineralstoffe und Vitamine,

- Nährstoffökonomisch und ökologisch günstige Erzeugung von essbarem Protein tierischer Herkunft.

Diesen Vorteilen stehen aber auch verschiedene Nachteile/Grenzen gegenüber, wie z. B.

- Erhebliche Krankheits-/Seuchenanfälligkeit;
- Hohe Anforderungen an Haltungshygiene;
- Nahrungskonkurrenz zum Menschen;
- Abhängigkeit von Ländern/Konzernen, die Tiermaterial, Stallausrüstung und Mischfuttertechnologie bereitstellen.

Obwohl verschiedene Erkrankungen (z. B. Geflügelpest) in den betroffenen Gebieten und teilweise auch global temporär zu einer Stagnation oder sogar zum Rückgang der Eiererzeugung führten, geht der Trend in der Eierzeugung beständig nach oben (s. Abb. 5.3.1).

Daraus resultiert u.a. die Frage nach der Effizienz der Eiererzeugung und möglicher ökologischer Konsequenzen. In den folgenden Betrachtungen sollen deshalb nährstoffökonomische und ökologische Aspekte aufgezeigt werden. Höhere Ressourceneffizienz ist eine der größten Herausforderungen, vor denen die Menschheit steht. Nach Schätzung der Welternährungsorganisation (FAO) wird die Erdbevölkerung bis 2050 um etwa 40 % ansteigen, die Nachfrage nach Lebensmitteln tierischer Herkunft wird sich jedoch nahezu verdoppeln (Tab. 5.3.1.). Diese Entwicklung resultiert vor allem aus dem steigenden Einkommen, auch in Entwicklungsländern, und der erhöhten Nachfrage nach Milch, Fleisch und Eiern (Lebensmittel tierischer Herkunft als „Wohlstandsindikatoren“, KEYZER et al., 2005, WENNEMER et al., 2005).

**Tab. 5.3.1: Herausforderungen für die Tierproduktion oder Livestock's long shadow (STEINFELD et al., 2006)**

	gegenwärtig	2050	Anstieg in % (zu gegenwärtig)
Menschen auf der Erde (Mrd.)	6,5	9,0	138
Fleischproduktion (Mio t) <sup>1)</sup>	229	465	203
Milchproduktion (Mio t)	580	1043	180

<sup>1)</sup> Schlachtkörpermasse

Daraus ergeben sich auch gewaltige Anforderungen an die erforderlichen Futtermengen, wie eigene Kalkulationen in Tabelle 5.3.2 zeigen.

Obwohl Geflügel (Legehennen, Masthühner und andere Geflügelarten) die größte Tierzahl darstellt, beträgt der Anteil des Geflügels an der Futteraufnahme nur etwa 6 % am gesamten Verbrauch.

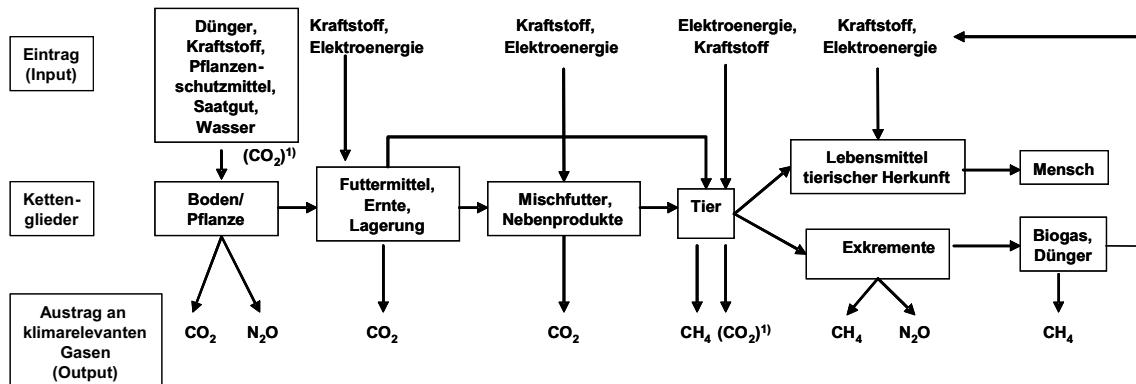
**Tab. 5.3.2: Erforderliche Nahrungsmengen für Menschen und Tiere<sup>1)</sup>**

Mensch/Tier	Anzahl	Verbrauch (Verzehr) in Trockensubstanz	
	(Mrd., FAOSTAT 2006)	(kg/Tag)	(Mrd t/Jahr)
Menschen	6,5	0,45	1,1
Großtiere			
Rinder/Büffel/Pferde/Kamele	1,6	10	5,8
Kleinwiederkäuer	1,8	1	0,7
Schweine	0,95	1	0,35
Geflügel	18,5	0,07	0,45
<b>Verbrauch Futtermittel, gesamt gegenwärtig</b>			<b>7,3</b>
<b>2050</b>			<b>≈14 ?</b>

<sup>1)</sup> Etwa drei Viertel der Welttierbestände werden in den Tropen/Subtropen gehalten und erzeugen weniger als die Hälfte des essbaren Proteins tierischer Herkunft

Die effiziente und umweltfreundliche Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft wird demnach zu einer erstrangigen Herausforderung die landwirtschaftliche Praxis. Dabei geht es vor allem um die effiziente Nutzung begrenzt verfügbarer Ressourcen, wie fossile Energieträger, Fläche, Wasser bzw. mit Hilfe dieser Ressourcen erzeugter Produkte (z. B. Futtermittel) sowie um die Reduzierung von umwelt- (z.B. Stickstoff, (N), Phosphor, (P)-verschiedene Spurenelemente) und klimarelevanten Ausscheidungen (z. B. Kohlendioxid,  $\text{CO}_2$ ; Methan,  $\text{CH}_4$ ) oder aus Ausscheidungen entstehende Stoffe (z. B. Lachgas,  $\text{N}_2\text{O}$ ).

Durch nährstoffökonomische, energetische und ökologische Ein- und Austräge entlang der Nahrungskette (Wertschöpfungskette, Abb. 5.3.2) müssen Beiträge zum Verständnis und zur effizienteren Gestaltung des Gesamtsystems geleistet werden. Andererseits greift die „Kettenbetrachtung“ zu kurz bzw. ist zu eng, da es sich meist um komplexe Netzwerke handelt. Derartige Bilanzen (Ökobilanzen, Life Cycle Assessments) stellen eine bedeutsame Herausforderung für verschiedene Fachdisziplinen dar.

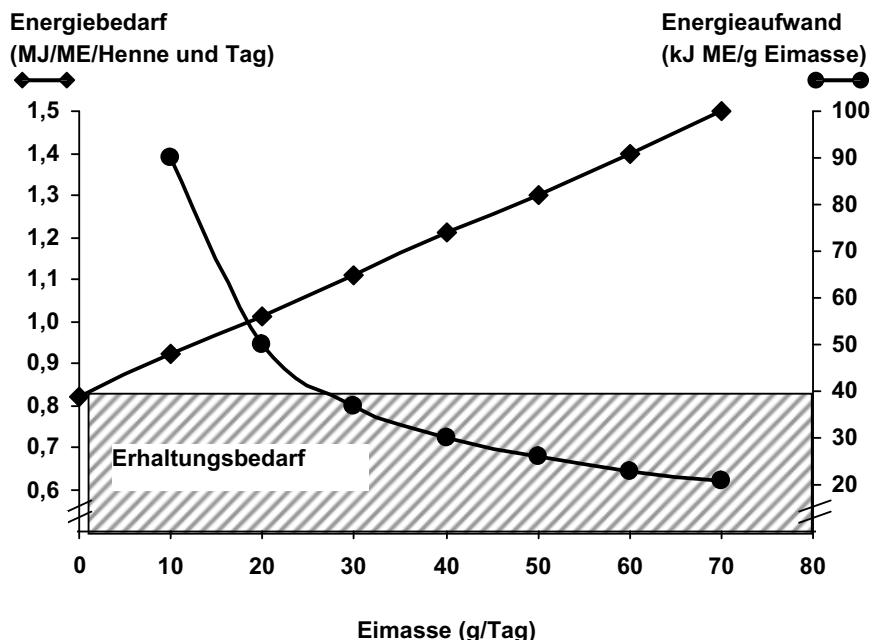


<sup>1)</sup>  $\text{CO}_2$  wird durch die Photosynthese gebunden und durch Umsetzungen im Tier freigesetzt, es wird als emissionsneutral betrachtet

**Abb. 5.3.2: Wesentliche Elemente des Nahrungskettengliedes bzw. -netzwerkes „Lebensmittel tierischer Herkunft“ sowie ausgewählte Einträge von Ressourcen und Austräge von klimarelevanten Gasen**

### 5.3.2 Energie - und Nährstoffeinsatz

Mit höherer Legeleistung steigt der Energie- und Nährstoffbedarf der Legehennen an, der Aufwand zur Erzeugung eines Eies oder einer bestimmten Eimasse nimmt jedoch ab, wie Abbildung 5.3.3 exemplarisch für den Energiebedarf und den Energieaufwand für die Eierzeugung zeigt. Der abnehmende Energieaufwand resultiert aus dem relativ konstanten Energieerhaltungsbedarf, so dass bei höheren Leistungen sich dieser „unproduktive“ Anteil auf eine größere Eimasse verteilt.



**Abb. 5.3.3: Gesamtenergiebedarf sowie Energieaufwand bei Legehennen in Abhängigkeit von der täglich erzeugten Eimasse (Bodenhaltung, 1,8 kg Lebendmasse/Henne, GFE, 1999)**

Mit zunehmender Legeleistung (täglich erzeugte Eimasse) wird demnach die Aufwandsenkung relativ geringer (Abb. 5.3.3). Analoge Entwicklungen treffen auch auf den Proteinaufwand bzw. weitere Aufwandsdaten zu.

Die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse verschiedener Fachdisziplinen (vor allem Tierzucht, Tierernährung und -haltung) führte u.a. dazu, dass in Europa in den zurückliegenden Jahren der Futteraufwand (Tab. 5.3.4) und damit auch der Aufwand an Energie und verschiedenen Nährstoffen bei der Eierzeugung drastisch gesenkt werden konnten. Effizientere Futtermittel- bzw. Nährstoffnutzung entspricht damit der Zielstellung einer Verminderung der Ausscheidungen.

**Tab. 5.3.3: Mischfutterbedarf zur Erzeugung von 1 kg Eier in der EU (EU 2008)**

Jahr	kg Futter/kg Eier
1968	3,1
1985	2,3
2001	1,9

### 5.3.2.1 Proteinbildung und N-Ausscheidung

Eines der Hauptziele der Legehennenhaltung ist die Erzeugung von essbarem Protein bzw. Aminosäuren für den Menschen. Obwohl neben den essentiellen Aminosäuren auch andere lebensnotwendige Spurennährstoffe im Ei enthalten sind, stellt das Protein bei den weiteren Betrachtungen die wesentliche Bezugsbasis dar. Mit zunehmender Legeleistung steigt die Menge an täglich bzw. je Einheit Lebendmasse erzeugtem essbaren Protein an (Tab. 5.3.4). Dabei fällt auf, dass neben den Legehennen auch Mastküken bei höheren Leistungen je kg Lebendmasse deutlich mehr essbares Protein erzeugen als andere Lebensmittel liefernde Tiere. Vor allem Mastrinder und Mastschweine liefern täglich wenig essbares Protein je kg Lebendmasse.

**Tab. 5.3.4: Produktion von essbarem Protein tierischer Herkunft mit Legehennen im Vergleich zu verschiedenen Tierarten-/kategorien und N-Ausscheidung in Abhängigkeit von der Leistungshöhe**

Eiweißquelle (Lebendmasse)	Leistung je Tag	Essbare Fraktion %	Proteingehalt in der essbaren Fraktion (g/kg Frischmasse)	Essbares Protein		N-Ausscheidung in Exkrementen	
				g/Tag	g/kg Lebend- masse	kg/kg essbares Protein	Prozent der N- Aufnahme
Legehenne (1,5 kg)	50 % LL <sup>2)</sup>	95	120	3,6	2,0	0,6	80
	70 % LL			5,1	2,8	0,35	65
	90 % LL			6,6	3,7	0,2	55
Milchkuh (650 kg)	10 kg Milch	95	34	323	0,5	0,65	75
	20 kg Milch			646	0,9	0,48	70
	40 kg Milch			1292	2,0	0,35	65
Milchziege (60 kg)	2 kg Milch	95	36	68	1,1	0,40	70
	5 kg Milch			170	2,8	0,23	60
Mastrind (350 kg)	500 g LMZ <sup>1)</sup>	50	190	48	0,12	2,5	90
	1000 g LMZ			95	0,24	1,6	84
	1500 g LMZ			143	0,36	1,2	80
Mastschwein (70 kg)	500 g LMZ	60	150	45	0,55	0,8	85
	700 g LMZ			63	0,8	0,7	80
	900 g LMZ			81	1,0	0,6	75
Mastküken (1,0 kg)	40 g LMZ	60	200	4,8	3,2	0,4	70
	60 g LMZ			7,2	4,8	0,3	60

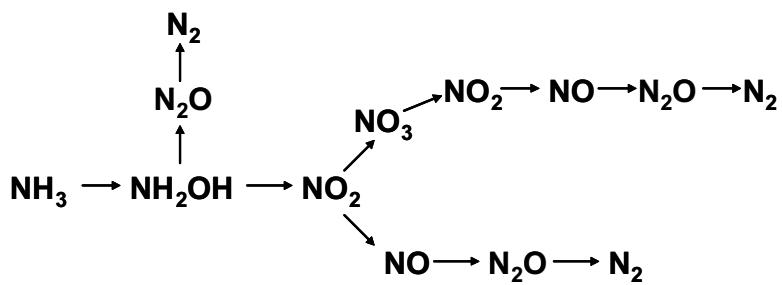
<sup>1)</sup> Lebendmassezunahme <sup>2)</sup> Legeleistung

Trotz dieser relativ hohen Proteinabgabe mit dem Ei werden bei Legehennen auch bei hohen Legeleistungen über 50 % des aufgenommenen Stickstoffs wieder mit den Exkrementen ausgeschieden (Tab. 5.3.4).

Andererseits ist die N-Ausscheidung mit den Exkrementen bei Legehennen relativ geringer im Vergleich zu anderen Lebensmittel liefernden Tieren, wenn eine etwa vergleichbare Leistungshöhe als Betrachtungsbasis dient. Eine weitere Verbesserung der N-Nutzung trägt demnach substantiell zur Reduzierung der N-Ausscheidung bei Legehennen bei. Als Möglichkeiten zur Verbesserung der N-Nutzung sind zu erwähnen (s. auch Kapitel 5.2).

- Vermeidung von **N- bzw. Aminosäurenüberschuss**,
- **Leistungssteigerung** (rel. geringer Anteil des Protein-Erhaltungsbedarfes),
- **Phasenfütterung** (Versorgung entsprechend dem Bedarf im jeweiligen physiologischen Stadium),
- **Aminosäureergänzung** (Bedarfsdeckung „auf den Punkt“, Konzept des idealen Proteins),
- Einsatz von **Enzymen** (rel. geringe Effekte),
- Versorgung nach dem Konzept der **präcacal verdaulichen Aminosäuren** (Forschungsbedarf).

Der ausgeschiedene Stickstoff kann bei hohen Tierbeständen durchaus Umweltrelevanz haben. Wenn daraus Lachgas ( $N_2O$ ) entsteht, wird ihm jedoch auch Klimarelevanz zugeschrieben. Das Treibhauspotenzial von Lachgas wird als  $\approx 300$  x so hoch wie das von  $CO_2$  bewertet (IPCC, 2006). Tiere selbst scheiden kein Lachgas aus, es kann jedoch infolge mikrobieller Aktivitäten in Abhängigkeit von verschiedenen Einflussfaktoren in den Exkrementen und im Boden aus Ammoniak ( $NH_3$ ) über verschiedene Zwischenstufen entstehen (Abb. 5.3.4)



**Abb. 5.3.4: Lachgasbildung ( $\text{N}_2\text{O}$ ) aus Ammoniak ( $\text{NH}_3$ )**  
(nach WRAGE ET AL. 2001)

Beim Geflügel wird ein Großteil des Stickstoffs in Form von Harnsäure ausgeschieden, die deutlich langsamer als Harnstoff zu Ammoniak abgebaut wird (Abb. 5.3.5).

N-Quelle	$\text{O}=\text{C}(\text{NH}_2)\text{NH}_2$		$\text{O}=\text{C}(\text{H})\text{N}=\text{C}(\text{H})=\text{N}=\text{C}(\text{H})\text{O}$	Peptide, Proteine	Aminosäuren, Biogene Amine	Kreatinin, Hippursäure, Allantoin u.a.	Sonstige
Harnstoff							
Harn							
Geflügelharn ( $\approx 75\%$ des NPN)							
Kot							
Kot, Harn							
Kot, Harn, Kot							
Prozent der gesamten N-Ausscheidung	40 - 80	40 - 60	30 - 50	0 - 5	1 - 10		
Enzyme zum Abbau	Urease	Uricase	Proteasen, Desaminasen	Desaminasen	verschiedene Enzyme		
NH <sub>3</sub> -Bildung	sehr schnell	langsam	langsam	schnell	langsam bis schnell		
Einflussfaktoren auf die NH <sub>3</sub> -Bildung	pH, Temperatur, Zeit	Temperatur, Zeit, Feuchte	Temperatur, Zeit, Feuchte	Temperatur, Zeit, Feuchte	Temperatur, Zeit, Feuchte		

**Abb. 5.3.5: Wichtige N-Quellen in den Exkrementen und deren Neigung zur NH<sub>3</sub>-Bildung**

Daraus resultiert auch der relativ geringe Anteil des Geflügels an der geschätzten globalen N<sub>2</sub>O-Emission (Tab. 5.3.5).

**Tab. 5.3.5: Schätzung der globalen N<sub>2</sub>O-Emission aus der Tierproduktion  
(OENEMA et al., 2005)**

<b>Gesamtmenge:</b> $\approx 1,5$ Mio t N <sub>2</sub> O-N/Jahr	
Quellen	Weidende Tiere: 41 %
	Indirekte Quelle 27 %
	Exkrementenlagerung 19 %
	Düngung mit Exkrementen 10 %
	Dungverbrennung 3 %
regionale Verteilung	Entwicklungsländer 60 %
	Industrieländer 40 %
Verteilung auf Tiergruppen	Nicht-laktierende Rinder 44 %
	Milchkühe 16 %
	Schafe 12 %
	Schweine 9 %
	Geflügel 6 %

Die dargestellten Zusammenhänge belegen, dass sowohl aus Gründen der Verbesserung der Ressourceneffizienz als auch der Verminderung der N-Ausscheidungen der Protein- bzw. Aminosäureneinsatz in der Legehennenernährung weiter optimiert werden muss.

### 5.3.2.2 Weitere umwelt- und klimarelevante Ausscheidungen

Neben dem Stickstoff stellen Phosphor und verschiedene Spurenelemente (z. B. Cu, Zn) wichtige umweltrelevante und Methan die bedeutsamste klimarelevante Ausscheidung von Lebensmittel liefernden Tieren dar. Kohlendioxid fällt ebenso beim Umsatz der Futtermittel im Tierkörper an ( $\approx 1$  kg CO<sub>2</sub> je kg organischer Substanz; 0,7 bis 1,2 kg/kg; PINARES-PATINO et al., 2007). Da die im Stoffwechsel anfallende CO<sub>2</sub>-Menge jedoch annähernd der im Rahmen der Photosynthese gebundenen CO<sub>2</sub>-Menge entspricht (s. Abb. 5.3.2), wird dieses CO<sub>2</sub> als emissionsneutral betrachtet (s. Abb. 5.3.2). Anders verhält es sich allerdings mit dem aus fossilen Kohlenstoffquellen stammenden Betriebsmittel-bedingten CO<sub>2</sub>-Anfall (z. B. Bodenbearbeitung, Düngung, Transporte, Futterbearbeitung und -lagerung, Tierhaltung u.a.). Diese Emissionen sind bei Ökobilanzen zu berücksichtigen (z.B. BOCKISCH et al., 2000).

Phosphor stellt eine begrenzt verfügbare natürliche Ressource dar. Aus diesem Grund sollten alle Möglichkeiten zur Absicherung des P-Bedarfes auf den Punkt (z.B. 0,36 g Nicht-Phytin P bei 60 g Eimasse/Tag und 1,8 kg Lebendmasse; GFE, 1999) und zur optimalen Ausnutzung des teilweise wenig verfügbaren Phosphors (Phytat-P) genutzt werden (s. auch Abschnitt 5.2). Als Möglichkeiten zur Verbesserung der P-Ausnutzung und zur Minimierung der Ausscheidungen sind zu erwähnen:

- Weiterentwicklungen der Empfehlungen für die P-Versorgung,
- Möglichst exakte P-Bedarfsdeckung; Überschuss vermeiden,
- Anwendung von Schnellmethoden zur P-Bestimmung in Futtermitteln (Gesamt-P und organisch gebundenen P),
- Bedarfsdeckung auf der Basis von verfügbarem P bei Nichtwiederkäuern und Verwendung von hochverfügbaren P-Quellen,
- Verwendung von Phytase und anderen Futterzusatzstoffen (z.B. organische Säuren);
- Verwendung von Pflanzen mit geringerem Phytat oder hohem Phytasegehalt (z. B. züchterisch veränderte Pflanzen).

Im Zusammenhang mit den global begrenzten P-Ressourcen ist zu erwähnen, dass die hohen P-Mengen in Schlachttiernebenprodukten ( $\approx 20\ 000$  t/Jahr in Deutschland) im Ergebnis der BSE-Situation nach wie vor nicht optimal genutzt werden (s. RODEHUTSCORD et al., 2003; RODEHUTSCORD, 2008). Die P-Ausnutzung ist nicht nur aus Gründen der begrenzten P-Verfügbarkeit, sondern wegen möglicher Umweltwirkungen (z. B. Gewässer – Eutrophierung) bei hoher P-Belastung der Flächen infolge hoher Tierbestände zu maximieren. Zur Vermeidung hoher Spurenelementkonzentrationen ist eine möglichst präzise Bedarfsdeckung anzustreben. Dazu kann sowohl die Berücksichtigung des nativen Spurenelementgehaltes der eingesetzten Futtermittel als auch die Supplementation mit gut verfügbaren Spurenelementen (z. B. Sulfate oder Chloride statt Oxide) beitragen.

Die Ausscheidung des klimarelevanten Gases Methan (Faktor 23 gegenüber CO<sub>2</sub>, IPCC, 2006) kann bei Geflügel vernachlässigt werden. Da der verfügbaren Literatur keine entsprechenden Daten entnommen werden konnten, erfolgte in Tabelle 5.3.6 eine Schätzung des möglichen Methananfalles bei Geflügel auf der Basis von Schweinen, bekannter Daten der Verdauung beim Geflügel und des möglichen Anteils von Nährstoffen in Geflügelmischungen, aus denen Methan gebildet werden kann. Bei dieser Schätzung fand die im Rahmen des Exkrementmanagements mögliche Methanbildung (s. STEINFELD et al., 2006) keine Berücksichtigung.

**Tab. 5.3.6: Methanausscheidung bei verschiedenen Tierarten**

<b>Tierart/-gruppe</b>	<b>Methanausscheidung</b>	
	<b>(% der Bruttoenergie- aufnahme; Mittel bzw. Variationsbreite)</b>	<b>(g/kg T-Aufnahme; Mittel bzw. Variationsbreite)</b>
Geflügel <sup>1)</sup>	(0 – 0,3)	(0 – 1)
Wiederkäuer	6 – 8 (2 – 15)	20 – 25 (10 – 40)
Pferde	2 – 3 (1 – 5)	6 – 8 (2 – 12)
Schweine <sup>2)</sup>	0,5 (0 – 2)	2 – 3 (0 – 8)

<sup>1)</sup> Höhere Werte bei faserreicher Fütterung (z.B. Grünfutter an Legehennen, Enten, Gänsen)

<sup>2)</sup> Höchste Werte bei güsten Sauen, geringste Werte bei Ferkeln

Wie einleitend erwähnt, stellt die Erzeugung von essbarem Protein eines der Hauptziele der Tierhaltung dar. Aus diesem Grund werden in Tabelle 5.3.7 die bei verschiedenen Produktionsformen anfallenden Ausscheidungen auf ein Kilogramm essbares Protein bezogen.

**Tab. 5.3.7: Ausscheidungen je kg essbares Eiweiß tierischer Herkunft bei der Erzeugung von Eiern und anderen Lebensmitteln tierischer Herkunft**

Lebensmittel	Leistungs-höhe (je Tag)	Ausscheidungen (kg/kg Eiweiß)			
		Stickstoff	Phosphor	Methan	CO <sub>2</sub> -Äquivalente
Eier/ Legeleistung	50 %	0,4	0,08	0,02	7
	70 %	0,3	0,06	0,02	6
	90 %	0,25	0,05	0,02	5
Milch	10 kg	0,65	0,10	1,0	30
	20 kg	0,44	0,06	0,6	16
	40 kg	0,24	0,04	0,4	12
Rindfleisch	1200 g	1,4	0,15	1,5	45
Schweinefleisch	800 g	0,65	0,10	0,06	11
Geflügelfleisch	50 g	0,35	0,04	0,01	4

Dabei zeichnet sich die Erzeugung von Eiprotein neben der Geflügelfleischerzeugung durch die geringsten Ausscheidungen aus.

### 5.3.3 Ökobilanz (CO<sub>2</sub>-Footprint)

Unter Ökobilanzen (Life Cycle Assessment, Life Cycle Studien, Lebenszyklusstudien) wird die Zusammenfassung aller klimarelevanten Gase bei der Erzeugung eines Produktes verstanden. Die Angaben erfolgen auf der Basis von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten unter Verwendung der Vorgaben des Treibhauspotenzials für klimarelevante Gase des IPCC (2006). Gegenwärtig stehen wir am Anfang solcher komplexen Betrachtungen.

Verschiedene Organisationen bzw. Autoren haben bereits derartige Zusammenstellungen vorgenommen (Tab. 5.3.8), wobei nicht immer klar ist, auf welcher Datenbasis die Angaben beruhen und woher der Mut für die überaus „präzisen“ Angaben stammt.

**Tab. 5.3.8: „Klimabilanz“ für Lebensmittel tierischer Herkunft aus konventioneller und ökologischer Landwirtschaft beim Einkauf im Handel (nach Öko-Institut Darmstadt, FRITSCHE und EBERLE, 2007)**

Lebensmittel	CO <sub>2</sub> -Äquivalente in g/kg Produkt		Ökologisch in % von konventionell
	konventionell	ökologisch	
Eier	1931	1542	87
Milch	940	883	94
Rindfleisch	13311	11374	85
Schweinefleisch	3252	3039	94
Geflügelfleisch	3508	3039	80

Beim Vergleich der Angaben in den Tabellen 5.3.8 und 5.3.9 fällt außerdem auf, dass sie teilweise erheblich voneinander abweichen und dass bei den Angaben des ÖKO-INSTITUTES (2007) für ökologisch erzeugte Lebensmittel (Tab. 5.3.10) geringere CO<sub>2</sub>-Emission ausgewiesen werden, während bei HEISSENHUBER (2008) dies lediglich bei Eiern der Fall ist (Tab. 5.3.9).

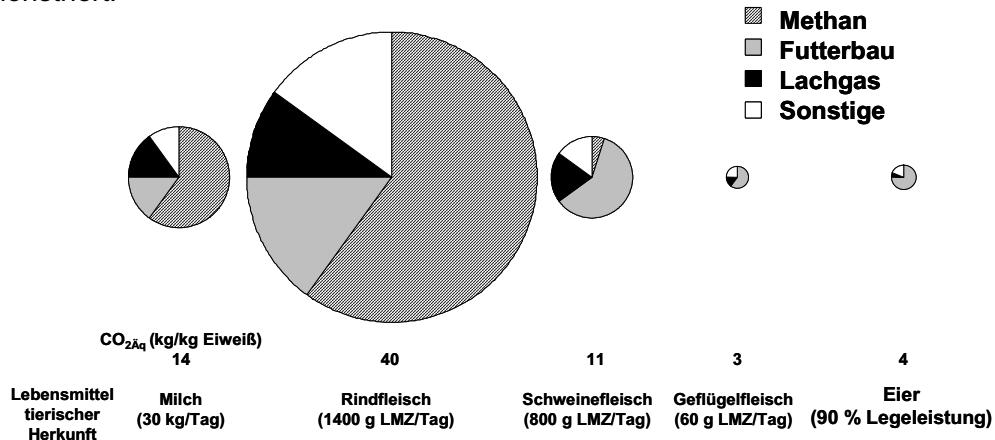
**Tab. 5.3.9: „Klimabilanz“ für Lebensmittel tierischer Herkunft aus konventioneller und ökologischer Landwirtschaft (nach HEISSENHUBER, 2007)**

Lebensmittel	CO <sub>2</sub> -Äquivalente in g/kg Produkt		Ökologisch in % von konventionell
	konventionell	ökologisch	
Eier	1724	1592	92
Milch	826	843	102
Rindfleisch	10066	10223	102
Schweinefleisch	4109	4965	121
Geflügelfleisch	1978	2846	144

Aus der Sicht des bewussten Umgangs mit begrenzt verfügbaren Ressourcen und möglicher Einflüsse auf das Klima sind derartige Ökobilanzen verständlich und notwendig. Sie sollen in so genannten „Footprints“ (Fußabdrücke) für die Bewertung der CO<sub>2</sub>-Ausscheidungen bei verschiedenen Lebensmitteln münden, um Beiträge zum bewussten Umgang mit diesen Produkten zu erreichen. Eine wichtige Voraussetzung für einen verantwortungsvollen Umgang mit derartigen Daten ist die Erarbeitung von belastungsfähigen Ausgangswerten.

Nachfolgend sollen unter Berücksichtigung des CO<sub>2</sub>-Anfalls bei der Futtererzeugung (s. BOCKISCH et al., 2000) sowie der CO<sub>2</sub>-Äquivalente aus Methan und Lachgas CO<sub>2</sub>-Footprints für die Eierzeugung in Abhängigkeit von der Legeleistung im Vergleich zu anderen Formen der Produktion von essbarem Protein abgeleitet werden. Unter Berücksichtigung verschiedener Literaturangaben werden als betriebsmittelbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen bei den folgenden Kalkulationen für Grundfutter im Mittel 120 g CO<sub>2</sub>/kg Trockensubstanz (T, (BOCKISCH et al., 2000) und für Kraftfutter 220 g CO<sub>2</sub>/kg T (BOCKISCH et al., 2000) unterstellt. Da für Nebenprodukte der Verarbeitungsindustrie (z. B. Mühlen-, Zucker-, Ölindustrie u.a.) keine belastungsfähigen Daten für die CO<sub>2</sub>-Emissionen vorliegen, wird beim Kraftfuttereinsatz ausschließlich Getreide berücksichtigt. Daraus resultiert vermutlich eine höhere CO<sub>2</sub>-Emission bei kraftfutterreicher Fütterung. Über die CH<sub>4</sub>-Bildung, die N-Ausscheidung und die mögliche Lachgasbildung wurde wiederholt zusammenfassend berichtet (u.a. FLACHOWSKY, 2002; FLACHOWSKY und BRADE, 2007; FLACHOWSKY und LEBZIEN, 2007).

Unter Berücksichtigung der in Tabelle 5.3.10 unterstellten Rahmenbedingungen wird offensichtlich, dass Nichtwiederkäuer und dabei vor allem Geflügel essbares Eiweiß mit deutlich weniger CO<sub>2</sub>-Äquivalenten erzeugen als Rinder, Schafe und Ziegen. Bei den Wiederkäuern entfallen 50 bis 70 % der in Tabelle 5.3.10 berücksichtigten Treibhausgasemissionen auf Methan, wie Abbildung 5.3.6 für die Erzeugung von essbarem Eiweiß demonstriert.



**Abb. 5.3.6: Anteile (%) der verschiedenen Emissionsquellen an den CO<sub>2</sub>-Footprints je kg essbares Eiweiß (FLACHOWSKY, 2008)**

**Tab. 5.3.10: Einfluss der Leistungshöhe und der Fütterung auf die  $\text{CO}_2$ -Emissionen unter Berücksichtigung der beim Futterbau Betriebsmittel-bedingten  $\text{CO}_2$ -Emissionen sowie der  $\text{CH}_4$ - und N ( $\text{N}_2\text{O}$ ) Ausscheidungen (eigene Kalkulationen)**

Tierart/ kat. bzw. Lebensmittel	Mittlere Lebendmasse (kg/Tier)	Leistungs- höhe	Fütterung (Grundfutter/ Kraftfutter)	Futter- aufnahme (kg T/Tag)	Emissionen (g/Tag)			$\text{CO}_2$ -Äquivalente (g/kg)
					$\text{CO}_2$ (Betriebsmittel- bedingt beim Futterbau) <sup>2)</sup>	$\text{CH}_4$ <sup>3)</sup>	N	
Legehennen Eier	1,5	50 % <sup>1)</sup> 70 % 90 %	10/90 0/100 0/100	0,1 0,11 0,12	21 24 27	- - -	2,1 0,5 0,5	0,80 0,65 0,55
Milchkühe Milch	650	10 kg/Tag 20 kg/Tag 40 kg/Tag	90/10 75/25 50/50	12 16 24	1560 2320 4080	300 370 480	2 1 0,5	1,0 0,6 0,4
Mastrind Rindfleisch	350	500 g/Tag 1000 g/Tag 1500 g/Tag	95/5 85/15 70/30	6,5 7,0 7,5	810 945 1125	160 168 170	2 1 0,5	11,5 5,5 3,5
Mastschwein Schweinefleisch	70	600 g/Tag 800 g/Tag 1000 g/Tag	10/90 0/100 0/100	1,8 2,0 2,2	380 440 485	10 10 11	42 45 48	1,3 1,1 0,9
Mastküken Geflügelfleisch	1,0	40 g/Tag 60 g/Tag	10/90 0/100	0,07 0,09	15 20	- -	1,4 1,5	0,46 0,40

<sup>1)</sup> Legeleistung

<sup>2)</sup> 120g  $\text{CO}_2$ /kg T Grundfutter  
220g  $\text{CO}_2$ /kg T Kraftfutter

<sup>3)</sup> 25 g  $\text{CH}_4$ /kg T bei  $\Omega_{\text{Lege}} \geq 90\%$  Grundfutter-Ration  
20 g  $\text{CH}_4$ /kg T bei Wiederkäuer mit  $\geq 50\%$  Kraftfutter in Ration

Bei derartigen komplexen Betrachtungen wird zukünftig nicht nur der Einsatz von fossiler Energie, Phosphor und anderen begrenzt verfügbaren Ressourcen sowie der CO<sub>2</sub>-Output von größerer Bedeutung sein, sondern es wird auch zunehmend dem Wasserverbrauch Aufmerksamkeit gewidmet werden. Eine diesbezügliche Auswertung belegt die Brisanz der Thematik (Tab. 5.3.11). Die Zusammenstellung zeigt, dass die Eier mit einem relativ geringen Wasserverbrauch erzeugt werden können im Vergleich zu anderen Lebensmitteln tierischer Herkunft.

**Tab. 5.3.11: Virtueller „Wassergehalt“ verschiedener Agrarprodukte  
(nach HOEKSTRA und CHAPAGAIN, 2007)**

Produkt	Wassergehalt/globales Mittel	
	m <sup>3</sup> /kg	m <sup>3</sup> /kg essbares Protein
Eier	3,3	28
Milch	1,0	29
Rindfleisch	15,5	82
Schweinefleisch	4,9	33
Geflügelfleisch	3,9	20
Futtermittel (zum Vergleich)		
Feuchtreis	2,3	-
Sojabohne	1,8	-
Weizen	1,3	-

## Literatur

Bockisch, F.J.; H.J. Ahlgrimm, H. Böhme, A. Bramm, U. Dämmgen, G. Flachowsky, O. Heinemeyer, F. Höppner, D.P.L. Murphy, J. Rogasik, M. Röver, S. Sohler (2000): Bewertung von Verfahren der ökologischen und konventionellen landwirtschaftlichen Produktion im Hinblick auf Energieeinsatz und bestimmte Schadgasemissionen. Landbauforschung Völkenrode SH 211, 206 S.

EU (2008): Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über das Inverkehrbringen und die Verwendung von Futtermitteln (SEK, 2008, 275, 276) KOM (2008), 124, Brüssel, d. 03.03.2008

FAOSTAT (2006): Statistical database of Food and Agricultural Organisation of the United Nations. <http://faostat.fao.org/faostat>.

Flachowsky, G. (2002): Efficiency of energy and nutrient use in the production of edible protein of animal origin. J. Appl. Anim. Res. 22, 1 - 24

Flachowsky, G. (2008): Wie kommen wir zu CO<sub>2</sub>-Footprints für Lebensmittel tierischer Herkunft? Arch. Tierzucht (im Druck)

Flachowsky, G.; W. Brade (2007): Potenziale zur Reduzierung der Methan-Emissionen bei Wiederkäuern. Züchtungskunde 79, 417 - 465

Flachowsky, G.; P. Lebzien (2007): Lebensmittel liefernde Tiere und Treibhausgase – Möglichkeiten der Tierernährung zur Emissionsminderung. Übers. Tierernährung 35, 191 - 231

Flock, D.K., R. Preisinger (2007): Specialization and concentration as contributing factors to the success of the poultry industry in the global food market. Arch. Geflügelkunde 71, 193 - 199

Fritsche, U.R., U. Eberle (2007): Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln, Arbeitspapier- Öko-Institut e.V. Darmstadt, 13 S.

GfE (1999): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler), Heft 7, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 185 S.

Heissenhuber, A. (2008): Ökonomische Aspekte einer energieeffizienten Landwirtschaft. Ktbl-Tagung, 8./9. April 2008, Fulda, 42 - 55

Hoekstra, A.Y., A.K. Chapagain (2007): Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Res. Managm.* 21, 35 - 48

IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 4 Agriculture, Forestry and other land use. <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/200bgl/vol4.htm>

Keyzer, M.A.; M.D. Merbis, L.F.P.W. Pavel, C.F.A. Van Wesenbeek (2005): Diets shifts towards meat and the effect on cereal use: Can we feed the animals in 2030? *Ecol. Environm.* 55, 187 - 202

Oenema, O.; N. Wrage, G.L. Velthof, J.W. Van Groeningen, J. Dolfing, P.J. Kuikman (2005): Trends in global nitrous oxides emissions from animal production systems. *Nutrient Cycling in Agrosystems* 72, 51 - 65

Pinares-Patino. C.S., P. D'hour, J.-P. Jounany, C. Martin (2007): Effects of stocking rate on methane and carbon dioxide emission from grazing cattle. *Agric. Ecosyst. Environm.* 121, 30 - 46

Rodehutscord, M. (2008): Can we further improve the efficiency of utilization of phosphorus? *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 179 - 183

Rodehutscord, M., H.-J. Abel, W. Friedt, C. Wenk, G. Flachowsky, H.J. Ahlgrimm, B. Johnke, R. Kühl, G. Breves (2002): Consequences of the ban of by-products from terrestrial animals in livestock feeding in Germany and the European Union: alternatives, nutrient and energy cycles, plant production, and economic aspects. *Arch. Anim. Nutr.* 56, 67 - 91

Souci, S.W., Fachmann, W., Kraut, H. (2000): Die Zusammensetzung der Lebensmittel-Nährwert-Tabellen. Medpharm Stuttgart, CRC Press, 1182 S.

Steinfeld, H.; P. Gerber, I. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales, C. Haan (2006): Livestock's long shadow: Environmental issues and options: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rom. [http://www.virtuakcentre.org/en/library/key\\_pub/longshad,A0701E00.pdf](http://www.virtuakcentre.org/en/library/key_pub/longshad,A0701E00.pdf)

Wennemer, H.; G. Flachowsky, V. Hoffmann (2005): Protein, Population, Politik, Wege zur nachhaltigen Eiweißversorgung im 21. Jahrhundert. Plexus Verlag Miltenberg und Frankfurt/M.: 160 S.

Wrage, N.; G.L. Velthof, M.L. Van Beusichem, O. Oenema (2001): Role of nitrifier denitrification in the production of nitrous oxide. *Soil Biolog. Biochem.* 33, 1723 - 1732

## **5.4 Exkrementenanfall und -verwertung in der Eiererzeugung (O. Bohnenkemper)**

### **5.4.1 Wertschätzung im Wandel der Zeit**

Ein langfristig wichtiger Gesichtspunkt in der Eiererzeugung ist die weitere Verwendung des Nebenproduktes Hühnerkot als landwirtschaftlicher Dünger. Diese Funktion war in der Vergangenheit oftmals in der Diskussion. Als mögliche kritische Punkte sind hier zu nennen: die Anreicherung von Schwermetallen im Hühnerkot oder auch die mögliche Verbreitung von Zoonosen.

Infolge der erheblichen Preissteigerungen für alle mineralischen Düngerformen ist die bisherige relativ geringe Wertschätzung von Wirtschaftsdüngern als Mehrnährstoffdünger schlagartig angestiegen (DIEKMANN-LENARTZ, 2008, LABAHN, 2008). Insbesondere bei vergleichsweise geringen Wassergehalten von Legehennenkot und auch Hähnchen- oder Putenmist übersteigt der Düngewert die Transportkosten mittlerweile erheblich. Die bisher üblichen „Entsorgungskosten“ in Höhe von etwa 5,- € bis 15,- € je Tonne werden geflügelhaltenden Betrieben seit kurzem kaum noch in Rechnung gestellt. Dies sollte Anreiz sein, auch den Geflügelkot als werthaltiges Nebenprodukt und ihn nicht länger als „lästigen Abfall“ zu sehen.

### **5.4.2 Mengenmäßiger Anfall von Legehennenkot**

Legehennenkot fällt in allen Haltungsformen an.

Die bisher bestimmenden konventionellen Käfiganlagen müssen - spätestens mit Beginn des Jahres 2009 - zu ausgestalteten Käfigen oder alternativen Haltungsformen umgerüstet sein. Die in den neuen Anlagen verbauten Kotbänder entsprechen häufig der bisherigen Technik mit Belüftung, wobei jedoch die Prozesssteuerung der Kotbandbelüftung häufig weiter modifiziert wurde.

Bei Bodenhaltungen sind Volieren mit Kotband und Kotbandbelüftung und Rostenställe mit Kotgrube zu unterscheiden. Die alternativen Haltungen können neben einem Innenscharrraum zusätzlich über einen Kaltscharrraum sowie über einen Auslauf im Freiland verfügen.

Während belüftete Kotbänder in der Regel wöchentlich geleert werden, wird der Kot in den Kotgruben bis zum Ende der Legeperiode gesammelt. Aufgrund der hier meist schwächeren Trocknung bleiben in der Regel wesentlich höhere „Feuchtigkeitsanteile“ im Kot erhalten. Der Kot in den Scharrräumen ist mengenmäßig weniger bedeutend und zeichnet sich meistens durch einen hohen Trockensubstanzanteil aus, da die Tiere selbst für ständige Bewegung und Belüftung sorgen. Zudem kann der Kot aus den Scharrräumen trockene Einstreu (Sand, Stroh, Spelzen und anderes) enthalten.

Man findet in der Literatur sehr verschiedene Angaben zu Nährstoffgehalten von Legehennenkot. Diese Literaturfunde sind jedoch für konkrete Anwendungen oft nur wenig hilfreich, da die Angaben selten das zugehörige Haltungs-/Produktionsverfahren korrekt erfassen. Wichtig ist zusätzlich die Beachtung des Analysezeitraumes, da bis zum „Tiermehlverbot“ Ende des Jahres 2000 die Verwendung von Fleischknochenmehlen zur Herstellung von Legehennenfutter sehr verbreitet war und deutliche Auswirkungen auch auf die Kotzusammensetzung zeigte.

Aus diesen Gründen ist es angezeigt, Literaturangaben zu Nährstoffgehalten in einem zeitnahen und regionalen Bezug zu betrachten.

Von der LUFA-Nord-West wurden für den Zeitraum von Juli 2005 bis April 2007 die nachfolgend aufgeführten Angaben mitgeteilt (Tab. 5.4.1).

**Tab. 5.4.1: Angaben der LUFA-Nord-West zu 149 Proben Hühnertrockenkot aus dem Zeitraum Juli 2005 bis April 2007 (LUFA-NORD-WEST, 2008)**

Merkmal	Medianwert	Streuung exklusive der jeweils 25 % kleinsten und größten Werte	
Trockensubstanz %	52	39	65
Organische Substanz %	67	60	75
Stickstoff kg/Tonne	25,0	19,3	33,4
Phosphat kg/Tonne	17,9	14,0	24,3
Kaliumoxid kg/Tonne	15,5	10,8	21,3
Calciumoxid kg/Tonne	55,6	32,1	82,4
Kupfer mg/kg	31,0	20,9	49,4

Die Angaben beziehen sich auf den Medianwert. Der Median zeigt, dass die Nährstoffgehalte an Stickstoff mit 25 kg je Tonne und an Phosphat mit 17,9 kg je Tonne anzugeben sind. Mit Ausnahme für die organische Substanz und für Calciumoxid betragen die jeweils größten Werte etwa das Zweifache des jeweils kleinsten Wertes. Bei der organischen Substanz ist die Streuung geringer; bei Calciumoxid ist die Streuung dagegen deutlich größer (Tab. 5.4.1).

### 5.4.3 Berücksichtigung produktionstechnischer Unterschiede

Die Kenntnis produktionstechnischer Unterschiede kann für die Einschätzung des Düngewertes von Hühnerkot im konkreten Einzelfall durchaus nützlich sein. Wichtige Hinweise geben bereits die Prognosen unterschiedlicher Nährstoffausscheidungen aufgrund der Verwendung von „Standardfutter“ oder von phosphorreduziertem Futter mit zweckmäßigen Enzymzusätzen (DLG, 2005).

Nachfolgend sind einige neuere, eigene Untersuchungsergebnisse in zwei Betrieben zusammengestellt: Es handelt sich im ersten Betrieb (Betrieb A) um einen Neubau mit ausgestalteten Käfigen des Hersteller Meller Anlagenbau GmbH für jeweils 40 Tiere je Abteilung. Die vierstöckige Ablage mit Kotbändern verfügt über insgesamt etwa 36.500 Legehennenplätze und wurde erstmals im Juni 2007 mit Junghennen voll belegt. Etwa 60 % der Legehennen waren Weißleger der Abstammung LSL, die übrigen Tiere waren Braunleger der Abstammung LB. Beobachtet werden konnte der Zeitraum vom 28. April 2008 bis zum 25. Juli 2008: dem Zeitpunkt der Restkotabfuhr. Aus den Zeiträumen vor dem 28 April 2008 waren die Kotabfuhren nicht vollständig dokumentiert.

Aus den Wochenberichten ist zu entnehmen, dass im angegebenen Zeitraum 34.600 Hennen (= durchschnittliche Anzahl) gehalten wurden. Die wöchentlichen Abgänge durch verendete Tiere waren mit etwa 40 bis 60 Hennen relativ gering. Die mittlere Legeleistung erreichte selbst in dieser sehr späten Legephase noch annähernd 85 %, so dass die tägliche Eimasse je Legehennen mit 53 g angegeben werden kann. Der Futterverbrauch betrug 312.660 kg, dies entspricht der täglichen mittleren Futteraufnahme von 113 g je Tier/Tag. Bei dem angegebenen Energiegehalt von 11,4 MJ ME/kg entsprach das Legehennenalleinfutter II dem derzeit regionaltypischen Standard von 16,5 % Rohprotein, 0,40 % Methionin und 0,55 Phosphor bei 3,70 % Calcium für die zweite Legephase.

Letztendlich fielen in der Legephase insgesamt 223.640 kg Kot an. Damit betrug der wöchentliche Kotanfall in der Bezugsperiode durchschnittlich 17.205 kg. Das entspricht gerundet 70 g Kot je Legehennentag. Die Laborwerte von Kotproben ergaben nach Kalendermonaten in 2008 (s. Tab. 5.4.2) folgende Werte:

**Tab. 5.4.2: Laborwerte von Kotproben**

		<b>Mai</b>	<b>Juni</b>	<b>Juli</b>	<b>Mittelwert</b>
Trockensubstanz	%	51,7	49,3	64,6	55,2
Organische Substanz	% von T.	70,2	77,0	75,0	74,1
Stickstoff	kg/Tonne	28,0	27,5	31,6	29,0
Phosphat	kg/Tonne	15,2	13,8	21,4	16,8
Kaliumoxid	kg/Tonne	15,4	16,4	23,5	18,4
Calciumoxid	kg/Tonne	53,2	37,0	46,0	45,4
Kupfer	mg/kg	36,4	28,2	43,5	36,4

Zu erwähnen bleibt zusätzlich, dass die Schwankungen der Calciumgehalte weniger die Folge unsachgemäßer Probenahme sein dürften, sondern das Ergebnis der Verwendung von fein vermahlenem Kalk im Legehennenfutter.

Die Plausibilität der Laborwerte kann mit der täglichen Futteraufnahme von 113 g, dem täglichen Kotanfall von 70 g sowie der täglichen Eimasse von 53 g für die Elemente Stickstoff, Phosphor und Calcium weiter verifiziert werden (Tab. 5.4.3):

**Tab. 5.4.3: Plausibilität der Laborwerte**

		<b>Stickstoff</b>	<b>Phosphor</b>	<b>Calcium</b>
Tägl. Aufnahme	g	2,98	0,62	4,18
Tägl. Abgabe Ei	g	1,02	0,10	1,77 (JEROCH et al., 1999)
Erwartungswert für Kot	g	1,96	0,52	2,41
Laborbefund für 70 g Kot	g	2,03	0,52	2,27
		<b>Phosphat</b>	<b>Calciumoxid</b>	
Laborbefund	kg/Tonne	29,0	16,8	45,4
Laborbefunde	g/25,6 kg Kot	741	429	-
DLG 2005	g/Platz/Jahr, Standard	786	477	-
DLG 2005	g/Platz/Jahr, N-P-red.	754	340	-



**Abb. 5.4.1: Mistlagerung von Hühnertrockenkot (HTK)**  
(Quelle: Bohnenkemper)

Die Erwartungswerte für die einzelnen Elemente im täglichen Kotabsatz als Differenz zwischen ‚Elementaufnahme‘ mit dem Futter und der ‚Elementabgabe‘ über Eimasse korrespondieren mit dem durchschnittlichen Laborbefund in 70 g Kot. Der Stickstoffgehalt im

Futter ist über die Menge an Rohprotein (dividiert durch 6,25) errechnet. Auf ein ganzes Jahr gerechnet ergibt sich der Wert von 25,6 kg Kot; um den Anfall an Stickstoff und Phosphat mit den Angaben der DLG (2005) zu vergleichen. Die diesbezüglichen Vergleiche für Stickstoff und Phosphat aus den Laborbefunden mit den DLG-Angaben decken sich somit recht gut. Dabei sind die Angaben für Phosphor durch Multiplikation mit dem Faktor 2,2914 in Phosphat, die Angaben für Calcium durch Multiplikation mit dem Faktor 1,3992 in Calciumoxid umzurechnen.

Dem Autor standen zusätzlich Daten (= Betrieb B) aus einer kleineren Freilandhaltung mit Innenscharrraum und Kaltscharrraum von 1.650 Hennen (=durchschnittliche Anzahl) zur Verfügung.

Der Futterverbrauch von 66.540 kg in 330 Tagen korrespondiert gut mit den üblicherweise zu findenden Futteraufnahmen in Freilandherden. Die Legeleistung der Herde summierte sich auf insgesamt 27.500 kg Eimasse. Die Kotverwiegung ergab einen Stallkotanfall von 60.500 kg. Der in den Scharrräumen angefallene Kot ist darin enthalten.

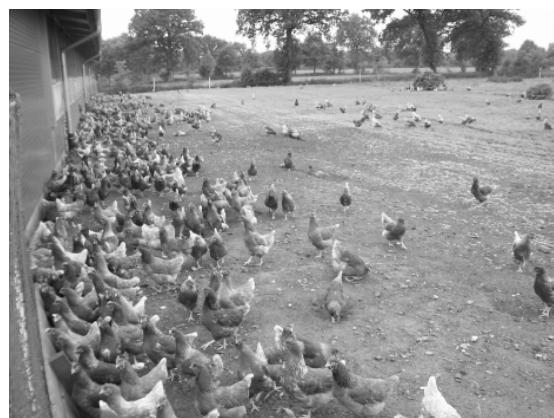
Die Laborwerte einiger Proben zeigen folgende Merkmalswerte (Tab. 5.4.4), sortiert vom Innenstallbereich mit den wandständigen Legenestern über den Aufsprungbereich der Kotgrube, Innenscharrraum und Außenscharrraum:

**Tab. 5.4.4: Merkmalswerte**

		Kotgrube innen	Kotgrube außen	Scharrraum innen	Scharrraum außen
Trockensubstanz	%	54,4	58,3	95,7	95,9
Organische Substanz	% von T.	52,2	20,2	20,2	10,8
Stickstoff	kg/Tonne	9,5	13,7	9,1	5,3
Phosphat	kg/Tonne	6,5	7,2	5,6	3,3
Kaliumoxid	kg/Tonne	6,6	7,7	6,5	4,4
Calciumoxid	kg/Tonne	28,1	23,9	25,2	17,5
Kupfer	mg/kg	17,3	17,5	13,2	8,5

Bei der Beurteilung der Trockensubstanzgehalte sind mögliche unterschiedliche Einträge von Erde/Sand in den verschiedenen Stallbereichen zu beachten (Tab. 5.4.4).

Zusätzlich lassen sich die sehr hohen Trockensubstanzgehalte der untersuchten Kotproben in den Scharrräumen durch die „permanente Bearbeitung“ der Einstreu durch die Tiere“ gut erklären. Eigene Beobachtungen ergaben speziell für die Freilandhaltung mit täglichem Auslauf, dass die Tiere mit jedem „Anlaufen“ der Futterkette (= Lerneffekt) unverzüglich das Gebäude aufsuchen. Selbst ein Sandbad wird unter Verzicht des Gefiederschüttelns sofort abgebrochen.



**Abb. 5.4.2: Freilandhaltung im Stallnahbereich**  
(Quelle: Bohnenkemper)

So wird erklärbar, dass bei Freilandhaltung von Legehennen - unter der Voraussetzung intensiver Auslaufnutzung - durchaus höhere Kotmassen auftreten können als bei ausschließlicher Stallhaltung, obwohl ein Teil des Kotes im Freiland abgesetzt wird. Dafür sind die Nährstoffkonzentrationen, die den Düngewert bestimmen, wesentlich geringer.



**Abb. 5.4.3: Hühnerkot aus einem Rostenstall mit Kotgrube - an der Grenze zur Verflüssigung (Quelle: Bohnenkemper)**

#### 5.4.4 Schlussfolgerungen

Die Verwendung veralteter Angaben zum Düngewert von Hühnerkot ist nicht zu empfehlen. Auch nach dem Fütterungsverbot phosphorreicher Schlachtnebenprodukte können die Nährstoffgehalte in weiten Grenzen schwanken. Selbst die Berücksichtigung einzelner Laborbefunde kann zu Fehleinschätzungen des Düngewertes führen. Die Kenntnis des Haltungsverfahrens einschließlich der verwendeten Futtermischungen kann dazu beitragen, die generelle Einschätzung des Nährstoffanfalles im Kot zu verbessern.

#### Literatur

Jeroch, H.; W. Drochner, O. Simon (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere, Seite 494, Tabelle 183; Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

Diekmann-Lenartz, C. (2008): Mehr Markt – mehr Preisdifferenzen, LAND & FORST Nr. 34, 21. August 2008

DLG (2005): Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, Arbeiten der DLG, Band 199

Labahn, K. (2008): Vom Abfall zum gefragten Wirtschaftsgut, LAND & FORST Nr. 33, 14. August 2008

LUFA-Nordwest (2008): Mitteilung vom 26. Mai 2008

## 6 Gesundheitsmanagement und Krankheiten

### 6.1 Tierärztliche Bestandsbetreuung von Legehennenbeständen: wirtschaftlich bedeutsame Krankheiten und Präventionsstrategien (Silke Rautenschlein, A. Jung)

#### 6.1.1 Bedeutung der tierärztlichen Bestandsbetreuung

Von den über 40 Millionen in Deutschland gehaltenen Legehennen sind über 50 % in Beständen mit mehr als 10.000 Tieren zu finden (BÖTTCHER und SCHMIDT, 2008). Die Wirtschaftlichkeit der Legehennenhaltung wird zu einem erheblichen Teil durch die Herdengesundheit beeinflusst. Dabei spielen nicht nur infektiöse Erkrankungen eine Rolle, sondern es sind auch nicht-infektiöse Ursachen, die in einem erheblichen Maße zu Leistungseinbußen und Tierverlusten führen. Die Herdengesundheit wird entscheidend durch das Haltungssystem beeinflusst, welches zu einer Verschiebung von infektiösen Erkrankungen, als häufige Ursache von Bestandsproblemen, in Richtung nicht-infektiöse Erkrankungen führen kann (WEBER et al. 2003; RAUTENSCHLEIN, 2005a; Abb. 6.1.1). In Intensivhaltungssystemen mit guter Bestandshygiene und Abschirmmaßnahmen sowie einem gut durchdachten Prophylaxeplan sind die klassischen Infektionserkrankungen bei geringem Felddruck gut zu kontrollieren. Hier spielen jedoch die Management-bedingten Erkrankungen, welche oft mit hohen Tierzahlen einhergehen, eine große Rolle. Durch eine Imbalance in Bereich der natürlichen Abwehr des Tieres, bedingt durch unterschiedliche Stressfaktoren oder Stallklimaprobleme, kommt es zu den in der heutigen Geflügelpraxis sehr häufig anzutreffenden sogenannten Faktorenkrankheiten (MONREAL, 1990). Durch die Kombination einer unspezifischen Schwächung der Abwehr der Tiere mit einer Infektion mit Umgebungskeimen kommt es oft zu signifikanten Leistungseinbußen, welche mit erheblichen ökonomischen Verlusten einhergehen können.

Betrachten wir die möglichen Krankheitsursachen bei Legehennen, so muss bei der Einschätzung des Erkrankungsrisikos und somit möglicher ökonomischer Einbußen berücksichtigt werden, ob die zu betrachtende Herde sich in der Aufzucht- oder in der Legeperiode und dann in welchem Abschnitt der Legeperiode befindet. Bestimmte Erkrankungen können vermehrt bei Jungtieren mit einem unreifen Abwehrsystem in der Aufzucht, andere eher bei älteren Tieren in der späten Legeperiode gefunden werden. Somit stellt die vorsorgliche tierärztliche Bestandsbetreuung einen wichtigen Aspekt in der Legehennenhaltung dar. Die Bestandsbetreuung beinhaltet neben der kurativen tierärztlichen Tätigkeit im Falle eines Krankheitsausbruches auch die Einschätzung des möglichen Risikos für bestimmte Erkrankungen in Abhängigkeit vom Alter der Tiere und des Haltungssystems. Vor diesem Hintergrund können durch vorbeugende tierärztliche Maßnahmen die ökonomischen Verluste so gering wie möglich halten werden. Eine regelmäßige Betreuung der Legehennenherden ist somit Voraussetzung für das rechtzeitige Erkennen von Problemen und somit der Vorbeuge von Krankheiten und der Sicherung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes.

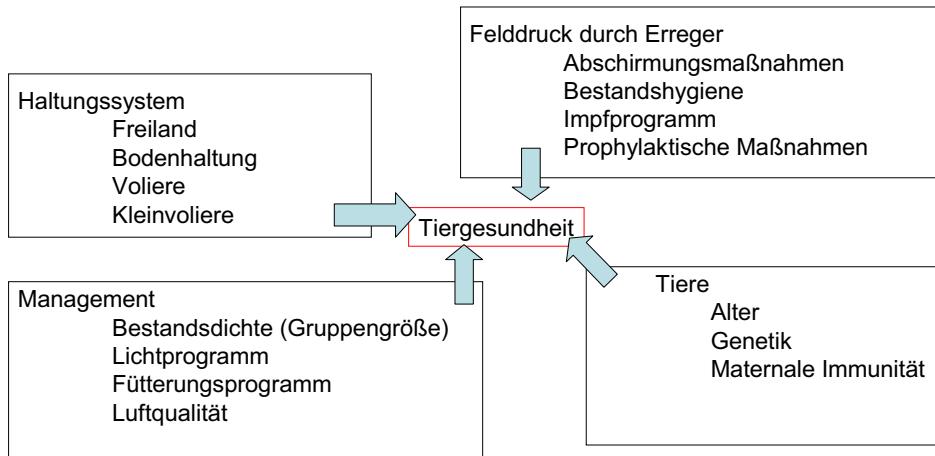


Abb. 6.1.1: Einflussfaktoren auf die Tiergesundheit in einem Legehennenbestand

## 6.1.2 Tierärztliches Vorgehen in der Legehennenbetreuung

Für eine erfolgversprechende tierärztliche Bestandsbetreuung von Legehennenbeständen sind verschiedene Faktoren, die auf die Tiergesundheit Einfluss nehmen können, zu berücksichtigen. Um alle entscheidenden Aspekte in die tierärztliche Beurteilung des Gesundheitsstatus einer Legehennenherde einfließen lassen zu können, ist die Erhebung der folgenden Daten von Bedeutung (REDMANN, 2005):

- Konstante Daten, die den landwirtschaftlichen Betrieb, seine Struktur sowie das allgemeine Management betreffen.
- Variable Daten bezüglich des momentan eingestellten Legehennenbestandes, wie beispielsweise Fütterungsaspekte, Lichtprogramm, Alter der Tiere, Herkunft etc.
- Daten bezüglich des aktuellen Krankheitsgeschehens, welche Informationen zur Wasser- und Futteraufnahme, Legeleistung, Mortalität und auffälligen Symptomatik betreffen.

Die Erhebung dieser Daten ist durch eine klinische Untersuchung des Bestandes und einzelner Tiere zu ergänzen. Neben einer Untersuchung der lebenden Tiere und möglicher Probenentnahmen am Tier wird eine Bestandsbetreuung je nach Krankheitsgeschehen meist durch pathologisch-anatomische Untersuchungen ergänzt. Dafür werden verstorbene, erkrankte und auch stichprobenartig entnommene gesunde Tiere untersucht, um die oben erwähnten vielfältigen Ursachen, welche auch eine Kombination von unterschiedlichen Faktoren darstellen können, zu erfassen. Bei einem Verdacht auf infektiöse Ursachen wird in der Regel eine Untersuchung auf mögliche Erreger und eventuell auf Antikörper durchgeführt. In bestimmten Fällen führt eine ergänzende Untersuchung von Gewebebeschnitten zu einer Aufklärung der Erkrankung. Entsprechend der ermittelten Diagnose kommt es dann zur Therapie, soweit entsprechende Medikamente zur Verfügung stehen und eingesetzt werden dürfen, oder anderer prophylaktischen Maßnahmen. Somit umfasst die tierärztliche Bestandsbetreuung ein umfangreiches Maßnahmenbündel, ohne welches die komplexen Krankheitsgeschehen in der intensiven Nutztierhaltung nicht zu kontrollieren wären.

## 6.1.3 Ökonomisch bedeutsame Erkrankungen bei Legehennen

In der modernen Legehennenhaltung kann eine Vielzahl nicht-infektiöser und infektiöser Krankheitsursachen zu einer Beeinträchtigung der Tiergesundheit und somit zu Einbußen in der Legeleistung führen. Im Folgenden möchten wir exemplarisch einige der momentan ökonomisch bedeutsamen Erkrankungen vorstellen und auf mögliche Lösungsansätze eingehen. Die Darstellung der möglichen Krankheitsursachen soll Organ-system-bezogen erfolgen, was unter Feldbedingungen die Ursachenklärung erleichtert.

### 6.1.3.1 Erkrankungen des Immunsystems

Besonders empfänglich für Erkrankungen des Immunsystems sind Jungtiere, welche einen unzureichenden Schutz, oft bedingt durch keine oder zu geringe von der Mutter auf das Küken übertragene Antikörperlevel, gegen bestimmte Infektionserreger aufweisen. Häufig sind an den Erkrankungen des Immunsystems bei Jungtieren virale Erreger beteiligt. Spezifisch beeinträchtigen das Virus der Infektiösen Bursitis (SHARMA et al., 2000), das Hühneranämievirus sowie der Erreger der Marekschen Krankheit das aviäre Immunsystem. Aber auch das aviäre Metapneumovirus, Newcastle Disease und Reoviren sowie Adenoviren können das Immunsystem negativ beeinflussen. Nicht-infektiöse Ursachen sind häufig im Feld Mitverursacher von immunsuppressiven Erkrankungen wie z. B. Mykotoxine, Managementfehler, Umweltverschmutzung und Stress.

Oft werden Erkrankungen des Immunsystems erst erkannt, wenn durch die Vorschädigung der Abwehrlage des Tieres Umweltkeime die Hühner infiziert haben. Dies führt dann zu erhöhten Abgangsraten, Abfall in der Legeleistung und weiteren unspezifischen klinischen Symptomen. Es handelt sich meist um weit verbreitete Infektionserreger, die entweder im Stall vom vorhergehenden Bestand verblieben oder von außen in den Bestand eingetragen werden können.

Umweltkeime wie Pseudomonaden, viele *E.coli*-Stämme, Pilze und andere Erreger, die dann die klinische Symptomatik entscheidend beeinflussen können, sind jedoch immer im Bestand vorhanden und können nicht aus der Stallumgebung entfernt werden. Erkrankungen bedingt durch diese sogenannten fakultativ pathogenen Erreger sind nur durch die Kontrolle der primärschädigenden Ursachen zu bekämpfen. In der Praxis sind umfangreiche, dem Felddruck angepasste Impfprogramme zur Kontrolle der immunsuppressiven primären Erreger am erfolgversprechendsten. Dies kann zum einen durch Impfung der Elterntierherden erfolgen, oder zum Anderen durch Vakzination der Junghennenküken (BEHR et al., 2008). Jedoch ist es sehr wichtig, die Impffähigkeit der Tiere dabei zu berücksichtigen, um keine erkrankten oder geschwächten Herden zu impfen und dann trotz Verabreichung des Impfstoffes Infektionsdurchbrüche zu bekommen.

### 6.1.3.2 Erkrankungen des Respirationsapparates

Eine Beeinträchtigung der Tiergesundheit durch Erkrankungen des Atemtraktes ist in der intensiven Nutztierhaltung sehr häufig. Bedingt durch die hohe Tierdichte, oft ganzjährige Stallhaltung sowie suboptimales Stallklima und schlechte Luftqualität kommt es sehr oft im Bereich dieses Organ-systems zu Faktorenkrankheiten. Durch Zusammenwirken dieser Faktoren in Kombination mit schwachvirulenten Infektionserregern kommt es zu unspezifischen respiratorischen Krankheitserscheinungen. Es reichen oft schon vermehrungsfähige bei gesunden Tieren als unbedenklich einzustufende Erreger aus, um bei einer haltungsbedingten Vorschädigung zu einer Beeinträchtigung des natürlichen Abwehrsystems im Bereich des oberen Respirationstraktes zu führen. Dies bedeutet, dass es zu einem Nachlassen in der Beweglichkeit der Zilien und des Schleimtransports im Bereich des oberen Respirationstraktes kommt. Eine Infektion kann stattfinden und oft noch in tiefere Regionen des Atemtraktes, bedingt durch die Vorschädigung, vordringen. Neben der großen Bedeutung der nicht-infektiösen Ursachen können primär krankmachende

Infektionserreger bei einem unzureichenden Impfschutz oder bei hohem Felddruck die Hühner infizieren. Oft ist dies verbunden mit einer Schädigung anderer Organkomplexe, was zu einem Einbruch der Legeleistung führen kann (Tab. 6.1.1).

Begleitet von einer Optimierung des Managements und der Hygienebedingungen können die Legehennen gegen eine Reihe von Infektionserregern geimpft werden. Bei der Impfung ist zu beachten, dass der Impfstoff so entwickelt und eingesetzt wird, dass er am Ort des Erregereintritts zu Immunreaktionen führen kann und somit den Erregereintritt in den Organismus direkt verhindert (BERMUDEZ und STEWART-Brown, 2003). Viele Impfstoffe gegen Respirationserreger sind somit über den Respirationstrakt, also über Augentropfen oder, besser für die Massenapplikation geeignet, über Spray/Aerosol einzusetzen. Bei der Applikation von Impfstoffen über den Respirationstrakt durch Spray muss folgendes beachtet werden: die Lüftung ist vorübergehend abzuschalten; alle Tiere müssen gleichmäßig mit einer ausreichenden Impfstoffmenge besprüht werden; zur Berechnung der einzusetzenden Tröpfchengröße des Sprays ist die Umgebungstemperatur sowie relative Luftfeuchtigkeit zu beachten, da durch Verdampfen der Tröpfchen die Größe dieser möglicherweise zu klein wird und somit im tieferen Respirationstrakt zu Reizungen führen kann. Je nach Erreger kann die Impfung mit lebenden Erregern („Lebendimpfstoffe“) bereits im frühen Kükenalter erfolgen, wenn keine Interferenz durch maternale Antikörper mit dem Impfvirus zu erwarten ist (BEHR et al., 2008). Gegen die Bakterien werden in der Regel inaktivierte Erreger („Todimpfstoff“) verimpft, was eine Individualimpfung der Tiere erfordert. Auch erfolgen viele Wiederholungsimpfungen mit einem Kombinationsimpfstoff auf der Basis abgetöteter Erreger.

**Tab. 6.1.1: Ursachen, die häufig in der kommerziellen Legehennenhaltung zu einer Erkrankung des Respirationstraktes bei der Legehenne führen können**

Ursachen		Allgemeine klinische Symptome	Spezielle klinische Symptome
<i>Nicht-infektiös</i>	Zu hoher Luft-Ammonik Gehalt Suboptimale Luftfeuchtigkeit Zu hohe Staubbelastung Suboptimale Luftbewegung Suboptimale Temperatur		
<i>Infektiös</i>	Aviäres Metapneumovirus Aviäre Influenzaviren  Newcastle Disease Virus Infektiöse Bronchitis Virus Infektiöse Laryngotracheitis Virus	Einbruch in der Legeleistung und in der Futteraufnahme; gesträubtes Gefieder; Sekundärinfektionen z.B. mit <i>E. coli</i> ; Schwellungen am Kopf; Nasenausfluss; schaumiger Augenausfluss; ggl. Atemprobleme; erhöhte Abgänge (Mortalitätsrate steigt)	Je nach Virusstamm oft verbunden mit anderen systemischen Veränderungen wie Blutungen, zentralnervösen Erscheinungen  Bei hochvirulenten Stämmen verbunden mit schwerster Atemnot und blutigem Auswurf
Bakterien	<i>Avibacterium paragallinarum</i> <i>Chlamydophila psittaci</i> <i>Ornithobacterium rhinotracheale</i> <i>Bordetella avium</i> <i>Mycoplasma</i> spp. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>E. coli</i>		
Pilze	<i>Aspergillus</i> spp.		

### 6.1.3.3 Tierseuchenerreger und mögliche Differentialdiagnosen

Zu den meistdiskutierten Seuchen bei unserem Wirtschaftsgeflügel gehört sicherlich die klassische Geflügelpest („Vogelgrippe“), die im Bestand anhand ihrer Symptomatik nicht von der sogenannten atypischen Geflügelpest, auch Newcastle Disease genannt, abzugrenzen ist. Beide Tierseuchen sind anzeigepflichtig und werden entsprechend tierseuchenrechtlich gemaßregelt. Bei den Erregern handelt es sich um besonders krankmachende Stämme aviärer Influenzaviren und Paramyxoviren. Neben diesen hochvirulenten Stämmen dieser beiden Virusarten finden wir sowohl bei Wildvögeln als auch in unseren Geflügelbeständen häufig weniger virulente Stämme. Diese führen nicht zu den dramatischen Krankheitsbildern und werden nur im Fall der Subtypen H5 und H7 der niedrig virulenten Influenzaviren (low pathogenic avian Influenza virus) tierseuchenrechtlich gemaßregelt. Diese niedrig virulenten Stämme können zu den schon unter Kapitel 6.1.3.2 beschriebenen Respirationssymptomen führen. Obwohl beide Erreger zu ähnlichen Veränderungen beim Geflügel führen können, unterscheiden sich die vorbeugenden Maßnahmen bezüglich Impfung bedingt durch die unterschiedlichen Erregereigenschaften ganz erheblich: gegen den Erreger der Newcastle Disease besteht Impfpflicht in Deutschland und gegen den Erreger der klassischen Geflügelpest (Influenzaviren der Subtypen H5 und H7) ein allgemeingültiges Impfverbot. Umfangreiche Bestandsabschirmung und Hygienemaßnahmen sind jedoch für beide Erreger Grundvoraussetzung, um ein Einschleppen der Erreger in den Legehennenbetrieb zu verhindern.

Wichtige Erreger, gegen welche die aviären Influenzaviren sowie das Newcastle Disease Virus aufgrund ähnlicher klinischer Symptome abzugrenzen sind, sind in Tabelle 6.1.2. aufgeführt. Es ist wichtig zu berücksichtigen, dass die klinische Symptomatik erheblich durch die krankmachenden Eigenschaften der jeweiligen Erregerart stammabhängig variieren kann.

**Tab. 6.1.2: Häufige Ursachen systemischer Erkrankungen bei Legehennen**

Ursachen		Allgemeine klinische Symptome	Weitere klinische Besonderheiten	Beteiligung des ZNS
Viren				
	Aviäre Influenzaviren		Je nach Virusstamm Respirationserkrankung oder systemischen Veränderungen wie Blutungen, zentralnervösen Erscheinungen, Legeleistungseinbußen	Ja Ja
	Newcastle Disease Virus	Einbruch in der Legeleistung und in der Futteraufnahme, gesträubtes Gefieder; erhöhte Abgänge		Ja (Jungtiere)
	Aviäres Enzephalomyelitis Virus		Lähmungsscheinungen, Tumorbildung	Ggl.
	Marek Disease Virus			
Bakterien	<i>Gallibacterium</i> spp.			
	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i> (Rotlauferreger)			
	<i>Listeria monocytogenes</i>			
	<i>Pasteurella multocida</i>		Blutungen	Ggl.
	<i>E. coli</i>		Gelenksveränderungen mit Lahmheiten	

Ggl.= gelegentlich; ZNS= zentrales Nervensystem.

### **6.1.3.4 Bedeutung von Tumorerkrankungen für Legehennenbestände**

Nicht-infektiös bedingte Tumorerkrankungen haben wirtschaftlich keine Bedeutung für unsere Legehennenbestände. Sie sind selten und erfordern für ihre Ausprägung ein Älterwerden der Tiere, weshalb sie in kommerziellen Legehennenbeständen kaum beobachtet werden. Als wirtschaftlich bedeutsame Infektionserreger von Tumorerkrankung sind Retroviren und das Virus der Marekschen Krankheit zu nennen. Beides sind Erreger, die in der Regel in der Umgebung der Tiere zu finden sind, was bedeutet, dass Hygienemaßnahmen und Abschirmung der Bestände nicht ausreichen, um die Infektion mit diesen Erregern zu verhindern (FADLY, 2003). Je nach Erregereigenschaften sind somit andere Kontrollmaßnahmen notwendig.

Es ist bekannt, dass Retroviren als Erreger unterschiedlichster Tumorerkrankungen wie z.T. der lymphoiden Leukose über das bebrütete Hühnerei auf die Nachkommen übertragen werden. Deshalb ist es unbedingt notwendig, um die Erkrankung in den Produktionsbetrieben zu kontrollieren, ein Freisein der Elterntiere von Retroviren zu garantieren. Bedingt durch genetische Unterschiede in der Empfänglichkeit von Hühnern für Retroviren kann auch durch züchterische Maßnahmen die Gefahr der Tumorbildung nach Infektion beeinflusst werden.

Die wichtigste Differentialdiagnose zu Retroviruserkrankungen sind Marek Disease Virus bedingte Tumoren. Oft ist eine grobe Abgrenzung durch das Alter des erkrankten Tieres möglich. Während die Tumorentwicklung durch Retroviren oft erst bei Tieren von über einem Lebensjahr zu finden ist, kommt es zur Marek Disease Virus-bedingten Tumorbildung bei jüngeren Tieren. Klinisch sind die Erkrankungen ansonsten nicht voneinander abzugrenzen, eine Differenzierung erfordert umfangreiche labordiagnostische Untersuchungen, die jedoch Spezialabors vorbehalten sind. In unseren Legehennenbeständen in Deutschland erfolgt die Kontrolle der Marekschen Krankheit durch Impfung von Eintagsküken in der Brüterei. Die bei Broilern weltweit oft eingesetzte Impfung in das Hühnerei (in ovo) hat sich bei Legehennen bisher nicht durchgesetzt (SHARMA und BURMESTER, 1982). Bedingt durch die Erregereigenschaften ist in der Regel eine Wiederholungsimpfung nicht notwendig. Im Moment entstehen durch das Marek Disease Virus kaum sichtbare wirtschaftliche Schäden in den kommerziellen Legehennenbetrieben. Es bleibt abzuwarten, in wieweit durch die erhältlichen Impfstoffe auch in der Zukunft ein belastbarer Impfschutz gegen Feldviren gewährleistet ist. Es hat sich gezeigt, dass das Virus sich über die Jahre hinweg erheblich verändert und immer wieder an Virulenz, d.h. an krankmachenden Eigenschaften, gewonnen hat (WITTER und SCHAT, 2003).

### **6.1.3.5 Lebensmittelkontaminanten: *Salmonella* und *Campylobacter***

Sowohl die Belastung der Eier mit *Salmonellen* als auch die Kontamination der Schlachttierkörper mit *Campylobacter* stellt ein ernstzunehmendes Problem in der Geflügelproduktion für den Verbraucherschutz dar. Beide Erreger sind sehr weit verbreitet und können zur Infektion von Wirtschaftsgeflügel führen, ohne dass es klinisch sichtbar erkrankt, was das Erkennen und die Kontrolle der Infektionen sehr erschwert. Es muss davon ausgegangen werden, dass beinahe 30 % der deutschen Legehennenbestände *Salmonellen*-positiv sind. Aufgrund der EU-weit umzusetzenden Maßnahmen zur Reduzierung der *Salmonellen*-belastung der Eier werden in der Zukunft umfangreiche Präventionsmaßnahmen in der kommerziellen Legehennenhaltung notwendig sein (siehe Kapitel 6.2). *Campylobacter*-infektionen haben eine größere wirtschaftliche Bedeutung für die Mastgeflügelproduktion, aber bei der Vermarktung von Legehennenschlachttierkörpern können auch diese Bakterien für den Verbraucher eine Rolle spielen. Für beide Erreger ist es essentiell, den Eintrag in die Bestände durch umfangreiche Hygienemaßnahme zu verhindern. Im Detail wird auf diese Maßnahmen noch in Kapitel 6.2. eingegangen.

Zusätzlich zu den Hygienemaßnahmen stehen Impfstoffe zur Protektion gegen die Salmonellenserovare Typhimurium und Enteritidis dem Markt zur Verfügung.

### 6.1.3.6 Erkrankungen des Legeapparates

Die Legeleistung einer Legehennenherde im Verlauf einer Haltungsperiode stellt für den Landwirt einen entscheidenden Parameter zur Beurteilung der Tiergesundheit dar. Ein Legeleistungseinbruch kann vielfältige Ursachen haben. Dazu gehören nicht-infektiöse Ursachen wie Wassermangel, Mineralstoffunter- oder Überversorgung, nicht adäquates Lichtregime, ungünstige Stalltemperatur, schlechte Futterqualität oder ungeeignete Futterstruktur sowie eine erhöhte Schadgaseexposition der Tiere. Außerdem können viele verschiedene Infektionskrankheiten unter anderem zu Legeleistungsstörungen führen. Es gibt aber auch Erkrankungen, die direkt den Legeapparat beeinträchtigen und somit eine Verminderung der Eizahl und Eiqualität herbeiführen können. Dazu gehört die Infektiöse Bronchitis (IB), das Egg Drop Syndrome 1976 (EDS 76) und die Eileiterentzündung.

Bei IB und EDS 76 handelt es sich um Viruserkrankungen, die zu einem ähnlichen Krankheitsbild führen und weltweit verbreitet sind. Beide Erkrankungen können einen Legeleistungseinbruch von bis zu 50 % verursachen (CAVANAGH und NAQI, 2003; MCFERRAN und ADAIR, 2003), außerdem kann es zu massiven Eischalenveränderungen kommen. In Tabelle 6.1.3 sind Krankheitsmerkmale aufgeführt, anhand deren man die beiden Erkrankungen voneinander abgrenzen kann.

**Tab. 6.1.3: Unterscheidungsmerkmale Egg Drop 1976 / Infektiöse Bronchitis**

	Egg Drop Syndrome 1976	Infektiöse Bronchitis
Erreger (Virusfamilie)	Egg Drop Syndrome Virus (Adenovirus)	Infektiöse Bronchitis Virus (Coronavirus)
Übertragung über das Brutei	ja	nein
Eischalenveränderungen	helle Eier bei Braunlegern; dünne Schalen; schalenlose Eier; rau, sandpapierähnliche Auflagerungen	helle Eier bei Braunlegern; dünne Schalen; deformierte Eier; gröbere Auflagerungen
Eiklarveränderungen	nein	ja, wässriges Eiklar
Auftreten von „falschen Legern“	nein	ja
weitere Krankheitssymptome	nein	ja, insbesondere bei Jungtieren Atemwegserkrankungen

Wie aus der Tabelle 6.1.3 ersichtlich, kann die Ansteckung der Legehennen bei EDS 76 auch über das Brutei („vertikale Übertragung“) erfolgen. Bei IB kann eine Infektion über größere Entfernungen mit dem Wind, über infizierte Tiere oder durch den Menschen („horizontale Übertragung“) stattfinden. Bei einer sehr frühen IB-Infektion von Legehennenküken kann es durch das Virus zu Missbildungen am Legedarm kommen. In diesem Fall ist die Gesamtlegeleistung der Herde von Beginn der Legeperiode an verringert, da die betroffenen Hennen keine Eier legen. Einzelne Tiere können einen mit klarer Flüssigkeit gefüllten Legedarm aufweisen („Wasserbauch“). Der Großteil der Hennen zeigt aber äußerlich häufig keine Veränderungen, und betroffene Tiere sind schwer zu identifizieren. Daher werden sie auch als „falsche Leger“ bezeichnet.

Eine Verdachtsdiagnose dieser beiden Viruserkrankungen kann anhand der oben aufgeführten Eiveränderungen gestellt werden, die Bestätigung erfolgt mittels serologischer oder molekularbiologischer Methoden (PCR). Eine Impfung gegen IB und EDS 76 ist dringend anzuraten, da die Erkrankungen zu großen wirtschaftlichen Verlusten führen können. Über Wirksamkeit der einzelnen Impfstoffe im Hinblick auf immer wieder neu auftretende IB-Variantstämme besteht noch Forschungsbedarf (CAVANAGH, 2007; WORTHINGTON et al., 2008).

Bei der Eileiterentzündung handelt es sich um eine Erkrankung, die durch bakterielle Erreger verursacht wird, und von der in einem Legedurchgang immer einzelne Tiere betroffen sind. Es kann unter anderem bei mangelnder Eischalenstabilität, Immunsuppression der Tiere oder unhygienischen Verhältnissen zu einer Häufung des Auftretens von Eileiterentzündungen kommen. Oft beginnt eine Eileiterentzündung mit dem Zerbrechen eines Eies im Legedarm. Die Eischalen führen zur Verlegung des Legedarms und der Eiinhalt stellt ein ideales Milieu für von außen einwandernde Keime dar. Es können verschiedene Bakterien beteiligt sein, häufig wird z. B. *Escherichia coli* nachgewiesen. Es entwickelt sich eine chronische Legedarmentzündung, die sich selbst unterhält und schließlich mit dem Tod des Tieres endet. Die betroffenen Tiere legen keine Eier mehr, zeigen Abgeschlagenheit. Häufig ist Ausfluss aus der Kloake zu beobachten. Eine Antibiotikatherapie ist nur in Erwägung zu ziehen, wenn eine größere Zahl Tiere betroffen ist, da aufgrund der Wartezeiten, die nach Antibiotikagabe einzuhalten sind, die Eier nicht abgegeben werden dürfen. Außerdem sollte eine Behandlung nur nach Keimisolierung und Anfertigung eines Resistenztestes erfolgen, um die Wirksamkeit des eingesetzten Präparates sicherzustellen.

### 6.1.3.7 Erkrankungen des Bewegungsapparates

Auch bei den Erkrankungen des Bewegungsapparates kann zwischen nicht-infektiösen und infektiösen Ursachen unterschieden werden. Da die Legehenne zur Eischalenbildung Kalzium benötigt, ist ein adäquater Kalziumgehalt im Futter Voraussetzung für eine gute Legeleistung einer Herde. Ist im Futter zu wenig Kalzium enthalten, stimmt das Kalzium/Phosphor-Verhältnis nicht, kann der Mineralstoff nur unvollständig aufgenommen werden, oder hat die Legehenne einen erhöhten Verbrauch, kann es zu einer Kalziummangelsituation kommen. Hält dieser Zustand über längere Zeit an, ist eine Demineralisierung der Knochen und somit ein vermehrtes Auftreten von Frakturen die Folge. Die Frakturen betreffen häufig die Hintergliedmaßen, aber auch die Wirbelsäule oder das Brustbein. Abhängig von der Lokalisation führen diese Frakturen zur Lahmheit der Tiere. Besonders häufig sind Hennen aus Käfighaltungen betroffen, da die Knochen dieser Tiere durch die eingeschränkten Bewegungsmöglichkeiten eine geringere Stabilität aufweisen (LEYENDECKER et al., 2005).

Auch am Ende einer Legeperiode können vermehrt Frakturen auftreten. Dieses Phänomen wird „Käfigmüdigkeit“ genannt und zeigt, dass der Kalziumstoffwechsel einen sensiblen Faktor in der Legehennenhaltung darstellt. Sind in einer Legehennenherde vermehrt Frakturen zu beobachten, so sollte in jedem Fall der Kalzium- und Phosphorgehalt des Futters kontrolliert werden. Auch auf die Struktur des Futters sollte geachtet werden. Enthält das Legemehl zu viele große Partikel, können die Legehennen möglicherweise zu stark selektieren und nehmen kaum noch Mineralstoffe auf. Auch Durchfallerkrankungen können zu einer verminderten Mineralstoffaufnahme führen.

Als infektiöse Ursachen von Erkrankungen des Bewegungsapparates kommen bakterielle Krankheitserreger wie *E. coli*, *Erysipelothrix rhusiopathiae* (Rotlauf), *Mycoplasma synoviae*, *Pasteurella multocida*, Staphylokokken und Streptokokken in Betracht. Auch Reoviren (= *respiratory enteric orphan virus*) können zu Gelenksentzündungen führen. Bei einer Erkrankung der gesamten Legeherde an einer bakteriellen Gelenksentzündung ist eine Antibiotikatherapie anzuraten, die nur nach Erregeridentifizierung und Resistenztestung erfolgen sollte. Für Reoviren sind kommerzielle Impfstoffe erhältlich.

Bei Legehennen kann unter bestimmten Bedingungen verstärkt Fußballendermatitis auftreten. Dies sind Läsionen an den Fußballen, die entzündlich verändert sind und zur Lahmheit der betroffenen Tiere führen. Die Ursachen für das Auftreten dieser Läsionen können ungeeignete Sitzstangen mit scharfen Kanten oder feuchte Einstreu sein. In jedem Fall stellt das gehäufte Auftreten von Fußballendermatitis ein Tierschutzproblem dar und die auslösenden Faktoren müssen identifiziert und beseitigt werden.

### 6.1.3.8 Erkrankungen des Verdauungsapparates

Die wichtigsten infektiösen Erkrankungen des Verdauungstraktes bei Legehennen können unterteilt werden in parasitäre, bakterielle und virale Erkrankungen (siehe Tab. 6.1.4).

**Tab. 6.1.4: Infektiöse Erkrankungen des Verdauungsapparates**

Erregergruppe	Erreger	Allgemeine klinische Symptome	Pathologie
Parasiten	Kokzidien	Einbruch in der Legeleistung, gesträubtes Gefieder, Durchfall, je nach Erreger erhöhte Ausfälle	je nach Kokzidienart milde bis schwere Darmentzündung, s.u.
	<i>Histomonas meleagridis</i>		Leber- und Blinddarmentzündung
	Spulwürmer (Askariden)		Darmentzündung, eventuell Darmverlegung durch Wurmknäule
	Bandwürmer (Cestoden)		Darmentzündung
	Haarwürmer (Capillarien)		Darmentzündung
	<i>Heterakis gallinarum</i>		Blinddarmentzündung
	<i>Clostridium perfringens</i>		nekrotisierende Darmentzündung
Bakterien	<i>E. coli</i>		Darmentzündung, Veränderungen in anderen Organen möglich
	<i>Salmonella</i> Gallinarum/Pullorum		Darmentzündung, Veränderungen in anderen Organen möglich
Viren	Rotavirus		Darmentzündung

Die bedeutendste parasitäre Erkrankung des Verdauungsapparates bei Legehennen ist die Kokzidiose. Diese Erkrankung wird durch einzellige Kokzidien der Gattung *Eimeria* verursacht. Die Schadwirkung im Darm entsteht durch mehrere Vermehrungsphasen der Kokzidien in der Darmwand, wodurch das Darmgewebe geschädigt wird. Dabei vermehren sich die verschiedenen Kokzidienarten meist nur in einem bestimmten Darmabschnitt des Huhns (s. Tab. 6.1.5).

**Tab. 6.1.5: Lokalisation und verursachte Läsionen verschiedener Kokzidienarten des Huhnes**

Kokzidienart	betroffener Darmabschnitt	Art der Darmveränderung
<i>Eimeria acervulina</i>	Duodenum/Jejunum	weiße Querstreifung der Darmwand
<i>Eimeria brunetti</i>	Ileum/Rektum	nekrotisierende Darmentzündung
<i>Eimeria maxima</i>	Jejunum/Ileum	verdickte Darmwand mit punktförmigen Blutungen
<i>Eimeria mitis</i>	Duodenum/Jejunum	verdickte Darmwand
<i>Eimeria necatrix</i>	Jejunum/Ileum	aufgeblähter Darm, punktförmige Blutungen in der Darmwand
<i>Eimeria praecox</i>	Duodenum	schleimiger Darminhalt
<i>Eimeria tenella</i>	Caecum	blutige Darmentzündung

Quelle: (SALISCH und SIEGMANN, 2005)

Meist sind Tiere aus Boden- und Freilandhaltung betroffen, die Zugang zu ihrem Kot haben und sich so über die ausgeschiedenen Oozysten wieder anstecken können. Die Diagnose „Kokzidiose“ kann durch die Untersuchung einer Kotprobe gestellt werden, bei der unter dem Mikroskop die typischen Kokzidienoozysten in großer Menge zu finden sind. Kokzidienoozysten weisen außerhalb des Huhns eine sehr hohe Widerstandsfähigkeit („Tenazität“) auf. Das bedeutet, dass nach Ausstellung der Tiere selbst bei einer sehr sorgfältigen Reinigung und Desinfektion infektiöse Kokzidienoozysten im Stall zurückbleiben können. Zur Kontrolle der Kokzidieninfektion bei Legehennen verbietet sich der Einsatz von Futterzusatzstoffen und Therapeutika während der Legeperiode, da keine Rückstände in die Eier gelangen dürfen. Daher ist eine Impfung während der Junghennenauzucht mit in Deutschland kommerziell erhältlichen Lebendimpfstoffen anzuraten, die zu einer Immunität gegen die 4 bzw. 7 enthaltenen Kokzidienarten während der Legeperiode führen.

Wurmbefall stellt insbesondere in der Freilandhaltung von Legehennen ein Problem dar, da diese Tiere Zugang zu Ausscheidungen von Wildvögeln oder zu Zwischen- und Stapelwirten der Würmer haben. Insbesondere Bandwürmer brauchen für ihre Entwicklung Zwischenwirte wie Insekten oder Schnecken, die die Hühner häufig nur in der Freilandhaltung aufnehmen können. Die Schadwirkung der Würmer ist abhängig von der Menge der Würmer und der Art der Läsionen, die eine Wurmart verursacht. Die klinischen Symptome reichen von milden Durchfällen über schwere Diarrhoen bis hin zum totalen Verlegen des Darmkanals durch Wurmknäule und Versterben des betroffenen Tieres. Zurzeit ist in Deutschland ein Präparat mit 0 Tagen Wartezeit auf Eier zur Behandlung von Wurminfektionen bei Legehennen zugelassen.

Von bakteriellen Darmerkrankungen sind insbesondere Jungtiere betroffen. Je nach Erreger können im Verlauf der Erkrankung außer dem Darm auch andere Organe infiziert werden. Die Behandlung von bakteriellen Darmerkrankungen sollte nach Isolation und Resistenztestung des Keimes erfolgen. Allerdings stehen bei Legehennen nur sehr wenige zugelassene Antibiotika zur Verfügung. Als Alternative zur Behandlung kann bei dem Umstellen in den Legehennenstall ein Impfung mit einer sogenannten bestandsspezifischen Vakzine erfolgen, die aus den in dem betroffenen Betrieb isolierten Bakterien hergestellt wurde und zu einer Immunität der Tiere gegenüber dem Erreger führt.

Eine häufig vorkommende Erkrankung stellt die Infektion mit *Clostridium perfringens* dar, die bei Hühnern zum Auftreten der nekrotisierenden Enteritis führt. Das Bakterium lässt sich auch bei gesunden Tieren in geringer Menge aus den Blinddärmen isolieren. Weist der Darm aber eine Vorschädigung, beispielsweise durch eine Kokzidieninfektion, auf, kann es zur massenhaften Vermehrung des Keimes und zum Auftreten der nekrotisierenden Enteritis kommen. Die betroffenen Tiere zeigen eine gelbliche Diarrhoe und erhöhte Mortalität. In der pathologisch-anatomischen Untersuchung fällt eine Verdickung der Darmschleimhaut und

flüssiger, mit Fibrinflocken durchsetzter Darminhalt auf. Um die Gesundheit der Tiere wieder herzustellen, sollten gegebenenfalls auch andere, an der Erkrankung beteiligte Erreger, behandelt werden. Bei der Desinfektion nach Ausstellung der Hühner ist ein sporenabtötendes („sporizides“) Desinfektionsmittel zu verwenden, da es sich bei *Clostridium perfringens* um ein sporenbildendes Bakterium handelt, das eine hohe Widerstandsfähigkeit in der Umwelt besitzt.

### 6.1.3.9 Erkrankungen der Haut

Hühnerpocken gehören zu den wirtschaftlich bedeutsamsten Erkrankungen der Haut bei Legehennen und werden durch das Hühnerpockenvirus verursacht. Bei der Hautform der Pocken bilden sich insbesondere am Kamm, Kehllappen und in den Augen- und Schnabelwinkeln Pusteln, die verkrusten und eine Eingangspforte für bakterielle Erreger darstellen können. Bei der Schleimhautform der Pocken finden sich diphteroide Beläge in der Schnabelhöhle und in der Luftröhre, des Weiteren können Mischformen auftreten. Insbesondere bei der Schleimhautform der Erkrankung kann es zu hoher Mortalität in der betroffenen Herde kommen (TRIPATHY und REED, 2003). Bei der Hautform ist meist nur eine geringe Mortalität festzustellen, allerdings zeigt die Herde eine verminderte Legeleistung. Die Infektion erfolgt über Hautläsionen durch Kontakt mit infizierten Tieren oder kontaminierten Gegenständen, wobei auch Stechinsekten oder die rote Vogelmilbe das Virus übertragen können. Eine Verdachtsdiagnose kann insbesondere bei der Hautform der Erkrankung durch das Auftreten der relativ typischen Pockenläsionen gestellt werden. Eine Bestätigung kann durch eine histologische Untersuchung der Hautveränderungen, durch Virusanzucht im embryonierten Hühnerei oder durch molekularbiologische Methoden erfolgen. Eine Behandlung der Infektion ist nicht möglich, deshalb ist eine Impfung der Junghennen gegen Hühnerpocken zu empfehlen. Eine Pockeninfektion läuft zumeist relativ langsam durch den Bestand, es ist immer nur ein Teil der Tiere erkrankt. Daher kann eine Notimpfung des erkrankten Bestandes unter Umständen sinnvoll sein.

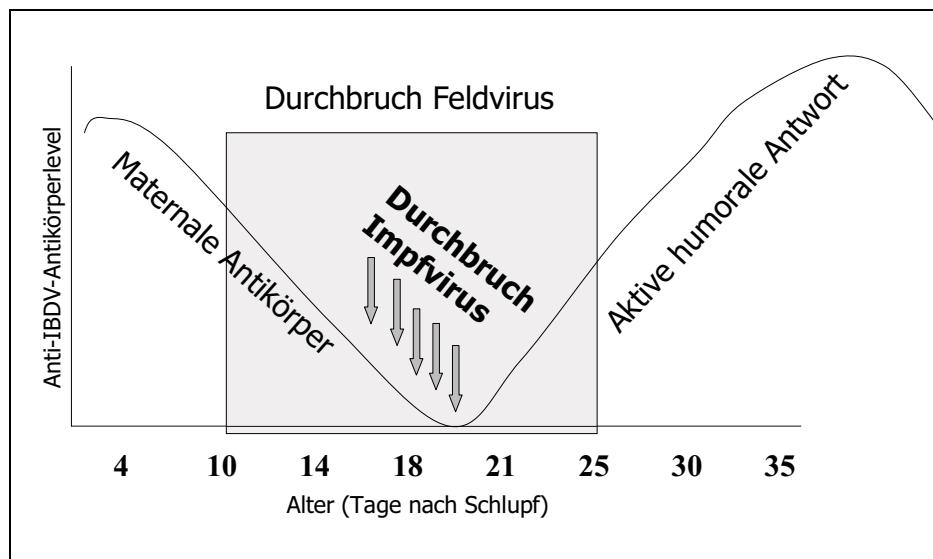
Auch der Befall mit der roten Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) kann zu den Hauterkrankungen im weitesten Sinne gezählt werden. Neben der Schadwirkung durch den Blutentzug bei den Legehennen spielt die rote Vogelmilbe auch als Überträger von Krankheiten eine wichtige Rolle (CHIRICO et al., 2003).

### 6.1.4 Maßnahmen zur Gesunderhaltung von Legehennen

Neben der Optimierung des Bestandsmanagements sollte der Eintrag von infektiösen Mikroorganismen in den Legehennenbestand durch Bestandshygiene und Abschirmmaßnahmen verhindert oder reduziert werden, um Erkrankungen der Hennen zu vermeiden. Ausführlicher wird auf dieses Thema im Kapitel 6.2 eingegangen. Ergänzt werden diese Hygienemaßnahmen durch einen gut durchdachten Impfplan. Insbesondere gegen die wichtigsten viralen Erkrankungen sollte geimpft werden, da gegen Virusinfektionen keine wirksamen Medikamente zur Verfügung stehen. Durch eine Impfung während der Junghennenauzucht kann eine Infektion und die daraus resultierenden Leistungseinbußen bei den Legehennen verhindert werden.

Für viele virale Erreger sind kommerzielle Impfstoffe erhältlich. Eine Übersicht über die für das Geflügel zugelassenen Impfstoffe findet sich auf der Homepage des Paul-Ehrlich-Institutes ([www.pei.de](http://www.pei.de)). Häufig empfiehlt es sich, die erste Impfung mit einem Lebendimpfstoff durchzuführen und beim Umstallen in den Legehennenstall eine zweite Impfung mit einer Todvakzine per Nadelimpfung zu verabreichen, die als „Boosterimpfung“ bezeichnet wird. Diese zweite Impfung führt zu einer stärkeren und länger andauernden Immunität der Tiere und somit zu einem längeren Schutz. Während der Legeperiode sollten möglichst wenige Impfungen durchgeführt werden, da eine Impfung mit einem Lebendimpfstoff auch immer eine Impfinfektion bedeutet, die je nach Impfstoff zu geringen Leistungseinbußen führen kann. Bei der Wahl des Impfstoffes ist darauf zu achten, dass dieser einen Schutz gegenüber den in der Region vorkommenden Virusfeldstämmen bietet.

Weiterhin sollten nur gesunde Tiere geimpft werden, da die Impfung ansonsten zu einer Verschlechterung des Gesundheitszustandes führen kann und kein ausreichender Impfschutz aufgebaut wird. Auch das Vorkommen von maternalen Antikörpern, die den Küken über das Ei mitgegeben wurden, kann eine erfolgreiche Impfung verhindern oder verzögern (JUNG, 2006; BLOCK et al., 2007; Abb. 6.1.2), deshalb sind unter Umständen Informationen über den Antikörpertiter der zu impfenden Tiere oder der Elterntiere einzuholen.



**Abb. 6.1.2: Graphische Darstellung des Zusammenhangs vom maternalen Antikörperspiegel mit dem Durchbruchtiters des Impfvirus (siehe Pfeile in Abhängigkeit vom Impfvirusstamm bzw. des Feldvirus (graue Box) am Beispiel der Infektiösen Bursitis des Huhns (IBD))**

Gegen bakterielle Erreger gibt es nur wenige kommerziell erhältliche Impfstoffe. Es besteht aber die Möglichkeit der Herstellung von sogenannten „bestandsspezifischen Impfstoffen“ durch einen zugelassenen Impfstoffhersteller (Tierimpfstoff-Verordnung, 2006). Dieser bestandsspezifische Impfstoff kann nur in dem Betrieb eingesetzt werden, in dem der Keim nachgewiesen wurde. Bei den bestandsspezifischen Impfstoffen handelt es sich immer um Todimpfstoffe, die per Nadelimpfung verabreicht werden müssen.

Eine besondere Bedeutung kommt der Bestandshygiene und dem Gesundheitsstatus der Elterntiere zu. Unbedingt notwendig ist die Freiheit der Elterntiere von Erregern, die über die Bruteier übertragbar sind, wie z. B. Mykoplasmen oder Salmonellen (RAUTENSCHLEIN, 2005b). Durch die gezielte Impfung von Elterntieren und die nachfolgende Übertragung von Antikörpern über das Brutei kann ein Schutz der Küken erreicht werden.

## Literatur

Behr, K.-P., Pöppel, M. und Reetz, G. (2008): Schutzimpfungen. In: Geflügeljahrbuch 2008; Damme, K. und C. Möbius (Schriftleitung); Eugen Ulmer KG, 196 - 204.

Bermudez, A. J. und B. Stewart-Brown (2003): Disease Prevention and Diagnosis. In: Diseases of Poultry. Saif, Y. M., Barnes, H. J., Glisson, J. R., Fadly, A. M., McDougald, L. R. und D. E. Swayne (Hrsg.), 11. Auflage, Iowa State Press, 17 - 55.

Block, H., Meyer-Block, K., Rebeski, D.E., Scharr, H., de Wit, S., Rohn, K., Rautenschlein, S. (2007): A field study on the significance of vaccination against infectious bursal disease virus (IBDV) at the optimal time point in broiler flocks with maternally derived IBDV antibodies. Avian Pathol. 36, 401 - 409.

Böttcher, W. und U. Schmidt (2008): Statistische Angaben zum Eier- und Geflügelmarkt. In: Geflügeljahrbuch 2008; Damme, K. und C. Möbius (Schriftleitung); Eugen Ulmer KG, 59 - 76.

Cavanagh, D. (2007): Coronavirus avian infectious bronchitis virus. Vet. Res. 38, 281 - 297.

Cavanagh, D., Naqi, S.A. (2003): Infectious Bronchitis. In: Saif, Y.M., Barnes, H.J., Glisson, J.R., Fadly, A.M., McDougald, L.R., Swayne, D.E. (Eds.), Diseases of Poultry. Iowa State Press, Ames, 101 - 119.

Chirico, J., Eriksson, H., Fossum, O., Jansson, D. (2003): The poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*, a potential vector of *Erysipelothrix rhusiopathiae* causing erysipelas in hens. *Med. Vet. Entomol.* 17, 232 - 234.

Fadly, A. M. (2003): Neoplastic Diseases. In: Diseases of Poultry. Saif, Y. M., Barnes, H. J., Glisson, J. R., Fadly, A. M., McDougald, L. R. und D. E. Swayne (Hrsg.), 11. Auflage, Iowa State Press, 405 - 407).

Jung, A. (2006): Pathogenesestudie eines intermediärvirulenten Gumborovirus in spezifiziert-pathogen-freien (SPF) Hühnern und kommerziellen Broilern. Diss., Klinik für Geflügel, Tierärztliche Hochschule, Hannover.

Leyendecker, M., Hamann, H., Hartung, J., Kamphues, J., Neumann, U., Surie, C., Distl, O. (2005): Keeping laying hens in furnished cages and an aviary housing system enhances their bone stability. *Br. Poult. Sci.* 46, 536-544.

McFerran, J.B., Adair, B.M. (2003): Egg Drop Syndrome. In: Saif, Y.M., Barnes, H.J., Glisson, J.R., Fadly, A.M., McDougald, L.R., Swayne, D.E. (Eds.), Diseases of Poultry. Iowa State Press, Ames, 227 - 237.

Monreal, G. (1990): Infektiose Faktorenkrankheiten beim Geflügel. Lohmann Information, März/April 1990, 5 - 9.

Rautenschlein, S. (2005a): Alternative Legehennenhaltungssysteme aus tierhygienischer und veterinärmedizinischer Sicht (Alternative housing systems for layers from the veterinary hygiene and medical point of view). Workshop: Future of Layer housing systems, Weihenstephan, Germany, 17.3.2005.

Rautenschlein, S. (2005b): Specified pathogen-free poultry flocks: the current situation. *Dtsch. Tierarztl. Wochenschr.* 112, 310 - 312.

Redmann, T. (2005): Diagnose. In: Kompendium der Geflügelkrankheiten. Siegmann, O. und U. Neumann (Hrsg.), 6. Auflage, Schlütersche, 82 - 85.

Salisch, H., Siegmann, O. (2005): Kokzidiosen. In: Siegmann, O., Neumann, U. (Eds.), Kompendium der Geflügelkrankheiten. Schlütersche, Hannover, 293 - 300.

Sharma, J. M. und B. R. Burmester. (1982): Resistance to Marek's disease at hatching in chickens vaccinated as embryos with the turkey herpesvirus. *Avian Dis.* 26, 134 - 49.

Sharma, J. M. (1999): Introduction to poultry vaccines and immunity. *Adv Vet Med.* 41:481 - 94.

Sharma, J. M., Kim, I. J., Rautenschlein, S. und H. Y. (2000): Infectious bursal disease virus of chickens: pathogenesis and immunosuppression. *Dev Comp Immunol.* 24, 223 - 35.

Tierimpfstoff-Verordnung (2006): Bundesgesetzblatt Jahrgang 2006 Teil I Nr. 49.

Tripathy, D.N., Reed, W.M. (2003): Pox. In: Saif, Y.M., Barnes, H.J., Glisson, J.R., Fadly, A.M., McDougald, L.R., Swayne, D.E. (Eds.), Diseases of Poultry. Iowa State Press, Ames, 253 - 269.

Weber, R.M., Nogossek, M., Sander, I., Wandt, B., Neumann, U., Glunder, G. (2003): Investigations of laying hen health in enriched cages as compared to conventional cages and a floor pen system. *Wien. Tierarztl. Monatsschr.* 90, 257 - 266.

Witter, R. L. und K. A. Schat (2003): Marek's Disease. In: Diseases of Poultry. Saif, Y. M., Barnes, H. J., Glisson, J. R., Fadly, A. M., McDougald, L. R. und D. E. Swayne (Hrsg.), 11. Auflage, Iowa State Press, 407 - 465.

Worthington, K.J., Currie, R.J., Jones, R.C. (2008): A reverse transcriptase-polymerase chain reaction survey of infectious bronchitis virus genotypes in Western Europe from 2002 to 2006. *Avian Pathol.* 37, 247 - 257.

## 6.2 Maßnahmen zur Erfassung des Gesundheitsstatus in verschiedenen Haltungssystemen (M. Voss)

Die in Kapitel 6.1 dargestellten ökonomisch bedeutsamen Erkrankungen bei Legehennen erfordern umfangreiche Maßnahmen in Bezug auf die Krankheitserkennung sowie deren Bekämpfung durch vorbeugende Maßnahmen wie Reinigung, Desinfektion, Parasiten- und Schadnagerbekämpfung sowie dem Einsatz immunprophylaktischer Maßnahmen. Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass durch die Zunahme alternativer Haltungsformen in Form der Freiland- und Bodenhaltung der Infektionsdruck deutlich erhöht ist und verschiedene Erkrankungen, die über viele Jahre in der konventionellen Käfighaltung nicht mehr beobachtet wurden, nun wieder in verstärktem Maße auftreten.

Auch das seit 1999 gehäufte Auftreten von Infektionen mit dem Aviären Influenzavirus und nicht zuletzt das ständige Risiko einer Einschleppung von H5N1 in Wirtschaftsgeflügelbestände muss viele Legehennenhalter zu einem Umdenken insbesondere bei Maßnahmen der Hygiene und Abschirmung der Betriebe veranlassen.

Darüber hinaus stellen die gesetzlichen Anforderungen, vorgegeben durch die EU-weite Bekämpfung von Zoonosen auf Grundlage der Verordnung (EG) Nr. 2160/2003, alle Legehennenhalter vor ernstzunehmende Herausforderungen. Diese, sich zunächst mit der Bekämpfung der Salmonellen befassenden gesetzlichen Vorgaben, betreffen alle Stufen der Geflügelproduktion, von den *gallus gallus*-Zuchtherden, über die Legehenne, die Masthähnchen bis hin zur Pute. Die auf Grundlage der „Entscheidung 2004/665/EU der Kommission vom 22. September 2004 über eine Grundlagenstudie zur Prävalenz von Salmonellen bei Beständen von Gallus-gallus-Legehennen“ erhobene Prävalenz von 24,7% für *Salmonella enteritidis* und/oder *Salmonella typhimurium* positiver Legehennenbestände in Deutschland (siehe Abb. 6.2.1) zeigt den Ernst der Lage insbesondere beim Vorkommen von *Salmonella enteritidis* (KÄSBOHRER, 2007; VOSS, 2007).

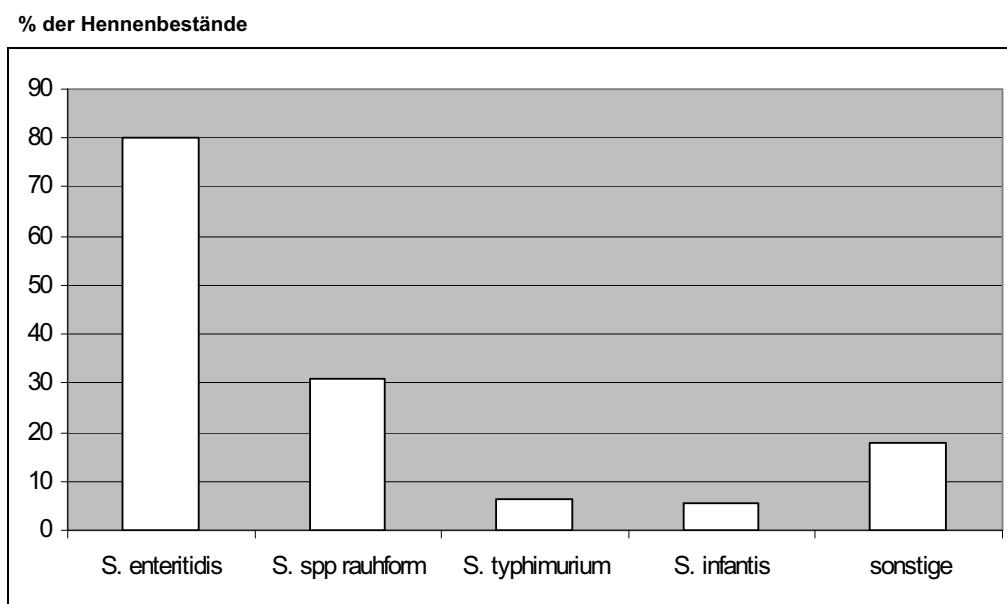


Abb. 6.2.1: Relative Häufigkeit der *Salmonella* Serovare bei Legehennen in Deutschland

## 6.2.1 Probenahme

### 6.2.1.1 Gesetzlich vorgeschriebene Probenahmen bei Legehennen

Gesetzlich vorgeschriebene Probenahmen in der Aufzucht und Produktionsphase bei Legehennen in Deutschland umfassen vor allem die Probenahmen im Rahmen der **Zoonosenbekämpfung** (bei Legehennen hier derzeit *Salmonella enteritidis* und *Salmonella typhimurium*). Sie basieren mit Wirkung vom 01.02.2008 gemäß Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 und Verordnung (EG) Nr. 1168/2006 auf einer Kombination von betriebseigenen und amtlichen Untersuchungen. Die Umsetzung in deutsches Recht erfolgt durch die in Neufassung befindliche „*Verordnung zum Schutz gegen bestimmte Salmonelleninfektionen beim Haushuhn (Hühner-Salmonellen-Verordnung)*“, deren endgültiger Text bei Drucklegung noch nicht vorlag.

Sofern die Probenahme nicht in der Brüterei erfolgt ist (rechtliche Vorgabe ist bis zum Erscheinen der Hühner-Salmonellen-Verordnung unklar) so sind die Eintagsküken im Aufzuchtbetrieb so zu beproben und zu untersuchen, dass

- (a) Mekoniumproben von mindestens 300 Eintagsküken aus mindestens 3 verschiedenen Transportbehältnissen, die repräsentativ für die Gesamtlieferung sein müssen, entnommen und nach Maßgabe Nr. 3.1.3 Anhang VO 1003/2005/EG in einem zugelassenen einzelstaatlichen oder einem von der zuständigen Behörde anerkannten Labor untersucht werden

oder

- (b) Jeweils 10 Gramm Kükeneinlegepapier (Kükewindeln) mit Kotverschmutzungen aus 25 verschiedenen Kükenbehältnissen entnommen werden, die in einem Labor zerkleinert und hiervon eine Unterprobe von 25 Gramm für eine Untersuchung bereitgestellt sowie gemäß Nr. 3.1.1 Anhang VO 1003/2005/EG untersucht werden. Sind weniger als 25 Kükenbehältnisse vorhanden, so sind Proben aus allen Behältnissen zu entnehmen.

Junghennen, die ausschließlich zum Zwecke der Konsumeierproduktion abgegeben werden, müssen innerhalb von zwei Wochen vor Einstellung als Legehennen mit negativem Ergebnis durch bakteriologische Untersuchung von Kot auf Salmonellen untersucht worden sein.

Zu jeder Charge angelieferten Futtermittels müssen Untersuchungsergebnisse auf Salmonellen vorliegen. Hier können jedoch Untersuchungsergebnisse der im Futtermittelbetrieb vorgeschriebenen Untersuchungen im Rahmen des betriebseigenen HACCP-Konzeptes verwendet werden.

Die Beprobungsprotokolle und Ergebnisse der Salmonellenuntersuchungen müssen drei Jahre lang aufbewahrt und auf Verlangen vorgelegt werden.

Auch müssen die Untersuchungsergebnisse sowie die Nachweise der durchgeföhrten Salmonellen-Impfungen durch tierärztliche Bescheinigung dem Empfänger der Junghennen vorgelegt werden.

Im Legebetrieb müssen **betriebseigene Kontrollen** gemäß Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 ab einem Alter der Herden von 24 +/- 2 Wochen im Abstand von jeweils 15 Wochen erfolgen. Diese sind in einem hierfür akkreditierten (und der zuständigen Behörde angezeigten) Labor zum Salmonellennachweis (*Salmonella enteritidis* und *Salmonella typhimurium*) zu prüfen. Weiterhin sind gemäß Verordnung (EG) Nr. 1168/2006 **amtliche Untersuchungen** in mindestens einer Herde pro Betrieb und Jahr durchzuführen. Letztere Untersuchungsergebnisse dienen der Feststellung, ob die in Verordnung (EG) Nr. 1168/2006 festgelegten Gemeinschaftsziele (für Deutschland Reduktion der Prävalenz um 30% im ersten Jahr) erzielt wurden.

Für die betriebseigene Kontrolle von Legehennenbeständen sind je nach Haltungsform zwei Proben von je 150 g Kot oder zwei Paar Stiefelüberzieher („boot swaps“) oder Socken zu entnehmen. Bei der einmal jährlich durchgeführten amtlichen Untersuchung ist zusätzlich an verschiedenen Orten innerhalb des Stalles eine Probe von 250 ml mit einem Staubanteil von mindestens 100 g zu entnehmen und zu untersuchen.

Neben den gesetzlich vorgeschriebenen Untersuchungen auf Salmonellen sei ausdrücklich auch auf den § 4 (Früherkennung) der „Verordnung zum Schutz gegen die **Geflügelpest** (Geflügelpest-Verordnung)“ verwiesen. Hiernach hat der Tierhalter unverzüglich durch einen Tierarzt das Vorliegen einer Infektion mit dem hochpathogenen oder niedrigpathogenen aviären Influenzavirus durch geeignete Untersuchungen ausschließen zu lassen, sofern innerhalb von 24 Stunden in einem Geflügelbestand Verluste auftreten von mindestens drei Tieren bei einer Bestandsgröße von bis zu 100 Tieren oder mehr als 2 vom Hundert der Tiere des Bestandes bei einer Bestandsgröße von mehr als 100 Tieren oder es zu einer erheblichen Veränderung der Legeleistung oder der Gewichtszunahme kommt. In Absprache mit dem bestandsbetreuenden Tierarzt sind geeignete Proben (u.a. Trachealtupfer oder Tiere) für Untersuchungen bereit zu stellen.

### 6.2.1.2 Zusätzliche Probenahmen bei Legehennen

Zur Überprüfung der Wirksamkeit der durchgeführten Impfungen, zum Nachweis der Freiheit bestimmter Erreger sowie zur Abklärung möglicher Infektionen ist es notwendig, entsprechende zusätzliche Proben im Bestand zu entnehmen.

Neben der oben beschriebenen umfangreichen Beprobung zum Nachweis der Salmonellen-Freiheit sollten vor der Umstallung von dem betreuenden Tierarzt Blutproben entnommen werden und diese auf verschiedene Antikörper in einem akkreditierten Labor untersucht werden. Dabei sollte der Mycoplasmen-Status (*Mycoplasma gallisepticum* und *M. synoviae*) überprüft werden sowie die Antikörperausbildung nach den erfolgten Impfungen überprüft werden. Hierdurch ist eine Aussage über den in der Herde vorliegenden Schutz möglich. Allerdings sollte dabei unbedingt der Zeitpunkt der Impfungen in Verbindung mit dem Zeitpunkt der Probenahme berücksichtigt werden. So kann zum Beispiel zum Zeitpunkt der Umstallung die korrekte Durchführung bestimmter Inaktivat-Impfungen (z. B. gegen Mg, Salmonellen oder EDS = Egg Drop Syndrom) nicht überprüft werden, wenn diese unmittelbar vor oder während der Umstallung durchgeführt wurden. Um eine verlässliche Aussage über den Impferfolg machen zu können, müssen mindesten 3 Wochen zwischen Impfung und Probenahme liegen.

Auch wenn in den meisten Legehennenbetrieben während der Produktionsphase keine routinemäßigen Blutentnahmen erfolgen, so sollte dies zumindest in Problembeständen angestrebt werden. Es können z. B. im Abstand von 4 Wochen Proben entnommen werden, auch wenn diese nur für eine gegebenenfalls erforderliche spätere Untersuchung archiviert werden (Lagerung des Serums bei -20°C). In jedem Fall sollten beim Auftreten von Abweichungen in der Legeleistung sofort und nach ca. 3 Wochen Blutproben entnommen werden. Nur dann lässt sich durch den Nachweis des Anstieges der Antikörperspiegel mit annähernder Sicherheit sagen, ob der Leistungsrückgang z. B. durch Infektionen mit dem Virus der Infektiösen Bronchitis (IB) oder dem Aviären Metapneumovirus (TRT, APV) verursacht wurde.

Ein schneller und direkter Nachweis von Erregern ist heute durch die Verwendung der so genannten PCR (Polymerase-Ketten-Reaktion) möglich. Insbesondere bei Mycoplasmen, aber auch bei viralen Erregern, bei denen die klassische Virusanzucht über die SPF-Embryo-Kultur oder über Zellkultur-Systeme mehrere Wochen dauern kann, ermöglicht die PCR innerhalb weniger Stunden den Nachweis des Erregers (genauer: spezifischer Teile seiner Erbinformation). Die so genannte Real-time PCR ist heute einer der wichtigsten

diagnostischen Bestandteile bei der Bekämpfung der Geflügelpest. Aber auch bei der Diagnose der Infektiösen Bronchitis erlauben die Untersuchungen einen schnellen Nachweis des Erregers und erlauben überdies auch eine sichere Differenzierung des an der Infektion beteiligten IB-Stammes. Serologische Untersuchungen, wie sie bis heute überwiegend in der IB-Diagnostik eingesetzt wurden, können dagegen nur einen Anhaltspunkt für den beteiligten IB-Stamm geben.

Da es sich in der Legehennenhaltung oft um Atemwegsprobleme handelt, sind Rachen- oder so genannte Trachealtupfer das geeignete Medium für PCR-Untersuchungen. Aber auch Kloakentupfer haben sich zum Nachweis z. B. des Virus der Infektiösen Bronchitis bewährt. Da nur Teile der Erbinformation, also des Genoms, nachgewiesen werden, ist der Transport an das untersuchende Labor unproblematisch und kann ohne Kühlung auf dem Postwege erfolgen.

Bei dem Verdacht des Vorliegens einer bakteriellen Infektion sind zwar auch PCR-Untersuchungen für viele Erreger möglich, in den meisten Fällen wird man sich aber für den klassischen Weg der Bakteriologie, also der Anzucht des Erregers, entscheiden. Auch wenn der Einsatz von Antibiotika in der Legehennenhaltung äußerst limitiert ist, so kann nur durch die Anzucht des Erregers auch eine Prüfung der Wirksamkeit bestimmter Antibiotika durchgeführt werden. Weiterhin werden gerade bei bakteriellen Erregern diese in der Legehennenhaltung oft für die Herstellung von bestandsspezifischen Impfstoffen benötigt.

Für bakteriologische Untersuchungen sollten entweder ganze Tierkörper an das untersuchende Labor eingesandt werden, oder Herz- und Knochenmarktupfer mit einem speziellen Transportmedium an das Labor eingesandt werden.

## 6.2.2 Reinigung und Hygiene

Die Einhaltung einfacher allgemeiner Hygienegrundsätze wie Händewaschen und Kleidungswechsel beim Betreten von Geflügelställen sollte nicht nur im Interesse der Verhinderung des möglichen Eintrages des Erregers der Klassischen Geflügelpest heutzutage Grundpflicht eines jeden Aufzucht- und Ablegebetriebes sein. Vielmehr wird in Zukunft durch die Zoonosen-Gesetzgebung die Einhaltung aller bestmöglichen Hygienemaßnahmen entscheidend für das Fortbestehen einer jeden Legehennenhaltung sein.

Alle Maßnahmen in Bezug auf Reinigung und Desinfektion sowie die allgemeinen Hygienemaßnahmen (Bio-security) sollten mit dem betreuenden Tierarzt genauestens abgesprochen werden und die Überprüfung der Maßnahmen sichergestellt werden. Die Einhaltung dieser Grundsätze ist in einigen Bundesländern, wie z. B. Niedersachsen, auch Grundlage für eventuelle finanzielle Unterstützungen im Falle eines positiven Salmonellen-Befundes. Inwieweit spezielle Anforderungen im Rahmen der Zoonosenbekämpfung an die Stallgebäude gesetzlich vorgeschrieben werden, wird die endgültige Fassung der Hühner-Salmonellen-Verordnung zeigen, aber dies ist wahrscheinlich.

Minimalforderung sollten die in §14 der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vorgeschriebenen Hygienemaßnahmen sein. Diese schreiben vor, dass die Haltungseinrichtung jeweils zwischen dem Ausstallen und dem nächsten Einstallen der Legehennen gereinigt wird, wobei sämtliche Gegenstände, mit denen die Tiere in Berührung kommen, zusätzlich zu desinfizieren sind. Dabei sollten anerkannte Produkte verwendet werden.

Grundsätzliche Empfehlungen zu allgemeinen Hygienemaßnahmen sowie zu Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen sind u. a. im „Leitfaden Salmonellenbekämpfung bei Legehennen“ des Zentralverbandes der deutschen Geflügelwirtschaft e.V. (HOFFFROGGE et al., 2007, [www.zdg-online.de](http://www.zdg-online.de)) sowie in den „KAT-Leitlinien Zoonosen“ des Vereins für

kontrollierte alternative Tierhaltungsformen e.V. ([www.kat-cert.de](http://www.kat-cert.de)) beschrieben. Im Folgenden werden die wichtigsten Maßnahmen zusammengefasst.

### 6.2.2.1 Allgemeine Hygieneanforderungen

Betriebsfremde Personen stellen generell ein hygienisches Risiko dar. Daher sollten alle Stallgebäude grundsätzlich verschließbar sein und mit Hinweisschildern „Wertvoller Tierbestand – für Unbefugte ist der Zutritt verboten“ u. ä. gekennzeichnet werden, um sicherzustellen, dass das Betriebsgebäude nicht von unbefugten Personen betreten werden kann. Es muss ein Besucherbuch geführt werden, dass eine lückenlose Rückverfolgbarkeit aller den Bestand betretenden Personen erlaubt. Die Nachweise müssen mindestens drei Jahre aufbewahrt werden und sind bei Verlangen auch der zuständigen Behörde vorzulegen.

Dieses fordert auch §2 (3+4) der Geflügelpest-Verordnung: Jede Person, die gewerbsmäßig im Rahmen der Ein- oder Ausstellung von Geflügel tätig ist, hat den Namen und die Anschrift des jeweiligen Betriebes, in dem sie tätig geworden ist, die Art der Tätigkeit, den Zeitpunkt der Tätigkeit und die Art des Geflügels, auf die sich die Tätigkeit bezogen hat, aufzuzeichnen. Die Aufzeichnungen müssen fest miteinander verbunden, chronologisch aufgebaut und mit fortlaufenden Seitenzahlen versehen sein. Sie können statt in verbundener Form auch elektronisch geführt werden. Die Aufzeichnungen sind unverzüglich nach der Ausführung der aufzeichnungspflichtigen Tätigkeit in dauerhafter Weise vorzunehmen.

Die Aufzeichnungen sind drei Jahre lang aufzubewahren. Die Frist beginnt mit Ablauf des 31. Dezember desjenigen Jahres, in dem die letzte Eintragung vorgenommen worden ist. Das Register und die Aufzeichnungen sind der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

Auch wenn dies leider in einer Vielzahl von Legehennenbeständen nicht der Fall ist, so ist im Interesse der Zoonosenbekämpfung sowie der Bekämpfung der Aviären Influenza zu fordern, dass jeder Haltungsbetrieb über eine Hygieneschleuse verfügt. Diese sollte dort eingerichtet werden, wo sie aus Sicht der Tiergesundheit und Seuchenprophylaxe am sinnvollsten ist (zum Beispiel im Eingangsbereich des Stallkomplexes). Die Forderung nach einer Hygieneschleuse wird auch im Entwurf der Hühner-Salmonellen-Verordnung erwähnt und dürfte daher mit hoher Wahrscheinlichkeit auch zukünftige gesetzliche Forderung sein. Hygieneschleusen sollte die in Tabelle 6.2.1 angegebenen Anforderungen erfüllen.

**Tab. 6.2.1: Anforderungen an eine Hygieneschleuse für Geflügel haltende Betriebe**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klare Trennung von Schwarz- und Weißbereich: Straßenkleidung im Schwarzbereich und Stallkleidung im Weißbereich aufbewahren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um die Trennung zwischen Schwarz- und Weißbereich deutlich zu machen, sollte diese durch eine Holzbank oder eine kleine Mauer erfolgen. Das Material muss abwaschbar sein und eine glatte Oberfläche aufweisen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es muss eine Möglichkeit zur Händereinigung und -desinfektion vor und nach Betreten des Stalles vorhanden sein. Das Waschbecken ist mit Seife aus Pumpspendern und Einwegtüchern auszustatten</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Raum sollte nass zu reinigen und bei Bedarf zu desinfizieren sein (auf Abfluss achten)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwischen dem Betreten verschiedener Stallabteilungen ist zumindest das Schuhwerk zu wechseln</li> </ul>

Stallungen dürfen nur mit betriebseigener Kleidung betreten werden. Betriebsfremde Personen dürfen nur dann Zugang zu den Ställen bzw. Haltungseinrichtungen erhalten – und dann auch nur in entsprechender Schutzkleidung –, wenn dies unbedingt erforderlich ist. Für Betriebsfremde Personen wie Tierärzte, Auditoren und Handwerker muss betriebseigene Schutzkleidung bereithalten werden. Hierbei kann es sich um Einwegschutzkleidung oder

um waschbare Overalls und betriebseigene Stiefel handeln. Mehrwegkleidung sollte nach jedem Tragen gewaschen werden und staubfrei verpackt in der Hygieneschleuse aufbewahrt werden.

Auch hierzu gibt die Geflügelpest-Verordnung in § 5 klare Vorgaben:

*Der Tierhalter hat sicherzustellen, dass jede Person, die gewerbsmäßig bei der Ein- oder Ausstellung von Geflügel tätig ist, vor Beginn der Tätigkeit zur Vermeidung der Ein- oder Verschleppung der Geflügelpest oder der niedrigpathogenen aviären Influenza gereinigte und desinfizierte Schutzkleidung oder Einwegkleidung anlegt und diese während der Ein- oder Ausstellung trägt. Der Tierhalter hat ferner sicherzustellen, dass die Schutzkleidung unverzüglich nach Gebrauch abgelegt, gereinigt und desinfiziert oder, im Falle von Einwegkleidung, unverzüglich unschädlich beseitigt wird.*

Das betriebseigene Personal sollte in regelmäßigen Abständen, mindestens jedoch einmal jährlich, auf Salmonellen untersucht werden. Des weiteren sollten alle Mitarbeiter/innen dahingehend sensibilisiert werden, dass beim Auftreten von Darmerkrankungen sowie nach Urlaubsreisen in gefährdete Länder, zusätzliche Untersuchungen durchgeführt werden.

### 6.2.2.2 Bauliche Anforderungen

Die Stallgebäude, die der Haltung von Geflügel dienen, inkl. deren Nebenräume zur Versorgung, Lagerung oder Entsorgung von Geflügel oder deren Produkten müssen sich in einem baulichen Zustand befinden, der eine ordnungsgemäße Reinigung sowie eine wirksame Desinfektion und Schadnagerprophylaxe bzw. -bekämpfung ermöglicht. Der Stallboden muss so befestigt und wasserundurchlässig sein, dass eine gründliche Trocken- und Nassreinigung durchgeführt werden kann. Stallvorplätze sollten so befestigt sein, dass eine Einschleppung von Schmutz und Erregern in das Stallgebäude minimiert werden. Verendete Tiere sind schnellstmöglich (täglich) aus dem Stall zu entfernen. Die Lagerung von Kadavern muss in gekühlten Kadaverboxen in sicherer Entfernung des Stallgebäudes erfolgen, wobei auch darauf geachtet werden sollte, dass Fahrzeuge der Tierkörperbeseitigung möglichst nicht in unmittelbare Nähe der Ställe gelangen.

Betriebsabteilungen (Ställe) müssen baulich so voneinander getrennt sein, dass eine Verschleppung von Salmonellen und anderen Erregern über die Lüftung, den Material- und Produktenfluss sowie über das Personal verhindert wird.

Ausläufe sollten so gestaltet sein, dass Wasseransammlungen möglichst vermieden werden. Bei Legebetrieben sollten diese einmal nach Ausstellung, bei Aufzuchtbetrieben mindestens einmal im Jahr gekalkt werden und anschließend für mindestens 2 Wochen unbesetzt bleiben.

Transportbehältnisse zum Ausstellen von Geflügel müssen vor dem Einbringen in den Stall gereinigt und desinfiziert werden. Transportbehältnisse zum Ausstellen von Geflügel müssen vor dem Einbringen in den Stall gereinigt und desinfiziert werden.

Jede Produktionsstätte sollte einen Reinigungs- und Desinfektionsplan erstellen, der zugleich auch Anweisung für die ausführenden Mitarbeiter ist beziehungsweise zur Kontrolle eingesetzter Fremdfirmen dienen kann. Es ist dringend anzuraten, dass nach Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen der Stallgebäude oder Betriebsabteilungen der Erfolg dieser Maßnahmen überprüft wird (Überprüfung: bei Legebetrieben 1x nach Ausstellung, bei Aufzuchtbetrieben 1x/Jahr). Detaillierte Angaben hierzu sind im Anhang II des ZDG Leitfadens Salmonellenbekämpfung dargelegt und in Tabelle 6.2.2 zusammen gefasst.

**Tab. 6.2.2: Reinigung- und Desinfektionskontrolle in Legehennen haltenden Betrieben****Visuelle Überprüfung:**

Es sollte die Sauberkeit von Decken, Wänden, Stallboden, Stalleinrichtung und Vorräumen, wie Eierräume und Sozialräume erfasst werden. Dabei sollte insbesondere auf eventuell verbliebene Federreste sowie auf Schädlinge (Ratten, Mäuse, Käfer, Fliegen, Milben etc.) bzw. Schädlingsspuren geachtet werden.

Alle Punkte und Ergebnisse der visuellen Überprüfung müssen in einem Probenahme-Protokoll sorgfältig dokumentiert werden!

**Mikrobiologische Überprüfung:**

Für die mikrobiologische Überprüfung kann die Tupferabstrichmethode (qualitativer Test z. B. auf Salmonellen) sowie das Abklatzschverfahren (quantitativer Test unter Verwendung kommerziell angebotenen Nährböden sog. „Rodac-Platten“) verwendet werden.

Zur Überprüfung sollten an gleichmäßig über den Stall verteilten Stellen Proben in Form von kommerziell angebotenen Nährböden („Rodac-Platten“) entnommen werden.

**Probenahmeorte:**

Die Verteilung der Proben kann zufällig erfolgen oder auf die Problemzonen des entsprechenden Betriebes abgestimmt werden.

**Dokumentation:**

Aufzuführen sind dabei vor allem der Name des Probenehmers, die eingesetzten Reinigungs- und Desinfektionsmittel, der Zeitpunkt der Reinigung und Desinfektion, der Zeitpunkt der Probenahme nach der Reinigung und Desinfektion und die Stellen, an denen die Proben jeweils entnommen wurden. Alle Dokumente sollten wenigstens über die gesamte Haltungsperiode archiviert werden.

**Auswertung der Ergebnisse:**

Die Auswertung kann über ein so genanntes Scoringssystem, vergleichbar dem IKB-System, durchgeführt werden. Jeder Betrieb sollte sich individuell von Spezialisten (Fachtierärzte für Geflügel und/oder Mikrobiologie und/oder Tierhygiene) beraten lassen

### 6.2.2.3 Schadnager- und Parasitenbekämpfung

Alle Stallungen und Produktionsanlagen sollten so gestaltet sein, dass ein Eindringen von Schadnagern und Wildvögeln verhindert wird. Auch sollten andere Haus- und Nutztiere von den Stallungen ferngehalten werden, um Übertragungen von Krankheitserregern auszuschließen.

Schadnager stellen ein hohes Risiko für den Eintrag insbesondere von Salmonellen dar. Daher ist die Erstellung eines genau geplanten, permanenten und kontrollierten Prophylaxeplans unerlässlich. Dieser sollte möglichst durch einen zugelassenen Schädlingsbekämpfer erarbeitet oder zumindest einmal jährlich durch einen solchen überprüft werden. Dabei ist die Häufigkeit der Bekämpfung von der Art der Schädlinge und der Befallsstärke abhängig zu machen. Mindestforderungen an ein Schadnagerbekämpfungsprogramm sind in Tabelle 6.2.3 aufgeführt.

**Tab. 6.2.3: Mindestanforderungen an ein Schadnagerbekämpfungsprogramm**

• Skizzierter Aufstellungsplan von Ködern und/oder Fallen
• Lokalisation an durch Schadnager stark frequentierten Stellen
• Kontrolle der Annahme und des Verbrauches von Ködern sowie regelmäßige Kontrolle der Köderkisten und Erneuerung der Köder
• Genaue Dokumentation der Maßnahmen
• Stichprobenartige Untersuchung verendeter Schadnager auf Salmonellen
• Vermeidung des Kontaktes von Geflügel mit den Ködern

Bei Infektionen des Huhnes mit Endo- und Ektoparasiten sind neben Wurminfektionen insbesondere die Kokzidiose sowie der in den letzten Jahren stark zunehmende Befall mit der Roten Vogelmilbe zu nennen.

Die Rote Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) ist einer der wirtschaftlich bedeutendsten Ektoparasiten, die in allen Formen der Geflügelhaltung auftreten kann. Sie befällt die Hühner meistens nachts und führt durch Unruhe der Tiere und Blutverlust zu Leistungsminderungen bis hin zu Verlusten. Tagsüber verstecken sich die Milben außerhalb der Reichweite der Hühner in Ritzen und Spalten, der Sitzstangen oder Nester und unter den Gitterrostern. Milben können selbstverständlich auch pathogene Krankheitserreger (z. B. Salmonellen) übertragen.

Die Bekämpfung der Roten Vogelmilbe stellt nach wie vor für die Tierhalter ein wesentliches Problem dar, da die verfügbaren Mittel i.d.R. nicht unmittelbar am Tier eingesetzt werden dürfen (ARNOLD, J.J., 1998)

### 6.2.3 Immunprophylaxe

In Deutschland sind Impfungen gegen Salmonellen sowie gegen die Atypische Geflügelpest (Newcastle Disease) gesetzlich vorgeschrieben.

Alle weiteren Impfungen sind auf Grund der zu erwartenden Infektionslage im Ablegebetrieb und im Rahmen der allgemeinen Krankheitsprophylaxe mit dem betreuenden Tierarzt abzusprechen.

#### 6.2.3.1 Impfungen gegen Salmonellen

Gemäß Verordnung (EG) Nr. 1177/2006 „zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Bestimmungen über die Anwendung von spezifischen Bekämpfungsmethoden im Rahmen der nationalen Programme zur Bekämpfung von Salmonellen bei Geflügel“ werden:

Impfprogramme gegen *Salmonella enteritidis*, die die Ausscheidung sowie die Verseuchung der Eier verringern, mindestens während der Aufzuchtphase bei allen Legehennen spätestens ab dem 1. Januar 2008 in den Mitgliedstaaten durchgeführt, solange diese nicht eine Prävalenz von unter 10 % nachweisen auf der Grundlage der Ergebnisse einer Grundlagenstudie gemäß Artikel 1 der Entscheidung der Kommission 2004/665/EG oder auf der Grundlage der Beobachtung der angestrebten Gemeinschaftsziele, die gemäß Artikel 4 Absatz 1 der Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 gesetzt wurden.

Somit ist in Deutschland, wo es ja seit mehr als 10 Jahren eine generelle Impfpflicht gegen Salmonellen gab, nun seit dem 01.02.2008 eine Impfung speziell gegen *Salmonella enteritidis* gesetzlich vorgeschrieben. Auch ist dies aufgrund der Ergebnisse der Prävalenz-Erhebung (siehe Abb. 6.2.1) dringend anzuraten, da bei der überwiegenden Zahl

Salmonella positiver Legehennen *Salmonella enteritidis* (80,2%) nachgewiesen wurde, während bei nur 6,2% positiver Betriebe Infektionen mit *Salmonella typhimurium* vorlagen. Dies dürfte damit zu erklären sein, dass in den vielen Jahren der in Deutschland bereits bestehenden Impfpflicht gegen Salmonellen vorwiegend *S. typhimurium* Lebendimpfstoffe zum Einsatz kamen, während *Salmonella enteritidis* Lebend- oder Inaktivatimpfstoffe nur in einzelnen Problembeständen verwendet wurden.

Weiterhin muss aber auch klar gesagt werden, dass die alleinige Impfung kein Ersatz für Hygienemaßnahmen ist, sondern die Impfung als begleitende Maßnahme zur Verringerung eines Restrisikos im gesamten Salmonellen-Bekämpfungsprogramm angesehen werden muss.

In Deutschland sind Lebend- sowie Inaktivatimpfstoffe sowohl auf Basis von *Salmonella enteritidis* als auch von *Salmonella typhimurium* zugelassen. Generell sind die Empfehlungen des Herstellers beim Einsatz dieser Impfstoffe zu beachten.

Abhängig von dem Infektionsrisiko und dem Gefährdungspotential zum Beispiel durch vorherige positive Salmonellen-Befunde werden im ZDG Leitfaden Salmonellenbekämpfung die in Tabelle 6.2.4 aufgeführten Impfprogramme unter Verwendung von *Salmonella enteritidis* (SE) bzw. *Salmonella typhimurium* (STM) Impfstoffen für Legehennen empfohlen.

**Tab. 6.2.4: *Salmonella* - Impfempfehlungen für Legehennen**

Gefährdungspotential	Impfempfehlung
Routine-Prophylaxe	Je nach Hersteller 2 bis 3 x SE Lebendimpfstoff über das Trinkwasser verabreicht In gefährdeten Beständen ist eine zusätzliche Impfung mit SE Totimpfstoffen per Injektion bei der Einstallung in den Legebetrieb angeraten.
Legehennen bei positivem SE-Befund im vorherigen Durchgang	Je nach Hersteller 2 bis 3 x SE Lebendimpfstoff über das Trinkwasser verabreicht Zusätzlich 1 x SE als Totimpfstoff per Injektion 4 Wochen vor Umstellung
Legehennen bei positivem STM-Befund im vorherigen Durchgang	Je nach Hersteller 2 bis 3 x SE und 3 x STM als Lebendimpfstoff gleichzeitig über das Trinkwasser verabreicht Zusätzlich 1 x SE und STM als Kombi-Totimpfstoff per Injektion 4 Wochen vor Umstellung
Legehennen bei mehreren Altersgruppen in einem Stall	Je nach Hersteller 2 bis 3 x SE Lebendimpfstoff über das Trinkwasser Zusätzlich 1 x SE und STM als Kombi-Totimpfstoff per Injektion 4 Wochen vor Umstellung
Haltung von Legehennen in Ställen, die über Kot- und Eierbänder miteinander verbunden sind	Je nach Hersteller 2 bis 3 x SE Lebendimpfstoff über das Trinkwasser Zusätzlich 1 x SE als Totimpfstoff per Injektion bei Umstellung
Legehennen in der Legepause	1 x SE-Lebendimpfstoff über das Trinkwasser verabreicht

Die Pflicht, die Impfung durchzuführen oder durchführen zu lassen, obliegt dem Inhaber des Aufzuchtbetriebes. Über die durchgeführten Impfungen und den eingesetzten Impfstoff hat der Besitzer Nachweise zu führen. Diese Nachweise sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen. Jeder Abnehmer von Junghennen sollte sich vom Lieferanten die entsprechende Impfbescheinigung aushändigen lassen.

### 6.2.3.2 Sonstige Impfungen

Auf Grundlagen der Immunprophylaxe wurde bereits in Kapitel 6.1.4 eingegangen. Neben den gesetzlich vorgeschriebenen Impfungen gegen die Newcastle Krankheit sind weitere Grundimmunisierungen gegen verschiedene durch Viren verursachte Erkrankungen wie die Marek'sche Krankheit (MD), Gumboro (IBD), die Aviäre Encephalomyelitis (AE) und die Infektiöse Bronchitis (IB) mit zugelassenen Impfstoffen zu empfehlen. Die Art des jeweils eingesetzten Impfstoffes (z. B. der Einsatz von IB-Varianten), die Applikationsart (Spray, Trinkwasser oder Augentropf) und die zeitliche Abfolge sollten mit dem bestandsbetreuenden Tierarzt abgesprochen werden.

In den meisten Haltungsformen ist inzwischen auch die Impfung gegen Kokzidiose in der Aufzucht von Legehennen als Standard anzusehen.

Je nach Infektionsdruck können weitere Impfung erforderlich sein, wie zu Beispiel gegen die Infektiöse Laryngotracheitis (ILT), Aviäre Pneumoviren (APV/TRT) oder das Egg Drop Syndrom (EDS).

Da eine Behandlung mit antimikrobiellen Substanzen gegen bakterielle Infektionen aufgrund der Rückstandsproblematik in Eiern nur noch mit den wenigsten Mitteln zulässig ist, kann auch hier der Einsatz von Impfstoffen zum Beispiel gegen Infektionen mit Coli-Keimen, Rotlauf oder Pasteurellen notwendig werden. Hierzu kommen, wie schon unter 6.1.4 angesprochen, überwiegend bestandsspezifische Impfstoffe zum Einsatz. Diese unter Verwendung von in einem bestimmten Bestand isolierten Krankheitserreger hergestellten Impfstoffe sollen definitionsgemäß nur in dem gleichen Bestand zum Einsatz kommen. Da aber gerade bei der Legehenne die Impfung von Junghennen mit bestandsspezifischen Impfstoffen auf Basis von Erregerisolaten aus dem zukünftigen Legebetrieb erforderlich ist, sehen die Ausführungshinweise zur Tierimpfstoff-Verordnung auch die Möglichkeit der Impfung im Aufzuchtbetrieb vor, um schon bei der Einstellung in den Ablegebetrieb einen Schutz zu gewährleisten.

### Literatur

Arnold, J.J. (1998): Möglichkeiten der Kontrolle von Milben und Cocciden in der Praxis. Lohmann Information 3/98, S. 21 - 25

Entscheidung 2004/665/EU der Kommission vom 22. September 2004 über eine Grundlagenstudie zur Prävalenz von Salmonellen bei Beständen von Gallus-gallus-Legehennen. ABI. L 303 vom 30.9.2004, S. 30 - 34

Hoffrogge, W. und Mitarbeiter (2007): Leitfaden Salmonellenbekämpfung bei Legehennen, Zentralverband der deutschen Geflügelwirtschaft e.V.

Käsbohrer, A (2007): Salmonellenmonitoring bei Tieren – Umsetzung der Zoonosen-Richtlinie, Fortbildungsveranstaltung öffentlicher Gesundheitsdienst, 21.03.2007

KAT-Leitlinien Zoonosen des Vereins für kontrollierte alternative Tierhaltungsformen e.V.

Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. November 2003 zur Bekämpfung von Salmonellen und bestimmten anderen durch Lebensmittel übertragbaren Zoonoseerreger. ABI. L 325 vom 12.12.2003

Verordnung (EG) Nr. 1168/2006 der Kommission vom 31. Juli 2006 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich eines Gemeinschaftziels zur Eindämmung der Prävalenz bestimmter Salmonellen-Serotypen bei Legehennen der Spezies Gallus gallus und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1003/2005. ABI. L 211 vom 1.8.2006, S. 4 - 8

Verordnung (EG) Nr. 1177/2006 der Kommission vom 1. August 2006 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Bestimmungen über die Anwendung von spezifischen Bekämpfungsmethoden im Rahmen der nationalen Programme zur Bekämpfung von Salmonellen bei Geflügel. ABI. L 212 vom 2.8.2006, S 3 - 5

Voss, M. (2007): Control of salmonella and other zoonotic agents in the European Community – current status of legislation. Lohmann Information Vol 42 (1), April 2007

## 7 Eiererzeugung im Ökologischen Landbau (R. Andersson, F. Deerberg)

Die Haltung von Legehennen ist ein bedeutender Wirtschaftsfaktor innerhalb der Tierhaltung im Ökologischen Landbau. Es werden aktuell schätzungsweise circa 2,2 Millionen Legehennen in Deutschland nach den Richtlinien der EG-Ökoverordnung gehalten, es wird erwartet, dass sich diese Zahl in den nächsten 2 bis 3 Jahren etwa verdoppelt. Ca. zwei Drittel der Eier werden auf Betrieben erzeugt, die nach einem der privatrechtlichen Standards der Ökologischen Anbauverbände bewirtschaftet werden. Die Richtlinien der Anbauverbände gehen an einigen Punkten mit ihren Forderungen über die Mindestanforderungen der EU-Ökoverordnung 2092/91, die ab 2009 durch die EU-Vo 834/2007 ersetzt wird, hinaus. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich in erster Linie auf die Basis-Anforderungen der EG-Ökoverordnung.

### 7.1 Allgemeine Grundregeln zur Tierhaltung im Ökologischen Landbau

Grundprinzip der ökologischen Wirtschaftsweise ist die Kreislaufwirtschaft. Der Tierhaltung kommt dabei für die Regelung des Nährstoffkreislaufes im Betrieb eine bedeutende Rolle zu. Eine flächenunabhängige Tierhaltung ohne Futter liefernden Pflanzenbau ist nicht konform mit der Ökoverordnung. Im Gegensatz zu den Anforderungen der Anbauverbände können nach EU-Öko-Vo auf einem Betrieb sowohl ökologische als auch herkömmliche Produktionsverfahren angewendet werden. In diesem Falle müssen es verschiedene Tierarten sein, mit leichter Zuordnung zur jeweiligen Produktionsweise und entsprechender ausführlicher Dokumentation. Bei der Umstellung auf Ökologischen Landbau hat die Umstellung des gesamten Betriebes die höchste Präferenz. Eine Teilumstellung ist aus betriebswirtschaftlichen Gründen durchaus praxisüblich.

Besonderes Augenmerk wird in der Ökologischen Nutztierhaltung auf die tiergerechte Haltung gelegt.

In der Ökologischen Legehennenhaltung muss für jede Henne eine Auslauffläche von 4m<sup>2</sup> und eine landwirtschaftliche Nutzfläche von 43,5m<sup>2</sup> (230 Legehennen/ ha) in ökologischer Bewirtschaftung nachgewiesen werden.

Grundsätzlich kommen nur Haltungsverfahren zur Anwendung, bei denen Tageslicht und viel freie Bewegung im Stallinnenraum gewährleistet wird. Den Tieren ist Zugang zu einem bewachsenen Grünauflauf zu gewähren, wobei klimatische Gegebenheiten, Umweltaspekte, Tieralter und weitere Ausnahmeregelungen Berücksichtigung finden können.

Die grundsätzlichen Rahmenbedingungen werden in der EU-Vo 834/2007 formuliert. Diese Verordnung gilt ab dem 1.1.2009 und hebt die EU-Vo 2092/91 bzw. 1804/99 auf. Detaillierte Vorgaben werden in den Durchführungsbestimmungen zur EU-Vo 834/2007 veröffentlicht. Diese sollen 2008 erscheinen und werden sich weitestgehend mit Anhängen der EU-Vo 2092/91 bzw. 1804/99 decken.

### 7.2 Haltungsverfahren

#### Allgemein

Die Käfighaltung von Hennen ist im Ökologischen Landbau verboten; außerdem ließe sie sich nicht mit der geforderten Grünauflaufnutzung kombinieren. Demzufolge sind Freilaufsysteme wie Boden- und Volierenhaltung anzuwenden. Hinsichtlich der Stallkapazität gibt es die Vorgabe, dass ein Stall maximal 3000 Legehennen beherbergen darf. Pro Quadratmeter Nettostallgrundfläche bzw. begehbarer Fläche in Volierenhaltung dürfen maximal 6 Hennen gehalten werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass mindestens ein Drittel dieser Fläche als Scharraum mit lockerer Einstreu zur Verfügung stehen muss. Während einer ununterbrochenen Ruhe- oder Dunkelphase von mindestens 8h ohne Zusatzbeleuchtung kann eine Abtrennung der Aktivitätsbereiche erfolgen. Für die

Beleuchtungs- oder Hellphase von maximal 16 Stunden am Tag müssen die Legehennen aber uneingeschränkten Zugang zu dem Scharrareal haben. Um ein Minimum an Durchgängigkeit zwischen Stallgebäude und Grünauslauf zu gewährleisten, ist eine Länge der Auslauföffnungen von mindestens 4m je 100m<sup>2</sup> des den Hennen zur Verfügung stehenden Gebäudes einzurichten. In Deutschland hat ein überdachter Auslaufbereich als ein weiterer Aktivitätsbereich breite Anwendung gefunden. Dieser Außenklimabereich, auch Wintergarten oder Pavillon genannt, ermöglicht den Tieren jederzeit die Konfrontation mit Außenklimareizen. Seine stärkste Bewährungs- und Befürwortungsprobe war im Herbst 2006 während der Einhausungsgebote aufgrund der Vogelpestschutzverordnung; viele Probleme konnten erheblich gemindert werden.

Als Haltungssystem hat die Voliere in der Praxis einen sehr starken Zuspruch erfahren. Alle namhaften Stalleinrichter aus dem In- und Ausland bieten mehrere und unterschiedliche Systeme an. Diese werden i.d.R. als Komplettsysteme angeboten. Dennoch ist es unerlässlich abzuklären ob die Vorgaben der EU-Verordnung, und ggf. des Anbauverbandes, eingehalten werden. Immer wieder kommt es zu unterschiedlichen Einschätzungen bezüglich anrechenbarer Flächen. Im Zweifelsfall sollte die Kontrollstelle des Betriebes zur Bestätigung der Konformität herangezogen werden.

Der Mechanisierungsgrad der Legehennenställe auf Öko-Betrieben ist vergleichbar mit dem auf konventionellen Betrieben.

Mehr als 99% der Legehennen werden zurzeit in stationären Stallgebäuden gehalten. Seit dem Jahr 2000 sind aber zunehmend auch mobile oder bewegliche Stalleinheiten als Komplettsysteme auf dem Markt erhältlich. Diese Stallvariante wird häufig von kleineren direktvermarktenden Betrieben eingesetzt. Ein besonderer Vorteil der Stall-Mobilität ist, dass auch die Flächen als Hennenauslauf genutzt werden, welche über keinerlei Anbindung an ein stationäres Stallgebäude verfügen. Ferner ermöglicht die Beweglichkeit der Ställe, dass die Auslaufflächen schonender von den Hennen genutzt werden können. Ein augenblicklich noch nicht genau einzuschätzender Faktor könnte das Infektionspotenzial der Auslaufflächen sein, welches unter dem Gesichtspunkt des Salmonellenrisikos noch entsprechender Untersuchungen und Bewertung bedarf.

### 7.3 Tierzukauf und Herkunft der Hennen

Generell sollte der Tierzukauf von Betrieben erfolgen, die gemäß der EU-Ökoverordnung bewirtschaftet werden. Sofern verfügbar müssen die einzustallenden Eintagsküken, respektive die Bruteier, aus einer Öko-Elterntierherde stammen. Ist dies nicht möglich können durch Erteilung von Ausnahmegenehmigungen auch Eintagsküken aus konventionellem Schlupf in den Öko-Aufzuchtstall eingesetzt werden. Mit der Einstallung konventioneller Eintagsküken ist die Auswahl der aktuell am Markt verfügbaren Hybridherküfte möglich. Hat ein Öko-Legehennenhalter einen bestimmten Wunsch bezüglich der Herkunft oder Rasse, so wird er dies etwa 6 Monate vor geplantem Einstallungstermin mit seinem Junghennenlieferanten absprechen müssen, was dann auch auf eine Festlegung bezüglich der Ausstellung der Altherde hinausläuft. Legehennenbetriebe, welche in einem vertikalen Betriebsverbund von Junghennenaufzucht, Eierproduktion und Sammelpackstellenbetrieb mitwirken sind fix an die Gesamtplanung gebunden und haben damit i.d.R. starre Ein- und Ausstellungsabläufe.

Das vorbeugende Stutzen der Schnabelspitzen ist nicht zulässig. Dies ist auch beim eventuellen Zukauf achtzehn Wochen alter Junghennen aus konventioneller Herkunft zu berücksichtigen.

### 7.4 Junghennenaufzucht

Die Aufzucht der Junghennen ist zurzeit noch nicht in der gültigen EU-Vo geregelt. Dennoch ist die ökologische Junghennenaufzucht ein gängiger Produktionsbereich in der arbeitsteiligen Legehennenhaltung. Grundlage für das Reglement sind zunächst die

generellen Aussagen der Ökoverordnung und darüber hinausgehende Richtlinien der Anbauverbände. So müssen die Aufzuchtställe in jedem Fall den Einfall von Tageslicht ermöglichen; ein Teil der Stallgrundfläche muss über eine lockere Einstreu verfügen, in der die Jungtiere scharren, nach Körnern suchen und staub- und sandbaden können. Ferner müssen den Tieren ihrem Alter entsprechend erhöhte Sitz- und Ruheplätze zum Aufbaumen angeboten werden. Für eine ökozertifizierte Junghennenaufzucht ist es ferner erforderlich, dass die Tiere vom ersten Tag mit Futter versorgt werden, welches den aktuell gültigen Vorgaben zur Futterversorgung von Öko-Geflügel entspricht. Aus Gründen der Hygiene und Krankheitsvorsorge gibt es bei stationären Ställen zurzeit keinen routinemäßigen Zugang zu einem Grünauslauf vor der 16. Lebenswoche. Ersatzweise wird den Jungtieren während der Lichtphase der Zugang zu einem überdachten Außenklimabereich ermöglicht, der zumindest unterschiedliche Temperaturgradienten und einen erweiterten Aktivitätsbereich ermöglicht. Übliche Haltungsverfahren in der Junghennenaufzucht sind wie auch in der herkömmlichen Aufzucht verbreitete Verfahren der Bodenhaltung mit Kotkästen und erhöhten Sitzstangen oder Ruheebenen sowie die Aufzucht in Volierensystemen. Schätzungsweise 90 % der Junghennen werden in Volierensystemen aufgezogen.

## 7.5 Legepause

Die Selektion männlicher Legehennenküken ist im Ökologischen Landbau seit Jahren ein Thema, welches Unzufriedenheit auslöst. Es wird nach Möglichkeiten der Mast für die männlichen Tiere gesucht, was aber zurzeit absolut nicht praxistauglich ist. Ein anderer Ansatz ist die verlängerte Nutzung der Legehennen durch Induktion einer Legepause und anschließender zweiter (verkürzter) Legeperiode.

Die Legepause wird bereits häufig bei kleineren Betrieben mit hohem Anteil an Direktvermarktung durchgeführt. Da die Ökoverordnung und der Tierschutz vorschreiben, dass Tageslicht und ständiger Zugang zu Futter und Wasser gewährleistet sein muss, kommen die „traditionellen“ Verfahren der Zwangsmauser nicht in Frage. Eine erfolgreiche Verfahrensweise wäre das nachfolgende Konzept. Allerdings ist die Beteiligung eines erfahrenen Beraters dringend anzuraten, andernfalls kann es zu erheblichen Tierverlusten kommen.

### 1. Vorbereitungsphase

In dieser Phase sollten Untersuchungen von Blut, Kot und/ oder Tieren erfolgen, um zu bestimmen, ob eine Therapie gegen Endo- und Ektoparasiten notwendig ist oder ob Impfungen etc. erfolgen müssen. In der Legepause können diese Maßnahmen dann durchgeführt werden.

### 2. Umstellungsphase

In der Umstellungsphase sollten die Tiere ausschließlich Tageslicht ausgesetzt werden. Das Legehennenfutter wird durch eine nährstoffärmere Ersatzfütterung ausgetauscht. Dieses Futter muss folgenden Ansprüchen genügen:

- guter mechanischer Sättigungseffekt (Kropf und Muskelmagen),
- hoher Beschäftigungseffekt bei der Nahrungsaufnahme,
- Fütterung ohne Wechsel der Fütterungstechnik.

Die Erfahrungen haben gezeigt, dass es sehr nützlich ist, wenn den Hennen während der Legepause zusätzlich Kochsalzlösung und Mineralstoffe zur freien Aufnahme angeboten werden.

### 3. Regenerationsphase

Die Regenerationsphase beginnt mit dem Abklingen der Legetätigkeit. Dieser Zeitpunkt lässt sich nicht genau im Voraus bestimmen. In der Regel sind es 10 bis 15 Tage. Ab diesem Zeitpunkt muss die Futterversorgung auf eine höherwertige Nährstoffversorgung abzielen. Zu erreichen ist dies mit einem Junghennen-Aufzuchtfutter, das die Tiere mit den erforderlichen Aminosäuren versorgt. In dieser Phase können dann auch zweckmäßigerweise die zuvor bestimmten und festgelegten Behandlungen oder Kuren durchgeführt werden.

### 4. Neustart

Der Neustart ist mit dem Beginn oder der ansteigenden Legetätigkeit verbunden. Die Futterversorgung wird auf Legehennenfutter umgestellt. Bei Legebeginn erfolgt eine Vitamingabe. Die Zusatzbeleuchtung wird eingeschaltet.

## 7.6 Vorbeugende Maßnahmen

Das Management der Ökologischen Legehennenhaltung erfordert besondere Kenntnisse und Erfahrungen bei den betreuenden Personen. Es gibt sehr viele Faktoren, die leicht zu Problemen führen; nur durch frühzeitige Problemerkennung und erfolgreiche Maßnahmen ist eine erfolgreiche Eiererzeugung mit gesunden Legehennen möglich.

Ein häufiges Problem sind Verhaltensanomalien wie Federpicken, Zehenpicken, Kannibalismus oder gegenseitiges Erdrücken. Die Ursachen sind i.d.R. multifaktoriell, so dass es keine Patentlösungen gibt. Vorbeugend muss auf die Aufzuchtbedingungen geachtet werden, die Hennen müssen das Prinzip des Haltungssystems in der Legeperiode aus der Aufzucht kennen. Die nicht-bedarfsgerechte Fütterung, wesentliches Problem ist häufig die Methionin-Versorgung, scheint ein gravierender Risikofaktor zu sein.

Da Verhaltensanomalien eine Kompensation von nicht ausführbaren Verhaltensweisen darstellen, muss das Haltungssystem möglichst alle Verhaltensweisen zulassen. Nach einer Expertenbefragung sind hier besonders trockene, lockere Einstreu (Sand- Staubbad), erhöhte Sitzstangen (Ruheverhalten) zu nennen (KNIERIM et al. 2006). Die Gestaltung des Nestes/ Nestbereiches, des Futterzugangs und der Tränken ist ebenfalls zu nennen. In der Praxis wird die Bedeutung der Genetik der Herkünfte immer wieder hervorgehoben. Dieses nicht nur zwischen den Herkünften, sondern auch bei einer Herkunft, aber unterschiedlichen Einstallterminen.

Impfungen werden wie vorgeschrieben durchgeführt, bezüglich zusätzlicher Impfungen herrscht in der Praxis eine geteilte Auffassung. Viele Betriebe fürchten Impfschäden, bzw. sind der Auffassung, dass gesunde Tiere sich aktiv mit Infektionen auseinandersetzen müssen. Eine eindeutige, erfolgreiche Managementempfehlung gibt es zurzeit nicht.

Behandlungen mit Arzneimitteln führen bei häufiger Anwendung, max. 1 Behandlung/ Jahr, zum Vermarktungsverbot als Öko-Produkt. Für alle Medikamente gilt, dass die angegebene Wartezeit verdoppelt werden muss, bzw. wenn keine Wartezeit angegeben wird, müssen 48 Stunden eingehalten werden. Im Falle der Entwurmung in der Legeperiode führt dieses zu einem Öko-Vermarktungsverbot von mindestens einer Woche, so dass der Parasitendruck ein ständig präsenes Thema der Beratung ist. Es bewährt sich in diesem Zusammenhang den Bereich an den Ausläufen möglichst trocken zu halten und regelmäßig den Boden auszutauschen, z.B. durch die Entfernung / Erneuerung von Rindenmulch oder Schotter.

Ein besonderes Problem stellen solche Krankheiten dar, die relativ unbekannt geworden sind, wie z. B. Rotlauf. Daher sollte bei Krankheitsausbrüchen nur auf fachtierärztliches Wissen und gesicherte Diagnostik zurückgegriffen werden.

Der Einsatz von Naturheilverfahren, Kräutern, isolierten phytogenen Wirkstoffen führt auf einigen Betrieben zu erstaunlich guten Ergebnissen, allerdings können keine

standardisierten Empfehlungen ausgesprochen werden. Ein sehr gutes Controlling der Maßnahmen ist bei diesen Produkten zwingend erforderlich. Das setzt dann aber immer entsprechende Sachkenntnisse voraus.

## 7.7 Futterversorgung

Die Futterversorgung der Tiere auf einem ökologisch wirtschaftenden Betrieb unterliegt dem Prinzip der Nährstoffkreisläufe. Daher ist der Pflanzenbau auf dem Betrieb zunächst die Basis für alle Überlegungen. Nach den Vorgaben der EU-VO 834/2007 (ehemals Vo 2092/91) soll der überwiegende Anteil des Futters vom eigenen Betrieb stammen. Ist dies nicht möglich, weil der Legehennen-Betrieb über zu wenig oder keine ökologisch bewirtschaftete Nutzfläche verfügt, kann mit einem anderen Ökobetrieb in der Nähe eine sogenannte „Futter-Mist-Kooperation“ vertraglich vereinbart werden.

Bei der Anbauplanung ist zu berücksichtigen, dass neben den Marktfrüchten auch die entsprechenden Komponenten für die Futterherstellung in der Fruchtfolge vorgesehen werden. Standort bedingt können nicht immer die erforderlichen Komponenten angebaut werden oder die Erntebedingung führen zu Ertragsausfällen, welche nur durch Komponentenzukauf ausgeglichen werden können. Diese können durch vorherige Absprachen mit anderen Öko-Betrieben oder durch Zukauf auf dem Öko-Futtermittelmarkt beschafft werden. Der Zukauf von Öko-Futtermitteln ist für den Einkäufer mit Sorgfaltspflichten in Form von definierten Minimalanforderungen verbunden. So ist zum Beispiel durch Kontrolle und Überprüfung der Begleitpapiere sicherzustellen, dass es sich wirklich um legitime Öko-Futtermittel handelt. Näheres hierzu regelt die Vo 223/2003.

Neben dem Zukauf ökologischer Futterkomponenten, ist zurzeit noch die Verwendung von bestimmten konventionellen Einzelfuttermitteln bei Monogastriern zulässig. Bis voraussichtlich Ende 2011 besteht die Möglichkeit konventionelle Komponenten als Einzelfuttermittel zu zukaufen und zu verwenden. In der EU-Vo 1804/99 werden im Anhang II, Teil C (im Entwurf der Durchführungsbestimmungen zur EU-Vo 834/2007 ist es der Anhang V) die potenziellen Futtermittel aufgelistet. Diese Liste ist als Positivliste zu verstehen, dass heißt es können ausschließlich die aufgelisteten Futtermittel verwendet werden. Ausgehend von dieser Liste haben die einzelnen EU-Mitgliedsstaaten die Möglichkeit, in ihrem Land die Liste der möglichen konventionellen Komponenten weiter einzuschränken, wie zum Beispiel den Einsatz von konventionellem Getreide und Körnerleguminosen oder Sojabohnenprodukten in Deutschland. Eine weitere Beschränkungsmöglichkeit kann darin bestehen, bestimmte Komponenten für bestimmte Tierarten nicht zur Verfütterung freizugeben. Hiervon machen vor allem die Anbauverbände mit ihren privatrechtlichen Standards Gebrauch.

### Fahrplan für zulässige konv. Anteile im Geflügelfutter nach EU-Vo 2092/91

(identisch mit Art. 38 des Entwurf der Durchführungsbestimmungen zur EU-Vo 834/2007):

01.01.2008 bis 31.12.2009: max. 10% im Jahresdurchschnitt von 365 Tagen  
 01.10.2010 bis 31.12.2011: max. 5% im Jahresdurchschnitt von 365 Tagen

Die Angaben beziehen sich auf Trockenmasse Futter landwirtschaftlichen Ursprungs.

ab 01.01.2012: Vermutlich kein regulär ausnahmegenehmigungsfähiger Zukauf möglich

Durch die einzelstaatlichen Regelungen kann es vornehmlich in grenznahen Gebieten vorkommen, dass Mischfutterhersteller aus benachbarten EU-Mitgliedsstaaten grenzübergreifend Futter anbieten, welches nach deutschen Vorgaben nicht zulässig ist und zum Verlust der Öko-Anerkennung führen kann. Ein genauer Blick und Kontrolle der Deklaration ist unerlässlich und kann schmerzliche wirtschaftliche Einbußen vermeiden.

Der Zukauf von Geflügelfutter als Alleinfutter darf nur bei einer Mühle bzw. einem Mischfutterhersteller mit entsprechender Öko-Zertifizierung erfolgen. Ferner sind Absprachen

darüber zu treffen, wie die von der EU-Vo geforderten betriebseigenen Mengenanteile in die Lieferkontrakte eingebunden werden. Bei der Überprüfung der Deklaration ist darauf zu achten, dass der gültige oder abgesprochene Anteil konventioneller Komponenten eingehalten wird, die zulässigen Komponenten benutzt werden und die Gesamtmenge an Futtermitteln aus Umstellung nicht überschritten wird.

Für das Fütterungsverfahren einer Kombinierten Fütterung wird Mischfutter angeboten, welches höhere Anteile an konventionellen Komponenten und Umstellung enthalten kann. In diesem Fall muss die Betriebsleitung dafür Sorge tragen, dass im Jahresdurchschnitt (365 Tage) der zulässige Anteil konventioneller Komponenten nicht überschritten wird.

Bei einer betriebseigenen Futterherstellung muss die Betriebsleitung Dokumentation und Sorgfaltspflichten gemäß der Vo 223/2003 selber durchführen. Für die Futterherstellung auf dem eigenen Betrieb werden stationäre oder mobile Mahl- und Mischanlagen eingesetzt. Für den Einsatz mobiler Mahl- und Mischanlagen, die auch konventionelles Futter verarbeiten und herstellen, gibt es zusätzliche Verfahrensschritte, welche vor Inbetriebnahme auf dem Hof abgearbeitet werden müssen. Dies ist vorgeschrieben, um ausschließen und vermeiden zu können, dass ungewollte Fremdeinträge, wie z. B. gentechnisch veränderte Organismen (GVO's), in das Futter gelangen können.

Legt ein Betrieb Wert auf einen größeren Handlungsspielraum und bevorzugt deswegen den Zukauf von Einzelkomponenten, so besteht die Möglichkeit Einzelfuttermittel zu beziehen. Je nach Kenntnis- und Erfahrungsstand holen sich diese Betriebe häufig unabhängigen Rat und Unterstützung bei der entsprechenden Fachberatung ein. Bei der Rezepturplanung muss bereits darauf geachtet werden, dass im Jahresdurchschnitt die zulässigen Mengenrestriktionen für die Anteile von Futterkomponenten aus Umstellung und konventionellen Ursprungen eingehalten werden.

**Geplante Anteile von Futterkomponenten aus Umstellung nach Art. 18 des Entwurfes der Durchführungsbestimmungen zur EU-Vo 834/2007 (bei Drucklegung noch nicht verabschiedet)**

**Ab dem 01.01.2009**

bei Zukauf :

Futtermittel von landwirtschaftlichen Futtermitteln aus Umstellung dürfen einen Anteil von maximal 30% der Gesamtmenge an Futtermitteln landwirtschaftlichen Ursprungs im Jahresdurchschnitt nicht überschreiten

bei betriebseigenen Futtermitteln:

Futtermittel von landwirtschaftlichen Futtermitteln aus Umstellung vom eigenen Betrieb dürfen einen Anteil von maximal 60% der Gesamtmenge an Futtermitteln landwirtschaftlichen Ursprungs im Jahresdurchschnitt nicht überschreiten

Das verbreitetste Fütterungsverfahren für Legehennen ist zurzeit eine dreiphasige Futterversorgung auf der Basis von Alleinfutter. Bei der Einstellung bekommen die Junghennen zunächst ein Vorlegemehl. Bei einer Legeleistung von mehr als 30% wird i.d.R. die Futterversorgung mit einem Legehennen-Alleinfutter Typ1 übernommen. Dieses Futter hat einen im Verhältnis zum Energiegehalt abgestimmten Rohproteingehalt, der die Versorgung mit den erforderlichen Aminosäuren gewährleistet. Neben dem Alleinfutter bekommen die Hennen noch eine zusätzliche Körnergabe in die Einstreu. Muschelkalk oder Austernschalen werden i.d.R. durch separate Automaten zur freien Verfügung angeboten. Betriebe, welche die Kombinierte Fütterung anwenden, können ebenfalls eine Phasenfütterung durchführen. In diesem Fall wird die Nährstoffkonzentration gesteuert, indem der Anteil der Körnergabe an der Gesamtfutteraufnahme variiert wird.

## 7.8 Ökonomische Aspekte

### Eiervermarktung: Kosten der Eierverteilung - Direktvermarktung

Die Absatzwege in der Eiervermarktung können sehr unterschiedlich strukturiert sein. Das erschwert eine sichere Einschätzung des erforderlichen Aufwands sehr. Nicht selten wird eine "eh schon da" Mentalität angeführt, welche die tatsächliche Kostenstruktur nicht erfasst oder auch in kritischen Fällen verdrängen soll. Beliebte Positionen in diesem Zusammenhang sind zum Beispiel bereits beschäftigte Personen oder der eigentlich dem Privatbereich zugehörige Familien-Pkw.

Ein Teilaspekt, der sehr schnell unterschätzt werden kann, sind die Kosten der Verteilung der Eier an entsprechende Abnehmer bei Auslieferung. Welche Spannen in den Kosten dabei auftreten können, soll das nachfolgende Beispiel einmal verdeutlichen (Tab. 7.1). Es geht um eine Auslieferungstour mit einem Kombi-Pkw, mit dem voll ausgelastet 7200 Eier pro Tour ausgeliefert werden sollen. Damit wird eine Person mit vergleichsweise geringem Lohnniveau (ca. 5 bis 5,5 Euro Netto/Stunde) beschäftigt. Die Anfahrtpunkte liegen in einem Distanzbereich von ca. 25km bis 30km im Landstraßen- und Kleinstadtgebiet. Für die gesamte Auslieferung werden inklusive Rüst- und Nebenzeiten etwa 8h benötigt.

**Tab. 7.1: Kosten der Eier-Distribution in Abhängigkeit von der Ausliefermenge pro Haltestelle bei konstantem Fahrtkostenanteil**

Annahmen				
Lohnansatz für Fahrer		7,5	Euro B-Brutto	
Ansatz für PKW		0,8	Euro/km	
Eierverkauf pro Tour		7200	Eier	
durchschnittl. Geschwindigkeit		80	Km/h	
durchschnittl. Tourdistanz		150	km	
Dauer pro Haltepunkt		0,25	Stunde	
Eier/ Haltestelle	Arbeitszeit	Lohnkosten	Fahrtkosten	Kosten pro Ei
Stück	h	Euro	Euro	Cent
1080	8,54	64,06	120,00	2,56
540	15,21	114,06	120,00	3,25
2000	5,48	41,06	120,00	2,24
3600	3,88	29,06	120,00	2,07
7200	2,88	21,56	120,00	1,97

Kann die gesamte Ladung (7200 Eier) an einen Punkt abgeladen werden, so darf der Abnehmer auch bis zu 75 km entfernt sein. Dadurch entsteht eine Kostenbelastung von etwa 2 Cent pro Ei. Im anderen Fall werden die Eier an Ladner (ca. 540 Eier/Stelle) abgegeben. In der Folge steigen der Zeitbedarf für den Auslieferungsvorgang (Parkplatzsuche, Ausladen, Formalitäten etc.) und damit der Lohnkostenanteil überproportional an. So erreicht der Kostenanteil auch schnell die 3 Cent pro Ei und kann sie auch überschreiten. Wesentliche Voraussetzung dabei ist, dass die 13 bis 15 Kunden innerhalb von 150 km erreicht werden können. Um die 2 Cent -Marke nicht zu sehr überschreiten zu müssen, sind also größere Absatzmengen pro Haltepunkt anzustreben. Kleinere Mengen unterhalb 2000 Eier pro Anlieferung müssten mit einem Aufschlag von 0,5 Cent versehen werden. Zusätzlich zu den Arbeitskosten für Fahrzeiten müssen Kosten für Disposition, Kundenbetreuung und Faktura berücksichtigt werden.

### **Althennenvermarktung**

Die Verwertung der Althennen erfolgt entweder direkt durch den Legehennenhalter im Rahmen seiner Direktvermarktungsaktivitäten oder durch Sammelaufkäufer. Für diese sind i.d.R. größere Partien ab etwa 3000 Tiere an einem Abholplatz von Interesse. In diesen Fällen sind sie meistens bereit für die Althennen einen Auszahlungspreis zu gewähren, der über die Kosten der Erfassung hinausgeht. Bewegt sich die Abholmenge in einer Größenordnung um 1000 Tiere, so übersteigen die Erfassungskosten i.d.R. den Erlös für die Schlachttiere, so dass die Räumung des Stalls zum Problem wird.

Die Verwertung der Althennen im Rahmen der Direktvermarktung verlangt Fingerspitzengefühl für die Wünsche der Abnehmer. Der traditionelle Absatz der Althenne als Suppenhenne beschränkt sich mit regionalen Unterschieden auf etwa ein Drittel bis maximal der Hälfte der Tiere. Um von Abnahmemezyklen der Verbraucher unabhängiger zu sein, eröffnet die Weiterverarbeitung von Geflügelfleisch weitere Perspektiven. Sind die hierfür erforderlichen Rahmenbedingungen für die Fleischverarbeitung gegeben, können bei entsprechender Kalkulation des Preis-Leistungsverhältnisses die Weiterverarbeitung und damit die Verwertung der Althennen noch profitabel sein.

### **Vergleich ausgewählter Kennzahlen der BZA-Legehennen in den Wirtschaftsjahren 2004/05 und 2005/06**

Der Ertragsanteil der Legehennenhaltung am gesamtbetrieblichen Umsatz lag in den beiden Wirtschaftsjahren der dargestellten BZA über 50%. Damit ist die Legehennenhaltung ein wesentlicher Einkommensfaktor dieser Betriebe.

Den kalkulatorischen Gewinn pro Hennenplatz konnten die Betriebe 2006 im Durchschnitt um ca. 37 Cent gegenüber 2005 verbessern. Somit wurde das Ziel einer Vollkosten deckenden Legehennenhaltung im Gesamtdurchschnitt der Betriebe erreicht.

Die Dauer der Haltungsperiode verlängerte sich im Durchschnitt um ca. 14 Tage auf den Betrieben. Ursache hierfür werden zum Teil Auswirkungen der Bestimmungen der Vogelgrippe-Verordnung gewesen sein. Die Junghenneneinkaufspreise stiegen um durchschnittlich 18 Cent pro Junghenne an. Die Preise für Kraftfutter erhöhten sich um ca. 10 Cent pro Dezitonnen. Der Futterverbrauch pro Henne war 2006 um ca. 4,4 kg geringer als im Vorjahr, was sich mit reduzierten Kraftfutterkosten von etwa 1 Euro pro Henne im Jahr bemerkbar macht. Die Vermarktungskosten pro verkauftes Ei lagen 2005 im Durchschnitt bei ca. 2,7 Cent pro Ei. Im Zuge allgemeiner Kostenerhöhungen stiegen die Vermarktungskosten in 2006 durchschnittlich um 0,6 Cent pro Ei an.

**Tab. 7.2: Ausgewählte Kenndaten der BZA-Legehennen \* im Jahresvergleich (DEERBERG)**

BZA Legehenne 2004/06	Vertikaler Produktionsvergleich der Kenndaten			
	Betriebsauswahl	Ø aller Betriebe		
		Wirtschaftsjahr	2004/05	2005/06
<b>Erfolgskriterium: Produktionskosten ct/Ei</b>			<b>16,9</b>	<b>17,1</b>
	<b>Anzahl Betriebe</b>		<b>31</b>	<b>31</b>
<b>Kennzahl</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>	<b>Wert</b>	
kalk. Gewinn/ Legehennenplatz	Euro/ Hennenplatz	<b>1,47</b>	<b>1,84</b>	
kalk. Gewinn pro verkauftem Ei	Euro/ØEi	<b>0,005</b>	<b>0,007</b>	
Ertragsanteil	%	<b>54</b>	<b>55</b>	
Ø Erlös pro verk. Ei	Euro€/Stück	<b>0,174</b>	<b>0,178</b>	
Haltungsperiode	Tage	<b>394</b>	<b>408</b>	
Junghennenpreis	Euro/Junghenne	<b>7,39</b>	<b>7,57</b>	
Ø Kraftfutterpreis	Euro/dt	<b>31,29</b>	<b>31,39</b>	
Ø Kraftfutterkosten/Henne	Euro/Henne	<b>14,67</b>	<b>13,64</b>	
Ø Kraftfutterkosten/Ei	Euro/Ei	<b>0,0598</b>	<b>0,0601</b>	
Ø Kraftfutterverbrauch/Henne	kg/Henne	<b>50,18</b>	<b>45,78</b>	
Ø Kraftfutterverbrauch/Ei	kg/Ei	<b>0,2000</b>	<b>0,1996</b>	
Vermarktungskosten	Euro/verk. Ei	<b>0,027</b>	<b>0,033</b>	
Arbeitszeitbedarf für Produktion	h pro Tierplatz (Prod.)/Jahr	<b>0,60</b>	<b>0,55</b>	
Arbeitszeitbedarf für Vermarktung	h pro Tierplatz (Verm.)/Jahr	<b>0,39</b>	<b>0,41</b>	
Gesamtkosten für Arbeit im BZ	€/ Tierplatz (BZ-Akh)/Jahr	<b>10,34</b>	<b>9,99</b>	

Anm.: \* BZA = Betriebszweigauswertung

Der Arbeitszeitbedarf in der Produktion liegt im Durchschnitt bei 36 Minuten pro Tierplatz im Jahr 2004/05. Im Vergleich zu 2005/06 ist ein Rückgang von etwa 3 Minuten pro Platz und Jahr festzustellen. Im gleichen Zeitraum stieg der Arbeitszeitbedarf für die Vermarktung um ca. 1,2 Cent an; eine Umorientierung der Arbeitszeitressource, die sich offensichtlich gewinnbringend darstellt. Die Gesamtkosten für den Arbeitsbedarf (Produktion und Vermarktung) verringerten sich von 10,34 Euro pro Platz im Jahr auf 9,99 Euro im Jahr 2006.

### **Literatur / Quellen**

Andersson R, R. Joost-Meyer zu Bakum, A. Schreiber (2004): Auswirkungen von 100% Bio auf die Legeleistung. DGS 23/2004, S. 23 - 28

Andersson, R. (2004): Einsatz von 100% Öko-Komponenten im Vergleich zu einer D/L-Methionin ergänzten Ration und einer Standardration in der Legehennenfütterung. In: LWK Hannover (Hrsg): Untersuchungsvorhaben in der ökologischen Schweine- und Geflügelhaltung in Niedersachsen 2002 - 2003. Hannover 2004, S. 89 - 111

Andersson, R., G. Bellof (2008): Geflügelernährung in der Ökologischen Landwirtschaft. Ökologie und Landbau 146/ 2/2008, S. 28 - 31

Deerberg, F.; R. Joost-Meyer zu Bakum; M. Staak (Hrsg.) (2004): Artgerechte Geflügelerzeugung. bioland-Verlag EU-Vo 2092/91: Verordnung (EWG) Nr. 2091/91. ABI. Nr. L 198 vom 22.7.91, S. 1 ff.

EU-Vo 1804/99: Verordnung (EG) Nr. 1804/99. ABI. Nr. L 222 vom 24.8.99, S. 1 ff.

EU-Vo 223/2003: Verordnung (EG) Nr. 223/2003 der Kommission zur Festlegung von Etikettierungsvorschriften für Futtermittel, Mischfuttermittel und Futtermittel-Ausgangs-erzeugnisse aus ökologischem Landbau und zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates

Entwurf der Durchführungsbestimmungen zur EU-Vo 834/2007: Draft: Commission Regulation laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) no 834/2007 on organic production and

labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control.  
[http://www.hpslex.de/Draft\\_COM\\_REG\\_10jan2008.pdf](http://www.hpslex.de/Draft_COM_REG_10jan2008.pdf): download 28.6.08.

EU-Vo 834/2007: Verordnung (EG) Nr. 834/2007. ABI. Nr. L 189 vom 20.7.2007, S. 1 ff.

Knierim, U.; L. Schrader; A. Steiger (Hrsg.) (2006): Alternative Legehennenhaltung in der Praxis: Erfahrungen, Probleme, Lösungsansätze. FAL, Sonderheft 302

## 8 Eiproducte; aktuelle Trends in der Verarbeitung und Verwendung (W. Ternes)

In Deutschland lernten die Verbraucher nach dem 2. Weltkrieg getrocknetes Eipulver kennen. Zu der Zeit stieg der Bedarf an Lebensmitteln an und große Mengen getrocknete Eiproducte wurden aus den Vereinigten Staaten und Kanada nach Europa importiert, um die Bevölkerung vor Hungersnöten zu bewahren. In China wurden die ersten getrockneten Produkte hergestellt, indem Flüssigei auf Platten unter Sonneneinwirkung getrocknet wurde. Insbesondere kam diese Trocknungsart bei Hühnereiklar zur Anwendung. Durch die lange Trocknungszeit wurden die Eier bereits fermentiert und es entstanden Produkte mit typischem Geruch und Geschmack. Die Bäckereien verarbeiteten dieses Trockeneiklar zu Schaumgebäck und Meringuemassen. Bereits um die Jahrhundertwende exportierte China getrocknete Eiproducte nach Europa und später auch in die USA. Ebenfalls in den USA wurde die Sprühtrocknung von Eipulver entwickelt, um die Bevölkerung und die Armee mit diesen Produkten zu versorgen. In Europa hat die industrielle Trocknung von Eiern in den fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts begonnen. Die erste große Innovation auf dem Gebiet der flüssigen Eiproducte war die Anwendung der aseptischen Verpackung für den Einsatz von Eiproducten im weiter verarbeitenden Gewerbe. Durch die neue Art der Verpackung ist eine mindestens 6-wöchige Lagerung bei Kühlung unterhalb von 4° Celsius möglich.

Die Produktion von Eiern in Deutschland beträgt im Jahr ca. 800.000 Tonnen, davon werden 200.000 Tonnen zu Eiproducten verarbeitet, davon wiederum allein 67.000 Tonnen zu Eigelb. Der Anteil der industriell verarbeiteten Eiproducte nimmt jedes Jahr einen höheren Anteil ein. In den USA werden zurzeit mehr als ein Drittel der Eier für die Herstellung von Eiproducten verwendet. Alle Eiproducte, bei denen die Schale entfernt wurde, werden in der Regel pasteurisiert und stellen bei fachgerechter Verarbeitung kaum ein Problem für die Belastung mit Salmonellen und der aviären Influenza (Vogelgrippe) dar.

### 8.1 Die Bedeutung von Eiproducten

Nach WINDHORST (2007) ist Deutschland zu einem der attraktivsten Märkte für Veredelungsprodukte geworden. Deutschland ist, nach Frankreich, der größte Exporteur von getrocknetem Eigelb. Die Entscheidung des Bundesrates vom 19.10.2002, ab dem 01.01.2009 konventionelle Hühnerkäfige nicht mehr zuzulassen, führt zu einschneidenden Veränderungen in der inländischen Eierproduktion und im Handel: In Deutschland wird der Selbstversorgungsgrad für Eier weiter sinken und die Eierimporte werden stark ansteigen, und zwar von 5 auf 10 Milliarden Schaleneier pro Jahr, das sind zwei Drittel aller auf dem Weltmarkt gehandelten Schaleneier (ZMP). Dazu das Zitat von Herrn Henrik Petersen, Marketingleiter bei der Firma Sanovo Foods: „Ich glaube, die Produktion einfacher Eiproducte wird in Zukunft für europäische Eierverarbeiter eine Sackgasse sein, da sie Standardrohstoffe sind, die oft woanders in der Welt billiger produziert werden können. Wenn wir ein Produkt mit speziellen Eigenschaften herstellen können, können wir einen höheren Preis verlangen und stabile Langzeitbeziehungen zu unseren Kunden aufbauen.“ Gefördert durch das AiF (= Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen) über den FEI (Forschungskreis der Ernährungsindustrie) befassen sich mehrere Forschungsprojekte in den letzten Jahren mit der Weiterentwicklung der Technologie bei den Eiproducten voranzutreiben und somit die Marktpositionierung der Eiproduzenten-Industrie zu sichern. Eine Übersicht der in den letzten Jahren geförderten Forschungsprojekte zeigt Tabelle 8.1:

**Tab. 8.1: Forschungsprojekte \* über Eiprodukte**

AiF 13732 N „Einstellung der funktionellen Eigenschaften von Trockenvollei durch Zusätze und Herstellungsbedingungen“ Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik (DIL), Quakenbrück, Dr. H.D. Jansen/Prof. Dr. E. Reimerdes/Dr. K. Franke
AiF 14633 N „Untersuchungen zu den Wechselwirkungen von Zusammensetzung und Struktur von Eigelb bezüglich der technologischen Eigenschaften“ Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik (DIL), Quakenbrück, Dr. V. Heinz/Dr. K. Franke
AIF 14258 N „Optimierung der Gel und Schaumbildungseigenschaften von definierten Gemischen aus nativen und modifizierten Eiklar- und Milchproteinen“ Forschungsstelle Universität München, Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelorschung, Abt. Technologie, Freising-Weihenstephan, Prof. Dr. Kulozik/Dipl.-Ing. M. Kuropatwa/Dipl.-Ing. A. Tolkach
AiF 12517 BG „Definition der Qualität von Trockeneiklarprodukten nach analytischen und verarbeitungstechnischen Kriterien – Entwicklung einer industriell einsetzbaren Methode zu Qualitätskontrolle“ Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik (DIL), Quakenbrück, Dr. H.D. Jansen/Dipl.-Ing. H. Rohenkohl und Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung (ILU), Nuthetal, Dipl.-Ing. P. Kretschmar/Dr. H. Kaiser
AiF 12826 N „Entwicklung der schnellen NIR-spektrometrischen Analyse von Eiprodukten“ Universität Bonn, Institut für Lebensmittelwissenschaft und Lebensmittelchemie Prof. Dr. H. Büning-Pfaue/K. Mielke/C. Warbold
AiF 12143 N „Messung qualitätsbestimmender physikalischer Merkmale bei intakten Eiern und Flüssigei unter Anwendung der niederauflösenden NMR-Spektroskopie“ Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Institut für Chemie und Physik, Prof. Dr. K.O. Honikel/ Dr. F. Schwägele
AiF 12145 N „Einfluss des Herstellungsprozesses auf die Eigenschaften von sprühgetrocknetem Volleipulver“ Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik (DIL), Quakenbrück, Dr. H.D. Jansen//Dr. K. Franke
AiF 15512 N „Entwicklung eines neuen Verfahrens zur kostengünstigen Gewinnung von technologisch und physikalisch wertvollen Eigelbfaktionen“ Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Zentrum für Lebensmittelwissenschaften, Institut für Lebensmitteltoxikologie und Chemische Analytik Prof. Dr. W. Ternes
AiF-FV 14259 N „Neuentwicklung eines Verfahrens zur Gewinnung gefriergetrockneter Eigelbprodukte unter weitgehendem Erhalt der nativen Funktionalität als Basis für innovative Produkte aus Eigelb“ Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Zentrum für Lebensmittelwissenschaften, Institut für Lebensmitteltoxikologie und Chemische Analytik, Prof. Dr. W. Ternes

Anm.: \* AiF = Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen

## 8.2 Übersicht der Eiprodukte

Zu den Eiprodukten gehören auch gekochte Schaleneier und aus Schaleneiern gewonnene Erzeugnisse bis hin zu den Isolaten, die zum Teil schon Reinsubstanzen darstellen. Einen Überblick über die Produktpalette zeigt Abbildung 8.1:

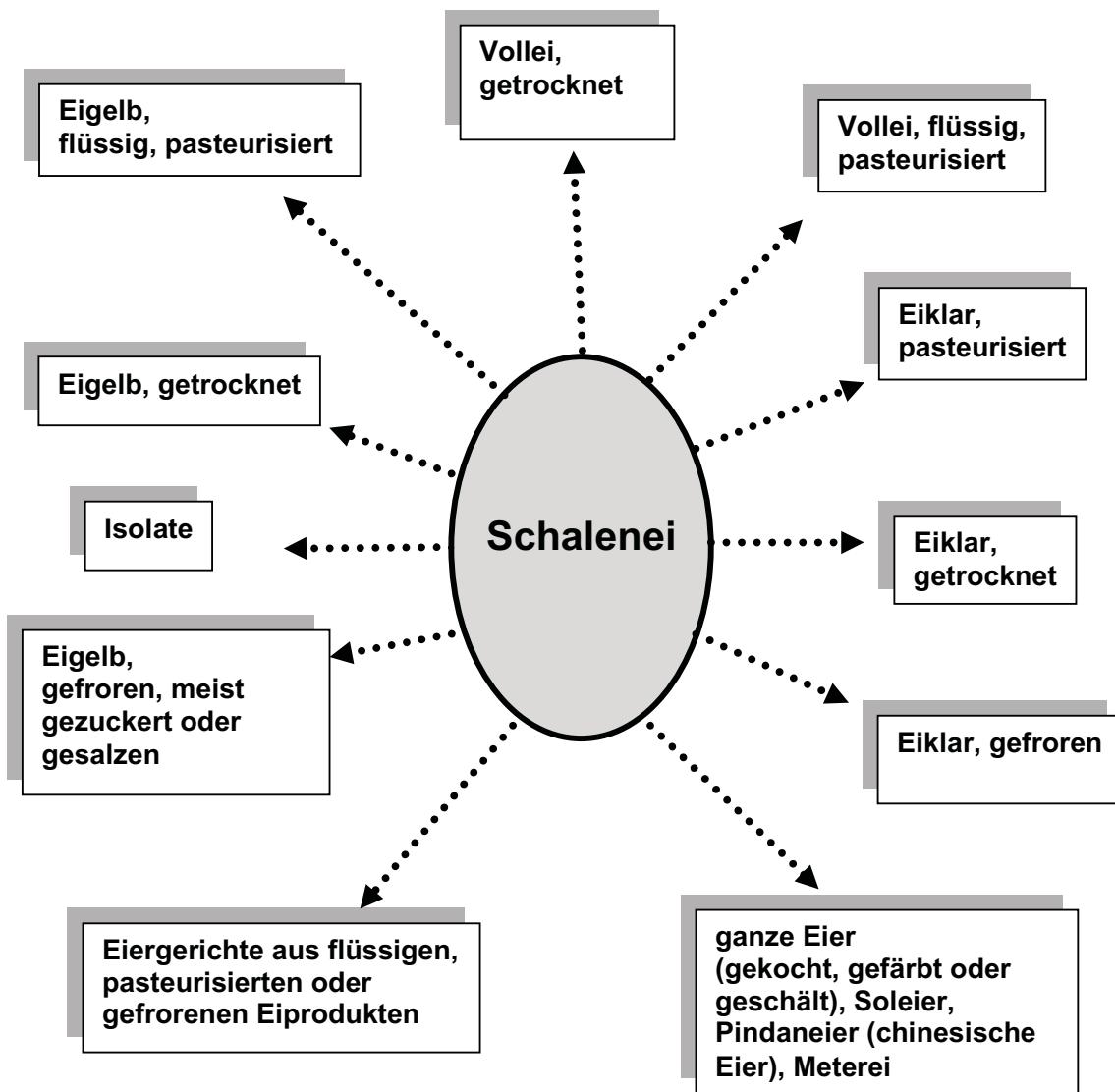


Abb. 8.1: Überblick Eiprodukte

**Tab. 8.2: Verwendungszweck und Eianteil bei Eiprodukten**

Eiproduct	Eibestandteile pro kg der Produkte	Anwendungen
Eiklar (pasteurisiert)	Eiklaranteil von 30 - 35 Eiern	Fleischwarenindustrie, Bäckereien, Schokolade, Süßwaren, Nougat, vorbehandeltes Eiklar für Eierschnee, Baiser, zum Klären von Brühen
Eiklar (kristallin) Eiklar, sprühgetrocknet	Eiklaranteil von 260 - 280 Eiern	Industrien (Lederwaren, Kronkorken, Leim), Eierschaumwaren (Schaumküsse)
Vollei (pasteurisiert)	Volleianteil ca. 20 Eier	Teigwaren, Backwaren, Eierstich, Rühreier, Crème brûlée, Bindemittel für Farcen und Cremes
Trocken-Vollei (1 Teil Pulver wird mit 3 Teilen Wasser gelöst)	ca. 75 – 80 Eier	Backwaren z. B. ready-for-use, in Pulver für Pfannkuchen
Eigelb (pasteurisiert)	Eigelb von ca. 50 Eiern	Mayonnaise, Backwaren, aufgeschlagene Saucen (Sc. Hollandaise)
Trocken-Eigelb (1 Teil Pulver wird mit 1,2 Teilen Wasser gelöst)	Eigelb von 110 - 120 Eiern	Backwaren, Nudeln, Mayonnaise, Eiblock (Meterei), Suppen, Speiseeis

## 8.3 Vollei

In vielen Speisen wird Vollei als Rezepturbestandteil in Backwaren, Süßspeisen, Fleischgerichten, Aufläufen mit Gemüse etc. eingesetzt. Als Binde- und Lockerungsmittel entfaltet es dort seine Wirkung. Neben den technofunktionellen Eigenschaften trägt es zur Farbe und zum Wohlgeschmack bei.

Die Verwendung von Volleipulver hat in der Lebensmittelindustrie zugenommen, weil besonders der Anteil von „ready-for-use-Convenience-Produkten“ einen zunehmenden Trend verzeichnet (FRANKE und KIEßLING, 2002). Die Trocknungstemperaturen und Trocknungsbedingungen von Vollei beeinflussen die Teigviskosität wie auch das Backvolumen der feinen Backwaren. Aufgeschlagene Teige mit Vollei bekommen eine große Anzahl von feinen Luftbläschen während des Aufschlagens des Teiges. Diese Bläschen expandieren und Eiproteine festigen die Wände der Luftbläschen im Teig.

Vollei ist die Basis von typischen Eierspeisen wie Rührei, Omelette oder verlorenen Eiern.

### 8.3.1 Pasteurisation

Pasteurisiertes Vollei ist zur Zubereitung von Eierspeisen wie Süßspeisen, Teigwaren und feinen Backwaren ohne Qualitätseinbusse, im Vergleich zum frischen Ei, zu verwenden. Die Pasteurisierungstemperaturen liegen im Mittel bei 62 bis 66 °C und einer Heißhaltezeit von 90 bis 180 Sekunden. Bei diesen Temperaturen werden die Keime, jedoch nicht die Sporen, abgetötet. Die Verhinderung der Auskeimung der Sporen oder die Sporenbortötung kann durch Sprühtrocknung oder Hochdruckeinwirkungen erfolgen.

### 8.3.2 Volleipulver

Beim Trocknen von Eiproducten ist es wichtig, dass die funktionellen Eigenschaften der Rohware soweit wie möglich erhalten bleiben. Das ist mit den althergebrachten Herstellungsstufen wie z. B. Verpumpen, Pasteurisieren, Konzentrieren, Fermentieren etc. nur eingeschränkt möglich. Die Trocknung muss eine lange Haltbarkeit und die Abtötung von pathogenen Keimen gewährleisten. Die neuen Herstellungsverfahren für Volleipulver mit enzymatischer oder mikrobieller Einwirkung und gezielter Ausnutzung der Trocknungsbedingungen führen zu verbesserten Produkten (Ros, 1994).

### 8.3.3 Hydrostatische Hochdruckverfahren

Im Forschungsstadium kommen vermehrt hydrostatische Hochdruckverfahren als Alternative für die thermische Pasteurisation zur Abtötung von Keimen und zur Inaktivierung von Enzymen zum Einsatz. Erste Anwendungen sind bei Säften umgesetzt worden. Hochdruckverfahren, in der Regel mit Einwirkungen von 200 – 600 MPa und teilweise noch darüber hinaus, haben geringere Veränderungen von Qualitätsbestimmenden Faktoren zur Folge, so verändert sich z. B. die kovalente Bindung der Proteine kaum. Zusätzlich können physikalische und technofunktionelle Eigenschaften gezielt verändert und ausgenutzt werden. Einige Änderungen sind z. B. die Bildung von neuen Wasserstoffbrücken, die Lösung von Ionen- und hydrophobe Bindungen, Veränderung der Raumstruktur der Proteine jedoch nicht deren Primärstruktur und besserer Erhalt der thermolabilen Wertgebenden Inhaltsstoffe wie Vitamine, Carotinoide und Aromastoffe (AHMED et al., 2003). Drücke oberhalb von 800 MPa führen zur Zunahme der Viskosität und zur Gelbildung von Eigelb und Eiklar. Die hydrostatische Hochdruckbehandlung eignet sich auch zur Haltbarmachung für zubereitete Fertiggerichte wie Eierpatties, Omelettes und Rührei.

Der Vorteil einer Kombination von thermischer Pasteurisation und hydrostatischer Hochdruckverfahren ist die geringere Temperatur- und Zeiteinwirkung auf die Eierspeisen. Wenn für Eierspeisen nur durch thermische Pasteurisation haltbar gemachte Eiproducte verwendet werden, treten öfter grüngraue Verfärbungen auf, die durch die Freisetzung von Schwefelverbindungen verursacht werden. Weitere Verfahren zur Keimreduzierung, wie die Anwendung der elektrischen Leitfähigkeit mit gepulsten elektrischen Feldern, stehen noch am Anfang der Umsetzung in der Lebensmittelindustrie.

### 8.3.4 Speisen mit Volleiprodukten

Gekochte Eier oder Eierrollen (so genanntes Meterei) sind schon einige Zeit im Handel. Aus abgetrenntem Eiklar und Eigelb wird in besonders konstruierten Maschinen das so genannte Meterei hergestellt, bei dem keine Schnittverluste an den Enden des Eies auftreten.

In neuerer Zeit kommen typische Eiergerichte als Convenience-Produkte verstärkt auf dem Markt, weil verschiedene technofunktionelle Probleme gelöst werden konnten. Sensorisch unterscheiden sich diese Convenience-Produkte nicht mehr von den Zubereitungen mit frischen Eiern.

Bei tiefgekühlten Eierzubereitungen sind Omelette, Rührei, Eierpatties, Eierstich und so genannte „Sandwich-Scheiben“ im Handel. Hier konnte das beim Auftauen freiwerdende und nicht mehr von den Proteinen gebundene Wasser in das Gelgerüst eingebettet werden.

Für den Haushalt sind Eiproducte wie z. B. flüssiges Rührei in aseptischen Verpackungen z. B. in Tetrapack® entwickelt worden. Diese Produkte zeichnen sich durch eine Lagerungsmöglichkeit bei Kühltemperatur von ca. 7° Celsius aus, die im Haushalt üblich ist. Damit sind pasteurisierte flüssige Eiproducte und damit hergestellte Fertiggerichte (Rührei, Omelette) beim Endverbraucher über Wochen hinaus lagerfähig. Die Lagerung bei

7 °C beim Endverbraucher erlaubt es zubereitetes, gegartes Rührei oder Omelette keimarm zu verarbeiten und abzupacken, dass eine Mindesthaltbarkeit von mindestens 2 Wochen gewährleistet werden kann.

Eine Besonderheit stellen die so genannten 1000-jährigen Eier dar; hierbei werden rohe Enteneier in Kochsalz, Pinienasche und Kalk 50 bis 100 Tage eingelegt und auf diese Weise konserviert. Die Lagerung in der alkalischen Lösung führt zu Interaktionen der Proteine mit den Lipiden, so dass die Lipide fester gebunden werden. Die Eier verfärbten sich während der Lagerung blaugrün. Nach den Vogelgrippefällen in Asien sind diese Eier in asiatischen Geschäften kaum noch zu finden.

## 8.4 Eiklar

Eiklar wird zur Bindung und zur Stabilisierung der Textur in Lebensmittelsystemen verwendet. Am bedeutendsten ist jedoch die technofunktionelle Eigenschaft der Schaumbildung von Eiklar, wie sie z. B. für Eischnee und Baiser ausgenutzt wird.

Während der Lagerung von Eiklar bildet sich aus dem Hauptprotein des Eiklars, dem Ovalbumin, das hitzestabile S-Ovalbumin. Besonders in Backwaren mit hohem Saccharosezusatz kann die Dehydratierungstemperatur des Ovalbumins bei 40 % Saccharosezusatz von 84 °C auf 97 °C steigen. Die Verkleisterung der Weizenstärke steigt dabei von 67 °C auf ebenfalls 97 °C an. Dabei kann es vorkommen, dass die Stärke verkleistert, während das Ovalbumin noch nicht denaturiert ist. Die Folge ist ein typisches Fehlprodukt. Besonders ausgeprägt ist dieser Effekt, wenn älteres Eiklar verarbeitet wird, das einen wesentlichen Anteil an thermostabilen S-Ovalbumin enthält.

### 8.4.1 Pasteurisation

Eiklar wird bei Temperaturen von 56 bis 58 °C und einer Heißhaltezeit von 2 bis 3 Minuten pasteurisiert. Die Eiklarproteine sind sehr hitzestabil. Die antibakteriell wirksamen Proteine wie Lysozym und Ovotransferrin verhindern das Wachstum von Mikroorganismen während der Lagerung. Die niedrigen Pasteurisationstemperaturen führen zu einem gewissen Restrisiko, allerdings ist es durch eine gezielte Pasteurisation und Aktivierung der antimikrobiell wirksamen Proteine gelungen aseptisch verpacktes Eiklar in Frankreich auf den Markt zu bringen, das bei Raumtemperatur über mehrere Monate haltbar ist.

Eine Pasteurisation und Erhitzung von Eiklar führt in der Regel zu einer Verminderung der Schaumstabilität, so dass sich nur pasteurisiertes Eiklar oft nicht gut aufschlagen lässt. Durch Verwendung von Aluminiumsalzen (Aluminiumsulfat) oder auch Hydrokolloiden als Zusatzstoffe wird die Schaumstabilität des pasteurisierten Eiklars verbessert. Die Aluminiumsalze verhindern dabei die Denaturierung des temperatursensitivsten Proteins des Eiklars, das Conalbumin. Durch Hydrokolloide wird das Wasser gebunden, so dass es nicht so leicht aus den Schaumlamellen fließen kann. In Süßigkeiten, z. B. in Konfekt, verhindert Eiklar, verwendet in Form von Eischnee, die Zuckerkristallisation.

### 8.4.2 Eiklarpulver

Die Herstellung von Eiklarpulver kann durch Pfannentrocknung erfolgen, wobei Kristalleiweiß entsteht. Es wird bei niedriger Temperatur und langer Trocknungszeit auf dünnen Oberflächen gewonnen. Weitgehend durchgesetzt hat sich jedoch die Sprühtröcknung. Die Eiklarproteine enthalten Glucose, die an einer Maillardreaktion bei getrocknetem Eiklar beteiligt sein kann. Aus diesem Grund wird vor der Konzentrierung durch Enzymanwendung der Glucosegehalt vermindert. Die Verwendung von Glucose abbauenden Mikroorganismen hat sich eine breite Anwendung gefunden. Sinnvoll ist es, den Wassergehalt des Eiklars von

ca. 90 % auf etwa 82 % durch Membran-/Ultrafiltration aufzukonzentrieren. Selbst ein Konzentrat, bei dem der Feststoffgehalt 41 % und der Wassergehalt 59 % beträgt, zeigt keine merkliche Veränderung der Eiklarproteine. Allgemein wird eine Konzentrierung jedoch auf 18 bis 22 % beschränkt, weil die Membranen durch die Eiklarproteine belegt werden. Die Konzentrierung soll die Trocknungskosten und die Verweilzeit im Sprühturm vermindern. Nachdem das Eiklar in einem Sprühturm getrocknet wurde, wird in so genannten Heißhaltezimmern das Eiklarpulver bei 55 – 80 °C bis zu 14 Tage gehalten, um Mikroorganismen sicher abzutöten. Die Eiklarsprühtrocknung ist soweit optimiert, dass trotz der verhältnismäßig hohen Temperatureinwirkung stabile Eiklarschäume mit guter Volumenausbeute hergestellt werden können (LECHEVALIER et al., 2007; HAMMERSHOJ et al., 2004; HAMMERSHOJ et al., 2006; HAMMERSHOJ et al., 2006).

Sprühgetrocknetes Eiklar weist eine lange Mindesthaltbarkeit auf. Die Transportkosten sind im Vergleich zu Flüssigei gering. Es besitzt spezifische funktionelle Eigenschaften, die ausgenutzt werden können.

### 8.4.3 Isolate

Isolierte Eiprodukte aus Eiklar sind z. B. Lysozym, Avidin und Conalbumin. Speziell in Japan ist die Entwicklung für zukunftsweisende Eiprodukte weit fortgeschritten. Das Oocomucoid des Eiklar wird als Säulenligand in der HPLC zur chiralen Trennung von pharmazeutischen Wirkstoffen verwendet.

Aus Eiklar wird Lysozym aufgrund der konservierenden Eigenschaften gewonnen. In der Kosmetikindustrie und auch bei der Käseherstellung wird Lysozym als konservierendes Mittel verwendet. Ein belgisches Unternehmen gewinnt pro Jahr aus 2250 Tonnen Eiklar 18 Tonnen Lysozym.

Avidin im Protein des Eiklars bindet vier Biotinmoleküle, so dass aus Eiklar isoliertes Avidin zur Bestimmung von Biotin in der Chromatographie eingesetzt werden kann (STAGGS et al. 2004).

## 8.5 Eigelb

Bei der Verarbeitung von Eigelb werden die technofunktionellen Eigenschaften wie Emulsions- und Schaumbildung sowie zum Teil die Wasserbindung ausgenutzt. Für die klassischen Gerichte wie z. B. Weinschäume, aufgeschlagene Saucen oder Biskuits wird Eigelb verwendet, das möglichst noch die technofunktionellen Eigenschaften des nativen Eigelbs besitzt. Die Tabellen 8.3 und 8.4 zeigen die Verwendungsmöglichkeiten und die Eigenschaften von Eiern in Lebensmittelsystemen.

**Tab. 8.3: Technofunktionelle Eigenschaften des Eigelbs**

- Emulgierende Eigenschaften (z. B. Sauce Hollandaise, Mayonnaise)
- Schaumbildungsvermögen und bindende Eigenschaften (z. B. Saucen, Süßspeisen, Aufschlagen mit Zucker zur Lockerung von Cremes und Massen)
- Verbesserung der Beschaffenheit und Konsistenz (z. B. feine Backwaren, Teigwaren)
- Klebemittel bei Blätter- und Pastetenteig
- Abbinden von Saucen und Suppen mit Sahne (so genannte Liaison)
- Farbgebung (z. B. Bestreichen des Gebäcks)

**Tab. 8.4: Verwendungsmöglichkeiten von Eigelb in Convenience-Produkten**

- Kartoffelteige (z. B. Knödel)
- Nudelteige (z. B. Spätzle)
- Mayonnaisen
- Sauce Hollandaise
- All in one Backmischungen (z. B. Rührkuchen)
- Creme für Tiramisu
- Mousse au chocolat
- Pudding
- Vanille-Soufflé
- Speiseeisbereitung im Haushalt

### 8.5.1 Pasteurisation und thermische Einwirkung auf Eigelb

Eigelb wird bei Temperaturen von 61 bis zu 68 °C und einer Haltezeit von 30 bis 120 Sekunden pasteurisiert. Die Ultrahocherhitzung (bei 68 °C) kann zu Schädigungen der Inhaltsstoffe führen. Bei einer Pasteurisationstemperatur bis 63 °C und einer Heißhaltezeit von 2 Minuten sind keine wesentlichen Veränderungen der technofunktionellen Eigenschaften feststellbar.

Für die Verarbeitung von Eigelb gibt es drei Temperaturbereiche, die für die technofunktionellen Eigenschaften von Bedeutung sind:

#### I. Temperaturbereich bis 65 °C

→ Eigelb ohne bis moderate Erhitzung, z. B. um die Emulsion in Mayonnaise auszunutzen.

#### II. Temperaturbereich von 66 °C bis 72 °C

→ Eigelb bei dem die Schaumbildung ausgenutzt wird. Hierfür ist die Fähigkeit des Eigelbs zur Bildung der „Rose“ notwendig. Es denaturieren die Livetine und bilden ein Netzwerk aus. Beginnende Veränderung der LDL-Micellen.

#### III. Temperaturbereich oberhalb von 75 °C

→ Eigelb mit dem ein schnittfestes vernetztes Gel erzeugt werden soll, z. B. Hartgekochtes Eigelb.

Für die Herstellung von Süßspeisen wie Speiseeis, kalte Cremesaucen, Sabayon, Bayrisch Creme, warme aufgeschlagene Soßen wie Sauce Hollandaise, Sauce Bearnaise und Gebäck, wie bspw. Wiener Massen, und für die Verwendung des Eigelbs als Bindemittel (Liaison) sind die funktionellen Eigenschaften unter thermischer Einwirkung bedeutsam. Das Eigelb wird für diese Produkte bis zu einer optimalen Konsistenz (Abb. 8.2) aufgeschlagen. Diese wird allgemein als „Rose des Eigelbs“ bezeichnet und mittels eines Löffeltests durch Anpusten der Eigelbmasse festgestellt. Die folgende Abbildung zeigt die Bestimmung der Rose. Die Rose des Eigelbs, die auf dem Rücken des Kochlöffels erzeugt werden kann, entspricht dem ersten Maximum der Viskosität, dem Punkt der Rose.



Abb. 8.2: „Punkt der Rose“

Wird die Viskosität von Eigelb bestimmt, so ist beim 1. Viskositätsmaximum der Punkt der Rose erreicht. Nach Überschreiten dieses optimalen Gelbereichs beginnt die Freisetzung aus den Lipoproteinen und bei noch höheren Temperaturen bildet sich ein dreidimensionales vernetztes Gel und es entsteht ein schnittfestes Eigelb (Abb. 8.3).

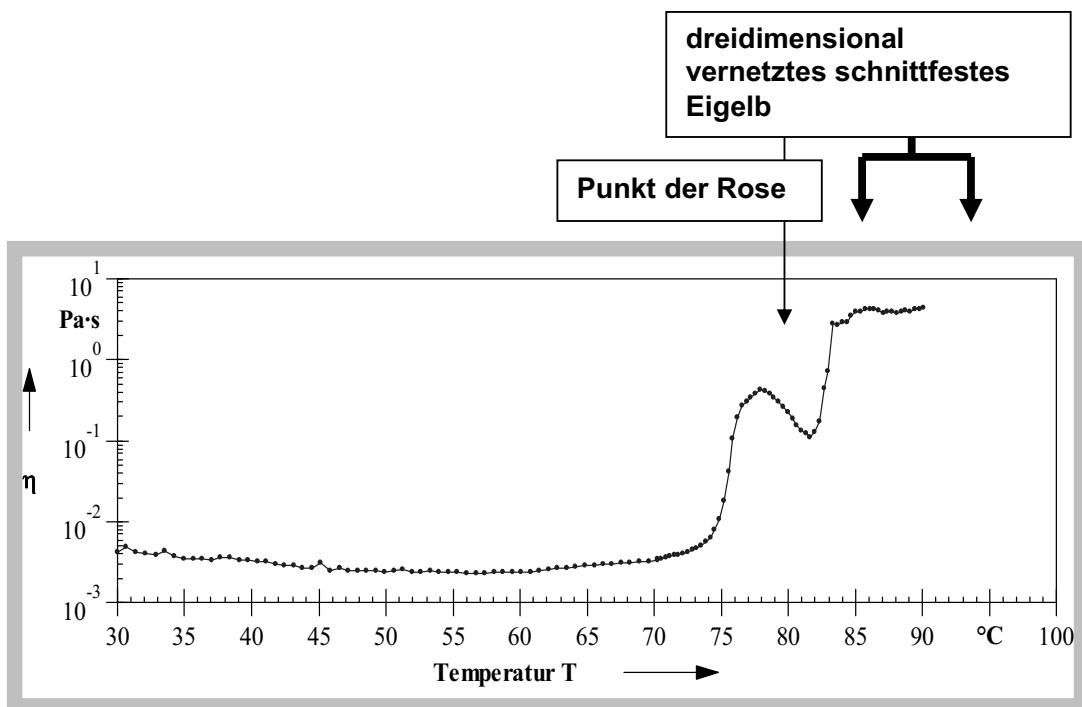
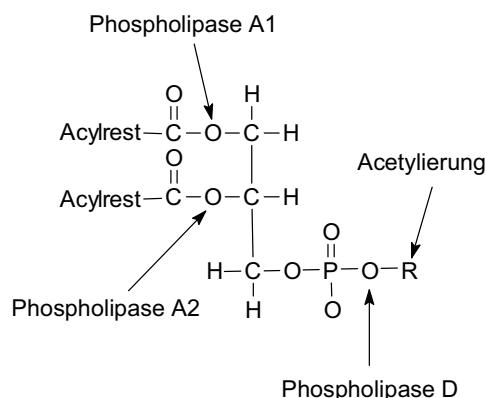


Abb. 8.3: Verhalten des Eigelbs unter thermischer Einwirkung

Phospholipase A1 und A2 wird eingesetzt, um gezielt eine Fettsäure aus den polaren Lipiden abzuspalten. Dadurch entsteht ein Lysophosphatid (mit nur einer Fettsäure), das wesentlich hydrophiler ist als das Ausgangsprodukt. Besonders die Phospholipase A2 spaltet ungesättigte Fettsäuren ab, so dass die enzymatisch behandelten Phosphatide sehr schnell einen bitteren Geschmack von freier Linol- oder Linolensäure bekommen. Die Phospholipase A2 spaltet mehr Linolsäure ab, da am mittleren C-Atom die mehrfach ungesättigten Fettsäuren dominieren. Setzt man z. B. Eigelb Phospholipase A1 oder A2 zu, so erzeugt man eine Eigelblösung, die nicht mehr koaguliert. In der Abbildung 8.3 ist die Bildung des dreidimensionalen vernetztem schnittfesten Eigelbgels durch den Viskositätsanstieg bei hohen Temperaturen dargestellt. Dieser Anstieg entfällt bei der Verwendung von Phospholipasen (JAEKEL und TERNES, 2008).

Die Phospholipase D spaltet den Cholin- oder Ethanolaminrest ab. Lysophosphatidylcholine tritt in Wechselwirkung mit der Stärke, wodurch das Altbackenwerden von Gebäck verhindert werden kann. Lysophosphatidylcholine und -ethanolamine bilden in Emulsionen vorwiegend hexagonale Phasen, wobei die Kohlenwasserstoffketten nach innen gerichtet sind (Abb. 8.4).



**Abb. 8.4: Ansatzpunkte im Molekül zur Modifizierung der Phosphatide**

Die Verwendung von kochstabiler Sauce Hollandaise ist erst durch den Einsatz von Phospholipase möglich geworden. Die Schaumbildung des Eigelbs wird durch die Phospholipase nicht beeinflusst, allerdings bleibt die Bildung eines starren schnittfesten Gels aus (JAEKEL und TERNES, 2008). Ein entsprechend behandeltes Eigelb kann für kochstabile Saucen (z. B. Sauce Hollandaise in Verbundverpackungen) eingesetzt werden. Ein Nachteil ist, dass Linolsäure bevorzugt an der 2. Stelle des Glycerinmoleküls vorkommt und ein erheblicher Teil freigesetzt wird. Da freie Linolsäure einen bitteren Geschmack aufweist, sind entsprechend behandelte Eigelbe nur begrenzt in geringen Konzentrationen einsetzbar. Bei etwa 70 mg Linolsäure pro 100 g Emulsion ist ein Bittergeschmack feststellbar. Dazu kommt, dass auch Linolensäure bei 12 mg pro 100 g Emulsion als Bittergeschmack wahrnehmbar ist.

### 8.5.2 Eigelb-Pulver

Durch thermische Einwirkung treten bei Eigelb irreversible Schäden auf, die die technofunktionellen Eigenschaften wie Emulgier- und Schaumbildungseigenschaften erheblich verschlechtert haben. Durch die Behandlung von Eigelb mit Phospholipase A konnte bei sprühgetrocknetem Eigelbpulver die Emulgierfähigkeit und Stabilität bei Mayonnaise schon vor mehreren Jahrzehnten verbessert werden (Ros, 1994).

Die Verwendung von Phospholipase A hat bei sprühgetrocknetem Eigelbpulver eine erhebliche technofunktionelle Eigenschaftsverbesserung erbracht. Während eine Mayonnaise, hergestellt mit sprühgetrocknetem Eigelbpulver ohne Phospholipase oft instabil war, ist dieses nicht mehr bei den mit Phospholipase A2 behandelten Eigelbpulvern zu beobachten.

### 8.5.3 Gefrorenes Eigelb

Das Eigelb besitzt eine Trockenmasse von fast 50 % und seine Proteine haben Eigenschaften, die nicht mit anderen Proteinen z. B. Milchproteinen, vergleichbar sind. Alle Fette liegen in Lipoproteine gebunden vor. Diese Lipoproteine sind zu über 40 % im Eigelb vorhanden und bestimmen wesentlich dessen Eigenschaften.

Konventionell gefrorenes Eigelb bildet beim Einfrieren ein puddingartiges Gel aus, das die technofunktionellen Eigenschaften der Eigelbinhaltsstoffe verändert. Um dieses „Festwerden“ zu verhindern, muss der Temperaturbereich beim Gefrieren von -7 °C bis ca. -18 °C schnell durchschritten werden.

In einem Gefrierprozess, der oberhalb der Gelbildungstemperatur der LDL-Micellen (Bildung des unerwünschten puddingartigen Gels) liegt, wird dem pasteurisierten Eigelb die Kristallisationsenergie des enthaltenen Wassers entzogen. Anschließend wird in einem Doppelplattenkontaktgefrierverfahren der Bereich der Gelbildung der LDL-Micellen (-7 °C bis -18 °C) in wenigen Sekunden durchlaufen, so dass die Wechselwirkungen der LDL-Micellen und damit die Ausbildung des puddingartigen Gels beim Einfrieren verhindert werden.

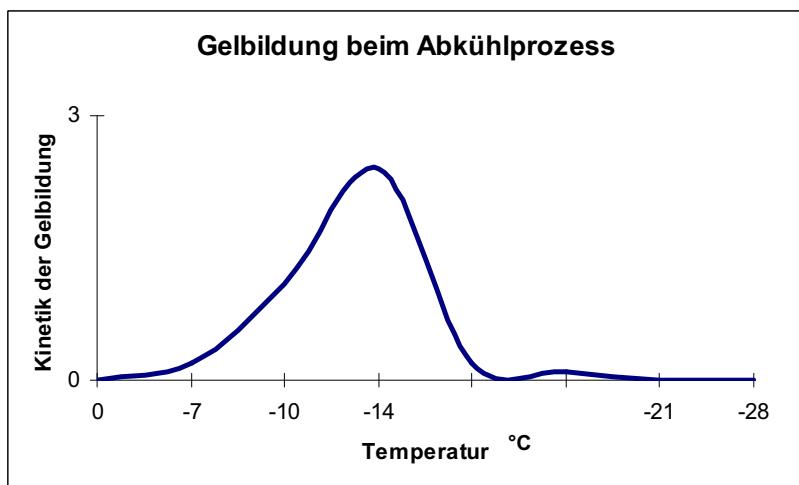


Abb. 8.5: Gelbildung der LDL-Micellen beim Einfrieren von Eigelb

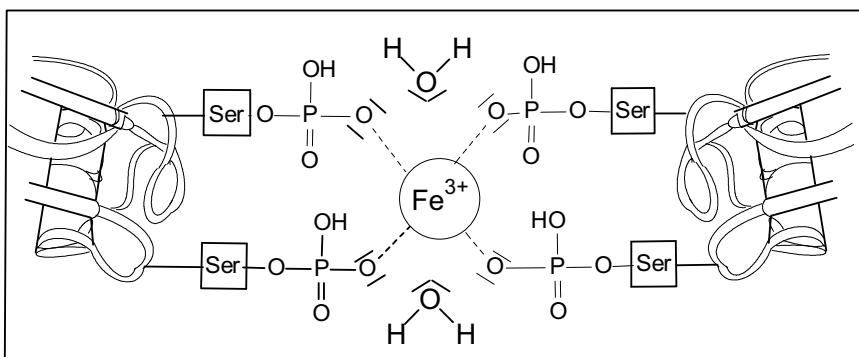
Der Bereich von -7 °C bis -18 °C muss schnell durchschritten werden, um eine irreversible Gelbildung, die durch Adhäsion von LDL-Micellen hervorgerufen wird, zu vermindern (Abb. 8.5).

Mit dem von JAEKEL et al. entwickelten Gefrierverfahren wird Eigelb ohne wesentliche Veränderungen und Verluste an technofunktionellen Eigenschaften eingefroren. Im anschließenden Gefriertrocknungsprozess wird das auskristallisierte Wasser entzogen, es entsteht eine offenporige Struktur, was zur Bildung von Hohl- und Kapillarräumen führt. In diese können im Rahmen der Verarbeitung des getrockneten Eigelbs das zugegebene Wasser oder andere Flüssigkeiten leicht wieder eindringen. Bei der Temperaturerhöhung während des Gefriertrocknungsverfahrens darf nicht mehr als 4 % Wasser vorhanden sein, ansonsten beginnt im kritischen Bereich wiederum die Gelbildung. Durch die Anwendung

des Gefriertrocknungsverfahrens ist es möglich, das getrocknete Eigelb im Glaszustand zu stabilisieren, um die technofunktionellen Eigenschaften der Eigelbproteine weitgehend bei Raumtemperatur zu erhalten. Gefrorene Eiproducte, bei denen die Gelbildung unterbunden wurde, werden zum Teil in italienischen Eisdieleen eingesetzt.

### 8.5.4 Gerichte mit Eigelbprodukten

Von überragender Bedeutung ist die Verwendung von Eigelb bei Mayonnaisen. Industrielle hergestellte Mayonnaise wird mit Kochsalz versetzt und erst dann beginnt der Emulsionsprozess. Durch die Zugabe von Salz wird die Granula gespalten und oberflächenaktives Material (Lipoproteine) werden frei, die an der Grenzfläche Öltropfen/Wasserphase adsorbiert werden. Es bildet sich bei Zugabe von Öl ein Lamellensystem. Die Mayonnaise wird dabei deutlich fester, weil die Dicke der Grenzschicht durch die Freisetzung von Granulaproteinen zunimmt und die Öltröpfchen nicht mehr so leicht zusammenfließen können. Wenn jedoch zur Säuerung statt Essig Zitronensaft dazu gegeben wird, verschlechtert sich die Oxidationsstabilität der Öle in der Mayonnaise während der Lagerung entscheidend. Zitronensaft wird besonders gern für Cocktailsaucen, für Früchte und Krustentiere verwandt. Durch Ascorbinsäure aus der Zitrone wird  $Fe^{3+}$  zu  $Fe^{2+}$  reduziert. Das  $Fe^{3+}$  ist im Phosvitin des Granulaproteins an die Aminosäure Serin komplex gebunden. Das gebildete  $Fe^{2+}$ -Ion wird aus dem Komplex freigesetzt und wirkt als Prooxidans, wobei die Öle oxidieren.



Bindung an Phosvitin (verminderte Resorption)

Abb. 8.6: Bindung des Eisenions im Phosvitin

Cholesterolreduzierte Eiproducte sind besonders in den USA auf dem Markt. Dort gibt es schon entsprechende Extraktionswerke, die mittels  $\beta$ -Cyclodextrine Cholesterol aus dem Eiproduct entfernen. Eine Extraktion mit hyperkritischem  $CO_2$  ist ebenfalls bei getrocknetem Eigelbpulver möglich. Phospholipide lassen sich nicht durch eine überkritische  $CO_2$ -Extraktion überführen (FRONING, 1992).

Eierlikör wird bei der Herstellung pasteurisiert und auf einen Ethanolgehalt von 17 bis 20 % eingestellt. Er enthält etwa 11 bis 15 % Eigelb und ca. 15 % Zucker. Bei dieser Ethanolkonzentration setzt ein Absterbeprozess z. B. von Salmonellen aber auch von *Bacillus cereus* ein, so dass eine Haltbarkeit bei Raumtemperatur von etlichen Monaten erreicht wird. Die Stabilität der Emulsion des Eierlikörs ist leicht durch das Beobachten eines Fettringes an der Oberfläche feststellbar. Bei einem guten Eierlikör treten die ersten Fettröpfchen erst nach einer Lagerzeit von fast 12 Monaten auf.

### 8.5.5 Eigelbfaktionen (Isolate)

Eieröl, das aus dem Eigelb gewonnene Öl wird kaum noch gehandelt. In der Kosmetikindustrie wird Eieröl bei einem Lipiddefizit der Haut zum Ausgleich eingesetzt. Aus dem Öl lässt sich da Eilecithin gewinnen. Im Lecithin, ein Eigelbphospholipid, liegt Cholin gebunden vor. Dieser Inhaltsstoff ist wichtig für die Gehirnentwicklung, hat positive Effekte bei der Leberfunktion und soll präventiv gegen Krebs wirken.

Der Markt für Eilecithin ist von 1995 bis 2002 um 320 % gestiegen. Es werden ca. 70 % in Lebensmitteln (50 % Säuglingsnahrung, 10 % Functional Food), 15 % für Klinische Anwendungen und 15 % als Kosmetika verwendet (LANGE, 2007). Im Vergleich zu Sojalecithin erreicht das Eigelblecithin mit Preisen von 60 bis 200 €/kg und zum Teil noch höher, einen erheblichen Marktwert. In Europa werden pro Jahr mehr als 300 Tonnen Lecithin aus Eigelb gewonnen. Der Verzehr von Eigelbphospholipiden soll die Symptome der Alzheimer-Krankheit mindern (ANTON et al. 2006).

Die gelbe Farbe des Eigelbs ist hauptsächlich auf die Carotinoide Lutein und Zeaxanthin zurückzuführen. Beide Substanzen vermindern das Risiko an der altersbedingten Makula-Degeneration und Grauen Star zu erkranken. Die Resorptionsrate ist aus Eigelb dreimal so hoch wie aus pflanzlichen Quellen. Besonders bei Eiern für die Verwendung in Teigwaren erfolgt eine Anreicherung der Farbstoffe durch gezielte Auswahl des Futters.

In den Livetinen des Eigelbs sind Immunglobuline enthalten, die in Japan Süßwaren zugesetzt werden, um die Aktivität der Kariesverursachenden Mikroorganismen zu vermindern. Durch Chromatographie isolierte Livetine werden eingesetzt deren Kosten sich für eine breite Anwendung als zu hoch erwiesen, so dass auch weniger aufgereinigte, nicht so teure Isolate von Interesse sind.

Die Lipoproteine des Plasmas des Eigelbs werden als Zusatz zur serumfreien Kultivierung von Tierzellen benutzt (STADELMAN und COTTERILL, 1995).

Sialinsäure (N-Acetylneuraminsäure) wird aus Hagelschnüren (Chalaza) und der Dottermembran gewonnen und als Reagenz für biochemische Untersuchungen oder als Ausgangssubstanz zur Synthese von Derivaten mit pharmazeutischer Wirkung eingesetzt. In Japan werden aus Eigelb Oligosaccharide isoliert, die Sialinsäure enthalten. Diese Oligosaccharide bieten einen Schutz vor Viren, Bakterien und sollen Toxine neutralisieren. Das hohe bioaktive Potential zeigt sich auch darin, dass in Muttermilch am Anfang sehr hohe Gehalte dieser Substanzgruppe vorkommen.

### 8.6 Eischalen

Eischalen verursachen der Eiproduktenindustrie in der Regel nur Kosten. Zwar verarbeitet die Zementindustrie Eischalen für die Zementproduktion als Calciumquelle, aber dies ist bei weitem nur ein geringer Absatzmarkt. In einem Eiproduktenwerk fallen im Durchschnitt pro Tag 5 Tonnen Eischalen und 3 Tonnen Höcker (Pappe zur Verpackung der Eier) an. GODTHAAB (2008) stellte ein Konzept vor, gebrannten Kalk aus Eierschalen zu erzeugen, wobei die Energiekosten weitgehend von den Höckern gedeckt sind. Der so hergestellte Kalk hat eine hohe Reinheit und könnte als Handelschemikalie verkauft werden. Ein weiterer Ansatz der patentiert ist (WO 98/41326, PCT/US98/05315) geht von der Isolation der Eierschalenmembranproteine aus. Mit diesem Verfahren wird Collagen Typ I und das ungewöhnliche Collagen Typ 10 gewonnen. Besonders im pharmazeutischen Bereich wird für dieses Collagen ein hoher Preis von 1.000 US-Dollar pro g erzielt. Dieses an sich interessante Verfahren hat bisher keine große Anwendung gefunden. Ein Problem dürfte sein, dass dieser Preis bei kommerzieller Isolierung nicht zu erzielen ist.

## Literatur

Ahmed, J., H.S. Ramaswamy, I. Alli, M. Ngadi (2003): Effect of high pressure on rheological characteristics of liquid egg. *Lebensm.-Wiss.u. Technol.* 36, 517 - 524

Anton, M., F. Nau, Y. Nys (2006): Bioactive egg components and their potential uses. *World's Poultry Science Journal*, 62 429 - 438

Franke, K., M. Kießling (2002): Influence of spray drying conditions on functionality of dried whole egg. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 82, 1837 - 1841

Froning, G.W. (1992): Egg cholesterol removal by supercritical fluid extraction technology. *Presentation Abstracts Poster Abstracts. Intern. Symposium on Non-Conventional Egg Uses and Newly Emerging Processing Technologies*, Banff Springs Hotel, Banff, Alberta Canada, 19. April

Godthaab, N. (2008): Abwasser-/Abfallverwertung und Energieeffizienz in der Eiproduktenindustrie. Vortrag DLG Fachtagung 14.-15. April, Leinfelden-Echterdingen

Hammershøj, M., J.A. Nording, H.C. Rasmussen, J.H. Carstens, H. Pedersen (2006): Dry-pasteurization of egg albumen powder in a fluidized bed. I. Effect on microbiology, physical and chemical parameters. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 249 - 261.

Hammershøj, M., H.C. Rasmussen, J.H. Carstens, H. Pedersen (2006): Dry-pasteurization of egg albumen powder in a fluidized bed. II. Effect on functional properties: gelation and foaming. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 263 - 274.

Hammershøj, M., L.V. Peters, H.J. Andersen (2004): The significance of critical processing steps in the production of dried egg albumen powder on gel textural and foaming properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1039 - 1048.

Jaekel, T., K. Dautel, W. Ternes (2008): Preserving functional properties of hen's egg yolk during freeze-drying. *Journal of Food Engineering* 87 (4), 522 - 526

Jaekel, T., W. Ternes (2008): Changes in rheological behaviour and functional properties of hens egg yolk induced by processing and fermentation with phospholipases. *International Journal of Food Science and Technology*, in press

Lange, R. (2007): Egg Lecithins. Symposium "Egg Nutrition for Health promotion", 18.-21.4.2004 Alberta (Canada)

Lechevalier, V., R. Jeantet, A. Arhaliass, J. Legrand, N. Francoise (2007): Egg white drying: Influence of industrial processing steps on protein structure and functionalities. *Journal of Food Engineering*, 83, 404 - 413.

Ros, J. (1994): Ei und Eiprodukte, Kap. 14: Technologie der industriellen Verarbeitung von Eiern zu Eiprodukten, Verlag Paul Parey

Stadelman, W.J., O.J. Cotterill (1995): Egg science and technology. Fourth Edition, Food products press

Staggs, C.G., W.M. Sealey, B.J. McCabe, A.M. Teague, D.M. Mock (2004): Determination of the biotincontent of select foods using accurate and sensitive HPLC/avidin binding. *Journal of Composition and Analysis* 17, 767 - 776

Ternes, W., L. Acker, S. Scholtysek (1994): Ei und Eiprodukte, Verlag Paul Parey

Windhorst, H.W. (2003): Perspektiven für die Veredelungswirtschaft. Nutztierpraxis aktuell (4)

Windhorst, H.W. (2005): Development of organic egg production and marketing in the EU. *World's Poultry Science Journal* 61 (3) 451 - 462

Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle (ZMP) Marktübersicht (2007) Eiprodukte; Februar 2007, Bonn

*Das geförderte Forschungsvorhaben (AiF-FV 14259 N) zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (via AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI) erbrachte über das Lebensmittel Eigelb einige Ergebnisse die in diesem Beitrag eingeflossen sind.*

## 9 Betriebswirtschaftliche Aspekte der Eiererzeugung (K. Damme)

### 9.1 Parameter der Wirtschaftlichkeit

Die ökonomische Bewertung der Legehennenhaltung zur Konsumeiererzeugung hängt wie in allen tierischen Veredelungszweigen vom **input - output** Verhältnis ab. Die Kostenseite umfasst die variablen oder direkten Kosten, die Kosten für den Arbeitsaufwand je Produkteinheit und den Aufwand für die Unterbringung der Tiere (Festkosten). Die Marktleistung errechnet sich aus der Anzahl vermarktungsfähiger Eier je Anfangshenne (beinhaltet Verluste während der Legeperiode) und Jahr und dem erzielten Marktpreis/Ei. Der Erlös je Ei wird wesentlich durch die Haltungsform, die EU-Eigewichtssortierung und den Vermarktungsweg bestimmt. Die Hybridherkunft, die Fütterung und das Management sind entscheidend für die Naturalleistungen, darunter versteht man primär die Anzahl vermarktungsfähiger Eier. Koppelerlöse, z. B. aus dem Suppenhennenverkauf, der Veredelung der Eier-Sekundaware (absortierte Knick-, Schmutz-, Windeier) und evtl. dem Dünge- oder Energiewert des Mistes sind sehr variabel, sollten aber bei der betriebswirtschaftlichen Bewertung einer Legehennenhaltung berücksichtigt werden.

Kosten/Ei	Eiererlös/Ei	Leistung/Tier
Direkte Kosten	Vermarktungsweg	Vermarkt. Eier/AH u. J
Kosten für Arbeit	Eigewichtssortierung	Eigewicht
Festkosten	Haltungsform	Futterverwertung
		Mortalität

### 9.2 Kostenstruktur der Eiererzeugung

In der folgenden Betrachtung der Kostenblöcke stehen die Erzeugungskosten für Konsumeier der Güteklaasse A im Stall bzw. Sortierraum im Vordergrund der Betrachtung. Die Kosten für die Sortierung, Printung, Verpackung und Vermarktung sind aufgrund der unterschiedlichen Vermarktungswege (Direktvermarktung, Lebensmitteleinzelhandel und Wiederverkäufer, Großabnehmer, oder Abgabe unsortierter Ware an Packstellen) sehr variabel, daher schwer zu kalkulieren und gehen Hand in Hand mit entsprechend unterschiedlichen Erzeugerpreisen.

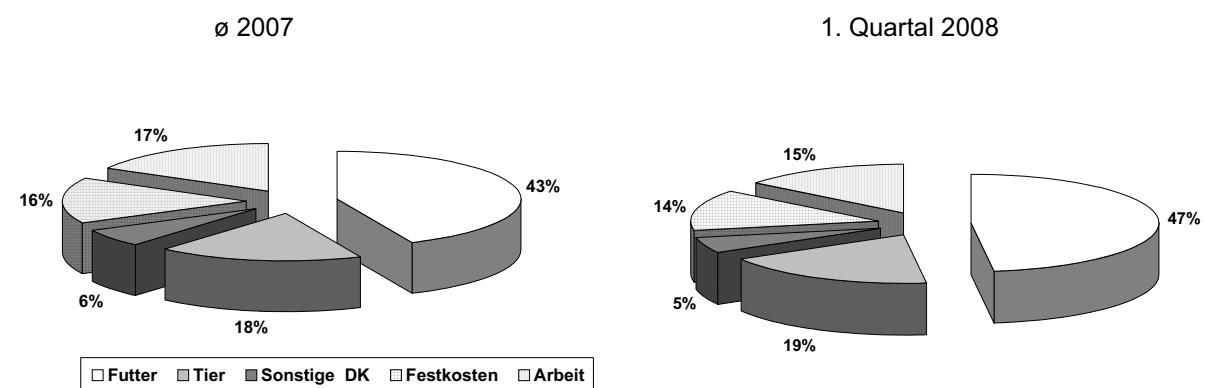


Abb. 9.1: Kostenstruktur der Eiererzeugung in Bodenhaltung 2007 (2007: 8,3 ct./Ei; 1. Quartal 2008: 9,6 ct./Ei)

Die wichtigsten Kostenblöcke in der Eiererzeugung sind die Futterkosten von mehr als 40%, gefolgt von den Kosten für den Junghennenzukauf, den Arbeitskosten und den Kosten für die Unterbringung der Tiere, die jeweils ca. 1/6 der Gesamtkosten ausmachen. Der Aufwand für Alleinfutter betrug 2004 in einer Vollkostenkalkulation von Klemm bei Kraftfutterpreisen von 170 - 180 €/t, 39 % der Gesamtkosten je Ei. Bei der derzeitigen Entwicklung der Futtermittelpreise stieg der Anteil der Futterkosten 2007 auf 43 % (Weser-Ems 195 €/t; lose ohne MWSt.), im 1. Quartal 2008 betrug er bereits 47 % (270 €/t) der Gesamtkosten der Eiererzeugung (s. Abb. 9.1)

### 9.2.1 Kalkulation der Festkosten

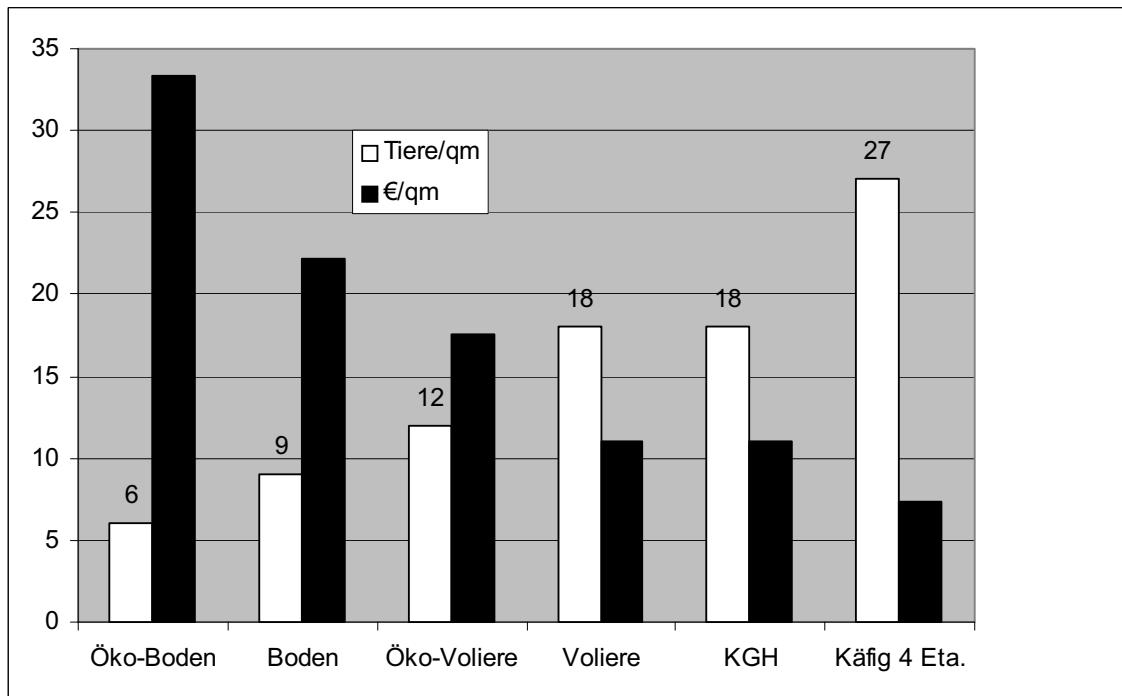
Die festen Kosten sind unabhängig vom Produktionsumfang und setzen sich aus den Gebäudekosten, den Investitionen für die Stalleinrichtung und technischen Anlagen und deren Installation zusammen (DAMME, 1998). Die Grundstücks- und Erschließungskosten sind sehr variabel, genauso wie die Architekten- und Baunebenkosten und werden daher oft nicht bewertet. Die Festkostenbelastung eines Legehennenbetriebes je Jahr hängt vom Investitionsvolumen, der Abschreibungsdauer und dem Zinsansatz für das Kapital ab. Bei den weiteren Kalkulationen wurde von folgenden Kennzahlen ausgegangen:

1. Erschließung und Grundstück	nicht bewertet
2. Gebäude	AfA: 5 %
3. Technische Anlagen	AfA: 10 %
4. Unterhalt, Wartung, Versicherung	1 %
5. Zinsansatz 50 %	2,5 %

Der Investitionsbedarf für ein neues Gebäude wird maßgeblich von der Bauausführung, den verwendeten Materialien und der geplanten Bestandsgröße bestimmt.

Die Festkosten je Tierplatz hängen sehr stark von der unterschiedlichen Besatzdichte in verschiedenen Haltungssystemen ab. Nach der Tierschutz-Nutztierhaltungs-VO (2. Änderung vom 1. Aug. 2006) sind in der Bodenhaltung max. 9 Tiere pro qm nutzbarer Fläche erlaubt. Bei der Nutzung von bis zu 4 Ebenen in Volieren max. 18 Tiere/qm Stallgrundfläche. Die korrespondierenden Zahlen für die Öko-Legehennenhaltung liegen bei 6 bzw. 12 Tiere/qm, d.h. 1/3 niedriger. In der Kleingruppenhaltung mit 800 cm<sup>2</sup> Mindestfläche zuzüglich 90 cm<sup>2</sup> Nestfläche erreicht man erst mit einer 3-etagigen Anlage die Besatzdichte einer Voliere. Die Anzahl Tiere/qm Stallgrundfläche lagen in den bis Ende 2008 gültigen Batterien mit 3 bis 4 Etagen bei 22 bis 27 Tiere. In Kotkellerställen mit 8 Etagen bis zu 50 Tiere/qm und damit natürlich wesentlich günstiger.

Je nach Standort, den örtlich vorgeschriebenen Auflagen und dem gewählten Haltungssystem reichen die reinen Stallbaukosten von 9 bis 18 €/Legehennenplatz (SCHIERHOLD 2006). In den KTBL Planungsdaten (siehe [www.ktbl.de](http://www.ktbl.de)) zu den Baukosten von Legehennenställen werden für eine Bodenhaltung für 6.500 Tiere ein Baupreis von 232 €/qm genannt. Ein Volierenstall für 19.000 Legehennen wird mit 270.000 € kalkuliert, das entspricht einer Investition je qm Gebäudefläche von 222 €. Bei beiden Berechnungen sind entsprechende Vorräume und Hygieneschleusen in der Kalkulation berücksichtigt. Daneben findet man aber auch Studien, die einen Kapitalaufwand für größere Legehennenställe von 170 - 180 € je qm umbauten Raum nennen (LOKHORST et al., 1995). Bei dem hier vorgenommenen Festkostenvergleich unterschiedlicher Haltungssysteme wurde eine einheitliche Investition von 200 €/qm Stallnutzfläche unterstellt. Diese Preise verstehen sich ohne MWSt. Bei der Umstellung von der Käfighaltung auf alternative Haltungsformen wird die Umsatzsteuer (19 %) für die Gebäude und Einrichtung in vielen Ländern durch Fördergelder von 15 bis 25 % für die Investitionssumme in etwa kompensiert (s. Abb. 9.2).



**Abb. 9.2: Maximal erlaubte Besatzdichte in verschiedenen Haltungssystemen für Legehennen und deren Auswirkung auf die Gebäudekosten je Tierplatz**

Die Kosten für die Inneneinrichtung einschließlich Installation sind ebenfalls je nach technischer Ausstattung sehr variabel. Einfache Bodenhaltungen mit Familiennestern, automatischen Eiersammelbändern, Kettenfütterung, Sitzstangen und Nippeltränken und Kunststofffeste für die Kotgrubenabdeckung sind für ca. 10 €/Hennenplatz zu bekommen. Ein nach KTBL Studie „Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren (2006)“ hinsichtlich der Umweltwirkung positiv eingestuftes Bodenhaltungsverfahren setzt heute eine periodische Unterflurentmistung mittels Kotschieber voraus. Hinzu kommen eine Querförderung an der Stirnseite des Gebäudes und eine Höhenförderung. Weitere Standards zur Unterstützung des Herdenmanagement sind Familiennester mit automatischem Austriebssystem, eine geregelte Unterdrucklüftung mit thermostatischer Regelung und mindestens zwei Außensilos für die Phasenfütterung.

Diese Ausstattung der Bodenhaltung kostet ca. 15 €/Hennenplatz. Bei den Volieren werden von den Stalleinrichtungsunternehmen Preise von ca. 15 €/Hennenplatz angegeben. Dies gilt aber nur bei einer entsprechenden Bestandsgröße und Stallachsenlänge.

Der Klimawandel mit z. T. extrem, heißen trockenen Sommertagen lässt es sinnvoll erscheinen, die Volierenställe mit Sprühkühlung und Tunnellüftung auszustatten. Viele Behörden bestehen heute auf Bandbelüftung in Volieren, um die Ammoniakemissionen zu reduzieren. Dieses „Klima/Umweltpaket“ erhöht die Investition für Volieren. Qualitätssicherungsmaßnahmen, auf die der Handel heute besteht, z. B. die Mitgliedschaft bei KAT (Kontrollierte Alternative Tierhaltungsformen) erhöhen ebenfalls die Kosten der Unterbringung von Legehennen, da hier max. 3 Bewegungsebenen in Volieren eingebaut werden dürfen und damit die gesetzlich erlaubte Besatzdichte von 18 Tiere je qm Stallgrundfläche kaum mehr erreicht wird. In der weiteren Festkostenkalkulation wurde von einem Investitionsbedarf einschließlich Installationsarbeiten von 20 €/Volierenplatz ausgegangen.

**Tab: 9.1: Festkosten je vermarktungsfähiges Ei (ct./Ei) bei unterschiedlichen Haltungssystemen**

System	Käfig	KGH	Voliere	Öko Vol.	Bodenh.	Öko Bod.
Stallbau	7,4	11	11	17,6	22,2	33,3
Inneneinrichtung und technische Ausstattung	10	20	20	20	15	15
Investition je Hennenplatz	17,4	31	31	37,6	37,2	48,3
<b>Festkosten je TP/Jahr (€)</b>	<b>1,98</b>	<b>3,64</b>	<b>3,64</b>	<b>4,19</b>	<b>3,92</b>	<b>4,51</b>
Vermarkt. Eier/AH u. Jahr	280	270	260	240	250	230
<b>Festkosten/Ei (ct.)</b>	<b>0,7</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>2,0</b>

Mit 1,3 bis 2,0 ct./Ei machen die Festkosten zwar lediglich ca.  $\frac{1}{6}$  der Gesamtkosten der Eiererzeugung aus, für einen Neubau für 5.000 Legehennen sind aber bei alternativer Haltung 150.000 bis 250.000 € Kapitalaufwand und eine langfristige Bindung an den Produktionszweig zur Amortisation dieser Investition notwendig.

Folgende Möglichkeiten zur **Senkung der Kosten für die Unterbringung** der Legehennen werden diskutiert:

- **Altgebäude nutzen**
- **Eigenleistung einbringen**
- **mehrstöckig bauen**
- **Kaltscharraum einplanen**
- **mehretagige Kleingruppenhaltung**

Bei gutem baulichen Zustand können bei der Umstellung von Käfighaltung auf Boden- oder Volierenysteme Altgebäude genutzt werden. Allerdings reduziert sich die Besatzdichte meist um  $\frac{1}{3}$  (Voliere) bis  $\frac{2}{3}$  (Bodenhaltung). 3 bis 4-etagige Volierenanlagen oder 3-etagige Kleingruppenhaltungen benötigen Raumhöhen von mind. 3 m, diese Forderung wird von vielen Altgebäuden nicht erfüllt.

Betrachtet man die Kostengruppen von Ställen, so liegt der Anteil des Fundaments und des Daches zwischen 70 bis 80 % der Gesamtkosten des Bauwerkes (KTBL, 2004). Systeme, die zwei Stockwerke nutzen (z. B. das High Rise System von Salmet) oder mehrstöckige Gebäude mit massiven Zwischendecken, können daher die Festkosten/Tierplatz deutlich reduzieren.

Die Einplanung eines überdachten Kaltscharraumes, der inzwischen nach der Tierschutz-Nutztierhaltungs-VO obligatorisch für Neueinrichtungen von Freilandhaltungen gefordert wird, ist auch bei Verfahren mit ganzjähriger Stallhaltung eine kostengünstige Platzverweiterung und wird voll bei der Besatzdichte angerechnet.

Betriebe, die eine Absatzmöglichkeit für Eier besitzen, die nach der EU Vermarktungsnorm mit 3 geprintet werden, können in 4 bis 8etagige Kleingruppenhaltungen investieren und so die Gebäudekosten je Hennenplatz reduzieren.

## 9.2.2 Arbeitsaufwand und Arbeitskosten

Der Arbeitsaufwand bei der Eiererzeugung besteht aus der täglichen anfallenden Betreuung, wie Bestandskontrolle, Eiersammlung, öffnen und schließen der Auslassöffnungen, den periodisch wiederkehrenden Arbeiten wie Einstreupflege, Band- oder Kotschieberentmistung

und den diskontinuierlichen Arbeitsspitzen Ein- und Ausstellung, Reinigung und Desinfektion der Anlagen.

**Tab. 9.2: Gliederung der Arbeitsbereiche und Arbeitsgänge in der alternativen Legehennenhaltung (KLEMM, 2004)**

Arbeitsbereiche	Anteil (%)	Arbeitsgänge
1. Produktgewinnung	38	sammeln verlegter Eier, aufsetzen der Eier transport fertigmachen der Eier
2. Bestandskontrolle	12	Überwachung und Kontrolle der Fütterung, Tränke Lüftung, Nestkontrolle, Entfernung toter Tiere Kontrolle des Stalles des KSR und des Auslaufes
3. KSR und Freiland	15	Herausslassen und Einsperren in KSR und Auslauf Mähen/Mulchen, Nachsaat, Kalken etc. der Ausläufe
4. Entmisten, Nachstr.	8	Entmistung der Kotbänder, Nachstreuen Scharraum Entfernung von Kotplatten während Produktionsperiode
5. Ein- und Ausstellung	2	Einstellung der Küken und Ausstellung der Althennen
6. Servicearbeiten	10	Entmistung, Reinigung, Desinfektion Montage und Stallvorbereitung für nächsten Durchgang
7 Sonstige Arbeiten	15	Kleinreparaturen, Wechsel von Glühbirnen, Dokumentation, Führung der Stallisten, Management

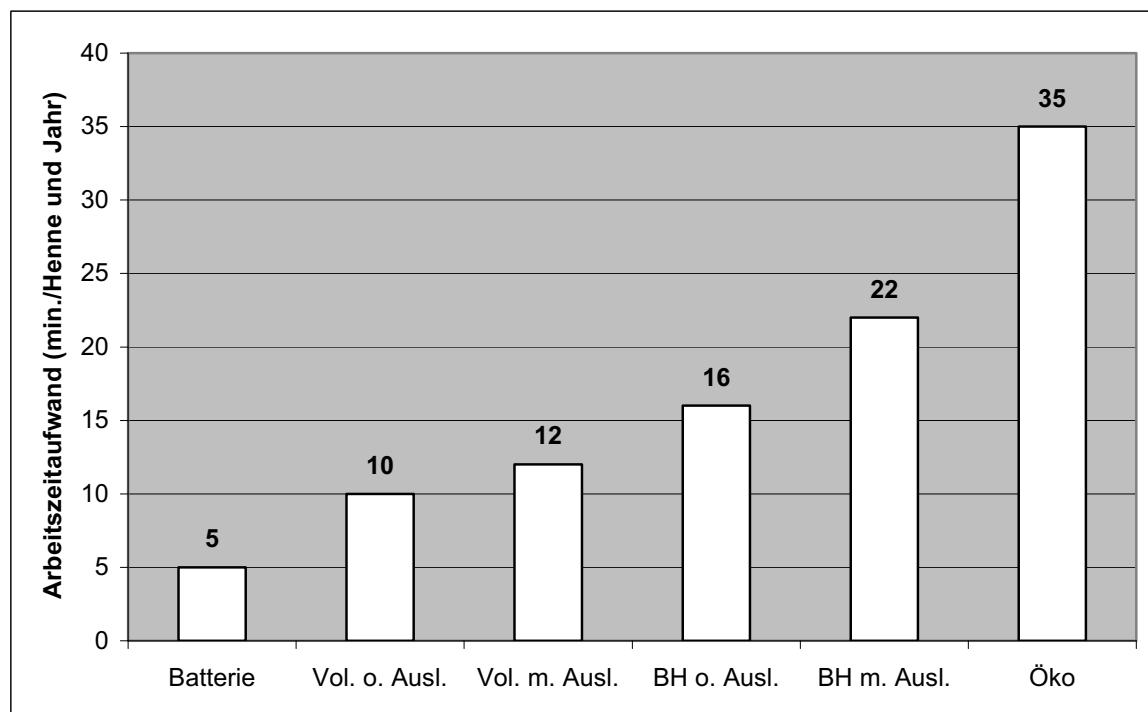
Vergleicht man den Arbeitsaufwand in der Käfighaltung mit dem alternativer Haltungssysteme, so resultiert der deutlich höhere Zeitaufwand letzterer im Wesentlichen in der Bestandskontrolle, der Einstreu und Nestmattenpflege, dem Sammeln verlegter Eier, sowie bestimmter Herdensteuerungsmaßnahmen am Anfang der Legeperiode. Bei der Freilandhaltung müssen die Wechselausläufe nachgemäht und die Hennen am Abend evtl. eingetrieben werden. Zusätzlich erhöht sich der Arbeitsaufwand in Boden und Volierenhaltungen in der Serviceperiode. Im Gegensatz zu Käfiganlagen müssen in den meisten alternativen Haltungssystemen Einrichtungselemente wie Sitzstangen, Nestmatten Kunststoffroste zur Reinigung und Desinfektion abgebaut werden. Die Entmistung des Scharraums zwischen und unter Volierenblöcken erfolgt per Handarbeit. Der Zeitbedarf zwischen zwei Durchgängen verlängert sich dadurch um 1 bis 2 Wochen im Vergleich zur Käfighaltung (s. Tab. 9.3).

**Tab. 9.3: Arbeitszeitbedarfswerte in der konventionellen Boden und Freilandhaltung (KLEMM, 2004 / KLEMM u. UHLMANN, 2000)**

System	Tierplätze	Anzahl Betriebe	Akh/100 Tiere im Jahr	Spanne
			Mittelwert	
BH ohne Auslauf	<2.500	9	21,9	18-45
BH ohne Auslauf	>2.500	3	32,2	22-47
BH Ganzrostställe	500 - 3.500	3	18	16-21
BH mit Auslauf	<2.500	4//1	40,1//32,4	32-67
BH mit Auslauf	>2.500	6//2	40,8//23,8	23-52
Voliere ohne Auslauf	15.000	1	15,6	
Voliere mit Auslauf	<2.500	5	51,3	48-58
Voliere mit Auslauf	>15.000	4	18,8	13-22

Trotz unterschiedlichen Lohnniveaus findet man in der Literatur eine recht gute Übereinstimmung über die Arbeitskosten in der Käfighaltung, die sich zwischen 0,3 (VAN HORNE 1996) und 0,5 ct./Ei (TUCKER, 1989) bewegt. Die Arbeitszeitermittlung in alternativen Haltungssystemen variiert dagegen stark (s. Tab. 9.3). Dies liegt einerseits an dem unterschiedlichen Automatisationsgrad, so werden in kleineren Beständen die Eier z. T. noch von Hand abgesammelt, andererseits zeigt sich ein deutlicher arbeitswirtschaftlicher Vorteil von Ganzrostställen mit außen liegenden KSR und großen Volieren. Der zusätzliche Arbeitsaufwand für die Auslaufpflege scheint in mittleren Bodenhaltungsbeständen deutlich höher (+ 27 %) als in großen Volieren (+ 17 %).

Der sehr hohe Arbeitsaufwand in der Öko-Legehennenhaltung (DEERBERG, 2007) wird durch eine intensivere Tierbestandsbetreuung und Auslaufpflege (Wechselausläufe) und z. T. durch die Haltung kleinerer Legehennenbestände in Mobilställen erklärt (s. Abb. 9.3).



**Abb. 9.3: Arbeitszeitaufwand (ohne Eiersortierung und Vermarktung) in verschiedenen Legehennenhaltungssystemen**

Unterstellt man eine Bruttoentlohnung von 13 €/Akh und geht von den Mittelwerten der in der Literatur verfügbaren Arbeitszeiterhebungen aus, so werden folgende Arbeitskosten kalkuliert:

	Käfig	Voliere ohne Auslauf	Voliere mit Auslauf	Bodenh. ohne Auslauf	Bodenh. mit Auslauf	Ökohalt. mit Auslauf
<b>Arbeitskosten ct./Ei</b>	<b>0,4</b>	<b>0,8</b>	<b>1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,9</b>	<b>3,2</b>
<b>Verm. Eier/AH u. Jahr</b>	<b>280</b>	<b>260</b>	<b>250</b>	<b>260</b>	<b>250</b>	<b>240</b>

Um den Arbeitsaufwand und damit auch die Arbeitskosten zu senken, sollte, wo noch nicht geschehen, die Fütterung, Entmistung und Eiabnahme bis zur Sortieranlage oder Farmpacker automatisiert werden. Nachdem die Produktgewinnung den größten Teil der Arbeit (38 %) (s. Tab. 9.3) ausmacht, gilt es, den Anteil verlegter Eier zu minimieren.

Es sollte daher nur in Neuanlagen investiert werden, die ein Hochsperren der Junghennen auf der Kotgrube, oder bei mehrtägigen Anlagen im Volierenblock ermöglichen. Eine temporäre Trennung der Tiere vom Scharraum erleichtert auch die Kontrollgänge und die Einstreupflege.

### 9.2.3 Direkte Kosten und Leistung

Die direkten Kosten umfassen das Futter, den Tierzukauf, die Aufwendungen für die Gesunderhaltung des Tierbestandes (Veterinär, Impfungen, Behandlungen und Desinfektion), Wasser, Heizung und Strom, Einstreu und Sonstiges, (wie Beiträge zum Verband, CMA, Tierseuchenkasse oder Versicherungen), evtl. die Verzinsung des Umlaufkapitals, anteilige Kosten für Spezialmaschinen und Geräte und die Verpackungskosten.

Bei einer Stückkostenbetrachtung hat die Leistung der Tiere wie Futterverwertung, Eigewicht, Legeleistung, Eiqualität und die Verluste in einer Legeperiode einen direkten Einfluss auf das ökonomische Ergebnis. Zur vollen Ausschöpfung des genetischen Leistungspotential einer bestimmten Hybridherkunft benötigt man eine bedarfsgerechte Nährstoffversorgung und Optimierung des Stallklimas bei möglichst geringem Infektionsdruck. Dabei werden die Weichen bereits in der Aufzucht gestellt. Impf-, Licht und Phasenfütterungsprogramm, sowie Haltungssystem in der Aufzucht sollten auf die betriebsspezifischen Bedürfnisse des Legebetriebs abgestimmt sein.

Einen großen Einfluss auf die Leistung der Tiere übt auch das Haltungssystem aus.

**Tab. 9.4: Leistungsmerkmale von Legehennen in unterschiedlichen Haltungssystemen (LAYWEL STUDIE EU, 2006)**

Merkmal	Batterie		Ausgestalteter Käfig		Alternative Haltung	
	MW <sup>1</sup>	SD <sup>2</sup>	MW	SD	MW	SD
<b>Futterverwertung</b> kg Futter/kg Eimasse	<b>2,14</b>	0,139	<b>2,14</b>	0,112	<b>2,48</b>	0,217
<b>Eimasse</b> kg/Henne u. Jahr	<b>21,37</b>	1,379	<b>20,53</b>	2,039	<b>19,39</b>	2,256
<b>Anteil Güteklaasse A</b> %	<b>93,3</b>	6,9	<b>92,3</b>	6,7	<b>91,5</b>	7,9
<b>Mortalität</b>	<b>8,3</b>	k. A.	<b>9,5</b>	k. A.	<b>11,8</b>	k. A.

1) MW = Mittelwert; 2) SD= Standardabweichung

In der EU LayWel Studie, die von 10 wissenschaftlichen Instituten aus sieben europäischen Ländern durchgeführt wurde und Daten von 230 verschiedenen Legeherden umfasst, zeigten sich klare Unterschiede in der Legeleistung je eingestallter Henne, der Futterverwertung, der Eimasseproduktion und dem Anteil Eier der Gütekasse A. Dabei übertrafen Legehennen in Käfiganlagen in fast allen Merkmalen die Herden mit Boden- oder Volierenhaltung. Tiere in ausgestalteten Käfigen (nach EU Vorgabe 750 cm<sup>2</sup>) mit einer Gruppengröße von 25 bis 30 Tiere je Einheit lagen in Ihrem Leistungsvermögen zwischen der Batterie und den alternativen Haltungssystemen. Die Leistungsunterschiede zwischen Käfiganlagen und Nicht-Käfig-Systemen bezüglich der Leistung und dem Anteil der nicht verwertbaren Eier war signifikant und wird auch durch andere Studien (BESSEI, 2006) bestätigt.

Im Hinblick auf die direkten Kosten der Eiererzeugung wirkt sich vor allem der ca. 10 % höhere Futter-Energiebedarf für die Bewegungsaktivität in alternativen Haltungssystemen aus. Dieser zusätzliche Erhaltungsbedarf kann bei schwacher Befiederung und Unterschreitung des Neutraltemperaturbereiches (ca. 15 bis 24° C) z. B. bei Freilandhaltung im Winter auch auf 15 bis 25 % über den Futterverbrauch in Käfiganlagen anwachsen.

Ein zweiter Punkt sind die höheren Junghennenzukaufspreise bei Aufzucht in Volieren oder Bodenhaltung durch die notwendigen Zusatzimpfungen, die Schnabelbehandlung der Küken, die höheren Unterbringungskosten und den zusätzlichen Arbeitsaufwand. Ökojunghennen sind vor allem wegen der hohen Futterkosten bis zu 100 % teurer als konventionell aufgezogene Junghennen.

Schließlich ist in alternativen Haltungssystemen der Anteil der Sekundaware, in der Regel verlegte Schmutzeier, erhöht und die Anzahl vermarktungsfähiger Eier je Legehenne und Jahr reduziert. In Alternativen Haltungssystemen muss ca. 2 bis 3 Wochen vor Legebeginn eingestallt werden, damit die Junghennen sich an die neue Umwelt gewöhnen können und die Nester finden. Nach der Produktionsperiode dauert die Reinigung und Desinfektion der Anlage ca. 10 bis 14 Tage länger. In einem Produktionszyklus von 1 Jahr fehlen daher im Vergleich zur Käfighaltung ca. 28 Produktionstage. Hinzu kommen höhere Verluste durch bakterielle Infektionen, Endoparasiten und Kannibalismus. Die Verlustraten in alternativen Haltungsformen durchschnittlich ca. 4 % über denen in Käfiganlagen liegen, wobei die Streuung in den Verlustraten mit z. B. 3,3 bis 36,8 % (GAYER et al., 2006) sehr groß ist. In Freilandhaltung kommt dann noch ein Verlust durch Greifvögel und Füchse hinzu, der nach der Studie „Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen“ der drei Landesanstalten in Bayern, Sachsen und Thüringen (2004) bei durchschnittlich 5,1 % lag. Je nach Herdengröße gingen zwischen 96 bis 445 Legehennen im Auslauf in einem Legejahr durch Prädatoren verloren.

**Tab. 9.5: Mehrkosten bzw. Mindereinnahmen je Anfangshenne und Jahr in alternativen Haltungssystemen im Vergleich zur Käfighaltung**

Kostenfaktor	Voliere		Boden		Freiland		Oko	
Futter je DH	4 kg/ 22 €/dt	0,88	5 kg/22 €/dt	1,1	6 kg/22 €/kg	1,32	6kg/36 €/kg	2,16
Junghenne		0,5		0,5		0,5		4
weniger vermarkt. Eier je AH und Jahr	20/ 8ct./St.	1,6	30/ 8ct./St.	2,4	40/ 10ct./St.	4	40/ 18 ct./St.	7,2
Reduktion im DB		2,98		4		5,82		13,36

Die in der folgenden Vollkostenkalkulation angenommenen Direktkosten für Energie, Wasser, Tiergesundheit, Hygiene, Einstreu und Sonstiges bei der Eiererzeugung stammen aus Erhebungen im Rahmen der Betriebszweigauswertungen (BZA) in Bayern (STARK, 2007) und Baden-Württemberg (SCHÖLLHAMMER, 2008). Wie zu erwarten, stiegen die Aufwendungen für Energie und Tiergesundheit in den letzten 5 Jahren um ca. 0,1 ct./Ei deutlich an. Auch für die kommenden Jahre sind für diese Direktkostenblöcke zusätzliche

Kostensteigerungen einzuplanen, da die Preise für Strom, Gas und Erdöl weiter steigen und die Gefahr von Zoonosen, wie der Aviären Influenza oder Salmonelleninfektionen wächst. Dies zwingt die Betriebe zu weiteren teuren Prophylaxemaßnahmen. Obwohl die Bestandsgrößen bei den BZA in Bayern und Baden-Württemberg von 862 bis 7110 Legehennen schwanken und die Daten aus unterschiedlichen Haltungssystemen stammen, lagen die Kosten für die sonstigen direkten Kosten mit 0,16 bis 0,19 ct./Ei eng zusammen. Bei der weiteren Vollkostenberechnung werden außer den Futterkosten und den Kosten für die Tierbestandsergänzung alle sonstigen Direktkosten subsummiert und mit 0,5 bis 0,6 ct./Ei kalkuliert.

**Tab. 9.6: Sonstige Direktkosten in der Eiererzeugung aus den Betriebszweigauswertungen aus Bayern (STARK, 2007) und Baden-Württemberg (SCHÖLLHAMMER, 2008)**

Sonstige Direkte Kosten ct./Ei	Bayern		Baden Württemberg	
	2001/02	2005/06	2001/02	2005/06
Anzahl Betriebe	13	10	10	10
Energie und Wasser	0,17	0,24	0,27	0,35
Hygiene, TSK, GGD	0,03	0,05	0,11	0,15
Sonstiges	0,19	0,17	0,16	0,16
<b>insgesamt (ct./Ei)</b>	<b>0,39</b>	<b>0,46</b>	<b>0,54</b>	<b>0,66</b>
Vermarkt. und Verpackung	0,31	0,52	0,97	1,28
Fremdlöhne	0,49	0,66	0,35	0,31

Nachdem die direkten Kosten insgesamt über 70 % der Gesamtkosten bei der Legehennenhaltung verursachen, ist das Management vor allem bei der Umstellung von der Käfighaltung auf alternative Haltungsformen gefordert, die einzelnen Kostenblöcke auf Reserven zu überprüfen.

Hier einige **Ansätze zur Kostenreduktion**:

- **Schnabel kupieren** (bis 10. Tag im Junghennenauzuchtbetrieb) in konventionellen alternativen Großgruppenhaltungen (siehe Tab. 9.7)
- **Dauer der Serviceperiode reduzieren**: Investitionen in Boden und Volierensysteme, die zur Reinigung nicht abgebaut werden müssen und leicht zu reinigen und desinfizieren sind.
- **Luxuskonsum vermeiden**: Bedarfsgerechte Phasenfütterung; kontrollierte Fütterung am Ende der Legeperiode; Stallklima möglichst im Neutraltemperaturbereich fahren; öffnen der Zugänge zu KSR und Auslauf im Winter nur stundenweise.
- **Verluste minimieren**: Infektionsdruck senken; sorgfältige Nassreinigung und Desinfektion zwischen Durchgängen; Abschottung des Betriebes vor externen Faktoren der Krankheitsübertragung; Prophylaktischen Impfschutz in der Aufzucht auf betriebsspezifische Situation im Legebetrieb abstimmen.
- **Stress vermeiden**: Tunnellüftung und Sprühkühlung einbauen;
- **Eigewichtsortierung optimieren und Anteil absortierter Ware reduzieren**: Geeignete Herkunft wählen; geregeltes Step-up Lichtprogramm mit Tendenz zur Spätreife; Verdunkelungsmöglichkeit in Fensterställen einbauen; in alternative Systeme investieren, die eine temporäre Trennung der Herde vom Einstreubereich ermöglichen.

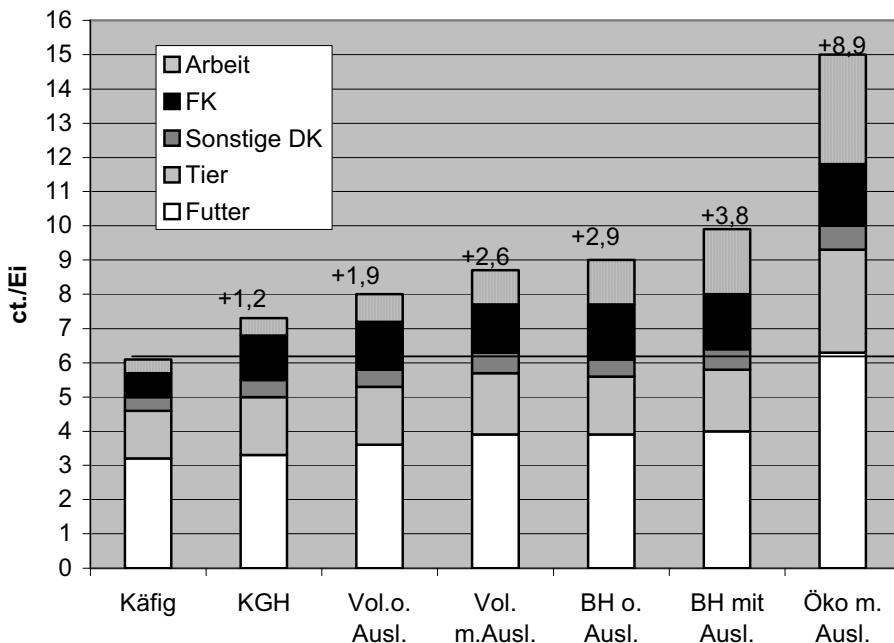
Tab. 9.7: Auswirkungen der Schnabelbehandlung auf die Leistung, Wirtschaftlichkeit und Tierverluste (Durchschnitt von 5 Braunlegerherkünften HLP Bericht, 2003/2004)

Merkmal	Schnabel nicht kupiert	Schnabel kupiert	Differenz
Eizahl (St./AH)	268	283	-15
Eimasse (kg/AH)	17,3	18,2	-0,9
Futterverbr. (kg/Jahr)	45,8	44,3	1,5
FVW (kg F/kg EM)	2,47	2,36	0,11
Mortalität (%)	17	9,2	7,8
Verlust an Prod. Tag. (%)	7	3,7	3,3

## 9.3 Vollkostenkalkulation der Eiererzeugung in verschiedenen Haltungs- und Vermarktungsvarianten

Für die Vollkostenbetrachtung wird von folgenden biologischen Kennzahlen und durchschnittlichen Preisen von 2007 ausgegangen:

Tab. 9.8: Kennzahlen bei der Eiererzeugung in verschiedenen Haltungssystemen der konventionellen und ökologischen Produktion



**Abb. 9.4: Gesamtkosten der Eiererzeugung in verschiedenen Produktionssystemen 2007 bei mittleren Bestandsgrößen (5.000 - 20.000 Tiere)**

Im Jahr 2007 betrugen die durchschnittlichen Erzeugungskosten für ein Ei (ohne Sortierung, Verpackung und Vermarktungskosten) in der Käfighaltung 6,1 ct. Die entsprechenden Mehrkosten für die Boden und Volierenhaltung betragen 1,9 bzw. 2,9 ct. In Kombination mit Freilandzugang +2,6 bzw. + 3,8.ct./Ei (s. Abb. 9.4). Aus der Grafik wird deutlich, dass in großen Volieren Freilandeier günstiger erzeugt werden können als in der Kombination Bodenhaltung mit Auslauf. Nachdem bei den Freilandeiern nicht differenziert wird, ob im Stall eine mehrtagige Anlage steht oder die Hennen auf einer Ebene untergebracht sind, ist dies ein sehr interessanter Aspekt.

Die drastische Entwicklung der Futtermittelpreise ab dem 3. Quartal 2007 und in deren Folge der Junghennenpreise macht es notwendig, die Auswirkungen bestimmter kurzfristiger Preisveränderungen auf die Kostenstruktur der Eiererzeugung darzustellen. Die Anhebung der Futtermittelpreise um 1 €/dt steigert die Futterkosten je Henne und Jahr bei einem durchschnittlichen Verzehr von 43 kg um 43 ct. Bei einem Futterbedarf in der Aufzucht von 7 kg steigen die Erzeugungskosten einer Junghenne um 7 ct.

Im Januar 2008 hat laut ZMP der Mischfutterpreis die Vorjahreslinie um 7,55 € je Dezitonnen übertroffen. Dies bedeutet eine Kostensteigerung für Futter und Junghennenzukauf um 3,78 € (Berechnung der zusätzlichen Kosten: Junghennenauflauf: Bedarf 7 kg Futter x 7,55 ct = 0,53 €, Futterverbrauch je Legehenne im Jahr 43 kg x 7,55 ct. = 3,25 €) je Henne und Jahr oder +1,5 ct./Ei bei 250 vermarktungsfähigen Eiern (s. Abb. 9.5).

Nachdem niemand voraussagen kann inwieweit dieses Preisniveau, das z. T. auf Spekulation beruht, uns auch noch nach der neuen Ernte 2008 begleiten wird, wurden die Gesamtkosten der Eiererzeugung für die verschiedenen Produktionsverfahren nochmals mit den derzeit aktuellen Preisen kalkuliert (s. Abb. 9.6).

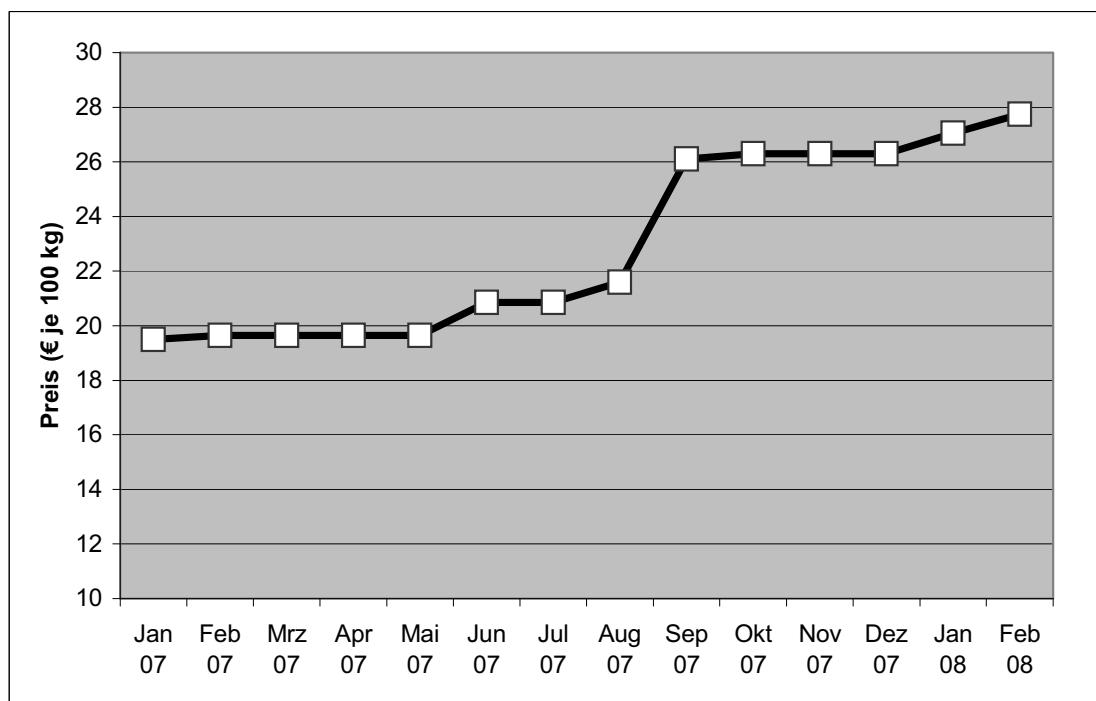
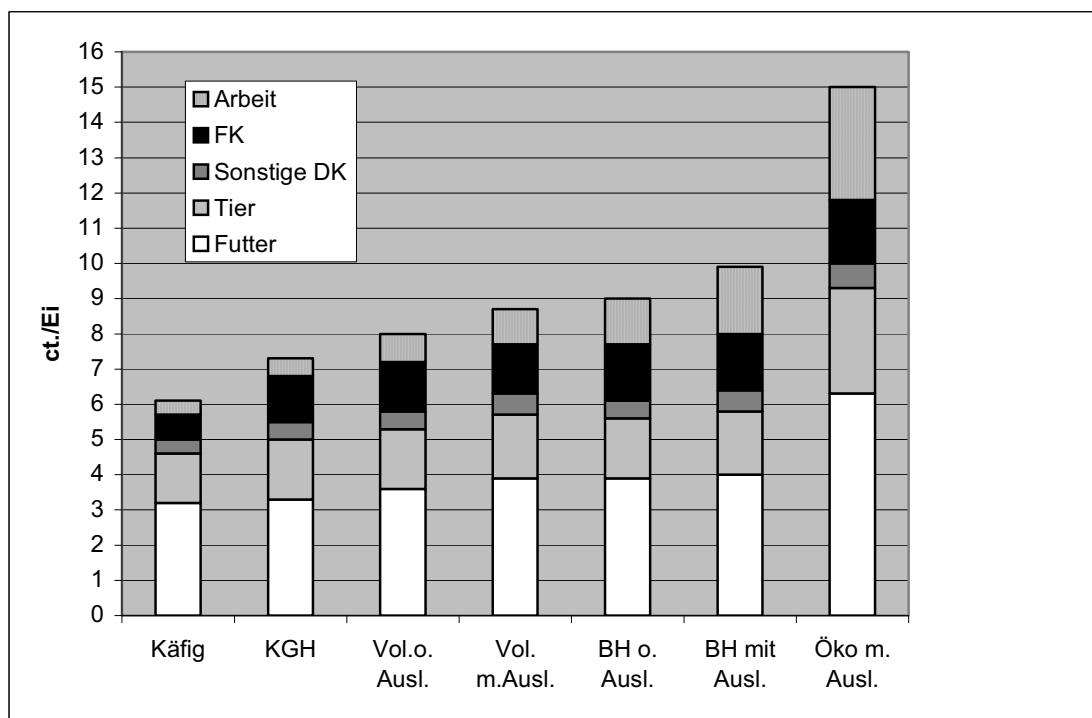


Abb. 9.5: Entwicklung der Mischfutterpreise (ohne MWSt.)

Abb. 9.6: Gesamtkosten der Eierzeugung in verschiedenen Produktionssystemen  
1. Quartal 2008

## 9.4 Vermarktungskosten

Die bisherige Kostenkalkulation beschränkte sich auf die Erzeugungskosten von Eiern im Stall. Bevor die Eier aber den Kunden erreichen, entstehen noch Vermarktungskosten für das Sortieren, Printen, Verpacken und Ausliefern an den Verbraucher. Die dabei anfallenden Kosten sind betriebsspezifisch und sehr variabel. Man unterscheidet folgende Vermarktungswege (VW):

1. Abgabe des Geleges unsortiert auf Höcker und Palette als Rohware an Eiproductenwerke oder an Packstellen;
2. sortiert und geprintet auf Höcker Kleinverpackung an den LEH oder Discounter;
3. sortiert und geprintet auf Höcker im Umkarton an Wiederverkäufer und Großkunden wie Gaststätten, Kantinen, Bäckereien und Metzgereien;
4. sortiert und geprintet auf Höcker oder KVP an den Endkunden über einen Hofladen, Wochenmärkte oder Eiertouren.

Bei Preisen von 12 ct./10er Kleinverpackung (KVP), 4,5 ct./30er Höcker und ca. 60 ct. für einen 360er Umkarton und kalkulierten Kosten für die Eier-Sortiermaschine von ca. 0,1 ct./Ei und ca. 0,4 ct. für die Sortierarbeit, berechnen sich Vermarktungskosten von 0,2 (VW 1) bis 0,7 ct. (VW 3). Bei der Direktvermarktung an den Endkunden müssen die Kosten für den Hofladen, Eiertransporter und die Verkaufsarbeit zusätzlich kalkuliert werden. Die Vermarktungskosten belaufen sich dann rasch auf 1,5 bis 2,5 ct./Ei.

In den meisten Legehennenhaltungsbetrieben findet man aber nicht **einen** Vermarktungsweg mit entsprechenden klaren Preisgefügen, sondern einen Mix verschiedener Vertriebswege mit unterschiedlichen Eierlöszen.

Daher muss jeder Betrieb seinen Vermarktungsaufwand selbst kalkulieren und überprüfen, inwieweit die Mehrarbeit in der Direktvermarktung über höhere Eierpreise abgedeckt wird.

## 9.5 Eierlöse und Betriebseinkommen

Die Eierpreise sind gestaffelt nach Gewichtsklassen und werden durch das Haltungssystem, die Abgabemenge und die Handelsstufe bestimmt. Der Einfluss der Schalenfarbe ist gering. Bei der Abgabe des unsortierten Geleges an die Eiproductenindustrie wurden im Durchschnitt 2007 für Rohware auf Höcker (60 - 65 g) 0,97 €/kg erzielt (ZMP, 2008). Das entspricht einem Eierpreis von ca. 6 ct. Dieser Erlös ist selbst bei Käfigerzeugung nicht kostendeckend. Bei der ausschließlichen Vermarktung von Standardware (Käfigeier) über den Großhandel nach der Einkaufsnotierung Weser-Ems betrug der Erlös je Ei im Durchschnitt 6,5 ct. Damit war der Aufwand 2007 bei kalkulierten Erzeugungskosten von 6,1 ct./Ei (s. Tab. 9.7) für ein Käfigei plus 0,5 ct. für Sortierung und Verpackung knapp abgedeckt. Entsprechend höhere Preise wurden für Eier erzielt, wenn sie über Erzeugerpackstellen an den Einzelhandel, Wiederverkäufer oder Großverbraucher abgegeben wurden (s. Tab. 9.9). Vergleicht man die kalkulatorischen Kosten aus Tabelle 9.7 (ohne Vermarktungsaufwand) mit denen von den Erzeugerpackstellen im Jahr 2007 durchschnittlich erzielten Eierlöszen, so war die Differenz bei den mehretagigen alternativen Haltungssystemen am Größten (+2,7 ct./Ei Voliere ohne und +3,0 ct./Ei Voliere mit Auslauf), gefolgt von der Käfighaltung (+2,1 ct./Ei) und den einetagigen Bodenhaltungen (ohne Auslauf +1,7 ct./Ei mit Auslauf +1,8 ct./Ei). Berücksichtigt man Verpackungskosten von Pauschal 1 ct./Ei, so bleibt bei allen Systemen ein kalkulatorischer Unternehmensgewinn von 0,7 bis 2 ct./Ei bei der Erzeugerpackstellenabgabe. Noch bessere Eierpreise erzielt man in der Direktvermarktung, allerdings mit sehr viel mehr Kosten- und Zeitaufwand.

Erfreulich ist, dass sich die Umstellung von Käfighaltung auf mehretagige Bodenhaltungssysteme bezahlt zu machen scheint. Bei der Umstellung von Käfighaltung auf einetagige alternative Systeme muss bei dem derzeitigen Preisgefüge mit einem geringen Rückgang des Gewinns (-0,3 - 0,4 ct./Ei) gerechnet werden, der aber durch die Nutzung von

Altgebäuden oder eine etwas bessere Legeleistung oder Eierge wichtssortierung kompensiert werden kann.

Die Endverbraucher haben 2007 nach der ZMP Marktbilanz (2008) für Eier der Gewichtsklasse M 9,4 ct./Ei für Käfigware und 12,2 ct./Ei für Bodenhaltung bzw. 15,3 ct./Ei für Freilandware bezahlt. D.h., der Verbraucher war bereit, für Eier aus tierfreundlichen Haltungssystemen deutlich mehr zu bezahlen. Gleichzeitig zeigt sich aber auch, dass der Handel am Freilandet eine größere Gewinnmarge erzielt.

**Tab. 9.9: Eierpreise in Abhängigkeit von der Gewichtsklasse und Vermarktung (alle Preise Netto ohne MWSt.; Ø 2007// Jan. 2008; Quelle ZMP, 2008 und DGS Marktinfo, 5, 2008)**

Gewichtsklasse	Anteil am Gelege %	Weser Ems ct./Ei	Erzeugerpackstellen (ct./Ei)			Direktverm. ct./Ei
			Käfig	Boden	Freiland	
<b>XL</b>	<b>10</b>	9,5 // 10,3	10,8 // 12,95	13,3 // 14,65	14,3 // 15,6	17 // 18
<b>L</b>	<b>53</b>	6,45 // 7,45	8,3 // 10,55	10,8 // 12,9	11,8 // 14,25	15 // 16
<b>M</b>	<b>34</b>	5,71 // 6,9	7,5 // 9,25	10,0 // 11,55	11,0 // 13,2	13 // 14
<b>S</b>	<b>3</b>	5,2 // 5,3	7,3 // 7,15	7,4 // 8,85	7,7 // 8,3	6 // 8
<b>Mischpreis ct./Ei</b>		<b>6,5 // 7,5</b>	<b>8,2 // 10,3</b>	<b>10,7 // 12,5</b>	<b>11,7 // 13,9</b>	<b>14,3 // 15,3</b>

Die **Betriebseinkommen** (Markterlös minus (DK + FK)) lagen laut BZA in bäuerlichen Betrieben in Nordbayern mit überwiegend Käfighaltung und Bestandgrößen von ca. 5.000 Legehennen mit Direktvermarktung in den letzten 5 Jahren bei 5,13 € bis 7,53 € (STARK, 2007). Dies steht in guter Übereinstimmung mit dem kalkulatorischen Betriebseinkommen aus dieser Studie mit 2,5 ct./Käfigei oder 7,00 € je eingestallter Henne und Jahr für 2007. In der BZA von SCHÖLLHAMMER (2008) in Baden-Württemberg wird ein BE von 2003 - 2007 von 12,18 bis 17,70 € je Henne und Jahr genannt. Allerdings handelt es sich hierbei um kleinere Betriebe (862 bis 7.110 Legehennen) überwiegend mit alternativer Haltung und einem hohen Anteil Direktvermarktung. Der Erlös schwankte in dieser Ist-Analyse von 12,9 bis 13,8 ct je Ei. Für Althennen wurden 0,97 bis 1,53 € erlöst. Bei einem Arbeitsaufwand von 62 bis 66 Minuten/Henne und Jahr, betrug die Arbeitsverwertung 12 bis 16 € Akh..

## 9.6 Koppelerlöse

Unter Koppelerlösen versteht man in der Legehennenhaltung die zusätzlichen Erlöse durch die Vermarktung der **Sekundaware**, **Althennenverkauf** oder Einnahmen aus der Verwertung des **Mistes** für Düngezwecke oder zur Energiegewinnung z. B. in Biogasanlagen. Bei den Kostenberechnungen geht man immer von den vermarktungsfähigen Eiern der Güteklaasse A aus und berücksichtigt die absortierte Ware nicht.

Der Anteil der Schmutz-, Knick- und Windeier ist systemabhängig und betrug in der LayWel-Studie (2006) bei Käfighaltung 6,7 %, bei ausgestalteten Käfigen 7,7 % und bei alternativen Haltungssystemen 8,5 % im Durchschnitt bei allerdings großer Streuung (Standardabweichung 7 bis 8 %) (s. Tab. 9.10). Bei der Hühnerleistungsprüfung in Kitzingen (HLP, 2005/06) in Bodenhaltung wurden die schwer zu vermarktenden S-Eier zur Sekundaware dazugerechnet und dabei je nach Herkunft 12 -26 absortierte Eier je Henne und Jahr festgestellt.

**Tab. 9.10: Absortierte Ware einschließlich S-Eier verschiedener Braunlegerherkünfte (HLP Prüfbericht 5 2005/06)**

Herkunft	Eier/AH	S-Eier	Knick-eier	Schmutz-eier	Summe
<b>Bovans GL</b>	300	8	6	5	<b>19</b>
<b>ISA Neobraun</b>	274	14	5	7	<b>26</b>
<b>ISA Exp.</b>	288	17	4	4	<b>25</b>
<b>Lohmann Silver</b>	278	19	4	3	<b>26</b>
<b>Lohmann Tradition</b>	285	5	5	2	<b>12</b>
<b>Durchschnitt</b>	<b>285</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>22</b>

Man kann daher davon ausgehen, dass ca. 20 Eier je Henne und Jahr entweder entsorgt werden müssen, oder für ca. 5 ct. als Rohware an die Eiproduktenwerke gehen oder durch die Herstellung von Nudeln und Eierlikör innerbetrieblich veredelt werden.

D. h., das Betriebseinkommen kann um ca. 1 bis 2 €/Legehenne und Jahr gesteigert werden, wenn eine sinnvolle Verwendung für die Sekundaware gefunden und genutzt wird.

Die Koppelerlöse aus dem Verkauf der Althennen werden oft vernachlässigt, da die Erzeugerpreise für Schlachthennen 2005 bis 2007 zwischen 0,03 bis 0,09 €/kg Lebengewicht lagen. Erst durch die Schlachtung von Althennen im Betrieb und Direktvermarktung als Suppenhennen sind Mehrerlöse realisierbar. Der zusätzliche ökonomische Nutzen ist aber oftmals nicht höher als der finanzielle Aufwand für die Schlachteinrichtung und Arbeit. Die Bewertung des Stickstoff-, Phosphor- und Kaligehaltes der Ausscheidungen der Legehennen bzw. mögliche monetäre Bewertung des Mistes zur Energiegewinnung werden im Kapitel 5.4 behandelt.

## 9.7 Fazit

- Vollkostenanalysen sind ein geeignetes Instrument, um Anhaltswerte für den durchschnittlichen notwendigen Mindesterlös für Eier aus verschiedenen Haltungssystemen zu liefern.
- Die Kostenkalkulationen, aber auch Daten aus den Betriebszweigauswertungen zeigen, dass mit allen Haltungssystemen bei entsprechenden Eierpreisen in den letzten Jahren befriedigende Betriebseinkommen bzw. Gewinne realisiert werden konnten.
- Die Umstellung von Käfighaltung auf mehretagige Bodenhaltung mit und ohne Auslauf erfordert nachhaltige Mehrerlöse von ca. 1,9 bis 2,6 ct. je Schalenei. Bei der Umstellung auf einetagige Bodenhaltung oder die ökologische Legehennenhaltung sind deutlich höhere Eierpreise erforderlich.
- Bei Investitionen in konventionelle oder ökologische tierfreundliche Haltungssysteme muss der Landwirt mit Investitionskosten von 30 bis 50 €/Hennenplatz kalkulieren. Gleichzeitig steigen der Betreuungsaufwand und die Anforderungen an das Herdenmanagement.
- Kostenanalysen anhand wissenschaftlicher Erhebungen sind als Hilfestellung und Leitfaden zu verstehen, ersetzen aber in keinem Fall aktuelle, realistische Kostenermittlungen im eigenen Betrieb zur Schwachstellenanalyse.

## Literatur

Bessei, W. (2006): Legehennenhaltungssysteme der Zukunft – Wo liegen ihre Stärken und Schwächen? Geflügeljahrbuch 2007, 29 – 39. ISBN-10: 3-8001-5324-6, Eugen Ulmer GmbH Co. Wollgrasweg 41, 70599 Stuttgart.

Damme, K. (1998): Produktionskosten für Eier in alternativen Haltungssystemen. Lohmann Informationen, 3/98, 13 - 16.

Damme, K. (2007): Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Geflügeljahrbuch 2008, 59 - 76. ISBN-10: 3-8001-5324-6, Eugen Ulmer GmbH Co. Wollgrasweg 41, 70599 Stuttgart.

Deerberg, F. (2007): Betriebszweigauswertung ökologische Legehennenhaltung. Die Futterkosten variieren stark. DGS Magazin 18, 16 - 21.

Gayer, P., Damme, K., Hildebrand, R.-A., Lippmann, J., Reichardt, W. (2006): Legehennenhaltung – Gesunde Tiere nur durch konsequente Prophylaxe, DGS Magazin, 48, 21 - 33.

Horne van, P., L., M. (1996): Production and economic results of commercial flocks with white layers in aviary systems and battery cages. Brit. Poultry Sci. 37, 255 - 261.

Klemm, R. (2004): Erzeugungskosten und Arbeitszeitaufwand. In „Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen“, Schriftenreihe LfL, 8, ISSN 1611-4159, 22 - 48.

Klemm, R., Uhlmann, S. (2000): Arbeitszeitbedarf in der Boden- und Freilandhaltung, DGS Magazin 9, 24 - 28.

KTBL Schrift 446 (2006): Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren. 138 - 140. ISBN 13: 978-3-939371-13-7, KTBL, Bartningstr. 49, 64289 Darmstadt.

LfL Informationen (2004-2007): 3., 4., 5 und 6. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung. LVFZ für Geflügel, Mainberheimerstr. 101, 97318 Kitzingen.

Lokhorst, C. (1995): Design of aviary systems. In: Aviary housing for laying hens. Blockhuis, H., J. and Metz, J., H., M, 155 - 171.

Schierhold, S. (2006): Legehennenhaltung-Ökonomie. Mit spitzem Bleistift rechnen. DGS Sonderheft Ratgeber Legehennenhaltung 35, 8 - 11.

Schöllhammer, H. (2008): Betriebszweigauswertung Legehennen. Polykopie Regierungspräsidium Tübingen.

Stark, B. (2007): In Geflügeljahrbuch 2008, 60. ISBN-10: 3-8001-5324-6 Eugen Ulmer GmbH Co. Wollgrasweg 41, 70599 Stuttgart.

Tucker, S. (1989): Alternatives? ADAS Poultry Journal 3 (1), 15 - 30.

ZMP (2007 und 2008): Marktbilanz Eier und Geflügel 2007 und 2008. Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH, Rochustr. 2, 53123 Bonn.

Internet:

KTBL (2004): [www.ktbl.de/baukost/legehennen](http://www.ktbl.de/baukost/legehennen)

## 10 Der Eiermarkt - national und international (W. Böttcher, Margit M. Beck, Katrin Gerlach)

### 10.1 Deutschland

#### 10.1.1 Rückgang von Produktion und Selbstversorgung

Die deutsche Eierwirtschaft wurde in den zurückliegenden Jahrzehnten nicht gerade vom Erfolg verwöhnt. Während die Schlachtgeflügelwirtschaft nahezu jährlich neue Produktions- und Verbrauchsrekorde melden konnte, verlief die Entwicklung in der Eierbranche meist in die entgegengesetzte Richtung. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, gingen seit der Wiedervereinigung Produktion und Selbstversorgung Jahr für Jahr zurück. Zuletzt konnte sich wenigstens der Verbrauch auf allerdings stark ermäßigtem Niveau stabilisieren.

**Tab. 10.1.1: Versorgungsbilanz Eier Deutschland**

in Mio. Stück	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007
Bestand an Legehennen 1)	50,7	50,3	45,5	44,3	43,5	42,4	41,4
Legeleistung je Henne (Stück)	264	276	277	279	278	281	285
Gesamteiererzeugung	13.838	14.539	13.312	13.112	12.830	12.693	12.671
Verwendbare Erzeugung	13.704	14.400	13.186	12.988	12.709	12.574	12.553
- davon zum Konsum	13.243	13.761	12.462	12.230	11.944	11.794	11.678
Einfuhr zum Konsum insgesamt	6.146	6.067	6.711	7.110	7.519	7.865	7.947
Ausfuhr zum Konsum insgesamt	1.104	1.496	1.673	2.048	2.555	2.439	2.320
Nahrungsverbrauch	18.284	18.333	17.500	17.292	16.908	17.220	17.305
- je Kopf in Stück	224	223	212	210	205	209	210
- Selbstversorgungsgrad, %	72,4	75,1	71,2	70,7	70,6	68,5	67,5

*Anmerkungen: 2007 vorläufig. - Außenhandel seit 1993 zum Teil einschließlich Zuschätzungen wegen Unterfassung des EU-Binnenhandels. - 1) Ohne Elterntiere.*

*Quelle: BMELV, BLE, ZMP.*

Geht man noch bis in die Zeiten der „alten“ Bundesrepublik Deutschland zurück, so lag der damalige Produktionsrekord allein schon in diesem „Teil-Deutschland“ bei 16,1 Mrd., der Pro-Kopf-Verbrauch bei 292 Eiern und die Selbstversorgung bei 85 %. Die damalige DDR steuerte in den Spitzenzeiten von 1985 bis 1988 noch ein Produktionsvolumen von ca. 5,6 Mrd. bei und einen Pro-Kopf-Verbrauch von bis zu 305 Eiern. Zur Enttäuschung der Marktbeteiligten ließ sich dieser Spitzenverbrauch noch nicht einmal annähernd über die Wende hinüber retten.

#### Gründe für Verbrauchsrückgang vielschichtig

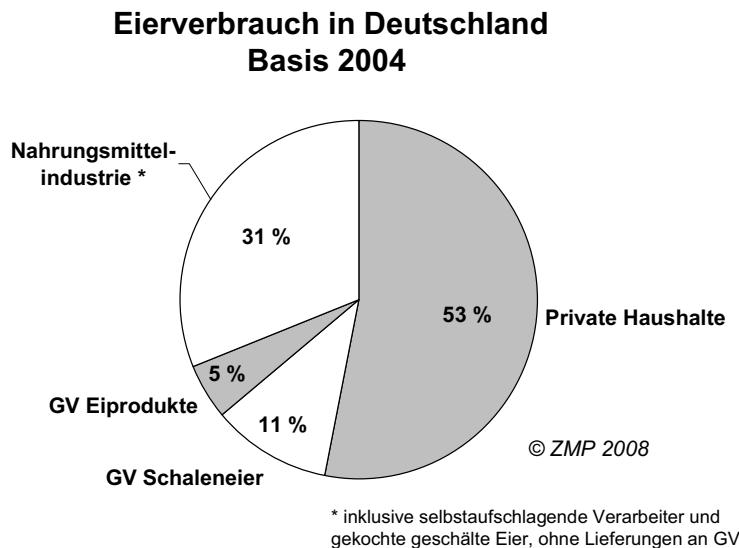
In den zurückliegenden Jahrzehnten haben zahlreiche Negativ-Schlagzeilen in den Medien dem Image des Eies geschadet. In vorderster Front sind diesbezüglich wohl Cholesterin- und Salmonellenhysterie zu sehen. Aus dem einst hochwertigen Nahrungsmittel Ei - Baustein des Lebens – wurde zeitweise im Medienbild ein Lebens-gefährdungs-mittel. Die schier endlose und noch immer nicht ausgestandene Diskussion über Tierschutz und Haltungsformen hat sicherlich auch nicht zur Förderung des Eierkonsums beigetragen.

Nicht zu unterschätzen ist allerdings eine „ganz normale“ Ursache für den Verbrauchsrückgang: Veränderte Verzehrsgewohnheiten (Pizza statt Spiegelei). Die Convenience-Welle hat den Eierkonsum ebenso getroffen wie der Trend zu immer neuen exotischeren Gerichten mit Erlebniseffekt.

#### Mehr Eiprodukte brachten keine neuen Verzehrsanreize

Laut einer im Hause der ZMP (Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land- Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH) durchgeführten Warenstromanalyse unterteilt sich der Verbrauch von Eiern wie folgt: Etwa 53 % des Gesamtverbrauchs wurden von den privaten Haushalten als Schaleneier gekauft. Nur über diesen unmittelbaren Haushaltsverbrauch sind weitergehende Aussagen mittels des Haushaltspansels der

Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) möglich. 16 % des Gesamtkonsums laufen über Großverbraucher/Außer-Haus-Verzehr in Form von Schaleneiern sowie Eiproducten und 31 % als Eiproducte über die Nahrungsmittelindustrie.



**Abb. 10.1.1: Aufteilung des Eierverbrauchs in Deutschland**

Etwa 36 % des Gesamtverbrauchs entfallen demnach auf Eiproducte. Eine systematische Zeitreihe existiert hierzu nicht. Doch ist davon auszugehen, dass dieser Anteil in den zurückliegenden Jahren zugenommen hat. Allerdings sind dabei in der Verwendung lediglich Schaleneier gegen Eiproducte ausgetauscht worden. Neue Fertigprodukte, die Anreize für zusätzlichen Eierverzehr bedeutet hätten, waren damit nicht verbunden. Beispiele aus dem Bereich anderer Grundnahrungsmittel wie Milch und Getreide, wo eine umfangreiche Produktpalette von Snacks und Zwischendurchmahlzeiten angeboten wird, gibt es zu Genüge. Bei Eiern beschränkt sich dieses Segment auf inzwischen ganzjährig angebotene gekochte und gefärbte Eier. Im Falle sportlicher Großereignisse wie Fußball-WM oder -EM in Schwarz/Rot/Gold oder als Fußball gefärbte Eier bewegen zwar mengenmäßig nur wenig, bringen aber dennoch echten Mehrverzehr. Solche Gags sind immerhin ein Schritt in die richtige Richtung, das Ei für den Verbraucher wieder aus dem Schattendasein zu bringen und wieder spannender zu machen.

## 10.1.2 Die Eiereinkäufe der Haushalte

Über eine spezielle Auswertungssoftware hat die ZMP-Marktforschung Zugriff auf die Rohdaten aus dem GfK-Haushaltspanel. Hierbei erfassen Haushalte ihre gesamten Einkäufe an schneldrehenden Konsumgütern mit Handscannern in ihrer Wohnung. Zur Erfassung von nicht durch EAN-Code identifizierbarer Ware (z. B. Eier) stellt die GfK für 13.000 Haushalte ein Codebuch zur Verfügung. Mittels dieser Stichprobe wird das gesamte Einkaufsverhalten der Privathaushalte in Deutschland abgebildet. Dabei geben die Panel-Haushalte u. a. Menge, Preis und die Einkaufsstätte an. Bei Eiern wird zudem die Printung erfasst, so dass Aussagen über Haltung und Herkunft möglich werden. Dafür stellt die GfK ein Codebuch mit vordefinierten Strichcodes zur Verfügung.

### Die saisonalen Höhepunkte am Eiermarkt

2007 wurden laut GfK-Haushaltspanel 7,41 Mrd. Eier von den Haushalten in Deutschland gekauft, das waren nur 0,6 % weniger als 2006 und 2,9 % weniger als 2005. Die unterschiedlichen Ostertermine spiegeln sich im Kurvenverlauf klar wider. Ebenso kommt der rasche Absturz Richtung Sommerloch und Ferienzeit deutlich zum Ausdruck. Der

anschließende stetige Anstieg der Eierkäufe mit der Nachfragespitze zur vorweihnachtlichen Backsaison wird dabei von den Vermarktern angesichts der längeren Phase als wesentlich bedeutsamer eingestuft als das Ostergeschäft.

Die deutsche Herkunft dominiert bei den Haushaltseinkäufen. Nennenswerte Importanteile entfallen nur auf die Niederlande. 2007 kamen insgesamt 74,8 % aller von den Haushalten gekauften nach Herkunft identifizierbaren Eier aus Deutschland, der Anteil der niederländischen Eier betrug 22,6 %. Alle anderen ausländischen Herkünfte spielen somit bislang kaum eine Rolle.

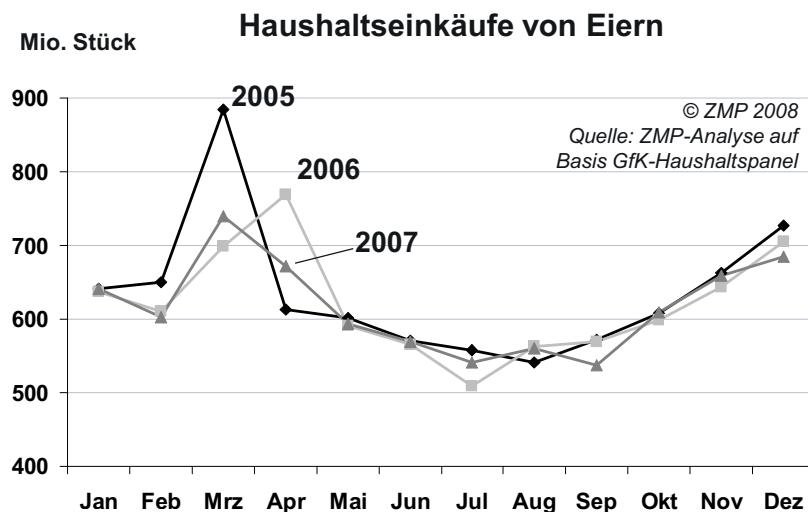


Abb. 10.1.2: Monatlicher Verlauf der Haushaltseinkäufe von Eiern

### Wo kaufen die Haushalte?

Discounter sind für den Eierkäufer die Haupt-Einkaufsstätte. Gut 46 % aller von den deutschen Haushalten gekauften Eier wanderten 2007 in diesem Geschäftstyp über das Kassenband. An diesem Anteil hat sich in den letzten Jahren wenig geändert, auch 2003 waren es schon 45 %. Veränderte Erhebungsmethoden lassen einen gesicherten Vergleich mit noch früheren Jahren nicht zu.

Mit rückläufiger Tendenz wurden nur noch knapp 19 % der Eier auf so genannten erzeugernahen Absatzwegen (ab Hof, Verkaufswagen, Wochenmärkte) gekauft. Diese Vermarktungsschiene bewegt sich klar auf der Verliererstraße, 2003 wurden hier immerhin noch 22,5 % der Eier gekauft. Ursache hierfür ist letztendlich ein strukturelles Problem, dies sowohl auf Käufer- als auch Anbieterseite. Schrumpfende Haushaltsgröße und erschwerete Erreichbarkeit der Kunden auf der einen und rückläufige Zahl der Anbieter auf der anderen Seite reduzieren das Potenzial möglicher Kaufakte.

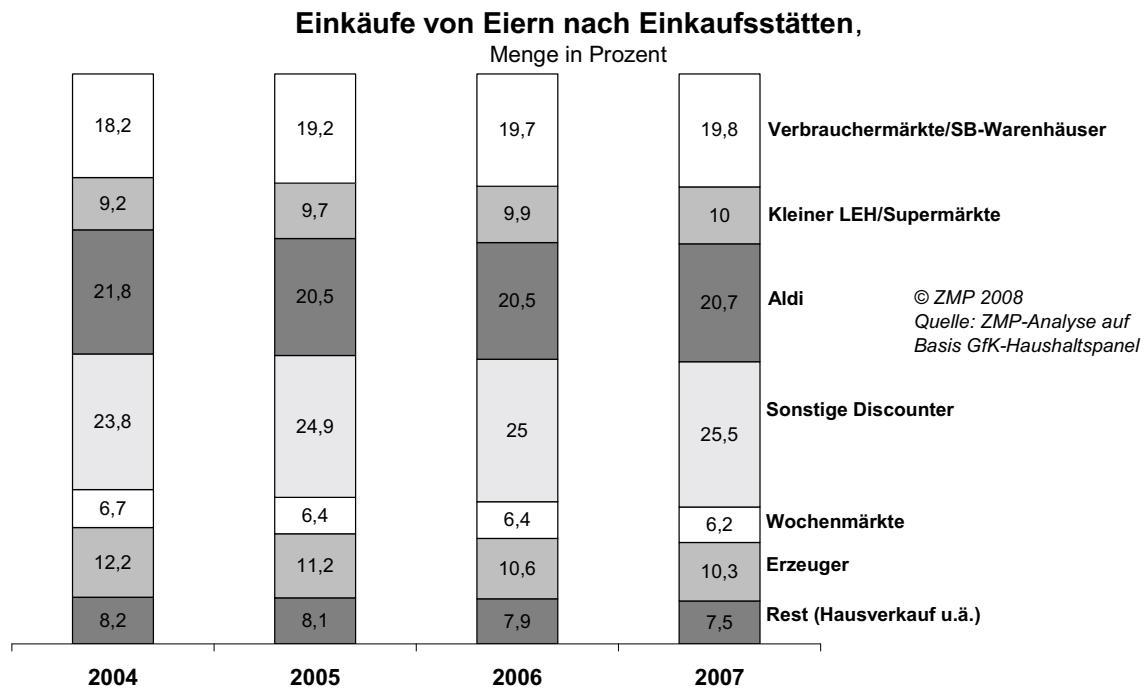


Abb. 10.1.3: Einkäufe von Eiern nach Einkaufsstätten

### Was kaufen die Haushalte?

In den zurückliegenden Jahren ist der Anteil der Eier aus Käfighaltung stetig geschrumpft. Sie büßten 2007 erneut stark an Bedeutung ein, blieben aber dennoch die „Haupteiersorte“. Von einem niedrigen Niveau aus abermals zulegen konnten Bio-Eier. Auch Bodenhaltungsware brachte es 2007 auf höhere Marktanteile, wobei diese Eier in einigen Geschäften inzwischen die Käfigware als preisgünstigste Eiersorte abgelöst haben. Die Freilandware konnte sich 2007 erholen, nachdem sie 2006 leichte Einbußen hinnehmen musste.

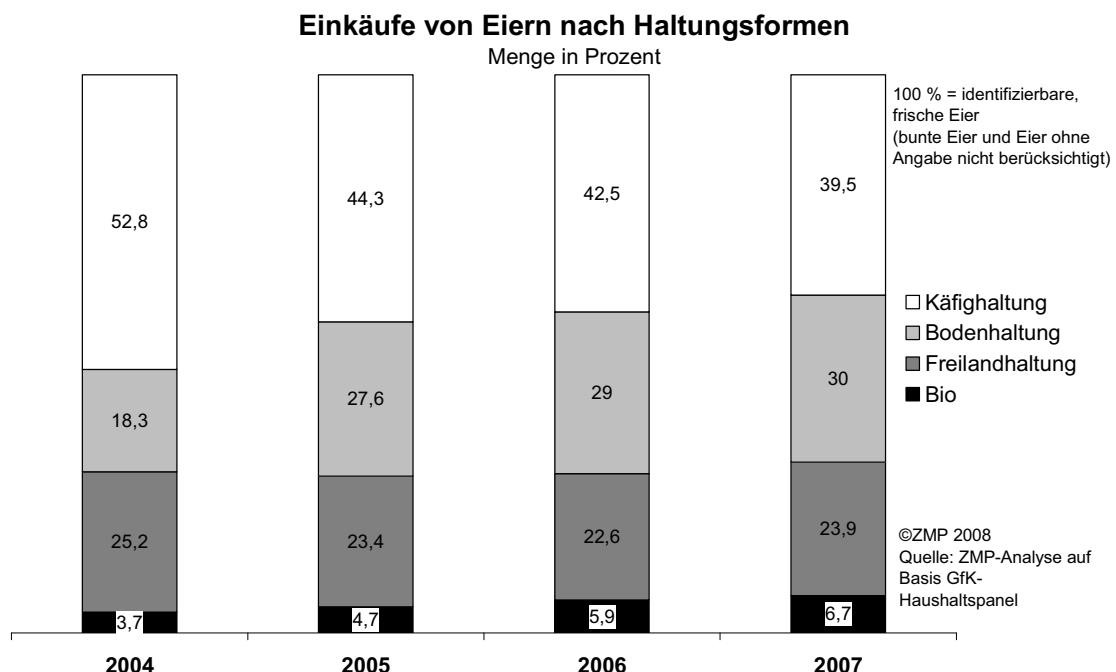


Abb. 10.1.4: Einkäufe von Eiern nach Haltungsformen

Im ersten Halbjahr 2004 hatte der Käfiganteil an den Haushaltskäufen noch bei 57 % gelegen. Der anschließende Rückgang war weniger nachfrage- sondern angebotsbedingt. Ausgangspunkt für den beschleunigten Rückgang der Eier aus Käfighaltung war der Entschluss des Discounters Aldi Nord, Eier aus Käfighaltung auszulisten. Verschiedene andere LEH-Gruppen in diesen Gebieten zogen nach, die Käfiganteile gingen entsprechend zurück. Im Gebiet Aldi-Süd kam es nicht zu entsprechenden Aktionen. Dem Verbraucher blieb praktisch die freie Auswahl. Die Anteile zwischen den Haltungsformen verschoben sich in diesen Gebieten seither auch nur in moderatem Tempo.

### Der Preis als wichtigstes Entscheidungskriterium

Allen anders lautenden Umfragergebnissen zum Trotz hat der Verbraucher am berühmten „point of sale“ keine kaufentscheidenden Vorbehalte gegen die Käfighaltung; der Preis entscheidet über sein Kaufverhalten.

Laut einer Anfang 2008 durchgeföhrten Verbraucherbefragung des Marktforschungsinstituts Dialego (Dialego-Studie „Bioeier – Freilandeier – Käfigeier“ 2008) würden 70 % der Befragten am meisten auf die Haltungsform achten. Dieses Kriterium wäre für sie noch wichtiger als der Preis. 80 % gaben an, überwiegend Eier aus alternativen Haltungsformen zu kaufen.

Wie weit diese Aussagen von der Realität abweichen, die Kaufentscheidung vielmehr im Wesentlichen über den Preis bestimmt wird, zeigen die Entwicklungen im 2. Halbjahr 2007 und in den bisher für 2008 vorliegenden Monaten. Die Verbraucherpreise für Eier aus Käfighaltung waren im 2. Halbjahr 2007 den explodierenden Futterkosten folgend stark gestiegen; die Verbraucherpreise für Eier aus Bodenhaltung waren jedoch angesichts der hier vorherrschenden längerfristigen Vertragsbindungen unverändert geblieben. Im Dezember 2007 lagen im Discounter letztendlich die Preise für Eier aus Käfig- und Bodenhaltung auf gleicher Höhe.

Die nahezu zwangsläufige Folge war, dass mehr Eier aus Bodenhaltung und weniger aus Käfighaltung gekauft wurden. Schlagartig mit dem Jahreswechsel änderte sich jedoch das Bild. Mit neuen Verträgen zwischen Vermarktern und LEH zogen die Verbraucherpreise für Eier aus Bodenhaltung kräftig an. Die Verbraucherpreise für Käfigeier folgten dagegen dem freien Markt und ermäßigten sich stark. Bei dem jetzt wieder entstandenen Preisunterschied vollzogen die Verbraucher eine Kehrtwendung und kaufen seither erneut mehr Eier aus Käfig- und weniger aus Bodenhaltung.

### Haushaltskäufe nach Haltungsformen, in %

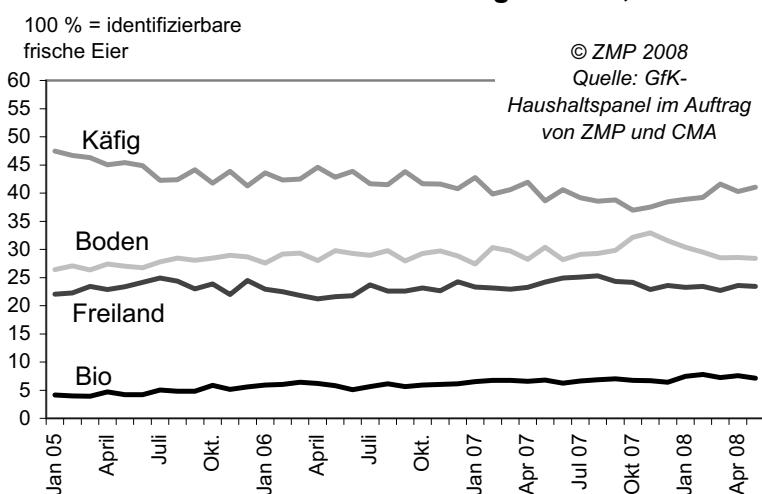


Abb. 10.1.5: Entwicklung der Haushaltskäufe nach Haltungsformen

Dennoch haben namhafte Discounter und LEH-Gruppierungen, die bislang noch – mit hohen Absatzanteilen – Eier aus Käfighaltung im Sortiment führten, im Mai 2008 beschlossen, Eier aus Käfighaltung – also mit der die Haltungsform bezeichnenden Kennziffer „3“ – sukzessiv

auszulisten. Vom geschilderten Verbraucherverhalten her gesehen, hätte es keinen Anlass zu einer solchen Entscheidung gegeben.

Das Problem: Laut EU-Vermarktungsnorm sind Eier aus der - bei Redaktionsschluss am Markt noch nicht eingeführten - deutschen Sonder-Haltungsform „Kleingruppenhaltung“ gleichfalls wie Eier aus der herkömmlichen Käfighaltung mit der Ziffer „3“ zu kennzeichnen. Für die Kleingruppenhaltung bedeutet dies eine echte Diskriminierung, denn die beiden Haltungsformen sind ebenso wenig miteinander vergleichbar wie ein Kleinwagen mit einem komfortablen Reisebus. Selbst der ab 1.1.2012 als EU-Standard geltende „Ausgestaltete Käfig“ bleibt bei diesem Vergleich klar hinter dem System der Kleingruppe zurück.

Die Ziffer „3“ schreckt den Zentraleinkäufer des LEH jedoch ab, was zu dieser Auslistungsstrategie geführt hat. Die Chancen für die vom deutschen Gesetzgeber zugelassene Haltungsform der Kleingruppe – die sowohl den Anforderungen des Tier- und Verbraucherschutzes als auch der Ökonomie gerecht wird – haben sich dadurch erheblich verschlechtert.

### 10.1.3 Die deutsche Eierproduktion im Detail

Die statistische Erfassung von Hennenhaltung und Eierproduktion findet in Deutschland – zumindest verglichen mit anderen agrarischen Produktionssparten – nur in stark eingeschränktem Rahmen statt. Zwar sind auf Grundlage des Gesetzes über Agrarstatistiken Betriebe ab einer Haltungskapazität von 3.000 Hennenplätzen zur monatlichen Meldung von u.a. Hennenbeständen und Eierproduktion verpflichtet, doch werden damit nur etwa 75 % der deutschen Gesamterzeugung erfasst. Kleinere Betriebe, unvollständige oder unterlassene Meldungen etc. fließen über Rechen- und Schätzmodelle in das Gesamtergebnis ein. Erschwert werden solche Berechnungen durch die starke Ausdünnung der Geflügelzählung, die seit 2003 nur noch alle 4 Jahre stattfindet.

**Tab. 10.1.3: Hennenhaltung und Eiererzeugung in meldepflichtigen Betrieben**

	1991	1995	2000	2004	2005	2006	2007
Zahl der Meldebetriebe	1582 <sup>1)</sup>	1.430	1.324	1.198	1.278	1.274	1.239
Hennenhaltungsplätze, in 1.000	45.436	40.868	41.070	38.402	39.535	39.725	39.696
Legehennen im Jahres-Ø, in 1000	26271 <sup>1)</sup>	32.973	35.211	31.525	32.038	32.700	32.326
<i>davon in Bundesländern:</i>							
-Schleswig-Holstein	1.350	1.239	1.186	878	824	966	944
-Niedersachsen	12.629	11.591	12.637	11.187	11.002	11.375	11.623
-Nordrhein-Westfalen	4.268	3.349	3.503	3.024	3.213	3.181	2.997
-Hessen	1.372	1.115	1.338	1.104	1.190	1.220	1.198
-Rheinland-Pfalz	874	727	603	426	458	450	459
-Baden-Württemberg	1.847	1.772	1.723	1.477	1.579	1.607	1.619
-Bayern	3.758	3.461	3.386	2.972	2.938	2.907	2.849
-Brandenburg	.	2.135	2.725	.	2.631	2.644	2.538
-Mecklenburg-Vorpommern	.	1.259	1.347	1.498	1.669	1.542	1.539
-Sachsen	.	2.753	3.274	3.085	3.080	3.215	3.296
-Sachsen-Anhalt	.	1.902	1.606	1.661	1.645	1.745	1.790
-Thüringen	.	1.528	1.749	1.625	1.712	1.737	1.746
Eiererzeugung, in Mio. Stück	9.534,9	9.141,0	10.191,3	9.220,0	9.261,8	9.536,5	9.567,5
Legeleistung je Henne, in Stück	266,3 <sup>1)</sup>	284,1	289,5	291,2	289,1	291,6	295,9

Anmerkung: Meldepflicht besteht ab 3.000 Hennenplätzen - <sup>1)</sup> Nur alte Bundesländer

Quelle: ZMP nach Statistischem Bundesamt

Die Zahl der zu der monatlichen Statistik meldenden Betriebe hat sich in den zurückliegenden Jahren stetig verringert. Der Anstieg im Jahre 2005 stellt keine reale Entwicklung dar. Er ist auf eine vollständigere Erfassung im Zuge des Abgleichs mit dem seither existierenden Legehennenbetriebsregister zurückzuführen. In den nachfolgenden Jahren hat sich die Zahl der Meldebetriebe erneut verringert. Hierbei handelt es sich jedoch offenbar überwiegend um kleinere Betriebe, denn die Kapazitäten und Tierzahlen haben sich kaum verändert.

Der Schwerpunkt der deutschen Eierproduktion liegt nach wie vor in Niedersachsen. Dieses Bundesland kommt auf einen Anteil von 36 % an der gemeldeten Erzeugung. Mit einem Anteil von 10 % folgt Sachsen mit großem Abstand. Hier zeigt die Tendenz in den zurückliegenden Jahren sogar nach oben, wogegen die nächstplatzierten Länder Nordrhein-Westfalen und Bayern an Boden verlieren.

### Noch enormer Umstellungsbedarf

Jeweils im Dezember berichten die Melder zusätzlich über die in ihren Betrieben vertretenen Haltungsformen. Demnach gab es mit Stand Dezember 2007 noch 26,4 Mio. Hennenplätze in herkömmlichen Käfiganlagen. Diese Haltungen wären bis Ende 2008, unter Anrechnung der Übergangsregelung bis Ende 2009, umzurüsten oder einzustellen.

**Tab. 10.1.4: Legehennen nach Haltungsformen**

		1995	2000	2005	2006	2007
<b>Deutschland insgesamt</b>						
	Betriebe	1.453	1.334	1.242	1.253	1.233
	Haltungsplätze (in 1.000)	41.300	41.145	39.357	39.608	39.994
<b>Käfig-Batteriehaltung</b>	Betriebe <sup>1) 2)</sup>	1.373	1.144	849	770	696
	Anteil in %	94,5	85,8	68,4	61,5	56,4
	Haltungsplätze (in 1.000) <sup>3)</sup>	38.705	35.598	28.823	27.914	26.406
	Anteil in %	93,7	86,5	73,2	70,5	66,0
<b>Kleingruppenhaltung</b>	Betriebe <sup>1)</sup>	.	.	.	.	20
	Anteil in %	.	.	.	.	1,6
	Haltungsplätze (in 1.000)	.	.	.	.	610
	Anteil in %	.	.	.	.	1,5
<b>Bodenhaltung</b>	Betriebe <sup>1)</sup>	138	212	507	553	569
	Anteil in %	9,5	15,9	40,8	44,1	46,1
	Haltungsplätze (in 1.000)	1.905	2.574	5.528	5.996	6.805
	Anteil in %	4,6	6,3	14,0	15,1	17,0
<b>Ökologische Haltung <sup>4)</sup></b>	Betriebe <sup>1)</sup>	.	.	.	.	109
	Anteil in %	.	.	.	.	8,8
	Haltungsplätze (in 1.000)	.	.	.	.	1.776
	Anteil in %	.	.	.	.	4,4
<b>Freilandhaltung <sup>4)</sup></b>	Betriebe <sup>1)</sup>	9	20	304	349	255
	Anteil in %	0,6	1,5	24,5	27,9	20,7
	Haltungsplätze (in 1.000)	89	213	5.006	5.698	4.376
	Anteil in %	0,2	0,5	12,7	14,4	10,9

**Anmerkung:** Jährliche Dezember-Erhebung im Rahmen der monatlichen Statistik über Legehennenbestände und Eierproduktion ab 3.000 Hennenplätzen. - 1) Doppelmeldungen möglich. - 2) Ab 2007 nur herkömmliche Käfige. - 3) Einschließlich ausgestalteter Käfige nach EU-Standard. - 4) Vor 2007 Ökologische Haltung mit Freilandhaltung zusammengefasst.

**Quelle:** ZMP nach Statistischem Bundesamt.

Um eine ungefähre Vorstellung davon zu erhalten, wie die deutsche Eierlandschaft nach 2008/2009 aussehen könnte, hatte die ZMP in Zusammenarbeit mit Landwirtschaftskammern/Süddeutschen Bauernverbänden/Geflügelwirtschaftsverbänden im Zeitraum Ende 2007 bis Anfang 2008 eine entsprechende Befragung durchgeführt. Die Umfrage wurde allerdings noch vor der eingangs geschilderten Strategie „Auslistung der Kennziffer 3“ durchgeführt. Sie brachte mit damaligem Kenntnisstand immerhin für Niedersachsen ein durchaus repräsentatives Ergebnis.

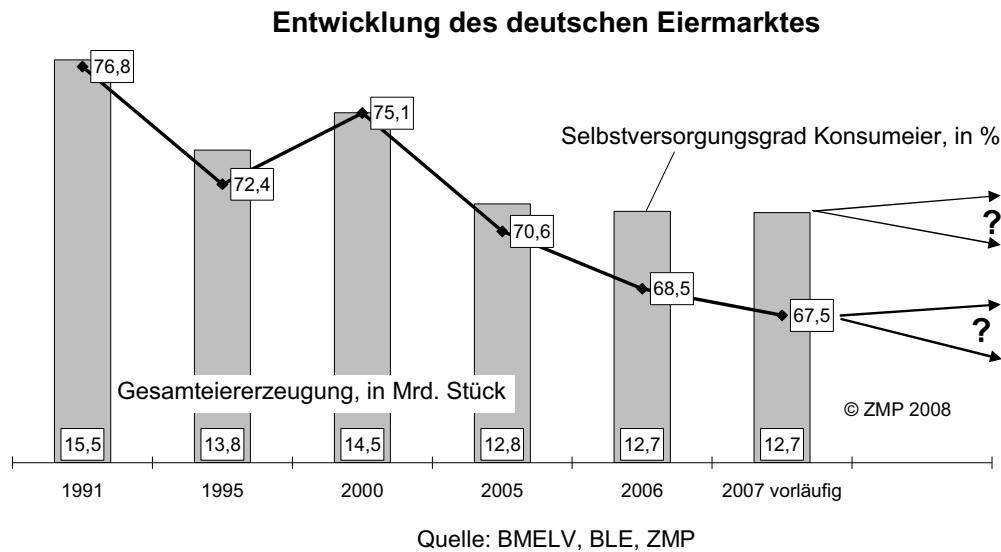
Zwei Aussagen kristallisierten sich heraus: Für Niedersachsen hätte sich kein Rückgang der Legehennenbestände ergeben und die Kleingruppe spielte in den Planungen eine herausragende Rolle. Ausgehend von 2007 als Istzustand und 2010 als Endstand der Umbauphase wäre der Hennenbestand der an der Umfrage teilgenommenen Betriebe sogar um rund 2 % von 9,25 Mio. Hennen auf 9,5 Mio. Tiere gestiegen. Somit schien sicher, dass es mit der Zulassung der Kleingruppe nicht zu dem ursprünglich befürchteten drastischen Produktionseinbruch kommen würde.

Zumindest für die anderen westlichen Bundesländer – nur hierauf bezog sich die Befragung – sah es so aus, als ob sich die Hennenzahl um ca. 25 % verringern könnte. Die Kleingruppe spielte in diesem Kreis eine nur untergeordnete Rolle. Allerdings hatten sich

30 % der rückmeldenden Betriebe noch nicht konkret entschieden, wie sie künftig verfahren wollen.

### Wie stark sinkt der Selbstversorgungsgrad?

Konnte sich der Eierverbrauch in Deutschland – wie geschildert - zuletzt gut behaupten, so zeigt die Selbstversorgung seit 2000 nur in eine Richtung: nach unten! 2007 waren es gerade noch 67,5 %.



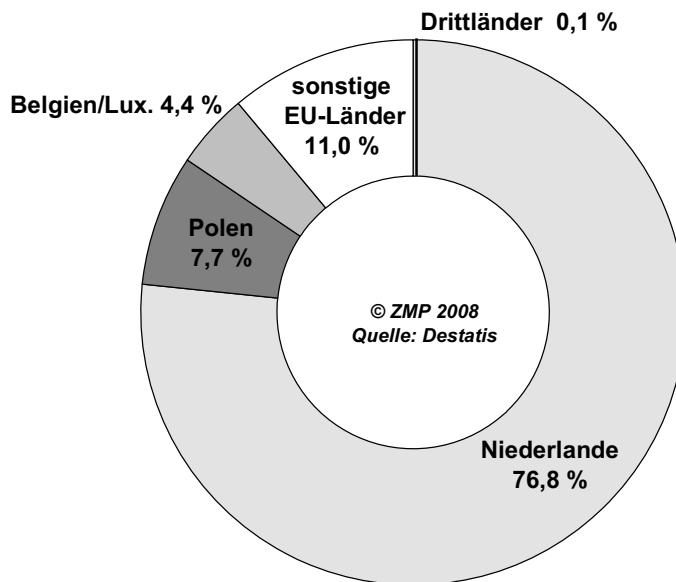
**Abb. 10.1.6: Entwicklung von Produktion und Selbstversorgung**

Die weitere Entwicklung dürfte mit dadurch beeinflusst werden, ob die Markteinführung der Kleingruppenhaltung gelingen wird. Bei erfolgreicher Markteinführung auch in den Großformen des LEH hätte die deutsche Eierwirtschaft gute Chancen, Produktionsvolumen und Selbstversorgung zu stabilisieren, womöglich sogar wieder leicht auszubauen (siehe auch bisheriger Planungsstand in Niedersachsen). Scheitert diese Markteinführung jedoch an der momentanen Kennzeichnungsregelung, muss mit einem deutlichen Rückgang von Produktion und Selbstversorgungsgrad gerechnet werden. Eine Verringerung der deutschen Eiererzeugung um nur 10 % würde eine Selbstversorgung von nur noch 60 %, eine Verringerung um 20 % eine Selbstversorgung von nur noch 54 % bedeuten.

### 10.1.4 Der deutsche Außenhandel mit Eiern

Trotz wachsender Bedeutung der Eiprodukte entfielen 2007 noch 72 % der deutschen Gesamteinfuhren zum Konsum auf Schaleneier. Im Jahr 2000 hatte dieser Anteil aber immerhin noch bei 78 % gelegen. Hauptlieferant ist nach wie vor die Niederlande mit allerdings einem Rückgang des Anteils von 90 % im Jahr 2000 auf zuletzt nur noch 77 %. Steigende Tendenz weisen die Einfuhren aus Polen auf. Die Einfuhren aus Drittländern sind nach den jüngsten EU-Erweiterungsrunden praktisch auf Null gefallen.

### Deutschland: Aufteilung der Importe von Schaleneiern 2007



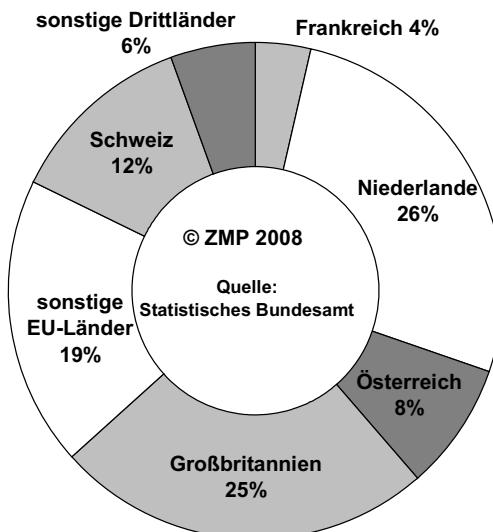
Gesamteinfuhren an Schaleneiern: 5.002,6 Mio. Stück (vorläufige Menge)

Abb. 10.1.7: Aufteilung der Importe von Schaleneiern nach Deutschland 2007

Trotz rückläufiger Selbstversorgung sind die deutschen Ausfuhren an Konsumeiern bis 2005 kontinuierlich gestiegen. Sowohl die zunehmenden Verflechtungen im EU-Binnenmarkt als auch die erfolgreichen Bemühungen, über Exporte am Weltmarkt die Preise am Binnenmarkt zu stabilisieren, spielen dabei eine Rolle. Seither zeigt die Tendenz aber nach unten, worin sich sowohl rückläufige deutsche Produktion als auch nachlassende Wettbewerbsfähigkeit – verstärkt durch schrumpfende Exporterstattungen – widerspiegeln. Bei den Ausfuhren hat sich seit dem Jahr 2000 der Anteil der Schaleneier praktisch nicht verändert. Mit gewissen jährlichen Schwankungen lag er auch 2007 bei ca. 31 %.

Bei den Ausfuhren von Schaleneiern handelt es sich inzwischen zu mehr als 80 % um innergemeinschaftlichen Warenverkehr. Nachdem zwischenzeitlich unter den Drittlandsmärkten Hongkong eine herausragende Rolle gespielt hatte, ist jetzt außerhalb der EU die Schweiz der größte Abnehmer.

### Deutschland: Aufteilung der Ausfuhren von Schaleneiern 2007



Gesamtausfuhren an Schaleneiern 2007: 1343,3 Mio. Stück (vorläufig)

Abb. 10.1.8: Aufteilung der Ausfuhren von Schaleneiern aus Deutschland 2007

### 10.1.5 Preissituation am Eiermarkt

Obwohl sich die Eierpreise auf einem Niveau deutlich über dem Mittel der Jahre 1997 bis 2006 bewegten, ist 2008 die Rentabilität der Eiererzeugung in ein tiefes Tal gestürzt. Je nach Betriebsstruktur und Vermarktungsweg dürften die Produzenten über weite Strecken rote Zahlen geschrieben haben. Dabei konnten zumindest die Produzenten von Eiern aus Käfighaltung 2007 die gestiegenen Futterkosten recht gut verkraften. Hier bewegte sich der 2007er Eiermarkt auf einem deutlich höheren Niveau als in früheren Jahren. Allerdings waren im Laufe des Jahres 2007 die Preise für Futtermittel nahezu explodiert. Ausgehend von früheren „Normalständen“ hatten sich die Preise für Futtergetreide zum Teil mehr als verdoppelt. Der Anstieg der Mischfutterpreise um – je nach Vergleichszeitraum – bis zu gut 50 % mutet dabei geradezu moderat an.

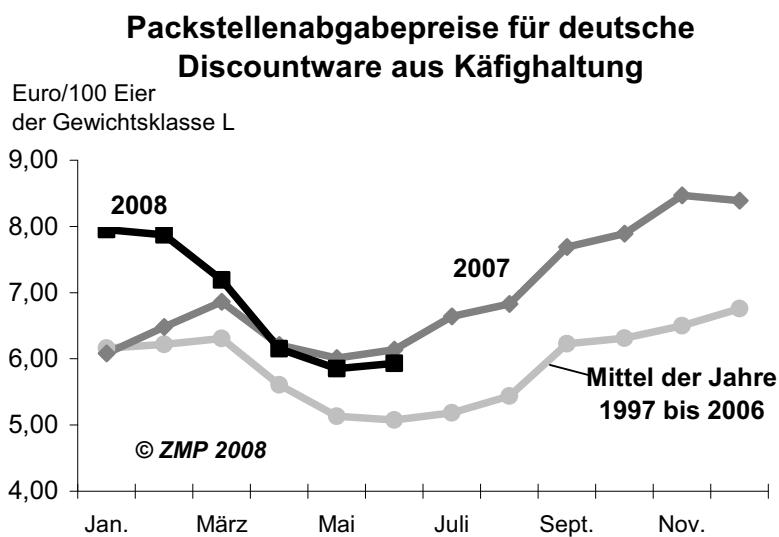


Abb. 10.1.9: Entwicklung der Packstellenabgabepreise

## Rentabilität der Eierproduktion unter Druck

Den Produzenten und Vermarktern von Eiern aus Käfighaltung war es 2007 zunächst gelungen, diese Kostensteigerungen an die nachgelagerten Stufen weiterzureichen. Anders sah es im Bereich der Alternativ-Ware aus. Angesichts des hier bislang dominierenden Systems längerfristiger Preis- und Lieferverträge war es erst ab Ende 2007 möglich, höhere Preise durchzusetzen. Die Produzenten von Alternativ-Ware sind dadurch in eine existenzbedrohende Kostenklemme geraten.

Seither hat sich die Situation auch für die Produzenten von Käfigware zugespitzt. Angesichts der nicht nur in Deutschland sondern EU-weit über Vorjahr liegenden Produktion waren die Eierpreise kontinuierlich gefallen und bewegten sich ab April 2008 zeitweise und je nach Segment unterschiedlich ausgeprägt unter der Vorjahreslinie. Bei allenfalls minimalem Rückgang der Futterkosten rutschte somit die Bruttomarge der Eierproduktion in den negativen Bereich.

## 10.2 EU/Weltmarkt

Die Eierproduktion in der EU entwickelt sich seit Jahren eher rückläufig. 2007 war zwar ein Jahr der Stabilisierung, eine echte Aufwärtsbewegung zeichnet sich aber nicht ab. Ähnliche Aussagen treffen auf den Eierverbrauch zu. Die Veränderungen sind zudem sowohl unter den Aspekten der veränderten Gebietsstände als auch der schwächer werdenden Datenbasis zu sehen. Der Selbstversorgungsgrad der EU liegt seit Jahren knapp über 100 %. Der Warenverkehr beschränkt sich – ebenfalls ein Effekt der Erweiterungsrunden – mehr und mehr auf den innergemeinschaftlichen Handel. Dem Drittlandshandel kommt allerdings bei den Eiprodukten noch eine etwas größere Bedeutung als bei den Schaleneiern zu.

**Tab. 10.2.1: Versorgungsbilanz Eier der EU**

1.000 Tonnen	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	EU-15		EU-25			EU-27
Verwendbare Erzeugung insgesamt	5.736	5.480	7.003	6.940	6.688	7.236
Ausfuhr insgesamt	123	75	80	80	82	77
Einfuhr insgesamt	54	69	35	45	65	74
Nahrungsverbrauch	5.232	5.101	6.500	6.350	6.225	6.750
Verbrauch je Kopf, kg	13,7	13,3	14,2	13,8	13,4	13,6
Selbstversorgungsgrad, %	101	100	101	102	101	101

*Anmerkung:* Zum Teil vorläufig bzw. geschätzt.

*Quelle:* ZMP nach EUROSTAT.

**Tab. 10.2.2: Verwendbare Eiererzeugung in EU-Ländern**

1.000 Tonnen	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Belgien/Luxemburg	218	216	230	200	189	171
Dänemark	82	81	83	80	77	77
Deutschland	859	818	805	788	780	778
Griechenland	123	124	126	123	117	115
Spanien	878	891	924	924	924	1.031
Frankreich	999	996	1.021	1.001	973	965
Irland	40	39	39	43	46	47
Italien	790	785	783	777	743	743
Niederlande	638	463	611	607	615	633
Österreich	88	85	87	89	91	91
Portugal	125	126	132	120	119	121
Finnland	55	56	58	58	57	57
Schweden	101	100	111	108	106	101
Vereinigtes Königreich	741	701	789	819	634	620
<b>EU-15</b>	<b>5.736</b>	<b>5.480</b>	<b>5.799</b>	<b>5.737</b>	<b>5.471</b>	<b>5.550</b>
Tschechische Republik	190	158	146	146	149	150
Estland	16	15	13	13	13	13
Zypern	12	12	12	12	13	13
Lettland	30	30	30	30	30	30
Litauen	48	49	49	49	49	49
Ungarn	339	343	326	301	310	310
Malta	5	6	6	6	6	6
Polen	499	518	521	545	546	548
Slowenien	23	23	23	23	23	21
Slowakei	76	78	78	78	78	78
<b>EU-25</b>	<b>6.975</b>	<b>6.712</b>	<b>7.003</b>	<b>6.940</b>	<b>6.688</b>	<b>6.768</b>
Bulgarien	93	93	97	98	100	102
Rumänien	355	363	369	366	366	366
<b>EU-27</b>	<b>7.423</b>	<b>7.168</b>	<b>7.469</b>	<b>7.404</b>	<b>7.154</b>	<b>7.236</b>

**Anmerkungen:** Teilweise vorläufig bzw. geschätzt. Durch häufige Veränderungen der nationalen Berechnungsfaktoren eingeschränkte Vergleichbarkeit innerhalb der Zeitreihen. Bei EU-Ländern z. T. erhebliche Unterschiede zwischen nationalen Angaben und EUROSTAT.

**Quelle:** ZMP nach EUROSTAT, FAO und nationalen Statistiken.

Im Gebiet der „alten“ EU 15 ist im längerfristigen Vergleich lediglich für Spanien eine klar steigende Produktionsentwicklung zu erkennen. Ansonsten zeigen die Tendenzen rückläufige bis allenfalls stabile Produktionsdaten.

Durch die 2004 erfolgte Osterweiterung auf 25 Staaten hat sich die EU-Eierproduktion um gut 20 % ausgeweitet. Insbesondere Polen spielt seither eine nicht zu unterschätzende Rolle und tritt mehr und mehr als Handelspartner – mit Schwerpunkt Export – in Erscheinung. 2007 lag der Anteil Polens an der EU-Eiererzeugung immerhin bei 8 % und könnte in den kommenden Jahren durchaus noch weiter zunehmen.

Um weitere 7 % vergrößerte sich die EU-Produktion 2007 durch die Beitritte von Bulgarien und Rumänien. Insbesondere im Falle Rumäniens ist die künftige Entwicklung im Auge zu behalten. Bereits jetzt fällt hier die Eierproduktion gemessen an der Bevölkerung überproportional groß aus.

Die Eierverbräuche der einzelnen EU-Länder weichen sehr stark voneinander ab. Auf die Darstellung im Zeitablauf wurde angesichts der nicht immer gesicherten Datenlage verzichtet. Zu beachten ist auch, dass die Angaben je nach Quelle häufig voneinander abweichen. Ungarn und Spanien kommt die Rolle der Spaltenreiter zu, auch Frankreich weist einen herausragenden Eierverbrauch aus. Der Verbrauch in Deutschland liegt um einiges unter dem EU-Durchschnitt.

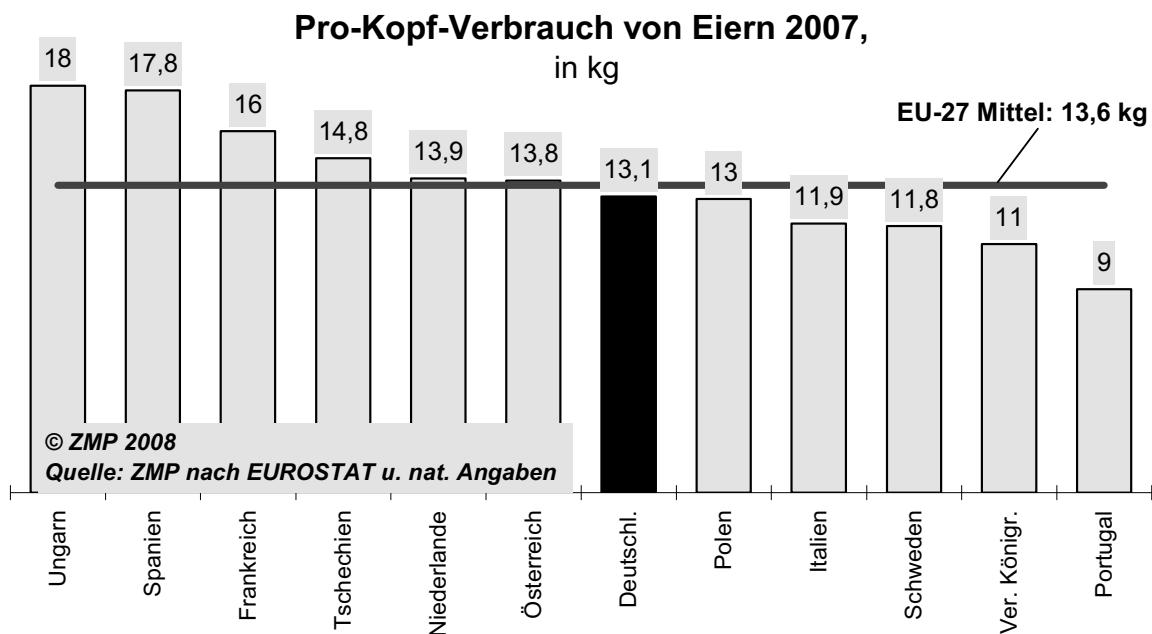


Abb. 10.2.1: Eierverbrauch je Einwohner und Jahr in verschiedenen EU-Staaten 2007

### Zwei Drittel der EU-Hennen noch in Käfighaltung

Nach den von der EU-Kommission vorgelegten 2007er-Daten hat der Anteil der alternativen Haltungsformen zwar zugenommen, der Schwerpunkt liegt aber nach wie vor bei der Käfighaltung. Die Erhebung basiert auf Meldungen aus den einzelnen Mitgliedsstaaten, wobei sich die Angaben nicht durchweg mit vorliegenden anderen nationalen Erhebungen decken, da diesen teilweise eine abweichende Systematik zu Grunde liegt.

Die meisten Hennen sind laut EU-Kommission noch in Käfigsystemen eingestallt. In der EU-25 ist die Bodenhaltung die wichtigste Alternative. 2007 lebten in dieser Haltungsform 14,6 % der registrierten Hennen. Bei der vorjährigen Zusammenstellung waren es erst 11,8 %. Die Freilandhaltung war leicht auf dem Rückzug, sie brachte es auf 7,9 % der Hennen, im Vorjahr waren es 8,5 %. Der Anteil von Hennen in Bio-Haltung stieg um 0,2 Prozentpunkte auf 2,4 %.

Die Bedeutung der alternativen Haltungsformen variiert von Land zu Land stark. Im Gebiet der EU 25 ist Österreich der Spitzenreiter der Alternativhaltung, dicht gefolgt von Schweden. Nach dem in Schweden vorgezogenen Aus für die konventionelle Käfighaltung erreicht der Anteil der ausgestalteten Käfige nicht mehr die ursprünglichen Käfiganteile. In Österreich ist insbesondere die ökologische Haltung überproportional entwickelt (8,5 %). Noch bedeutender ist die biologische Haltung in Dänemark. Dort waren 16,4 % aller registrierten Hennen Biohennen.

In Italien hat man offensichtlich sehr stark in alternative Hennenhaltungssysteme investiert. Laut der jüngsten Erhebung waren bereits 21,5 % aller Hennen nicht mehr in Käfigen eingestallt. Im Vorjahr waren es erst 12,0 % und 2005 sogar erst 4 % gewesen.

In der Tschechischen Republik, in der Slowakei, in Spanien wie auch in den baltischen Ländern konzentriert man sich allerdings weiter klar auf die Käfighaltung (über 90 %).

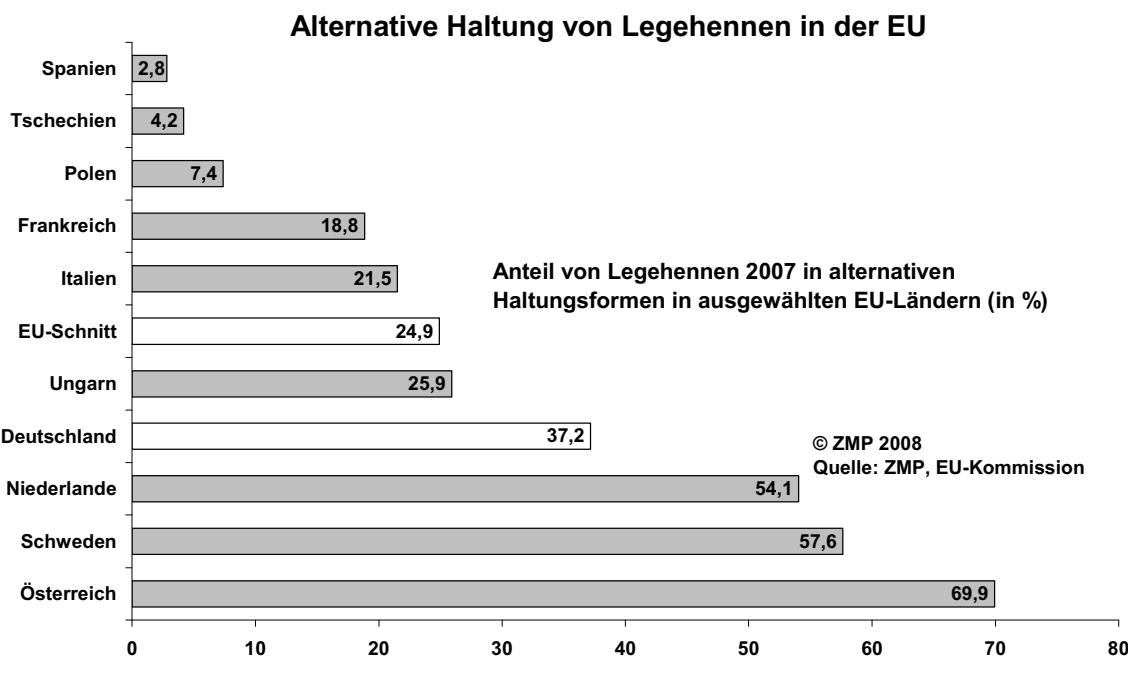


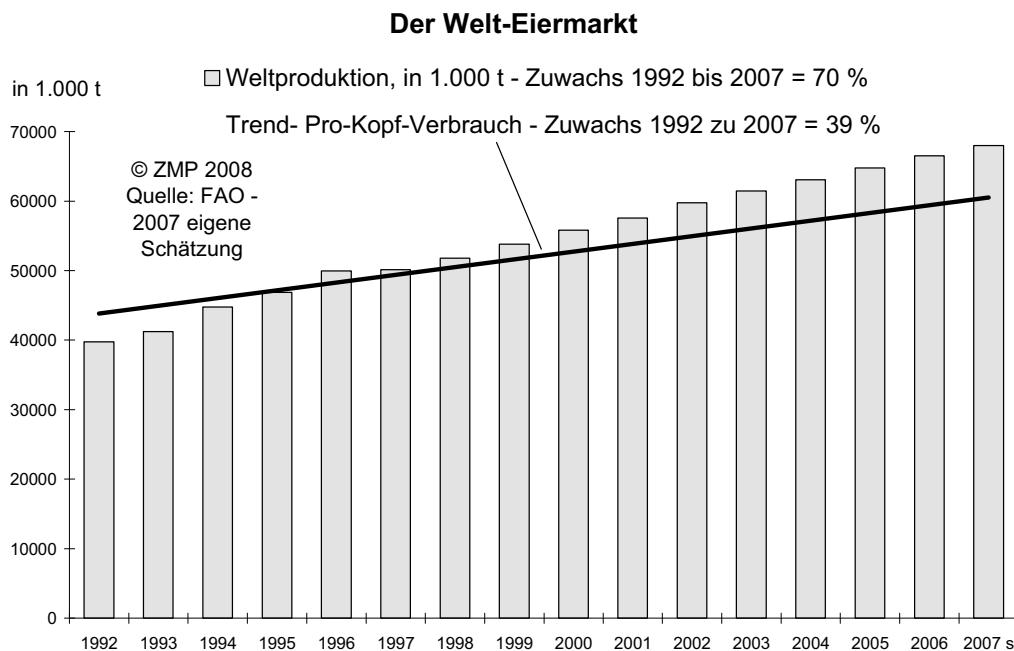
Abb. 10.2.2: Alternative Haltung von Legehennen in EU-Ländern

## Weltmarkt

Die Welt-Eierproduktion zeigt ein zwar stetiges aber doch nur allmähliches Wachstum. Seit 1992 hat sie um ca. 70 % zugelegt. Angesichts der allerdings ebenfalls stetig zunehmenden Bevölkerung hat sich die Versorgung der Menschen mit Eiern nicht im gleichen Maße verbessert. Der Pro-Kopf-Eierverbrauch konnte in diesem Zeitraum nur um ca. 39 % gesteigert werden. Er liegt jetzt bei etwa 10 kg, also deutlich unter dem EU-Schnitt von 13,6 kg. Damit blieb der Sektor Eier klar hinter der Entwicklung bei Geflügelfleisch zurück. Die Welt-Geflügelfleischproduktion wuchs im gleichen Zeitraum um rund 90 % und der Pro-Kopf-Verbrauch konnte damit um ca. 55 % verbessert werden.

Das Wachstum der Welt-Eiererzeugung war je nach Region bzw. Entwicklungsstand unterschiedlich ausgeprägt. In den nach FAO-Definition „entwickelten“ Ländern nahm die Erzeugung seit 1992 nur um 6 % zu. Hier sind sowohl die hohen Ausgangswerte zu beachten als auch der – zumindest zeitweise – Trend eher in Richtung rückläufigem Eierverzehr. Die eingangs für Deutschland erläuterten Zusammenhänge treffen auch für diese Ländergruppe sinngemäß zu. In einigen Ländern ist es zwischenzeitlich aber wieder zu einer Trendwende gekommen. So weisen beispielsweise Produktion und Verbrauch in den USA in den zurückliegenden Jahren erneut Zuwachsrate auf. Der Pro-Kopf-Verbrauch erreicht zwar auch hier nicht mehr die früheren Spitzenwerte, hat sich mit rund 15 kg aber auf einem hohen – deutlich über EU-Schnitt liegenden – Niveau eingependelt.

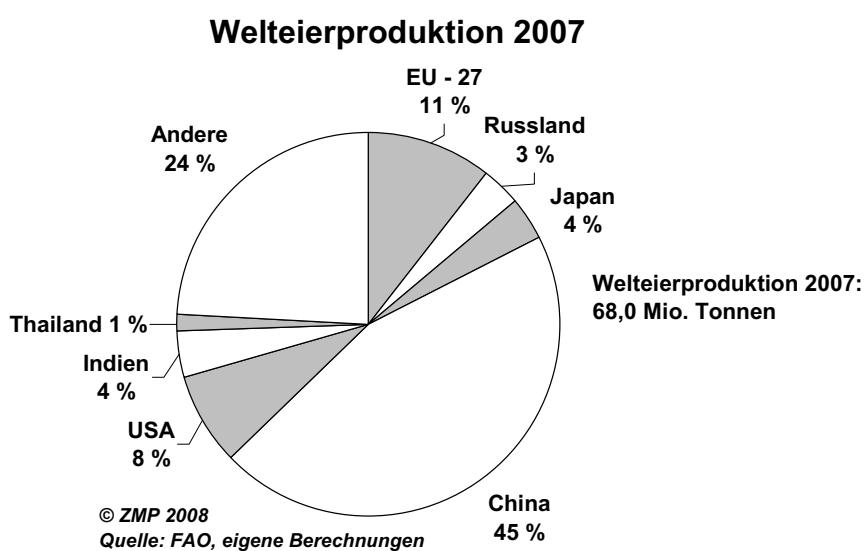
Die Eier-Erzeugung in der Gruppe der Entwicklungsländer konnte sich seit 1992 dagegen mehr als verdoppeln (+ 116 %). In diesen Ländern steht der Aspekt einer verbesserten Versorgung der Bevölkerung mit hochwertigem tierischem Eiweiß noch im Vordergrund. Vermehrte Gesundheitsrisiken durch Eierverzehr oder Tierschutzfragen sind für die Menschen dieser Länder nicht nachvollziehbare Wohlstandsdiskussionen.



**Abb. 10.2.3: Entwicklung von Welt-Eierproduktion und -verbrauch**

Afrika stellt gewissermaßen das Schlusslicht in der Welt-Eierversorgung dar. Hier wurde die Eierproduktion im genannten Zeitraum um nur 40 % gesteigert. Gemessen am Bevölkerungswachstum hat sich die Versorgungslage auf diesem Kontinent somit eher noch verschlechtert.

Den Produktionsrekord hält China mit einem Zuwachs der Eierproduktion seit 1992 um 185 %. Damit entfällt mit gut 45 % der Löwenanteil der Welt-Eierproduktion auf dieses Land. Das Produktionswachstum fließt dabei bislang noch voll in eine bessere Versorgung der eigenen Bevölkerung. Aus den vorliegenden Daten errechnet sich ein Pro Kopf-Verbrauch von herausragenden 20 kg. Als Exporteur ist China bislang kaum in Erscheinung getreten.



**Abb. 10.2.4: Aufteilung der weltweiten Eierproduktion 2007 nach Ländern**

Die Welt-Eierproduktion dürfte ihr bisher kontinuierliches Wachstum von jährlich gut 2 % auch künftig fortsetzen. Damit bleibt die Eiererzeugung zwar hinter den Steigerungsraten bei Geflügelfleisch zurück, trägt aber dem vor allem in den sich entwickelnden Ländern stark steigenden Bedarf Rechnung.

Der Eierwirtschaft wird zur Versorgung der Weltbevölkerung mit hochwertigem tierischem Eiweiß mittel- und längerfristig eine sogar noch wachsende Bedeutung zukommen. Angesichts der zunehmenden Konkurrenz um die Futterrohstoffe ist verstärktes Augenmerk auf die günstigsten Veredelungskoeffizienten zu legen. Mit einem Futteraufwand von wenig mehr als 2 kg zur Erzeugung von 1 Kilogramm Ei, schneidet lediglich Geflügelfleisch in dieser Hinsicht noch günstiger ab.

### **Weiterführende Literatur**

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Bonn

Dialego-Studie: „Bioeier - Freiland eier – Käfigeier“ 2008, Dialego AG Market Research Online, Aachen  
Europäische Kommission

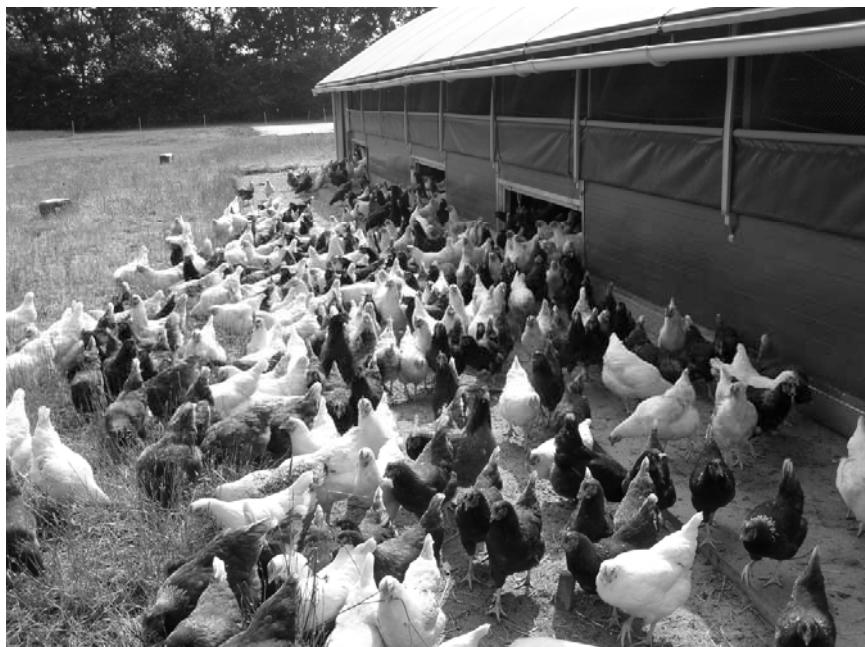
FAO Datenbanken (<http://www.fao.org/corp/statistics/en/>)

Gesellschaft für Konsumforschung (GfK)

Statistisches Amt der europäischen Gemeinschaften (EUROSTAT), Luxemburg

Statistisches Bundesamt Deutschland (Destatis)

ZMP-Marktanalysen Eier und Geflügel, versch. Jahrgänge



(Quelle: LWK Niedersachsen)

## 11 Futtermitteltabelle (A. Berk)

### Erklärung der Tabelle:

Die Futtermitteltabelle hat 15 Spalten. In der Spalte 1 ist der Name des Futtermittels aufgeführt und gegebenenfalls näher beschrieben. In den Spalten 2 bis 8 sind die Rohnährstoffe plus Stärke und Zucker aufgeführt, wobei aus Platzgründen auf die Organische Masse (OM) und die N-freien Extraktstoffe (NfE) verzichtet wurde, da diese errechnet werden können (siehe Abschnitt 5.). In den Spalten 9 bis 12 sind die 4 erstlimitierenden Aminosäuren aufgeführt. Die Spalten 13 und 14 beinhalten die Gehalte für Calcium (Ca) und Phosphor (P) und die Spalte 15 den Gehalt an Umsetzbarer Energie (AME<sub>n</sub>).

Alle Angaben in den Spalten 3 bis 15 beziehen sich auf g/kg Trockenmasse bzw. im Fall der Umsetzbaren Energie (AME<sub>n</sub>) auf MJ/ kg Trockenmasse.

### Erklärung der Abkürzungen:

T = Trockenmasse	Lys = Lysin
XA = Rohasche	Met = Methionin
XP = Rohprotein	Thr = Threonin
XL = Rohfett	Try = Tryptophan
S = Stärke	Ca = Calcium
Z = Zucker	P = Phosphor
AME <sub>n</sub> = Umsetzbare Energie (Geflügel)	n.v. = nicht verfügbar

Futtermittel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	T	XA	XP	XL	XF	S	Z	Lys	Met	Thr	Try	Ca	P	AME <sub>h</sub>	
<b>Ackerbohne, Samen</b>	880	39	299	16	90	411	40	18,8	2,2	10,7	2,7	1,2	4,8	11,61	
<b>Baumwollsaaatextraktionschrot aus geschälter Saat</b>	900	68	496	19	96	0	58	18,1	6,7	14,3	5,9	3,6	9,0	8,84	
<b>Baumwollsaaatexpeller</b>	900	72	501	116	86	0	40	20,0	6,1	16,5	7,1	3,6	9,0	12,53	
<b>Biertreber</b>	900	48	264	86	169	39	10	8,8	5,5	9,1	3,1	3,4	6,1	10,38	
<b>Dinkel, Körner</b>	880	50	126	25	111	662	31	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	14,92	
<b>Erbse, Samen</b>	880	37	259	15	68	475	66	17,6	2,3	9,3	2,3	1,0	4,7	12,64	
<b>Erbsenfuttermehl</b>	900	38	237	28	79	497	63	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	12,25	
<b>Erdnussextraktionschrot</b>	880	65	568	14	57	96	117	16,6	5,3	13,5	5,1	1,6	6,7	10,81	
<b>Fischmehl, über 70% Protein, aus enthüllter Saat</b>	910	177	721	57	8	0	0	54,0	20,1	30,5	7,9	42,7	27,2	15,06	
<b>Fischmehl, über 70% Protein, 3-8% Fett</b>															
<b>Fischmehl</b>	900	216	675	68	10	0	0	47,9	17,8	26,6	6,5	76,5	36,9	13,57	
<b>Gerste (Sommer), Körner</b>	880	28	120	23	53	602	25	4,3	2,3	4,0	1,5	0,7	3,9	12,75	
<b>Gerste (Winter), Körner</b>	880	27	125	27	57	600	26	4,5	2,7	4,2	1,6	0,7	3,9	13,16	
<b>Gerstenkleie</b>	890	54	126	39	150	338	73	4,9	2,5	4,9	1,8	1,6	4,5	10,36	
<b>Grünmehl, Gras</b>	900	114	185	42	229	0	86	8,3	2,9	7,7	2,6	8,3	4,2	5,81	
<b>Grünmehl, Luzerne</b>	900	122	200	31	261	0	43	10,0	3,0	9,2	3,3	17,1	2,9	6,72	
<b>Hafer, Körner</b>	880	33	123	52	113	447	16	5,0	1,9	4,2	1,2	1,2	3,6	11,61	
<b>Hafer, Körner, entspelzt</b>	900	23	150	66	24	687	17	5,9	2,4	4,9	1,9	1,1	4,9	15,49	
<b>Haferflocken</b>	910	21	139	72	22	629	18	5,7	1,7	4,7	1,6	0,9	4,4	16,85	
<b>Hefe, Bierhefe, getrocknet</b>	900	81	521	22	24	0	19	33,9	7,1	25,0	6,8	2,9	16,4	12,98	

Futtermittel	T	XA	XP	XL	XF	S	Z	Lys	Met	Thr	Try	Ca	P	AME n
<b>Kartoffeleiweiß, getrocknet</b>	910	32	840	20	8	0	6	66,4	18,7	47,9	10,9	0,4	2,9	16,65
<b>Kartoffelpüple, getrocknet</b>	880	36	69	6	189	423	2	4,5	1,0	2,6	0,4	2,7	1,1	12,29
<b>Kokosextraktionschrot</b>	900	75	237	28	161	0	119	6,2	3,0	7,4	1,9	1,6	6,6	7,17
<b>Kokosexpeller, 5-8% Fett</b>	900	69	230	68	152	0	103	6,0	2,9	7,1	1,8	1,6	6,3	8,54
<b>Küchenabfälle</b>	212	85	174	172	49	276	98	11,6	2,9	7,8	2,2	10,8	4,6	
<b>Lein, Samen</b>	880	49	248	365	72	0	37	9,2	4,6	9,2	4,0	3,2	6,2	20,72
<b>Linextraktionsschrot</b>	890	66	384	26	103	0	54	14,2	6,1	14,2	6,2	4,0	9,7	9,45
<b>Leinexpeller, 4-8% Fett</b>	900	64	375	62	110	0	43	13,8	5,9	13,8	6,0	4,1	9,0	10,36
<b>Lupine, blau, süß, Samen</b>	880	38	349	55	159	96	54	16,6	2,5	11,7	3,0	2,0	3,1	9,78
<b>Lupine, weiß, süß, Samen</b>	880	41	376	88	136	127	71	17,5	2,6	13,4	3,0	2,0	4,5	8,24
<b>Mais, Körner</b>	880	17	106	46	26	695	19	3,1	1,8	3,8	0,7	0,4	3,2	15,55
<b>Maisfuttermehl</b>	890	30	118	74	60	420	42	4,8	2,1	4,7	1,2	0,4	5,6	12,69
<b>Maiskleber</b>	900	21	705	51	13	146	8	12,0	16,9	24,1	3,6	0,7	5,6	16,63
<b>Maiskleberfutter, über 30% Protein</b>	900	40	417	45	51	232	34	7,8	5,2	9,0	1,5	1,2	9,1	12,07
<b>Malzkeime</b>	920	70	296	11	145	54	136	14,3	4,0	10,7	2,7	2,9	7,8	11,84
<b>Maniokmehl/-schnitzel</b>	880	37	26	6	32	756	30	1,0	0,3	0,8	0,3	1,4	1,0	13,55
<b>Melasse (Zuckerübern.), zuckerreich</b>	770	103	136	3	0	0	629	0,8	0,4	1,0	0,5	2,2	0,3	3,14
<b>Melasseschnitzel, 16-23% Zucker</b>	910	80	125	9	159	0	200	6,3	0,2	4,5	1,0	11,0	0,8	12,41
<b>Milch, Vollmilchpulver</b>	960	63	270	258	0	0	365	19,1	6,4	11,4	4,1	14,0	10,8	18,35
<b>Milch, Magermilchpulver</b>	960	83	365	5	0	0	481	28,5	8,9	16,4	4,7	13,5	10,5	13,08
<b>Milch, Süßmolkepulver</b>	960	85	132	11	0	0	742	10,0	2,0	7,0	2,0	6,9	6,9	9,02

Futtermittel	T	XA	XP	XL	XF	S	Z	Lys	Met	Thr	Try	Ca	P	AME n
<b>Milch, Molkepulver, teilentzuckert</b>	960	238	239	13	0	0	377	15,5	3,0	11,9	3,0	38,9	15,4	<b>9,20</b>
<b>Obsttrester (Apfel), getrocknet</b>	920	53	57	44	223	0	204	n.v.	n.v.	n.v.	7,9	2,7	<b>5,90</b>	
<b>Palmkerneextraktionschrot</b>	890	43	187	21	199	0	34	4,5	3,0	4,8	1,2	2,9	7,2	<b>5,46</b>
<b>Palmkerneexpeller, 4-9% Fett</b>	910	46	207	73	168	0	30	7,0	3,3	6,5	2,0	2,4	6,5	<b>7,74</b>
<b>Pflanzenöl, Rapsööl</b>	999	1	0	999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>35,25</b>
<b>Pflanzenöl, Sojaööl</b>	999	1	0	999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>37,08</b>
<b>Raps, Samen, „00“-Typ</b>	880	44	229	445	79	0	52	13,0	4,3	9,8	3,1	3,0	7,6	<b>22,06</b>
<b>Rapsextraktionschrot</b>	890	82	394	23	140	0	92	22,2	7,8	17,6	5,2	7,4	13,1	<b>7,16</b>
<b>Rapsexpeller, über 8% Fett</b>	910	80	367	87	126	0	115	19,7	6,9	15,6	4,9	6,3	10,0	<b>8,08</b>
<b>Reis, Körner, geschält</b>	880	14	91	19	8	819	47	3,1	2,5	3,0	1,1	0,2	1,2	<b>12,80</b>
<b>Reisfuttermehl, gelb</b>	900	115	147	180	104	241	45	6,4	3,0	5,3	1,6	0,8	5,6	<b>11,84</b>
<b>Roggen, Körner</b>	880	22	113	18	28	646	63	4,3	1,7	3,8	1,1	0,6	3,5	<b>12,98</b>
<b>Roggenkleie</b>	880	60	163	36	83	130	103	6,8	2,3	6,2	2,0	1,7	11,1	
<b>Schlempe (Kartoffeln), getrocknet</b>	900	138	278	16	104	71	13	18,3	2,3	14,9	1,4	1,6	7,6	
<b>Schlempe (Bioethanolherstellung), getrocknet</b>	940	59	368	67	75	40	20	7,7	6,6	11,1	3,5	1,3	8,9	
<b>Sesam, Samen</b>	880	41	223	550	34	0	n.v.	7,9	7,0	10,7	4,2	n.v.	n.v.	
<b>Sesamextraktionschrot</b>	910	110	467	19	73	0	24	11,9	11,9	17,1	7,1	20,0	12,5	<b>9,56</b>
<b>Sesamexpeller</b>	920	125	431	110	75	0	16	11,6	11,4	16,7	7,0	19,5	11,3	<b>9,91</b>
<b>Sojabohne, Samen, dampferhitzt</b>	880	53	404	201	60	54	77	24,7	5,5	15,9	5,6	2,8	6,4	<b>16,97</b>
<b>Sojaextraktionschrot, aus geschälter Saat</b>	890	67	552	13	39	72	115	34,0	7,3	21,3	7,1	3,1	8,0	<b>11,73</b>
<b>Sojaextraktionschrot, aus ungeschälter Saat</b>	880	67	513	14	65	73	105	31,6	6,7	19,9	6,6	3,4	7,3	<b>11,05</b>

Futtermittel	T	XA	XP	XL	XF	S	Z	Lys	Met	Thr	Try	Ca	P	AME n
<b>Sojaexpeller</b>	909	63	463	98	58	n.v.	28,6	6,1	18,4	n.v.	3,2	7,3	13,0	1
<b>Sojaprotein-Konzentrat</b>	920	64	663	19	47	50	14	44,5	9,2	27,8	9,2	2,5	8,0	11,7
<b>Sonnenblume, Samen</b>	880	34	192	359	244	0	—	7,6	4,3	7,4	2,8	2,8	3,8	17,5
<b>Sonnenblumenextraktionschrot, aus entschälter Saat</b>	900	70	383	25	222	0	79	13,3	8,4	14,0	4,6	4,0	10,7	7,32
<b>Sonnenblumenexpeller, aus geschälter Saat, &gt;8% Fett</b>	910	79	474	118	118	0	58	13,6	7,6	14,4	4,7	3,4	10,3	9,81
<b>Triticale, Körner</b>	880	23	146	18	30	667	40	4,8	2,0	4,5	1,4	0,5	4,3	14,7
<b>Trockenschnitzel</b>	900	56	100	9	206	0	67	4,4	1,5	3,6	0,8	7,6	1,0	6,26
<b>Vinasse, aus Zuckerrüben, entkalkiert</b>	680	344	315	11	0	n.v.	2,2	1,4	2,3	n.v.	8,0	1,0	4,52	
<b>Weizen, Körner, Sommer</b>	880	21	157	23	25	640	31	4,3	2,2	4,5	1,7	0,5	3,8	14,3
<b>Weizen, Körner, Winter</b>	880	19	138	20	29	675	32	3,9	1,9	4,0	1,5	0,5	3,8	15,2
<b>Wezenkleber</b>	910	12	842	17	5	78	4	13,0	12,7	20,8	8,0	0,9	2,5	14,0
<b>Wezenkleie</b>	880	65	160	43	134	156	65	6,6	2,6	5,4	2,4	1,5	13,4	8,08
<b>Weizennachmehl</b>	880	38	193	51	33	519	50	7,5	2,9	6,2	2,3	0,8	5,7	16,0
<b>Wicke, Samen</b>	880	71	291	16	64	327	42	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.		
<b>Zitrusrest, getrocknet</b>	900	64	72	35	136	0	257	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	5,87
<b>Zuckerrübenschnitzel, (Vollschnitzel)</b>	900	54	59	7	71	0	664	4,3	0,9	3,9	1,0	6,8	1,0	





**Lieferbare Sonderhefte / Special issues available**

287	Maria del Carmen Rivas (2005) <b>Interactions between soil uranium contamination and fertilazation with N, P and S on the uranium content and uptake of corn, sunflower and beans, and soil microbiological parameters</b>	8,00 €
288	Alexandra Izosimova (2005) <b>Modelling the interaction between Calcium and Nickel in the soil-plant system</b>	8,00 €
290	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2005) <b>Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2005</b>	9,00 €
292	Franz-Josef Bockisch und Elisabeth Leicht-Eckardt (Hrsg.) (2006) <b>Nachhaltige Herstellung und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse</b>	15,00 €
293	Judith Zucker (2006) <b>Analyse der Leistungsfähigkeit und des Nutzens von Evaluationen der Politik zur Entwicklung ländlicher Räume in Deutschland und Großbritannien am Beispiel der einzelbetrieblichen Investitionsförderung</b>	12,00 €
294	Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2006) <b>Möglichkeiten der Dekontamination von "Unerwünschten Stoffen nach Anlage 5 der Futtermittelverordnung (2006)"</b>	15,00 €
295	Hiltrud Nieberg und Heike Kuhnert (2006) <b>Förderung des ökologischen Landbaus in Deutschland – Stand, Entwicklung und internationale Perspektive</b>	14,00 €
296	Wilfried Brade und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2006) <b>Schweinezucht und Schweinefleischerzeugung – Empfehlungen für die Praxis</b>	12,00 €
297	Hazem Abdelnaby (2006) <b>Investigations on possibilities to improve the antiphytopathogenic potential of soils against the cyst nematode <i>Heterodera schachtii</i> and the citrus nematode <i>Tylenchulus semipenetrans</i></b>	8,00 €
298	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2006) <b>Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2006</b>	9,00 €
299	Franz-Josef Bockisch und Klaus-Dieter Vorlop (Hrsg.) (2006) <b>Aktuelles zur Milcherzeugung</b>	8,00 €
300	<b>Analyse politischer Handlungsoptionen für den Milchmarkt (2006)</b>	12,00 €
301	Hartmut Ramm (2006) <b>Einfluß bodenchemischer Standortfaktoren auf Wachstum und pharmazeutische Qualität von Eichenmisteln (<i>Viscum album</i> auf <i>Quercus robur</i> und <i>petraea</i>)</b>	11,00 €
302	Ute Knierim, Lars Schrader und Andreas Steiger (Hrsg.) (2006) <b>Alternative Legehennenhaltung in der Praxis: Erfahrungen, Probleme, Lösungsansätze</b>	12,00 €
303	Claus Mayer, Tanja Thio, Heike Schulze Westerath, Pete Ossent, Lorenz Gygax, Beat Wechsler und Katharina Friedli (2007) <b>Vergleich von Betonspaltenböden, gummimodifizierten Spaltenböden und Buchten mit Einstreu in der Bullenmast unter dem Gesichtspunkt der Tiergerechtigkeit</b>	8,00 €
304	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2007) <b>Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2007 for 2005</b>	16,00 €
[304]	<b>Introduction, Methods and Data (GAS-EM)</b>	
[304A]	<b>Tables</b>	
	<b>Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2007 für 2005</b>	
[304]	<b>Einführung, Methoden und Daten (GAS-EM)</b>	
[304A]	<b>Tabellen</b>	

305	Joachim Brunotte (2007) <b>Konservierende Bedenbearbeitung als Beitrag zur Minderung von Bodenschadverdichtungen, Bodenerosion, Run off und Mykotoxinbildung im Getreide</b>	14,00 €
306	Uwe Petersen, Sabine Kruse, Sven Dänicke und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2007) <b>Meilensteine für die Futtermittelsicherheit</b>	10,00 €
307	Bernhard Osterburg und Tania Runge (Hrsg.) (2007) <b>Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in Gewässer – eine wasserschutzorientierte Landwirtschaft zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie</b>	15,00 €
308	Torsten Hinz und Karin Tamoschat-Depolt (eds.) (2007) <b>Particulate Matter in and from Agriculture</b>	12,00 €
309	Hans Marten Paulsen und Martin Schochow (Hrsg.) (2007) <b>Anbau von Mischkulturen mit Ölpflanzen zur Verbesserung der Flächenproduktivität im ökologischen Landbau – Nährstoffaufnahme, Unkrautunterdrückung, Schaderregerbefall und Produktqualitäten</b>	9,00 €
310	Hans-Joachim Weigel und Stefan Schrader (Hrsg.) (2007) <b>Forschungsarbeiten zum Thema Biodiversität aus den Forschungseinrichtungen des BMELV</b>	13,00 €
311	Mamdhoo Sattouf (2007) <b>Identifying the Origin of Rock Phosphates and Phosphorus Fertilisers Using Isotope Ratio Techniques and Heavy Metal Patterns</b>	12,00 €
312	Fahmia Aljumli (2007) <b>Classification of oilseed rape visiting insects in relation to the sulphur supply</b>	15,00 €
313	Wilfried Bräde und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2007) <b>Rinderzucht und Rindfleischerzeugung – Empfehlungen für die Praxis</b>	10,00 €
314	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2007) <b>Ressortforschung für den Ökologischen Landbau, Schwerpunkt: Pflanze</b>	12,00 €
315	Andreas Tietz (Hrsg.) (2007) <b>Ländliche Entwicklungsprogramme 2007 bis 2013 in Deutschland im Vergleich – Finanzen, Schwerpunkte, Maßnahmen</b>	12,00 €
316	Michaela Schaller und Hans-Joachim Weigel (2007) <b>Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung</b>	16,00 €
317	Jan-Gerd Krentler (2008) <b>Vermeidung von Boden- und Grundwasserbelastungen beim Bau von Güllelagern Prevention of soil and groundwater contamination from animal waste storage facilities</b>	12,00 €
318	Yelto Zimmer, Stefan Berenz, Helmut Döhler, Folkhard Isermeyer, Ludwig Leible, Norbert Schmitz, Jörg Schweinle, Thore Toews, Ulrich Tuch, Armin Vetter, Thomas de Witte (2008) <b>Klima- und energiepolitische Analyse ausgewählter Bioenergie-Linien</b>	14,00 €
319	Ludger Grünhage und Hans-Dieter Haenel (2008) <b>Detailed documentation of the PLATIN (PLant-ATmosphere Interaction) model</b>	10,00 €
320	Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Hrsg.) (2008) <b>Praxis trifft Forschung — Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2008</b>	14,00 €
321	Bernd Degen (Editor) (2008) <b>Proceedings of the international workshop “Fingerprinting methods for the identification of timber origins”, Bonn, October 8-9 2007</b>	18,00 €
322	Wilfried Bräde, Gerhard Flachowsky, Lars Schrader (Hrsg) (2008) <b>Legehuhnzucht und Eiererzeugung - Empfehlungen für die Praxis</b>	12,00 €





**Landbauforschung**  
*vTI Agriculture and  
Forestry Research*

**Sonderheft 322**  
*Special Issue*

**Preis / Price 12 €**

