



## **Einsatz von gekeimtem Getreide in der Geflügelfütterung**

### **Erstellt von:**

Universität Kassel

Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung

Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen

Tel.: +49 5542 9816-47, Fax: +49 5542 9816-46

E-Mail: [Knierim@wiz.uni-kassel.de](mailto:Knierim@wiz.uni-kassel.de)

Internet: <http://www.uni-kassel.de/fb11cms/fnt/?c=1>

Gefördert vom Bundesministerium für  
Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft  
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

Dieses Dokument ist über <http://forschung.oekolandbau.de> verfügbar.



Dieses Dokument ist in der Wissenschaftsplattform des Zentralen Internetportals "Ökologischer Landbau" archiviert und kann unter <http://www.orgprints.org/6379> heruntergeladen werden.

**U N I K A S S E L  
V E R S I T Ä T**

## **Schlußbericht**

### **Einsatz von gekeimtem Getreide in der Geflügelfütterung**

#### **Forschungsprojekt Nr. 02OE663**

#### **Fütterungsversuch mit Küken, Junghennen und Legehennen**

Projektleitung: Prof. Dr. D. W. Fölsch, Prof. Dr. U. Knierim

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. M.Sc. M. Staack

Universität Kassel - Ökologische Agrarwissenschaften  
Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung  
D-37213 Witzenhausen

Kooperationspartner: Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz, Tierzuchtzentrum Neu-Ulrichstein,  
D-35315 Homberg (Ohm)

Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen,  
Institut f. Stressphysiologie und Rohstoffqualität,  
D-18190 Groß Lüsewitz

Laufzeit des Projektes: 01.10.2002 bis 29.02.2004

Witzenhausen, September 2004

## **Zusammenfassung / Kurzfassung**

Ab August 2005 muss die Bio-Geflügelfütterung laut EU-Bio-Verordnung (1804/1999/EG) zu 100 % mit ökologisch erzeugten Komponenten erfolgen. Für die Rationsgestaltung fallen hochwertige, konventionell erzeugte Eiweißträger weg. Es wurde geprüft, inwieweit gekeimter Weizen in 100 % Bio-Rationen zur Proteinversorgung von Küken, Jung- und Legehennen beitragen kann und ob diese Rationen bedarfsgerecht sind.

In zehn Bodenhaltungs-Stallabteilen ohne Außenauslauf wurden jeweils 19 Hennen und ein Hahn zweier Herkünfte (Lohmann Tradition –LT-, ISA Brown) vom Schlupf bis zur 40. Lebenswoche (LW) bei einer Besatzdichte von 5 Tieren/qm (ab der 5. LW) gehalten. Acht Versuchsgruppen wurden kombiniert mit 100 % Bio-Ergänzer und Weizenkeimen (4 Gruppen) oder -körnern (4 Gruppen) gefüttert, zwei Kontrollgruppen mit Alleinfutter mit bis zu 15 % konventionellen Komponenten.

Die 48-stündige Keimung des Weizens führte zu keinen Änderungen in den Gehalten der Rohnährstoffe, außer Stärke und Zucker, und damit auch zu keiner Verbesserung der Proteinversorgung der Tiere. Einige Vitamingehalte (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, K, C) und der Gehalt der essentiellen Linolensäure stiegen an.

Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Futtergruppen (Keim-, Körner und Alleinfütterung) und Herkünften in der Legeleistung, verschiedenen Eiquantitätsparametern und im Gefiederzustand, außer einer Tendenz zu höheren Eigewichten in der Keimfütterungsgruppe und höheren Lebendgewichten der LT-Hennen in der 14. und 21. LW.

Unter den gegebenen Bedingungen gewährleistete die 100 % Bio-Fütterung einen sehr guten Gesundheits- und Gefiederzustand der Tiere bei zufrieden stellenden Leistungen. Biophotonmessungen ergaben signifikant höhere Dotter-Lumineszenz-Werte als bei zugekauften Eiern aus konventioneller Boden- und Käfighaltung. Lediglich die nochmals höheren Werte bei den Eiern der Kontrollgruppe deuteten möglicherweise darauf hin, dass die 100 % Bio-Fütterung weniger bedarfsgerecht war als die Fütterung mit Alleinfutter. Zudem bestanden beim 100 % Bio-Ergänzer ein hoher Futtermittelverbrauch und eine höhere Futtermittelvergeudung. Weitere Untersuchung zur Bestimmung des Nährstoffbedarfs von Jung- und Legehennen unter ökologischen Haltungsbedingungen sowie zur Entwicklung bedarfsgerechter ökologischer Futtermittelrationen sind notwendig.

## Summary

EU-regulation 1804/1999/EG requires organic poultry feed rations to consist of 100 % organic components from August 2005 onwards. Conventionally produced components rich in protein can no longer be used. It was examined whether germinated wheat can contribute to the protein supply of organic chicks, pullets and laying hens and whether the 100 % organic rations fulfill the birds' nutrient requirements.

In each one of ten deep litter compartments without access to the outside, 19 hens and 1 cockerel (Lohmann Tradition and ISA Brown) were kept from hatching to the 40<sup>th</sup> week of life. Eight experimental groups were fed with either wheat sprouts (4 groups) or wheat grains (4 groups) and a supplementary feed consisting of 100 % organically produced components. Two control groups received an all mash feed containing up to 15 % of conventionally produced components.

No changes in nutrient content, except for starch and sugar, were found in wheat after 48 hours of germination and, therefore, protein supply of the animals did not improve. The contents of vitamins (B1, B2, K, C) and linolenic acid content increased during germination.

No significant differences between feeding groups ('sprouts', 'grain' or 'all mash feed') and hybrid lines could be detected regarding egg yield, different measures of egg quality and plumage condition. There was only a tendency of higher egg weights in 'sprouts' hens and a higher live weight of Lohmann Tradition hens in the 14<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> week of life.

Under the given husbandry conditions, the 100 % organic rations ensured excellent bird health and plumage condition as well as satisfactory production results. A biophoton analysis showed significantly higher yolk luminescence values than for purchased eggs from conventional deep litter and battery cage systems. Only even higher values in the control hens, might suggest that the 100 % organic rations did meet the bird's nutrient requirements to a lesser degree than the all mash feed. Moreover the experimental groups had a higher feed consumption and wasted more food. Further investigations to determine the nutrient requirements of pullets and laying hens under organic husbandry conditions and to develop appropriate organic feeding strategies are important.

# Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Ziele und Aufgabenstellung des Projektes	1
1.1	Planung und Ablauf des Projektes	1
1.2	Wissenschaftlicher und technischer Stand vor Versuchsbeginn	3
1.2.1	Energie- und Nährstoffbedarf von Legehennen	3
1.2.2	Rohproteinversorgung der Legehennen im ökologischen Landbau	7
1.2.3	100 Prozent Bio-Fütterung	7
1.2.4	Veränderungen im Getreidekorn während der Keimung	7
2	Tiere, Material und Methoden	9
2.1	Tiere, Brut und Schlupf	9
2.2	Haltungsbedingungen	9
2.3	Tierärztliche Betreuung und prophylaktische Maßnahmen	11
2.4	Fütterung	11
2.4.1	Futtermaterialien	11
2.4.2	Keimverfahren	12
2.4.3	Futtermischungen	13
2.5	Untersuchungsparameter	14
2.5.1	Stallklimadaten und Beleuchtungsintensität	14
2.5.2	Futteranalysen	14
2.5.3	Futterverbrauch	15
2.5.4	Futtervergeudung	15
2.5.5	Leistungserfassung	15
2.5.6	Tierbeurteilungen	15
2.5.6.1	Gefiederbonitierungen und Verletzungen	15
2.5.6.2	Gewichtsentwicklung der Tiere	16
2.5.7	Verluste	16
2.6	Statistische Auswertung	16
3	Ergebnisse und Diskussion	17
3.1	Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	17
3.1.1	Stallklimadaten und Beleuchtungsintensität	17
3.1.2	Nährstoffzusammensetzung und Futterverbrauch	17
3.1.2.1	Nährstoffzusammensetzung der Weizenkörner und -keime	17
3.1.2.2	Nährstoffzusammensetzung der Rationen	18
3.1.2.3	Futterverbrauch	19
3.1.2.4	Futtervergeudung	23
3.1.3	Leistungen	24
3.1.3.1	Legeleistung	24
3.1.3.2	Eigewichte	25
3.1.3.3	Eimasse	26
3.1.3.4	Eiqualität	27
3.1.4	Tierbeurteilungen	28

3.1.4.1	Gefiederzustand und Verletzungen	28
3.1.4.2	Gewichtsentwicklung	29
3.1.5	Verluste	30
3.2	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus	31
4	Zusammenfassung	32
5	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen	34
6	Literatur	36
	Anhang	



## 1 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Das Projekt „Einsatz von gekeimtem Getreide in der Geflügelfütterung“ wurde im Rahmen des Bundesprogrammes Ökologischer Landbau gefördert.

Laut EU-Bio-Verordnung (1804/1999/EG) dürfen derzeit in Rationen für Geflügel und Schweine noch Anteile von maximal 20 % der Futterkomponenten nicht ökologischer Herkunft sein. Ab dem 24. August 2005 sollen die Rationen aber zu 100 % aus ökologisch produzierten Futterkomponenten bestehen.

Ziel des Projektes war es, den Einsatz von gekeimtem Getreide (Weizen) im Rahmen einer Biofütterung von Küken, Jung- und Legehennen mit 100 % ökologisch produzierten Komponenten hinsichtlich der Bedarfsgerechtigkeit zu untersuchen. Dabei sollte überprüft werden, inwieweit sich die durch die Keimung hervorgerufenen quantitativen und qualitativen Veränderungen der Inhaltsstoffe im Getreidekorn nutzen lassen und wie sich der Einsatz von Keimgetreide in der Praxis umsetzen lässt, um daraus Empfehlungen für die Praxis abzuleiten.

Im Einzelnen wurden folgende Fragen untersucht:

1. Ist das für den Versuch vorgesehene Futter mit zusätzlich gekeimtem Getreide, das zu 100 % aus Komponenten ökologischer Herkunft besteht, bedarfsgerecht?
2. Ist gekeimtes Getreide geeignet, den Maiskleber- und Kartoffeleiweißanteil in den vorgesehenen Kontrollrationen mit einem Anteil von 20 % konventionell produzierten Komponenten zu ersetzen?
3. Besteht ein Einfluss der Fütterung mit Keimen auf die Entwicklung der Tiere (Gefieder, Gewicht, Gesundheit – Jung- und Adulttiere)?
4. Besteht ein Einfluss der Fütterung mit Keimen auf die Legeleistung und Eiqualität?
5. Bestehen Unterschiede zwischen einer kombinierten Fütterung mit Keimgetreide und einer kombinierten Fütterung mit Getreidekörnern hinsichtlich der Entwicklung und der Leistung der Tiere?

Für den Versuch wurden Eier von Elterntieren zweier verschiedener Legehennen-Herkünfte bebrütet. Acht Versuchsgruppen mit jeweils 19 Hennenküken und einem Hahn wurden kombiniert gefüttert. Sie erhielten einen hundertprozentigen Ökoergänzer und entweder Weizenkeimlinge oder Weizenkörner (jeweils vier Versuchsgruppen) zu einem Anteil von je nach Lebensalter 10 % bis 50 % der konzipierten Futtermenge. Zwei Kontrollgruppen erhielten eine herkömmliche ökologische Futtermischung mit bis zu 15 % konventionellen Komponenten. Anhand der zwei Kontrollgruppen sollte überprüft werden, ob generell durch die 100 % ökologische Fütterung mit hoher Körner- bzw. Keimgabe negative Effekte (z. B. Federpicken infolge von Nährstoffimbancen) auftraten.

Im Rahmen der Versuchsanstellung wurden Parameter bezüglich der Leistung und der Tierentwicklung und –gesundheit erhoben. Dazu gehörten die Erfassung des Futterverbrauches, der Legeleistung, der Eiqualität, der Lebendgewichte, der Entwicklung und Qualität des Gefieders, des Auftretens von Verletzungen (Technopathien, Federpicken, Kannibalismus) und die Erfassung der Anzahl von Abgängen und deren Ursachen.

### 1.1 Planung und Ablauf des Projektes

Die vorgesehene Projektlaufzeit von Oktober 2002 bis Dezember 2003 wurde aufgrund von Anlaufschwierigkeiten und einem dreimonatigen Projektstopp (vom 09.01.2003 bis 16.04.2003) nicht insgesamt für das Projekt genutzt. Der ursprüngliche Plan, die Hennen auf dem Versuchsbetrieb der Universität Kassel, Witzenhausen, zu halten, konnte aufgrund eingeschränkter Stallkapazitäten nicht verwirklicht werden. Erfreulicherweise war es möglich, den Versuch im Tierzuchtzentrum Neu-Ulrichstein des Hessischen Dienstleistungszentrums für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz (HDLGN) durchzuführen. Schon seit 1995

arbeiten das Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung der Universität Kassel und das Tierzuchtzentrum Neu-Ulrichstein auf dem Gebiet der artgemäßen Geflügelhaltung zusammen. Für diesen Versuch wurden vom HDLGN die Versuchsställe und das Personal zur Durchführung der Routinearbeiten zur Verfügung gestellt. Auch die Brutmaschinen im Tierzuchtzentrum Neu-Ulrichstein wurden für diesen Versuch zur Brut der Versuchs- und Kontrolltiere genutzt.

Die Bruteier wurden am 06.05.2003 in die Brutschränke eingelegt. Der Versuch wurde bis zum 29.02.2004 verlängert, so dass eine Auswertung der Daten bis zur einschließlich 40. Lebenswoche der Hennen erfolgen konnte. Der Versuch wird von Mitarbeitern des Tierzuchtzentrums Neu-Ulrichstein des HDLGN noch bis zur 61. Lebenswoche der Hennen fortgeführt.



## 1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand vor Versuchsbeginn

### 1.2.1 Energie- und Nährstoffbedarf von Legehennen

Der Bedarf einer Henne an Wasser, Energie und Nährstoffen setzt sich zusammen aus dem an die Lebendmasse gebundenen Erhaltungsbedarf, dem Bedarf für die Leistung und für den Ansatz im Tierkörper inklusive Federproteinzuwachs. Er ist abhängig von der Haltungsform, dem Genotyp und den Haltungsbedingungen.

Ob eine Legehennen ihren Nährstoffbedarf decken kann, hängt wesentlich von der Verdaulichkeit der angebotenen Futtermittel und von der Futteraufnahmekapazität der Henne ab. Der Futtermittelverzehr einer Henne wird von den Faktoren Körpergröße bzw. Kapazität der Verdauungsorgane, Leistung, Befiederung, Stalltemperatur, Lichtdauer, Energiedichte des Futters, Fütterungstechnik und Futterstruktur beeinflusst und begrenzt (DAMME und HILDEBRAND, 2002).

Herkömmliche Empfehlungen zur Nährstoffversorgung der Legehennen wurden, vor allem in Bezug auf die Haltung der Tiere, unter Versuchsbedingungen erarbeitet, die sich deutlich von den Bedingungen im ökologischen Landbau unterscheiden. Sie können daher nicht ohne weiteres als Entscheidungsmaßstab für eine Rationsgestaltung in der ökologischen Legehennenhaltung herangezogen werden; mangels geeigneterer Werte werden sie dennoch im Folgenden als Orientierungshilfe vorgestellt.

Die Zahlen zur empfohlenen **Energieversorgung** von Legehennen wurden vom Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 1999) aus den veröffentlichten experimentellen Arbeiten zur Geflügelernährung abgeleitet und sind für Hennen in Bodenhaltung in Tabelle 1 aufgeführt. Für eine 1,8 kg schwere Henne mit einer täglichen Eimasse von 60 g wird zum Beispiel ein Gesamtenergiebedarf von 1,40 MJ N-korrigierte, scheinbare, umsetzbare Energie (AME<sub>N</sub>) pro Tag angegeben.

**Tabelle 1: Gesamtenergiebedarf von Legehennen aus Bodenhaltung in Abhängigkeit von täglicher Eimasse und Lebendmasse (MJ AME<sub>N</sub>/Henne/Tag)**

Tägliche Eimasse (g)	Lebendmasse (kg)			
	1,6	1,8	2,0	2,2
45	1,19	1,26	1,32	1,39
50	1,23	1,30	1,37	1,44
55	1,28	1,35	1,42	1,49
60	1,33	1,40	1,47	1,53
65	1,38	1,45	1,52	1,58

Quelle: GfE, 1999

Der Energiegehalt des Futters und die Futteraufnahme sind eng gekoppelt. Von einem Futter mit niedrigem Energiegehalt wird mehr verzehrt als von einem Futter mit hohem Energiegehalt. Dieses Verhalten ist im Zusammenhang mit der 100 % Bio-Fütterung wichtig, da durch eine hohe Futteraufnahme die bedarfsgerechte Versorgung mit Aminosäuren erleichtert wird.

Zur **Proteinversorgung** von Hennen werden die in Tabelle 2 angegebenen Werte empfohlen (GfE, 1999). Es wird von einer idealen Zusammensetzung des Rohproteins mit essentiellen Aminosäuren ausgegangen. Die empfohlenen Rohproteinwerte liegen für eine 1,8 kg schwere Henne mit einer täglichen Eimasse von 60 g bei 19,8 g Rohprotein pro Tag.

**Tabelle 2: Rohproteinbedarf in Abhängigkeit von täglicher Eimasse und Lebendmasse (g/Henne/Tag) ohne Anteil für Lebendmassezuwachs, gültig ab der 32. Lebenswoche**

Tägliche Eimasse (g)	Lebendmasse (kg)			
	1,6	1,8	2,0	2,2
45	15,7	16,1	16,5	16,8
50	16,9	17,3	17,7	18,1
55	18,2	18,6	19,0	19,3
60	19,4	19,8	20,2	20,6
65	20,7	21,1	21,5	21,8

Quelle: GfE, 1999

Proteine sind hochmolekulare aus **Aminosäuren** aufgebaute Verbindungen. Eigentlich besteht ein Bedarf an Aminosäuren und nicht an Protein. Die Einteilung der Aminosäuren nach ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten für das Geflügel ergibt, neben den nichtessentiellen Aminosäuren, einen Bedarf für zehn essentielle Aminosäuren, die nicht durch das Huhn synthetisierbar sind, und drei Aminosäuren, die aus einer essentiellen Aminosäure gebildet werden müssen und daher leistungsbegrenzend wirken können, wenn sie nicht ausreichend mit der Nahrung zugeführt werden (Tab. 3).

**Tabelle 3: Essentielle und aus begrenzenden Substraten synthetisierbare Aminosäuren für das Geflügel**

Essentielle Aminosäuren	Synthetisierbar aus begrenzenden Substraten
Arginin Histidin Isoleucin Leucin Lysin Methionin Phenylalanin Threonin Tryptophan Valin	Hydroxylysin (aus Lysin) Cystin (aus Methionin) Tyrosin (aus Phenylalanin)

Quelle: GfE, 1999

Für die Proteinsynthese benötigt der Organismus die Aminosäuren in einem spezifischen Verhältnis zueinander. Starke Abweichungen von diesem Muster können sich negativ auf Wachstum, Verwertung, Futtermittelaufnahme und andere physiologische Parameter auswirken (KOLB & GÜRTLER, 1971; NIEß, 1978; D'MELLO, 2003). Die Leistung der Legehennen wird durch jegliche unter der Bedarfsschwelle liegende essentielle Aminosäure limitiert. Beim Geflügel ist das schwefelhaltige Methionin die erstlimitierende Aminosäure (z. B. JEROCH und DÄNICKE, 2002). Die in Tabelle 4 aufgeführten Gehalte an Lysin und Methionin im Alleinfutter werden empfohlen.

Hennen können einen begrenzten Mangel an schwefelhaltigen Aminosäuren durch eine gesteigerte Futtermittelaufnahme kompensieren (CHEE und POLIN, 1978; CALDERON und JENSEN, 1990). Allerdings begrenzt eine Futterration mit einem relativ zu hohen Energiegehalt die Futtermittelaufnahme.

**Tabelle 4: Empfohlene Lysin- und Methioningehalte im Alleinfutter für Küken, Jung- und Legehennen**

	Küken <sup>1</sup> 1. – 6. LW	Junghennen <sup>2</sup> 7. – 12. LW	Junghennen <sup>2</sup> 13. – 18. LW	Legehennen <sup>3,4</sup>
Lysin (%)	0,82	0,64	0,58	0,61
Methionin (%)	0,36	0,31	0,24	0,30

Quelle: JEROCH, H., Jahrbuch für die Gefügelwirtschaft, 2004

<sup>1</sup>Alleinfutter 11,0 MJ/kg; <sup>2</sup>Alleinfutter 10,6 MJ/kg; <sup>3</sup>Alleinfutter 11,4 MJ/kg; <sup>4</sup>für Legehennen mit 55 g Eimasseproduktion und 1,8 kg Lebendgewicht

Die essentielle Linol- und  $\alpha$ -Linolensäure müssen in der Nahrung enthalten sein, da der tierische Organismus nicht in der Lage ist, diese zu synthetisieren. Diese beiden **essentiellen Fettsäuren** dienen auch als Ausgangssubstanzen für die Synthese weiterer mehrfach ungesättigter Fettsäuren. Der Grad der Versorgung mit den beiden essentiellen Fettsäuren beeinflusst die Legeintensität, die Einzeleimasse, das Wachstum der Küken und insbesondere die Befruchtung und Schlupffähigkeit.

Für Küken, Junghennen und Legehennen wird ein Linolsäuregehalt im Futter von 10 g/kg Trockensubstanz und ein  $\alpha$ -Linolensäuregehalt von 0,6 g/kg Trockensubstanz empfohlen (GfE, 1999).

Zu den **Mengenelementen** zählen die Elemente Calcium (Ca), Natrium (Na) und Phosphor (P), die in der Fütterung der Legehennen von größerer Bedeutung sind, sowie Magnesium, Kalium, Chlor und Schwefel. Calcium ist wichtig für die Eischalenbildung und für eine gute Schalenfestigkeit. Ein Mangel an Natrium kann zu Leistungseinbrüchen führen und Federpicken auslösen. Beim Element Phosphor darf das als unverdaulich angesehene pflanzliche Phytin-P nicht berücksichtigt werden. Die empfohlenen täglichen Aufnahmemengen an den drei Elementen Calcium, Phosphor und Natrium sind in Tabelle 5 aufgeführt.

**Tabelle 5: Empfehlungen zur Versorgung von Legehennen mit Calcium, Phosphor und Natrium, g/d**

Lebendmasse (kg)	Eimasse g/d	Ca	Nicht-Phytin-P	Na
1,6	55	3,65	0,35	0,11
	65	4,25	0,37	0,13
1,8	55	3,65	0,35	0,11
	65	4,25	0,37	0,13
2,0	55	3,65	0,37	0,12
	65	4,25	0,40	0,13
2,2	55	3,70	0,39	0,12
	65	4,40	0,42	0,13

Quelle: GfE, 1999

Die **Spurenelemente** Eisen, Kupfer, Zink, Mangan, Jod und Selen sind als Zusätze im Geflügelfutter auch in der ökologischen Tierhaltung üblich. Beim Zusatz von Spurenelementen in der Futtermischung ist auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen einzelnen Elementen zu achten, da überhöhte Gehalte eines Elementes im Futter die Verwertung anderer Elemente vermin-

dern kann. In Tabelle 6 sind die Empfehlungen zur Versorgung mit Spurenelementen aufgeführt.

**Tabelle 6: Empfehlungen zur Versorgung mit Spurenelementen (mg/kg Futtertrockenmasse)**

	<b>Eisen</b>	<b>Kupfer</b>	<b>Zink</b>	<b>Mangan</b>	<b>Jod</b>	<b>Selen</b>
Küken	100	7	50	60	0,50	0,15
Junghennen	70	6	40	50	0,40	0,15
Legehennen	100	7	50	50	0,50	0,15

Quelle: GfE, 1999

Empfehlungen zur **Vitaminversorgung** beziehen sich auf den Optimalbedarf der Tiere einschließlich eines Sicherheitszuschlages.

In Tabelle 7 werden die für Küken, Jung- und Legehennen empfohlenen Mengen an **fettlöslichen Vitaminen** aufgeführt.

**Tabelle 7: Empfehlungen zur alimentären Versorgung mit fettlöslichen Vitaminen (je kg Futtertrockenmasse)**

<b>Vitamin</b>	<b>Küken</b>	<b>Junghennen</b>	<b>Legehennen</b>
Vitamin A (IE)	2.500	1.000	4.500
Vitamin D <sub>3</sub> (IE)	250	250*	450
Vitamin E** (mg)	6	6	6
Vitamin K <sub>3</sub> (mg)	0,6	0,6	0,6

\* ab 18. Lebenswoche bis Legebeginn 350 IE

\*\* plus 0,6 mg Vitamin E je g Polyenfettsäuren über den Bedarf

Quelle: GfE, 1999

Zu den **wasserlöslichen Vitaminen** gehören die B-Vitamine und das Vitamin C. Da Vitamin C in ausreichender Menge in Eigensynthese hergestellt werden kann, ist es nicht essentiell. Eine Supplementierung mit Vitamin C kann jedoch unter Stressbedingungen vorteilhaft sein (KOLB und SEEHAWER, 2001). In Tabelle 8 werden die Versorgungsempfehlungen für die B-Vitamine aufgeführt. Da es nur wenige Versuche zur Vitamin B-Versorgung von Hühnern gibt, wurden einige der angegebenen Zahlen geschätzt (GfE, 1999).

**Tabelle 8: Empfehlungen zur alimentären Versorgung mit B-Vitaminen (mg/kg Trockenmasse)**

<b>Vitamin</b>	<b>Küken</b>	<b>Junghennen</b>	<b>Legehennen</b>
Thiamin (B <sub>1</sub> )	1,9	1,7	1,7
Riboflavin (B <sub>2</sub> )	3,3	3,3	2,8
Niacin	30	22	22
Vitamin B <sub>6</sub>	3,3	2,8	2,8
Pantothensäure	9,0	9,0	5,6
Vitamin B <sub>12</sub>	0,01	0,01	0,01
Biotin (verfügbares)	0,17	0,11	0,11
Folsäure	0,55	0,55	0,55
Cholin	1.100	1.100	500

Quelle: GfE, 1999

### 1.2.2 Rohproteinversorgung der Legehennen im ökologischen Landbau

Eine haltungs- und leistungsbezogene Fütterung von Legehennen unter den Rahmenbedingungen des ökologischen Landbaus ist schwieriger als in der konventionellen Legehennenhaltung. Konventionelles Sojaextraktionsschrot, der überwiegende Proteinträger in der konventionellen Tierhaltung, und synthetisch erzeugtes DL-Methionin werden in der ökologischen Tierhaltung nicht eingesetzt.

In der ökologischen Geflügelhaltung stellen die Körnerleguminosen die Hauptproteinquelle dar. Ihr Einsatz ist jedoch durch die enthaltenen antinutritiven Substanzen begrenzt (HEINZ et al., 1991; JEROCH, 1988; JEROCH et al., 1993). Leguminosen besitzen darüber hinaus ein ungünstiges Aminosäuremuster. Sie haben einen hohen Lysin- aber einen niedrigen Methionin-gehalt. Durch den Einsatz der konventionell erzeugten Eiweißkomponenten Kartoffeleiweiß, Biertreber, Bierhefe und Maiskleber werden die Geflügelrationen zurzeit aufgewertet. Maiskleber versorgt das Huhn außerdem mit Dotterfarbstoffen.

Die limitierenden Aminosäuren, insbesondere Methionin, zwingen in der ökologischen Legehennenfütterung meistens zu einer Überversorgung mit Protein.

### 1.2.3 100 Prozent Bio-Fütterung

Nach der EG-Verordnung zum ökologischen Landbau dürfen in der Geflügelfütterung noch bis zum 24. August 2005 konventionelle Futtermittel bis zu einem Anteil von maximal 20 % in der Ration enthalten sein.

Die in der ökologischen Geflügelfütterung zurzeit eingesetzten konventionellen Futterkomponenten sind als ökologisch produzierte Ware nicht in ausreichender Menge in Deutschland verfügbar. Auch ein kompletter Ersatz durch eiweißreiche Komponenten, die als Rückstände bei der Bio-Ölgewinnung anfallen (Sonnenblumen- und Sojakuchen) ist aufgrund der geringen produzierten Menge nicht möglich (DEERBERG, 2003). Zur Umsetzung der 100 % Bio-Fütterung ist eine auf die ökologischen Belange ausgerichtete Züchtung von Nutzpflanzen und Nutztieren und der Anbau von Kulturpflanzen mit günstiger Nährstoffzusammensetzung denkbar. Auch eine Verbesserung der Verwertung pflanzlicher Futterstoffe muss in Betracht gezogen werden (DEERBERG, 2003). Diese Maßnahmen sind jedoch nur längerfristig plan- und umsetzbar. Für die Umsetzung einer erfolgreichen 100 % Bio-Fütterung unter Einsatz von möglichst regionalen Rohstoffen müssen neue, kurzfristig umsetzbare Ansätze gefunden werden.

Eine Möglichkeit ist die Anreicherung von Nährstoffen in Futtermitteln durch Keimverfahren. Bis in die sechziger Jahre wurde Keimfutter für Geflügel eingesetzt (BAUR, 1932; FANGAUF, 1951; MANTEL, 1951; NEHRING, 1972). Getreidearten, die von Hühnern nicht gerne angenommen werden, wurden durch die Keimung aufgewertet und ihr Nährwert verbessert. Mit dem Übergang zur Intensivtierhaltung und zur Mischfutterproduktion spielte das Keimgetreide jedoch keine Rolle mehr.

### 1.2.4 Veränderungen im Getreidekorn während der Keimung

Im Verlauf des Keimprozesses verändert sich der Gehalt an Nährstoffen und Vitaminen in Getreidekeimlingen (Übersicht: CHAVAN und KADAM, 1989). Literaturlauswertungen zeigen für Weizen-, Gerste-, Roggen und Haferkeimlinge, dass der Rohproteingehalt im Vergleich zum nicht gekeimten Korn steigt und der Energiegehalt sinkt, was auf einen Verlust an Kornsubstanz während der Keimung durch „Veratmung“ bzw. durch den Stärkeabbau zurückzuführen ist. Die Aminosäurezusammensetzung des Gesamtproteins verschiebt sich während der Keimung zugunsten der essentiellen Aminosäuren (LEMAR und SWANSON, 1976; JAHN-DEESBACH und SCHIPPER, 1979, 1980; ULLRICH et al., 1985; HARMUTH-HOENE et al. 1987; JAHN-DEESBACH und SCHIPPER, 1991; DANISOVÁ et al., 1994; SCHÖNE et al., 1997). Von er-

nährungsphysiologischer Bedeutung ist vor allem die Synthese von Lysin. Hinsichtlich der prozentualen Anteile der Aminosäuren im Protein bei ungekeimten Körnern und nach 84 Stunden Keimdauer reagieren die vier Getreidearten Weizen, Gerste, Roggen und Hafer in der Tendenz gleich. Das Ausmaß der Veränderungen ist aber deutlich unterschiedlich und bei Hafer am geringsten (JAHN-DEESBACH und SCHIPPER, 1980).

Die während der Keimung von Weizen neugebildeten Aminosäuren sind biologisch verfügbar. Dies wurde durch Stoffwechselfersuche an wachsenden Ratten geprüft (ULLRICH et al., 1985; HARMUTH-HOENE, 1988).

Mit der hohen Stoffwechselaktivität im Korn während der Keimung ist beim Weizen eine signifikante Vitamin C- und Vitamin B2-Synthese (Ascorbinsäure und Riboflavin) verbunden (WATZL und LEITZMANN, 1984; HARMUTH-HOENE et al., 1987; MERX, 1991; DANISOVÁ et al., 1994; SCHÖNE et al., 1997).

Auch findet während der Keimung in den Getreidearten ein Phytinsäureabbau statt (FRETZDORFF und WEIPERT, 1986; BARTNIK und SZAFRANSKA, 1987; HARMUTH-HOENE und BOGNAR, 1988; KUMAR und CHAUHAN, 1993; OLOFFS et al., 2000). Dadurch verbessert sich die Bioverfügbarkeit einiger Mineralstoffe und Spurenelemente im Futter.

Das Ausmaß der Veränderungen während der Keimung ist abhängig von der Keimdauer und der Keimtemperatur, der Getreidesorte sowie dem ernährungsphysiologischem Ausgangswert der Getreidecharge.

Untersuchungen zur Optimierung des Keimprozesses und der Keimlingsqualität in Feuchtkammern wurden in einem zeitlich parallel verlaufendem Versuch unserer Kooperationspartner von der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Stressphysiologie und Rohstoffqualität, Groß-Lüsewitz, für Weizen-, Triticale- und Roggensorten durchgeführt (FLAMME et al., 2003).

## 2. Tiere, Material und Methoden

### 2.1 Tiere, Brut und Schlupf

Für die Durchführung des Versuches wurden Eier der Legehennenherkünfte ISA Brown und Lohmann Tradition im Tierzuchtzentrum Neu-Ulrichstein in Brutmaschinen des Herstellers Grumbach bebrütet.

Die Bruteier der Herkunft ISA-Brown wurden vom Vermehrungsbetrieb Körner aus Usingen bezogen. Zum Zeitpunkt des Sammelns der Bruteier waren die Elterntiere 33 Wochen alt. Die Elterntiere der Herkunft Lohmann Tradition wurden auf dem Versuchshof der Universität Kassel in Neu-Eichenberg-Dorf gehalten. Zum Zeitpunkt des Sammelns dieser Bruteier waren die Elterntiere 63 Wochen alt. Die Bruteier wurden nach Herkunft getrennt am 06.05.2003 in zwei Brutschränke eingelegt. Der Hauptschlupf erfolgte am 27.05.2003.

Die Schlupfrate, bezogen auf die in die Brutmaschinen eingelegten Eier, lag für beide Herkünfte bei nur 55 %. Der Grund für die schlechte Schlupfrate der Herkunft Lohmann Tradition lag an einer zu niedrigen Befruchtungsrate der Eier dieser Herkunft, wahrscheinlich bedingt durch ein zu niedriges Hahn-/Hennenverhältnis (1/50) bei den Elterntieren. Die Eier der Herkunft ISA Brown hatten zwar eine hohe Befruchtungsrate, aber 38 % der Küken starben innerhalb der letzten Brutwoche ab. Die Brutbedingungen in den Brutmaschinen waren nicht optimal, da die Temperatur an den letzten vier Tagen nicht vorschriftsmäßig absank.

Alle geschlüpften, lebensfähigen Hennenküken und 20 Hahnenküken wurden am 28.05.2003 auf acht Versuchs- und zwei Kontrollgruppen verteilt, die überzähligen Hahnenküken wurden mit CO<sub>2</sub> entsprechend den Bestimmungen der Tierschutz-Schlachtverordnung getötet.

### 2.2 Haltungsbedingungen

Die Küken wurden in einem Stall mit 10 Abteilen (Tab. 9) á 4 qm Bodenfläche in Bodenhaltung aufgezogen und auch während der Legeperiode gehalten. Es fand keine Umstallung statt.

**Tabelle 9: Herkunft, Fütterung und Anzahl der Küken beiEinstellung in die einzelnen Stallabteile mit Stallübersicht**

	Abt. 1	Abt. 2	Abt. 3	Abt. 4	Abt. 5
Vorraum	2 Hähne	2 Hähne	2 Hähne	2 Hähne	2 Hähne
	19 Hennen	19 Hennen	19 Hennen	19 Hennen	26 Hennen
	Körner	Keime	Keime	Körner	Alleinfutter
	LT	ISA	LT	ISA	LT
Bedienungsgang					
	LT	ISA	LT	ISA	ISA
	Keime	Körner	Körner	Keime	Alleinfutter
	19 Hennen	19 Hennen	19 Hennen	19 Hennen	22 Hennen
	2 Hähne	2 Hähne	2 Hähne	2 Hähne	2 Hähne
	Abt. 10	Abt. 9	Abt. 8	Abt. 7	Abt. 6

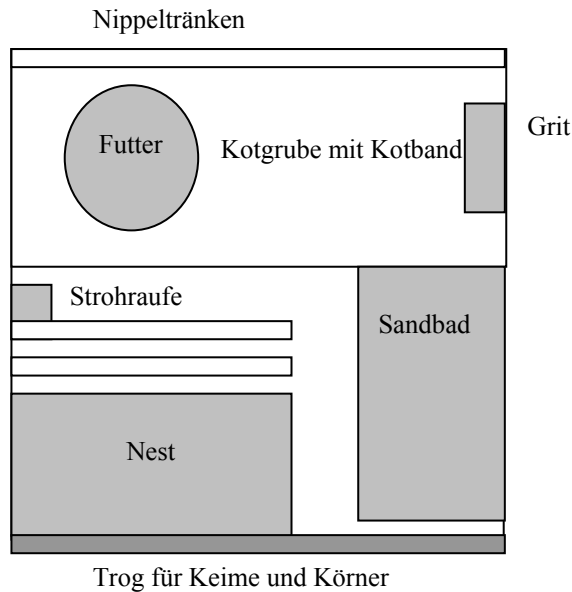
Herkunft: LT= Lohmann Tradition  
ISA = ISA Brown

Fütterung: Körner = Kombinierte Fütterung mit Weizenkörnern und Ergänzer  
Keime = Kombinierte Fütterung mit Weizenkeimen und Ergänzer  
Alleinfutter = Kontrollgruppe, die nur Alleinfutter erhält.



In der fünften Lebenswoche der Küken wurden die überzähligen Hennenküken aus den Abteilen 5 und 6 entfernt, so dass die Hennenkükenzahl in allen Abteilen gleichmäßig bei 19 lag. Ab der 16. Lebenswoche wurde in jedem Abteil nur noch ein Hahn gehalten. Die Besatzdichte lag ab der fünften Lebenswoche der Küken bis zum Projektende bei fünf Tieren pro qm Stallfläche.

**Abb. 1: Stallabteil während der Legeperiode**



Jedes Abteil hatte eine Kotgrube mit einem Kotband, einen im Durchmesser 18 cm großen Futtertrog (Fressplatzbreite von 5,5 cm/Huhn), 6 Nippeltränken, ein 0,40 qm großes Einstreunest mit Dinkelspelzen, Nestanflugstangen und ein Sandbad. Der Scharraum war mit Stroh eingestreut. Die Abteile der Versuchsgruppen erhielten ab der 14. Lebenswoche der Hennen jeweils einen zwei Meter langen Trog (entspricht einer Freßplatzbreite von 10 cm/Huhn) für die Keime bzw. Körner.

In den ersten Wochen der Aufzuchtphase wurden die Küken auf der Kotgrube und ab der fünften Lebenswoche im Einstreubereich mit Weizenkörnern bzw. Weizenkeimen in flachen Schalen gefüttert. Ab der dritten Lebenswoche erhielten alle Küken Grit zur freien Aufnahme und ab der siebten Lebenswoche wurde in jedes Abteil eine „Strohraufe“ gehängt, um den Tieren Beschäftigung zu bieten. Einmal wöchentlich wurde der Mist auf dem Kotband entfernt. Abbildung 1 zeigt ein Abteil während der Legeperiode.

Die Tiere wurden in einem Fensterstall gehalten. Der Einfall von Tageslicht war somit gewährleistet. Während der Legeperiode wurde, in Abhängigkeit von der jahreszeitlich bedingten Tageslichtlänge Kunstlicht (eine 40 Watt Glühlampe pro Abteil) zugeschaltet, so dass eine Mindestlichtlänge von 14 Stunden nicht unterschritten wurde.

## 2.3 Tierärztliche Betreuung und prophylaktische Maßnahmen

Die Tiere wurden von der Klinik für Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische der Justus-Liebig-Universität Gießen (Prof. Kaleta, Dr. Redmann) tierärztlich betreut. Verendete Tiere wurden auch dort zur Feststellung der wahrscheinlichen Abgangsursachen untersucht. In Tabelle 10 ist das während der Aufzucht- und Legeperiode durchgeführte Prophylaxeprogramm aufgeführt.

**Tabelle 10: Prophylaxeprogramm für die im Fütterungsversuch gehaltenen Tiere**

Bruteier	Tauchdesinfektion in 0,25 %iger TAD-Lösung
1. Lebenswoche	Marek-Impfung per Injektion
1. Lebenswoche	Kokzidiose-Impfung über das Trinkwasser
2. Lebenswoche	1. Reo-Impfung per Injektion
3. Lebenswoche	1. Newcastle (ND)-Impfung über das Trinkwasser
12. Lebenswoche	2. ND-Impfung über das Trinkwasser
18. Lebenswoche	3. ND-Impfung per Injektion
18. Lebenswoche	2. Reo-Impfung per Injektion

Den Tieren wurden die Schnäbel nicht kupiert.

## 2.4 Fütterung

### 2.4.1 Futtervarianten

Die Versuchsgruppen wurden kombiniert gefüttert mit einem während der Aufzuchtphase über die Lebenswochen ansteigenden Anteil an Weizenkörnern oder Weizenkeimen. In Tabelle 11 sind die Futtervarianten der drei Futtergruppen in den einzelnen Lebenswochen aufgeführt. Der prozentuale Anteil an Keimen und Körnern in den einzelnen Lebenswochen bezieht sich auf den von den Zuchtfirmen LOHMANN TIERZUCHT (ohne Jahr) und HUBBARD ISA (2000) angegebenen Futterverbrauch der beiden eingesetzten Legehennenherkünfte.

Die Keimgetreidemenge wurde in Abhängigkeit von der während der Keimung aufgenommenen Wassermenge berechnet, so dass, bezogen auf das Trockengewicht, alle Versuchstiere die gleiche Menge Getreide erhielten. Die täglich zu verfütternde Keimgetreidemenge pro Huhn wurde während der Legeperiode mit der Formel  $\text{Körner in g/Huhn/d} \cdot \text{Faktor}$  (Faktor = Auswaage/Einwaage) ermittelt. Die Auswaage entsprach der Menge des aus den Keimschalen bzw. dem Keimautomaten entnommenen feuchten Keimgetreides. Einwaage war die in die Keimschalen oder in den Keimautomat eingefüllte lufttrockenen Weizenmenge. Der Faktor wurde täglich neu ermittelt. Die von den Tieren nicht aufgenommene Menge an Getreidekeimen und Körnern wurde täglich zurückgewogen und dann verworfen.

Eine Charge der Weizensorte Rektor aus ökologischem Anbau wurde zu Beginn des Versuches geliefert und bis zur 40. Lebenswoche der Tiere eingesetzt.

**Tabelle 11: Futtervarianten (FV) in den Lebenswochen (LW)**

FV	Kombinierte Fütterung mit Weizenkeimen		Kombinierte Fütterung mit Weizenkörnern		Alleinfutter	
	LW	Keime	Körner	g/Huhn/d		
1	-	Küken- Ergänzer (100 % Bio)	-	-	Küken- Ergänzer (100 % Bio)	Küken- Alleinfutter (85 % Bio)
2	10 %		10 %	1,9		
3	20 %		20 %	5		
4	20 %		20 %	6		
5	30 %		30 %	11		
6	30 %		30 %	12		
7	40 %		40 %	18		
8	40 %		40 %	20		
9	50 %	Junghennen- Ergänzer (100 % Bio)	50 %	27	Junghennen- Ergänzer (100 % Bio)	Junghennen- Alleinfutter (86 % Bio)
bis	50 %		50 %	bis		
18	50 %		50 %	41		
19	50 %	Legehennen- Ergänzer (100 % Bio)	50 %	42	Legehennen- Ergänzer (100 % Bio)	Legehennen- Alleinfutter (88 % Bio)
bis	50 %		50 %	bis		
40	50 %		50 %	63		

### 2.4.2 Keimverfahren

Um eine für den landwirtschaftlichen Betrieb kostengünstige Durchführung der Keimung auf ihre Arbeitswirtschaftlichkeit zu testen, erfolgte bis zur zehnten Lebenswoche der Tiere die Keimung des Weizens in Schalen. Die benötigte Weizenmenge wurde gespült und 24 Stunden eingeweicht. Anschließend wurden 500 bis 800 g (Trockengewicht) Weizen in jeweils eine Pikierschale (60\*40\*7 cm, Firma Wiesauplast, 95676 Wiesau) gegeben. In den Schalen keimten die Weizenkörner 48 Stunden, bevor sie verfüttert wurden. Die Körner bzw. Keime wurden zweimal täglich mit Wasser gespült. Die Keimbereitung erfolgte in einem Raum mit Tageslicht, dessen Temperatur im Juni 2003 im Minimum zwischen 18 und 28 °C und im Maximum zwischen 21 und 30 °C lag. Im Juli 2003 wurden im Keimraum Werte zwischen 16 und 21 °C (Minimum) und 17 und 28 °C (Maximum) gemessen. Für die Schalenkeimung wurden bei einer Weizenmenge von 2.500 g etwa 15 Minuten zur Keimgutentnahme, Befüllung sauberer Schalen mit eingeweichtem Weizen und zur Befüllung der Einweichschüsseln benötigt. Die Pikierschalen wurden im Abstand von zwei Wochen mit dem Hochdruckreiniger gesäubert.

Ab dem 06. August 2003 (11. Lebenswoche der Hennen) erfolgte die Keimung in einer BK2 Keimanlage (Firma OWISAN OHG, 72072 Tübingen). Von der Firma OWISAN OHG wurden für jeden Programmdurchlauf identische Keimbedingungen in Bezug auf Temperatur und Bewässerung garantiert und es wurde angenommen, dass die täglich produzierten Keime in Bezug auf die Inhaltsstoffe quantitativ gleichwertig waren. Der Keimautomat war mit zwei Schubladen ausgestattet, von denen eine täglich frisch befüllt wurde. Um die Keime morgens immer zur gleichen Zeit verfüttern zu können, wurde der Automat auf nur 47 Stunden programmiert. Bei einer Weizenmenge von 5.600 g wurden etwa 20 Minuten zur Keimgutentnahme, Reinigung der Schublade mit klarem Wasser und Wiederbefüllung benötigt. Die

Keimtemperatur im Automat betrug 27 °C. Das Bewässerungsprogramm des Keimautomaten wurde von der Firma OWISAN OHG nicht bekannt gegeben.

### 2.4.3 Futtermitteln

Die Alleinfuttermittel und Ergänzungen wurden von zwei unterschiedlichen Futtermittelbetrieben bezogen. Es wurden die in der ökologischen Hennenhaltung handelsüblichen Alleinfuttermittel mit einem bis zu 15 %igen Anteil konventioneller Komponenten von der Meyerhof zu Bakum GmbH, 49324 Melle, geliefert. Die Ergänzungen wurden von Cremer Futterhandel, 47533 Kleve, in Abstimmung auf die zu erwartenden Inhaltsstoffe in den Weizenkeimen und -körnern gemischt und für den Versuch geliefert. In den Tabellen 12 und 13 sind die für die Futtermischungen verwendeten Komponenten aufgeführt.

**Tabelle 12: Komponenten der Ergänzungen**

<b>Kükenergänzer 1.-8. LW, Junghennenergänzer 9.-19. LW</b>	<b>Legehennenergänzer ab 20. LW</b>
Bio Gerste	Bio Mais
Bio Sojabohne	Bio Sojabohne
Bio Sojakuchen	Bio Sojakuchen
Bio Sonnenblumenkuchen	Bio Sonnenblumenkuchen
Bio Lupine	Bio Maiskleber
Bio Luzerne	Bio Luzerne
Bio Mineral	Bio Mineral
Kalk	Kalk

LW = Lebenswoche

Der Küken- und der Junghennenergänzer setzten sich aus den gleichen Komponenten zusammen. Die in diesen beiden Ergänzungen verwendeten Komponenten Gerste und Lupine wurden im Legehennenergänzer ersetzt. Dieser enthält zusätzlich die Komponenten Mais und Maiskleber.

**Tabelle 13: Komponenten der Alleinfuttermittel**

<b>Küken-Alleinfuttermittel</b>	<b>Junghennen-Alleinfuttermittel ab 8. LW</b>	<b>Junghennen-Alleinfuttermittel ab 12. LW</b>	<b>Legehennen-Alleinfuttermittel</b>
Bio Weizen	Bio Weizen	Bio Weizen	Bio Weizen
Bio Triticale	Bio Triticale	Bio Triticale	Bio Triticale
Bio Sojabohnen	Maiskleber	Maiskleber	Calciumcarbonat
Maiskleber	Bio Sojabohnen	Bio Erbsen	Bio-Ackerbohnen
Bio Mais	Bio-Grünmehl	Bio-Ackerbohnen	Maiskleber
Bio Erbsen	Bio Weizenkleie	Bio-Grünmehl	Bio Sojabohnen
Bio Weizenkleie	Bio Gerste	Bio Sojabohnen	Bio Mais
Bio-Grünmehl	Bio Erbsen	Bio Weizenkleie	Biertreber
Bio-Ackerbohnen	Bio-Ackerbohnen	Bio Gerste	Bio-Grünmehl
Kartoffeleiweiß	Kartoffeleiweiß	Monocalciumphosphat	Bio Erbsen
Monocalciumphosphat	Biertreber	Biertreber	Bio Sesamkuchen
Biertreber	Monocalciumphosphat	Rapskuchen	Kartoffeleiweiß
Calciumcarbonat	Calciumcarbonat	Calciumcarbonat	Monocalciumphosphat
Bio Sonnenblumenöl	Bio Sonnenblumenöl	Bio Sonnenblumenöl	Bio Sonnenblumenöl

LW = Lebenswoche

Für die Mischung der Alleinfuttermittel wurden mehr Komponenten verwendet als für die Mischung der Ergänzungen. Das Junghennen-Alleinfuttermittel ab der 8. Lebenswoche enthält verglichen mit dem Küken-Alleinfuttermittel Gerste statt Mais. Ansonsten sind die verwendeten Komponenten

identisch, aber hinsichtlich ihrer Gewichtsanteile verschieden. Das Junghennen-Alleinfutter ab der 12. Lebenswoche besteht mit Ausnahme von Rapskuchen, der das Kartoffeleiweiß ersetzt, aus den gleichen Komponenten wie das Junghennen-Alleinfutter ab der 8. Lebenswoche. Verglichen mit den Komponenten des Junghennen-Alleinfutters ab der 12. Lebenswoche wurden beim Legehennen-Alleinfutter Gerste, Rapskuchen und Weizenkleie ersetzt und Mais, Kartoffeleiweiß und Sesamkuchen eingemischt.

## **2.5 Untersuchungsparameter**

### **2.5.1 Stallklima und Beleuchtungsintensität**

Zur Charakterisierung der Untersuchungsbedingungen hinsichtlich des Stallklimas wurden ab dem 24.07.2003 regelmäßige Aufzeichnungen der Temperatur und Luftfeuchte im Stall mit Hilfe von Scantronik Datenloggern (Firma Murgauer GmbH, 85604 Zorneding-Pöding) vorgenommen. Zusätzlich wurde ab Versuchsbeginn einmal täglich die Temperatur im Stall am Minimaxthermometer abgelesen und notiert.

Die Messung des Ammoniakgehaltes in der Stallluft wurde an drei Terminen durchgeführt. Zur Messung wurden Diffusionsröhrchen (Ammoniak 20/a-D, Firma Dräger, 23560 Lübeck) eingesetzt. Die Messungen erfolgten von der Kotgrube aus auf Kopfhöhe der Hühner. Die Röhrchen wurden an der Abteiltür befestigt.

Der Staubgehalt in der Stallluft wurde einmalig mit dem Gerät Respicon (Firma H. Hund GmbH, 35580 Wetzlar) gemessen. Die Messung erfolgte in der 18. Lebenswoche der Hühner im Stallabteil 3 über dem Nest, auf Kopfhöhe der Mitarbeiter. Die Gesamtstaubkonzentration (einatembare Fraktion) und die Feinstaubkonzentration (alveolengängige Fraktion) wurden errechnet.

An insgesamt acht Terminen wurden die Lichtintensitäten in den einzelnen Stallabteilen auf der Kotgrube und im Scharrraum mit einem Digital-Luxmeter (RS 232, Firma CH. BEHA GmbH, 79286 Glottertal) gemessen. Alle Messungen erfolgten auf Augenhöhe der Tiere. Gemessen wurde in alle sechs Messrichtungen eines gedachten Würfels und die Werte sodann gemittelt.

### **2.5.2 Futteranalysen**

Weender Analysen wurden für die Weizenkörner, Weizenkeime, Ergänzter und Alleinfutter im Labor des Fachgebietes Tierernährung und Tiergesundheit der Universität Kassel, Witzenhausen durchgeführt und die Futtermittel zusätzlich auf die Gehalte an Stärke, Zucker, Calcium, Phosphor, Natrium und Kalium analysiert. Die Gehalte an den drei Aminosäuren Lysin, Methionin und Cystin in den eingesetzten Futtermischungen und in Körnern und Keimlingen wurden im Labor der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Kassel ermittelt. Die Analyseergebnisse wurden auf 88 % Trockensubstanz bezogen und sind im Anhang in den Tabellen A1, A4 und A5 aufgeführt. Unsere Kooperationspartner von der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Stressphysiologie und Rohstoffqualität, Groß-Lüsewitz, stellten die Analyseergebnisse der Aminosäure- und Vitamingehalten von Körnern und Keimen der im Versuch verwendeten Weizencharge der Sorte Rektor zur Verfügung (Tab. A2, A3).

### 2.5.3 Futtermittelverbrauch

Zur Feststellung des Futtermittelverbrauches wurden folgende Datenerhebungen durchgeführt:

Futtermiteinwaage	- Ergänzungsfutter bis zu zweimal wöchentlich auf Vorrat, - Alleinfutter bis zu zweimal wöchentlich auf Vorrat, - Körner täglich, - Keime täglich,
Futtermiterrückwaage	- Alleinfutter und Ergänzungen wöchentlich, - Keime und Körner täglich.

Bei der Berechnung des Futtermittelverbrauches pro Tier und Tag wurden die Hähne, obwohl ein Hahn wahrscheinlich mehr Futter aufgenommen hat als eine Henne, nicht gesondert berücksichtigt, sondern wie eine Henne verrechnet.

### 2.5.4 Futtermittelvergeudung

Die Futtermittelvergeudung wurde an 15 Terminen (ein Einzeltermin und zweimal an sieben aufeinanderfolgenden Tagen) erfasst. Dazu wurde unter jeden der freihängenden Futtertröge ein runder Plastikdeckel gelegt und mit einem festen, gelochtem Drahtkorb bedeckt, um das durch die Hennen herausgeschleuderte Futter vor dem Aufpicken zu schützen. Die Hennen konnten auf dem Drahtkorb stehen. Der Plastikdeckel hatte einen 10 cm größeren Durchmesser als der Futtertrog. Nach 24 Stunden wurde die Menge des vergeudeten Futters gewogen und notiert.

### 2.5.5 Leistungserfassung

Zur Berechnung der Legeleistung, der Eigewichte und der Eimasse und zur Feststellung der Eiqualität wurden die folgenden Datenerhebungen durchgeführt:

Legeleistung	- tägliche Eizahl pro Abteil,
Eigewichte	- wöchentliche Wägung eines Tagesgeleges pro Abteil,
Handelsklassen	- wöchentliche Erfassung der Eigewichte und der Schmutz- und Knickeierzahl eines Tagesgeleges pro Abteil,
Eiqualität	- Erfassung von Bruchfestigkeit, Schalenfarbe, Dotterfarbe und Dottergewicht von jeweils 10 Eiern pro Abteil in der 35. Lebenswoche der Hennen.

Als zusätzliche Eiquälitätsuntersuchung wurde eine Biophotonenmessung bei sieben Eiern pro Abteil in der 32. und bei fünf Eiern pro Abteil in der 36. Lebenswoche der Hennen durchgeführt. Dabei wurde durch MitarbeiterInnen der Firma KWALIS Qualitätsforschung Fulda GmbH, 36160 Dipperz, die induzierte Dotter-Lumineszenz der Eier gemessen. Versuchsergebnisse von KÖHLER (2001) weisen darauf hin, dass sich Faktoren, die positiv auf die Hühner wirken, auch in einer Erhöhung der Strahlungsintensität im Eidotter manifestieren.

### 2.5.6 Tierbeurteilung

#### 2.5.6.1 Gefiederbonitierungen und Verletzungen

Die Beurteilung des Gefiederzustandes von jeweils 10 zufällig gegriffenen Küken oder Hennen pro Abteil erfolgte an 15 Terminen. Zusätzlich wurden in der 38. Lebenswoche der Hennen, zum Abschluß des Projektes, alle Tiere beurteilt. Es wurde das von HUGHES und DUNCAN (1972) entwickelte Bewertungsschema in erweiterter Form (KEPPLER et al., 2001) verwendet. Die Bewertung erfolgte durch geübte Mitarbeiterinnen des Tierzuchtzentrums Neu-Ulrichstein des HDLGN. Bei einer Gefiederbeurteilung wurden 5 Körperregionen (Hals/Kopf, Rücken, Flügel, Schwanz und Brust) mit den Noten 0=Federn nicht beschädigt, 1=beschädigte Federn, 2=kleine kahle Stellen und 3=große kahle Stellen bewertet. Der in der

Ergebnistabelle ausgewiesene Gefiederquotient ist das arithmetische Mittel aus der Benotung dieser fünf Körperregionen aller beurteilten Tiere aus einem Abteil. Zusätzlich wurden die Hennen während der Gefiederbonitierungen auf Verletzungen der Haut und der blutgefüllten Federfollikel untersucht.

#### **2.5.6.2 Gewichtsentwicklung der Tiere**

Im Rahmen der Gefiederbonitierungen wurde das Einzelgewicht der beurteilten Tiere erfasst.

#### **2.5.7 Verluste**

Für jedes verendete Küken und jede verendete Henne wurde der Todestag notiert und die Tiere wurden zur Feststellung der vermutlichen Todesursache zur Klinik für Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische der Justus-Liebig-Universität Gießen gebracht.

### **2.6 Statistische Auswertung**

Zur Auswertung wurde der Versuchszeitraum in Phasen gegliedert. Für die Aufzuchtphase wurden die Daten von der ersten bis zur achten Lebenswoche, von der neunten bis zur 18. Lebenswoche und von der 19. und 20. Lebenswoche der Tiere ausgewertet. Die Legephase wurde in Perioden à 28 Tage unterteilt und beginnt mit dem 141. Lebenstag der Hennen (21. Lebenswoche). Es wurden fünf Perioden, bis zur 40. Lebenswoche der Hennen, ausgewertet.

Die Grafiken und die deskriptive Statistik wurden mit dem Programm Microsoft Excel, Version 2000 erstellt. Die Prüfung der Ergebnisse auf ihre Signifikanz wurde mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse oder mit dem t-Test nach Student im Statistikprogramm SPSS für Windows, Version 11.5 durchgeführt. Die Ergebnisse der Biophotonen-Messungen wurden mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse mit nachfolgendem Paarvergleich nach Tukey geprüft.



### 3 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

##### 3.1.1 Stallklimadaten und Beleuchtungsintensität

Nach den Aufzeichnungen vom Minimax-Thermometer lag die **Temperatur** im Stall in den Sommermonaten zwischen 17 und 32 °C, wobei die Temperatur nur in einer Woche im August über 30 °C stieg. Im September schwankte sie zwischen 12 und 26 °C. Ab Mitte Oktober wurde der Stall geheizt und die Temperatur lag in den Wintermonaten zwischen 16 und 19 °C. Die Temperaturmittelwerte und auch die Mittelwerte der **Luftfeuchte** pro Tag sind im Anhang (Abb. A1, A2) aufgeführt. Der Temperaturanstieg am 02.09.03 und die damit verbundene niedrige Luftfeuchtigkeit sind auf ein unbeabsichtigtes Beheizen des Stalles zurückzuführen.

Die **Ammoniakkonzentrationen** in der Stallluft (Tab. 14) lagen zwischen 8,5 und 8,75 ppm. Die drei Messungen erfolgten zum Ende der Woche, wenn die Kotbänder voll waren und damit die Belastung mit Ammoniak im Stall am höchsten war. Die Kotbänder wurden jeden Montag geleert.

**Tabelle 14: Ammoniakkonzentration in der Stallluft**

Meßtag	Meßort	Meßzeitraum	errechnete NH <sub>3</sub> -Konzentration
16.10.2003	Abteil 3	7.40 – 14.40 Uhr	<b>8,5 ppm</b>
14.11.2003	Abteil 8	8.00 – 16.00 Uhr	<b>8,75 ppm</b>
24.01.2004	Abteil 8	7.50 – 15.50 Uhr	<b>8,75 ppm</b>

Ein hoher Ammoniakgehalt in der Stallluft kann die Gesundheit der Tiere und der Betreuer stark belasten. Nach der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung dürfen dauerhaft 20 ppm und sollen 10 ppm nicht überschritten werden. Riechbar sind bereits Konzentrationen ab 5 ppm (DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT, 2004). Die Ergebnisse der Ammoniak-Messungen lagen an allen Terminen unter 10 ppm und damit in einem guten Bereich.

In der 18. Lebenswoche der Hühner, gemessen über einen Zeitraum von vier Stunden (11.35 bis 15.35 Uhr), betrug die Gesamtstaubkonzentration (einatembare Fraktion) in der Stallluft 2,3 mg/m<sup>3</sup>, die Feinstaubkonzentration (alveolengängige Fraktion) 0,8 mg/m<sup>3</sup>. Die Luftgrenzwerte für die Staubkonzentration am Arbeitsplatz liegen für die einatembare Fraktion bei 10 mg/m<sup>3</sup> und für die alveolengängige Fraktion bei 3 mg/m<sup>3</sup> Luft (TRGS 900, 2000). Die Staubkonzentrationen im Stall lagen damit deutlich unter den Grenzwerten.

Die **Beleuchtungsintensität** (Mittelwerte der sechs-Seiten-Messungen) auf Kopfhöhe der Hühner betrug, wenn kein Kunstlicht zugeschaltet war, in den Stallabteilen mit Fenster nach Norden (Tab. A6) in Abhängigkeit von der Tageszeit und der Wetterlage im Einstreubereich zwischen 0,4 und 9,6 Lux sowie auf der Kotgrube zwischen 2,1 und 43,5 Lux. In den Abteilen auf der Südseite des Stalles (Tab. A7) wurden im Einstreubereich Werte zwischen 1,3 und 57,3 Lux sowie auf der Kotgrube zwischen 2,5 und 172,2 Lux gemessen. Die Messungen in den Stallabteilen bei eingeschaltetem Kunstlicht (eine 40 Watt Glühlampe pro Abteil) ergaben im Einstreubereich Werte zwischen 2,8 und 5,9 sowie auf der Kotgrube zwischen 7,8 und 15,7 Lux.

##### 3.1.2 Nährstoffzusammensetzung und Futtermittelverbrauch

###### 3.1.2.1 Nährstoffzusammensetzung der Weizenkörner und -keime

Nach 47 Stunden Keimung im Keimautomat und auch nach 48 Stunden Schalenkeimung mit vorherigem 24-stündigem Einweichen veränderten sich am Rohnährstoffgehalt im Weizen nur die Stärke- und Zuckergehalte wesentlich. Andere Rohnährstoffgehalte und auch die Ge-

halte an Lysin, Methionin und Cystin veränderten sich nicht (siehe Tab. A1). Gestiegen sind nach Untersuchungen von FLAMME et al. (2003) an der in diesem Versuch verwendeten Weizencharge der Sorte Rektor jedoch einige Vitamingehalte während der Keimung. Nach 48 Stunden im Keimautomat BK8 wurden erhöhte Thiamin- (Vit. B1), Riboflavin- (Vit. B2), Vitamin K- und Vitamin C-Werte festgestellt (Tab. A3). Weiterhin zeigten sich Veränderungen in der Fettsäurezusammensetzung, mit einem Anstieg der mehrfach ungesättigten Fettsäure Linolen um 10 %.

### 3.1.2.2 Nährstoffzusammensetzung der Rationen

Aufgrund der nur geringen Änderungen im Nährstoffgehalt der Keime, verglichen mit den Körnern, war die Nährstoffzusammensetzungen der jeweiligen Versuchsrationen, bis auf die Gehalte an Stärke und Zucker, nahezu identisch. Mit Ausnahme von erhöhte Calciumgehalten entsprachen die Gehalte der Inhaltsstoffe aller Alleinfutter dem entsprechenden Normtyp.

Der Rohproteingehalt der **Kükenrationen** bezogen auf 88 % Trockensubstanz belief sich für die Keimgruppe, je nach zugefütterter Keimmenge, auf Werte zwischen 21,25 und 17,37 % bei Energiegehalten zwischen 10,10 und 10,67 MJME/kg. Für die Körnergruppe, je nach zugefütterter Körnermenge, lagen die Rohproteinwerte zwischen 21,34 und 17,76 % bei Energiegehalten von 10,14 bis 10,86 MJME/kg und für die Alleinfuttergruppe waren 18,96 % Rohprotein bei einem Energiegehalt von 10,88 MJME/kg in der Ration. Der Methioningehalt der Kükenrationen für die Versuchsgruppen lag zwischen 0,27 und 0,32 %, die Kontrollgruppe erhielt 0,37 % Methionin in der Ration (Tab. A8).

Die Rohprotein- und Energiegehalte der Versuchsrationen lagen unter den empfohlenen Werten für die ökologische Kükenfütterung. Die Rohfett- und Rohfaserwerte in den Versuchsrationen waren zu hoch und der Methioningehalt in allen Rationen zu niedrig (Tab. A8).

Die Analysen der Futtermittel ergaben für die **Junghennenrationen** bezogen auf 88 % Trockensubstanz einen Rohproteingehalt von 16,16 % für die Keimgruppe und 16,05 % für die Körnergruppe bei einem Energiegehalt von 10,43 MJME/kg in den Rationen beider Gruppen. Der Methioningehalt im Junghennenfutter betrug für beide Gruppen 0,26 %. Die Werte für die Alleinfuttergruppe lagen bis zur 12. Lebenswoche bei 19,02 % Rohprotein und einem Energiegehalt von 10,88 MJME/kg und danach bei 17,04 % Rohprotein und 11,39 MJME/kg. Der Methioningehalt im Junghennen-Alleinfutter lag bei 0,37 bzw. 0,32 % (Tab. A9).

Die Energie- und Methioningehalte in den Versuchsrationen lagen unter den empfohlenen Werten für die ökologische Junghennenfütterung. Die Rohfett- und Rohfasergehalte waren in allen Junghennenrationen zu hoch.

Die Nährstoffzusammensetzung der **Legehennenrationen** ist in Tabelle 15 aufgeführt. Die Rohproteingehalte in den verschiedenen Rationen lagen auf gleichem Niveau, die Versuchsrationen hatten jedoch einen niedrigeren Energiegehalt als die Kontrollration. Der Methioningehalt lag mit 0,25 %, wie bei den übrigen Versuchsrationen, unter den empfohlenen Werten.

**Tabelle 15: Nährstoffzusammensetzung der Legehennen-Rationen bezogen auf 88 % Trockensubstanz und Fütterungsempfehlungen für die ökologische Hennenhaltung**

Futtermischungen		Legehennenenergänzer und 50 %		Legehennen- Alleinfutter	Fütterungs- empfehlungen*
		Keime	Körner		
<b>Rohprotein</b>	%	<b>16,52</b>	<b>16,41</b>	<b>16,52</b>	<b>16 - 18</b>
Rohfett	%	4,90	4,87	4,51	3 – 4,5
Rohfaser	%	4,91	4,90	3,05	3,5 – 4
Stärke	%	33,14	34,66	40,39	
Zucker	%	5,54	3,84	2,70	
<b>umsetzbare Energie</b>	MJ ME	<b>10,50</b>	<b>10,50</b>	<b>11,20</b>	<b>11 – 11,5</b>
Rohasche	%	11,95	11,66	12,09	
Calcium	%	3,90	3,92	4,28	3,5 – 3,7
Phosphor	%	0,55	0,54	0,53	0,55 – 0,65
Natrium	%	0,17	0,17	0,19	0,15 – 0,2
Kalium	%	0,74	0,76	0,56	
Lysin	%	0,76	0,75	0,74	0,75 – 0,8
<b>Methionin</b>	%	<b>0,25</b>	<b>0,25</b>	<b>0,31</b>	<b>0,32 – 0,35</b>
Cystin	%	0,28	0,28	0,32	
Vitamin A	IE	14.052	-	10.221	

-nicht analysiert

\*DEERBERG, 1995

Legehennen können durch eine gesteigerte Futterraufnahme eine suboptimale Versorgung mit schwefelhaltigen Aminosäuren teilweise kompensieren (CHEE & POLIN, 1978; CALDERON & JENSEN, 1990), wenn der Energiegehalt in der Ration nicht zu hoch ist. Der Energiegehalt aller eingesetzten Versuchs-Rationen lag unter den empfohlenen Werten. Aufgrund der Nährstoffzusammensetzung musste mit einem erhöhten Futtermittelverbrauch gerechnet werden.

### 3.1.2.3 Futtermittelverbrauch

Der Futtermittelverbrauch je Tier und Tag wurde getrennt nach Keimgetreide, Körnern, Ergänzungsfutter, Alleinfutter und Gesamtfutter errechnet.

Die tägliche Aufnahme an Weizenkeimen und -körnern in der Legeperiode war mit Werten von 63,4 bis 64,1 g bezogen auf 88 % Trockensubstanz sehr gut. Die Hennen nahmen die angebotene Menge an Weizenkeimen und -körnern auch in der Aufzuchtphase fast immer vollständig auf (Tab. 16). Von den Hühnern aus dem Trog geworfene Keime und Körner wurden von ihnen aus der Einstreu aufgepickt.

**Tabelle 16: Durchschnittliche Aufnahme von Keimgetreide und Körnern in g/Huhn/d bezogen auf 88 % Trockensubstanz**

Futtergruppe	Weizenkeime		Weizenkörner	
n	4		4	
Zeitraum	x	s	x	s
1. – 8. LW	9,1	0,2	9,3	0,2
9. – 18. LW	34,5	0,0	33,7	1,5
19. u. 20. LW	43,7	0,0	43,7	0,0
1. Periode	63,5	0,8	63,5	0,8
2. Periode	63,7	0,8	63,7	0,3
3. Periode	63,8	0,6	63,7	0,5
4. Periode	64,1	0,1	63,7	0,6
5. Periode	64,0	0,1	63,4	1,4

x= Mittelwert

s= Standardabweichung

Während der Legeperiode erfolgte die in Tabelle 17 aufgeführte Rohprotein-, Energie- und Methioninaufnahme durch die Hühner aus dem Korn- und Keimgetreide. Die Bedarfswerte (GfE, 1999) sind auf die in den entsprechenden Perioden erzielten Leistungen und auf die Lebendgewichte der Hennen bezogen.

**Tabelle 17: Energie-, Rohprotein- und Methioninaufnahme aus den Körnern und den Keimen und der Bedarf während der Legeperiode**

Periode	Energie MJ ME /Henne/d			Rohprotein mg/Henne/d			Methionin mg/Henne/d		
	Keime	Körner	Bedarf*	Keime	Körner	Bedarf*	Keime	Körner	Bedarf*
1.	0,79	0,79	1,35	6,9	6,8	18,6	109	109	337
2.	0,79	0,79	1,52	6,9	6,8	21,5	109	109	394
3.	0,79	0,79	1,52	6,9	6,8	21,5	109	109	394
4.	0,79	0,79	1,52	6,9	6,8	21,5	109	109	394
5.	0,79	0,79	1,52	6,9	6,8	21,5	109	109	394

\*Quelle: GfE, 1999

Die Legehennen der Versuchsgruppen konnten den größeren Anteil ihres täglichen Bedarfs an Energie über die Getreideaufnahme (Körner oder Keime) befriedigen. Jedoch weniger als die Hälfte des von den Hennen benötigten Rohproteinanteils wurde durch den Getreideverzehr aufgenommen und der angenommene Methioninbedarf der Hennen konnte zu weniger als einem Drittel durch die Getreideaufnahme gedeckt werden. Um den Energiebedarf der Hennen während der Legeperiode zu decken, wäre die Aufnahme der in Tabelle 18 aufgeführten Futtermengen an Ergänzern durch die Hennen der Versuchsgruppen notwendig gewesen. Die Tiere der Kontrollgruppe hätten die entsprechend höhere Menge an Alleinfuttermitteln verzehren müssen.

**Tabelle 18: Benötigte Ergänzer- und Alleinfuttermenge bezogen auf 88 % Trockensubstanz zur Deckung des täglichen Energiebedarfs der Hennen während der Legeperiode**

Periode	Ergänzer (g)	Alleinfutter (g)
1.	64	120
2.	83	135
3.	83	135
4.	83	135
5.	83	135

Der durchschnittliche Verbrauch ( $\bar{x}$ ) an Ergänzungsfutter lag ab der 2. Periode mit Werten von 86,1 bis 112,1 g pro Henne und Tag jedoch über den angenommenen Werten (Tabelle 19) und es zeigten sich hohe Standardabweichungen ( $s$ ) innerhalb der Futtergruppen. Es gab jedoch keine signifikanten Unterschiede im Ergänzerverbrauch zwischen den Versuchsgruppen.

**Tabelle 19: Durchschnittlicher Verbrauch von Ergänzungsfutter in g /Huhn/d bezogen auf 88 % Trockensubstanz**

Futtergruppe	Weizenkeime		Weizenkörner	
n	4		4	
Zeitraum	x	s	X	s
1. – 8. LW	29,1	1,6	29,3	0,6
9. – 18. LW	51,2	2,4	51,2	1,4
19. u. 20. LW	48,2	14,8	56,9	6,5
1. Periode	64,9	1,1	64,1	1,7
2. Periode	96,4	4,7	92,9	9,7
3. Periode	99,1	12,9	86,1	14,8
4. Periode	110,7	16,2	112,1	16,5
5. Periode	110,8	17,4	111,9	17,7

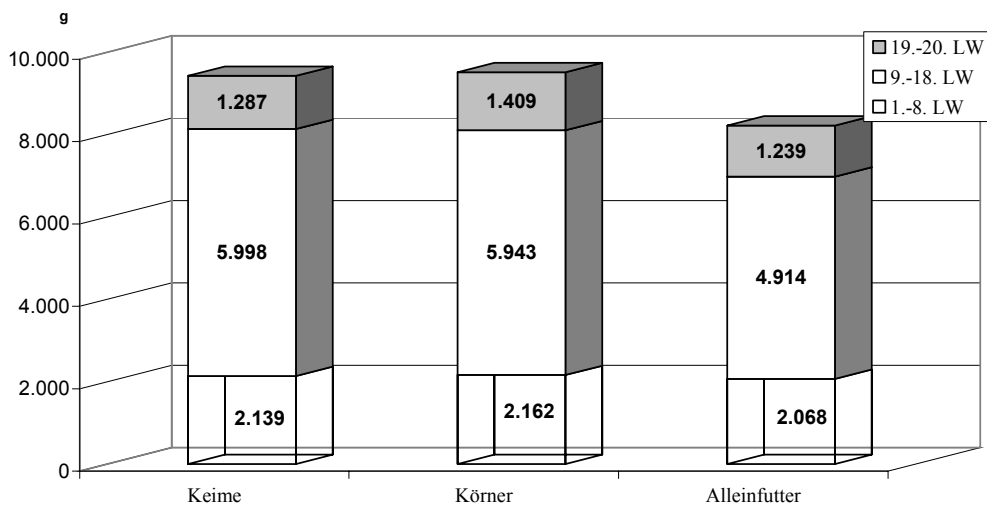
Die Kontrollgruppe zeigte nur in der dritten Periode einen erhöhten Alleinfutter-Verbrauch (146,4 g pro Huhn und Tag). Der Gesamtverbrauch an Ergänzer und Keimen oder Körnern der Versuchsgruppen lag ab der dritten Periode zwischen 149,9 und 175,8 g pro Huhn und Tag (Tabelle 20).

**Tabelle 20: Durchschnittlicher Gesamtfuttermittelverbrauch (Ergänzer mit Keimen bzw. Körnern oder Alleinfutter) in g/Huhn/d bezogen auf 88 % Trockensubstanz**

Futtergruppe	Weizenkeime		Weizenkörner		Alleinfutter	
n	4		4		2	
Zeitraum	x	S	x	S	x	s
1. – 8. LW	38,2	1,6	38,6	0,5	35,4	2,8
9. – 18. LW	85,7	2,4	84,9	1,7	70,1	2,8
19. u. 20. LW	92,0	14,8	100,6	6,5	86,8	1,9
1. Periode	128,4	1,5	127,6	1,9	88,1	1,9
2. Periode	160,1	4,5	156,6	9,5	118,5	9,6
3. Periode	162,9	13,3	149,9	14,5	146,6	1,5
4. Periode	174,7	16,3	175,8	16,0	132,8	2,8
5. Periode	174,8	17,5	175,2	16,8	136,2	1,7

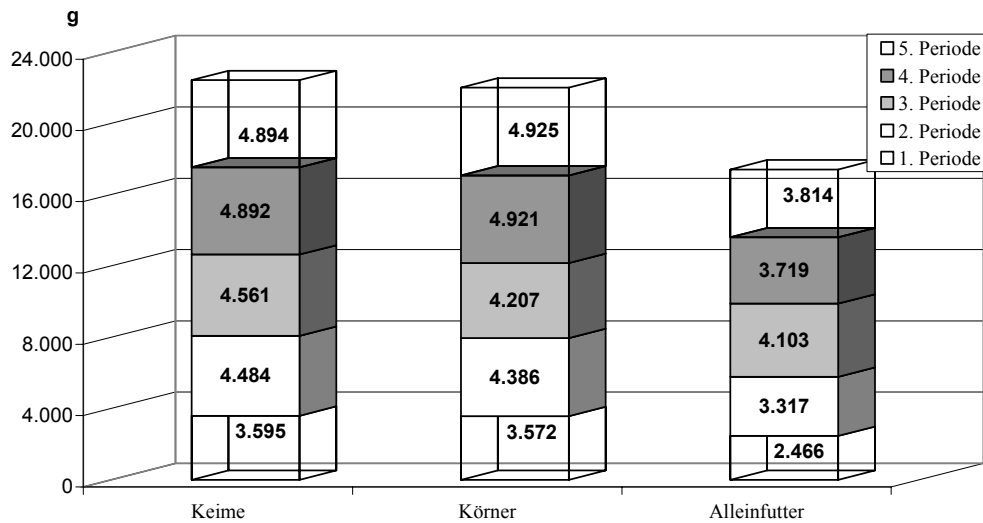
Der durchschnittliche Gesamtfuttermittelverbrauch pro Tier in der Aufzuchtphase (1. bis 20. Lebenswoche) belief sich für die Keimfuttergruppe auf 9.425 g, für die Körnerfuttergruppe auf 9.514 und für die Alleinfuttergruppe auf 8.221 g (Abb. 2).

**Abbildung 2: Gesamtfuttermittelverbrauch während der Aufzuchtphasen in g/Huhn bezogen auf 88 % Trockensubstanz**



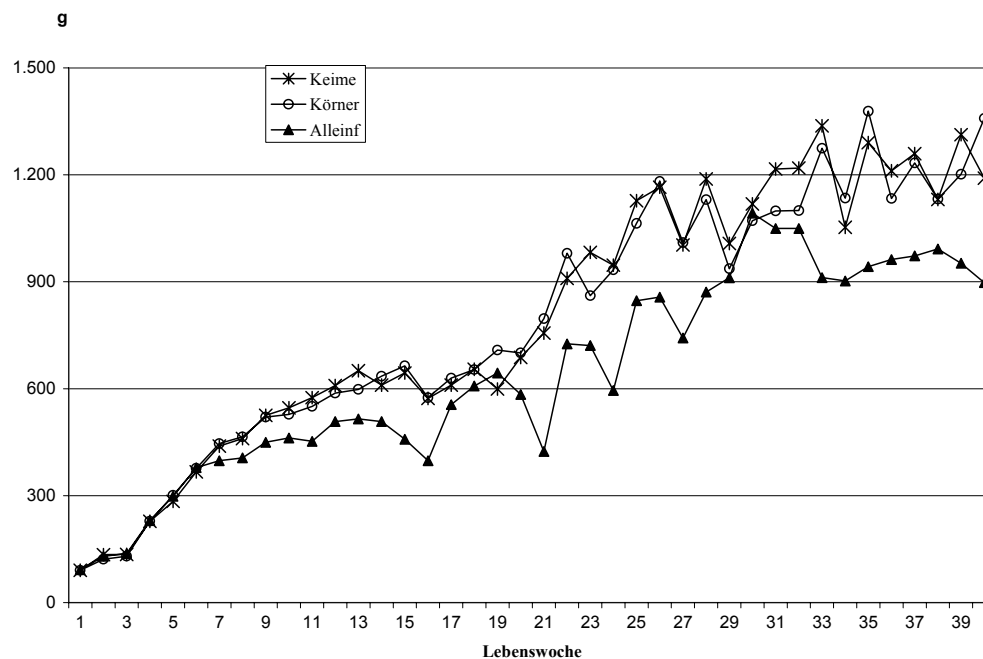
Auch während der 5-monatigen Legeperiode hatten die Versuchsgruppen mit 22.426 g und 22.591 g einen deutlich höheren Futtermittelverbrauch als die Kontrollgruppe mit einem Futtermittelverbrauch von insgesamt 17.828 g (Abb. 3).

**Abbildung 3: Gesamtfutterverbrauch in den Perioden der Legephase in g/Huhn bezogen auf 88 % Trockensubstanz**



Starke Schwankungen im wöchentlichen Gesamtfutterverbrauch je Huhn (Abb. 4; Ergänzerverbrauch separat: Abb. A3) weisen auf eine hohe Futtervergeudung hin.

**Abbildung 4: Wöchentlicher Gesamtfutterverbrauch in g/Huhn bezogen auf 88 % Trockensubstanz**



### 3.1.2.4 Futtervergeudung

In der 10. Lebenswoche wurde in der Keimgruppe eine Futtervergeudung von 3,0 g pro Huhn und Tag, in der Körnergruppe von 2,6 g/Huhn/d und in der Alleinfuttergruppe von 0,4 g/Huhn/d gemessen (Tab. A10). Dies entspricht bei der Keimgruppe einem Anteil von 10,3 % und bei der Körnergruppe einem Anteil von 9,0 % an der vor Versuchsbeginn für die entsprechende Aufzuchtwoche konzipierten Ergänzeraufnahme und bei der Alleinfuttergruppe einem Anteil von 0,7 % an der konzipierten Alleinfutteraufnahme (Tab. 21). Auch an den



jeweils sieben Tagen in der 15./16. Lebenswoche und in der 20. Lebenswoche der Hühner war die gemessene Futtermenge in den Versuchsgruppen mit bis zu 21,1 % unakzeptabel hoch (Tab. 21, A11, A12).

**Tabelle 21: Durchschnittliche Futtermenge in g pro Huhn und Tag und in % der konsumierten Ergänzer- und Alleinfuttermenge, bezogen auf 88 % Trockensubstanz**

Lebenswoche	10.		15./16.		20.	
	g	%	g	%	g	%
Keime	3,0	10,3	7,2	19,5	2,9	6,6
Körner	2,6	9,0	7,8	21,1	5,8	13,2
Alleinfutter	0,4	0,7	1,4	1,9	2,9	3,3

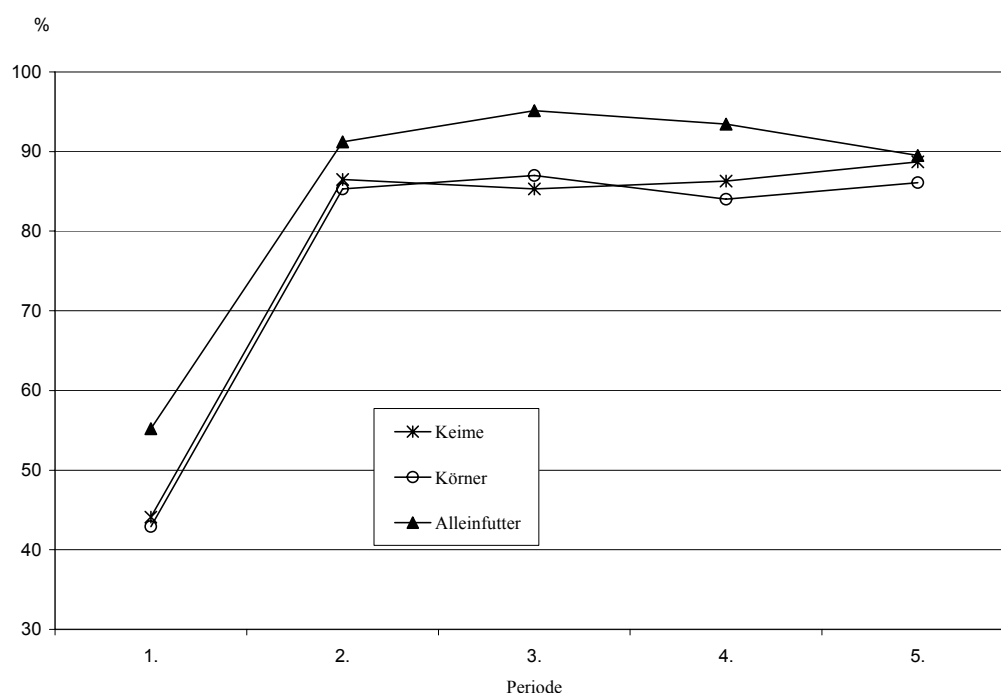
In den Ergänzern konnte man noch gut die meisten Futterkomponenten erkennen. Das Futter war nicht homogen, während das Alleinfutter relativ gleichmässig vermahlen war. Im Jung-hennen-Ergänzer waren große Sonnenblumen- und Sojakuchenstucke (bis zu 5 cm Durchmesser) enthalten, die von den Tieren einiger Abteile aussortiert wurden. Im Legehennen-Ergänzer waren die „Kuchenstücke“ kleiner (bis zu 2 cm Durchmesser), die Hühner verbrauchten trotzdem noch Futter. Das aus dem Trog geschleuderte Futter, fiel auf das Kotband und war für die Hühner nicht mehr erreichbar. Durch verschiedene Futtertrugstellungen und niedrigere Befullhohen wurde versucht, das Problem zu lösen. Dies gelang jedoch nicht. Die Tiere der Keim- und der Körnergruppe selektierten weiterhin zuviel Futter aus. Zwischen den Abteilen und innerhalb der Abteile an unterschiedlichen Tagen gab es jedoch große Schwankungen in der verbrauchten Futtermenge (Tab. A10 - A12). Die tatsächliche Futtermenge der Hennen konnte aufgrund der hohen und stark schwankenden Futtermenge, die die verschiedenen Komponenten des Futters unterschiedlich betraf, nicht ermittelt werden.

### 3.1.3 Leistungen

#### 3.1.3.1 Legeleistung

Die Hennen der Abteile 3 und 9 begannen in der 26. Lebenswoche mit „Eierfressen“. Durch eine frühe Eiabnahme am Morgen und regelmäßiges Nachstreuen oder Einstreuwechsel der Nester konnte dieses Verhalten eingedämmt, aber nie ganz gestoppt werden. In den folgenden Auswertungen wurden die Leistungen der Hennen dieser beiden Abteile daher nicht berücksichtigt. Die wöchentlichen Leistungen der Hennen der einzelnen Abteile kann man aber den Abbildungen A4 bis A13 im Anhang entnehmen.

Vom 141. bis 280. Lebenstag (140 Tage) erreichte nur die Alleinfuttergruppe im Durchschnitt eine Legeleistung von über 90 % in der zweiten bis vierten Periode (Abb. 5). Die Legeleistungen der Versuchsgruppen lagen in diesem Zeitraum zwischen 84 und 87 %. Die Unterschiede zwischen den Futtergruppen waren jedoch nicht signifikant.

**Abbildung 5: Legeleistungen der Futtergruppen in den Perioden (ohne Abteile 3 und 9)**

In der fünften Periode lagen die Legeleistungen aller Gruppen auf gleichem Niveau (Tab. 22). Zwischen den Herkünften bestanden in keiner Periode signifikante Unterschiede in der Legeleistung (Tab. 22).

**Tabelle 22: Legeleistung in % (ohne Abteile 3 und 9)**

Gruppe	Keime		Körner		Alleinfutter		LT		ISA	
n	3		3		2		4		4	
Periode	x	s	x	s	x	s	X	S	x	s
1	44,1	10,9	42,9	3,0	55,2	5,0	48,5	6,9	44,3	10,2
2	86,5	1,3	85,3	2,7	91,2	1,0	88,1	2,8	86,4	3,4
3	85,3	4,0	87,0	2,4	95,1	1,3	88,3	5,2	88,6	5,4
4	86,3	4,5	84,0	7,2	93,4	0,1	83,8	6,7	90,6	3,0
5	88,7	4,1	86,1	3,9	89,5	0,0	86,2	2,9	89,6	3,3

### 3.1.3.2 Eigewichte

Bei den Eigewichten bestand eine Tendenz zu fütterungsbedingten Unterschieden zwischen den Versuchsgruppen. Die Eier der Keimfuttergruppe waren im Durchschnitt in der zweiten bis fünften Periode zwischen 1 und 1,8 g schwerer als die Eier der Körnergruppe. In der dritten Periode waren diese Unterschiede signifikant (Tab. 23, Abb. A14). Dieses Ergebnis könnte auf die veränderte Fettsäurezusammensetzung der Keime, mit 10 %igem Anstieg des Linolensäuregehalts (FLAMME et al., 2003), zurückzuführen sein. Es waren keine signifikanten Unterschiede in den Eigewichten zwischen den Versuchsgruppen und der Kontrollgruppe nachzuweisen.

Die Eigewichte der Hennen der Herkunft Lohmann Tradition lagen in allen Perioden etwas höher als bei ISA Brown. Die Unterschiede konnten jedoch nur in der ersten Periode statistisch abgesichert werden (Tab. 23).

**Tabelle 23: Durchschnittliche Eigewichte in g (ohne Abteile 3 und 9)**

Gruppe	Keime		Körner		Alleinfutter		LT		ISA	
n	3		3		2		4		4	
Periode	x	s	x	s	x	s	x	S	x	s
1	58,5	2,1	58,2	1,7	58,0	2,3	59,3	1,8	57,3	1,0
2	65,3	1,9	63,7	1,0	61,9	0,6	64,1	2,1	63,7	1,8
3	66,3	1,2	64,5	0,5	63,8	2,0	65,4	1,5	64,6	1,6
4	68,6	1,4	67,6	2,6	65,4	3,4	67,6	2,0	67,3	3,1
5	70,0	1,8	68,3	2,1	66,6	2,9	68,6	2,0	68,4	3,0

Hinsichtlich der Handelsklassensortierung der Eier bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Keimgruppe wies zwar den höchsten Anteil an XL und L Eiern auf, die Unterschiede waren aber nicht statistisch abzusichern (Tab. 24).

**Tabelle 24: Handelsklassensortierung in %, Mittelwerte über 5 Perioden**

Gruppe	Keime	Körner	Alleinfutter	LT	ISA
n	4	4	2	5	5
XL	13,8	9,4	7,4	9,4	12,1
L	52,2	39,6	39,8	40,6	48,8
M	25,7	35,0	42,9	36,0	29,7
S	2,5	5,7	4,6	5,0	3,4
Knick	0,3	1,0	0,0	0,5	0,4
Schmutz	5,6	9,4	5,4	8,6	5,5

Auch der numerisch höhere Anteil an XL und L Eiern bei der Herkunft ISA Brown im Verlauf der fünf Perioden war statistisch nicht signifikant.

### 3.1.3.3 Eimasse

Bei der Eimasse bestanden ebenfalls keine signifikanten Gruppenunterschiede (Tab. 25, Abb. A15).

**Tabelle 25: Gesamteimasse in kg (ohne Abteile 3 und 9)**

Gruppe	Keime		Körner		Alleinfutter		LT		ISA	
n	3		3		2		4		4	
Periode	x	s	x	s	x	s	x	S	x	s
1	0,73	0,2	0,70	0,1	0,89	0,0	0,81	0,1	0,71	0,2
2	1,58	0,0	1,52	0,1	1,58	0,0	1,58	0,1	1,54	0,0
3	1,58	0,1	1,57	0,0	1,70	0,1	1,62	0,1	1,60	0,1
4	1,66	0,1	1,59	0,2	1,71	0,1	1,59	0,1	1,71	0,1
5	1,74	0,0	1,65	0,1	1,67	0,1	1,66	0,1	1,72	0,1

### 3.1.3.4 Eiqualität

Die in der 35. Lebenswoche der Hennen einmalig durchgeführte Eiquälitätsprüfung ergab eine mittlere **Schalenstabilität** (Bruchfestigkeit) für die Versuchsgruppen. Die Alleinfuttergruppe zeigte etwas bessere Werte (Tab. 26), die jedoch nicht statistisch absicherbar sind. Die Bruchfestigkeit der Eischale wird vor allem durch die Versorgung der Hennen mit Calcium und Vitamin D<sub>3</sub> beeinflusst. Eine Unterversorgung führt zu einer Verminderung der Schalenstabilität. Ausgehend von der Nährstoffzusammensetzung der Legehennenrationen (Tab. 15) waren die Hennen nicht unterversorgt mit Calcium, die Kontrollgruppe hatte jedoch einen höheren Calciumgehalt in der Futtermischung als die Versuchsgruppen. Der Vitamin D<sub>3</sub>-Gehalt der Rationen ist nicht bekannt.

**Tabelle 26: Ergebnisse der Eiquälitätsprüfung in der 35. Lebenswoche (15. Legewoche) der Hennen**

Gruppe	Keime	Körner	Alleinfutter	LT	ISA
n	4	4	2	5	5
Bruchfestigkeit (Newton)	34,0	31,9	38,8	33,4	34,9
Dotteranteil %	26,3	26,0	25,4	25,6	26,4
Dotterfarbe nach La Roche	3,4	3,6	6,0	4,0	4,0
Schalenfarbe % braun	15,1	18,4	0,0	9,7	17,1
mittel	75,4	63,6	84,1	75,8	69,1
creme	9,4	18,0	15,9	14,5	13,8

Der für die Flüssigei verarbeitende Industrie wichtige **Dotteranteil** als das Verhältnis von Dottergewicht zu Einzeleigewicht variierte nur leicht zwischen den Gruppen (Tab. 26). Ein fütterungsbedingter Einfluß auf den Dotteranteil zeigte sich in diesem Versuch nicht.

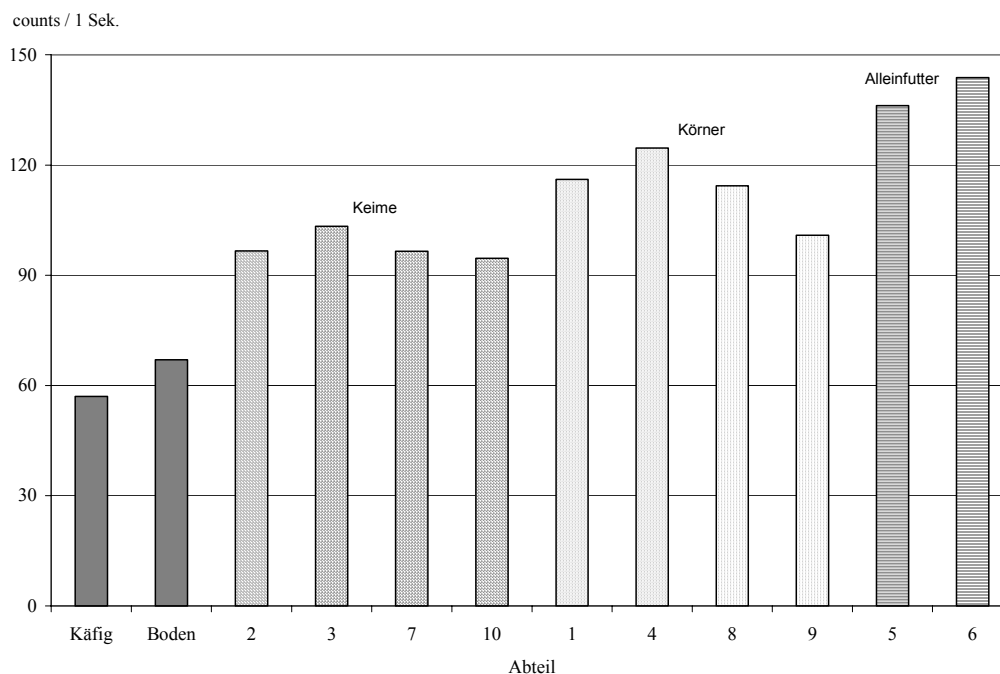
Die **Dotterfarbe** wurde visuell nach dem Hoffmann-La Roche Farbfächer bestimmt. Zur Einschätzung der Farbwerte muß man erwähnen, dass von „konventionellen“ Verbrauchern Werte ab 10 als gut angesehen werden. Die Dotterpigmentierung war vor diesem Hintergrund bei den Eiern aller Futtergruppen schwach. Die Versuchsgruppen schnitten aufgrund des geringeren Einsatzes von Maiskleber in der Ration schlechter ab als die Kontrollgruppe. Die Versuchsgruppen erreichten höchstens die Bewertung 5 bei einzelnen Eiern. Bei der Kontrollgruppe lag der Höchstwert bei 7.

Die Schalenfarbe der Eier, als wichtiges Vermarktungsmerkmal, wurde subjektiv mit drei Farbtönen (braun, mittel, creme) bewertet. Die Eier der Keimgruppe hatten mit einem Anteil von 90,5 % braun und mittelbrauner Färbung die intensivste Schalenfarbe. Inwieweit hier die Futtermischung ursächlich war, lässt sich nicht klären.

Die **Biophotonenmessungen** ergaben Dotterlumineszenz-Werte in der 32. und 36. Lebenswoche der Hennen, die im Niveau mit Eiern aus biologischer Freilandhaltung oder kleinbäuerlicher Haltung vergleichbar waren (J. STRUBE, Kwalis Qualitätsforschung Fulda GmbH, 2004, persönliche Mitteilung). Die Werte für die Alleinfuttergruppe waren signifikant höher als für die Versuchsgruppen, die sich untereinander nicht statistisch absicherbar unterschieden (Abb. 6 und Tab. A13). Die Eidotter aus den Vergleichsproben (Käfig- und Bodenhaltung) zeigten signifikant niedrigere Werte als die Eidotter aller Versuchshühner. KÖHLER (2000) fand, dass sowohl Haltung als auch Beleuchtung und Fütterung der Legehennen sich auf die Lichtabstrahlung (Lumineszenz) des Ei-Dotters deutlich auswirken. Bei Eiern von Hennen aus Freiland- und Auslaufhaltung zeigten sich signifikant höhere Werte im Vergleich zu Eiern von Hennen aus Käfig- und Bodenhaltung. Tageslicht und die regelmässige Aufnahme von Grünfutter durch die Hennen erhöhten die gemessenen Werte.

Höhere Werte zeigen nach der Biophotonen-Theorie (POPP, 1994; BISCHOF 1996) bessere Bedingungen für die Tiere an. Ein Einfluß auf die Ergebnisse der Biophotonenmessungen hat auch die Jahreszeit. Im Winter liegen die Werte niedriger als im Sommer.

**Abbildung 6: Dotterlumineszenz in Counts/ 1 Sekunde; Durchschnitt der Messungen von 12 Eiern pro Abteil\* und 7 Eiern pro Vergleichsprobe\*\***



\*Legedatum der Versuchseier:

5 Eier pro Abteil am 05.01.04; 7 Eier pro Abteil am 02.02.04

\*\*Vergleichsproben aus dem Supermarkt:

Käfig= 7 weiße Eier aus Käfighaltung, Legedatum 09.01.04

Boden= 7 braune Korneier aus Bodenhaltung, Legedatum 05.01.04

Die Haltungsbedingungen im Versuch können prinzipiell mit einer kleinbäuerlichen Haltung verglichen werden. Die Bestand- und Besatzdichte pro Abteil war niedrig, die Hennen hatten Tageslicht, eingestreute Nester und einen Hahn. Möglicherweise könnten die nochmals besseren Werte der Kontrollgruppe im Vergleich zu den Versuchsgruppen mit einer bedarfsgerechteren Fütterung der Kontrolltiere erklärt werden. Zu einer sicheren Abklärung wären aber weitere Untersuchungen notwendig.

### 3.1.4 Tierbeurteilungen

#### 3.1.4.1 Gefiederzustand und Verletzungen

Die beurteilten Tiere aller Versuchs- und Kontrollabteile wiesen bis zur einschließlich vierten Lebenswoche keine Gefiederschäden auf. Ab der siebten bis zur 23. Lebenswoche gab es Schäden an einzelnen Federn der beurteilten Tiere, es traten jedoch bei keinem Tier Kahlstellen oder Verletzungen auf (Tab. A14).

Mit Ausnahme der Lohmann Tradition-Hennen mit Alleinfutter (Abteil 5) war auch in der 30. und 38. Lebenswoche der Gefiederzustand der Tiere sehr gut; die höchste vergebene Note für die befiederten Körperzonen war 1, d.h. es lagen nur einzelne beschädigte Federn vor.

Im Abteil 5 hatten zwei der beurteilten Hennen in der 30. Lebenswoche kleine kahle Stellen und ein Tier hatte eine Hautverletzung. In der 38. Lebenswoche hatten alle Hennen dieses Abteils mindestens eine kleine Kahlstelle und vier Tiere hatten Hautverletzungen. Verletzungen der Federfollikel traten während des gesamten Versuches in keinem Abteil auf. Es gab an keinem Beurteilungstermin signifikante Unterschiede im Gefiederquotient zwischen den Fut-

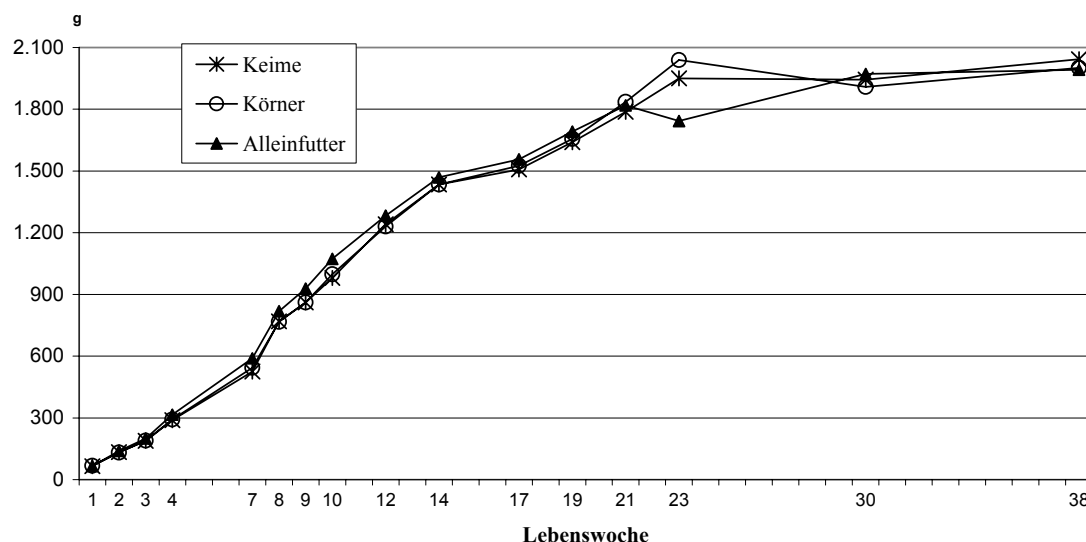
tergruppen oder zwischen den Herkünften. Kannibalismus trat während des gesamten Versuches in keinem Abteil auf.

### 3.1.4.2 Gewichtsentwicklung

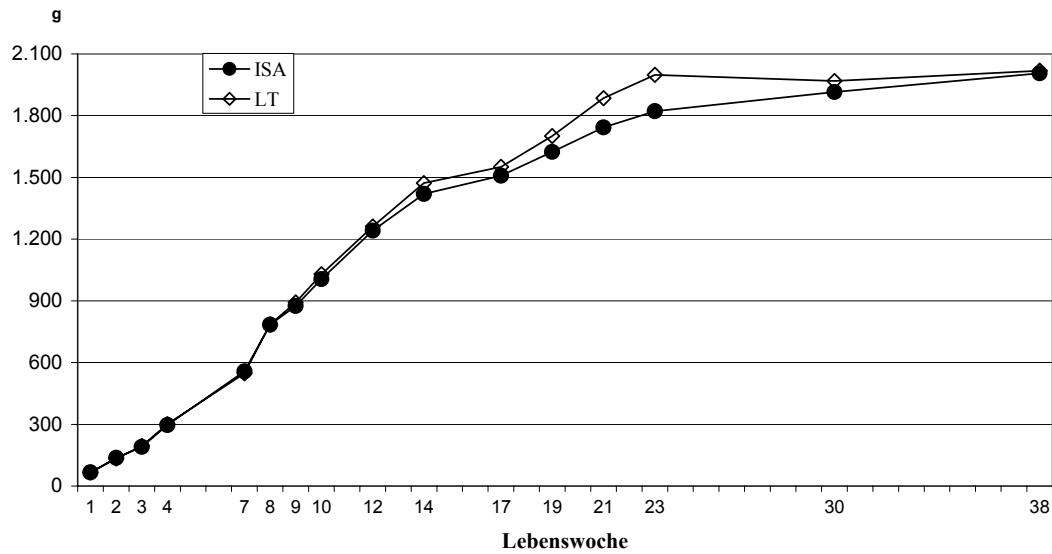
In der 38. Lebenswoche bestanden zwischen den Tiergewichten in den verschiedenen Gruppen mit durchschnittlich 2.043 g in der Keimfuttergruppe, 1.999 g in der Körnergruppe und 1.992 g in der Alleinfuttergruppe keine signifikanten Unterschiede. Die Gewichtsentwicklung aller Futtergruppen verlief ähnlich (Abb. 7) und entsprach in etwa den vorgegebenen Wachstumskurven der Zuchtfirmen, ISA (2000) und Lohmann (ohne Jahr).

In der 4., 7., 9, und 10. Lebenswoche hatten die Küken der Alleinfuttergruppe im Durchschnitt ein signifikant höheres Körpergewicht als die Tiere der Versuchsgruppen. In der 23. Lebenswoche der Hennen war das durchschnittliche Gewicht der Hennen der Alleinfuttergruppe signifikant niedriger (Tab. A15).

**Abbildung 7: Gewichtsentwicklung der Futtergruppen (interpoliert)**



Ausgewertet nach Herkünften ergaben sich am Versuchsende keine Unterschiede im Körpergewicht. Die Hennen der Herkunft ISA Brown wogen im Durchschnitt 2,02 kg die Hennen der Herkunft Lohmann Tradition 2,01 kg. Signifikante Unterschiede im durchschnittlichen Körpergewicht zwischen den Herkünften gab es nur in der 14. und in der 21. Lebenswoche. Die Hennen der Herkunft Lohmann Tradition hatten in diesen Wochen ein höheres Körpergewicht als die Hennen der Herkunft ISA Brown (Abb. 8, Tab. A15).

**Abbildung 8: Gewichtsentwicklung der Herkünfte (interpoliert)**

### 3.1.5 Verluste

Während der 5-monatigen Legeperiode lagen die Verluste bei 1,1 % (2 Hennen), während des gesamten Versuches bei 3,1 % (7 Tiere). In Tabelle 27 sind die Sektionsbefunde der verendeten Tiere aufgeführt.

**Tabelle 27: Verluste und Sektionsbefunde**

Tier	Todeszeitpunkt	Abteil Nr.	Sektionsbefunde
Hennenküken	1. Lebenswoche	3	nicht untersucht
Hennenküken	2. Lebenswoche	1	Nachweis von Kokzidien (geringgradig) und Enterokokken
Hennenküken	2. Lebenswoche	2	Nachweis von E. Coli-Infektion; Marek'sche Erkrankung möglich
Hahnenküken	4. Lebenswoche	3	Coli-Infektion
Hennenküken	5. Lebenswoche	5	nicht bestimmbar
Henne	31. Lebenswoche	9	aufsteigende Legedarmentzündung
Henne	37. Lebenswoche	9	aufsteigende Legedarmentzündung



### 3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus

Nach den vorliegenden Versuchsergebnissen ist es nicht möglich, durch 48-stündige Keimung des eingesetzten Weizens die Probleme der **100 % Bio-Fütterung** hinsichtlich der Aminosäurenversorgung der Hennen zu lösen. Beide Versuchsrationen entsprachen typischerweise hinsichtlich der Methioningehalte nicht den üblichen Fütterungsempfehlungen, bei gleichzeitig über den Empfehlungen liegenden Rohfett- und -fasergehalten. Das durch die Keimung geänderte Fettsäuremuster sowie die erhöhten Zucker- und Vitamingehalte (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, E, K<sub>1</sub>, C und Folsäure) hatten bis auf eine Tendenz zu höheren Eigewichten in der Keimfütterungsgruppe keine feststellbaren Auswirkungen auf die Tiere und deren Leistungen. Parallel zum Projekt laufende Keimversuche zeigten, dass Weizenkeime die 72 h gekeimt wurden wesentliche Änderungen in der Aminosäure-Zusammensetzung aufwiesen (FLAMME et al., 2003). Allerdings änderte sich auch nach 72 h Keimung der Methioningehalt im untersuchten Weizen nicht. Das bedeutet, dass die Aminosäurenversorgung von Legehennen durch die Verfütterung von gekeimten Weizen nicht verbessert wird. Nach den vorliegenden Ergebnisse kann also angesichts des erhöhten arbeitswirtschaftlichen Aufwandes und mangelnder deutlicher Effekte keine Empfehlung für den Einsatz von gekeimtem Futterweizen gegeben werden.

Interessanterweise waren aber trotz der nicht normgemäßen Nährstoffzusammensetzungen der Futterrationen keine Belastungen der Tiere anhand des Gefiederzustandes, der Tiergewichte und der Tiergesundheit zu erkennen. Im Gegenteil war -mit Ausnahme einer der Kontrollgruppen hinsichtlich des Gefieders- durchweg ein sehr guter Tierzustand festzustellen. Dies könnte darauf hinweisen, dass eine 100 % Bio-Fütterung trotz der bekannten Probleme (siehe Kap. 1.2.2 und 1.2.3) aus Tierschutzsicht durchaus möglich ist. Es bestätigte sich hier, dass bei etwas niedrigeren Energiegehalten der Futterrationen die Tiere durch erhöhte Futteraufnahme in der Lage sind, ihren Nährstoffbedarf zu decken. Möglicherweise war sogar in den Versuchsgruppen das Risiko für Federpicken dadurch geringer, dass die unterschiedlichen Futterkomponenten und größeren Futtermengen mehr Beschäftigung boten. Einschränkend ist jedoch zu bedenken, dass diese Ergebnisse bei offensichtlich optimaler Haltung und Betreuung der Versuchstiere erzielt wurden. Dies zeigte sich auch in den Ergebnissen der Biophotonenmessung. Hier allein wurde zusätzlich ein möglicher signifikanter Effekt der „normgerechteren“ Fütterung der Kontrolltiere sichtbar; diese hatten höhere Dotter-Lumineszenzwerte als die Versuchstiere. Es ist vorstellbar, dass sich erst unter weniger optimalen Bedingungen, wie sie in der Praxis häufig vorkommen, auch in der Tiergesundheit, dem Verhalten und der Leistung der Tiere Imbalancen in der Fütterung deutlich negativ auswirken. Zu den tatsächlichen Bedarfswerten von Aufzucht- und Legehennen unter verschiedenen Haltungsbedingungen besteht somit auch vor dem Hintergrund unserer Ergebnisse noch großer Forschungsbedarf. Biophotonenmessungen könnten sich dabei als ein empfindlicher Indikator erweisen; auch hier ist allerdings weitere Forschung notwendig.

Eine bedarfsangepasste Fütterung ist aber nicht nur aus Tierschutzgründen wichtig, sondern auch aus Umweltschutz- und ökonomischer Sicht. Sowohl die hier festgestellten hohen Futtermittelvebrauchswerte als auch die höhere Futtermittelvewertung in den Versuchsgruppen sind in dieser Hinsicht kritisch zu sehen. Zudem konnte das Leistungspotenzial der Hennen mit der 100 % Bio-Fütterung nicht ausgeschöpft werden. Die Legeleistung lag in der 2. bis 5. Periode zwischen 84 und 89 %. Generell war in der Kontrollgruppe eine Tendenz zu günstigeren Ergebnissen bei Legeleistung und Eiqualität zu verzeichnen auch wenn die Unterschiede in keinem Fall statistisch absicherbar waren. Hierbei ist allerdings auch die begrenzte Stichprobengröße zu beachten.

Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse, dass ein dringender weiterer Forschungsbedarf für die Entwicklung geeigneter Fütterungsstrategien für eine 100 % Bio-Fütterung besteht, um

die Praxis in die Lage zu versetzen, die Vorgaben der EU-Bio-Verordnung zu erfüllen, ohne in tier- und umweltschutzrechtliche sowie wirtschaftliche Probleme zu geraten.

#### 4 Zusammenfassung

Durch die im Versuch durchgeführte Keimung ergaben sich, mit Ausnahme von Stärke und Zucker, keine **Änderungen in den Rohnährstoffgehalten des Weizens**. Auch die Gehalte der **Aminosäuren** Lysin, Methionin und Cystin änderten sich nicht. Ein Anstieg durch die Keimung war bei den Gehalten der **Vitamine** Thiamin (Vit. B<sub>1</sub>), Riboflavin (Vit. B<sub>2</sub>), Vitamin K und Vitamin C zu verzeichnen. Die Fettsäurezusammensetzung im Weizenkeim hatte sich im Vergleich zum Korn nach 48 Stunden Keimung verändert. Bei dem Gehalt an der **essentiellen Fettsäure** Linolen war ein Anstieg um 10 % zu verzeichnen. Der Gehalt an Linolsäure veränderte sich durch die 48-stündige Keimung nicht.

Die Rationen der Versuchstiere, 10-50 % Weizenkeime plus Ergänzer und 10-50 % Weizenkörner plus Ergänzer unterschieden sich folglich nur in den Gehalten der obengenannten Vitamine und in der Fettsäurezusammensetzung. Die Weizenkeimgruppe hatte verglichen mit der Weizenkrnergruppe außerdem einen etwas niedrigeren Gehalt an Stärke und einen höheren Gehalt an Zucker in der Ration.

Die Hennen nahmen die ihnen angebotene Menge an Weizenkeimen und –körnern in der Aufzuchtphase und auch während der Legeperiode meistens vollständig auf. Der **Futtermverbrauch** der Versuchsgruppen in Bezug auf den Ergänzer war jedoch sehr hoch. Der hohe Futtermverbrauch ist auch auf eine hohe **Futtermvergeudung** durch die Tiere zurückzuführen. Der Höchstwert der ermittelten Futtermvergeudung lag bei 11,9 g Ergänzer pro Tier und Tag in einem Krnerfutterabteil in der 15./16. Lebenswoche der Hennen. Auch bei der Futtermvergeudung gab es eine hohe Streuung. Die tatsächliche Futtermaufnahme der Hennen konnte aufgrund der Futtermvergeudung nicht ermittelt werden. Die Futtermvergeudung wird auf die heterogene Struktur des Ergnzers und die dadurch gegebene Futtermpartikelselektierung durch die Hennen zurückgeführt.

Die **Leistungsparameter** Legeleistung, Gesamteimasse und Handelsklassensortierung unterschieden sich zwischen den Futtergruppen nicht signifikant. Die Legeleistungen der Versuchsgruppen lagen in der zweiten bis zur vierten Periode zwischen 84 und 87 %. Die Alleinfuttergruppe erreichte in diesem Zeitraum regelmässig Legeleistungen über 90 %. Ftterungsbedingte Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen deuten sich bei den Eigewichten an. Die Eier der Keimgruppe waren im Durchschnitt in der zweiten bis fünften Periode zwischen 1 und 1,8 g schwerer als die Eier der Körnergruppe. Die Unterschiede waren jedoch nur in der dritten Periode signifikant. Dieses Ergebnis könnte auf die veränderte Fettsäurezusammensetzung der Keime im Vergleich zu den Körnern zurückzuführen sein.

Bei der **Eiqualität** waren hinsichtlich Schalenstabilitt und Farbwert für die Dotterfarbe keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Ftterungsgruppen festzustellen, ebenso wie zwischen den Versuchsgruppen hinsichtlich der **Biophotonenmessungen** an den Eidottern. Insgesamt wiesen alle Gruppen Dotterlumineszenzwerte auf, die bislang bei Eiern aus biologischer Freilandhaltung oder kleinbuerlicher Haltung gemessen wurden, und die signifikant höher waren, als bei zugekauften Vergleichseiern aus konventioneller Boden- und Kfigfhaltung. Die Eier der Kontrollgruppe wiesen signifikant höhere Werte auf, als die Eier aus den Versuchsgruppen. Als eine mögliche Ursache hierfür ist die bedarfsgerechtere Fütterung zu diskutieren.

Federpicken wurde ab der 30. Lebenswoche der Hennen nur in einem Abteil der Kontrollgruppe anhand der **Gefiederbonitierung** festgestellt. Alle Hennen der anderen Abteile wiesen bis zur 38. Lebenswoche (Zeitpunkt der letzten Bonitierung) ein intaktes Federkleid auf.

Statistisch waren keine Unterschiede im Gefieder- und Hautzustand zwischen den Futtergruppen abzuschließen.

Die **Gewichtsentwicklung** der Tiere entsprach weitgehend den von den Zuchtfirmen vorgegebenen Wachstumskurven. Zwischen den Futtergruppen bestanden in der 38. Lebenswoche keine signifikanten Unterschiede im durchschnittlichen Körpergewicht, mit 2.043 g in der Keimfuttergruppe, 1.999 g in der Körnergruppe und 1.992 g in der Alleinfutter- oder Kontrollgruppe. In der Aufzuchtphase hatten die Küken der Alleinfuttergruppe in der 4., 7., 9. und 10. Lebenswoche im Durchschnitt ein signifikant höheres, in der 23. Lebenswoche aber dann ein signifikant niedrigeres Körpergewicht als die Versuchsgruppen.

Die **Verlustrate** war mit 3,1 % über Aufzucht- und Legephase gering. Während der 5-monatigen Legeperiode starben nur zwei Hennen (1,1 %).

Beim Vergleich der **Herkünfte** Lohmann Tradition und ISA Brown zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den Leistungen zwischen den Herkünften. Auch beim Gefiederzustand gab es keine signifikanten Unterschiede. Die Hennen der Herkunft Lohmann Tradition hatten in der 14. und in der 21. Lebenswoche im Durchschnitt ein signifikant höheres Körpergewicht als die Hennen der Herkunft ISA Brown. An den folgenden drei Beurteilungsterminen waren die Gewichte jedoch wieder angeglichen. In der 38. Lebenswoche wogen die Hennen im Durchschnitt 2.014 (LT) bzw. 2.016 g (ISA).

Insgesamt zeigten die Ergebnisse, dass die Aminosäureversorgung von Küken, Jung- und Legehennen durch die Verfütterung von gekeimten Weizen nicht verbessert wird. Der Einsatz von gekeimtem Futtergetreide wird aufgrund der vorliegenden Ergebnisse nicht empfohlen.

Die 100 % Bio-Fütterung führte bei den Tieren, trotz der nicht normgemäßen Nährstoffzusammensetzung, zu einem sehr guten Gesundheits- und Gefiederzustand bei zufrieden stellenden Leistungen. Die Ergebnisse wurden jedoch unter offensichtlich optimalen Haltungsbedingungen erzielt, was sich auch in den Ergebnissen der Biophotonenmessungen zeigte. Inwieweit sich Imbalancen in der Fütterung unter weniger optimalen Haltungsbedingungen negativ auf den Zustand der Tiere und deren Leistungen auswirken muss durch weitere Versuche geprüft werden. Im Hinblick auf Umweltschutz und Ökonomie sind die hohen Futtermittelverbrauchsdaten der Versuchsgruppen und die im Vergleich zur Kontrollgruppe höhere Futtermittelvergeudung kritisch zu betrachten. Weitere Untersuchungen zum tatsächlichen Nährstoffbedarf von Jung- und Legehennen unter verschiedenen Haltungsbedingungen sowie zur Entwicklung bedarfsgerechter ökologischer Futtermittelrationen sind somit dringend notwendig.

## **5 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen**

Ziel des Projektes war es, die in der Aufgabenstellung genannten Fragen zu beantworten. Dies ist zu einem sehr großen Teil gelungen. Im Folgenden werden die erzielten Antworten noch einmal zusammengefasst und es werden jene Aspekte aufgeführt, die noch nicht zufrieden stellend beantwortet sind. Zum Abschluss werden die weiterführenden Fragestellungen benannt, die angesichts der bisher erzielten Ergebnisse deutlich werden.

### **1. Ist das für den Versuch vorgesehene Futter mit zusätzlich gekeimtem Getreide, das zu 100 % aus Komponenten ökologischer Herkunft besteht, bedarfsgerecht?**

Die Tiere zeigten eine den Vorgaben der Zuchtunternehmen entsprechende Gewichtsentwicklung und es traten kein Federpicken und kein Kannibalismus auf. Der Gesundheits- und Gefiederzustand der Tiere war während des gesamten Versuches sehr gut und die Leistungen der Hennen zufrieden stellend. Die Tiere konnten somit offensichtlich ihren Bedarf decken. Lediglich die signifikant höheren Dotter-Lumineszenzwerte in der Kontrollgruppe könnten auf eine gewisse Einschränkung der Bedarfsgerechtigkeit des Versuchsfutters hinweisen, allerdings bei Werten, die auch bei den Versuchsgruppen auf hohem Niveau lagen. Eine Aufwertung der Ration durch den gekeimten Weizen erfolgte nicht. Auch wies der hohe Futtermittelverbrauch in den Versuchsgruppen auf keine gute Anpassung der Rationen an die Bedarfswerte hin. Wegen der ebenfalls hohen Futtermittelvergeudung konnten aber keine genauen Angaben über die tatsächlich aufgenommenen Nährstoffe gemacht werden. Es ist allerdings wahrscheinlich, dass einige Nährstoffe im Überfluss aufgenommen wurden.

### **2. Ist gekeimtes Getreide geeignet, den Maiskleber- und Kartoffeleiweißanteil in den vorgesehenen Kontrollrationen mit einem Anteil von 20 % konventionell produzierten Komponenten zu ersetzen?**

Der im Versuch verwendete 48 bzw. 47 Stunden gekeimte Weizen ist nicht geeignet, den Maiskleber und Kartoffeleiweißanteil in den Kontrollrationen zu ersetzen, da sich am Rohproteingehalt im Vergleich zum ungekeimten Weizen nichts geändert hat, und auch die Gehalte der essentiellen Aminosäuren im Verlauf der Keimung nicht angestiegen sind.

Weizen der 72h gekeimt wurde zeigte eine veränderte Aminosäurezusammensetzung (FLAMME et al., 2003). Der Methioningehalt war jedoch auch nach 72 Stunden Keimung nicht angestiegen, d. h. dass die Versorgung der Hennen mit der in der Legehennenhaltung erstlimitierenden Aminosäure Methionin, durch die Verfütterung von gekeimten Weizen nicht verbessert werden kann.

### **3. Besteht ein Einfluß der Fütterung mit Keimen auf die Entwicklung der Tiere (Gefieder, Gewicht, Gesundheit – Jung- und Adulttiere)?**

Es gab keine signifikanten Unterschiede im Gefiederzustand, Körpergewicht oder in der Verlustrate im Vergleich zu den Tieren, die Körner statt Keime erhielten. Somit war kein messbarer Einfluss des gekeimten Weizens auf die Entwicklung der Tiere bis zur 40. Lebenswoche festzustellen.

Ob die Verfütterung von gekeimten Weizen einen Einfluss auf die Persistenz der Legehennen in Bezug auf ihre Gesundheit und ihre Leistungen hat, müsste in einem Versuch über eine gesamte Legeperiode geprüft werden.

### **4. Besteht ein Einfluss der Fütterung mit Keimen auf die Legeleistung und Eiqualität?**

Fütterungsbedingte Unterschiede zwischen Hennen, die mit Ergänzern und Keimen gefüttert wurden und Hennen, die Ergänzern und Körnern erhielten deuteten sich bei den Eigewichten an.

Die Eier der Hennen, die Keime erhielten waren im Durchschnitt 1 bis 1,8 g schwerer. Die Unterschiede waren jedoch nur in der dritten Periode signifikant. Dieses Ergebnis kann man möglicherweise auf die veränderte Fettsäurezusammensetzung der Keime im Vergleich zu den Körnern zurückführen. Bei der Legeleistung, der Eimasse und der Handelsklassensortierung gab es keine signifikanten Unterschiede. Auch bei den Eiqualitätsuntersuchungen und den Biophotonenmessungen der Eidotter zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Eiern der Hennen, die Weizenkeime erhielten und den Eiern der Hennen, die mit Weizenkörnern gefüttert wurden.

##### **5. Bestehen Unterschiede zwischen einer kombinierten Fütterung mit Keimgetreide und einer kombinierten Fütterung mit Getreidekörnern hinsichtlich der Entwicklung und der Leistung der Tiere?**

Bis zur 40. Lebenswoche der Hennen zeigten sich, bis auf die Eigewichte, keine Unterschiede zwischen den Hennen hinsichtlich der Leistung und der Entwicklung der Tiere.

Hinsichtlich **weiterführender Fragestellungen** wurde durch die vorliegenden Ergebnisse unterstrichen, dass großer Forschungsbedarf hinsichtlich der Bedarfswerte in der ökologischen Legehennenfütterung besteht. Trotz der nicht normgemäßen Nährstoffzusammensetzungen der Futtrationen hatten die Tiere während des gesamten Versuches einen sehr guten Gesundheits- und Gefiederzustand und erreichten zufrieden stellende Leistungen, allerdings bei einem hohen Futtermittelverbrauch. Hier wären vergleichende Fütterungsversuche unter den Rahmenbedingungen der ökologischen Landwirtschaft wichtig, die gleichermaßen Aspekte des Tier- und Umweltschutzes sowie der Ökonomie berücksichtigen.

Forschungsbedarf besteht auch hinsichtlich der Eiweißkomponenten, die die Aminosäureversorgung der Legehennen sichern sollen. Die meisten Körnerleguminosen, die in der ökologischen Legehennenfütterung als Eiweißträger eingesetzt werden, haben einen zu geringen Methioningehalt. Auch enthalten sie je nach Art und Sorte in unterschiedlichem Umfang Hemmstoffe (Vicine und Tannine), die die Proteinverdauung behindernden. Inwieweit durch die Keimung eine Proteinaufwertung und in welchem Umfang ein Abbau der Hemmstoffe erfolgt, sollte durch Analysen gekeimter Samen geprüft werden.

## 6 Literatur

- AL MASHHADANI, E. H. & M. M. BECK (1985): Effect of Atmospheric Ammonia on the Surface Ultrastructure of the Lung and Trachea of Broiler Chicks. *Poult. Sci.* 64, 2056-2061.
- BARTNIK M. & I. SZAFRANSKA (1987): Changes in Phytate content and Phytase Activity during the Germination of some Cereals. *Journ. of Cereal Sci.* 5, 23-28.
- BAUR, H. (1932): Die Ernährung der Hühner mit Grünfütter im Winter unter besonderer Berücksichtigung der Silagefütterung. *Arch. Geflügelkunde* 6, 49.
- BISCHOF, M. (1996): Biophotonen – Das Licht in unseren Zellen. Verlag 2001, Frankfurt am Main.
- CALDERON, V. M. & L. S. JENSEN (1990): The requirements for sulphur amino acid by laying hens as influenced by the protein concentration. *Poult. Sci.* 69, 934-944.
- CHAVAN, J. K. & S. S. KADAM (1989): Nutritional Improvement of Cereals by Sprouting. *Critical Rev. in Food Sci. and Nutr.* 28 (5), 401-435.
- CHEE, K. M. & D. POLIN (1978): Effect of methionine and methods of feeding on feed intake (abstr.). *Poult. Sci.* 57, 1126.
- D'MELLO, J. P. F. (2003): Amino acid in animal nutrition. 2nd ed. CAB International, Wallingford (UK).
- DAMME, K. & R. HILDEBRAND (2002): Geflügelhaltung. Legehennen, Puten- und Hähnchenmast. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- DANISOVÁ, C., E. HOLOTNÁKOVÁ, B. HOZOVÁ & V. BUCHTOVÁ (1994): Effect of germination on a range of nutrients of selected grains and legumes. *Acta Alimentaria* 23 (3), 287-298.
- DEERBERG, F. (1995): Geflügelfütterung im ökologischen Landbau. In: *Ökologische Geflügelhaltung. Beratung Artgerechte Tierhaltung und Universität Gesamthochschule Kassel* (Hrsg.). 153-158.
- DEERBERG, F. (2003): Viele Wege in der Geflügelfütterung. *Bioland* 2, 21.
- DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT (2004): MAK und BAT-Werte-Liste 2004, Maximale Arbeitsplatzkonzentration und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. Mitteilung 40, DFG, Weinheim.
- FANGAUF, R. (1951): Über die Wirkung von Keimhafer – *Deutsche Wirtschaftsgeflügelzucht* 4, 27.
- FLAMME, W., CH. KURPJUN, S. SEDDIG, G. JANSEN & H.-U. JÜRGENS (2003): Gekeimte Samen als Futtermittel – Analytik. Abschlußbericht zum Forschungsprojekt (02OE662). Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Stressphysiologie und Rohstoffqualität.
- FRETZDORF B. & D. WEIPERT (1986): Phytinsäure in Getreide und Getreideerzeugnissen, Mitteilung I: Phytinsäure und Phytase in Roggen und Roggenprodukten. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 182. 287-293.
- GfE, Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (1999): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler). DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- HARMUTH-HOENE, A.-E., A. BOGNAR, U. KORNE MANN & J. F. DIEHL (1987): Der Einfluß der Keimung auf den Nährwert von Weizen, Mungbohnen und Kichererbsen. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 185, 386-393.

- HARMUTH-HOENE, A.-E. (1988). Der Einfluß der Keimung auf die Proteinqualität von Weizen und Mungbohnen-Stickstoffbilanzversuche an wachsenden Ratten. *Z. Ernährungswiss.* 27, 40-47.
- HARMUTH-HOENE, A.-E. & A. BOGNAR (1988). Nährwert und mikrobielle Belastung von Keimlingen aus Mungbohnen und Weizen. *Ernährungs-Umschau* 35 (10), 358-362.
- HEINZ, T., W. B. SOUFFRANT, S. KESTING & O. KELLNER (1991): Ackerbohnen und Futtererbsen in Rationen für Schweine und Geflügel im Vergleich zum Sojaschrot. *Tierzucht* 45, 84-86.
- HUBBARD ISA (2000): Management guide – Commercial Layers
- HUGHES, B. O. & I. J. H. DUNCAN (1972): The influence of strain and environmental factors upon feather pecking and cannibalism in fowls. *British Poult. Sci.* 13, 525-547.
- JAHN-DEESBACH, W. & A. SCHIPPER (1979): Veränderungen der Proteinzusammensetzung im Weizenkorn während der Keimung. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 148, 165-187.
- JAHN-DEESBACH, W. & A. SCHIPPER (1980): Protein-Fractionen und Aminosäuren in ungekeimten und gekeimten Körnern von Weizen, Gerste, Roggen und Hafer. *Getreide, Mehl und Brot* 34, 281-287.
- JAHN-DEESBACH, W. & A. SCHIPPER (1991): Proteinqualität von Keimgetreide. *Getreide, Brot und Mehl* 45, 3-5.
- JEROCH, H. (1988): Futterqualität und Einsatzmöglichkeiten von Körnerleguminosen in der Legehennen- und Broilerfütterung. *Tierzucht* 42, 433-437.
- JEROCH, H., G. FLACHOWSKY & F. WEIBACH (1993): Futtermittelkunde. Gustav-Fischer-Verlag Jena, Stuttgart.
- JEROCH, H. & S. DÄNICKE (2002): Faustzahlen zur Geflügelfütterung. *Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 103-125.
- KEPPLER, C., G. TREI, K. LANGE, B. HÖRNING & D.W. FÖLSCH (2001): Beurteilung des Integumentes bei Legehennen – eine Möglichkeit zur Bewertung von Haltungssystemen und Herkünften in der alternativen Legehennenhaltung? IGN-Tagung „Tierschutz und Nutztierhaltung“ 4.-6. Oktober 2001 in Halle-Köllwitz, Tagungsbericht, 118-123.
- KÖHLER, B. (2001): Der Einfluß von Haltung, Fütterung und Beleuchtung auf die Biophotonenemission (delayed luminescence) sowie herkömmliche Qualitätsparameter von Hühnereiern. Dissertation, Universität Kassel, KWALIS Qualitätsforschung Fulda GmbH (Hrsg.), Reihe Qualitätsforschung Band 1.
- KOLB, E. & H. GÜRTLER (1971): Ernährungsphysiologie der landwirtschaftlichen Nutztiere. VEB Gustav-Fischer-Verlag, Jena.
- KOLB, E. & J. SEEHAWER (2001): Ein Vitamin mit positiver Wirkung – Ascorbinsäure beim Geflügel. *DGS Magazin* 22, 20-23.
- KUMAR A. & B. M. CHAUHAN (1993): Effects of Phytic Acid on Protein Digestibility (In Vitro) and HCL-Extractability in Pearl Millet Sprouts. *Cereal chem.* 70 (5), 504-506.
- LEMAR, L. E. & B. G. SWANSON (1976): Nutritive value of sprouted wheat flour. *J. Food Sci.* 41, 719-720.
- LOHMANN TIERZUCHT (ohne Jahr): Legehennen – Management Programm. Cuxhaven.
- MANTEL, K. (1951): Verfütterung von Hafer an Hühner in verschiedener Beschaffenheit. *Deutsche Wirtschaftsgeflügelzucht* 4, 38-39.
- MERX, H. (1991): Einfluß von Keimungsparametern auf den Vitamingehalt und die mikrobiologische Qualität von Sprießkorn (Roggen und Weizen). Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.

- NEHRING, K. (1972): Lehrbuch der Tierernährung und Futtermittelkunde. 9. Aufl., Neumann Verlag, Radebeul, S. 474.
- NIEß, E. (1978): Ursachen und Folgen von Aminosäure-Imbalancen beim monogastrischen Nutztier. Kraftfutter 8; 686-690.
- OLOFFS, K., E. STROBEL & H. JEROCH (2000): Veränderung der Phytaseaktivität und des Phytat-Phosphor-Gehaltes bei gekeimten Einzelfuttermitteln. Die Bodenkultur 51 (1), 41-48.
- POPP, F. A. (1994): Die Botschaft der Nahrung. Fischer Verlag, Frankfurt am Main.
- SCHÖNE, F., G. JAHREIS, F. TISCHENDORF, J. BARGHOLZ & V. BÖHM (1997): Veränderungen von Getreide und Ölsaaten durch Keimung und Beurteilung in Ernährung und Fütterung. XXXII. Vortragstagung, Wäldenswil, 1997. Dt. Gesellschaft f. Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) E. V., 77-88.
- TRGS 900 (2000): BUNDESANSTALT FÜR ARBEITSSCHUTZ UND ARBEITSMEDIZIN (BAUA), AUSSCHUSS FÜR GEFÄHRSTOFFE (AGS). Technische Regeln für Gefahrstoffe – Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz – „Luftgrenzwerte“, [www.baua.de](http://www.baua.de), Stand 30.07.04
- ULLRICH, I., W. JAHN-DEESBACH & J. PALLAUF (1985): Zum Einfluß der Keimung auf die Proteinzusammensetzung und den ernährungsphysiologischen Wert des Weizenkorns. Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde. 53, 91-103.
- WATZL, B. & C. L. LEITZMANN (1984): Vitamingehalt in Getreidekeimlingen und Frischkornbrot. Getreide, Mehl und Brot 38, 220-222.



# **Anhang**

**Tabelle A1: Analyseergebnisse der Weizenkörner und –keime bezogen auf 88 % Trockensubstanz**

Futtersorte			Weizenkörner		Weizenkeime, gefriergetr. (Schale)		Weizenkeime, frisch (Automat)	
Analysenanzahl		n	2		3		2	
			x	s	x	s	x	s
<b>Trockensubstanz</b>		%	<b>86,52</b>	2,52	<b>94,01</b>	3,11	<b>50,00</b>	1,14
<b>Rohprotein</b>	XP	%	<b>10,58</b>	1,60	<b>9,62</b>	0,37	<b>10,80</b>	0,07
Rohfett	XL	%	1,93	0,28	1,66	0,55	2,00	0,07
Rohfaser	XF	%	2,68	0,27	3,11	0,93	2,70	0,20
Stärke	XS	%	57,95	0,07	55,19	2,55	54,91	0,06
Zucker	XZ	%	2,44	0,39	4,24	0,90	5,85	1,91
<b>umsetzbare Energie</b>	MJ ME		<b>12,30</b>	0,40	<b>11,82</b>	0,44	<b>12,29</b>	0,29
Rohasche	XA	%	1,71	0,05	1,67	0,02	2,28	0,10
Calcium		%	0,09	0,07	0,05	0,02	0,05	0,00
Phosphor		%	0,37	0,04	0,39	0,01	0,39	0,01
Natrium		%	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00
Kalium		%	0,41	0,00	0,36	0,03	0,38	0,00
Analysenanzahl		n	1		2		2	
Lysin		%	0,30		0,25	0,00	0,33	0,00
<b>Methionin</b>		%	<b>0,17</b>		<b>0,18</b>	0,00	<b>0,17</b>	0,00
<b>Cystin</b>		%	<b>0,23</b>		<b>0,23</b>	0,01	<b>0,24</b>	0,01
Vitamin A	IE		-		1.837	0,00	1.761	49,80

-nicht analysiert  
x= Mittelwert  
s= Standardabweichung

**Tabelle A2: Veränderungen der Aminosäurezusammensetzung im Weizen der Sorte Rektor bei unterschiedlicher Keimdauer und unterschiedlichen Keimbedingungen (FLAMME et al., 2003)**

Keimdauer	Bedingung	Lysin (%)	Methionin (%)	Cystin (%)	Threonin (%)
0 h	Feuchtekammer	<b>0,38</b>	<b>0,18</b>	<b>0,30</b>	<b>0,34</b>
48 h	Feuchtekammer	0,41	0,18	0,30	0,34
72 h	Feuchtekammer	0,47	0,18	0,29	0,35
96 h	Feuchtekammer	0,52	0,20	0,27	0,37
48 h	Keimautomat BK8	<b>0,42</b>	<b>0,18</b>	<b>0,29</b>	<b>0,34</b>

**Tabelle A3: Veränderungen des Vitamin- und Folsäuregehaltes im Weizen der Sorte Rektor bei unterschiedlicher Keimdauer und unterschiedlichen Keimbedingungen (FLAMME et al., 2003)**

Keimdauer	Bedingung	Vit. B1 (mg/kg)	Vit. B2 (mg/kg)	Vit. B6 (mg/kg)	Vit. E (mg/kg)	Vit. K1 (µg/kg)	Vit. C (mg/kg)	Folsäure (µg/kg)
0 h	Feuchtekt.	<b>5,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>12,5</b>	<b>15</b>	<b>9,9</b>	<b>244</b>
48 h	Feuchtekt.	5,7	1,3	0,9	13,9	24	30,6	182
72 h	Feuchtekt.	6,6	2,3	1,1	14,0	52	38,4	347
96 h	Feuchtekt.	6,8	2,9	1,4	15,9	170	47,6	559
48 h	KA BK8	<b>6,9</b>	<b>1,7</b>	<b>0,8</b>	<b>12,6</b>	<b>22</b>	<b>21,9</b>	

Feuchtekt. = Feuchtekammer  
KA = Keimautomat

**Tabelle A4: Analyseergebnisse der Ergänzer bezogen auf 88 % Trockensubstanz**

Futtersorte			Küken-Ergänzer		Ergänzer ab 9. Lebenswoche		Legehennen-Ergänzer	
Analysenanzahl		n	4		2		2	
			x	s	x	s	x	s
<b>Trockensubstanz</b>		%	<b>91,19</b>	0,91	<b>92,17</b>	1,23	<b>92,90</b>	0,43
Rohprotein	XP	%	<b>22,54</b>	0,87	<b>21,53</b>	0,23	<b>22,24</b>	0,47
Rohfett	XL	%	9,56	1,25	6,46	0,14	7,81	2,93
Rohfaser	XF	%	7,21	3,31	9,18	2,15	7,12	1,02
Stärke	XS	%	15,15	3,06	15,42	3,96	11,37	3,56
Zucker	XZ	%	4,61	1,34	3,39	0,17	5,23	0,20
<b>umsetzbare Energie</b>		MJ ME	<b>9,91</b>	0,82	<b>8,57</b>	0,76	<b>8,71</b>	0,46
Rohasche	XA	%	9,32	1,18	8,49	0,44	21,62	1,60
Calcium		%	1,89	0,49	1,53	0,31	7,75	2,41
Phosphor		%	0,78	0,03	0,70	0,01	0,71	0,00
Natrium		%	0,30	0,05	0,25	0,05	0,32	0,05
Kalium		%	1,28	0,04	1,31	0,03	1,11	0,21
Analysenanzahl		n	2		1		1	
Lysin		%	1,26	0,01	1,20		1,19	
<b>Methionin</b>		%	<b>0,34</b>	0,01	<b>0,34</b>		<b>0,33</b>	
<b>Cystin</b>		%	<b>0,34</b>	0,01	<b>0,33</b>		<b>0,32</b>	
Vitamin A		IE	21.439	5.180	11.470		26.343	

x= Mittelwert

s= Standardabweichung

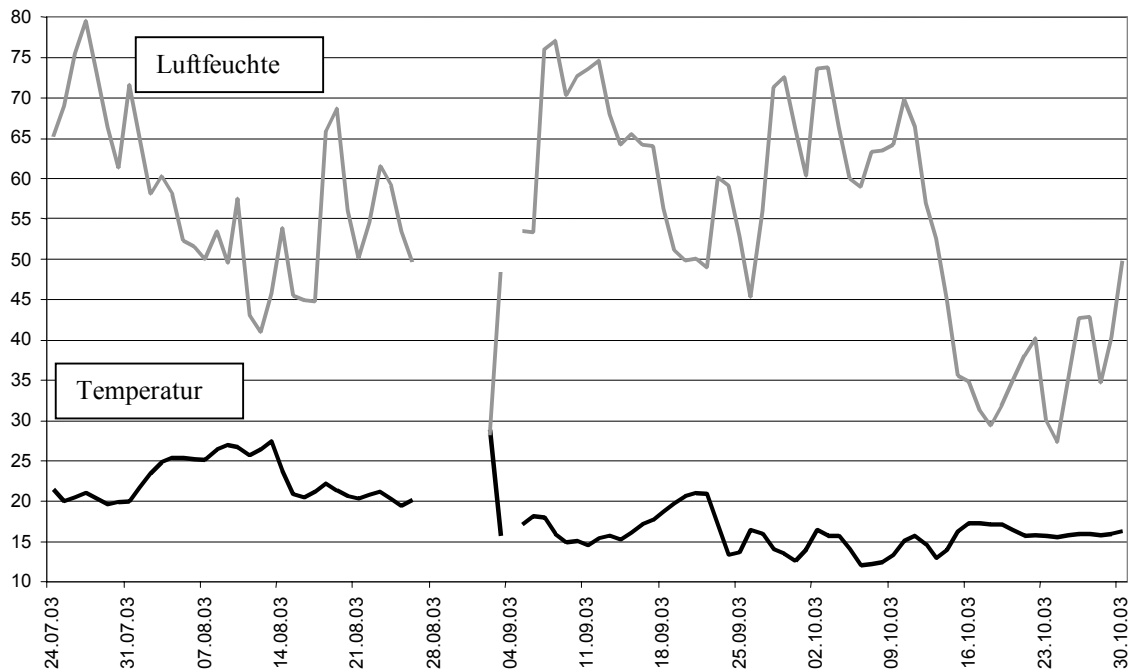
**Tabelle A5: Analyseergebnisse der Alleinfutter bezogen auf 88 % Trockensubstanz**

Futtersorte			Küken- Alleinfutter		Alleinfutter ab 8. Lebensw.		Alleinfutter ab 12. Lebensw.		Legehennen- Alleinfutter	
Analysenanzahl		n	2		2		2		2	
			x	s	x	s	x	s	x	s
<b>Trockensubstanz</b>		%	<b>90,01</b>	0,42	<b>89,25</b>	0,63	<b>88,33</b>	0,94	<b>90,07</b>	0,47
<b>Rohprotein</b>	XP	%	<b>18,96</b>	1,02	<b>19,02</b>	1,13	<b>17,04</b>	0,79	<b>16,52</b>	1,56
Rohfett	XL	%	4,60	0,58	5,52	0,13	5,33	0,48	4,51	0,38
Rohfaser	XF	%	3,51	0,82	4,59	0,59	4,22	0,75	3,05	1,13
Stärke	XS	%	36,03	0,10	33,97	1,56	39,36	1,27	40,39	3,15
Zucker	XZ	%	2,63	1,24	2,81	0,71	2,66	1,11	2,70	0,70
<b>umsetzbare Energie</b>		MJ ME	<b>10,88</b>	0,22	<b>10,88</b>	0,13	<b>11,39</b>	0,07	<b>11,20</b>	0,51
Rohasche	XA	%	7,13	0,21	7,09	0,22	6,17	0,32	12,09	0,52
Calcium		%	1,78	0,25	1,58	0,13	1,40	0,32	4,28	0,79
Phosphor		%	0,80	0,07	0,88	0,08	0,78	0,01	0,53	0,11
Natrium		%	0,14	0,01	0,19	0,00	0,20	0,01	0,19	0,04
Kalium		%	0,69	0,06	0,72	0,03	0,69	0,01	0,56	0,06
Analysenanzahl		n	1		1		1		1	
Lysin		%	0,89		0,84		0,75		0,74	
<b>Methionin</b>		%	<b>0,37</b>		<b>0,37</b>		<b>0,32</b>		<b>0,31</b>	
<b>Cystin</b>		%	<b>0,34</b>		<b>0,35</b>		<b>0,34</b>		<b>0,32</b>	
Vitamin A		IE	7.280		10.399		15.326		10.221	

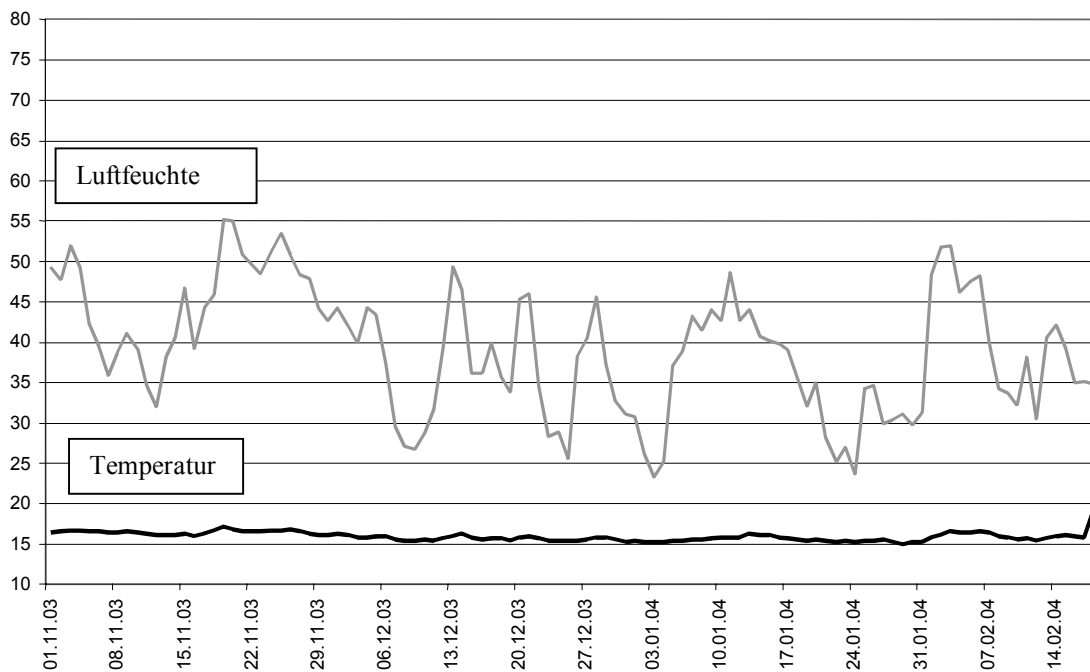
x= Mittelwert

s= Standardabweichung

**Abbildung A1: Durchschnittliche Temperaturwerte pro Tag in °C und durchschnittliche Luftfeuchte in % im Stall vom 24.07.03 bis 31.10.03**



**Abbildung A2: Durchschnittliche Temperaturwerte pro Tag in °C und durchschnittliche Luftfeuchte in % im Stall vom 01.11.03 bis 15.02.04**



**Tabelle A6: Ergebnisse der Messungen mit dem Luxmeter, Abteile (Abt.) mit Fenstern zur Nordseite des Stalles**

Datum / Uhrzeit; Wetter	Abt. 1		Abt. 2		Abt. 3		Abt. 4		Abt. 5	
	E. <sup>1</sup>	K. <sup>2</sup>	E.	K.	E.	K.	E.	K.	E.	K.
25.07.03 / 9.20; wechselhaft	2,0	10,3	1,3	6,9	3,5	2,9	2,9	6,9	9,6	12,8
31.07.03 / 9.40; wechselhaft	1,7	2,4	1,3	4,5	1,3	2,1	1,5	2,6	5,3	10,1
19.08.03 / 12.00; wechselhaft	3,4	3,9	4,6	21,9	3,8	5,8	5,8	11,1	4,0	17,7
09.09.03 / 13.30; sonnig	6,5	16,3	7,3	31,8	2,7	10,0	4,8	14,7	8,0	23,8
30.09.03 / 15.40; sonnig	2,0	8,4	8,2	30,8	2,5	6,5	6,8	17,7	8,8	29,1
08.10.03 / 9.43; wechselhaft	1,4	5,4	4,8	11,8	0,4	2,3	0,8	5,3	2,5	11,6
16.10.03 / 10.50; sonnig	8,9	35,7	8,7	43,5	2,1	9,3	7,3	31,0	8,6	38,2
19.11.03 / 7.45; <i>Kunstlicht*</i>	4,7	7,8	2,8	10,7	5,3	12,6	4,9	12,2	5,6	12,2
<b>Mittelwert**</b>	<b>3,7</b>	<b>11,8</b>	<b>5,2</b>	<b>21,6</b>	<b>2,3</b>	<b>5,5</b>	<b>4,3</b>	<b>12,7</b>	<b>6,7</b>	<b>20,5</b>

<sup>1</sup>E.=Messungen im Einstreubereich

<sup>2</sup>K.=Messungen auf der Kotgrube

\*Künstliche Beleuchtung eingeschaltet

\*\*ohne die Ergebnisse der Messungen vom 19.11.03

**Tabelle A7: Ergebnisse der Messungen mit dem Luxmeter, Abteile mit Fenstern zur Südseite des Stalles**

Datum / Uhrzeit; Wetter	Abt. 6		Abt. 7		Abt. 8		Abt. 9		Abt. 10	
	E. <sup>1</sup>	K. <sup>2</sup>	E.	K.	E.	K.	E.	K.	E.	K.
25.07.03 / 9.20; wechselhaft	41,9	90,0	40,5	86,2	12,9	17,7	29,9	58,3	47,2	84,0
31.07.03 / 9.40; wechselhaft	17,2	31,3	12,4	27,1	4,0	7,1	13,1	25,8	16,1	35,8
19.08.03/12.00; wechselhaft	12,4	25,1	8,8	20,9	2,6	4,6	5,8	14,6	12,9	28,0
09.09.03 / 13.30; sonnig	43,0	110,0	42,3	92,5	7,0	10,8	21,0	66,0	24,5	91,7
30.09.03 / 15.40; sonnig	32,5	72,2	18,4	70,5	5,4	9,4	10,8	29,6	7,9	25,7
08.10.03 / 9.43; wechselhaft	8,7	27,3	4,5	18,3	1,3	2,5	2,7	8,9	3,2	8,5
16.10.03 / 10.50; sonnig	57,3	143,8	47,0	152,8	8,3	18,5	28,3	121,8	29,2	172,2
19.11.03 / 7.45; <i>Kunstlicht*</i>	5,6	12,3	5,9	15,7	5,9	15,7	4,4	11,4	3,7	9,2
<b>Mittelwert**</b>	<b>30,4</b>	<b>71,4</b>	<b>24,8</b>	<b>66,9</b>	<b>5,9</b>	<b>10,1</b>	<b>15,9</b>	<b>46,4</b>	<b>20,1</b>	<b>63,7</b>

<sup>1</sup>E.=Messungen im Einstreubereich

<sup>2</sup>K.=Messungen auf der Kotgrube

\*Künstliche Beleuchtung eingeschaltet

\*\*ohne die Ergebnisse der Messungen vom 19.11.03

**Tabelle A8: Nährstoffzusammensetzung der Küken-Rationen in % bezogen auf 88 % Trockensubstanz; Empfehlungen für die ökologische Kükenfütterung**

Futter	Kükenergänzer und 10%		Kükenergänzer und 20%		Kükenergänzer und 30%		Kükenergänzer und 40%		Kükenalleinfutter	Fütterungsempfehlungen*
	Keime	Körner	Keime	Körner	Keime	Körner	Keime	Körner		
<b>Rohprotein</b>	<b>21,25</b>	<b>21,34</b>	<b>19,96</b>	<b>20,15</b>	<b>18,66</b>	<b>18,95</b>	<b>17,37</b>	<b>17,76</b>	<b>18,96</b>	<b>20 – 22</b>
Rohfett	8,77	8,80	7,98	8,04	7,19	7,28	6,40	6,51	4,60	3 – 4
Rohfaser	6,80	6,76	6,39	6,30	5,98	5,85	5,57	5,40	3,51	3 – 3,5
Stärke	19,15	19,43	23,16	23,71	27,16	27,99	31,16	32,27	36,03	
Zucker	4,57	4,39	4,53	4,17	4,50	3,96	4,46	3,74	2,63	
<b>umsetzbare Energie MJ ME/kg</b>	<b>10,10</b>	<b>10,14</b>	<b>10,29</b>	<b>10,38</b>	<b>10,48</b>	<b>10,62</b>	<b>10,67</b>	<b>10,86</b>	<b>10,88</b>	<b>11 – 12</b>
Rohasche	8,55	8,55	7,79	7,79	7,02	7,03	6,26	6,27	7,13	
Calcium	1,71	1,71	1,53	1,53	1,34	1,35	1,16	1,17	1,78	0,7 – 1,2
Phosphor	0,74	0,74	0,70	0,69	0,66	0,65	0,62	0,61	0,80	0,5
Natrium	0,27	0,27	0,24	0,24	0,21	0,21	0,18	0,19	0,14	0,15 – 0,3
Kalium	1,19	1,20	1,10	1,11	1,01	1,02	0,91	0,93	0,69	
Lysin	1,15	1,16	1,05	1,06	0,95	0,97	0,85	0,87	0,89	1,0 – 1,2
<b>Methionin</b>	<b>0,32</b>	<b>0,32</b>	<b>0,30</b>	<b>0,30</b>	<b>0,29</b>	<b>0,29</b>	<b>0,27</b>	<b>0,27</b>	<b>0,37</b>	<b>0,5 – 0,53</b>
Cystin	0,33	0,33	0,32	0,32	0,31	0,31	0,30	0,30	0,34	
Vit.A (IE)	-	-	-	-	-	-	-	-	7.280	

- nicht analysiert  
\*DEERBERG, 1995



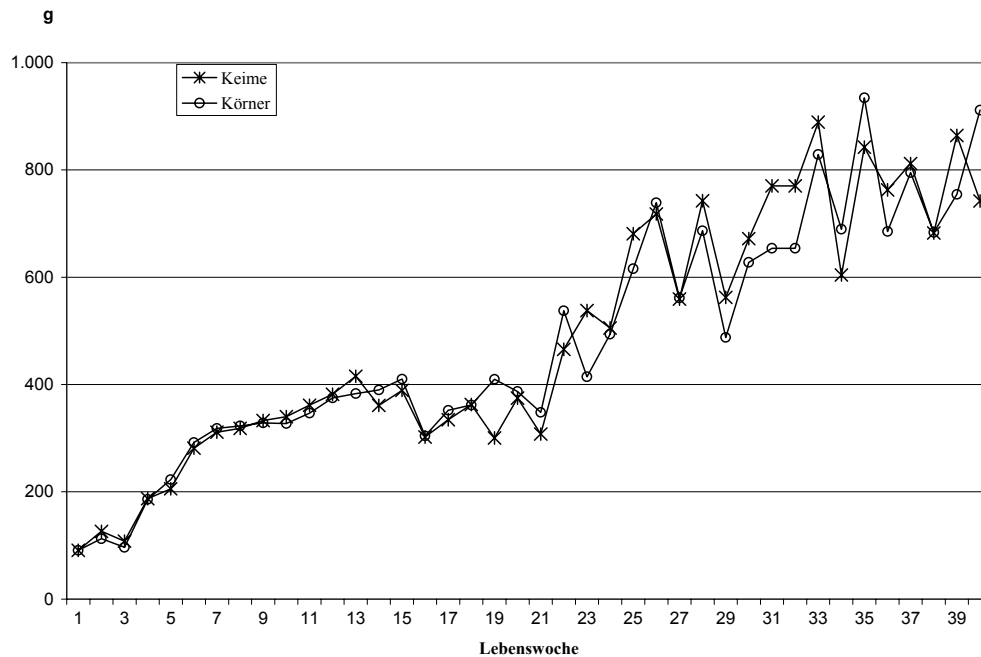
**Tabelle A9: Nährstoffzusammensetzung der Junghennen-Rationen in % bezogen auf 88 % Trockensubstanz; Empfehlungen für die ökol. Junghennenfütterung**

Futter	Junghennenergänzer und 50 %		Junghennen-Alleinfutter ab 8. LW	Junghennen-Alleinfutter ab 12. LW	Fütterungs-empfehlungen*
	Keime	Körner			
<b>Rohprotein</b>	<b>16,16</b>	<b>16,05</b>	<b>19,02</b>	<b>17,04</b>	<b>16 – 17</b>
Rohfett	4,23	4,19	5,52	5,33	3 – 4
Rohfaser	5,94	5,93	4,59	4,22	3 – 3,4
Stärke	35,16	36,68	33,97	39,36	
Zucker	4,62	2,91	2,81	2,66	
<b>umsetzbare Energie MJME/kg</b>	<b>10,43</b>	<b>10,43</b>	<b>10,88</b>	<b>11,39</b>	<b>11 - 12</b>
Rohasche	5,38	5,10	7,09	6,17	
Calcium	0,79	0,81	1,58	1,40	0,7 – 1,2
Phosphor	0,55	0,54	0,88	0,78	0,5
Natrium	0,13	0,13	0,19	0,20	0,15 – 0,3
Kalium	0,85	0,86	0,72	0,69	
Lysin	0,76	0,75	0,84	0,75	0,8 – 0,9
<b>Methionin</b>	<b>0,26</b>	<b>0,26</b>	<b>0,37</b>	<b>0,32</b>	<b>0,3 – 0,38</b>
Cystin	0,28	0,28	0,35	0,34	
Vit. A (IE)	6.615	-	10.399	15.326	

- nicht analysiert

\*DEERBERG, 1995

**Abbildung A3: Wöchentlicher Ergänzerverbrauch in g/Huhn bezogen auf 88 % Trockensubstanz**



**Tabelle A10: Messung der Futtervergeudung (FV) in g am 29./30.07.2003, 10. Lebenswoche der Hennen. Konzipierte Futteraufnahme: 29 g Ergänzter, 58 g Alleinfutter**

Gruppe	Abteil	FV pro Abteil	FVpro Tier	Mittelwert Futtergruppe FV/Tier/d*	in % der Futteraufnahme
		Di	Di		
Keime	2	14,9	0,7	<b>3,0</b>	<b>10,3</b>
	3	31,0	1,6		
	7	42,9	2,0		
	10	166,6	8,3		
Körner	1	52,7	2,6	<b>2,6</b>	<b>9,0</b>
	4	-	-		
	8	43,4	2,2		
	9	70,0	3,5		
Allein- futter	5	12,0	0,6	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>
	6	5,7	0,3		

\*bezogen auf 88 % Trockensubstanz  
- nicht ermittelbar wegen ausgelaufener Tränke

**Tabelle A11: Messung der Futtermittelaufnahme in g vom 05.09.2003 bis 11.09.2003, 15./16. Lebenswoche der Hennen**  
**Konzipierte Futtermittelaufnahme: 37 g Ergänzer, 74 g Alleinfutter**

Gruppe	Abteil	Futtermittelaufnahme pro Abteil							Futtermittelaufnahme (FM) pro Tier							Mittelwert FM/Tier/d		Mittelwert Futtergruppe FM/Tier/d*	in % des Futterverbrauchs
		Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	x	s		
Keime	2	36,0	218,0	243,7	31,4	23,5	33,6	27,3	1,7	10,4	11,6	1,5	1,1	1,7	1,4	4,2	4,7	<b>7,2</b>	<b>19,5</b>
	3	254,0	108,0	124,5	44,1	25,8	443,6	484,7	12,1	5,1	5,9	2,1	1,2	22,2	24,2	10,4	9,4		
	7	475,0	485,0	15,1	9,0	203,5	44,7	261,5	21,6	22,0	0,7	0,4	9,3	2,1	12,5	9,8	9,4		
	10	62,0	67,0	16,9	69,6	66,2	147,9	406,1	3,0	3,2	0,8	3,3	3,2	7,4	20,3	5,9	6,7		
Korner	1	163,0	492,0	174,9	590,3	27,8	179,0	105,1	7,8	23,4	8,3	28,1	1,3	9,0	5,3	11,9	9,9	<b>7,8</b>	<b>21,1</b>
	4	303,0	160,0	56,6	90,9	121,0	90,8	123,4	14,4	7,6	2,7	4,3	5,8	4,5	6,2	6,5	3,8		
	8	18,0	143,0	65,0	10,9	164,0	360,4	155,5	0,9	6,8	3,1	0,5	7,8	18,0	7,8	6,4	6,0		
	9	83,0	145,0	52,6	362,9	206,0	104,3	210,3	4,0	6,9	2,5	17,3	9,8	5,2	10,5	8,0	5,0		
Alleinfutter	5	13,0	85,0	11,0	13,5	10,1	10,2	17,8	0,7	4,3	0,6	0,7	0,5	0,5	0,9	1,1	1,4	<b>1,4</b>	<b>1,9</b>
	6	47,0	73,0	37,8	8,7	14,5	29,4	27,1	2,4	3,7	1,9	0,4	0,7	1,5	1,4	1,7	1,1		

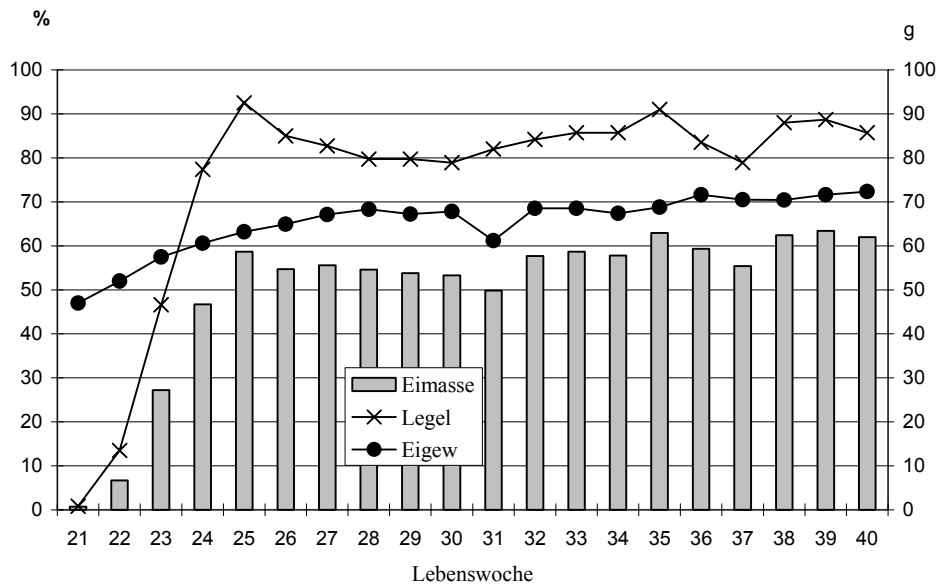
\* bezogen auf 88 % Trockensubstanz

**Tabelle A12: Messung der Futtermittelvegeudung in g vom 08.10.2003 bis 14.10.2003, 20. Lebenswoche der Hennen**  
**Konzipierte Futteraufnahme: 44 g Ergänzer, 88 g Alleinfutter**

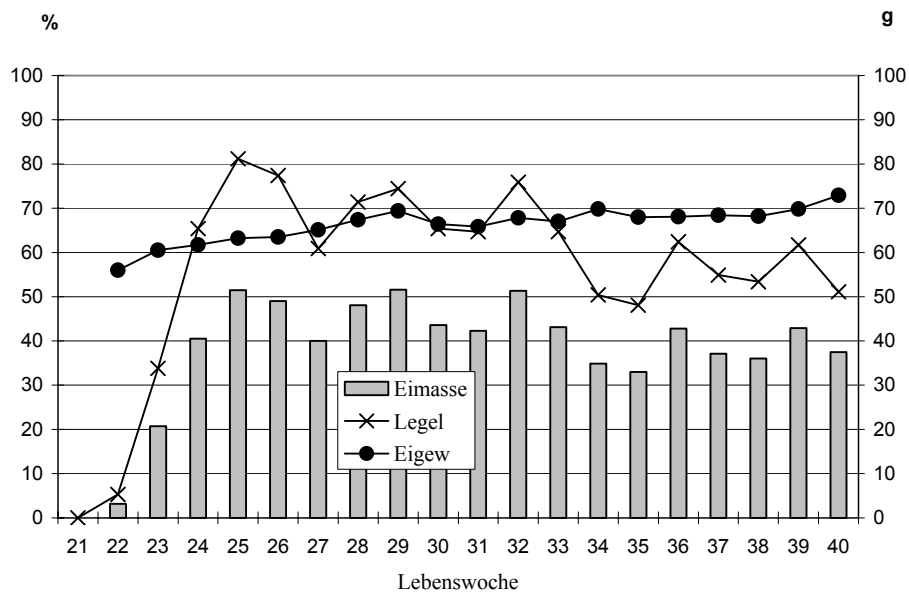
Gruppe	Abteil	Futtermittelvegeudung pro Abteil							Futtermittelvegeudung (FV) pro Tier							Mittelwert FV/Tier/d		Mittelwert Futtergruppe FV/Tier/d*	in % des Futterverbrauchs
		Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	x	s		
Keime	2	22,6	11,4	46,3	135,7	86,7	238,7	121,9	1,1	0,6	2,3	6,8	4,3	11,9	6,1	4,7	4,0	<b>2,9</b>	<b>6,6</b>
	3	19,6	124,1	45,0	22,8	16,8	43,3	46,0	1,0	6,2	2,3	1,1	0,8	2,2	2,3	2,3	1,8		
	7	44,7	7,2	12,3	27,2	27,5	119,4	14,5	2,1	0,3	0,6	1,3	1,3	5,7	0,7	1,7	1,8		
	10	11,8	0,2	187,4	150,3	62,4	70,3	30,5	0,6	0,0	9,4	7,5	3,1	3,5	1,5	3,7	3,5		
Korner	1	62,7	260,1	18,0	28,6	48,3	47,3	23,5	3,1	13,0	0,9	1,4	2,4	2,4	1,2	3,5	4,3	<b>5,8</b>	<b>13,2</b>
	4	128,9	77,3	43,7	27,6	92,9	98,6	40,6	6,4	3,9	2,2	1,4	4,6	4,9	2,0	3,6	1,8		
	8	57,9	119,2	408,7	97,5	58,6	148,0	52,2	2,9	6,0	20,4	4,9	2,9	7,4	2,6	6,7	6,3		
	9	55,0	180,2	172,5	32,8	18,6	551,2	494,5	2,8	9,0	8,6	1,6	0,9	27,6	24,7	10,7	11,0		
Alleinfutter	5	26,7	25,6	13,0	14,1	31,6	18,4	16,2	1,3	1,3	0,7	0,7	1,6	0,9	0,8	1,0	0,4	<b>2,9</b>	<b>3,3</b>
	6	252,1	212,6	56,2	27,2	8,1	64,6	34,0	13,3	11,2	3,0	1,4	0,4	3,4	1,8	4,9	5,1		

\* bezogen auf 88 % Trockensubstanz

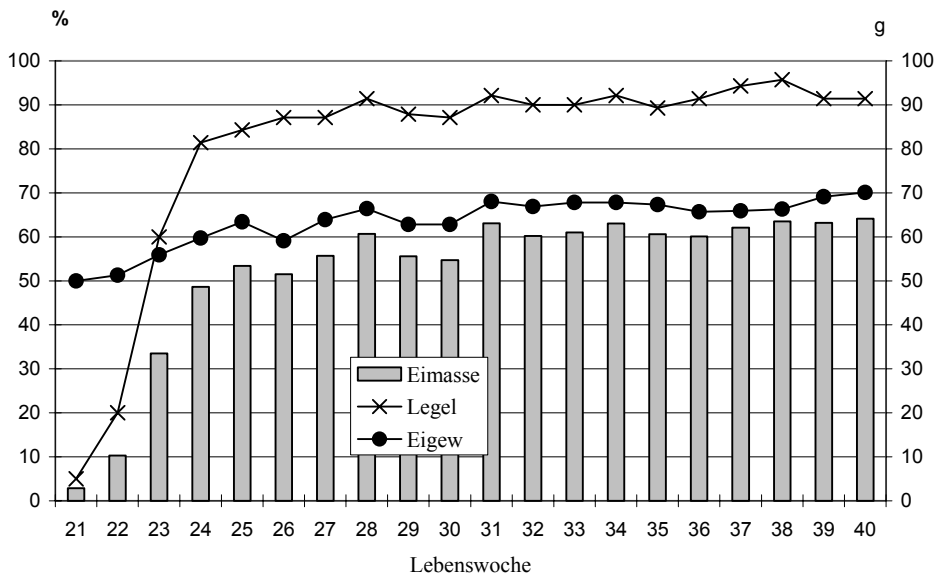
**Abbildung A4: Wöchentliche Leistungen der Legehennen, Abteil 2: ISA, Keimfütterung**  
 (Legeleistung %, durchschnittliches Eigewicht g, durchschnittliche tägliche Eimasse g)



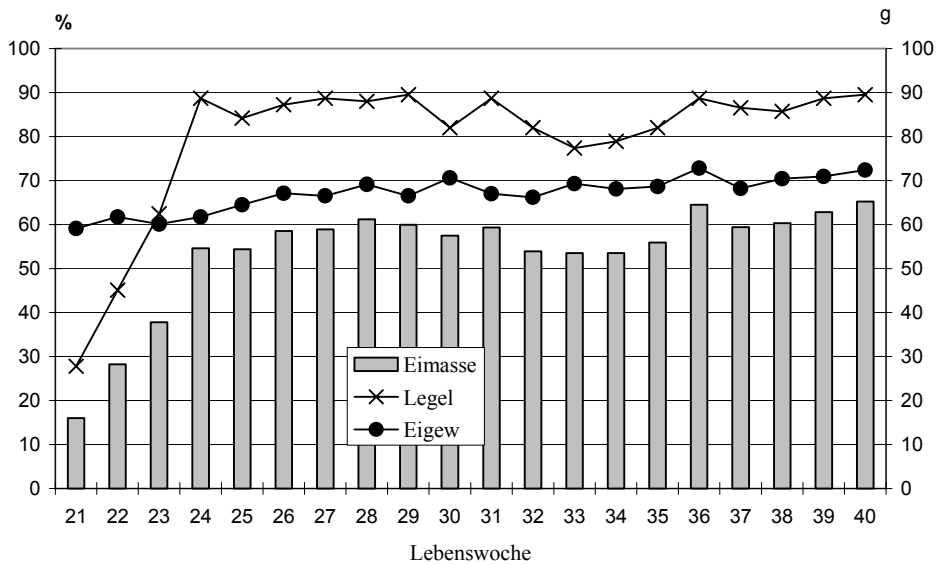
**Abbildung A5: Wöchentliche Leistungen der Legehennen, Abteil 3: LT, Keimfütterung**  
 (Legeleistung %, durchschnittliches Eigewicht g, durchschnittliche tägliche Eimasse g)



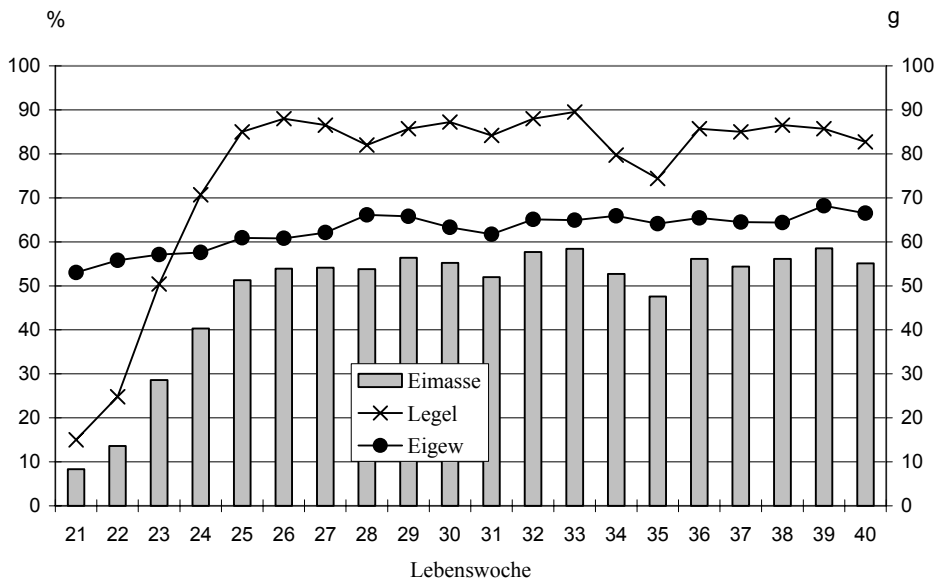
**Abbildung A6: Wöchentliche Leistungen der Legehennen, Abteil 7: ISA, Keimfütterung (Legeleistung %, durchschnittliches Eigewicht g, durchschnittliche tägliche Eimasse g)**



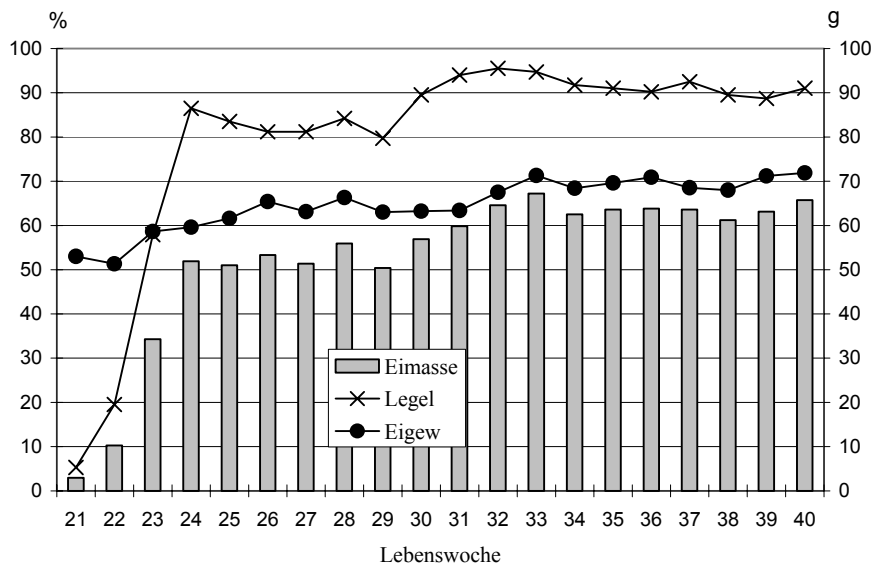
**Abbildung A7: Wöchentliche Leistungen der Legehennen, Abteil 10: LT, Keimfütterung (Legeleistung %, durchschnittliches Eigewicht g, durchschnittliche tägliche Eimasse g)**



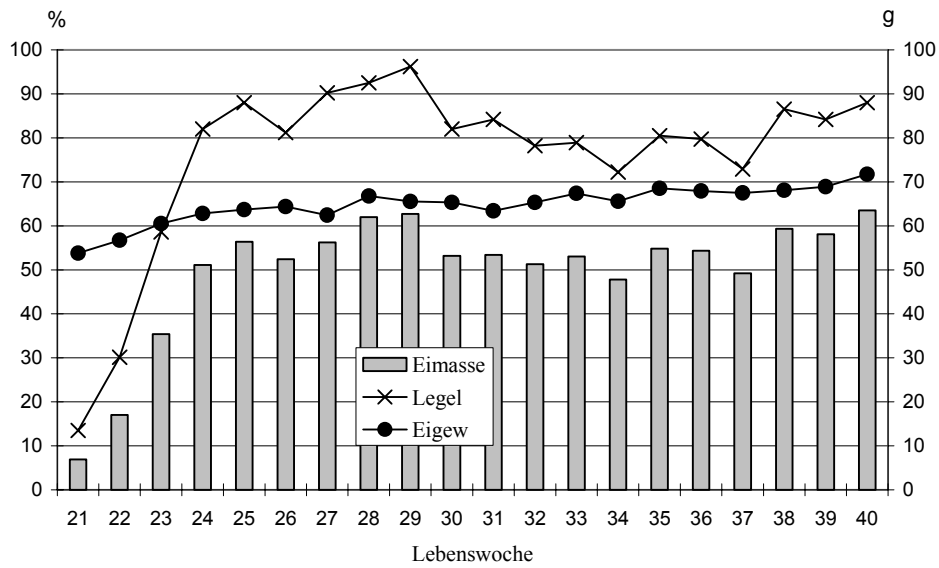
**Abbildung A8: Wöchentliche Leistungen der Legehennen, Abteil 1: LT, Körnerfütterung (Legeleistung %, durchschnittliches Eigewicht g, durchschnittliche tägliche Eimasse g)**



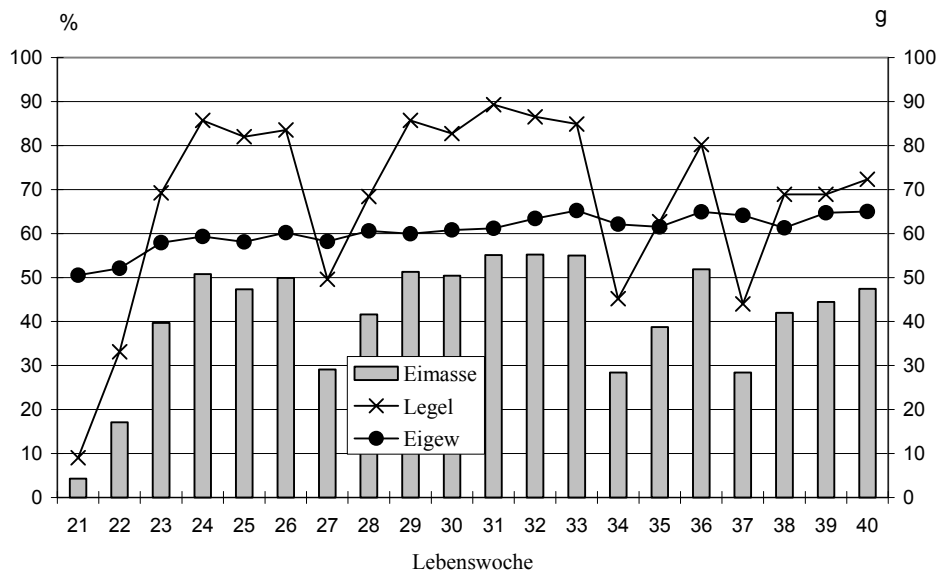
**Abbildung A9: Wöchentliche Leistungen der Legehennen, Abteil 4: ISA, Körnerfütterung (Legeleistung %, durchschnittliches Eigewicht g, durchschnittliche tägliche Eimasse g)**



**Abbildung A10: Wöchentliche Leistungen der Legehennen, Abteil 8: LT, Körnerfütterung (Legeleistung %, durchschnittliches Eigewicht g, durchschnittliche tägliche Eimasse g)**

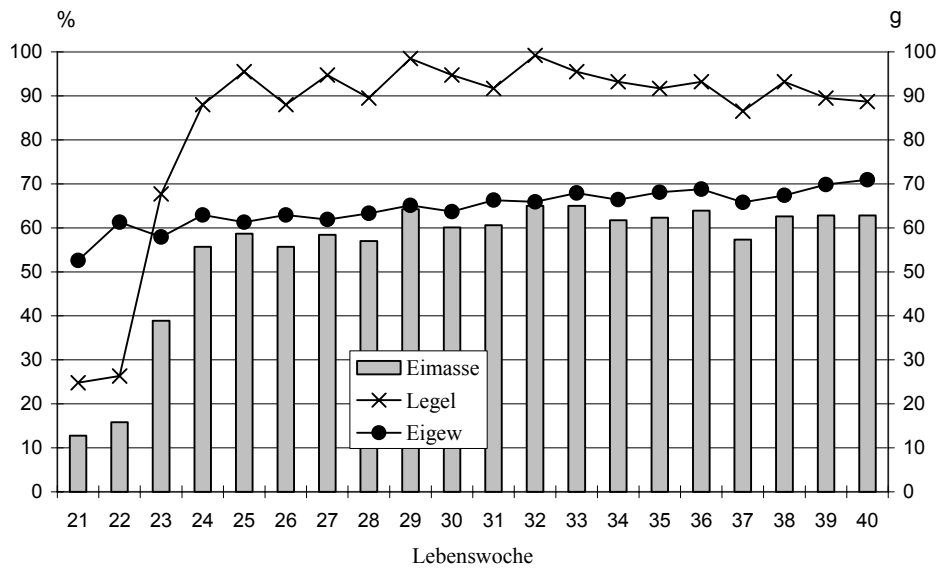


**Abbildung A11: Wöchentliche Leistungen der Legehennen, Abteil 9: ISA, Körnerfütterung (Legeleistung %, durchschnittliches Eigewicht g, durchschnittliche tägliche Eimasse g)**

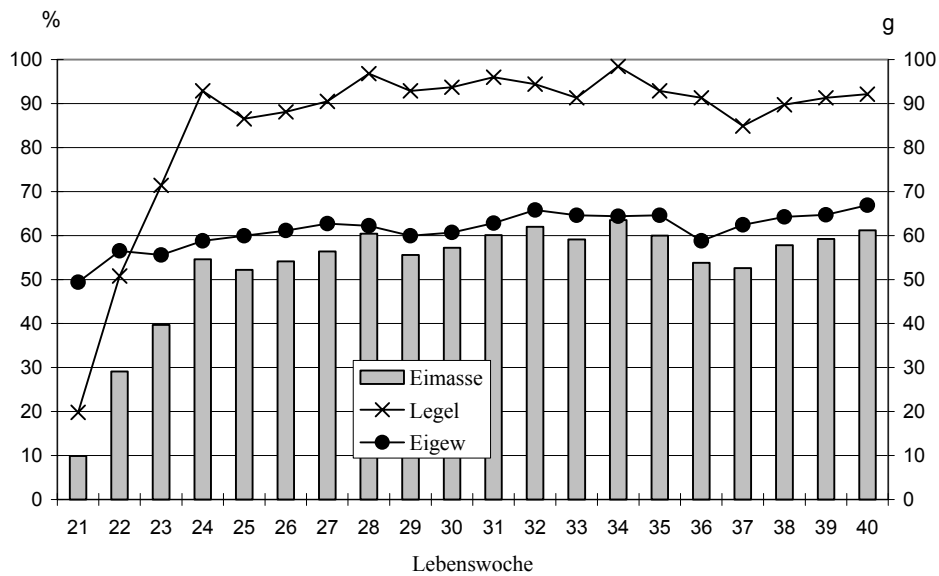




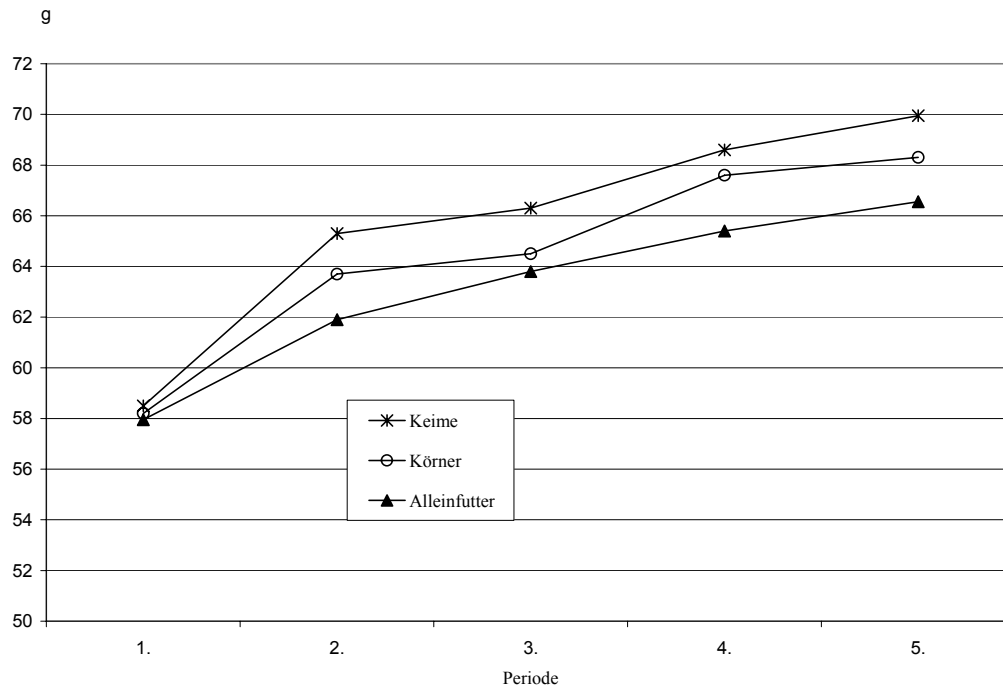
**Abbildung A12: Wöchentliche Leistungen der Legehennen, Abteil 5: LT, Alleinfutter (Legeleistung %, durchschnittliches Eigewicht g, durchschnittliche tägliche Eimasse g)**



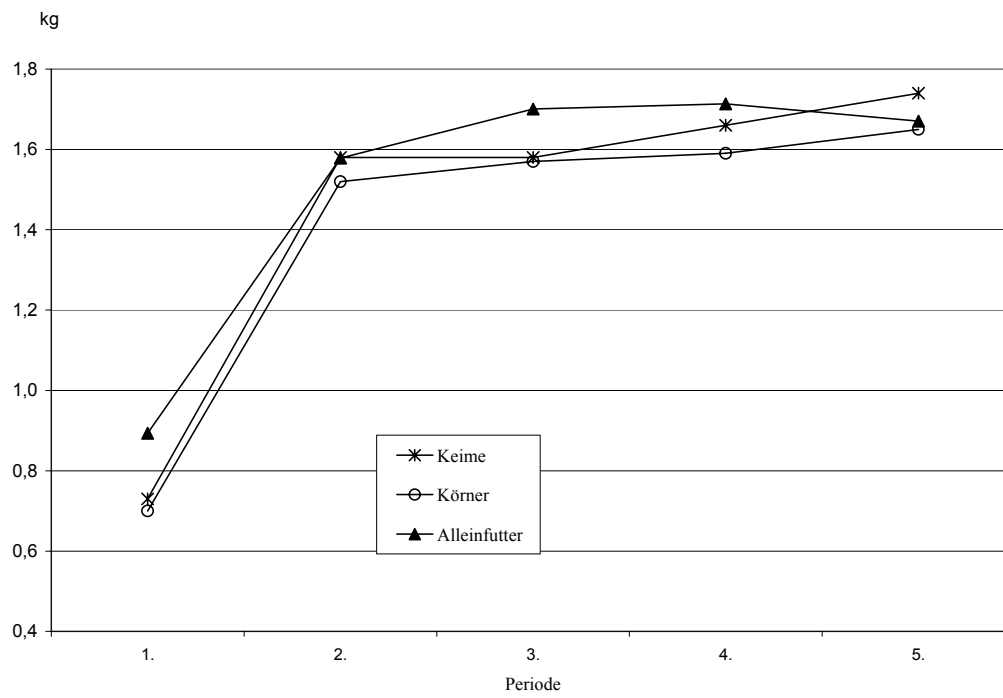
**Abbildung A13: Wöchentliche Leistungen der Legehennen, Abteil 6: ISA, Alleinfutter (Legeleistung %, durchschnittliches Eigewicht g, durchschnittliche tägliche Eimasse g)**



**Abbildung A14: Durchschnittliches Eigewicht der Futtergruppen in den Perioden (ohne Abteile 3 und 9)**



**Abbildung A15: Gesamteimasse der Futtergruppen in den Perioden (ohne Abteile 3 und 9)**



**Tabelle A13: Dotterlumineszenz in Counts/ 1 Sekunde, Mittelwert (x) und Standardabweichung (s) pro Abteil und für Vergleichsproben**

	Keime*				Körner*				Alleinfutter*		Vergleich**	
Abteil	2	3	7	10	1	4	8	9	5	6	B.	K.
n	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	7	7
x	<b>97</b>	<b>103</b>	<b>96</b>	<b>95</b>	<b>116</b>	<b>125</b>	<b>114</b>	<b>101</b>	<b>136</b>	<b>144</b>	<b>67</b>	<b>57</b>
s	10	11	13	13	21	16	24	24	21	21	9	6

\*Legedatum der Versuchseier: 5 Eier pro Abteil am 05.01.04; 7 Eier pro Abteil am 02.02.04

\*\*Vergleichsproben aus dem Supermarkt: B.= braune Korneier aus Bodenhaltung, Legedatum 05.01.04,  
K.= weiße Eier aus Käfighaltung, Legedatum 09.01.04

**Tabelle A14: Gefiederquotienten\* als Ausdruck des Gefiederzustandes**

LW	Keime		Körner		Alleinf		LT		ISA	
n	4		4		2		5		5	
	x	s	x	s	x	s	x	s	x	s
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,1
8	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,2	0,1	0,2	0,1
9	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0
10	0,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0
12	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0
14	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
17	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
19	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
21	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1
30	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0
38	0,2	0,0	0,3	0,1	0,9	0,9	0,5	0,6	0,3	0,1

x= Mittelwert

s= Standardabweichung

\*Gefiederquotient= arithmetisches Mittel aus der Benotung von fünf Körperregionen (Hals/Kopf, Rücken, Flügel, Schwanz, Brust) aller beurteilten Tiere einer Futtergruppe; 0= Federn nicht beschädigt, 1= beschädigte Federn, 2= kleine kahle Stellen, 3= große kahle Stellen

**Tabelle A15: Körpermasse der Hennen in g**

LW	Keime		Körner		Alleinfutter		Signifikanz -niveau	LT		ISA		Signifikanz -niveau
	x	s	x	s	x	s		x	s	x	s	
N	4		4		2			5		5		
1	66	6	68	2	66	2	n.s.	66	5	67	2	n.s.
2	134	6	132	4	139	4	n.s.	133	6	135	5	n.s.
3	188	15	190	10	200	3	n.s.	193	14	189	9	n.s.
4	<b>289</b>	10	<b>292</b>	6	<b>316</b>	6	p<0,05	297	15	294	12	n.s.
7	<b>526</b>	8	<b>543</b>	21	<b>589</b>	2	p<0,05	540	31	551	26	n.s.
8	769	47	768	20	818	20	n.s.	782	28	775	48	n.s.
9	<b>861</b>	20	<b>861</b>	33	<b>928</b>	18	p<0,05	882	39	867	36	n.s.
10	<b>977</b>	37	<b>1.001</b>	24	<b>1.073</b>	10	p<0,05	1.018	46	993	46	n.s.
12	1.241	31	1.230	33	1.282	12	n.s.	1.256	31	1.234	36	n.s.
14	1.435	45	1.434	40	1.469	45	n.s.	<b>1.466</b>	34	<b>1.417</b>	32	p<0,05
17	1.508	61	1.526	33	1.556	33	n.s.	1.546	43	1.503	40	n.s.
19	1.640	91	1.656	20	1.691	119	n.s.	1.686	83	1.627	44	n.s.
21	1.787	136	1.836	77	1.818	115	n.s.	<b>1.883</b>	91	<b>1.743</b>	49	p<0,05
23	<b>1.950</b>	84	<b>2.039</b>	86	<b>1.743</b>	198	p<0,05	2.022	97	1.866	159	n.s.
30	1.944	74	1.909	88	1.972	37	n.s.	1.962	71	1.909	69	n.s.
38	2.043	57	1.999	88	1.992	66	n.s.	2.014	40	2.016	95	n.s.

x= Mittelwert

s= Standardabweichung