



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Legehennenfütterung

Einsatz heimischer Futtermittel

Fütterung schnabel-unkupierter Legehennen



LfL-Information

Impressum

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: www.LfL.bayern.de

Redaktion: Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügel- und Kleintierhaltung
Mainbernheimer Straße 101, 97318 Kitzingen

2. Auflage: Juli 2017

Druck: Druckerei Lerchl, 85354 Freising

Schutzgebühr: 10,00 Euro

© LfL



Legehennenfütterung

Einsatz heimischer Futtermittel

Fütterung schnabel-unkupierter Legehennen

Ruben Schreiter, Dr. Klaus Damme

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Grundlagen zur Legehennenfütterung.....	5
1.1. Verdauungssystem	5
1.2. Futteraufnahme und deren Einflussfaktoren	8
1.2.1. Endogene Einflüsse	9
1.2.2. Exogene Einflüsse	12
1.3. Nährstoffbedarf und -versorgung von Legehennen.....	15
1.3.1. Bedarf und Versorgung mit Energie	15
1.3.2. Bedarf und Versorgung mit Rohprotein und Aminosäuren	18
1.3.3. Bedarf und Versorgung mit Mengen-, Spurenelementen und Vitaminen	22
1.3.4. Futterzusatzstoffe	24
2. Fütterungseinfluss auf Schalenstabilität und Eigewichte.....	26
3. Fütterungseinfluss auf Federpicken und Kannibalismus.....	29
3.1. Futterinhaltsstoffe und -management	30
3.2. Futterstruktur.....	34
3.3. Beschäftigung.....	40
3.4. Empfehlungen zur Steigerung der Futteraufnahme.....	48
4. Praktische Fütterung	53
4.1. Phasenfütterung	53
4.2. Fütterungsverfahren	56
4.3. Bewertung von Futtermitteln zur Rationsgestaltung.....	60
5. Alternativen zum Einsatz von Übersee-Soja	63
5.1. Problemstellung	63
5.2. Heimische Eiweißfuttermittel.....	64
5.3. Freie Aminosäuren	72
6. Fütterung in der ökologischen Hennenhaltung.....	73
7. Beispielrezepturen	77
8. Excelhilfe zur Rationsberechnung.....	81

1. Grundlagen zur Legehennenfütterung

Ziel der Legehennenfütterung ist die effiziente Umwandlung der in Futtermitteln enthaltenen Nähr- und Wirkstoffe in qualitativ hochwertige Eier. Dies erfolgt unter den Prämissen der Tiergesundheit, Ressourcenschonung und Wirtschaftlichkeit. Um dies realisieren zu können, muss die Futterzusammensetzung auf den variierenden Nährstoffbedarf der Legehennen und auf deren Besonderheiten im Verdauungstrakt abgestimmt sein.

1.1. Verdauungssystem

Im Verdauungstrakt erfolgt nach der Aufnahme von Nahrung die Zerkleinerung, deren Verdauung in resorbierbare Bestandteile sowie die Ausscheidung unverdaulicher Reste. Die Aufnahme von Futterpartikeln mit dem **Schnabel** erfolgt nach optischen und taktilen Eigenschaften. Entsprechend der Präferenzen findet eine selektive Futtermittelaufnahme nach Farbe, Größe, Form und Geschmack des Futters statt. Im Ober- und Unterkiefer befinden sich Ausgänge vieler Speicheldrüsen, um das trockene Futter in der Mundhöhle einzuspeicheln.

Aufgrund des Fehlens von Zähnen wird die Nahrung unzerkleinert über die Speiseröhre in den **Kropf** abgeschluckt. Der Kropf ist eine beutelförmige Erweiterung der Speiseröhre, die ausgesprochen dehnbar ist. Durch die vorübergehende Futterspeicherung im Kropf erfolgt eine Regulation der Magenfüllung. Infolge der Speicherfunktion des Kropfes ist es dem Huhn möglich, in sehr kurzen Zeiträumen vergleichsweise große Futtermengen aufzunehmen. Neben einer Quellung der Nahrung kommt es auch zur Sekretion von Verdauungsenzymen.

Der Magen der Hühner unterteilt sich in zwei Abschnitte, wobei der **Drüsenmagen** als erster Abschnitt v.a. der Sekretion von Salzsäure und dem eiweißspaltenden Enzym Pepsinogen dient. Im sich anschließenden **Muskelmagen** wird die Nahrung durch dessen rhythmische Kontraktion mechanisch zerkleinert. Angesichts der fehlenden Zähne ist dieser mechanische Aufschluss ein enorm wichtiger Schritt beim Hühnergeflügel. Dabei ist die Druck- und Mahlwirkung jedoch nicht ausreichend zum vollständigen Aufschluss ganzer Getreidekörner. Deshalb werden bei Legehennen vorzugsweise schrotförmige Futtermittel eingesetzt. Werden Anteile an Ganzkörnern oder sehr groben Kornbruchstücken verfüttert, so sollten den Hennen Steinchen (Grit, Flusssand o.ä.) zur Verfügung stehen. Positive Effekte bewirken Steinchen auch bei mehlförmigem Futter in Hinblick auf Darmperistaltik und Enzymsekretion. Mit dem stark sauren Milieu im Muskelmagen (pH 2,5...3,0) geht eine Hygienisierung des Nahrungsbreis einher.

Im **Dünndarm** finden die meisten Schritte des enzymatischen Ausschlusses der Nährstoffe mit anschließender Resorption in die Lymph- und Blutbahn statt, womit der Dünndarm eine Schlüsselfunktion in der Ernährung einnimmt. Die Bauchspeicheldrüse (Pankreas) und Leber mit der Galle liefern die zur Verdauung notwendigen Enzyme. Dabei werden Proteine durch Proteasen zu Aminosäuren abgebaut, Fette durch Lipasen in Fettsäuren gespalten und Carbohydrasen bringen Stärke / Zucker in die resorbierbaren Bestandteile Glucose, Maltose und Fructose. Eine intakte Darmschleimhaut ist elementar für die optimale Resorption von Nährstoffen. Darmassoziierte Erkrankungen (z.B. Kokzidien-, Wurm-, Clostridieninfektion) stören dabei die gewünschte Funktionalität ganz erheblich.

Durch Entzug von Wasser und Salzen kommt es im **Dickdarm** zur Eindickung des Darminhaltes. Auch werden der Nahrung Vitamine und flüchtige Fettsäuren entzogen. Die am Beginn des Enddarms paarig angelegten **Blinddärme** bauen mikrobiell Cellulose in kurzkettige Fettsäuren ab und sind folglich sehr stark mit Bakterien besiedelt.

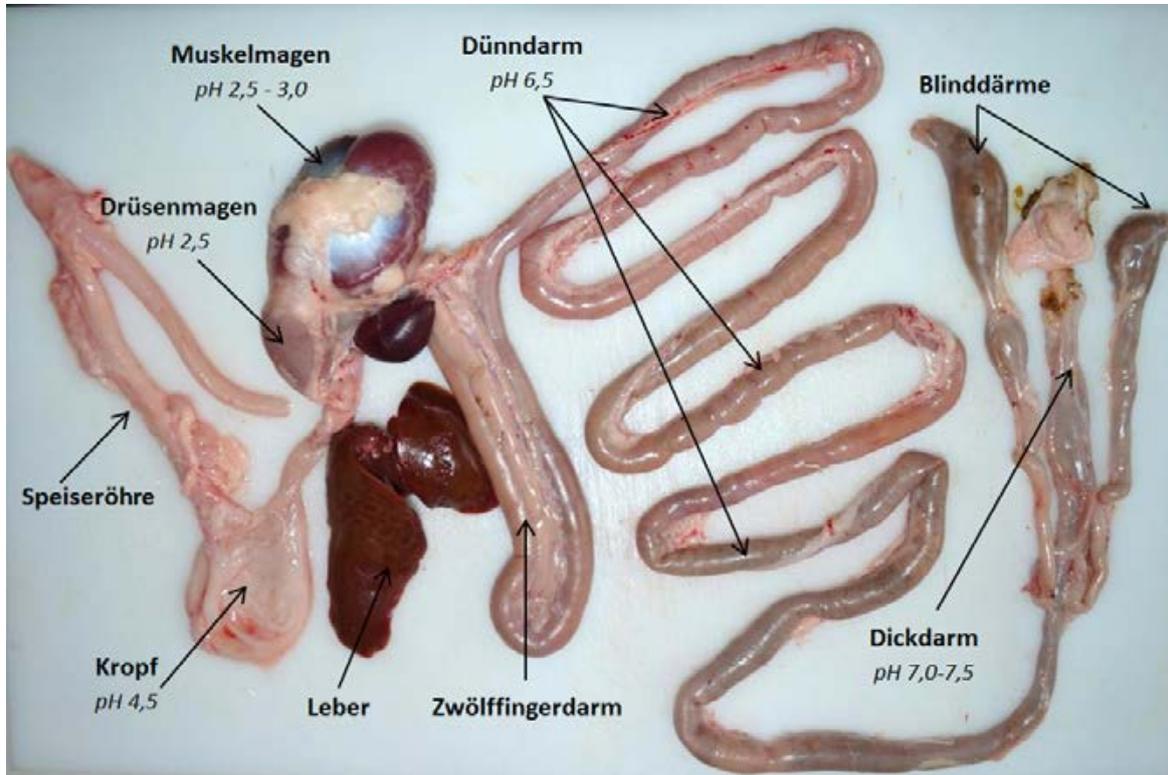


Abb. 1: Verdauungstrakt einer Legehähne (70. Lebenswoche)

Die Ausscheidung der Nahrungsreste erfolgt über die **Kloake**, in der gleichsam auch Harnleiter und Ei- bzw. Samenleiter münden. Ausgeschieden wird fester, grünlich-braun gefärbter Kot mit dünner, weiß-überzogener Harnsäureschicht. Der aus den Blinddarmentleerungen hervorgehende Kot hingegen ist dickflüssig, gelbbraun und übel riechend. Jede siebte bis zehnte Darmentleerung stellt Blinddarmkot dar. Direkt oberhalb der Kloake befindet sich die Bursa Fabricii, die eine zentrale Stelle im Immunsystem einnimmt (Bildung B-Zellen). Aktiv ist dieses Organ v.a. bei Jungtieren und wird mit der Geschlechtsreife zurückgebildet.

Geflügel besitzt keine Zähne und benötigt deshalb bei der Fütterung von ganzen Körnern oder grober Mehlstruktur Magensteine (unlöslicher Grit) als Mahlhilfe im Muskelmagen. Hauptort der Verdauung ist der Dünndarm. Die Blinddärme sind v.a. bedeutsam für die Verdauung von Rohfaser.

Neben den Abläufen in den einzelnen Passagen des Verdauungssystems ist zur Bewertung der **Verdauungsleistung** des Geflügels die Länge des Magen-Darm-Traktes im Verhältnis zur Körperlänge entscheidend. Dabei liegt dieses Verhältnis beim Geflügel bei 1:6 bis 1:8

und ist damit im Vergleich zu anderen Tierarten (Schwein 1:14, Rind 1:20) durch ein sehr geringes Fassungsvermögen des Verdauungstrakts gekennzeichnet. Eine kurze Verweildauer der Nahrung im Körper sowie hohe Anforderungen an Verdaulichkeit und Nährstoffdichte des Futters sind Konsequenzen dieser anatomischen Besonderheit, um eine ausreichende Nährstoffresorption zu gewährleisten. Die Anforderungen an das Futter steigen mit dem Leistungsniveau. Die durchschnittlichen Verdaulichkeiten einzelner Nährstoffe sind unter Annahme einer ausbalancierten, praxisüblichen Rezepturgestaltung in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tab. 1: Durchschnittliche Nährstoff-Verdaulichkeiten ausbalancierter Rationen

Nährstoff	Verdaulichkeit, %
Stärke	95 ... 100
Proteine	85
Zucker	85
Fette	60 ... 90
Pentosane	5 ... 40
Lignin, Cellulose, Pektin	0

Die Besonderheiten im Verdauungstrakt der Hühner als Allesfresser haben Konsequenzen auf die Auswahl der Futtermittel sowie deren Struktur und Zusammensetzung, die nachfolgend zusammengefasst werden.

Tab. 2: Besonderheiten im Verdauungssystem und Schlussfolgerungen für die Fütterung

Besonderheiten des Verdauungssystems	Schlussfolgerungen für Fütterung
<ul style="list-style-type: none"> - keine Zähne - Kropf als Futterspeicher - mechanische Nahrungszerkleinerung durch Muskelmagen - sehr geringe Darmlänge - kleine Blinddärme 	<ul style="list-style-type: none"> - begrenzte Futteraufnahmekapazität durch geringes Verdauungslumen - rasche Passagerate - hochverdauliche Futtermittel - Futter mit hoher Energie- / Nährstoffkonzentration - begrenzte Möglichkeiten zur Verdauung von Rohfaser - schlechte Verdauung von Zucker - vorzugsweise mehlförmig füttern - Steinchenvorlage vorteilhaft, bei Ganzkörnerfütterung zwingend notwendig

1.2. Futteraufnahme und deren Einflussfaktoren

Die Ausschöpfung des hohen genetischen Leistungspotentials der modernen Legehybriden ist nur möglich, wenn die Aufnahme an Energie, Nähr- und Wirkstoffen den spezifischen Bedarf der Hennen deckt. Neben der Nährstoffausstattung des Futters ist der Futtermittelverzehr hierfür die entscheidende Variable. Unter praktischen Gesichtspunkten besteht häufiger das Problem einer zu geringen Futteraufnahme am Anfang der Legeperiode, was sich in Leistungseinbußen sowie einem erhöhtem Risiko für Verhaltensstörungen und gesundheitlichen Problemen niederschlagen kann. Ein zum Luxuskonsum führender, zu hoher Futtermittelverzehr ist in Legeherden z. T. nach der 50. Lebenswoche vorhanden. Diesem kann durch Restriktion der Futtermenge relativ einfach entgegen getreten werden.

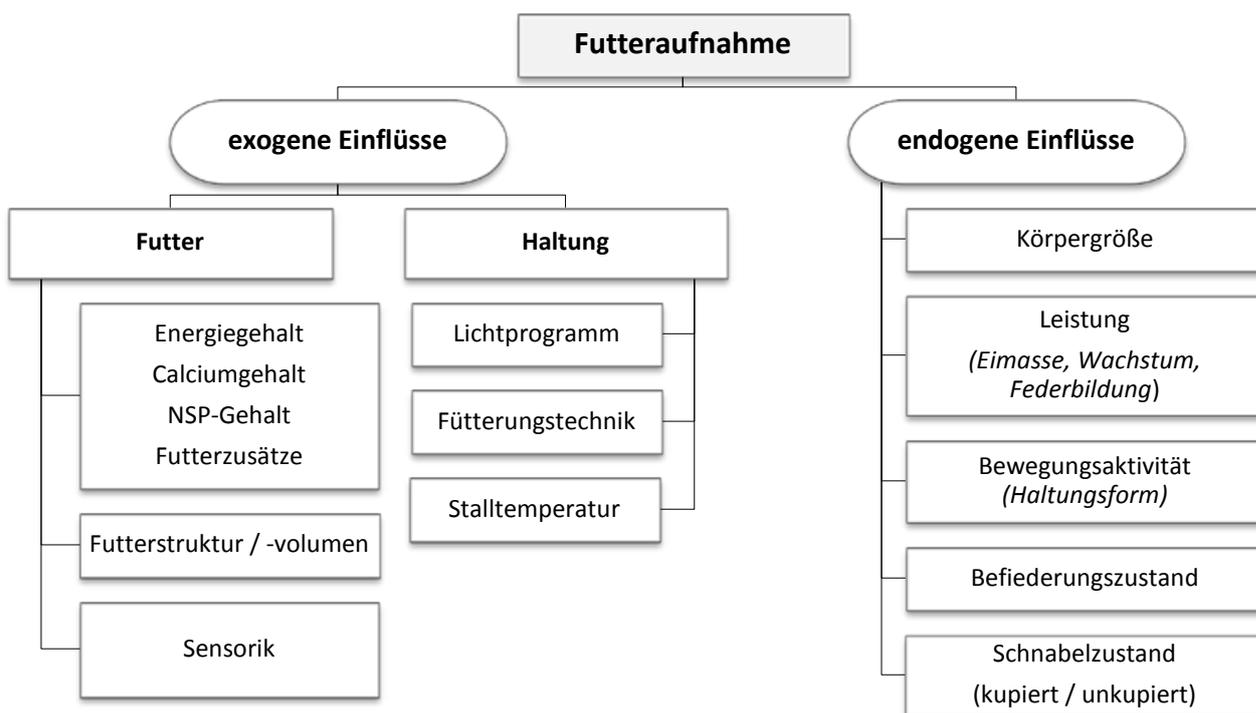


Abb. 2: Einflussfaktoren auf den Futtermittelverzehr

Inwiefern die Hennen ihren Bedarf an Energie und Nährstoffen decken können, ist im Wesentlichen davon abhängig, ob die Hennen die notwendigen Nährstoffe über die Fütterung aufnehmen. Es ist also die tägliche Nährstoffaufnahme als Zielgröße in der Ernährung hochleistender Hennen anzusehen. Dies wird in der Praxis z. T. noch unzureichend beachtet.

tägliche Nährstoffaufnahme je Henne

= Nährstoffgehalt im Futter * Futteraufnahme je Henne und Tag

z.B. für Energie: $11,6 \text{ MJ ME} / \text{kg} \times 115 \text{ g} / \text{Henne} / \text{Tag} = 1,33 \text{ MJ ME} / \text{Henne} / \text{Tag}$

Unter praktischen Gesichtspunkten besitzt die Nährstoffaufnahme damit zwei zentrale Stellgrößen:

- optimale, bedarfsgerechte Energie-, Nähr- und Wirkstoffkonzentration des Futters
- hohe Futteraufnahme der Hennen

Die Kenntnis der Futteraufnahme ist die Grundvoraussetzung einer zielgerichteten Fütterung. Dafür sind Messeinrichtungen (Futterwaage etc.) zur Bestimmung des tagesgenauen Futterverzehr für jeden Stall / jede Herde notwendig. Ohne Kenntnis der Verzehrshöhe kann die tägliche Nährstoffaufnahme nicht berechnet werden. Damit ist auch eine Optimierung dergleichen z.B. durch Anpassung der Nährstoffgehalte oder Maßnahmen zur Steigerung der Futteraufnahme nicht möglich.

1.2.1. Endogene Einflüsse

Die endogenen und damit tierseitigen Einflüsse auf die Futteraufnahme orientieren sich vorrangig am Bedarf an Energie- und Nährstoffen des jeweiligen Tieres. Folglich sind Körpergröße bzw. -masse, **Leistung** in Form von Eimasseproduktion, Wachstum und Federbildung sowie die haltungsformbedingte Bewegungsaktivität hierbei die entscheidenden Kriterien. Mit steigendem Leistungsniveau steigt auch die Futteraufnahme, um ausreichend Nährstoffe für den höheren Stoffumsatz bereitzustellen.

Tab. 3: Faktorielle Ableitung des Futterbedarfs bei unterschiedlicher Energiedichte

	Energiebedarf, ME kJ / LH / Tag	Notwendiger Futterverzehr zur Bedarfsdeckung bei unterschiedlicher Energiedichte		
		11,0 MJ ME/kg	11,4 MJ ME/kg	11,8 MJ ME/kg
Energie-Gesamtbedarf (1.900 kg Körpergewicht, 92% LL / DH bei 65g / Ei = 59,8g tägl. Eimasseproduktion, 1g Zuwachs / Tag, kein Gefiederverlust, > 15°C)	1.452	132 g	127 g	123 g
Zusätzlicher Energiebedarf für:*				
+100g Körpergewicht	+ 33	+ 3,0 g	+ 2,9 g	+ 2,8 g
+ 1g tägl. Eimasseproduktion	+ 9,6	+ 0,9 g	+ 0,8 g	+ 0,8 g
+ 1g tägl. Zuwachs	+ 23	+ 2,1 g	+ 2,0 g	+ 1,9 g
10 % Gefiederverlust	+ 30	+ 2,7 g	+ 2,6 g	+ 2,6 g
-1°C unter 15°C	+ 11	+ 1,0 g	+ 1,0 g	+ 0,9 g
Freiland- anstatt Volierenhaltung	+ 39	+ 3,5 g	+ 3,4 g	+ 3,3 g

* : am Beispiel einer Volierenhaltung (10 % Zuschlag auf Energieerhaltungsbedarf)

Die höhere Bewegungsaktivität der Hennen in Boden- / Volierenhaltung bzw. Freilandhaltung erwirkt einen um 10 % bzw. 15 % höheren Energieerhaltungsbedarf im Vergleich zur bewegungsarmen Kleingruppenhaltung. Eine 1.900g schwere Henne in Volierenhaltung muss dabei 7g Futter (11,4 MJ ME) zusätzlich fressen, um ihren Energiebedarf zu decken. Beispielfhaft sind in Tab. 3 der Energie-Gesamtbedarf sowie der Einfluss bestimmter Kriterien quantifiziert.

Von zunehmender Bedeutung für die Futterraufnahme ist der **Befiederungszustand** der Hennen, insbesondere vor dem aktuellen Hintergrund des Verzichts auf das Schnabelkupieren. Mit dem Verlust der Federn bzw. von Gefiederpartien geht eine erhöhte Wärmeabgabe einher. Die essentielle Aufgabe des Gefieders, Wärmeabgabe zu verhindern bzw. zu minimieren, ist dann herabgesetzt. Eine erhöhte Wärmeabgabe infolge schlechterer Isolation erhöht den Energiebedarf und damit auch den Futtermverzehr, v.a. bei niedriger Umgebungstemperatur. Der für Gefiederverluste zu veranschlagende Mehrbedarf an Energie bzw. Futter wird nachfolgend dargestellt (LTZ 2016).

Tab. 4: *Zusätzlicher Energie- / Futterbedarf in Abhängigkeit des Befiederungszustandes*

Befiederung, %	100	90	80	70	60	50
Zusätzlicher Erhaltungsbedarf (kJ / Henne / Tag)	0	30,1	60,3	90,4	120,6	150,7
Zusätzlicher Futterbedarf (g / Henne / Tag), Futter: 11,6 MJ ME / kg	0	2,6	5,2	7,8	10,4	13,0

gültig für Stalltemperaturen von 18 – 22 °C, nach LTZ (2016)

Der Einfluss des Befiederungszustandes auf den Energiebedarf und damit auf die Futterraufnahme ist erheblich, wenn davon ausgegangen wird, dass ein mehr oder weniger ausgeprägter Gefiederverlust im Verlauf der Legeperiode in Produktionsherden üblich ist. Aus Sicht einer bedarfsdeckenden Nährstoffaufnahme ist ein leichter Gefiederverlust in der zweiten Hälfte der Legeperiode weniger nachteilig als im ersten Abschnitt, da durch die sinkende Eimasseproduktion nach der 50. Lebenswoche der Energieleistungsbedarf geringfügig sinkt. Dennoch bleibt die Minimierung von Gefiederschäden, gleich ob technisch und durch Verhaltensstörungen bedingt, eine wichtige Zielstellung der Legehennenhaltung. Zu Produktionsbeginn und bei starken Gefiederschäden auch zu späteren Zeitpunkten gelingt es z. T. nicht, den dadurch erhöhten Bedarf durch eine gesteigerte Futterraufnahme zu kompensieren. Daraus hervorgehende Nährstoffunterversorgungen stressen die Tiere und begünstigen wiederum das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus, was den Gefiederzustand oft weiterhin verschlechtert.

Schnabel-unkupierte Legehennen haben zum Ende der Legeperiode häufig eine schlechtere Befiederung als kupierte Hennen. Dies ist bei der Wahl der Energiedichte im Futter – speziell im Winter – zu beachten (11,4 – 11,6 MJ ME / kg).



Abb. 3: Eine ständige Überprüfung des Gefiederzustands der Hennen ermöglicht, das Futteraufnahme-niveau der Herde richtig zu bewerten. Im Bild Braunleger mit keinen, leichten und schweren Gefiederschäden (v.l.n.r.).

Der in Tab. 4 dargestellte Mehrbedarf durch ein geschädigtes Gefieder wird noch deutlich übertroffen, wenn die Temperatur im Stall mit schlecht befiederten Hennen unter 18 bzw. 15°C sinkt. Grundsätzlich wird unterhalb dieses Neutraltemperaturbereichs – auch bei völlig intakter Befiederung – zusätzliche Energie zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur (40 – 41°C) benötigt. Jedoch ist der Mehrbedarf bei der Kombination von niedrigen Temperaturen und unvollständigem Gefieder erheblich höher. In der Praxis ist dieser Zusammenhang besonders bei Halungen mit reduzierter Besatzdichte zu beachten. Infolge der herabgesetzten Wärmeproduktion der Hennen je Volumeneinheit sinkt die Stalltemperatur deutlich häufiger in die kritischen Bereiche. Dies betrifft speziell die ökologische Hennenhaltung mit max. 6 Tieren je m² nutzbarer Stallfläche bzw. 12 Tieren je m² Stallgrundfläche gegenüber der höheren Besatzdichte im konventionellen Bereich (max. 9 Tiere je m² nutzbarer Stallfläche bzw. 18 Tiere je m² Stallgrundfläche).

Tab. 5: Einfluss von Gefiederschäden in Kombination mit versch. Stalltemperaturen auf die Futteraufnahme

Herkunft	Alter	Stalltemperatur	Gefiederzustand	zusätzlicher Futterverzehr
			1 (intakt) ... 5 (nackt)	
RIR	42 LW	14 °C	1,96	+ 6,2 g
RIR	67 LW	16 °C	2,24	+ 12,5 g
SS	42 LW	14 °C	1,48	+ 3,1 g
SS	67 LW	16 °C	1,57	+ 5,7 g

nach DAMME (1984)

Auch das Schnabelkupieren beeinflusst die Höhe der Futteraufnahme. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine schnabelkupierte Henne täglich durchschnittlich ca. 3 g Futter weniger verbraucht als eine Henne mit unkupiertem Schnabel. Eine länger andauernde Aufnahme der Futterpartikel, mehr Futterschwund und ein erhöhter Futterbedarf durch schlechteres Gefieder sind hierfür relevante Ursachen.

1.2.2.Exogene Einflüsse

Neben dem bereits dargestellten, steigenden Einfluss von niedrigen **Stalltemperaturen** auf die Futtermittelaufnahme sind auch hohe Stalltemperaturen in diesem Zusammenhang zu nennen. So sinkt die Futtermittelaufnahme bereits ab 24°C, noch drastischer ab 29°C um frei werdende Wärmeenergie bei der Verdauungsarbeit zu reduzieren und so weniger Wärme abgeben zu müssen. Auch Gesundheitszustand, Beleuchtungsdauer und -intensität, relative Luftfeuchtigkeit sowie die Schadgaskonzentration der Stallluft beeinflussen das Futtermittelaufnahmevermögen, weshalb diesbezüglich die Optimalwerte der Zuchtunternehmen Beachtung finden sollten.

Eine hohe Futtermittelaufnahme ist nur dann zu realisieren, wenn auch die **Fütterungstechnik** den Bedürfnissen der Hennen entspricht. Das in der TierSchNutzV geforderte Fressplatzangebot von 10 cm bei Futterketten bzw. 4 cm bei Rundtrögen / -pfannen je Henne muss erfüllt oder besser noch übertroffen werden. Mehrfache Fütterungen am Tag animieren die Tiere zur Futtermittelaufnahme. Bei einer Flachkettenfütterung sollte eine hohe Kettengeschwindigkeit gegeben sein, um selektives Fressen einzudämmen (siehe Kapitel 3.2. Futterstruktur).

Analog zu vielen anderen Bereichen ist das **Lichtregime** auch für die Futtermittelaufnahme ein bedeutender Taktgeber. Die in der Praxis vorherrschenden Hellphasen von 14 bis 16 Stunden je Tag sind einer hohen Futtermittelaufnahme dienlich, da in der Dunkelphase kein Futterverzehr stattfinden kann. Innerhalb der Hellphase existieren zwei Peaks der Futtermittelaufnahme. Der erste Höhepunkt ist in den ersten zwei bis drei Stunden des Lichttags anzutreffen und der zweite ein bis zwei Stunden vor Lichttagsende (BESSEI 1977). Ferner gilt es zu beachten, dass ca. 40 % der Futtermittelmenge in der ersten und 60 % in der zweiten Tageshälfte aufgenommen werden (POTTGÜTER 2016).

Neben den tierseitigen und Haltungsfaktoren hat natürlich das Futter selbst mit seinen vielfältigen Eigenschaften einen hohen Einfluss darüber, in welchem Umfang es von den Hennen verzehrt wird. Dabei nimmt der **Energiegehalt des Futters** einen hohen Stellenwert ein. Legehennen passen ihre Futterverzehrsmenge dem Energiegehalt des Futters an, da das Sättigungsgefühl v.a. durch die aufgenommene Energie geregelt wird. D.h., je nach Energiebedarf ist der Organismus bestrebt, eine entsprechende Aufnahme an Energie zu vollziehen. Von energieärmerem Futter wird demnach mehr verzehrt als von energiereicherem Futter und umgekehrt. Diese Anpassungsfähigkeit der Legetiere funktioniert aber nur in einem gewissen Rahmen. Weichen die Energiegehalte stark von den praxisüblichen Energiegehalten (konventionelles Futter 11,0...11,6 MJ ME / kg) ab, so kann die Verzehrsmenge die Abweichungen im Energiegehalt nicht vollständig kompensieren. V.a. bei steigendem Energiegehalt im Futter sinkt die Futtermittelaufnahmemenge nicht im äquivalenten Umfang. Aufgrund dieser Zusammenhänge wird bei höherem Energiegehalt des Futters die tägliche Energieaufnahme je Henne gesteigert. Bei legendem Geflügel ist Calcium ein weiterer Futterinhaltsstoff, der die Futtermittelaufnahme beeinflusst. Während der Zeit der Eibildung (abends / nachts) besteht dabei eine besondere Präferenz für calciumhaltiges Futter, der sog. Calciumappetit. Der bittere Geschmack von Futterkalk als Calciumlieferant kann jedoch auch die Futtermittelaufnahme reduzieren, wenn die Calciumgehalte im Futter weit über den Bedarf hinausgehen. Ein zu früher Einsatz von Legehennenfutter bei jungen Hennen oder Calciumgehalte deutlich über 4 % erwirken eine verminderte Futtermittelaufnahme.

Hinsichtlich antinutritiver Substanzen verringern v.a. Nichtstärke-Kohlenhydrate (z.B. β -Glucane, Pentosane) durch langsamere Darmpassage die Futtermittelaufnahme. Die Ergänzung

von NSP-spaltenden Enzymen in der Rezeptur kann diesen Nachteil jedoch aufheben. Nährstoffinbalancen, d.h. sowohl Mangel als auch Überschuss gegenüber der Versorgungsempfehlung führen zur Verringerung der Futtermittelmenge. Spezielle Futterzusatzstoffe – häufig pflanzlichen Ursprungs – vermögen es dagegen vereinzelt die Futterakzeptanz oder den Appetit zu erhöhen.

Da Geflügel auf Form, Größe, Konsistenz und Farbe der Futtermittel reagiert, sind auch diese **sensorische Kriterien** als wichtige Einflussfaktoren auf die Futtermittelaufnahme zu betrachten. Hinsichtlich Form und Farbe des Futters können folgende Präferenzen festgestellt werden:

- **Futterart:** Körner werden Schrot- / Mehlfutter vorgezogen. Pellets und granuliertes Futter liegen in der Präferenz dazwischen. Hinsichtlich des Auftretens von Verhaltensstörungen (weniger Zeit für Futtermittelaufnahme) zeigen sich Pellets jedoch nachteilig. U.a. deshalb dominiert in der Praxis eine Fütterung mit Schrot- / Mehlfutter.
- **Futterstruktur:** Mehlförmiges Futter soll eine griffige, homogene Struktur ohne erhöhte Grob- und Feinanteile besitzen. Größere Partikel werden von den Hennen bevorzugt, jedoch wird dadurch das selektive Fressverhalten – insbesondere bei Flachkettenfütterung – verstärkt, was zu einer ungleichmäßigen Nährstoffversorgung der Hennen führen kann. Weitere Aspekte zur Futterstruktur unter 3.2.

Selektives Fressen ist bei schnabel-unkupierte Legehennen ausgeprägter als bei kupierten Hennen. Eine homogene Futterstruktur und eine Verteiltechnik, die ein Entmischen von Futter minimiert, sind daher sehr wichtig.

- **Futterfarbe:** Es ist bekannt, dass Legehennen gelbliche, orange und rötliche Partikel (Mais, Weizen Soja), den grünen (Erbsen), bläulichen (Roggen / Triticale) oder schwarzen Futterbestandteilen (Raps-, Sonnenblumenprodukte) vorziehen. Durch den vollständigen oder partiellen Ersatz von SES durch Raps-, Sonnenblumenextraktionschrot werden die Futtermischungen dunkler und erhalten eine schwärzliche Einfärbung (Raps-, Sonnenblumenschalen). Die zur Einstellung der gewünschten Dotterfarbe eingesetzten Zusätze (synthetische Carotinoide, Tagesblütenmehl, Paprikaprodukte usw.) verändern die Rot- / Gelbfärbung der Futtermischungen kaum.
- Sensorische Eigenschaften der Futtermischungen, v.a. die Futterstruktur, sollten über die gesamte Legeperiode so konstant wie möglich gehalten werden. Abrupte Wechsel in den Futtereigenschaften führen i. d. R. zu einer reduzierten Futtermittelaufnahme und sind unbedingt zu vermeiden.
- Es gibt Hinweise, dass Braunleger bei suboptimaler Fittersensorik (z.B. zu hohe Feinanteile, schwärzliche Futterfarbe, evtl. veränderter Futtergeschmack durch sehr hohe Rapsanteile) den Futtermittelverbrauch stärker verändern als Weißleger.



Abb. 4: Die bei den klassischen Mais-Weizen-Soja-Rationen (re.) vorherrschenden Rot-, Orange- und Gelbfärbungen bevorzugen Legehennen bei der Futteraufnahme. Hohe Anteile an Raps- und Sonnenblumenprodukten bewirken eine dunklere Einfärbung der Futter.

Am Anfang der Legeperiode bis zur Legespitze (Phase 1) sollten Komponenten, die die Futteraufnahme reduzieren, wie Triticale, Erbsen oder Rapsprodukte nur sehr begrenzt Einsatz finden.

1.3. Nährstoffbedarf und -versorgung von Legehennen

Um die hohen biologischen Leistungen der Legehybriden realisieren zu können, müssen den Hennen alle notwendigen Nährstoffe entsprechend des spezifischen Bedarfs in der richtigen Menge zugeführt werden. Die für die zu erbringenden Leistungen (Wachstum, Federbildung, Eimasseproduktion) benötigten Nähr- und Wirkstoffe ergeben dabei neben dem Erhaltungsbedarf den spezifischen Bedarf. Der Nährstoffbedarf von Legehennen ist demzufolge im Wesentlichen von der biologischen Leistung und dem Körpergewicht abhängig und wird mittels faktorieller Ableitung quantifiziert.

Der Gesamt-Nährstoffbedarf der Legehenne ist als Summe aus Erhaltungs- und Leistungsbedarf anzusehen:

Erhaltungsbedarf: Ansprüche für Futterraufnahme, Atmung, Verdauung, motorische Aktivität und Thermoregulation

Leistungsbedarf: Ansprüche für Eibildung, Lebendmassezunahme und Federneubildung

Werte zum Bedarf treffen aber noch keine Aussage über die empfohlenen Inhaltsstoffe im Futter. Hierfür erfolgt eine Überführung des wissenschaftlich ermittelnden Bedarfs in die Bedarfsnorm. Dabei werden Sicherheitszuschläge berücksichtigt, die unterschiedlich hoch ausfallen. Da Energie- und Nährstoffdichte im Futter und die Futterraufnahme in einem engen Verhältnis stehen, muss die Futterraufnahme bekannt sein, um auf Grundlage des Bedarfs die Energie- / Nährstoffdichte der Futter zu ermitteln, die in optimaler Weise den Bedarf inkl. Sicherheitszuschläge decken. Praktisch relevant sind sog. Versorgungsempfehlungen zu Nährstoffgehalten.

In der Praxis wird sich neben den wissenschaftlichen Empfehlungen auch an den Managementvorgaben der Zuchtunternehmen für ihre Legehybriden orientiert. Da in der kommerziellen Legehennenhaltung fast ausschließlich lufttrockene Futtermischungen Einsatz finden, ist die **Angabe zum Energie- und Nährstoffgehalt bei Futtermischungen i. d. R. auf 88% Trockensubstanzgehalt bezogen.**

1.3.1. Bedarf und Versorgung mit Energie

Zur Berechnung des Gesamtbedarfs der Legehenne an umsetzbarer Energie, wird folgende Formel der GfE (1999) angewandt:

ME (kJ/d)	= (480 + (15 - UT) x 7) x LM^{0,75} + 23 LMZ + 9,6 x EM
UT	= Umgebungstemperatur (°C)
LM ^{0,75}	= metabolische Lebendmasse (kg / LH)
LMZ	= Lebendmassezuwachs (g / LH / Tag)
EM	= tägliche Eimasse (g)

Die Formel zeigt, dass der Erhaltungsbedarf von der Körpergröße abhängig ist, die durch die sog. Kleibersche Gleichung mittels Körpergewicht^{0,75} geschätzt wird. Umgebungstemperaturen unter 15°C erhöhen dabei den Erhaltungsbedarf. Bei der Berechnung des Gesamtbedarfs entfallen z.B. bei einer Herde mit 60g täglicher Eimasseproduktion ca. 60 %

auf den Erhaltungsanteil und 40 % auf den für Leistung benötigten Bedarf. Den dominierenden Einfluss auf den Erhaltungsbedarf besitzt die Lebendmasse.

Zum Zeitpunkt der Einstellung in den Legehennenstall haben die Hennen ihre endgültige Lebendmasse noch nicht erreicht. So beträgt die Lebendmasse in der 18. Lebenswoche bei Weißlegern ca. 1.250...1.350 g und bei Braunlegern ca. 1.450...1.550 g; in der 72. Lebenswoche ca. 1.800 g / 2.000 g. Die Lebendmassezunahme bis zur 32. LW findet bei der Bedarfsberechnung Beachtung. Die sich verringernde Lebendmassezunahme ab der 33. Lebenswoche bleibt unter praktischen Bedingungen unberücksichtigt, da sie gewöhnlich von den veranschlagten Sicherheitszuschlägen abgedeckt wird.

Diese Energieberechnungsformel trifft nur bei definierten Bedingungen zu. Als solche sind unter Beachtung der praktischen Hennenfütterung insbesondere die Haltung in konventionellen Käfigen und das Vorhandensein einer vollständigen Befiederung anzusehen. Durch die Trennung der Funktionsbereiche und das Platz-Mehrangebot bewegen sich die Hennen in Alternativhaltungen wesentlich mehr als in der bewegungsarmen Käfig- / Kleingruppenhaltung. Zusätzliche Bewegung erfordert zusätzliche Energie. Hierfür unterstellt die GfE (1999) einen bei Boden- und Volierenhaltung um 10 % und bei Freilandhaltung um 15 % erhöhten Erhaltungsbedarf. Zu beachten ist dabei, dass sich die Zuschläge von 10 bzw. 15 % auf den Erhaltungsbedarf und nicht auf den Gesamtbedarf beziehen. Gefiederverluste ergeben zudem einen erhöhten Energiebedarf, der in Tab. 4 dargestellt ist.

Haltungsform, Körpergröße, Leistungsniveau, Befiederungszustand und ggf. auch die Stalltemperatur beeinflussen den Energiebedarf erheblich, wie nachfolgende Tabelle zeigt.

Tab. 6: *Relativer Energiebedarf (%) für Legehennen in Abhängigkeit von Haltungsform, Eimasseproduktion, Körpergewicht und der Befiederungszustand*

Annahmen	Kleingruppenhaltg.	Bodenhaltung	Freilandhaltung
tägl. Eimasse: 55 g, Körpergewicht: 1.800g kein Gefiederverlust, Temperatur: > 15°C	100 %	106 %	109 %
tägl. Eimasse: 55 g, Körpergewicht: 1.800g 30% Gefiederverlust, Temperatur: > 15°C	107 %	114 %	117 %
tägl. Eimasse: 60 g, Körpergewicht: 2.000g 30% Gefiederverlust, Temperatur: 13°C	118 %	124 %	128 %

eigene Berechnung nach Formel der GfE (1999)

Hinsichtlich der Energiedichte in konventionellem Legehennenfutter können folgende praktische Empfehlungen ergehen:

- 11,4 MJ ME / kg: Häufig standardmäßiger Energiegehalt in konventionellen Legehennenalleinfutter. Zu Legebeginn bzw. Produktionsstart nur dann geeignet, wenn der Futterverzehr sehr schnell auf > 120g / Henne / Tag ansteigt
- 11,6 MJ ME: Vorzugsweise bei Produktionsbeginn einsetzen, um bei täglichen Futteraufnahmen von unter 110 g / Henne eine ausreichende Energie- / Nährstoffversorgung zu erreichen. Nach der 26. Lebenswoche kann auf 11,4 MJ ME-Futter umgestiegen

werden, wenn die Futterraufnahme ausreichend hoch ist. Andernfalls kann auch bis nach der Legespitze die Energiedichte auf 11,6 MJ ME / kg beibehalten werden. Gegenüber einem 11,4 MJ ME-Futter müssen Futter mit 11,6 MJ ME auch in ihren Nährstoffgehalten (Aminosäuren, Mineralstoffe etc.) angepasst werden (höhere Gehalte).

Die Energiebewertung erfolgt beim Geflügel auf Basis der umsetzbaren Energie (ME). D.h. Angaben zum Energiegehalt von Futtermitteln und -mischungen werden in MJ ME angegeben. Die einzelnen Abbaustufen der Futterenergie sind in nachfolgender Abbildung dargestellt.

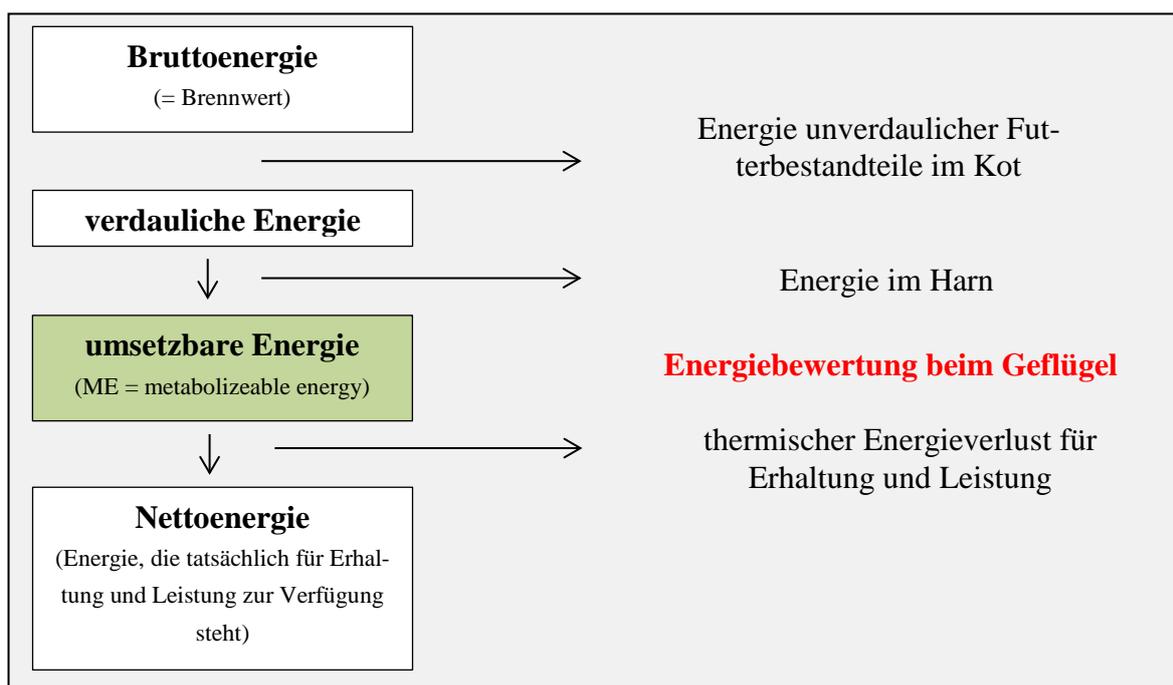


Abb. 5: Abbaustufen der aufgenommenen Energie

Der Energiebedarf wird durch Haltungsform, Körpergröße, Leistungsniveau, Befiederungszustand und ggf. auch die Stalltemperatur bestimmt. Die hohe Bewegungsaktivität in Boden- und Freilandhaltung steigert den Erhaltungsbedarf um 10 bzw. 15% im Vergleich zur Kleingruppenhaltung. Angaben zum Energiegehalt erfolgen beim Geflügel in umsetzbarer Energie (ME, metabolizable energy). Üblich sind Energiekonzentrationen von 11,4 ... 11,6 MJ ME je kg konventionelles Legehennenfutter.

Sollen Futtermittel energetisch bewertet werden, bedient man sich Schätzgleichungen, die auf Ergebnisse verschiedener Untersuchungen basieren. Dabei wird anhand der analytisch bestimmten Gehalte an Rohprotein, Rohfett, Stärke und Zucker der Energiegehalt berechnet. Soll z. B. durch ein Labor der Energiegehalt von Futtermitteln für Legehennen bestimmt werden, so müssen immer diese 4 Inhaltsstoffe untersucht werden.

Zur Berechnung des Gehalts an umsetzbarer Energie in Futtermitteln wird folgende **Schätzformel der WPSA (1984)** angewandt:

ME¹ in MJ / kg	=	0,01551 * g Rohprotein + 0,03431 * g Rohfett + 0,01669 * g Stärke + 0,01301 * g Zucker
----------------------------------	---	---

¹ : Stickstoff-korrigiert, d.h. Stickstoffansatz = 0

1.3.2. Bedarf und Versorgung mit Rohprotein und Aminosäuren

Geflügel hat streng genommen keinen Bedarf an Rohprotein, sondern an essentiellen Aminosäuren. Entscheidend für das Leistungspotential der Hennen ist die Versorgung mit essentiellen Aminosäuren, d.h., denjenigen Aminosäuren, die der Körper selbst nicht aus freiem Stickstoff oder nicht-essentiellen Aminosäuren synthetisieren kann. Folgende Aminosäuren sind in der Geflügelfütterung essentiell bzw. nicht-essentiell:

essentielle Aminosäuren	nicht-essentielle Aminosäuren
Methionin	Cystein
Lysin	Serin
Threonin	Tyrosin
Tryptophan	Prolin
Arginin	Glutamin
Valin	Asparagin
Leucin	Glycin
Isoleucin	Asparaginsäure
Histidin	Glutaminsäure
Phenylalanin	Alanin

Methionin kann im intermediären Stoffwechsel in Cystein umgewandelt werden. Dabei ist Cystein als Schwefelquelle für den Körper unentbehrlich. Daher wird in den Empfehlungen immer auch ein Wert für Methionin + Cystein angegeben.

In Abhängigkeit des Körpergewichts, der Eimasseproduktion und der Lebendmassezunahme haben die Hennen einen spezifischen Bedarf an den einzelnen essentiellen Aminosäuren. Nur wenn es die Hennen vermögen, über die Fütterung die bedarfsgerechte Menge an Aminosäuren täglich aufzunehmen, ist seitens der Aminosäurenversorgung die Ausschöpfung des genetisch veranlagten Leistungspotentials und eine stabile Gesundheit möglich. Eine Versorgung unterhalb der Bedarfswerte führt zwangsweise zur Begrenzung der Proteinsynthese und damit der Legeleistung und Eigewichte. Dabei gilt es zu beachten, dass bereits ein Mangel an einer Aminosäure die Verfügbarkeit der anderen essentiellen

len Aminosäuren auf dieses Niveau begrenzt. Veranschaulicht wird dies am sog. Lieb'schen Fass.

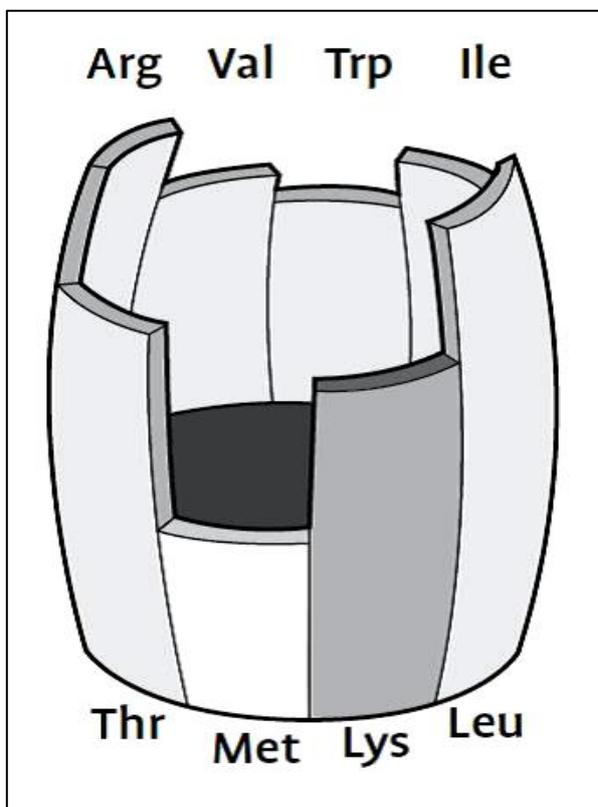


Abb. 6: Das Lieb'sche Fass als Modell zur Limitierung der Aminosäurenverfügbarkeit. Die erstlimitierende Aminosäure begrenzt die Verfügbarkeit der weiteren essentiellen Aminosäuren zum Proteinaufbau

Quelle: DAMME & HILDEBRAND 2015

In der Legehennenfütterung ist **Methionin die erstlimitierende Aminosäure**. Bei üblichen Futterrationen stellt Lysin die zweitlimitierende Aminosäure dar. Die schwefelhaltige Aminosäure Methionin wird insbesondere zur Federbildung benötigt und ist für das Erzielen der gewünschten Eigewichte elementar. Lysin hingegen wird primär für den Aufbau von Muskel- und damit Körpermasse benötigt.

Die analytisch bestimmten Bruttogehalte an Aminosäuren werden in der Rationsberechnung und Futterbewertung zunehmend von den verdaulichen Aminosäuren und damit dem Organismus tatsächlich zur Verfügung stehenden Aminosäuren abgelöst. So besitzt z.B. ein Sojaextraktionsschrot mit 0,64 % Methionin und einer (ilealen) Aminosäurenverdaulichkeit von 91 % einen Gehalt an verdaulichem Methionin von 0,58 % ($0,64 \cdot 0,91$). Für Mischfutterwerke ist die Komponentenwahl und Rationsberechnung auf Basis der verdaulichen Aminosäuren heute häufig schon Standard. Für Selbstmischer ist die Berechnung auf Basis der Bruttogehalte üblich. Als Richtwert für praxisübliche Rationen kann dabei von einer durchschnittlichen Aminosäurenverdaulichkeit im Mischfutter von ca. 80 % ausgegangen werden.

Das optimale Aminosäurenmuster stellt die Relationen der essentiellen Aminosäuren zueinander dar und wird folgend für verdauliche Aminosäuren nach LEMME (2009) dargestellt:

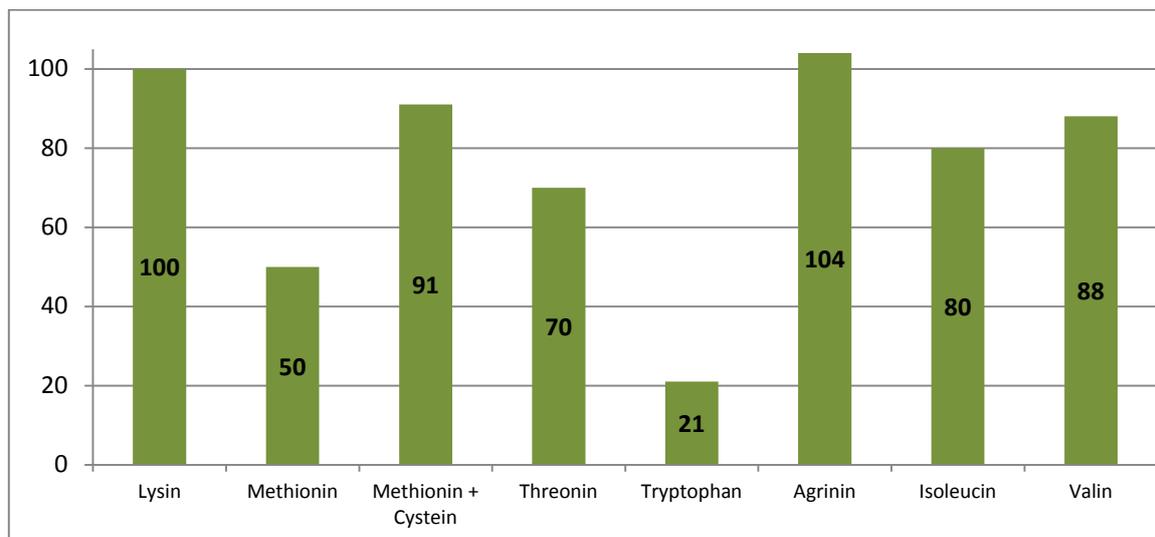


Abb. 7: Optimale Relationen der verdaulichen Aminosäuren nach LEMME (2009)

Auf Basis der Bedarfswerte existieren Versorgungsempfehlungen zu den Gehalten an essentiellen Aminosäuren in Mischfuttern. Die Konzentration im Mischfutter ist immer von der jeweilig vorherrschenden Futteraufnahme abhängig zu machen, da diese in Kombination mit den Nährstoffgehalten im Futter den Nährstoffinput der Hennen bestimmt. In Tab. 7 sind die Versorgungsempfehlungen zu Gehalten an Aminosäuren und Linolsäure in Abhängigkeit der Futteraufnahme, Genetik und Futterphase der Lohmann Tierzucht dargestellt.

Die unterschiedlichen Gehalte zwischen Weiß- und Braunlegern begründen sich bei Lysin im höheren Lebendgewicht und dem höheren Wachstum der Braunleger im Vergleich zu den leichteren Weißlegern. Mit 26 – 28 % ist der Dotteranteil bei Weißlegern höher als bei den Braunlegern mit 25 – 27 % (GRASHORN 2016), was die Empfehlung höherer Linolsäuregehalte im Phase-1-Futter bewirkt.

Essentielle Aminosäuren müssen in definierten Verhältnissen im Futter vorhanden sein. Erstlimitierende Aminosäure bei Legehennen ist Methionin. In konventionellem Mischfutter wird der Zielwert i. d. R. durch Ergänzung von freiem Methionin (synthetisch) erreicht. Methionin hat insbesondere Bedeutung für die Steuerung der Eigewichte und dem Erhalt eines guten Gefieders.

Praxisübliche Methioningehalte von 0,35 - 0,42 % sind bei üblicher Rohkomponentenwahl nur unter Zugabe von synthetischen Methionin zu realisieren. Sollten entsprechende Methioningehalte ausschließlich über die pflanzlichen Rohkomponenten in das Futter integriert werden, würde der Rohproteingehalt deutlich überhöht, was eine Stoffwechselbelastung und Ressourcenverschwendung darstellt. Deshalb wird die Aminosäurenausstattung in ausbalancierten Futtermischungen mit hochwertigen Rohkomponenten durch die Zugabe von 5 - 8 % synthetisches Methionin bzw. deren Hydroxyanalogue (MHA) in der

Vormischung optimiert. Unter Umständen wird auch mit einer Ergänzung von synthetischem Lysin, Threonin oder Tryptophan gearbeitet.

Tab. 7: Versorgungsempfehlungen zu Gehalten an Aminosäuren und Linolsäure in Abhängigkeit der Futtermenge, Genetik und Futterphase der Lohmann Tierzucht

Nährstoffe, %	tägl. Futter- verzehr, g	Phase 1		Phase 2		Phase 3	
		LB	LSL	LB	LSL	LB	LSL
Methionin	100	0,44		0,42		0,40	
	105	0,42		0,40		0,38	
	110	0,40		0,38		0,36	
	115	0,38		0,37		0,35	
	120	0,37		0,35		0,33	
Methionin / Cystein	100	0,80		0,77		0,73	
	105	0,76		0,73		0,69	
	110	0,73		0,70		0,66	
	115	0,69		0,67		0,63	
	120	0,67		0,64		0,61	
Lysin	100	0,88	0,87	0,84	0,83	0,80	0,79
	105	0,84	0,82	0,80	0,79	0,76	0,75
	110	0,80	0,79	0,77	0,76	0,73	0,72
	115	0,76	0,75	0,73	0,72	0,69	0,68
	120	0,73	0,72	0,70	0,69	0,67	0,66
Tryptophan	100	0,18		0,18		0,17	
	105	0,17		0,17		0,16	
	110	0,17		0,16		0,15	
	115	0,16		0,15		0,14	
	120	0,15		0,15		0,14	
Linolsäure	100	2,00	2,20	1,60		1,30	
	105	1,90	2,10	1,52		1,24	
	110	1,82	2,00	1,45		1,18	
	115	1,74	1,91	1,39		1,13	
	120	1,67	1,83	1,33		1,08	

Quelle: LTZ 2016, Annahme: Futter mit 11,4 MJ ME

LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic

1.3.3. Bedarf und Versorgung mit Mengen-, Spurenelementen und Vitaminen

Besonderen Stellenwert in der Legehennenfütterung besitzen die Mengenelemente Calcium (Ca), Phosphor (P), Natrium (Na), Magnesium (Mg) und die Spurenelemente Eisen, Kupfer, Zink, Mangan, Jod und Selen.

Unter produktionstechnischer Sicht ist **Calcium** insbesondere für die Eischalenbildung von substanzieller Bedeutung. Der Calciumbedarf der Hennen resultiert aus dem Erhaltungsbedarf und dem Calcium-Output im Eiinhalt und der Eischale, wobei über 90 % des Calciumbedarfs aus der Schalenbildung resultieren. Bei einem Gewichtsanteil der Schale von 10 % am Gesamteigewicht und einem durchschnittlichem Calciumgehalt der Schale von 37,5 % geht mit der Steigerung der täglichen Eimasseproduktion eine Steigerung des Calciumbedarfs einher. Bei älteren Hennen nimmt die Verwertbarkeit des Calciums aus dem Futter ab und die Resorption aus den Röhrenknochen findet im geringeren Umfang statt. Deshalb werden die Calciumgehalte im Laufe der Legeperiode angepasst, von 3,6 % zu Beginn der Legeperiode auf 4,0 % zum Ende der Legeperiode.

Den größten Anteil an Calcium liefert in den meisten Rationen kohlenaurer Futterkalk (38-40 % Ca), der dann 8,5-9,5 % der Ration einnimmt. Zu hohe Calciumgehalte wirken sich stark negativ auf die Futteraufnahme aus, da Futterkalk als Hauptlieferant von Calcium in der Ration einen bitteren Geschmack besitzt. Die Schalenbildung dauert ca. 18 Stunden und fällt damit mehrheitlich in die Dunkelphase, wo keine Futteraufnahme stattfindet. Es ist deshalb wichtig, dass über 70 % des Kalks als grobstrukturierte Partikel bereitgestellt werden. Grobstrukturierter Kalk ist deutlich weniger schnell löslich und steht dem Körper damit länger zur Verfügung als feinstrukturierter Kalk mit hoher Fließgeschwindigkeit. Eine weitere Möglichkeit zur Bereitstellung von Calcium für die Eibildung in der Dunkelphase ist die Gabe / Applikation von Austern-Muschelschalen am Abend.

Tab. 8: *Empfohlene Relationen von feinem und grobem Futterkalk in der Ration*

	Feinstrukturierter Kalk (0 - 0,5 mm)	Grobstrukturierter Kalk (1,5 - 3,5 mm)
Phase 1	30 %	70 %
Phase 2	25 %	75 %
Phase 3	15 %	85 %

Quelle: LTZ (2016)

Die **Phosphorversorgung** besitzt die Problematik, dass ein hoher Anteil (ca. 50-70 %) des nativ vorhandenen Phosphors in Getreide, Extraktionsschroten usw. als Phytin-Phosphor vorliegt, der für die Hennen nicht nutzbar ist. Deshalb empfiehlt sich ein Einsatz des Enzyms Phytase, das den Großteil des des Phytin-Phosphors für den Hennenorganismus nutzbar macht. Zudem ist z. T. ein Einsatz von hoch verfügbaren Phosphorquellen notwendig (abhängig P-Gehalt des Premix).

Natrium bewirkt bei starken Unterversorgungen neben Leistungseinbrüchen auch das Auftreten von Verhaltensstörungen wie Federpicken und Kannibalismus. Zu hohe Gehalte in Form von Natriumchlorid haben nachteilige Wirkung auf die Kotkonsistenz.

Vitamine und Spurenelemente sind Stoffe, die nur in sehr kleinen Mengen im Futter enthalten sein müssen, aber eine große Wirkung besitzen. Praktisch erfolgt deren Supplementierung i. d. R. über den Premix in die Mischung und ggf. in speziellen Situationen durch Ergänzung einzelner Stoffe.

Wegen dem begrenzten Vorkommen anorganischer, mineralischer Phosphate in der Natur werden bei weiterem rasantem Abbau für Futterzwecke das natürlich Phosphorvorkommen in 60 – 70 Jahren erschöpft sein. Daher sind Futtermischungen mit Phytase und abgesenkten Phosphorgehalt (0,4 – 0,45 %) zu bevorzugen.

Tab. 9: Empfehlungen zum Gehalt ausgewählter Mengen-, Spurenelementen und Vitaminen

Zusatzstoffe je kg	GfE-Empfehlung	Lohmann Tierzucht
Vitamin A IE	3.960	10.000
Vitamin D3 IE	400	2.500
Vitamin E mg	5,3	15 ... 30
Vitamin K mg	0,5	3
Vitamin B ₁ mg	1,5	1
Vitamin B ₂ mg	2,5	4
Vitamin B ₆ mg	2,5	3
Calcium %	3,2	3,6...4,1
Phosphor, ges. %	-	0,47...0,55
Phosphor, verd. %	0,31	0,33...0,38
Natrium %	0,1	0,16...0,17
Eisen mg	88	25,0
Kupfer mg	6,2	5,0
Zink mg	44	60,0
Mangan mg	44	100,0
Jod mg	0,44	0,5
Selen mg	0,13	0,2
Biotin mg	0,10	0,05
Cholin mg	440	400

Quellen:

GfE-Empfehlung: aus JEROCH & DÄNICKE (2015), für Legehennen mit 1,8kg LM bei 55 g tägl. Ei-masse und 11,5 MJ ME Futter

Lohmann Tierzucht: LTZ (2016), angegebene Gehaltsspannen in Abhängigkeit der Futterphase und Futteraufnahme

1.3.4. Futterzusatzstoffe

Futterzusatzstoffe sind rechtlich exakt definierte Stoffe, Mikroorganismen oder Zubereitungen, die einer Zulassung bedürfen. Häufig haben diese Zusatzstoffe neben der eigentlichen Ernährungsphysiologie das Ziel, die Tiergesundheit, Leistungen oder tierische Erzeugnisse zu verbessern oder auch die Futtermittelaufnahme zu steigern. Mit dem Verbot der antibiotischen Leistungsförderer der EU in 2006 hat die Bedeutung der Futterzusatzstoffe erheblich zugenommen, da sie z. T. als Alternative zu erstgenannten gesehen werden. Problematisch gestaltet sich bei einzelnen Gruppen der Zusatzstoffe zuweilen, ihre Wirksamkeit auf Tiergesundheit, Futtermittelaufnahme, Leistung etc. auch in Studien wiederholbar nachzuweisen.

Aufgrund des enormen Umfangs der Futterzusatzstoffe soll an dieser Stelle nur in minimalen Umfang auf einzelne, praxisrelevante Beispiele eingegangen werden:

Probiotika (förderliche Bakterienkulturen, wie Milchsäurebakterien und Hefen) und **organische Säuren** (Ameisen-, Citronen-, Essig-, Propionsäure uvm.) zielen beide auf die Verbesserung der Darmgesundheit ab, um neben Infektionen auch feuchte Einstreu zu verhindern und optimale Nährstoffaufnahme zu fördern. Organische Säuren senken dabei den pH-Wert des Verdauungstrakts in ein für viele pathogene Erreger wenig attraktives Milieu und bewirken zudem auch eine Keimreduktion im Mischfutter. Probiotika wirken v.a. bei Jungtieren und nach Antibiosen durch gezielte Besiedlung des Darms mit erwünschten Bakterien.

Phytogene Zusätze besitzen z.T. einen positiven Einfluss auf die Futtermittelaufnahme und das Immunsystem. Bedient wird sich Konzentraten einzelner Pflanzen, Gewürze oder ätherischen Ölen und deren Kombination. In der Praxis findet ein Einsatz phytogener Zusätze häufig anlassbezogen statt (Immunsuppression, geringe Futtermittelaufnahme usw.).

NSP-Enzyme (Nicht-Stärke-Polysaccharide-Enzyme) vermögen es, schwer verdauliche Kohlenhydrate aufzuschließen und erbringen dadurch auf verschiedene Weise positive Effekte auf die Ernährungsphysiologie. Beim Einsatz von Komponenten mit hohem Gehalt an NSP (z.B. Gerste, Hafer, Roggen, Triticale) sollte nicht auf den Einsatz entsprechender Enzyme verzichtet werden.

Getreide enthält ca. 10 – 17 % für Legehennen unverdauliche NSP, Restkohlenhydrate und Zellwandbestandteile. Durch den Einsatz von NSP-Enzymen im Futter kann die Nährstoffverfügbarkeit deutlich erhöht und die Stickstoffausscheidungen reduziert werden. Weitere positive Effekte sind die Veränderung der Zusammensetzung der Darmflora und der Abbau antinutritiver Substanzen.

Farbstoffe sind in der Fütterung von Legehennen notwendig, um die gewollte Färbung der Eidotter erzielen zu können. Ziel ist in Deutschland ein rotgelber Farbton des Dotters, der auf dem Hoffmann-La-Roche-Fächer dem Wert 13-14 entspricht. Hierzu sind neben gelbfärbenden Pigmenten auch 4-5 mg / kg rotfärbende Pigmente notwendig. I. d. R. wird hierzu synthetisches Canthaxanthin oder Capsanthin verwendet. Natürliche Alternativen mit Rotfärbung sind Produkte aus Paprika, Algenmehl und Krustentieren, die jedoch deutlich kostenintensiver sind. Ggf. wird auch synthetischer Gelbfarbstoff (z.B. 4-5 mg Ze-

axanthin) eingesetzt. Anteile von über 20 % Mais oder 3 % Luzernegrünmehl stellen jedoch eine ausreichende Gelbfärbung aus den natürlichen Rohkomponenten sicher.

Ernährungsphysiologische Zusatzstoffe werden standardisiert in Form von **Vitaminen, Provitaminen, Spurenelementen und Aminosäuren** im Legehennenfutter eingesetzt.

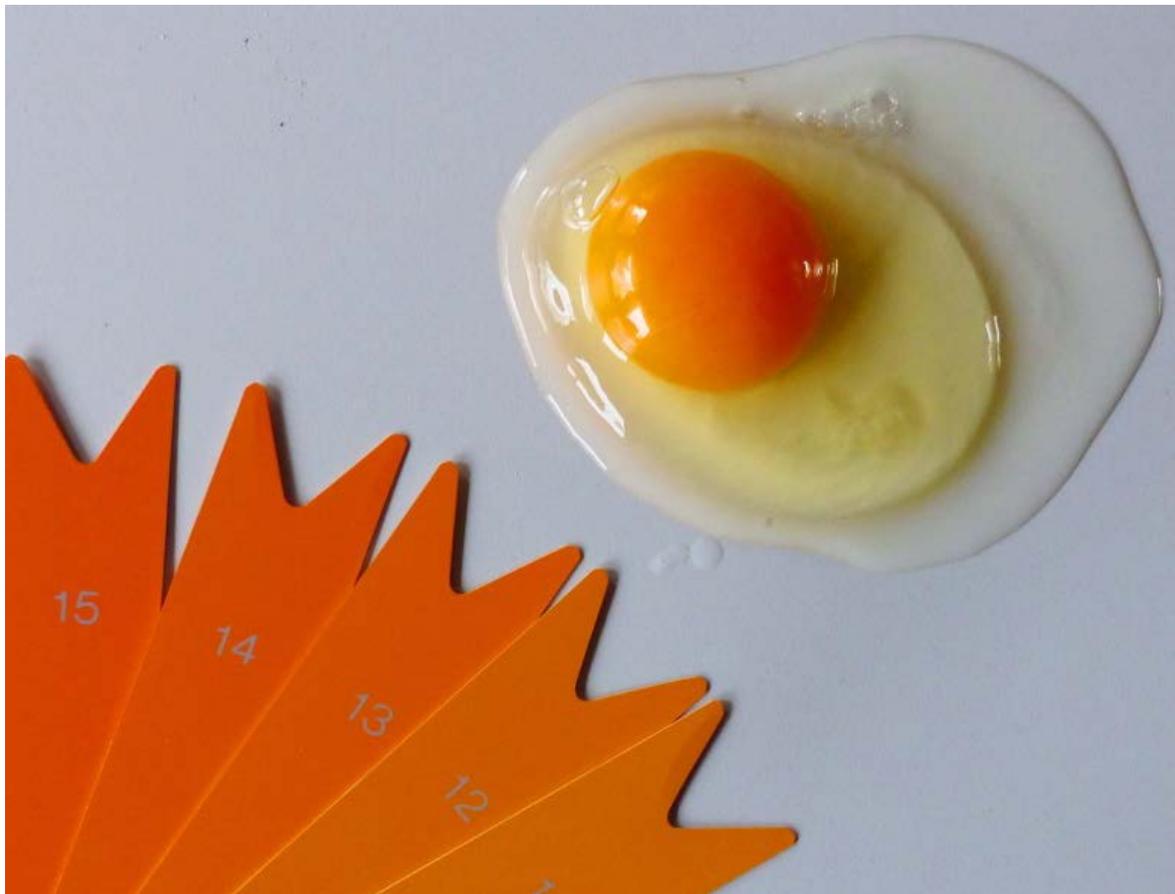


Abb. 8: In Deutschland gewollte Dotterfärbungen mit einem Fächerwert von 12-14 erfordern neben Gelbfarbstoffen auch den gezielten Einsatz von Rotfarbstoffen in der Ration.

2. Fütterungseinfluss auf Schalenstabilität und Eigewichte

Im Hinblick auf den wirtschaftlichen Erfolg der Legehennenhaltung sind die Schalenstabilität und das Eigewicht die entscheidenden Stellgrößen der Eiqualität. Die Fütterung hat auf beide Kriterien neben Genetik, Tiergesundheit und Management (Lichtprogramm) einen entscheidenden Einfluss.

Die im Verlauf der Legeperiode größer werdenden Eier lassen den Calciumbedarf der Hennen ansteigen und zugleich nimmt die Mobilisierung von Calcium aus den Röhrenknochen altersbedingt ab. Steigende Anteile an Bruch- und Knickeiern reduzieren die Anzahl der vermarktungsfähigen Eier und damit den Erlös. Defizite in der Schalenstabilität verstärken sich zum Legeperiodenende hin. Maßnahmen zur Verbesserung dieser Situation müssen jedoch auch bereits viel früher erfolgen. So wird die Funktionalität des Calcium-Stoffwechsels bereits bei der Entwicklung des Hennenkörpers wesentlich mitbestimmt und Calciumdepots werden aufgefüllt. Aktuelle Bestrebungen zur Verlängerung der Legeperiode über die 72. LW hinaus, stellen Maßnahmen zur Sicherung einer optimalen Schalenqualität noch mehr in den Fokus.

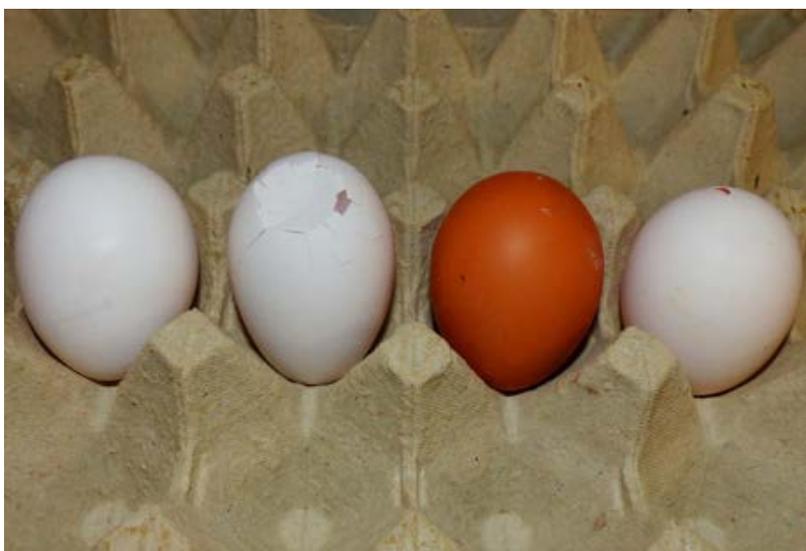


Abb. 9: Instabile Schalen bringen erhebliche Nachteile für die Wirtschaftlichkeit der Eierzeugung und können v.a. durch Fütterungsmaßnahmen reduziert werden.

Zur Verbesserung der Schalenqualität sind folgende Maßnahmen zu empfehlen:

- konsequenter, korrekter Einsatz von Vorlegefutter (siehe Kapitel 3.4.)
- Körpergewichtsentwicklung während der Aufzucht und frühen Legehennenphase nach Sollvorgaben, da zu dieser Zeit die Grundlagen für die Calciumreserven im Körper und einen funktionierenden Calciumstoffwechsel in der späten Legephase angelegt werden.
- Beachtung der optimalen Calciumkonzentration und Kalkstruktur für jede Futterphase mit den richtigen Anteilen an grobem und feinem Kalk, um die Fließgeschwindigkeit des Kalks dem Bedarf und der Stoffwechselsituation anzupassen (siehe Tab. 8). Demnach müssen je nach Futterphase 70 – 85 % des Kalks (mit Alter ansteigend) in grobstrukturierter Form vorliegen.

- Vermeidung von selektivem Fressen (homogene Futterstruktur, mind. 1x täglich leerfressen, angepasste Futtertechnik, siehe Punkt 3.2.).
- Sicherstellung einer ausreichenden Vit. D₃-Versorgung (2.500 IE / kg), ggf. Einsatz von „Hy-D“-Vitamin-Formen
- ggf. teilweiser Ersatz von kohlensaurem Futterkalk als Calciumquelle durch organische, hochverfügbare Quellen, wie Calciumformiat, -butyrat oder -lactat
- Vermeiden von Chloridüberhang ($\leq 2\text{g} / \text{kg LAF}$), ggf. Natriumchlorid durch andere Natriumquelle wie Natriumbicarbonat ersetzen
- Sicherstellung der Spurenelementversorgung, v.a. Zink und Mangan
- Förderung der Lebergesundheit (Öl als Energielieferant, Zusatz von Cholin + Betain etc.) und Darmgesundheit (organische Säuren, evtl. phyto gene Extrakte)
- Bereitstellen von Austernschalen als grobe, langsamfließende Calciumquelle. Optimal ist eine Fütterung on-top auf das Alleinfutter zur letzten / den letzten 2 Fütterungen des Tages, was jedoch kleine zusätzliche Silos zum Aufdosieren des groben Kalks bedarf.
- Reduktion des Eigewichtsanstiegs im letzten Drittel der Legeperiode (Linolsäuregehalt anpassen bzw. reduzieren, ggf. Ersatz von Sojaprotein durch Rapsprotein)
- Immunprophylaxe gegen alle Erkrankungen mit negativen Folgen für die Schalenstabilität, v.a. IB und EDS. Impfung gegen die Serotypen QX und 4/91 der Infektiösen Bronchitis.



Abb. 10: Die Erzeugung von Eiern (hier weiß-, beige- und braunschalig) im gewollten Gewichtskorridor verlangt abgestimmte Haltungs- und Fütterungsmaßnahmen.

Die Steuerung des Eigewichts durch die Fütterung besitzt unterschiedliche Prämissen in Abhängigkeit des Vermarktungsweges. So steht bei einer Eierzeugung für den LEH eine maximale Anzahl von Eiern je AH bei mittleren Eigewichten im Vordergrund, wohingegen Direktvermarkter zwingend hohe L-Eier-Anteile (schneller Eigewichtsanstieg) benötigen und auch für XL-Ware vergleichsweise hohe Erlöse erzielen können. S-Eier sind in beiden Absatzwegen unerwünscht.

Zum Erreichen der gewünschten Eigewichtsentwicklung sind folgende Fütterungs- und Managementmaßnahmen zu empfehlen:

- Junghennenstimulation / Legereife:
 - o für hohe Eigewichte: späte Lichtstimulation mit langsamen Step-up-Programm
 - o für mittlere Eigewichte: frühe Lichtstimulation mit schnellem Step-up-Programm
 - o Unterschiede im Lichtprogramm zwischen Weiß- und Braunleger
- Junghennengewichte zur Einstellung im Sollbereich des Züchters, da zu leichte / kleinrahmige Hennen hohe S-Eier-Anteile erbringen. Für hohe Eigewichte sind große Junghennen zusätzlich im Vorteil.
- Eine Steigerung der Eigewichte wird durch hohe Methionin-Cystin-, Linolsäure- und Energiekonzentrationen im Futter erreicht.
- Hoher Linolsäuregehalt (2 %) zum Produktionsstart senkt den S-Eier-Anteil. Linolsäurekonzentration wird im Rahmen der Phasenfütterung reduziert.
- Hohe Gehalte an schwefelhaltigen Aminosäuren, insbesondere an Methionin dienen dem Eigewichtsanstieg.
- Eine abgestimmte Phasenfütterung beeinflusst grundlegend die Eigewichtsentwicklung, da in den späteren Futterphasen (2 + 3) die Rohprotein-, Aminosäuren- und Linolsäuregehalte gesenkt werden und damit ein für viele Erzeuger ungewollt starker Anstieg der Eigewichte verhindert wird.

Der Fütterungseinfluss auf die Eigewichte liegt v.a. im Gehalt an Linolsäure, Methionin und Energie. Zur Sicherung einer hohen Schalenstabilität sind speziell Maßnahmen für einen funktionierenden Calciumstoffwechsel notwendig. Hohe Anteile an grobem Kalk, eine homogene Futterstruktur und das Bereitstellen zusätzlicher Calciumquellen (z.B. Austernschalen) haben dabei positive Effekte.

3. Fütterungseinfluss auf Federpicken und Kannibalismus

Die bedeutendsten Verhaltensstörungen in der Legehennenhaltung sind Federpicken und Kannibalismus, die erhebliche Nachteile für Leistung, Tiergesundheit, Tierschutz und Ökonomie ergeben. Das **multifaktorielle Ursachengefüge**, das von wissenschaftlicher Seite noch nicht vollständig abgeklärt ist, erschwert die Reduktion des Auftretens der Verhaltensstörungen. Über viele Jahre wurde den Legehennen in Alternativhaltungen der Schnabel in den ersten 10 Lebenstagen gekürzt, wodurch die aus Federpicken resultierenden Schäden am Tier drastisch reduziert werden konnten. Der Freiwillige Verzicht der Geflügelwirtschaft auf das routinemäßige Schnabelkürzen ab dem 01.08.2016 (keine Einstellung schnabelkupierter Legehennen ab 01.01.2017) macht eine weitere Optimierung von Haltungs-, Fütterungs- und Managementfaktoren notwendig.

Neben Genetik, Aufzuchtbedingungen, Haltung (Stallklima, Licht, Stallstrukturierung, Einstreu etc.), Management (Tierkontrolle, Einstaltungsalter, gemischte Herden, Aufsperrern etc.), Tiergesundheit (Milbenbefall, div. Erkrankungen, Darmgesundheit) uvm. kann auch das Futter und die Fütterung einen nicht unerheblichen Einfluss auf das Entstehen dieser Verhaltensstörungen haben. Damit muss auch die Fütterung ihren Beitrag zur Risikominimierung für Federpicken und Kannibalismus leisten, wobei sie die Problematik keinesfalls allein lösen wird.

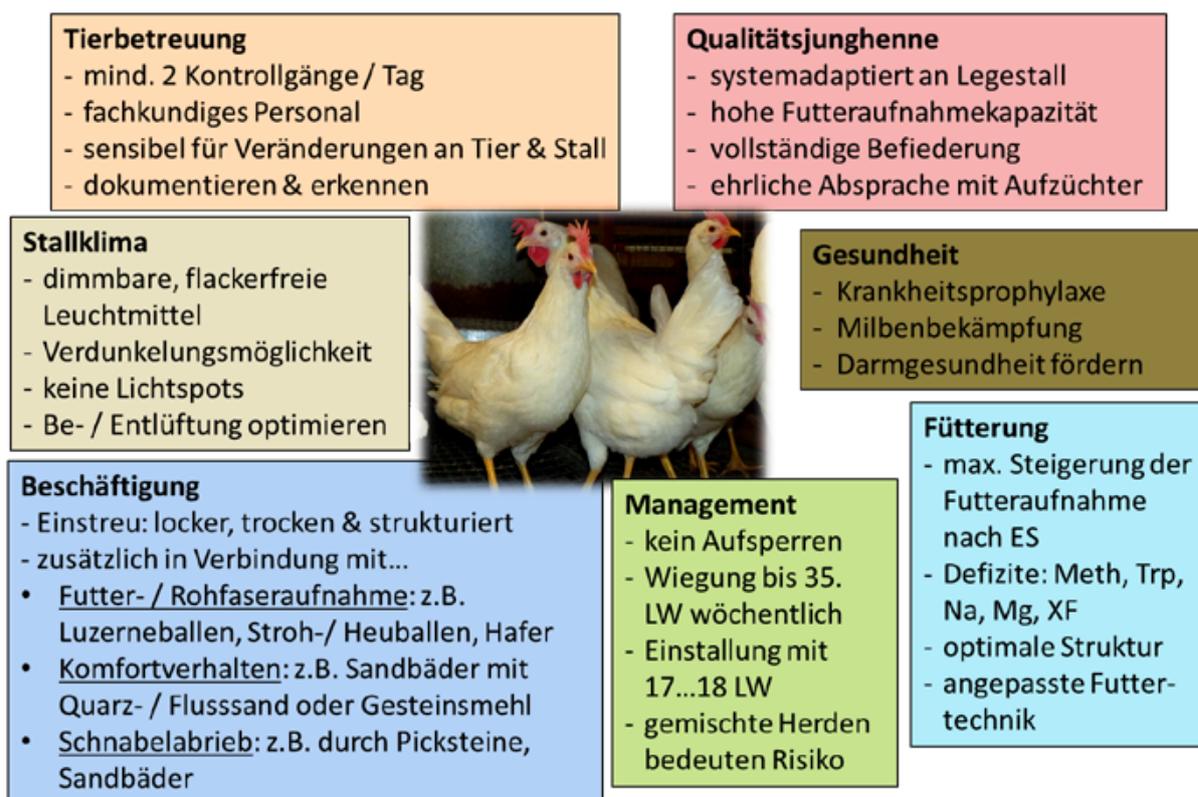


Abb. 11: Überblick zur Gestaltung von Haltung und Management schnabel-unkupierter Legehennenherden

3.1. Futterinhaltsstoffe und -management

Grundsätzlich müssen sämtliche Imbalancen in der Nährstoffversorgung der Hennen als ein Stress und damit Risikofaktor für Verhaltensstörungen angesehen werden. Imbalancen entstehen aus einer suboptimalen Nähr- und Wirkstoffzusammensetzung des Futters auf der einen Seite und aus einer für das jeweilige Leistungsstadium unzureichende Futteraufnahme auf der anderen Seite.

Unter praktischen Gesichtspunkten sind die Beachtung folgender **Einflussgrößen aus dem Bereich der Fütterung und des Futters zur Senkung des Risikos für Verhaltensstörungen** zu empfehlen:

1. Futteraufnahme und Nährstoffdenken: Die Aufnahme an Nährstoffen resultiert aus der aufgenommenen Futtermenge und den Nährstoffkonzentrationen im Futter. Eine den Bedarf unterschreitende Nährstoffaufnahme wirkt leistungsreduzierend und erhöht zugleich das Risiko für Verhaltensstörungen. Ein „Nährstoffdenken“, d.h. eine Orientierung an den aufgenommenen Nährstoffen, ist deshalb für die erfolgreiche Legehennenfütterung entscheidend. So sind einerseits die Nährstoffgehalte im Futter der vorherrschenden Futteraufnahme anzupassen. Dies ist jedoch nur im beschränkten Umfang möglich. Andererseits sind abgestimmte Maßnahmen zur Optimierung der Futteraufnahme notwendig. Speziell im Zeitraum nach der Einstallung bis zur 35. LW ist häufig ein unzureichender Futterverzehr anzutreffen.

Für eine bedarfsangepasste Futteraufnahme sind die Realisierung einer Phasenfütterung, die korrekte Anwendung von Vorlegefutter, ein abgestimmtes

Futterzeitenmanagement (mind. 1mal täglich leerfressen), eine griffige, homogene Futterstruktur und nicht zuletzt eine Junghenne mit hohem Futteraufnahmevermögen essentiell. Grundvoraussetzung für die verschiedenen Wege ist die Kenntnis des Futterverbrauchs der Herde, nach Möglichkeit tagesgenau. Detaillierte Empfehlungen zur Steigerung der Futteraufnahme sind unter Punkt 2.3. zu finden. Die



Abb. 12: Regelmäßige Wiegen zur Kontrolle der Körpergewichtsentwicklung geben Aufschluss zum Ernährungs- und allgemeinen Entwicklungszustand der Herde

Futterzeitenmanagement (mind. 1mal täglich leerfressen), eine griffige, homogene Futterstruktur und nicht zuletzt eine Junghenne mit hohem Futteraufnahmevermögen essentiell. Grundvoraussetzung für die verschiedenen Wege ist die Kenntnis des Futterverbrauchs der Herde, nach Möglichkeit tagesgenau. Detaillierte Empfehlungen zur Steigerung der Futteraufnahme sind unter Punkt 2.3. zu finden. Die

Körpergewichtsentwicklung dient als wichtiger Indikator der Hennenentwicklung insgesamt und unzureichende Zunahmen können u.a. auch in einem zu niedrigen Futterverzehr begründet sein. Deshalb sind mind. bis zur 35 Lebenswoche wöchentliche Wiegen durchzuführen.

2. **Futterstruktur:** Eine homogene und griffige Futterstruktur des Mehlfutters ist die Basis für eine gleichmäßige Nährstoffversorgung der Hennen und attraktives Futter. Hohe Grob- und / oder Feianteile fördern selektives Fressen und können zur ungleichmäßigen Nährstoffversorgung und damit zu Defiziten führen. Wichtig ist eine maximale Konstanz der Futterstruktur über die gesamte Legeperiode. Weitergehende Ausführungen zur Futterstruktur unter Kapitel 3.2.

3. **Rohfaser:** Ausreichend hohe Rohfasergehalte sind aus verschiedenen Gründen für eine Reduktion von Verhaltensauffälligkeiten bedeutsam. So fördern angepasste Rohfasergehalte bereits im Junghennefutter (>5 %) die Entwicklung der Verdauungsorgane und ermöglichen damit eine hohe Futtermittelaufnahme. Richtig eingesetzte Rohfaser trägt zur Stabilität der Darmflora, der Verbesserung des Kotbildes und damit der Einstreugüte bei. Der Verdünnungseffekt von Rohfaser im Futter führt zu einer schnelleren Passage durch den Magen-Darm-Bereich, wodurch mehr Zeit für die Futtermittelaufnahme benötigt wird.

Empfohlen werden folgende Rohfasergehalte: P1: 3,5 - 4,0 %, P2: 4,0 - 5,0 %, P3: 5,0 %.

Das Erzielen dieser erhöhten Rohfasergehalte bei zugleich hoher Nährstoffkonzentration im Mischfutter (v.a. Phase-1-Futter) stellt neue Hürden bei der Rationsgestaltung, da viele der klassischen Rohfaserkomponenten geringe Gehalte an wertbestimmenden Inhaltsstoffen (Energie, Aminosäuren etc.) aufweisen. Hafer, Luzernemehl, Kleien oder auch Apfeltrester sind klassische Rohfaserkomponenten. Nebenprodukte der Sonnenblumensaat werden immer häufiger anteilig als Proteinquelle in Rationen integriert und bringen zudem Rohfaser in die Ration. Der Einsatz von Rohfaserkonzentraten (Lignocellulose, 65...75 % Rohfaser) wird mittlerweile in bestimmten Rationen mit Erfolg eingesetzt. Durch die sehr hohen Gehalte an (unverdaulicher) Rohfaser sind nur geringe Anteile der Konzentrate (i.d.R. 0,5 - 1,0 %) in der Ration notwendig, was im Hinblick auf eine ausbalancierte Nährstoffausstattung der Futter von Vorteil ist.

4. **Natrium:** Ein Natriummangel kann Federpicken und Kannibalismus auslösen. Aktuelle Empfehlungen sehen 0,16 - 0,18 % Natrium in der Ration als Zielwert an. Zu beachten



Abb. 13: Lignocellulose als Rohfaserkonzentrat bezeichnet speziell aufbereitete Holzfasern, die in geringen Anteilen zur Erhöhung des Rohfasergehalts in Legehennenfutter eingesetzt werden können.

ist jedoch, dass zu hohe Gehalte an Chlor (aus Natriumchlorid = Kochsalz) schnell zu dünnflüssigem Kot führen und eine Stoffwechselbelastung darstellen. Ziel ist ein Natrium-Chlor-Verhältnis von 1:1. Um einen Chlorüberhang zu vermeiden, sollte ggf. neben Kochsalz (NaCl, über 60 % Chlor, 38 % Na) auch chloridfreies Natriumbicarbonat (27% Na) oder Natriumcarbonat (43,5 % Na) Einsatz finden.

5. Magnesium: Auch die Magnesiumversorgung wird in Verbindung mit Verhaltensauffälligkeiten gebracht und es wird von einer allgemeinen Beruhigung der Tiere durch erhöhte Magnesiumgehalte ausgegangen. Gehalte von 0,2 bis 0,3 % Magnesium, wie sie in üblichen Rationen ohne spezielle Zusätze anzutreffen sind, gelten als ausreichend. Eine weitere Steigerung kann bei längerfristigem Einsatz zu Schalenstabilitätsdefiziten, dünnflüssigem Kot oder evtl. auch zu sinkender Nestakzeptanz (träge Hennen) führen.

6. Methionin: Zu niedrige Gehalte an der schwefelhaltigen Aminosäure Methionin begünstigen das Auftreten von Federpicken und erbrachten in verschiedenen Untersuchungen einen schlechteren Gefiederzustand. Im konventionellen Bereich werden die gewünschten Methioningehalte durch synthetisches Methionin ohne größere Schwierigkeiten erreicht. Bei Selbstmischern ist damit der Methioningehalt des eingesetzten Premix (5 – 8 % DL-Methionin oder MHA) ein wertbestimmender Faktor. Die Gehalte an Methionin werden im Rahmen der Phasenfütterung angepasst (z.B. Phase-1 0,40 %, Phase-2 0,37 %, Phase-3 0,35 %) und sind immer in Relation zu den anderen essentiellen Aminosäuren zu betrachten.



Abb. 14: Eine Mangelversorgung an essentiellen Aminosäuren begünstigt das Auftreten von Federpicken und Gefiederschäden als dessen Folge.

7. Tryptophan: Auch die Aminosäure Tryptophan wird im Zusammenhang mit Federpicken gesehen, da sie wesentlich bei der Stressregulation im Körper tätig ist. Die meisten pflanzlichen Proteinträger sind reich an Tryptophan. Mais hingegen ist charakterisiert durch sehr geringe Gehalte. Eine synthetische Ergänzung von Tryptophan kann damit insbesondere dann notwendig werden, wenn hohe Maisanteile in der Mischung vorherrschen und zugleich der Sojaanteil reduziert wird. Eine Erhöhung des Tryptophananteils über die üblichen Gehalte hinaus ist jedoch mit erheblichen Kosten verbunden und auch deshalb in der Praxis bis dato nicht üblich. So betragen die Mehrkosten eines erhöhten Tryptophanlevels von 0,17 % auf 0,19 % durch synthetische Zulage allein 3€/ dt Futter (HELMBRECHT & ELWERT 2016).

8. Wechsel Futterphasen: Wechsel zwischen den Futterphasen sollten so fließend wie möglich gestaltet werden, z.B. durch Verschneiden der verschiedenen Phasenfutter, um abrupte Änderungen der Nährstoffgehalte im Futter zu vermeiden. Zudem gibt es Hinweise, dass ein zu häufiger Wechsel zwischen Futterphasen / -typen (> 3 in der Legephase) das Auftreten von Federpicken begünstigt. Besonders einen zu frühen Wechsel in das (kostengünstigere) Phase-2-Futter gilt es zu verhindern, da Hennen gerade in der Hochleistungsphase empfindlich auf Futteränderungen reagieren.

Die Futtermittelindustrie bietet heute bei der Gefahr von Verhaltensstörungen spezielle Rezepturen (z.B. „Non-Peck-Food“) an. Diese Futter haben i. d. R. einen erhöhten Rohfaser-, Natrium-, Magnesium- und Methioningehalt. Bei Verdacht, dass Federpicken / Kannibalismus durch das Futter ausgelöst wurde, sollten diese „Risikonährstoffe“ neben der Futterstruktur untersucht werden.



Abb. 15: Für eine gute Befiederung auch zum Legeperiodenende muss die Fütterung einen wesentlichen Beitrag leisten. Neben einer hoher Futteraufnahme, maximaler Konstanz der Futtermischungen und einer homogenen Futterstruktur gilt es auch einzelne Nähr- und Wirkstoffe speziell zu beachten.

3.2. Futterstruktur

Neben den Futterinhaltsstoffen steht auch die Futterstruktur im Mittelpunkt bei der Betrachtung von Einflussgrößen auf Verhaltensstörungen. Hinsichtlich der Futterstruktur von Mischfutter sind folgende vier Zielstellungen besonders zu beachten:

- **hohe Futteraufnahme:** Futter muss für die Hennen attraktiv und schmackhaft sein, um eine hohe Futteraufnahme realisieren zu können. Zu fein vermahlene Futter mit überhöhten Feinanteilen ($< 0,5$ mm) wird von den Hennen ungern aufgenommen und reduziert die Futteraufnahme, womit es wiederum schnell zu einer Nährstoff-Unterversorgung kommt. Bitter schmeckende Futtermittel sowie schwarze / blaue Partikel werden nicht gern aufgenommen.
- **Reduktion selektiver Futteraufnahme:** Die Möglichkeit der selektiven Futteraufnahme ist durch eine homogene Struktur ohne erhöhte Grobanteile ($> 2,5$ mm) auf ein Minimum zu begrenzen. Hennen fressen bevorzugt grobe Futterpartikel und wählen diese gezielt aus. Das eigentliche Ziel eines Alleinfutters ist es, alle Hennen im Stall gleichmäßig mit den im Futter enthaltenen Nährstoffen zu versorgen. Dies gelingt jedoch nicht, wenn es durch das selektive Fressen zu einer ungleichmäßigen Nährstoffversorgung der Hennen kommt. Davon geht ein erhöhtes Risiko für Verhaltensstörungen bei den unterversorgten Hennen aus und forciert insgesamt auch Stoffwechselprobleme durch Nährstoffinbalancen.
- **Beschäftigung durch Futteraufnahme:** Eine eher feine Futterstruktur besitzt gegenüber sehr grob vermahlenem Futter den Vorteil, dass die Hennen über einen längeren Zeitraum mit der Futteraufnahme beschäftigt sind. Damit wird dem Aufkommen von Langeweile entgegengewirkt. Pelletiertes und granuliertes Futter scheiden aus diesen Gründen aus, da sie sehr schnell zur Sättigung führen.
- **keine Entmischung:** Die Entmischung des Legemehls auf den Weg in den Stall und innerhalb der Fütterungsanlage ist ein technisches Problem, das jedoch durch eine ungünstige Futterstruktur verstärkt werden kann. Stark inhomogen strukturierte Rationen mit hohen Grobanteilen bei zugleich niedrigen Anteilen der gewünschten Partikelgrößen (1-2 mm) neigen sehr stark zur Entmischung.

Für eine hohe Futteraufnahme und zur Minimierung von selektiven Fressen und Futterentmischungen gilt ein griffiges, homogen strukturiertes Futter ohne erhöhte Anteile an sehr feinen und sehr groben Partikeln als optimal.

Die Futterstruktur gibt den Vermahlungsgrad der einzelnen Komponenten wieder und ist durch eine **Siebanalyse** objektiv zu ermitteln. Diese erfolgt manuell oder durch ein Schüttel-Sieb-Gerät. Das Futter wird für einen definierten Zeitraum durch die Siebe mit unterschiedlicher Lochgröße geschüttelt. In den Sieben befinden sich dann nur noch Futterpartikel in der jeweiligen Größenfraktion. Die einzelnen Größenfraktionen werden abgewogen und dann als Anteil an der insgesamt ausgewogenen Masse angegeben.

Aktuelle Forschung des LVFZ Kitzingen: Futterstruktur von Legehennenfutter

Zeitraum: September 2015 – November 2016
 Datengrundlage: 68 Proben von Legehennen-Alleinfutter aus Produktionsbetrieben
 Vorgehen: Siebanalyse zur Bestimmung der Partikelgrößenverteilung
 Inhaltsstoffanalyse der einzelnen Partikelgrößenfraktionen

Ergebnisse:

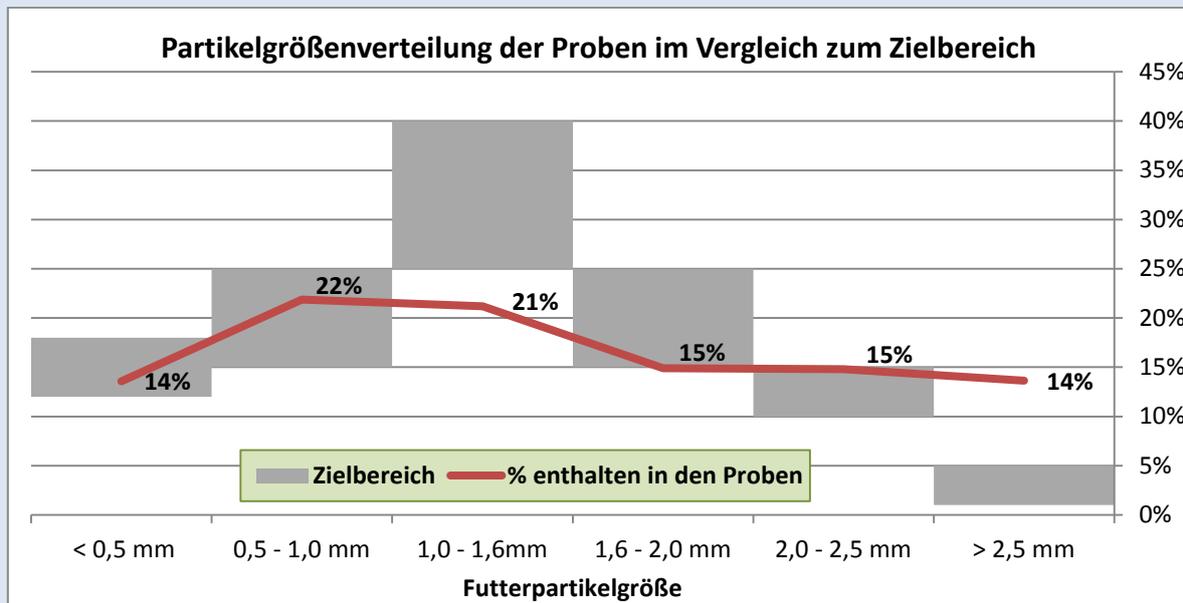


Abb. 16: Verteilung der Partikelgrößen im Vergleich zum Zielbereich der einzelnen Größenfraktionen

Die Ergebnisse der Siebanalysen zeigen, dass die vorgefundene Futterstruktur im Mittel der Proben deutlich von den Soll-Vorgaben abweicht. Besonders auffällig ist der stark erhöhte Anteil an Grobpartikeln von > 2,5 mm (14 % anstatt max. 5 %). Feinanteile (> 0,5 mm) hingegen liegen durchschnittlich im gewollten Bereich. Die Größenfraktionen von 1,0 – 2,0 mm, die kumuliert den Hauptbestandteil eines Legefutters darstellen sollten (mind. 50 %), sind mit 36 % deutlich unterrepräsentiert.



Einzelne Partikelgrößen einer Siebanalyse:

- <0,5 mm: Feinanteile (nicht strukturiert & z.T. staubig, v.a. Premix usw.)
- 0,5 – 1,0 mm: v.a. feinere Anteile der Extraktionsschrote
- 1,0 – 2,0 mm: gewünschter Bereich (v.a. Getreide, Extr.schrote)
- 2,0 – 2,5 mm: Getreide- Bruchstücke, kaum ganze Körner
- > 2,5 mm: Grobanteile mit ganzen Körnern

Die Untersuchung der einzelnen Größenfraktionen auf deren Inhaltstoffe erbrachte folgende Ergebnisse:

Tab. 10: Inhaltsstoffe einzelner Futterpartikelfraktionen

Futterpartikelgröße	MJ ME / kg	XP, %	Met, %	Ca, %	Na, %
< 0,5 mm	10,3	13,4	0,73	7,03	0,45
0,5 – 1,0 mm	10,0	19,4	0,43	6,18	0,27
1,0 – 1,6 mm	10,0	18,2	0,30	6,75	0,10
1,6 – 2,0 mm	12,2	17,2	0,28	2,13	0,03
2,0 – 2,5 mm	12,4	14,7	0,24	2,31	0,02
> 2,5 mm	12,7	13,3	0,22	1,47	0,02

deutlich zu niedrige Gehalte sind farbig hinterlegt

- kleinere Futterpartikel < 1,6 mm zeigen eine niedrigere Energiedichte, aber sehr hohe Gehalte an Aminosäuren und Mineralstoffen
- Futterpartikel > 1,6 mm enthalten kaum Natrium ($\leq 0,03$ %), wenig Methionin und Calcium jedoch sehr viel Energie
- grundsätzlich gilt: Mit steigender Futterpartikelgröße steigt der Energiegehalt und es sinken die Gehalte an Aminosäuren und Mineralstoffen

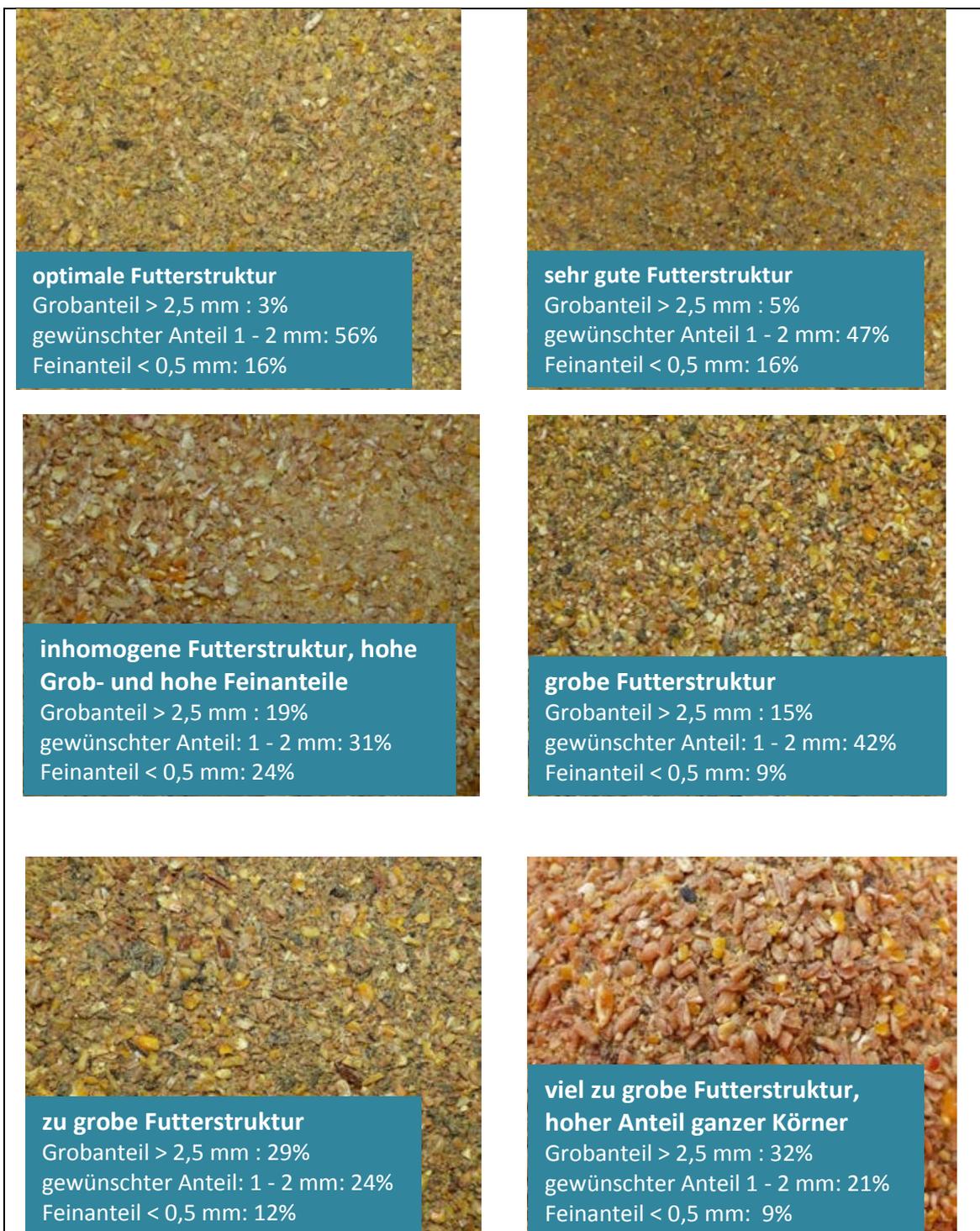
Bei den festgestellten hohen Grobpartikelanteilen ist in Verbindung mit den deutlich voneinander abweichenden Nährstoffgehalten der einzelnen Größenfraktionen von einer stark selektiven Futtersauswahl auszugehen, die zu einer ungleichmäßigen Nährstoffversorgung der Hennen führen kann. Um dies beispielhaft darzustellen, wurde dies in einem Betrieb überprüft. In einem 90m langen Stall wurde auf eine leergefressene Futterkette gefüttert und dann während der Fütterung per Handstaubsauger Proben aus der Futterkette in verschiedenen Abteilen gezogen. Als Referenz galt das am Einlauftrichter der Kettenbefüllung vorhandene Futter, welches einen deutlich erhöhten Grobpartikelanteil mit 9,9 % über 2,5mm aufwies. Futter am Ende des ersten Abteils wies hingegen nur noch 1,3 % in diesem Größenbereich auf. D.h., die Hennen des ersten Abteils fressen bei laufender Futterkette den Großteil der groben Partikel (v.a. Bruchstücke Weizen, Mais) und den Hennen in den hinteren Abteilen stehen diese Futteranteile überhaupt nicht zur Verfügung. Diese Problematik trifft speziell auf lange Ställe mit Flachkettenfütterung zu. Hennen im ersten Abteil, die vorrangig Getreidebruchstücke verzehren, sind übertersorgt mit Energie. Zugleich haben sie Defizite an den in den feineren Futterbestandteilen verstärkt enthaltenen Aminosäuren und Mineralien. Diese Defizite können schnell zu Federpicken führen. Die Beobachtung aus der Praxis, dass bei einer fehlerhaften Futterlieferung o.ä. die Hennen im ersten Abteil als erstes und am massivsten reagieren, bekräftigt diese Annahme. Möglicherweise werden durch die sehr stärkehaltige Ernährung dieser Hennen auch Stoffwechselbelastungen (Fettleber etc.) forciert.

Vor dem Ziel einer gleichmäßigen Nährstoffversorgung der Hennen stellt aus produktionsstechnischer Sicht die **Reduktion der selektiven Futteraufnahme** einen Schwerpunkt dar. Hierzu sollten **folgende Empfehlungen** beachtet werden:

- Einsatz von Futter mit homogener, griffiger Struktur ohne erhöhte Grob- oder Feianteile entsprechend der Empfehlungen, um eine gleichmäßige Nährstoffversorgung der Hennen zu gewährleisten. Ist die Futterstruktur entsprechend den Vorgaben / Wünschen eingestellt, ist eine maximale Konstanz der Struktur über alle Futterphasen hinweg von großer Bedeutung, da die Hennen auf Änderungen der Futterstruktur reagieren.
- Es sollte auf dem Betrieb eine Futterprobe mit optimaler Struktur als Referenzmuster (z.B. Rückstellmuster) bereitgehalten werden. Jede Futterlieferung bzw. neue Mischung wird hinsichtlich der Futterstruktur mit diesem Referenzmuster abgeglichen, um Veränderungen schnellstmöglich zu bemerken und reagieren zu können (Gröbere / Feinere Struktur? Ganze Körner enthalten? Deutliche Farbveränderungen?).
- Regelmäßige Siebanalyse der eingesetzten Futter bei Rations-, Komponentenwechsel etc. zur Bestimmung der Futterstruktur.
- Absprache mit Mischfutterwerk bei Defiziten oder Auffälligkeiten in der Futterstruktur und Einleitung von Korrekturmaßnahmen. Bei Selbstmischern eigenhändige Korrektur der Futterstruktur.
- Täglich mind. einmal Leerfressen der Futterketten / -tröge durch gezielten Einbau längerer Futterpausen und zugleich ein angepasstes Management der Futterzeiten (siehe hierzu Punkt 3.4.). Dabei sollte auch mind. eine Blockfütterung (2 kurz aufeinander folgende Fütterungen) integriert werden, da diese auch rangniederen Hennen den Zugang zur frisch gefüllten Futterkette ermöglicht.
- Eine hohe Kettengeschwindigkeit (möglichst > 15 m / min) erschwert es den Hennen bei laufender Futterkette bereits einzelne Futterbestandteile zu selektieren. Ggf. ist auch zu prüfen, ob man die Futterkette bei jeder Fütterung mehr als einen Umlauf (z.B. 1,2 – 1,5 Umläufe) laufen lässt. Je nach Technik kann dies jedoch zum Überlaufen an der Kettenbefüllung führen.
- Futtersilos auch während des Durchgangs regelmäßig vor der Neubefüllung vollständig entleeren, v.a. bei Futtersilos mit sehr flachem Trichter. Bei Neuanschaffung Auswahl von Silos mit möglichst steilem Trichter.
- Bei hohen Anteilen an groben Partikeln ($> 20\%$ im Bereich 2,0 – 2,5 mm und / oder $> 5\%$ über 2,5 mm) den Hennen unlöslicher Grit / Magensteinchen (Körnung 3 – 4 mm) bereitgestellt werden. Dieser kann zur freien Verfügung stehen oder wird regelmäßig breitwürfig in die Einstreu gestreut.
- Neben den technischen Einstellungen bei der Vermahlung der Futterkomponenten (Zerkleinerung, Sieblochdurchmesser bei Hammermühle, Einstellung des Walzenstuhls usw.) sind auch die Art und die Anzahl der Komponenten wesentliche Stellgrößen der Futterstruktur bei der Mischfutterherstellung. D.h., bei identischer Einstellung der Mahltechnik zeigen zwei unterschiedliche Rationen i. d. R. auch eine unterschiedliche Futterstruktur. Rationen, die stark von den klassischen Mais-Weizen-Soja-Rationen abweichen, bedürfen einer abweichenden Einstellung der Mahltechnik. Rationen mit redu-



zierten Mais-Soja-Anteilen durch Substitution durch Raps-, Sonnenblumenextraktionschroten usw. neigen z. T. zu höheren Fein- und niedrigeren Grobanteilen.



Bei der Beurteilung der Futterstruktur durch eine Siebanalyse können folgende **Empfehlungen zur Futterpartikelverteilung** des LVFZ Kitzingen und der Lohmann Tierzucht herangezogen werden:

Tab. 11: Empfehlungen zur Verteilung der einzelnen Futterpartikelgrößen in Mischfutter für Legehennen

Partikelgröße	LVFZ Kitzingen		Lohmann Tierzucht (2016)
	min.	max.	
> 2,5 mm	1 %	5 %	10 %
2,0 - 2,5 mm	10 %	15 %	10 %
1,6 - 2,0 mm	15 % *	25 %	15 %
1,0 - 1,6mm	25 % *	40 %	35 %
0,5 - 1,0 mm	15 %	25 %	21 %
< 0,5 mm	12 %	20 %	19 %

* 1,0 – 2,0 mm in Summe mind. 50%

Inwiefern an den groben Partikeln auch Feianteile durch Öl gebunden sind, die dann durch die Rüttelbewegungen bei der Siebanalyse gelöst werden, ist unklar. Kritisch zu prüfen ist die Probeziehung des Mehlfutters, da sichergestellt werden muss, dass kein entmischtes Futter beprobt wird. Erfolgt parallel zur Siebanalyse eine Analyse der Inhaltsstoffe, kann der Rohaschegehalt hierfür ein hilfreicher Indikator sein. Liegt dieser bei Legehennenalleinfutter bei 12,5 – 13,0 %, ist davon auszugehen, dass es sich um eine repräsentative Probe handelt. Weichen Alleinfuttermischungen in der Partikelgrößenverteilung von der Empfehlung stark ab, kann durch geeignete Maßnahmen (Bereitstellung von unlöslichen Grit, Kettengeschwindigkeit, Blockfütterung usw.) einer unterschiedlichen Nähr- und Wirkstoffaufnahme entgegengewirkt werden.



Abb. 17: Siebanalysegerät zur Bestimmung der Futterstruktur

3.3. Beschäftigung

Beschäftigungsmaterialien zählen nicht durchweg als Futtermittel, sollen aber unter dieser Thematik mit betrachtet werden. Das wichtigste Beschäftigungsmaterial in der Legehennenhaltung ist eine **trockene, lockere und gut strukturierte Einstreu**, welche Scharren, Sandbaden und Picken erlaubt. Mängel in der Einstreuqualität (geringe Attraktivität, Plattenbildung) werden durch andere Beschäftigungsmaterialien nicht kompensiert. Deshalb ist während der gesamten Haltungsdauer eine trockene Einstreu ohne großflächige Plattenbildung zu gewährleisten. Feuchte Einstreu verschlechtert das Stallklima (Ammoniakanreicherung) und begünstigt zudem weitere tiergesundheitliche Probleme, wie Endoparasitenbefall oder Fußballenläsionen.

Für eine gute Einstreugüte ist es bedeutsam, dass die Einstreusubstrate eine hohe Saugfähigkeit aufweisen, zugleich aber auch bei niedriger Luftfeuchte im Stall die Feuchte wieder abgeben und zudem schadgasbindend, hygienisch einwandfrei (kein Pilzbefall), unbedenklich bei der Aufnahme durch die Hennen sind und einen hohen Anreiz zur Beschäftigung bieten. Für letztgenannten Punkt erweisen sich Materialien, die eine heterogene Struktur bieten (zerfallende Pellets etc.) als vorteilhaft. Empfehlenswert ist dabei der kombinierte Einsatz verschiedener Substrate.

Bewährte Einstreumaterialien sind Pellets und Granulate von Stroh oder Dinkelspelzen sowie Weichholzhobelspäne, Dinkelspelzen und Lignocellulose. Entscheidend für einen erfolgreichen Einsatz der Materialien ist ein **abgestimmtes Einstreumanagement**. So kann z.B. die Einstreugüte von Weichholzhobelspänen bei optimalem Einstreumanagement deutlich höher liegen als die von der kostenintensiveren Lignocellulose bei suboptimaler Einstreubewirtschaftung. Dies ist betriebs- bzw. stallspezifisch abzuwägen. Lang- und Häckselstroh sind als alleinige Einstreumaterialien nur eingeschränkt geeignet, animieren aber sehr gut zur Beschäftigung, wenn sie zusätzlich zu einem anderen Substrat in kleineren Anteilen eingesetzt werden. Beim Einsatz von Langstroh benötigen die Hennen unlöslichen Grit / Magensteinchen, um die faserige Struktur des Stroh im Muskelmagen zerkleinern zu können bzw. einer Kropfverstopfung entgegen zu wirken.



Abb. 18: Granulierte oder pelletierte Substrate (hier Dinkelspelzenpellet, li.) zerfallen sukzessive durch die Aufnahme von Feuchtigkeit und bilden letztlich eine krümelige Struktur (re.). Grobe Partikel in der Einstreu animieren die Hennen zum Picken und Scharren.

Für ein **erfolgreiches Einstreumanagement** sollten u.a. folgende Punkte beachtet werden:

- komplett abgetrockneter Stallboden nach Serviceperiode
- Einstreu erst unmittelbar vor / nach der Einstallung einbringen (ansonsten Gefahr von Kondenswasserbildung) und von den Hennen selbst verteilen lassen
- Niedrige Einstreuhöhen (zu Produktionsstart 1...2cm, später < 4cm) können verlegte Eier reduzieren und werden durch die Hennen besser durchgearbeitet (reduziert Kotplattenbildung). Einstreumenge bei Einstallung je nach Substrat 400...900 g / m²
- häufiges Nachstreuen kleiner Mengen Einstreu erhöht die Attraktivität selbiger und ist der Zugabe von großen Nachstreuungen in größeren Abständen vorzuziehen
- je nach Bedarf regelmäßige Entmistung und Nachstreuen
- entstehende Kotplatten unverzüglich entfernen und ggf. nachstreuen, ansonsten breiten sich diese i. d. R. schnell aus und die Einstreu verliert ihre Funktionen
- bei feuchter Einstreu Lüftung kontrollieren (Funktionsfähigkeit aller Elemente, Sollwert und weitere Einstellungen, ggf. Hersteller / Berater kontaktieren)
- bei feuchter Einstreu fütterungsbedingte Einflüsse für Durchfall und klebrige Kotkonsistenz abklären, z.B. jegliche Nährstoff-Imbalancen, Protein- / Natriumübersorgung, Notwendigkeit und korrekten Einsatz von Futterenzymen (NSP-Spalter, Beta-Glucanase) prüfen, ggf. Einsatz von Darmstabilisatoren hilfreich (organische Säuren, pflanzliche Extrakte, Probiotika)
- bei feuchter Einstreu immer Einflüsse von Darmerkrankungen durch Tierarzt abklären lassen



Abb. 19: Eine trockene und lockere Einstreu ist das wichtigste Beschäftigungsmaterial für die Hennen. Das Vorhandensein von kleinen Federn in der Einstreu gilt als Indikator dafür, dass kein hohes Risiko für Federpicken bzw. -fressen in der Herde vorliegt.

Das Vorhandensein von kleinen Federn in der Einstreu gilt als sehr bedeutender Indikator für das Risiko für Verhaltensauffälligkeiten in der Herde. Dabei sollten während der gesamten Haltungsperiode kleine Federn im Einstreubereich vorhanden sein, die vom Kleingefiederwechsel stammen. Sind nur sehr wenige oder keine kleinen Federn vorzufinden, ist dies als absolutes Alarmzeichen hinsichtlich Federpicken zu sehen. Denn wenn bereits im größeren Umfang diese kleinen Federn vom Boden gefressen werden, ist das Risiko zum Bepicken der Federn an den Artgenossen, d.h. Federpicken, sehr hoch. Bei der abrupten Abnahme oder dem Fehlen kleiner Federn in der Einstreu sollten sofort mögliche Stressfaktoren im gesamten Bereich Haltung, Fütterung und Management geprüft und ggf. geändert werden. Zudem sollte die Tierbeobachtung intensiviert werden, um Verhaltensauffälligkeiten bzw. deren erste Schäden schnellstmöglich zu erkennen.

Das wichtigste Beschäftigungssubstrat der Legehennenhaltung ist eine trockene, lockere Einstreu. Eine schlechte Einstreuqualität kann durch keine andere, zusätzliche Beschäftigungskomponente ersetzt werden. Vorzugsweise werden verschiedene Einstreumaterialien eingesetzt. Feuchte Stelle und Kotplatten sollten unmittelbar entfernt werden.

Neben der Einstreu steht auch eine **Vielzahl an weiteren Materialien zur Beschäftigung** der Herden bereit. Zur Beschäftigung dienende Materialien bzw. Methoden sollten v.a. folgende Kriterien erfüllen:

- hohe, über einen langen Zeitraum andauernde Attraktivität für die Hennen
- hygienisch einwandfreier Zustand
- enthaltene Stoffe sind unbedenklich hinsichtlich Schadstoffe und Futtermittelrecht
- geringe Kosten
- einfache Bereitstellung des Materials bei möglichst geringen Arbeitszeitaufwand
- ggf. Möglichkeit zur automatisierten Bereitstellungen des Materials (z.B. technisierte Weizen- oder Maissilagefütterung)

Ein präventiver Einsatz von Beschäftigungsmaterialien zur Vermeidung von Verhaltensauffälligkeiten wird aktuell fast durchweg empfohlen, gleichwohl wissenschaftliche Belege für den Einfluss und die Eignung von Beschäftigungsmaterialien noch weitestgehend fehlen. Werden bereits präventiv alle Möglichkeiten an verschiedenen Varianten zur Beschäftigung ausgeschöpft, ist ein Reagieren im Ernstfall (Auftreten Federpicken / Kannibalismus) durch Bereitstellen von weiteren Beschäftigungsvarianten kaum / nicht möglich. Deshalb erscheint es nach jetzigem Kenntnisstand sinnvoll, mehrere **Möglichkeiten zur zusätzlichen Beschäftigung für den Bedarfsfall vorzuhalten**. So können beispielsweise Picksteine und Sandbäder präventiv eingesetzt werden und für den Ernstfall werden z.B. Luzerneballen und futtergefüllte Eimer bereitgehalten, die beim Auftreten von Verhaltensstörungen dann auch sofort zusätzlich bereitgestellt werden. D.h., treten erste Anzeichen von Federpicken auf, ist unbedingt zusätzliches (!) Beschäftigungsmaterial bereitzustellen.



Abb. 20: Sobald Anhaltspunkte für ein Federpickgeschehen im Bestand sichtbar werden, sollte den Hennen sofort zusätzliche Beschäftigung zur Verfügung gestellt werden. Das Sichtbarwerden des weißen Untergefieders bei Braunlegern (rechts bereits fortgeschritten) ist ein typisches Anzeichen für das Fehlen von Federn. Weitere Warnsignale sind u.a. das Fehlen kleiner Federn in der Einstreu, ein sprunghafter Anstieg der Verluste und der Bluteier, Schreilaute von Hennen uvm.

Nach der Bereitstellung der Materialien ist unbedingt die Annahme durch die Hennen zu beobachten. Bei Nichtannahme von Beschäftigungsobjekten kann es hilfreich sein, andere Varianten bereitzustellen. Ob und wie stark die einzelnen Beschäftigungsmaterialien durch die Hennen angenommen werden, ist von der individuellen Situation der jeweiligen Herde abhängig (Kenntnis und Erfahrung aus der Aufzucht, bestimmte Mangelsituationen uvm.). Bei bestimmten Beschäftigungsmaterialien (z.B. Picksteine) hat sich gezeigt, dass sie von einzelnen Herden nur sehr zögerlich angenommen werden, wenn sie nicht schon aus der Aufzucht bekannt sind. Eine **Abgabe mit dem Aufzüchter zu den eingesetzten Beschäftigungsmaterialien** ist deshalb in jedem Falle notwendig. Zudem sind Probleme zu erwarten, wenn die Junghennen in der Aufzucht intensiv mit zusätzlichem Material beschäftigt wurden und dann im Legestall neben der Einstreu keine weiteren Beschäftigungsmöglichkeiten vorhanden sind.

Folgende **Beschäftigungsmaterialien und –methoden** finden gegenwärtig u.a. in der Praxis Anwendung:

1. Beschäftigung in Verbindung mit Futter- / Rohfaseraufnahme:

- Stroh- / Heuballen: hygienischen Zustand prüfen, in Netzen oder Körben platziert, unbedingt parallel Magensteinchen zur Verfügung stellen (ansonsten Gefahr Kropfverstopfung)
- futtergefüllte Eimer: aufgehängte Eimer / Kanister mit kleinen Löchern werden mit Mischfutter und z.T. kleinen Anteilen Grit gefüllt

- Luzerneballen / -briketts etc.: thermisch hygienisierte Ballen haben hervorragende Eignung, möglichst hart gepresst (längere Beschäftigung) und mit Bändern versehen, auf Boden oder in Raufen / Netzen darbieten, sehr kostenintensiv (!)
- Getreidekörnergabe in Einstreu: tägliche Gabe von 3...5 g, max. 10 g Weizen / Henne in Einstreu bzw. Kaltscharrraum, Körner nach Eiablage (nachmittags), sehr gute Beschäftigung aber zeitintensiv, Möglichkeit zur Automatisierung des Vorgangs bei großen Beständen besteht (aber: hohe Investitionskosten), regelmäßig kann den Getreidekörnern auch Grit beigemischt werden, Gefahr von Erdrückungsverlusten und Gefiederverlust im Gedränge
- Maissilage in Einstreu: tägliche Gabe von Maissilage (anfangs bis 5 g / Henne, ggf. Steigerung auf 10...15 g / Henne) in Einstreu bzw. Kaltscharrraum, Möglichkeit zur Automatisierung des Vorgangs bei großen Beständen besteht (aber: hohe Investitionskosten), Gefahr von Erdrückungsverlusten und Gefiederverlust im Gedränge
- Saftfuttermittel: werden gern aufgenommen, sind aber z. T. hygienisch bedenklich, in Raufen, Netzen oder auch auf Stall- / Kaltscharrraumboden werden Möhren, Kartoffeln, Äpfel, Rüben etc. zur Verfügung gestellt, durch das Picken an Äpfeln dürfen keine klebrigen Reste am Hals-/ Kopfgefieder verbleiben (-> Animieren zum Picken an diesen Federn), Eignung als Beschäftigungsmaterial auch von betrieblicher Verfügbarkeit der Saftfuttermittel abhängig
- neues Einstreumaterial: regelmäßiges Einbringen kleiner Einstreumengen führt i.d.R. auch zur Aufnahme derselben (-> Rohfaseraufnahme) und regt stark zur Beschäftigung mit der Einstreu an, z.B. halbe Pakete Weichholzhobelspäne in Einstreubereich stellen

2. Beschäftigung in Verbindung mit Komfortverhalten

- zusätzliche Sandbadeeinrichtungen: z.B. in flachen Holzrahmen oder Maurerkübeln bereitgestellter gewaschener, feinkörniger Sand usw., Zusatz von Gesteinsmehlen in das Sandbad ist positiv (Reduktion Milbenbefall), zur Vermeidung von Erdrückungsverlusten bei höheren Gefäßen können seitlich Öffnungen hineingeschnitten werden, Picken in Sand dient auch dem Schnabelabrieb, bei Vorhandensein eines Wintergartens sollten die Sandbäder aufgrund der Staubentwicklung dort platziert werden

3. Beschäftigung in Verbindung mit Schnabelabrieb

- Picksteine: einfache Handhabung, einwandfreie Hygiene, leichte Abnutzung des Schnabelhorns, Härtegrade beachten und der individuellen Situation der Herde anpassen – einzelne Herden nehmen sehr harte Pickblöcke, v.a. bei erster Bereitstellung schlecht an (z.B. im Betrieb Picksteine zwei verschiedener Härtegrade bereit halten und mit weicheren Picksteinen beginnen)
- zusätzliche Sandbadeeinrichtungen
- aufgehängte Gegenstände: Kunststoffgegenstände, wie leere 5l-Kanister, Bälle und dergleichen werden in Tierhöhe aufgehängt, z.T. werden diese Materialien recht schnell uninteressant für die Hennen

- die Verwendung von Gasbetonsteinen (Ytong) ist aus futtermittelrechtlichen Gründen und der Gefahr von Schadstoffrückständen ausgesprochen kritisch zu betrachten bzw. abzulehnen



Abb. 21: Durch gezielte Auswahl der Beschäftigungsvarianten kann der Abrieb der scharfen Schnabelspitze gefördert werden.

Ein **Wechseln zwischen verschiedenen Materialien** bzw. Varianten schafft Abwechslung für die Hennen und erhöht die Attraktivität der Beschäftigungsmaterialien. So können z.B. aufgebrauchte Picksteine durch futtergefüllte Eimer ersetzt werden. Sind diese wiederum großteils aufgebraucht, werden wieder Picksteine in den Stall gebracht usw.

Erfolgsversprechend sind insbesondere diejenigen Beschäftigungsvarianten, die in Verbindung mit der Aufnahme von Futter stehen. Dabei gilt es aber bei der zusätzlichen Gabe von Getreidekörnern, Maissilage usw. immer zu beachten, dass diese **aufgenommenen Futtermengen** die eigentliche (Misch-) Futteraufnahme aus den Futterketten, -trögen nicht verdrängt. Idealerweise werden die Getreide- / Silagegaben „on top“ gefressen, d.h. zusätzlich zu 120g Mischfutter aus der Futterkette werden noch 5 g Weizenkörner aus der Einstreu gefressen. Dies ist aber v.a. bei Braunlegern häufig nicht der Fall. Reduziert sich die Mischfutteraufnahme um die Futtermenge des Getreides, entstehen absolut kontraproduktive Nährstoffdefizite, da der Nährstoffgehalt des Weizens bei weitem nicht dem des Mischfutters entspricht. Zudem werden die Körner- / Silagegaben kaum von allen Hennen gleichmäßig verzehrt, was bei einzelnen Hennen die Defizitsituation noch ausgeprägter werden lässt.

Aus den dargestellten Gründen ist der **Futtermittelverbrauch der Herde unbedingt tagesgenau zu prüfen**. Liegt dieser unter den Erwartungen, sollte die Getreide- / Silagemenge reduziert werden. Zur Sicherstellung einer adäquaten Nährstoffversorgung sollte dabei bis zur Produktionsspitze der Einsatz von Getreide bzw. Silage nicht oder nur in geringen Mengen Einsatz finden. Sollen grundsätzlich größere Mengen an Getreide über die Einstreu verfüttert werden (z.B. bei Bio-Herden verpflichtend 10 % der täglichen Futtermengen), sollten diese bei der Rationsberechnung Berücksichtigung finden (Ergänzer mit niedrigerer Energiegehalt, höhere Protein-, Aminosäuren-, Mineralstoffgehalte).

Das Streuen von Getreide und / oder Maissilage in die Einstreu muss ein **durchdachtes Management** aufweisen, um Erdrückungsverluste und Gefiederverluste im Zuge von Ge-

dränge während dieser Futtergabe zu vermeiden. So sollten die Gaben möglichst breitwürfig verteilt werden und nicht punktuell erfolgen. Eine Körner- / Silagegabe im Kaltscharraum bei noch geschlossenen Luken zum Stall kann zum Erdrücken der Hennen vor den geschlossenen Luken führen. Bei technisierten Anlagen sind die Uhrzeiten der täglich mehrfach erfolgenden Körner- / Silagegaben auf den Nachmittag zu legen und ggf. auch zu variieren.

Beschäftigungselemente mit Futterbelohnungscharakter sind für die Hennen attraktiv dürfen aber nicht die Aufnahme des Alleinfutters verdrängen. Die Futteraufnahme und Körpergewichtsentwicklung gilt es in diesem Zusammenhang kritisch zu prüfen.



Bei der Auswahl der Beschäftigungsmaterialien ist eine Betrachtung der **entstehenden Kosten** unabdingbar, zumal diese zwischen den einzelnen Varianten enorm variieren können (siehe Tab. 12). Werden den Hennen z.B. permanent Luzerneballen (fertige Handelsware, thermisch behandelt) zur Verfügung gestellt, entstehen extrem Kosten von ca. 0,70 - 0,80 €/je Henne, welche in größeren Beständen kaum realisierbar erscheinen. Neben den eigentlichen Materialkosten sollte auch der Arbeitszeitbedarf für das Bereitstellen, Erneuern etc. der Beschäftigungsmaterialien nicht unterschätzt werden.

Tab. 12: Beispiel für Kosten einzelner Beschäftigungsmaterialien einer Herde mit 12.000 Legehennen

Material / Variante	Kosten	Verbrauch	€für 12.000 Hennen / Jahr	Kosten je AH / Jahr
Luzerneballen	12 €/ Ballen	10...15 Stück / Woche	9.360 €	0,78 €
Picksteine	5...6€/ Stück	12...15 Stück / Woche	4.300 €	0,33 €
Flusssand f. Sandbad	20 €/ t	20 t / Jahr	400 €	0,03 €
Gesteinsmehl	85 €/ t	15 t / Jahr	1.275 €	0,11 €
Grit	4,10 €/ 25kg	125 kg / Woche	1.000 €	0,08 €
Weizen zum Streuen	120 €/ t	15 t / Jahr	1.800 €	0,15€
automat. Weizenstreuanlage und Luzerneständer	14.000 €	Abschreibung 10 Jahre	1.400 €	0,12 €

Quelle: MUTH (2016), Berechnung aus einem MuD-Projektbetrieb

3.4. Empfehlungen zur Steigerung der Futtermittelaufnahme

Unter Praxisbedingungen ist es – v.a. zum Legebeginn – nicht selten ein Problem, dass die Futtermittelaufnahme in bestimmten Situationen unter den Zielvorstellungen zurück bleibt und dadurch negative Folgen für Leistung und Tiergesundheit entstehen. Der in alternativen Haltungssystemen erhöhte Energie- und Nährstoffbedarf der Hennen steht dabei einer teils unzureichenden Futtermittelaufnahme mit entsprechenden Defiziten im Energie- / Nährstoffinput gegenüber. In Freilandhaltungen kommt z. T. erschwerend hinzu, dass im Auslauf schwer verdauliches Grundfutter aufgenommen wird und die Hennen teils zu wenig Zeit im Stall zur Futtermittelaufnahme verbringen.

Speziell direkt nach der Einstellung der Junghennen in den Legestall und am Anfang der Legeperiode stellt sich das Problem, dass ein hoher Bedarf (rascher Anstieg Eiproduktion, Zunahme Körpergewicht) einer vielfach noch unzureichenden Futtermittelaufnahmekapazität gegenübersteht. Binnen weniger Tage stellt sich der Körper von langsamem Wachstum in eine hochproduktive Leistungsphase um.

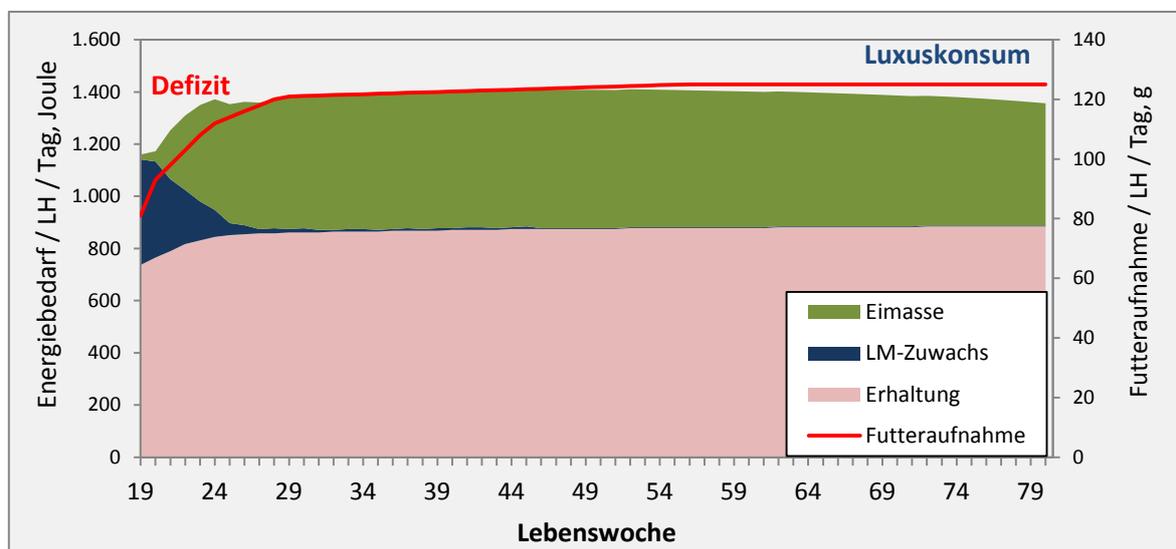


Abb. 22: Energiebedarf der Legehennen nach Lebenswochen, aufgeteilt nach Erhaltung, Lebendmassezuwachs und Eimassebildung. Der Vergleich mit der täglichen Futtermittelaufnahme zeigt, dass bis zur 28. Lebenswoche ein hohes Risiko einer Nährstoffunterversorgung besteht.

(Basis: Legehennenalleinfutter mit 11,4 MJ ME / kg)

Wird die gewünschte Menge Futter nicht gefressen, so liegen die dem Körper zugeführten Nährstoffe unter der Bedarfsschwelle, was zwangsweise die Leistung limitiert, den Stoffwechsel belastet und die übermäßige Mobilisierung von Energiereserven zur Folge hat. Die Körpergewichte der jungen Hennen bleiben dann häufig hinter den Sollvorgaben. Leistungseinbrüche direkt nach der Legespitze (Post-Peak dip), eine suboptimale Persistenz in der späten Legephase, ein gesteigertes Risiko für Verhaltensstörungen (Federpicken, Kannibalismus), Stress, Schwächung des Immunsystems und damit eine Prädisposition für Coliinfektionen sind mögliche Folgen.

Bei Reproduktionsmerkmalen (Eier, Milch) wird bei Muttertieren auch auf Kosten der eigenen Konstitution versucht, Nachkommen zu erzeugen. Eine Nährstoffunterversorgung über einen längeren Zeitraum führt daher zum Körperabbau, Erkrankung und letztlich zum Tod.

In Abhängigkeit der Notwendigkeit und der betrieblichen Möglichkeiten sind folgende **Maßnahmen zur Steigerung der Futterraufnahme** in Legehennenherden mit dem Fokus auf die Umstellungsphase und den Produktionsstart zu empfehlen:

1. Um eine **hohe Futterraufnahmekapazität** der Legehennen zu gewährleisten, sind ein möglichst hohes Kropfvolumen und ein gut ausgeprägter Muskelmagen bereits in der Junghennenaufzucht sicherzustellen. Durch die Beeinflussung des Futtervolumens und der Quellvorgänge kann das Kropfvolumen positiv beeinflusst werden. Deshalb sind erhöhte Rohfasergehalte von 5 bis 6 % im Junghennenfutter sinnvoll.

Regelmäßige Gaben von unlöslichem Grit fördern erfahrungsgemäß die Entwicklung von Kropf und Muskelmagen. Bereits in der Aufzucht sollte eine Fütterung in Mahlzeiten mit eingebauten Futterpausen erfolgen. Durch eine hohe Futterfrequenz in den ersten Lichttagsstunden erfolgt eine hohe Futterraufnahme zu dieser Tageszeit, v.a. auch bei den rangniederen Tieren. Darauf folgend findet für einen längeren Zeitraum keine Fütterung mehr statt.

2. Ein **hohes Körpergewicht der Junghenne** (Sollgewicht + 10 %) ist unabdingbar für einen erfolgreichen Start in die Legeperiode. In der Aufzucht sind die Phasenwechsel zwischen Kükenstarter, Küken- und Junghennenaleinfutter von den Körpergewichten abhängig zu machen und nicht vom Alter der Hennen. Liegen die eingestellten Junghennen im Körpergewicht deutlich unter den Sollgewichten und fressen zudem sehr wenig, kann es hilfreich sein, die Lichtstimulation um 7...10 Tage zu verzögern, um vorerst das Körpergewicht und die Futterraufnahme anzupassen.



Abb. 23: Bereits die Aufzucht legt den Grundstein: Hohe Rohfasergehalte im Junghennenfutter dienen einer hohen Futterraufnahmekapazität in der späteren Legeperiode. Die Körpergewichte müssen im gewollten Korridor der jeweiligen Genetik liegen.

3. Ein **korrekter Einsatz von Vorlegefutter** hilft, den Umstieg von Aufzucht- auf Legefutter gleitend zu gestalten und damit das hohe Futterraufnahmevermögen der jungen Hennen beizubehalten. Junghennen- und Legehennenfutter unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung sehr stark. V.a. der hohe Calciumgehalt des Legefutters (bitterer Geschmack) missfällt den noch nicht legenden Jung-

hennen, die dann ihre Futteraufnahme zügeln. Vorlegefutter liegt in seinen Gehalten (2 % Ca) zwischen Junghennen- (ca. 1 % Ca) und Legefutter (3,5 – 3,8 % Ca) und weist dabei insbesondere höhere Aminosäuren- und Calciumgehalte als das Junghennenfutter auf. Ein abgestimmter Vorlegefutter-Einsatz bringt auch positive Effekte für die Uniformität der Herde. Beim Einsatz von Vorlegemehl sind folgende Punkte zu beachten:

- Einsatzdauer /-menge: 8 - 10 Tage bzw. 800 – 1.000 g / Henne. Bei zu langem Einsatz wird den bereits weit entwickelten Hennen zu wenig Calcium geboten, was Spätfolgen hat.
 - Einsatzzeitraum: Sehr individuell in Abhängigkeit von Umstellungsalter, geplanten Legebeginn und Entwicklungszustand der Hennen. Bei einer praxisüblichen Umstallung mit 17 Lebenswochen, kann direkt nach der Umstallung das Vorlegefutter eingesetzt werden. Bei 5 % Legeleistung ist auf Legestarter bzw. Phasen-1-Futter umzusteigen. Kein Einsatz von Vorlegefutter bei über 5 % Legeleistung.
 - Sind die betrieblichen Möglichkeiten (zu geringe Futtermenge bei sehr kleinen Herden, kein separates Futtersilo etc.) nicht gegeben, sollte kein Vorlegemehl eingesetzt werden anstatt es falsch (zu lange, zu viel) einzusetzen.
4. **Abstimmung der Futterstruktur** im Legestall auf die des Aufzuchtbetriebs. Seitens des Junghennenaufzüchters sollte eine Referenzprobe bereitgestellt werden. Zudem muss die Futterstruktur in der gesamten Legeperiode so konstant wie möglich gehalten werden. Eine griffige, homogene Struktur ohne erhöhte Grob- und Feianteile animiert die Hennen zum Fressen.
5. Nach der Einnistung ist sicherzustellen, dass alle jungen **Hennen schnellstmöglich Anschluss an das Futter- und Wassersystem finden**. Stall- / Volierenbereiche mit den Versorgungseinrichtungen für Futter und Wasser sind gut auszuleuchten. Eine intensive Tierkontrolle ist unabdingbar. Dabei sind Hennen, die offensichtlich kein Futter / Wasser aufnehmen (leerer Kropf, trüber Blick, kotverschmierter Schnabel, ggf. bereits Abmagerung, ausgetrocknete Ständer, blaue Kämme) an die Futtertröge zu setzen und mit deren Schnabel sollten die Tränknippel betätigt werden, um einen Lerneffekt herbeizuführen.
- Übernachtet in Volierenställen anfangs ein Teil der Hennen im Scharrraum, so sollten diese Hennen ca. 30 bis 45 Minuten nach Beginn der Dunkelphase in die Anlage gesetzt werden. Bei Volierenanlagen mit einzelnen Etagen ohne Futter- / Wasserlinien kann es im Zeitraum nach der Einnistung notwendig sein, Hennen, die sich ausschließlich in diesen Etagen aufhalten, vorsichtig von den Etagen zu treiben (ggf. mit Schablonen).
6. Bei einer Flachkettenfütterung sollten die Hennen mindestens einmal täglich die **Futterketten leerfressen**. Dadurch werden die Hennen stärker zur Futteraufnahme angeregt und selektives Fressen wird vermindert. Um den Futtermittelverzehr der Hennen zu optimieren, ist die systematische Gestaltung, Überwachung und gegebenenfalls durchdachte Änderung der Futterzeiten von hoher Bedeutung. Bestimmende Parameter sind dabei der tageszeitliche Verlauf der Futteraufnahme, der Zeitraum der Eiablage und die Systemgängigkeit der Hennen.

- Abstimmung bezüglich der Futterzeiten zwischen Junghennen- und Legehennenbetrieb, um einen schroffen Wechsel der Futterzeiten zu verhindern.
- Blockfütterungen, d.h. 2 kurz aufeinander folgende Fütterungen, zeigen Vorteile, indem bei der zweiten Fütterung auch rangniedrige Hennen vollen Zugang zum Trog und „frischem“ Futter haben.
- Zu Lichttagsbeginn sollte nach ca. 10 bis 40 Minuten die erste Fütterung stattfinden. Daraufhin sollten im Stundentakt noch ein bis maximal zwei weitere Fütterungen stattfinden, da die Hennen in den ersten Stunden des Lichttags – im Vergleich zu den Folgestunden – verstärkt Futter aufnehmen.
- Lange Futterpause zur störungsfreien Eiablage. Für die Hennen, die sich im Nest befinden, wird kein Anreiz (laufende Futterkette) geschaffen, das Nest zu verlassen. Zu beachten sind dabei die Unterschiede im Eiablageverhalten von Weiß- und Braunlegern. So liegt das Hauptfenster der Eiablage bei Braunlegern 2 bis 6 Stunden, bei Weißlegern 5 bis 7 Stunden nach Lichttagsbeginn (ICKEN et al. 2012).
- Futterpausen sind notwendig, um ein Leerfressen der Futterketten zu gewährleisten. Deren Länge ist v.a. vom Restfüllstand kurz vor der folgenden Fütterung abhängig.
- Mehr als 7 Futtervorlagen je Tag sollten nicht angestrebt werden.

Beispiel zur Gestaltung der Futterzeiten f. Braunleger	
Lichttag: 04:00 – 20:00 Uhr	
<i>Futterkettenumlauf in 20 min</i>	
1	04:10 Uhr – 1. Block
2	05:00 Uhr – 1. Block
<i>Futterpause für 5 Stunden</i>	
3	10:00 Uhr
4	12:00 Uhr – 2. Block
5	13:00 Uhr – 2. Block
<i>Futterpause für 4-5 Stunden</i>	
6	18:00 Uhr
7	19:00 Uhr (optional – ggf. auslassen)

7. Ist aus den zurückliegenden Herden bekannt, dass auf dem Betrieb trotz verschiedener Maßnahmen die Futterraufnahme nicht auf das gewünschte Niveau gebracht werden kann, so sollten die **Energie- und Nährstoffgehalte** der eingesetzten Futter zumindest zu Beginn der Produktion **erhöht werden** (siehe Versorgungsempfehlungen in Tab. 7 oder Empfehlungen der Zuchtunternehmen). Verzicht auf Futterkomponenten mit geschmacklichen Abweichungen (z.B. Erbsen, Triticale, Raps) zu Beginn der Legeperiode.
8. Als unmittelbare Maßnahmen zur Steigerung der Futterraufnahme können im Bedarfsfall zusätzlich praktiziert werden:
 - Einsatz von Magermilchpulver, Molke-Fett-Konzentra
 - Einsatz von appetitanregenden Zusatzstoffen, die häufig auf pflanzlichen Substanzen beruhen (z.B. Oregano, Wermut, Beifuß, Schafgarbe)
 - Einsatz von Vitamin-B-, Vitamin-Aminosäuren- oder Magnesium-Präparaten
 - Anfeuchten des Futters

- Futterkette häufiger anlaufen lassen (ohne Befüllung, d.h. keine zusätzlichen Fütterungen)
 - Einsatz von Süßungsmittel im Tränkwasser (aber zwingend Beachtung der Tänkleitungshygiene)
9. Hohe Temperaturen reduzieren die Futtermittelaufnahme, was besonders bei länger anhaltenden **Hitzep perioden** zum Problem für die Herde werden kann. Neben allen stallklimatischen Maßnahmen können folgende Punkte fütterungsseitig dem Hitzestress bzw. der niedrigen Futtermittelaufnahme als dessen Folge entgegenwirken (verändert nach JEROCH et al. 2012):
- Kein Rohproteinüberschuss, da dieser im Körper Extrawärme erzeugt. Optimales Aminosäurenmuster im Futter (RAM-Futter).
 - Fett als bevorzugten Energielieferant einsetzen, ggf. im Austausch eines Teils der Energie aus Stärke (Getreide)
 - Zusatz von Vitamin C in das Futter (250mg / kg) oder Wasser
 - ggf. Einsatz spezieller Ergänzungsfuttermittel für Hitzestress

Tab. 13: Orientierungswerte zur anzustrebenden Futtermittelaufnahme je Henne / Tag

Alter in LW	Braunleger	Weißleger
17	72 g	76 g
18	75 g	79 g
19	93 g	84 g
20	81 g	88 g
21	93 g	94 g
22	110 g	98 g
23	115 g	102 g
24	120 g	106 g
25	125 g	110 g
26	125 g	114 g
27	125 g	117 g
ab 28	125 g	120 g



ergänzt nach LTZ 2016

4. Praktische Fütterung

4.1. Phasenfütterung

Legehybriden besitzen im Laufe der Legeperiode mehrere Leistungsabschnitte bzw. haben bei sehr genauer Betrachtung einen sich ständig ändernden Nährstoffbedarf, da sich Körpergewicht, Legeleistung, Eigewicht aber auch die Stoffwechselsituation (z.B. Verwertung von Calcium) altersbedingt verändern. Mit einer Phasenfütterung wird durch den Einsatz unterschiedlich konzipierter Futtermischungen diesen Veränderungen Rechnung getragen. Damit werden Luxuskonsum und Stoffwechselbelastungen vermieden, die Legeleistung und die Produktqualität (Schalenstabilität, Eigewichte) positiv beeinflusst. Nicht zuletzt bedeutet eine Phasenfütterung aber immer auch eine Schonung von knappen Ressourcen, geringere Umweltbelastung und eine ökonomische Verbesserung der Eierzeugung.

Im Hinblick auf die Gestaltung der Phasenfutter sind folgende **Entwicklungen der biologischen Leistungen** im Laufe der Legeperiode entscheidend:

- Hohe Körpergewichtszunahmen zum Anfang der Legeperiode, die ab der 25. LW abflachen und sich ab der 32. LW auf sehr niedrigem Niveau befinden. Infolge der Stimulation durch das Lichtprogramm nehmen die Geschlechtsorgane zwischen der 18. bis 25. LW deutlich an Gewicht zu.
- Die Eigewichte steigen im Verlauf der Legeperiode an. Eine Spitze der Legeleistung ist bereits in der 30. - 35. LW bei Braunlegern und 35. - 40. LW bei Weißlegern zu verzeichnen.
- Die produzierte Eimasse hingegen als Resultat aus Legeleistung und Eigewicht besitzt in der 45. - 50. LW bei Braunlegern und 44. - 49. LW bei Weißlegern ihr Maximum (je nach Genetik 59-61 g / Henne / Tag).

Schlussfolgerungen des Leistungsverlaufs in Bezug auf die **Ansprüche an Nährstoffen** sind demnach:

- Der Anteil des Erhaltungsbedarfs am Gesamtbedarf an Nährstoffen nimmt in der Legeperiode zu, der Leistungsanteil ab.
- Der Gesamtbedarf an Nährstoffen nimmt nach der 50. LW ab, sofern sich der Gefiederzustand nicht stark verschlechtert.
- Der Calciumbedarf steigt im Legeperiodenverlauf.
- Die Futteraufnahmekapazität der Hennen nimmt mit dem Alter zu.

Typisch in der Legehennenfütterung ist ein Konzept mit **3 Futterphasen**, die in ihrem Nährstoffgehalt auf die Bedürfnisse im jeweiligen Leistungsstadium abgestimmt sind. Die Zeitpunkte der **Phasenwechsel** sind dabei von der Leistung der jeweiligen Herde und nicht alleinig vom Alter der jeweiligen Herde abhängig zu machen. Damit ist die Phasenumstellung herdenspezifisch zu gestalten. Bestimmt wird der Phasenwechsel v.a. von der Eimasseproduktion. Es bestehen große Unterschiede in der täglichen Eimasseproduktion zwischen Weiß- und Braunlegern zugunsten der Weißleger.

täglich produzierte Eimasse / Henne

= Legeleistung je DH x Eigewicht der Woche

z.B. : 85% Legeleistung je DH * 66,5 g je Ei = 56,5 g Eimasse je Henne und Tag

Ein Wechsel von Phase-1 zu Phase-2 erfolgt nach dem Erreichen der maximalen täglichen Eimasseproduktion. Bei einer Eimasseproduktion < 57 g / Tag wird in die Phase-3 umgestiegen.

Ein korrekter Phasenumstieg erfordert die exakte Ermittlung und Dokumentation der Legeleistung, des Körpergewichts, des Futtermittelsverzehrs, der Stalltemperatur und der wöchentlichen Eigewichte.

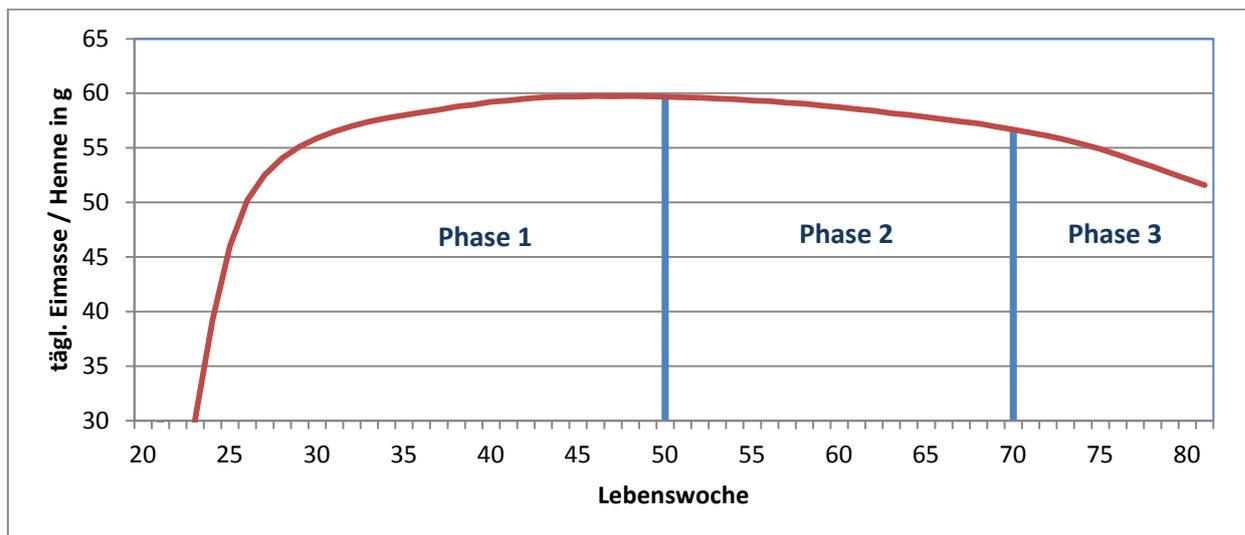


Abb. 24: Beispiel für den Verlauf der täglichen Eimasseproduktion und der Futterphasenwechsel

Die Gehalte der einzelnen Futterphasenmischungen sind auf die Futteraufnahme der Hennen abzustimmen, weshalb eine grundlegende Empfehlung zu den Nährstoffgehalten nicht immer zutreffend sein muss. Auf Basis der Nährstoffempfehlungen und praxisüblichem Futtermittelsverzehrsniveau ist in Tab. 14 ein bewährtes Futterkonzept mit 3 Futterphasen dargestellt.

Vor dem Phasenprogramm für Legehennen sollte nach Möglichkeit ein **Vorlegefutter** eingesetzt werden, das jedoch keinesfalls zu früh und zu lang verfüttert werden darf (10 Tage, max. 800 g / Henne, max. bis 5 % Legeleistung). Empfehlungen zum korrekten Einsatz von Vorlegefutter sind im Kapitel 3.4. zu finden. Insbesondere bei einem Energiegehalt von 11,4 MJ ME / kg im Phase-1-Futter ist es hilfreich übergangsweise bis zur 26. / 28. LW ein Futter mit 11,6 MJ ME / kg und entsprechend erhöhten Nährstoffgehalten (Ami-

nosäuren, Mineralstoffe etc.) einzusetzen, um bei der noch niedrigen Futteraufnahme der noch im Wachstum befindlichen Hennen einen ausreichenden Nährstoffinput zu realisieren.

Tab. 14: Ausgewählte Gehalte bewährter Phasenfutter für Legehennen

		Phase 1	Phase 2	Phase 3
Energie	MJ ME	11,4...11,6	11,4	11,4
Methionin	%	0,40	0,37	0,35
Lysin	%	0,80	0,73	0,7
Calcium	%	3,7	3,8	4,0
Linolsäure	%	BL: 1,8 / WL: 2,0	1,4	1,1
Eigenschaften und Zielstellung		hohe Nährstoffdichte für Höchstleistung bei anfangs hohem Wachstum und noch nicht ausgereifter Futteraufnahmekap., schneller Anstieg der Eigewichte	reduzierte Protein-, Aminosäuren- und Linolsäuregehalte, Sicherstellung einer hohen Persistenz, gemäßigter Anstieg der Eigewichte	weitere Absenkung der Protein-, Aminosäuren- und Linolsäuregehalte, höherer Calciumgehalt zur Verbesserung der Schalenqualität, Minimierung des Eigewichtsanstiegs

BL: Braunleger, WL: Weißleger

Grundlage zur Umsetzung einer Phasenfütterung sind auf betrieblicher Ebene das Vorhandensein eines separaten Silos für jeden Stall bzw. jede Altersgruppe. Ist dies nicht der Fall, wird bei kleinen Einheiten auch **Universalfutter** als Kompromisslösung eingesetzt. Dies befindet sich in seinen Gehalten zwischen Phase 1 und 2. Zusätzlich bereitgestellte Austernschalen ab Mitte der Legeperiode erhöhen die Calciumaufnahme, die durch das Universalfutter allein – zumindest im letzten Drittel der Legeperiode – nicht gedeckt wird. Zur Absenkung der Rohproteinaufnahme ist dann auch eine Gabe von 8 – 10 g Weizen je Henne und Tag sinnvoll. Bezüglich Leistung, Tiergesundheit und Ökonomie zeigen sich Universalfutter jedoch immer nachteilig.

Der Futterphasenwechsel erfolgt herdenspezifisch nach Eimassebildung (Produkt auf Legeleistung und Eigewicht). Ein Phasenwechsel sollte nur bei ausreichend hoher Futteraufnahme stattfinden (Vorsicht bei Hitzeperioden bzw. noch relativ jungen Hennen). Universalfutter für mehrere Altersgruppen sind immer ein Kompromiss im Hinblick auf die Nährstoffversorgung der Hennen.

4.2. Fütterungsverfahren

Ein **Alleinfutterzukauf** ist im Legehennenbereich das dominierende Fütterungsverfahren. Alleinfutter für Legehennen wird durch das Mischfutterwerk angeliefert und für den Betrieb entsteht in dieser Beziehung kein zusätzlicher Zeitaufwand. Die Nutzung des Know-How der Mischfutterindustrie in der Rationsgestaltung, Bedarfsanpassung, Komponentenwahl und -qualität, die Möglichkeit der Supplementierung von Futterzusätzen, technisch optimierte Misch- und Mahltechnik uvm. sind als große Vorzüge zu sehen. Außer Magensteinchen und ggf. Austernschalen sowie Futter als Beschäftigungsmaterial sind vom Betrieb keine weiteren Futter für die Hennen bereitzuhalten.

Eine Kombination in der Fütterung von hofeigenem Getreide und zugekauftem Ergänzungsfutter ist durch Vorhalten entsprechender Technik auf dem Betrieb verhältnismäßig einfach umzusetzen. Zwei Futtersilos beherbergen das zugekaufte Ergänzungsfutter und das hofeigene Getreide. Förderspiralen oder –schnecken fördern das Getreide in eine Hammermühle. Danach werden Ergänzter und geschrotetes Getreide in den gewünschten Anteilen über Volumendosierer in den Stall geführt. In Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Getreideart(en) auf dem Betrieb und den gewünschten Nährstoffgehalten in der Ergänzter-Getreide-Kombination müssen die Nährstoffgehalte des zugekauften Ergänzers abgestimmt werden (Beispiele siehe Tab. 15). Die notwendige Nährstoffausstattung des Ergänzers bei Vorgabe der eingesetzten Getreideart(en) und des gewünschten Getreide-Ergänzter-Verhältnisses können mithilfe der vom LVFZ Kitzingen zur Verfügung gestellten Excel-Anwendung bestimmt werden (siehe 8.).

Tab. 15: Beispiele für die Nährstoffgehalte von Ergänzern in Abhängigkeit deren Anteile und der Futterphase

Rahmenbedingungen		Inhaltsstoffe des Ergänzers				
Getreide zu Ergänzer	Getreide	MJ ME / kg	XP, %	Met, %	Ca, %	Besonderheiten des Ergänzers
Ziel: Phase 1-Futter		11,6	17,5	0,40	3,70	
50 % zu 50 %	Weizen	10,0	22,9	0,61	7,40	
66,6 % zu 33,3 %	Weizen	8,6	28,5	0,83	8,25	eiproteinreicher Ergänzer mit hohen Gehalten an Rot- / Gelbfarbstoffen
66,6 % zu 33,3 %	$\frac{2}{3}$ Weizen, $\frac{1}{3}$ Mais	7,9	30,3	0,83	11,10	eiproteinreicher Ergänzer
Ziel: Phase 3-Futter		11,4	16,5	0,35	4,00	
75 % zu 25 %	$\frac{2}{3}$ Weizen, $\frac{1}{3}$ Mais	6,3	36,9	1,10	15,80	eiproteinreicher Ergänzer
60 % zu 40 %	Weizen	9,3	23,4	0,61	9,90	eiproteinreicher Ergänzer mit hohen Gehalten an Rot- / Gelbfarbstoffen

Die Entscheidung zur Herstellung von hofeigenen Mischungen muss sehr betriebsindividuell getroffen werden. Typische Pro-Argumente sind kurze Transportwege, die Möglich-

keit zur Veredelung hofeigenen Getreides, geschlossene Kreisläufe und das Alleinstellungsmerkmal bei der Vermarktung. Eine Übersicht zu den technischen Erfordernissen, Kosten und relevanten Bestandsgrößen sind nachfolgender Übersicht zu entnehmen.

Tab. 16: Kenndaten zur Herstellung hofeigener Mischungen

	Fahrbare Misch- und Mahlanlage	Hofeigene Misch- und Mahltechnik
Rohstofflager mit Zellen / Silos für	Getreide, SES, Futterkalk, Öl, Fertigware	Getreide, SES, Futterkalk, Öl, Vormischung, Fertigware
Technische Ausstattung	Belüftung, Trocknung, Reinigung, Förderung	Belüftung, Trocknung, Reinigung, Förderung, Waage, Mahlanlage, Computer, Mischer, Direktkomponenteneingabe
Bestandsgröße	1.000 – 3.000 Legehennen	> 10.000 Legehennen
Kosten / dt	Lagerkosten zzgl. 1,8 – 2,0 €	Lagerkosten zzgl. unter 0,7 € bei > 500 t / Jahr

Betriebe, die sich für den Einsatz hofeigener Mischung entscheiden, entsteht ein nicht unerheblicher Aufwand für Anbauplanung, hygienische Lagerung und Aufbereitung sowie Rationsgestaltung. Letztere sollte je nach Kenntnis- und Erfahrungsstand des Betriebs unter Hilfestellung von Fachberatern erfolgen.

Bei der Auswahl der Mineralstoffvormischung gilt es folgende Kriterien besonders zu beachten:

- Gehalte an Mengen-, Spurenelementen und Vitaminen entsprechend der Zielvorgaben (Zielgehalte im Mischfutter in Tab. 9).
- In konventionellen Rezepturen ist i. d. R. eine Supplementierung von synthetischem Methionin notwendig, weshalb die Vormischung einen Methioningehalt von 5 – 8 % (je nach Rezeptur) aufweisen sollte.
- Farbstoffe zur Dotterpigmentierung: Rotfarbstoffe sollten enthalten sein (Ziel: ca. 4-5 mg / kg im Mischfutter), auf synthetische Gelbfarbstoffe kann ggf. verzichtet werden, wenn über 20 % Mais und / oder 3 % Luzernegrünmehl gegeben sind.
- Die für hofeigene Mischungen typischen, sehr hohen Anteile an Getreide machen es sinnvoll, Phytase und NSP-spaltende Enzyme einzusetzen, die dann in der Mineralstoffvormischung enthalten sein müssen. Nährstoffverwertung, Darmgesundheit und Kotbeschaffenheit können dadurch verbessert werden. Die bessere Kotbeschaffenheit kann feuchter Einstreu und verschmutzten Eiern entgegenwirken.

Gerste und Triticale werden schlechter verdaut als Weizen und Mais und sollten erst nach der Legespitze eingemischt werden. Dann ist in jedem Fall ein Premix mit spezifischen NSP-Enzymen einzusetzen.

Unabhängig vom Fütterungsverfahren sollte den Hennen **unlöslicher Grit** (sog. Magen-steinchen, Kieselsteine) in einer Körnung von 3 – 4 mm zur Verfügung stehen. Er dient als Mahlhilfe im Muskelmagen, verbessert die Futteraufnahmekapazität und fördert die Einsäuerung des Nahrungsbreis. Bei der Verfütterung von Ganzkörnern oder sehr groben Kornbruchstücken ist dies als verpflichtend anzusehen. Dabei kann der Grit in Futterautomaten ad libitum bereitgestellt werden, oder es erfolgt eine regelmäßige Gabe kleiner Mengen in die Einstreu (z.B. monatlich 3 g je Henne).

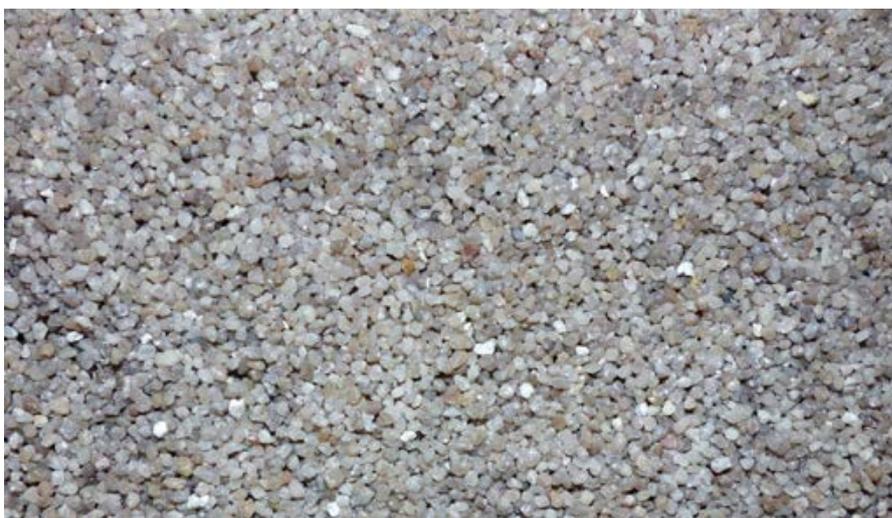


Abb. 25: Unlöslicher Grit dient den Hennen als Mahlhilfe und kann ad lib. in Futterautomaten oder als Gabe in die Einstreu bereitgestellt werden.

Analyse bei hofeigenem Getreide

Verschiedene Untersuchungen und Praxiserhebungen haben wiederholt gezeigt, dass die Nährstoffgehalte des Getreides von Jahr zu Jahr, aber auch von Probe zu Probe stark schwanken. Dabei variieren besonders der Rohprotein- und die Aminosäuregehalte, z. T. aber auch der Energiegehalt von Weizen. Bei einer Rationsberechnung von Selbstmischern allein nach Tabellenwerten kommt es zwangsweise zu Fütterungsfehlern, da die zugrunde gelegten Nährstoffgehalte der (Haupt-) Komponenten nicht korrekt sind. Die damit herbeigeführten Unter- bzw. Überversorgungen stellen in jedem Fall eine Belastung für die Legehennen dar und mindern die Wirtschaftlichkeit.

Beim Einsatz von hofeigenem Getreide – gleich ob bei kombinierter Fütterung oder bei hofeigener Mischung – sollte eine **Analyse der Inhaltsstoffe** (v.a. Umsetzbare Energie, Rohprotein, evtl. auch Methionin) des eingesetzten Getreides erfolgen.

Nach einer Probeziehung kann das Getreide an eine LUFA (landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt) oder ein anderes Labor gesendet werden. Mittels Weender Analyse erfolgt dann die Analyse des Rohprotein- und Rohfettgehalts und die Bestimmung der stickstofffreien Extraktstoffe, des Anteils hochverdaulicher Kohlenhydrate wie

Stärke und Zucker. Der im Befund mitgeteilte Energie- und Rohproteingehalt wird dann bei der Rationsberechnung für die jeweilige Getreideart zugrunde gelegt, womit eine belastbare Datengrundlage gegeben ist.

Neben einer Inhaltsstoffanalyse ist auch eine **Untersuchung auf die Mycotoxingehalte** des Getreides ratsam, um evtl. entstehende Schäden am Legehennenbestand zu verhindern. Mycotoxine sind Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen, die eine gesundheits-schädigende Wirkung besitzen. Unter bestimmten Bedingungen werden sie vor der Ernte durch Feldpilze (zum Beispiel Fusarien) oder erst nach der Ernte durch Lagerpilze (zum Beispiel Penicillien) gebildet. Fusarium-Arten (ZEA, DON) werden dabei vornehmlich auf dem Feld, OTA hingegen vorwiegend im Lager gebildet (JEROCH et al. 2012). Das Auftreten von Mycotoxinen ist stark von den Witterungsbedingungen beeinflusst, womit die Kontamination der Erntegüter von Jahr zu Jahr stark schwankt (sog. Fusarien-Jahre).

Tab. 17: Kenndaten zu häufig auftretenden Mycotoxinen

	Wirkung	Kritische Werte, mg / kg Futter	Häufigkeit des Überschreitens der krit. Konzentration in Dtl.
DON (Deoxynivalenol)	Hemmung der Proteinsynthese, reduzierte Futtermittelaufnahme, Immunsuppression	Alleinfutter: 5	häufiger
Mutterkornalkaloide	Vergiftungserscheinungen, Leistungsdepression	Alleinfutter: 4,0 unzerkleinertes Getreide: 1.000	gelegentlich
OTA (Ochratoxin)	Leber- und Nierenschäden, Leistungsdepression	Alleinfutter: 0,1	gelegentlich
ZEA (Zearalenon)	Östrogen-ähnliche Wirkung, Schädigung der Reproduktionsorgane, Leistungsabfall	allg. max. 0,5 mg, jedoch bei Geflügel kein Orientierungswert erforderlich	selten

Quelle: JEROCH & DÄNICKE (2016), KAMPHUES et al. (2014)

Das Unterschreiten der in der Tabelle aufgeführten Werte stellt sicher, dass keine Beeinträchtigungen in der Tiergesundheit und Leistung zu erwarten sind. Interaktionen bei gleichzeitigem Vorkommen mehrerer Mycotoxine sind dabei jedoch nicht berücksichtigt. So sollten nach SMITH (2015) bereits Futtermittel mit mehr als 0,6 mg / kg DON nur mit Vorsicht an Geflügel verfüttert werden. Bei mycotoxinbelastetem Getreide oberhalb der Grenzwerte muss zumindest eine entsprechende Verdünnung mit unbelasteten Futterkomponenten erfolgen.

4.3. Bewertung von Futtermitteln zur Rationsgestaltung

Die Auswahl der Einzelfuttermittel bei der Rationsgestaltung erfolgt nach den enthaltenen Inhaltsstoffen, der Verdaulichkeit, der Verfügbarkeit und der Preiswürdigkeit. Die Eignung als Rationskomponente ist damit neben Aspekten der Tierernährung auch vom jeweils vorherrschenden Preisniveau der einzelnen Futtermittel bestimmt. Bei der praktischen Rationsgestaltung sind vor der Auswahl der einzelnen Komponenten die Zielwerte an Inhaltsstoffen für das betreffende Futter definiert. Bei einer Vorauswahl an Rohstoffen wird sich daran orientiert, welche Komponenten verfügbar und zum jeweiligen Futtertyp passend sind. Bei der Herstellung von Ökofuttermitteln ist auf die Positivliste der EU-Öko-VO zu achten.

Die Kalkulation von Ziel- und Ist-Werten kann dabei z.B. von einem Selbstmischer durch eine relativ einfache Excel-Anwendung erledigt werden (siehe Kapitel 8). Eine gezielte Optimierung verschiedener Inhaltsstoffe und der Preiswürdigkeit leisten hingegen nur professionelle Softwarepakete. Diese Programme lassen dann die einzelnen Rohstoffe hinsichtlich ihrer Nährstoffe und Preise zueinander konkurrieren, um innerhalb vorab gesetzter Minimum- und Maximumgrenzen optimierte Rationen entstehen zu lassen.

Nach dem Verbot der Verfütterung von tierischem Eiweiß aus Schlachtabfällen im Zuge der BSE-Krise 2002 ist ein Einsatz von tierischen Produkten heute für die Mischfutterindustrie mit kaum umsetzbaren Bestimmungen verbunden. So kommen aktuell vornehmlich **pflanzliche Futtermittel** zum Einsatz. Schwerpunktmäßig sind dies:

- Getreide (z.B. Mais, Weizen, Gerste, Triticale, Milocorn etc.),
- Nebenprodukte der Ölindustrie (z.B. Extraktionsschrote, Kuchen und Expeller aus Sojabohnen, Rapssaat und Sonnenblumen)
- Nebenprodukte der Bioethanol-Gewinnung (z.B. getrocknete Weizen- oder Maischlempe)
- Nebenprodukte der Müllerei und Stärkeindustrie (Kleien, Maiskleber, Kartoffeleiweiß etc.)
- Leguminosen (z.B. Erbsen, Süßlupinen, Ackerbohnen)
- pflanzliche Fette (Soja-, Raps-, Palmöl etc.)

Im Futtermittelrecht ist ein Katalog von Einzelfuttermitteln zusammengestellt, in dem auch obligatorische Angaben zu bestimmten Inhaltsstoffen aufgeführt werden. **Zu kennzeichnen sind bei Alleinfutter** zumindest folgende Angaben:

- Rohprotein, Rohfaser, Rohöl und -fette, Rohasche
- Lysin, Methionin
- Calcium, Natrium, Phosphor

Für die Mehrzahl an Futtermitteln bestehen mengenmäßige Einsatzgrenzen aufgrund schwer verdaulicher Bestandteile (Pentosane, β -Glukane, Pektin, Lignin etc.), geringer Schmackhaftigkeit (Roggen, Ackerbohnen, Lein, Kartoffeleiweiß), niedrigen Gehalten an essentiellen Aminosäuren (Leguminosen) oder gesundheits-beeinträchtigenden Inhaltsstoffen (Raps – Glukosinolate und Sinapin). Eine kurze Bewertung der Eignung wichtiger Getreidearten befindet sich in Tab. 19.

Tab. 18: Wertbestimmende Inhaltsstoffe ausgewählter Futterkomponenten

Futtermittel	ME	Rohprot.	Rohfett	Rohfaser	Lysin	Meth.	Calcium
	MJ / kg	g / kg Originalsubstanz					
Mais	13,75	77	40	22	2,4	1,6	0,4
Weizen	12,78	126	18	27	3,3	1,8	0,5
Triticale	12,59	118	13	18	3,6	1,9	0,5
Gerste, Winter	11,43	106	16	37	3,9	1,8	0,8
Hafer	10,25	111	51	79	4,3	1,7	1,1
SojaES, HP	10,43	475	16	36	29,2	6,4	3,0
SojaES, Normtyp	10,17	443	13	59	27,3	6,1	3,0
RapsES	8,32	344	20	122	18,1	6,8	6,9
Sonnenbl.ES geschält	8,02	399	20	124	14,8	9,3	3,8
DDGS (Wei.schlempe)	8,40	328	58	76	6,7	4,8	0,4
Luzerngrünmehl	6,06	196	32	200	6,6	1,9	15,5
Grasgrünmehl	5,41	162	37	170	7,0	2,5	8,0
Maiskleber	13,69	630	46	11	10,0	14,5	0,7
Kartoffeleiweiß	14,56	754	20	6	58,5	16,7	-
Bierhefe	1,40	441	8	18	26,3	6,0	2,9
Erbsen	11,03	220	16	55	15,4	1,9	0,9
Süßlupinen	8,00	314	76	121	16,6	2,1	1,8
Süßlupinen	8,25	366	58	159	17,9	2,3	1,8
Ackerbohne	10,79	258	15	69	16,1	1,8	1,4
Sojavollbohne	13,84	350	179	55	22,1	4,8	2,8
Weizenkleie	6,17	146	47	103	6,3	2,3	1,5

Quelle: JEROCH & DÄNICKE (2016), KAMPHUES et al. (2014)

Bei den Getreidearten sind es insbesondere Mais und Weizen, die aufgrund ihres Energiegehaltes und dem Fehlen einer Einsatzrestriktion hervorragende Grundlagen für ein Legehennenfutter darstellen. Die in der Vergangenheit anzutreffenden Preisrelationen der Rohstoffe haben zudem den Einsatz beider Komponenten begünstigt. Neben Mais mit hohem Energie- und Linolsäuregehalt und Weizen mit etwas niedrigerem Energie- aber höherem Proteingehalt enthielten diese klassischen „Mais-Soja-Rationen“ Sojaextraktionsschrot (SES) als hochwertigen Proteinlieferant. Mit wenigen weiteren Komponenten (v.a. Futterkalk, Sojaöl, Premix) wurden dabei sehr einfache Rationen, aber auch sehr gut funktionierende Rationen gefüttert.

Veränderungen am Rohstoffmarkt haben die Preiswürdigkeit einzelner Komponenten in den letzten Jahren z.T. deutlich verschoben, wodurch auch viele andere Komponenten heute in Legehennenfutter wiederzufinden sind.

Tab. 19: Eignung der Getreidearten in Legehennenrationen

Futtermittel	Vorteile	Nachteile	Einsatzrestriktion*
Mais	Energiegehalt, Linolsäure, Gelbpigmente, Strukturverbesserung	Proteingehalt	keine
Weizen	Energiegehalt, hohe Verfügbarkeit	schwankende Proteingehalte, wenig Linolsäure	keine (<i>pentosanreiche</i> <i>Herkünfte: 50 %</i>)
Gerste	Verfügbarkeit	Energie, NSP-Gehalt	max. 40 %
Triticale	Energiegehalt, hohe Verfügbarkeit	wenig Linolsäure, evtl. Rückgang Futtermittelverzehr, Nachteile f. Kotkonsistenz	max. 30 %
Hafer	typisch in Mauserfütterprogrammen, Rohfaser bzgl. Prävention Verhaltensstörungen	Energie, NSP-Gehalt, Strukturprobleme	max. 20 %
Roggen		NSP-Gehalt, Rückgang Futtermittelverzehr, Nachteile f. Kotkonsistenz	max. 20 %

* Restriktionen nach JEROCH & DÄNICKE (2016)

5. Alternativen zum Einsatz von Übersee-Soja

5.1. Problemstellung

Die Proteinversorgung der Nutztiere erfolgte in den vergangenen Jahrzehnten und erfolgt auch heute im Wesentlichen durch den Einsatz von Sojaextraktionsschrot (SES). Ursprung dieser Sojaprodukte sind vorrangig Brasilien, USA und Argentinien. Hervorragende Eigenschaften aus Sicht der Tierernährung, eine hohe Verfügbarkeit, standardisierte Verarbeitungsmethoden uvm. machten SES zum Standard der hochwertigen Proteinquellen. Speziell in der Geflügel- und Schweinefütterung, bei der nicht der Proteingehalt als solcher sondern die Gehalte an essentiellen Aminosäuren wertbestimmend sind, ist SES allen anderen Futtermitteln in der Nährstoffausstattung deutlich überlegen.

Der Einsatz von importierten Sojaprodukten wird jedoch von Politik und Verbrauchern zunehmend kritisch betrachtet. Durch die Einfuhr von Stickstoff in Form von Sojaprotein kommt es bei der Nährstoff-Bilanzierung für Deutschland schnell zur Überdüngung der Böden (EU-Nitratverordnung). Als zentrale **Nachteile von Übersee-Soja** in der deutschen Nutztierfütterung sieht BELLOF (2013):

- starke Importabhängigkeit der Tierhaltung
- importierte Sojaprodukte vornehmlich aus gentechnisch veränderten (gvo) Sojabohnen
- Produktion in südamerikanischen Ländern entspricht nicht Nachhaltigkeitsvorstellungen deutscher Verbraucher bezüglich Umweltschutz, globale Nährstoffimbilanzen und sozialen Standards

Die Forderung nach Soja ohne Gentechnik besitzt neben der Tatsache, dass weltweit auf ca. 75 – 80 % der Sojaflächen gvo-Sorten stehen, die Schwierigkeit des Verhinderns einer Vermischung von gvo- und non-gvo-Partien entlang der Produktions- und Transportkette (WINDHORST & VEAUTHIER 2016). Gesetzlich liegt die Obergrenze einer Vermischung mit gvo-Futtermitteln bei 0,9 %, sofern diese zufällig und technisch unvermeidbar ist. Zu den genannten Akzeptanzproblemen von SES sind in der Vergangenheit z.T. auch nachteilige Einflüsse aufgrund dessen Preisschwankungen an den internationalen Rohstoffmärkten hinzugekommen. Die Preiswürdigkeit bestimmter alternativer Proteinquellen zum anteiligen Ersatz von Sojaprodukten aus der Ration hat sich stark verbessert.

Es gibt keine gentechnisch freien Futtermittel. Liegt der GVO-Anteil $\leq 0,9$ % darf das Futtermittel mit „ohne Gentechnik“ gekennzeichnet werden. Dann entfällt eine Auflistung der GVO-Komponenten.

Als zentrale Säulen der Reduktion des Imports von Übersee-Soja gelten:

1. Heimische Eiweißfuttermittel: Ersatz des gvo-Sojas aus Übersee durch pflanzliche Komponenten aus heimischer Erzeugung. Dies betrifft im speziellen Raps, Sonnenblumen und Leguminosen (Ackerbohne, Erbse, Süßlupinen etc.).
2. Freie Aminosäuren: Ersatz der grünen Gentechnik (gvo-Soja) durch weiße Biotechnologie in Form von essentiellen Aminosäuren und Enzymen.
3. Europäischer Soja: Erzeugung von nicht gentechnisch verändertem SES aus Europa.

5.2. Heimische Eiweißfuttermittel

Als heimische Eiweißfuttermittel kommen im Wesentlichen Körnerleguminosen wie Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen sowie Rückstände aus der Pflanzenölgewinnung von Raps und Sonnenblumen in Betracht. Das größte Potential des heimischen Eiweißes erschließt sich dabei aus den letztgenannten Rückständen der Pflanzenölgewinnung, v.a. aus Raps.

Bereits heute werden Extraktionsschrote aus Raps und Sonnenblumen in der Legehennenfütterung in gewissen Anteilen eingesetzt. Der Rationsanteil hängt dabei von der nachhaltigen Verfügbarkeit, Preiswürdigkeit und ernährungsphysiologischen Einsatzgrenzen ab. Festzustellen ist, dass die zur Verfügung stehenden Alternativen zum Übersee-Soja bei weitem nicht ausreichen, um diesen in der Fütterung von Geflügel, Schweinen und Rindern vollständig zu ersetzen.

In Tabelle 20 wurde die theoretisch mögliche Deckung des Proteinbedarfs für die deutschen Geflügel- und Schweinebestände durch in Deutschland angebaute Eiweißkomponenten berechnet. Berechnungsgrundlage waren die aktuellen Anbauflächen und die durchschnittlichen Erträge unter Gegenüberstellung des notwendigen Proteins für die Geflügel- und Schweinefütterung auf Basis der hergestellten Futter der Mischfutterindustrie 2015/16.

Tab. 20: Mögliche Deckung des Proteinbedarfs durch heimische Komponenten auf Basis von Anbau, Ertrag und Proteinausbeute

Frucht	Anbau-Fläche	Ertrag	Rohprotein	theoretisch mögliche Deckung des Proteinbedarfs in Deutschland, %		
	ha	1.000 t	1.000 t	für Geflügel	für Geflügel und Schweine	zzgl. Getreide f. Geflügel + Schweine
Raps	1.378.000	5.674	1.061	88 %	39 %	68 %
Sonnenblumen	20.426	43	97	8 %	4 %	6 %
Erbsen, Ackerbohnen, Lupinen	160.600	642	161	13 %	6 %	10 %
insgesamt	1.559.026	6.359	1.319	110 %	49 %	85 %

Quelle: Statistisches Bundesamt, BLE 2016 und Geflügeljahrbuch 2015

1): Mischfutterherstellung Deutschland 2015/16 für Geflügel : 6.412.000 t (2.324.000 t Legehennenfutter mit ca. 17 % XP und 4.045.000 t Geflügel-Mastfutter mit ca. 20 % XP: ca. 1.204.000 t XP; Schweine: 9.492.000 t mit ca. 16 % XP: 1.519.000 t XP)

2): beim Geflügel kommt ca. 40 % des benötigten XP aus Getreide; beim Schwein ca. 45 % aus Getreide

Bezogen auf die in Tab. 20 aufgeführten Früchte Raps, Sonnenblumen, Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen entstammen über 80 % des produzierten Proteins aus Raps. Die Proteingewinnung aus dem derzeitigen Anbau von Raps, Sonnenblumen und Hülsenfrüchten reicht in Deutschland mit ca. 1,3 Mio. t nicht einmal der Mischfutterindustrie zur Proteinversorgung der Monogaster, d.h. von Schwein und Geflügel (Protein-Bedarf von Geflügel und Schwein: 1,558 Mio. t). Selbst unter Hinzunahme der praktisch üblichen Proteinliefe-

rung aus Getreide – beim Geflügel kommt ca. 40 % des benötigten Rohproteins aus Getreide, beim Schwein ca. 45 % aus Getreide – könnten lediglich 85 % des Bedarfs gedeckt werden. Dies aber auch nur unter der rein theoretischen Annahme, dass die kompletten Erträge von Raps, Sonnenblumen und Hülsenfrüchten in der Geflügel- und Schweinefütterung eingesetzt würden. Dies ist jedoch in der Praxis mitnichten der Fall. Die Proteinunterversorgung dürfte in Europa bzw. Deutschland zudem noch viel höher liegen, da der Soja-Zukauf von Selbstmischern (v.a. bei Schweinemast sehr ausgeprägt) nicht berücksichtigt wurde. Will man Übersee-Soja in der Eier-, Fleisch- und Milcherzeugung stärker verdrängen, muss der Begriff "heimisch" auf Europa erweitert und die Anbaufläche von potentiellen Proteinfuttermitteln deutlich ausgedehnt werden.

Allein die aktuelle Verfügbarkeit von alternativen Proteinquellen macht den vollständigen Verzicht auf Übersee-Soja nicht möglich.

Neben dem begrenzten Anbauniveau wird der Einsatz heimischer Eiweißfuttermittel auch durch deren suboptimalen Eigenschaften aus Sicht der Tierernährung limitiert. So wirken z.T. die schlechtere Verdaulichkeit, der geringe Gehalt an schwefelhaltigen Aminosäuren und die enthaltenen Antinutritiva restriktiv auf den Einsatz in der Fütterung von Legehennen. Deshalb existieren Einsatzrestriktionen, die als Richtwerte für den maximalen Anteil des einzelnen Futtermittels in der Rezeptur gelten (siehe Tab. 21). Diese Einsatzgrenzen resultieren häufig aus enthaltenen sekundären Pflanzenstoffen mit antinutritiven Effekten. D.h. dass sie bei hohen Konzentrationen im Mischfutter zu Leistungsdepressionen, Stoffwechsel- und Verdaulichkeitsproblemen führen können. Bsp. hierfür sind Tannine (Gerbstoffe), Saponine oder auch Vicin und Convicin. Die Gehalte an sekundären Pflanzenstoffen können zwischen den einzelnen Sorten stark schwanken.

Tab. 21: Einsatzgrenzen verschiedener Einzelfuttermittel in Legehennen-Alleinfutter

Futtermittel	Ursache der Limitierung	Höchstanteile
Rapsextraktionsschrot (00-Sorten)	Sinapin, Glucosinolate	10 - 15 %
Rapskuchen	Sinapin, Glucosinolate	5 %
Sonnenblumenextraktionsschrot	Rohfaser, Energie	15 %
Sonnenblumenkuchen	Rohfaser, Energie	15 %
Erbsen	Tannine, SAS	20 – 30 %
Ackerbohnen	Tannine, Lectine, Vicin, Convicin, SAS	10 % (-20 %)
Süßlupinen	Energie, SAS	15 %
getrocknete Weizenschlempe	Rohfaser, NSP, Verdaulichkeit	10-12 %

Quelle: JEROCH & DÄNICKE (2016), KAMPHUES et al. (2014), JEROCH et al. (2012), SAS: schwefelhaltige Aminosäuren (Methionin, Cystin)

Soll SES in der Ration komplett ersetzt werden, müssen 3 - 5 verschiedene heimische Proteinalternativen in einer Ration kombiniert werden, um einerseits die Einsatzrestriktionen zu befolgen und andererseits die Zielwerte der Inhaltsstoffe (z.B. 11,4 MJ ME, 17-18 %

Rohprotein, 4-5 % Rohfaser, 0,40 % Methionin) zu erreichen. Die Auswirkungen im Hinblick auf die Futteraufnahme, Leistung und Eiqualität, ileale Verdaulichkeit oder den intermediären Stoffwechsel von Legehennen sind bei einem kombinierten Einsatz mehrerer alternativer Proteinquellen vielfach noch unbekannt.

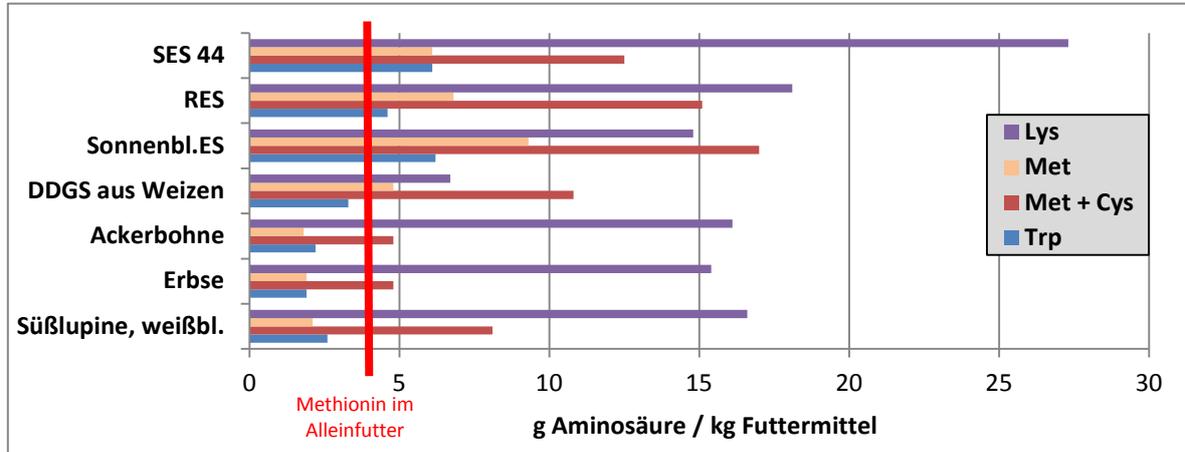


Abb. 26: absolute Aminosäuregehalte je kg Futtermittel im Vergleich

Quelle: JEROCH & DÄNICKE (2016)

In Bezug auf die Aminosäuregehalte liegen die Alternativen v.a. bei Lysin weit hinter den Gehalten von SES. Bei Methionin hingegen weisen RES und Sonnenblumenextraktionsschrot beachtliche Gehalte auf, die dem SES 44 überlegen sind. Diese Verhältnisse beruhen auf dem Gehalt der jeweiligen Aminosäure der einzelnen Futtermittel, deren Rohproteingehalt stark verschieden ist (21 – 46 %). Für eine Aussage zur eigentlichen Proteinqualität werden die prozentualen Gehalte der Aminosäuren im Rohprotein herangezogen, die in nachfolgender Abbildung wiedergegeben werden.

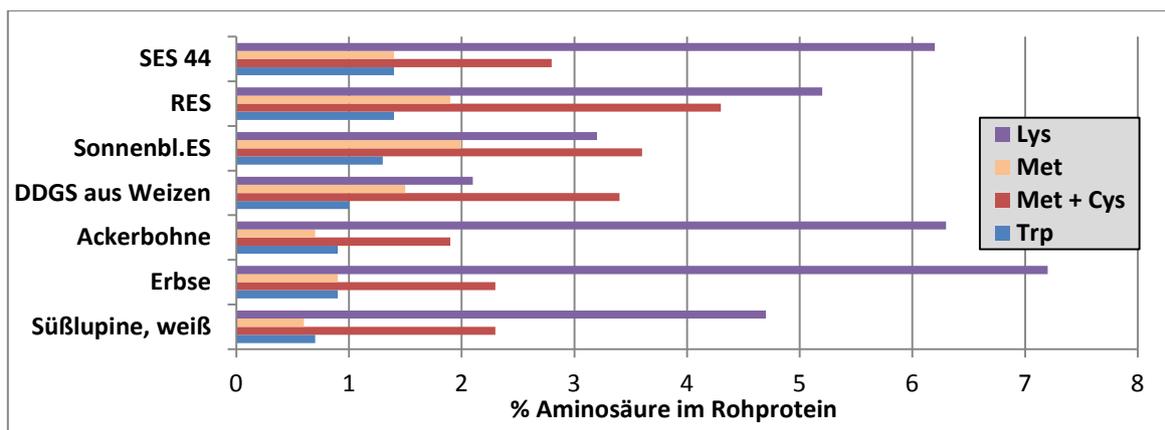


Abb. 27: Anteile bestimmter Aminosäuren im Rohprotein verschiedener Futtermittel (Proteinqualität)

Quelle: JEROCH & DÄNICKE (2016)

Bei der Betrachtung des Aminosäurenanteils im Rohprotein wird ersichtlich, dass RES, Sonnenblumenextraktionsschrot und Weizenschlempe (DDGS) im Vergleich zum SES

höhere Anteile an Methionin aufweisen. Zugleich liegen sie jedoch im Lysinanteil deutlich zurück. Die Leguminosen (Erbse, Ackerbohne, Süßlupine) weisen dagegen im Rohprotein hohe Lysin- aber sehr niedrige Methioningehalte auf. Die (Dünndarm-) Verdaulichkeit der Aminosäuren von heimischen Proteinfuttermitteln liegt durchweg unterhalb derer von SES, wie nachfolgender Tabelle zu entnehmen ist.

Tab. 22: Standardisierte, ileale Aminosäurenverdaulichkeit ausgewählter Futtermittel (%)

	SES	RES	Sonnenbl.ES	Weizen-schlempe	Erbsen	Ackerbohnen
Lysin	89	80	87	41	87	82
Methionin	90	84	92	76	78	71
Met + Cys	84	80	87	71	74	64
Tryptophan	89	81	87	-	75	66

Quelle: AMINODat® 5.0 EVONIK (2016)

Neben den Körnerleguminosen sind es v.a. Nebenprodukte der Ölgewinnung, die SES anteilig ersetzen können. Dabei entstehen aus den verschiedenen Samen (Raps, Sonnenblume etc.) in Abhängigkeit des Verfahrens zum Fettentzug verschiedene Produkte mit unterschiedlichen Fett- und Rohproteingehalten (nach KAMPHUES et al. 2014):

- Plattenpressen: *Kuchen* als Produkt mit moderater Rohproteinanreicherung und bis zu 10% Fett (i. d. R. aber 4-6 %)
- Expellerpressen: *Expeller* als Produkt mit hoher Rohproteinanreicherung und bis zu 5 % Fett
- Extraktion durch Hilfsstoffe: *Extraktionsschrote* als Produkt mit höchster Anreicherung an Protein und Fettgehalten von 1-2 %

Dem Fettentzug wird eine Vorbehandlung vorgeschaltet, wo i. d. R. die Schale voll- oder unvollständig entfernt wird. Daraus resultieren die Handelsbezeichnungen „aus geschälter / teilgeschälter / ungeschälter Saat“. Extraktionsschrote aus geschälter Saat sind proteinreicher und faserärmer (z.B. HP-SES mit 46 – 48 % Rohprotein).

Rapsextraktionsschrot (RES) kann mit Anteilen von 10 (- 15 %) in Legehennenfutter enthalten sein, wenn es sich um sog. „00-Sorten“ handelt. Diese sind erucasäurefrei und glucosinolatarm. Beim Extraktionsschrot bewegt sich der Glucosinolatgehalt in aller Regel im Akzeptanzrahmen, da das bei der Herstellung praktizierte Toasten einen Abbau dieser Senföle bewirkt. Rapskuchen enthält hingegen mehr Glucosinolat. Ein weiteres Hemmnis beim Einsatz von Rapsprodukten bei Braunlegern war in der Vergangenheit das Auftreten von Stinkeiern bei der Verfütterung von Rapsprodukten. Der fischige Geruch der Eier hatte seine Ursache in einem genetischen Defekt der Braunleger, wodurch das im Raps enthaltene TMA (Trimethylamin) nicht enzymatisch abgebaut werden konnte. Nach eigenen Angaben der Zuchtunternehmen konnte das für diesen Enzymdefekt zuständige Gen bei bestimmten Hybriden (z.B. Lohmann Brown) eliminiert werden. Bei Braunlegerherkünften, die Träger des Enzymdefekts sind, muss auf Rapsprodukte in der Fütterung verzichtet werden.

Im Vergleich zu SES besitzt RES einen niedrigeren Proteingehalt und weist dabei im Protein einen höheren Methionin- und aber knapperen Lysingehalt auf. Durch diese Verhältnisse ergänzen sich SES und RES bei einem kombinierten Einsatz in Rationen sehr gut. Der Faserreichtum der Schale erbringt eine reduzierte Aminosäurenverdaulichkeit und niedrigeren Energiegehalt im Vergleich zu SES. Insgesamt ist RES als sehr wertvolle Proteinquelle für Legehennen zu betrachten, die bereits heute in den meisten Rationen mit 6 – 12 % anzutreffen ist.

Sonnenblumenextraktionsschrot wird zu allermeist aus teilgeschälter Saat gewonnen. Unter den aktuellen Bestrebungen nach höheren Rohfasergehalten bei der Fütterung schnabel-unkupierter Legehennen sind die hohen Rohfasergehalte des Sonnenblumenextraktionsschrot (12,0 – 12,5 %), analog zum RES, in diesen Belangen als Vorteil zu betrachten. Die Proteineigenschaften des Sonnenblumenextraktionsschrots zeigen große Vorteile im Methioningehalt, der den des SES übertrifft. Die Schwächen liegen wiederum in der niedrigeren Energiedichte (8 MJ ME / kg) und dem deutlich niedrigeren Lysingehalt im Vergleich zum SES.

Getreidetrockenschlempe (DDGS) entsteht als Nebenprodukt der Bioethanolherstellung. Z. T. noch deutlich variierende Verfahren bei der Herstellung des Bioethanols und die unterschiedliche Qualität der Ausgangssubstrate (meist Weizen) lassen auch bei DDGS bislang noch wenig Einheitlichkeit in den Eigenschaften als Futtermittel aufkommen. Generell ist das Protein von DDGS von mittlerer Qualität, da die Aminosäuren nur sehr mäßige Verdaulichkeiten aufweisen (siehe Tab. 22). Zugleich wirken auch die hohen NSP-Gehalte begrenzend auf den Einsatz, der nach Literaturangaben bei max. 10-12% liegen sollte. In eigenen Untersuchungen am LVFZ Kitzingen (DAMME & PEGANOVA 2006) konnten mit dem Einsatz von getrockneter Weizenschlempe sehr gute Leistungsergebnisse generiert werden, insbesondere bei moderaten Gehalten von 4 % und 8 %. Aufgrund der geringen Aminosäuregehalte bei zugleich niedrigeren Verdaulichkeiten müssen jedoch bei DDGS in der Ration zusätzlich weitere Proteinträger mit hochwertigem Aminosäurenmuster und freie Aminosäuren zum Einsatz kommen.

Erbsen, Ackerbohnen und Süßlupinen als Körnerleguminosen werden in ihrem Einsatz neben dem stark begrenztem Anbauvolumen durch die enthaltenen antinutritiven Substanzen und die geringen Gehalte an schwefelhaltigen Aminosäuren deutlich begrenzt. Selbst bei Berücksichtigung der Proteinlieferung aus Getreide könnten auf Basis der jetzigen Anbauflächen der Leguminosen lediglich 10 % des Proteinbedarfs von Geflügel und Schweinen gedeckt werden. Im Vergleich zu anderen Futtermitteln ist der Gehalt an Antinutritiva sehr hoch, was den tierernährerischen Zielen abträglich ist. Diese Gerb- und Hemmstoffe begrenzen den Einsatz, da ansonsten mit negativen Folgen für Leistung und Gesundheit zu rechnen ist. Zudem verschlechtert sich die Nährstoffverdaulichkeit durch die enthaltenen Antinutritiva. Buntblühende Sorten der Ackerbohnen und Süßlupinen liegen dabei in den Tanningehalten deutlich über den weißblühenden Sorten. So gilt für buntblühende Erbsensorten 20% als Höchstgrenze in der Ration, für weißblühende 30 %. Zu beachten ist bei Ackerbohnen, dass das enthaltene Vicin und Convicin zu einer Reduzierung der Eigewichte führt (JEROCH et al. 2012). Die Züchtung hat aber auch vicin- / convicinarme Sorten hervorgebracht, deren nachteilige Wirkung auf die Eigewichte minimiert ist (DÄNNER 2003). Die Einsatzgrenze von max. 20 % Ackerbohnen in Tab. 21 gilt dabei nur für diese züchterisch bearbeiteten Sorten. Sorten mit höherem Anteil an Vicin und Convicin sollten zu max. 10 % eingesetzt werden.

Die Rohproteingehalte der Ackerbohnen (26 %), Erbsen (22 %) und Süßlupinen (31 %) liegen deutlich unter den 44 % des SES-Normtyps. Folglich sind auch die absoluten Ami-

nosäuregehalte niedriger als im SES. V. a. die Methioninarmut wirkt sich einsatzbegrenzend aus. Der Anteil an Lysin im Rohprotein ist hingegen beachtlich. Die Anbauflächen von Erbsen und Ackerbohnen sind im Rahmen des Greenings in Deutschland steigend.

Auch die **Sojabohne** zählt zu den Körnerleguminosen, gleichwohl praktisch vornehmlich deren Nebenprodukte aus der Ölgewinnung in der Geflügelfütterung Verwendung finden. Sojabohnen können nur Einsatz finden, wenn sie zuvor dampferhitzt (getoastet) wurden. Mit dem Toasten werden die Trypsininhibitoren inaktiviert. Der sehr hohe Fettgehalt von ca. 18 % wirkt einsatzbegrenzend. 30 % gelten als Höchstanteil, auch wenn dieser praktisch höchstens in Ökorationen anzutreffen ist.

Im Zusammenhang mit den Alternativen zur Proteinlieferung aus Übersee-Soja liefert auch **heimisches Getreide** einen wichtigen Beitrag, gleichwohl es sich nicht um eigentliche Eiweißfuttermittel handelt. Veränderungen in der Preiswürdigkeit der Futtermittel haben in den vergangenen Jahren den Weizenanteil in vielen Rationen zu Lasten des Maisanteils erhöht. Wegbereiter war und ist dabei auch der Einsatz von NSP-spaltenden Enzymen, die ungünstige Auswirkungen der NSP in verschiedenen Getreidearten auf die Verdauung eliminieren können. Heute sind Getreideanteile (v.a. Weizen, z.T. Gerste, Triticale, Hafer) von 40 bis 55 % in Legehennenfutter eher die Regel als die Ausnahme. Durchschnittlich werden 40 % des Proteins im Mischfutter durch Getreide geliefert, bei bestimmten Rationstypen ist dieser Anteil sogar noch höher.

Mit ca. 12 % liegt der Rohproteingehalt von Weizen z.B. deutlich höher als bei Mais (8 %). Beim Austausch von Maisanteilen durch Weizen steigt der Rohproteingehalt in der Ration, wodurch wiederum der Anteil an Proteinfuttermitteln reduziert werden kann. Das Protein der häufig eingesetzten Getreidearten (Weizen, Gerste) ist eher arm an Lysin, aber reich an Methionin.

Unter den Alternativen zu Übersee-Soja leisten v.a. die Extraktionsschrote aus Raps und Sonnenblumen aktuell schon einen erheblichen Betrag zur Proteinlieferung vieler Legehennenfutter. Neben suboptimalen Eigenschaften aus Sicht der Tierernährung ist der Einsatz von Leguminosen v.a. auch durch deren geringes Anbauvolumen in Deutschland begrenzt. Nicht zu unterschätzen gilt es die Proteinlieferung aus Getreide, die bei üblichen Rationen ca. 40 % beträgt.

Aktuelle Forschung des LVFZ Kitzingen: Alternative Eiweißlieferanten im Test

Versuchsaufbau:

- Tiere: 660 LSL und 660 LB classic in Bodenhaltung (44 Abteile a 30 Tiere)
- 4 Futtermittelnvarianten mit 11 Wiederholungen je Futtermittelnvariante
- Versuchsdauer: 13 x 28 Tage = 364 Tage
- Futtermittelnvarianten:
 - Kontrolle: SES als Eiweißträger
 - V 1: Kombination RES, SES, Rapskuchen, Sonnenblumenextr.schrot
 - V 2: kein SES, 16% Sonnenblumenextr.schrot
 - V3: kein SES, > 16 % Rapsprodukte



Ergebnisse

Tab. 23: Übersicht zur biologischen Leistung, Eiqualität und Tierschutzparametern im Versuch

	Kontrolle (SES)		V1 (SES/RES/So.bl.ES)		V2 (So.bl.ES)		V3 (Raps)	
	LB	LSL	LB	LSL	LB	LSL	LB	LSL
Legeleistung / AH (%)	78,6	88,2	81,4	89,9	81,1	87,7	82,5	88,5
Futtermittelnverwertung (kg F / kg EM)	2,373	2,173	2,325	2,148	2,353	2,2	2,311	2,202
Verluste (%)	9,3	8,9	4	5,6	3,3	9,3	2,8	5,3
Eigewicht (g)	64,6	63,9	63,6	63,2	63,3	62,3	62,1	62
S-Anteil (%)	2,3	3,8	2,7	3,8	3,8	5,1	4	5,2
Schmutzeier (%)	1,9	0,6	1	0,7	2,3	2,4	0,7	0,7
Sensorik Eier (geringe Geruchsabweichg. %)	7,2		12,8		5,6		28,4	
Gefiederzustand (Ø Bonitur Punkte)	0,61	0,74	1,01	0,82	0,81	0,78	0,71	0,87
Einkommen über Futterkosten (€ / AH)	10,45	13,81	11,85	14,53	11,33	13,13	12,27	13,66

Schlussfolgerungen und Empfehlungen zum Praxiseinsatz

Der vollkommene Verzicht auf SES führte in unseren Versuchsmischungen sowohl bei Braun- als auch bei den Weißlegern zu einem signifikanten Rückgang der Eigewichte um ca. 2 g und damit zu einem erhöhten Anteil der Gewichtsklassen S und M. Ein vollständiger Verzicht auf SES erscheint daher speziell im Phasenfutter 1 nicht empfehlenswert. Zum Legeperiodenende (Phase 3) sind höhere Anteile an alternativen Proteinquellen eher machbar, da dann das Futterraufnahmevermögen höher und der Leistungsanspruch niedriger sind.

Rezepturanteile von 16 % erbrachten sowohl bei Rapsprodukten als auch bei Sonnenblumenextraktionsschrot einen deutlichen Rückgang des Futtermittelfressens bei Braunlegern, der u. U. auf die veränderte Farbe und Struktur der Futtermischungen zurückzuführen ist.

Der Einsatz von Rapsprodukten (Extraktionsschrot, Kuchen, Expeller) sollte bei den Braunlegern in der Summe auf 10 - 12 % begrenzt bleiben, da bei 16 % Rapsprodukten (V3) fast jedes 3. Ei leichte Geruchsveränderungen aufwies und „Stinkeier“ ein absolutes k.O.-Kriterium bei der Vermarktung von Eiern darstellt. Vorzugsweise sollte RES anstatt Rapskuchen eingesetzt werden.

Durch den Ersatz von SES verschlechterte sich der Gefiederzustand bei beiden Genetiken. 16 % Sonnenblumenextraktionsschrot in der Ration (V2) führte zu einer erhöhten Frequenz von Schmutzeiern, Leberverfettung und Zehenschäden. Die aktuell in der Literatur bestehende Restriktion von max. 15 % Sonnenblumenextraktionsschrot kann damit bestätigt werden.

Der kombinierte Einsatz von SES, Rapsprodukten und Sonnenblumenextraktionsschrot als Proteinlieferanten zeigte in dieser Studie die größten Vorteile bezüglich Leistung, Eiqualität und Ökonomik bei noch vertretbaren Tierwohlindikatoren (Gefieder, Verletzungen, Zehen- und Fußballenzustand).

Durch den Ersatz von SES durch alternative Proteinquellen reduzieren sich die Kosten der Futtermischungen (€/ dt). In der Relation von Futterkosten und realisierter Leistung zeigte im Versuch die Kombination verschiedener Proteinlieferanten (SES, RES, Rapskuchen, SonnenblumenES) bei Weißlegern das beste ökonomische Ergebnis. Bei Braunlegern ist der Futterkostenüberschuss nur übertroffen bei der Fütterung mit über 16% Rapsprodukten, welche jedoch durch das Auftreten von Stinkeiern praktisch irrelevant erscheint.

Der Ersatz von ca. 30 % des SES durch Raps und Sonnenblumenextraktionsschrot (Versuchsvariante 1) erfolgt bereits jetzt in den Praxisrationen für Legehennen, wenn die heimischen Rohstoffe verfügbar sind. Zudem liefert das Getreide ca. 40 % des Proteins in den üblichen Rationen. **Damit wird bereits heute ca. 70 % des Proteinbedarfs unserer Legehennen durch heimische Futtermittel sichergestellt.**



5.3. Freie Aminosäuren

Der Einsatz von technisch hergestellten, sog. freien Aminosäuren ist bei der Fütterung von Legehennen heute in vielen Rezepturen Standard. Das für eine bedarfsgerechte Versorgung der modernen Leistungshybriden erforderliche Aminosäurenprofil kann durch die zur Verfügung stehenden pflanzlichen Futtermittel nur sehr bedingt erzielt werden. Dies betrifft insbesondere Methionin, dessen Bedarfsschwelle nur dann erreicht wird, wenn andere Aminosäuren und Rohprotein im Übermaß enthalten sind. Durch den Zusatz von freien Aminosäuren können letztlich auch die Rationsanteile an Proteinfuttermittel reduziert werden. Die Akzeptanz der roten (v.a. Medikamente etc.) und weißen Gentechnik (Herstellung freier Aminosäuren, Vitamine) ist wesentlich besser als die der grünen Gentechnik (gentechnisch veränderte Pflanzen).

In ausbalancierten Futtermischungen wird freies Methionin zugesetzt. Bei bestimmten Komponentenkombinationen wird u. U. auch synthetisches Lysin, Threonin und Tryptophan eingesetzt. Eine Übersicht zu Produkten zur Aminosäureergänzung ist der Tab. 24 zu entnehmen. Mineralstoffmischungen (Premixe) für hofeigene Mischungen enthalten zumeist bereits 5 – 8 % Methionin.

Tab. 24: Handelsprodukte zur Aminosäureergänzung (Auswahl)

Bezeichnung	Zusammensetzung
DL-Methionin	mind. 98 % DL- Methionin, DL-Form vollständig verwertbar, da D-Anteil im Körper in die L-Form überführt wird
Methionin-Hydroxy-Analog (MHA)	85% Gesamtsäure mit mind. 65 % monomere Säure, d.h. mind. 65 % als Methionin verwertbar
L-Lysin-Monohydrochlorid	mind. 78 % L- Lysin
L-Lysin-Sulfat	mind. 40 % L- Lysin
Threonin	mind. 98 % Threonin
Tryptophan	mind. 98 % Tryptophan

Quelle: KAMPHUES et al. (2014), AWT (1998)

Als Vorteile von Aminosäureergänzungen sind nach JEROCH et al. (2012) insbesondere folgende Aspekte anzusehen:

- Es gelingt effektiver, den Aminosäurenbedarf zu decken, als beim Einsatz verschiedener pflanzlicher Komponenten.
- Eine Aminosäureergänzung ermöglicht die Aufwertung von Rationen mit Aminosäuredefiziten und damit bedarfsgerechte Rationen mit reduziertem Rohproteingehalt.
- Der niedrigere Proteingehalt bei gleichzeitig bedarfsgerechten Nährstoffkonzentrationen entlastet den Stoffwechsel und reduziert die Stickstoffausscheidungen, womit ein Beitrag zur umweltschonenden Fütterung geleistet wird.

6. Fütterung in der ökologischen Hennenhaltung

Die Fütterung von Legehennen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben wird durch die geltenden gesetzlichen Regulativa speziell in der Komponentenwahl deutlich eingeschränkt. Hinzu kommen ggf. die Richtlinien der jeweiligen Anbauverbände, wie Bioland, Naturland, Demeter usw., die in einzelnen Anforderungen über das gesetzliche Maß hinausgehen.

Die zentralen **Anforderungen an eine ökologische Hennenfütterung** regelt die EG-Verordnung Nr. 889 / 2008 wie folgt:

- Fütterung mit ökologischem Futter, wobei im Übergangszeitraum bis Ende 2017 max. 5 % (der TS) der Futtermittel landwirtschaftlichen Ursprungs aus konventionellen pflanzlichen und tierischen Eiweißfuttermitteln stammen dürfen. Dies gilt jedoch nur, wenn der Landwirt eine ausschließliche Versorgung mit Futtermitteln aus naturnahen, biologischen Anbau nicht sicherstellen kann. Diese konventionellen Futtermittel dürfen dabei nicht mit chemischen Lösungsmitteln produziert oder aufbereitet sein (generelles Verbot von Extraktionsschroten).
- Mind. 20 % der Futtermittel müssen aus dem Betrieb selbst stammen oder falls dies nicht möglich ist, in derselben Region und in Zusammenarbeit mit anderen ökologisch wirtschaftenden Betrieben oder Futtermittelunternehmen erzeugt werden.
- Der Tagesration ist frisches, getrocknetes oder siliertes Raufutter beizugeben.
- Es dürfen weiter folgende Futtermittel eingesetzt werden:
 - o nicht ökologische Kräuter, Gewürze und Melassen bis 1 % der Jahresration bezogen auf TS, sofern sie nicht in ökologischer Qualität verfügbar sind
 - o Erzeugnisse und Nebenprodukte aus nachhaltiger Fischerei
 - o ökologische Futtermittel tierischen Ursprungs (z.B. Öko-Volleipulver)
 - o Salz in Form von Meeressalz und rohem Steinsalz
 - o mineralische Futtermittel (laut Anhang V der VO (EG) Nr. 889/2008 gelistet)
 - o Futtermittel-Zusatzstoffe (laut Anhang VI der VO (EG) Nr. 889/2008 gelistet)

Grundsätzlich verboten sind dabei in der ökologischen Fütterung:

- präventiver Einsatz chemisch-synthetischer allopathischer Tierarzneimittel (z.B. Kokzidiostatika)
- gentechnisch veränderte Futtermittel und deren Derivate (gvo)
- synthetisch gewonnene, freie Aminosäuren
- synthetisch gewonnene Carotinoide
- Extraktionsschrote

Durch den Verzicht auf Extraktionsschrote (speziell Soja- / Rapsextraktionsschrot) bei gleichzeitigem Verbot der Ergänzung von freien (d. h. synthetischen) Aminosäuren ist die in der konventionellen Legehennenfütterung übliche Rationsgestaltung (Hauptkomponenten: Mais, Weizen für Energie, Soja- / Rapsextraktionsschrot für Protein & Aminosäuren, Ergänzung freier Aminosäuren auf die jeweiligen Zielwerte) nicht möglich.

Aus den dargestellten Restriktionen können sich **in der praktischen Fütterung häufig folgende kritische Punkte** ergeben:

- Helle Dotterfarbe: I. d. R. Hoffmann La-Roche Fächerwert 8–10 anstatt der 13-14 bei konventionellen Frühstückseiern, da synthetische Rotfarbstoffe verboten und natürliche Rotpigmente aus Paprika oder Krusten-Meerestiere zu teuer sind.
- Methionin-Mangel: wenige methioninreiche Komponenten und kein synthetisches Methionin, suboptimale Verfügung bestimmter Rohkomponenten
- niedrige Eigewichte und Ausstallungsgewichte: Gefahr der latenten Nährstoff-Unterversorgung durch Überschätzung der Qualität und Verdaulichkeit ökologischen Getreides und Leguminosen (Tabellenwerte aus konventionellen Bereich häufig höher als bei Öko-Komponenten). Methionin-Unterversorgung reduziert Eigewicht
- niedrige Futteraufnahme: wegen ungünstiger Geschmackskomponenten und suboptimaler Futterstruktur durch den Einsatz von Maiskleber, Kartoffelpulver usw. sowie geringen Maisanteilen
- Rohprotein-Überschuss: niedrige Aminosäuregehalte der Komponenten -> Erhöhung des Proteingehaltes im Futter, um Aminosäuregehalte zu erhöhen
- hohe Wasseraufnahme: zur Entgiftung des Rohprotein-Überschusses und / oder antinutritiver Komponenten in den Leguminosen
- feuchte Einstreu / erhöhter Schmutzeanteil: durch flüssigen Kot aufgrund hoher Wasseraufnahme und nachteilige Effekte auf Kotkonsistenz versch. Futtermittel (NSP-Gehalt, keine NSP-spaltenden Enzyme)



Abb. 28: Proteinüberschuss, hohe Gehalte an Antinutritiva im Futter sowie eine gesteigerte Wasseraufnahme können bei Öko-Hennen zu einer flüssigeren Kotkonsistenz führen. Der Anteil an Schmutzeiern kann deshalb erhöht sein.

Neben Getreide sind Leguminosen (Ackerbohnen, Erbsen, Süßlupinen) sowie Sonnenblumen-, Raps- und Sojakuchen, Sojavollbohnen und Grünmehle die Basis von Legehennenrationen im Ökobereich. Die Anteile an NSP-haltigem Getreide (Gerste, Hafer, Triticale)

le) sind begrenzt, da keine NSP-spaltenden Enzyme eingesetzt werden dürfen. Leguminosen sind durch ihre hohen Gehalte an Antinutritiva und dem ungünstigen Aminosäuremuster nur im begrenzten Umfang einsetzbar (max. 20 %). Bei der Optimierung der Aminosäuregehalte werden – sofern noch möglich – **konventionelle Komponenten** wie Maiskleber, Bierhefe, Kartoffeleiweiß oder Magermilchpulver verwendet. Dabei führen diese und weitere Komponenten zu einer geringeren Schmackhaftigkeit für die Hennen und einer suboptimalen Futterstruktur (hohe Feinanteile, wenig griffiges Futter, geringe Anteile im Bereich 1 – 2 mm). Um dem entgegenzuwirken, empfiehlt sich zur **Verbesserung der Futterakzeptanz** der Einsatz von appetitanregenden Aromastoffen, ätherischen Ölen bzw. Kräutermixturen, Öko-Volleipulver oder Magermilchpulver. Speziell unter den kritischen Voraussetzungen der Futterstruktur im Ökofutter sind 1 - 3 % Pflanzenöl in der Ration zur Staubbindung ratsam, zumal dadurch auch die Energiedichte und der Linolsäuregehalt steigt. Grünmehl bzw. Luzernegrünmehl wird als Proteinlieferant auch aufgrund seiner vergleichsweise hohen Gehalte an gelbfärbenden Stoffen zur Dotterpigmentierung verwendet.



Abb. 29: Aufgrund des Fehlens von synthetischen Farbstoffen im Öko-Futter ist Grünmehl / Luzernegrünmehl ein wichtiger Lieferant von Gelbpigmenten zur Dotterpigmentierung.

Bei der Berechnung von Öko-Rationen sind die in Futterwerttabellen für konventionelle Futtermittel angegebenen Nährstoffgehalte nur sehr bedingt geeignet. Speziell die Gehalte an Rohprotein- und essentiellen Aminosäuren liegen im Öko-Getreide i. d. R. erheblich niedriger als bei konventionellem Getreide. Deshalb kommt es bei Anwendung der Tabellenwerte häufig zur massiven Überschätzung der Nährstoffgehalte, was zwangsweise zur Unterversorgung der Hennen führt. **Basis der Rationsberechnung** sollte deshalb unbedingt **eine Nährstoffanalyse** des betreffenden ökologischen Getreides sein. Empfehlenswert ist zudem eine Untersuchung des eigenen Getreides auf Mycotoxine (Richt- / Höchstwerte in Tab. 17).

Durch die starken Restriktionen bei der Komponentenwahl werden die (konventionellen) Zielwerte für essentielle Aminosäuren trotz des Proteinüberschusses im ökologischen Mischfutter (speziell im nährstoffdichten Phase-1-Futter) nicht erreicht. Durch eine **Absenkung des Energiegehaltes** auf 10,2 – 11,0 MJ ME / kg wird die Futtermittelaufnahme erhöht, um die absolute Aufnahme an Nährstoffen bei diesem nährstoffärmeren Futter zu steigern. Stark abgesenkte Energiegehalte sind jedoch am Anfang der Legeperiode nicht geeignet.

Versorgungsempfehlungen bzw. empfohlene Nährstoffgehalte aus dem konventionellen Bereich (z.B. die der Zuchtunternehmen) sind für Öko-Legehennenfutter nicht bzw. nur in abgewandelter Form geeignet.

7. Beispielrezepturen

Tab. 25: Beispielrezepturen für konventionelles Legehennenalleinfutter Phase 1

Rezepturen - Phase 1		1	2	3	4
Mais	%	22		21	37
Weizen	%	38	57	35	20
Gerste	%		5,5		
SojaES, 48% XP	%				18
SojaES, 44% XP	%	24	23	18	
RapsES	%			7	5
Sonnenbl.ES	%			4,4	
DGGs (Wei.schlempe)	%				
Luzernegrünmehl	%	2			3
Erbsen	%				
Ackerbohne	%				
Sojavollbohne	%				
Weizenkleie	%				3
Futterkalk	%	8,7	8,6	8,4	8,5
Sojaöl	%	3,2	3,7	3,9	3,5
Rohf.konzentrat, 65% XF	%			0,2	
Viehsalz	%	0,16	0,15	0,16	0,15
Premix 1, 5% Met	%				
Premix 2, 7% Met	%			2	2
Premix 3, 8% Met	%	2,0	2		
Farbstoffe		+	++	+	(+)
NSP-Enzyme		+	+	+	(+)
Inhaltsstoffe					
Energie	ME MJ /kg	11,6	11,6	11,6	11,6
Rohprotein	%	17,5	18,0	17,8	16,7
Rohfaser	%	3,3	3,4	4,0	3,5
Lysin	%	0,85	0,83	0,82	0,81
Methionin	%	0,41	0,41	0,43	0,40
Calcium	%	3,7	3,6	3,6	3,7
Phosphor	%	0,7	0,7	0,7	0,7
Natrium	%	0,18	0,17	0,18	0,18
<i>Anteil des Proteins aus SES:</i>		<i>61%</i>	<i>56%</i>	<i>42%</i>	<i>51%</i>
<i>Anteil des Proteins aus Getreide:</i>		<i>37%</i>	<i>42%</i>	<i>34%</i>	<i>32%</i>

Rezepturtypen:

- 1: einfache Rezeptur mit wenigen Komponenten
- 2: einfache Rezeptur mit wenigen Komponenten, ohne Mais
- 3: komponentenreich, mehrere Proteinträger, optimierte Gehalte für Leistungsentwicklung und Prävention von Verhaltensstörungen
- 4: hoher Maisanteil zur besseren Strukturierung des Mischfutters bei Hofmischungen

Tab. 26: Beispielrezepturen für konventionelles Legehennenalleinfutter Phase 2 bzw. Universalmischung

Rezepturen - Phase 2		1	2	3	4	5	Uni-Phasen
Mais	%	20,3		15	29	15	18
Weizen	%	41	55,5	43	29	33	37
Gerste	%		7			12,5	
SojaES, 48% XP	%					13	
SojaES, 44% XP	%	21	20	12	25		7
RapsES	%			8		7,5	8
Sonnenbl.ES	%			6,5			6,1
DGGS (Wei.schlempe)	%						5
Luzernegrünmehl	%	4	3		3	4	
Erbsen	%						3
Ackerbohne	%						
Sojavollbohne	%						
Futterkalk	%	8,9	8,9	8,9	8,8	8,8	9
Sojaöl	%	2,7	3,5	3,9	3	4	4,2
Rohf.konzentrat, 65% XF	%			0,5			0,5
Viehsalz	%	0,15	0,15	0,17	0,15	0,15	0,17
Premix 1, 5% Met	%			2			2
Premix 2, 7% Met	%	2	2		2	2	
Premix 3, 8% Met	%				0		
Farbstoffe		(+)	+	+	(+)	+	+
NSP-Enzyme		+	+	+	+	+	++
Inhaltsstoffe							
Energie	ME MJ/kg	11,4	11,4	11,4	11,5	11,4	11,4
Rohprotein	%	16,8	17,2	17,2	17,6	16,2	16,6
Rohfaser	%	3,6	3,5	4,3	3,5	3,9	4,4
Lysin	%	0,78	0,78	0,75	0,87	0,74	0,67
Methionin	%	0,38	0,38	0,39	0,40	0,39	0,38
Calcium	%	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,9
Phosphor	%	0,6	0,6	0,7	0,7	0,63	0,6
Natrium	%	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
<i>Anteil des Proteins aus SES:</i>		55%	52%	31%	19%	38%	63%
<i>Anteil des Proteins aus Getreide:</i>		40%	45%	38%	36%	41%	34%

Rezepturtypen:

- 1: einfache Rezeptur mit wenigen Komponenten
- 2: einfache Rezeptur mit wenigen Komponenten, ohne Mais
- 3: komponentenreich, mehrere Proteinträger, optimierte Gehalte für Leistungsentwicklung und Prävention von Verhaltensstörungen
- 4: komponentenreich, mehrere Proteinträger mit reduziertem SES-Anteil
- 5: komponentenreich, mit HP-SES

Tab. 27 Beispielrezepturen für konventionelles Legehennenalleinfutter Phase 3

: Rezepturen - Phase 3		1	2	3	4	5
Mais	%	20		26	33	18
Weizen	%	38,5	48,5	23,5	12	36
Gerste	%		15	5		
SojaES, 48% XP	%					
SojaES, 44% XP	%	23	18	10	4	2,5
RapsES	%			8	10	6
Sonnenbl.ES	%			6	7	6
DGGS (Wei.schlempe)	%					4
Luzernegrünmehl	%	4	3	2	2	
Erbsen	%			3	10	5
Ackerbohne	%				6	
Sojavollbohne	%					8
Weizenkleie	%					
Futterkalk	%	9,3	9,4	9,3	9,4	9,5
Sojaöl	%	3	4	4,5	4,5	2,9
Rohf.konzentrat, 65% XF	%			0,5		
Viehsalz	%	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Premix 1, 5% Met	%	2		2	2	2
Premix 2, 7% Met	%		2			
Premix 3, 8% Met	%					
Farbstoffe		(+)	+	(+)	(+)	+
NSP-Enzyme		+	+	+	++	++
Inhaltsstoffe						
Energie	ME MJ /kg	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4
Rohprotein	%	17,4	16,25	16,1	16,2	16,7
Rohfaser	%	3,6	3,5	4,6	4,7	4,0
Lysin	%	0,83	0,73	0,73	0,78	0,71
Methionin	%	0,35	0,37	0,37	0,37	0,37
Calcium	%	4,0	4,0	4,0	4,1	4,0
Phosphor	%	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
Natrium	%	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
<i>Anteil des Proteins aus SES:</i>		<i>59%</i>	<i>49%</i>	<i>27%</i>	<i>11%</i>	<i>7%</i>
<i>Anteil des Proteins aus Getreide:</i>		<i>37%</i>	<i>47%</i>	<i>34%</i>	<i>25%</i>	<i>35%</i>

Rezepturtypen:

- 1: einfache Rezeptur mit wenigen Komponenten
- 2: einfache Rezeptur mit wenigen Komponenten, ohne Mais
- 3: komponentenreich, mehrere Proteinträger, optimierte Gehalte für Leistungsentwicklung und Prävention von Verhaltensstörungen
- 4: komponentenreich, mehrere Proteinträger mit reduziertem SES-Anteil
- 5: komponentenreich, mehrere Proteinträger mit stark reduziertem SES-Anteil

Tab. 28 Beispielrezepturen für Öko-Legehennenalleinfutter

Futterphase Rezepturbeispiel	1		1		2		2		3	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Mais %	20,0	12,5	14,0	20,0	21,1	20,0	20,0	20,0		
Weizen %	12,0	11,0	10,0	10,0	16,9	10,0	10,0	20,0		
Triticale %	14,0	11,0	12,5	10,0	15,0	11,3	10,0	12,9		
Gerste %										
Hafer %		3,0								
Weizenkleie %	5,3				3,0			3,0		
Grünmehl %		6,5	6,0	6,4		4,0	5,5	1,6		
Sojakuchen HP %	14,0			11,3	11,6	9,0	12,0	13,4		
Sojabohnen %	12,9	11,0	13,0		4,9	5,0	10,0	5,0		
Rapskuchen %		3,0	3,0	15,4		4,0	2,8			
SBK geschält %	7,3		11,0	5,0	8,8	6,4	4,6	4,1		
SBK ungeschält %						6,0	3,5	3,0		
Weizenkleber %		3,0	3,0	1,5	3,0	2,5	0,7			
Leinkuchen %		3,0	3,0							
Leinexpeller %						3,0				
Hirse %			5,0							
Sesamkuchen %			4,0							
Erbsen %		10,0	5,0	8,3		8,0	10,0			
Pflanzenöl %		0,5	0,5	1,6		0,2				
Futterkalk %	8,8	7,5	7,5	8,3	9,3	8,6	8,6	9,7		
Premix %	1,3	2,5	2,5	2,2	2,0	2,1	2,1	3,0		
Maiskleber, konvent. %	4,4	4,5			4,4			4,3		
Inhaltsstoffe										
Energie ME MJ/kg	11,0	10,4	10,2	10,5	10,8	10,5	10,6	10,6		
Rohprotein %	20,3	18,0	18,0	18,0	17,8	18,0	18,0	17,0		
Rohfaser %	5,1	7,0	7,0	5,4	5,0	6,1	6,1	6,0		
Methionin %	0,36	0,32	0,32	0,32	0,33	0,32	0,32	0,31		
Calcium %	3,6	3,5	3,5	3,7	3,8	3,8	3,8	4,0		
Phosphor %	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6		
Natrium %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		
Öko-Anteil	95,6%	95,5%	100,0%	100,0%	95,6%	100,0%	100,0%	95,7%		

Hinweis: Niedrige Energiekonzentrationen setzen eine entsprechende Spätreife und einen hohen Futterverzehr voraus.

Quellen: Kaisermühle (Rezeptur 1, 5, 8), Meika (Rezeptur 2, 3), LfL-Eiweißstrategie (Rezeptur 4, 6, 7)

8. Excelhilfe zur Rationsberechnung

Zur Ergänzung dieses Informationsheftes ist eine Excelanwendung zur Kalkulation von Legehennenfutter auf der Homepage des LVFZ hinterlegt (www.lfl.bayern.de/lvfz/kitzingen/). Damit können die wichtigsten Inhaltsstoffe von Rationen mit üblichen Rohkomponenten berechnet werden. Durch Eingabe der Anteile der gewünschten Futtermittel werden die bedeutendsten Inhaltsstoffe der resultierenden Mischung berechnet. Die Nährstoffgehalte ausgewählter Futtermittel sind in der Tabelle hinterlegt. Diese können dabei auch geändert werden (z.B. entsprechend der Futtermittelanalyse) und es können auch weitere Komponenten und deren Inhaltsstoffe hinterlegt werden.

Diese Futterwerttabelle beschränkt sich auf die wichtigsten Nährstoffe und ermöglicht keine Optimierung nach Nährstoffen oder Preisen. Für die Kalkulation einer Rezeptur von hofeigenem Legehennenfutter ist diese Anwendung i. d. R. jedoch vollständig ausreichend. Einer kombinierten Fütterung von zugekauftem Ergänzer und eigenem Getreide können unter Vorgabe der gewünschten Getreidearten und -anteile die optimalen Nährstoffgehalte des Ergänzers berechnet werden. Die Excel-Datei enthält drei Tabellenblätter, die nachfolgend kurz erläutert werden:

Tabellenblatt „Komponenten“

Futtermittel	ME	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Lysin	Methionin	Met + Cys	Trp	Ca	P	Na	Preis
	MJ/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	€/t
Mais	13,75	77,00	60,00	22,00	2,42	1,02	3,40	0,10	0,40	2,50	0,23	16,00
Weizen	12,78	126,00	38,00	27,00	1,50	1,80	4,50	1,50	0,50	0,20	0,21	15,00
Triticale	13,59	118,00	33,00	38,00	3,80	1,90	4,40	1,20	0,50	0,20	0,20	13,50
Safrise, Winter	13,43	206,00	36,00	22,00	3,90	3,80	4,10	1,30	0,80	3,30	0,25	13,00
Hafer	10,25	111,00	51,00	29,00	4,30	1,70	4,70	1,40	1,10	1,80	0,57	13,00
Soja (S, HP)	10,49	475,00	56,00	36,00	29,30	6,40	13,30	6,40	3,00	13,30	0,34	36,00
Soja (S, Nonstop)	10,57	443,00	33,00	39,00	22,30	6,10	12,50	6,10	3,00	12,30	0,31	33,50
Flugstr	8,32	344,00	20,00	32,00	11,10	6,80	15,10	4,60	6,90	11,50	0,30	22,50
Sonnenbl. FS geschält	8,92	399,00	20,00	34,00	14,80	5,30	17,00	6,20	3,60	10,40	0,22	16,50
gels. Weizenkleie (2000)	8,40	328,00	58,00	26,00	6,70	4,60	10,60	3,30	0,40	8,30	0,40	22,50
Lufttrocknemaiz	6,06	196,00	32,00	200,00	1,60	1,90	3,40	2,40	15,40	3,00	0,40	22,50
Gerstenausschlag	6,41	162,00	37,00	170,00	2,00	2,50	4,00	5,10	8,00	1,90	0,50	18,80
Maisktzen	13,69	630,00	46,00	13,00	10,00	14,50	24,90	3,30	0,70	3,90	0,42	
Rapese (Tellermaiz)	13,56	754,00	20,00	6,00	18,50	16,70	27,20	10,60	1,00	2,50	0,30	230,00
Barthaife	1,43	441,00	8,00	18,00	24,10	4,00	6,80	3,00	2,30	11,40	1,33	170,00
Erdbeiz	11,03	270,00	56,00	55,00	15,40	1,90	4,80	1,90	0,40	3,00	0,33	13,00
Schilddrüsen, weizl/ohnd	8,00	314,00	26,00	325,00	11,60	2,10	8,10	2,60	1,80	4,00	0,35	20,00
Avacanthmaiz	10,79	268,00	35,00	69,00	11,10	1,80	4,80	3,20	1,40	5,50	0,33	17,00
Sojabltzen	13,84	350,00	179,00	55,00	22,10	4,80	10,20	4,80	2,80	5,70	0,40	34,00
Weizenkleie	6,37	146,00	47,00	103,00	6,30	2,30	5,50	2,50	1,50	11,40	0,49	10,80
Futtermais	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
Sojabltzen	36,95	0,00	350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	78,00
Flugstr	35,38	0,00	350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,00
Sonnenbl. (S)	37,00	0,00	350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,00
Vitakalz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	380,00	18,00
Phosph. 1, 5% Mkt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00	0,00	150,00	80,00	50,00	175,00
Phosph. 2, 7% Mkt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	150,00	80,00	50,00	178,00
Phosph. 3, 8% Mkt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00	0,00	0,00	130,00	80,00	50,00	112,00
Rohfaserkomponental, 85% Mkt				450,00								110,00
weitere Komponente												
weitere Komponente												
weitere Komponente												
weitere Komponente												
weitere Komponente												
weitere Komponente												

- die hinterlegten Gehalte der einzelnen Futtermittel werden angezeigt, ebenso deren Preise
- Alle Werte sind beliebig veränderbar. So z.B., wenn hofeigenes Getreide untersucht wurde und die Werte entsprechend des Futterattests eingetragen werden. Bei der Eingabe der Inhaltsstoffe ist die Einheit (g / kg) zu beachten. Umrechnung von % in g / kg durch Multiplizieren mit Faktor 10 (z.B. 16,5 % = 16,5 x 10 = 165 g / kg).
- die Preise sind der Situation im Betrieb anzupassen
- Beliebige, weitere Komponenten können eingegeben werden, indem unter Futtermittel „weitere Komponenten“ einfach mit der gewollten Bezeichnung überschrieben und die jeweiligen Gehalte eingegeben werden.

Tabellenblatt „Rezeptur für Alleinfutter“

Rezeptur:		Legehennenfutter Ration3 Phase 1												Mischung	
Komponente	Anteil	Inhaltsstoffe											1.000		
	%	Energie	Rohprot.	Rohfett	Rohfaser	Lys	Met	Met+Cys	Trp	Ca	P	Na	Preis		
		MJ/ME	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	€/dt	kg	
Mais	21,00	2,89	1,62	0,84	0,46	0,05	0,03	0,07	0,00	0,01	0,07	0,00	3,68	210 kg	
Weizen	35,00	4,47	4,41	0,63	0,95	0,12	0,06	0,16	0,05	0,02	0,11	0,01	5,08	350 kg	
Triticale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Gerste, Winter	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Hafer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
SojaES, HP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
SojaES, Normtyp	18,00	1,83	7,64	0,29	1,48	0,49	0,11	0,23	0,11	0,05	0,22	0,00	6,48	180 kg	
RapsES	7,00	0,58	2,41	0,14	0,85	0,13	0,05	0,11	0,03	0,05	0,08	0,00	1,54	70 kg	
Sonnenbl.ES geschält	4,30	0,34	1,72	0,09	0,53	0,06	0,04	0,07	0,03	0,02	0,04	0,00	0,92	43 kg	
getr. Weizenschlempe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Luzeergrünmehl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Grasgrünmehl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Maiskleber	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Kartoffeleiweiß	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Bierhefe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Erbsen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Süßlupinen, weißblühe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Ackerbohne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Sojavollbohne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Weizenkleie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Futterkalk	8,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,24	0,00	0,00	0,43	85 kg	
Sojaöl	4,00	1,48	0,00	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,04	40 kg	
Rapsöl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Sonnenbl.Öl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Viehsalz	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,04	2 kg	
Premix 1, 3% Met	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Premix 2, 7% Met	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,30	0,16	0,10	2,56	20 kg	
Premix 3, 8% Met	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
weitere Komponente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
weitere Komponente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
weitere Komponente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Gehalt im Mischfutter	99,96	11,60	17,79	5,79	4,27	0,85	0,43	0,63	0,22	3,68	0,69	0,18	23,77 €	1.000 kg	

	MJ ME	Frohprot.	Rohfaser	Lysin	Met.	Met+Cys	Trp	Ca	P	Na
Zielwerte Legefutter Phase 1	11,60	17,50	3,50	0,80	0,40	0,73	0,17	3,70	0,54	0,18
Zielwerte Legefutter Phase 2	11,40	16,50	4,50	0,73	0,37	0,67	0,15	3,80	0,50	0,18
Zielwerte Legefutter Phase 3	11,40	16,00	5,00	0,70	0,35	0,63	0,14	4,00	0,50	0,18
Zielwerte Legefutter Uni-Phasen	11,50	17,00	4,00	0,78	0,38	0,68	0,16	3,70	0,53	0,18

Anteil des Proteins aus SojaES: 43%

- Name der Rezeptur in der Zelle rechts neben „Rezeptur“ eingeben (im Bild „Legehennenfutter Ration3, Phase1“)
- In der Spalte „Anteil“ werden die gewünschten Anteile der jeweiligen Futtermittel eingegeben. Die Nährstoffgehalte der Mischung werden in der lila markierten Zeile unten angegeben. Ebenso der Preis je dt.
- Die Zielwerte für die Nährstoffgehalte in den einzelnen Phasen sind in der grünen Tabelle unterhalb aufgeführt.
- Bei hofeigenen Mischungen sind zusätzliche Kosten für Reinigung, Konservierung, Lagerung des Getreides zu ergänzen (ca. 2 €/ dt).
- Weitere mögliche Funktion: Durch Eingabe des gewollten Gewichts der gesamten Mischung in kg wird der Bedarf an jeder einzelnen Komponente in kg angegeben. Dies kann auch als Hilfe beim Kauf der einzelnen Komponenten und bei der Planung des eigenen Getreidelagers genutzt werden, indem das Gewicht des für einen bestimmten Zeitraum benötigten Mischfutters eingegeben wird.

Tabellenblatt „Rezeptur für kombinierte Fütterung“

Rezeptur:														Stall 3	
Komponente	Anteil %	Inhaltsstoffe											Mischung		
		Energie	Rohprot.	Rohfett	Rohfase	Lys	Met	Met+Cys	Trp	Ca	P	Na	Preis	3.000	
		MJ/ME	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	/t	kg	
Mais	20,00	4,23	2,37	1,23	0,68	0,07	0,05	0,10	0,00	0,01	0,11	0,01	5,38	600 kg	
Weizen	45,00	8,85	8,72	1,25	1,87	0,23	0,12	0,31	0,10	0,03	0,22	0,01	10,04	1.350 kg	
Triticale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Gerste, Winter	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Hafer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
SojaES, HP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
SojaES, Normtyp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
RapsES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Sonnenbl.ES geschält	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
getr. Weizenschlempe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Luzerngrünmehl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Grasgrünmehl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Maiskleber	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Kartoffeleiweiß	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Bierhefe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Erbsen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Süßlupinen, weißblüher	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Ackerbohne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Sojavollbohne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Weizenkleie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Futterkalk	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Sojaöl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Rapsöl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Sonnenbl. Öl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Viehsalz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Premix 1, 3% Met	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Premix 2, 7% Met	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Premix 3, 8% Met	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
weitere Komponente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
weitere Komponente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
weitere Komponente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 kg	
Gehalt im Mischfutt	65,00	13,08	11,09	2,48	2,55	0,30	0,17	0,42	0,11	0,05	0,33	0,02	15,42 €	1.950 kg	

Anteil des Ergänzer	35%
---------------------	-----

	MJ ME	Rohprot.	Rohfaser	Lysin	Met.	Met+Cys	Trp	Ca	P	Na	
Zielwerte der Mischung von Getreide + Ergänzer	11,60	17,50	3,50	0,80	0,40	0,73	0,17	3,70	0,54	0,18	kg Ergänzer in Mischung
opt. Gehalte des Ergänzers	8,85	29,40	5,27	1,72	0,82	1,31	0,29	10,48	0,93	0,48	1.050 kg

	MJ ME	Rohprot.	Rohfaser	Lysin	Met.	Met+Cys	Trp	Ca	P	Na
Zielwerte Legefutter Phase 1	11,60	17,50	min. 3,5	0,80	0,40	0,73	0,17	3,70	0,54	0,18
Zielwerte Legefutter Phase 2	11,40	16,50	min. 4,0	0,73	0,37	0,67	0,15	3,80	0,50	0,18
Zielwerte Legefutter Phase 3	11,40	16,00	min. 4,5	0,70	0,35	0,63	0,14	4,00	0,50	0,18
Zielwerte Legefutter Uni-Phasen	11,50	17,00	min. 4,0	0,78	0,38	0,68	0,16	3,70	0,53	0,18

- grundsätzliches Vorgehen im Tabellenblatt analog zur Rezeptur von Alleinfutter
- Die Anteile des gewünschten Getreides, das mit dem Ergänzer kombiniert werden soll, sind einzugeben. 100 % abzüglich der Summe der (hofeigenen) Komponenten ergibt den Anteil des Ergänzers (im Bild 35 %).
- In der Zeile „Zielwerte der Mischung von Getreide + Ergänzer“ die gewollten Werte eintragen. Diese können einfach aus der Tabelle darunter übernommen werden. Daraufhin werden speziell für diese Kombination die notwendigen Gehalte des Ergänzers berechnet, um die zuvor angegebenen Zielwerte zu erreichen. Die optimalen Gehalte des Ergänzers sind beim Zukauf mit den jeweiligen Angeboten abzugleichen.

Literaturverzeichnis

- AWT (Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung) 1998: Aminosäuren in der Tierernährung. Strothe, Holm.
- BELLOF, G., WEINDL, P. 2013: Der Futtermittelreport – Strategien zum verminder-ten Einsatz von aus Übersee importierten Sojaerzeugnissen in der Geflügelfütterung in Deutschland. WWF Studie.
- BESSEI, W. 1977: Einige wichtige Verhaltensweisen bei Legehennen und ihre tages-periodischen Abläufe. Archiv für Geflügelkunde. Ulmer, Stuttgart. 2010 (41): 62 – 71.
- DAMME, K. 1984: Wirtschaftliche Bedeutung des Federverlustes während der Lege-periodie. DGS-Magazin 1984 (11).
- DAMME, K., HILDEBRAND, R. A. 2015: Legehennenhaltung und Eierproduktion. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- DAMME, K., PEGANOVA, S. 2006: Einsatz von getrockneter Weizenschlempe. DGS-Magazin 2006 (18): 23-30.
- DAMME, K., PIRCHNER, F. 1984: Genetische Unterschiede in der Befiederung von Legehennen und Beziehungen zu Produktionsmerkmalen. Archiv für Geflügelkunde (48): 215-222.
- DAMME, K., WILLEKE, H. 1983: Einfluss einer Calcium-Lactat-Supplementierung auf den Anteil von Bruch- und Knickeiern am Ende der Legeperiode. Archiv für Ge-flügelkunde (47): 17-19.
- DÄNNER, E. 2003: Einsatz von Vicin-/Convicin-armen Ackerbohnen (*Vicia faba*) bei Legehennen. Archiv für Geflügelkunde (67): 249-252.
- EVONIK 2016: AMINODat® 5.0 – Animal Nutritionist´s Information Edge. Evonik Nutrition & Care GmbH.

-
- GFE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) 1999: Empfehlungen zur energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
 - HELMBRECHT, A., ELWERT, C. 2016: Mehr Tryptophan, weniger Federpicken? DGS-Magazin 2016 (5): 26-29.
 - ICKEN, W., CAVERO, D. , SCHMUTZ, M., PREISINGER, R. 2012: New phenotypes for new breeding goals in layers. World´s Poultry Science Association (68): 387 – 390.
 - JEROCH, H., SIMON, A., ZENTEK, J. 2012: Geflügelernährung. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
 - JEROCH, H., DÄNICKE, S. 2015: Faustzahlen der Geflügelfütterung. In: Geflügel-jahrbuch 2016, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
 - JEROCH, H., DÄNICKE, S. 2016: Faustzahlen der Geflügelfütterung. In: Geflügel-jahrbuch 2017, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
 - KAMPHUES, J., WOLF, P., COENEN, M., EDER, K., IBEN, C., KIENZLE, E., LIESEGANG, A., MÄNNER, K., ZEBELI, Q., ZENTEK, J. 2014: Supplemente zur Tierernährung. Verlag Schaper, Hannover.
 - LEMME, A. 2009: Amino acid recommendations for laying hens. Lohmann Information (44): 21-32.
 - LTZ (LOHMANN TIERZUCHT) 2016: Management-Guide für Alternative Haltung – Managementempfehlungen für Aufzucht und Haltung von Legehennen in Boden-, Volieren- und Freilandhaltung.
 - MUTH, F. 2016: Mit langen Schnäbeln. DGS-Magazin Sonderheft 2016 (31): 4-6.

- POTTGÜTER, R. 2016: Längere Legedauer optimal unterstützen. DGS-Magazin 2016 (18): 21-24.
- SMITH, T. K. 2015: Mykotoxine: Geflügel bleibt nicht verschont. DGS-Magazin 2015 (31): 20-22.
- WINDHORST, W., VEAUTHIER, A. 2016: Heimischer Sojaanbau versus überseeische Importe. Weblink: http://www.wing-vechta.de/themen/sojaanbau_in_europa/heimischer_sojaanbau_versus_überseeische_importe.html [letzter Zugriff: 09.12.2016].
- WPSA (World's Poultry Science Association) 1984: The prediction of apparent metabolizable energy values for poultry in compound feeds. World's Poultry Science Association (40): 181–182.