

Schlussbericht

Zuwendungsempfänger und ausführende Stelle:

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft
Fachgebiet Tierernährung
Am Hofgarten 1
85350 Freising

Jessica Weltin
Dr. Luz Salomé Carrasco Alarcon
Ulrich Berger
Prof. Dr. habil. Gerhard Bellof

Forschungsprojekte:

BÖLN (FKZ: 2811OE077)
CORE Organic II; ICOPP (FKZ: 2811OE022)

Thema:

Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung



Laufzeit BÖLN: 01.01.2012 – 28.02.2014

Laufzeit ICOPP: 01.01.2012 – 31.08.2014

Berichtszeitraum: 01.01.2012 – 30.04.2014

Kontaktautor: Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft
Fachgebiet Tierernährung
Prof. Dr. Gerhard Bellof
Am Hofgarten 1
85350 Freising
gerhard.bellof@hswt.de

Zusammenarbeit mit anderen Stellen:

- **Technische Universität München**, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme mit Versuchsstation Viehhäuser, Liesel Beckmann Str. 2, 85354 Freising (Dr. H.J. Reents);
- **Universität Hohenheim**, Institut für Tierhaltung und Tierzucht, Fachgebiet Nutztierethologie und Kleintierzucht, Grabenstrasse 17, 70593 Stuttgart (Prof. Dr. M. Grashorn);
- **Agrifood Research Finland MTT**, 31600 Jokioinen, Finnland (Liisa Voutilainen)
- **Johann Heinrich von Thünen Institut**, Fachinstitut Ökologischer Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau, (Dr. Karen Aulrich)
- **Bioland-Verband**, Bioland-Beratung, Spezialberatung Geflügel, Auf dem Kreuz 58, 86152 Augsburg, (Dipl.-Ing. Axel Hilckmann)
- **Naturland-Verband Süd-Ost**, Naturland-Beratung, Spezialberatung Schweinehaltung, Naturland-Erzeugerring im LKP Bayern, Kleinhaderner Weg 1, 82166 Gräfelfing (Dipl.-Ing. agr. Ewald Pieringer und Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Herrle)
- **Biohennen-AG**, Habichtstrasse 42, 85088 Vohburg (Landwirtschaftsmeister Josef Grabmair, Legehennenhalter und Teilhaber der Biohennen-AG)
- **MEIKA Ökologische Tierernährung GmbH**, Bahnhofstrasse 95-99, 86854 Großaitingen (Siegfried Meitinger)
- **Lehmann Maschinenbau GmbH**, Jocketa - Bahnhofstraße 34, D-08543 Pöhl (Thilo Lehmann und Mitarbeiter)
- **Bundesanstalt für Fleischforschung**, Max-Rubner-Institut (MRI), E.-C.-Baumann-Strasse 20, 95326 Kulmbach (Dr. Giesela Hahn)

Kurzfassung

In dem durchgeführten Forschungsprojekt wurde die Eignung von Luzernesilage aus „spezieller Nutzung“ und „technologischer Aufbereitung“ für den Einsatz in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung geprüft.

Silagewerbung und -qualität

Innerhalb der kleinkörnigen Futterleguminosen weisen Luzerne und Weißklee das höchste Potential hinsichtlich Protein- und Aminosäureausstattung (Lysin, Methionin) sowie deren Ertrag pro ha auf.

Bei Beachtung der „speziellen Nutzung“ kann für Luzerne ein Proteingehalt von nahezu 300 g mit 18 g Lysin und 5 g Methionin (jeweils pro kg TS) erreicht werden. Ein solches Ausgangsmaterial ist verlustarm zu konservieren, wenn die Grundsätze des Silierens konsequent angewendet werden. Ein zusätzliches Extrudieren des Anwelkgutes verbessert den Siliererfolg nicht.

Fütterungsversuche mit Luzernesilage

Masthühner

Masthühner nehmen hohe Mengen dieser Luzernesilagen auf (Aufzucht 10-20 %, Mast 30 %, jeweils bezogen auf die tägliche TS-Aufnahme). Hierbei ist allerdings zu beachten, dass spezielle Kraffuttermischungen, die den Nährstoff- und ME-Gehalt der Silage berücksichtigen („Ergänzer“), vorgelegt werden.

Legehennen

Legehennen verzehren ebenfalls nennenswerte Tagesmengen an Luzernesilage (15 - 20 % bezogen auf die tägliche TS-Aufnahme). Diese kann auch bei der Legehenne zur Versorgung mit den essentiellen Aminosäuren Lysin und Methionin beitragen. Darüber hinaus fördert ein attraktives Silageangebot das Tierwohl (Beschäftigung, Vermeidung von Federpicken) und die Tiergesundheit (Darm, Fußballen).

Sowohl bei den mit Luzernesilage gefütterten Legehennen als auch den Masthühnern sind in den Produkten Ei und Fleisch gegenüber, den nur mit Kraffutter versorgten Vergleichstieren, erhöhte Gehalte an Omega 3-Fettsäuren festzustellen.

Mastschweine

Mastschweine verzehren mit zunehmender Mastdauer hohe Tagesmengen an Luzernesilage (Anfangsmast 20 %, Mittelmast 40 %, Endmast 50 % der täglichen TS-Aufnahme). Damit

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

können ca. 1 dt Kraftfutter pro Mastschwein eingespart werden. In der Endmast lässt sich die Eiweißversorgung der Tiere vollständig über die Luzernesilage realisieren.

Das zusätzliche Extrudieren der Luzerne zeigt in allen Fütterungsversuchen keine Vorteile für die tierische Leistung.

Abstract

The research project studied the suitability of alfalfa-silage from „special use“ and „technological processing“ for its use in the feeding of organic poultry and pig production.

Promotion and quality of the feed

In the group of small grain legumes, alfalfa and white clover have the highest content in protein and amino acids (lysine, methionine) and the highest yields per ha. Alfalfa with the feature "special use" achieved contents of protein, lysine and methionine about 300; 18 and 5 g/kg DM respectively. Such a starting material is possible to preserve with low losses, if the principles of ensiling are applied consistently. An additional extrusion of the pre-wilted material does not improve the silage results.

Feeding trials with alfalfa-silage

Broilers

Broilers intake high amounts of that alfalfa-silage (as a daily DM intake: rearing period 10 - 20 %, 30% fattening period). However, it must be noted that special feed mixtures ("Supplements") were considered to complement the nutrients and ME contents of the silage.

Laying hens

Laying hens also consume significant amounts of alfalfa-silage/day (as a daily DM intake: 15 - 20%). This may also contributes significantly to the supply of the essential amino acids (lysine and methionine). Additionally, the offer of silage is attractive for the animals and promotes animal welfare (activities, prevention of feather pecking) and Animal Health (intestine, foot pads).

Laying hens and broilers fed with alfalfa-silage provided eggs and meat with higher levels of omega 3 fatty acids than their counterparts without alfalfa-silage.

Fattening pigs

Fattening pigs consume high amounts of alfalfa-silage/day along the fattening period (as a daily DM intake: initial fattening period 20 %, middle period 40 %, finishing period 50 %). Therefore it is possible to save about 100 kg of concentrate feed per pig. At the end of the fattening period the total requirement of protein was supplied for the alfalfa. The additional extrusion of the alfalfa shows in all feeding trials no benefit for the animal performance.

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abkürzungen	III
Verzeichnis der Abbildungen	VI
Verzeichnis der Tabellen	VII
Verzeichnis der Tabellen im Anhang	XI
1 Einführung	13
1.1 Gegenstand des Vorhabens	13
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes	14
1.3 Planung und Ablauf des Projektes	15
2 Bisheriger wissenschaftlicher und technischer Stand	19
2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen für die ökologische Geflügel- und Schweinefütterung	19
2.2 Aktueller Stand der Aminosäurenversorgung in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung	20
2.3 Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung als Eiweißfuttermittel für Geflügel und Schweine	22
2.4 Beeinflussung der Produktqualität (Eier und Fleisch) durch hohe Grünfutteranteile in der Fütteration von Geflügel und Schweinen	27
2.5 Mögliche Vorteile des Einsatzes von Grünleguminosensilagen aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung	30
3 Futterbereitstellung	32
3.1 Silagewerbung	32
3.1.1 Material und Methoden	32
3.1.2 Ergebnisse	34
3.2 Herstellung von Geflügelfutterpellettes	35
3.3 Verdaulichkeitsbestimmungen für die Luzernesilage	36
3.3.1 In vitro-Verdaulichkeiten	36
3.3.2 Verdauungsversuche mit Mastschweinen	38
3.4 Kosten der Futterbereitstellung	41
3.5 Diskussion der Futterbereitstellung	47
4 Fütterungsversuche	53
4.1 Fütterungsversuche mit Masthähnchen	53
4.1.1 Hauptversuch	53
4.1.1.1 Material und Methoden	53

4.1.1.2	Ergebnisse.....	58
4.1.2	Nebenversuch mit Erbsenzulage.....	68
4.1.2.1	Material und Methoden.....	69
4.1.2.2	Ergebnisse.....	70
4.1.3	Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Hähnchenmast.....	72
4.1.4	Diskussion der Fütterungsversuche mit Masthähnchen.....	77
4.2	Fütterungsversuche mit Legehennen.....	81
4.2.1	Vorversuch.....	81
4.2.1.1	Material und Methoden.....	81
4.2.1.2	Ergebnisse.....	84
4.2.2	Hauptversuch.....	89
4.2.2.1	Material und Methoden.....	89
4.2.2.2	Ergebnisse.....	92
4.2.3	Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Legehennenfütterung.....	99
4.2.4	Diskussion der Fütterungsversuche mit Legehennen.....	103
4.3	Fütterungsversuch mit Mastschweinen.....	106
4.3.1	Material und Methoden.....	106
4.3.2	Ergebnisse.....	109
4.3.3	Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Schweinemast.....	121
4.3.4	Diskussion des Fütterungsversuches mit Mastschweinen.....	125
5	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	129
5.1	Silagewerbung und -qualität.....	129
5.2	Fütterungsversuche mit Luzernesilage.....	129
6	Gegenüberstellung der geplanten und erreichten Ziele.....	131
7	Zusammenfassung.....	133
	Literaturverzeichnis.....	136
	Übersicht der realisierten bzw. geplanten Veröffentlichungen.....	148
	Anhang.....	150

Verzeichnis der Abkürzungen

a	anno, Jahr
a*	Redness, Rotton
AfA	Absetzung für Abnutzung
Akh	Arbeitskraftstunden
AMI	Agrarmarkt Informations-GmbH
AS	Aminosäure(n)
b*	Yellowness, Gelbton
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BÖLN	Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft
C	Colorness, Buntheit
CIE	Commission internationale de l'éclairage, Internationale Beleuchtungskommission
CORE Organic	Coordination of European Transnational Research in Organic Food and Farming
d	day, Tag
DHA	Docosahexaensäure, mehrfach ungesättigte Fettsäure (22:6,4c,7c,10c,13c,16c,19c n3)
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
DPA	Docosapentaensäure, mehrfach ungesättigte Fettsäure (22:5, 7c,10c,13c,16c,19c n3)
dt	Dezitonne
EG	Europäische Gemeinschaft
EN	Ernährungsniveau
EPA	Eicosapentaensäure, mehrfach ungesättigte Fettsäure (20:5, 5c,8c,11c,14c,17c)
EU	Europäische Union
FAO	Food and Agriculture Organisation of the United Nations
FKZ	Förderkennzeichen

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
GLM	General Linear Modell
h	Hue, Farbwinkel/Bunttonwinkel
ha	Hektar
HSWT	Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
ICOPP	Improved Contribution of Local Feed to Support 100 % Organic Feed Supply to Pigs and Poultry
IFOAM	International Federation of Organic Agriculture Movements
IMF	intramuskuläres Fett
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
L	Lightness, Helligkeit
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LPA	Leistungsprüfanstalt
LS	Least square
LWK	Landwirtschaftskammer
LZS	Luzernesilage
m	männlich
ME	Metabolisierbare Energie (Umsetzbare Energie)
MJ	Mega Joule
MUFA	Mono unsaturated fatty acid(s), einfach ungesättigte Fettsäure(n)
n3	Omega-3-Fettsäure(n)
n6	Omega-6-Fettsäure(n)
NfE	Stickstoff-freie-Extraktstoffe
NSP	Nicht-Stärke-Polysaccharide
o. J.	ohne Jahr
OS	Organische Substanz
p	probability, Irrtumswahrscheinlichkeit
P1	Phase 1

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

P2	Phase 2
P3	Phase 3
PK	Pufferkapazität
PUFA	Poly unsaturated fatty acid(s), mehrfach ungesättigte Fettsäure(n)
SE	Standard error, Standardfehler
SFA	Saturated fatty acid(s), gesättigte Fettsäure(n)
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz
TUM	Technische Universität München
w	weiblich
W.A.	Weender Analyse
VQ	Verdaulichkeitsquotient
XA	crude ash, Rohasche
XF	crude fibre, Rohfaser
XL	crude lipid, Rohfett
XP	crude protein, Rohprotein
Z	Zucker
Z/PK-Quotient	Zucker zu Pufferkapazität-Quotient

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Gegenüberstellung der geplanten und realisierten Arbeitsschritte im Projekt.	18
Abbildung 2: Press- Wickelkombination „LT Master“ der Firma GÖWEIL	25
Abbildung 3: Bioextruder der Firma Lehmann Maschinenbau	26
Abbildung 4: Verfahrensschema zur Herstellung von Geflügelfutterpellets	36
Abbildung 5: Zeitlicher Ablauf der Verdauungsversuche mit Mastschweinen.....	39
Abbildung 6: Anteil des Silageverbrauches (%) an Gesamt-Trockensubstanzverbrauch im Vorversuch mit Legehennen	86
Abbildung 7: Anteil der Silageaufnahme an der Gesamt-Trockensubstanzaufnahme während des Hauptversuches mit Legehennen	94
Abbildung 8: Legeleistung je Durchschnittshenne (%) in den einzelnen Versuchsabschnitten	95
Abbildung 9: Entwicklung der Lebendgewichte der Legehennen in den Versuchsabschnitten	96
Abbildung 10: Verlauf der Tages-Minimum-Temperaturen (°C) im Schweinestall während des Fütterungsversuches.....	172

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Rohprotein-, Lysin- und Methioningehalte ausgewählter Eiweißfuttermittel.....	21
Tabelle 2:	Potential von früh erworbenen kleinkörnigen Leguminosen bezüglich des Rohprotein- und Aminosäuregehaltes.....	23
Tabelle 3:	Veränderung des Futterwertes von Kleegrassilage für das Schwein in Abhängigkeit des Schnittzeitpunktes	24
Tabelle 4:	Nährstoffzusammensetzung von frisch geernteter Luzerne und Luzernesilage (% in TM) in den Erntejahren 2012 und 2013.....	35
Tabelle 5:	Ausgewählte Rohnährstoffgehalte der Luzernesilagen sowie deren In vitro-Verdaulichkeiten (VD) beim Schwein.....	37
Tabelle 6:	In vivo ermittelte Verdaulichkeitsquotienten (VQ) für die Rohnährstoffe von Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung (2. Schnitt 2013) bei Mastschweinen	41
Tabelle 7:	Arbeitsverfahren Luzernesilage (Vier-Schnitt-Nutzung in zwei Jahren).....	43
Tabelle 8:	Produktionsverfahren Luzerne.....	44
Tabelle 9:	Arbeitsverfahren Extrudieren	45
Tabelle 10:	Arbeitsverfahren Pelletieren.....	46
Tabelle 11:	Potential der Luzerne als Eiweißfuttermittel für Mastschweine.....	47
Tabelle 12:	In der Literatur beschriebene In vivo-Verdaulichkeiten von Klee- Klee gras- und Luzernesilage im Vergleich mit den ermittelten In vivo-Verdaulichkeiten der Luzernesilagen der Ernte 2013.....	49
Tabelle 13:	Standortansprüche ausgewählter kleinkörniger Leguminosen	51
Tabelle 14:	Krafftuttermischungen für die Aufzucht im Fütterungsversuch mit Masthähnchen.....	54
Tabelle 15:	Krafftuttermischungen für die Mast im Fütterungsversuch mit Masthähnchen	55
Tabelle 16:	Versuchsdesign für den Fütterungsversuch mit Masthähnchen	56
Tabelle 17:	Trockensubstanzaufnahme bzw. -verbrauch (g/Tier/Tag) im Hauptversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	59
Tabelle 18:	Anteil (%) des Silageverbrauchs am Gesamttrockensubstanzverbrauch im Hauptversuch mit Masthähnchen (arithmetisches Mittel)	59
Tabelle 19:	Durchschnittliche tägliche, scheinbare Lysin-, Methionin- und ME-Aufnahme im Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	60

Tabelle 20:	Entwicklung der Lebendgewichte im Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	62
Tabelle 21:	Durchschnittliche Nährstoffverwertung (g bzw. MJ/kg Zuwachs) im Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	63
Tabelle 22:	Merkmale des Schlachtkörpers im Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	64
Tabelle 23:	Farbwerte des Brustfleisches im Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	65
Tabelle 24:	Fett- und Fettsäure- bzw. Cholesteringehalte im Hähnchenbrustfleisch (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	67
Tabelle 25:	Ausgewählte sensorische Merkmale für Hähnchenfleischproben von Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	68
Tabelle 26:	Lysin- und Methioningehalt pro 100 g Rohprotein (XP) der im vorliegenden Projekt eingesetzten Proteinfuttermittel.....	69
Tabelle 27:	Futterraufnahme und Futtermittelverwertung im Nebenversuch mit Erbsenzulage (arithmetische Mittelwerte).....	70
Tabelle 28:	Anteile (%) der verschiedenen Futtermittel an der Gesamtfutterraufnahme im Nebenversuch mit Erbsenzulage (arithmetische Mittelwerte)	70
Tabelle 29:	Gewichtsentwicklung im Nebenversuch mit Erbsen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	71
Tabelle 30:	Annahmen zur Kalkulation der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der Hähnchenmast	72
Tabelle 31:	Kalkulation der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der Hähnchenmast (Modellbetrieb A).....	74
Tabelle 32:	Kalkulation der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der Hähnchenmast (Modellbetrieb B).....	75
Tabelle 33:	Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Hähnchenmast analog Gruppe B plus Erbsen.....	76
Tabelle 34:	Versuchsdesign für den Vorversuch mit Legehennen.....	82
Tabelle 35:	Krafftuttermischungen für den Vorversuch mit Legehennen.....	83
Tabelle 36:	Durchschnittliche tägliche Krafftutterraufnahme (g/d) im Vorversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	84
Tabelle 37:	Durchschnittlicher täglicher Silageverbrauch (g TS/d) im Vorversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	85

Tabelle 38:	Durchschnittlicher täglicher Gesamt-Trockensubstanzverbrauch (g TS/d) im Vorversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	86
Tabelle 39:	Legeleistung (% je Durchschnittshenne) im Vorversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte)	87
Tabelle 40:	Eigewichte (g) im Vorversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte)	88
Tabelle 41:	Verlauf der Lebendgewichte (g) im Vorversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	89
Tabelle 42:	Versuchsdesign für den Hauptversuch mit Legehennen	90
Tabelle 43:	Kraffttermischungen für den Hauptversuch mit Legehennen	91
Tabelle 44:	Durchschnittliche tägliche Krafftteraufnahme im Hauptversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	92
Tabelle 45:	Durchschnittlicher täglicher Silageverbrauch (g TS/Tier/Tag) im Hauptversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	93
Tabelle 46:	Durchschnittlicher Gesamt-Trockensubstanzverbrauch (g TS/Tier/Tag) im Hauptversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	93
Tabelle 47:	Eigewichte im Hauptversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	95
Tabelle 48:	Cholesteringehalte der Eier des Hauptversuches mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	97
Tabelle 49:	Gehalt an ausgewählten Fettsäuren bzw. Fettsäuregruppen (rel. Gewichts-% des Gesamtfettes) in den Eiern (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	98
Tabelle 50:	Merkmale der Dotterfarbe (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	99
Tabelle 51:	Annahmen zur Kalkulation der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der Legehennenfütterung	99
Tabelle 52:	Wirtschaftlichkeit der Legehennenhaltung analog Gruppe A	100
Tabelle 53:	Wirtschaftlichkeit der Legehennenhaltung analog Gruppe B	101
Tabelle 54:	Versuchsdesign für den Fütterungsversuch mit Mastschweinen	107
Tabelle 55:	Kraffttermischungen für den Fütterungsversuch mit Mastschweinen	108
Tabelle 56:	Durchschnittliche Krafftteraufnahme (kg TS/Tier/Tag) im Fütterungsversuch mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	110
Tabelle 57:	Durchschnittlicher Silageverbrauch (kg TS/Tier/Tag) im Fütterungsversuch mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	111
Tabelle 58:	Durchschnittlicher Gesamt-Trockensubstanzverbrauch (kg/Tier/Tag) in den Mastphasen des Fütterungsversuches mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	112

Tabelle 59:	Anteil (%) des Silageverbrauchs am Gesamt-Trockensubstanzverbrauch im Fütterungsversuch mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	112
Tabelle 60:	Entwicklung der Tiergewichte (kg) im Fütterungsversuch mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	113
Tabelle 61:	Tägliche Zunahmen (TZ) bzw. Zuwachs (kg) und Mastdauer (d) im Fütterungsversuch mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	114
Tabelle 62:	Durchschnittlicher Krafftutterverbrauch (kg TS) pro kg Zuwachs in den Mastphasen des Fütterungsversuches mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	115
Tabelle 63:	Durchschnittlicher Silageverbrauch (kg TS) pro kg Zuwachs in den Mastphasen des Fütterungsversuches mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	116
Tabelle 64:	Durchschnittlicher Gesamt-Trockensubstanzverbrauch (kg TS) pro kg Zuwachs in den Mastphasen des Fütterungsversuches mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	117
Tabelle 65:	Ausgewählte Merkmale des Schlachtkörpers der Mastschweine (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	118
Tabelle 66:	Merkmale der Farbe des Fleisches aus dem musculus longissimus dorsi im Fütterungsversuch mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	119
Tabelle 67:	Gehalte an intramuskulärem Fett (IMF) und Cholesterin in Schweinefleischproben des Rückenmuskels (musculus longissimus dorsi), LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE).....	120
Tabelle 68:	Gehalt ausgewählter Fettsäuren und Fettsäuregruppen (mg/ 100 g Fleisch) im Schweinefleisch des Rückenmuskels (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	120
Tabelle 69:	Annahmen für die Kalkulation der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Schweinemast ..	121
Tabelle 70:	Wirtschaftlichkeit der Schweinemast analog Gruppe A	123
Tabelle 71:	Wirtschaftlichkeit der Schweinemast analog Gruppe B	124
Tabelle 72:	Durchschnittlicher Sojakuchenverbrauch (kg) pro Tier im Verlauf des Fütterungsversuches mit Mastschweinen (arithmetisches Mittel).....	128

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Tabelle A 1:	Nährstoffzusammensetzung von frisch geernteter Luzerne und Luzerne-Silage (% in TM) im Erntejahr 2012	150
Tabelle A 2:	Nährstoffzusammensetzung von frisch geernteter Luzerne und Luzernesilage (% in TM) im Erntejahr 2013	151
Tabelle A 3:	Ergebnisse der Krafftutteranalysen im Masthähnchenversuch.....	152
Tabelle A 4:	Verfügbares Lysin nach Carpenter in diversen Futtermitteln.....	153
Tabelle A 5:	Gewicht bzw. Länge bestimmter Innereien im Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	154
Tabelle A 6:	Fett- bzw. Cholesteringehalt im Brustfleisch aus dem Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	155
Tabelle A 7:	Analysierte Fettsäuren (g/100g Fettsäuremethylester) im Brustfleisch aus dem Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	156
Tabelle A 8:	Analysierte Fettsäuregruppen (g/100g Fettsäuremethylester) im Brustfleisch aus dem Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	157
Tabelle A 9:	Gehalt an Fettsäuren (mg/100 g Fleisch) im Brustfleisch aus dem Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	158
Tabelle A 10:	Gehalt an Fettsäuregruppen (mg/100 g Fleisch) im Brustfleisch aus dem Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	159
Tabelle A 11:	Schlachtkörpermerkmale im Nebenversuch mit Mastbroilern (arithmetisches Mittel).....	160
Tabelle A 12:	Krafftutterkomponentenpreise (€/dt)	161
Tabelle A 13:	Versuchsabschnitte im Vorversuch mit Legehennen.....	162
Tabelle A 14:	Ergebnisse der Krafftutteranalysen im Vorversuch mit Legehennen	163
Tabelle A 15:	Ergebnisse der Analysen der Krafftuttermischungen der Phase 1 im Hauptversuch mit Legehennen	164
Tabelle A 16:	Ergebnisse der Analysen der Krafftuttermischungen der Phase 2 des Hauptversuches mit Legehennen	165
Tabelle A 17:	Versuchsabschnitte im Hauptversuch mit Legehennen.....	166
Tabelle A 18:	Legeleistung (% je Durchschnittshenne) im Hauptversuch mit Legehennen LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)	167

Tabelle A 19: Lebendgewichte im Hauptversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	167
Tabelle A 20: Gehalt an Fettsäuren (% der gesamten Fettsäurenmethylester) in den Eiern (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	168
Tabelle A 21: Wirtschaftlichkeit der Legehennenhaltung analog der Gruppe B bei 1 ct höherem erzielbarem Eierpreis aufgrund der Fettsäurezusammensetzung	169
Tabelle A 22: Ergebnisse der Analysen des Alleinfutters des Fütterungsversuches mit Mastschweinen.....	170
Tabelle A 23: Gegenüberstellung der geplanten und realisierten Nährstoffaufnahmen pro Tier und Tag der Gruppe B im Fütterungsversuch mit Mastschweinen	171
Tabelle A 24: Gegenüberstellung der geplanten und realisierten Nährstoffaufnahmen pro Tier und Tag der Gruppe C im Fütterungsversuch mit Mastschweinen	171
Tabelle A 25: Wiege- und Schlachtermine im Fütterungsversuch mit Masthähnchen	172
Tabelle A 26: Schlachtkörpermerkmale der Schweine aus dem Fütterungsversuch (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	173
Tabelle A 27: Gehalt an Fettsäuren (% aller Fettsäuremethylester) im Schweinefleisch Teil I (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	174
Tabelle A 28: Gehalt an Fettsäuren (% aller Fettsäuremethylester) im Schweinefleisch Teil II (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	175
Tabelle A 29: Gehalt an Fettsäuregruppen (% aller Fettsäuremethylester) im Schweinefleisch (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	176
Tabelle A 30: Gehalt an Fettsäuren im Schweinefleisch (mg/100g) Teil I (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	177
Tabelle A 31: Gehalt an Fettsäuren im Schweinefleisch (mg/100g) Teil II (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	178
Tabelle A 32: Gehalt an Fettsäuregruppen im Schweinefleisch (mg/100g) (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	179
Tabelle A 33: Gehalt an Fettsäuren im Schweinefleisch (mg/100g) nach Geschlecht Teil I (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	180
Tabelle A 34: Gehalt an Fettsäuren im Schweinefleisch (mg/100g) nach Geschlecht Teil II (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))	181
Tabelle A 35: Gehalt an Fettsäuregruppen im Schweinefleisch (mg/100g) nach Geschlecht (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)).....	182

1 Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Ökologisch wirtschaftende Betriebe unterliegen der einschlägigen Verordnung der Europäischen Union (EU) und den Richtlinien der jeweiligen Anbauverbände. Diese Vorgaben beziehen die Nutztierfütterung ein. Insbesondere eine bedarfsgerechte Eiweiß- und Aminosäurenversorgung ist durch den Verzicht auf konventionelle Futterkomponenten erschwert (BELLOF und ANDERSSON, 2008). Außerdem ist in der ökologischen Landwirtschaft für Geflügel und Schweine ein Raufutterangebot vorzusehen (vgl. Verordnung (EG) Nr. 834/2007, BIO-LAND-Richtlinien (2012), NATURLAND-Richtlinien (2012)). Leider wird dieses von den Tieren oft nur unzureichend genutzt (HAGMÜLLER et al., 2008; BELLOF et al., 1998), da die sensorische Attraktivität nicht gegeben ist. Zudem kann der Nährstoffbeitrag durch Raufutter aufgrund der häufig mangelnden Qualität nur minimal sein (BELLOF et al., 1998).

Luzerne aus spezieller Nutzung, geworben in einem sehr frühen Vegetationsstadium (vor bis in der Knospe), weist, bei vergleichsweise geringem Rohfaseranteil, erstaunlich hohe Lysin- und Methioningehalte auf (LFL, 2009 und DLG, 1991). Da ökologisch wirtschaftende Betriebe häufig Klee gras- oder Luzernemischungen fest in ihrer Fruchtfolge integriert haben, um die Fähigkeit dieser Pflanzen zur N-Fixierung nutzen zu können (POMMER et al., 2009), erscheint es interessant, dieses Material als Eiweißfuttermittel für Monogastier einzusetzen und damit zugleich die Forderung nach einem Raufutterangebot für Schweine und Geflügel zu erfüllen. Als Konservierungsmethode ist die Silierung denkbar, die sich jedoch, aufgrund des relativ hohen Proteingehaltes (Z/PK-Quotient niedrig), schwierig gestalten könnte (NUSSBAUM, 2007). Durch eine druckthermische Behandlung mit dem von der Firma LEHMANN MASCHINENBAU (2013) entwickelten „Bioextruder“ können die Zellen des zu silierenden Erntegutes aufgeschlossen werden. Durch den Aufschluss werden die Zellinhaltsstoffe (Zucker, Aminosäuren etc.) freigesetzt. Dadurch wird der Zugang zu dem Zucker aus den Zellen für die Milchsäurebakterien möglicherweise erleichtert und der Silierprozess begünstigt. Ein weiterer Vorteil dieser technologischen Aufbereitung könnte eine Verbesserung der Verdaulichkeit der Aminosäuren aus der Luzernesilage für den Monogastrier sein. Der Extruder der Firma LEHMANN kann aufgrund seiner kompakten Bauweise mobil eingesetzt werden. Somit ist die Produktion der extrudierten Silage im landwirtschaftlichen Betrieb möglich. Im Rahmen des vorliegenden Projektes werden Luzernesilagen „aus spezieller Nutzung“ sowie „aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung“ produziert und in Rationen für Masthähnchen, Legehennen und Mastschweine integriert. In entsprechenden Fütterungsversuchen werden die Futtermittelaufnahme, die tierischen Leistungen sowie verschiedene Parameter der Produktqualität (Eier und Fleisch) ermittelt. Zusätzlich wird die Verdaulichkeit der Silagen bei Mast-

schweinen im Rahmen von In vitro- und In vivo-Methoden ermittelt und die betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Aspekte des Einsatzes solcher Silagen beurteilt.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Das Bundesprogramm ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) sowie das europäische Programm CORE Organic II (Coordination of European Transnational Research in Organic Food and Farming) haben zum Ziel, die Forschung im Bereich des ökologischen Landbaus zu unterstützen, um auf diese Weise das Wachstum des Anteils dieser alternativen Landbewirtschaftungsform zu unterstützen (BMEL, 2014 und CORE Organic II, 2014). Nach Artikel 43 der Durchführungsbestimmungen der Verordnung (EG) Nr. 889/2008 ist der derzeit noch zulässige Einsatz von bis zu 5 % Eiweißfuttermitteln konventioneller Herkunft bei Schweinen und Geflügel ab dem 1.1.2015 nicht mehr gestattet. BÖLN und CORE Organic II begegnen dieser Gesetzesänderung mit Bekanntmachung Nr. 03/11/51 bzw. dem 2011 gestarteten Projekt ICOPP (Improved Contribution of Local Feed to Support 100 % Organic Feed Supply to Pigs and Poultry). In beiden Fällen ist es das Ziel, die Forschung im Bereich der Monogastriererfütterung mit 100 % Futtermitteln aus ökologischer sowie regionaler Herkunft voranzutreiben (BLE 2011, ICOPP 2011). Im Fokus stehen hier folgende Forschungsfragen:

1. Gelingt es „Luzerne aus spezieller Nutzung“ als Silage zu konservieren?
2. Verbessert eine zusätzliche technologische Aufbereitung mit dem Bioextruder der Firma LEHMANN MASCHINENBAU die Silierfähigkeit von „Luzerne aus spezieller Nutzung“?
3. Ist „Luzernesilage aus spezieller Nutzung“ bzw. „Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung“ aufgrund ihres Futterwertes (Rohproteingehalt, Rohfasergehalt, Aminosäuregehalt, Energiegehalt, Verdaulichkeit) ein geeignetes Eiweißfuttermittel für Schweine und Geflügel?
4. Verbessert eine zusätzliche technologische Aufbereitung mit dem Bioextruder der Firma LEHMANN MASCHINENBAU die Verdaulichkeit von „Luzernesilage aus spezieller Nutzung“?
5. Welche Futteraufnahmen und tierischen Leistungen können bei Einbindung von „Luzernesilage aus spezieller Nutzung“ bzw. „Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung“ in Rationen für Masthähnchen, Legehennen und Mast Schweine erzielt werden?
6. Wird die Produktqualität (Fleisch, Eier) durch den Einsatz hoher Anteile von „Luzernesilage aus spezieller Nutzung“ bzw. „Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung“ beeinflusst?

7. Wie ist der Einsatz von „Luzernesilage aus spezieller Nutzung“ bzw. „Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung“ aus arbeits- und betriebswirtschaftlicher Sicht zu beurteilen?

Die Finanzierung des bearbeiteten Forschungsvorhabens erfolgte sowohl aus Mitteln des BÖLN-Programmes als auch durch den deutschen Mittelanteil für das CORE Organic II-Projekt ICOPP.

1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Im Vorfeld des Projektes wurden im Rahmen der Arbeit von BERGER (2012) im Jahr 2011 umfangreiche Silierversuche mit diversen Klee- und Kleegrasmischungen durchgeführt, um auf diese Weise ein Eiweißfuttermittel für Geflügel und Schweine zu werben. Im Vegetationsjahr 2012, also in der Projektlaufzeit, erfolgte für die beste Variante dieser Vorversuche, einer Mischung aus 90 % Luzerne und 10 % Weißklee, eine Wiederholung der Werbung in zwei Schnitten. Aufgrund der höchsten Rohprotein- bzw. Aminosäuregehalte in der Luzerne-Weißkleemischung wurde entschieden, sich für das vorliegende Projekt auf diese Pflanzenmischung zu beschränken und nicht wie ursprünglich geplant drei Varianten zu ernten. Des Weiteren wurde im Jahr 2013 zur Sicherstellung einer ausreichenden Futtermenge für alle geplanten Fütterungsversuche eine zusätzliche Ernte durchgeführt. Dazu wurde ein etablierter, reiner Luzernebestand genutzt.

Im Herbst 2012 wurde ein Fütterungsversuch mit Legehennen gestartet. Die Tiere wurden in vier Fütterungsgruppen eingeteilt und in einem Mobilstall mit Auslauf gehalten. Entgegen der Planung konnte den Tieren kein Wintergarten zur Verfügung gestellt werden. Die Fütterung erfolgte wie geplant. Die Kontrollgruppe wurde mit einer Alleinfuttermischung versorgt. In der Versuchsgruppe 1 erhielten die Tiere neben der Alleinfuttermischung gehäckselte Luzernesilage, in der Versuchsgruppe 2 die Alleinfuttermischung sowie extrudierte Luzernesilage. Die Tiere der Versuchsgruppe 3 erhielten die extrudierte Luzernesilage sowie eine an die Silage angepasste Ergänzungsfuttermischung. Da die Silageaufnahme der Tiere in diesem Versuch sehr gering war, wurde entschieden den Versuch nach 150 Tagen vorzeitig abzubrechen, auf die Erhebung der Produktqualität zu verzichten und für den zweiten Versuchsdurchgang diverse Änderungen vorzunehmen. Für die Planung des zweiten Versuches mit Legehennen stand nach den gewonnenen Erkenntnissen aus dem ersten Legehennenversuch die Suche nach Möglichkeiten zur Steigerung der Silageaufnahme durch die Tiere im Vordergrund. In eigenen Vorversuchen mit Masthähnchen, welche die Silage ab dem ersten Lebenstag erhielten, konnten zufriedenstellende Silageaufnahmen erreicht werden. Daraus wurde die Schlussfolgerung gezogen, dass eine frühe Gewöhnung der Tiere an die Silage erforderlich ist. Die Junghennen für den zweiten Legehennenversuch bekamen daher bereits ab dem

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

ersten Lebenstag im Aufzuchtbetrieb die, auch später im Versuch eingesetzte Silage, angeboten. Die Silageaufnahme der Legehennen, die im ersten Versuch das Ergänzungskraftfutter erhalten hatten, war deutlich höher als die Silageaufnahme der Tiere, die Alleinfutter gefressen hatten. Aus dieser Beobachtung wurde gefolgert, dass die Silage, in das Fütterungskonzept integriert werden muss, sofern Sie einen Beitrag zur Nährstoffversorgung der Tiere leisten soll. Die folgenden Versuche wurden daher mit Ergänzungsfuttermischungen, passend zu einer unterstellten Silageaufnahme, geplant. Der dritte Ansatz mit dem die Silageaufnahme durch die Legehennen im folgenden Versuch gesteigert werden sollte, war der Einsatz eines pelletierten Futters, das als Komponenten die extrudierte Silage und eine entsprechende Ergänzungskraftfuttermischung enthielt.

Für das vorliegende Projekt waren zunächst zwei Fütterungsversuche mit Masthähnchen geplant. Aufgrund von Verschiebungen in der Belegung des Versuchsstalles in Zurnhausen, konnte erst im Frühjahr 2013 mit den Aktivitäten im Bereich der Hähnchenmast begonnen werden. Vorteil dieser Verschiebung war, dass dadurch bereits auf erste Erfahrungen aus dem seit Herbst 2012 laufenden Fütterungsversuch mit Legehennen zurückgegriffen werden konnte. Das Versuchsdesign für den Masthähnchenversuch wurde gegenüber der Planung deutlich verändert. Neben der mit Alleinfutter versorgten Kontrollgruppe wurde entschieden, die Silagefütterung in allen Fällen mit einem Ergänzender zu kombinieren, der auf eine bekannte Silagequalität und eine vorab unterstellte Silageaufnahme abgestimmt ist. Außerdem wurde der Versuch um eine vierte Fütterungsvariante erweitert, in der die Tiere ein Pellet aus der Silage und dem Ergänzender angeboten bekamen. Da sich dadurch der Versuch aufwändiger als ursprünglich geplant gestaltete, wurden die Aktivitäten mit Masthähnchen auf nur einen Versuchsdurchgang mit 520 Tieren reduziert. Der Versuch wurde dann auch in der Mastphase mit dieser Tierzahl im Feststall fortgeführt. Aufgrund der verringerten Gewichtsentwicklung wurde auf die Reduktion der Tierzahl und die Umstallung in die Mobilställe verzichtet.

Der Fütterungsversuch mit Mastschweinen wurde ab Sommer 2013 durchgeführt. Entgegen der Planung wurden neben Kastraten auch weibliche Tiere einer Vierrassenkreuzung aus einem Ferkelerzeugerbetrieb eingesetzt. Damit konnten ein einheitlicher Hygienestatus und gleichförmige Startgewichte sichergestellt werden. Die Haltung erfolgte in Zweiergruppen in planbefestigten Buchten, die entgegen der Planung mit Miscanthushäckseln bzw. Holzspänen, anstelle von Stroh eingestreut wurden. Die Mast wurde dreiphasig (anstelle zweiphasig) geplant. Aufgrund der im Laufe des Projektes gewonnenen Erfahrungen wurden nur drei Fütterungsgruppen, anstatt der vier ursprünglich angedachten, gebildet. Die Kontrollgruppe erhielt ein Alleinfuttermittel, die beiden Versuchsgruppen erhielten wiederum ein auf die Silage abgestimmtes Ergänzungsfuttermittel und die Silage in der gehäckselten bzw. extrudierten Version.

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Parallel zu dem Fütterungsversuch mit Schweinen wurde der Verdauungsversuch mit Mastschweinen durchgeführt. Die Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe der eingesetzten Futtermittel wurden in diesem Versuch über den Einsatz des Marker Titandioxid ermittelt. In Abbildung 1 sind die Abweichungen der Planung gegenüber den realisierten Arbeitsschritten dargestellt.

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Arbeitsschritt	geplant	realisiert
<ul style="list-style-type: none"> • Silagewerbung 	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung der Werbung der besten Kleegrasmischungen der Vorversuche des Jahres 2011 im Jahr 2012 	<ul style="list-style-type: none"> • Werbung von zwei Schnitten einer Mischung aus 90 % Luzerne und 10 % Weißklee im Jahr 2012 • Werbung eines reinen Luzernebestandes im Jahr 2013
<ul style="list-style-type: none"> • Versuche mit Masthähnchen 	<ul style="list-style-type: none"> • zwei Fütterungsversuche • 720 Tiere, Genotyp ISA JA 957 • Aufzuchtphase je im klimatisierten Feststall, Mastphase im Mobilstall mit Auslauf, im zweiten Durchgang Variation durch die Nutzung eines Vegetationslosen Auslaufs • Drei Fütterungsgruppen: Kontrolle mit Alleinfutter, sowie zwei Versuchsgruppen mit zusätzlichem Angebot von Silage in gehäckselter bzw. extrudierter Version 	<ul style="list-style-type: none"> • ein Fütterungsversuch • 520 Tiere, Genotyp ISA JA 757 • Aufzucht und Mastphase im klimatisierten Feststall • Vier Fütterungsgruppen: Kontrolle mit Alleinfutter, Versuchsgruppen 1 und 2 mit Silage in gehäckselter bzw. extrudierter Version sowie darauf abgestimmtem Ergänzer, Versuchsgruppe 3 mit Pellet aus extrudierter Silage und Ergänzer
<ul style="list-style-type: none"> • Versuche mit Legehennen 	<ul style="list-style-type: none"> • zwei Fütterungsversuche, jeweils 250 Legetage • Haltung im Mobilstall mit Wintergarten und Auslauf (ein Durchgang schwarz, ein Durchgang grün) • Vier Fütterungsgruppen: Kontrolle mit Alleinfutter, sowie 2 Versuchsgruppen mit zusätzlichem Angebot von Silage in gehäckselter bzw. extrudierter Version, dritte Versuchsgruppe mit extrudierter Silage sowie darauf abgestimmten Ergänzer 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorversuch (150 Legetage) und Hauptversuch (250 Legetage) • Haltung im Mobilstall mit Auslauf (Vorversuch schwarz, Hauptversuch grün) • Vorversuch: vier Fütterungsgruppen: Kontrolle mit Alleinfutter, sowie 2 Versuchsgruppen mit zusätzlichem Angebot von Silage in gehäckselter bzw. extrudierter Version, dritte Versuchsgruppe mit extrudierter Silage sowie darauf abgestimmtem Ergänzer • Hauptversuch: vier Fütterungsgruppen: Kontrolle mit Alleinfutter, Versuchsgruppen 1 und 2 mit Silage in gehäckselter bzw. extrudierter Version sowie darauf abgestimmtem Ergänzer, Versuchsgruppe 3 mit Pellet aus extrudierter Silage und Ergänzer
<ul style="list-style-type: none"> • Versuche mit Mastschweinen 	<ul style="list-style-type: none"> • Fütterungsversuch mit 48 Kastraten einer Dreirassenkreuzung • Haltung im klimatisierten Feststall mit Stroheinstreu • Zweiphasige Mast (30-70 kg und 71 bis 110 kg) • Vier Fütterungsgruppen: Kontrolle mit Alleinfutter, sowie 2 Versuchsgruppen mit zusätzlichem Angebot von Silage in gehäckselter bzw. Version, dritte Versuchsgruppe mit getrockneter, extrudierter Silage die unter das Alleinfutter gemischt wird • Verdauungsversuche 	<ul style="list-style-type: none"> • Fütterungsversuch mit 18 weiblichen Tieren und 18 Kastraten einer Vierrassenkreuzung • Haltung im klimatisierten Feststall mit Miscanthus bzw. Holzspänen als Einstreu • Dreiphasige Mast (30-60 kg, 60 -90 kg und 90 bis 105 kg) • Drei Fütterungsgruppen: Kontrolle mit Alleinfutter, Versuchsgruppen 1 und 2 mit Silage in gehäckselter bzw. extrudierter Version sowie darauf abgestimmtem Ergänzer • Verdauungsversuche mit Einsatz des Markers Titandioxid

Abbildung 1: Gegenüberstellung der geplanten und realisierten Arbeitsschritte im Projekt

2 Bisheriger wissenschaftlicher und technischer Stand

2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen für die ökologische Geflügel- und Schweinefütterung

Die Fütterung der Tiere im ökologisch wirtschaftenden Betrieb ist besonderen Restriktionen durch die Rahmenrichtlinien der EU (Verordnung (EG) Nr. 889/2008), und die Richtlinien der Anbauverbände (z.B. Bioland, Naturland etc.) unterworfen. Insbesondere eine bedarfsgerechte Eiweiß- bzw. Aminosäurenversorgung der monogastrischen Tiere (Geflügel, Schweine) ist erschwert, wenn auf konventionelle Eiweißfuttermittel verzichtet werden muss. Bislang ist in der Geflügel- und Schweineernährung nach Artikel 43 der Durchführungsbestimmungen der Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Einsatz von bis zu 5 % konventioneller Eiweißfuttermittel zulässig, wenn Eiweißfuttermittel aus ökologischer Erzeugung nicht in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Die für das Jahr 2015 erwartete Anpassung der Richtlinien auf „100 % Bio-Futter“ stellt eine weitere Verschärfung dieser Restriktion dar (BELLOF und ANDERSSON 2008). Nach SCHUHMACHER et al. (2011) entsteht dadurch eine Differenz zwischen Aminosäurenbedarf und -versorgung. Als Ursachen nennen die Autoren ein unbefriedigendes Aminosäurenprofil der verfügbaren Futterkomponenten und den Mangel an alternativen Futtermitteln mit geeignetem Aminosäuremuster. Des Weiteren fordert Artikel 19 der Durchführungsbestimmungen der Verordnung (EG) Nr. 889/2008, dass die Komponenten der an Schweine und Geflügel verfütterten Rationen zu mindestens 20 % im eigenen Betrieb oder in einem ökologisch wirtschaftendem Betrieb in der Region erzeugt worden sein müssen. Berichten der IFOAM (2014) zufolge, wird von der Europäischen Kommission derzeit eine Erhöhung dieses Anteils auf sogar 60 % für Geflügel- und Schweinehaltende Betriebe diskutiert. Vor diesem Hintergrund sind die von der AMI (Agrarmarkt Informations-GmbH) erhobenen Daten zum Import von Futtermitteln aus ökologischer Erzeugung besonders kritisch zu sehen. Demnach wurden im Jahr 2009 19000 t der, mit hohen Konzentrationen an essentiellen Aminosäuren ausgestatteten, Sojabohne importiert, dagegen nur 1400 t in Deutschland geerntet (SCHAACK et al., 2011). SCHUHMACHER et al. (2011) kommen in einer Befragung unter ökologisch wirtschaftenden Betrieben zu der Erkenntnis, dass viele Betriebsleiter ebenfalls die geringe Menge an selbst erzeugtem Futter in Hinblick auf die geforderte 100 %-Biofütterung als Problem sehen und dass als Lösungsansatz die Ausweitung der heimischen Erzeugung von Eiweißfuttermitteln an oberster Stelle genannt wird. Eine weitere gesetzliche Vorgabe in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung ist die nach Artikel 20 der Verordnung (EG) Nr. 889/2008 für Monogastrier vorzusehende Integration von frischem, getrocknetem oder siliertem Raufutter in die tägliche Futtermischung. Diese Maßnahme bietet den Tieren die Möglichkeit ihr natürliches Wühl- und Erkundungs-

verhalten auszuleben (SCHRADER et al., 2006), was unter konventionellen Haltungsbedingungen seltener der Fall ist (BUSCH, 2006). Bisherige Untersuchungen zur Raufutteraufnahme bei Schweinen lassen den Schluss zu, dass das Raufutterangebot von den Tieren nur unzureichend genutzt wird (HAGMÜLLER et al., 2008; BIKKER und BINNENDIJK, 2012) und aufgrund unzureichender Qualität meist nur einen geringen Beitrag zur Deckung des Bedarfs an Nährstoffen beiträgt (BELLOF et al., 1998; WERNER und SUNDRUM, 2008). Für die Legehennen wird die Aufnahme von Kleegrassilage in der Literatur teils sogar als nachteilig für die Tiergesundheit beschrieben. In einem Versuch von HOLLE (2006) traten zahlreiche Fälle von Verstopfungen des Verdauungskanals durch die angebotene Silage auf. Unabhängig von dem geringen nutritiven Beitrag des vorgeschriebenen Raufutterangebotes sind in der Literatur auch positive Aspekte bezüglich des Angebotes bzw. einer Aufnahme desselben beschrieben. MEYER ZU BAKUM und JARZMIK (2013) berichten, dass das Raufuttergebot für Monogastrier in Dänemark streng kontrolliert wird und Landwirte aus diesem Grund den Legehennen inzwischen vollmechanisiert Maissilage vorlegen. Die Praktiker berichten in Folge des Silageeinsatzes von geringerem Auftreten von Kannibalismus, geringerem Kraftfutterbedarf und höheren Tierleistungen. In der Schweinefütterung wird der Aufnahme von Rohfaser, die in Raufuttermitteln in vergleichsweise höheren Anteilen enthalten ist, ebenfalls eine Reihe von positiven Effekten zugesprochen. Es wird berichtet, dass durch die Aufnahme von rohfaserreichen Futtermitteln die Darmtätigkeit angeregt wird, das Auftreten von Durchfallproblemen gemindert wird und die Tiere gesättigt werden (LINDERMAYER et al., 2012). In der Endmast von Börgen kann durch den energieverdünnenden Effekt durch die Aufnahme von Raufutter (WERNER und SUNDRUM, 2008) außerdem einem übermäßigen Fettansatz vorgebeugt werden (RODEHUTSCORD, 2008).

2.2 Aktueller Stand der Aminosäurenversorgung in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Eine Aminosäurenversorgung von Geflügel und Schweinen mit Futterkomponenten, die zu 100 % aus ökologischer Erzeugung stammen, ist grundsätzlich möglich. Die Bandbreite an Eiweißfuttermitteln die dazu beitragen, ist vergleichsweise groß und je nach Verfügbarkeit der einzelnen Komponenten entstehen daraus die unterschiedlichsten Fütterungsstrategien (SUNDRUM et al., 2005). Tabelle 1 zeigt den Rohprotein-, den Lysin- und den Methioningehalt ausgewählter, in der ökologischen Tierhaltung eingesetzter, Eiweißfuttermittel. Bei der Interpretation der dargestellten Daten gilt es zu berücksichtigen, dass die Gehalte an Aminosäuren in den Futtermitteln in Abhängigkeit von z.B. Sortenwahl und Anbaustandort schwanken können. Analysedaten des von Thünen-Institutes in Trenthorst zeigen, dass dies für die ökologisch erzeugten Futterkomponenten insbesondere der Fall ist (AULRICH et al., 2011). Die

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

einheimischen Körnerleguminosen Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen weisen bei einem mittleren Rohproteingehalt einen hohen Lysingehalt und einen niedrigen Methioningehalt pro 100 g Rohprotein auf. Dadurch sind dem Einsatz dieser Eiweißfuttermittel in der Ration für Monogastrier Grenzen gesetzt. Die Aminosäure Methionin liegt bei einem hohen Rationsanteil im Mangel vor (EBERT und BERK, 2013). Der größtenteils aus importierter Ware (SCHAACK et al., 2011) hergestellte Sojakuchen weist im Verhältnis ebenfalls einen relativen Methioninmangel auf. Um diesen auszugleichen, bietet sich der Einsatz von Sonnenblumenkuchen an (BELLOF, o.J.). Dieses Importfuttermittel hat im Vergleich zu den Erbsen pro 100 g Rohprotein einen fast doppelt so hohen Methioningehalt. Auch Rapskuchen bieten sich zum Ausgleich des Methioninmangels in den Leguminosen an. Aufgrund von Schwierigkeiten beim Anbau von Raps unter ökologischen Bedingungen ist diese Futterkomponente aber häufig nicht verfügbar (SCHUHMACHER et al., 2011). Das Magermilchpulver bietet ebenso einen hohen Gehalt an Methionin pro 100 g Rohprotein, ist aber aufgrund der Nachfrage durch die Lebensmittelindustrie vergleichsweise teuer (LFL, o.J.). Fischmehl wird beispielsweise von Bioland nicht als Futtermittel zugelassen und kann daher trotz interessanter Aminosäurenverhältnisse nicht in allen Betrieben eingesetzt werden (BIOLAND, 2012b). Kartoffeleiweiß und Maiskleber weisen einen sehr hohen Rohproteingehalt auf und bringen auch beim Einsatz von kleinen Mengen nennenswert Aminosäuren in die Ration ein. Zumeist stammen diese Komponenten jedoch nicht aus ökologischer Erzeugung (SCHUHMACHER et al., 2011) und dürfen daher ab 2015 (Verordnung (EG) Nr. 889/2008) nicht mehr eingesetzt werden.

Tabelle 1: Rohprotein-, Lysin- und Methioningehalte ausgewählter Eiweißfuttermittel

Eiweißfuttermittel	XP-Gehalt (g/kg)	Lysingehalt (g/kg)	Methioningehalt (g/kg)	g Lysin/ 100 g XP	g Methionin/ 100 g XP
Erbsen ¹	190	13,9	2,1	7,3	1,1
Ackerbohnen ²	304	19,02	2,58	6,3	0,8
weiße Lupine ²	380	17,4	2,8	4,6	0,7
Luzernegrünmehl ¹	220	9,8	2,9	4,5	1,3
Sojakuchen ¹	443	25,7	5,8	5,8	1,3
Sonnenblumenkuchen ^{1,3}	386	14,2	8,1	3,7	2,1
Rapskuchen ²	306	23,9	8,5	7,8	2,8
Leinkuchen ²	354	15,2	6,7	4,3	1,9
Weizentrockenschlempe ¹	307	7,3	4,7	2,4	1,5
Magermilchpulver ²	367	30,7	10,2	8,4	2,8
Fischmehl ²	680	51,0	18,5	7,5	2,7
Kartoffeleiweiß ⁴	739	57,4	16,3	7,8	2,2
Maiskleber ⁴	623	10,3	14,8	1,7	2,4

¹ Quelle: eigene Erhebung im Rahmen des Projektes

² Quelle: online-Futtermitteldatenbank (DLG, 2014)

³ aus entschälter Saat

⁴ konventionelle Erzeugung, Quelle: LFL (2012)

XP: Rohprotein

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die aus physiologischer Sicht aufgrund ihres Aminosäurenmusters interessanten Eiweißfuttermittel entweder Importware, sehr teuer, nicht zulässig oder nur in geringen Mengen verfügbar sind. In der Praxis wird versucht, die vorhandenen Ressourcen so gut wie möglich zu nutzen. Beispielsweise werden in der Broilermast langsam wachsende Genotypen eingesetzt, die einen niedrigeren Nährstoffbedarf haben sollen. Außerdem wird mit der Phasenfütterung die Zusammensetzung der Futtermischung dem sich ändernden Bedarf angepasst. Schließlich wird versucht, das kompensatorische Wachstumspotential der Tiere zu nutzen (Sundrum et al., 2005).

Ein weiterer Weg, um mit den knappen Eiweißfuttermitteln geeignete Futtermischungen konzipieren zu können, ist die Absenkung des Energiegehaltes in den Futtermischungen. Zwischen dem Gehalt an umsetzbarer Energie in der Futtermischung und der Futteraufnahme besteht ein gerichteter Zusammenhang. Untersuchungen an Broilern, Mastputen und Legehennen zeigen, dass die Tiere mit abnehmendem Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) in der Ration die freiwillige Futteraufnahme steigern. Dabei stellen die Tiere die Futteraufnahmemenge auf ein Niveau ein, das zu einer identischen ME-Aufnahme führt (Bellof et al. 2005). Unter Beachtung der empfohlenen Verhältnisse zwischen dem Gehalt an Aminosäuren und dem Gehalt an Energie kann dieser Zusammenhang für eine bedarfsgerechte Versorgung der monogastrischen Nutztiere mit essentiellen Aminosäuren (AS) in der ökologischen Landwirtschaft genutzt werden. Die Absenkung der Nährstoffdichte in den Futtermischungen kann jedoch auch von Nachteil sein. SCHMIDT et al. (2010) berichten von höheren Anteilen an Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) in der Futtermischung, wenn diese Strategie verfolgt wird. In der Folge konnten die Autoren dünnere Faeces und eine verminderte Einstreuqualität beobachten. Möglicherweise ist damit die gleichzeitig aufgetretene, höhere Pododermatitisprävalenz zu erklären. DAMME (2004) berichtet ebenfalls von einer feuchteren Einstreu in Folge einer signifikant höheren Wasseraufnahme bei einer mit 100 % Biofütterung versorgten Broilergruppe. Die Vergleichstiere erhielten eine Futtermischung, die zu 99,9 % aus Öko-zertifizierten Komponenten und zu 0,1 % aus synthetisch gewonnenem DL-Methionin bestand. Der Autor betont, dass durch den geringen Gehalt an Methionin in den Biokomponenten die 100 % Bio-Ration 5,3 % mehr Rohprotein enthält als die Vergleichsration, die mit synthetischem Methionin ergänzt wurde. Der überschüssige Stickstoff muss über die Nieren verstoffwechselt und ausgeschieden werden. Dadurch erklärt sich der höhere Wasserbedarf. Abschließend kann festgestellt werden: Es fehlen derzeit Eiweißfuttermittel, die zum einen unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus regional erzeugt werden können und zum anderen eine bedarfsgerechte Methioninquelle darstellen.

2.3 Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung als Eiweißfuttermittel für Geflügel und Schweine

Eine enge Verzahnung der tierischen Erzeugung mit dem Pflanzenbau ist das wesentliche Ziel der ökologischen Landwirtschaft. Die Gestaltung mehrjähriger Fruchtfolgen ist dabei ein

zentrales Element. In diesem Zusammenhang soll die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit unter anderem durch den Anbau von Leguminosen sichergestellt werden. (Verordnung (EG) Nr. 834/2007). Diese Pflanzen gehen mit Knöllchenbakterien, die elementaren Stickstoff (N₂) aus der Umgebung fixieren können, eine Symbiose ein. Diese Eigenschaft sorgt für einen hohen Vorfruchtwert der Pflanzen und unterstreicht deren Bedeutung als Fruchtfolgeglied im ökologischen Landbau (POMMER et al., 2009). Neben den Körnerleguminosen wie Erbsen, Ackerbohnen und Sojabohnen werden auch kleinkörnige Leguminosen oder auch Gemenge dieser Pflanzen mit Gras zwecks Feldfutterbau oder Gründüngung angebaut (KOLBE, 2008). Rotklee, Weißklee und Luzerne, die vor der Knospe bis in der Knospe geworben werden, weisen vergleichsweise hohe Lysin- und Methioningehalte auf. Gleichzeitig ist der Rohfasergehalt verhältnismäßig gering. Der Methioningehalt dieser früh genutzten Pflanzen liegt bezogen auf 100 g Rohprotein über dem des Sojaproteins und fast doppelt so hoch wie im Erbsenprotein im Fall der Luzerne bzw. mehr als doppelt so hoch bei Rot- und Weißklee (Tabelle 2).

Tabelle 2: Potential von früh geworbenen kleinkörnigen Leguminosen bezüglich des Rohprotein- und Aminosäuregehaltes

Inhaltsstoffe	Rotklee ¹	Weißklee ¹	Luzerne ²	Erbsen ²	Sojakuchen ²
	frisch 1. Schnitt	frisch 1. Schnitt	frisch 2.Schnitt		
Trockensubstanz (%)	13	16	18	86	92
Rohfaser (g/kg TS)	151	185	217	62	61
Rohprotein (g/kg TS)	167	172	299	190	443
Lysin (g/kg TS)	13,0	12,0	18,0	13,9	25,7
Methionin (g/kg TS)	4,0	4,0	5,3	2,1	5,8
Lysin (g/100g XP)	7,8	7,0	6,0	7,3	5,8
Methionin (g/100g XP)	2,4	2,3	1,8	1,1	1,3

¹ Quelle: BERGER (2012)

² Quelle: Eigene Erhebungen im Rahmen des Projektes

TS: Trockensubstanz

XP: Rohprotein

Diese Darstellung unterstreicht das Potential, das diese einheimischen Futterpflanzen bezüglich der Aminosäureausstattung bieten. Für die Möglichkeiten des Einsatzes von Rotklee, Weißklee und Luzerne in der Ernährung monogastrischer Nutztiere ist allerdings entscheidend, dass diese Aminosäuren für das Tier eine hohe Verdaulichkeit aufweisen.

Der bei Schnittnutzung von Kleegrasmischungen erreichbare Futterwert für den Monogastrier ist nach ROTH und REENTS (2001) entscheidend vom Schnittzeitpunkt abhängig. Bedingt ist dies durch die absinkende Verdaulichkeit mit dem zunehmenden Anteil an Zellwandsubstanzen und deren stärkerer Lignifizierung bei fortschreitender Vegetation. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse von ROTH und REENTS (2001) für das als Silage konservierte Klee gras zu-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

sammenfassend dargestellt. Die Verdaulichkeit (Schwein) der organischen Substanz des betrachteten Materials liegt dabei beim Schnittzeitpunkt „vor der Knospe“ bei 56,9 % und sinkt zu „Beginn der Blüte“ auf 50,9 % ab. Für die Verdaulichkeit des Rohproteins ergibt sich dasselbe Bild auf etwas niedrigerem Niveau.

Tabelle 3: Veränderung des Futterwertes von Kleegrassilage für das Schwein in Abhängigkeit des Schnittzeitpunktes

Merkmal	<i>Vor der Knospe</i>	<i>In der Knospe</i>	<i>Beginn der Blüte</i>
Rohfasergehalt (g/kg TM)	186	229	251
Rohproteingehalt (g/kg TM)	223	207	187
Verdaulichkeit der organischen Substanz (%)	56,9	56,2	50,9
Verdaulichkeit des Rohproteins (%)	52,1	52,6	46,7

TM: Trockenmasse

Quelle: Eigene Darstellung nach ROTH und REENTS (2001)

Bei frischer Luzerne mit einem Rohfasergehalt von 20 % und einem Rohproteingehalt von 19 % weist die LFL (2012) Werte für das präcecal verdauliche Lysin von 69 % und für das präcecal verdauliche Methionin von sogar 80 % aus. Für frischen Rotklee mit 16,9 % Rohfaser und 18,5 % Rohprotein liegen die Werte auf demselben Niveau. Neben der Abnahme der Verdaulichkeit der organischen Substanz bzw. des Rohproteins bei steigenden Rohfasergehalten wird in der Literatur von einer geringeren Energiedichte in Silagen berichtet, wenn die Rohfaseranteile steigen. SCHUBIGER et al. (1997) kommen bei der Beurteilung des Futterwertes von Weißklee zu dem Schluss, dass durch den geringen Anteil an Zellwänden, diese strukturarmen Futterpflanzen nur zu 30 bis 50 % auf Wiesen und Weiden für Wiederkäuer eingesetzt werden sollten. Da die Futterstruktur für Geflügel und Schweine aber nicht, wie im Fall der Wiederkäuerernährung, von Relevanz ist, muss der Schnittzeitpunkt für den Einsatz bei diesen Tierarten aus einem anderen Blickwinkel gesehen werden. Für Luzerne werden nach Nehrung und Bayer (1967 zitiert in LFL 2013) die höchsten Trockenmasseerträge im Vegetationsstadium der Vollblüte erzielt. Die höchsten Rohproteinerträge werden allerdings bereits im Schossen (4-Schnittnutzung) bzw. in der Knospe (3-Schnittnutzung) erreicht. Für einen Einsatz der angesprochenen kleinkörnigen Leguminosen als Eiweißfuttermittel für Geflügel und Schweine ist aufgrund der dargestellten Zusammenhänge die Wahl eines sehr frühen Schnittzeitpunktes zwingend geboten.

Um diese Eiweißquellen das ganze Jahr über einsetzen zu können, ist eine Konservierung erforderlich. Denkbar ist hierbei die Silierung, die in der Regel mit betriebseigenen Maschi-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

nen oder mit Hilfe von Lohnunternehmen in jedem landwirtschaftlichen Betrieb realisiert werden kann. Basis dieser Konservierungsmethode ist die, durch Milchsäurebakterien bedingte, anaerobe Umwandlung der pflanzeigenen, leicht fermentierbaren Kohlenhydrate (insbesondere Zucker) zu dem natürlichen Konservierungsstoff Milchsäure. Die Milchsäurebildung bewirkt ein Absenken des pH-Wertes im Erntegut und macht es auf diese Weise lagerstabil (PAHLOW und HÜNTING, 2011). Rohprotein und Rohasche in den Pflanzen puffern diese Säurebildung ab, zusammengefasst als Pufferkapazität. Somit stehen diese Inhaltsstoffe einer raschen Ansäuerung des Erntegutes entgegen. Das Verhältnis von Zuckergehalt (Z) zu Pufferkapazität (PK), der „Z/PK-Quotient“, dient als Maß für die Siliereignung eines Materials (JÄNIKE, 2011). Vor diesem Hintergrund dürfte sich die Silierung von Weißklee, Rotklee und Luzerne aus spezieller Nutzung aufgrund des hohen Proteingehaltes (Z/PK-Quotient niedrig) schwierig gestalten. Insbesondere von der Luzerne wird, selbst in Mischungen mit Gräsern, von einer schwierigen Silierbarkeit berichtet (LFL, 2013; LOGES und THAYSEN, 2003). Die grundsätzlichen Stellschrauben für ein gutes Silierergebnis sind Luftabschluss bzw. Verdichten, ein ausreichender Anwelkgrad und ein geringer Verschmutzungsgrad (JÄNIKE, 2011) erhalten daher bei der Werbung von Grünleguminosensilagen aus spezieller Nutzung besondere Bedeutung. Beim Einsatz von Silagen in der Wiederkäuerfütterung sind der Vorzerkleinerung der zu konservierenden Pflanzen Grenzen gesetzt, da eine gewisse Struktur erhalten werden sollte. Dieser Aspekt spielt beim Einsatz in der Monogastrierfütterung keine Rolle. Daher kann durch gezieltes Kurzhäckseln der Pflanzen eine starke Verdichtung und somit die Schaffung anaerober Bedingungen im Futterstock erleichtert werden. Der Einsatz spezieller Ballenpress- und Wickeltechnik (LT Master, GÖWEIL, Kirchschatlag bei Linz, Österreich, Abbildung 2) trägt ebenso dazu bei, dass eine gute Verdichtung sichergestellt wird und auch klein gehäckseltes Material effektiv verpresst werden kann (GÖWEIL, 2014).



Abbildung 2: Press- Wickelkombination „LT Master“ der Firma GÖWEIL

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Für die Sicherstellung des Siliererfolges bei Ausgangsmaterial mit niedrigem Z/PK-Quotienten ist ein hoher Trockensubstanzgehalt wichtig (JÄNICKE, 2011). Eine ausreichende Anwelkung ist bei der Silierung von Grünleguminosen aus spezieller Nutzung also zwingend erforderlich. LOGES (o.J) weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass lange Feldliegezeiten zu großen Verlusten an leicht abbaubaren Kohlenhydraten führen und die Silierbarkeit, bedingt durch ein weiteres Sinken des Z/PK-Quotienten, in der Folge zusätzlich eingeschränkt wird. Muss während des Anwelkprozesses aufgrund niedriger Verdunstungsraten mehrfach gewendet werden, ist mit hohen Bröckelverlusten und somit einer Minderung der Futterqualität zu rechnen. Stabile, ausreichend warme Witterungsverhältnisse spielen daher im Rahmen der Werbung von Rotklee-, Weißklee- oder Luzernesilage aus spezieller Nutzung zusätzlich eine wichtige Rolle. Als Letztes ist bei der Ernte eine Verschmutzung möglichst zu vermeiden. Ansonsten bedingt ein Ansteigen des Rohaschegehaltes und somit der Pufferkapazität des Materials wiederum eine Einschränkung der Silierfähigkeit. Unter anderem durch die Bekämpfung von Kleinsäugern wie Maulwürfen und Wühlmäusen, die Wahl einer ausreichend hohen Mähwerkseinstellung und dem Verzicht auf aufwändiges Wenden können solche Verschmutzungen vermieden werden (NUSSBAUM, 2011). Im Hinblick auf das Ziel, die geworbenen Silagen als Eiweißfuttermittel einsetzen zu wollen, muss ein guter Silierverlauf mit einer raschen Absenkung des pH-Wertes in jedem Fall angestrebt werden. Untersuchungen von KOFAHL (2008) zu Folge kann dadurch der Proteinabbau während der Silierung von Grünfütterleguminosen eingeschränkt werden. In diesem Zusammenhang ist auch ein Einsatz von Silierhilfsmitteln denkbar, da dies aber nicht Bestandteil des vorliegenden Projektes ist, soll an dieser Stelle nicht genauer darauf eingegangen werden.

Eine Maßnahme, die im Rahmen dieses Projektes bei der Silagebereitung Anwendung gefunden hat, ist die technologische Aufbereitung des Erntegutes mit dem sogenannten „Bio-Extruder“ (siehe Abbildung 3), der von der Firma LEHMANN-MASCHINENBAU (Pöhl, Sachsen) entwickelt wurde.



Abbildung 3: Bioextruder der Firma Lehmann Maschinenbau

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Bei diesem Doppelschneckenextruder laufen zwei speziell konstruierte Schnecken im Prozess teil der Maschine ineinander. Während des Bearbeitungsprozesses wird das hineingegebene Material abwechselnd hohem Druck und hohen Temperaturen (ca. 60 bis 70 °C) ausgesetzt. Mehrere Druck-/Entspannungszyklen führen auf diese Weise zu einem Aufschluss der Zellen (> 90 %) und somit zu einer Freisetzung des Zellinhalts (LEHMANN MASCHINENBAU, 2013). Ursprünglich für die Aufbereitung von Substraten für den Einsatz in Biogasanlagen entwickelt, wird im Bioextruder die Oberfläche des Materials vergrößert. Durch die Zerstörung der Struktur der Lignocellulose wird die vor Abbau schützende Wirkung von Lignin teilweise aufgehoben und beispielsweise Hemicellulosen bzw. Zellulosen von Stroh zugänglich gemacht. Die Methangasausbeuten von Biogasanlagen lassen sich durch die Verwendung von auf diese Weise aufgeschlossenen Substraten steigern (LEHMANN und FRIEDRICH, 2012). Denkbar ist daher, dass auch der Aufschluss von Grünfütterleguminosen mit Hilfe des Bioextruders gelingen kann. Die in den Zellen der Pflanzen befindlichen Aminosäuren und Zucker würden auf diese Weise freigesetzt werden. Möglicherweise trägt dies dazu bei, dass

- a) durch die frei werdenden Zucker die Silierfähigkeit des Materials begünstigen und
- b) die Verdaulichkeit der Aminosäuren für Geflügel und Schweine verbessert wird.

Die Klärung dieser Hypothesen ist wichtiger Bestandteil des Projektes. Aufgrund der kompakten Bauweise des Bioextruders ist ein überbetrieblicher Einsatz möglich und der Vorteil der Silierung, dass diese Konservierungsmethode direkt auf dem landwirtschaftlichen Betrieb erfolgen kann, bleibt gewahrt.

2.4 Beeinflussung der Produktqualität (Eier und Fleisch) durch hohe Grünfütteranteile in der Futtermation von Geflügel und Schweinen

Grünfütter, wie beispielsweise Gras, Grassilagen, Kleesilagen oder Luzernegrünmehl enthalten neben den nutritiven Inhaltsstoffen wie Aminosäuren auch vergleichsweise hohe Mengen an Carotinoiden. SEEMANN (1999) gibt den Carotinoidgehalt von Grasgrünmehl mit 140 mg/kg, den von Luzernegrünmehl sogar mit 180 mg/kg an. Über das Futter aufgenommen, beeinflussen diese natürlichen Farbstoffe die visuellen Produkteigenschaften von Eiern und Fleisch. In einer Untersuchung von KARADAS et al. (2006) konnte am Beispiel von Wachteleiern nachgewiesen werden, dass ein höherer Carotinoidgehalt im Futter, der aus einer Beimischung eines Luzerneextraktes resultierte, sich auf den Carotinoidgehalt und damit die Farbe

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

der Eidotter auswirkte. Zur Beurteilung der Eidotterfarbe kann der Farbfächer (Firma DSM) herangezogen werden. Die mit Werten von 1 bis 15 gekennzeichneten, unterschiedlichen Gelb- bis Orangetöne werden bei dieser Methode direkt mit dem Farbton des Eidotters verglichen. Laut GRASHORN (2008) werden im süddeutschen Raum vom Verbraucher Eidotter mit einem vergleichsweise dunklen Farbfächerwert von 13 bevorzugt. OFOSU et al. (2010) ermittelten hingegen im Rahmen einer sensorischen Untersuchung von Eiern eine Präferenz für die helleren Eidotter. Diesbezüglich ist der Arbeit von BEARDSWORTH und HERNANDEZ (2004) zu entnehmen, dass die bevorzugte Dotterfärbung von Land zu Land verschieden ist. Bei der Produktion von Eiern unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus muss auf den Zusatz von Farbstoffen im Futter verzichtet werden (Verordnung (EG) Nr. 834/2007). Daher ist die Dotterfärbung bei Bioeiern generell weniger intensiv (GRASHORN, 2008). Eine Möglichkeit die Eidotterfarbe unter ökologischen Bedingungen dennoch zu beeinflussen, ist unter anderem der Einsatz carotinoidreichen Grünfutters. STEENFELDT und HAMMERSHØJ (2010) ist es zum Beispiel gelungen, mit nach Öko-Richtlinien gehaltenen Legehennen, durch das Angebot von Luzernesilage, Eier mit signifikant kräftiger gefärbten Eidottern zu produzieren. Carotinoide im Futter färben jedoch nicht nur die Eidotter, sie haben ebenso Einfluss auf die Farbe der Haut des Geflügels und können somit auch die Akzeptanz des Fleisches durch den Verbraucher beeinflussen (SEEMANN, 1999). Tunesische Wissenschaftler stellten in diesem Zusammenhang bei einem Vergleich einer lokalen, langsam wachsenden Broilerrasse mit einer schnell wachsenden Genetik fest, dass die Tiere der extensiven Genetik den angebotenen Auslauf intensiver nutzten und dort nennenswerte Mengen an Luzerne aufnahmen. In der Folge wiesen die Tiere der extensiven Rasse eine signifikant intensivere Pigmentierung der Haut auf (RAACH-MOUJAHED und HADDAD, 2013).

Grünfuttermittel wie die Luzerne sind nicht nur carotinoidhaltig, sie weisen auch hohe Gehalte an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (polyunsaturated fatty acids, PUFA) wie z.B. Linol- und Linolensäure auf (GAWEL und GRZELAK, 2012). In einer Übersichtsarbeit schildern WOOD et al. (2008), dass hohe Anteile an mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Futter das Fettsäuremuster im Muskel- und Fettgewebe von Schweinen entscheidend beeinflussen können. Diesbezüglich berichten HANSEN et al. (2006), dass durch den Einsatz von Kleesilage in der Schweinemast der Gehalt der Omega-3-Fettsäure α -Linolensäure im Fettgewebe der Tiere im Vergleich zu mit Krafffutter gefütterten Schweinen um etwa das zehnfache höher ist. Ebenso stellten BELLOF et al. (1998) fest, dass mit zunehmenden Grassilageanteil in der täglichen Ration von Mastschweinen, der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Rückenspeck der Tiere ansteigt. RUDOLPH et al. (2011) beschreiben eine Erhöhung des Anteils an Omega-3-Fettsäuren im Schweinespeck, wenn die Tiere Kleesilage oder Luzernegrünmehl gefressen hatten. Vergleichbare Beobachtungen machten CASTELLINI et al. (2002) bei Mastbroilern. Bei ansonsten gleichen Fütterungsbedingungen wiesen die Tiere,

die Zugang zu einem Grünauslauf hatten, signifikant höhere Anteile an ungesättigten Fettsäuren und insbesondere höhere Anteile an Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA) im Fleisch auf als die Vergleichsgruppe. Nicht nur die Fettsäurezusammensetzung im Muskel- und Fettgewebe kann über das Futter beeinflusst werden. Es ist bekannt, dass auch das Fettsäuremuster im Hühnerfleisch sich leicht über das Fettsäuremuster der Futterquelle verändern lässt (GRASHORN, 2008). Die Beeinflussbarkeit des Fettsäuremusters in den tierischen Produkten ist vor dem Hintergrund, wertvolle tierische Lebensmittel für die Humanernährung erzeugen zu wollen, sehr interessant. Fettsäuren wie die Linolsäure und die α -Linolensäure sind für den Menschen essentiell und müssen daher über die Nahrung zugeführt werden. Des Weiteren wird empfohlen, auf eine ausreichende Aufnahme von mehrfach ungesättigten Fettsäuren, anstelle gesättigter Fettsäuren zu achten, da diesen vorbeugende Effekte in Bezug auf Herzerkrankungen zugesprochen werden. Möglicherweise bestehen auch Zusammenhänge zwischen dem Anteil mehrfach ungesättigter Fettsäuren in der Nahrung und dem Auftreten von Diabetes bzw. Krebserkrankungen. Aktuell liegen die Empfehlungen zur Aufnahme der Linolsäure bei mindestens 2,5 %, zur Aufnahme der α -Linolensäure bei mindestens 0,5 % und zur Aufnahme an mehrfach ungesättigten Fettsäuren zwischen 6 und 11 % pro Tag, wenn Mangelerscheinungen vermieden werden sollen. Zudem wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sowohl die Eicosapentaensäure als auch die Docosahexaensäure zu einer gesunden Ernährungsweise beitragen können (FAO, 2010). In der Eierproduktion nutzt man diesen Hintergrund bereits als Marketingargument und produziert gezielt Eier mit einem höheren Gehalt an Omega-3-Fettsäuren (GRASHORN, 2008). Andererseits wird die Anreicherung des Produktes mit ungesättigten Fettsäuren allerdings auch kritisch gesehen. HANSEN et al. (2006) weisen darauf hin, dass ein höherer Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Schweinefleisch zu Problemen in der Verarbeitung und Lagerung des Fleisches führen kann, da das Produkt schneller ranzig wird. Außerdem können der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren und die damit verbundenen oxidativen Prozesse im Fleisch auch den Geschmack und die Farbe beeinflussen (WOOD et al. 2003, GAWEL und GRZELAK, 2012). Da natürliche Antioxidantien aber ebenso wie die mehrfach ungesättigten Fettsäuren in Grünpflanzen enthalten sind, ist denkbar, dass beispielsweise beim Einsatz von Luzerne in der Ernährung von Monogastriern, in der Summe die Produktqualität verbessert werden kann (GAWEL und GRZELAK, 2012). KARKOWSKA et al. (o.J.) haben gezielt das Redoxpotential und die Fettoxidation von Schweinefleisch untersucht. Eine Supplementation des Futters mit einem Luzerneextrakt blieb ohne Einfluss auf diese beiden Merkmale, so dass die Autoren zu dem Schluss kommen, dass die Aufnahme von Luzerne nicht für den schnelleren Verderb des Fleisches verantwortlich zu sein scheint. Eine ähnliche Betrachtung bei Broilerfleisch ist in der Arbeit von CASTELLINI et al. (2002) zu finden. Bei dem Fleisch mit höheren Anteilen an mehrfach ungesättigten Fettsäuren konnte zwar

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

eine höhere Lipidoxidation festgestellt werden, Auswirkungen auf die Akzeptanz durch den Verbraucher gab es allerdings nicht.

Ein weiterer Parameter der Produktqualität ist der Cholesteringehalt in Fleisch und Eiern. Aus der Literatur liegen Berichte vor, dass der Cholesteringehalt im Fleisch von Tieren, die Luzerne mit ihrem Futter aufgenommen haben, niedriger lag (GAWEL und GRZELAK, 2012, PONTE et al. 2004). Dieser Aspekt ist aus Sicht der Humanernährung ebenso interessant wie die Möglichkeit über das Futter das Fettsäuremuster in den Produkten zu beeinflussen. Denn bei einem erhöhten Plasma-Cholesterinspiegel kann die Umstellung auf cholesterinarme Ernährung dazu beitragen, den Cholesterinspiegel zu senken (BIESALSKI et al., 2011).

Bezüglich der Sensorik des Fleisches scheinen dem Einsatz von Grünfütter wie Luzerne in der Fütterung allerdings Grenzen gesetzt zu sein. PONTE et al. (2004) berichten, dass in sensorischen Tests das Fleisch der Broiler, die nur moderate Anteile an Luzerne gefressen hatten im Vergleich zu dem Fleisch der Tiere, die hohe Anteile Luzerne gefressen hatten bevorzugt wurde. Da Broiler, die unter ökologischen Bedingungen gehalten werden, in der Regel Zugang zu Grünauslauf haben, ist vorstellbar, dass sich hierdurch auch Effekte auf die Sensorik des Fleisches ergeben. RISTIC et al. (2007) konnten diese Hypothese in einer breit angelegten Studie allerdings nicht bestätigen.

Insgesamt ist nach der Sichtung der Literatur zu erwarten, dass durch den Einsatz von Grünleguminosensilagen aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der Geflügel- und Schweinefütterung einzelne Qualitätsparameter der Produkte, wie Fleisch- und Eidotterfarbe, Fettsäurezusammensetzung in den Eiern sowie im Fleisch, der Cholesteringehalt in den Eiern und im Fleisch sowie die Sensorik der Hähnchenfleisches beeinflusst sein könnten. Aufgrund dessen ist die Erfassung solcher Produktqualitätsparameter sowie die Bewertung der daraus resultierenden Ergebnisse ebenfalls Teil des vorliegenden Projektes.

2.5 Mögliche Vorteile des Einsatzes von Grünleguminosensilagen aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Die letzten Kapitel haben die Beweggründe Rotklee, Weißklee und Luzerne aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung als Silage zu konservieren und in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung einzusetzen, aus verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet. Die spezielle Nutzung ist dabei definiert als Nutzung eines sehr frühen Vegetationsstadiums („Schossen“ bzw. „vor der Knospe“, evtl. „in der Knospe“) mit dem Ziel aminosäurereiches und zugleich ligninarmes Material zur Ernährung monogastrischer Nutztiere zu

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

werben. Zusammenfassend können die Argumente, die für eine Überprüfung der Eignung von „Grünleguminosensilage aus spezieller Nutzung“ bzw. „Grünleguminosensilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung“ als Eiweißfuttermittel für Geflügel und Schweine in ökologisch wirtschaftenden Betrieben sprechen, wie folgt aufgelistet werden:

- Nutzung des Potentials einheimischer Pflanzen als Eiweißfuttermittel. Erfüllung der Forderung nach ökologisch und regional erzeugten Futtermitteln
- Die vergleichsweise hohe Methioninlieferung eröffnet Spielräume für den zusätzlichen Einsatz von methioninarmen Körnerleguminosen in der Tagesration
- Sinnvolle (zusätzliche) Verwertung der obligatorischen Grünleguminosenaufwüchse in ökologisch wirtschaftenden Betrieben, die weder Wiederkäuer halten, noch eine Biogasanlage betreiben.
- Konservierung des Materials als Silage kann durch betriebseigene oder überbetrieblich eingesetzte Maschinen ressourcenschonend, ohne weite Transportwege erfolgen.
- Erfüllung des Raufuttereinsatzes mit einem Material, das neben einer Beschäftigungsmöglichkeit den Tieren auch einen nutritiven Wert liefert.
- Leistung eines Beitrages zur Tiergesundheit durch Reduzierung von Kannibalismus mittels Beschäftigung und Verbesserung der Darmgesundheit durch Aufnahme von Ballaststoffen und probiotisch wirksamer Milchsäure.
- Positive Effekte auf die Produktqualität durch hohe Grünfutteranteile in der Ration (Fettsäuremuster und Cholesteringehalt in Eiern und Fleisch, Gelbfärbung der Eidotter).

3 Futterbereitstellung

3.1 Silagewerbung

3.1.1 Material und Methoden

Ernte im Jahr 2012

Die Ergebnisse aus Vorversuchen im Jahr 2011 (BERGER, 2012) zeigten für Silagen aus verschiedenen Klee- und Kleegrasmischungen Unterschiede im Rohproteingehalt. Vor dem Hintergrund, dass die zu werbende Silage als Eiweißfuttermittel eingesetzt werden soll, war dieser Parameter von besonderem Interesse. Aufgrund des Rohproteingehaltes, sowie der damit verbundenen Lysin- und Methioningehalte der Silage aus 90 % Luzerne und 10 % Weißklee im Jahr 2011 wurde entschieden, für die Ernte 2012 einen Aufwuchs dieser Saatmischung (90 % Luzerne, Sorte „Franken“ und 10 % Weißklee, Sorte „Sonja“) zu nutzen. Es wurde der Aufwuchs einer ca. 4 ha großen Fläche des Versuchsgutes in Viehhausen mehrmals genutzt:

Zur Unterdrückung von Unkräutern wurde am 27.04.12 ein Schröpfschnitt durchgeführt. Mit Hilfe eines Ladewagens wurde der Aufwuchs abgefahren.

Der 2. Schnitt des Jahres erfolgte am 02.06.2012. Dabei kam ein selbstfahrender Mäh-aufbereiter der Firma KRONE (Big M) zum Einsatz. Aufgrund der schlechten Witterung konnte dieser Schnitt leider nicht ausreichend angewelkt werden. Das Mähgut wurde abgefahren.

Am 03.07.2012 wurde die Fläche in Viehhausen ein drittes Mal gemäht. Auch in diesem Fall kam ein Selbstfahrer (Big M) zum Einsatz. Nach einmaligem Wenden und einer parallel durchgeführten Schnelltrockenmassebestimmung wurde der Aufwuchs am Folgetag bei ca. 30 % Trockensubstanz (TS) geschwadet und anschließend mit einem Feldhäcksler auf eine Länge von ca. 6 mm zerkleinert. Eine Maisballenpresse (LT-Master, Firma GÖWEIL, siehe Abbildung 2) ermöglichte das Verdichten und Einwickeln des Materials in Silierfolie. Ein Teil der Ballen des Materials aus dieser „speziellen Nutzung“ wurde unter der Bezeichnung „Silage gehäckselt“ eingelagert. Der andere Teil wurde auf einen LKW geladen und zur Firma LEHMANN MASCHINENBAU, Pöhl (Sachsen) transportiert. Dort erfolgte am Folgetag die Behandlung des Materials mit dem Doppelschneckenextruder (siehe Abbildung 3). Das Prinzip dieses Extruders beruht auf einem thermodynamischen Aufschluss. Hierbei unterliegt das Material durch mehrere Druck- und Entspannungszyklen einer Zerkleinerung sowie hohen Temperaturen (60 - 70 °C) und wird auf diese Weise aufgeschlossen. Die Zellwandstrukturen werden zerstört und der hochverdauliche Zellinhalt (Proteine, Zucker, Fette) wird freigesetzt

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

(LEHMANN MASCHINENBAU, 2013). Das extrudierte Erntegut wurde anschließend erneut in luftdichte PE-Säcke verpackt und mit einer Presse der Firma STOCK-ROTH verdichtet. Im Anschluss erfolgte der Rücktransport nach Weihestephan und die Einlagerung dieses „speziell genutzten und technologisch aufbereiteten“ Materials unter der Bezeichnung „Silage extrudiert“. Alternativ bestünde die Möglichkeit, den Bioextruder auf den jeweiligen landwirtschaftlichen Betrieb zu bestellen, also überbetrieblich einzusetzen. Aufgrund der vergleichsweise kleinen Erntemenge stellte sich der Transport des Erntegutes nach Pöhl jedoch als kostengünstigere Variante heraus.

Am 08.08.12 wurde ein 4. Schnitt geworben. Das gesamte Vorgehen entsprach dem des 3. Schnittes, außer dass beim Ziel-Trockensubstanzgehalt durch das Anwelken nun 45 % TS angestrebt wurden.

Ernte im Jahr 2013

Für das Jahr 2013 war eine weitere Ernte von einer neu angesäten Fläche der Versuchsstation Viehhausen vorgesehen. Im Jahr 2012 wurde hier eine Mischung aus 90 % Luzerne und 10 % Weißklee ausgesät. Bei der Auswahl der Luzernesorte *Plato* wurde auf die Eigenschaft eines hohen Rohproteingehaltes geachtet. Auswinterungsschäden im Winter 2012/2013 haben die Pflanzen allerdings so stark geschädigt, dass davon abgesehen wurde diese zu nutzen. Um trotzdem die erforderlichen Futtermengen für die geplanten Schweinemastversuche bereitstellen zu können, wurde in der Umgebung nach einem ökologisch geführten Luzernebestand gesucht, der für diesen Zweck genutzt werden konnte. Letztendlich konnte am 07.07.2013 eine ca. 6 ha große Fläche in Oberschleißheim nach demselben Schema wie in 2012 beerntet werden. Nach Auskunft des Betriebsleiters wurde auf dieser Fläche die Luzerne im Jahr 2010 in Reinsaat ausgesät und dann jährlich mit 3-4 Schnitten genutzt. Bei der für das vorliegende Projekt genutzten Ernte handelte es sich um den 2. Schnitt. Der erste Schnitt des Jahres 2013 erfolgte nur drei Wochen vorher am 14.06.2013. In den Jahren 2012 und 2013 wurde auf dieser Fläche je zweimal Kieserit gedüngt.

Silageeinsatz in den Fütterungsversuchen

Für den Einsatz der Silagen in den Fütterungsversuchen wurden die Silageballen (gehäckselte Silage) bzw. – PE-Säcke (extrudierte Silage) nach Bedarf geöffnet und das fertig silierte Gut portioniert in Vakuumbutel umverpackt. Dieses Vorgehen war erforderlich, da ansonsten aufgrund der geringen Tierzahlen in den Fütterungsversuchen, die Silage nicht rechtzeitig vor dem Verderb hätte verbraucht werden können.

3.1.2 Ergebnisse

Tabelle 4 zeigt die Nährstoffzusammensetzung des frischen und silierten Materials der geernteten Luzerne. Tabelle A 1 und Tabelle A 2 im Anhang zeigen weitere Analyseergebnisse. Das Material des 3. Schnittes 2012 wurde auf knapp 30 % TS-Gehalt angewelkt. Der 4.Schnitt im August 2012 wurde wesentlich trockener mit ca. 45-50 % TS geworben. Das frische Erntegut des 3. Schnittes 2012 weist einen hohen Gehalt sowohl an Rohprotein (28,6 % in TM) als auch an Lysin (1,4 % in TM) und Methionin (0,4 % in TM) auf. Im Verlauf des Silierprozesses kam es dann zu einem starken Abbau an Rohprotein und sogar zu einer Halbierung des Lysingehaltes. Der Methioningehalt blieb dagegen von diesen Vorgängen weitgehend unbeeinflusst. Demgegenüber weist das frische Material des 4. Schnittes 2012 nur einen mittleren Rohproteingehalt von 23,9 % in TM auf. Hier hat die Silierung allerdings die Gehalte an Rohprotein und Lysin kaum beeinflusst. Der Lysingehalt in der Silage des 4.Schnittes 2012 liegt bei 1,3 % in TM und der Methioningehalt bei 0,4 % in TM. Die ermittelten Milch- und Buttersäuregehalte lassen allerdings keinen Schluss auf unterschiedliche Gärqualitäten der Silage zu (siehe Tabelle A 1 im Anhang). Die durchgeführte Sinnenprüfung für die Silagen, führte aber zu der Schlussfolgerung, dass in der Silage des 3. Schnittes 2012 vermehrt Buttersäure gebildet wurde, was zu einem verstärktem Rohproteinabbau führte. Die gehäckselte Silage der Ernte 2013 weist einen Trockensubstanzgehalt von 45 % auf. Die extrudierte Silage der Ernte 2013 ist mit 41,5 % Trockensubstanzgehalt etwas feuchter. Das frische Material hat mit 1,8 % Lysin und 0,53 % Methionin sehr hohe Aminosäuregehalte. In den fertigen 2013er Silagen liegen diese Werte mit 1,2 bzw. 1,3 % Lysin und 0,33 bzw. 0,31 % Methionin darunter. Gleichzeitig weist das frische Material gegenüber den fertigen Silagen mit 21,7 % einen um etwa 10 % niedrigeren Gehalt an Rohfaser auf. Offenbar wurden beim Schwaden und Häckseln auf dem Boden liegendes Material, welches aus dem ersten Schnitt stammte, aufgenommen.

Tabelle 4: Nährstoffzusammensetzung von frisch geernteter Luzerne und Luzernesilage (% in TM) in den Erntejahren 2012 und 2013

Schnitt	Datum	Material	TM	XP	XL	XF	XA	Lysin	Methionin
1	27.04.12	frisch bei Ernte	17,4	28,9	2,3	17,1	10,7	0,7	0,39
2	02.06.12	frisch bei Ernte	15,8	20,7	2,3	27,9	10,6	1,2	0,31
3	03.07.12	frisch bei Ernte	14,8	28,6	2,4	21,8	12,6	1,4	0,40
3		Silage gehäckselt	26,4	24,5	3,8	24,2	13,6	0,6	0,38
3		Silage extrudiert	28,0	21,0	4,8	31,4	12,1	0,6	0,28
4	08.08.12	frisch bei Ernte	21,8	23,9	2,5	17,0	11,5	1,3	0,40
4		Silage gehäckselt	45,2	22,6	2,5	22,5	12,4	1,1	0,30
4		Silage extrudiert	46,0	22,2	2,5	21,2	13,4	1,1	0,30
2	07.07.13	frisch bei Ernte	17,9	29,9	4,3	21,7	11,3	1,8	0,53
2		angewelkt	33,6	24,5	3,1	28,3	11,1	1,1	0,35
2		Silage gehäckselt	45	22,5	2,9	30,6	10,6	1,2	0,33
2		Silage extrudiert	41,5	23,1	3,4	32,7	11,6	1,3	0,31

TM: Trockenmasse
 XP: Rohprotein
 XL: Rohfett
 XF: Rohfaser
 XA: Rohasche

3.2 Herstellung von Geflügelfutterpellettes

Im November 2012 ergab sich die Möglichkeit, die Firma LEHMANN MASCHINENBAU, Pöhl (Sachsen) zu besuchen und mit Vertretern der Geschäftsführung die Zwischenergebnisse der Versuche zu diskutieren. Dabei wurde von der Firma LEHMANN ein neues Verfahren vorgestellt, bei dem stärkereiche Futterpflanzen, wie beispielsweise Roggen-Ganzpflanzensilage, in einem Arbeitsdurchgang extrudiert und pelletiert werden können. Daraus entwickelte sich die Idee, mit Hilfe der Technik der Firma LEHMANN MASCHINENBAU, ein Alleinfutterpellet herzustellen, das die Luzernesilage sowie das entsprechende Kraffutter enthält. Aufgrund der Beobachtungen in den Vorversuchen mit Geflügel erschien es erforderlich, einen Weg zu finden mit dem die Silageaufnahme beim Geflügel zielgerichtet erhöht werden kann. Die Darreichungsform „Pellet“ könnte ein möglicher Lösungsansatz sein. Daher wurden für die Fütterungsversuche mit Legehennen und Masthähnchen die gehäckselte Silage (4. Schnitt, 2012) und der jeweilige Ergänzer in den vorgesehenen Mischungsverhältnissen (bezogen auf lufttrockene Substanz, 88 % TS) vermischt und dann sowohl extrudiert als auch pelletiert. Zur Sicherstellung der Lagerfähigkeit der auf diese Weise hergestellten Geflügelfutterpellets wurde die Mischung vor dem Extrudieren mit Propionsäure versetzt. Abbildung 4 verdeutlicht den Herstellungsprozess der auf diese Weise produzierten Alleinfutterpellets.

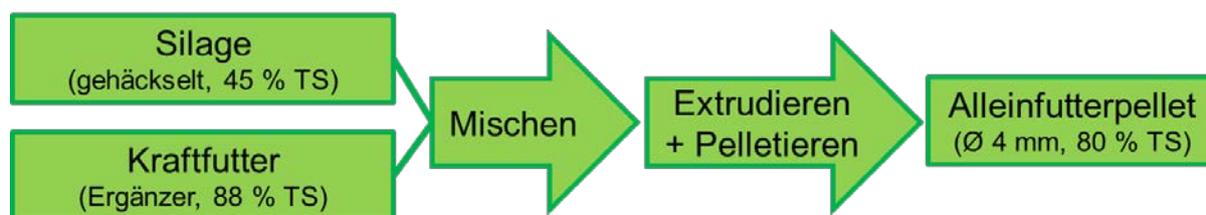


Abbildung 4: Verfahrensschema zur Herstellung von Geflügelfutterpellets

3.3 Verdaulichkeitsbestimmungen für die Luzernesilage

Die Beurteilung der Verdaulichkeit der Silage erfolgte auf diversen Ebenen. Im Rahmen des Verbundprojektes ICOPP wurde vom Projektpartner MTT in Finnland die In vitro-Verdaulichkeit der Silagen bestimmt. Die Ergebnisse dazu werden im Folgenden dargestellt. Die Universität Hohenheim führt im Rahmen eines vom BÖLN geförderten Projektes unter der Leitung von Prof. Dr. Michael Grashorn Versuche zur Bestimmung der In vivo-Verdaulichkeit der Silagen des 4. Schnittes der Ernte 2012 an Masthühnern durch. Zum Zeitpunkt der Vorlage dieses Schlussberichtes sind die Untersuchungen in Hohenheim noch nicht abschließend ausgewertet. Die Ergebnisse können nach Abschluss des Hohenheimer Projektes mit dem Titel „Bestimmung präcecaler Verdaulichkeitskoeffizienten für heimische Energiefuttermittel für die Hühnermast“ im entsprechenden Schlussbericht nachgelesen werden. In vivo-Versuche mit den Silagen der Ernte 2013 an Mastschweinen sind Teil des vorliegenden Projektes. Die Untersuchungen wurden im Lehr- und Versuchsbetrieb der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) durchgeführt. Die entsprechenden Ergebnisse sind Teil des Kapitels 3.3.2.

3.3.1 In vitro-Verdaulichkeiten

Am MTT in Finnland wurden die ileale Verdaulichkeit der Trockensubstanz, die ileale Verdaulichkeit des Stickstoffs und die faecale Verdaulichkeit der organischen Substanz beim Schwein mit In vitro-Methoden ermittelt. Die Bestimmung der faecalen Verdaulichkeit der organischen Substanz erfolgte nach der Methode von BOISEN und FERNÁNDEZ (1997). Dabei wird die fein vermahlene Probe des zu untersuchenden Futtermittels zunächst mit einem Phosphatpuffer verrührt. Nach der Zugabe von Salzsäure wird der pH-Wert auf 2 eingestellt. Im nächsten Schritt erfolgt die Zugabe von Pepsin. Das zuletzt dazugegebene Chloramphenicol soll einem Bakterienwachstum entgegenwirken. Der Inhalt der verschlossenen Glaskolben wird nun für zwei Stunden bei 39 °C gerührt. Im zweiten Schritt wird erneut ein Phosphatpuffer sowie eine Natriumhydroxidlösung hinzugegeben. Nun wird der pH-Wert auf 6,8 eingestellt. Nach der Zugabe von Pancreatinlösung wird der Glaskolben erneut verschlossen und der Inhalt vier Stunden lang bei 39 °C gerührt. Im letzten Schritt wird eine EDTA-Lösung

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

hinzugefügt und der pH-Wert mit Hilfe von Essigsäure auf 4,8 eingestellt. Die gesamte Mischung wird dann mit einem Multienzymkomplex vermischt, erneut verschlossen und für 18h bei 39°C gerührt. Die unverdauten Reste werden abfiltriert und bis zur Massekonstanz getrocknet. Zum Schluss erfolgt noch die Veraschung. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz errechnet sich letztlich aus der Differenz des Gehaltes an organischer Substanz in der Ausgangsprobe und dem unverdauten Rest. Für die In vitro-Bestimmung der ilealen Verdaulichkeit der Trockensubstanz und des Stickstoffes kam ebenfalls die Methode von BOISEN und FERNÁNDEZ (1995) zum Einsatz. Die Behandlung mit den einzelnen Chemikalien unterscheidet sich dabei im ersten und zweiten Schritt lediglich durch eine längere Inkubationsdauer von 6h bzw. 18h von der Bestimmung der Verdaulichkeit der organischen Substanz. Danach wird Sulfosalicylsäure hinzugefügt. Die gelösten, aber nicht verdauten Proteine werden durch eine 30 minütige Inkubation bei Raumtemperatur ausgefällt. Die unverdauten Reste werden anschließend abfiltriert und über Nacht bei 80 °C getrocknet. Aus der Differenz zwischen dem Gehalt an Trockensubstanz der Ausgangsprobe und dem unverdauten Rest wird die Verdaulichkeit der Trockensubstanz errechnet. Über das Kjeldahl-Verfahren wird als nächstes der Stickstoffgehalt im unverdauten Rest ermittelt. Die Verdaulichkeit des Stickstoffes ergibt sich dann aus der Differenz zwischen dem Stickstoffgehalt in der Futterprobe und dem Stickstoffgehalt im unverdauten Rest. Die daraus resultierenden In vitro-Verdaulichkeiten sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Ausgewählte Rohnährstoffgehalte der Luzernesilagen sowie deren In vitro-Verdaulichkeiten (VD) beim Schwein

Luzernesilage	XP-Gehalt (g/kg TS)	XF-Gehalt (g/kg TS)	ileale VD d.TS (%)	ileale VD d. XP (%)	faecale VD d.OS (%)
3. Schnitt 2012 extrudiert	246	302	37,95	81,38	59,73
3. Schnitt 2012 gehäckselt	261	286	40,27	83,73	60,32
4. Schnitt 2012 extrudiert	231	201	43,09	81,45	69,13
4. Schnitt 2012 gehäckselt	226	216	47,28	83,41	67,51
2. Schnitt 2013 extrudiert	231	300	43,91	85,05	63,72
2.Schnitt 2013 gehäckselt	231	289	44,82	86,18	65,58

XP: Rohprotein

XF: Rohfaser

TS: Trockensubstanz

OS: organische Substanz

Insgesamt unterscheiden sich die In vitro-Verdaulichkeiten zwischen den verschiedenen Schnitten nicht gravierend. Die ileale Verdaulichkeit der Trockensubstanz liegt zwischen 38 % und 47 %. Die ileale Verdaulichkeit des Rohprotein erreicht hohe Werte von über 80 % und die faecale Verdaulichkeit der Organischen Substanz liegt zwischen 60 % und 70 %. Zwischen der jeweils extrudierten und gehäckselten Version der Silage sind keine großen Un-

terschiede in den In vitro- Verdaulichkeiten feststellbar. In den meisten Fällen weist die gehäckselte Version der jeweiligen Silage jedoch einen um 0,5 % bis 4 % höheren Wert auf.

3.3.2 Verdauungsversuche mit Mastschweinen

Die Verdauungsversuche mit Mastschweinen wurden parallel zum Fütterungsversuch mit Mastschweinen an der HSWT durchgeführt. Hierzu wurden acht männliche Kastraten (Herkunft wie im Mastversuch, siehe Kapitel 4.3.1) in zwei Gruppen aufgeteilt (Gruppe 1 und 2) und paarweise in Boxen, die mit Miscanthus bzw. Holzspänen eingestreut waren, gehalten. Bis zu einer Lebendmasse von ca. 75 kg wurden die Tiere auf dieselbe Weise wie die Schweine des Mastversuches gefüttert. Als Futtermittel kamen die Krafftuttermischungen und Silagen zum Einsatz, die auch im Fütterungsversuch mit Mastschweinen verwendet wurden. Gruppe 1 wurde mit Alleinfutter (bis 60 kg Alleinfutter der Anfangsmast, danach Alleinfutter der Mittelmast) versorgt. Die Tiere der Gruppe 2 erhielten den Ergänzer (bis 60 kg Ergänzer der Anfangsmast, danach Ergänzer der Mittelmast) und die Silage in der gehäckselten Variante. Im Anschluss wurden in drei aufeinanderfolgenden Verdauungsversuchen zum einen der im Mastversuch eingesetzte Ergänzer der Mittelmast und zum anderen die eingesetzte Silage, in der gehäckselten und der extrudierten Variante geprüft. Die Silagen wurden dabei in einem Differenzversuch geprüft und mit dem Ergänzer zusammen vorgelegt. Der Ergänzer wurde dazu mit dem Marker Titandioxid vermischt. Zur Vorbereitung auf die Verdauungsversuche wurden die Tiere ab einer Woche vor Beginn der Versuche mit dem Pruffutter in restriktiver Menge versorgt. Gruppe A erhielt in dieser Phase den mit Titandioxid versetzten Ergänzer der Mittelmast aus dem Mastversuch. Die Tiere der Gruppe 2 erhielten den mit Titandioxid versetzten Ergänzer der Mittelmast und die gehäckselte Silage. Die Verdauungsversuche wurden auf einem Ernhrungsniveau von 2,5 durchgeführt. Das bedeutet, dass die Tiere mit dem 2,5-fachen ihres aktuellen Erhaltungsbedarfs versorgt wurden. Zur Kalkulation des Erhaltungsbedarfs wurde vor Beginn des jeweiligen Verdauungsversuches das Lebendgewicht der Tiere ermittelt. Für die Prüfung der beiden Silagen wurde je eine Ration vorgelegt, die zu 23 % aus Silage und zu 77 % aus Ergänzer bestand. Als erstes wurde der Verdauungsversuch zur Prüfung der Basaldiät (=Ergnzer der Mittelmast) mit den Tieren der Gruppe 1 durchgeführt. Die Tiere wurden währenddessen zur Sammlung der Kotproben Einzel in Stoffwechsellafigen gehalten. Die Vorbereitungsphase für die Prüfung der gehäckselten Silage lief parallel weiter und war dadurch etwas länger als die Vorbereitungsphase für die Prüfung des Ergnzers. Im Anschluss erfolgte die Kotsammelperiode zur Prüfung der gehäckselten Silage bei den Tieren der Gruppe 2 in den Stoffwechsellafigen. Danach wurden die Tiere wieder in die Haltungsboxen umgestallt und auf die Prüfung der extrudierten Silage vorbereitet. Die Kotsammelperiode gestaltete sich dann wie bei den vorhergehenden Prufperioden. Abbildung 5 verdeutlicht den Ablauf der Verdauungsversuche.

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Dauer	Gruppe 1	Gruppe 2
98 Tage	<ul style="list-style-type: none"> • Mast in Buchten auf ca. 75 kg LM¹ • Fütterung mit Alleinfutter 	<ul style="list-style-type: none"> • Mast in Buchten auf ca. 75 kg LM • Fütterung mit Ergänzer und gehäckselter Silage
7 Tage	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitungsphase in Buchten • restriktive Fütterung mit Ergänzer (Titandioxid beigemischt) der Mittelmast (EN 2,5)² 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitungsphase in Buchten • restriktive Fütterung mit Ergänzer (Titandioxid beigemischt) der Mittelmast und gehäckselter Silage (EN 2,5)
10 Tage	<ul style="list-style-type: none"> • Einzelhaltung in Stoffwechsellfgen • Prüfung des Ergnzers (Titandioxid beigemischt) der Mittelmast (EN 2,5) • Kotsammelperiode zur Prüfung der Verdaulichkeit des Ergnzers (=Basaldit) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitungsphase in Buchten • restriktive Fütterung mit Ergänzer (Titandioxid beigemischt) der Mittelmast und gehäckselter Silage (EN 2,5)
10 Tage		<ul style="list-style-type: none"> • Einzelhaltung in Stoffwechsellfgen • restriktive Fütterung mit Ergänzer (Titandioxid beigemischt) und gehäckselter Silage (EN 2,5) • Kotsammelperiode zur Prüfung der Verdaulichkeit der gehäckselten Silage
7 Tage		<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitungsphase in Buchten • restriktive Fütterung mit Ergänzer (Titandioxid beigemischt) der Mittelmast und extrudierter Silage (EN 2,5)
10 Tage		<ul style="list-style-type: none"> • Einzelhaltung in Stoffwechsellfgen • restriktive Fütterung mit Ergänzer (Titandioxid beigemischt) und gehäckselter Silage (EN 2,5) • Kotsammelperiode zur Prüfung der Verdaulichkeit der gehäckselten Silage

¹ LM: Lebendmasse

² EN: Ernhrungsniveau

Abbildung 5: Zeitlicher Ablauf der Verdauungsversuche mit Mastschweinen

Jeweils die letzten fünf Tage der Sammelperiode gingen dann in die Auswertung ein. Dazu wurden die Kotproben bei etwa 60 °C getrocknet und dann für jedes Tier eine Mischprobe erstellt. Von jeder Mischprobe wurden Analysen auf den Titandioxidgehalt und die Weender Werte in Auftrag gegeben. Die Kalkulation der Verdaulichkeit der einzelnen Nährstoffgruppen der Basaldiät und der Ration aus Basaldiät und der jeweiligen Silage erfolgte dann über die Formel:

$$\text{Verdaulichkeit (\%)} = 100 - \left(100 * \left(\frac{\text{Ti Futter (\% TS)}}{\text{Ti Kot (\% TS)}} \right) * \left(\frac{\text{Nährstoff Kot (\% TS)}}{\text{Nährstoff Futter (\% TS)}} \right) \right)$$

Die betrachteten Nährstoffgruppen sind organische Substanz (OS), Rohprotein (XP), Rohfett (XL), Rohfaser (XF) und stickstofffreie Extraktstoffe (NfE). Die Verdaulichkeit der Silagen wurde aus den jeweiligen Anteilen der Silage bzw. der Basaldiät sowie den Verdaulichkeiten der Ration bzw. der Basaldiät errechnet. Die auf diese Weise ermittelten Verdaulichkeitsquo-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

tienten (VQ) sind in Tabelle 6 aufgelistet. Der Verdaulichkeitsquotient für die organische Substanz der Basaldiät liegt bei 86,8 %. Für die beiden Silagerationen liegt dieser Wert mit ca. 75 % deutlich darunter. Für den Verdaulichkeitsquotienten der Silagen errechneten sich daraus 37 % im Fall der gehäckselten Silage und 36 % im Fall der extrudierten Silage. Der ermittelte Verdaulichkeitsquotient für das Rohprotein liegt bei der Basaldiät bei 84 %. Das Rohprotein in den beiden Silagerationen ist zu 74,9 % (gehäckselte Silage) bzw. 76,5 % (extrudierte Silage) verdaulich. In der gehäckselten Silage errechnet sich daraus eine Verdaulichkeit des Rohproteins von 44 % und in der extrudierten Silage von fast 51 %. Der Verdaulichkeitsquotient für das Rohfett ist im Fall der Basaldiät mit 80,4 % ermittelt worden. Bei den beiden Silagerationen ergeben sich für diesen Nährstoff mit 76,5 % bei der Ration mit der gehäckselten Silage und 85,7 % bei der Ration mit der extrudierten Silage deutlich unterschiedliche Werte. Möglicherweise wird durch einen Fehler bei der Bestimmung des Rohfettgehaltes im Kot der Tiere, die die Ration mit der extrudierten Silage erhalten hatten, der Verdaulichkeitsquotient für die Ration mit der gehäckselten Silage überschätzt. In der Folge ergibt sich für die Verdaulichkeit der extrudierten Silage ein nicht plausibler Wert von über 100 % Rohfettverdaulichkeit. Der Verdaulichkeitsquotient für das Rohfett der gehäckselten Silage wurde mit 63 % errechnet. Für die Fraktion der Rohfaser wurde bei der Basaldiät ein Verdaulichkeitsquotient von 33,8 % ermittelt. Die Werte für die beiden Silagerationen liegen mit 22,5 % (gehäckselte Silage) und 25,5 % (extrudierte Silage) darunter. Auch hier muss von einem Fehler in der Analyse der Kotproben ausgegangen werden, da sich für die Verdaulichkeitsquotienten der beiden Silagen nicht plausible, negative Werte ergeben. Der Verdaulichkeitsquotient für die Fraktion der Stickstoff-freien-Extraktstoffe liegt im Vergleich mit den anderen Nährstofffraktionen am höchsten. Für die Basaldiät liegt er bei 92,3 %, bei der Ration mit der gehäckselten Silage bei 86,5 % und bei der Ration mit der extrudierten Silage bei 84 %. Die Werte für die Silagen wurden mit 67 % (gehäckselte) und 56 % (extrudiert) ermittelt. Im Vergleich mit den in Tabelle 5 dargestellten, In vitro ermittelten Verdaulichkeiten der organischen Substanz, ergeben sich für die In vivo Betrachtung mit um 30 % niedrigeren Werten deutliche Unterschiede.

Tabelle 6: In vivo ermittelte Verdaulichkeitsquotienten (VQ) für die Rohnährstoffe von Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung (2. Schnitt 2013) bei Mastschweinen

		Basaldiät	Ration ¹ mit gehäckselter Silage	Ration ¹ mit extrudierter Silage	gehäckselte Silage	extrudierte Silage
VQ (OS)	%	86,8	75,5	75,2	37,0	36,0
VQ (XP)	%	84,1	74,9	76,5	44,1	50,9
VQ (XL)	%	80,4	76,5	85,7	63,3	103,4
VQ (XF)	%	33,8	22,5	25,5	-1,5	-0,2
VQ (NfE)	%	92,3	86,5	84,0	67,1	56,4

¹Ration aus 23 % Silage und 77 % Ergänzer; nicht plausible Werte sind grau hinterlegt

OS: organische Substanz

XP: Rohprotein

XL: Rohfett

XF: Rohfaser

NfE: stickstoff-freie Extraktstoffe

3.4 Kosten der Futterbereitstellung

Im Folgenden wird die Vorgehensweise zur Berechnung der Kosten der Futterbereitstellung dargestellt. Für den Einsatz als Eiweißfuttermittel in der Schweine- und Geflugelfutterung ist ein früher Schnitt der Luzerne unabdingbar (siehe Kapitel 2.3). Bei einer folglich intensiven Nutzung der Luzerne wird aus pflanzenbaulichen Gründen empfohlen, mit zwei Hauptnutzungsjahren mit je vier Schnitten zu kalkulieren. Außerdem sollte, die Luzerne für eine gute Entwicklung mindestens einmal jährlich bluhlen (LFL 2013). Das Vegetationsstadium der Blüte geht mit vergleichsweise hohen Rohfasergehalten und niedrigen Rohproteingehalten einher und ist daher als Ausgangsmaterial für die Erzeugung eines Proteinfuttermittels für Geflügel und Schweine ungeeignet. Grundlage für die Kalkulation der Kosten der Futterbereitstellung ist daher ein Luzerneanbau bei dem in zwei Hauptnutzungsjahren jeweils vier Schnitte geerntet werden. Es wird unterstellt, dass die Luzerne vor dem ersten Schnitt das Stadium der Blüte erreicht und dann als Heu an Wiederkäuer haltende Betriebe verkauft wird. Für die Schnitte 2-4 wird angenommen, dass sie analog zum Vorgehen der Silagewerbung im vorliegenden Projekt, für den Einsatz bei Geflügel und Schweinen geerntet werden,. Die Pflanzen werden früh geschnitten, auf etwa 45 % TS angewelkt, dann gehäckselt und anschließend mit einer Maisballenpresse zu Rundballen verpresst. Dabei wird davon ausgegangen, dass von einem Lohnunternehmen die Arbeitsschritte „Häckseln“ und „Ballenpressen“ übernommen werden, alle anderen Arbeiten werden mit eigenen Maschinen durchgeführt. In Tabelle 7 sind die einzelnen Kostenpositionen des Arbeitsverfahrens Luzernesilage dargestellt. Dabei dienen die Datensammlung des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) von ACHILLES et al. (2010b) und eigene Annahmen als Grund-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

lage. Die einmalig entstehenden Kosten werden auf zwei Hauptnutzungsjahre aufgeteilt. Die resultierenden Kosten für Dienstleistungen von 613 € und variablen Maschinenkosten von 197 € finden in Tabelle 8 im Produktionsverfahren Luzerne Berücksichtigung. Basis für diese Kalkulationen sind ein unterstellter Ertrag von 500 dt/ha/a (bei 20 % Trockenmasse) (STARZ et al., 2013 und LFL, 2012) und die Annahme, dass beim ersten Schnitt 35 % des Ertrages geerntet werden (DILGER und FAULHUBER, 2006). Die angenommenen Saatgutkosten sind aus aktuellen Handelspreisen für Bioeinzelsaaten abgeleitet worden. Die Düngekosten enthalten die Nährstoffentzüge der Makronährstoffe P und K. Die N-Bilanz für Luzerne ist leicht negativ (JUNG et al., 2005). Die Preise sind nach aktuellen Bionährstoffpreisen der LFL (2014) ausgewiesen. Die Kostenverteilung erfolgte jeweils nach Ertragsanteilen. Der Zinsansatz errechnet sich aus dem durchschnittlich gebundenen Kapital von 50 % und einer jährlichen Bindungsdauer von 6 Monaten. Im Zinsansatz enthalten sind lediglich die Zinskosten für Saatgut und Dünger, jene für Maschinen und Dienstleistungen sind bereits im Arbeitsverfahren Luzernesilage enthalten. Danach ist die Luzernesilage aus spezieller Nutzung mit Produktionskosten von 8,79 €/dt zu erzeugen.

Tabelle 7: Arbeitsverfahren Luzernesilage (Vier-Schnitt-Nutzung in zwei Jahren)

	Häufigkeit	Arbeitsgang	Menge je ha	Akh ¹ je ha	Diesel ² l/ha	Maschinenkosten €/ha	
						fix	variabel
	0,2	Bodenprobe		0,04	0,1	0,21	0,10
2-jährige Nutzung	0,5	Pflügen		0,94	11,5	10,19	24,98
	0,5	Säen	22 kg	0,61	6,3	8,28	15,78
	0,5	Walzen Saatbett		0,34	1,7	2,89	4,51
	0,5	Düngen Kieserit	120 kg	0,11	0,4	0,76	1,06
	0,5	Abschleppen		0,3	1,8	1,79	4,80
1. Schnitt, Werbung als Heu	1	Mähen	17,5 t	0,64	5,0	7,43	11,39
	1	Wenden		0,5	2,8	3,10	7,16
	1	Schwaden		0,51	3,3	3,75	8,49
	1	Wenden		0,5	2,8	3,10	7,16
	1	Schwaden		0,5	3,3	3,75	8,49
	1	Pressen	3,5 t	0,3	3,0	12,52	14,07
2. Schnitt, Werbung als Silage	1	Mähen	12,5 t	0,64	4,8	7,43	11,31
	1	Wenden		0,43	2,8	3,10	7,16
	1	Schwaden		0,51	3,3	3,75	8,49
	1	Häckseln	4,7 t				100,00
	1	Ballenpressen	4,7 t				117,50
3. Schnitt Werbung als Silage	1	Mähen	10 t	0,64	4,5	7,43	11,19
	1	Wenden		0,43	2,8	3,10	7,16
	1	Schwaden		0,51	3,3	3,75	8,49
	1	Häckseln	3,8 t				100,00
	1	Ballenpressen	3,8 t				95,00
4. Schnitt, Werbung als Silage	1	Mähen	10 t	0,64	4,5	7,43	11,19
	1	Wenden		0,43	2,8	3,10	7,16
	1	Schwaden		0,51	3,3	3,75	8,49
	1	Häckseln	3,8 t				100,00
	1	Ballenpressen	3,8 t				95,00
Zinsansatz (4 %)							8,03
Summe aller Kosten (€)							811,18
davon Kosten für Dienstleistungen ³ inkl. Zinsen (€)							613,58
davon variable Maschinenkosten inkl. Zinsen (€)							197,61

¹ Akh: Arbeitskraftstunde, unterstellter Lohn pro h: 15 €

² unterstellter Dieselpreis: 1,10 €

³ Häckseln und Ballenpressen im Rahmen der Silagewerbung werden im Lohn vergeben
Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von ARCHILLES et al. (2010) und eigenen Annahmen

Tabelle 8: Produktionsverfahren Luzerne

Leistungen/Kosten	Einheit	1.Schnitt	2. bis 4.
		(Beginn Blüte) ²	Schnitt (vor der Knospe) ³
<i>Konservierung als</i>		<i>Heu</i>	<i>Silage</i>
Ertragsleistung (bei Ertragsniveau von 500 dt/ha/a ⁹)			
Ertragsanteil ¹		35%	65%
Frischmasseertrag (20 % TM)	dt/ha	175	325
Frischmasseertrag Heu (86%) bzw. Silage (45% TM) ⁴	dt FM/ha	35	123
Trockenmasseertrag ⁴	dt TM/ha	30	55
Variable Kosten			
Saatgut (22kg Aussaatstärke)	€/ha	16,0	48,1
Düngung			
15 kg N/ha (3,43 €/kg) ⁵	€/ha	18,0	33,4
70 kg P/ha (1,02 €/kg) ⁵	€/ha	25,0	46,4
325 kg K/ha (0,97 €/kg) ⁵	€/ha	110,3	204,9
Düngung gesamt	€/ha	153,3	284,8
Variable Maschinenkosten ⁶	€/ha	69,2	128,4
Lohnarbeit ⁷	€/ha	0,0	613,8
Zinsansatz ⁸	€/ha	1,9	3,8
Summe Variable Kosten	€/ha	240,39	1078,92
Produktionskosten Heu bzw. Silage	€/dt	6,95	8,79

¹ Annahme nach DILGER und FAULHUBER (2006)

² Werbung als Heu für die Rinderfütterung

³ Werbung zur Erzeugung von "Luzernesilage aus spezieller Nutzung"

⁴ unterstellte Trockenmasseverluste 15 %

⁵ Nährstoffpreise nach (LFL, 2014)

⁶ variable Maschinenkosten von 197,61 € gemäß Arbeitsverfahren (Tabelle 7), aufgeteilt nach Ertragsanteil

⁷ Lohnarbeit für Häckseln und Ballenpressen gemäß Arbeitsverfahren (Tabelle 7)

⁸ Zinsansatz gemäß Arbeitsverfahren (Tabelle 7), aufgeteilt nach Ertragsanteil

⁹ Annahme nach STARZ et al. (2013) und LFL (2012)

Ein Teil der Silage im vorliegenden Projekt wurde zusätzlich extrudiert. Die Summe der Arbeitserledigungskosten beim Vorgang Extrudieren ergibt sich aus den Kosten eines Radladers, des Extruders sowie der Presse mit Schlepper für die anschließende Konservierung und den Arbeitskraftstunden. Die entsprechende Verfahrensberechnung ist in Tabelle 9 zu finden. Die Maschinenkosten für einen Radlader mit 45 kW und einen Schlepper mit 37 kW wurden auf Basis der der KTBL-Datensammlung 2010/11 (ACHILLES et al., 2010a) angenommen und lediglich in Bezug auf den Dieselpreis angepasst. Die variablen Kosten für den Schlepper sind mit einer durchschnittlichen Auslastung von 20 % ausgelegt, da der Vorgang des Pressens nicht kontinuierlich abläuft. Die Preisangabe für den Extruder bezieht sich auf den Listenpreis der Firma LEHMANN MASCHINENBAU. Die Absetzung für Abnutzung (AfA) ist mit einer Nutzungsdauer von 10 Jahren bei einer angenommenen Einsatzzeit von 1.500 Betriebsstunden jährlich angesetzt. Bei Versicherung und Unterbringung wird jeweils ein Prozent vom Anschaffungspreis veranschlagt. Der Preis für die Silagepresse von STOCK-ROTH

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

ist nach Angaben aus dem Technikhandel ermittelt worden. Die Aufteilung der Fixkosten wurde für eine Auslastung der Maschinen von 1.500 Betriebsstunden jährlich (nach eigenen Annahmen) berechnet. Der Bedarf an Arbeitskraftstunden (AKh) für das Verfahren ist mit einer fest angestellten Arbeitskraft angesetzt. Die Verfahrenskosten für den Extrudiervorgang belaufen sich auf bei einer Durchsatzmenge von 3 dt/h 14 € pro dt. Die „Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung ist somit mit Produktionskosten von 22,79 € zu erzeugen und damit mehr als doppelt so teuer wie die „Luzernesilage aus spezieller Nutzung“.

Tabelle 9: Arbeitsverfahren Extrudieren

	Einheit	Kosten
Fixkosten Radlader 45 kW gesamt	€	5733
Variable Kosten Radlader 45 kW gesamt	€/h	9,95
Anschaffungspreis Extruder MSZ B22e ¹	€	57900
AfA	10%	5790
Versicherung	1%	579
Unterbringung	1%	579
Zinsansatz	4%	1158
Fixkosten Extruder gesamt	€	8106
Strom 22 kW	€/h	4,84
Schmierstoffe	€/h	0,05
Reparatur	€/h	0,3
Variable Kosten Extruder gesamt	€/h	2,594
Anschaffungspreis Presse Stock-Roth	€	5000
AfA	10%	500
Versicherung	1%	50
Unterbringung	1%	50
Zinsansatz	4%	100
Fixkosten Presse gesamt	€	700
Reparatur	€/h	0,1
Variable Kosten Presse gesamt	€/h	0,1
Fixkosten Traktor 37 kW gesamt	€	2852
Variable Kosten Traktor 37 kW gesamt	€/h	2,74
Gesamtverfahren		
Fixkosten bei 1500 Einsatzstunden	€/h	11,59
Variable Kosten	€/h	15,38
Akh	€/h	15,00
Verfahrenskosten extrudierte Luzernesilage	€/h	41,98
Verfahrenskosten extrudierte Luzernesilage	€/dt	13,99

¹Durchsatz 300 kg/h

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von ACHILLES et al. (2010a) und eigenen Annahmen

Für die Geflügelversuche wurde die Luzernesilage aus spezieller Nutzung extrudiert, mit dem entsprechenden Kraftfutter vermischt und dann pelletiert. Dabei kann die Kombination

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

des Extrudierens und des Pelletierens durch Aufsetzen einer Pelletmatrize auf den Extruder erfolgen. Das in Tabelle 10 dargestellte Verfahren „Pelletieren“ schließt daher den Kostenblock des Extruders mit ein. Die Kosten für den Radlader wurden der KTBL-Datensammlung 2010/11 (ACHILLES et al., 2010a) entnommen, für die mobile Pelletieranlage wurde der Listenpreis der Firma LEHMANN MASCHINENBAU angegeben. Die fertigen Pellets können im Gegensatz zur extrudierten Silage durch die, während der Produktion erfolgte, Zugabe des Konservierungsmittels Propionsäure einfach in Big Bags gelagert werden. Eine aufwändige Konservierung bzw. Verpackung entfällt. Die Kosten für die Beimengung der Propionsäure sind in der Darstellung des Arbeitsverfahrens Pelletieren vernachlässigt worden. Der restlichen Kosten wurde auf gleiche Weise wie beim Extruder angenommen. Die Kosten für das beschriebene Verfahren Pelletieren belaufen sich auf 22 €/dt Silage. Die Produktion pelletierter Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung kostet somit 30,79 €/dt. Dabei sind die jeweiligen Kraftfutterkosten nicht mit einbezogen.

Tabelle 10: Arbeitsverfahren Pelletieren

	Einheit	Kosten
Fixkosten Radlader 45 kW gesamt	€	5733
Variable Kosten Radlader 45 kW gesamt	€/h	9,95
Fixkosten Extruder gesamt	€	8685
Variable Kosten Extruder gesamt	€/h	2,59
Anschaffungspreis mobile Futterpelletanlage	€	278000
AfA	10%	27800
Versicherung	1%	2780
Zinsansatz	4%	5560
Fixkosten gesamt	€	36140
Strom 50 kW	€/h	5,10
Schmierstoffe	€/h	0,05
Reparatur	€/h	0,30
Variable Kosten gesamt	€/h	5,45
Gesamtverfahren		
Fixkosten bei 1500 Einsatzstunden	€/h	33,71
Variable Kosten	€/h	18
Akh	€/h	15
Verfahrenskosten Alleinfutterpellets ¹	€/h	67
Verfahrenskosten Alleinfutterpellets	€/dt	22

¹Durchsatz 300 kg/h

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von ACHILLES et al. (2010a) und eigenen Annahmen

3.5 Diskussion der Futterbereitstellung

Luzerne aus spezieller Nutzung weist bei relativ niedrigen Rohfasergehalten vergleichsweise hohe Rohproteingehalte auf. Im Vergleich mit typischen Eiweißfuttermitteln für Monogastrier wie Erbsen und Sojabohnen sticht insbesondere der hohe Methioningehalt pro 100 g Rohprotein (siehe Tabelle 2) heraus, da diese Aminosäure bei der Fütterung von Schweinen und insbesondere Geflügel unter ökologischen Bedingungen meist der erstlimitierende Faktor ist (SUNDRUM et al., 2005). Das Potential dieser Grünfütterpflanze als einheimische Eiweißquelle, die zudem ohnehin in der Fruchtfolge zahlreicher ökologisch wirtschaftender Betriebe zu finden sein wird (Verordnung (EG) Nr. 834/2007, POMMER et al. 2009 und KOLBE et al. 2008) unterstreicht die Modellrechnung in Tabelle 11. Ausgehend von einem ökologisch wirtschaftenden Betrieb, der auf 20 ha Luzerne anbaut und jährlich 1000 Mastschweine erzeugt, ergibt sich nahezu eine Deckungsgleichheit hinsichtlich Verbrauch und Lieferung an Rohprotein, Lysin und Methionin (BELLOF, 2014).

Tabelle 11: Potential der Luzerne als Eiweißfuttermittel für Mastschweine

Nährstoff	Verbrauch	Verbrauch	Lieferung
	Pro Mastschwein	1000 Mastschweine	von 20 ha Luzerne
Rohprotein (kg)	46,4	46.400	45.900
Lysin (kg)	2,61	2.610	3.060
Methionin (kg)	0,73	725	901

Quelle: BELLOF (2014)

Für die ganzjährige Nutzbarkeit des Potentials der Luzerne als Eiweißfuttermittel bedarf es einer Konservierung. Die in den Jahren 2012 und 2013 durchgeführten Futterwerbungen verdeutlichen, dass die Silierung eine geeignete Konservierungsmethode für dieses Material sein kann. Die Silage wurde zum Teil umgepackt und zum Teil in offenen Behältern im geheizten Geflügelstall zwischengelagert und zeigte trotzdem keine Beeinträchtigungen in der Qualität. Wichtig scheint zu sein, das Material auf einen ausreichend hohen TS-Gehalt anzuwelken. Im Vergleich der Analysenwerte der Silagen aus den Jahren 2012 und 2013 (Tabelle A 1 Tabelle A 2 im Anhang) fällt auf, dass der Lysingehalt des silierten Materials gegenüber dem frischen Erntegut merklich reduziert ist, wenn nur auf 30 % TS oder weniger angewelkt wurde. Offenbar war der TS-Gehalt des Siliergutes im Jahr 2012 im 3. Schnitt zu niedrig, um eine stabile Milchsäuregärung zu gewährleisten. Dies deckt sich mit den Empfehlungen in der Literatur, eiweißreiches Material ausreichend anzuwelken, um stabile Silagen erzeugen zu können (JÄNICKE, 2011). Aus diesem Grund wurde entschieden, die Silage des 3. Schnittes 2012 nicht in den Fütterungsversuchen einzusetzen. In den Fütterungsversu-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

chen mit Geflügel wurde der 4. Schnitt der Ernte 2012 vorgesehen. Für den Fütterungs- und Verdauungsversuch mit Mastschweinen wurde die Ernte 2013 verwendet.

Das gute Gelingen der Silierqualität beim 4. Schnitt 2012 und 2. Schnitt 2013 ist wahrscheinlich auch darauf zurückzuführen, dass auf eine starke Zerkleinerung des Erntegutes und eine starke Verdichtung mit Hilfe einer Maisballenpresse geachtet wurde. Diese Maßnahmen ermöglichen einen guten Luftabschluss im Futterstock, was dazu führt, dass schnell anaerobe Verhältnisse vorliegen und früh Milchsäure gebildet wird (PAHLOW und HÜNTING, 2011). Weiterhin ist es wichtig bei der Futterbergung darauf zu achten, dass möglichst wenig Erde oder Sand mit aufgenommen und unter das Futter gemischt werden, wenn rohproteinreiches Material siliert werden soll. Ansonsten steigt der Rohaschegehalt des Materials und damit die Pufferkapazität, was die Silierung erschwert (JÄNICKE, 2011). Der Futterwert der Silage aus der Ernte 2013 für den Monogastrier wird durch die hohen Rohfasergehalte von etwa 30 % in der TM geschmälert (siehe Tabelle A 2 im Anhang). Da die Rohproteingehalte dieses Materials gleichzeitig relativ hoch sind und sich auf dem Niveau der Silage des 4. Schnittes 2012 befinden, ist davon auszugehen, dass solche Rohfasergehalte bei Pflanzen dieses Alters untypisch sind. Eine Erklärung für die hohen Rohfasergehalte ist eine unsaubere Futterbergung im vorhergehenden Schnitt. Der Aufwuchs des 1. Schnittes der im Jahr 2013 beernteten Fläche wurde nicht vollständig abgefahren. Daher gelangten vergleichsweise alte, verholzte Pflanzenteile in die Luzernesilage aus spezieller Nutzung und sorgten für die hohen Rohfasergehalte. Vor diesem Hintergrund muss empfohlen werden, auf ein sauberes Abfahren der Aufwüchse und auch eines eventuellen Schröpfschnittes zu achten, wenn Luzernesilage für den Einsatz in der Monogastrierfütterung produziert werden soll.

Neben den absoluten Gehalten an Lysin und Methionin in der Silage ist auch deren Verdaulichkeit entscheidend für den Futterwert bei Schweinen und Geflügel. Die in vitro ermittelte ileale Verdaulichkeit des Rohproteins für das Schwein liegt bei allen betrachteten Proben bei über 80 % und damit sehr hoch. In der Literatur sind die Ergebnisse verschiedener In vivo-Verdauungsversuche beim Schwein mit Klee-, Klee gras- und Luzernesilagen beschrieben. In den Arbeiten von ROTH und REENTS (2001) sowie BELLOF et al. (1998) wird von einer Verdaulichkeit der organischen Substanz der Klee grassilage von knapp 60 % berichtet. Vergleichbare Werte wurden im Rahmen der In vitro-Untersuchung für das Material des 3. Schnittes 2012 ermittelt. Im Vergleich mit der ermittelten In vitro-Verdaulichkeit des Materials 4. Schnittes 2012 und 2. Schnittes 2013 liegen die Werte aus der Literatur um bis zu 10 % niedriger. BERGER (2012) berichtet sogar von einer Verdaulichkeit der organischen Substanz von 70 % bei Luzernesilage die sehr roh faserarm ist. Die in vivo ermittelte Verdaulichkeit des Rohproteins liegt bei 44 % für die gehäckselte Silage und 51 % für die extrudierte Silage. Für die extrudierte Silage werden damit vergleichbare Werte wie für die von ROTH und REENTS (2001) betrachtete Klee grassilage erreicht. Das erzielte Niveau der Verdaulichkeit des

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Rohproteins in der gehäckselten Silage wird auch von URDL et al. (2009) für Kleesilage berichtet. Die im vorliegenden Projekt ermittelten Werte werden demzufolge ebenfalls in der Literatur beschrieben (vergl. Tabelle 12).

Tabelle 12: In der Literatur beschriebene In vivo-Verdaulichkeiten von Klee- Klee gras- und Luzernesilage im Vergleich mit den ermittelten In vivo-Verdaulichkeiten der Luzernesilagen der Ernte 2013

Merkmal	<i>BELLOF et al. (1998)</i>	<i>ROTH und REENTS (2001)</i>	<i>URDL et al. (2009)</i>	<i>BERGER (2012)</i>		<i>Eigene Untersuchungen</i>	
Silageart	Klee gras-silage	Klee gras-silage	Klee-silage	Luzerne-silage ¹	Luzerne-silage ²	Luzerne-silage ¹	Luzerne-silage ²
XF (g/kg TM)	287	186	190	227	176	306	327
XP (g/kg TM)	143	223	193	250	283	225	231
VQ OS (%)	59	57	k.A.	43	72	37	36
VQ XP (%)	65	52	48	52	70	44	51

¹ aus gehäckseltem Material

² aus extrudiertem Material

³ 2. Schnitt 2013

XP: Rohprotein

XF: Rohfaser

TM: Trockenmasse

VQ: Verdaulichkeitsquotient

OS: organische Substanz

Dass die Rohproteinverdaulichkeit von ähnlichem Material allerdings noch höher liegen kann, zeigen die Ergebnisse von BELLOF et al. (1998), BERGER (2012) und die Tabellenwerte von BEYER et al. (1977). Die Rohproteinverdaulichkeit liegt hier bei 65 % (BELLOF et al., 1998), 70 % (BERGER, 2012) und sogar 74 % bei vor der Knospe geschnittener Luzerne mit 199 g/kg Rohfaser im Fall von BEYER et al. (1977). Der Vergleich der ermittelten Verdaulichkeiten mit der Literatur bestätigt, dass der Gehalt an Rohfaser die Verdaulichkeit negativ beeinflusst (RODEHUTSCORD, 2008). Die jeweils höheren Werte für die Verdaulichkeit werden für die rohfaserermeren Silagequalitäten, also die jünger genutzten Pflanzen erreicht. Dieser Zusammenhang unterstreicht neben den entsprechenden Rohproteingehalten in jungem Material die Notwendigkeit, die Luzerne in einem frühen Vegetationsstadium zu nutzen, wenn sie als Proteinfuttermittel für Schweine eingesetzt werden soll. Die In vitro ermittelte faecale Verdaulichkeit der organischen Substanz (siehe Tabelle 5) liegt um fast 30 % höher als die In vivo ermittelte Verdaulichkeit der organischen Substanz (siehe Tabelle 6 und Tabelle 12) desselben Materials. Eine denkbare Erklärung für diese Beobachtung kann der untypisch hohe Rohfasergehalt im Material des 2. Schnittes 2013 sein. Es ist davon auszugehen, dass dieser durch eine Beimischung alten Pflanzenmaterials des vorhergehenden

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Schnittes zu erklären ist. Möglicherweise hat diese Vermischung unterschiedlicher Qualitäten im Rahmen der In vitro-Betrachtung andere bzw. geringere Auswirkungen als dies bei der Betrachtung direkt am Tier der Fall ist, so dass damit die deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Analysemethoden erklärt werden können. Die Unterschiede in den ermittelten Verdaulichkeiten sind zwischen dem jeweiligen gehäckselten und extrudierten Material nicht groß und nicht gerichtet. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass das zusätzliche Extrudieren des Materials die Verdaulichkeit nicht beeinflusst. Es bleibt abzuklären, ob durch den Temperatureinfluss während des Extrudierens eine Schädigung der essentiellen Aminosäuren induziert wird, was für den Einsatz als Eiweißfuttermittel für Monogastrier kontraproduktiv wäre. Die In vivo ermittelten Verdaulichkeiten für Rohfett und Rohfaser zeigen teils unplausible Werte auf. Es ist davon auszugehen, dass dies auf Analysefehler bei der Kotuntersuchung zurückzuführen ist. Da nicht ausgeschlossen werden kann, dass auch bei den anderen Nährstofffraktionen Analysefehler derselben Art unterlaufen sind und die In vitro ermittelten Verdaulichkeiten deutlich von den In vivo ermittelten Verdaulichkeiten abweichen, sind diese Teilergebnisse in Frage zu stellen und die Untersuchungen zu wiederholen. Die im Rahmen dieses Projektes ermittelten Verdaulichkeiten beziehen sich jeweils auf das Schwein. Das diesbezüglich aber auch für das Geflügel hohes Potential zu erwarten ist, zeigen die Tabellenwerke von BEYER et al. (1977). Dort wird für Hühnergeflügel eine Verdaulichkeit des Rohproteins von 75 % bei vor der Knospe geschnittener Luzerne mit 215 g/kg Rohfaser und von 63 % bei in der Knospe geschnittenem Rotklee mit 232 g/kg Rohfaser beschrieben. Da die Beurteilung der Verdaulichkeit eines Futtermittels mittels eines Verdauungsversuches in jedem Fall eine schätzende Betrachtung darstellt, ist letztlich die erreichbare tierische Leistung beim Einsatz von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der Schweine- und Geflügelfütterung entscheidend für die Beurteilung ihres Futterwertes.

Wie bereits genannt, ist für den Einsatz von Luzernesilage in der Monogastrierernährung die Nutzung eines sehr frühen Vegetationsstadiums Grundvoraussetzung. Aus pflanzenbaulichen Gründen bedeutet dies, dass die Luzerne nur in zwei Hauptnutzungsjahren genutzt werden kann, da für eine längere, wie sonst für Luzerne gängige, Nutzungsdauer von 4 bis 5 Jahren bei frühen Schnittzeitpunkten die Ausdauer der Pflanzen nicht gegeben ist (LFL, 2013). Kombiniert mit dem Einsatz der speziellen Press- und Wickeltechnik im Rahmen der Futterbergung resultieren daraus im Vergleich mit anderen Silagen erhöhte Produktionskosten von 8,79 €/dt für Luzernesilage aus spezieller Nutzung (siehe Tabelle 7 und Tabelle 8). Das zusätzliche Extrudieren verteuert die Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung um 13,99 €/dt auf 22,78 €/dt. Wird die Silage außerdem mit dem Kraftfutter zusammen pelletiert liegt der Preis pro dt bei 30,79 €. Die Kosten verbunden mit dem großen Zeitaufwand des Extrudierens und Pelletierens (Durchsatz nach Herstellerangaben maximal 1200 kg/h) erfordern entsprechend hohe Tierleistungen, wenn der Einsatz

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

dieser Techniken in die Praxis umgesetzt werden soll. Umgerechnet auf 88 % TS ergibt sich für die Luzernesilage aus spezieller Nutzung ein Preis von 17,19 €/dt. Im Vergleich mit anderen Eiweißfuttermitteln wie Sojabohnen (93,70 €/dt), Sonnenblumenkuchen (98,30 €/dt) oder Erbsen (46,30 €/dt) ist die Luzernesilage aus spezieller Nutzung ein günstiges Eiweißfuttermittel (vergl. Tabelle A 12 im Anhang). Der niedrigere Preis dieser Silage muss allerdings relativ betrachtet werden, da aufgrund des niedrigeren Energiegehaltes der Silage (ca. 8,3 MJ ME bei 88 % TS für Schweine) zum Ausgleich in der Ration entsprechend höhere Anteile an Energiefuttermitteln eingesetzt werden müssen. Je nach Rationsanteil der Silage kann dann der Einsatz von hochpreisigem Rapsöl erforderlich werden (vergl. Tabelle A 12 im Anhang) und der Preisvorteil der Silage als Eiweißfuttermittel wird gemindert. Beispiele für Rationen, die die Luzernesilage aus spezieller Nutzung beinhalten sind in den Kapiteln 4.1, 4.2 und 4.3 ausführlich dargestellt. Ob der Einsatz der Luzernesilage aus spezieller Nutzung letztlich wirtschaftlich sein kann, hängt vom Rationsanteil sowie von den mit solchen Rationen erzielten tierischen Leistung ab. In den Kapiteln 4.1.3, 4.2.3 und 4.3.3 sind entsprechende Beispiele dargestellt. In jedem Fall hat die Luzernesilage aus spezieller Nutzung bzw. die Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung den Vorteil, dass sie bei erfolgreichem Einsatz als einheimisches, betriebseigenes Futtermittel einen Beitrag zu der künftig geforderten 100 %-Biofütterung aus regionaler Herkunft (IFOAM, 2014) leisten kann. Nachteil der Luzerne ist, dass sie aufgrund ihrer Ansprüche nicht auf allen Standorten gedeiht. Wichtig für eine gute Entwicklung der Luzerne ist unter anderem, dass das Klima nicht zu feucht oder zu kalt ist. Wie in Tabelle 13 dargestellt könnten Rotklee für kühle Standorte und Weißklee für feuchte Standorte aufgrund ihres Aminosäurenmusters in jung genutztem Material (siehe Tabelle 2) denkbare Alternativen darstellen (LFL, 2013; LFL, 2014b und LFL, 2014c). Um die Vorteile der einzelnen Arten zu kombinieren, kann möglicherweise auch der Einsatz von Mischungen mit der Luzerne für die Praxis empfohlen werden.

Tabelle 13: Standortansprüche ausgewählter kleinkörniger Leguminosen

Parameter	Luzerne	Rotklee	Weißklee
Klima	Gemäßigt bis warm, nicht zu feucht	Kühl bis gemäßigt, feucht	Gemäßigt, mäßig bis sehr feucht
Boden	Tiefgründig und kalkreich Keine Staunässe	Tiefgründig, lehmig und leicht kalkig	Nährstoffreich, feucht nicht staunass
pH-Wert	5,8	5,5	k.A.

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von LFL (2013), LFL (2014b) und LFL (2014c)

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob die Futterwerbung und Silierung bei Rotklee und Weißklee in ähnlicher Weise wie bei der Luzerne erfolgen kann, welche Silagequalität dabei erzielt wird und welche Aminosäuremuster diese Silagen aufweisen. Weiterhin bleibt zu klären, welcher Futterwert für Schweine und Geflügel für diese Kleearten erreicht werden kann.

4 Fütterungsversuche

4.1 Fütterungsversuche mit Masthähnchen

4.1.1 Hauptversuch

4.1.1.1 *Material und Methoden*

Der Fütterungsversuch mit Masthähnchen wurde im Mai 2013 gestartet. Der Versuch wurde im Lehr- und Versuchsbetrieb der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) in Zornhausen durchgeführt. Der Versuch gliederte sich in zwei Aufzuchtphasen (1. bis 14. und 15. bis 28. Lebenstag) und eine Mastphase (29. bis 61. Lebenstag). Die Tiere wurden in einem klimatisierten Feststall gehalten. Ein Auslauf stand nicht zur Verfügung. Der Versuch wurde mit insgesamt 520 Eintagsküken des Genotyps ISA JA 957 durchgeführt, die so auf 20 Untergruppen à 26 Tiere aufgeteilt wurden, dass die Gruppen sich bezüglich Mittelwert und Standardabweichung ihrer Lebendmasse so gut wie möglich ähnelten. Jeweils fünf Gruppen bildeten dann die Wiederholungen für die vier betrachteten Varianten (Kontrollgruppe A plus drei Versuchsgruppen B-D). Die Haltungsbedingungen unterschieden sich für die Tiere nur bezüglich der Fütterung. Alle Futtermischungen bestanden zu 100 % aus, unter ökologischen Bedingungen erzeugten Rohstoffen und richteten sich bezüglich der Nährstoffausstattung nach den Empfehlungen der GFE (1999). Insgesamt kamen in der Aufzucht vier Kraftfuttermischungen zum Einsatz. Pro Aufzuchtphase je ein Alleinfutter für die Kontrollgruppe und ein Ergänzer zu Luzernesilage für die Versuchsgruppen. Dieser Ergänzer sollte alle Nährstoffdefizite ausgleichen, die bei einem Anteil der Luzernesilageaufnahme an der Gesamttrockensubstanzaufnahme (bezogen auf 88 % TS) von 7,5 % in Phase 1 und von 12,5 % in Phase 2 entstehen. Damit wurde berücksichtigt, dass davon auszugehen ist, dass die Tiere mit zunehmendem Alter ihre Silageaufnahme entsprechend steigern können. Die für die Aufzucht geplanten Kraftfuttermischungen sind in Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Krafftuttermischungen für die Aufzucht im Fütterungsversuch mit Masthähnchen

Rohstoff	Einheit	Phase 1		Phase 2	
		Alleinfutter	Ergänzer zu 7,5% LZS ¹	Alleinfutter	Ergänzer zu 12,5 % LZS
Sojakuchen	%	12	12,3	11	10,3
Sonnenblumenkuchen aus geschälter Saat	%	14	14,7	12	15,2
Erbsen	%	10	10,8	8	8,3
Weizenschlempe (tro.)	%	12	13,5	10	9,0
Weizen	%	20	24,9	24	24,2
Mais	%	20	20,5	23	28,3
Luzerne-Gras-Cobs	%	8,9	0	9	0
Rapsöl	%	0	0	0	1,15
Mineralfutter	%	1,3	1,3	1,1	1,5
Calciumcarbonat	%	0,6	0,7	0,65	1,5
Monocalciumphosphat	%	1,2	1,3	1,25	0,55
Inhaltsstoff					
Trockenmasse	g/kg	893,1	895,2	892,7	896,7
Rohfett	g/kg	56,0	56,4	51,7	66,5
Rohfaser	g/kg	47,8	37,6	45,7	34,0
Stärke	g/kg	316,9	352,9	352,9	389,1
Zucker	g/kg	47,3	42,7	45,7	40,8
Rohprotein	g/kg	206,4	207,8	190,6	189,1
Lysin	g/kg	9,7	9,6	8,8	8,6
Methionin	g/kg	3,4	3,4	3,2	3,3
Cystin	g/kg	4,3	4,5	4,0	3,9
Threonin	g/kg	7,8	7,8	7,3	7,1
Tryptophan	g/kg	2,2	2,1	2,1	2,0
Rohasche	g/kg	67,5	61,3	64,6	60,8
Calcium	g/kg	9,0	8,6	8,8	8,5
Phosphor	g/kg	7,2	7,5	7,1	7,7
ME	MJ/kg	11,03	11,60	11,22	12,24
Lysin/ME	g/MJ	0,9	0,8	0,8	0,7
Methionin/ME	g/MJ	0,3	0,3	0,3	0,3

¹LZS: Luzernesilage
ME: Umsetzbare Energie

Tabelle 15: Krafftuttermischungen für die Mast im Fütterungsversuch mit Masthähnchen

Rohstoff	Einheit	Phase 3	
		Alleinfutter	Ergänzer zu 20 % LZS ¹
Sojakuchen	%	9	7,5
Sonnenblumenkuchen	%	10	12,5
Weizenschlempe (tro.)	%	9	11,25
Weizen	%	13	15,75
Mais	%	25	30
Triticale	%	20	16,9
Luzerne-Gras-Cobs	%	12	0
Rapsöl	%	0	3,75
Mineralfutter	%	1,15	1,55
Calciumcarbonat	%	0,25	0
Monocalciumphosphat	%	0,6	0,8
Inhaltsstoff			
Trockenmasse	g/kg	890,2	898,9
Rohfett	g/kg	47,8	86,9
Rohfaser	g/kg	46,8	31,7
Stärke	g/kg	381,3	411,5
Zucker	g/kg	44,6	36,2
Rohprotein	g/kg	171,4	166,8
Lysin	g/kg	7,3	6,7
Methionin	g/kg	3,0	3,0
Cystin	g/kg	3,8	3,9
Threonin	g/kg	6,7	6,3
Tryptophan	g/kg	1,9	1,7
Rohasche	g/kg	55,5	46,6
Calcium	g/kg	6,6	5,3
Phosphor	g/kg	5,3	5,8
ME	MJ/kg	11,24	12,91
Lysin/ME	g/MJ	0,6	0,5
Methionin/ME	g/MJ	0,3	0,2

¹LZS: Luzernesilage

ME: Umsetzbare Energie

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

In der Mastphase kamen analog zur Aufzucht zwei Kraffttermischungen zum Einsatz. Der Ergänzer war in diesem Fall auf einen Anteil der Silageaufnahme an der Tagesfutteraufnahme von 20 % ausgerichtet (siehe Tabelle 15).

Da die Luzernesilage vergleichsweise wenig umsetzbare Energie enthält, würde bei einer nennenswerten Aufnahme ein Energiedefizit entstehen. Um den Tieren die Möglichkeit zu geben dieses ausgleichen zu können, enthielt der Ergänzer gegenüber dem Alleinfutter jeweils höhere ME-Gehalte. Umgekehrt war der Ergänzer gegenüber dem Alleinfutter proteinrmer. Die Tiere die mit dem Ergänzer versorgt wurden, sollten einen nennenswerten Anteil ihres Proteinbedarfs aus der Luzernesilage decken. Die Versuchsgruppen B und C erhielten die Silage des 4. Schnittes der Ernte 2012 (siehe Tabelle A 1 im Anhang) in der gehäckselten bzw. der extrudierten Version täglich frisch zur freien Aufnahme vorgelegt. Die dritte Versuchsgruppe D bekam ein aus gehäckselter Silage und dem Ergänzer mit dem Bioextruder erstelltes Alleinfutterpellet angeboten (siehe Kapitel 3.2). Tabelle 16 verdeutlicht das Versuchsdesign im Fütterungsversuch mit Masthähnchen.

Tabelle 16: Versuchsdesign für den Fütterungsversuch mit Masthähnchen

Merkmal	A	B	C	D
Tierzahl gesamt	130	130	130	130
Tierzahl pro Box (50 % m, 50 % w)	26	26	26	26
Anzahl Wiederholungen der Variante	5	5	5	5
Fttering	Alleinfutter	Ergänzer plus frische gehäckselte Silage	Ergänzer plus frische extrudierte Silage	Ergänzer plus extrudierte Silage als Pellet

m: männlich
w: weiblich

Die Anordnung der fünf Wiederholungen je Versuchsvariante im Versuchsstall erfolgte randomisiert.

Um die Entwicklung des Lebendgewichtes der Tiere im Verlauf der Mast nachvollziehen zu können, wurden am 7., 14., 28. und 56. Lebenstag die Durchschnittsgewichte jeder Box mittels einer geschlechtsbezogenen Gruppenwiegung ermittelt. Am 28. Lebenstag wurde die Aufzuchtphase beendet und es erfolgte die Umstellung auf das Mastfutter. ber den gesamten Hhnchenmastversuch hinweg wurden alle Futtereinwaagen protokolliert. Regelmäßige Futterrckwaagen ermöglichten die Berechnung der Futteraufnahme. Außerdem wurde das

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Verlustgeschehen über den gesamten Versuch dokumentiert. Die eingesetzten Futtermittel wurden regelmäßig beprobt und im Labor auf relevante Inhaltstoffe untersucht.

An Tag 61 erfolgten die geschlechtsbezogene Erfassung der Mastendgewichte und die Auswahl der Tiere für die Erhebung der Schlachtdaten. Dazu wurden aus jeder Box zwei männliche und zwei weibliche Tiere durchschnittlicher Lebendmasse selektiert. Diese Tiere wurden am darauffolgenden Tag geschlachtet. Einen weiteren Tag später wurden die Schlachtkörper zerlegt. Dabei wurden folgende Merkmale erfasst: Ausschachtung, Schlachtkörpergewicht, Anteil an Brust, Schenkel, Flügel und Abdominalfett sowie Entwicklung des Magen-Darmtraktes. Die Teilstückzerlegung der Schlachtkörper erfolgte nach der DLG-Schnittführung (inkl. Haut und Knochen); anschließend wurden die Teilstücke verwogen. Jeweils die linke Seite der Brust wurde vakuumverpackt und tiefgefroren für die sensorische Analyse aufbewahrt. Die rechte Seite der Brust wurde für die Analyse des Cholesteringehaltes, des Fettsäuremusters und der Farbe gleichmäßig in 3 Scheiben geteilt. Die Farbebestimmung erfolgte ca. 72 h p.m. mit einem Minolta Spektralphotometer (CM 508i). Im CIE-System wurden folgende Farbwerte erhoben: Helligkeit (L), Rotton (a^*), Gelbton (b^*), Buntheit (C), sowie der Farbwinkel/Bunttonwinkel (h). Es wurde darauf geachtet, dass alle Farbmessungen in einer Fläche ohne offensichtliche Farbfehler (z.B. Blutflecken) durchgeführt werden. Die Fettextraktion wurde nach der Methode von BLIGH und DYER (1959) modifiziert von HALLERMAYER (1976) durchgeführt. Das Fettsäuremuster wurde nach der TMSH-Methode, (DGF-Einheitsmethoden C-VI 11e). und der Cholesteringehalt wurde mittels der Enzymatischen Bestimmung, (DGF-Einheitsmethoden, F-III, Cholesterin Farb-Test, Böhriner Mannheim) ermittelt.

Die sensorische Prüfung wurde am Max Rubner-Institut in Kulmbach am Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch durchgeführt. Dazu wurden die Brustfiletproben jeweils standardisiert bei 4 °C im Kühlschrank aufgetaut und anschließend in Folienbeutel bei 76 °C im Wasserbad bis zu einer Kerntemperatur von 72 °C gegart. Zusätzlich wurden die Proben einzeln vor und nach dem Erhitzen gewogen und der prozentuale Garverlust zum Ausgangsgewicht ermittelt. Pro Sitzung wurden 8 randomisierte Filetproben vorbereitet und jeweils streifenförmige Stücke an das Prüfpanel (6 Personen) ausgeteilt. Die sensorische Analyse erfolgte für die Merkmale Zartheit, Saftigkeit, Aroma und Gesamteindruck mittels bewertend-beschreibendem Prüfverfahren (6-Punkte-Skala mit 1 für die schlechteste und 6 für die beste Einstufung). Zusätzlich wurde geprüft, ob sensorische Abweichungen (grasig, nach Kohl, nach Zitrone) auftraten. Diese Bewertung erfolgte nach einem 4-Punkte-Schema: 1= stärkste, 4 = keine Abweichung.

Die erhobenen Daten wurden mit dem Programm SPSS V.20 (2011) nach dem General Linear Model (GLM) statistisch ausgewertet. Es wurde ein lineares Modell mit den Einflussfak-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

toren „Gruppe“ und „Geschlecht“ verwendet. Für die Merkmale der sensorischen Prüfung wurde zusätzlich die Interaktion zwischen diesen Faktoren einbezogen. Die Unterschiede zwischen den Gruppen wurden jeweils mit dem F-Test geprüft.

4.1.1.2 Ergebnisse

Im Hauptversuch mit Masthähnchen waren nur geringe Verluste zu beobachten. Bezogen auf den gesamten Tierbestand, lagen die Verluste bei 0,7 %.

Die Ergebnisse der Analysen der Futtermittel sind in Tabelle A 3 im Anhang aufgeführt. Sie zeigen eine insgesamt gute Übereinstimmung mit den geplanten Gehalten an Energie und Aminosäuren. Bezüglich des Natriums liegen die untersuchten Werte deutlich über den geplanten Gehalten. Die Trockensubstanzaufnahme je Tier und Tag ist in Tabelle 17 dargestellt. In Phase 1 liegt die Kraftfutteraufnahme bei allen Gruppen zwischen 18,8 und 21,8 g pro Tier und Tag. In den Silagegruppen ist sie numerisch etwas niedriger als in der Alleinfuttergruppe. Der Silageverbrauch liegt in dieser Phase mit bis zu 2 g Trockensubstanz pro Tier und Tag in allen Gruppen auf niedrigem Niveau, ist aber in den Gruppen B und C signifikant höher als in Gruppe D. Für den Gesamttrockensubstanzverbrauch bestehen in der Phase 1 keine statistisch absicherbaren Unterschiede. In der Phase 2 unterscheidet sich die Kraftfutteraufnahme zwischen den Gruppen ebenfalls nicht signifikant voneinander, liegt aber bei Gruppe D mit 37,7 g am niedrigsten. Bei den Gruppen A bis C liegt die Kraftfutteraufnahme in der Phase 2 bei 41,2 g bis 43,7 g pro Tier und Tag. Der Silageverbrauch ist in Phase 2 gegenüber der Phase 1 deutlich gestiegen und liegt mit 13,6 g bei Gruppe C signifikant am höchsten. Gruppe B weist mit 11,8 g zudem noch einen signifikant höheren Silageverbrauch als Gruppe D auf. Der Gesamttrockensubstanzverbrauch ist in der Phase 2 mit ca. 10 g in den Gruppen B und C signifikant höher als in den Gruppen A und D. In der Phase 3 liegt die Kraftfutteraufnahme zwischen 71,6 g in Gruppe A und 80,98 g in Gruppe B. Ein statistisch signifikanter Unterschied besteht nicht. Der Silageverbrauch ist in der Phase 3 ebenfalls höher als in der Phase 2. Mit 34,7 g pro Tier und Tag ist der Silageverbrauch bei Gruppe C signifikant am größten, in der Gruppe D mit 19,36 g signifikant am niedrigsten. Dasselbe Bild zeigt sich für den Gesamttrockensubstanzverbrauch in der Phase 3. Der Gesamttrockensubstanzverbrauch der Gruppe A ist im Vergleich mit den anderen Gruppen erheblich geringer. Der Silageverbrauch der Gruppe D entspricht dabei durch den Einsatz des Futters in pelletierter Form dem geplanten SOLL-Wert. Vergleicht man diesen SOLL-Wert mit dem Silageverbrauch der Gruppen B und C, haben die Tiere in jeder Phase mehr Silage verbraucht, als von der Planung vorgesehen war. Im Durchschnitt der gesamten Versuchsdauer sind dies ca. 10 g Trockensubstanz pro Tier und Tag mehr.

Tabelle 17: Trockensubstanzaufnahme bzw. –verbrauch (g/Tier/Tag) im Hauptversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

		Gruppe				SE	p
		A	B	C	D*		
P1	Krafftutter	21,78	19,02	18,75	19,85	1,05	0,209
	Silage	-	2,02 ^{ab}	2,36 ^a	1,61 ^b	0,12	0,003
	Gesamt TS	21,78	21,04	21,11	21,46	1,08	0,959
P2	Krafftutter	43,77	42,36	41,21	37,73	2,35	0,339
	Silage	-	11,78 ^b	13,55 ^a	5,39 ^c	0,33	0,000
	Gesamt TS	43,77 ^b	54,13 ^a	54,77 ^a	43,12 ^b	2,37	0,003
P3	Krafftutter	71,64	80,98	77,77	77,46	2,76	0,158
	Silage	-	27,84 ^b	34,70 ^a	19,36 ^c	1,78	0,000
	Gesamt TS	71,64 ^c	108,48 ^{ab}	112,37 ^a	96,82 ^b	2,86	0,000
Gesamt P1-P3	Krafftutter	53,80	57,90	55,83	55,12	1,90	0,520
	Silage	-	18,05 ^b	22,37 ^a	12,08 ^c	0,97	0,000
	Gesamt TS	53,80 ^c	75,94 ^a	78,20 ^a	67,20 ^b	1,98	0,000

* Phase 1 (P1): 7,5% Silage; Phase 2 (P2): 12,5% Silage; Phase 3 (P3): 20% Silage; P1: 14 Tage; P2: 14 Tage; P3: 33 Tage

LS: Least square

TS: Trockensubstanz

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Die daraus errechneten Anteile des Silageverbrauches am Gesamttrockensubstanzverbrauch pro Tag ist in Tabelle 18 dargestellt. Dabei entspricht der Silageanteil am Gesamttrockensubstanzverbrauch der Gruppe D den Soll-Werten nach der Planung. Der Silageverbrauch der Gruppen B und C liegt jeweils über den Soll-Werten.

Tabelle 18: Anteil (%) des Silageverbrauches am Gesamttrockensubstanzverbrauch im Hauptversuch mit Masthähnchen (arithmetisches Mittel)

	Gruppe			
	A	B	C	D*
P 1	-	10	11	7,5
P 2	-	22	25	12,5
P 3	-	26	31	20
Durchschnitt P1-P3	-	24	29	18

* Phase 1 (P1): 7,5% Silage; Phase 2 (P2): 12,5% Silage; Phase 3 (P3): 20% Silage

Die aus dem Futterverbrauch und den Nährstoffgehalten in den Futtermitteln berechneten scheinbaren Aufnahmen an Lysin, Methionin und Energie pro Tier und Tag sind in Tabelle 19 dargestellt. In Phase 1 liegt die scheinbare Lysinaufnahme zwischen 219,86 mg und 233,86

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

mg pro Tier und Tag. Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind statistisch nicht abzuschließen. In Phase 2 liegt die kalkulierte Lysinaufnahme der Gruppen B und C ca. 100 mg über der der Gruppe A. Gruppe D hat eine um ca. 30 mg niedrigere Lysinaufnahme als Gruppe A. In der Phase 3 liegt die Lysinaufnahme der Gruppen B und C signifikant höher als die der Gruppen A und D. Gruppe A hat eine um ca. 240 mg niedrigere Lysinaufnahme als Gruppe D. Ebenso wie die Lysinaufnahme ist auch für die kalkulierte, scheinbare Methioninaufnahme in der Phase 1 kein Unterschied zwischen den Gruppen festzustellen. In der Phase 2 haben die Gruppen B und C eine statistisch signifikant höhere Methioninaufnahme als die Gruppe A. Die Gruppe D weist einen mittleren Wert auf. Der Unterschied ist nicht signifikant zu den anderen Gruppen. In der Phase 3 ist die Methioninaufnahme in den Gruppe B und C am größten. Der Wert der Gruppe D ist signifikant geringer als der der Gruppe C, aber auch signifikant höher als der Wert der Gruppe A, welche insgesamt den niedrigsten Wert aufweist. Für die scheinbare Energieaufnahme gibt es nur in der Phase 3 signifikante Unterschiede. Sie liegen in der Gruppe A am niedrigsten.

Tabelle 19: Durchschnittliche tägliche, scheinbare Lysin-, Methionin- und ME-Aufnahme im Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Gruppe				SE	p
	A	B	C	D*		
Lysin mg/d						
P1	233,86	219,86	220,76	225,00	11,42	0,814
P2	464,60 ^b	570,47 ^a	578,11 ^a	431,24 ^b	24,67	0,001
P3	669,40 ^b	952,54 ^a	1004,78 ^a	909,96 ^a	27,16	0,000
Gesamt P1-P3	522,44 ^c	696,70 ^{ab}	726,92 ^a	642,89 ^b	19,07	0,000
Methionin mg/d						
P1	85,26	84,69	84,58	85,26	4,33	0,783
P2	166,28 ^b	204,20 ^a	204,97 ^a	175,51 ^{ab}	9,27	0,010
P3	262,98 ^c	371,40 ^{ab}	381,22 ^a	339,72 ^b	10,12	0,000
Gesamt P1-P3	200,00 ^c	267,22 ^{ab}	272,69 ^a	243,63 ^b	7,25	0,000
ME kJ/d						
P1	272,14	252,39	250,51	259,92	13,44	0,666
P2	550,78	629,51	622,47	557,51	30,86	0,183
P3	917,05 ^b	1302,70 ^a	1290,00 ^a	1240,58 ^a	38,19	0,000
Gesamt P1-P3	684,98 ^b	907,14 ^a	898,22 ^a	858,74 ^a	26,50	0,000

* Phase 1 (P1): 7,5% Silage, 14 Tage

* Phase 2 (P2): 12,5% Silage, 14 Tage

* Phase 3 (P3): 20% Silage, 33 Tage

ME: Umsetzbare Energie

LS: Least square

d: Tag

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

In Tabelle 20 sind die Lebendgewichte der Tiere zu Beginn des Versuches, am Ende jeder Phase und am Schlachthof, sowie die täglichen Zunahmen dargestellt. Das Anfangsgewicht liegt für alle Gruppen bei 37 g. Bereits nach Phase 1 zeigen sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Tiere der Gruppe A sind mit 184,19 g am schwersten. Die Tiere der Gruppen B und C mit ca. 171 g signifikant leichter und die Tiere der Gruppe D mit 162,66 g signifikant am leichtesten. Nach der Phase 2 stellt sich das Bild anders dar. Die Tiere der Gruppen A und D sind nun signifikant am leichtesten, die Tiere der Gruppen B und C sind am schwersten. Nach der Phase 3 stellt sich die Reihenfolge der Gruppen genauso dar wie nach der Phase 2. Die Abstände zwischen den Gruppen haben sich aber noch vergrößert. Die Gewichte der Tiere, die für die Schlachtung selektiert wurden, entsprechen in etwa den Werten die nach der Phase 3 für alle Tiere ermittelt wurden. Die Endgewichte am Schlachthof sind durch die dazwischenliegende Nüchternungszeit gegenüber den Endgewichten nach der Selektion etwas geringer. Die Reihenfolge der Gruppen hat sich jedoch nicht geändert und die Tiere der Gruppen B und C sind signifikant schwerer als die der Gruppen A und D. Entsprechend der Lebendgewichte zu den verschiedenen Zeitpunkten des Versuches haben die Tiere der Gruppe A in Phase 1 die höchsten täglichen Zunahmen. Über die gesamte Versuchszeit hinweg gesehen haben die Tiere der Gruppen B und C signifikant höhere tägliche Zunahmen als die Gruppen A und D.

Tabelle 20: Entwicklung der Lebendgewichte im Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht		P	Gruppe				P
	m	w		A	B	C	D	
Anfangsgewicht	37,36	37,17	0,270	37,27	37,27	37,25	37,25	0,999
SE	0,122	0,122		0,172	0,172	0,172	0,172	
Gewicht								
Phase 1 (g)	164,87	180,20	0,000	184,19 ^a	171,65 ^b	171,65 ^b	162,66 ^c	0,000
SE	1,39	1,41		1,97	1,99	1,97	1,97	
Phase 2 (g)	530,48	561,87	0,000	521,60 ^b	564,53 ^a	570,67 ^a	527,90 ^b	0,000
SE	5,33	5,54		7,63	7,77	7,68	7,67	
Phase 3 (kg)	1,859	1,839	0,496	1,696 ^b	1,969 ^a	1,943 ^a	1,790 ^b	0,000
SE	0,02	0,02		0,03	0,03	0,03	0,03	
Endgewicht nach Selektion (kg)	1,876	1,851	0,667	1,741 ^b	1,954 ^a	1,959 ^a	1,800 ^b	0,000
SE	0,02	0,02		0,04	0,03	0,03	0,03	
Endgewicht am Schlachthof (kg)	1,773	1,767	0,832	1,649 ^b	1,862 ^a	1,861 ^a	1,708 ^b	0,000
SE	0,02	0,02		0,03	0,03	0,03	0,03	
Gewichtszunahme (g/d)								
Phase 1				10,49 ^a	9,58 ^b	9,59 ^b	8,96 ^b	0,002
SE				0,227	0,227	0,227	0,227	
Phase 2				24,13 ^b	28,10 ^{ab}	28,45 ^a	26,07 ^{ab}	0,034
SE				1,041	1,041	1,041	1,041	
Phase 3				35,62 ^b	42,48 ^a	41,60 ^a	38,26 ^{ab}	0,003
SE				1,202	1,202	1,202	1,202	
Gesamt				27,21 ^b	31,63 ^a	31,23 ^a	28,74 ^b	0,008

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

d: Tag

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Die aus der Nährstoffaufnahme und der Gewichtsentwicklung errechnete Nährstoffverwertung ist in Tabelle 21 dargestellt. Über den gesamten Versuch hinweg betrachtet ist die Lysinverwertung in den Gruppen B bis D signifikant schlechter als in der Gruppe A. Ebenso haben die Tiere der Gruppe A signifikant weniger Methionin und Energie pro kg Zuwachs aufgenommen als die Tiere der Gruppen B bis D.

Tabelle 21: Durchschnittliche Nährstoffverwertung (g bzw. MJ/kg Zuwachs) im Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Gruppe				SE	p
	A	B	C	D*		
Lysin g/kg						
P1	22,33	22,94	23,06	25,13	1,13	0,352
P2	19,50	20,39	20,31	16,52	0,98	0,053
P3	18,79 ^c	22,46 ^b	24,17 ^a	23,79 ^{ab}	0,43	0,000
Gesamt P1-P3	19,20 ^b	22,07 ^a	23,29 ^a	22,37 ^a	0,43	0,000
Methionin g/kg						
P1	8,14	8,83	8,83	9,52	0,42	0,191
P2	6,98	7,30	7,20	6,72	0,36	0,683
P3	7,38 ^b	8,76 ^a	9,17 ^a	8,88 ^a	0,14	0,000
Gesamt P1-P3	7,35 ^b	8,46 ^a	8,73 ^a	8,48 ^a	0,15	0,000
ME MJ/kg						
P1	25,98	26,31	26,16	29,03	1,31	0,335
P2	23,11	22,50	21,86	21,36	1,20	0,748
P3	25,74 ^b	30,71 ^a	31,01 ^a	32,43 ^a	0,52	0,000
Gesamt P1-P3	25,18 ^b	28,72 ^a	28,76 ^a	29,88 ^a	0,50	0,000

* Phase 1 (P1): 7,5% Silage, 14 Tage

* Phase 2 (P2): 12,5% Silage, 14 Tage

* Phase P3=: 20% Silage, 33 Tage

LS: least square

ME: Umsetzbare Energie

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Das Schlachtkörpergewicht kalt, die Teilstückgewichte, die Ausschachtung und die Teilstückanteile der Masthähnchen sind in Tabelle 22 dargestellt. Entsprechend den Mastendgewichten weisen die Tiere der Gruppen B und C auch die höchsten Schlachtgewichte auf. Die Tiere der Gruppe D haben ein signifikant niedrigeres Schlachtgewicht. Die Tiere der Gruppe A sind signifikant am leichtesten. In den Gewichten der einzelnen Teilstücke spiegelt sich dasselbe Bild wider. Für den Anteil der einzelnen Teilstücke am gesamten Schlachtkörper gibt es zwischen den Gruppen keine statistisch signifikanten Unterschiede. Der Anteil des Abdominalfettes ist in der Gruppe A signifikant niedriger als in den Gruppen B bis D.

Tabelle 22: Merkmale des Schlachtkörpers im Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht		P	Gruppe				P
	m	w		A	B	C	D	
Gewicht (g)								
Schlachtkörper kalt	1355,9	1366,3	0,632	1245,0 ^c	1439,8 ^a	1435,7 ^a	1323,9 ^b	0,000
SE	15,49	14,78		20,28	23,42	20,28	21,51	
Brust	340,3	366,0	0,010	322,9 ^b	380,9 ^a	369,0 ^a	339,9 ^b	0,000
SE	6,71	6,40		8,78	10,14	8,78	9,31	
Keule	390,8	379,0	0,136	354,9 ^b	403,2 ^a	408,5 ^a	373,1 ^b	0,000
SE	5,56	5,30		7,28	8,40	7,28	7,72	
Flügel	144,8	141,5	0,191	135,9 ^b	150,0 ^a	147,8 ^a	138,9 ^b	0,000
SE	1,82	1,74		2,38	2,75	2,38	2,53	
Abdominal Fett	20,5	25,1	0,061	13,4 ^b	28,8 ^a	24,7 ^a	24,4 ^a	0,000
SE	1,69	1,61		2,21	2,56	2,21	2,35	
Rücken	237,4	245,5	0,129	215,2 ^c	257,1 ^a	259,7 ^a	234,0 ^b	0,000
SE	3,77	3,60		4,94	5,70	4,94	5,24	
Hals	96,0	96,3	0,945	85,3 ^c	99,1 ^{ab}	107,8 ^a	92,5 ^b	0,000
SE	2,49	2,37		3,25	3,76	3,25	3,45	
Anteil (%)								
Ausschlachtung	76,4	76,7	0,633	75,6	76,5	77,1	77,1	0,328
SE	0,46	0,44		0,60	0,69	0,60	0,64	
Brust	25,0	26,8	0,001	25,9	26,5	25,7	25,6	0,638
SE	0,34	0,33		0,45	0,52	0,45	0,48	
Keule	28,8	27,7	0,007	28,5	28,0	28,5	28,2	0,791
SE	0,27	0,26		0,36	0,41	0,36	0,38	
Flügel	10,7	10,4	0,091	10,9	10,4	10,3	10,5	0,095
SE	0,13	0,12		0,17	0,19	0,17	0,18	
Abdominal Fett	1,5	1,8	0,083	1,1 ^b	2,0 ^a	1,7 ^a	1,9 ^a	0,005
SE	0,13	0,12		0,16	0,19	0,16	0,17	
Rücken	17,5	17,9	0,194	17,3	17,9	18,1	17,7	0,616
SE	0,24	0,22		0,31	0,36	0,31	0,33	
Hals	7,1	7,0	0,815	6,8	6,9	7,5	7,0	0,281
SE	0,16	0,15		0,21	0,24	0,21	0,22	

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weiblich Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

In Tabelle A 5 im Anhang sind die Gewichte bzw. Längen der Lebern, der Muskelmägen bzw. der Darmabschnitte aufgeführt. Lediglich für das Gewicht des Muskelmagens bestehen signi-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Tiere der Gruppe B weisen den schwersten Muskelmagen auf. Die Muskelmägen der Tiere der Gruppe A sind minimal leichter. Die Muskelmägen der Gruppe C sind deutlich, aber nicht signifikant leichter als die der Gruppen A und B. Die Tiere der Gruppe D weisen insgesamt die leichtesten Muskelmägen auf.

Die Farbwerte (Helligkeit, Rotton, Gelbton, Buntheit und der Farbwinkel/Buntonwinkel) des Hähnchenbrustfleisches sind in Tabelle 23 dargestellt. Geschlechtsbedingte, signifikante Unterschiede lassen sich nur für das Merkmal Farbwinkel/Buntonwinkel feststellen. Zwischen den Fütterungsgruppen sind ausgeprägte Farbunterschiede in der Brustmuskulatur zu erkennen. Die Gruppen A und C weisen signifikant niedrigere Werte für die Merkmale Gelbton und Buntheit auf als die Gruppe B. Die Werte der Gruppe D für diese Merkmale sind signifikant am größten.

Tabelle 23: Farbwerte des Brustfleisches im Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht		SE	p	Gruppe				SE	p
	m	w			A	B	C	D		
L	49,75	50,49	0,47	0,274	49,62	49,68	50,96	50,22	0,67	0,476
a*	3,09	2,56	0,18	0,050	2,75	3,03	2,27	3,26	0,26	0,060
b*	7,62	8,39	0,32	0,100	5,80 ^c	8,47 ^b	7,07 ^c	10,23 ^a	0,45	0,000
C	8,29	8,83	0,32	0,232	6,46 ^c	9,07 ^b	7,53 ^c	10,76 ^a	0,45	0,000
h	66,96	72,83	1,38	0,005	65,66	69,80	71,99	72,12	1,95	0,087

L: Helligkeit, a*: Rotton, b*: Gelbton, C: Buntheit, h: Farbwinkel/Buntonwinkel

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Die wichtigsten untersuchten Merkmale zur Produktqualität des erzeugten Hähnchenfleisches zeigt Tabelle 24. Eine ausführliche Aufstellung aller erfassten Merkmale zur Produktqualität sind in Tabelle A 6 bis Tabelle A 10 im Anhang dargestellt. Im Fettgehalt des Brustfleisches gibt es numerische Unterschiede zwischen der Gruppe A mit 1,47 %, der Gruppe B mit 1,66 % und den Gruppen C und D mit je 1,8 %. Die Unterschiede lassen sich jedoch nicht statistisch absichern. Der Cholesteringehalt des Brustfleisches ist in der Gruppe A mit 66,09 mg pro 100 g Fleisch signifikant höher als in den Gruppen B und C mit ca. 61 mg pro 100g Fleisch. Der Cholesteringehalt des Fleisches der Gruppe D liegt mit 65,6 mg/100g Fleisch zwischen diesen Werten. Für den Gehalt an den Omega 3-Fettsäuren Eicosapentaensäure (EPA) und Docosapentaensäure (DPA) bestehen signifikante Unterschiede zwi-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

schen den Fütterungsgruppen. Der Gehalt an EPA pro 100 g Fleisch ist bei der Gruppe D mit 1,37 mg am größten. Die Gruppe C mit 1,1 mg und die Gruppe B mit 0,98 mg folgen mit niedrigeren Gehalten. Die Gruppe A hat das Fleisch mit dem niedrigsten EPA-Gehalt. Für die DPA weist die Gruppe C mit 11,38 mg pro 100 g Fleisch den höchsten Gehalt auf. Das Fleisch der Gruppe D hat 11,08 mg DPA und das der Gruppe B 10,58 mg DPA pro 100g Fleisch. Bei der Gruppe A wurde mit 8,94 mg wiederum der niedrigste Gehalt an DPA festgestellt. Für die Docosahexaensäure (DHA) wurde dasselbe Muster wie für die DPA beobachtet. Die Unterschiede sind jedoch nicht signifikant. Ebenfalls keine signifikanten Unterschiede bestehen für den Gehalt an gesättigten Fettsäuren (SFA), einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA), mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) und Omega 6-Fettsäuren (n6). Im Gegensatz dazu gibt es für den Gesamtgehalt an Omega 3-Fettsäuren (n3) signifikante Unterschiede. Hier wiederholt sich das Muster der Reihenfolge des Gehaltes an EPA. Die Gruppe D hat mit 53,96 mg pro 100g Fleisch den höchsten Gehalt an n3. Die Gruppe C folgt mit 46,54 mg/100g. Die Gruppe A hat mit 32,45 mg pro 100 g Fleisch den niedrigsten Gehalt an Omega 3-Fettsäuren. Für das Verhältnis zwischen mehrfach ungesättigten und gesättigten Fettsäuren zeigen die mit Silage gefütterten Gruppen keinerlei Unterschiede. Die Gruppe A unterscheidet sich mit einem deutlich engerem Verhältnis von den anderen Gruppen signifikant. Beim Verhältnis von n6 zu n3 hat die Gruppe A hingegen das weiteste Verhältnis. Die Gruppe D weist hier das engste Verhältnis auf. Die Werte der Gruppen B und C liegen dazwischen. Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind statistisch abzusichern.

Tabelle 24: Fett- und Fettsäure- bzw. Cholesteringehalte im Hähnchenbrustfleisch (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Gruppe				SE	P
	A	B	C	D		
<i>Fettgehalt (%)</i>	1,47	1,66	1,80	1,80	0,112	0,144
<i>Cholesterin (mg/100 g Fleisch)</i>	66,09 ^a	61,02 ^b	60,81 ^b	65,60 ^{ab}	1,398	0,020
Fettsäure (mg/100 g Fleisch)						
EPA n3	0,87 ^b	0,98 ^b	1,10 ^{ab}	1,37 ^a	0,085	0,002
DPA n3	8,94 ^b	10,58 ^a	11,38 ^a	11,08 ^a	0,410	0,001
DHA n3	5,51	6,31	7,05	6,84	0,472	0,120
SFA	341,09	334,54	363,76	380,30	22,544	0,466
MUFA	277,51	274,84	294,71	344,91	30,423	0,348
PUFA	464,27	519,68	564,02	583,70	39,278	0,163
n3	32,45 ^c	43,38 ^b	46,54 ^{ab}	53,96 ^a	2,883	0,000
n6	431,82	476,29	517,48	529,74	36,570	0,241
PUFA/SFA	1,35 ^b	1,54 ^a	1,54 ^a	1,54 ^a	0,029	0,000
n6/n3	13,34 ^a	10,93 ^b	11,04 ^b	9,81 ^c	0,290	0,000

EPA: Eicosapentaensäure

DPA: Docosapentaensäure

DHA: Docosahexaensäure

SFA: saturated fatty acids, gesättigte Fettsäuren

MUFA: mono unsaturated fatty acids, einfach ungesättigte Fettsäuren

PUFA: poly unsaturated fatty acids, mehrfach ungesättigte Fettsäuren

n3: Omega 3 Fettsäuren

n6: Omega 6 Fettsäuren

LS: least square

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

In der Tabelle 25 sind die Ergebnisse der Sensorischen Prüfung des Hähnchenbrustfleisches dargestellt. Die Merkmale Saftigkeit, Zartheit, Aroma und Gesamteindruck wurden mit einer Intervallskala von 1- 6 beurteilt wobei die höhere Punktzahl jeweils Ausdruck für die bessere Bewertung ist. Die insgesamt höchste Bewertung erreichte die Zartheit mit 4,6 in der Gruppe D. Statistisch abgesicherte Unterschiede zwischen den Gruppen gibt es für dieses Merkmal nicht. Für die Saftigkeit zeigen sich für alle Gruppen mittlere Werte auf der Skala. Die Merkmale Aroma und Gesamteindruck weisen für alle Gruppen einen Wert von 3,8 bis 4,0 auf. Die Garverluste sind beim Brustfleisch männlicher Tiere tendenziell höher als bei weiblichen Tieren. Zwischen den Fütterungsgruppen gibt es diesbezüglich keine statistisch absicherbaren Unterschiede. Für Aromaabweichungen im Sinne von "grasig", "nach Zitrone" und "nach Kohl" gibt es lediglich bei der Note grasig einen statistisch signifikanten Unterschied zwi-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

schen dem Fleisch der männlichen und dem Fleisch der weiblichen Tiere sowie eine signifikante Interaktion Geschlecht x Gruppe. Bei Brustfiletproben männlicher Tiere der Fütterungsgruppe A war im Vergleich zu jenen der Gruppen B, C und D keine wahrnehmbare Aromaabweichung „grasig“ festzustellen. Für die anderen Merkmale liegt der Unterschied der Mittelwerte zwischen den Geschlechtern und den Gruppen bei maximal 0,2 Punkten und damit in einem unbedeutenden Bereich.

Tabelle 25: Ausgewählte sensorische Merkmale für Hähnchenfleischproben von Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht				Gruppe						Gruppe x Geschlecht
	m	w	SE	P	A	B	C	D	SE	p	p
Garverluste (%)	19,7	18,8	0,4	0,147	19,2	18,7	19,5	19,6	0,62	0,693	0,010
Saftigkeit¹	3,6	3,6	0,1	0,898	3,5	3,5	3,6	3,8	0,19	0,826	0,142
Zartheit¹	4,3	4,4	0,2	0,578	4,3	4,2	4,4	4,6	0,28	0,707	0,032
Aroma¹	3,8	3,9	0,1	0,264	3,9	3,8	3,8	3,8	0,13	0,992	0,081
Gesamteindruck¹	3,8	3,9	0,1	0,645	3,8	3,8	3,8	4,0	0,16	0,849	0,072
Grasig²	3,8	3,9	0,0	0,001	3,9	3,9	3,8	3,9	0,03	0,127	0,005
nach Kohl²	3,9	3,8	0,0	0,439	3,9	3,9	3,9	3,8	0,05	0,917	0,111
nach Zitrone²	3,8	3,8	0,0	0,799	3,9	3,8	3,7	3,8	0,06	0,334	0,431

¹ semantisch-numerische Intervallskala von 1 (sehr unbefriedigend) bis 6 (hervorragend)

² semantisch-numerische Intervallskala von 1 (stärkste Abweichung) bis 4 (keine Abweichung)

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

4.1.2 Nebenversuch mit Erbsenzulage

Im Hauptversuch mit Masthähnchen wurden in allen Fütterungsgruppen vergleichsweise niedrige tägliche Zunahmen beobachtet (siehe Tabelle 20). In früheren Versuchen der HSWT mit derselben Genetik und ähnlichen Kraffttermischungen konnten deutlich höhere tägliche Zunahmen erreicht werden. Ebenso liegt das vom Zuchtunternehmen HUBBARD (2014) ausgewiesene Wachstumspotential für den Genotyp ISA JA 957 höher, als das im vorliegenden Versuch erreichte Wachstum. Die im Hauptversuch mit Silage versorgten Tiere zeigten ein besseres Wachstum als die Kontrollgruppe. Da, wie aus Tabelle 17 ersichtlich, die Tiere in Gruppe B und C die lysin- und methioninhaltige Silage in größerer Menge aufgenommen haben als durch die Rationsplanung vorgesehen, kam die Vermutung auf, dass die Tiere über den hohen Silageverzehr einen Aminosäurenmangel kompensieren konnten. Ursache für diesen Mangel könnte möglicherweise eine Hitzeschädigung der in den Kraffttermischungen als Proteinquelle eingesetzten Weizentrockenschlempe gewesen sein. Um zu

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

ermitteln, ob eine Festlegung des Lysins aus der Weizentrockenschlempe das verminderte Wachstum im Hauptversuch mit Masthähnchen erklären kann, wurde in Laufe der vierten Versuchswoche entschieden dies über eine Zulage von Lysin bei einem Teil der Tiere zu evaluieren. Aufgrund des hohen Lysingehaltes pro 100 g Rohprotein bei der Erbse (siehe Tabelle 26) wurde, diese Lysinzulage über eine restriktive Zulage von Erbsen realisiert.

Tabelle 26: Lysin- und Methioningehalt pro 100 g Rohprotein (XP) der im vorliegenden Projekt eingesetzten Proteinfuttermittel

	Erbsen	Sojakuchen	Sonnenblumenkuchen ¹	Weizenschlempe	Grünmehl
g Lysin/100g XP	7,3	5,8	3,7	2,4	4,5
g Methionin/100g XP	1,1	1,3	2,1	1,5	1,3

¹ aus geschälter Saat

4.1.2.1 Material und Methoden

Am Ende der vierten Versuchswoche des Hauptversuches mit Masthähnchen wurde der Nebenversuch mit Erbsenzulage gestartet. Hierzu wurden aus jeder Box je ein männliches und ein weibliches, bezüglich des Lebendgewichtes dem Mittelwert entsprechendes Tier herausgenommen. Aus den Tieren der fünf Wiederholungen jeder Versuchsvariante des Hauptversuches wurde je eine neue Gruppe für den Nebenversuch mit Erbsenzulage gebildet. Die auf diese Weise entstandenen, vier neuen Gruppen (A-D, je plus Erbsen) bestanden aus je zehn Tieren. Die Tiere wurden im selben Stall wie die Tiere des Hauptversuches in zusätzlichen Boxen gehalten. Die Fütterung wurde wie im Hauptversuch fortgeführt. Die einzige Änderung, die sich ergab, war das zusätzliche, restriktive Angebot von geschroteten Erbsen in einem gesonderten Futterbehältnis. Die einmal täglich zugeteilte Erbsenmenge entsprach 25 % der durchschnittlichen Futteraufnahme in der vierten Versuchswoche des Hauptversuches. Diese Erbsenzulage erfolgte für insgesamt drei Wochen. Die Erfassung von Futterverbrauch und Tiergewichten erfolgte parallel zum Hauptversuch. An Tag 61 wurden aus jeder „Erbsengruppe“ ebenfalls je zwei männliche und zwei weibliche Durchschnittstiere für die Schlachtdatenerhebung selektiert.

Die Gewichtsentwicklung wurde mit dem Programm SPSS V.20 (2011) nach dem General Linear Model (GLM) statistisch ausgewertet. Es wurde ein lineares Modell mit den Einflussfaktoren „Gruppe“ und „Geschlecht“ verwendet. Die Unterschiede zwischen den Gruppen

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

wurden mit dem F-Test geprüft. Für die erhobenen Merkmale des Schlachtkörpers wurde in EXCEL jeweils das arithmetische Mittel berechnet.

4.1.2.2 Ergebnisse

In Tabelle 27 sind die Ergebnisse der Futterraufnahme und der Futterverwertung im Nebenversuch mit Erbsenzulage aufgeführt. Die Erbsen wurden in allen Gruppen für einen Zeitraum von 21 Tagen mit einer Menge von durchschnittlich ca. 22 g pro Tier und Tag gefressen. In der Summe der Trockensubstanzaufnahme liegen die Gruppen A und B in etwa auf einem Niveau. Durch die Unterschiede in der Zuwachsleistung errechnet sich für die Gruppe B plus Erbsen eine Gesamt-TS-Verwertung von 2,63 was gegenüber dem Wert der Gruppe A plus Erbse (3,07) wesentlich besser ist.

Tabelle 27: Futterraufnahme und Futterverwertung im Nebenversuch mit Erbsenzulage (arithmetische Mittelwerte)

Futterraufnahme (g TS)	A+Erbse	B+Erbse	C+Erbse	D+Erbse
Krafftutter	126,102	106,243	73,364	80,855
Silage	-	20,430	23,963	20,214
Erbsen	22,346	22,194	22,156	22,251
Gesamt-TS-Aufnahme (g)	148,448	148,867	119,484	123,320
Gesamt-Gewichtszunahme (kg)	1,256	1,472	1,296	1,163
Krafftutterverwertung (kg/kg)	2,61	1,88	1,47	1,81
Silageverwertung (kg/kg)	-	0,36	0,48	0,45
Erbsenverwertung (kg/kg)	0,46	0,39	0,44	0,50
Gesamt TS Verwertung (kg/kg)	3,07	2,63	2,40	2,76

TS: Trockensubstanz

Tabelle 28 zeigt die Anteile der verschiedenen Futtermittel die von den Tieren im Nebenversuch mit Erbsenzulage ermittelt wurden. Der Anteil des Krafftutters an der Gesamtfutterraufnahme ist in der Gruppe A am höchsten. Der Anteil der Erbsen liegt bei allen Gruppen zwischen 15 und 18 %.

Tabelle 28: Anteile (%) der verschiedenen Futtermittel an der Gesamtfutterraufnahme im Nebenversuch mit Erbsenzulage (arithmetische Mittelwerte)

	A+Erbse	B+Erbse	C+Erbse	D+Erbse
Krafftutter	84,9	71,4	61,4	65,6
Silage	-	13,7	20,1	16,4
Erbsen	15,1	14,9	18,5	18,0

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Die Lebendgewichte der Tiere im Nebenversuch mit Erbsenzulage sind in Tabelle 29 zusammengestellt. Die männlichen Tiere sind zu Beginn des Versuches signifikant leichter als die weiblichen Tiere, am Ende des Versuches ist es umgekehrt. Die Gewichtsdiﬀerenz zwischen den Gruppen A und den Gruppen B sowie C beträgt zu Beginn des Versuches ca. 100 g. Die Tiere der Gruppe D sind zu diesem Zeitpunkt im Schnitt lediglich 42 g schwerer als die Tiere der Gruppe A. Am Ende des Versuches sind die Tiere der Gruppe B mit 2,292 kg am schwersten. Die Tiere der Gruppe C liegen mit 2,114 kg ebenfalls über der 2 kg-Marke. Die Tiere der Gruppe A (1,975 kg) und D (1,914 kg) haben dieses Niveau nicht erreicht. Die für die Betrachtung der Schlachtkörpermerkmale selektierten Tiere der Gruppen A und B liegen mit ihrem Gewicht etwas höher als das Durchschnittsgewicht ihrer Gruppe am Ende der Endmast. Die Tiere der Gruppen C und D sind nach der Selektion etwas leichter als die Tiere der jeweiligen Gruppe am Ende des Mastversuches. Am Schlachthof weisen die Tiere der Gruppe B die höchsten Lebendgewichte auf. Die Tiere der Gruppen C, A und D sind in dieser Reihenfolge am Schlachthof je etwa 100 g leichter als die Vergleichsgruppe.

Tabelle 29: Gewichtsentwicklung im Nebenversuch mit Erbsen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht		SE	p	Gruppen				SE	P
	m	w			A+Erb	B+Erb	C+Erb	D+Erb		
Anfangsgewicht (kg)	0,765	0,794	0,014	0,134	0,719 ^b	0,820 ^a	0,818 ^a	0,761 ^{ab}	0,019	0,002
Endgewicht (kg)	2,138	2,014	0,048	0,081	1,975 ^b	2,292 ^a	2,114 ^{ab}	1,924 ^b	0,069	0,003
nach Selektion (kg)	2,150	2,024	0,048	0,100	2,001 ^b	2,350 ^a	2,106 ^{ab}	1,890 ^b	0,068	0,008
am Schlachthof (kg)	2,053	1,928	0,044	0,077	1,902 ^b	2,249 ^a	2,004 ^b	1,808 ^b	0,062	0,005
tägliche Zunahmen (g)	52,83	46,93	1,44	0,007	48,31 ^b	56,64 ^a	49,85 ^{ab}	44,73 ^b	2,03	0,002

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Die Schlachtkörpermerkmale der Tiere aus dem Nebenversuch mit Masthähnchen sind in Tabelle A 11 im Anhang dargestellt. Die Gewichte der Teilstücke sind entsprechend den Schlachtgewichten in der Gruppe B am höchsten, in der Gruppe A am niedrigsten. Die Werte der Gruppen C und D liegen dazwischen. Der Anteil an wertvollen Teilstücken schwankt zwischen den Gruppen und den Geschlechtern bei den einzelnen Merkmalen um 0,8 bis 3,3 %. Auffallend ist der große Anteil an Abdominalfett bei den weiblichen Tieren der Gruppe B. Die Ausschachtung schwankt zwischen 73,9 % bei den männlichen Tieren der Gruppe A und 79,47 % bei den weiblichen Tieren der Gruppe D.

4.1.3 Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Hähnchenmast

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der Hähnchenmast wurden für zwei Modellbetriebe (A und B) mit 4800 Tierplätzen die Direktkostenfreien Leistungen, der Deckungsbeitrag und die Einzelkostenfreien Leistungen kalkuliert. Als Haltungssystem wurde jeweils ein geschlossener Stall mit Kaltscharraum und Grünauslauf unterstellt. Als Fütterungssystem werden für den Modellbetrieb A eine Fütterung analog der Fütterung der Gruppe A und für den Modellbetrieb B eine Fütterung analog der Fütterung der Gruppe B des Fütterungsversuches mit Masthähnchen herangezogen. Die biologischen Leistungen für den jeweiligen Modellbetrieb wurden ebenso aus den Ergebnissen der Gruppen A und B des Fütterungsversuches abgeleitet. Eine Übersicht der den Wirtschaftlichkeitskalkulationen zu Grunde liegenden Annahmen bezüglich Haltungssystem und biologischer Leistungen gibt Tabelle 30.

Tabelle 30: Annahmen zur Kalkulation der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der Hähnchenmast

	A	B
Haltungssystem	Bodenhaltung im geschlossenen Stall mit Kaltscharraum, Grünauslauf, 4800 Mastplätze	
Verluste in %¹	3	3
Einstallgewicht (g)²	38	38
Mastendgewicht (g)²	1741	1954
tägliche Zunahmen (g/Tag)²	27,2	31,6
unterstellter Zuwachs in kg²	1703	1916
Mastdauer in Tagen²	63	61
Umtriebe pro Jahr³	4,8	4,9

¹ nach (2010b): "Ökologischer Landbau" (ACHILLES et al. 2010)

² abgeleitet aus eigenen Erhebungen im Rahmen des Projektes

³ unterstellt werden 14 Tage für Reinigung und Desinfektion

Weitere Annahmen zur Kalkulation der genannten Parameter der Wirtschaftlichkeit wurden nach HILCKMANN (2014), LFL (2014), LWK NIEDERSACHSEN (2010) und der KTBL-Datensammlung „Ökologischer Landbau“ (ACHILLES et al., 2010b) getroffen. Der Futtermittelverbrauch wurde aus den im Versuch ermittelten Daten abgeleitet und die Preise der Kraftfuttermischungen wurden auf Basis der im Versuch verwendeten Rezepturen und Angaben von MEITINGER (2014) (siehe Tabelle A 12 im Anhang) kalkuliert. Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitskalkulationen sind in den Tabelle 31 und Tabelle 32 dargestellt. Durch die höheren, unterstellten täglichen Zunahmen werden im Modellbetrieb B mit 4,9 gegenüber 4,8 Durchgängen minimal mehr Durchgänge als im Modellbetrieb A gefahren. In Kombination mit den

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

höheren Mastendgewichten der Tiere im Modellbetrieb B liegt dort die Summe der Leistungen um ca. 3 € höher als im Modellbetrieb A. Trotz einer Krafftutereinsparung im Modellbetrieb B gegenüber dem Modellbetrieb A liegen die Krafftuterkosten im Betrieb B um ca. 2 € pro Mastplatz höher. Begründet werden kann dies durch die vergleichsweise hohen Preise der Ergänzungsmischungen. Die teuren Energieträger haben in diesen Mischungen gegenüber einen höheren Anteil als in den entsprechenden Alleinfuttermischungen, deren Einsatz für den Modellbetrieb A angenommen wird. Insbesondere der Einsatz des Rapsöls, das für den Versuch in Speiseölqualität als Bioware zur Verfügung stand, verteuert mit einem Preis von 140 €/dt die Ergänzungsmischungen (MEITINGER, 2014). Im Modellbetrieb A wird der Einsatz einer Kleegrassilage zur Erfüllung des Raufuttergebotes unterstellt. Der Silageverbrauch in diesem Betrieb wurde geschätzt. Im Modellbetrieb B wird der Einsatz von Luzernesilage aus spezieller Nutzung unterstellt. Der Verbrauch dieser Silage wurde aus den Ergebnissen des Fütterungsversuches abgeleitet. Da die Luzernesilage aus spezieller Nutzung höhere Produktionskosten (siehe Tabelle 7 und Tabelle 8) aufweist als die im Modellbetrieb A eingesetzte Kleegrassilage und zudem der Silageverbrauch im Betrieb B wesentlich höher liegt als im Betrieb A sind die Silagekosten im Betrieb B um fast 3 € höher als im Betrieb A. Die kalkulierten Direktkostenfreien Leistungen des Betriebes A liegen resultierend mit 6,57 € um mehr als 2 € höher als im Betrieb B (5,12 €). Da unterstellt wird, dass aufgrund des Raufutterfütterungsgebotes, kein arbeitswirtschaftlicher Mehraufwand im Modellbetrieb B gegenüber Modellbetrieb A angerechnet werden muss, ergibt sich nach Abzug der variablen Maschinen- und Lohnkosten ein ähnliches Bild für den Deckungsbeitrag. Der Deckungsbeitrag liegt im Betrieb A mit 6,22 € um 1,45 € höher als im Betrieb B. Die Einzelkostenfreie Leistung pro Mastplatz liegt im Betrieb A mit 2,57 € mehr als doppelt so hoch wie im Betrieb B. Mit Einzelkostenfreien Leistungen von 1,12 € je Mastplatz können beim Einsatz von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Hähnchenmast aber dennoch Gewinne erzielt werden. Auf eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit der Hähnchenmast analog der Fütterungsgruppen C und D des Fütterungsversuches wurde verzichtet, da zum einen die tierischen Leistungen dieser Gruppen nicht besser waren als die der Gruppe B und zum anderen die Produktionskosten für die Silage in extrudierter bzw. pelletierter Form höher liegen (siehe Tabelle 9 bzw. Tabelle 10) als für die Silage in gehäckselter Form. Dadurch müsste die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes der Silage in extrudierter oder pelletierter Form im Vergleich zu Fütterung und Leistungen analog der Gruppe A noch geringer sein. Grundsätzlich schmälert die im Hauptversuch erreichte Tierleistung die Wirtschaftlichkeit der Hähnchenmast in den Modellbetrieben A und B.

Tabelle 31: Kalkulation der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der Hähnchenmast (Modellbetrieb A)

Marktleistungen und Kosten	Menge/ Tierplatz x a	Preis	Betrag in €(Tierplatz x a)
Masthuhn, öko ¹	8,0 kg/a	2,65 €/kg	21,32
Masthühner Festmist ²	47,64 kg/a	0,07 €/kg	3,34
Summe Leistungen			24,66
Eintagsküken, Mastlinie, öko ¹	4,8 Stück/a	0,80 €/Stück	3,81
Krafftutter P1 ³	1,7 kg/a	0,63 €/kg	1,03
Krafftutter P2 ³	3,3 kg/a	0,60 €/kg	1,98
Krafftutter P3 ³	12,8 kg/a	0,58 €/kg	7,42
Silage (Erfüllung Raufuttergebot) ⁴	10,00 kg/a	0,07 €/kg	0,66
Wasser ⁵	0,06 m ³ /a	1,72 €/m ³	0,10
Einstreu ⁵	11,0 kg/a	0,07 €/kg	0,73
Strom ⁵	2,86 kWh/a	0,25 €/kWh	0,71
Heizöl ⁵	10,48 kWh/a	0,05 €/kWh	0,57
Tierarzt, Medikamente ⁵		0,14 €/a	0,14
Tierseuchenkasse ⁵		0,03 €/a	0,03
Ertragsschadenversicherung ⁵		0,46 €/a	0,46
Spezialberatung ⁵		0,21 €/a	0,21
Kadaverbeseitigung ⁵		0,06 €/a	0,06
Reinigungs- und Desinfektionsmittel ⁵		0,05 €/a	0,05
Auslaufpflege ⁵		0,02 €/a	0,02
Zinsansatz Vieh- und Umlaufvermögen (4 %) ⁶	2,29 €/a	0,04 €/€	0,09
Summe Direktkosten			18,09
Direktkostenfreie Leistung			6,57
Variable Maschinenkosten ⁵		0,13 €/a	0,13
Variable Lohnkosten ⁵	0,03 AKh/DG	7,5 €/AKh	0,23
Summe variable Kosten			18,44
Deckungsbeitrag			6,22
Fixe Maschinenkosten ⁵		€/a	0,13
Fixe Lohnkosten ⁵	0,07 AKh/DG	15 €/AKh	1,05
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung			5,04
Gebäude, bauliche Anlagen, Einrichtungen ⁵		2,47 €/a	2,47
Einzelkostenfreie Leistung			2,57

¹ Annahme des Küken- und Hähnchenpreises nach HILCKMANN (2014)

² Abgeleitet nach KTBL "Ökologischer Landbau" (ACHILLES et al. 2010b) und LFL (2014)

³ Futterverbrauch abgeleitet aus eigenen Erhebungen im Rahmen des Projektes, Futterrezeptur nach Versuchsdesign, Preis kalkuliert auf Basis von Tabelle A 12 im Anhang

⁴ Preis Silage zur Erfüllung des Raufuttergebotes abgeleitet nach Datensammlung (ACHILLES et al., 2010b), Raufutteraufnahme Gruppe A geschätzt

⁵ nach KTBL „Ökologischer Landbau“ ACHILLES et a.,2010b)

⁶ berechnet nach LWK NIEDERSACHSEN (2010, S.27)

Tabelle 32: Kalkulation der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der Hähnchenmast (Modellbetrieb B)

Marktleistungen und Kosten	Menge/ Tierplatz x a	Preis	Betrag in €(Tierplatz x a)
Masthuhn, öko ¹	9,3 kg/a	2,65 €/kg	24,56
Masthühner Festmist ²	48,9 kg/a	0,07 €/kg	3,39
Summe Leistungen			27,96
Eintagsküken, Mastlinie, öko ¹	4,9 Stück/a	0,80 €/Stück	3,91
Krafftutter P1 ³	1,5 kg/a	0,63 €/kg	0,94
Krafftutter P2 ³	3,3 kg/a	0,64 €/kg	2,10
Krafftutter P3 ³	14,8 kg/a	0,62 €/kg	9,27
Luzernesilage aus spezieller Nutzung ⁴	40 kg/a	0,09 €/kg	3,52
Wasser ⁵	0,06 m ³ /a	1,8 €/m ³	0,11
Einstreu ⁵	11,2 kg/a	0,07 €/kg	0,75
Strom ⁵	2,93 kWh/a	0,25 €/kWh	0,73
Heizöl ⁵	10,76 kWh/a	0,05 €/kWh	0,58
Tierarzt, Medikamente ⁵		0,15 €/a	0,15
Tierseuchenkasse ⁵		0,03 €/a	0,03
Ertragsschadenversicherung ⁵		0,46 €/a	0,46
Spezialberatung ⁵		0,05 €/a	0,05
Kadaverbeseitigung ⁵		0,06 €/a	0,06
Reinigungs- und Desinfektionsmittel ⁵		0,05 €/a	0,05
Auslaufpflege ⁵		0,02 €/a	0,02
Zinsansatz Vieh- und Umlaufvermögen (4 %) ⁶	2,72 €/a	0,04 €/€	0,11
Summe Direktkosten			22,83
Direktkostenfreie Leistung			5,12
Variable Maschinenkosten ⁵		0,13 €/a	0,13
Variable Lohnkosten ⁵	0,03 AKh/DG	7,50 €/AKh	0,23
Summe variable Kosten			23,19
Deckungsbeitrag			4,77
Fixe Maschinenkosten ⁵		€/a	0,13
Fixe Lohnkosten ⁵	0,07 AKh/DG	15,00 €/AKh	1,05
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung			3,59
Gebäude, bauliche Anlagen, Einrichtungen ⁵		2,47 €/a	2,47
Einzelkostenfreie Leistung			1,12

¹ Annahme des Küken- und Hähnchenpreises nach HILCKMANN (2014)

² Abgeleitet nach "Ökologischer Landbau" (ACHILLES et al. 2010b) und LFL (2014)

³ Futterverbrauch abgeleitet aus eigenen Erhebungen im Rahmen des Projektes, Futterrezeptur nach Versuchsdesign, Preis kalkuliert auf Basis von Tabelle A 12 im Anhang

⁴ Kalkulation der Kosten der Luzernesilage aus spezieller Nutzung nach Tabelle 7 und Tabelle 8, Silageverbrauch aus eigener Erhebung im Rahmen des Projektes abgeleitet

⁵ nach KTBL (2010b): Ökologischer Landbau - Daten für die Betriebsplanung

⁶ berechnet nach LWK NIEDERSACHSEN (2010, S.27)

Da im Nebenversuch mit Erbsenzulage für die Gruppe B plus Erbse Mastendgewichte erreicht wurden, die eher einem Niveau ähnlich der Praxis entsprechen, wurde auch für diese Fütterungsvariante eine entsprechende Wirtschaftlichkeitskalkulation erstellt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 33 dargestellt. Durch das höhere Leistungsniveau der Tiere steigt die Summe

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

der Leistungen von 28 € im Modellbetrieb B auf 31,55 € im Modellbetrieb mit der Fütterung analog der Gruppe B plus Erbsen. Da die Erbsen die Futterkosten nur minimal erhöhen, können mit der Beifütterung der Erbsen Einzelkostenfreie Leistungen von 4,47 € erzielt werden.

Tabelle 33: Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Hähnchenmast analog Gruppe B plus Erbsen

	Menge/Tierplatz x a	Preis	Betrag in €(Tierplatz x a)
Masthuhn, öko ¹	10,6 kg/a	2,65 €/kg	28,13
Masthühner Festmist ²	48,67 kg/a	0,07 €/kg	3,41
Summe Leistungen			31,55
Eintagsküken, Mastlinie, öko ¹	4,9 Stück/a	0,80 €/Stück	3,89
Krafftutter P1 ³	1,7 kg/a	0,63 €/kg	0,92
Krafftutter P2 ³	3,4 kg/a	0,60 €/kg	1,97
Krafftutter P3 ³	13,1 kg/a	0,58 €/kg	8,57
Erbsen ³	2,0 kg/a	0,46 €/kg	0,95
Luzernesilage aus spezieller Nutzung ⁴	40,00 kg/a	0,09 €/kg	3,52
Wasser ²	0,06 m ³ /a	1,72 €/m ³	0,11
Einstreu ²	11,2 kg/a	0,07 €/kg	0,75
Strom ²	2,92 kWh/a	0,25 €/kWh	0,73
Heizöl ²	10,71 kWh/a	0,05 €/kWh	0,58
Tierarzt, Medikamente ²		0,15 €/a	0,15
Tierseuchenkasse ²		0,03 €/a	0,03
Ertragsschadenversicherung ²		0,46 €/a	0,46
Spezialberatung ²		0,21 €/a	0,21
Kadaverbeseitigung ²		0,06 €/a	0,06
Reinigungs- und Desinfektionsmittel ²		0,05 €/a	0,05
Auslaufpflege ²		0,02 €/a	0,02
Zinsansatz Vieh- und Umlaufvermögen (4 %) ⁵	2,76 €/a	0,04 €/€	0,11
Summe Direktkosten			23,07
Direktkostenfreie Leistung			8,48
Variable Maschinenkosten ²		0,13 €/a	0,13
Variable Lohnkosten ²	0,03 AKh/DG	7,5 €/AKh	0,23
Summe variable Kosten			23,42
Deckungsbeitrag			8,12
Fixe Maschinenkosten ²		€/a	0,13
Fixe Lohnkosten ²	0,07 AKh/DG	15 €/AKh	1,05
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung			6,94
Gebäude, bauliche Anlagen, Einrichtungen ²		2,47 €/a	2,47
Einzelkostenfreie Leistung			4,47

¹ Annahme des Küken- und Hähnchenpreises nach HILCKMANN (2014)

² Abgeleitet nach "Ökologischer Landbau" (ACHILLES et al. 2010b) und LFL (2014)

³ Futterverbrauch abgeleitet aus eigenen Erhebungen im Rahmen des Projektes, Futterrezeptur nach Versuchsdesign, Preis kalkuliert auf Basis von Tabelle A 12 im Anhang

⁴ Kalkulation der Kosten der Luzernesilage aus spezieller Nutzung nach Tabelle 7 und Tabelle 8, Silageverbrauch aus eigener Erhebung im Rahmen des Projektes abgeleitet

⁵ berechnet nach LWK NIEDERSACHSEN (2010, S.27)

4.1.4 Diskussion der Fütterungsversuche mit Masthähnchen

Futteraufnahme und Leistungsdaten

Die Kraftfutteraufnahme im Hauptversuch mit Masthähnchen lag in allen Fütterungsgruppen im Vergleich zu früheren Hähnchenmastversuchen an der HSWT (z.B. BELLOF und CARRASCO, 2010) mit vergleichbaren Genotypen und energieabgesenkten Futtermischungen auf einem niedrigen Niveau. Begründet werden kann dies mit dem beobachteten verzögerten Wachstum (Tabelle 20). Die Tiere der Silagegruppen zeigen durch die zusätzliche Aufnahme an Silage in den Phasen 2 und 3 einen signifikant höheren Gesamttrockensubstanzverbrauch (Tabelle 17) und dadurch auch rechnerisch signifikant höhere Lysin-, Methionin- und Energieaufnahmen (Tabelle 19) als die Tiere der Gruppe A. Dadurch erklärt sich auch die bessere Wachstumsleistung dieser Gruppen im Verlauf der gesamten Mast. In der Planung wurden für die Silagegruppen Ergänzungsfuttermischungen konzipiert, die eine bestimmte Silageaufnahme so ergänzen, dass bei Erreichen der Soll-Werte der Silageaufnahmen die Tiere mit derselben Nährstoffmenge wie die Tiere der Gruppe A versorgt werden. Wie Tabelle 18 zeigt, liegt der Anteil des Silageverbrauches am Gesamtfuttermittelverbrauch in den Gruppen B und C höher als die Soll-Werte. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass es sich um eine „scheinbare“ Silageaufnahme handelt, da die Silage von den Tieren teils in der Einstreu verteilt wurde und diese Mengen dann nicht mehr im Rahmen der Futterrückwaage erfasst werden konnten. Da das Geflügel bei einer unausgewogenen Ration von der Möglichkeit Gebrauch macht, über die Aufnahme anderer angebotener Futtermittel gewisse Imbalancen in der Ration auszugleichen (SIMON und ZENTEK, 2013), wurde die Vermutung abgeleitet, dass die Kraftfuttermischungen einen sekundären Lysinmangel aufgrund verminderter Lysinverfügbarkeit aufweisen könnten und die Tiere der Silagegruppen diesen durch eine vermehrte Silageaufnahme teilweise ausgleichen konnten. Ursache der mangelnden Lysinverfügbarkeit könnte eine Hitzeschädigung der wesentlichen Eiweißträger in den Kraftfuttermischungen sein. Durch Hitzeeinwirkung kann das Lysin der sogenannten Maillardreaktion unterliegen und folglich die Verdaulichkeit vermindert sein. Im Rahmen der Analyse des absoluten Rohprotein- und Lysingehaltes kann eine solche Veränderung des Lysins nicht erkannt werden (SIMON und ZENTEK, 2013). Um diese These zu evaluieren, wurden Proben der Futtermischungen der Phase 1 und Rückstellmuster der wesentlichen Eiweißkomponenten dieser Futtermischungen Weizenschlempe, Sojakuchen und Sonnenblumenkuchen im Labor auf die Lysinverfügbarkeit untersucht. Dabei wurde die Methode nach CARPENTER angewendet. Die Ergebnisse sind in Tabelle A 4 im Anhang dargestellt. Demnach weist die in den Kraftfuttermischungen des Hähnchenmastversuches eingesetzte Weizentrockenschlempe eine gegenüber einer anderen Qualität eine deutlich verringerte Lysinverfügbarkeit auf. Auch die verwendeten Komponenten Sojakuchen und Sonnenblumenkuchen zeigen nach CARPENTER geringere Lysinverfügbarkeiten auf, als die jeweilige Vergleichsqualität. Die These einer ver-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

ringerten Lysinverfügbarkeit scheint damit zunächst bestätigt. Einschränkend muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Methode nach CARPENTER nur für Proteinfuttermittel tierischen Ursprungs belastbare Ergebnisse liefert (ROACH et al., 1967). Um die These eines sekundären Lysinmangels auf indirektem Wege zu erhärten, wurde der Nebenversuch mit Erbsenzulage durchgeführt (siehe Kapitel 4.1.2). Da die Tiere der Erbsengruppen im Vergleich zum Hauptversuch verbesserte tägliche Zunahmen zeigten, kann daraus eine Bestätigung der These abgeleitet werden. Möglicherweise ist in dem Lysinmangel der Krafftuttermischungen auch die Erklärung für die sehr hohe Silageaufnahme der Gruppen B und C von bis zu 30 % der Gesamttrockensubstanz zu sehen. Diese Beobachtungen geben Anlass zu Überlegungen, ob es im Zusammenhang mit der 100 %-Bio-Fütterung sinnvoll sein kann, die Eigenschaft des Geflügels, sich durch Wahlverhalten eine bedarfsgerechte Futtermischung selbst zusammenzustellen, gezielt zu nutzen. Zur Prüfung dieser These bedarf es weitergehender Fütterungsversuche.

Die durch die Silagefütterung erreichten, höheren Mastendgewichte der Silagegruppen spiegeln sich auch in höheren Schlachtgewichten dieser Tiere wider. Die Anteile wertvoller Teilstücke unterscheiden sich zwischen den Fütterungsgruppen jedoch nicht (siehe Tabelle 22). Lediglich der Anteil des Abdominalfettes am gesamten Schlachtkörper ist in den Silagegruppen signifikant höher als in der Alleinfuttergruppe. Ursache für diese Unterschiede ist wahrscheinlich die signifikant höhere Energieaufnahme der Silagegruppen.

Produktqualität

Die hohen Verzehrsmengen an Silage beeinflussten die Qualitätsparameter des Broilerfleisches. Die Farbwerte Gelbton und Buntheit des Brustfleisches der Mastbroiler sind in den Gruppen B und C signifikant höher als in der Gruppe A (siehe Tabelle 23). Sowohl die Alleinfuttergruppe als auch die Silagegruppen nahmen mit dem Futter carotinoidreiche Luzerne (SEEMANN, 1999). Im Falle der Gruppe A sind die Luzernegrascobs in den Krafftuttermischungen die Carotinoidquelle, im Falle der Gruppen B bis D ist es die Luzernesilage. Verantwortlich für die Unterschiede in den Farbwerten des Brustfleisches ist die Menge der aufgenommenen Carotinoide, die aufgrund der hohen Silageaufnahmen bei den Silagegruppen wahrscheinlich über denen der Gruppe A liegen. Mit den vorliegenden Daten kann jedoch nicht erklärt werden, warum die Tiere der Gruppe D, bei geringerer Silageaufnahme als die Gruppen B und C, die signifikant höchsten Farbwerte aufweisen. Möglicherweise spielen in diesem Zusammenhang chemische oder physikalische Veränderungen im Rahmen der Pelletierung oder des Silierprozesses eine Rolle. Grundsätzlich kann jedoch festgehalten werden, dass durch den Einsatz von großen Mengen Luzernesilage in der Broilermast die Brustfleischfarbe charakteristisch verändert werden kann. Dies könnte bei der Vermarktung solcher Schlachtkörper eventuell genutzt werden. Ein ebenfalls durch die Fütterung der Lu-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

zernesilage beeinflusster Parameter ist der Cholesteringehalt des Fleisches. Der Cholesteringehalt im Fleisch der Gruppen B und C ist trotz eines höheren Fettgehaltes signifikant niedriger als in der Gruppe A (Tabelle 24). Da eine cholesterinarme Ernährung einen Beitrag zur Reduktion des Cholesterinspiegels im Blut leisten kann (BIESALSKI et al., 2011), ist diese Beobachtung aus Sicht der Humanernährung interessant. PONTE et al. (2004) beschreiben ebenfalls, dass durch den Einsatz von Luzernegrünmehl in der Broilerfütterung der Cholesteringehalt im Broilerfleisch gesenkt werden kann. Hierbei können die in der Luzerne enthaltenen Saponine eine Rolle spielen. Diese binden im Darm Cholesterin und verhindern somit dessen Absorption. PONTE et al. (2004) stellten außerdem fest, dass in der durchgeführten sensorischen Analyse das Fleisch der Tiere, die nur mittlere Mengen an Luzerne verzehrten, gegenüber dem Fleisch der Tiere die große Mengen Luzerne gefressen hatten, besser bewertet wurde. In der durchgeführten sensorischen Prüfung mit dem Fleisch des vorliegenden Versuches konnten allerdings keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Fleisch der Alleinfuttergruppe und dem Fleisch der Silagegruppen festgestellt werden (Tabelle 25). Eine Erklärung für diese unterschiedlichen Beobachtungen könnte der Gehalt des Geschmacks-trägers Fett im Fleisch sein. Während PONTE et al. (2004) sehr geringe Fettgehalte im Fleisch der Tiere mit hohen Luzernegrünmehlanteilen in der Tagesration feststellten, ist der Fettgehalt des Fleisches bei den Tieren der Luzernesilagegruppen in der vorliegenden Untersuchung höher als in der Alleinfuttergruppe. Neben dem absoluten Gehalt an Fett im Fleisch wurde auch das Fettsäuremuster bestimmt. Das Fleisch der Silagegruppen weist dabei einen höheren Gehalt an den essentiellen Fettsäuren Linol- und Linolensäure sowie den mehrfach ungesättigten Fettsäuren EPA, DPA und DHA auf (siehe Tabelle A 7 bis Tabelle A 10 im Anhang). Das Verhältnis der n6 zu n3-Fettsäuren wurde ebenfalls durch die Fütterung beeinflusst und ist in der Alleinfuttergruppe deutlich weiter als in den Silagegruppen. Ebenso wie die Beeinflussbarkeit des Cholesteringehaltes im Fleisch durch Luzernefütterung ist auch die mögliche Veränderung des Fettsäuremusters hin zu einem höheren Anteil an essentiellen und mehrfach ungesättigten Fettsäuren aus Sicht der Humanernährung interessant. Die FAO (2010) empfiehlt zur Gesunderhaltung, auf eine ausreichende Zufuhr dieser Fettsäuren zu achten. Dabei spielt insbesondere das Verhältnis der Aufnahme der n6-Fettsäuren zu den n3-Fettsäuren eine Rolle. Empfohlen wird in diesem Zusammenhang das Verhältnis 5:1 (BIESALSKI et al., 2011). Aus der Literatur liegen bereits einige Berichte vor, dass durch den Einsatz von Futtermitteln mit entsprechendem Fettsäuremuster gesünderes Fleisch mit höheren Gehalten an ungesättigten Fettsäuren produziert werden kann. Solche Futtermittel können neben Ölsaaten, wie Lein, beispielsweise auch Grünfutter, wie Gras oder wie in diesem Versuch Luzerne, sein (WOOD et al., 2003; CASTELLINI et al., 2002).

Wirtschaftlichkeit und Vermarktung

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen zum Einsatz von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Hähnchenmast, basierend auf den im Versuch ermittelten Tierleistungen (Kapitel 4.1.3), zeigen, dass im Modellbetrieb B, trotz höherer tierischer Leistungen weniger als die Hälfte der Einzelkostenfreien Leistungen des Modellbetriebes A erzielt werden können (vergl. Tabelle 31 und Tabelle 32). Obwohl pro Mastplatz und Jahr im Betrieb B etwas Krafffutter eingespart werden kann, führen die höheren Kosten für die Ergänzer-mischungen zu höheren Futterkosten im Betrieb B. Die vorliegenden Wirtschaftlichkeitsberechnungen werden insgesamt durch die niedrigen tierischen Leistungen im durchgeführten Fütterungsversuch beeinflusst. Laut KTBL-Datensammlung „Ökologischer Landbau“ (ACHILLES et al., 2010b) können unter Praxisbedingungen derzeit Einzelkostenfreie Leistungen von ca. 3,50 € erwirtschaftet werden (Berechnung nicht dargestellt). Im Vergleich dazu sind selbst die kalkulierten Einzelkostenfreien Leistungen des Modellbetriebes A niedrig und die Belastbarkeit der aufgezeigten Wirtschaftlichkeitskalkulationen muss in Frage gestellt werden. In Tabelle 33 ist dargestellt, welche Einzelkostenfreien Leistungen bei Einsatz der Luzernesilage aus spezieller Nutzung erzielt werden können, wenn das Leistungsniveau und das Fütterungsregime der Gruppe B des Nebenversuches mit Erbsenzulage unterstellt werden. Der ermittelte Wert von ca. 4,50 € liegt über den nach KTBL abgeleiteten, praxisnahen Einzelkostenfreien Leistungen. Die entsprechende Kalkulation für die Gruppe A + Erbsen führt zu Einzelkostenfreien Leistungen von 3,81 € (nicht dargestellt). Daraus ist zu schließen, dass der Einsatz der Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Hähnchenmast bei entsprechenden Tierleistungen durchaus wirtschaftlich sein kann. Zusätzlich ist denkbar, die höheren Gehalte an ungesättigten Fettsäuren und den niedrigeren Gehalt an Cholesterin im produzierten Hähnchenfleisch als Marketingargument zur Erzielung eines höheren Produktpreises zu verwenden und damit die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Hähnchenmast zu steigern. Dabei müssen aber die Kennzeichnungsvorschriften bezüglich nährwert- und gesundheitsbezogener Angaben über Lebensmittel berücksichtigt werden (Verordnung (EG) Nr. 1924/2006) und ein Mindestgehalt an den beworbenen Fettsäuren im Produkt (Verordnung (EU) Nr. 432/2012) erreicht werden. Weitere Versuche mit der Luzernesilage aus spezieller Nutzung sind erforderlich, um zu prüfen, ob auf diese Weise „Functional Food“ produziert werden kann. Neben den direkt erfassbaren Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes der Luzernesilage aus spezieller Nutzung sollten auch indirekte Effekte berücksichtigt werden. Durch eine Verbesserung der Gesundheit der Tiere durch den Silageeinsatz sind möglicherweise die Verlustraten zu senken und das Wirtschaftlichkeitsergebnis wird positiv beeinflusst. Die Silage wird von den Tieren nicht zu 100 % aufgenommen, sondern zum Teil auch in der Einstreu verteilt. Durch den Säuregehalt der Silage wird daher vermutlich der pH-Wert der Einstreu gesenkt, was

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

einen positiven Effekt auf die Fußballengesundheit haben könnte. Ein weiterer denkbarer, positiver Effekt des Silageinsatzes in der Broilermast könnte eine Stabilisierung des Darmes durch die Säure in der Silage sein wie es analog vom Maissilageinsatz bei Legehennen berichtet wird (MEYER ZU BARKUM und JARZMIK, 2013).

Zuletzt bleibt festzuhalten, dass zwischen den Tieren, die mit gehäckselter Silage gefüttert wurden und denen, die die extrudierte Silage angeboten bekommen hatten, bezüglich Mast- und Schlachtleistung sowie Produktqualität keine signifikanten Unterschiede festzustellen sind. Es ist daher davon auszugehen, dass das Extrudieren keinen Vorteil für die Verdaulichkeit der Inhaltsstoffe der Silage beim Masthähnchen ergibt.

4.2 Fütterungsversuche mit Legehennen

4.2.1 Vorversuch

4.2.1.1 Material und Methoden

Der Vorversuch wurde im Oktober 2012 gestartet. Die Aufzucht der Tiere des Genotyps *Lohman Brown* erfolgte konform zur EU-Öko-Verordnung im Demeter-Betrieb SCHUBERT, Igensdorf. Der Aufzuchtbetrieb ermöglichte eine Angewöhnung der Tiere an die Silage ab der 14. Lebenswoche. Aus 1000 auf diese Weise vorbereiteten Tieren konnten am 10.10.12 im Aufzuchtbetrieb 440 Tiere nach Lebendmasse selektiert und gleichmäßig auf 4 Versuchsgruppen aufgeteilt werden. Bei der Gruppeneinteilung wurde darauf geachtet, dass sich die Lebendmassen in allen Gruppen hinsichtlich Mittelwert und Standardabweichung auf gleichem Niveau befinden. Auf diese Weise wurden für alle Gruppen vergleichbare Startbedingungen geschaffen. Im Anschluss erfolgte der Transport zum Versuchsstall in Viehhausen und die Einstellung.

Bei diesem Versuchsstall handelt es sich um einen Mobilstall, der eine Volierenhaltung von Legehennen in vier Gruppen ermöglicht. Die Tiere hatten in allen Gruppen die Möglichkeit ein Familiennest zu nutzen und auf Sitzstangen über einem Kotband zu ruhen. Die Futerschnecken und Tränken waren für die Tiere von den Sitzstangen aus zu erreichen. Gesteuert über eine Zeitschaltuhr wurde die Futerschnecke siebenmal täglich aus dem gruppenspezifischen Vorratsbehälter neu befüllt. Die Silagevorlage erfolgte mittels aufgehängter Futterkörbe.

Nach einer Eingewöhnungsphase von 14 Tagen mit täglich 12 h Lichtprogramm wurde die tägliche Beleuchtungsdauer schrittweise innerhalb einer Woche auf 14 h Licht gesteigert.

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Nach vier Wochen konnten die Tiere bei gutem Wetter, nach Gruppen getrennt, in den vegetationslosen Auslauf gelassen werden.

Als Futtermittel kamen im Vorversuch mit Legehennen zwei Kraftfuttermischungen (Alleinfutter und Ergänzer) sowie zwei Silagevarianten (gehäckselte und extrudierte) des 4. Schnittes aus der Ernte 2012 (siehe Tabelle A 1 im Anhang) zum Einsatz. Die Ausgestaltung der Fütterung orientierte sich an den Empfehlungen der GFE für die Versorgung von Legehennen (GFE, 1999). Bei dem genannten Alleinfutter handelt es sich um ein bedarfsdeckendes Kraftfutter. Der eingesetzte Ergänzer sollte eine Silageaufnahme von 20 % der Tagesftteraufnahme mit entsprechenden Nährstoffen ergänzen. Tabelle 35 zeigt die Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen.

Grundlage für die Rationsberechnung waren die Untersuchungsergebnisse der eingesetzten Komponenten auf die wesentlichen Inhaltsstoffe. Da die Silage als energiearmes Eiweißfuttermittel in die Rationsberechnung mit eingeht, ist der Ergänzer gegenüber dem Alleinfutter eiweireduziert, aber deutlich energiereicher. Das Versuchsdesign ist der Tabelle 34 zu entnehmen.

Tabelle 34: Versuchsdesign für den Vorversuch mit Legehennen

Merkmal	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C	Gruppe D
Tierzahl	110	110	110	110
Fütterung	nur Alleinfutter	Alleinfutter plus Silage gehäckselte	Alleinfutter plus Silage extrudiert	Ergänzer plus Silage extrudiert

Das Futter wurde in allen Gruppen ad libitum vorgelegt. Die Silage wurde täglich frisch vorgelegt. Reste wurden jeden 2. Tag zurückgewogen. ber eine begleitende Trockensubstanzbestimmung der Ein- und Rckwaagen wurde die Silageaufnahme in g TS pro Tier und Tag berechnet. Da ein Teil des Materials von den Tieren in der Einstreu verteilt wird und daher bei der Rückwaage nicht erfasst werden kann, handelt es sich um die Erfassung des Silageverbrauchs, der einer „scheinbaren“ Silageaufnahme entspricht. Das Kraftfutter wurde im Abstand von 14 Tagen zurückgewogen. Durch die gewichtsmäßige Erfassung aller Kraftfuttereinwaagen ist auch hier die Berechnung der Aufnahme in g TS pro Tier und Tag möglich.

Allen Gruppen wurde zweimal wöchentlich etwa 500 g gehckseltes Stroh in einer Ecke des Stalles angeboten. Diese Maßnahme war erforderlich, um für alle Gruppen die Anforderungen an eine ökologische Haltung zu erfüllen. Die Kontrollgruppe (Gruppe A, nur Alleinfutter) erhielt keine Silage und damit würde ohne das Stroh die geforderte Raufuttergabe unerfüllt bleiben.

Tabelle 35: Krafftuttermischungen für den Vorversuch mit Legehennen

Rohstoff		Alleinfutter	Ergänzer
Sojakuchen	%	12,5	9
Sonnenblumenkuchen	%	15	16,5
Luzernegrünmehl	%	5	0
Mais	%	19	28,2
Weizen	%	22	30,2
Gerste	%	16,6	0
Rapsöl	%	0	4,4
Kohlensaurer Futterkalk	%	7,4	8,6
Mineralfuttermischung	%	2,5	3,1
Inhaltsstoff			
Trockenmasse	g/kg	899	905
Rohfett	g/kg	45,4	89,6
Rohfaser	g/kg	51,9	38,8
Stärke	g/kg	363	37,9
Zucker	g/kg	35	30,8
Rohprotein	g/kg	182	162
Lysin	g/kg	7,9	6,7
Methionin	g/kg	3,2	3,0
Cystin	g/kg	3	2,8
Threonin	g/kg	6,6	5,7
Tryptophan	g/kg	2,3	1,9
Rohasche	g/kg	120,4	128,4
Calcium	g/kg	33,9	38,4
Phosphor	g/kg	6,2	7,0
ME	MJ/kg	10,89	12,33
Lysin/ME	g/MJ	0,73	0,54
Methionin/ME	g/MJ	0,29	0,24

ME: Umsetzbare Energie

Zur Erfassung der Legeleistung wurde die Eizahl täglich gruppenbezogen notiert. Um auch eine Aussage über die produzierte Eimasse treffen zu können, wurden einmal wöchentlich die Eigewichte ermittelt.

Da es denkbar ist, dass die Tiere durch den Abbau von Körperreserven Mängel im Futter kompensieren, wurden zudem die Tiergewichte in gewissen Abständen erfasst.

Um eine statistische Auswertung für alle betrachteten Parameter zu ermöglichen, wurde die gesamte Versuchsdauer in 4 Versuchsabschnitte mit jeweils drei Unterabschnitten gegliedert.

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Die Unterabschnitte dauerten je 14 Tage (Unterabschnitt 1 in Abschnitt I dauerte 17 Tage). Tabelle A 13 im Anhang verdeutlicht diese Einteilung in Versuchsabschnitte.

Begleitend wurden regelmäßig Proben der Kraftfuttermittel und der Silagen gezogen und im Labor der Bioanalytik (TUM) auf Rohnährstoffe (W.A.), auf Stärke- und Zuckergehalt sowie zusätzlich auf den Gehalt an Aminosäuren (Lysin, Methionin, Threonin und Tryptophan) sowie Mineralstoffen (Calcium, Phosphor und Natrium) untersucht.

Die erhobenen Daten wurden mit dem Programm SPSS V.20 (2011) nach dem General Linear Model (GLM) statistisch ausgewertet. Es wurde ein lineares Modell mit dem Einflussfaktor „Gruppe“ verwendet. Die Unterschiede zwischen den Gruppen wurden jeweils mit dem F-Test geprüft.

4.2.1.2 Ergebnisse

In Tabelle A 14 sind die analysierten Inhaltstoffe der Kraftfuttermischungen des Vorversuches mit Legehennen aufgeführt. Die Alleinfuttermischung und der Ergänzer aus der ersten Charge wiesen gegenüber der Planung (Tabelle 35) abweichende Rohprotein- und Methioningehalte auf. Zudem ist der Ergänzer wesentlich energieärmer als vorgesehen war. Die zweite Charge des Ergnzers entspricht deutlich besser der gewünschten Soll-Ausstattung. Dies gilt insbesondere für den Gehalt an Umsetzbarer Energie (ME) und den Rohproteingehalt. Der Lysingehalt liegt mit 7,8 g/kg nach den Analysewerten der zweiten Untersuchung oberhalb der gewünschten Werte. Der Methioningehalt liegt um 0,6 g/kg höher als geplant. Auch das Alleinfutter der zweiten Charge entspricht eher den geplanten Soll-Werten.

Im Vorversuch mit Legehennen konnte für die Kraftfutteraufnahme beobachtet werden, dass die Tiere simultan zur körperlichen Entwicklung ihre Kraftfutteraufnahme gesteigert haben. Statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den Gruppen waren nicht festzustellen. Tabelle 36 zeigt die ermittelten Werte für die Kraftfutteraufnahme.

Tabelle 36: Durchschnittliche tägliche Kraftfutteraufnahme (g/d) im Vorversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

Zeitraum	Gruppe				SE	p
	A	B	C	D		
Abschnitt I	88,73	86,93	87,07	89,97	6,090	0,972
Abschnitt II	118,67	113,13	117,07	109,63	6,139	0,672
Abschnitt III	120,00	119,80	117,90	111,83	7,351	0,106
Abschnitt IV	129,27	126,63	119,20	117,43	3,495	0,119
Gesamt	114,17	111,63	110,31	107,22	2,826	0,784

d: Tag

LS: least square

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Der im Vorversuch mit Legehennen erzielte Silageverbrauch ist aus Tabelle 37 ersichtlich. In den Abschnitten I bis III weist je die Gruppe D den signifikant höchsten Silageverbrauch von bis zu 12,4 g Trockensubstanz auf. Die Gruppe B weist den zweithöchsten Silageverbrauch auf. Er liegt bei bis zu ca. 10 g. Mit 4,4 g bzw. ca. 6 g Silageverbrauch weist die Gruppe C in den ersten Abschnitten des Versuches den signifikant niedrigsten Wert auf. Im vierten und letzten Versuchsabschnitt befindet sich der Silageverbrauch der Gruppen B und D mit 8,7 g bzw. 8,4 g auf demselben Niveau. Der Silageverbrauch der Gruppe C liegt in diesem Abschnitt mit 7 g signifikant darunter.

Tabelle 37: Durchschnittlicher täglicher Silageverbrauch (g TS/d) im Vorversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

Zeitraum	Gruppe			SE	p
	B	C	D		
Abschnitt I	10,1 ^b	4,4 ^c	12,4 ^a	0,5	0,000
Abschnitt II	7,0 ^b	6,1 ^c	8,3 ^a	0,2	0,000
Abschnitt III	6,7 ^b	6,2 ^b	7,6 ^a	0,2	0,000
Abschnitt IV	8,7 ^a	7,0 ^b	8,4 ^b	0,3	0,001

LS: least square

TS: Trockensubstanz

d: Tag

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Der Gesamt-Trockensubstanzverbrauch, zusammengesetzt aus Krafffutteraufnahme und Silageverbrauch, ist in Tabelle 38 dargestellt. Zwischen den Fütterungsgruppen ist zu keinem Abschnitt des Versuches ein statistisch abgesicherter Unterschied festzustellen. In Abschnitt III unterscheidet sich der höchste Gesamt-Trockensubstanzverbrauch in Gruppe B jedoch um über 10 g vom niedrigsten Gesamt-Trockensubstanzverbrauch in Gruppe D. In Abschnitt IV ist ein noch größerer numerischer Unterschied zwischen der Gruppe B mit 137,9 g und der Gruppe C mit 122,95 g zu beobachten.

Tabelle 38: Durchschnittlicher täglicher Gesamt-Trockensubstanzverbrauch (g TS/d) im Vorversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

Zeitraum	Gruppe				SE	p
	A	B	C	D		
Abschnitt I	93,75	100,45	99,60	104,90	3,81	0,355
Abschnitt II	115,25	115,85	117,90	111,05	6,29	0,885
Abschnitt III	129,75	135,45	133,15	123,35	3,75	0,261
Abschnitt IV	129,20	137,90	122,95	130,10	4,96	0,337

TS: Trockensubstanz

d: Tag

LS: Least square

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

In Abbildung 6 ist der Anteil des Silageverbrauchs am Gesamttrockenmasseverbrauch im Verlauf des Vorversuches mit Legehennen grafisch dargestellt. Zu Beginn des Versuches sinkt der Anteil des Silageverbrauches am Gesamttrockenmasseverbrauch von ca. 7-9 % auf etwa 4- 7 % Anfang Januar. Dieses Niveau behalten die Tiere für ca. 6 Wochen bei. Ab Mitte März steigt der Anteil des Silageverbrauches für die Gruppen auf ca. 9-11 % am Ende des Versuches an. In der Gruppe C sinkt der Anteil des Silageverbrauches am Gesamttrockenmasseverbrauch auf fast 3 %.

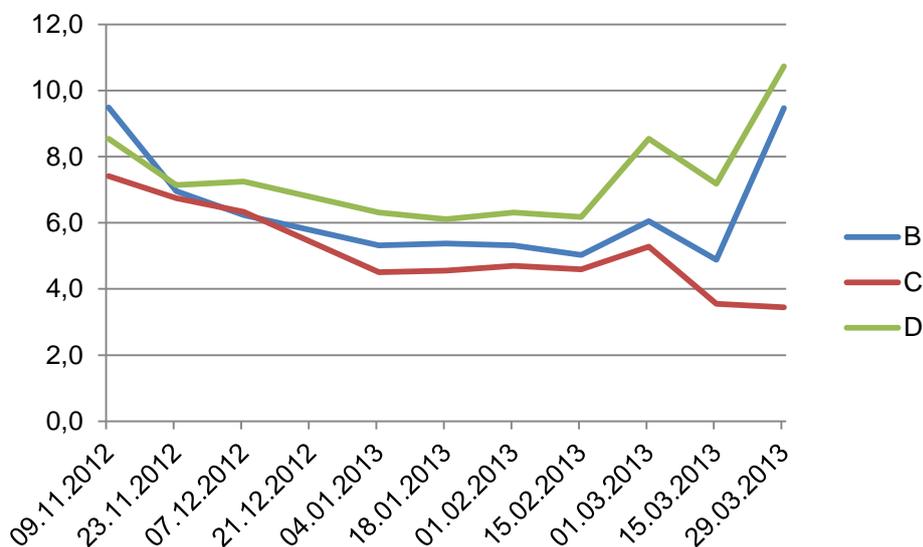


Abbildung 6: Anteil des Silageverbrauches (%) an Gesamt-Trockensubstanzverbrauch im Vorversuch mit Legehennen

Am 155. Lebenstag begannen die ersten Hühner mit der Legeaktivität. Erst im Alter von 169 Tagen wurde eine Leistung von 50 % erreicht. Damit war die Legeleistung für Tiere dieses Alters zu Beginn bei allen Gruppen weit hinter den Managementempfehlungen der Firma

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

LOHMANN (o. J.) zurück geblieben. Gruppe D weist dabei in Abschnitt I noch einen Vorsprung gegenüber den anderen Gruppen auf. Statistisch abzusichern ist der Unterschied jedoch nicht. In Abschnitt II weisen die Tiere der Gruppen A und D eine signifikant höhere Legeleistung pro Durchschnittshenne auf als die Gruppen B und C. In Abschnitt III und IV gibt es nur noch kleine numerische Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen, die sich nicht statistisch absichern lassen (Tabelle 39).

Tabelle 39: Legeleistung (% je Durchschnittshenne) im Vorversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte)

		Fütterungsgruppe				p
		A	B	C	D	
Abschnitt I	Teil 1	6,138	3,886	5,225	8,288	0,317
	Teil 2	50,8	46,9	46,2	59,9	0,307
	Gesamt	33,1	29,7	30,0	39,3	0,633
Abschnitt II	Teil 1	85,6 ^{ab}	81,4 ^b	81,2 ^b	88,1 ^a	0,001
	Teil 2	90,9 ^a	85,2 ^b	84,7 ^b	88,0 ^{ab}	0,016
	Teil 3	90,0 ^{bc}	87,0 ^c	90,8 ^{ab}	93,9 ^a	0,000
	Gesamt	88,8 ^a	84,5 ^b	85,6 ^b	90,0 ^a	0,000
Abschnitt III	Teil 1	90,8	89,4	90,9	91,7	0,147
	Teil 2	90,7 ^{ab}	92,4 ^a	89,7 ^b	93,1 ^a	0,044
	Teil 3	91,1	91,4	91,4	91,9	0,873
	Gesamt	90,8	91,1	90,7	92,2	0,080
Abschnitt IV	Teil 1	83,0 ^b	92,3 ^a	83,3 ^b	95,5 ^a	0,000
	Teil 2	93,5 ^a	89,1 ^{ab}	85,2 ^b	91,2 ^{ab}	0,049
	Teil 3	94,5 ^a	93,8 ^a	94,4 ^a	88,3 ^b	0,000
	Gesamt	84,8	86,9	82,9	86,8	0,844
Gesamt		81,2	80,5	79,1	83,4	0,466

LS: least square

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Die erzielten Eigewichte des Vorversuches mit Legehennen sind in Tabelle 40 aufgeführt. In Abschnitt I weist die Gruppe D die signifikant schwersten Eier auf. Die Unterschiede zwischen den Gruppen A bis C lassen sich nicht statistisch absichern. In Abschnitt II gibt es keine Unterschiede zwischen den Gruppen. Die durchschnittlichen Eigewichte liegen zwischen 61,5 und 61,9 g. In Abschnitt III ist bei der Gruppe A das signifikant größte Eigewicht zu verzeichnen. Die Eier der Gruppen B und D sind über 2 g leichter, das Gewicht der Eier der Gruppe C liegt dazwischen. Im letzten Abschnitt weist ebenfalls die Gruppe A das höchste Eigewicht auf. Die Gruppe B zeigt ein niedriges, aber nicht signifikant anderes Eigewicht als Gruppe A. Die Gruppen C und D zeigen die signifikant niedrigsten Eigewichte in diesem Ver-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

suchsabschnitt. Über die gesamte Versuchsdauer betrachtet, sind für alle mit Silage versorgten Gruppen signifikant niedrigere Eigewichte zu beobachten als in der Alleinfuttergruppe.

Tabelle 40: Eigewichte (g) im Vorversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte)

		Gruppe				p
		A	B	C	D	
Abschnitt I	Gesamt	57,6 ^b	58,3 ^b	57,6 ^b	59,4 ^a	0,000
	Teil 1	59,1	59,3	59,6	59,3	0,963
Abschnitt II	Teil 2	60,8	61,2	61	60,6	0,786
	Teil 3	63,3 ^{ab}	63,8 ^{ab}	62,9 ^b	64,8 ^a	0,028
	Gesamt	61,5	61,9	61,6	61,5	0,611
Abschnitt III	Teil 1	65,4	65	65,1	64	0,060
	Teil 2	66,4	66,9	66,2	65,8	0,207
	Teil 3	66,4 ^a	59,7 ^b	62,8 ^{ab}	61,9 ^b	0,001
	Gesamt	66,1 ^a	63,8 ^b	64,6 ^{ab}	63,9 ^b	0,001
Abschnitt IV	Teil 1	66,7 ^{ab}	66,6 ^{ab}	66,0 ^b	67,6 ^a	0,044
	Teil 2	67,8 ^a	65,9 ^b	66,6 ^{ab}	66,3 ^b	0,002
	Teil 3	68,4 ^a	68,7 ^a	64,9 ^b	65,7 ^b	0,000
	Gesamt	67,7 ^a	67,1 ^{ab}	65,8 ^c	66,6 ^{bc}	0,000
Gesamt		64,92^a	64,12^b	63,82^b	64,01^b	0,000

LS: least square

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

In Tabelle 41 sind die Lebendgewichte der Legehennen in den jeweiligen Abschnitten des Vorversuches aufgeführt. Bei der Einstellung der Tiere ist es gelungen, durch die Selektion der Tiere im Aufzuchtbetrieb vergleichbare Startbedingungen in allen Gruppen zu schaffen. Im ersten Versuchsabschnitt sind die Tiere der Gruppe D signifikant schwerer als die Tiere der anderen Gruppen. Die Tiere der Gruppen B und C sind mit über 85 g weniger Gewicht die signifikant leichtesten Tiere in dieser Versuchsphase. Die Tiere der Gruppe A haben zu diesem Zeitpunkt des Versuches ein Gewicht das zwischen denen der anderen Gruppen liegt. In Abschnitt II sind die Tiere der Gruppe A signifikant am schwersten. Die Tiere der Gruppe C sind ca. 60 g leichter. Die Gewichte der Gruppen B und D liegen dazwischen. In den Abschnitten III und IV weisen alle Gruppen ein Lebendgewicht von über 2 kg auf. Statistisch absicherbare Unterschiede zwischen den Gruppen gibt es in diesen Phasen des Versuches nicht.

Tabelle 41: Verlauf der Lebendgewichte (g) im Vorversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

Abschnitt	Gruppe				p
	A	B	C	D	
Anfangsgewicht	1317	1317	1315	1315	0,978
SE	0,005	0,005	0,005	0,005	
I	1821 ^b	1781 ^c	1774 ^c	1866 ^a	0,000
SE	0,011	0,011	0,011	0,011	
II	1910 ^a	1872 ^{ab}	1852 ^b	1869 ^{ab}	0,023
SE	0,014	0,014	0,014	0,014	
III	2082	2023	2044	2030	0,227
SE	0,015	0,015	0,015	0,015	
IV	2062	2022	2047	2066	0,156
SE	0,015	0,015	0,015	0,015	

LS: Least square

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

4.2.2 Hauptversuch

4.2.2.1 Material und Methoden

Die Aufzucht der Tiere des Genotyps *Lohmann Brown* für den Hauptversuch mit Legehennen erfolgte ab Januar 2013 ebenfalls auf dem Geflügelhof SCHUBERT, Igensdorf. Die Tiere erhielten zur Eingewöhnung bereits ab dem ersten Lebenstag, die auch im späteren Versuch eingesetzte, extrudierte Luzernesilage aus dem 4. Schnitt der Ernte 2012. Aus anfänglich 800 eingestellten Küken konnten im Alter von 18 Wochen 440 Tiere im Aufzuchtbetrieb nach Lebendmasse selektiert und auf vier Versuchsgruppen aufgeteilt werden. Bei der Gruppeneinteilung wurde wiederum darauf geachtet, dass Mittelwerte und Standardabweichungen der Lebendmasse in allen Gruppen möglichst ähnlich sind. Anschließend wurden die Tiere zum Versuchsstall in Viehhausen transportiert und dort eingestallt. Während der Eingewöhnungszeit in der ersten Woche wurden alle Tiere mit einem Legehennenalleinfutter versorgt. Am 06.06.2013 wurde auf das Versuchsfutter umgestellt und der Versuch gestartet. Als Fut-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

termittel kamen im Hauptversuch die in Tabelle 43 dargestellten vier Krafftuttermischungen zum Einsatz. Es wurden für die Phase 1 (bis zum 150. Legetag) und die Phase 2 (ab dem 150. Legetag) je ein Alleinfutter und ein Ergänzer geplant, die in der Zusammensetzung den Futtermischungen des Vorversuches sehr ähnlich waren.

Außerdem wurden dieselben Silagen (Varianten gehäckselt und extrudiert, 4. Schnitt, Ernte 2012) wie im Vorversuch verwendet. Für eine Versuchsgruppe wurde aus dem Ergänzer und der gehäckselten Silage das "Soll-Verhältnis" der täglichen Futteraufnahme von 20 % Silage zu 80 % Ergänzer (bezogen auf 88% TS) ber die Vorlage des Futters in pelletierter Form eingestellt. Der Herstellungsprozess der Pellets erfolgte wie in Kapitel 3.2 beschrieben und umfasste das Extrudieren der verwendeten Silage. Aufgrund einer sehr niedrigen Futteraufnahme der Tiere der Gruppe D und einer damit verbundenen langsameren körperlichen Entwicklung der Tiere wurde entschieden den Tieren der Gruppe D für 46 Tage das Alleinfutter der Gruppe A restriktiv zusätzlich anzubieten und somit ein kompensatorisches Wachstum zu erreichen. Anschließend wurde der Versuch wie in Tabelle 42 verdeutlicht, fortgeführt.

Tabelle 42: Versuchsdesign für den Hauptversuch mit Legehennen

Merkmal	A	B	C	D
Tierzahl	110	110	110	110
Fütterung	Nur Alleinfutter	Ergänzer plus Silage gehäckselt	Ergänzer plus Silage extrudiert	Ergänzer plus Silage extrudiert in pelletierter Form

Ab dem 04.07.2013 konnten die Tiere, nach Gruppen getrennt, tagsüber einen Grnauflauf nutzen. Daher konnte, im Gegensatz zum Vorversuch, auf die Gabe von gehäckseltem Stroh als Raufutter verzichtet werden. Ab dem 24.10.13 wurden die Tiere für einen Zeitraum von sechs Wochen nicht in den Auslauf gelassen. Diese Maßnahme hatte das Ziel, den Einfluss der Nutzung des Auslaufes auf den Silageverbrauch abzuleiten. Nach diesem Abschnitt erhielten die Legehennen wieder Zugang zum Auslauf. Die weitere Vorgehensweise erfolgte analog zum Vorversuch. Der Versuchszeitraum wurde ebenfalls in Abschnitte unterteilt, um eine statistische Auswertung zu ermöglichen. Die einzelnen Versuchsabschnitte sind in Tabelle A 17 im Anhang dargestellt.

Tabelle 43: Krafftuttermischungen für den Hauptversuch mit Legehennen

		Phase 1		Phase 2	
		Alleinfutter	Ergänzer	Alleinfutter	Ergänzer
Rohstoff					
Sojakuchen	%	11,5	8,75	7,5	10
Sonnenblumenkuchen	%	17	17,75	14,5	11,88
Luzernegrünmehl	%	4		4	
Mais	%	19	28,2	21	27,5
Weizen	%	24,8	28,95	27,7	32,88
Gerste	%	14		15	
Rapsöl	%		4,65		5,25
Kohlensaurer Futterkalk	%	7,4	8,6	7,8	9,5
Mineralfuttermischung	%	2,3	3,1	2,5	3
Inhaltsstoff					
Trockenmasse	g/kg	916,7	905,9	915,7	905,4
Rohfett	g/kg	46,6	92,5	41	92,9
Rohfaser	g/kg	55,1	41	50,9	34,8
Stärke	g/kg	363	372,5	397	391,2
Zucker	g/kg	37,2	33,4	32,9	30,6
Rohprotein	g/kg	177,9	159,1	155,9	145,6
Lysin	g/kg	7,7	6,5	6,5	6,1
Methionin	g/kg	3,1	2,9	2,7	2,5
Threonin	g/kg	6,6	5,8	5,8	5,4
Tryptophan	g/kg	2,3	2,0	2	1,8
Rohasche	g/kg	120	129,8	122,2	135,3
Calcium	g/kg	33,5	38,4	35,1	41,6
Phosphor	g/kg	6,3	7,1	6,1	6,5
Natrium	g/kg	1,1	1,4	1,2	1,3
ME	MJ/kg	10,89	12,29	10,88	12,37
Lysin/ME	g/MJ	0,71	0,53	0,60	0,49
Methionin/ME	g/MJ	0,28	0,24	0,25	0,20

ME: Umsetzbare Energie

Im Gegensatz zum Vorversuch wurden zusätzlich vom Gelege des 04.12.2013 aus jeder Gruppe je 12 Eier pro Untersuchung selektiert, die für die Analyse der Dotterfarbe, des Cholesteringehaltes und der Fettsäurezusammensetzung ins Labor gegeben wurden. Die Selektion der Eier erfolgte so, dass durch die Gewichtsverteilung der Stichprobe in etwa die Gewichtsverteilung des Gesamtgeleges jeder Gruppe abgebildet wurde. Für die Eidotter wurden mit einem Minolta Spektralphotometer (CM 508i) im CIE-System folgende Farbwerte erhoben: Helligkeit (L), Rotton (a*), Gelbton (b*), Buntheit (C) sowie der Farbwin-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

kel/Bunttonwinkel (h). Es wurde darauf geachtet, dass alle Farbmesungen in einer Fläche ohne offensichtliche Farbfehler (z.B. Blutflecken) durchgeführt wurden. Die Fettextraktion wurde nach der Methode von BLIGH und DYER (1959) modifiziert von HALLERMAYER (1976) durchgeführt. Das Fettsäuremuster wurde nach der TMSH-Methode, (DGF-Einheitsmethoden C-VI 11e) und der Cholesteringehalt wurde mittels der Enzymatischen Bestimmung (DGF-Einheitsmethoden, F-III, Cholesterin Farb-Test, Böhringer Mannheim) ermittelt.

Die statistische Auswertung erfolgte auf dieselbe Weise wie im Vorversuch mit Legehennen, jedoch wurden die Phase 1 und die Phase 2 (siehe Tabelle A 17 im Anhang) als Auswertungszeiträume herangezogen.

4.2.2.2 Ergebnisse

Im Hauptversuch mit Legehennen zeigten fast alle Tiere eine leichte bis schwere Pododermatitis. Deshalb wurden die Tiere im Verlauf des Versuches zweimal antibiotisch behandelt. Durch diese Maßnahme konnte eine Verschlimmerung der Erkrankung verhindert, eine Heilung jedoch nicht erreicht werden. Eine durch diese Erkrankung bedingte Veränderung des Verhaltens der Tiere konnte nicht beobachtet werden. Die Verluste lagen mit maximal zwei Tieren pro Gruppe bei 0 bis 2 %.

Die Kraftfutteraufnahme der Tiere der Gruppe D war zu Beginn des Versuches sehr niedrig. Die Kraftfutteraufnahme der Tiere der anderen Gruppen unterscheidet sich in der Phase 1 nicht signifikant voneinander. In der Phase 2 sind keine statistisch gesicherten Unterschiede zwischen den einzelnen Fütterungsgruppen zu beobachten. Die Gruppe D weist aber die numerisch höchste Futteraufnahme auf (siehe Tabelle 44).

Tabelle 44: Durchschnittliche tägliche Kraftfutteraufnahme im Hauptversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	A	B	C	D	SE	p
P1	103,1 ^a	100,9 ^a	103,9 ^a	60,9 ^b	4,132	0,000
P2	125,7	114,1	118,9	105,9	5,456	0,069

LS: least square

P1: Phase 1

P2: Phase 2

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Der Silageverbrauch der Legehennen ist in Tabelle 45 dargestellt. In der Phase 1 liegt dieser bei allen Gruppen bei etwas über 19 g Trockensubstanz pro Tier und Tag. In der Phase 2 unterscheiden sich alle drei mit Silage versorgten Gruppen signifikant voneinander. Die

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Gruppe B weist mit 19,4 g den niedrigsten und die Gruppe D mit 35,1 g den höchsten Silageverbrauch auf.

Tabelle 45: Durchschnittlicher täglicher Silageverbrauch (g TS/Tier/Tag) im Hauptversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	B	C	D	p
P1	19,4	19,2	19,1	0,976
<i>SE</i>	0,8	0,6	0,8	
P2	19,4 ^c	27,7 ^b	35,1 ^a	0,000
<i>SE</i>	1,3	0,9	1,3	

LS: Least square

P1: Phase 1

P2: Phase 2

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Der aus Kraftfutteraufnahme und Silageverbrauch kalkulierte Gesamttrockensubstanzverbrauch pro Tier und Tag ist in der Tabelle 46 aufgeführt. In der Phase 1 liegt der Gesamttrockensubstanzverbrauch der Gruppen B und C mit etwa + 30 g signifikant höher als der in den Gruppen A und D. In der Phase 2 gibt es keine signifikanten Unterschiede im Gesamttrockensubstanzverbrauch. Die Tiere der Gruppe A haben numerisch aber den niedrigsten Gesamttrockensubstanzverbrauch.

Tabelle 46: Durchschnittlicher Gesamt-Trockensubstanzverbrauch (g TS/Tier/Tag) im Hauptversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	A	B	C	D	SE	p
P1	103,1 ^b	130,3 ^a	133,5 ^a	85,0 ^b	6,207	0,000
P2	125,7	134,1	139,8	132,4	5,437	0,358

LS: least square

P1: Phase 1

P2: Phase 2

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

In der Abbildung 7 ist der Anteil des Silageverbrauchs am Gesamttrockenmasseverbrauch im Verlauf des Hauptversuches dargestellt. Durch die Darreichungsform als Pellet ist der Anteil der Silage am Gesamttrockensubstanzverbrauch indirekt vorgegeben. Für die Zeit in der die Tiere zusätzlich das Alleinfutter der Gruppe A erhalten haben, ergibt sich ein Verdünnungseffekt für den Anteil des Silageverbrauchs am Gesamttrockensubstanzverbrauch. Der

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Anteil des Silageverbrauchs am Gesamttrockenmasseverbrauch schwankt bei den Gruppen B und C im Verlauf des Versuches. Zu Beginn des Versuches steigt der Anteil des Silageverbrauches zunächst für kurze Zeit auf über 25 % an. Anschließend sinkt er in beiden Gruppen auf etwa 10 % im September und Oktober kurz vor der Umstellung auf das Futter der Phase 2. In der Phase der reinen Stallhaltung ab dem 24.10.13 steigt der Anteil des Silageverbrauches wieder auf ca. 20 % in den Gruppen B und C. Nach Beendigung der reinen Stallphase, sechs Wochen später, sinkt der Anteil des Silageverbrauches am Gesamttrockenmasseverbrauch wieder auf ca. 10 % in beiden Gruppen ab.

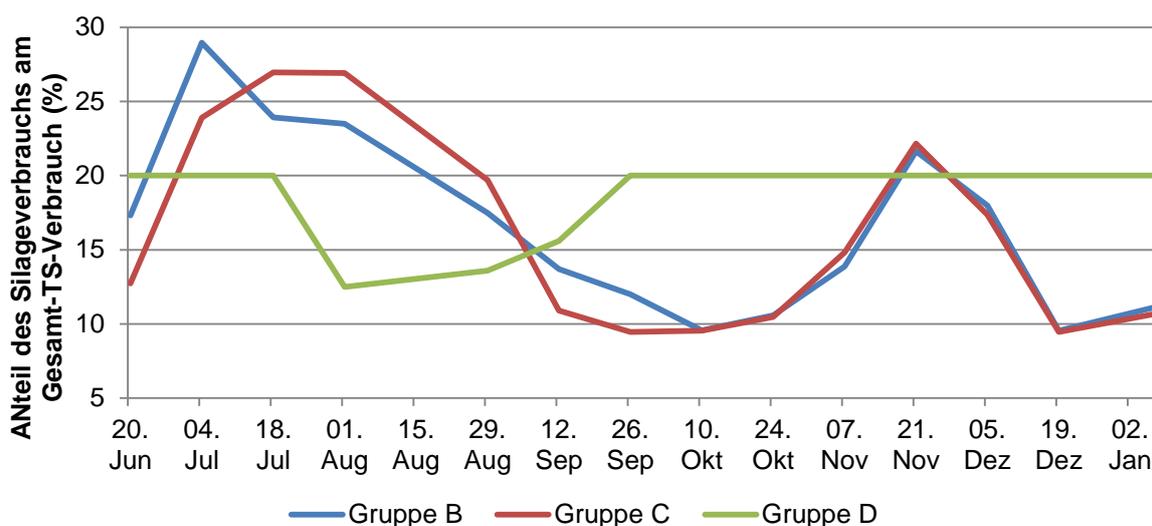


Abbildung 7: Anteil der Silageaufnahme an der Gesamt-Trockensubstanzaufnahme während des Hauptversuches mit Legehennen

In Tabelle A 18 im Anhang ist die erzielte Legeleistung pro Durchschnittshenne aufgeführt. In der Phase 1 (bestehend aus den Abschnitten I bis III) gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Tiere der Gruppe D weisen die niedrigste Leistung auf. Die Legeleistung der Gruppen B und C sind um über 6 % höher. Die Leistung der Gruppe A liegt mit 83,6 % dazwischen. In der Phase 2 erreichen alle Gruppen ein Leistungsniveau von ca. 90 %. Die geringen numerischen Unterschiede zwischen den Gruppen können nicht statistisch abgesichert werden. In Abbildung 8 ist die in Tabelle A 18 aufgeführte Legeleistung grafisch dargestellt. Die Gruppe D weist zu Beginn des Versuches die niedrigste Leistung auf, kann im Verlauf des Versuches aber an das Niveau der anderen Gruppen anschließen. Die Gruppen B und C haben im Verlaufe des Versuches ein relativ stabiles Leistungsniveau. Die Leistung der Gruppe A schwankt dagegen erkennbar stärker.

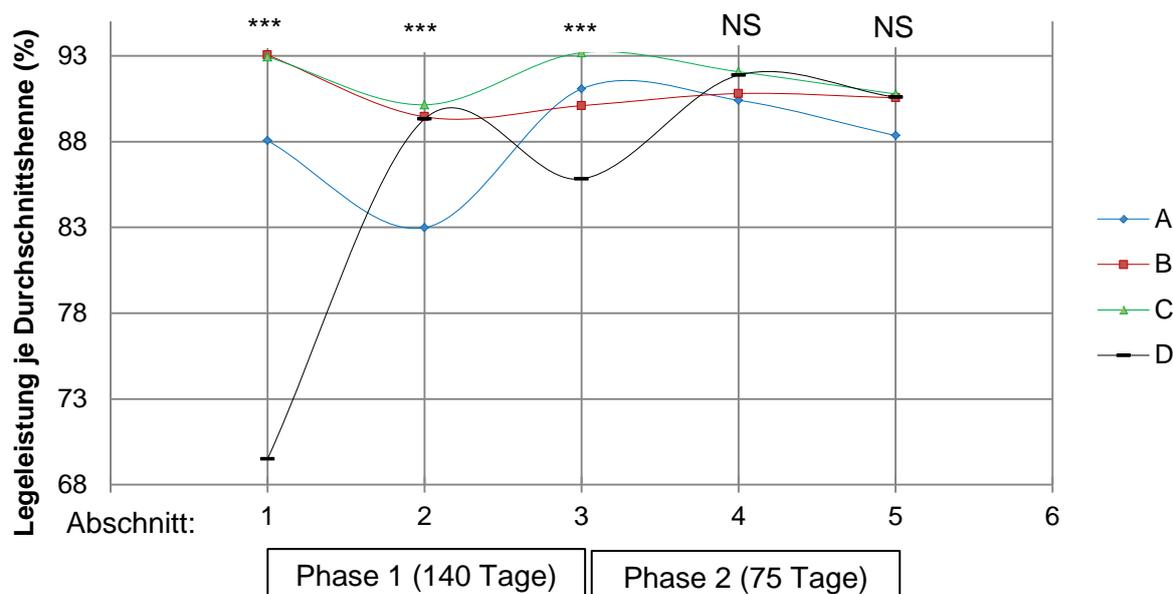


Abbildung 8: Legeleistung je Durchschnittshenne (%) in den einzelnen Versuchsabschnitten

Tabelle 47 zeigt die erzielten Eigewichte im Hauptversuch mit Legehennen. In der Phase 1 liegen die Gewichte der Eier der Gruppe D signifikant niedriger als die der anderen Gruppen. In Phase 2 weisen die Eier der Gruppe B die niedrigsten Gewichte auf.

Tabelle 47: Eigewichte im Hauptversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	A	B	C	D	p
P1	57,2 ^a	56,8 ^a	57,1 ^a	54,7 ^b	0,000
SE	0,200	0,201	0,199	0,200	
P2	65,2 ^{ab}	64,6 ^b	65,3 ^{ab}	65,7 ^a	0,001
SE	0,185	0,186	0,184	0,185	

LS: least square

P1: Phase 1

P2: Phase 2

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Die Entwicklung der Lebendgewichte der Legehennen während des Hauptversuches ist in Tabelle A 19 im Anhang aufgeführt. Bei der Einstallung der Tiere in Viehhausen ist es gelungen, durch eine entsprechende Selektion im Aufzuchtbetrieb bezüglich des Lebendgewichtes in etwa gleiche Startbedingungen für alle Gruppen zu schaffen. Im Abschnitt I sind die Tiere

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

der Gruppe D mit über 200 g signifikant leichter als die Tiere der anderen Gruppen. Im Abschnitt II können die Tiere der Gruppe D diesen Rückstand kompensieren und erreichen dasselbe Gewichtsniveau wie die Tiere der Gruppen B und C. Die Gruppe A ist in diesem Abschnitt die mit den leichtesten Tieren. In Abschnitt III sind die Tiere der Gruppe A wiederum signifikant schwerer als die der anderen Gruppen. Die Tiere der Gruppe D sind in diesem Abschnitt mit knapp 1,9 kg im Vergleich mit den anderen am leichtesten. Die Tiere der Gruppen B und C liegen mit etwas über 1,9 kg gewichtsmäßig zwischen den Tieren der Gruppen A und D. Im Abschnitt IV gibt es einen numerischen Unterschied im Lebendgewicht der Tiere der Gruppen C und D von ca. 80 g. Diese Differenz lässt sich statistisch absichern. Die Werte der Gruppen A und B liegen mit ca. 2,150 g Lebendgewicht dazwischen. Im letzten Versuchsabschnitt sind die Tiere aller Gruppen im Durchschnitt etwas leichter als im Abschnitt IV, die Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen liegen bei maximal 60 g und sind nicht signifikant. Abbildung 9 verdeutlicht den Verlauf der Entwicklung des Körpergewichtes in grafischer Weise.

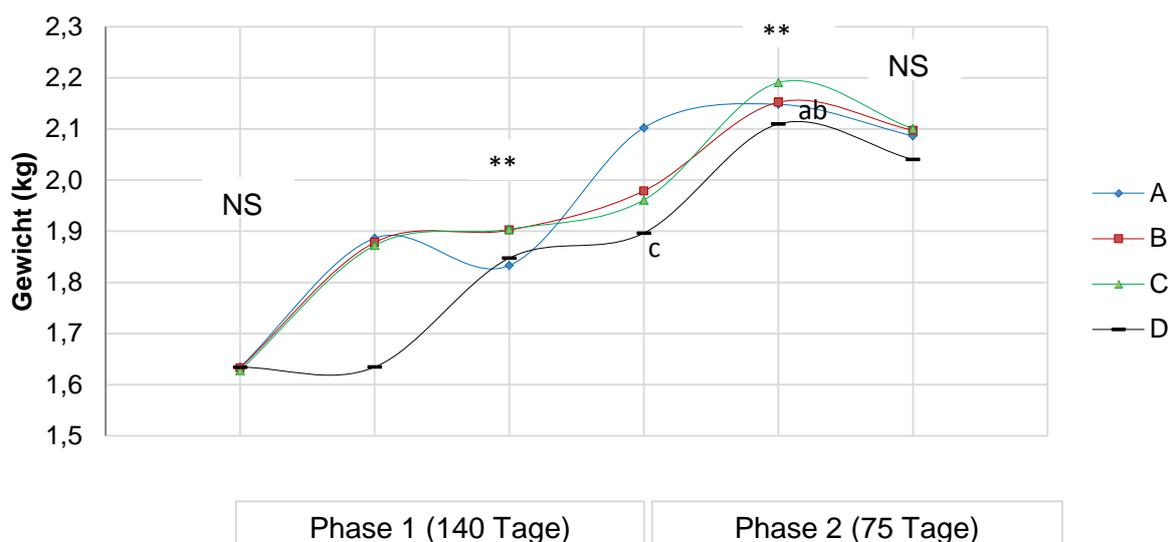


Abbildung 9: Entwicklung der Lebendgewichte der Legehennen in den Versuchsabschnitten

Im Folgenden werden die Ergebnisse der erhobenen Parameter zur Produktqualität dargestellt. Der Cholesteringehalt in 100 g Eidotter, sowie der aus dem Cholesteringehalt im Dotter und dem Eigewicht kalkulierten Cholesteringehalt im essbaren Anteil des Gesamteis sind in Tabelle 48 aufgeführt. Der Cholesteringehalt sowohl im Eidotter als auch im essbaren Anteil des Gesamteis ist im Durchschnitt bei den Eiern aus der Gruppe D signifikant niedriger als in den Eiern der Gruppen A und B. Der Cholesteringehalt in den Eiern der Gruppe C ist nume-

risch höher als in der Gruppe D und signifikant niedriger als in den Eiern der Gruppen A und B.

Tabelle 48: Cholesteringehalte der Eier des Hauptversuches mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	A	B	C	D	SE	p
Cholesteringehalt im Eidotter (g/100 g)	1,237 ^{ab}	1,237 ^{ab}	1,255 ^a	1,168 ^b	0,023	0,045
Cholesteringehalt im Gesamtei (g/100g essbarer Anteil)	0,216 ^{ab}	0,210 ^{ab}	0,225 ^a	0,202 ^b	0,005	0,008

LS: least square

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

Für eine Auswahl der wichtigsten Fettsäuren und Fettsäuregruppen ist der jeweilige Gehalt im Gesamtfett der Eier aus dem Hauptversuch in Tabelle 49 dargestellt. Eine ausführliche Darstellung aller analysierten Fettsäuren in den Eiern ist im Anhang in Tabelle A 20 zu finden. Für fast alle Fettsäuren und Fettsäuregruppen gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen. Beim Gehalt an den mehrfach ungesättigten Fettsäuren Docosapentaensäure (DPA) und Docosahexanensäure (DHA) liegt der Gehalt in den Silagegruppen deutlich höher als in der Alleinfuttergruppe. Der Gehalt an gesättigten Fettsäuren (SFA) liegt bei den Eiern der Gruppe A mit 33,08 % des Gesamtfettes am höchsten. Die Gehalte der Eier an ungesättigten Fettsäuren (MUFA und PUFA) liegen in der Gruppe A jeweils signifikant niedriger als in den anderen Gruppen. Der höchste Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) ist in den Eiern der Gruppen B und C zu erkennen, bei den mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) ist dies bei den Eiern der Gruppe D der Fall. Der Gehalt an Omega 3-Fettsäuren (n3) liegt bei den Eiern aus den mit Silage versorgten Gruppen bei jeweils über 3 % und damit signifikant höher als bei den Eiern aus der Gruppe A. Die Omega 6-Fettsäuren (n6) machen dagegen in den Eiern der Gruppe A mit 22,62 % den vergleichsweise größten Anteil am Gesamtfett aus. Sehr eindeutige Unterschiede zeigen sich für das in der Humanernährung bedeutsame Verhältnis von n6- zu n3-Fettsäuren: Die mit Silage gefütterten Gruppen zeigen ein gewünschtes enges Verhältnis während die Gruppe A ein signifikant weiteres Verhältnis als die Silagegruppen aufweist.

Tabelle 49: Gehalt an ausgewählten Fettsäuren bzw. Fettsäuregruppen (rel. Gewichts-% des Gesamtfettes) in den Eiern (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Gruppe				SE	P
	A	B	C	D		
DPA	0,11 ^c	0,21 ^{ab}	0,24 ^a	0,18 ^b	0,016	0,000
DHA	0,66 ^a	1,58 ^b	1,55 ^b	1,57 ^b	0,041	0,000
SFA	33,08 ^a	28,94 ^c	29,32 ^{bc}	30,02 ^b	0,270	0,000
MUFA	42,80 ^c	47,29 ^a	47,60 ^a	45,02 ^b	0,421	0,000
PUFA	23,97	23,70	23,01	24,88	0,538	0,117
Summe n3	1,33 ^b	3,10 ^a	3,09 ^a	3,33 ^a	0,08	0,000
Summe n6	22,62 ^a	20,59 ^b	19,90 ^b	21,55 ^{ab}	0,503	0,000
PUFA/SFA	0,73 ^b	0,82 ^a	0,79 ^{ab}	0,83 ^a	0,02	0,009
n6/n3	17,01 ^a	6,71 ^b	6,48 ^b	6,50 ^b	0,295	0,000

LS: Least square

DPA: Docosapentaensäure

DHA: Docosahexaensäure

SFA: saturated fatty acids, gesättigte Fettsäuren

MUFA: mono unsaturated fatty acids, einfach ungesättigte Fettsäuren

PUFA: poly unsaturated fatty acids, mehrfach ungesättigte Fettsäuren

n3: Omega 3 Fettsäuren

n6: Omega 6 Fettsäuren

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Die Merkmale der Dotterfarbe (Helligkeit (L), Rotton (a*), Gelbton (b*), Buntheit (C), sowie der Farbwinkel/Buntonwinkel (h)) sind in Tabelle 50 aufgeführt. Für das Merkmal Helligkeit weisen die Eidotter aus den Gruppen A und C signifikant höhere Werte auf als die Eidotter aus den Gruppen B und D. Der Rotton hat in der Gruppe B den signifikant höchsten Wert. Die Eidotter der Gruppe D weisen für dieses Merkmal den signifikant niedrigsten Wert von 5,22 auf. Die Werte der Gruppen A und C liegen mit 6,68 bzw. 6,86 um je über 1 höher. Der Wert für den Gelbton ist bei den Eidottern aus den Gruppen A (37,61) und B (38,62) signifikant höher als bei den Eidottern aus der Gruppe D (32,88). Der Wert der Eidotter aus der Gruppe C liegt mit 36,78 dazwischen. Für die Buntheit der Eidotter ergeben sich dieselben Verhältnisse wie für das Merkmal Rotton. Die Eidotter der Eier aus Gruppe B weisen den signifikant höchsten Wert auf. Die Werte der Eidotter der Gruppen A und C sind signifikant niedriger als der Wert der Gruppe A und der Wert der Gruppe D ist nochmals statistisch gesichert kleiner. Für den Farbwinkel/Buntonwinkel zeigen die Eidotter aus der Gruppe D mit 80,97 den größten Wert. Der Wert der Gruppe A liegt etwas niedriger, der Unterschied ist allerdings nicht signifikant. Die Eidotter aus der Gruppe C weisen für dieses Merkmal den niedrigsten Wert auf.

Tabelle 50: Merkmale der Dotterfarbe (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Gruppe				SE	P
	A	B	C	D		
L	54,80 ^a	53,38 ^b	54,71 ^a	52,75 ^b	0,22	0,000
a*	6,68 ^b	7,52 ^a	6,86 ^b	5,22 ^c	0,11	0,000
b*	37,61 ^{ab}	38,62 ^a	36,78 ^b	32,88 ^c	0,32	0,000
C	38,21 ^b	39,36 ^a	37,42 ^b	33,30 ^c	0,32	0,000
h	79,94 ^a	78,95 ^b	79,45 ^{bc}	80,97 ^a	0,16	0,000

LS: least square

L: Helligkeit

a* Rotton

b*: Gelbton

C: Buntheit

h: Farbwinkel/Buntonwinkel

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

4.2.3 Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Legehennenfütterung

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Legehennenfütterung wurden für zwei Modellbetriebe (A und B) mit 6000 Tierplätzen die Direktkostenfreien Leistungen, der Deckungsbeitrag und die Einzelkostenfreien Leistungen kalkuliert. Das unterstellte Haltungssystem ist jeweils eine Volierenhaltung mit Kaltscharraum und Grünauslauf. Als Fütterungssystem werden für den Modellbetrieb A eine Fütterung analog der Fütterung der Gruppe A und für den Modellbetrieb B eine Fütterung analog der Fütterung der Gruppe B des Fütterungsversuches mit Legehennen unterstellt. Die biologischen Leistungen für den jeweiligen Modellbetrieb wurden ebenso aus den Ergebnissen der Gruppen A und B des Fütterungsversuches abgeleitet. Eine Übersicht der den Wirtschaftlichkeitskalkulationen zu Grunde liegenden Annahmen bezüglich Haltungssystem und biologischer Leistungen ist in Tabelle 51 dargestellt.

Tabelle 51: Annahmen zur Kalkulation der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der Legehennenfütterung

Merkmal	A	B
Haltungsform	Volierenhaltung mit Kaltscharraum und Grünauslauf, 6000 Tierplätze	
Verluste in %¹	10	10
Leistung (Eier pro Henne und Jahr)²	291	298
vermarktungsfähige Eier	270	277
Anteil Knick- und Brucheier (%)	7	7

¹Annahme nach KTBL „Ökologischer Landbau“ (ACHILLES et al. 2010b)

²Abgeleitet aus im Rahmen des Projektes erhobenen Daten bei 340 Produktionstagen im Jahr

Tabelle 52: Wirtschaftlichkeit der Legehennenhaltung analog Gruppe A

	Menge/ Tier- platz x a	Preis	Betrag in €(Tierplatz x a)
Öko-Eier ¹	270 Stück/a	0,18 €/Stück	48,66
Öko-Bruch-, Knick- u. Schmutzeier ²	20 Stück/a	0,08 €/Stück	1,63
Festmist ³	24 kg/a	0,07 kg/a	1,69
Althenne, öko ²	0,9 Stück/a	0,25 €/Stück	0,23
Summe Leistungen			52,20
Junghenne, öko ⁴	1,0 Stück/a	8,5 €/Stück	8,50
Krafftutter P1 ⁵	21 kg/a	0,59 €/kg	12,11
Krafftutter P2 ⁵	20 kg/a	0,55 €/kg	11,04
Silage ⁶ (Erfüllung Raufuttergebot)	3,9 kg/a	0,07 €/kg	0,26
Wasser ²	0,09 m ³ /a	1,64 €/m ³	0,15
Einstreu ²	1,5 kg/a	0,07 €/kg	0,11
Strom ²	4,8 kWh/a	0,25 €/kWh	1,20
Flüssiggas im Tank ²	0,1 kWh/a	0,05 €/kWh	0,01
Tierarzt, Medikamente ²		0,17 €/a	0,17
Tierseuchenkasse ²		0,04 €/a	0,04
Ertragsschadenversicherung ²		0,16 €/a	0,16
Spezialberatung ²		0,08 €/a	0,08
Kadaverbeseitigung ²		0,08 €/a	0,08
Reinigungs- und Desinfektionsmittel ²		0,02 €/a	0,02
Höckerpappen ²		0,44 €/a	0,44
Holzhäcksel für den stallnahen Bereich ²		0,19 €/a	0,19
Auslaufpflege (Neuansaat, Nachmahd, Branntkalk) ²		0,02 €/a	0,02
Viehpflege, verb. Maßnahmen ²		0,45 €/a	0,45
Zinsansatz Vieh- und Umlaufvermögen (4%) ⁷	3,31 €/a	0,04 €/€	0,13
Summe Direktkosten			35,15
Direktkostenfreie Leistung			17,05
Variable Maschinenkosten ²		0,15 €/a	0,15
Variable Lohnkosten ²	0,12 AKh/DG	7,5 €/AKh	0,9
Summe variable Kosten			36,20
Deckungsbeitrag			16,00
Fixe Maschinenkosten ²		0,1 €/a	0,10
Fixe Lohnkosten ²	0,27 AKh/DG	15 €/AKh	4,05
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung			11,85
Gebäude, bauliche Anlagen, Einrichtungen		5,12 €/a	5,12
Einzelkostenfreie Leistung			6,73

¹Annahme des Eierpreises nach HILCKMANN (2014)

²Annahme nach „Ökologischer Landbau“ (ACHILLES et al. 2010b)

³abgeleitet nach KTBL „Ökologischer Landbau“ (ACHILLES et al. 2010b) und LFL (2014)

⁴Annahme des Junghennenpreises nach HILCKMANN (2014)

⁵Futtermittelverbrauch abgeleitet aus eigenen Erhebungen im Rahmen des Projektes, Futterrezeptur nach Versuchsdesign, Preis kalkuliert auf Basis von Tabelle A 12 im Anhang

⁶Preis Silage zur Erfüllung des Raufuttergebotes abgeleitet nach KTBL Datensammlung (ACHILLES et al., 2010b), Raufutteraufnahme Gruppe A geschätzt

⁷berechnet nach LWK NIEDERSACHSEN (2010, S.27)

Tabelle 53: Wirtschaftlichkeit der Legehennenhaltung analog Gruppe B

	Menge/ Tier- platz x a	Preis	Betrag in €/(Tierplatz x a)
Öko-Eier ¹	298 Stück/a	0,18 €/Stück	53,69
Öko-Bruch-, Knick- u. Schmutzeier ²	21 Stück/a	0,08 €/Stück	1,67
Festmist ³	24 kg/a	0,07 kg/a	1,69
Althehe, öko ²	0,9 Stück/a	0,25 €/Stück	0,23
Summe Leistungen			57,27
Junghenne, öko ⁴	1,0 Stück/a	8,5 €/Stück	8,50
Krafftutter P1 ⁵	20 kg/a	0,63 €/kg	12,69
Krafftutter P2 ⁵	18 kg/a	0,60 €/kg	11,01
Luzernesilage aus spezieller Nutzung ⁶	16 kg/a	0,88 €/kg	1,36
Wasser ²	0,09 m ³ /a	1,64 €/m ³	0,15
Einstreu ²	1,5 kg/a	0,07 €/kg	0,11
Strom ²	4,8 kWh/a	0,25 €/kWh	1,20
Flüssiggas im Tank ²	0,1 kWh/a	0,05 €/kWh	0,01
Tierarzt, Medikamente ²		0,17 €/a	0,17
Tierseuchenkasse ²		0,04 €/a	0,04
Ertragsschadenversicherung ²		0,16 €/a	0,16
Spezialberatung ²		0,08 €/a	0,08
Kadaverbeseitigung ²		0,08 €/a	0,08
Reinigungs- und Desinfektionsmittel ²		0,02 €/a	0,02
Höckerpappen ²		0,44 €/a	0,44
Holzhäcksel für den stallnahen Bereich ²		0,19 €/a	0,19
Auslaufpflege (Neuansaat, Nachmahd, Branntkalk) ²		0,02 €/a	0,02
Viehpflege, vorb. Maßnahmen ²		0,45 €/a	0,45
Zinsansatz Vieh- und Umlaufvermögen (4%) ⁷	3,13 €/a	0,04 €/€	0,13
Summe Direktkosten			36,80
Direktkostenfreie Leistung			20,47
Variable Maschinenkosten ²		0,15 €/a	0,15
Variable Lohnkosten ²	0,12 AKh/DG	7,5 €/AKh	0,90
Summe variable Kosten			37,85
Deckungsbeitrag			19,42
Fixe Maschinenkosten ²		0,10 €/a	0,10
Fixe Lohnkosten ²	0,27 AKh/DG	15,00 €/AKh	4,05
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung			2,75
Gebäude, bauliche Anlagen, Einrichtungen		5,12 €/a	5,12
Einzelkostenfreie Leistung			10,15

¹Annahme des Eierpreises nach HILCKMANN (2014)

²Annahme nach KTBL „Ökologischer Landbau“ (ACHILLES et al. 2010b)

³abgeleitet nach KTBL „Ökologischer Landbau“ (ACHILLES et al. 2010b) und LFL (2014)

⁴Annahme des Junghennenpreises nach HILCKMANN (2014)

⁵Futterverbrauch abgeleitet aus eigenen Erhebungen im Rahmen des Projektes, Futterrezeptur nach Versuchsdesign, Preis kalkuliert auf Basis von Tabelle A 12 im Anhang

⁶Kalkulation der Kosten der Luzernesilage aus spezieller Nutzung nach Tabelle 7 und Tabelle 8, Silageaufnahme aus eigener Erhebung im Rahmen des Projektes abgeleitet

⁷berechnet nach LWK NIEDERSACHSEN (2010, S.27)

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Weitere Annahmen zur Kalkulation der genannten Parameter der Wirtschaftlichkeit wurden nach HILCKMANN (2014), LFL (2014), LWK NIEDERSACHSEN (2010) und der KTBL-Datensammlung „Ökologischer Landbau“ (ACHILLES et al., 2010b) getroffen. Der Futterverbrauch wurde aus den im Versuch ermittelten Daten abgeleitet und die Preise der Kraftfuttermischungen wurden auf Basis der im Versuch verwendeten Rezepturen und Angaben von MEITINGER (2014) (siehe Tabelle A 12 im Anhang) kalkuliert. Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitskalkulationen sind in Tabelle 52 und Tabelle 53 dargestellt. Durch die höhere, unterstellte Legeleistung im Modellbetrieb B mit 298 produzierten Eiern gegenüber 270 Eiern im Modellbetrieb A werden im Betrieb B pro Tierplatz um ca. 5 € höhere Leistungen als im Modellbetrieb A erzielt. Durch die Kraftfuttereinsparung im Modellbetrieb B gegenüber dem Modellbetrieb B liegen zudem die Futterkosten im Betrieb B um ca. 1,65 € pro Tierplatz niedriger. Im Modellbetrieb A wird der Einsatz einer Kleegrassilage zur Erfüllung des Raufuttergebotes unterstellt. Der Silageverbrauch in diesem Betrieb wurde geschätzt. Im Modellbetrieb B wird der Einsatz von Luzernesilage aus spezieller Nutzung unterstellt. Der Verbrauch dieser Silage wurde aus den Ergebnissen des Fütterungsversuches abgeleitet. Da die Luzernesilage aus spezieller Nutzung höhere Produktionskosten (siehe Tabelle 7 und Tabelle 8) aufweist als die im Modellbetrieb A eingesetzte Kleegrassilage und zudem der Silageverbrauch im Betrieb B höher liegt als im Betrieb A sind die Silagekosten im Betrieb B um ca. 1 € höher als im Betrieb A. Die kalkulierten Direktkostenfreien Leistungen des Betriebes A liegen resultierend mit 17,05 € um fast 3 € niedriger als im Betrieb B (20,47 €). Da unterstellt wird, dass aufgrund des Raufutterfütterungsgebotes kein arbeitswirtschaftlicher Mehraufwand im Modellbetrieb B gegenüber Modellbetrieb A angerechnet werden muss, ergibt sich nach Abzug der variablen Maschinen- und Lohnkosten ein ähnliches Bild für den Deckungsbeitrag. Der Deckungsbeitrag liegt im Betrieb A mit 16,00 € ca. 3 € niedriger als im Betrieb B. Die Einzelkostenfreie Leistung pro Tierplatz liegt im Betrieb A bei 6,73 € und im Betrieb B bei 10,15 €. Damit ist ein wirtschaftlicher Einsatz der Luzernesilage aus spezieller Nutzung unter den getroffenen Annahmen gegeben. Geht man davon aus, dass die Eier die mit einer Fütterung analog der Gruppe B, aufgrund ihres für die menschliche Ernährung vorteilhaften Fettsäuremusters höherpreisig vermarktet werden können, ist die Erwirtschaftung höherer Einzelkostenfreier Leistungen möglich. Tabelle A 21 im Anhang zeigt die Kalkulationen der Wirtschaftlichkeit für den Modellbetrieb B, wenn die Eier einen um 1 ct höheren Preis erzielen. Auf eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit der Legehennenfütterung analog der Fütterungsgruppen C und D des Fütterungsversuches wurde verzichtet, da die Produktionskosten für die Silage in extrudierter bzw. pelletierter Form höher liegen (siehe Tabelle 9 bzw. Tabelle 10) als für die Silage in gehäckselter Form und in den Gruppen C und D keine höheren Tierleistungen erzielt wurden.

4.2.4 Diskussion der Fütterungsversuche mit Legehennen

Futteraufnahme und Leistungsdaten

Im Vorversuch mit Legehennen lag die tägliche Silageaufnahme mit nur 4 bis 10 % der täglichen Gesamtfutteraufnahme (siehe Abbildung 6) auf einem niedrigen Niveau. Da die Silageaufnahme der Tiere sich deutlich erhöhen sollte, wenn der Einsatz von Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Legehennenfütterung erfolgreich sein soll, wurden für den Hauptversuch diverse Maßnahmen getroffen. Da in einem eigenen Vorversuch mit Masthähnchen nennenswert höhere Silageaufnahmen bei Tieren im Alter von 5 Wochen erreicht werden konnten, wurde ein Einfluss des Alters der Tiere in dem erstmals ein solches Futter vorgelegt wird als möglicher Einflussfaktor abgeleitet. Die Junghennen für den Hauptversuch bekamen daher im Aufzuchtbetrieb ab dem ersten Lebenstag die extrudierte, auch später im Versuch verwendete, Silage des 4. Schnittes der Ernte 2012 angeboten. Die im Vorversuch beobachtete, signifikant höhere Silageaufnahme der Gruppe D (Ergänzer plus Silage extrudiert) bestätigt die Erfahrung, dass sich die Futteraufnahme des Geflügels vom Energiegehalt des Futtermittels beeinflussen lässt (SIMON und ZENTEK, 2013, BELLOF et al., 2005). Danach wird ein niedriger Energiegehalt im Futter durch eine höhere Futteraufnahme kompensiert. Da der Ergänzer einen höheren Energiegehalt aufweist als das Alleinfutter, sind die Tiere in der Lage, mehr von der energiearmen Silage aufzunehmen und trotzdem dasselbe Energieaufnahmeniveau zu erreichen wie die Alleinfuttergruppen. Für den Hauptversuch wurden daher für alle Silagegruppen Ergänzermischungen vorgesehen, die auf einen Anteil der Silageaufnahme an der täglichen Gesamtfutteraufnahme von 20 % abgestimmt waren. Die dritte Maßnahme, die zur gezielten Erhöhung der Silageaufnahme im Hauptversuch angestellt wurde, ist die Pelletierung der Silage zusammen mit dem Kraftfutter gemäß Kapitel 3.2. Der Anteil der Silageaufnahme an der täglichen Gesamtfutteraufnahme konnte durch diese Maßnahmen im Hauptversuch gesteigert werden und lag in den Gruppen B und C zeitweise bei den angestrebten 20 % (Abbildung 7). Allerdings muss an dieser Stelle beachtet werden, dass es sich bei dem ausgewiesenen Silageverbrauch um eine scheinbare Silageaufnahme handelt, da die Tiere die Silage teils in der Einstreu verteilt haben und diese Mengen nicht mit der Rückwaage erfasst werden konnten. Großen Einfluss scheint in diesem Fall das Angebot des energiereichen Ergänzers zu haben. Durch eine zeitweise reine Stallhaltung und dem in dieser Zeit steigenden Anteil der Silage an der Gesamtfutteraufnahme auf den geplanten Sollwert von 20 %, konnte während des Hauptversuches nachgewiesen werden, dass die Tiere den Aufwuchs oder Insekten und Würmer im Auslauf als Substitut für die Silage zu verwenden scheinen. Untersuchungen von LORENZ et al. (2013) bestätigen, dass Legehennen nennenswerte Mengen an Pflanzen, Insekten, Würmer und Schnecken im Auslauf aufnehmen. Die Kraftfutteraufnahme und die Legeleistung wurden durch die reine Stallhaltung nicht beeinflusst, so

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

dass davon ausgegangen werden kann, dass die Tiere durch die Substitution der Silage durch Material aus dem Auslauf auf dasselbe Nährstoffversorgungsniveau wie während der reinen Stallhaltung einstellen konnten. Die Krafftuteraufnahme, die Legeleistung und die Eigewichte der Gruppen B und C unterschieden sich zu keinem Zeitpunkt signifikant von den Werten der Kontrollgruppe. Die Krafftuteraufnahme war in diesen Gruppen jedoch numerisch um ca. 10 g pro Tier und Tag niedriger als in der Gruppe A. Dieser Unterschied ist ebenfalls auf den höheren Energiegehalt des Ergänzers gegenüber dem Alleinfutter und dem damit verbundenen Ausgleich des täglichen Energieaufnahmeniveaus zurückzuführen (SIMON und ZENTEK, 2013, BELLOF et al., 2005). Auffällig ist die sehr niedrige Futterraufnahme der Gruppe D in Phase 1 des Versuches. Die Legehennen haben die Pellets zunächst schlecht aufgenommen. In der Folge zeigten die Tiere eine schlechte Legeleistung und eine verzögerte Entwicklung des Körpergewichtes. Außerdem gab es Probleme mit der Vorlage der Pellets über die Futterkette. Die Pellets wurden von der Fütterungstechnik im Stall fein zerrieben, so dass die Futterstruktur größtenteils zerstört wurde, außerdem kam es teils zu einem Verstopfen des Futtervorratsbehälters durch ein Zusammenkleben der einzelnen Pellets. Möglicherweise ist damit die schlechte Aufnahme der Pellets zu begründen. Als Gegenmaßnahmen wurden die Pellets dann in gängigen, von Hand befüllten Geflügelfutterautomaten vorgelegt und die Tiere der Gruppe D für ca. 6 Wochen zusätzlich restriktiv mit dem Alleinfutter der Gruppe A versorgt. Dadurch konnten die Tiere ihren Rückstand voll kompensieren und zeigten im weiteren Verlauf des Versuches Leistungen auf demselben Niveau wie die anderen Gruppen. Aufgrund der geschilderten Zusammenhänge muss für den Einsatz der Pellets in der Geflügelfütterung zunächst eine geeignete Futtervorlagetechnik gefunden werden. Andererseits scheint die Vorlage als Pellets zur Erhöhung der Silageaufnahme durch das Geflügel nicht notwendig, wenn den Tieren ein geeignetes Ergänzungskrafftutter angeboten wird, das aufgrund seines hohen Energiegehaltes den Tieren den Ausgleich des geringen Energiegehaltes in der Silage ermöglicht. Da die Tiere der Gruppen B und C scheinbar neben Krafftutter und Silage den Aufwuchs im Auslauf und evtl. Insekten und Würmer als Nährstoffquelle genutzt haben, ist für die Legehenne analog zum Masthähnchen zu prüfen, ob das Wahlverhaltens des Geflügels genutzt werden könnte, um einen Beitrag zur Erreichung der 100 %-Bio-Fütterung zu leisten. Ein solches Fütterungssystem wurde von ROTH (2003) als „Cafeteria-System“ bezeichnet und mit Erfolg in der Legehennenhaltung eingesetzt. Dennoch besteht diesbezüglich noch Forschungsbedarf.

Produktqualität

Ähnlich wie im Fütterungsversuch mit Masthähnchen ist auch eine Beeinflussung der Produktqualität durch den Einsatz von Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologi-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

scher Aufbereitung in der Legehennenfütterung denkbar. Die Cholesteringehalte der Eier aus den verschiedenen Gruppen liegen mit 202 mg bis 225 mg/100g im essbaren Anteil der Eier auf einem niedrigen Niveau. In der Nährstofftabelle für die Humanernährung von ANDERSEN und SOYKA (2011) werden 396 mg Cholesterin pro 100g für ein durchschnittliches Hühnerei angegeben. Im Vergleich mit den Betriebszweigauswertungen von ZAPF und DAMME (2012) konnte in der vorliegenden Untersuchung in Phase 2 in allen Gruppen eine sehr gute Legeleistung (vergl. Tabelle A 18 im Anhang) erzielt werden. Möglicherweise können damit die insgesamt niedrigen Cholesteringehalte in den Eiern erklärt werden. Nach STEINHILBER (2005) ist ein niedriger Cholesteringehalt in den Eiern von einer hohen Legeleistung beeinflusst. Da die Tiere der Gruppe D in der Phase 2 des Fütterungsversuches die größten Silagemengen aufgenommen haben, ist der signifikante Unterschied im Cholesteringehalt zwischen den Eiern der Gruppen A und D vermutlich durch die Luzernefütterung beeinflusst. Wie für das Hähnchenfleisch bereits ausgeführt, könnten die mit der Luzerne aufgenommenen Saponine für die beobachteten Unterschiede verantwortlich sein (siehe Kapitel 4.1.4).

Das Fettsäurenmuster in den Eiern wurde ebenfalls durch die Fütterung der Luzernesilage beeinflusst. Die Gehalte an der essentiellen Linolensäure und der mehrfach ungesättigten DHA in den Eiern sind in allen Silagegruppen mehr als doppelt so hoch wie in der Kontrollgruppe. Das hat auch Auswirkungen auf den Gesamtgehalt an Omega-3-Fettsäuren und das für die Humanernährung bedeutsame Verhältnis von n6- zu n3-Fettsäuren. Letztgenanntes liegt mit Werten von 6,7 bzw. 6,5:1 sehr dicht an dem empfohlenen Wert von 5:1 (BIESALSKI et al., 2011). Es ist bekannt, dass das Fettsäuremuster in den Eiern über die Fütterung beeinflusst werden kann (GRASHORN, 2008). Durch die vorliegende Untersuchung wurde gezeigt, dass dies auch durch den Einsatz von Luzernesilage gelingt.

Wirtschaftlichkeit

Tabelle 31 und Tabelle 32 zeigen die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für zwei Modellbetriebe mit je einem Fütterungsregime und einem unterstellten Leistungsniveau analog der Gruppe A und B des Fütterungsversuches des vorliegenden Projektes. Im Modellbetrieb B werden mit über 10 € höhere Einzelkostenfreie Leistungen erzielt als im Modellbetrieb A (6,73 €) erwirtschaftet. Zum einen liegen die tierischen Leistungen im Betrieb B höher und zum anderen können durch den geringeren Krafftutterverbrauch Futterkosten eingespart werden. Geht man davon aus, dass aufgrund der Anreicherung von Omega-3-Fettsäuren in den Eiern der Silagegruppen im Modellbetrieb B zusätzlich ein höherer Produktpreis erzielt werden kann verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Silagefütterung nochmals (siehe Tabelle A 21).

Tiergesundheit

Ein weiteres Argument für den Einsatz von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der Legehennenfütterung sind die zu erwartenden positiven Effekte auf die Tiergesundheit wie sie Berichten von MEYER ZU BAKUM und JARZMIK (2013) zufolge bei der Vorlage von Mais- oder Grassilage in Dänemark erzielt werden. Durch die mit der Silage aufgenommene Säure kann das Darmmilieu stabilisiert werden und durch die Beschäftigung mit der Silage sinken die Probleme mit Federpicken und Kannibalismus. Des Weiteren kann die von den Tieren verschwendete Silage zu einer Absenkung des pH-Wertes in der Einstreu und somit zu einem desinfizierenden Effekt führen. Zusammengefasst, können diese Aspekte die Verlustraten senken und somit die Wirtschaftlichkeit der Luzernesilagefütterung zusätzlich verbessern.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass das zusätzliche Extrudieren der Luzerne, keine positiven Effekte auf die Leistung der Legehenne hat. Die im Rahmen dieses Versuches gewonnen Erkenntnisse erlauben eine direkte Umsetzung des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in die Praxis. Luzernesilage aus spezieller Nutzung kann einen wirksamen Beitrag zu einer 100 %-Bio-Fütterung mit hohem Futtermittelanteil regionalen Ursprungs liefern.

4.3 Fütterungsversuch mit Mastschweinen

4.3.1 Material und Methoden

Von 29.07.2013 bis 16.12.2013 wurde der Fütterungsversuch mit Mastschweinen im Lehr- und Versuchsbetrieb der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf in Zurnhausen durchgeführt. Es wurden 36 Tiere einer Vier-Rassen-Kreuzung ((Du x Pi) x (DL x LW)) aufgestellt. Die Hälfte der Tiere war weiblich, bei den restlichen Tieren handelte es sich um Kastraten. Die Tiere wurden von einem Naturland-Ferkelerzeugerbetrieb im Landkreis Donau-Ries bezogen. Diese Herkunft ermöglichte die Selektion von, bezogen auf das Lebendgewicht, vergleichbaren Tiergruppen. Die Tiere wurden nach Geschlecht sortiert, paarweise in einem Feststall mit planbefestigtem Boden gehalten. Die Temperaturen orientierten sich durch große, offene Fenster am Außenklima. Ab einer Temperatur von unter 10 °C wurde mit einem thermostatgesteuerten Ölbrenner zugeheizt. Die Boxen wurden mit je einer kleinen Menge Miscanthus bzw. Holzspäne eingestreut. Mit der Wahl dieser Einstreumaterialien sollte sichergestellt werden, dass keine Einstreu gefressen wird. Die Einstreumenge wurde bewusst gering gehalten um das Erfassen der Silageverluste zu erleichtern. Eine Entmistung erfolgte jeden zweiten Tag. Ein Auslauf stand nicht zur Verfügung. Die Tiere wurden in drei Fütterungsgruppen eingeteilt (n=12). Für die geplanten Mastphasen Anfangsmast (30-60 kg), Mittel-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

mast (60-90 kg) und Endmast (90 bis 110 kg) wurden je angepasste Krafftuttermischungen erstellt. Die Tiere der Kontrollgruppe (Gruppe A) erhielten Alleinfuttermischungen. Die Tiere der Versuchsgruppen (Gruppe B und C) erhielten die Luzernesilage in der gehäckselten (Gruppe B) bzw. der extrudierten (Gruppe C) Variante der Ernte des Jahres 2013. Als Kraftfutter erhielten diese Tiere einen auf die Silage abgestimmten Ergänzender. Dabei erfolgte eine 3-stufige Anpassung des Ergänzenders an einen voraussichtlich mit dem Alter der Tiere steigenden Silageverzehr. Für die Anfangsmast wurde ein Anteil der Silageaufnahme an der täglichen Gesamttrockenmasseaufnahme von durchschnittlich 37 % unterstellt. Für die Mittel- und Endmast wurden 40 % bzw. 43 % Silageaufnahme angenommen. Grundlage für die Zusammenstellung der Tagesrationen waren die Versorgungsempfehlungen der GFE (2006) für Mastschweine, ein unterstelltes Leistungsniveau von 700 g täglichen Zunahmen in der Anfangs- und Endmast sowie 750 g täglichen Zunahmen in der Mittelmast und die Anforderungen hinsichtlich der 100%-Biofütterung. Für die gewählte Annahme des Anteils der Silageaufnahme an der Gesamtfuttermittelaufnahme konnte auf Erfahrungen aus eigenen Vorversuchen zurückgegriffen werden (BERGER, 2012). In Tabelle 55 ist die Zusammensetzung der Futtermischungen dargestellt. Alle Krafftuttermischungen wurden zweimal täglich restriktiv vorgelegt. Dabei orientierte sich die jeweils zugeteilte Menge an Kraftfutter am aktuellen Lebendgewicht der Tiere in der jeweiligen Box und wurde täglich gesteigert. Die Silagevorlage erfolgte ad libitum in Futtertrögen. Reste der Silage wurden täglich entfernt und gesammelt. Jeden zweiten Tag erfolgte dann die Silagerückwaage. In Tabelle 54 ist das Versuchsdesign aufgeführt.

Tabelle 54: Versuchsdesign für den Fütterungsversuch mit Mastschweinen

	A	B	C
Tierzahl	12	12	12
Fütterung	Alleinfutter	Ergänzer plus Silage gehäcksel	Ergänzer plus Silage extrudiert

Alle Futterein- und Rückwaagen wurden dokumentiert. Des Weiteren wurden in regelmäßigen Abständen die Lebendmassen der Tiere erfasst, um Parameter wie Futterverwertung und tägliche Zunahmen auswerten zu können

Tabelle 55: Krafftuttermischungen für den Fütterungsversuch mit Mastschweinen

Rohstoff		Anfangsmast		Mittelmast		Endmast	
		Allein-futter	Ergänzer	Allein-futter	Ergänzer	Allein-futter	Ergänzer
Sojakuchen	%	15,8	7,6	11	0	5,6	0
Sonnenblumenkuchen	%	3,7	4,6	3,1	3,2	0	0
Erbsen	%	10,5	19,8	8,8	12,7	3,7	0
Grünmehl/luzerne	%	9,5	0	11	0	13	0
Triticale	%	21,1	61,1	33	76,4	18,5	95,9
Gerste	%	36,9	0	30,8	0	57,5	0
Rapsöl	%	0	3,8	0	5,1	0	1,6
Kohlensaurer	%	0,6	0	0,4	0	0,2	0
Mineralfuttermischung	%	1,9	3,1	1,9	2,6	1,5	2,5
Inhaltsstoff							
Trockenmasse	g/kg	893	898	925	892	952	881
Rohfett	g/kg	33	106	31	100	23	44
Rohfaser	g/kg	68	38	67	33	77	27
NfE	g/kg	540	499	591	565	651	676
Stärke	g/kg	366	373	421	456	459	582
Zucker	g/kg	40	43	38	33	31	24
Rohprotein	g/kg	190	199	175,1	147,09	142,24	92,11
Lysin	g/kg	10,3	10,8	8,9	7,4	6,7	3,6
Methionin	g/kg	2,6	2,7	2,5	2,1	2,1	1,5
Threonin	g/kg	7,5	7,7	7,0	5,8	5,8	3,76
Tryptophan	g/kg	2,5	2,7	2,4	2,0	1,97	1,32
Rohasche	g/kg	62,0	56,0	61,0	47,0	59	41
Calcium	g/kg	5,3	2,1	5,1	1,8	4,057	1,564
Phosphor	g/kg	4,7	4,9	4,6	4,3	4,486	3,903
Natrium	g/kg	0,9	1,1	1,0	1,1	1,009	1,094
ME	MJ/kg	12,46	14,14	12,81	14,39	12,75	13,83
Lysin/ME	g/MJ	0,83	0,76	0,69	0,51	0,53	0,27
Methionin/ME	g/MJ	0,21	0,18	0,20	0,15	0,16	0,11

NfE: stickstofffreie Extraktstoffe

ME: umsetzbare Energie

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Zum Ende des Versuches wurden die Tiere, die das Zielgewicht von 100 bis 105 kg Lebendgewicht erreicht hatten, für die Schlachtung markiert und ihnen das Futter entzogen. Nach ca. 20 h Nüchternungszeit wurden die Tiere an vier Schlachterminen in Grub im Schlachthaus der LFL geschlachtet. In Tabelle A 25 im Anhang sind die Wiege- und Schlachtermine aufgeführt. Neben den Mastleistungsmerkmalen wurden am Schlachthof auch die Schlachtleistungsmerkmale (Magerfleischanteil, pH-Werte, Leitfähigkeit etc.) nach dem Standard der Leistungsprüfanstalt (LPA-Standard) erfasst. Zusätzlich wurden von jedem Tier Fleischproben aus dem Kotelett (musculus longissimus dorsi) entnommen und zur Untersuchung auf Produktqualität (Farbe, Cholesteringehalt, intramuskulärer Fettgehalt, Fettsäuremuster im intramuskulären Fett) ins Labor der Bioanalytik der TUM geschickt. Die Fettextraktion wurde nach der Methode von BLIGH und DYER (1959) modifiziert von HALLERMAYER (1976) durchgeführt. Das Fettsäuremuster wurde nach der TMSH-Methode, (DGF-Einheitmethoden C-VI 11e) und der Cholesteringehalt wurde mittels der Enzymatischen Bestimmung, (DGF-Einheitmethoden, F-III, Cholesterin Farb-Test, Böhriner Mannheim) ermittelt.

An den Fleischproben wurden mit einem Minolta Spektralphotometer (CM 508i) im CIE-System folgende Farbwerte erhoben: Helligkeit (L), Rotton (a^*), Gelbton (b^*), Buntheit (C), sowie der Farbwinkel/Buntonwinkel (h). Es wurde darauf geachtet, dass alle Farbmessungen in einer Fläche ohne offensichtliche Farbfehler durchgeführt werden.

Die erhobenen Daten wurden mit dem Programm SPSS V.20 (2011) nach dem „General Linear Modell“ (GLM) statistisch ausgewertet. Es wurde ein lineares Modell mit den Einflussfaktoren „Gruppe“ und „Geschlecht“ verwendet. Die Unterschiede zwischen den Gruppen wurden jeweils mit dem F-Test geprüft. Ergab die Überprüfung der Interaktionen zwischen „Gruppe“ und „Geschlecht“ keine signifikanten Effekte, blieb das Modell auf den Faktor „Gruppe“ beschränkt.

4.3.2 Ergebnisse

Während des Fütterungsversuches mit Mastschweinen sind keine Verluste aufgetreten. Aufgrund sehr geringer Zunahmen wurde jedoch am Ende der Mittelmast ein weibliches Tier aus der Gruppe A herausgenommen. Ebenso wurde eine Box mit weiblichen Tieren der Gruppe C nach Ende des Versuches nicht mit in die Auswertungen einbezogen. Stichprobenartig wurden Kotproben einzelner Tiere auf Parasiten untersucht. Dabei konnte ein Befall mit Spulwürmern (*Ascaris suum*) festgestellt werden. Zu Beginn der Anfangsmast wurde ein männliches Tier der Gruppe B wegen Durchfall behandelt, konnte aufgrund vollständiger Genesung aber weiter am Versuch teilnehmen. Ansonsten gab es im Verlauf des Versuches keine Auffälligkeiten bezüglich der Tiergesundheit.

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

In Tabelle A 22 im Anhang sind die Ergebnisse der Analysen des Alleinfutters den geplanten Soll-Werten gegenübergestellt. Der Rohfettgehalt ist in allen Alleinfuttermischungen höher als der Soll-Wert, dies gilt insbesondere für die Endmastmischung. Der Stärkegehalt der Endmastmischung liegt um ca. 160 g/kg niedriger als von der Planung her vorgesehen. In den Alleinfuttermischungen für Anfangs- und Mittelmast liegen die Rohprotein und Lysingehalte unterhalb der gewünschten Werte. In der Endmastmischung sind der Rohproteingehalt und der Methioningehalt höher als vorgesehen. In Tabelle A 23 und Tabelle A 24 im Anhang sind für die Silagegruppen die täglichen realisierten Nährstoffaufnahmen den geplanten Nährstoffaufnahmen gegenübergestellt. In den meisten Fällen ist die Aufnahme der energieliefernden Nährstoffgruppen Rohfett, Stärke und Zucker niedriger als vorgesehen und die Rohprotein- und Aminosäureaufnahme höher als vorgesehen war.

Die Kraffutteraufnahme der Mastschweine ist in Tabelle 56 dargestellt. Den mit Ergänzern gefütterten Tieren (Gruppe B und C) wurde in allen drei Mastphasen signifikant weniger Kraffutter zugeteilt als den Tieren der Gruppe A. Das nach Lebendgewicht zugeteilte Kraffutter wurde immer vollständig gefressen. In der Anfangsmast gibt es zwischen der Kraffutteraufnahme der Gruppen B und C keine statistisch absicherbaren Unterschiede. In der Mittelmast ist die Kraffutteraufnahme der Tiere der Gruppe C signifikant höher als die der Tiere in Gruppe B. In der Endmast wurde den Tieren der Gruppe B dagegen signifikant mehr Kraffutter zugeteilt als den Tieren der Gruppe C.

Tabelle 56: Durchschnittliche Kraffutteraufnahme (kg TS/Tier/Tag) im Fütterungsversuch mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht			Gruppe			Gruppe x Geschlecht	
	m	w	p	A	B	C	p	p
Anfangsmast	1,06	1,12	0,009	1,32 ^a	0,91 ^c	1,04 ^b	0,000	0,000
SE	0,01	0,01		0,02	0,02	0,02		
Mittelmast	1,61	1,59	0,280	2,07 ^a	1,34 ^c	1,40 ^b	0,000	0,000
SE	0,01	0,01		0,01	0,01	0,01		
Endmast	1,80	1,77	0,015	2,27 ^a	1,57 ^b	1,52 ^c	0,000	0,002
SE	0,01	0,01		0,01	0,01	0,01		

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Der tägliche Silageverbrauch pro Tier der Gruppen B und C ist in der unten stehenden Tabelle 57 aufgeführt. Zwischen den männlichen und weiblichen Tieren ist über die gesamte Mastdauer kein Unterschied feststellbar. In der Anfangs- und Mittelmast ist zwischen den

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Fütterungsgruppen ebenfalls kein statistischer Unterschied für den Silageverbrauch zu verzeichnen. Der in der Mittelmast tendenziell niedrigere Silageverbrauch der Gruppe C verändert sich zur Endmast hin in einen statistisch signifikant niedrigeren Silageverbrauch um über 280 g Trockensubstanz.

Tabelle 57: Durchschnittlicher Silageverbrauch (kg TS/Tier/Tag) im Fütterungsversuch mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht			Gruppe x Geschlecht			
	m	w	p	B	C	p	p
Anfangsmast	0,30	0,33	0,166	0,314	0,322	0,748	0,395
SE	0,02	0,02		0,02	0,02		
Mittelmast	0,88	0,79	0,115	0,849	0,825	0,668	0,990
SE	0,04	0,04		0,04	0,04		
Endmast	1,32	1,31	0,750	1,457	1,174	0,000	0,003
SE	0,03	0,03		0,03	0,03		

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

Tabelle 58 zeigt den aus Krafftutteraufnahme und Silageverbrauch errechneten Gesamttrockensubstanzverbrauch. Zwischen den Geschlechtern gibt es diesbezüglich nur in der Anfangsmast einen signifikanten Unterschied. Hier ist der Gesamttrockensubstanzverbrauch der weiblichen Tiere größer. In der Anfangsmast liegt der Trockensubstanzverbrauch der Gruppen A und C auf demselben Niveau. Die Tiere der Gruppe B zeigen in diesem Versuchsabschnitt einen signifikant niedrigeren Trockensubstanzverbrauch. In der Mittelmast liegt der Gesamttrockensubstanzverbrauch der Tiere der Gruppe A (2,072 kg) signifikant niedriger als die der Gruppen B und C mit 2,249 kg bzw. 2,314 kg. In der Endmast unterschieden sich alle drei Fütterungsgruppen diesbezüglich signifikant voneinander. Die Tiere der Gruppe B weisen mit ca. 3 kg den höchsten Gesamttrockensubstanzverbrauch auf. Die Tiere der Gruppe C folgen mit ca. 2,7 kg und der geringste Trockensubstanzverbrauch ist mit ca. 2,3 kg in der Gruppe A zu verzeichnen.

Tabelle 58: Durchschnittlicher Gesamt-Trockensubstanzverbrauch (kg/Tier/Tag) in den Mastphasen des Fütterungsversuches mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht			Gruppe				Gruppe x Geschlecht
	m	w	p	A	B	C	p	p
Anfangsmast	1,23	1,33	0,000	1,323 ^a	1,188 ^b	1,330 ^a	0,000	0,000
SE	0,02	0,02		0,02	0,02	0,02		
Mittelmast	2,24	2,19	0,132	2,072 ^b	2,249 ^a	2,314 ^a	0,000	0,235
SE	0,02	0,03		0,03	0,03	0,03		
Endmast	2,69	2,65	0,138	2,267 ^c	3,014 ^a	2,726 ^b	0,000	0,001
SE	0,02	0,02		0,02	0,02	0,02		

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Der Anteil des Silageverbrauchs am täglichen Gesamt-Trockenmasseverbrauch der Mastschweine ist zwischen den männlichen und weiblichen Tieren nur im Fall der Mittelmast signifikant unterschiedlich. Zwischen den beiden mit Silage versorgten Fütterungsgruppen gibt es nur in der Endmastphase einen statistisch abzusichernden Unterschied. In der Anfangsmast liegt der Anteil des Silageverbrauchs am Gesamttrockensubstanzverbrauch mit 23,1 % (Gruppe B) bzw. 21,6 % (Gruppe C) deutlich niedriger als die geplanten 37 %. In der Mittelmast wird mit 40,1 % (Gruppe B) bzw. 38,6 % (Gruppe C) das geplante Niveau (40 %) des Anteils des Silageverbrauchs am Gesamtverbrauch erreicht. In der Endmast waren 43 % für den Anteil des Silageverbrauches geplant. Die Gruppe C liegt mit 44 % leicht über diesem Niveau, die Gruppe B mit 49,8 % sogar deutlich darüber (Tabelle 59).

Tabelle 59: Anteil (%) des Silageverbrauchs am Gesamt-Trockensubstanzverbrauch im Fütterungsversuch mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht			Gruppe			Gruppe x Geschlecht
	m	w	p	B	C	p	p
Anfangsmast	21,6	23,1	0,134	23,1	21,6	0,135	0,478
SE	0,7	0,7		0,7	0,7		
Mittelmast	41,0	37,7	0,004	40,1	38,6	0,169	0,198
SE	0,8	0,8		0,8	0,8		
Endmast	47,0	46,8	0,735	49,8	44,0	0,000	0,000
SE	0,6	0,6		0,6	0,6		

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Tabelle 60 beinhaltet die durchschnittlichen Lebendgewichte der Mastschweine zu Beginn des Versuches bei der Einstallung, am Ende der einzelnen Mastphasen sowie nach der Nüchterung am Schlachthof. Zwischen den männlichen und den weiblichen Tieren gibt es zu keinem Zeitpunkt des Versuches signifikante Unterschiede. Außer bei der Einstallung sind die männlichen Tiere jeweils etwas schwerer als die weiblichen Tiere. Die Einstallgewichte unterschieden sich zwischen den Fütterungsgruppen um maximal 0,4 kg pro Tier. Am Ende der Anfangsmast haben die Tiere der Gruppe A ein durchschnittliches Lebendgewicht von 60 kg erreicht. Die Tiere der Gruppe C sind ca. 1 kg leichter, die Tiere der Gruppe B sind nochmal ca. 2 kg leichter als die Tiere der Gruppe C. Statistisch abzusichern sind diese Unterschiede nicht. Am Ende der Phase Mittelmast haben die Tiere der Gruppe A im Mittel ein Gewicht von 86,1 kg erreicht. Die Tiere der Gruppe B sind um 1 kg leichter als die der Gruppe A. Die Tiere der Gruppe C sind zu diesem Zeitpunkt des Versuches mit 82,5 kg im Durchschnitt am leichtesten. Auch hier sind die Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen nicht signifikant. Bei den erreichten Mastendgewichten zeigen die Tiere der Gruppe A mit über 105 kg signifikant höhere Werte als die Tiere der Gruppe C (100,2 kg). Die Tiere der Gruppe B erreichen mit 102,7 kg ein Gewicht, dass zwischen den Gewichten der Gruppen A und C liegt. Nach der Nüchterung sind die Tiere am Schlachthof um etwa 5 kg niedriger als die jeweiligen Mastendgewichte. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ist bei diesen Gewichten nicht feststellbar.

Tabelle 60: Entwicklung der Tiergewichte (kg) im Fütterungsversuch mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht			Gruppe			Gruppe x Geschlecht	
	m	w	p	A	B	C	p	p
Einstallgewicht	28,8	29,4	0,248	29,2	28,9	29,3	0,829	0,515
SE	0,4	0,4		0,5	0,5	0,5		
Gewicht Ende Anfangsmast	58,5	58,4	0,945	60,0	56,6	58,9	0,203	0,611
SE	1,1	1,2		1,4	1,3	1,5		
Gewicht Ende Mittelmast	85,5	83,6	0,389	86,1	85,0	82,5	0,407	0,646
SE	1,5	1,6		1,9	1,8	2,0		
Gewicht Ende Endmast	103,9	101,9	0,262	105,7 ^a	102,7 ^{ab}	100,2 ^b	0,050	0,596
SE	1,2	1,3		1,5	1,4	1,6		
Gewicht am Schlachthof	98,3	97,3	0,548	100,2	97,7	95,5	0,089	0,318
SE	1,1	1,2		1,4	1,3	1,5		

LS: least square
m: männliche Tiere
w: weibliche Tiere
p: Irrtumswahrscheinlichkeit

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Die im Schweinemastversuch erreichten täglichen Zunahmen, der Zuwachs in den einzelnen Fütterungsgruppen und die Mastdauer sind in Tabelle 61 aufgeführt. Zwischen den beiden Geschlechtern gibt es für diese Merkmale keine signifikanten Unterschiede. Die männlichen Tiere verzeichnen in allen Mastphasen numerisch etwas höhere tägliche Zunahmen, einen größeren Gesamtzuwachs und eine kürzere Mastdauer. Zwischen den Fütterungsgruppen bestehen für die kumulativen täglichen Zunahmen signifikante Unterschiede. Mit 634 g weisen die Tiere der Gruppe A im Durchschnitt die höchsten Zunahmen auf. Die Tiere der Gruppe B liegen ca. 40 g, die Tiere der Gruppe C nochmals ca. 50 g darunter. Der Unterschied zwischen den Gruppen A und C ist signifikant. Auf Ebene der einzelnen Mastabschnitte betrachtet, sind nur für die Mittelmast statistisch signifikante Unterschiede feststellbar. Die Tiere der Gruppe A weisen mit 844 g in diesem Zeitfenster des Versuches die höchsten täglichen Zunahmen auf. Die Zunahmen der Gruppe B liegen mit 678 g über 160 g niedriger. Die Gruppe C zeigt in der Mittelmast mit 562 g die niedrigsten täglichen Zunahmen. Entsprechend der Höhe der täglichen Zunahmen ist auch der Gesamt-Zuwachs im Laufe des Versuches in der Gruppe A mit 76,5 kg am größten. Der Zuwachs der Gruppe B ist insgesamt etwa 3 kg geringer und die Gruppe C hat mit knapp 71 kg einen signifikant niedrigeren Zuwachs als die Gruppe A. Für die durchschnittliche Mastdauer gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Fütterungsgruppen. Sie beträgt ca. 122 Tage in der Gruppe A, ca. 125 Tage in der Gruppe B und ca. 131 Tage in der Gruppe C.

Tabelle 61: Tägliche Zunahmen (TZ) bzw. Zuwachs (kg) und Mastdauer (d) im Fütterungsversuch mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

Merkmal	Geschlecht			Gruppe			Gruppe x Geschlecht	
	m	w	p	A	B	C	p	p
TZ, kumulativ	0,61	0,57	0,088	0,634 ^a	0,593 ^{ab}	0,541 ^b	0,035	0,960
SE	0,02	0,02		0,02	0,02	0,02		
TZ, Anfangsmast	0,61	0,59	0,558	0,628	0,566	0,604	0,160	0,439
SE	0,02	0,02		0,02	0,02	0,02		
TZ, Mittelmast	0,71	0,68	0,220	0,844 ^a	0,678 ^b	0,562 ^c	0,000	0,107
SE	0,02	0,02		0,03	0,03	0,03		
TZ, Endmast	0,54	0,45	0,068	0,485	0,548	0,454	0,263	0,949
SE	0,03	0,03		0,04	0,04	0,04		
Zuwachs	75,08	72,41	0,107	76,5 ^a	73,8 ^{ab}	70,9 ^b	0,033	0,560
SE	1,08	1,19		1,38	1,32	1,47		
Mastdauer	123,61	129,17	0,113	122,1	125,2	131,9	0,085	0,624
SE	2,27	2,52		2,91	2,78	3,11		

d: Tage

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Im Folgenden ist der durchschnittliche Futtermittelverbrauch pro kg Zuwachs dargestellt. Dabei wird unterschieden zwischen Kraftfutterverbrauch pro kg Zuwachs, Silageverbrauch pro kg Zuwachs und Gesamt-Trockensubstanzverbrauch pro kg Zuwachs. Der Kraftfutterverbrauch pro kg Zuwachs der männlichen Tiere unterscheidet sich zu keinem Zeitpunkt des Versuches signifikant von den entsprechenden Werten der weiblichen Tiere. Die weiblichen Tiere weisen aber jeweils einen numerisch höheren Wert auf. In der Anfangsmast liegt der Wert der Fütterungsgruppe A mit 2,5 signifikant höher als der der Gruppen B und C (je 1,9). In der Mittelmast liegt der Wert der Gruppen A und C mit 2,5 bzw. 2,6 signifikant höher als der Wert der Gruppe B (2,1). In der Endmast wiederholt sich das Bild der Anfangsmast und der Kraftfutterverbrauch pro kg Zuwachs ist mit 5,8 signifikant höher als der entsprechende Wert in den Gruppen B und C. Über die gesamte Mastdauer hinweg betrachtet ergibt sich ebenfalls dieses Bild auf etwas besserem Niveau (Tabelle 62).

Tabelle 62: Durchschnittlicher Kraftfutterverbrauch (kg TS) pro kg Zuwachs in den Mastphasen des Fütterungsversuches mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht			Gruppe			Gruppe x Geschlecht	
	m	w	p	A	B	C	p	p
Anfangsmast	2,02	2,12	0,253	2,5 ^a	1,9 ^b	1,9 ^b	0,000	0,815
SE	0,06	0,06		0,07	0,07	0,08		
Mittelmast	2,33	2,46	0,218	2,5 ^a	2,1 ^b	2,6 ^a	0,002	0,014
SE	0,06	0,07		0,08	0,08	0,09		
Endmast	3,93	4,46	0,142	5,8 ^a	3,1 ^b	3,7 ^b	0,000	0,291
SE	0,22	0,24		0,27	0,27	0,31		
Gesamt	2,63	2,79	0,066	3,3 ^a	2,3 ^c	2,6 ^b	0,000	0,574
SE	0,05	0,06		0,07	0,07	0,07		

TS: Trockensubstanz

LS: Least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Für den Silageverbrauch pro kg Zuwachs ergeben sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern. Über die gesamte Mastdauer ist außerdem auch kein statistisch gesicherter Unterschied zwischen den beiden mit Silage versorgten Fütterungsgruppen zu beobachten. In der Anfangsmast liegt der Wert bei 0,6 bzw. 0,5, in der Mittelmast bei 1,5 bzw. 1,7 und in der Endmast bei je 3,1. Über die gesamte Versuchsdauer hinweg betrachtet ergibt sich für die Gruppe B ein Silageverbrauch pro kg Zuwachs von 1,5 und für die Gruppe C von 1,6 (Tabelle 63).

Tabelle 63: Durchschnittlicher Silageverbrauch (kg TS) pro kg Zuwachs in den Mastphasen des Fütterungsversuches mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht			Gruppe			Gruppe x Geschlecht
	m	w	p	B	C	p	p
Anfangsmast	0,55	0,58	0,668	0,6	0,5	0,480	0,886
SE	0,04	0,04		0,04	0,04		
Mittelmast	1,57	1,58	0,945	1,5	1,7	0,116	0,262
SE	0,08	0,09		0,08	0,09		
Endmast	2,98	3,23	0,595	3,1	3,1	0,956	0,868
SE	0,29	0,32		0,29	0,32		
Gesamt	1,52	1,59	0,468	1,5	1,6	0,683	0,468
SE	0,07	0,07		0,07	0,07		

TS: trockensubstanz

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

Auch für den Gesamt-Trockensubstanzverbrauch pro kg Zuwachs sind keine statistisch abgesicherten Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern zu beobachten. Die weiblichen Tiere weisen je einen etwas höheren numerischen Wert auf als die männlichen Tiere. In der Anfangs- und Endmast sind genauso keine signifikanten Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen feststellbar. In der Anfangsmast liegt der Gesamttrockensubstanzverbrauch pro kg Zuwachs bei 2,5 bzw. 2,4. In der Endmast liegen die Werte mit 5,8 in der Gruppe A, 6,1 in der Gruppe B und 6,7 in der Gruppe C deutlich höher. In der Mittelmast und bezogen auf die gesamte Mastdauer gibt es für dieses Merkmal signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen. In der Mittelmast weist die Gruppe C mit 4,2 den signifikant höchsten Wert auf, die Gruppe B liegt mit 3,5 um 0,7 signifikant niedriger und die Gruppe A zeigt mit 2,5 statistisch gesichert den niedrigsten Wert für den Gesamt-Trockensubstanzverbrauch pro kg Zuwachs in der Mittelmast. Bezogen auf die gesamte Mastdauer ergibt sich ein ähnliches Bild. Der Gesamt-Trockensubstanzverbrauch pro kg Zuwachs ist bei den Tieren der Gruppe A mit 3,3 am niedrigsten. Die Gruppen B und C weisen signifikant höhere Werte auf (3,8 bzw. 4,1).

Tabelle 64: Durchschnittlicher Gesamt-Trockensubstanzverbrauch (kg TS) pro kg Zuwachs in den Mastphasen des Fütterungsversuches mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht			Gruppe			Gruppe x Geschl	
	m	w	p	A	B	C	p	p
Anfangsmast	2,4	2,5	0,143	2,5	2,5	2,4	0,478	0,561
SE	0,05	0,05		0,06	0,06	0,06		
Mittelmast	3,36	3,49	0,287	2,5 ^c	3,5 ^b	4,2 ^a	0,000	0,023
SE	0,08	0,09		0,10	0,10	0,12		
Endmast	5,9	6,5	0,253	5,8	6,1	6,7	0,491	0,720
SE	0,38	0,41		0,46	0,46	0,51		
Gesamt	3,6	3,8	0,144	3,3 ^b	3,8 ^a	4,1 ^a	0,002	0,748
SE	0,09	0,09		0,11	0,11	0,12		

TS: Trockensubstanz

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

In Tabelle 65 sind ausgewählte Merkmale des Schlachtkörperwertes und der Fleischbeschaffenheit der Mastschweine aufgeführt. Eine Darstellung aller erhobenen Schlachtkörpermerkmale ist im Anhang in Tabelle A 26 zu finden. Für die Mehrzahl der in Tabelle 65 ausgewiesenen Merkmale zeigt sich weder ein statistisch gesicherter Einfluss des Geschlechtes noch der Fütterung. Lediglich für die Fettfläche wird vom Geschlecht signifikant beeinflusst. Zwischen den Fütterungsgruppen zeigen sich aber einige tendenzielle Unterschiede für die Merkmale, welche den Protein- und Fettansatz kennzeichnen. Die Muskeldicke ist bei den Tieren der Gruppe A ca. 1 mm stärker als in der Gruppe B, die einen Wert von 56,4 mm aufweist. Die Tiere der Gruppe C zeigen mit 52,4 mm die dünnste Muskeldicke. Diese Unterschiede sind nicht statistisch abzusichern. Für das Merkmal Fleischfläche (Irrtumswahrscheinlichkeit $p=0,088$) ergibt sich ein ähnliches Muster. Die Tiere der Gruppe A haben mit 46,7 cm² die größte Fleischfläche, die Tiere der Gruppe B mit 45,3 cm² die zweitgrößte und die Tiere der Gruppe C mit 42,5 cm² die kleinste. Bei den Merkmalen Speckdicke und Fettfläche weisen jeweils die Tiere der Gruppe B die niedrigsten Werte auf. Die Speckdicke der Tiere der Gruppe C liegt fast 1 mm höher als die der Gruppe B. Die Tiere der Gruppe A haben mit 13,6 mm die größte Speckdicke. Ein Fütterungseinfluss ist für das Merkmal Fettfläche erkennbar ($p=0,088$). Die Fettfläche der Tiere der Gruppe B ist mit 10,6 cm² fast 2,5 cm² kleiner als die Fettfläche der Tiere der Gruppe C. Die Tiere der Gruppe A weisen eine durchschnittliche Fettfläche von 12,4 cm² auf. Der sich aus Muskeldicke und Speckdicke ergebende Magerfleischanteil ist ebenfalls bei den Tieren der Gruppe B mit 59,8 % am höchsten. Der Muskelfleischanteil der Gruppe A liegt um einen Prozentpunkt niedriger als der der Gruppe B. Die Tiere der Gruppe C haben mit 58,3 % den niedrigsten Muskelfleischanteil. Die

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Ausschlachtung der Tiere zeigt ebenfalls nur numerische Unterschiede ($p=0,066$). Die Tiere der Gruppe A zeigen mit 77,9 % jedoch einen um fast zwei Prozentpunkte höheren Wert als die Tiere der Gruppe C. Die Ausschlachtung der Tiere der Gruppe B liegt bei 77,6 %.

Tabelle 65: Ausgewählte Merkmale des Schlachtkörpers der Mastschweine (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

Merkmal	Geschlecht			Gruppe				Gruppe x Geschlecht
	m	w	p	A	B	C	p	p
Muskeldicke (mm)	55,9	54,9	0,590	57,3	56,4	52,4	0,119	0,815
SE	1,2	1,4		1,5	1,5	1,8		
Fleischfläche (qcm)	45,0	44,6	0,780	46,7	45,3	42,5	0,088	0,026
SE	1,0	1,1		1,2	1,2	1,4		
Speckdicke (mm)	13,6	12,4	0,232	13,6	12,2	13,1	0,480	0,256
SE	0,7	0,7		0,8	0,8	1,0		
Fettfläche (qcm)	13,3	10,7	0,007	12,4	10,6	13,0	0,088	0,430
SE	0,6	0,6		0,7	0,7	0,8		
Muskelfleischanteil (%)	58,5	59,4	0,406	58,8	59,8	58,3	0,483	0,349
SE	0,7	0,7		0,8	0,8	1,0		
Bauchpunkte Stufe 1-9 (1=fett, 9=mager)	5,4	5,7	0,540	5,4	6,0	5,2	0,390	0,327
SE	0,3	0,4		0,4	0,4	0,5		
Ausschlachtung (%)	77,8	76,5	0,064	77,9	77,6	76,0	0,066	0,680
SE	0,4	0,5		0,6	0,5	0,6		
Leitfähigkeit Kotelett (ms)	3,4	3,0	0,123	3,4	3,3	2,9	0,357	0,631
SE	0,2	0,2		0,2	0,2	0,3		
Leitfähigkeit Schinken (ms)	5,6	4,9	0,377	5,4	5,4	5,0	0,892	0,627
SE	0,6	0,6		0,7	0,7	0,8		
pH-Wert 45 min nach Tod	6,6	6,6	0,951	6,5	6,6	6,6	0,634	0,386
SE	0,1	0,1		0,1	0,1	0,1		
pH-Wert kalt Kotelett dorsal	5,39	5,43	0,255	5,41	5,39	5,41	0,808	0,897
SE	0,02	0,02		0,03	0,03	0,03		
pH-Wert kalt Kotelett ventral	5,40	5,43	0,259	5,42	5,40	5,43	0,817	0,117
SE	0,02	0,02		0,02	0,02	0,03		
pH- Wert kalt Kotelett zentral	5,37	5,40	0,266	5,39	5,37	5,40	0,769	0,454
SE	0,02	0,02		0,02	0,02	0,02		
ph-Wert kalt Schinken	5,47	5,55	0,102	5,45	5,51	5,56	0,220	0,022
SE	0,03	0,04		0,04	0,04	0,05		

LS:least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Tabelle 66 führt die Merkmale der Fleischfarbe auf. Lediglich für das Merkmal Farbhelligkeit besteht ein signifikanter Fütterungseinfluss ($p=0,048$). Die Gruppe A zeigt mit 49,76 einen signifikant höheren Wert als Gruppe C (48,61). Der Farbhelligkeitswert aus der Gruppe B liegt dazwischen (48,61).

Tabelle 66: Merkmale der Farbe des Fleisches aus dem musculus longissimus dorsi im Fütterungsversuch mit Mastschweinen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

Merkmal	Geschlecht			Gruppe			Gruppe x Geschlecht	
	m	w	p	A	B	C	p	p
L	49,30	49,20	0,814	49,76 ^a	49,37 ^{ab}	48,61 ^b	0,048	0,024
SE	0,28	0,28		0,34	0,34	0,33		
a*	1,24	1,13	0,528	1,15	1,24	1,17	0,889	0,625
SE	0,12	0,12		0,15	0,15	0,14		
b*	5,02	4,96	0,659	5,08	4,85	5,04	0,387	0,030
SE	0,10	0,10		0,13	0,13	0,12		
C	5,32	5,15	0,258	5,32	5,15	5,24	0,633	0,011
SE	0,10	0,10		0,13	0,13	0,12		
h	76,34	77,40	0,562	77,68	75,46	77,46	0,554	0,957
SE	1,29	1,29		1,60	1,60	1,53		

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

L: Helligkeit, a*: Rotton, b*: Gelbton, C: Buntheit, h: Farbwinkel/Buntonwinkel

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

In Tabelle 67 sind die Gehalte an intramuskulärem Fett (IMF) und Cholesterin in den Schweinefleischproben des Rückenmuskels (musculus longissimus dorsi) dargestellt. Zwischen den beiden Geschlechtern ist diesbezüglich kein statistisch abzusichernder Unterschied feststellbar. Das Fleisch der Gruppen A und C weist mit 2,38 % (A) bzw. 2,56 % (C) einen signifikant höheren intramuskulären Fettgehalt als das Fleisch der Gruppe B (1,88 %) auf. Der Cholesteringehalt ist im Fleisch der Gruppe A mit 50,6 mg pro 100 g Fleisch am höchsten. Das Fleisch der Gruppen B und C weist einen um ca. 2 mg geringeren Cholesteringehalt auf. Dieser Unterschied ist jedoch nicht statistisch abzusichern.

Eine ausführliche Darstellung aller im Zusammenhang mit dem Fettsäuremuster im Schweinefleisch ermittelten Werte sind in Tabelle A 27 bis Tabelle A 35 im Anhang dargestellt. In Tabelle 68 sind die Gehalte ausgewählter Fettsäuren bzw. Fettsäuregruppen pro 100 g des Schweinefleisches aus dem Rückenmuskel (musculus longissimus dorsi) aufgeführt. Für keine der aufgeführten Fettsäuren sind signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern oder den Fütterungsgruppen zu verzeichnen.

Tabelle 67: Gehalte an intramuskulärem Fett (IMF) und Cholesterin in Schweinefleischproben des Rückenmuskels (musculus longissimus dorsi), LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE)

	Geschlecht		p	Gruppe			p
	m	w		A	B	C	
Fettgehalt im Fleisch (%)	2,41	2,13	0,161	2,38 ^a	1,88 ^b	2,56 ^a	0,02
SE	0,13	0,14		0,16	0,16	0,17	
Cholesterin (mg/100g Fleisch)	48,9	49,0	0,961	50,6	48,8	47,4	0,673
SE	1,9	2,2		2,7	2,5	2,4	

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Der Gehalt an der mehrfach ungesättigten EPA, DPA und DHA pro 100g Schweinefleisch ist bei den Gruppen A und C jeweils höher als bei dem Fleisch der Gruppe B (11,6 mg). Der Gehalt an MUFA im Schweinefleisch ist in allen Fütterungsgruppen höher als der der SFA und beträgt bei der Gruppe A 971 mg, bei der Gruppe B 1040 mg und bei der Gruppe C 1143 mg. Für den Gehalt an der Summe der n3 im Fleisch liegen die Gruppe A und C mit 65 mg bzw. 67 mg höher als der Wert der Gruppe B (53 mg). Bei der Summe der n6 weist das Fleisch der Tiere der Gruppe C den höchsten Gehalt (401 mg) auf.

Tabelle 68: Gehalt ausgewählter Fettsäuren und Fettsäuregruppen (mg/ 100 g Fleisch) im Schweinefleisch des Rückenmuskels (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht		P	Gruppe			P
	m	w		A	B	C	
EPA	8,39	7,66	0,364	8,77	6,93	8,38	0,148
SE	0,540	0,581		0,672	0,672	0,716	
DPA	13,04	12,65	0,608	13,73	11,61	13,19	0,063
SE	0,503	0,540		0,625	0,625	0,666	
DHA	4,31	3,90	0,343	4,41	3,43	4,47	0,094
SE	0,287	0,308		0,357	0,357	0,380	
SFA	740,77	790,22	0,528	721,40	759,48	815,60	0,619
SE	52,583	56,542		65,399	65,399	69,716	
MUFA	1011,51	1090,91	0,514	971,26	1039,83	1142,54	0,520
SE	81,643	87,790		101,542	101,542	108,244	
PUFA	425,49	440,86	0,534	431,66	398,86	469,01	0,086
SE	16,592	17,841		20,636	20,636	21,998	
Summe n3	61,27	61,84	0,909	65,10	52,89	66,67	0,064
SE	3,412	3,669		4,243	4,243	4,523	
Summe n6	363,17	377,87	0,496	365,54	344,74	401,28	0,117
SE	14,510	15,602		18,046	18,046	19,237	

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

4.3.3 Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Schweinemast

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Schweinemast wurden für zwei Modellbetriebe (A und B) mit 374 Tierplätzen die Direktkostenfreien Leistungen, der Deckungsbeitrag und die Einzelkostenfreien Leistungen kalkuliert. Das unterstellte Haltungssystem ist jeweils ein Außenklimastall mit Ruheboxen und Auslauf. Als Fütterungssystem werden für den Modellbetrieb A eine Fütterung analog der Fütterung der Gruppe A und für den Modellbetrieb B eine Fütterung analog der Fütterung der Gruppe B des Fütterungsversuches mit Mastschweinen unterstellt. Die biologischen Leistungen für den jeweiligen Modellbetrieb wurden ebenso aus den Ergebnissen der Gruppen A und B des Fütterungsversuches abgeleitet. Eine Übersicht der den Wirtschaftlichkeitskalkulationen zu Grunde liegenden Annahmen bezüglich Haltungssystem und biologischer Leistungen ist in Tabelle 69 dargestellt.

Tabelle 69: Annahmen für die Kalkulation der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Luzernesilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Schweinemast

	A	B
Haltungsform	Außenklimastall mit Ruheboxen und Auslauf 374 Tierplätze	
Verluste in % ¹	3	3
Einstallgewicht (kg) ¹	28	28
Mastendgewicht (kg) ¹	120	120
tägliche Zunahmen (kg/Tag) ¹	0,634	0,593
unterstellter Zuwachs in kg ¹	92	92
Muskelfleischanteil ²	58,8	59,8
Ausschlachtung (%) ¹	79	79
Mastdauer in Tagen ²	145	155
Umtriebe pro Jahr ³	2,4	2,3

¹ Annahme nach KTBL "Ökologischer Landbau" (ACHILLES et al. 2010b)

² abgeleitet aus eigenen Erhebungen im Rahmen des Projektes

³ unterstellt werden 7 Tage Reinigung und Desinfektion pro Mastdurchgang

Weitere Annahmen zur Kalkulation der genannten Parameter der Wirtschaftlichkeit wurden nach LfL (2014), LWK NIEDERSACHSEN (2010) und der KTBL-Datensammlung „Ökologischer Landbau“ (ACHILLES et al., 2010b) getroffen. Der Futtermittelverbrauch wurde aus den im Versuch ermittelten Daten abgeleitet und die Preise der Kraffttermischungen wurden auf Basis der im Versuch verwendeten Rezepturen und Angaben von MEITINGER (2014) (siehe Tabelle A 12 im Anhang) kalkuliert. Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitskalkulationen sind in Tabelle 70 und Tabelle 71 dargestellt. Durch die höheren, unterstellten täglichen Zunah-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

men werden im Modellbetrieb A mit 2,4 gegenüber 2,3 Durchgängen minimal mehr Durchgänge als im Modellbetrieb B erreicht. In Kombination mit den höheren Mastendgewichten der Tiere im Modellbetrieb A liegt dort die Summe der Leistungen um ca. 40 €/Platz höher als im Modellbetrieb B. Im Modellbetrieb B kann dagegen jedoch eine große Menge Krafffutter eingespart werden. Dadurch liegen die Krafffutterkosten pro Tierplatz und Jahr im Betrieb B um fast 120 € niedriger als im Betrieb A. Im Modellbetrieb A wird der Einsatz einer Kleegrassilage zur Erfüllung des Raufuttergebotes unterstellt. Der Silageverbrauch in diesem Betrieb wurde geschätzt. Im Modellbetrieb B wird der Einsatz von Luzernesilage aus spezieller Nutzung unterstellt. Der Verbrauch dieser Silage wurde aus den Ergebnissen des Fütterungsversuches abgeleitet. Die Luzernesilage aus spezieller Nutzung weist höhere Produktionskosten (siehe Tabelle 7 und Tabelle 8) auf als die im Modellbetrieb A eingesetzte Kleegrassilage und zudem ist der Silageverbrauch im Betrieb B wesentlich höher als im Betrieb A. Daher sind die Silagekosten im Betrieb B fünfmal so hoch wie im Betrieb A. Die kalkulierten Direktkostenfreien Leistungen des Betriebes A liegen mit 121 € um ca. 30 € höher als im Betrieb B. Der nach Abzug der variablen Maschinenkosten erzielte Deckungsbeitrag liegt im Betrieb B mit 83 € je Mastplatz und Jahr um fast 50 € höher als im Betrieb A. Da im Modellbetrieb B gegenüber Modellbetrieb A wesentlich höhere Silagemengen vorgelegt werden, wird davon ausgegangen, dass in entsprechende Vorlagetechnik investiert wird und dafür die tägliche Arbeitszeit minimiert werden kann. Danach liegen die Einzelkostenfreien Leistungen pro Mastplatz im Betrieb B mit -25 € zwar im negativen Bereich aber deutlich besser als im Betrieb A (-65 €). Auf eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit der Schweinemast analog der Fütterungsgruppe C des Fütterungsversuches wurde verzichtet, da zum einen die tierischen Leistungen dieser Gruppen schlechter waren als die der Gruppe B und zum anderen die Produktionskosten für die Silage in extrudierter Form höher liegen (siehe Tabelle 9 bzw. Tabelle 10) als für die Silage in gehäckselter Form. Dadurch müsste die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes der Silage in extrudierter Form im Vergleich zu Fütterung und Leistungen analog der Gruppe B geringer sein.

Tabelle 70: Wirtschaftlichkeit der Schweinemast analog Gruppe A

Marktleistungen und Kosten	Menge/ Tierplatz x a	Preis	Betrag in €(Tierplatz x a)
Schlachtkörper Schwein, öko ¹	221 kg/a	3,22 €/kg	710,51
Bonus Muskelfleischanteil, ab 55% 0,03€/ % ²	221 kg/a	0,09 €/kg	19,86
Schweinefestmist ³	700 kg/a	0,02 €/kg	13,44
Summe Leistungen			743,81
Ferkel 28 kg, öko ⁴	2,4 Stück/a	109,93 €/Stück	263,79
Krafftutter P1 ⁵	203 kg/a	0,55 €/kg	110,77
Krafftutter P2 ⁵	181 kg/a	0,51 €/kg	91,97
Krafftutter P3 ⁵	265 kg/a	0,46 €/kg	192,03
Silage (Erfüllung Raufuttergebot) ⁶	168 kg/a	0,07 €/kg	11,11
Wasser ⁷	2,4 m ³ /a	1,80 €/m ³	4,39
Einstreu ⁷	90 kg/a	0,07 €/kg	6,30
Strom ⁷	2,49 kWh/a	0,25 €/kWh	0,62
Tierarzt, Medikamente ⁷		2,57 €/a	2,57
Tierseuchenkasse ⁷	2,40 Stück/a	1,00 €/Stück	2,40
Viehversicherung ⁷	2,40 Stück/a	1,10 €/Stück	2,64
Ertragsschadenversicherung ⁷	2,40 Stück/a	1,40 €/Stück	3,36
Kadaverbeseitigung > 50 kg ⁷	0,07 Stück/a	6,28 €/Stück	0,45
Desinfektions- und Reinigungsmittel ⁷		0,30 €/a	0,30
Zinsansatz Vieh- und Umlaufvermögen (4%) ⁸	183,20 €/a	0,04 €/€	7,97
Summe Direktkosten			622,73
Direktkostenfreie Leistung			121,08
Variable Maschinenkosten ⁷		6,67 €/a	6,67
Summe variable Kosten			700,67
Deckungsbeitrag			36,47
Fixe Maschinenkosten (mobile Technik, Futtervorlage)		2,96 €/a	2,96
Fixe Lohnkosten	2,9 AKh/DG	15,00 €/AKh	43,50
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung			-9,99
Gebäude, bauliche Anlagen, Einrichtungen ⁷		55,84 €/a	55,84
Einzelkostenfreie Leistung			-65,83

¹ Schlachtschweinepreis nach LFL (2014)

² Zuschlag für höhere Muskelfleischanteile nach eigener Annahme

³ Nährstoffgehalt nach KTBL "Ökologischer Landbau" (ACHILLES et al. 2010b) und Nährstoffpreise nach LFL (2014)

⁴ Ferkelpreis nach LFL (2014)

⁵ Futterverbrauch abgeleitet aus eigenen Erhebungen im Rahmen des Projektes, Futterrezeptur nach Versuchsdesign, Preis kalkuliert auf Basis von Tabelle A 12 im Anhang

⁶ Preis Silage zur Erfüllung des Raufuttergebotes (Gruppe A) abgeleitet nach KTBL Datensammlung (ACHILLES et al., 2010b), Raufutteraufnahme Gruppe A geschätzt

⁷ Annahme nach KTBL "Ökologischer Landbau" (ACHILLES et al. 2010b)

⁸ berechnet nach LWK NIEDERSACHSEN (2010, S.27)

Tabelle 71: Wirtschaftlichkeit der Schweinemast analog Gruppe B

Marktleistungen und Kosten	Menge/ Tierplatz x a	Preis	Betrag in €(Tierplatz x a)
Schlachtkörper Schwein, öko ¹	207 kg/a	3,22 €/kg	666,55
Bonus Muskelfleischanteil, ab 55% 0,03€/ % ²	207 kg/a	0,12 €/kg	24,84
Schweinefestmist ³	700 kg/a	0,02 €/kg	13,44
Summe Leistungen			704,82
Ferkel 28 kg, öko ⁴	2,3 Stück/a	109,93 €/Stück	247,46
Krafftutter P1 ⁵	134 kg/a	0,55 €/kg	74,33
Krafftutter P2 ⁵	151 kg/a	0,50 €/kg	75,98
Krafftutter P3 ⁵	208 kg/a	0,43 €/kg	127,47
Luzernesilage aus spezieller Nutzung ⁶	675 kg/a	0,09 €/kg	59,36
Wasser ⁷	2,4 m ³ /a	1,80 €/m ³	4,40
Einstreu ⁷	90 kg/a	0,07 €/kg	6,30
Strom ⁷	2,49 kWh/a	0,25 €/kWh	0,62
Tierarzt, Medikamente ⁷		2,57 €/a	2,57
Tierseuchenkasse ⁷	2,25 Stück/a	1,00 €/Stück	2,25
Viehversicherung ⁷	2,25 Stück/a	1,10 €/Stück	2,48
Ertragsschadenversicherung ⁷	2,25 Stück/a	1,40 €/Stück	3,15
Kadaverbeseitigung > 50 kg ⁷	0,07 Stück/a	6,28 €/Stück	0,42
Desinfektions- und Reinigungsmittel ⁷		0,30 €/a	0,30
Zinsansatz Vieh- und Umlaufvermögen (4%) ⁸	174,03 €/a	0,04 €/€	7,59
Summe Direktkosten			614,69
Direktkostenfreie Leistung			90,13
Variable Maschinenkosten ⁷		6,67 €/a	6,67
Summe variable Kosten			621,36
Deckungsbeitrag			83,46
Fixe Maschinenkosten (mobile Technik, Futtervorlage) ⁸		22,96 €/a	22,96
Fixe Lohnkosten ⁹	2,00 AKh/DG	15,00 €/AKh	30,00
Direkt- und arbeiterledigungskostenfreie Leistung			30,51
Gebäude, bauliche Anlagen, Einrichtungen ⁷		55,84 €/a	55,84
Einzelkostenfreie Leistung			-25,33

¹ Schlachtschweinepreis nach LFL (2014)

² Zuschlag für höhere Muskelfleischanteile nach eigener Annahme

³ Nährstoffgehalt nach KTBL "Ökologischer Landbau" (ACHILLES et al. 2010b) und Nährstoffpreise nach LFL (2014)

⁴ Ferkelpreis nach LFL Deckungsbeitragsrechner

⁵ Futterverbrauch abgeleitet aus eigenen Erhebungen im Rahmen des Projektes, Futterrezeptur nach Versuchsdesign, Preis kalkuliert auf Basis von Tabelle A 12 im Anhang

⁶ Kalkulation der Kosten der Luzernesilage aus spezieller Nutzung nach Tabelle 8 und Tabelle 9, Silageaufnahme aus eigener Erhebung im Rahmen des Projektes abgeleitet

⁷ Annahme nach KTBL "Ökologischer Landbau" (ACHILLES et al. 2010b)

⁸ für die Vorlage der Silage wird aufgrund der Mengen die Investition in entsprechende Technik unterstellt

⁹ durch die Silagevorlagetechnik wird unterstellt, dass der Arbeitszeitbedarf sinkt

⁸ berechnet nach LWK NIEDERSACHSEN (2010, S.27)

4.3.4 Diskussion des Fütterungsversuches mit Mastschweinen

Futteraufnahme und Leistungsdaten

Der Silageverbrauch der Gruppen B und C im Fütterungsversuch mit Mastschweinen ist in der Anfangsmast zwar niedriger als geplant wurde, erreichte in der Mittelmast aber die Soll-Werte und lag in der Endmast sogar darüber. Wichtig ist an dieser Stelle der Hinweis darauf, dass die Silage von den Tieren teilweise in der Einstreu verteilt wurde und diese Silagemengen bei der Rückwaage nicht zu 100 % erfasst werden konnten. Es handelt sich bei den ausgewiesenen Werten daher um "scheinbare" Silageaufnahmen. Bei Betrachtung der hohen Silageverzehrsmengen im Zusammenhang mit den täglichen Zunahmen der Gruppen A und B, wird das große Potential der Luzernesilage aus spezieller Nutzung als Mastschweinefutter deutlich. Die Tiere der Gruppe B erzielten zwar um 40 g niedrigere tägliche Zunahmen als die Tiere der Gruppe A, dieser Unterschied lässt sich aber nicht statistisch absichern. Die Tiere der Gruppe C haben um nochmals 50 g niedrigere tägliche Zunahmen als die Tiere der Gruppe B. Die Unterschiede in den tierischen Leistungen erklären wiederum die Differenzen in der durchschnittlichen täglichen Gesamttrockensubstanzaufnahme, da die Futteraufnahmekapazität mit dem Lebendgewicht ansteigt. Das vergleichsweise schlechtere Leistungsniveau der Gruppe C lässt sich durch eine Hitzeschädigung der Aminosäuren während des Extrudierprozesses erklären. Laut LEHMANN (2014) steigen die während des Extrudierens entstehenden Temperaturen mit zunehmendem Rohfaser- und Trockensubstanzgehalt des behandelten Materials an. Anstatt der im Vorfeld des Projektes angenommenen 60 °C bis 70 °C können bei erhöhten Rohfaser- und niedrigen Wassergehalten auch Temperaturen von über 100 °C entstehen. Bei dieser Temperatur ist eine Hitzeschädigung und in Folge dessen eine verminderte Verdaulichkeit der Aminosäuren für das Schwein wahrscheinlich (RODEHUTSCORD, 2008). Da die im Fütterungsversuch mit Mastschweinen eingesetzte Silage einen deutlich höheren Rohfasergehalt aufweist als die in den Geflügelversuchen eingesetzte Qualität, ist davon auszugehen, dass es in diesem Material durch den beschriebenen Zusammenhang zu einer Proteinschädigung gekommen ist. Die Differenz im Leistungsniveau der Gruppen A und B lässt sich durch eine Verschiebung des Energie zu Protein-Verhältnisses in der Nährstoffaufnahme der Gruppe B erklären. Wie Tabelle A 23 im Anhang zeigt, ist die tägliche Aufnahme an den energieliefernden Nährstoffen Fett, Stärke und Zucker in der IST-Situation der Gruppe B niedriger als von der Rationsplanung vorgesehen war. Gleichzeitig ist die Aufnahme an Rohprotein, Lysin und Methionin höher als im Rahmen der alleinfutter-äquivalenten Ration geplant war. Ursache dieser Verschiebung ist zum einen die von der Planung abweichende, höhere Silageaufnahme der Tiere in der Endmast und zum anderen die Differenz in der Qualität der Silagen der Ernte 2012 und 2013. Da zum Zeitpunkt der Rationsplanung für den Mastschweineversuch die Analysedaten der Silage der Ernte 2013 noch nicht vorlagen, wurden diese mit den Werten der Ernte 2012 vorgenommen. Ins-

besondere der untypisch hohe Rohfasergehalt der Silage der Ernte 2013 fungiert in diesem Zusammenhang als Störgröße. Damit wird deutlich, dass für einen erfolgreichen Einsatz der Luzernesilage aus spezieller Nutzung eine vorhergehende Analyse der erzeugten Silagequalität und eine darauf abgestimmte Rationsberechnung unerlässlich sind. Ein weiterer Hinweis auf einen Energiemangel der Tiere der Gruppe B im Vergleich zu der Gruppe A sind die ermittelten Werte für die Fettfläche sowie den Muskelfleischanteil. Wie Tabelle 65 zeigt ist die Fettfläche der Tiere der Gruppe B im Durchschnitt um ca. 2 cm² kleiner als bei den Tieren der Gruppe A. Bei dem für den Erzeugerpreis entscheidenden Muskelfleischanteil weisen die Tiere der Gruppe B einen um 1 % höheren Wert auf als die Tiere der Gruppe A. Im Vergleich zur Praxis ist das in diesem Versuch erreichte Leistungsniveau in allen Fütterungsgruppen relativ gering. Laut LFL (2014) werden in der ökologischen Schweinemast bei mittlerem Leistungsniveau derzeit tägliche Zunahmen von 710 g erreicht. Für Betriebe mit hohem Leistungsniveau werden sogar 750 g tägliche Zunahmen als möglich angesehen. Die für die vorliegende Untersuchung kalkulierten Futtermischungen und Tagesrationen waren auf tägliche Zunahmen von 700 g in der Anfangs- und Endmast sowie 750 g in der Mittelmast ausgelegt. Als Gründe für das deutlich darunter liegende Leistungsniveau können zwei Zusammenhänge genannt werden. Zum einen wurde bei einzelnen, stichprobenartig untersuchten Tiere ein Befall mit Spulwürmern festgestellt. Da alle Tiere aus dem gleichen Ferkelerzeugerbetrieb stammten, ist davon auszugehen, dass alle Tiere von diesem Endoparasiten befallen waren und dadurch in ihrem Leistungsvermögen eingeschränkt wurden. Da dieser Parasitenbefall erst kurz vor Ende des Versuches festgestellt wurde, war eine Behandlung mit einem Antiparasitikum nicht mehr möglich. Zum anderen wurden die Tiere mit nur minimaler Einstreu in einem Stall gehalten, dessen Klima sich meist am Außenklima orientierte. Abbildung 10 im Anhang zeigt den Verlauf der täglichen Minimum-Temperaturen im Schweinestall im Verlauf des Versuches. Ab November lagen die Temperaturen im Stall des Öfteren unterhalb von 10 °C, im Dezember sogar teilweise unterhalb von 5 °C. Erst als Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes zu erwarten waren, wurde mit einem thermostatgeregelten Ölbrenner bei Temperaturen unter 10 °C geheizt. Durch den Einstreumangel lagen die Tiere häufig auf der nicht isolierten, planbefestigten Betonfläche, was bei den niedrigen Temperaturen im Stall den Energiebedarf der Tiere für die Thermoregulation erhöht (GFE, 2006). Durch die restriktive Kraffutterfütterung war es den Tieren jedoch nicht möglich diesen zusätzlichen Energiebedarf über eine Steigerung der Futteraufnahme auszugleichen und die Wachstumsleistungen wurden geringer. Von einer deutlichen Erhöhung der Einstreumenge wurde jedoch abgesehen, um die von den Tieren verschwendete Silage so gut wie möglich im Rahmen der Futterrückwaage erfassen zu können. Aus heutiger Sicht wäre es sinnvoll gewesen den Tieren eine isolierte Liegefläche, beispielsweise in Form von Gummimatten, anzubieten, um den Einfluss dieser Störgröße zu verhindern.

Produktqualität

Die Parameter der Produktqualität wurden, im Falle des Schweinefleisches, durch die Fütterung der Luzernesilage aus spezieller Nutzung nicht in dem Maße wie bei den Masthähnchen oder Legehennen beobachtet, beeinflusst. Die Zusammensetzung des intramuskulären Fettes der Tiere der Gruppe B (Tabelle A 27 bis Tabelle A 29 im Anhang) wurde durch die Silagefütterung zugunsten der für die menschliche Ernährung wichtigen (FAO, 2010) Omega 3-Fettsäuren verschoben. Aufgrund des relativ geringen Fettgehaltes des Fleisches der Gruppe B im Vergleich zu Gruppe A verwischen sich die Unterschiede, bezogen auf den Fettsäuregehalt pro 100 g Fleisch. Die bereits erläuterte mangelnde Energieversorgung der Gruppe B kann ebenfalls zur Begründung dieser der Beobachtungen dienen. Denkbar ist, dass bei einer adäquaten Energieversorgung der Schweine in Zusammenhang mit einer Fütterung der Luzernesilage aus spezieller Nutzung höhere intramuskuläre Fettgehalte erzielt werden können und dann auch die Produktqualität, hinsichtlich des Fettsäuremusters positiv beeinflusst wird. Die diesbezüglichen Potentiale sind in weiteren Untersuchungen zu beleuchten.

Wirtschaftlichkeit

Die derzeit für Schweinefleisch erzielbaren Marktpreise erlauben bei gleichzeitig hohen Futtermitteln und niedrigen tierischen Leistungen keine wirtschaftliche Produktion von Bio-Schweinefleisch wie die in Tabelle 70 und Tabelle 71 dargestellten Kalkulationen verdeutlichen. Während im Modellbetrieb A mit der Annahme der tierischen Leistungen und dem Futtermittelverbrauch der Gruppe A des Fütterungsversuches ein Deckungsbeitrag von ca. 36 € pro Mastplatz und Jahr erwirtschaftet werden kann, liegt der Deckungsbeitrag im Modellbetrieb B bei deutlich höheren 83 € pro Mastplatz und Jahr. Bedingt durch die niedrigen tierischen Leistungen im vorliegenden Fütterungsversuch liegen diese Deckungsbeiträge unter dem derzeitigen Praxisniveau. Bei mittleren Leistungen kann von einem Wert von 125 € pro Mastplatz und Jahr ausgegangen werden (LFL, 2014). Dennoch können durch den Einsatz der Luzernesilage aus spezieller Nutzung große Mengen Kraftfutter eingespart und durch die preisgünstigere Silage ersetzt werden. Ein Teil der auf diese Weise entstehenden Kosteneinsparung müsste in großen Tierbeständen wahrscheinlich für die Finanzierung einer geeigneten Silagevorlagetechnik aufgewendet werden, da eine manuelle Vorlage von ca. 675 kg Silage pro Mastplatz und Jahr auf arbeitswirtschaftliche Grenzen stößt. Ein weiterer Aspekt der im Zusammenhang mit den Kosten bzw. Kosteneinsparungen im Rahmen der Fütterung von Luzernesilage aus spezieller Nutzung bedacht werden muss, ist die verwendete Fütterungstechnik. BIKKER und BINNENDIJK (2012) berichten von einer Selektion des Kraftfutters wenn den Tieren Silage und Kraftfutter miteinander vermischt, ad libitum vorgelegt werden. Daher ist es wahrscheinlich, dass bei einer gleichzeitigen ad libitum Fütterung von Sila-

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

ge und Krafftutter das Krafftutter von den Tieren bevorzugt wird und geringere Silagemengen aufgenommen werden. Um das Krafftutter, wie in der vorliegenden Untersuchung jedoch restriktiv vorlegen zu können, ist daher ein Tier-Fressplatz-Verhältnis von 1:1 erforderlich. Die damit verbundenen höheren Kosten der Fütterungstechnik müssten ebenfalls durch die eingesparten Krafftutterkosten kompensiert werden. Um die Luzernesilage aus spezieller Nutzung auch in Betrieben einsetzen zu können, denen die Einrichtung eines Tier-Fressplatz-Verhältnisses von 1:1 nicht möglich ist, bedarf es der Pelletierung der Silage in einem bestimmten Sollverhältnis mit dem dazugehörigen Krafftutter, ähnlich wie es in Kapitel 3.2 geschildert wird. Durch den relativ hohen Wassergehalt der Silage könnte es dabei zu Problemen bezüglich der Lagerstabilität und Förderfähigkeit der Pellets kommen. Dieser Ansatz ist in weitergehenden Versuchen einer Lösung näherzubringen.

Für diesen durchgeführten Fütterungsversuch bleibt abschließend festzuhalten, dass das Extrudieren, wie auch in den Geflügelversuchen, keine Vorteile für die Verdaulichkeit der Silage zu haben scheint. Die mit der extrudierten Silage versorgten Tiere wiesen sogar schlechtere Leistungen auf, als die mit der gehäckselten Silage gefütterten Tiere. Wie in Tabelle 72 dargestellt, konnte durch den Einsatz der Luzernesilage aus spezieller Nutzung im Vergleich zu der Kontrollgruppe eine erhebliche Menge an Sojakuchen eingespart werden.

Tabelle 72: Durchschnittlicher Sojakuchenverbrauch (kg) pro Tier im Verlauf des Fütterungsversuches mit Mastschweinen (arithmetisches Mittel)

	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
Anfangsmast	13,4	4,5	4,8
Mittelmast	8,3	0,0	0,0
Endmast	7,0	0,0	0,0
Gesamt	28,7	4,5	4,8

Unter Beachtung einer ausreichenden Energieversorgung der Tiere kann die Luzernesilage aus spezieller Nutzung daher einen wirksamen Beitrag zu einer 100 %-Bio-Fütterung der Mastschweine mit Futtermitteln aus regionaler Erzeugung leisten.

5 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

5.1 Silagewerbung und -qualität

Innerhalb der kleinkörnigen Futterleguminosen weisen Luzerne und Weißklee das höchste Potential hinsichtlich Protein und Aminosäureausstattung (Lysin, Methionin) sowie Protein- und Aminosäurenertrag pro ha auf.

Ein zusätzliches Extrudieren („Bioextruder“ der Fa. LEHMANN MASCHINENBAU) des Anwelkgutes verbessert den Siliererfolg nicht. Auch in den Fütterungsversuchen zeigten sich keine Vorteile für diese „technologische Aufbereitung“. Somit ist nur die „spezielle Nutzung“ für die Praxis zu empfehlen.

5.2 Fütterungsversuche mit Luzernesilage

Masthühner

Masthühner nehmen hohe Mengen an Luzernesilage auf (Aufzucht 10-20 %, Mast 30 %, bezogen auf die tägliche TS-Aufnahme). Hierbei ist allerdings zu beachten, dass spezielle Kraffttermischungen, die den Nährstoff- und ME-Gehalt der Silage berücksichtigen („Ergänzer“), vorgelegt werden. Außerdem befördert eine tendenziell knappe Ausstattung mit essentiellen Aminosäuren in diesen Kraffttermischungen die Silageaufnahme. Diese Beobachtungen führen zu der These, dass die Eigenschaft des Geflügels, sich durch Wahlverhalten eine bedarfsgerechte Futtermischung selbst zusammenzustellen, gezielt für die 100 %-Bio-Fütterung genutzt werden kann („Cafeteria-Prinzip“). Zur Prüfung dieser These bedarf es zunächst weitergehender Exaktversuche.

Legehennen

Legehennen verzehren ebenfalls nennenswerte Tagesmengen an Luzerne (15 - 20 % bezogen auf die tägliche TS-Aufnahme). Luzernesilage kann auch bei der Legehenne zur Versorgung mit den essentiellen Aminosäuren Lysin und Methionin beitragen. Darüber hinaus fördert ein attraktives Silageangebot das Tierwohl (Beschäftigung, Vermeidung von Federpicken) und die Tiergesundheit (Darm, Fußballen).

In Dänemark wurden in jüngerer Zeit technische Lösungen für die automatisierte Vorlage von Silage bei Legehennen entwickelt. Allerdings dient die dort eingesetzte Silage überwiegend als Beschäftigungsmaterial und wird daher direkt in die Einstreu ausgebracht. Eine Verknüpfung beider Ansätze erscheint naheliegend und sollte in einem geeigneten Praxisbetrieb erprobt werden.

Mastschweine

Mastschweine verzehren mit zunehmender Mastdauer erstaunlich hohe Tagesmengen an Luzernesilage (Anfangsmast 20 %, Mittelmast 40 %, Endmast 50 % der täglichen TS-Aufnahme). Damit kann eine erhebliche Kraftfuttermenge eingespart werden (ca. 1 dt pro Mastschwein). Entscheidend für eine hohe Silageaufnahme scheint die für den Versuch gewählte Strategie zu sein, nährstoffangepasste Ergänzergesetzmittel einzusetzen sowie diese streng tagerationiert vorzulegen, während die Silage täglich frisch zur freien Aufnahme gefüttert wird. Voraussetzung für diese Strategie ist allerdings ein Tier-/Fressplatz-Verhältnis für das Kraftfutter von 1:1.

Die Kraftfuttermittelvorlage für die Mastschweine erfolgt in der Praxis oft über Trockenfutter- bzw. Breiautomaten. Hierbei erfolgt eine Sattfütterung. Die Silagefütterung, sofern überhaupt praktiziert, wird über einfache Raufen oder auf dem Stallboden vorgenommen. Unter diesen Bedingungen sind keine hohen Silageaufnahmen zu erwarten, wie die entsprechend durchgeführten Fütterungsversuche belegen.

Für das Schwein könnten die fütterungstechnischen Ansätze einer gezielt erstellten „totalen Mischration“ sowie deren Pelletierung - wie in den Geflügelversuchen praktiziert - einen Lösungsansatz darstellen. Diese sollten in einem Praxisbetrieb überprüft werden.

6 Gegenüberstellung der geplanten und erreichten Ziele

In der Vorhabenbeschreibung für die beiden Teilprojekte (BÖLN und CORE Organic II - ICOPP) wurden die folgenden wissenschaftlichen und technischen Arbeitsziele formuliert:

- 1) Einsatz von Kleegrassilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung mit hohem Futterwert und gesundheitsfördernder Wirkung in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung. Prüfung der Tiergesundheit, des Verhaltens, der tierischen Leistung (Merkmale der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes), sowie der Produktqualität (Eier, Fleisch).
- 2) Anwendung des ‚Weihenstephaner Fütterungskonzepts‘ für die ökologische Geflügel- und Schweinefütterung (abgesenkte ME- und AS-Gehalte unter Beachtung der AS/ME-Relationen) unter Nutzung hoher Rationsanteile Kleegrassilage (geringer ME-Gehalt bei günstiger AS/ME-Relation).
- 3) Beurteilung der arbeitswirtschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Aspekte eines Einsatzes von Kleegrassilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung.

Diese Ziele wurden im Wesentlichen realisiert, wie nachfolgend näher dargestellt wird:

Zu 1) Die in einem sehr frühen Entwicklungsstadium genutzte Luzerne bzw. Luzerne-Weißkleemischung konnte erfolgreich siliert werden. Die Silagen wiesen einen vergleichsweise hohen Futterwert für Geflügel und Schweine auf (nennenswerte Lysin- und Methionin-Gehalte).

Die technologische Aufbereitung in Form des Extrudierens führte zu keiner Verbesserung des Siliererfolges.

Die mit Luzernesilagen gefütterten Legehennen, Masthühner bzw. Mastschweine nahmen diese in mittleren bzw. hohen Anteilen auf. Die wichtigsten tierischen Leistungen lagen jeweils mindestens auf dem Niveau der nur mit Kraftfutter versorgten Vergleichsgruppen. Der Silageeinsatz wirkte sich positiv auf die Tiergesundheit sowie die Qualität der erzeugten Produkte (Hähnchenfleisch, Eier) aus. Der Einsatz von Luzernesilage, die zusätzlich extrudiert wurde, brachte für die Tierleistungen keine Vorteile.

Zu 2) Das ‚Weihenstephaner Fütterungskonzept‘ konnte in den Fütterungsversuchen erfolgreich genutzt werden. Basierend auf diesem Konzept, konnte in den Geflügelversuchen beobachtet werden, dass eine tendenziell knappe Ausstattung mit essentiellen

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Aminosäuren in den eingesetzten Krafftuttermischungen die Silageaufnahme befördert. Diese Beobachtungen führen zu der These, dass die Eigenschaft des Geflügels, sich durch Wahlverhalten eine bedarfsgerechte Futtermischung selbst zusammenzustellen, gezielt für die 100 %-Bio-Fütterung genutzt werden kann („Cafeteria-Prinzip“). Zur Prüfung dieser These bedarf es aber weitergehender Untersuchungen.

- Zu 3) Die Werbung und die Vorlage von Luzernesilage aus spezieller Nutzung verursacht zusätzliche Kosten. Die auf der Basis der Versuchsergebnisse vorgenommenen Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigen, dass mit dem Einsatz solcher Silagen in der ökologischen Legehennen- und Masthühnerhaltung sowie in der Mastschweinehaltung eine Wirtschaftlichkeit (bezogen auf die Kenngröße 'Einzelkostenfreie Leistung') im Vergleich zu den jeweiligen Vergleichsvarianten gegeben ist.

Um das hohe Potential der Luzernesilage für die Mastschweinefütterung auch unter Praxisbedingungen voll auszuschöpfen, bedarf es geeigneter Fütterungsstrategien, die in Praxisversuchen erarbeitet werden könnten.

7 Zusammenfassung

In dem durchgeführten Forschungsprojekt sollte die Eignung von Luzernesilage aus „spezieller Nutzung“ und „technologischer Aufbereitung“ für den Fütterungseinsatz in der Geflügel- und Schweinefütterung geprüft werden.

Das Projekt teilte sich in die Arbeitsschwerpunkte „Silagewerbung und –qualität“ sowie „Fütterungsversuche mit Luzernesilage“ auf.

Silagewerbung und -qualität

Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass innerhalb der kleinkörnigen Futterleguminosen Luzerne und Weißklee das höchste Potential hinsichtlich Protein- und Aminosäureausstattung (Lysin, Methionin) sowie Protein- und Aminosäureertrag pro ha aufweisen. Hierbei stellte die Nutzung in einem frühen Entwicklungsstadium eine wichtige Voraussetzung dar. Ein zusätzliches Extrudieren („Bioextruder“ der Fa. LEHMANN MASCHINENBAU) des Anwelkgutes verbesserte den Siliererfolg nicht.

Fütterungsversuche mit Luzernesilage

Masthühner

In einem Fütterungsversuch mit 520 Tieren (50 % männlich, 50 % weiblich) des Genotyps ISA JA-957 wurde der Einsatz von Luzernesilage unter ökologischen Fütterungsbedingungen geprüft. Die Tiere wurden über einen Zeitraum von 61 Tagen gemästet. Neben den Merkmalen der Futteraufnahme, der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes wurden Merkmale, welche die Produktqualität beschreiben, erfasst.

Die Masthühner nahmen hohe Mengen an Luzernesilage auf (Aufzucht 10-20 %, Mast 30 %, jeweils bezogen auf die tägliche TS-Aufnahme). Hierbei ist allerdings zu beachten, dass spezielle Kraffttermischungen, die den Nährstoff- und ME-Gehalt der Silage berücksichtigen („Ergänzer“), vorgelegt wurden. Außerdem beförderte eine tendenziell knappe Ausstattung mit essentiellen Aminosäuren in diesen Kraffttermischungen die Silageaufnahme. Die Tiere mit Silagefütterung zeigten – aufgrund der verbesserten Versorgung mit essentiellen Aminosäuren – höhere Mastleistungen und einen verbesserten Schlachtkörperwert als die mit Alleinfuttermischungen versorgten Broiler. Die Luzernefütterung führte zu einer veränderten Produktqualität im untersuchten Brustfleisch.

Legehennen

In einem Fütterungsversuch mit 440 Legehennen des Genotyps Lohmann Brown Classic, aufgeteilt in vier Versuchsgruppen wurde - analog zum Masthühnerversuch - der Einsatz von Luzernesilage unter ökologischen Haltungs- und Fütterungsbedingungen geprüft. Der Versuchszeitraum erstreckte sich vom 1. bis 215. Legetag. Neben den Merkmalen der Fut-
teraufnahme und der Legeleistung wurden Merkmale, welche die Eiqualität beschreiben, erfasst.

Die Legehennen verzehrten ebenfalls nennenswerte Tagesmengen an Luzerne (15 - 20 % bezogen auf die tägliche TS-Aufnahme). Die Tiere, welche Silage erhielten, zeigten keine Unterschiede in der Legeleistung und in den Eigewichten. Die mit Luzernesilage gefütterten Legehennen wiesen in ihren Eiern gegenüber den nur mit Kraftfutter versorgten Vergleichstieren signifikant erhöhte Gehalte an Omega 3-Fettsäuren auf.

Mastschweine

In einem Fütterungsversuch mit 36 Tieren aus einem Ferkelerzeugerbetrieb (50 % männlich, 50 % weiblich, (Du x Pi) x (DL x LW)) wurde der Einsatz von Luzernesilage unter ökologischen Fütterungsbedingungen geprüft (Kraftfutter rationiert, Silage ad libitum). Die Tiere wurden bis zu einer Lebendmasse von 105 kg gemästet. Neben den Merkmalen der Fut-
teraufnahme, der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes wurden Merkmale, welche die Produktqualität beschreiben, erfasst.

Die Mastschweine verzehrten mit zunehmender Mastdauer hohe Tagesmengen an Luzerne-
silage (Anfangsmast 20 %, Mittelmast 40 %, Endmast 50 % der täglichen TS-Aufnahme).
Damit konnte eine erhebliche Kraftfuttermenge eingespart werden (ca. 1 dt pro Mastschwein).

Die Mast- und Schlachtleistungen der mit Silage gefütterten Tiere unterschieden sich nicht signifikant von den mit Kraftfutter versorgten Schweinen. Allerdings muss einschränkend angemerkt werden, dass in dem Versuch die täglichen Zunahmen mit durchschnittlich 600 g auf einem niedrigen Niveau lagen.

Die in allen Fütterungsversuchen eingesetzten extrudierten Luzernesilagen zeigten, gegen-
über der Silage aus spezieller Nutzung, keine Vorteile hinsichtlich der Tierleistungen.

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Bewertung der Wirtschaftlichkeit

Die Werbung und die Vorlage von Luzernesilage aus spezieller Nutzung verursachten zusätzliche Kosten. Die auf der Basis der Versuchsergebnisse vorgenommenen Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigen, dass mit dem Einsatz solcher Silagen in der ökologischen Legehennen- und Masthühnerhaltung sowie in der Mastschweinehaltung eine Wirtschaftlichkeit (bezogen auf die Kenngröße 'Einzelkostenfreie Leistung') im Vergleich zu den jeweiligen Vergleichsvarianten gegeben ist.

Literaturverzeichnis

Achilles, W., Belau, T., Frisch, J., Fritzsche, S., Fröba, N., Funk, M., Gaio, C., Grimm, E., Grube, J., Hartmann, S., Hartmann, W., Klages, S. Kloepfer, F., Laubach, P., Meyer, B., Sauer, N., Schroers, Witzel, E. (2010a): Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11, KTBL-Datensammlung, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (Hrsg.), Darmstadt.

Achilles, W., Belau, T., Fritzsche, S., Fröba, N., Fügner, K., Gaio, C., Grimm, E., Grube, J., Hartmann, W., Klages, S. Kloepfer, F., Klöble, U., Schroers, O. Sauer, N. Sthamer, D. Tzitzikli, E. (2010b): Ökologischer Landbau – Daten für die Betriebsplanung, KTBL-Datensammlung, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (Hrsg.), Darmstadt.

Andersen, G. und Soyka, K. (2011): Der kleine Souci-Fachmann-Kraut, Lebensmitteltabelle für die Praxis, Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (Hrsg.), 5. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.

Aulrich, K., Böhm, H. und Jürgens, H.-U. (2011): Schnelle Bestimmung der Futterqualität und der Aminosäuren von Erbsen mittels Nah-Infrarotspektroskopie, In: Rahmann, G. (Hrsg.) Resortforschung für den ökologischen Landbau, http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/dn048514.pdf (15.4.14).

Beardsworth und Hernandez (2004): Yolk colour – an important egg quality attribute. International Poultry Production 15 (5), 17-18.

Bellof, G. (o.J.): Heimische Sojaprodukte in der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere, erstellt im Rahmen des Projektes: Ausweitung des Sojaanbaus durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche und verarbeitungstechnische Optimierung, http://orgprints.org/24970/1/soja_fuetterungsfibel.pdf (15.04.14).

Bellof, G., Gaul, C., Fischer, K. und Lindermayer, H. (1998): Der Einsatz von Grassilage in der Schweinemast, Züchtungskunde, 70, 372-388.

Bellof, G., Schmidt, E. und Ristic, M. (2005): Einfluss abgestufter Aminosäuren-Energie-Verhältnisse im Futter auf die Mastleistung und den Schlachtkörperwert einer langsam wachsenden Herkunft in der ökologischen Broilermast, Archiv für Geflügelkunde, 69 (6), S.252-260.

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Bellof, G. und Andersson, R. (2008): Geflügelernährung in der Ökologischen Landwirtschaft. Tierernährung im Ökolandbau - Fütterungspraxis. Ökologie und Landbau, Heft 2, 28-30.

Bellof, G. und Carrasco, S. (2010): Einsatz der Mikroalge *Spirulina platensis* in der ökologischen Broilermast, Schlussbericht des Projekts 08OE098, <http://orgprints.org/17118/> (02.05.14).

Bellof, G. (2014): 100 %-Biofütterung in der ökologischen Schweine- und Geflügelhaltung: Stand, Restriktionen und Lösungsansätze, Unterlagen zum Vortrag im Rahmen der 7. Wintertagung Ökologischer Landbau Baden-Württemberg am 26.02.2014 in Stuttgart-Hohenheim. http://www.ltz-bw.de/pb/site/lel/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/ltz_ka/Pflanzenbau/%C3%96kologischer%20Landbau/Veranstaltungen/7.Wintertagung_2014/Vortrag-Bellof-Hohenheim-2014.pdf (07.05.2014).

Berger, U. (2012): Kleegrassilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Schweinefütterung, Masterarbeit im Studiengang „Agrarmanagement“ an der Technischen Universität München (Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan) und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft), Gutachter Prof. Dr. Gerhard Bellof (nicht veröffentlicht).

Biesalski, H. K., Grimm, P. und Nowitzki-Grimm, S. (2011): Taschenatlas der Ernährung, 5. Auflage, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart.

BLE- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2011): Bekanntmachung Nr. 03/11/51 über die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (FuE-Vorhaben) zur Förderung der nachhaltigen und einheimischen Eiweißversorgung in der Monogastrierernährung im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft vom 01.13.2011, <http://www.bundesprogramm.de/forschungsmanagement/bekanntmachungen/archiv/>, (12.04.2014).

Bligh, E. G. und Dyer, W.J. (1959): A rapid method of total lipid extraction and purification, Can. Jour. Biochem. Phys., Vol. 37, (1959), 911-917.

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

BMEL (2014): Programm des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau, Anlage, pdf-Datei, <http://www.bundesprogramm.de/forschungsmanagement/programm-des-bmelv/> (12.04.2014).

Beyer, M., Chudy, A., Hoffmann, B., Hoffmann, L., Jentsch, W., Laube, W., Nehring, K. und Schiemann, R. (1977): Das DDR-Futterbewertungssystem, Kennzahlen des Futterwertes und Futterbedarfs für Fütterung und Futterplanung mit einer Anleitung zu ihrem Gebrauch, 4. unveränderte Auflage, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

Bikker, P. und Binnendijk, G.P. (2012): grass silage in diets for growing-finishing pigs, Wageningen Livestock Research, ISSN 1570-8616, Lelystad.

Bioland (2012): Bioland-Richtlinien, Bioland e.V. Verband für organisch-biologischen Landbau, Mainz, http://www.bioland.de/fileadmin/bioland/file/bioland/qualitaet_richtlinien/Bioland_Richtlinien_27_Nov_2012.pdf (25.02.2013).

Bioland (2012b): Unterschiede zwischen den Bioland-Richtlinien und der EG-Öko-Verordnung anhand einiger Beispiele, Bioland – Öffentlichkeitsarbeit (Hrsg.), http://www.bioland.de/fileadmin/dateien/HP_Dokumente/Allgemeine_Informationen/2012_10_01_Vergleich-BL-EGVO.pdf (15.04.14).

Boisen, S. und Fernández, J.A. (1997): Prediction of apparent ileal digestibility of protein and amino acids in feedstuffs and feed mixtures for pigs by in vitro analyses, *Animal Feed Science and Technology* 51 (1995) 29-43.

Boisen, S. und Fernández, J.A. (1997): Prediction of the total tract digestibility of energy in feedstuffs and pig diets by in vitro analyses, *Animal Feed Science and Technology* 68 (1997) 277-286.

Busch, B. (2006): Schweinehaltung, in: Krankheitsursache Haltung, Richter, T. (Hrsg.), Enke Verlag, Stuttgart.

Castellini, C., Mugani, C. und Dal Bosco, A. (2002): Effect of organic production systems on broiler carcass and meat quality, *Meat Science* 69 (2002) 219-225.

CORE organic II (2014): Homepage des Programmes, <http://www.coreorganic2.org/>, (12.04.2014).

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Damme, K. (2004): Ökologische Hähnchenmast - Perspektive und 100% Biozucht und Fütterung, Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach 43, Nr 165, 223-228.

Dilger, M. und Faulhuber, I. (2006): Materialsammlung Futterwirtschaft – Daten, Fakten und Berechnungsgrundlagen zu den Kosten der Grundfuttererzeugung und der Futterwirtschaft, LfL-Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hrsg.), Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, München.

DLG – Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (2014): Datenbank Futtermittel, <http://datenbank.futtermittel.net/index.jsp;jsessionid=55BCA1EB28C086E2EF4B66BC11FE077A> (22.04.2014).

DLG – Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (1991): Futterwerttabellen -Schweine, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 6. erweiterte neugestaltete Auflage.

Durchführungsbestimmungen Verordnung (EG) Nr. 889/2008 DER KOMMISSION vom 5. September 2008, Durchführungsbestimmungen mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle, ABl. Nr. L 250 vom 18.09.2008, S. 1.

Ebert, U. und Berk, A. (2013): Buntblühende Wintererbsen in der Schweinefütterung unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus, Schlussbericht Projekte 2811 NA 036 und 2811 NA 059, <http://orgprints.org/25293/1/25293-11NA036-059-fli-koen-2013-ebert-berk-wintererbsen-ferkelfuetterung.pdf> (15.04.14).

FAO – Food and Agriculture Organisation of the United Nations (2010): Fats and fatty acids in human nutrition – an expert consultation, FAO Food and nutrition Paper 91, ISSN 0254 – 4725.

Gawel, E. und Grzelak, M. (2012): The effect of a protein-xanthophyll concentrate from alfalfa (phytobiotic) on animal production – a current review, Annals of Animal Science, Vol. 12, No. 3 (2012) 281 – 289.

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

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

GfE - Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

Göweil (2014): LT Master, Press-Wickelkombination für Rundballen, Produktinformation auf der Herstellerhomepage, <http://www.goeweil.com/index.php/de/produkte/press-wickelkombinationen/lt-master/funktion-ltmaster> (15.04.14).

Grashorn, M (2008): Eiqualität, in: Legehuhnzucht und Eierzeugung, Empfehlungen für die Praxis, Brade, W., Flachkowsky, G. und Schrader, L. (Hrsg.), Landbauforschung, vTI Agriculture and Forestry Research, Sonderheft 322.

Hagmüller, W., Nagel, P., Domig, K.J., Pfalz, S., Kronsteiner, S., Ortner, B., Sundrum, A. und Zollitsch, W. (2008): Fütterungsstrategien in der biologischen Schweinefleischproduktion zur Gewährleistung der Nahrungsmittelsicherheit, Abschlussbericht WT, [http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index.php?option=com_fodok&task=detail&filter_publnr\[\]=4860](http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index.php?option=com_fodok&task=detail&filter_publnr[]=4860) (14.04.14).

Hallermayer, R. (1976): Eine Schnellmethode zur Bestimmung des Fettgehaltes in Lebensmitteln, Deutsche Lebensmittelrundschau, 10, (1976), 356-359.

Hansen, L.L., Claudi-Magnussen, C., Jensen, S.K. und Andersen, H.J. (2006): Effect of organic pig production systems on performance and meat quality, Meat Science 74 (2006) 605 – 615.

Hilckmann, A. (2014): Telefonische Mitteilung über aktuelle Erzeugerpreise auf dem Geflügelmarkt am 22.04.2014.

Holle, R. (2006): Entwicklung von Futtermitteln für 100%tige Biofütterung von Freilandlegehennen unter besonderer Berücksichtigung von Raps- und Leinkuchen, optimierten Grundfuttereinsatz (Silage) und anderen Eiweißpflanzen, Schlussbericht Projekt-Nr. 03OE434, <http://orgprints.org/8957/1/8957-03OE434-oeoring-holle-2006-legehennen.pdf> (14.04.14).

Hubbard (2014): JA 957, Information auf der Homepage, http://www.hubbardbreeders.com/product_leaflets/JA957.pdf (07.05.14).

ICOPP Improved Contribution of Local Feed to Support 100 % Organic Feed Supply to Pigs and Poultry (2011): Homepage des Projektes, <http://www.organicresearchcentre.com/icopp/?page=home> (12.04.2014).

IFOAM-International Federation of Organic Agriculture Movements (2014): Information on the EU organic regulation and action plan proposals, http://www.ifoam-eu.org/sites/default/files/page/files/ifoameu_reg_regulationproposal_201403_media_briefing_.pdf (14.04.14).

Jänike, H. (2011): Grobfutter- und Substraterzeugung, in: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung, DLG e.V. (HRSG.), 8. Vollständig überarbeitete Auflage, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt.

Jung, R., Schmidtke, K. und Rauber, R. (2005): N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsaldo beim Anbau von Luzerne, Rotklee und Persischem Klee. Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau (S. 261-263). Kassel: Kassel university press GmbH.

Karadas, F., Grammenidis, E., Surai, P.F., Acamovic, T. und Sparks, N.H.C.(2006): Effects of carotenoids from Lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition, British Poultry Science, Volume 47, Number 5 (October 2005), pp.561-566.

Karwowska, M., Dolatowski, Z.J. und Grela, E. (o.J.): Influence of dietary supplementation with extracted alfalfa meal on meat quality, <http://www.icomst.helsinki.fi/ICoMST2008/CD%20Papers/General%20speakers+posters-3p%20papers/Session7/7B/7B.3.Dolatowski.pdf> (19.04.14).

Kofahl, A. (2008): Methodische Untersuchungen zur Beurteilung der proteolytischen Aktivität, der Proteolyse und der Desmolyse bei der Silierung eiweißreicher Grünfütterleguminosen, Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doctor Agriculturae der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock, <http://d-nb.info/994365756/34> (17.04.14).

Kolbe, H. (2008): Fruchtfolgegrundsätze im Ökologischen Landbau, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.), Dresden, http://orgprints.org/15100/1/Fruchtfolge_Internet.pdf (15.04.14).

Lehmann Maschinenbau (2013): ...Zerkleinern reicht nicht, es kommt auf den Aufschluss an, [http://www.lehmann-maschinenbau.de/web/index.php?id=54&no_cache=1&sword_list\[\]=bioextruder](http://www.lehmann-maschinenbau.de/web/index.php?id=54&no_cache=1&sword_list[]=bioextruder) (31.01.13).

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Lehmann, T. (2014): Erfahrungsaustausch mit dem Geschäftsführer Thilo Lehmann während einer Ergebnispräsentation bei der Firma Lehmann Maschinenbau GmbH in Joketa, Sachsen am 20.02.2014.

LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (o.J.): Ferkelfütterung mit 100% Biofutter: 1-phasig oder 2-phasig? -Ferkelaufzuchtversuch im LVFZ Kringell, http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/28059_ferkel_100_bio_2phasen.pdf (15.04.14).

LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2009): Futterberechnung für Schweine, LfL-ITF (Hrsg.), Grub, 17. Auflage.

LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2012): Mehr Milch aus Grobfuttermittel, <http://www.lfl.bayern.de/ite/gruenland/061484/index.php> (20.02.2014).

LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2012b): Futterberechnung für Schweine, 19. Unveränderte Auflage, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Arbeitsbereich Schweineernährung, Freising-Weihenstephan.

LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2013): Luzerne: Anbau - Konservierung - Verfütterung, LfL-Information. Freising: ES-Druck, 85356 Freising-Tüntenhausen.

LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2014): Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten – Öko-Schweinemast, Internetangebot der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, <https://www.stmelf.bayern.de/idb/schweinemastoeko.html> (22.04.2014).

LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2014b): Rotklee-Trifolium pratense L. (engl. red clover), Homepageeintrag, <http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/022508/index.php> (07.05.14).

LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2014c): Weißklee - Trifolium repens L. (engl. white clover), Homepageeintrag, <http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/022513/> (07.05.2014).

Lindermayer, H., Preißinger, W., Propstmeier, G. und Fuhrmann, S. (2012): Schweinefütterung Beiträge zur Tiergesundheit und zum Tierwohl Unterrichts- und Beratungshilfe, Juli 2012, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, LfL-Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), Freising-Weihenstephan.

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Loges, R. (o.J.): Leguminosen im Futterbau: Aktuelle und zukünftige Bedeutung sowie Forschungsbedarf, CAU Kiel, Institut für Pflanzenbau und –züchtung, Grünland & Futterbau/Ökologischer Landbau,
http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/aggf_2013_loges.pdf (15.04.14).

Loges, R. und Thaysen, J. (2003): Siliereignung und Silagequalität von Luzerne- bzw. Rotklee gras in Abhängigkeit vom Begleitgrasanteil, in: Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 24. Bis 26. Februar 2003 in Wien, Bernhard Freyer (Hrsg.).

Lohmann Tierzucht (o. Jahr): Management Guide Legehennen, Lohmann Brown Classic.

Lorenz, C. Kany, T. und Grashorn, M.A. (2013): Kropf- und Muskelmageninhalt von Öko-Masthühnern und Legehennen, Beitrag zur 12. Wissenschaftstagung ökologischer Landbau in: Neuhoff, D., Stumm, C. Ziegler, S. Rahmann, G. Hamm, U. und Köpke, U. (Hrsg.): Ideal und Wirklichkeit – Perspektive Ökologischer Landbewirtschaftung, Verlag Dr. Köster, Berlin.

LWK Niedersachsen – Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2010): Richtwert-Deckungsbeiträge 2010, Landwirtschaftskammer Niedersachsen Oldenburg (Hrsg.).

Meitinger, S. (2014): schriftliche Auskunft über die Preise der im Projekt verwendeten Kraftfutterkomponenten, Email vom 24.02.2014.

Meyer zu Bakum, J. und Jarzmik, A. (2013): Maissilage für Biohühner, bioland-Magazin, Ausgabe 11/2013, S. 18-20.

Naturland (2012): Naturland Richtlinien Erzeugung, Naturland - Verband für ökologischen Landbau e.V., Gräfelfing,
http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Richtlinien_deutsch/Naturland-Richtlinien_Erzeugung.pdf (25.02.13).

Nussbaum, H. (2007): Klee und Klee gras erfolgreich silieren, Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf - Viehhaltung, Grünlandwirtschaft, Wild, Fischerei - Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft LVVG, Aulendorf,
http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1203152_11/LAZBW32_Klee%20und%20Klee gras%20erfolgr eich%20silieren.pdf (26.02.13).

Nussbaum, H. (2011): Schmutz, in: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung, S.72, DLG e.V. (HRSG.), 8. Vollständig überarbeitete Auflage, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt.

Ofosu, I.W., Appiah-Nkansah, E., Owusu, L., Apea-Bah, F.B., Oduro, I. und Ellis, W.O. (2010): Formulation of annatto feed concentrate for layers and the evaluation of egg yolk color preference of consumers, Journal of Food Biochemistry 34 (2010) 66-77.

Pahlow, G. und Hünting, H. (2011): Gärungsbiologische Grundlagen und biochemische Prozesse der Silagebereitung, in: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung, DLG e.V. (HRSG.), 8. Vollständig überarbeitete Auflage, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt.

Pommer, G., Salzeder, G., Fuchs, R., Capriel, P. und Beck, R. (2009): Fruchtfolgen im ökologischen Landbau - Pflanzenbaulicher Systemvergleich Viehhausen, Zwischenbericht 1998 -2004, LfL-Information, Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.

Ponte, P.I.P., Mendes, I. Quaresma, M. Aguiar, M.N.M., Lemos, J.P.C., Ferreira, L.M.A., Soares, M.A.C., Alfaia, C.M., Prates, J.A.M. und Fontes, C.M.G.A. (2004): Cholesterol Levels and Sensory Characteristics of Meat from Broilers Consuming Moderate to High Levels of Alfalfa, Poultry Science 2004, 83 (5): 810-814.

Raach-Moujahed, A. und Haddad, B. (2013): Performance, Livability, Carcass Yield and Meat Quality of Tunisian Local Poultry and Fast-Growing Genotype (Arbor Acres) Fed Standard Diet and Raised Outdoor Access, Journal of Animal Production Advances 2013, 3 (3): 75-85.

Ristic, M., Freundenreich, P., Damme, K., Werner, R., Bittermann, A. Schüssler, G. Köstner, U. und Ehrhardt, S. (2007): Fleischqualität von Broilern – Ein Vergleich zwischen konventioneller und ökologischer Produktion, Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach 46, Nr. 176, 144-146.

Roach, A. G., Sanderson, P. und Williams, D.R. (1967): Comparison of methods for the determination of available lysine value in animal and vegetable protein sources, J.Sci. FD Agric. 1967, Volume 18, July.

Rodehutscord, M. (2008): Fütterung der Schweine, in: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere, Jeroch, H., Drochner, W. und Ortwin, S. (Hrsg.), Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Roth, F.X. und Reents, H.J. (2001): Futterwert von frischem und siliertem Klee gras aus ökologischem Anbau für Mastschweine, Beitrag zur 6. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 6.-8. März 2001, Weihenstephan, Verlag Dr. Köster, Berlin.

Roth, F.X. (2003): Fütterungsstrategien für Legehennen in Haltungssystemen mit Grünbewuchs im Auslauf (nach EU VO 2092/91), Schlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 02OE505, <http://orgprints.org/2371/> (03.05.14).

Rudolph, G., Geßl. R. und Stark, H. (2011): Praxisversuch zur Verfütterung von Kleesilage und Luzernegrünmehl an Bioschweine, Beitrag zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Tagungsband: Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis, Band 2: Tierproduktion, Sozioökonomie, Leithold, G., Becker, K., Brock, C., Fischinger, S., Spiegel, S., Spory, A.-K., Wilbois, K. und Williges, U. (Hrsg.) Verlag Dr. Köster, Berlin.

Schaack, D., Rampold, C., Willer, H., Rippin, M. und von Koerber, H. (2011): Analyse der Entwicklung des ausländischen Angebots bei Bioprodukten mit Relevanz für den deutschen Biomarkt, Schlussbericht Projektnummer 09OE065 im Rahmen des Programms des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau, http://www.ami-informiert.de/fileadmin/redaktion/bio_daten/importdaten/Schlussbericht_Bioimporte.pdf (14.04.14).

Simon, A. und Zentek, J. (2013): Physiologische Regulationsmechanismen der Futter- und Wasseraufnahme, in: Geflügelernährung, Jeroch, H., Simon, A. und Zentek, J. ((Hrsg.)), Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

Schmidt, E., Bellof, G. und Carrasco Alarcon, L.S. (2010): Pododermatitis bei Masthähnchen im ökologischen Landbau, Schlussbericht, <http://orgprints.org/18609/1/18609-06OE151-hswt-schmidt-2010-pododermatitis.pdf> (15.04.14).

Schrader, L.; Bünger, B.; Marahrens, M.; Müller-Arnke, I.; Otto, Ch.; Schäffer, D.; Zerbe, F. (2006): Anforderungen an eine tiergerechte Nutztierhaltung. KTBL-Schrift 446. Darmstadt. S. 19-25.

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Schubiger, F.X., Bosshard, H.-R. und Lehmann, J. (1997): Futterwert von Weißklee, Agrarforschung 4 (2): 75-78.

Schumacher, U.; Fidelak, C., Koopmann, R.; Weißmann, F., Snigula, J.; Brüggemann, R.; Naatjes, M.; Simoneit, C. und Bender, S. (2011): Wissensstandsanalyse zur Tiergesundheit aller Nutztierarten im Ökologischen Landbau und 100% Biofütterung Monogastrier, Gemeinsamer Abschlussbericht des Verbundprojekts, <http://orgprints.org/25088/1/25088-10OE088-bioland-schumacher-2011-wissenstandanalyse-tiergesundheit.pdf> (14.04.2014).

Seemann, M. (1999): Faktoren mit Einfluss auf die Pigmentierung, Lohmann Information 1/99, S. 1-8.

Starz, W., Pfister, R., Rohrer, H., Hein, W., Waschl, H. & Steinwidder, A. (2013): Abschlussbericht: Bio-Klee gras Lambach, Eignung unterschiedlicher Klee grasbestände für den biologischen Landbau im oberösterreichischen Alpenvorland und deren Vorfruchtwirkung auf Winterweizen. Raumberg: Bio-Institut Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein.

Steenfeldt, S. und Hammershøj, M. (2010): Quality of foraging material and effect on hens feed intake, egg production and –quality, ICROFS news 03/2010, archiviert in <http://orgprints.org/18527/1/18527.pdf> (18.04.14).

Steinhilber, S. (2005): Einfluss von genetischem Typ, Legeabschnitt und Futterfett auf die Anreicherung von Hühnereiern mit Omega-3-Fettsäuren und die Auswirkungen auf die Produktqualität, Archiv für Geflügelkunde, 69 (2). S. 94–95, 2005.

Sundrum, A., Schneider, K. und Richter, U. (2005): Possibilities and limitations of protein supply in organic poultry and pig production, Report, Project title: Research to support revision of the EU Regulation on organic agriculture, <http://orgprints.org/10983/> (15.04.14).

Urdl, M., Gruber, L., Schauer, A., Zentner, E., Mösenbacher-Molterer, I., Huber, G., Wenzl, W., Steiner, B. (2009): Bestimmung der Eiweißverdaulichkeit von Kleesilage und Luzernegrünmehl durch Mastschweine, Abschlussbericht Kleeschwein, Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 3546, Lehr- und Forschungszentrum Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein.

Schlussbericht: Luzernesilage in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung

Verordnung (EG) Nr. 1924/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 20. Dezember 2006 über Nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel.

Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91.

Verordnung (EG) Nr. 889/2008 DER KOMMISSION vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle.

Verordnung (EU) Nr. 432/2012 DER KOMMISSION vom 16. Mai 2012 zur Festlegung einer Liste zulässiger anderer gesundheitsbezogener Angaben über Lebensmittel als Angaben über die Reduzierung eines Krankheitsrisikos sowie die Entwicklung und die Gesundheit von Kindern.

Werner, C. und Sundrum, A. (2008): Zum Einsatz von Raufutter bei Mastschweinen, Landbauforschung Völknerode, Sonderheft , 320, pp. 61-68.

Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R. und Enser.M. (2003): Effects of fatty acids on meat quality: a review, Meat Science 66 (2003) 21-32.

Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I. und Whittington, F.M. (2008): Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review, Meat Science 78 (2008) 343 -358.

Zapf, K. und Damme, K. (2012): Datenerfassung zur Betriebszweigungswertung in der konventionellen und ökologischen Legehennenhaltung, Abschlussbericht, LfL-Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.

Übersicht der realisierten bzw. geplanten Veröffentlichungen

Vorträge:

- Weltin, J., Carrasco, S., Berger, U. und Bellof, G. (2013):** Kleegrassilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung. Workshop im Rahmen der 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau in Bonn, am 07.03.2013.
- Weltin, J., Carrasco, S., Berger, U. und Bellof, G. (2013):** Clover grass silage from special usage and technological processing in the organic feeding of laying hens and broilers. ICOPP-Treffen in Trenthorst, am 22.10.2013.
- Weltin, J., Carrasco, S., Berger, U. und Bellof, G. (2013):** Kleegrassilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Geflügelfütterung. Arbeitskreis Ökologische Geflügelhaltung in Landsberg am Lech, am 11.11.2013.
- Weltin, J., Carrasco, S., Berger, U. und Bellof, G. (2014):** Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung. Workshop BÖLN-Projekte in Fulda , am 18.02.2014.
- Weltin, J., Carrasco, S., Berger, U. und Bellof, G. (2014):** Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Mastschweinefütterung. 13. Internationale Bioland- und Naturland-Schweine-tagung in Magdeburg, am 28.02.2014.
- Weltin, J., Carrasco, S., Berger, U. und Bellof, G. (2014):** Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Geflügelfütterung. 18. Internationale Bioland Geflügeltagung in Wiesbaden-Naurod, am 05.03.2014.
- Weltin, J., Carrasco, S., Berger, U. und Bellof, G. (2014):** Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Legehennenfütterung. Öko-Landbau-Tag 2014, Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern in Triesdorf, am 09.04.2014.

Bereits erschienene Publikation:

Weltin, J., Carrasco, S., Berger, U. und Bellof, G. (2014): Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Legehennenfütterung, in: Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern, Wiesinger, K., Cais, K. und Obermaier, S. (Hrsg.), Tagungsband zu: Öko-Landbau-Tag am 9. April 2014 in Triesdorf, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.

Geplante Publikationen:

Weltin, J., Carrasco, S., Berger, U. und Bellof, G. (2014): Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Broilermast. European Poultry Science.

Weltin, J., Hahn, G., Carrasco, S. und Bellof, G. (2014): Cholesterol levels, fatty acids and sensory characteristics of meat from Broilers consuming high levels of alfalfa silage in organic poultry production. Meat Science.

Weltin, J., Carrasco, S., Berger, U. und Bellof, G. (2014): Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Legehennenfütterung. European Poultry Science.

Weltin, J., Carrasco, S., Berger, U. und Bellof, G. (2014): Fattening and slaughtering performance of growing pigs consuming high Levels of alfalfa silage in organic pig production. Livestock Science.

Anhang

Tabelle A 1: Nährstoffzusammensetzung von frisch geernteter Luzerne und Luzerne-Silage (% in TM) im Erntejahr 2012

Schnitt	Datum	Material	Behältnis	TM	XP	XL	XF	XA	Lysin	Methionin	Milchsäure	Essigsäure	Buttersäure	NH3-N
1	27.04.12	frisch bei Ernte	-	17,4	28,9	2,3	17,1	10,7	0,7	0,4	-	-	-	-
2	02.06.12	frisch bei Ernte	-	15,8	20,7	2,3	27,9	10,6	1,2	0,3	-	-	-	-
3	03.07.12	frisch bei Ernte	-	14,8	28,6	2,4	21,8	12,6	1,4	0,4	-	-	-	-
3		Silage gehäckselt (30 d)	Vakuumbeutel	28,9	24,5	3,7	22,2	12,7	0,9	0,4	7,6	-	-	-
3		Silage extrudiert (30 d)	Vakuumbeutel	26,3	24,3	3,9	25,0	15,1	0,7	0,4	8,5	-	-	-
3		Silage gehäckselt (30 d)	Ballen	26,4	24,5	3,8	24,2	13,6	0,6	0,4	1,4	0,3	<0,1	0,01
3		Silage extrudiert (30 d)	Big Bag	28,0	21,0	4,8	31,4	12,1	0,6	0,3	1,4	0,3	<0,1	0,01
4	08.08.12	frisch bei Ernte	-	21,8	23,9	2,5	17,0	11,5	1,3	0,4	-	-	-	-
4		Silage gehäckselt (30 d)	Vakuumbeutel	48,9	23,0	2,5	22,0	12,6	1,1	0,3	2,5	-	-	-
4		Silage extrudiert (30 d)	Vakuumbeutel	49,3	23,7	2,1	22,0	12,9	1,2	0,3	3,9	-	-	-
4		Silage gehäckselt (30 d)	Ballen	45,2	22,6	2,5	22,5	12,4	1,1	0,3	1,3	0,4	<0,1	0,01
4		Silage extrudiert (30 d)	Big Bag	46,0	22,2	2,5	21,2	13,4	1,1	0,3	1,4	0,4	<0,1	0,01

TM: Trockenmasse

XP: Rohprotein

XL: Rohfett

XF: Rohfaser

XA: Rohasche

d: Tag

Tabelle A 2: Nährstoffzusammensetzung von frisch geernteter Luzerne und Luzernesilage (% in TM) im Erntejahr 2013

Schnitt	Datum	Material	Behältnis	TM	XP	XL	XF	XA	Lysin	Methionin
2	07.07.2013	frisch bei Ernte	-	17,9	29,9	4,3	21,7	11,3	1,8	0,53
2		angewelkt	-	33,6	24,5	3,1	28,3	11,1	1,1	0,35
2		Silage aus gehäckseltem Material (30 d)	Vakuumbeutel	45	22,5	2,9	30,6	10,6	1,2	0,33
2		Silage aus extrudiertem Material (19 d)	Big Bag	41,5	23,1	3,4	32,7	11,6	1,3	0,31

TM: Trockenmasse
 XP: Rohprotein
 XL: Rohfett
 XF: Rohfaser
 XA: Rohasche
 d: Tag

Tabelle A 3: Ergebnisse der Krafffutteranalysen im Masthähnchenversuch

Inhaltsstoff		Phase 1					Phase 2					Phase 3				
		IST	SOLL	IST	SOLL	IST	IST	SOLL	IST	SOLL	IST	IST	SOLL	IST	SOLL	IST
		Alleinfutter		Ergänzer		Pellet	Alleinfutter		Ergänzer		Pellet	Alleinfutter		Ergänzer		Pellet
Trockenmasse	g/kg	894	893,1	895	895	906	895	892,7	903	897	860	899	890,2	897	898,9	798
Rohfett	g/kg	57	56	52	56,4	54	56	51,7	67	66,5	57	51	47,8	84	86,9	67
Rohfaser	g/kg	66	47,8	59	37,6	80	62	45,7	51	34	66	64	46,8	38	31,7	79
NfE	g/kg	506		515		501	517		520		487	543		554		436
Stärke	g/kg	332	316,9	350	352,9	323	344	352,9	370	389,1	340	380	381,3	411	411,5	296
Zucker	g/kg	44	47,3	44	42,7	40	43	45,7	44	40,8	38	42	44,6	38	36,2	34
Rohprotein	g/kg	200	206,4	208	207,8	207	196	190,6	205	189,1	193	185	171,4	177	166,8	164
Lysin	g/kg	9,6	9,7	9,3	9,6	9,5	9,5	8,8	9,4	8,6	8,6	8,4	7,4	7,2	6,7	7,5
Methionin	g/kg	3,5	3,4	3,7	3,4	3,6	3,4	3,2	3,6	3,3	3,5	3,3	3	3,2	3	2,8
Threonin	g/kg	7,6	7,8	7,8	7,8		7,6	7,3	7,7	7,1		7	6,7	6,2	6,3	
Tryptophan	g/kg	2,2	2,2	1,2	2,1		2,2	2,1	2,4	2,0		1,1	1,9	2	1,7	
Rohasche	g/kg	65,0	67,5	62,0	61,3	64,0	65,0	64,6	59,0	60,8	57,0	56	55,5	45	46,6	53,0
Calcium	g/kg	10,2	9,0	10,4	8,6		10,2	8,8	8,9	8,5		7,8	6,6	5,2	5,3	
Phosphor	g/kg	8,4	7,2	8,7	7,5		8,2	7,1	8,6	7,7		6,8	5,3	6,2	5,8	
Natrium	g/kg	5,3	2,1	2,8	2,1		3,7	1,8	3,4	2,2		2,7	1,9	3,1	2,4	
ME	MJ/kg	11,17	11,03	11,42	11,60	10,97	11,26	11,21	12,23	12,24	11,12	11,51	11,24	12,98	12,91	10,22
Lysin/ME	g/MJ	0,86	0,88	0,81	0,83	0,87	0,84	0,78	0,77	0,70	0,77	0,73	0,66	0,55	0,52	0,73
Methionin/ME	g/MJ	0,31	0,31	0,32	0,29	0,33	0,30	0,29	0,29	0,27	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,27

NfE: stickstofffreie Extraktstoffe

ME: umsetzbare Energie

Tabelle A 4: Verfügbares Lysin nach Carpenter in diversen Futtermitteln

Bezeichnung	Verfügbares Lysin nach Carpenter (%) in Originalsubstanz	analysiertes Lysin (%) in Originalsubstanz
Alleinfutter Phase1 Hähnchenmast	1,2	0,96
Alleinfutter Phase3 Hähnchenmast	0,89	0,84
Weizenschlempe 2012 ¹	0,04	0,80
Weizenschlempe 2013	0,18	0,73
Sojakuchen 2012 ¹	1,3	2,59
Sojakuchen 2013	2,0	2,57
Sonnenblumenkuchen 2012 ¹	2,2	1,52
Sonnenblumenkuchen 2013	2,4	1,42

¹ in den Kraftfuttermischungen für die Hähnchenmastversuche eingesetzte Futterkomponente

Tabelle A 5: Gewicht bzw. Länge bestimmter Innereien im Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht		p	Gruppe				p
	m	w		A	B	C	D	
Lebergewicht g	32,03	29,94	0,047	31,05	30,98	32,25	29,65	0,346
<i>SE</i>	0,70	0,72		0,99	1,05	0,99	0,99	
Muskelmagengewicht g	57,10	54,82	0,472	61,90 ^a	63,09 ^a	53,50 ^{ab}	45,35 ^b	0,001
<i>SE</i>	2,18	2,25		3,09	3,28	3,09	3,09	
Darmgewicht g	72,68	72,30	0,882	76,75	73,55	70,45	69,20	0,157
<i>SE</i>	1,75	1,80		2,47	2,62	2,47	2,47	
Darmlänge cm	172,15	167,78	0,304	177,20	174,05	162,70	165,90	0,064
<i>SE</i>	2,91	3,00		4,12	4,37	4,12	4,12	
Blinddarmlänge cm	32,95	33,49	0,654	32,40	34,98	34,70	30,80	0,057
<i>SE</i>	0,83	0,85		1,17	1,24	1,17	1,17	

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

LS: Least square

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Tabelle A 6: Fett- bzw. Cholesteringehalt im Brustfleisch aus dem Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht				Gruppe					
	m	w	SE	P	A	B	C	D	SE	P
<i>Fettgehalt (%)</i>	1,65	1,72	0,079	0,568	1,47	1,66	1,80	1,80	0,112	0,144
<i>Cholesterin (mg/100 Fleisch)</i>	64,88	61,63	0,989	0,028	66,09 ^a	61,02 ^b	60,81 ^b	65,60 ^{ab}	1,398	0,020

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Tabelle A 7: Analytierte Fettsäuren (g/100g Fettsäuremethylester) im Brustfleisch aus dem Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht			P	Gruppe					
	m	w	SE		A	B	C	D	SE	P
14:0	0,28	0,28	0,007	0,970	0,31 ^a	0,26 ^b	0,26 ^b	0,29 ^{ab}	0,010	0,006
15:0	0,12	0,12	0,005	0,957	0,12	0,12	0,11	0,14	0,007	0,187
16:0	18,32	19,23	0,162	0,000	19,51 ^a	18,49 ^b	18,65 ^b	18,45 ^b	0,229	0,007
16:1, 9c	1,03	1,08	0,076	0,629	1,18 ^{ab}	0,83 ^b	0,88 ^b	1,33 ^a	0,107	0,006
17:0	0,43	0,4	0,011	0,078	0,39	0,42	0,42	0,43	0,015	0,356
17:1,9c	0,04	0,04	0,002	0,554	0,04 ^b	0,04 ^b	0,04 ^b	0,05 ^a	0,003	0,004
18:0	9,42	9,52	0,227	0,763	10,14	9,49	9,41	8,85	0,322	0,062
18:1, 9c	21,28	22,1	0,413	0,173	21,80	21,24	20,84	22,87	0,585	0,100
18:1, c11	1,72	1,79	0,037	0,207	1,87	1,74	1,71	1,69	0,052	0,101
18:2, 9c, 12c n6	34,94	33,04	0,366	0,001	31,91 ^b	34,89 ^a	35,02 ^a	34,15 ^a	0,517	0,001
18:3, 6c, 9c, 12c n6	0,14	0,14	0,005	0,845	0,15	0,13	0,14	0,15	0,008	0,211
18:3, 9c, 12c, 15c n3	2,08	2,02	0,06	0,483	1,44 ^c	2,15 ^b	2,08 ^b	2,53 ^a	0,085	0,000
20:0	0,07	0,06	0,003	0,112	0,07	0,07	0,06	0,06	0,004	0,509
20:1, 11c	0,21	0,20	0,004	0,304	0,22 ^a	0,20 ^b	0,20 ^b	0,19 ^b	0,006	0,002
20:2, 11c, 14c n6	0,66	0,65	0,025	0,896	0,72	0,67	0,65	0,58	0,036	0,095
20:3, 8c, 11c, 14c n6	0,58	0,65	0,028	0,106	0,70	0,59	0,59	0,58	0,039	0,105
20:4, 5c, 8c, 11c, 14c n6	5,66	5,64	0,274	0,972	6,23	5,61	5,80	4,97	0,387	0,164
20:3, 11c, 14c, 17c n3	0,09	0,09	0,006	0,882	0,09	0,09	0,08	0,09	0,009	0,816
20:5, 5c, 8c, 11c, 14c, 17c n3	0,09	0,10	0,006	0,071	0,08	0,09	0,09	0,11	0,008	0,286
24:0	1,14	1,17	0,055	0,755	1,38 ^a	1,15 ^{ab}	1,15 ^{ab}	0,94 ^b	0,077	0,005
22:4, 7c, 10c, 13c, 16c n6	0,2	0,21	0,014	0,638	0,27 ^a	0,19 ^b	0,21 ^{ab}	0,14 ^b	0,020	0,001
22:5, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c n3	0,93	0,92	0,049	0,932	0,86	0,97	0,98	0,87	0,069	0,446
22:6, 4c, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c n3	0,58	0,56	0,043	0,775	0,54	0,58	0,63	0,54	0,060	0,679

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Tabelle A 8: Analytierte Fettsäuregruppen (g/100g Fettsäuremethylester) im Brustfleisch aus dem Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht				Gruppe					
	m	w	SE	P	A	B	C	D	SE	P
SFA	29,78	30,78	0,362	0,061	31,91 ^b	29,99 ^a	30,06 ^a	29,15 ^a	0,513	0,005
MUFA	24,28	25,21	0,471	0,175	25,12	24,06	23,67	26,14	0,667	0,057
PUFA	45,93	44,02	0,304	0,000	42,98 ^b	45,95 ^a	46,27 ^a	44,71 ^a	0,431	0,000
n3	3,76	3,69	0,073	0,500	3,01 ^b	3,88 ^a	3,87 ^a	4,14 ^a	0,103	0,000
n6	42,17	40,33	0,263	0,000	39,96 ^b	42,07 ^a	42,40 ^a	40,57 ^b	0,372	0,000
PUFA/SFA	1,55	1,44	0,020	0,000	1,35 ^b	1,54 ^a	1,54 ^a	1,54 ^a	0,029	0,000
n6/n3	11,41	11,15	0,205	0,387	13,34 ^a	10,93 ^b	11,04 ^b	9,81 ^c	0,290	0,000

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

SFA: saturated fatty acids, gesättigte Fettsäuren

MUFA: mono unsaturated fatty acids, einfach ungesättigte Fettsäuren

PUFA: poly unsaturated fatty acids, mehrfach ungesättigte Fettsäuren

n3: Omega 3 Fettsäuren

n6: Omega 6 Fettsäuren

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Tabelle A 9: Gehalt an Fettsäuren (mg/100 g Fleisch) im Brustfleisch aus dem Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht			P	Gruppe					P
	m	w	SE		A	B	C	D	SE	
14:0	3,40	3,25	0,247	0,675	3,33	2,95	3,24	3,78	0,349	0,421
15:0	1,47	1,39	0,082	0,459	1,25 ^b	1,32 ^b	1,38 ^b	1,76 ^a	0,116	0,018
16:0	220,39	222,42	11,322	0,900	210,09	207	226,87	241,64	16,011	0,402
16:1, 9c	13,2	13,08	1,516	0,956	13,49	9,84	11,36	17,85	2,143	0,066
17:0	5,22	4,69	0,302	0,225	4,24	4,75	5,16	5,66	0,427	0,133
17:1,9c	0,55	0,50	0,046	0,416	0,43 ^b	0,47 ^{ab}	0,51 ^{ab}	0,69 ^a	0,065	0,04
18:0	111,3	108,47	3,934	0,614	107,11	105,13	112,8	114,5	5,564	0,591
18:1, 9c	261,67	260,88	18,827	0,977	241,01	242,92	259,59	301,58	26,625	0,357
18:1, c11	20,63	20,64	1,126	0,998	20,15	19,3	20,82	22,27	1,592	0,608
18:2, 9c, 12c n6	426,07	386,35	24,69	0,264	348,00	397,53	431,88	447,42	34,917	0,211
18:3, 6c, 9c, 12c n6	1,77	1,67	0,139	0,614	1,61	1,5	1,74	2,02	0,196	0,288
18:3, 9c, 12c, 15c n3	25,90	24,22	1,879	0,530	16,17 ^b	24,54 ^{ab}	26,07 ^a	33,46 ^a	2,657	0,001
20:0	0,81	0,72	0,048	0,190	0,68	0,77	0,8	0,8	0,068	0,583
20:1, 11c	2,50	2,35	0,169	0,531	2,44	2,3	2,44	2,53	0,239	0,926
20:2, 11c, 14c n6	7,72	7,35	0,309	0,401	7,54	7,34	7,64	7,62	0,436	0,960
20:3, 8c, 11c, 14c n6	6,82	7,22	0,245	0,259	7,30	6,41	6,87	7,48	0,347	0,152
20:4, 5c, 8c, 11c, 14c n6	65,39	62,81	1,639	0,274	64,63	61,39	66,97	63,4	2,318	0,398
20:3, 11c, 14c, 17c n3	1,05	1,00	0,071	0,625	0,96	0,97	0,95	1,22	0,1	0,181
20:5, 5c, 8c, 11c, 14c, 17c n3	1,01	1,15	0,06	0,099	0,87 ^b	0,98 ^b	1,10 ^{ab}	1,37 ^a	0,085	0,002
24:0	13,29	13,05	0,513	0,74	14,39	12,61	13,52	12,15	0,725	0,154
22:4, 7c, 10c, 13c, 16c n6	2,26	2,26	0,117	0,999	2,75	2,12	2,38	1,80	0,165	0,002
22:5, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c n3	10,72	10,27	0,29	0,274	8,94 ^b	10,58 ^a	11,38 ^a	11,08 ^a	0,41	0,001
22:6, 4c, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c n3	6,64	6,21	0,334	0,369	5,51	6,31	7,05	6,84	0,472	0,120

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Tabelle A 10: Gehalt an Fettsäuregruppen (mg/100 g Fleisch) im Brustfleisch aus dem Fütterungsversuch mit Masthähnchen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht			P	Gruppe					P
	m	w	SE		A	B	C	D	SE	
SFA	355,87	353,97	15,94	0,933	341,09	334,54	363,76	380,30	22,544	0,466
MUFA	298,55	297,44	21,51	0,971	277,51	274,84	294,71	344,91	30,423	0,348
PUFA	555,34	510,49	27,77	0,262	464,27	519,68	564,02	583,70	39,278	0,163
n3	45,32	42,84	2,04	0,396	32,45 ^c	43,38 ^b	46,54 ^{ab}	53,96	2,883	0,000
n6	510,02	467,65	25,86	0,255	431,82	476,29	517,48	529,74	36,570	0,241
PUFA/SFA	1,55	1,44	0,02	0,000	1,35 ^b	1,54 ^a	1,54 ^a	1,54 ^a	0,029	0,000
n6/n3	11,41	11,15	0,21	0,387	13,34 ^a	10,93 ^b	11,04 ^b	9,81 ^c	0,290	0,000

LS:least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

SFA: saturated fatty acids, gesättigte Fettsäuren

MUFA: mono unsaturated fatty acids, einfach ungesättigte Fettsäuren

PUFA: poly unsaturated fatty acids, mehrfach ungesättigte Fettsäuren

n3: Omega 3 Fettsäuren

n6: Omega 6 Fettsäuren

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Tabelle A 11: Schlachtkörpermerkmale im Nebenversuch mit Mastbroilern (arithmetisches Mittel)

Gruppe	A+ Erbse		B + Erbse		C + Erbse		D + Erbse	
	m	w	m	w	m	w	m	w
Gewichte (g)								
Schlachtkörpergewicht kalt	1430,00	1535,00	1895,00	1855,00	1613,00	1455,00	1510,00	1450,00
Brust	374,00	442,00	482,50	506,50	413,50	403,00	379,00	411,00
Keule	431,00	412,00	539,50	537,50	485,50	405,50	415,00	393,00
Flügel	146,00	168,50	186,00	177,50	171,50	143,00	152,50	149,50
Rücken	268,00	275,00	353,50	337,50	293,00	263,00	278,00	253,50
Hals	96,00	94,50	145,00	136,50	131,00	88,00	109,00	102,50
Abdominalfett	15,00	19,00	35,00	61,50	16,00	33,00	27,00	17,00
Füße	88,50	75,50	102,50	81,50	99,00	66,50	86,50	74,00
Anteile (%)								
Brust	26,15	28,79	25,46	27,30	25,64	27,70	25,10	28,34
Keule	30,14	26,84	28,47	28,98	30,10	27,87	27,48	27,10
Flügel	10,21	10,98	9,82	9,57	10,63	9,83	10,10	10,31
Rücken	18,74	17,92	18,65	18,19	18,16	18,08	18,41	17,48
Hals	6,71	6,16	7,65	7,36	8,12	6,05	7,22	7,07
Abdominalfett	1,05	1,24	1,85	3,32	0,99	2,27	1,79	1,17
Füße	6,19	4,92	5,41	4,39	6,14	4,57	5,73	5,10
Ausschlachtung	73,90	79,12	77,98	78,60	76,63	76,98	79,47	78,17

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

Tabelle A 12: Krafftutterkomponentenpreise (€/dt)

Komponente	Preis 2012	Preis 2013	Preis 2014	Mittelwert
Sojakuchen	87	97	97	93,7
Sonnenblumenkuchen	90	110	95	98,3
Luzernegrünmehl	29	30,5	30,5	30,0
Erbsen	43	48	48	46,3
Weizenschlempe	45,5	59	59	54,5
Weizen	36	38	36	36,7
Mais	38	42	40	40,0
Triticale	33,5	35	33	33,8
Gerste	35	37	36	36,0
Rapsöl	140	140	140	140,0
Calciumcarbonat	3,1	3,2	3,3	3,2
Monocalciumphosphat	54	51,5	52	52,5
Kohlensaurer Futterkalk	3,1	3,2	3,3	3,2
Mineralfutter Legehennen	54	54	54	54,0
Mineralfutter Schweine	50	50	50	50,0
Mineralfutter Geflügel	54	54	54	54,0

Quelle: Eigene Darstellung nach MEITINGER (2014)

Tabelle A 13: Versuchsabschnitte im Vorversuch mit Legehennen

Abschnitt	Unterabschnitt	Datum (von - bis)
I	1	10.10.2012
		26.10.2012
	2	27.10.2012
		09.11.2012
	3	10.11.2012
		23.11.2012
II	1	24.11.2012
		07.12.2012
	2	08.12.2012
		21.12.2012
	3	22.12.2012
		04.01.2013
III	1	05.01.2013
		18.01.2013
	2	19.01.2013
		31.01.2013
	3	01.02.2013
		15.02.2013
IV	1	16.02.2013
		01.03.2013
	2	02.03.2013
		15.03.2013
	3	16.03.2013
		29.03.2013

Tabelle A 14: Ergebnisse der Kraffutteranalysen im Vorversuch mit Legehennen

Inhaltsstoff		1. Mischung				2. Mischung				Soll	
		Ist 1. Untersuchung		Ist 2. Untersuchung		Ist 1. Untersuchung		Ist 2. Untersuchung			
		Alleinfutter	Ergänzer	Alleinfutter	Ergänzer	Alleinfutter	Ergänzer	Alleinfutter	Ergänzer	Alleinfutter	Ergänzer
Trockenmasse	g/kg	889	896	906	899	906	906	900	905	896	905
Rohfett	g/kg	53	82	56	86	56	82	61	86	45,4	89,6
Rohfaser	g/kg	48	38	48	38	54	46	54	47	51,9	38,8
NfE	g/kg	511	448	463	484	468	504	477	486		
Stärke	g/kg	385	334	325	379	327	387	339	367	363,1	379
Zucker	g/kg	32	30	38	33	39	36	37	32	34,8	30,8
Rohprotein	g/kg	169	171	182	168	181	163	179	163	181,6	163
Lysin	g/kg	7,6	7,7	8,1	7,8	9,0	7,0	8,6	6,6	7,9	6,7
Methionin	g/kg	2,7	3,2	3,3	3,6	3,3	3,3	3,5	3,8	3,2	3
Threonin	g/kg	5,5	5,8	6,7	6,3	7,0	6,3	6,3	6,2	6,6	5,7
Tryptophan	g/kg	2,0	1,9	2,2	2,0	2,2	2,0	2,2	2,0	2,3	1,9
Rohasche	g/kg	109,0	158,0	157,0	123,0	147,0	111,0	130,0	124,0	120,4	128,4
Calcium	g/kg	33,2	51,1	45,6	35,2	46,1	30,6	374,0	37,6	33,9	38,4
Phosphor	g/kg	6,1	7,1	6,7	7,3	5,7	7,8	5,7	8,5	6,2	7,0
Natrium	g/kg	0,9	1,3	1,5	1,4	5,8	1,4	2,8	1,5	1,2	1,4
ME	MJ/k	11,28	11,43	10,66	12,31	10,69	12,27	11,01	12,02	10,89	12,33
Lysin/ME	g/M	0,67	0,67	0,76	0,63	0,84	0,57	0,78	0,55	0,73	0,54
Methionin/ME	g/M	0,24	0,28	0,31	0,29	0,31	0,27	0,32	0,32	0,29	0,24

NfE: stickstofffreie Extraktstoffe

ME: Umsetzbare Energie

Tabelle A 15: Ergebnisse der Analysen der Kraftfuttermischungen der Phase 1 im Hauptversuch mit Legehennen

Inhaltsstoff		Ist 1. Untersuchung (22.7.13)			Ist 2. Untersuchung (5.11.13)			Soll		Mittel der Untersuchungen		
		Allein-futter	Ergän-zer	Pellet	Allein-futter	Ergän-zer	Pellet	Allein-futter	Ergän-zer	Allein-futter	Ergän-zer	Pellet
Trockenmasse	g/kg	909	922	864	908	904	881	916,7	905,9	908,5	913	872,5
Rohfett	g/kg	52	102	72	58	91	24	46,6	92,5	55	96,5	48
Rohfaser	g/kg	45	43	76	55	31	61	55,1	41	50	37	68,5
NfE	g/kg	493	466	445	424	491	663			458,5	478,5	554
Stärke	g/kg	354	341	293	254	365	447	363	372,5	304	353	370
Zucker	g/kg	38	43	52	38	30	46	37,2	33,4	38	36,5	49
Rohprotein	g/kg	171	152	152	196	155	112	177,9	159,1	183,5	153,5	132
Lysin	g/kg	8,4	7,1	6,5	8,3	6,4	4,9	7,7	6,5	8,4	6,8	5,7
Methionin	g/kg	3,4	3,1	2,9	2,9	2,8	1,9	3,1	2,9	3,2	3,0	2,4
Threonin	g/kg	6,5	5,6	5,6	7,1	5,5	4,3	6,6	5,8	6,8	5,6	5,0
Tryptophan	g/kg	2,1	1,9	1,8	2,5	1,9	1,3	2,3	2,0	2,3	1,9	1,6
Rohasche	g/kg	149,0	159,0	75,0	176,0	136,0	51,0	120	129,8	162,5	147,5	63,0
Calcium	g/kg	48,4	49,0	18,1	52,8	41,1	3,8	33,5	38,4	50,6	45,1	11,0
Phosphor	g/kg	7,1	7,7	5,1	8,0	6,4	4,7	6,3	7,1	7,6	7,1	4,9
Natrium	g/kg	1,4	1,6	0,6	2,6	1,7	1,4	1,1	1,4	2,0	1,7	1,0
ME	MJ/kg	10,84	12,11	10,39	9,76	12,01	10,62	10,89	12,29	10,30	12,06	10,51
Lysin/ME	g/MJ	0,77	0,59	0,63	0,85	0,53	0,46	0,71	0,53	0,81	0,56	0,54
Methionin/ME	g/MJ	0,31	0,26	0,28	0,30	0,23	0,18	0,28	0,24	0,31	0,24	0,23

NfE: stickstofffreie Extraktstoffe

ME: Umsetzbare Energie

Tabelle A 16: Ergebnisse der Analysen der Kraftfuttermischungen der Phase 2 des Hauptversuches mit Legehennen

Inhaltsstoff		IST 5.11.13			Soll	
		Allein-futter	Ergän-zer	Pellet	Allein-futter	Ergän-zer
Trockenmasse	g/kg	906	906	830	915,7	905,4
Rohfett	g/kg	69	105	77	41	92,9
Rohfaser	g/kg	49	43	68	50,9	34,8
NfE	g/kg	445	445	412		
Stärke	g/kg	296	357	265	397	391,2
Zucker	g/kg	40	32	34	32,9	30,6
Rohprotein	g/kg	179	147	163	155,9	145,6
Lysin	g/kg	7,4	6,2	7,6	6,5	6,1
Methionin	g/kg	3,8	3,1	3,2	2,7	2,5
Threonin	g/kg	6,7	5,3	6,7	5,8	5,4
Tryptophan	g/kg	2,3	1,8	1,8	2	1,8
Rohasche	g/kg	165,0	156,0	110,0	122,2	135,3
Calcium	g/kg	46,1	49,2	28,0	35,1	41,6
Phosphor	g/kg	7,1	6,7	5,7	6,1	6,5
Natrium	g/kg	1,5	2,1	1,3	1,2	1,3
ME	MJ/kg	10,60	12,26	10,04	10,88	12,37
Lysin/ME	g/MJ	0,70	0,51	0,76	0,60	0,49
Methionin/ME	g/MJ	0,36	0,25	0,32	0,25	0,20

ME: Umsetzbare Energie

Tabelle A 17: Versuchsabschnitte im Hauptversuch mit Legehennen

Phase	Abschnitt	Unterabschnitt	Datum (von - bis)	
1	I	a	06.06.2013 20.06.2013	
		b	21.06.2013 04.07.2013	
		c	05.07.2013 18.07.2013	
		a	19.07.2013 01.08.2013	
		b	02.08.2013 29.08.2013	
		c	30.08.2013 12.09.2013	
	III	a	13.09.2013 26.09.2013	
		b	27.09.2013 10.10.2013	
		c	11.10.2013 24.10.2013	
		a	25.10.2013 07.11.2013	
		b	08.11.2013 21.11.2013	
		c	22.11.2013 05.12.2013	
	2	V	a	06.12.2013 19.12.2013
			b	20.12.2013 07.01.2013

Tabelle A 18: Legeleistung (% je Durchschnittshenne) im Hauptversuch mit Legehennen LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	A	B	C	D	p
Abschnitt 1	88,1 ^a	93,0 ^a	92,9 ^a	69,5 ^b	0,000
SE	2,1	1,8	1,8	1,8	
Abschnitt 2	83,0 ^b	89,4 ^a	90,1 ^a	89,3 ^a	0,000
SE	1,0	0,9	0,9	0,9	
Abschnitt 3	91,1 ^a	90,1 ^a	93,2 ^a	85,8 ^b	0,000
SE	1,1	1,0	1,0	1,0	
Abschnitt 4	90,4	90,8	92,1	91,9	0,780
SE	1,4	1,3	1,3	1,3	
Abschnitt 5	88,3	90,6	90,8	90,6	0,222
SE	1,0	0,9	0,9	0,9	
Phase 1	83,6 ^{bc}	86,7 ^{ab}	88,7 ^a	80,9 ^c	0,000
SE	1,1	1,1	1,1	1,1	
Phase 2	88,2	89,2	89,8	90,1	0,144
SE	0,6	0,6	0,6	0,6	

LS: least square

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Tabelle A 19: Lebendgewichte im Hauptversuch mit Legehennen (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	A	B	C	D	p
Einstellung	1,634	1,633	1,628	1,634	0,966
SE	0,010	0,010	0,010	0,010	
Abschnitt I	1,887 ^a	1,878 ^a	1,872 ^a	1,634 ^b	0,000
SE	0,016	0,016	0,016	0,016	
Abschnitt II	1,833 ^b	1,902 ^a	1,904 ^a	1,848 ^{ab}	0,006
SE	0,018	0,018	0,018	0,018	
Abschnitt III	2,102 ^a	1,979 ^b	1,961 ^b	1,896 ^c	0,000
SE	0,018	0,018	0,018	0,018	
Abschnitt IV	2,148 ^{ab}	2,152 ^{ab}	2,191 ^a	2,110 ^b	0,006
SE	0,016	0,016	0,016	0,016	
Abschnitt V	2,086	2,097	2,101	2,040	0,055
SE	0,017	0,017	0,017	0,018	

LS: least square

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Tabelle A 20: Gehalt an Fettsäuren (% der gesamten Fettsäurenmethylester) in den Eiern (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Gruppe				SE	P
	A	B	C	D		
14:0	0,30 ^a	0,19 ^b	0,20 ^b	0,19 ^b	0,011	0,000
14:1, 9c	0,03 ^a	0,01 ^b	0,01 ^b	0,01 ^b	0,002	0,000
15:0	0,06 ^b	0,06 ^b	0,06 ^b	0,08 ^a	0,003	0,000
16:0	23,59 ^a	20,70 ^b	21,02 ^b	21,73 ^c	0,279	0,000
16:1, 9c	2,02 ^a	1,24 ^b	1,35 ^b	1,38 ^b	0,081	0,000
17:0	0,17 ^b	0,18 ^b	0,19 ^b	0,23 ^a	0,007	0,000
17:1, 9c	0,10 ^c	0,09 ^b	0,10 ^{bc}	0,12 ^a	0,003	0,000
18:0	8,69 ^a	7,64 ^b	7,68 ^b	7,63 ^b	0,119	0,000
18:1, 9t	0,14 ^a	0,07 ^b	0,07 ^b	0,07 ^b	0,008	0,018
18:1, 9c	38,90 ^b	44,03 ^a	44,27 ^a	41,69 ^c	0,366	0,018
18:1, c11	1,52 ^b	1,67 ^a	1,67 ^a	1,61 ^{ab}	0,038	0,002
18:2, 9c, 12c	19,43 ^a	18,01 ^{ab}	17,38 ^b	19,00 ^{ab}	0,482	0,000
18:3, 6c, 9c, 12c	0,12 ^a	0,09 ^b	0,09 ^b	0,10 ^b	0,005	0,000
18:3, 9c, 12c, 15c	0,56 ^c	1,31 ^b	1,30 ^b	1,58 ^a	0,043	0,000
20:0	0,03 ^a	0,02 ^b	0,02 ^b	0,02 ^b	0,002	0,000
18:2, 9c, 11t	0,023 ^a	0,01 ^b	0,016 ^c	0,01 ^b	0,001	0,000
20:1, 11c	0,23	0,23	0,20	0,21	0,008	0,043
20:2, 11c, 14c	0,23 ^a	0,17 ^{bc}	0,15 ^c	0,19 ^b	0,009	0,000
20:3, 8c, 11c, 14c	0,17	0,19	0,18	0,18	0,01	0,553
20:4, 5c, 8c, 11c, 14c	2,21 ^a	2,00 ^b	1,97 ^b	1,96 ^b	0,049	0,002
24:0	0,25 ^a	0,16 ^b	0,15 ^b	0,15 ^b	0,010	0,000
22:4, 7c, 10c, 13c, 16c	0,46 ^a	0,13 ^b	0,12 ^b	0,12 ^b	0,019	0,000
22:5, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c n3	0,11 ^c	0,21 ^{ab}	0,24 ^a	0,18 ^b	0,016	0,000
22:6, 4c, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c n3	0,66 ^a	1,58 ^b	1,55 ^b	1,57 ^b	0,041	0,000
SFA	33,08 ^a	28,94 ^c	29,32 ^{bc}	30,02 ^b	0,270	0,000
MUFA	42,80 ^c	47,29 ^a	47,60 ^a	45,02 ^b	0,421	0,000
PUFA	23,97	23,70	23,01	24,88	0,538	0,117
trans-Fettsäuren	0,14 ^a	0,07 ^b	0,07 ^b	0,07 ^b	0,008	0,000
Essentielle Fettsäuren	19,99 ^{ab}	19,32 ^{ab}	18,68 ^b	20,58 ^a	0,502	0,058
Summe n3	1,33 ^b	3,10 ^a	3,09 ^a	3,33 ^a	0,080	0,000
Summe n6	22,62 ^a	20,59 ^b	19,90 ^b	21,55 ^{ab}	0,503	0,003
n6/n3	17,01 ^a	6,71 ^b	6,48 ^b	6,50 ^b	0,295	0,000

LS: least square

SFA: saturated fatty acids, gesättigte Fettsäuren

MUFA: mono unsaturated fatty acids, einfach ungesättigte Fettsäuren

PUFA: poly unsaturated fatty acids, mehrfach ungesättigte Fettsäuren

n3: Omega 3 Fettsäuren

n6: Omega 6 Fettsäuren

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Tabelle A 21: Wirtschaftlichkeit der Legehennenhaltung analog der Gruppe B bei 1 ct höherem erzielbarem Eierpreis aufgrund der Fettsäurezusammensetzung

	Menge/ Tier- platz x a	Preis	Betrag in €/(Tierplatz x a)
Öko-Eier ¹	298 Stück/a	0,19 €/Stück	56,67
Öko-Bruch-, Knick- u. Schmutzeier ²	21 Stück/a	0,08 €/Stück	1,67
Festmist ³	24 kg/a	0,07 kg/a	1,69
Althehenne, öko ²	0,9 Stück/a	0,25 €/Stück	0,23
Summe Leistungen			60,25
Junghenne, öko ⁴	1,0 Stück/a	8,5 €/Stück	8,50
Kraftfutter P1 ⁵	20 kg/a	0,63 €/kg	12,69
Kraftfutter P2 ⁵	18 kg/a	0,60 €/kg	11,01
Luzernesilage aus spezieller Nutzung ⁶	16 kg/a	0,09 €/kg	1,36
Wasser ²	0,09 m ³ /a	1,64 €/m ³	0,15
Einstreu ²	1,5 kg/a	0,07 €/kg	0,11
Strom ²	4,8 kWh/a	0,25 €/kWh	1,20
Flüssiggas im Tank ²	0,1 kWh/a	0,05 €/kWh	0,01
Tierarzt, Medikamente ²		0,17 €/a	0,17
Tierseuchenkasse ²		0,04 €/a	0,04
Ertragsschadenversicherung ²		0,16 €/a	0,16
Spezialberatung ²		0,08 €/a	0,08
Kadaverbeseitigung ²		0,08 €/a	0,08
Reinigungs- und Desinfektionsmittel ²		0,02 €/a	0,02
Höckerpappen ²		0,44 €/a	0,44
Holzhäcksels für den stallnahen Bereich ²		0,19 €/a	0,19
Auslaufpflege (Neuansaat, Nachmahd, Branntkalk) ²		0,02 €/a	0,02
Viehpflege, vorb. Maßnahmen ²		0,45 €/a	0,45
Zinsansatz Vieh- und Umlaufvermögen (4%) ⁷	2,53 €/a	0,04 €/€	0,10
Summe Direktkosten			36,77
Direktkostenfreie Leistung			23,48
Variable Maschinenkosten²		0,15 €/a	0,15
Variable Lohnkosten ²	0,12 AKh/DG	7,5 €/AKh	0,90
Summe variable Kosten			37,82
Deckungsbeitrag			22,43
Fixe Maschinenkosten ²		0,10 €/a	0,10
Fixe Lohnkosten ²	0,27 AKh/DG	15,00 €/AKh	4,05
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung			8,77
Gebäude, bauliche Anlagen, Einrichtungen		5,12 €/a	5,12
Einzelkostenfreie Leistung			13,16

¹ Annahme des Eierpreises nach HILCKMANN (2014) plus 2 ct als Qualitätszuschlag

² Annahme nach KTBL "Ökologischer Landbau" (Achilles et al. 2010)

³ Abgeleitet nach KTBL "Ökologischer Landbau" (Achilles et al. 2010) und LFL (2014)

⁴ Annahme des Junghennenpreises nach HILCKMANN (2014)

⁵ Futterverbrauch abgeleitet aus eigenen Erhebungen im Rahmen des Projektes, Futterrezeptur nach Versuchsdesign, Preis kalkuliert auf Basis von Tabelle A12 im Anhang

⁶ Kalkulation der Kosten der Luzernesilage aus spezieller Nutzung nach Tabelle 7 und Tabelle 8, Silageaufnahme aus eigener Erhebung im Rahmen des Projektes abgeleitet

⁷ berechnet nach LWK NIEDERSACHSEN (2010, S.27)

Tabelle A 22: Ergebnisse der Analysen des Alleinfutters des Fütterungsversuches mit Mast-schweinen

		Anfangsmast		Mittelmast		Endmast	
Inhaltsstoff		IST	SOLL	IST	SOLL	IST	SOLL
Trockenmasse	g/kg	896	893	886	925	869	952
Rohfett	g/kg	42	33	50	31	74	23
Rohfaser	g/kg	64	68	60	67	73	77
NfE	g/kg	561	540	553	591	468	651
Stärke	g/kg	406	366	376	421	310	459
Zucker	g/kg	45	40	53	38	44	31
Rohprotein	g/kg	168	190	167	175,1	161	142,24
Lysin	g/kg	9,4	10,3	7,7	8,9	6,7	6,7
Methionin	g/kg	2,7	2,6	3,0	2,5	3,4	2,1
Threonin	g/kg		7,5	6,3	7,0	6,4	5,8
Tryptophan	g/kg		2,5	1,9	2,4	1,9	1,97
Rohasche	g/kg	60,0	62,0	56,0	61,0	93	59
Calcium	g/kg	7,4	5,3	5,8	5,1	21,5	4,1
Phosphor	g/kg	5,6	4,7	5,3	4,6	5,6	4,5
Natrium	g/kg	1,4	0,9	1,4	1,0	0,8	1,0
ME ¹	MJ/kg	12,54	12,46	12,69	12,81	11,71	12,75
Lysin/ME	g/MJ	0,75	0,83	0,61	0,70	0,57	0,53
Methionin/ME	g/MJ	0,22	0,21	0,24	0,19	0,29	0,16

NfE: stickstofffreie Extraktstoffe

ME: Umsetzbare Energie

¹ berechnet nach Sonderformel für Mischfutter (LFL, 2009)

Tabelle A 23: Gegenüberstellung der geplanten und realisierten Nährstoffaufnahmen pro Tier und Tag der Gruppe B im Fütterungsversuch mit Mastschweinen

Inhaltsstoff		Anfangsmast		Mittelmast		Endmast	
		IST	SOLL	IST	SOLL	IST	SOLL
Rohfett	g	82	99	105	128	105	85
Rohfaser	g	140	202	317	252	502	318
Stärke	g	468	618	709	834	971	1083
Zucker	g	39	67	82	72	60	84
Rohprotein	g	229	346	389	377	491	444
Lysin	g	12	18	19	18	24	20
Methionin	g	3	5	7	5	8	6
Rohasche	g	82	154	161	182	218	227
TS-Aufnahme	g	1188	1835	2249	2287	3014	2819
Silageaufnahme	kg TS	0,314	0,675	0,849	0,900	1,457	1,215
Ergänzeraufnahme	kg TS	0,910	1,160	1,340	1,387	1,570	1,60442

TS: Trockensubstanz

Tabelle A 24: Gegenüberstellung der geplanten und realisierten Nährstoffaufnahmen pro Tier und Tag der Gruppe C im Fütterungsversuch mit Mastschweinen

Inhaltsstoff		Anfangsmast		Mittelmast		Endmast	
		IST	SOLL	IST	SOLL	IST	SOLL
Rohfett	g	94	99	112	128	101	85
Rohfaser	g	156	202	330	252	438	318
Stärke	g	535	618	741	834	940	1083
Zucker	g	44	67	85	72	58	84
Rohprotein	g	256	346	398	377	429	444
Lysin	g	14	18	20	18	22	20
Methionin	g	4	5	7	5	6	6
Rohasche	g	94	154	170	182	197	227
TS-Aufnahme	g	1330	1835	2314	2287	2726	2819
Silageaufnahme	kg TS	0,322	0,675	0,825	0,900	1,174	1,215
Ergänzeraufnahme	kg TS	1,040	1,160	1,400	1,387	1,520	1,604

TS: Trockensubstanz

Tabelle A 25: Wiege- und Schlachttermine im Fütterungsversuch mit Masthähnchen

Wiegetermine	Schlachttermine
29.07.2013	18.11.2013
06.08.2013	02.12.2013
27.08.2013	09.12.2013
17.09.2013	16.12.2013
08.10.2013	
18.10.2013	
29.10.2013	
17.11.2013	
01.12.2013	
08.12.2013	
15.12.2013	



Abbildung 10: Verlauf der Tages-Minimum-Temperaturen (°C) im Schweinestall während des Fütterungsversuches

Tabelle A 26: Schlachtkörpermerkmale der Schweine aus dem Fütterungsversuch (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

Merkmal	Geschlecht			Gruppe			Gruppe x Geschlecht	
	m	w	p	A	B	C	p	p
Hälftengew. kalt rechts (kg)	35,3	34,4	0,326	36,3 ^a	35,0 ^a	33,3 ^b	0,037	0,658
SE	0,6	0,7		0,7	0,7	0,9		
Hälftengew. kalt links (kg)	37,3	36,1	0,146	37,8	37,2	35,3	0,064	0,564
SE	0,5	0,6		0,6	0,6	0,8		
Muskeldicke (mm)	55,9	54,9	0,590	57,3	56,4	52,4	0,119	0,815
SE	1,2	1,4		1,5	1,5	1,8		
Speckdicke (mm)	13,6	12,4	0,232	13,6	12,2	13,1	0,480	0,256
SE	0,7	0,7		0,8	0,8	1,0		
Muskelfleischanteil (%)	58,5	59,4	0,406	58,8	59,8	58,3	0,483	0,349
SE	0,7	0,7		0,8	0,8	1,0		
Fettfläche (qcm)	13,3	10,7	0,007	12,4	10,6	13,0	0,088	0,430
SE	0,6	0,6		0,7	0,7	0,8		
Fleischfläche (qcm)	45,0	44,6	0,780	46,7	45,3	42,5	0,088	0,026
SE	1,0	1,1		1,2	1,2	1,4		
Schlachtkörperlänge (mm)	971,5	986,1	0,250	986,0	981,4	969,0	0,551	0,894
SE	8,2	9,2		9,9	9,9	12,0		
Leitfähigkeit Kotelett (ms)	3,4	3,0	0,123	3,4	3,3	2,9	0,357	0,631
SE	0,2	0,2		0,2	0,2	0,3		
Leitfähigkeit Schinken (ms)	5,6	4,9	0,377	5,4	5,4	5,0	0,892	0,627
SE	0,6	0,6		0,7	0,7	0,8		
Tiergewicht ohne Blut (kg)	92,4	91,7	0,666	93,5	92,1	90,6	0,352	0,194
SE	1,0	1,2		1,3	1,3	1,5		
pH-Wert 45 min nach Tod	6,6	6,6	0,951	6,5	6,6	6,6	0,634	0,386
SE	0,1	0,1		0,1	0,1	0,1		
pH-Wert kalt Kotelett dorsal	5,39	5,43	0,255	5,41	5,39	5,41	0,808	0,897
SE	0,02	0,02		0,03	0,03	0,03		
pH-Wert kalt Kotelett ventral	5,40	5,43	0,259	5,42	5,40	5,43	0,817	0,117
SE	0,02	0,02		0,02	0,02	0,03		
pH- Wert kalt Kotelett zentral	5,37	5,40	0,266	5,39	5,37	5,40	0,769	0,454
SE	0,02	0,02		0,02	0,02	0,02		
ph-Wert kalt Schinken	5,47	5,55	0,102	5,45	5,51	5,56	0,220	0,022
SE	0,03	0,04		0,04	0,04	0,05		
Speckmaß Schwarte + Fleisch (mm)	72,1	68,9	0,044	71,8	70,2	69,5	0,462	0,044
SE	1,0	1,1		1,2	1,2	1,5		
dünster Speck über Rückenmuskel (mm)	9,5	7,5	0,034	9,1	7,8	8,5	0,456	0,757
SE	0,6	0,7		0,7	0,7	0,9		
dünster Speck Lende (mm)	12,2	10,0	0,090	10,7	9,8	12,7	0,190	0,576
SE	0,8	0,9		1,0	1,0	1,2		
dünster Speck Rückenmitte (mm)	13,0	10,6	0,008	11,9	11,7	12,0	0,962	0,494
SE	0,5	0,6		0,7	0,7	0,8		
dünster Speck Widerrist (mm)	30,0	27,7	0,125	30,1	27,2	29,2	0,213	0,928
SE	1,0	1,1		1,2	1,2	1,4		
Seitenspeck größte fleischfreie Strecke im Bauch (mm)	22,2	16,1	0,003	20,9	17,9	18,7	0,381	0,367
SE	1,3	1,4		1,5	1,5	1,8		
Bauchpunkte Stufe 1-9 (1=fett, 9=mager)	5,4	5,7	0,540	5,4	6,0	5,2	0,390	0,327
SE	0,3	0,4		0,4	0,4	0,5		
Ausschlachtung (%)	77,8	76,5	0,064	77,9	77,6	76,0	0,066	0,680
SE	0,4	0,5		0,6	0,5	0,6		

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

Tabelle A 27: Gehalt an Fettsäuren (% aller Fettsäuremethylester) im Schweinefleisch Teil I (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht		P	Gruppe			P
	m	w		A	B	C	
10:0	0,09	0,08	0,017	0,10 ^a	0,08 ^b	0,08 ^b	0,000
SE	0,003	0,003		0,004	0,004	0,004	
12:0	0,06	0,06	0,189	0,07 ^a	0,06 ^b	0,06 ^{ab}	0,046
SE	0,002	0,002		0,002	0,002	0,002	
14:0	1,06	0,98	0,041	1,12 ^a	0,90 ^b	1,04 ^a	0,001
SE	0,028	0,030		0,035	0,035	0,037	
15:0	0,04	0,04	0,737	0,04	0,05	0,04	0,066
SE	0,002	0,002		0,003	0,003	0,003	
16:0	21,96	20,73	0,004	21,85	20,79	21,39	0,095
SE	0,268	0,287		0,333	0,333	0,351	
16:1, 9c	2,52	2,31	0,141	2,78 ^a	2,03 ^b	2,43 ^a	0,001
SE	0,096	0,103		0,119	0,119	0,126	
17:0	0,18	0,19	0,857	0,19	0,20	0,17	0,140
SE	0,009	0,010		0,011	0,011	0,012	
17:1, 9c	0,18	0,19	0,438	0,20	0,18	0,17	0,118
SE	0,008	0,009		0,010	0,010	0,011	
18:0	10,94	10,26	0,002	10,60	10,81	10,38	0,233
SE	0,135	0,144		0,167	0,167	0,176	
18:1, 9t	0,23	0,22	0,610	0,20 ^b	0,25 ^a	0,23 ^{ab}	0,027
SE	0,010	0,011		0,013	0,013	0,014	
18:1, 9c	39,29	38,45	0,443	39,20 ^{ab}	36,84 ^b	40,56 ^a	0,030
SE	0,738	0,790		0,918	0,918	0,967	
18:1, c11	3,81	3,72	0,476	3,96 ^a	3,46 ^b	3,87 ^a	0,006
SE	0,087	0,093		0,108	0,108	0,113	
18:2, 9c, 12c	12,16	14,41	0,039	12,50 ^b	15,30 ^a	12,05 ^b	0,033
SE	0,709	0,758		0,881	0,881	0,928	
18:3, 6c, 9c, 12c	0,07	0,07	0,889	0,07	0,08	0,05	0,072
SE	0,005	0,005		0,006	0,006	0,007	
18:3, 9c, 12c, 15c	1,29	1,41	0,323	0,94 ^b	1,71 ^a	1,39 ^c	0,000
SE	0,079	0,084		0,098	0,098	0,103	
20:0	0,16	0,14	0,095	0,16	0,15	0,14	0,224
SE	0,007	0,007		0,008	0,008	0,009	
18:2, 9c, 11t	0,05	0,06	0,275	0,05	0,05	0,05	0,729
SE	0,006	0,006		0,007	0,007	0,008	

LS: least square, m: männliche Tiere, w: weibliche Tiere

Tabelle A 28: Gehalt an Fettsäuren (% aller Fettsäuremethylester) im Schweinefleisch Teil II (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht		P	Gruppe			P
	m	w		A	B	C	
18:4, 6c, 9c, 12c, 15c	0,05	0,05	0,330	0,05	0,05	0,05	0,699
SE	0,002	0,003		0,003	0,003	0,003	
20:1, 11c	0,70	0,68	0,461	0,65 ^b	0,67 ^b	0,75 ^a	0,039
SE	0,022	0,024		0,028	0,028	0,029	
20:2, 11c, 14c	0,46	0,54	0,003	0,50	0,53	0,48	0,376
SE	0,018	0,019		0,022	0,022	0,023	
20:3, 8c, 11c, 14c	0,38	0,42	0,258	0,38	0,45	0,37	0,119
SE	0,021	0,023		0,026	0,026	0,028	
20:4, 5c, 8c, 11c, 14c	2,62	3,12	0,067	2,91	3,20	2,50	0,110
SE	0,177	0,189		0,220	0,220	0,231	
20:3, 11c, 14c, 17c	0,27	0,28	0,298	0,19 ^b	0,32 ^a	0,31 ^a	0,000
SE	0,012	0,012		0,014	0,014	0,015	
20:5, 5c, 8c, 11c, 14c, 17c	0,38	0,40	0,751	0,25 ^b	0,51 ^a	0,40 ^a	0,000
SE	0,033	0,035		0,041	0,041	0,043	
24:0	0,27	0,31	0,178	0,31	0,31	0,25	0,088
SE	0,018	0,019		0,022	0,022	0,023	
22:4, 7c, 10c, 13c, 16c	0,04	0,04	0,594	0,03 ^b	0,05 ^a	0,04 ^b	0,013
SE	0,003	0,004		0,004	0,004	0,004	
22:5, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c n3	0,59	0,64	0,466	0,49 ^b	0,77 ^a	0,57 ^b	0,002
SE	0,043	0,046		0,053	0,053	0,056	
22:6, 4c, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c n3	0,16	0,23	0,002	0,19	0,23	0,17	0,052
SE	0,013	0,014		0,017	0,017	0,018	

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Tabelle A 29: Gehalt an Fettsäuregruppen (% aller Fettsäuremethylester) im Schweinefleisch (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht		P	Gruppe			P
	m	w		A	B	C	
SFA	34,77	32,79	0,001	34,45	33,33	33,55	0,183
SE	0,355	0,380		0,441	0,441	0,465	
MUFA	46,50	45,33	0,357	46,79 ^a	43,17 ^b	47,79 ^a	0,013
SE	0,848	0,907		1,054	1,054	1,111	
PUFA	18,51	21,66	0,037	18,56 ^b	23,25 ^a	18,43 ^b	0,014
SE	0,981	1,049		1,219	1,219	1,285	
trans_Fetts	0,23	0,22	0,610	0,20 ^b	0,25 ^a	0,23 ^{ab}	0,027
SE	0,010	0,011		0,013	0,013	0,014	
Essent_Fetts	13,45	15,82	0,046	13,44 ^b	17,01 ^a	13,44 ^b	0,021
SE	0,775	0,829		0,963	0,963	1,015	
Summe n3	2,74	3,00	0,240	2,11 ^c	3,60 ^a	2,89 ^b	0,000
SE	0,151	0,162		0,188	0,188	0,198	
Summe n6	15,73	18,60	0,029	16,39 ^b	19,60 ^a	15,49 ^b	0,029
SE	0,848	0,907		1,054	1,054	1,111	
n6/n3	6,07	6,33	0,174	7,76 ^a	5,49 ^b	5,34 ^b	0,000
SE	0,127	0,136		0,158	0,158	0,167	

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

SFA: saturated fatty acids, gesättigte Fettsäuren

MUFA: mono unsaturated fatty acids, einfach ungesättigte Fettsäuren

PUFA: poly unsaturated fatty acids, mehrfach ungesättigte Fettsäuren

n3: Omega 3 Fettsäuren

n6: Omega 6 Fettsäuren

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Tabelle A 30: Gehalt an Fettsäuren im Schweinefleisch (mg/100g) Teil I (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht		P	Gruppe			P
	m	w		A	B	C	
10:0	1,96	2,16	0,479	1,80	2,14	2,24	0,383
SE	0,181	0,195		0,225	0,225	0,240	
12:0	1,34	1,47	0,442	1,28	1,41	1,53	0,470
SE	0,113	0,121		0,140	0,140	0,150	
14:0	22,31	24,73	0,395	20,94	24,31	25,31	0,420
SE	1,907	2,050		2,371	2,371	2,528	
15:0	0,91	0,92	0,862	0,91	0,93	0,91	0,968
SE	0,054	0,058		0,068	0,068	0,072	
16:0	466,17	501,22	0,481	452,44	484,70	513,95	0,604
SE	33,418	35,934		41,563	41,563	44,306	
16:1, 9c	52,63	58,53	0,414	47,86	60,06	58,82	0,309
SE	4,835	5,199		6,013	6,013	6,410	
17:0	4,03	4,17	0,737	4,09	4,16	4,06	0,979
SE	0,275	0,295		0,342	0,342	0,364	
17:1, 9c	4,01	4,18	0,717	3,96	4,24	4,09	0,876
SE	0,307	0,330		0,382	0,382	0,407	
18:0	234,68	245,51	0,662	230,32	232,01	257,96	0,605
SE	16,661	17,915		20,722	20,722	22,089	
18:1, 9t	4,62	5,36	0,154	4,99	4,81	5,18	0,842
SE	0,343	0,368		0,426	0,426	0,454	
18:1, 9c	857,19	922,72	0,527	827,46	871,78	970,63	0,524
SE	69,582	74,821		86,541	86,541	92,253	
18:1, c11	82,49	88,90	0,503	77,09	88,24	91,77	0,426
SE	6,433	6,918		8,001	8,001	8,529	
18:2, 9c, 12c	278,56	296,43	0,313	281,39	265,00	316,11	0,073
SE	11,836	12,728		14,721	14,721	15,693	
18:3, 6c, 9c, 12c	1,47	1,42	0,716	1,48	1,52	1,34	0,504
SE	0,087	0,094		0,109	0,109	0,116	
18:3, 9c, 12c, 15c	28,30	30,30	0,518	30,82	24,59	32,49	0,102
SE	2,081	2,238		2,588	2,588	2,759	
20:0	3,22	3,71	0,293	3,25	3,45	3,71	0,712
SE	0,311	0,334		0,387	0,387	0,412	

LS: least square, m: männliche Tiere, w: weibliche Tiere, p: Irrtumswahrscheinlichkeit

Tabelle A 31: Gehalt an Fettsäuren im Schweinefleisch (mg/100g) Teil II (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht		P	Gruppe			P
	m	w		A	B	C	
18:2, 9c, 11t	1,05	1,15	0,624	1,02	1,24	1,06	0,639
SE	0,137	0,147		0,170	0,170	0,181	
18:4, 6c, 9c, 12c, 15c	1,14	1,14	0,998	0,96	1,22	1,23	0,101
SE	0,077	0,083		0,096	0,096	0,102	
20:1, 11c	15,18	16,58	0,513	14,89	15,51	17,24	0,655
SE	1,434	1,542		1,784	1,784	1,902	
20:2, 11c, 14c	10,98	11,37	0,727	11,10	10,02	12,40	0,246
SE	0,760	0,818		0,946	0,946	1,008	
20:3, 8c, 11c, 14c	8,86	8,33	0,316	8,77	8,37	8,65	0,806
SE	0,350	0,376		0,435	0,435	0,464	
20:4, 5c, 8c, 11c, 14c	62,44	59,53	0,478	61,94	59,05	61,97	0,792
SE	2,749	2,956		3,419	3,419	3,645	
20:3, 11c, 14c, 17c	6,10	6,19	0,907	6,42	5,11	6,91	0,182
SE	0,542	0,583		0,674	0,674	0,718	
20:5, 5c, 8c, 11c, 14c, 17c	8,39	7,66	0,364	8,77	6,93	8,38	0,148
SE	0,540	0,581		0,672	0,672	0,716	
24:0	6,14	6,32	0,719	6,38	6,38	5,93	0,722
SE	0,348	0,374		0,432	0,432	0,461	
22:4, 7c, 10c, 13c, 16c	0,86	0,78	0,221	0,87	0,78	0,81	0,490
SE	0,045	0,048		0,055	0,055	0,059	
22:5, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c n3	13,04	12,65	0,608	13,73	11,61	13,19	0,063
SE	0,503	0,540		0,625	0,625	0,666	
22:6, 4c, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c n3	4,31	3,90	0,343	4,41	3,43	4,47	0,094
SE	0,287	0,308		0,357	0,357	0,380	

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

Tabelle A 32: Gehalt an Fettsäuregruppen im Schweinefleisch (mg/100g) (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	Geschlecht		P	Gruppe			P
	m	w		A	B	C	
SFA	740,77	790,22	0,528	721,40	759,48	815,60	0,619
SE	52,583	56,542		65,399	65,399	69,716	
MUFA	1011,51	1090,91	0,514	971,26	1039,83	1142,54	0,520
SE	81,643	87,790		101,542	101,542	108,244	
PUFA	425,49	440,86	0,534	431,66	398,86	469,01	0,086
SE	16,592	17,841		20,636	20,636	21,998	
trans_Fetts	4,62	5,36	0,154	4,99	4,81	5,18	0,842
SE	0,343	0,368		0,426	0,426	0,454	
Essent_Fetts	306,86	326,73	0,313	312,21	289,58	348,60	0,063
SE	13,158	14,148		16,365	16,365	17,445	
Summe n3	61,27	61,84	0,909	65,10	52,89	66,67	0,064
SE	3,412	3,669		4,243	4,243	4,523	
Summe n6	363,17	377,87	0,496	365,54	344,74	401,28	0,117
SE	14,510	15,602		18,046	18,046	19,237	

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

SFA: saturated fatty acids, gesättigte Fettsäuren

MUFA: mono unsaturated fatty acids, einfach ungesättigte Fettsäuren

PUFA: poly unsaturated fatty acids, mehrfach ungesättigte Fettsäuren

n3: Omega 3 Fettsäuren

n6: Omega 6 Fettsäuren

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

Tabelle A 33: Gehalt an Fettsäuren im Schweinefleisch (mg/100g) nach Geschlecht Teil I (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	A		B		C		Gruppe x Geschlecht
	m	w	m	w	m	w	P
10:0	1,92	1,69	1,59	2,68	2,386	2,097	0,070
SE	0,303	0,332	0,332	0,303	0,303	0,372	
12:0	1,39	1,16	1,05	1,77	1,584	1,476	0,053
SE	0,189	0,207	0,207	0,189	0,189	0,232	
14:0	22,14	19,73	17,93	30,68	26,848	23,767	0,046
SE	3,197	3,503	3,503	3,197	3,197	3,916	
15:0	1,00	0,81	0,84	1,01	0,877	0,941	0,173
SE	0,091	0,100	0,100	0,091	0,091	0,112	
16:0	473,54	431,34	378,58	590,81	546,378	481,513	0,051
SE	56,043	61,392	61,392	56,043	56,043	68,639	
16:1, 9c	49,21	46,51	42,8	77,30	65,858	51,777	0,025
SE	8,109	8,882	8,882	8,109	8,109	9,931	
17:0	4,50	3,68	3,78	4,54	3,823	4,295	0,241
SE	0,461	0,505	0,505	0,461	0,461	0,564	
17:1, 9c	4,28	3,64	3,67	4,80	4,092	4,095	0,272
SE	0,515	0,564	0,564	0,515	0,515	0,630	
18:0	245,44	215,19	190,83	273,18	267,768	248,159	0,129
SE	27,941	30,608	30,608	27,941	27,941	34,221	
18:1, 9t	5,08	4,90	4,09	5,53	4,699	5,654	0,399
SE	0,575	0,629	0,629	0,575	0,575	0,704	
18:1, 9c	856,19	798,74	681,39	1062,17	1033,998	907,260	0,106
SE	116,692	127,830	127,830	116,692	116,692	142,918	
18:1, c11	79,54	74,64	67,47	109,02	100,472	83,059	0,041
SE	10,789	11,819	11,819	10,789	10,789	13,214	
18:2, 9c, 12c	288,59	274,18	251,50	278,49	295,602	336,624	0,411
SE	19,850	21,745	21,745	19,850	19,850	24,311	
18:3, 6c, 9c, 12c	1,60	1,36	1,53	1,51	1,281	1,393	0,550
SE	0,147	0,161	0,161	0,147	0,147	0,180	

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

LS: Least square

m: männlich

w: weiblich

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

Tabelle A 34: Gehalt an Fettsäuren im Schweinefleisch (mg/100g) nach Geschlecht Teil II (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	A		B		C		Gruppe x Geschlecht
	m	w	m	w	m	w	P
18:3, 9c, 12c, 15c	32,46	29,18	23,57	25,61	28,864	36,114	0,393
SE	3,490	3,823	3,823	3,490	3,490	4,275	
20:0	3,47	3,02	2,46	4,44	3,738	3,688	0,079
SE	0,522	0,571	0,571	0,522	0,522	0,639	
18:2, 9c, 11t	1,19	0,84	0,96	1,51	1,019	1,109	0,189
SE	0,229	0,251	0,251	0,229	0,229	0,281	
18:4, 6c, 9c, 12c, 15c	1,02	0,90	0,96	1,47	1,429	1,038	0,010
SE	0,129	0,142	0,142	0,129	0,129	0,158	
20:1, 11c	15,90	13,88	11,26	19,76	18,380	16,095	0,073
SE	2,405	2,635	2,635	2,405	2,405	2,946	
20:2, 11c, 14c	11,85	10,35	8,95	11,09	12,132	12,671	0,408
SE	1,275	1,397	1,397	1,275	1,275	1,562	
20:3, 8c, 11c, 14c	9,44	8,10	8,29	8,45	8,847	8,452	0,478
SE	0,587	0,643	0,643	0,587	0,587	0,719	
20:4, 5c, 8c, 11c, 14c	62,09	61,78	61,15	56,94	64,067	59,872	0,900
SE	4,611	5,051	5,051	4,611	4,611	5,647	
20:3, 11c, 14c, 17c	7,04	5,80	4,64	5,58	6,622	7,196	0,487
SE	0,909	0,995	0,995	0,909	0,909	1,113	
20:5, 5c, 8c, 11c, 14c, 17c	8,92	8,62	7,51	6,35	8,753	8,013	0,903
SE	0,906	0,992	0,992	0,906	0,906	1,109	
24:0	6,51	6,25	6,14	6,62	5,767	6,097	0,822
SE	0,583	0,639	0,639	0,583	0,583	0,714	
22:4, 7c, 10c, 13c, 16c	0,97	0,76	0,83	0,72	0,766	0,844	0,221
SE	0,075	0,082	0,082	0,075	0,075	0,092	
22:5, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c n3	14,02	13,44	11,91	11,32	13,177	13,195	0,932
SE	0,843	0,923	0,923	0,843	0,843	1,032	
22:6, 4c, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c n3	4,60	4,22	3,79	3,08	4,537	4,403	0,858
SE	0,481	0,527	0,527	0,481	0,481	0,589	

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

LS: Least square

m: männlich

w: weiblich

p: Irrtumswahrscheinlichkeit

Tabelle A 35: Gehalt an Fettsäuregruppen im Schweinefleisch (mg/100g) nach Geschlecht (LS-Mittelwerte und Standardfehler (SE))

	A		B		C		Gruppe x Geschlecht
	m	w	m	w	m	w	P
SFA	759,91	682,88	603,22	915,74	859,169	772,031	0,069
SE	88,185	96,601	96,601	88,185	88,185	108,004	
MUFA	1005,12	937,40	806,62	1273,04	1222,799	1062,287	0,087
SE	136,919	149,988	149,988	136,919	136,919	167,691	
PUFA	443,77	419,54	385,60	412,12	447,095	490,923	0,503
SE	27,825	30,481	30,481	27,825	27,825	34,079	
trans_Fetts	5,08	4,90	4,09	5,53	4,699	5,654	0,399
SE	0,575	0,629	0,629	0,575	0,575	0,704	
Essent_Fetts	321,05	303,36	275,07	304,10	324,466	372,738	0,372
SE	22,066	24,172	24,172	22,066	22,066	27,026	
Summe n3	68,04	62,17	52,38	53,41	63,382	69,959	0,607
SE	5,722	6,268	6,268	5,722	5,722	7,008	
Summe n6	374,54	356,54	332,26	357,21	382,694	419,855	0,546
SE	24,334	26,656	26,656	24,334	24,334	29,802	

LS: least square

m: männliche Tiere

w: weibliche Tiere

SFA: saturated fatty acids, gesättigte Fettsäuren

MUFA: mono unsaturated fatty acids, einfach ungesättigte Fettsäuren

PUFA: poly unsaturated fatty acids, mehrfach ungesättigte Fettsäuren

n3: Omega 3 Fettsäuren

n6: Omega 6 Fettsäuren

p: Irrtumswahrscheinlichkeit