



Institut für Nutztierwissenschaften
Universität für Bodenkultur Wien



Institut für Biologische Landwirtschaft
und Biodiversität der Nutztiere
LFZ Raumberg-Gumpenstein

Einsatz der Platterbse (*Lathyrus sativus* L.) als alternative Eiweißquelle für Aufzuchtferkel in der Biologischen Landwirtschaft

Masterarbeit

vorgelegt von

Monika SCHIPFLINGER

0445410

Betreuer:

Ao. Univ. Prof. Dr. Werner ZOLLITSCH

Dr. vet. med. Werner HAGMÜLLER

Wien, März 2012

Danksagung

Zu Beginn meiner Masterarbeit möchte ich mich bei allen bedanken, die mich während meines Studiums und v.a. bei der Erstellung meiner Arbeit tatkräftig unterstützt haben.

Im Besondern danke ich Herrn Dr. Werner Hagmüller vom Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, LFZ Raumberg-Gumpenstein, für die Überlassung des Themas und die Unterstützung während der Arbeit. Gedankt sei auch allen weiteren, am Versuch beteiligten Personen vom Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere in Thalheim / Wels, welche zu meiner Arbeit beigetragen haben. Danke auch an Frau Dr. Sonja Wlcek von Bio Austria für die Unterstützung.

Großer Dank an die Helferinnen vom Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien, besonders Frau Dr. Birgit Fürst-Waltl, Frau Dipl. Ing. Lisa Baldinger, Frau Dipl. Ing. Lina Maximini und Frau Dipl. Ing. Roswitha Weißensteiner, die mir v.a. bei statistischen Problemen weitergeholfen haben.

Mein ganz besonderer Dank gebührt Herrn Ao. Univ. Prof. Dr. Werner Zollitsch vom Institut für Nutztierwissenschaften, für seine Unterstützung, Hilfestellung und Geduld während der Erstellung meiner Masterarbeit.

„Last, but not least“ möchte ich meiner Familie und v.a. meinen Freunden für die Unterstützung, Geduld und Motivation während des Studiums und der Masterarbeit danken. „Ohne euch wäre es nur halb so schön gewesen“.

DANKE!

*Was wäre das Leben,
hätten wir nicht den Mut, etwas zu riskieren?*

Vincent van Gogh



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Problemstellung.....	1
1.2	Forschungsfragen.....	2
2	Literaturübersicht.....	3
2.1	Grundlagen der Schweinefütterung	3
2.1.1	Futteraufnahme.....	3
2.1.2	Verdauung	3
2.1.3	Verdaulichkeit der organischen Masse	6
2.1.4	Resorption.....	8
2.1.5	Intermediärstoffwechsel des Proteins	8
2.2	Bedarfsnormen für Aufzuchtferkel	9
2.2.1	Energie	9
2.2.2	Rohprotein und Aminosäuren	11
2.3	Reaktionen auf unterschiedliche Versorgung	14
2.4	Die Biologische Landwirtschaft.....	15
2.4.1	Allgemeines	15
2.4.2	Fütterung von Schweinen in der Biologischen Landwirtschaft	16
2.5	Platterbse als Futtermittel.....	17
2.5.1	Allgemeines	17
2.5.2	Pflanzenbauliche Aspekte.....	17
2.5.3	Gesetzliches	20
2.5.4	Futterwert der Platterbse	20
2.5.5	Verbesserung des Futterwertes	24
2.5.6	Fütterungsversuche mit der Platterbse	25
3	Tiere, Material und Methoden.....	28
3.1	Tiere und Haltungssystem.....	28
3.2	Versuchsdesign und Versuchsdurchführung	29
3.2.1	Versuchsdesign	29
3.2.2	Versuchsdurchführung.....	30
3.2.3	Datenerhebung	33
3.3	Datenauswertung	34
4	Ergebnisse	36

4.1	Futtermittelanalysen	36
4.2	Tierische Leistungen	38
4.2.1	Lebendmasse-Entwicklung und Lebendmasse-Zuwachs	38
4.2.2	Futtermittelaufwand.....	40
4.2.3	Futteraufwand.....	41
4.2.4	Rohprotein- und Aminosäureaufnahme	42
4.3	Blutparameter.....	44
4.4	Sonstige Ergebnisse.....	45
5	Diskussion	46
5.1	Futtermittelanalysen	46
5.2	Tierische Leistungen	47
5.3	Blutparameter.....	50
5.4	Sonstige Ergebnisse.....	51
6	Schlussfolgerung.....	52
	Zusammenfassung	53
	Abstract	55
	Literaturverzeichnis	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abbau von Protein zu resorptionsfähigen Aminosäuren	6
Tabelle 2: Untere kritische Temperatur und zusätzlich benötigte Energie	10
Tabelle 3: Protein- und Fettgehalte in der Leerkörpermasse von Ferkeln	10
Tabelle 4: Versorgungsempfehlung Umsetzbare Energie	11
Tabelle 5: Aminosäuren in der Leerkörpermasse	12
Tabelle 6: Verhältnis von Lys (=100) zu anderen EAS	13
Tabelle 7: Mindestversorgungsempfehlung an pcv Lys	13
Tabelle 8: Versorgungsempfehlung für pcv XP	14
Tabelle 9: Schweinefütterung laut Verordnung 889/2008 und 1254/2008	16
Tabelle 10: Rohproteingehalt der Platterbse	21
Tabelle 11: Aminosäuregehalt der Platterbse	22
Tabelle 12: ODAP-Gehalt von Platterbse	23
Tabelle 13: Versuchsplan zum Platterbse-Versuch	30
Tabelle 14: Gehalt an Inhaltsstoffen des Ferkel-Aufzuchtfutters	31
Tabelle 15: Zusammensetzung der einzelnen Versuchsrationen	31
Tabelle 16: Inhaltsstoffgehalt der einzelnen Aufzuchtfuttermittel	32
Tabelle 17: Ergebnisse der Futtermittelanalyse zur Platterbse	37
Tabelle 18: Ergebnisse der Futtermittelanalyse der Versuchsrationen	38
Tabelle 19: Lebendmasse-Entwicklung während des Aufzuchtversuches	39
Tabelle 20: Ergebnisse zum Lebendmasse-Zuwachs (g/Tag)	40
Tabelle 21: Ergebnisse zum Futtermittelverbrauch	41
Tabelle 22: Ergebnisse zum Futteraufwand	42
Tabelle 23: Ergebnisse zur Proteinaufnahme	42
Tabelle 24: Abschätzung der Lysin-Aufnahme	43
Tabelle 25: Blutparameter	44
Tabelle 26: Gegenüberstellung der Blutparameter mit Literaturangaben	50

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der Magenschleimhaut vom Schwein	4
Abbildung 2: Dünn- und Dickdarm des Schweines	5
Abbildung 3: Schematische Darstellung der „Verdaulichkeit“	7
Abbildung 4: Platterbse (<i>Lathyrus sativus L.</i>)	19
Abbildung 5: Trockenfutterautomat.....	28
Abbildung 6: Skizze des Aufzuchtstalles	29
Abbildung 7: Platterbse-Samen (<i>Lathyrus sativus L.</i>).....	32
Abbildung 8: Darstellung der Lebendmasse-Entwicklung im Versuchszeitraum	39
Abbildung 9: Darstellung von Futterverbrauch und Lebendmassezuwachs	40
Abbildung 10: Graphische Darstellung vom Futteraufwand.....	42
Abbildung 11: Graphische Darstellung der Rohprotein-Aufnahme	43
Abbildung 12: Graphische Darstellung der Lysin-Aufnahme	44

Abkürzungsverzeichnis

AS	Aminosäuren
AST	Aspartat-Aminotransferase
ATP	Adenosin-Tri-Phosphat
EAS	Essentielle Aminosäuren
ETH	Temperaturabhängiger Energiebedarf
GGT	γ -Glutamyltransferase
ICARDA	International Center for Agricultural Research in Dry land Areas
KG	Kontrollgruppe
KH	Kohlenhydrate
k_{pf}	Protein und Fett-Teilwirkungsgrad fürs Wachstum
LFZ	Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein
LKM	Leerkörpermasse (LM minus Inhalt von Magen, Darm, Harn- und Gallenblase)
LM	Lebendmasse
$LM^{0,75}$	Metabolische Lebendmasse
LMZ	Lebendmassezuwachs
ME	Umsetzbare Energie
ME_m	Umsetzbare Energie für Erhaltung
NEAS	Nicht essentielle Aminosäuren
ODAP	β -N-Oxalyl-L- α , β -Diaminopropionicacid
OKT	Obere kritische Temperatur
pcv	praecaecal-verdaulich
pcv AS	praecaecal-verdauliche Aminosäuren
pcVQ	praecaecale Verdaulichkeit der Aminosäuren
p-Wert	Wahrscheinlichkeit
reg.koeff	Regressionskoeffizient
s_e	Standardabweichung der Residuen - Residualstandardabweichung
T	Trockenmasse
UKT	Untere kritische Temperatur
VK	Verdauungskoeffizient
VQ	Verdauungsquotient
V10/V20	Versuchsgruppe mit 10% bzw.20% unbehandelter Platterbse
V20b	Versuchsgruppe mit 20 % behandelte Platterbse
wVK	Wahre Verdaulichkeit
XP	Rohproteingehalt

1 Einleitung

Die österreichische Landwirtschaft ist kleinstrukturiert, in Bezug auf die Dichte der Bio-Betriebe zählt Österreich jedoch zur Spitze der europäischen Länder. 2009 betrug die biologisch bewirtschaftete landwirtschaftliche Fläche 518.172 ha, das entspricht 18,5 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche. Insgesamt verteilt sich diese Fläche auf 20.870 Bio-Betriebe, dies sind 15 % aller österreichischen Betriebe. Davon halten 4.427 Betriebe 69.849 Schweine, im Durchschnitt 15,8 Schweine pro Betrieb. Im Bundesländervergleich schaut dies folgendermaßen aus: 885 Bio-Betriebe in Niederösterreich halten allein 34.573 Schweine, 919 Bio-Betriebe in Oberösterreich halten 14.299 und 923 Betriebe in der Steiermark 10.189 Schweine. Burgenlands Bio-Betriebe (57) halten 3.266 und die 2 Wiener Bio-Betriebe 89 Tiere. Dem gegenüber stehen Salzburgs Bio-Betriebe (739) mit 1.848, Tirols Bio-Betriebe (513) mit 1.834, Kärntner Bio-Betriebe (340) mit 3.431 bzw. Vorarlberger Bio-Betriebe (49) mit 320 Schweinen. Betriebe mit intensiver bzw. spezialisierter Bio-Schweinehaltung und hohen Tierzahlen sind im Osten Österreichs anzutreffen; Burgenland (57,3 Tiere pro Bio-Betrieb), Wien (44,5 Tiere pro Bio-Betrieb), Niederösterreich (39,1 Tiere pro Betrieb), Oberösterreich (15,6 Tiere pro Bio-Betrieb) und Steiermark (11,0 Tiere pro Betrieb) [GRÜNER BERICHT, 2010].

Generelle Anforderungen an Haltung und Fütterung von Bio-Schweinen sind in der VERORDNUNG (EG) Nr. 834/2007 und ergänzend in der VERORDNUNG (EG) Nr. 889/2008 festgehalten. Demnach war es in der Bio-Schweinefütterung bis 31.12.2009 erlaubt, 10 % der Jahresration mit konventionellen Futtermitteln zu decken, wenn eine rein biologische Versorgung nicht möglich war. Mit 01.01.2010 ist diese Grenze auf 5 % gesenkt worden und mit 01.01.2012 fällt diese Grenze gänzlich und es darf eine Bio-Schweineration bzw. generell die Ration von Monogastriern nur mehr zu 100 % aus biologischen Futterkomponenten bestehen [EUROPÄISCHE UNION, 2007, EUROPÄISCHE UNION, 2008^A].

1.1 Problemstellung

In Zusammenhang mit der Umstellung auf 100 % Bio-Fütterung stellt die Eiweißversorgung der Jungtiere eine große Herausforderung dar. Auch in Zukunft

werden verschiedene Körnerleguminosen eine Schlüsselrolle für die Aminosäurenversorgung spielen, wobei der Einsatz von einigen Leguminosen durch verschiedene antinutritive Inhaltsstoffe begrenzt.

Bei Platterbse (*Lathyrus sativus* L.) sind diese Inhaltsstoffe zwar bekannt, jedoch gibt es kaum Untersuchungen über deren (Neben-)Wirkungen beim Schwein bzw. beim Aufzuchtferkel im Speziellen. Somit ist es in der Praxis derzeit nicht möglich, seriöse Empfehlungen für den Einsatz zu geben. Aus diesem Grund wurde in dieser Arbeit Bio-Aufzuchtfutter, welches Platterbse in drei verschiedenen Dosierungen enthält, hinsichtlich der erzielbaren biologischen Leistung und eventuell auftretender Nebenwirkungen beim Aufzuchtferkel überprüft.

1.2 Forschungsfragen

Für die vorliegende Arbeit wurden folgende Forschungsfragen formuliert:

Kann die Platterbse als alternative Eiweißquelle in der biologischen Ferkelaufzucht eingesetzt werden?

Sind Unterschiede bei den tierischen Leistungen durch den Einsatz von Platterbse zu beobachten?

Können bei den Tieren, bedingt durch den Gehalt an β -ODAP, Lähmungserscheinungen beobachtet werden?

Spielt die thermische Behandlung der Platterbse eine Rolle in Bezug auf die Entwicklung bzw. Gesundheit der Tiere?

2 Literaturübersicht

2.1 Grundlagen der Schweinefütterung

2.1.1 Futteraufnahme

Ursprünglich stammt das heutige Schwein vom wildlebenden, allesfressenden Wildschwein ab, welches auf saisonales Nahrungsangebot, Fortbewegung und Wühlen zur Nahrungsfindung angewiesen war. Diesbezügliche Ähnlichkeiten in der Anatomie finden sich bei Nasenrücken, Rüsselscheibe und Gebiss, auch wenn sie beim Hausschwein weniger stark ausgeprägt sind. Die Veranlagung zu Wühlen ist dennoch vorhanden. Aufgrund von Haltungsform bzw. Futtergrundlage verbringen Schweine relativ wenig Zeit mit Futtersuche und Futteraufnahme, deshalb ist darauf zu achten, dass Beschäftigungsmöglichkeit bzw. genügend Beschäftigungsmaterial, wie Stroh oder Heu, zur Verfügung steht [JEROCH ET AL., 2008].

Schweine haben einen ausgeprägten Geruchssinn. Auf ranzige, faulige, brandige, bittere bzw. verpilzt-muffige Geschmacks- oder Geruchsstoffe im Futter reagieren sie mit verminderter Futteraufnahme. Süßes, melassiertes Futter, Milchpulver oder frische Fette bewirken genau das Gegenteil und werden bewusst zur Steigerung der Futteraufnahme eingesetzt. Empfindlich reagieren Schweine auf Veränderungen der Futterzusammensetzung, auf Partikelgröße und Festigkeit des Futters sowie auf stark quellende oder klebende Komponenten. Unvermahlene, rohfaserhaltige Nahrungsbestandteile wirken sich positiv auf den Verdauungsvorgang aus und es werden Magen- bzw. Darmsekretion, Digestapassage im Dünndarm und Abläufe im Dickdarm begünstigt. Der Rohfasergehalt sollte im Futter von Aufzuchtferkel jedoch nur etwa 5 % ausmachen [JEROCH ET AL., 2008].

2.1.2 Verdauung

Verdauung ist der Abbau von hochpolymeren Verbindungen der Nahrung zu resorptionsfähigen Bausteinen und wird durch körpereigene Enzyme bewirkt. Dabei werden Proteine durch Wassereinlagerung (Hydrolyse) und die aufeinanderfolgende Wirkung verschiedener Enzyme in Aminosäuren aufgespalten. Enzyme wirken dort

am besten, wo für sie optimale Bedingungen vorherrschen, daher stimmen Bildungs- und Wirkungsort meist nicht überein. Die Sekretion erfolgt über Speichel, Galle sowie aus Magen, Bauchspeicheldrüse und Darm [JEROCH ET AL., 2008].

2.1.2.1 Verdauungsapparat

Schweine haben einen zusammengesetzten, einhöhligen Magen, mit einer *Kardiadrüsenzzone* (Mündung der Speiseröhre in den Magen), einer *Fundusdrüsenzzone* (Magengrund) und einer *Pylorusdrüsenzzone* (Magenausgang zum Dünndarm) mit ihren spezifischen Drüsen [KÖNIG UND LIEBICH, 2005]. Cardiadrüsen haben ein leicht alkalisches Sekret, das dem Speichel ähnelt, jedoch kaum von Bedeutung für die Proteinverdauung ist. Fundusdrüsen bestehen aus *Hauptzellen* (Bildung von Pepsin und Chymosin), *Belegzellen* (Bildung von Salzsäure, hauptsächliche Flüssigkeitssekretion) und *Nebenzellen* (Bildung eines schleimigen Sekretes). Pylorusdrüsen bilden ein schleimiges Sekret mit alkalischer Wirkung. Besondere Bedeutung für den Verdauungsvorgang haben die enzymhaltigen Sekrete der Fundusdrüsen [JEROCH ET AL., 2008]. In Abbildung 1 ist die Magenschleimhaut und in Abbildung 2 der Darm des Schweines schematisch nach KÖNIG UND LIEBICH (2005) dargestellt.

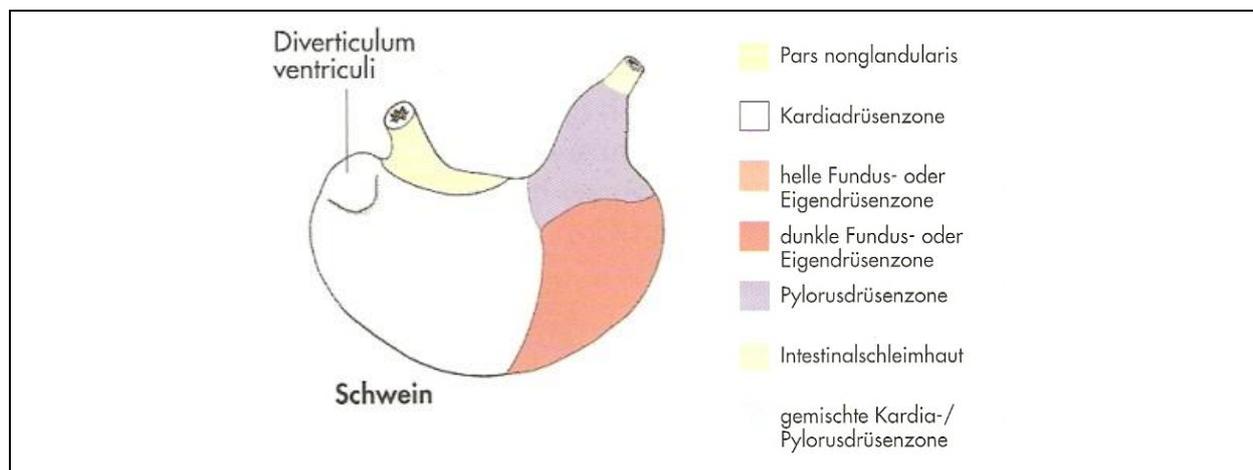


Abbildung 1: Darstellung der Magenschleimhaut vom Schwein schematisch, Ansicht kaudal (Ausschnitt aus KÖNIG UND LIEBICH, 2005)

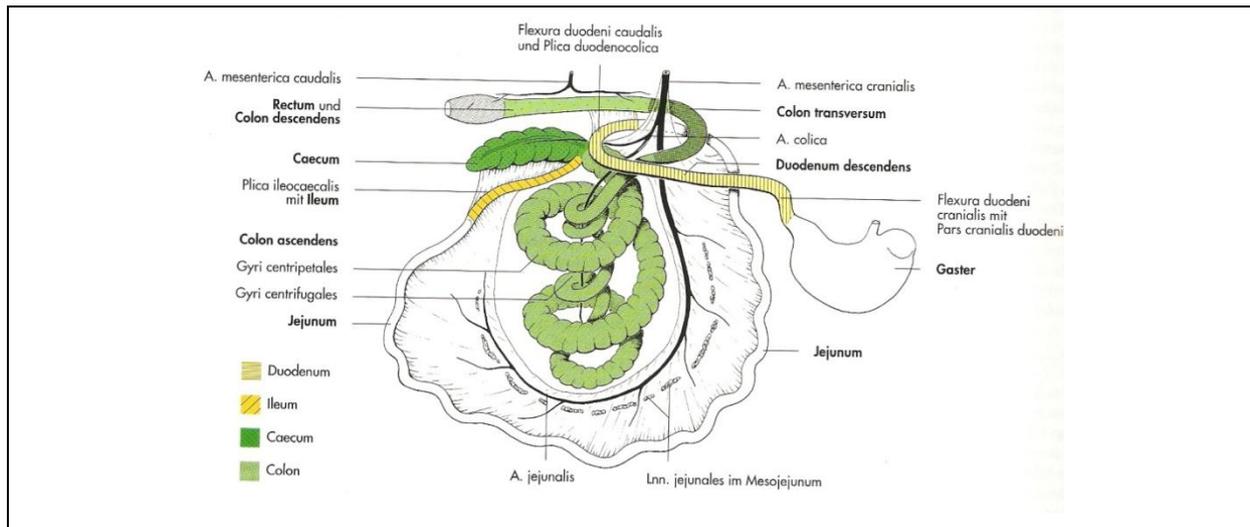


Abbildung 2: Dünndarm- und Dickdarm des Schweines
schematische Darstellung (Quelle: KÖNIG UND LIEBICH, 2005)

2.1.2.2 Proteinverdauung

Um Futterproteine in kurzkettige Peptide und Aminosäuren zu spalten, ist eine Abfolge von hydrolytisch spaltenden Proteasen und Peptidasen aus Magen, Bauchspeicheldrüse (Pankreas) und Dünndarm notwendig. Diese proteinspaltenden Enzyme sind als inaktive Vorstufen (Proenzyme) bereits vorproduziert. Im Magen beginnt die Proteinverdauung. Bei pH 1 - 2 (saurer Milieu) wird das Futterprotein denaturiert und die Endopeptidase Pepsinogen zu Pepsin aktiviert. Diese wirkt besonders an Stellen mit aromatischen Aminosäuren (Tryptophan, Tyrosin, Phenylalanin) und das Protein wird grob gespalten. Im Dünndarm erfolgt der weitere Abbau durch Endo- und Exopeptidasen zu Tri- und Dipeptiden sowie Aminosäuren. Die Pankreasenzyme Trypsin und Chymotrypsin (Endopeptidasen) werden dazu aktiviert und spalten an spezifischen Stellen innerhalb der Polypeptidkette. Trypsin wirkt an Lysyl- und Arginyl-Bindungen, während Chymotrypsin bei Tyrosin, Tryptophan, Phenylalanin oder Methionin ansetzt. Exopeptidasen vervollständigen den Abbau. Carboxypeptidasen aus der Bauchspeicheldrüse bzw. am Dünndarmepithel lokalisiert, spalten Aminosäuren vom Carboxy-terminalen Ende und Aminopeptidasen jene vom Amino-terminalen Ende der Oligopeptidkette, Dipeptidasen wirken auf Di- und Tripeptide. Am Ende liegen freie Aminosäuren sowie Di- und Tripeptide vor [KIRCHGEßNER ET AL., 2008]. Eine schematische Darstellung der Proteinverdauung findet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Abbau von Protein zu resorptionsfähigen Aminosäuren
durch körpereigene Enzyme (eigene Darstellung nach JEROCH ET AL., 2008)

Verdauungstrakt	pH-Wert	Enzyme	Substrat
			Proteine
Magen	pH 1,0 – 2,5	Pepsin	→ Polypeptide
			↓
Pankreas	pH 7,6 – 8,2	Trypsin Chymotrypsin Elastase	→ Polypeptide Oligopeptide
			↓
		Caboxypeptidasen A und B	→ Oligopeptide Aminosäuren
			↓
Dünndarm	pH 6,5 – 7,5	Di-, Amino- und Carboxypeptidasen	→ Aminosäuren
			↓
			→ Aminosäuren

2.1.3 Verdaulichkeit der organischen Masse

2.1.3.1 Scheinbare und Wahre Verdaulichkeit

Über den Kot werden nicht vollständig verdaute bzw. absorbierte Nahrungsbestandteile ausgeschieden. Demnach ist die verdaute Menge des betreffenden Nährstoffes die mit dem Futter aufgenommene Menge (I) minus der abgegebenen Nährstoffmenge im Kot (F). Die sogenannte „*scheinbare Verdaulichkeit*“ ergibt sich aus der verdauten Menge im Verhältnis zur aufgenommenen Menge $((I - F) / I)$. Das Ganze multipliziert mit 100 ergibt den Verdauungskoeffizienten (VK) oder Verdauungsquotienten (VQ) in Prozent [KIRCHGEßNER ET AL., 2008].

$$\text{VK (\%)} = \frac{(I - F)}{I} * 100$$

Dies kann auch als Bilanz des gesamten Verdauungstrakts angesehen werden. Da jedoch aus dem Lumen nicht nur Stoffe resorbiert, sondern auch wieder in das Lumen sezerniert werden, ist es v.a. bei Proteinen und Mineralstoffen wichtig, die Nährstoffausscheidung des Kotes um die endogenen Bestandteile (E) zu korrigieren, um so zur „wahren Verdaulichkeit“ (wVK) zu gelangen [KIRCHGEßNER ET AL., 2008].

$$\text{wVK (\%)} = \frac{I - (F - E)}{I} * 100$$

In Abbildung 3 wird die Verdaulichkeit anhand von aufgenommener Menge im Futter (I), absorbierter Menge (S_a), endogener Menge (S_e) und ausgeschiedener Menge im Kot (F) schematisch dargestellt.

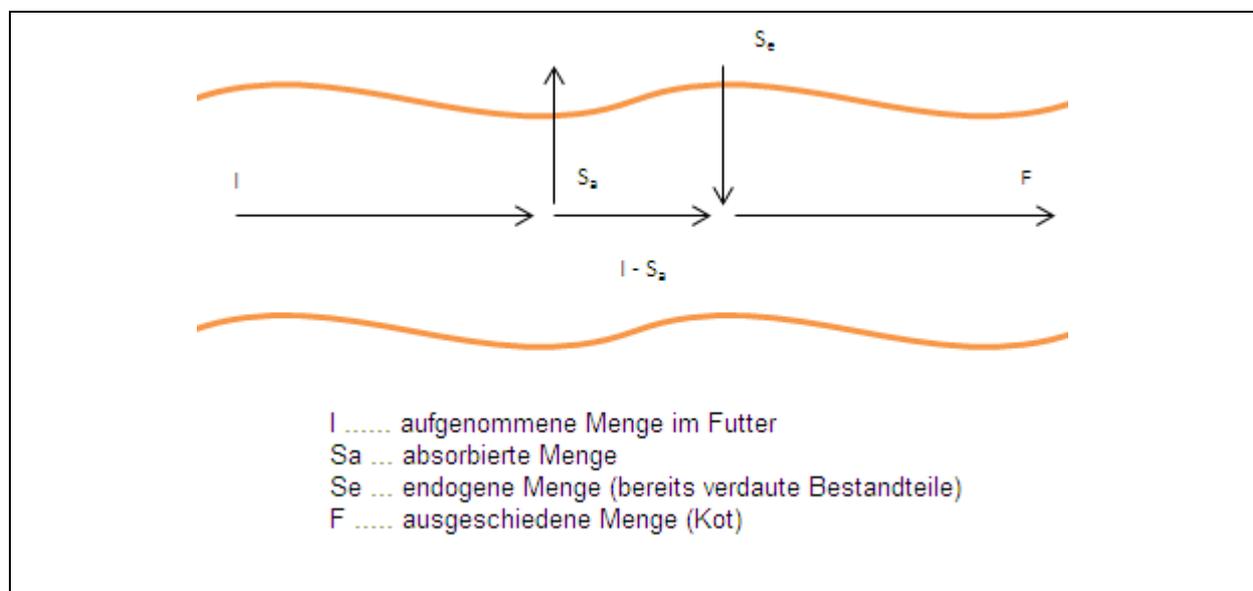


Abbildung 3: Schematische Darstellung der „Verdaulichkeit“

(verändert nach KIRCHGEßNER ET AL., 2008)

2.1.3.2 Praecaecale Verdaulichkeit

Im Dickdarm wird endogener Stickstoff und auch Futterstickstoff durch Mikroben verstoffwechselt, wobei Bakterienprotein synthetisiert wird. Dadurch können sich Unterschiede in der Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren von Futter- und Kotmenge (fäkale Verdaulichkeit) zur enzymatischen Verdauung im Dünndarm ergeben. Somit spricht man, bevor der Nahrungsbrei in den Dickdarm gelangt, von der praecaecalen (bzw. ilealen) Verdaulichkeit, welche zur Bewertung der Futteramino­säuren herangezogen wird. Bei Schweinen werden die Versorgungsempfehlungen für

Aminosäuren meistens auf Basis der praecaecalen Verdaulichkeit der AS angegeben [KIRCHGEßNER ET AL., 2008].

2.1.4 Resorption

Unter Resorption versteht man die Überführung der Verdauungsendprodukte aus dem Magen-Darm-Lumen in das Lymph- und Blutgefäßsystem. Somit können die Nährstoffe im Körper als Energielieferanten, Baustoffe für die Synthese verschiedener körpereigener Verbindungen wirksam werden. Resorption kann passiv, aber auch aktiv erfolgen. *Passiver Transport* ist energieunabhängig und folgt chemischen, elektrischen oder osmotischen Gradienten. Eine Überführung von Nährstoffen aus Bereichen mit niedriger Stoffkonzentration in Bereiche mit hoher Stoffkonzentration ist nicht möglich (kein „Bergauftransport“). Passive Transportmechanismen sind Diffusion, Osmose und Bulk flow. *Aktiver Transport* funktioniert nur unter Energieverbrauch (ATP-Spaltung), ermöglicht jedoch einen „Bergauftransport“ [JEROCH ET AL., 2008].

Aminosäuren werden aktiv mittels Carrier resorbiert. Entsprechend der Anzahl an Aminosäuren (20 AS) gibt es mehrere Carrier; solche für basische, saure bzw. neutrale AS-Gruppen. Ort der Resorption ist das Epithel im Magen-Darm-Kanal. Die Aufnahme kann durch die Epithelzellen (transzellulär) bzw. zwischen zwei Zellen (parazellulär) stattfinden. Im Magen von Monogastriern erfolgt nur eine Teilverdauung der Nährstoffe, somit ist der Dünndarm Hauptresorptionsort für Endprodukte der Hauptnährstoffe sowie für Mineralstoffe und Vitamine [JEROCH ET AL., 2008].

2.1.5 Intermediärstoffwechsel des Proteins

Prozesse in einem Organismus, die mit Energiegewinnung und Verwertung zusammenhängen, werden unter dem Begriff Stoffwechsel oder Metabolismus zusammenfasst. Unterteilt wird der Stoffwechsel in Katabolismus (Abbau von Substanzen) und Anabolismus (Syntheseprozess), welche alle im Organismus stattfindenden Prozesse in einem Fließgleichgewicht (Steady state) halten. Auch Körpereiweiß wird ständig auf- und abgebaut. Protein entsteht einerseits aus freien Aminosäuren und andererseits werden beim Abbau dieser Proteine wieder

Aminosäuren frei. Freie Aminosäuren entstehen durch Abbau von Körperproteinen, durch Resorption von Nahrungsproteinen und auch durch Synthese nicht-essentieller Aminosäuren [JEROCH ET AL., 2008].

2.2 Bedarfsnormen für Aufzuchtferkel

Bedarfsnormen für Energie, Rohprotein und Aminosäuren, Mengen- und Spurenelemente sowie Wasser werden im Folgenden kurz erläutert.

2.2.1 Energie

2.2.1.1 Bedarf für die Erhaltung

Der Erhaltungsbedarf entspricht der benötigten Energieversorgung (ME), die im thermoneutralen Bereich bei geringer Bewegungsaktivität für die Aufrechterhaltung der lebensnotwendigen Körperfunktionen notwendig ist. Bei wachsenden Tieren stellt die Ermittlung der ME_m jedoch eine Herausforderung dar; dennoch wird die Gleichung $ME_m = 0,44 * LM^{0,75}$ für Ferkel, Mastschweine und Sauen gleichermaßen verwendet. Bei Ferkel bis 30 kg wird ein Zuschlag von 25 % vorgenommen, welcher auf die bewegungsbedingte Wärmebildung zurückzuführen ist. Somit wird mit der Gleichung

$$ME_m = 0,55 * LM^{0,75}$$

der Erhaltungsbedarf für Ferkel ermittelt. Einfluss auf den Energiebedarf üben Umgebungstemperatur und Aktivität der Tiere aus. Wird die untere kritische Temperatur (UKT) unterschritten, erhöht sich der Energiebedarf für die Erhaltung (ETH) um eine bestimmte Menge ($\text{kJ}/^\circ\text{C}/\text{kg LM}^{0,75}/\text{Tag}$), siehe Tabelle 2. Die obere kritische Temperatur (OKT) spielt eine untergeordnete Rolle, da die produzierte Überwärme ohnehin durch spezielle Regelmechanismen abgegeben wird [GFE, 2006].

Tabelle 2: Untere kritische Temperatur und zusätzlich benötigte Energie für die Erhaltung bei verringerter UKT beim wachsenden Ferkel (GfE, 2006)

Ferkel	UKT (°C)	ETH (kJ/°C/kg LM ^{0,75} /Tag)
Neugeboren	32 – 35	36
2 kg LM	25 – 30	47
5 kg LM	22 – 27	-
Nach dem Absetzen	27 – 30	-
20 kg LM	15 - 19	17 – 21

2.2.1.2 Bedarf für das Wachstum

Für die Ermittlung des Netto-Energiebedarfs ist der Gehalt an Protein und Fett im Körper notwendig, um mit den entsprechenden Teilwirkungsgraden den ME-Bedarf für das Wachstum zu ermitteln. Der Gehalt an Protein und Fett in der Leerkörpermasse (LKM¹), also der Ansatz von Protein und Fett, wurde in verschiedenen Studien ermittelt. Ein Überblick über die mittleren Gehaltswerte dieser Studien ist in Tabelle 3 dargestellt [GfE, 2006].

Tabelle 3: Protein- und Fettgehalte in der Leerkörpermasse von Ferkeln (eigene Darstellung nach GfE, 2006)

LM	Proteingehalt g/kg	Fettgehalt g/kg
bis 10 kg	160 ± 9,6	110
bis 21 kg	166 ± 6,7	.
bei 30 kg	168 ± 6,9	170

Multipliziert man den Gehalt an Protein und Fett mit dem zugehörigen Brennwert (Protein 23,8 kJ/g, Fett 39,7 kJ/g), erhält man den Energiegehalt des Lebendmasse-Zuwachses, auch Energie-Ansatz genannt. Für die ME-Verwertung des Energieeinsatzes wird in den Empfehlungen der GfE (2006) bei Aufzuchtferkeln bis 30 kg LM keine Unterscheidung in Protein- und Fettansatz unternommen. Somit wird für die Versorgungsempfehlungen ein gemeinsamer Teilwirkungsgrad für Wachstum (k_{pf}) von 0,73 unterstellt. Mit diesen Grundlagen ergeben sich für Aufzuchtferkel jene Versorgungsempfehlungen an ME (MJ/Tag), wie sie in Abhängigkeit von Lebendmasse (LM) und Höhe des Lebendmassezuwachses (LMZ) in Tabelle 4 aufgelistet sind [GfE, 2006].

¹ LKM: Lebendmasse minus Inhalt von Magen, Darm, Harn- und Gallenblase.

Tabelle 4: Versorgungsempfehlung Umsetzbare Energie
für Aufzuchtferkel in MJ/Tag (GFE, 2006)

LMZ (g/d)	LM (kg)					
	5	10	15	20	25	30
100	2,9	4,3				
200	4,1	5,5				
300	5,2	6,7	8,0	9,3		
400		7,9	9,3	10,6	11,9	13,2
500		9,1	10,6	12,0	13,4	14,7
600			11,8	13,3	14,8	16,2
700				14,7	16,2	17,7
800					17,7	19,3

2.2.2 Rohprotein und Aminosäuren

Wurden früher die Versorgungsempfehlungen für Protein und Lysin anhand ihres Bruttogehalts im Futter angegeben, erfolgt dies nun als praecaecal verdauliche Aminosäuren (pcv AS). In der praecaecalen Verdaulichkeit der Aminosäuren (pcVQ) ist auch der futterspezifische Einfluss auf die Aminosäuren-Gesamtverwertung miteinberechnet [GFE, 2006].

Für die Berechnung der Lysin-Versorgung sind Informationen zum Erhaltungsbedarf sowie zu Zusammensetzung und Menge des Proteinansatzes in Abhängigkeit von der Lebendmasse notwendig. Für andere essentielle Aminosäuren (EAS) gibt es kaum bzw. gar keine Daten über deren Verwertbarkeit, deshalb werden diese in Relation zum Lysin angegeben. Nicht essentielle Aminosäuren (NEAS) werden über den praecaecal-verdaulichen Rohproteingehalt gedeckt. Dazu wird zu den Empfehlungen für die EAS die 2,5 fache Menge an praecaecal-verdaulichem Rohprotein dazugerechnet. Hintergrund ist die Annahme, dass die EAS 40 % der gesamten Körper-Aminosäuren ausmachen und die NEAS 60 % [GFE, 2006].

2.2.2.1 Bedarf für die Erhaltung

Der Erhaltungsbedarf berechnet sich aus der Summe aller N-Verbindungen, die zur Aufrechterhaltung des Organismus und seiner Funktionen notwendig sind. Zu beachten sind auftretende Verluste, welche durch ständigen Proteinturnover bzw. endogene Ausscheidungen auftreten. Generell gestaltet sich die Ermittlung des

Erhaltungsbedarfs bei wachsenden Tieren schwierig, deshalb wird sie teilweise mit ausgewachsenen Tieren ermittelt und in Relation zur metabolischen Lebendmasse ($LM^{0,75}$) angegeben [GFE, 2006].

2.2.2.2 Bedarf für das Wachstum

Oberstes Ziel der Ferkelaufzucht ist eine gute Wachstumsleistung, verbunden mit bestmöglichem Proteinansatz. Zur Ermittlung des Protein- und Aminosäurenansatzes werden Ergebnisse aus Ganzkörperanalysen von Schweinen mit unterschiedlicher Lebendmasse verwendet. In Tabelle 5 sind Gehalte ausgewählter AS in der Leerkörpermasse in g/16 g N aufgelistet. Die Konzentration der einzelnen Aminosäuren im Körperprotein verändert sich während der Ferkelaufzucht kaum. Mit zunehmender Lebendmasse kommt es zu einer Reduzierung des Gehaltes von Isoleucin und Valin bzw. zu einer Erhöhung von Leucin und Lysin [GFE, 2006].

Tabelle 5: Aminosäuren in der Leerkörpermasse
(g / 100 g XP)

LM (kg)	5 – 15	15 – 25
Ile	3,7	3,5
Leu	6,8	7,1
Lys	6,3	6,8
Met	2,0	2,0
Phe	3,7	3,7
Thr	3,7	3,7
Trp	1,1	1,2
Val	4,8	4,5
Arg	6,5	6,5
His	2,6	2,6

Bei der Verwertung des pcv Lysins nimmt man für die Versorgungsempfehlungen eine lineare Beziehung zwischen AS-Aufnahme und Proteinansatz an. So wird beim Wachstum eine durchschnittliche pcv Lysin-Verwertung von 63 % angenommen; dabei wird ein mittlerer Lysin-Gehalt von 7,2 g/16 g N Retention² unterstellt. Empfehlungen für die AS-Versorgung der anderen EAS werden in Relation zum Lysin (Lys = 100) angegeben, da es kaum Daten zu ihrer Verwertung gibt. In Tabelle 6 ist das Verhältnis zwischen Lysin und den anderen EAS angegeben; zum einen

² Retention: Überführung von Elementen in Körpersubstanz und Milch (GFE, 2006)

das AS-Muster im Proteinzuwachs und zum anderen die Ableitung für die Versorgungsempfehlungen mit unterschiedlichen Werten bei Methionin + Cystein, Threonin und Tryptophan [GfE, 2006].

Tabelle 6: Verhältnis von Lys (=100) zu anderen EAS
im Protein des LM-Zuwachs und für die Ableitung der Versorgungsempfehlungen (GfE, 2006)

< 30 kg LM	His	Ile	Leu	Met+Cys	Phe+Tyr	Thr	Trp	Val
Im Protein	40	49	100	45	90	52	15	62
Zur Ableitung	40	49	100	50	90	60	17	62

Ausgehend von den Empfehlungen der GfE (2006) für pcv Lysin, welche in Tabelle 7 dargestellt sind, können die Versorgungsempfehlungen der weiteren pcv EAS bestimmt werden.

Tabelle 7: Mindestversorgungsempfehlung an pcv Lys
in g/d (GfE, 2006)

EAS	LMZ (g/d)	LM (kg)					
		5	10	15	20	25	30
Lysin	100	2,1	2,2				
	200	4,0	4,1				
	300	6,0	6,0	6,1	6,2		
	400		8,0	8,1	8,1	8,2	8,3
	500		9,9	10,0	10,1	10,1	10,2
	600			11,9	12,0	12,1	12,1
	700				14,0	14,0	14,1
	800					16,0	16,0

Dabei liegt die Relation von Lysin zu den anderen EAS bei

	0,40	His
	0,49	Ile
	1,00	Leu
1 Lys	:	0,50 Met + Cys
		0,90 Phe + Try
		0,60 Thr
		0,17 Trp
		0,62 Val

Die Versorgungsempfehlung für pcv Rohprotein (siehe Tabelle 8) entspricht der 2,5-fachen Menge an EAS. Dementsprechend sind Rohproteingehalt bzw. Gehalt an pcv AS für die Auswahl von Proteinträgern in der Rationsgestaltung entscheidend [GfE, 2006].

Tabelle 8: Versorgungsempfehlung für pcv XP
in g/d

LMZ (g/d)	LM (kg)					
	5	10	15	20	25	30
100	30					
200	58	59				
300	85	87	88	89		
400	93	114	116	117	118	
500		142	143	145	146	148
600			171	172	174	176
700			199	200	202	204
800					229	232

2.3 Reaktionen auf unterschiedliche Versorgung

Idealerweise sollte genau jene Menge an Aminosäuren resorbiert werden, welche dem Aminosäurebedarf entspricht („ideales Protein“) [JEROCH ET AL., 2008]. Proteinmangel, Unterversorgung mit einzelnen essentiellen Aminosäuren, Proteinüberschuss oder Imbalancen zwischen Aminosäuren führen zu verschiedenen Reaktionen beim wachsenden Individuum [KIRCHGESSNER ET AL., 2008].

Vermindertes Wachstum bzw. verminderte Leistung der Tiere und auch Immunschwächen können als Folge von mangelnder Proteinzufuhr auftreten [KIRCHGESSNER ET AL., 2008] bzw. können niedrige Zuwachsraten Folge einer verringerten Proteinsynthese sein, wenn z.B. eine Aminosäure fehlt [JEROCH ET AL., 2008]. Proteinüberschuss gleichen die Leber durch erhöhte Harnstoffsynthese und die Niere durch erhöhte Harnstoffausscheidung aus. Aufgrund dieser internen Regelmechanismen stellt eine Proteinüberversorgung für kurze Zeit kein Problem dar. Eine daraus resultierende erhöhte Calciumausscheidung über die Niere sowie ökologische und ökonomische Gründe sprechen gegen eine längerfristige Proteinüberversorgung. Sind im Vergleich zum idealen Protein einzelne Aminosäuren im Überschuss vorhanden oder es fehlen limitierende Aminosäuren, dann spricht man von Imbalancen zwischen Aminosäuren. Letzteres kann durch Ergänzung der fehlenden Aminosäuren abgeholfen werden. Während sich Lysindefizite auf das Wachstum, jedoch nicht auf die Futteraufnahme auswirken, kommt es bei Tryptophanmangel zu einer Verringerung bei Wachstum und Futteraufnahme. Andererseits können bestimmte Aminosäuren (z.B. Methionin, Cystein) bei einer Überversorgung toxische Wirkungen zeigen [KIRCHGESSNER ET AL., 2008, JEROCH ET AL., 2008].

2.4 Die Biologische Landwirtschaft

2.4.1 Allgemeines

Die Grundlage der *ökologischen/biologischen Produktion* für die Herstellung von hochwertigen Nahrungsmitteln und anderen landwirtschaftlichen Erzeugnissen bilden

- umweltschonende Produktionsmethoden,
- hohe Artenvielfalt,
- Schutz der natürlichen Ressourcen und
- hohe Tierschutzstandards in möglichst lokal organisierten landwirtschaftlichen Systemen [EUROPÄISCHE UNION, 2007].

Die EU-Bio-Verordnung ist das Regelwerk für biologisch wirtschaftende Betriebe in der gesamten Europäischen Union. Geregelt werden Produktion, Verarbeitung, Kennzeichnung und Kontrolle von Bio-Produkten, wobei die Verordnungen 834/2007 und 889/2008 verpflichtend für Erzeuger und Verarbeiter von Bio-Lebensmitteln gelten.

Grundlage bildet die Verordnung 834/2007, welche Ziele, Grundsätze und Grundregeln der Biologischen Landwirtschaft beinhaltet, um Transparenz, Verbrauchervertrauen und harmonische Sichtweise gegenüber der biologischen Produktion zu erreichen [EUROPÄISCHE UNION, 2007]. Die dazugehörigen Durchführungsvorschriften sind in der Verordnung 889/2008 enthalten. Beide Verordnungen gelten seit 01. Jänner 2009 [EUROPÄISCHE UNION, 2008^{AB}].

Sind bestimmte Bereiche in der EU-Bio-Verordnung nicht geregelt, so kann man diese, wenn es nationale Vorgaben gibt, im Österreichischen Lebensmittelbuch Kapitel A8 (Codex Elementarius Austriacus) finden. Weiters gibt es verschiedene nationale Bio-Verbände, welche eigene Standards für ihre Mitglieder festlegen können, z.B. Bio AUSTRIA-Produktionsrichtlinien [Bio-Austria, 2010].

Durch die EU-Bio-Verordnung ist auch geregelt, dass von einer staatlich anerkannten Kontrollstelle mindestens einmal pro Jahr ein Kontrollbesuch durchgeführt werden muss [EUROPÄISCHE UNION, 2008^A].

2.4.2 Fütterung von Schweinen in der Biologischen Landwirtschaft

Prinzipiell erfolgt die Fütterung mit biologisch erzeugten Futtermitteln, damit die Tiere und deren Produkte als biologische Produkte vermarktet werden können (Tabelle 9). Bis 31. Dezember 2011 durfte in der Ration 5 % konventionelles Futter eingesetzt werden, sofern eine Versorgung mit biologischen Futtermitteln nicht gewährleistet werden konnte. Dabei darf der zulässige Anteil nichtbiologischer Futtermittel in der Tagesration jedoch nicht mehr als 25 % der Trockenmasse betragen. Zudem dürfen nur nichtbiologische Futtermittel-Ausgangserzeugnisse pflanzlichen und tierischen Ursprungs eingesetzt werden, wenn sie in Anhang V der Verordnung 889/2008 aufgelistet sind. Diese Regelung endete mit 01.01.2012; seither dürfen keine konventionellen Futtermittel in der Bio-Schweine-Fütterung eingesetzt werden [EUROPÄISCHE UNION, 2008^A]. Diese Bestimmung der Verordnung gilt laut Erlass vom Bundesministerium für Gesundheit derzeit für Österreich nicht [BMG, 2011].

Biologische Futtermittel-Ausgangserzeugnisse tierischen und mineralischen Ursprungs und Futtermittelzusatzstoffe sowie Verarbeitungshilfsstoffe können nur verwendet werden, wenn sie in Anhang V bzw. in Anhang VI der Verordnung 889/2008 aufgelistet sind. Geregelt wird in der EU-Bio-Verordnung noch die Mindestsäugezeit von 40 Tagen und dass zusätzlich zur Tagesration frisches, trockenes oder siliertes Raufutter angeboten werden muss. Befindet sich ein Betrieb in der Umstellungsphase, dürfen max. 30 % der Ration Umstellungsfutter sein [EUROPÄISCHE UNION, 2008^A]; stammen die Umstellungsfuttermittel vom eigenen Betrieb, kann dieser Anteil auf 100 % erhöht werden [EUROPÄISCHE UNION, 2008^B].

Tabelle 9: Schweinefütterung laut Verordnung 889/2008 und 1254/2008

Tierkategorie	Anforderung
Schweine	Prinzipiell: alle Futtermittel aus Biologischer Landwirtschaft
Schweine	Max. 5 % nichtbiologische Futtermittel in der Ration noch bis 31.12.2011 gestattet (sofern in Anhang V der Verordnung 889/2008 gelistet) max. 25 % nichtbiologische Futtermittel in der Tagesration ab 01.01.2012: 100 % biologische Futtermittel in der Ration
Schweine	Max. 30 % Umstellungsfuttermittel in der Ration, 100 % wenn aus dem eigenen Betrieb
Schweine	Zusätzlich zur Tagesration frisches, trockenes oder siliertes Raufutter anbieten
Saugferkel	Säugezeit mindestens 40 Tage

2.5 Platterbse als Futtermittel

2.5.1 Allgemeines

Platterbse (*Lathyrus sativus L.*) [engl. grass pea] kann auch als chickling vetch, indian vetch, khesari, batura, guaya, san li dow oder matri bezeichnet werden [KUMAR ET AL., 2011].

Die Platterbse ist eine wichtige Pflanze in ressourcenarmen Ländern, dort gibt es große semi-aride Flächen und andere Hülsenfrüchte können aufgrund des Wassermangels nicht wachsen. Zudem ist Platterbse eine widerstandsfähige Pflanze, welche nicht anfällig gegenüber Krankheiten ist [YIHALEM UND WUDE, 2009]. Sie spielt eine ökonomisch bzw. ökologisch wichtige Rolle in Süd-Asien und Sub-Sahara-Afrika, weniger in Zentral- bzw. West-Asien, Nord-Afrika, Süd-Europa und Süd-Amerika [KUMAR ET AL., 2011].

Die weltweite Anbaufläche beläuft sich auf 1,5 Mio Hektar (hauptsächlich Süd-Asien und Sub-Sahara-Afrika) mit einer jährlichen Produktion von 1,2 Mio. Tonnen [KUMAR ET AL., 2011].

Geringe landwirtschaftliche Inputs und die Tatsache, dass die Platterbse unter ungünstigsten klimatischen Bedingungen einigermaßen gute Erträge bringt, machen sie zu einer wichtigen Körnerleguminose [KUMAR ET AL., 2011].

Sozusagen ist die Platterbse ein Überlebensmittel bei Hunger und Trockenheit, wenn andere Früchte/Lebensmittel nicht wachsen. Eine Überkonsumation kann jedoch zu Neurolathyrismus, einer degenerativen Krankheit des motorischen Nervensystems, führen [FIKRE ET AL., 2008].

2.5.2 Pflanzenbauliche Aspekte

Die Platterbse (*Lathyrus sativus L.*) ist eine einjährige Körnerleguminose und stellt neben Erbse (*Pisum sativum*), Kichererbse (*Cicer arietinum*), Ackerbohne (*Vicia faba*) Linse (*Lens culinaris*), Lupinen (*Lupinus*) und Saatwicke (*Vicia sativa*) eine der wichtigsten Körnerleguminosen dar [TOKER UND YADAV, 2010, ANDREWS UND HODGE, 2010].

Sie zählt zur Familie der Fabaceae (Leguminosen), zur Unterfamilie der Papilionoideae (Schmetterlingsblütler) und zum Tribus Viciae [CAMPBELL, 1997]. Diese brauchen während der vegetativen Wachstumsphase kühle Bedingungen [TOKER UND YADAV, 2010] und sind sogenannte C₃-Pflanzen, welche mit Rhizobien (Knöllchenbakterien) zur Fixierung von atmosphärischem Stickstoff assoziiert sind [ANDREWS UND HODGE, 2010].

Die Platterbse ist eine vielverzweigte, hochwachsende oder kletternde, einjährige krautige Pflanze mit einer gut entwickelten Pfahlwurzel. An den dicht gruppierten Wurzeln befinden sich die zylindrischen, verzweigten Knöllchen der Rhizobien. Der Stängel ist schmal, 25 – 60 cm lang, viereckig und hat Randflügel. Die markanten Nebenblätter sind dreiseitig bis eiförmig und haben einen Anhang am Grund. Gegenständig sind 1 – 2 Paar lanzettförmige Blätter mit einer einfach- oder vielverzweigten Ranke angeordnet. Sie sind ganzrandig, stiellos, am Grund keilförmig und am Ende spitz. Die Blüten wachsen einzeln aus der Blattachse, sind etwa 1,5 cm lang und können hellblau, rötlich, rot, pink oder weiß sein. Die Samenhülse ist länglich, flach und über den Samen ausgebaucht, etwa 2,5 – 4,5 cm lang und 0,6 – 1,0 cm breit und beinhaltet 3 – 5 schmale Samen. Diese sind 4 – 7 mm groß, eckig und keilförmig, weiß, braun/grau oder gelb, gefleckt oder gesprenkelt. Das Hilium ist elliptisch und die Keimblätter gelb bis blassrosa-gelb. Die Keimung erfolgt hypogäisch [CAMPBELL, 1997]. In Abbildung 4 ist die Platterbse schematisch und in einer Aufnahme aus Äthiopien dargestellt.

Nach TOKER UND YADAV (2010) stammt die Platterbse von der genetisch am nächsten, wilden Sorte *Lathyrus cicera* L. (Rotblühende Platterbse nach FREYER ET AL., 2005) ab. Diese ist dürre- und kälteresistenter als die Platterbse; dies ist vermutlich auf das ursprüngliche Vorkommen der Platterbse in geringen Höhenlagen bei milderem Wintern zurückzuführen. Nach TALUKDAR (2009) wird die Platterbse seit etwa 8.000 Jahren kultiviert.



Abbildung 4: Platterbse (*Lathyrus sativus* L.)
 links: schematische Darstellung nach WIKIPEDIA, 2011
 rechts: ZOLLITSCH, 2011

Platterbse ist tolerant gegenüber Dürre und extremen Temperaturen und hat eine hohe Anpassungsfähigkeit, was ihr ein Überleben bei wechselndem Klima ermöglicht [TOKER UND YADAV, 2010, GURUNG UND PANG, 2011 KUMAR ET AL., 2011]. Bezüglich Nässe gehen die Meinungen auseinander: BHATTACHARYA A. UND VIJAYLAXAMI (2010) schreiben, dass Platterbse empfindlich auf vorübergehende Staunässe reagiert, SINGH ET AL. (2010), dass Platterbse, eine Pflanze aus trockenen Gebieten, Nässestress besser tolerieren kann als die Erbse (*Pisum sativum*) und nach YIHALEM UND WUDE (2009) wächst sie auch auf Rest-Nässe, unter anderem nach Reis.

Nach TOKER UND YADAV (2010) ist eine Niederschlagsmenge von 380 – 650 mm optimal für die Entwicklung der Platterbse. FREYER ET AL. (2005) geben über 450 mm Niederschlag an und YAN ET AL. (2006), dass unter 250 mm Niederschlag kein Problem für die Entwicklung darstellen.

Die Platterbse wächst unter Stress-Bedingungen in ariden Regionen (China, Süd-Asien, Mittlerer Osten, Nord-Afrika) und ist tolerant gegenüber Dürre und extremem Regenfall. Sie verträgt mäßigen Nährstoffgehalt, wächst auf verschiedenen

Bodentypen und hat ein durchdringendes Wurzelsystem. Zu erwähnen ist eine hohe Stickstoff-Fixierungsrate [VAZ PATTO ET AL., 2006, KUMAR ET AL., 2011, YAN ET AL., 2006]; nach KUMAR ET AL. (2011) sind es 108 – 125 kg Stickstoff je Hektar.

Eine wichtige Komponente für eine nachhaltige Landwirtschaft ist die Resistenz gegenüber Krankheiten und Schädlingen, wie Echter Mehltau (*Erysiphe pisi*), Falscher Mehltau (*Peronospora lathyri-palustris*), Brennfleckenkrankheit (*Mycosphaerella pinodes*) und Fusarien (*Fusarium oxysporum*). Eine Teil-Resistenz besteht gegenüber Rost (*Uromyces ssp.*) bzw. Fransenflügler (Thysanoptera) und keine Resistenz gegenüber der Kerbigen Sommerwurz (Orobranche crenata), einem Parasiten, der Leguminosen befällt [VAZ PATTO ET AL., 2006].

2.5.3 Gesetzliches

Aufgrund des ODAP-Gehalts durfte die Platterbse in vielen Ländern nicht angebaut und in Verkehr gebracht werden. Trotzdem ist sie immer kultiviert worden, wenn auch in vernachlässigbaren Mengen [CAMPBELL ET AL., 1994]. Trotz Verboten wird Platterbsen-Mehl in Südasiatichen Ländern (u.a. Indien) häufig als billige Zutat zu Kichererbsen-Mehl gemischt, somit kommt es zu einem ungewollten, unbewussten Konsum von Platterbse [KUMAR ET AL., 2011].

2.5.4 Futterwert der Platterbse

2.5.4.1 Proteingehalt

In Tabelle 10 sind Rohproteingehalte (XP) nach verschiedenen Autoren angeführt. Die Schwankungsbreite des Rohproteingehalts ist enorm; er schwankt zwischen 18,2 % [WILLIAMS ET AL., 1994] und 41,0 % [TARADE ET AL., 2007]. Nach KUMAR ET AL. (2011) kann die Platterbse einen Rohproteingehalt von 24,0 - 31,0 % aufweisen, nach FIKRE ET AL. (2008) liegt dieser zwischen 21,0 – 25,0 % XP und nach SAMMOUR ET AL. (2007) zwischen 28,7 – 41,0 % XP. Rohproteingehalte aus weiteren Publikationen können Tabelle 10 entnommen werden.

Tabelle 10: Rohproteingehalt der Platterbse
nach verschiedenen Autoren (eigene Darstellung)

	Rohproteingehalt (% XP)		
KUMAR ET AL., 2011	24,0	-	31,0
FIKRE ET AL., 2008	21,0	-	25,0
SAMMOUR ET AL., 2007	28,7	-	41,0
TARADE ET AL., 2007			31,0
URGA ET AL., 2005	27,3	-	32,0
FREYER ET AL., 2005			24,7
GATTA ET AL., 2002	23,0	-	29,9
MONSOOR UND YUSUF, 2002	28,6	-	31,2
SNEYD, 1995			25,0
ALETOR ET AL., 1994			32,5
SMARTT ET AL., 1994			27,0
WILLIAMS ET AL., 1994	18,2	-	34,6
ROTTER ET AL., 1991	25,6	-	28,4
LINDNER, 1990	24,5	-	28,0
RAHMAN ET AL., 1974			31,6

2.5.4.2 Aminosäuregehalt

In Tabelle 11 ist der Aminosäuregehalt der Platterbse nach verschiedenen Autoren dargestellt. Den Angaben aus der Literatur zufolge, treten bei den Aminosäuregehalten starke Schwankungen auf. Nach FIKRE ET AL. (2008) sind die Samen der Platterbse reich an essentiellen Aminosäuren, v.a. an Lysin, jedoch arm an S-haltigen Aminosäuren, wie Methionin und Cystein. Nach WILLIAMS ET AL. (1994) beträgt die Konzentration an limitierenden Aminosäuren (in % des gesamten Samen) für Lysin und Cystein 2,09 %, für Methionin 0,54 %, für Threonin 0,65 % und für Tryptophan 0,11 %. Nach LINDNER (1990) ist in den Samen kaum Cystein und Methionin bzw. gar kein Tryptophan enthalten, jedoch Lysin in hohen Mengen.

Tabelle 11: Aminosäuregehalt der Platterbse
nach verschiedenen Autoren (eigene Darstellung)

	I	II	III
	g / 100 g Samen	g / 100 g XP	g / 100 g XP
Valin	0,77		4,78
Leucin	1,19		6,71
Isoleucin	0,52		4,17
Threonin	0,59	1,09	3,77
Methionin	0,11	0,27	0,53
Lysin	1,05	1,92	6,48
Phenylalanin	0,85		3,79
Tryptophan			
Arginin	1,39		5,98
Cystein		0,41	

I: FIKRE ET AL., 2008: Mittelwerte aus 9 verschiedenen Lathyrus sativus – Genotypen; II: ROTTER ET AL., 1991; III: YAN ET AL., 2006 : Mittelwerte nach LOW ET AL. 1990^A, CAI ET AL. 1984, LATIV ET AL. 1975, KUO ET AL. 1995, RONDA LAIN ET AL. 1963

2.5.4.3 Begleit- und Hemmstoffe

Platterbse enthält neben β -N-Oxalyl-L- α , β -Diaminopropionacid, kurz ODAP, noch Trypsin-Inhibitoren, Chymotrypsin-Inhibitoren, Amylase-Inhibitoren, Lecitine, Tannine, Phytate sowie Phenole und Oligosaccharide [URGA ET AL., 2005, HANBURY ET AL., 2000, CAMPBELL, 1997]. Im Folgenden wird näher auf den ODAP-Gehalt eingegangen, da er für die vorliegende Arbeit von besonderer Bedeutung ist.

In Tabelle 12 ist der Gehalt an ODAP der Platterbse nach verschiedenen Autoren dargestellt. ODAP ist ein antinutritiver Inhaltsstoff, welcher v.a. beim Menschen die normale Funktion der nerval-bedingten Fußbewegungen beeinflusst und irreversible spastische Lähmungen in den Hinterextremitäten verursacht [URGA ET AL., 2005, WILLIAMS ET AL., 1994, SMARTT ET AL., 1994]. Nach FIKRE ET AL. (2008), TOKER UND YADAV (2010), YAN ET AL. (2006) variiert der ODAP-Gehalt, abhängig von Genotyp und Umwelteinflüssen (z.B. Wasserstress, Salzgehalt, Trockenheit).

Tabelle 12: ODAP-Gehalt von Platterbse
nach verschiedenen Autoren (eigene Darstellung)

		ODAP-Gehalt
YIHALEM UND WUDE, 2009	g im Korn	0,2 – 0,45
FIKRE ET AL., 2008	mg/g dry seed	0,2 – 5,4
URGA ET AL., 2005	g/100 g T	0,5 – 1,0
HANBURY ET AL., 2000	g / 100 g Samen	0,4 – 7,6
CAMPBELL, 1997	g / 100 g Samen	0,02 – 0,72
KAUL ET AL., 1986	g/100 g Samen	0,45 – 1,04
RATHOD 1989	g /100 g Samen	0,07
BARAT ET AL., 1989	g /100 g Samen	0,1 – 1,0

2.5.4.4 Neurolathyrismus

In PSCHYREMBEL (2001) ist folgender Eintrag zu Neurolathyrismus zu finden:

„Lathyrismus, lathyrism, auch Neurolathyrismus;

Intox. durch in den Samen der Saatplatterbse (*Lathyrus sativus*) u.a. Fabaceae (Leguminosen) vorkommende neurotox. Aminosäuren;

Path/Anat: symmetrische Degeneration der kortikospinalen Bahnen;

Vork: v.a in Indien, Äthiopien, Algerien;

Sympt: spast. Paraplegie, Harninkontinenz, Impotenz und Krämpfe; nach entspr. diätet. Maßnahmen soll es zu einer raschen Besserung kommen.“

Platterbse spielt eine wichtige Rolle in der Human- und Tierernährung, besonders in Hungerszeiten, wenn andere Hülsenfrüchte aufgrund von Dürre, Nässe oder anderen bodenabhängigen Gründen nicht wachsen. Eine Überkonsumation mit diesem Grundnahrungsmittel in einer unausgeglichene Nahrungszusammensetzung über längere Zeit (3 – 4 Monate) verursacht Lathyrismus – Lähmung der Beinmuskulatur, Muskelstarre und Schwäche – bei Menschen und Nutztieren [KUMAR ET AL., 2011].

Wenn über 25 % Platterbse in der Ration vorhanden ist und dies über 45 – 150 Tage konsumiert wird, ist Neurolathyrismus die Folge. Bei höheren Mengen treten bereits nach 20 Tagen Symptome auf. Versuche, die Krankheit einzudämmen, indem Kultivation und Handel von Platterbse verboten wurde, stellten aufgrund fehlender Alternativen keinen Erfolg dar; zudem stand dem Hungertod ein Überleben mit eventuellen Lähmungserscheinungen gegenüber [SMARTT ET AL., 1994].

Nach LINDNER (1990) tritt die Krankheit dann auf, wenn 30 – 50 % der Ration aus Platterbse-Samen besteht, kaum anderes Protein in der Ration vorhanden ist und dies über 3 – 6 Monate konsumiert wird.

Lathyrismus kommt in vielen Teilen der Welt vor, v.a. dort, wo Platterbse kultiviert wird, wie Indien, Bangladesh, Äthiopien und Nepal [HUGON ET AL., 2000]. Dabei treten Einzelfälle das ganze Jahr über auf, Massenerkrankungen meist nur bei Lebensmittelknappheit [YIHALEM UND WUDE, 2009].

2.5.5 Verbesserung des Futterwertes

2.5.5.1 Züchterische Verbesserungen

In Süd- und West-Asien werden vermehrt Pflanzen mit niedrigem ODAP-Gehalt und hohen Erträgen gezüchtet, damit die Platterbse als Nahrungsmittel und Futterpflanze unbedenklicher wird [MATHUR ET AL., 2005].

Nach SMARTT ET AL. (1994) sollen Linien mit niedrigem ODAP-Gehalt gezüchtet werden, deren Gehalt nicht die Symptome von Neurolathyrismus verursacht.

TADESSE (2003) hat einen Versuch zur Stabilität von Platterbse-Sorten bzgl. ODAP-Gehalt und Kornertrag in Äthiopien durchgeführt. Das Ergebnis führte zu Unterschieden im ODAP-Gehalt (0,3-0,5 %) und im Kornertrag (0,32-3,0 t/ha) bei unterschiedlichen Umwelten. Demzufolge haben Genotyp, Umwelt und deren Interaktionen Einfluss auf ODAP-Gehalt und Kornertrag, d.h. stabiler Kornertrag bedeutet keinen stabilen ODAP-Gehalt und umgekehrt.

Aufgrund der Unbeständigkeit des ODAP-Gehaltes konnte bisher keine verbesserte Sorte aus dem Genotypen-Pool der Platterbse entwickelt werden. Deshalb wurde Platterbse mit weniger als 100 mg ODAP pro 100 g Samen (0,1 %) vegetativ mittels vegetativer Techniken nach ICARDA vermehrt. Es wurden agronomische Leistungen und ODAP-Gehalt von ICARDA-Linien sowie von lokalen Sorten erhoben. Anhand der Versuchsergebnisse wurde gezeigt, dass vegetative Vermehrung erfolgsversprechend in der Entwicklung von Platterbse-Sorten mit einem, für die Humanernährung sicheren ODAP-Gehalt (unter 0,2%) sein kann [TSEGAYE ET AL., 2005].

YIHALEM UND WUDE (2009) evaluierten den ODAP-Gehalt in Futter, Korn und Stroh von verschiedenen Platterbse-Sorten. Hintergrund dieser Arbeit war, dass ein niedriger ODAP-Gehalt in ressourcenarmen Ländern wichtig für die Erzeugung von proteinreicher Nahrung und nahrhaftem Futter ist.

2.5.5.2 Thermische Behandlung

Durch verschiedene Zubereitungsarten entstehen unterschiedliche Platterbse-Produkte. Je nach Art und Weise der Zubereitung (einweichen, kochen) werden die Platterbse-Samen entgiftet. Ein zusätzlicher Wasserwechsel während des Einweich- oder Kochvorgangs verstärkt die Entgiftung [SMARTT ET AL., 1994].

Werden die Samen in Wasser gekocht bzw. die Samen geröstet, wird ein großer Teil der toxischen Stoffe entfernt. Dabei verringert sich der Proteingehalt etwas, B-Vitamine jedoch zu 80 – 85 % (Ersatz notwendig) [Lindner, 1990].

TARADE ET AL. (2007) haben sich mit Methoden zur Reduktion des ODAP-Gehaltes auseinandergesetzt. Der Versuch erfolgte zum einen unter isothermischen Bedingungen bei 60 – 120 °C und zum anderen im offenen Topf, im Dampfkochtopf und in einem speziell entwickelten Langsamkochtopf („EcoCooker“). Durch Kochen der Samen für eine Stunde bei pH 8 in siedendem Wasser konnte der ODAP-Gehalt um 57 % gesenkt werden. Durch zusätzliches Einweichen der Samen vor dem Kochen erfolgte eine Reduktion um bis zu 67 %. Das Rösten der Samen bei 150 °C führte zu einer Verringerung von 82 % [TARADE ET AL., 2007]. Nach KUO ET AL. (1995^A) verringerte sich der ODAP-Gehalt durch Vergären um 80 – 90 %. Im Vergleich zum Einweichen in Trinkwasser, lag der Verlust in frisch gekochtem Wasser, Laugen- und Tamarindenlösung bei 65 – 70 % [SRIVASTAVA UND KHOKHAR, 1996].

2.5.6 Fütterungsversuche mit der Platterbse

In den letzten Jahren wurden verschiedene Fütterungsversuche bzgl. des Einsatzes von Platterbse bei verschiedenen Tierkategorien durchgeführt. Prinzipiell wurden Einsatzmenge und damit verbundene Auswirkungen auf die Tiergesundheit untersucht.

BUDAĞ ET AL. (2009) wiesen nach, dass Platterbse bei Lämmern keine negativen Auswirkungen auf die Leber hat und dass es bei Wiederkäuern zu einer Inaktivierung des antinutritiven Inhaltsstoffes ODAP kommt. Da der Proteinstoffwechsel nicht beeinflusst wurde, trotz antinutritiver Inhaltsstoffe keine Leberprobleme auftraten und auch die Triglyceringehalte im Blut nicht verändert waren, schlussfolgern die Autoren, dass die Samen der Platterbse eine gute Alternative als Protein- und Energiequelle für Lämmer darstellen.

SMULIKOWSKA ET AL. (2008) beschäftigten sich mit dem Nährstoffgehalt einer Platterbsensorte (*Lathyrus sativus* var. *Krab*) und 3 Mutanten davon. Untersucht wurden Knochenaschegehalt und Bruchfestigkeit der Tibia (Schienbein). Bei Mastgeflügel konnten keine Unterschiede bei Knochenaschegehalt bzw. Bruchfestigkeit festgestellt werden. Jedoch wurden bei 4 Tieren, denen die Ausgangssorte (*Lathyrus sativus* var. *Krab*) gefüttert wurde, Knochen- und Muskeldeformationen festgestellt, was Indizien für Neurolathyrismus sind. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die mutagenen Veränderungen der Platterbse sich positiv auf den Futterwert der Samen auswirkt.

HANBURY ET AL. (2000) stellen fest, dass die Anfälligkeit der einzelnen Tierkategorien gegenüber Lathyrismus nicht verallgemeinert werden kann. Bestätigt wurde, dass Pferde und junge Tiere anfälliger gegenüber Lathyrismus sind als andere Tiere. Ältere Studien zu Fütterungsversuchen mit Platterbse sind dabei jedoch kritisch zu betrachten, da die Präsenz bzw. die Rolle von ODAP bis in die 1960er Jahre noch nicht bekannt war. Den Autoren zufolge ist es bei Geflügel, Schweinen und Schafen durchaus möglich, 30, 40 bzw. bis zu 70 % Platterbse in der Ration zu füttern, ohne dass Symptome von Lathyrismus bzw. Wachstumsverluste auftreten. Den Autoren zufolge kann Lathyrismus sowohl bei Monogastriern und Wiederkäuern vorkommen. Ob sich dies durch *Lathyrus* ssp. Linien mit niedrigem ODAP-Gehalt vermeiden lässt und wie hoch eine für Tiere ungefährliche ODAP-Dosis sein kann, ist ungewiss.

FARHANGI (1996) untersuchte ebenfalls, inwiefern die Aktivität von Pansen-Mikroorganismen sich auf den ODAP-Gehalt auswirkt. Dazu wurden Platterbse-Samen in den Pansen von Schafen eingelegt und bereits nach 4 Stunden war der ODAP-Gehalt um mehr als 90 % verringert. KUO ET AL. (1995^C) untersuchten, inwiefern Pansen-Mikroorganismen ODAP-Gehalte reduzieren können. Dabei

wurden Platterbse-Samen mit *Aspergillus oryzae* bzw. *Rhizopus oligosporus* fermentiert. Nach 48 Stunden war mehr als 90 % des ODAP-Gehalts reduziert.

Nach CAMPBELL ET AL. (1994) treten keine Symptome von Lathyrismus auf, wenn Platterbse mit einem ODAP-Gehalt von 0,08 % und einem Rationsanteil von 50 – 80 % über 180 – 250 Tage an Esel, Schweine und Schafe verfüttert wird.

ROTTER ET AL. (1991) fütterten Rationen mit 20 – 80 % Platterbse und hohen (0,27 %), mittleren (0,22 %) und niedrigen (0,13 %) ODAP-Gehalten an diverses Geflügel. Mit steigendem Gehalt an Platterbse waren Zunahmen, Futteraufnahme und Futteraufwand verringert. Rationen mit hohen ODAP-Gehalten führten ebenfalls zur verringerten Zunahme, Futteraufnahme und Futteraufwand.

LOW ET AL. (1990^B) untersuchten, welche Auswirkungen es hat, wenn an Geflügel vier Wochen lang 82 % Platterbse mit niedrigem ODAP-Gehalt (0,13 %) in der Ration gefüttert wird. Trotz hohen Platterbse-Gehalten konnten bei keinem der Tiere Symptome bzgl. Lathyrismus entdeckt werden.

In der Literatur gibt es kaum Arbeiten, die den Einsatz der Platterbse an Schweinen untersuchen.

CASTELL ET AL. (1994) führten verschiedene Versuche an wachsenden Schweinen durch. An Aufzuchtferkel (15 – 35 kg) wurde bis zu 40 % Platterbse mit einem hohen ODAP-Gehalt (0,3 %) verfüttert. Ergebnis dieser Studie ist, dass sich bei hohem Platterbse-Anteil in der Ration die Tageszunahmen (25 %), der Futteraufwand (10 %) und die Futteraufnahme (19 %) verringerten. Bei Mastschweinen wurde Platterbse mit hohem (0,27 %) und niedrigem (0,09 %) ODAP verfüttert. Mit steigendem Platterbse-Gehalt (bis 30%) verringerten sich die Tageszunahme und die Futteraufnahme. Bei hohem ODAP-Gehalt kam es zu einer signifikanten Verringerung der Tageszunahme und Futteraufnahme, unabhängig von der Menge an Platterbse. Zusammenfassend erwähnen die Autoren, dass die Menge an Platterbse einen größeren Einfluss als der ODAP-Gehalt hat, wobei u.a. auch andere ANFs die Wachstumsrate mitbeeinflussen.

3 Tiere, Material und Methoden

Der Ferkelaufzuchtversuch wurde im Versuchsstall des LFZ Raumberg-Gumpenstein, am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, 4600 Thalheim/Wels, Austraße 10, in vier aufeinanderfolgenden Durchgängen mit je vier unterschiedlichen Versuchsgruppen durchgeführt.

3.1 Tiere und Haltungssystem

Im Laufe des Versuches wurden insgesamt 152 Ferkel von 243 zur Auswahl stehenden Tieren aufgezogen, welche aus der Kreuzung [Edelschwein * Landrasse] * [Pietrain * Duroc] hervorgegangen sind. Die Tiere stammten von 19 Sauen, aus insgesamt 23 Würfen vom Versuchsstall des LFZ-Raumberg-Gumpenstein in Thalheim/Wels. Etwa mit dem 40. Lebenstag wurden die Ferkel abgesetzt, gewogen und es wurde ihnen Blut zur Ermittlung des Haptoglobingehaltes (Entzündungsmarker) entnommen. Anhand von Lebendmasse, Haptoglobingehalt (mg/ml Blutserum), Wurfzugehörigkeit und Geschlecht wurden die Ferkeln dann in vier Gruppen eingeteilt und in der jeweiligen Bucht eingestallt. Ferkel mit niedriger Lebendmasse bzw. hohem Haptoglobingehalt wurden nicht für den Versuch verwendet. Mit dem Absetztag begann der Versuch (Tag 0).

Gehalten wurden die Ferkel im Aufzuchtstall in vier nebeneinanderliegenden Buchten mit zugehörigem Auslauf. Eine Innenbucht war 5,5 m * 1,8 m und der Auslauf 3,4 m * 1,8 m groß. Sowohl Stall als auch Auslauf waren mit Stroh eingestreut. Die Entmistung des Auslaufes erfolgte mittels Hoftrac. Dazu wurden die Trenngitter zur Stallmauer hin geöffnet, somit waren die Ferkel im Stall eingesperrt und der Hoftrac konnte in einer durchgehenden Mistachse den Mist entfernen. Der Mist der Innenbuchten wurde per Gabel in die darunterliegende Mistbahn befördert. Danach wurde wieder eingestreut.

In der Mitte der Box stand ein Trockenfutterautomat (Abbildung 5), aus dem die Ferkel das jeweilige Futter ad libitum entnehmen konnten. Sowohl im Stall als auch im Auslauf waren Nippeltränken zur Wasserversorgung angebracht, siehe



Abbildung 5:
Trockenfutterautomat

zwischen männlichen und weiblichen Tieren betrug 0,9 : 1. Insgesamt dauerte ein Versuchsdurchgang 32 Tage (Tabelle 13).

Tabelle 13: Versuchsplan zum Platterbse-Versuch

Futtermittel		KG	V10	V20	V20b
Tiere	n	38	38	38	38
Dauer	d	32	32	32	32
Geschlecht (m/w)	n	18/20	19/19	19/19	16/22
Alter	d	37 - 44	37 - 44	37 - 44	37 - 44
Lebendmasse	kg	12,49 ± 2,01	12,48 ± 2,01	12,47 ± 2,00	12,53 ± 2,00
Substituierte Futtermittel					
- Erbse	%	15,0	8,5	-	-
- Platterbse	%	-	10,0	20	20
- Gerste	%	31,5	28,0	26,5	26,5

3.2.2 Versuchsdurchführung

Am Absetztag und danach in wöchentlichem Abstand wurden die Ferkel gewogen. Dabei wurde auch der Futterverbrauch pro Bucht ermittelt. Zudem wurden zu Versuchsbeginn und am Versuchsende Blutproben zur Ermittlung der Blutparameter Haptoglobin, Albumin, Aspartat-Aminotransferase, Bilirubin, Cholesterin, γ -Glutamyltransferase, Kreatinin, Gesamtprotein und Harnstoff entnommen.

Auf die Abdeckung des jeweiligen Ferkelnestes wurde eine Ferkelliste gelegt, welche mit dem Gruppennamen und den Ohrmarkennummern der zugehörigen Ferkel versehen war. Zu einer besseren Übersicht erhielt jede Gruppe ihre eigene Farbe zugeteilt, mit der Ferkellisten, Futterverbrauchlisten sowie alle Futtermittelsäcke markiert wurden.

Fütterung

Während der Säugezeit erhielten die Ferkel ein herkömmliches, nicht pelletiertes Biofutter (Ferkel-Aufzucht – Alleinfutter für Ferkel, Firma Göweil). Eine Übersicht über die Inhaltsstoffe sind Tabelle 14 zu entnehmen. Laut Herstellerangaben setzt sich das Futter aus den Komponenten Mais, Weizen-/ Dinkelkleie, Erbse, Gerste, Sojakuchen, Sojabohne thermisch behandelt, Bio-Haferflocke, Kartoffeleiweiß, Rapskuchen sowie Weizen/Triticale zusammen.

Tabelle 14: Gehalt an Inhaltsstoffen des Ferkel-Aufzuchtfutters
(Quelle: Firma Göweil)

Inhaltsstoffe	Gehalt in %
Rohprotein	19,9
Lysin	1,1
Rohfaser	5,5
Rohfett	4,6
Rohasche	6,1

In der letzten Woche vor dem Absetzen wurde dieses Ferkelfutter mit dem Futter der späteren Kontrollgruppe im Verhältnis 1:1 vermischt und verfüttert, um die Ferkel an das pelletierte Versuchsfutter zu gewöhnen.

Mit Beginn des Versuchs wurden die Gruppen dann mit dem jeweiligen Futter gefüttert. Der Unterschied zwischen den Rationen bestand darin, dass der Gehalt an Erbse im Kontrollfutter in den Versuchsrationen mit 10 % bzw. 20 % unbehandelter sowie 20 % thermisch behandelter Platterbse ausgetauscht und die jeweilige Ration mittels Gerste ausgeglichen wurde. In der Ration unverändert blieben der Gehalt an Weizen, Sojakuchen, Haferflocken, Trockenmagermilch, Prämix, Weizenkleie und Melasse (siehe Tabelle 15). Die Versuchsrationen V10, V20 und V20b wurden so formuliert, dass der Lysin- und Methioningehalt im Vergleich zur Kontrollgruppe nicht vermindert war (Tabelle 16).

Tabelle 15: Zusammensetzung der einzelnen Versuchsrationen

Futtermittel		KG	V10	V20	V20b
Platterbse	%	-	10,0	20,0	20,0
Erbse	%	15,0	8,5	-	-
Gerste	%	31,5	28,0	26,5	26,5
Weizen	%	22,0	22,0	22,0	22,0
Sojakuchen	%	17,0	17,0	17,0	17,0
Haferflocken	%	6,0	6,0	6,0	6,0
Trockenmagermilch	%	3,0	3,0	3,0	3,0
Prämix	%	2,1	2,1	2,1	2,1
Weizenkleie	%	2,0	2,0	2,0	2,0
Melasse	%	1,4	1,4	1,4	1,4



Abbildung 7: Platterbse-Samen (*Lathyrus sativus L.*)
im Versuch verwendet (Quelle: LFZ Raumberg-Gumpenstein)

Die Platterbse wurde im Rohzustand vom Lagerbetrieb und Biohof Lehner, 2144 Altlichtenwarth, Kaiser Franz Josef Straße 2, Weinviertel bezogen und zur Weiterverarbeitung zur Firma vitakorn Biofuttermittel GesmbH geliefert. Dort wurde die Platterbse für die behandelte Versuchsration einer 30-minütigen hydrothermischen Behandlung bei 100 °C unterzogen. Nach dem Mischen der einzelnen Komponenten erfolgten Pelletierung bei 70 °C für 60 - 80 sec, Abfüllung der abgekühlten Futtermittel in 30 kg Säcke sowie Kennzeichnung des Futters. Diese Prozesse wurden von der Firma vitakorn Biofuttermittel Ges.mmbH, 7023 Pöttelsdorf, Mühlweg 9, durchgeführt. Am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere in Thalheim/Wels wurden die Säcke jeder Gruppe mit einer Sacknummer von 1 – 66 mit der jeweiligen Farbkennzeichnung versehen.

Der errechnete Gehalt an Inhaltsstoffen der Bio-Ferkelaufzuchtfutter ist in Tabelle 16 zusammengefasst dargestellt, wobei sich die Angaben auf Inhaltsstoff pro kg Futter beziehen.

Tabelle 16: Inhaltsstoffgehalt der einzelnen Aufzuchtfuttermittel

Inhaltsstoffe je kg Futter		KG	V10	V20	V20b
Rohprotein	%	17,96	18,87	19,55	19,55
Rohfett	%	3,58	3,50	3,43	3,43
Rohfaser	%	4,76	4,83	4,87	4,87
Energie	MJ ME	13,34	13,36	13,36	13,36
Lysin	%	0,95	1,03	1,10	1,10
Methionin	%	0,26	0,27	0,27	0,27
Methionin & Cystein	%	0,58	0,61	0,63	0,63
Tryptophan	%	0,22	0,23	0,23	0,23

Zu Beginn des Versuches wurden prophylaktisch über 9 Tage Antibiotika verabreicht, um Beeinflussungen des Versuches durch allfällig auftretenden Durchfall auszuschließen. Dafür wurden 5 mg Colistinsulfat pro kg Körpergewicht und Tag sowie 8 mg Tylosin-Tartrat pro kg Körpergewicht und Tag mit 0,5 kg des unpelletierten Aufzuchtfutters (Ferkel-Aufzucht, Fa. Göweil) vermischt und in den Futterautomaten eingefüllt. Durch das Mischen mit dem unpelletierten Futter wurden die Antibiotika von den Ferkeln sicherer aufgenommen, da eine bessere Vermischung gewährleistet war.

3.2.3 Datenerhebung

Die Ferkel wurden am Absetztag und dann wöchentlich an den Tagen 4, 11, 18, 25, und 32 mit einer elektronischen Waage individuell gewogen.

Im Zuge der Lebendmasse-Ermittlung wurde auch das Restfutter aus dem Futterautomat rückgewogen, um Futteraufnahme und Futteraufwand ermitteln zu können. Darüber hinaus wurden Aufzeichnungen geführt, wann welche Menge an Futter in den Futterautomat gefüllt wurde. Während des gesamten Versuches wurden jeweils vier Futterproben von den vier Alleinfuttermitteln gezogen. Die Hälfte der Probenmenge wurde zur Futtermittelanalyse an das Futtermittellabor Rosenau der niederösterreichischen Landwirtschaftskammer, 3252 Petzenkirchen, übermittelt, die andere Hälfte wurde als Rückstellmuster aufbewahrt.

Bei der Futtermitteluntersuchung wurden Aminosäuren nicht separat ermittelt. Deshalb wurden für die Abschätzung der Aminosäuren-Aufnahme berechnete Gehaltswerte für Lysin aus LFL (2007) herangezogen (Tabelle 16). Durch Multiplikation vom Futtermittelverbrauch mit den geschätzten Lysin-Gehaltswerten entstanden die Ergebnisse für die Lysin-Aufnahme in g/Tier/Tag.

Zusätzlich wurde bei den Aufzuchtferkeln wöchentlich eine Untersuchung auf Anzeichen von Neurolathyrismus (Lähmungserscheinungen der Hinterextremitäten) mittels folgender Lahmheitsscores durchgeführt:

- Score 0* Haltung und Gang ohne Beeinträchtigung, der Tierart entsprechend
- Score 1* Schwäche der Hinterextremitäten, sichtbar am schwankenden Gang (nicht durch *E. coli* verursacht, d.h. keine blauen Ohren, kein eingefallener Bauch, kein Durchfall und kein Gewichtsverlust) und unsicherer Haltung, d.h. Vorderfüße breit, Kopf gesenkt um Gleichgewicht zu halten
- Score 2* Lähmungserscheinungen in den Hinterextremitäten, d.h. es kann nur mehr mit den Vorderfüßen stehen oder gar nicht mehr aufstehen

Zu Versuchsbeginn sowie Versuchsende wurden Blutproben zur Analyse des Gehaltes an Haptoglobin, Harnstoff, Gesamtprotein, Albumin, Bilirubin, Aspartat-Aminotransferase, γ -Glutamyltransferase, Cholesterin und Kreatinin gewonnen. Dies erfolgte durch Punktion der V. cava unter Verwendung von Vacuette Serum Röhren (4 ml; Firma Greiner Bio one). Die Röhren wurden anschließend zentrifugiert und das Serum jeder Probe in 2 Eppendorf Gefäße (1,5 ml) pipettiert. Mit dem Inhalt des ersten Gefäßes wurde unmittelbar der Haptoglobingehalt bestimmt, das 2. Eppendorf Gefäß wurde bei $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ für die weiteren Analysen tiefgefroren.

Im Labor des LFZ Raumberg-Gumpenstein, 4600 Thalheim/Wels, fand die Analyse der Blutparameter statt. Haptoglobin wurde mit dem Gerät Autolab und die übrigen Merkmale mit dem Gerät Cobas C111 (Firma Roche Diagnostics) bestimmt.

3.3 Datenauswertung

Sämtliche Daten und Analyseergebnisse wurden in Excel®-Tabellen eingegeben und für statistische Auswertungen entsprechend aufbereitet. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS® Version 9.1 unter Anwendung der Prozedur Mixed [SAS INSTITUTE INC., 2007]. Unterschiede zwischen den Gruppen wurden mit dem Tukey-Test untersucht. Es wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha < 5\%$ festgesetzt. Gruppendifferenzen mit P-Werten knapp über dem Signifikanzniveau werden als tendenzielle Unterschiede interpretiert.

Folgende Merkmalsmodelle kamen zur Anwendung, wobei nicht signifikante Faktoren ($p > 0,05$) aus dem Modell entfernt wurden.

Modell für die Auswertung der Lebendmasse

$$Y_{ijk} = \mu + VG_i + T_j(VG_i) + b(d) + e_{ijk}$$

Y_{ijk}	Beobachtungswert für die Lebendmasse
μ	gemeinsame Konstante aller Beobachtungswerte
VG_i	Fixer Effekt der Gruppe i (i = KG, V10, V20, V20b)
$T_j(VG_i)$	Zufälliger Effekt des Tieres j innerhalb der Gruppe i
b	linearer, quadratischer Regressionskoeffizient für den Tag
d	Kontinuierlicher Effekt des Versuchstages
e_{ijk}	Restkomponente

Modell für die Auswertung von Zuwachs, Futterverbrauch und -aufwand

$$Y_{ijk} = \mu + VG_i + B_j(VG_i) + b(w) + e_{ijk}$$

Y_{ijk}	Beobachtungswert für das jeweilige Merkmal
μ	gemeinsame Konstante aller Beobachtungswerte
VG_i	Fixer Effekt der Gruppe i (i = KG, V10, V20, V20b)
$B_j(VG_i)$	Zufälliger Effekt der Box j innerhalb der Gruppe i
b	linearer, quadratischer Regressionskoeffizient für die Woche
w	kontinuierlicher Effekt der Woche
e_{ijk}	Restkomponente

Modell für die Auswertung der Blutparameter

$$Y_{ijk} = \mu + VG_i + T_j(VG_i) + e_{ijk}$$

Y_{ijk}	Beobachtungswert für den jeweiligen Blutparameter
μ	gemeinsame Konstante aller Beobachtungswerte
VG_i	Fixer Effekt der Gruppe i (i = KG, V10, V20, V20b)
$T_j(VG_i)$	Zufälliger Effekt des Tieres j innerhalb der Gruppe i
e_{ijk}	Restkomponente

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Versuchsergebnisse dargestellt. Zum einen sind es Ergebnisse aus den Futtermittelanalysen und zum anderen Ergebnisse über tierische Leistungen, wie Lebendmasse-Entwicklung, Futtermittelverbrauch, Lebendmassezuwachs, Futteraufwand, Protein- und Aminosäureaufnahme und Blutparameter. Unter Sonstigem werden Ergebnisse der Lahmheitsbeurteilung und zu tierärztlichen Behandlungen angeführt.

4.1 Futtermittelanalysen

Die Analysenergebnisse der im Versuch verwendeten Platterbse (*Lathyrus sativus* L.) sind in Tabelle 17 dargestellt. Hervorzuheben sind der Gehalt von 292 g Rohprotein je kg T und der Stärkegehalt von 464 g/kg T.

Tabelle 17: Ergebnisse der Futtermittelanalyse zur Platterbse

Nährstoffgehalt			T
Rohprotein	<i>XP</i>	<i>g/kg T</i>	292
Rohfett	<i>XL</i>	<i>g/kg T</i>	8
Rohfaser	<i>XF</i>	<i>g/kg T</i>	68
N-freie Extraktstoffe	<i>NfE</i>	<i>g/kg T</i>	595
Rohasche	<i>XA</i>	<i>g/kg T</i>	38
Stärke		<i>g/kg T</i>	464
Zucker		<i>g/kg T</i>	36
Umsetzbare Energie	<i>ME</i>	<i>MJ ME / kg T</i>	14,82
Kalzium (Ca : P 0,31:1)	<i>Ca</i>	<i>g/kg T</i>	1,7
Phosphor	<i>P</i>	<i>g/kg T</i>	5,4
Magnesium	<i>Mg</i>	<i>g/kg T</i>	1,6
Kalium (K : Na 90,9:1)	<i>K</i>	<i>g/kg T</i>	11,1
Natrium	<i>Na</i>	<i>g/kg T</i>	0,12
Isoleucin	<i>Ile</i>	<i>g/kg T</i>	11,5
Leucin	<i>Leu</i>	<i>g/kg T</i>	18,1
Lysin	<i>Lys</i>	<i>g/kg T</i>	19,5
Methionin	<i>Met</i>	<i>g/kg T</i>	2,6
Phenylalanin	<i>Phe</i>	<i>g/kg T</i>	11,5
Threonin	<i>Thr</i>	<i>g/kg T</i>	9,5
Tryptophan	<i>Trp</i>	<i>g/kg T</i>	2,3
Valin	<i>Val</i>	<i>g/kg T</i>	12,5
Arginin	<i>Arg</i>	<i>g/kg T</i>	21,1
Histidin	<i>His</i>	<i>g/kg T</i>	7,0
Alanin	<i>Ala</i>	<i>g/kg T</i>	10,8
Asparaginsäure	<i>Asx</i>	<i>g/kg T</i>	29,9
Cystein	<i>Cys</i>	<i>g/kg T</i>	4,8
Glutaminsäure	<i>Glx</i>	<i>g/kg T</i>	45,7
Glycin	<i>Gly</i>	<i>g/kg T</i>	9,5
Prolin	<i>Pro</i>	<i>g/kg T</i>	0,0
Serin	<i>Ser</i>	<i>g/kg T</i>	11,1
Tyrosin	<i>Tyr</i>	<i>g/kg T</i>	7,4

Im Futtermittellabor Rosenau wurden nach Weender bzw. durch Stärke-, Zucker- und Mengenelementanalysen die Inhaltstoffe der Kontrollration bzw. der drei Versuchsrationen ermittelt. Die Aminosäuregehalte der einzelnen Rationen wurden nicht ermittelt (für die Berechnung der Aminosäureaufnahme werden errechnete

Werte aus LFL 2007 herangezogen). Je Rationsgruppe fanden vier Untersuchungen statt (Tabelle 18, Mittelwert und Standardabweichung).

Tabelle 18: Ergebnisse der Futtermittelanalyse der Versuchsrationen

Nährstoffgehalt		KG	V10	V20	V20b
Rohprotein	<i>g/kg T</i>	222 ± 2,4	226 ± 2,2	227 ± 1,4	227 ± 3,1
Rohfett	<i>g/kg T</i>	38 ± 1,0	39 ± 0,8	40 ± 1,3	49 ± 1,3
Rohfaser	<i>g/kg T</i>	46 ± 2,7	46 ± 1,3	48 ± 1,3	53 ± 1,5
N-freie Extraktstoffe	<i>g/kg T</i>	640 ± 2,8	635 ± 3,7	631 ± 2,5	616 ± 2,6
Rohasche	<i>g/kg T</i>	54 ± 0,5	54 ± 0,0	56 ± 0,0	56 ± 0,6
Stärke	<i>g/kg T</i>	459 ± 6,2	449 ± 6,0	450 ± 2,9	437 ± 5,9
Zucker	<i>g/kg T</i>	63 ± 7,1	67 ± 3,7	67 ± 2,5	63 ± 2,9
Umsetzbare Energie	<i>MJ ME/kg T</i>	15,51 ± 0,07	15,50 ± 0,1	15,50 ± 0,05	15,49 ± 0,05
Kalzium (Ca : P 1,03:1)	<i>g/kg T</i>	7,4 ± 0,3	7,5 ± 0,4	7,7 ± 0,3	7,9 ± 0,3
Phosphor	<i>g/kg T</i>	7,3 ± 0,5	7,4 ± 0,4	7,6 ± 0,4	7,4 ± 0,5
Magnesium	<i>g/kg T</i>	1,9 ± 0,2	1,9 ± 0,1	2,0 ± 0,1	2,0 ± 0,2
Kalium (K : Na 6,44:1)	<i>g/kg T</i>	9,4 ± 0,5	9,4 ± 0,5	9,9 ± 0,6	9,5 ± 0,6
Natrium	<i>g/kg T</i>	1,5 ± 0,1	1,5 ± 0,1	1,5 ± 0,1	1,5 ± 0,2

4.2 Tierische Leistungen

Die Ergebnisse aus dem Fütterungsversuch werden im Folgenden in Tabellenform dargestellt. Es werden die LS-Gruppenmittelwerte, die Residualstandardabweichung (s_e) und die Irrtumswahrscheinlichkeit aus der Hypothesentestung (p) angegeben.

4.2.1 Lebendmasse-Entwicklung und Lebendmasse-Zuwachs

Die Entwicklung der Lebendmasse verlief bei allen Gruppen gleichmäßig. Am Absetztag hatten die Ferkel im Mittel eine Lebendmasse von 11,7 kg. Sie erreichten zu Versuchsende eine mittlere Lebendmasse von 24,8 kg und nahmen so im Durchschnitt 13,1 kg zu. Am Ende des Versuches hatten die Ferkel der V20b-Gruppe im Mittel 25,2 kg, die Ferkel der Kontroll- bzw. der V10-Gruppe 24,7 kg und jene der V20-Gruppe 24,8 kg Lebendmasse erreicht. Obwohl geringe numerische Unterschiede erkennbar sind, konnten zwischen den Gruppenmittelwerten keine statistisch abgesicherten Unterschiede beobachtet werden. Für die Lebendmasse-Entwicklung liegen ein p -Wert von 0,394 und eine Standardabweichung (s_e) von 3,209 vor, siehe Tabelle 19.

Tabelle 19: Lebendmasse-Entwicklung während des Aufzuchtversuches

Tag		KG	V10	V20	V20b	s_e	p
0	kg	11.6	11.6	11.6	12.0		
4	kg	13.3	13.2	13.3	13.7		
11	kg	16.1	16.1	16.2	16.5	3,209	0,394
18	kg	19.0	18.9	19.0	19.4		
25	kg	21.9	21.8	21.9	22.3		
32	kg	24.7	24.7	24.8	25.2		

Zur Veranschaulichung ist die Lebendmasse-Entwicklung in Abbildung 8 graphisch dargestellt.

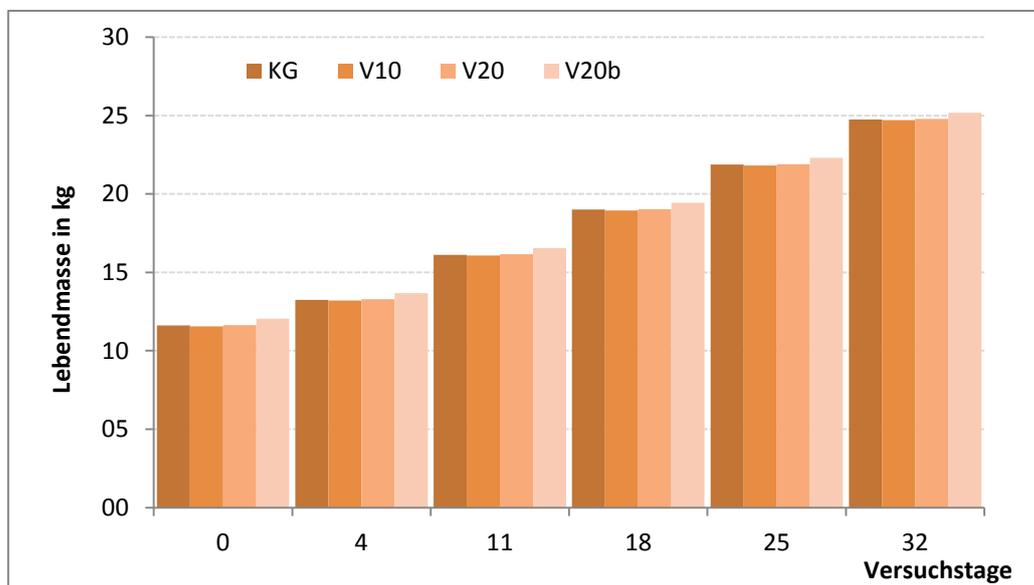


Abbildung 8: Darstellung der Lebendmasse-Entwicklung im Versuchszeitraum

In Tabelle 20 sind die Ergebnisse des Lebendmassezuwachses in g je Tier und Tag zusammengefasst. Der durchschnittliche Gesamtwuchs in den 32 Versuchstagen lag bei 422 g pro Tier und Tag und erstreckte sich von durchschnittlich 289 g in der ersten Woche bis 554 g in der vierte Woche.

Beim Lebendmassezuwachs konnten keine statistisch abgesicherten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden. Numerisch betrachtet, ist der Lebendmassezuwachs der V20b-Gruppe in jedem Versuchsabschnitt höher als jener der anderen Gruppen. So liegt der durchschnittliche Lebendmassezuwachs der

V20b-Gruppe bei 455 g, gefolgt von der V10-Gruppe mit 418 g, der KG mit 411 g und der V20-Gruppe mit 403 g Lebendmassezuwachs pro Tier und Tag.

Für den Zuwachs liegen ein p-Wert von 0,227 und eine Standardabweichung (s_e) von 0,080 vor. Beim Zuwachs nahmen Ferkel, die 1 kg schwerer in den Versuch gingen, täglich um 53,8 g mehr zu.

Tabelle 20: Ergebnisse zum Lebendmasse-Zuwachs (g/Tag)

Tage	KG	V10	V20	V20b	s_e	p
0-11	278	285	270	323		
12-18	367	374	358	411		
19-25	455	462	447	500	0,080	0,277
26-32	544	550	535	588		

Zusammenfassend sind die Ergebnisse von Futterverbrauch und Lebendmassezuwachs in Abbildung 9 graphisch dargestellt.

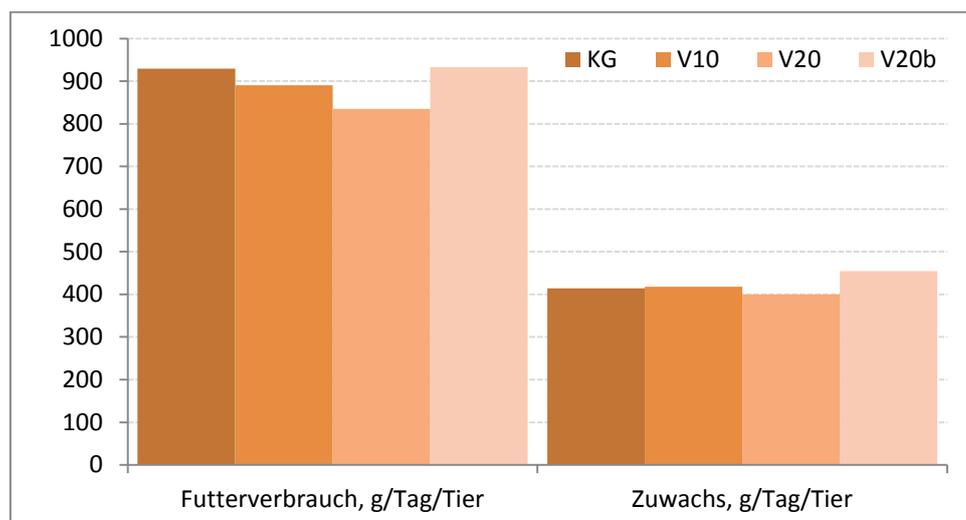


Abbildung 9: Darstellung von Futterverbrauch und Lebendmassezuwachs

4.2.2 Futterverbrauch

Die Ergebnisse der Futterverbrauchsermittlung sind in Tabelle 21 dargestellt und die Angaben beziehen sich auf g Futter pro Tag und Tier.

In den 32 Versuchstagen haben die Ferkel aller Gruppen durchschnittlich 897 g Futter pro Tag zu sich genommen. In der ersten Woche waren es durchschnittlich

607 g, in der 2. Woche 800 g, in der 3. Woche 994 g und in der letzten Woche waren es durchschnittlich 1187 g Futter pro Tier und Tag.

Den höchsten Futtermittelverbrauch hatte die V20b-Gruppe mit durchschnittlich 935 g pro Tier und Tag, gefolgt von der KG-Gruppe mit 923 g. An dritter Stelle war die V10-Gruppe mit 890 g und anschließend die V20-Gruppe mit einem durchschnittlichen Futtermittelverbrauch von 841 g. Dabei bestanden zwischen einzelnen Gruppen statistisch abgesicherte Unterschiede (V20- und der V20b; $p = 0,022$). Zwischen der KG- und der V20-Gruppe treten tendenzielle Unterschiede auf ($p = 0,059$). Die Unterschiede sind über die gesamte Versuchsdauer beobachtbar.

Für den Futtermittelverbrauch liegen ein p -Wert von 0,020 und eine Standardabweichung (s_e) von 0,089 vor. Beim Futter nahmen Ferkel, die 1 kg schwerer in den Versuch gingen, täglich 104 g mehr auf.

Tabelle 21: Ergebnisse zum Futtermittelverbrauch
(in g je Tier und Tag)

Tage	KG	V10	V20	V20b	s_e	p
0-11	633 ^{ab}	600 ^{ab}	551 ^b	645 ^a		
12-18	826 ^{ab}	793 ^{ab}	744 ^b	838 ^a	0,089	0,020
19-25	1020 ^{ab}	987 ^{ab}	937 ^b	1031 ^a		
26-32	1213 ^{ab}	1180 ^{ab}	1131 ^b	1224 ^a		

4.2.3 Futteraufwand

Der Futteraufwand errechnet sich aus der Division von Futtermittelverbrauch und Lebendmassezunahme. Demnach sind durchschnittlich 2,21 kg Futter für den Zuwachs von 1 kg Lebendmasse notwendig. Auch beim Futteraufwand sind keine statistisch abgesicherten Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgruppen erkennbar. Bei Ferkeln, die 1 kg schwerer in den Versuch gingen, war um 110 g weniger Futter notwendig, um 1 kg Zuwachs zu erreichen. Nähere Angaben zum Futteraufwand sind in Tabelle 22 aufgelistet.

Tabelle 22: Ergebnisse zum Futteraufwand

Tage	KG	V10	V20	V20b	s_e	p
0-11	2,31	2,15	2,13	2,20		
12-18	2,31	2,16	2,14	2,20	0,558	0,807
19-25	2,33	2,17	2,14	2,21		
26-32	2,33	2,17	2,15	2,22		

In Abbildung 10 ist der Futteraufwand graphisch dargestellt.

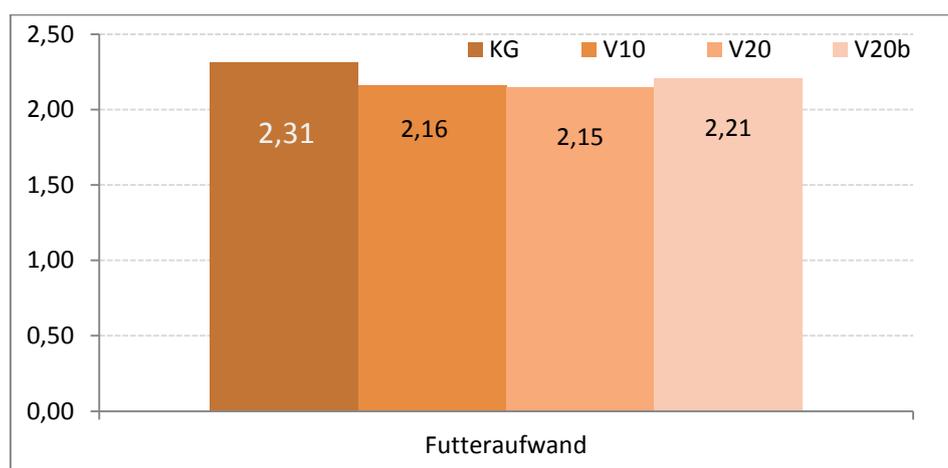


Abbildung 10: Graphische Darstellung vom Futteraufwand

4.2.4 Rohprotein- und Aminosäureaufnahme

Diesem Merkmal liegen die Rohproteingehalte (g XP/ kg FM) aus der Futtermitteluntersuchung der einzelnen Versuchsfutter (vgl. Tabelle 18) und die Futteraufnahme zugrunde. Die Ausprägung für die einzelnen Versuchsgruppen ist in Tabelle 23 dargestellt. Bei näherer Betrachtung erkennt man zwar wiederum numerische, aber keine statistisch abgesicherten Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgruppen.

Tabelle 23: Ergebnisse zur Proteinaufnahme
(in g/Tier/Tag)

Tage	KG	V10	V20	V20b	s_e	p
0-11	141	136	124	146		
12-18	185	179	168	190	27,006	0,135
19-25	228	223	211	233		
26-32	272	266	255	277		

Grundlage: KG: 222 g XP, V10: 226 g XP, V20/V20b: 227 g XP je kg Futter

In Abbildung 11 ist die Rohprotein-Aufnahme in g/Tier/Tag graphisch dargestellt.

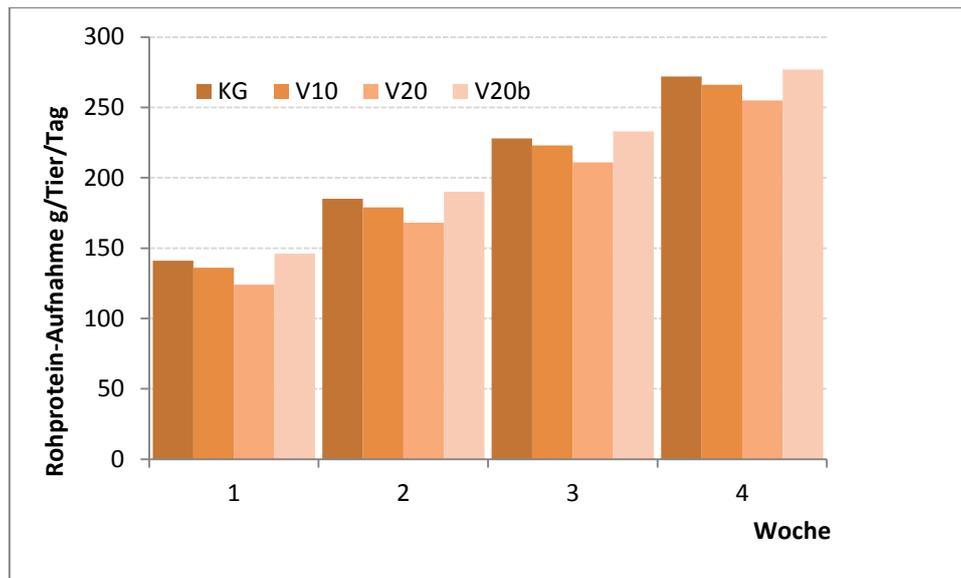


Abbildung 11: Graphische Darstellung der Rohprotein-Aufnahme in g/Tier/Tag

Die Lysin-Aufnahme in g/Tier/Tag ist in Tabelle 24 dargestellt. Für die Lysin-Aufnahme liegen ein p-Wert von 0,017 und eine Standardabweichung (s_e) von 0,001 vor.

Tabelle 24: Abschätzung der Lysin-Aufnahme in g/Tier/Tag

Tage	KG	V10	V20	V20b	s_e	p
0-11	5,8 ^a	6,1 ^{ab}	6,2 ^{ab}	7,2 ^b		
12-18	7,8 ^a	8,2 ^{ab}	8,2 ^{ab}	9,3 ^b	0,001	0,017
19-25	9,8 ^a	10,2 ^{ab}	10,2 ^{ab}	11,3 ^b		
26-32	11,9 ^a	12,2 ^{ab}	12,2 ^{ab}	13,3 ^b		

Lysin-Gehaltswerte aus LFL (2007): KG: 0,95%, V10: 1,03%, V20/V20b: 1,10% je kg Futter

Wie man dieser Darstellung entnehmen kann, sind bei der Lysin-Aufnahme zwischen Kontrollration (KG) und Versuchsration mit 20 % thermisch behandelter Platterbse (V20b) statistisch abgesicherte Unterschiede erkennbar. Die Lysin-Aufnahme in g/Tier/Tag ist in Abbildung 12 graphisch dargestellt.

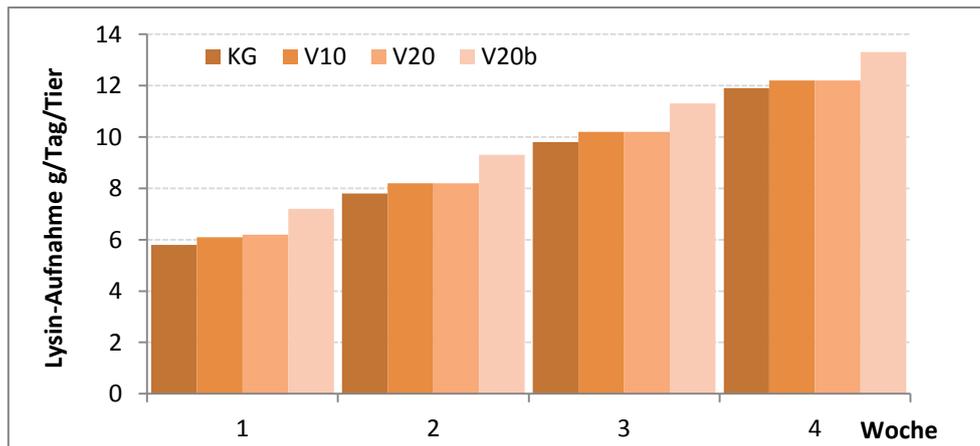


Abbildung 12: Graphische Darstellung der Lysin-Aufnahme
in g/Tier/Tag

Weitere essentielle Aminosäuren (EAS) können im Verhältnis zu Lysin berechnet werden.

4.3 Blutparameter

Die Analyseergebnisse für die untersuchten Blutparameter sind für die Zeitpunkte Versuchsbeginn (Tag 0) und Versuchsende (Tag 32) in Tabelle 25 dargestellt.

Tabelle 25: Blutparameter

Parameter	Tag	KG	V10	V20	V20b	<i>s_e</i>	<i>p</i>
Albumin, g/l	0	34,93	35,40	34,65	34,94	5,598	0,890
	32	28,82^{ab}	28,70^{ab}	26,59^a	29,56^b	5,993	0,120
AST, U/l	0	28	27	28	28	11,324	0,198
	32	32	36	33	33	16,390	0,441
Bilirubin, µmol/l	0	2,23	2,35	2,31	2,64	1,094	0,666
	32	1,24	1,03	1,05	1,11	0,571	0,811
Cholesterin, mg/dl	0	119	117	124	115	31,196	0,273
	32	62^{ab}	64^a	55^b	64^a	17,820	0,405
GGT, U/l	0	24	23	25	25	11,806	0,892
	32	25	26	24	24	12,711	0,562
Haptoglobin, mg/ml	0	0,7	0,6	0,6	0,7	0,665	0,750
	32	1,1	1,1	1,0	1,4	0,752	0,031
Kreatinin, mg/dl	0	0,91	0,91	0,92	0,91	0,147	0,767
	32	0,73	0,76	0,76	0,73	0,149	0,101
Gesamtprotein, g/dl	0	5,01	5,15	5,10	5,00	4,630	0,980
	32	5,44^{ab}	5,30^b	5,28^b	5,55^a	4,665	0,262
Harnstoff, mg/dl	0	22	22	20	21	0,814	0,938
	32	30^a	31^a	32^a	25^b	1,369	0,171

4.4 Sonstige Ergebnisse

Bei der wöchentlichen Lahmheitsbeurteilung konnten über den gesamten Versuch hinweg keine Auffälligkeiten beobachtet werden.

Außer der Applikation von Antibiotika in den ersten neun Versuchstagen eines Durchganges waren keine weiteren tierärztlichen Behandlungen erforderlich.

5 Diskussion

5.1 Futtermittelanalysen

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse für die Platterbse (Tabelle 17) entsprachen in etwa den in der Literatur gefundenen Werten. Der Rohproteingehalt (XP) der Platterbse kann nach WILLIAMS ET AL. (1994) und TARADE ET AL. (2007) 18,2 bis 41 % XP aufweisen (Tabelle 10). Die im Versuch verwendete Platterbse weist einen XP-Gehalt von 292 g/kg T (29,2 % XP) auf und liegt somit im Durchschnitt der in der Literatur gefundenen Werte. Die von FIKRE ET AL. (2008), WILLIAMS ET AL. (1994), ROTTER ET AL. (1991), YAN ET AL. (2006), LOW ET AL. (1990^A), CAI ET AL. (1984), LATIV ET AL. (1975), KUO ET AL. (1995^C) und RONDA LAIN ET AL. (1963) beschriebenen Aminosäuren-Gehalte (Tabelle 11) liegen teilweise unter den AS-Gehalten der verwendeten Platterbse. Nach CAMPBELL (1997) liegt der ODAP-Gehalt von verschiedenen Platterbse-Genotypen zwischen 0,02 – 0,72 g / 100 g Samen bzw. beträgt dieser nach YILAHM UND WUDE (2009) 0,2 – 0,45 % im Korn. Die im vorliegenden Versuch verwendete Platterbse wurde nicht auf den ODAP-Gehalt untersucht, da keine geeignete Analysenmethode verfügbar war. Die Untersuchung auf ODAP sollte im Rahmen weiterführender Untersuchungen jedoch unbedingt erfolgen, um den Futterwert umfassender als in der vorliegenden Arbeit einschätzen zu können.

Die Analyseergebnisse der Alleinfutter (vgl. Tabelle 18) weichen von den errechneten Gehaltswerten (vgl. Tabelle 16) sowohl positiv also auch negativ ab.

Errechneten XP-Gehalten von durchschnittlich 19 % XP / kg Futter (18 – 20 %) stehen Analyseergebnisse von 19,8 % XP / kg Futter (19,5 – 19,9 %) gegenüber. Somit ist der Rohproteingehalt der Alleinfutter um durchschnittlich 4,2 % (2,6 – 4,7 %) höher als die errechneten Werte. Anzumerken ist, dass alle Rationen einen erhöhten XP-Gehalt aufweisen, jedoch die Rationen mit Platterbse-Zusatz im Vergleich zur Kontrollration einen noch höheren XP-Gehalt aufzeigen.

Laut Rationsberechnung enthalten die Alleinfutter einen durchschnittlichen Rohfettgehalt (XL) von 3,5 %. Auch beim XL-Gehalt ist eine Erhöhung zu verzeichnen. In der Kontrollration befindet sich um 5,5 %, in der V10-Gruppe um 8,5

%, in der V20 um 18 % und in der V20b sogar um 44 % mehr XL in der Ration als berechnet wurde.

Die Rationen hatten einen durchschnittlichen errechneten Rohfasergehalt (XF) von 4,8 %. Für die V20b-Ration lag der analysierte Gehalt höher (+ 8 %), bei den anderen Rationen um 4 % (KG, V10) bzw. 2 % (V20) niedriger als berechnet.

5.2 Tierische Leistungen

Lebendmasse-Entwicklung

Betrachtet man die Ergebnisse der Lebendmasse-Entwicklung der vorliegenden Arbeit (Tabelle 19), sieht man, dass sich die Aufzuchtferkel trotz zunehmendem Gehalt an Platterbse in der Ration gleichmäßig entwickelt haben. Numerisch betrachtet sind zwischen den Gruppen geringe Unterschiede erkennbar, jedoch sind diese statistisch nicht gesichert. Die Schwankungsbreite zwischen den Gruppen liegt am Versuchsende bei 0,5 kg.

HANBURY ET AL. (2000) berichten davon, dass durch den Einsatz der Platterbse keine Wachstumsverluste zu erwarten sind. Andere Autoren berichten von gegensätzlichen Resultaten beim Einsatz von Platterbse: Im Versuch von CASTELL ET AL. (1994) kam heraus, dass sich bei Aufzuchtferkeln die Tageszunahme mit zunehmendem Platterbse-Anteil in der Ration um 10 % verringerte. LOW ET AL. (1990^B) beobachteten bei Geflügel, dass mit zunehmendem Platterbsegehalt in der Ration die Tiere der Kontrollgruppe besser gewachsen sind. Auch ROTTER ET AL. (1991) kamen bei ihrem Versuch mit Geflügel zu diesem Ergebnis.

Lebendmassezuwachs

Trotz unterschiedlich hoher Futteraufnahme gibt es beim Lebendmassezuwachs keine statistisch abgesicherten Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgruppen (vgl. Tabelle 20). Numerische Unterschiede hingegen sind sehr wohl erkennbar. Der tägliche durchschnittliche Gesamtzuwachs in den 32 Versuchstagen lag bei 422 g pro Tier und erstreckte sich von durchschnittlich 289 g/d in der ersten Woche bis 554 g/d in der vierten Woche. Der durchschnittliche Lebendmassezuwachs der V20b-Gruppe liegt bei 455 g, gefolgt von der V10-Gruppe

mit 418 g, der KG mit 411 g und der V20-Gruppe mit 403 g Lebendmassezuwachs pro Tier und Tag. Die Schwankungsbreite zwischen den Gruppen beträgt beim Lebendmassezuwachs 53 g. Interessant ist, dass bei Versuchsbeginn um 1 kg schwerere Ferkel täglich um 53,8 g mehr Zuwachs zeigten als andere Tiere.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen HANBURY ET AL. (2000). Hingegen verringerte sich nach CASTELL ET AL. (1994) bei zunehmendem Platterbsegehalt der Lebendmassezuwachs von Aufzuchtferkeln bzw. nach LOW ET AL. (1990^B) und ROTTER ET AL. (1991) der Lebendmassezuwachs von Geflügel.

Futtermverbrauch

Beim Futtermverbrauch sind Unterschiede erkennbar (vgl. Tabelle 21). Statistisch abgesicherte Unterschiede treten zwischen der Versuchsgruppe V20 und der Versuchsgruppe V20b auf. Die Tiere der V20b hatten den höchsten Futtermverbrauch und nahmen durchschnittlich 94 g (8,2 %) mehr Futter pro Tag auf als die Tiere der V20 (niedrigster Futtermverbrauch). Tendenzielle Unterschiede zeigen sich auch zwischen V20 und der Kontrollgruppe (p 0,0585). Hierbei ist der Unterschied, dass die KG (zweithöchster Futtermverbrauch) im Vergleich zur V20 um durchschnittlich 82 g (7,3 %) mehr Futter je Tag aufgenommen hat. Die Versuchsgruppe V10 weist gegenüber der V20 einen um durchschnittlich 49 g/d (8,2 %) höheren Futtermverbrauch auf. Beim Futtermverbrauch liegt die Schwankungsbreite zwischen den Gruppen bei 195 g/d.

Anders als in Versuchen von CASTELL ET AL. (1994) und ROTTER ET AL. (1991), verringerte sich der Futtermverbrauch mit zunehmendem Platterbsegehalt in der Ration nicht.

Futtermaufwand

Im vorliegenden Versuch waren durchschnittlich 2,21 kg Futter nötig, um 1 kg Zuwachs zu erreichen. Auch beim Futtermaufwand sind keine statistisch abgesicherten, jedoch numerische Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgruppen ersichtlich. Der durchschnittliche Futtermaufwand der einzelnen Gruppen liegt bei

KG	V10	V20	V20b
2,32	2,16	2,14	2,21

Die Schwankungsbreite zwischen den Gruppen beläuft sich beim Futteraufwand auf durchschnittlich 0,16. Interessant ist, dass ein am Versuchsbeginn um 1 kg schwereres Ferkel um 110 g weniger Futter braucht, um 1 kg Zuwachs zu erreichen.

Nach CASTELL ET AL. (1994) verringert sich bei zunehmendem Platterbsegehalt der Futteraufwand bei Aufzuchtferkel bzw. nach ROTTER ET AL. (1991) der Futteraufwand bei Geflügel.

Rohprotein-Aufnahme

Da die Rohproteinaufnahme auf Basis des Rohproteingehalts und Futterverbrauchs der jeweiligen Versuchsgruppe ermittelt wurde, treten auch hier keine statistisch abgesicherten Unterschiede zwischen den Gruppen auf. So liegt die durchschnittliche XP-Aufnahme bei 202 g XP / Tier und Tag. Die V20b-Gruppe hat durchschnittlich 211 g, die Kontrollgruppe 207 g, die V10-Gruppe 201 g und die V20-Gruppe 190 g XP / Tier / Tag aufgenommen. Somit beträgt die Schwankungsbreite zwischen den Gruppen durchschnittlich 21 g bei der XP-Aufnahme.

Aminosäure-Aufnahme

Da bei der Futtermittelanalyse der Aminosäuregehalt nur für die Platterbse, aber nicht für die Alleinfutter ermittelt wurde, wurden die Gehaltswerte der berechneten Rationen für die Abschätzung der Aminosäure-Aufnahme, im speziellen der Lysin-Aufnahme, verwendet. Anzumerken ist, dass die Aminosäureaufnahme vermutlich unterschätzt wurde, da der analysierte Gehalt an XP um 18 % höher als der errechnete ist.

Durchschnittlich nahmen die Aufzuchtferkel der Kontrollgruppe 8,8 g, jene der V10 und der V20 9,2 g und jene der V20b 10,3 g Lysin auf. Dabei sind statistisch abgesicherte Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und der V20b-Gruppe erkennbar. So nimmt die V20b-Gruppe um 17 % mehr Lysin auf als die Kontrollgruppe, wohingegen die V10- bzw. die V20-Gruppe nur 4,5 % mehr Lysin als die Kontrollgruppe aufnimmt.

5.3 Blutparameter

Ergänzend zu den Ergebnissen der Blutparameterbestimmung sind vorhandene betriebsinterne Referenzwerte (RW^H) von klinisch gesunden Ferkeln vom Institut für Biologische Landwirtschaft, Thalheim/Wels [HAGMÜLLER, 2010 unveröffentlicht] sowie Referenzwerte nach PLONAIT ET AL., 1997 (RW^P) und nach KRAFT ET AL., 1997 (RW^K) in Tabelle 26 dargestellt. Letztere beziehen sich jedoch auf ausgewachsene Schweine und können durch Rasse, Alter und Reproduktionsstatus beeinflusst werden. Die ermittelten Blutparameterwerte liegen im Bereich der angeführten Referenzwerte. Daraus kann geschlossen werden, dass sich bei den Ferkeln keine Hinweise auf gesundheitliche Beeinträchtigungen ergaben und Veränderungen eher auf das Alter der Tiere zurückzuführen sind. Da jedoch keine entsprechenden Referenzwerte für Ferkel vorliegen, sind Rückschlüsse auf den Gesundheitsstatus nur aufgrund einer Blutparameter-Untersuchung nicht möglich.

Tabelle 26: Gegenüberstellung der Blutparameter mit Literaturangaben

Parameter	Tag	KG	V10	V20	V20b	RW ^H	RW ^P	RW ^K
Albumin, g/l	0	35,93	35,40	34,65	34,94			18 - 31
	32	28,82 ^{ab}	28,70 ^{ab}	26,59 ^b	29,56 ^a			
AST, U/l	0	28	27	28	28		8,0 -35,0	bis 35
	32	32	36	33	33			
Bilirubin, µmol/l	0	2,23	2,35	2,31	2,64		1,1 - 3,1	bis 4,3
	32	1,24	1,03	1,05	1,11			
Cholesterin, mg/dl	0	119	117	124	115		77 - 128	77 - 128
	32	62 ^{ab}	64 ^a	55 ^b	64 ^a			
GGT, U/l	0	24	23	25	25		10,0 - 40,0	bis 26
	32	25	26	24	24			
Haptoglobin, mg/ml	0	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6 - 0,8		
	32	1,1	1,1	1,0	1,4			
Kreatinin, mg/dl	0	0,91	0,91	0,92	0,91		0,45 - 1,47	0,45 - 1,5
	32	0,73	0,76	0,76	0,73			
Gesamtprotein, g/dl	0	5,01	5,15	5,10	5,00	5,60 - 5,63		bis 8,6
	32	5,44 ^{ab}	5,30 ^b	5,28 ^b	5,55 ^a			
Harnstoff, mg/dl	0	22	22	20	21	21 - 23	25,2 - 40,8	20 - 50
	32	30 ^a	31 ^a	32 ^a	25 ^b			

5.4 Sonstige Ergebnisse

Lahmheitsbeurteilung

Während der vier Durchgänge des Versuches konnte in keiner der Versuchsgruppen und bei keinem der Ferkel Symptome oder Hinweise auf Lähmungserscheinungen (Lathyrismus), die durch den Einsatz der Platterbse bedingt wären, beobachtet werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen CAMPBELL ET AL. (1994), die Platterbse an Esel, Schweine und Schafe, LOW ET AL. (1990^B), die Platterbse an Geflügel und CASTELL ET AL. (1994), die Platterbse an Aufzuchtferkel und Mastschweine verfütterten. HANBURY ET AL. (2000) bestätigen, dass Pferde und junge Tiere anfälliger gegenüber Lathyrismus sind, die Anfälligkeit der einzelnen Tierkategorien gegenüber Lathyrismus jedoch nicht verallgemeinert werden kann. Bei Versuchen von SMULIKOWSKA ET AL. (2008) wurden hingegen Knochen- und Muskeldeformationen bei Mastgeflügel festgestellt, welche Anzeichen für Lathyrismus darstellen.

6 Schlussfolgerung

Aus meinen Ergebnissen und Daten des Versuches sowie aus Literaturdaten kann bestätigt werden, dass der Einsatz der Platterbse (*Lathyrus sativus* L.) in den untersuchten Einsatzmengen (bis 20 %) möglich ist. Obwohl Unterschiede beim Futtermittelverbrauch zwischen den Versuchsgruppen ersichtlich sind, waren nur geringe Unterschiede bei Wachstum, Futteraufwand sowie Proteinaufnahme zu beobachten. Bei den einzelnen Blutparametern kam es im Verlauf des Versuches zu geringen Veränderungen, die aber v.a. durch das Alter der Tiere bedingt sind und nicht auf mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen hindeuten. Für einen Praxiseinsatz ist eine Hitzebehandlung der Platterbse anzuraten, da dies, vermutlich durch Inaktivierung antinutritiver Substanzen, zu zumindest tendenziell besseren tierischen Leistungen führt. Insgesamt wird aus den vorliegenden Ergebnissen abgeleitet, dass Platterbse als potenzielle Proteinquelle für Bio-Schweine anzusehen ist, nachdem die Aufzuchtferkel trotz ihrer im Vergleich zu Mastschweinen höheren Empfindlichkeit gegenüber antinutritiven Futterinhaltsstoffen eine gleichbleibend hohe Leistung erreicht haben.

Zusammenfassung

Mit 01. Jänner 2012 müssen in der Biologischen Landwirtschaft gemäß der einschlägigen EU-Verordnung auch monogastrische Nutztieren mit Rationen aus 100 % Bio-Futtermitteln ernährt werden, d.h. es sind dann keine konventionellen Futterkomponenten in den Rationen mehr zulässig. In diesem Zusammenhang stellt die Aminosäurenversorgung von Jungtieren eine besondere Herausforderung dar, wobei Körnerleguminosen eine noch bedeutendere Rolle als derzeit spielen werden. Aus der Praxis wurden vermehrt Anfragen zur Möglichkeit der Verfütterung von Platterbse, die wegen pflanzenbaulicher Vorteile zunehmend kultiviert wird, gestellt. Daher sollte die Fütterungseignung von Platterbse beim Aufzuchtferkel, einer a priori empfindlichen Tierkategorie, untersucht werden.

Bekannt ist, dass beim Menschen bei längerer Konsumation von Platterbse die Lähmungserkrankung Neurolathyrismus auftreten kann. Verursacht wird dies durch β -ODAP (β -N-Oxalyl-L- α , β -Diaminopropionacid), wobei der Gehalt an β -ODAP, abhängig von genetischer Herkunft und Umwelteinflüssen sehr variieren kann.

In einem Fütterungsversuch wurden drei Bio-Ferkelaufzuchtfutter, die Platterbse in unterschiedlicher Konzentration enthielten (10 % und 20 % unbehandelte bzw. 20 % thermisch behandelte Platterbse), hinsichtlich der erzielbaren biologischen Leistungen und eventuell auftretender Nebenwirkungen bei Aufzuchtferkeln im Vergleich zu einer Kontrollration ohne Platterbse überprüft. Erhoben wurden wöchentlich die Lebendmasse der Ferkel sowie der Futtermittelverbrauch. Jeweils am Anfang bzw. am Ende des Versuches wurden spezifische Blutparameter analysiert.

Aus den Ergebnissen des Versuches ist abzuleiten, dass der Einsatz der Platterbse bei keiner der Versuchsvarianten Veränderungen in Wachstum und Futteraufwand verursacht hat. Obwohl keine signifikanten Unterschiede beim Lebendmassezuwachs zu verzeichnen sind, ist beim Einsatz von 20 % behandelter Platterbse (V20b) dennoch ein etwas höherer Zuwachs zu verzeichnen als bei 20 % unbehandelter Platterbse (V20). Statistisch gesicherte Unterschiede treten beim Futtermittelverbrauch zwischen V20 und V20b (+ 8,2 %) auf. Bei den einzelnen Blutparametern kam es im Verlauf des Versuches zu Veränderungen, die aber v.a. durch das Alter der Tiere bedingt sind und nicht auf mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen hindeuten. Zudem konnten bei keinem der Ferkel

Lähmungserscheinungen bzw. Hinweise auf Neurolathyrismus beobachtet werden. Für einen Praxiseinsatz ist eine Hitzebehandlung der Platterbse anzuraten, da dabei antinutritive Substanzen zerstört werden.

Insgesamt wird aus den vorliegenden Ergebnissen abgeleitet, dass Platterbse eine potenzielle Proteinquelle für Bio-Schweine darstellt, nachdem die Aufzuchtferkel trotz ihrer im Vergleich zu Mastschweinen höheren Empfindlichkeit gegenüber antinutritiven Futterinhaltsstoffen eine gleichbleibend hohe Leistung erreicht haben.

Abstract

From January 2012 all livestock have to be fed with diets consisting of 100 % organic feedstuffs, when held in organic farming systems. Conventional feed stuffs are not allowed anymore. Therefore it is especially difficult for young animals to get a sufficient protein input. In the future grain legumes will therefore become even more important than currently. Farmers consider feeding grass pea (*Lathyrus sativus L.*) because it is simple for them to plant and cultivate. In this study, the use of grass pea was tested as a feed component for weaned piglets.

Grain legumes often contain antinutritive constituents which limit their use for feeding. It is well known that humans develop so called neurolathyrism, a specific type of leg paralysis, after consuming substantial amounts of grass pea for a longer period of time. The cause for this paralysis is β -ODAP (β -N-Oxalyl-L- α , β -Diaminopropionicacid).

In a feeding trial, three different diets, containing different proportions of grass pea (10% and 20% unheated and 20% heated grass pea) were fed to weaned piglets and productivity and health status were analysed in comparison to a control diet. Every week the pigs were weighted and their feed intake was measured. At the beginning and at the end of the study blood was analysed for different parameters.

The results of the experiment indicate that the pigs show no differences in growth and feed intake. Although there are no significant differences in growth, the pigs of the group with 20% heated grass pea showed a higher growth rate than the group with 20% unheated grass pea. Significant differences were also observed in feed consumption between the groups with 20% heated (+ 8.2%) and 20% unheated grass pea. Differences in blood parameters depended on the age of the animals, but did not indicate health problems. No indicators for paralysis or neurolathyrism were found. Nevertheless, grass pea should be heat treated in order to destroy antinutritive substances prior to being used as a feedstuff.

In conclusion, grass pea (*Lathyrus sativus L.*) can be utilized as a protein source for pigs in organic farming systems.

Literaturverzeichnis

ALETOR V.A., ABD ET MONEIM A.M., GOODCHILD A.V. (1994) zitiert nach CAMPBELL (1997).

ANDREWS M., HODGE S. (2010): Climate Change, a Challenge for Cool Season Grain Legume Crop Production. In: Climate Change and Management of Cool Season Grain Legume Crops. Yadav S.S., McNeil D.L., Redden R. and Patil A. (Editors). Springer Science and Business Media, Dordrecht, S. 1.

ARC – Agricultural Research Council (1981) zitiert nach GFE (2006).

BARAT G.K., GHOSE C., SINGH J. (1989) zitiert nach SMARTT ET AL. (1994).

BGBL – BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH (2004^A): 118. Bundesgesetz, mit dem ein Tierschutzgesetz erlassen sowie das Bundes- Verfassungsgesetz, die Gewerbeordnung 1994 und das Bundesministeriengesetz 1986 geändert werden. BGBl Nr. 118/2004. Ausgegeben am 28. September 2004. <http://www.ris.bka.gv.at/> besucht am 14.07.2011.

BGBL – BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH (2004^B): 485. Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über die Mindestanforderung für die Haltung von Pferden und Pferdeartigen, Schweinen, Rindern, Schafen, Ziegen, Schalenwild, Lamas, Kaninchen, Hausgeflügel, Straußen und Nutzfischen (1.Tierhaltungsverordnung). BGBl Nr.485/2004. Ausgegeben am 17. Dezember 2004. <http://www.raumberg-gumpenstein.at/> besucht am 14.07.2011.

BHATTACHARYA A., VIJAYLAXAMI (2010): Physiological Responses of Grain Legumes to Stress Environments. In: Climate Change and Management of Cool Season Grain Legume Crops. Yadav S.S., McNeil D.L., Redden R. and Patil A. (Editors). Springer Science and Business Media, Dordrecht, S. 40.

BIO-AUSTRIA (2010): Bio-Austria-Produktionsrichtlinien – Die Biobäuerinnen und Biobauern Österreichs. Fassung September 2010. Bio AUSTRIA – Verein zur Förderung des Biologischen Landbaus. http://www.bio-austria.at/biobauern/richtlinien/bio_austria_richtlinien besucht am 14.07.2011.

BMG (2011): Erlass des Bundesministerium für Gesundheit - BMG - II/B/13 vom 21.12.2012. http://bmg.gv.at/cms/home/attachments/6/5/5/CH1266/CMS1319205224777/erlass_bmg-75340-0047-2011_v._21.12.2011.pdf besucht am 09.03.2012.

BUDAĞ C., TAŞ A., SEMRA VAKIT A. (2009): Effekts of Chickling Vetch (*Lathyrus sativus L.*) Grain as Feed on Certain Blood Parameters in Lambs. Journal of Animal and Veterinary Advances 8 (9), 2009, S. 1768 – 1770.

CAI W.T., LI Z.X., CHEN Y.Z. (1984) zitiert nach YAN ET AL. (2006)

- CAMPBELL C.G., MEHRA R.B., AGRAWAL S.K., CHEN Y.Z., ABDEL MONHEIM A.M., KHAWAJA H.I.T., YADOV C.R., TAY J.U., ARAYA W.A. (1994): Current status and future strategy in breeding grasspea (*Lathyrus sativus*). In: Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes. Muehlbauer F.J. and Kaiser W.J. (eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, S. 618, 620.
- CAMPBELL C.G. (1997): Grass pea. *Lathyrus sativus* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 18. Institute of Plant and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, S. 8 – 11, 15.
- CASTELL A.G., CLIPLEF R.L., BRIGGS C.J., CAMPBELL C.G., BRUNI J.E. (1994): Evaluation of lathyrus (*Lathyrus sativus* L.) as an ingredient in pig starter and grower diets. *Canadian Journal of Animal Science* 74, 529 – 539.
- DONE S. (2004) zitiert nach GFE (2006).
- EUROPÄISCHE UNION (2007): Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91. *Amtsblatt der Europäischen Union*, L 189/1 vom 20.7.2007.
- EUROPÄISCHE UNION (2008^A): 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. *Amtsblatt der Europäischen Union*, L 250/1 vom 18.9.2008.
- EUROPÄISCHE UNION (2008^B): VERORDNUNG (EG) Nr. 1254/2008 DER KOMMISSION vom 15. Dezember 2008 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 889/2008 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. *Amtsblatt der Europäischen Union*, L 337/80 vom 16.12.2008.
- FARHANGI (1996) zitiert nach HANBURY ET AL. (2000).
- FIKRE A., KORBU L., KUO Y., LAMBEIN F. (2008): The contents of the neuro-excitatory amino acid β -ODAP (β -N-oxalyl-L- α,β -diaminopropionic acid), and other free and protein amino acids in the seeds of different genotypes of grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Food Chemistry* 110 (2008), S. 422 – 427.
- FREYER B., PIETSCH G., HRBEK R., WINTER S. (2005): Futter und Körnerleguminosen im biologischen Landbau. avBUCH – österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, S. 97, 134, 166.
- GATTA C.D., POLIGNANO G.B., BISIGNANO V. (2002) zitiert nach FIKRE ET AL. (2008).

- GFE – GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen 2006. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main.
- GRÜNER BERICHT (2010): Grüner Bericht 2010, Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. 51. Auflage, S.57, 96, 216.
- GURUNG A.M., PANG E.C.K. (2011): Lathyrus. In: Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Legume Crops and Forages. Kole C. (Editor). Springer-Verlag, Berlin, S. 117.
- HANBURY C.D., WHITE C.L., MULLAN B.P., SIDDIQUE K.H.M. (2000): A review of the potential of *Lathyrus sativus* L. and *L. cicera* L. grain for use as animal feed. Animal Feed Science and Technology 87 (2000), S.1, 14, 19-21.
- HUGON J., LULDOLPH A.C., SPENCER P.S. (2000) zitiert nach YILAHAM AND WUDE (2009).
- JEROCH H., DROCHNER W., SIMON O. (2008): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung. 2., überarbeitete Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S.38, 40, 85, 86, 111, 112, 114, 125 - 128, 160f, 332, 333, 361.
- KAMPHUES J., SCHULZ I. (2002) zitiert nach GFE (2006).
- KAUL A.K., COMBES D. (1986) zitiert nach SMART ET AL. (1994).
- KIRCHGEßNER M., ROTH F.X., SCHWARZ F.J., STANGL G.I. (2008): Tierernährung. Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 12., neu überarbeitete Auflage. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main, S. 34, 35, 36, 100, 131f, 293.
- KÖNIG H.E., LIEBICH H.-G. (2005): Anatomie der Haussäugetiere. Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Verlag Schattauer, Stuttgart. S. 328, 248, 326, 327.
- KRAFT W. , DÜRR U.M. (1997): Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. 4. Überarbeitete und erweiterte Auflage. Verlag Schattauer, Stuttgart, S.146ff.
- KUMAR S., BEJIGAA G., AHMED S., NAKKOL H., SARKER A. (2011): Genetic improvement of grass pea for low neurotoxin (β -ODAP) content. Food and Chemical Toxicology, Volume 49, Issue 3, March 2011, S. 589 – 600.
- KUO Y.H., BAU H.M., QUEMENER B., KHAN J.K., LAMBEIN F. (1995^A) zitiert nach TARADE ET AL. (2007).
- KUO Y.H., BAU H.M., QUEMENER B., KHAN J.K., LAMBEIN F. (1995^B) zitiert nach YAN ET AL. (2006).
- KUO Y.H., BAU H.M., QUEMENER B., KHAN J.K., LAMBEIN F. (1995^C) zitiert nach HANBURY ET AL. (2000).
- LATIF M.A., MORRIS T.R., JAYNE-WILLIAMS D.J. (1975) zitiert nach YAN ET AL. (2006).

-
- LFL – LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2007): Futterberechnung für Schweine. Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft. Arbeitsbereich Schweineernährung. Druckhaus Kastner, Wolnzach.
- LINDNER E. (1990): Toxikologie der Nahrungsmittel. 4., überarbeitete und erweiterte Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S. 21, 24
- LOW R.K.C., ROTTER R.G., MARQUARDT R.R., CAMPBELL C.G. (1990^A) zitiert nach YAN ET AL. (2006)
- LOW R.K.C., ROTTER R.G., MARQUARDT R.R., CAMPBELL C.G. (1990^B) zitiert nach HANBURY ET AL. (2006)
- MATHUR P.N., ALERICA A., JAIN C. COMPILERS (2005): *Lathyrus* germplasm collections directory. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, S. iii.
- MONSOOR M.A., YUSUF H.K.M. (2002) zitiert nach FIKRE ET AL. (2008).
- NRC (1998) zitiert nach GFE (2006).
- PLONAIT H., BICKHARDT K. (1997): Lehrbuch der Schweinekrankheiten. Parey Buchverlag Berlin, 2. Neubearbeitete Auflage, S.174 – 175.
- PSCHYREMBEL (2001): Klinisches Wörterbuch. 259., neu bearbeitete Auflage, Walter de Gruyter, Berlin, S. 900, 934, 1256, 1559, 1566.
- RAHMAN Q.N., AKHTAR N., CHOWDHURY A.M. (1974) zitiert nach CAMPBELL (1997).
- RATHOD K.L. (1989) zitiert nach SMARTT ET AL. (1994).
- RONDA LAIN E., MORALES GALLEGO J.F., OTERO COORETÉS J. (1963) zitiert nach YAN ET AL. (2006)
- ROTTER R.G., MARQUARDT R.R., CAMPBELL C.G. (1991): The nutritional value of low lathyrogenic lathyrus (*Lathyrus sativus*) for growing chicks. British Poultry Science (1991) 32; 1055 – 1067.
- SAMMOUR R., MUSTAFA A.E.-Z., BADR S., THAR W. (2007): Genetic variations in accessions of *Lathyrus sativus* L. Acta Bot. Croat. 66 (1), 1 – 13, 2007, S. 3.
- SAS Institute Inc. 2007. SAS für Windows V 9.1. Cary, NC, USA.
- SCHIAVON S., EMMANS G.C. (2000) zitiert nach GFE (2006).
- SINGH G., RAM H., AGGARWALL N. (2010): Agronomic Approaches to Stress Management. In: Climate Change and Management of Cool Season Grain Legume Crops. Yadav S.S., McNeil D.L., Redden R. and Patil A. (Editors). Springer Science and Business Media, Dordrecht, S. 142.

- SMARTT J., KAUL A., WOLDE AMLAK ARAYA, RAHMAN M.M., KEARNEY J. (1994): Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) as a potentially safe legume food crop. In: Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes. Muehlbauer F.J. and Kaiser W.J. (eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, S. 144, 147, 148, 150
- SMULIKOWSKA S., RYBIŃSKI W., CZERWIŃSKI J. TACIAK M., MIECZKOWSKA A. (2008): Evaluation of selected mutants of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) var. Krab as an ingredient in broiler chicken diet. Journal of Animal and Feed Sciences, 17, 2008, S.
- SNEYD J. (1995): Alternative Nutzpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 65.
- SRIVASTAVA S., KHOKHAR S. (1996) zitiert nach TARADE ET AL. (2007).
- TADESSE W. (2003): Stability of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) varieties for ODAP content and grain yield in Ethiopia. Lathyrus Lathyrism Newsletter 3 (2003). http://www.uwa.edu.au/__data/assets/pdf_file/0005/919805/Tadesse.pdf besucht am 25.07.2011.
- TALUKDAR D. (2009): Dwarf mutations in grass pea (*Lathyrus sativus* L.): origin, morphology, inheritance and linkage studies. Journal of Genetics, Vol. 88, No. 2, August 2009, S. 165.
- TARADE K.M., SINGHAL R.S., JAYRAM R.V., PANDIT A.B. (2007): Kinetics of degradation of ODAP in *Lathyrus sativus* L. flour during food processing. Food Chemistry 104 (2007), S. 643 – 649.
- THULIN A.J., BRUMM M.C. (1991) zitiert nach GFE (2006).
- TOKER C., YADAV S.S. (2010): Legumes Cultivars for Stress Environments. In: Climate Change and Management of Cool Season Grain Legume Crops. Yadav S.S., McNeil D.L., Redden R. and Patil A. (Editors). Springer Science and Business Media, Dordrecht, S. 351, 356.
- TSEGAYE D., TADESSE W., BAYABLE M. (2005): Performance of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) somaclones at Adet, northwest Ethiopia. Lathyrus Lathyrism Newsletter 4 (2005). http://www.uwa.edu.au/__data/assets/pdf_file/0011/919874/Tsegaye.pdf besucht am 25.07.2011.
- URGA K., KUFA H., BIRATU E., HUSAIN A. (2005): Evaluation of *Lathyrus sativus* cultivated in Ethiopia for proximate composition, minerals, ODAP and anti-nutritional components. African Journal of Food Agriculture and Nutritional Development (AJFAND): Volume 5 No 1 2005, 1 - 15, S. 5.
- VAZ PATTO M.C., SKIBA B., PANG E.C.K., OCHATT S.J., LAMBEIN F., RUBIALES D. (2006): *Lathyrus* improvement for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical breeding to marker assisted selection. Euphytica (2006) 147: 133 – 147, S. 133 – 137.
- WIKIPEDIA (2011): Saat-Platterbse vom 29.05.2011. <http://de.wikipedia.org/wiki/Saat-Platterbse> besucht am 24.09.2011.

- WILLIAMS P.C., BHATTY R.S., DESHPANADE S.S., HUSSEIN L.A., SAVGE G.P. (1994): Improving nutritional quality of cool season food legumes. In: Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes. Muehlbauer F.J. and Kaiser W.J. (eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, S. 117, 118.
- WINDISCH W.M., SCHEDLE K., WURZER H. (2010): Energy. In: Vorlesungsunterlagen von *Advanced Animal Nutrition* (751.306), Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie. Universität für Bodenkultur Wien. Folie 99
- YAN Z.-Y., SPENCER P.S., LI Z.-X., LIANG Y.-M., WANG Y.-F., WANG C.-Y., LI F.-M. (2006): *Lathyrus sativus* (grass pea) and its neurotoxin ODAP. *Phytochemistry* 67 (2006), S. 107 – 121.
- YILAHEM D., WUDE T. (2009): Evaluation of b-ODAP content in forage, grain and straw of *Lathyrus sativus* in North West Ethiopia. *Livestock Reserach for Rural Development*, 21 (12) 2009. <http://www.lrrd.org/lrrd21/12/dene21212.htm> besucht am 25.07.2011.