

Praecaecale Aminosäurenverdaulichkeit von Ackerbohnen und Blauen Lupinen bei Broilern

Annette Simon

Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät,
Institut für Nutztierwissenschaften, Philippstr. 13, 10115 Berlin

Zusammenfassung

In den vorliegenden Untersuchungen wurde die praecaecale Verdaulichkeit (pc VQ) von Rohprotein und Aminosäuren aus Ackerbohnen und Blauen Lupinen an Broilern ermittelt. Es kamen je zwei Sorten zum Einsatz (*Music* und *Scirocco* bzw. *Bora* und *Boltensia*), die jeweils auf zwei verschiedenen Standorten geerntet worden waren. Der Rohproteingehalt der Ackerbohnen variierte zwischen 277 und 307 g/kg TS, der von Blauen Lupinen zwischen 298 und 379 g/kg TS. Bei den Lupinen war das Aminosäurenmuster im Protein geringeren Schwankungen unterworfen als bei Ackerbohnen. Zur Ermittlung der pc VQ wurden die gemahlene Leguminosensamen im Austausch gegen Maisstärke in 2 Stufen (Ackerbohnen zu 15 und 30 %, Lupinen zu 10 und 20 %) einer Grundmischung zugelegt. Die Mischungen enthielten Titanoxid als unverdaulichen Marker. Jede Futtermischung (neben der Grundmischung insgesamt 8 je Leguminosenart) wurde ab dem 14. Lebenstag an 7 bzw. 8 Gruppen zu je 12 Broilern verfüttert. Nach 7-tägiger Versuchsfütterung wurden die Tiere geschlachtet und der Ileumchymus der Tiere einer Gruppe gepoolt. Die pc VQ des Rohproteins und der Aminosäuren der verschiedenen Chargen von Ackerbohnen und Blauen Lupinen wurde mittels linearer Regression bestimmt. Die pc VQ der Aminosäuren der untersuchten Ackerbohnenarten *Music* und *Scirocco* war standortunabhängig und nur vereinzelt sortenabhängig. Die Blauen Lupinen der Sorten *Bora* und *Boltensia* wiesen eine tendenziell höhere pc VQ als die der Ackerbohnen auf. Innerhalb einer Sorte ergaben sich große Schwankungen in der Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren, die bei Ackerbohnen zwischen 64 und 93 % und bei Blauen Lupinen zwischen 67 und 96 % variierte. Diese Unterschiede müssen bei der Erstellung von Futterwerttabellen berücksichtigt werden. Bei den Blauen Lupinen beeinflusste sowohl die Sorte als auch der Standort die pc VQ einzelner Aminosäuren. Die Ursache des mehrfach festgestellten Kompensationseffektes

hinsichtlich einer besseren pc VQ bei geringeren Aminosäuregehaltswerten, sollte in weiteren Untersuchungen geklärt werden. Durch die Bestimmung der pc VQ mittels regressiver Methode ist es möglich, die Rohprotein- und Aminosäureverdaulichkeit aus Einzelkomponenten zu bestimmen, ohne dass eine Korrektur um basale endogenen Ausscheidungen erforderlich ist. Die ermittelten Daten tragen zur Erstellung eines Tabellenwerkes zur Aminosäureverdaulichkeit beim Geflügel bei.

Praecaecal digestibility of amino acids from field beans and blue lupins in broiler chickens

The objective of the presented study was to determine the praecaecal digestibility (pcD) of crude protein and amino acids from field beans and blue lupins after feeding to broilers. From both grain legumes two varieties (field beans: *Music* and *Scirocco*; blue lupins: *Bora* and *Boltensia*) grown on two locations each were tested. The crude protein content of field beans and lupins varied between 277 and 307 g/kg DM and 298 and 379 g/kg DM, respectively. The amino acid composition of proteins of blue lupins varied between the several batches less than in field beans. For estimation of the pcD ground grains were included into broiler diets at levels of 15 and 30 % (field beans) and 10 and 20 % (blue lupins) at the expense of corn starch. All diets contained TiO₂ as indigestible marker. The diets (one basal diet and in total 8 different diets for beans and lupins each) were fed to 7 or 8 groups of 12 broilers each. At the end of the feeding period from day 14 to 21 of age the animals were slaughtered and the ileum content was removed and pooled from all animals of a group (i.e. 7 or 8 replicates). The pcD of crude protein and amino acids of the different batches of legume grains was calculated by linear regression.

The pcD of amino acids from field beans was not influenced by variety and only in few cases by location. Compared to field beans in blue lupins a trend for higher pcD of amino acids was observed. Within a variety the pcD of various amino acids differed for field beans between 64 and 93 % and for lupins between 67 and 96 %. These variations need to be considered in feed evaluation. In case of blue lupins the pcD of individual amino acids was influenced by both, variety and location. In many cases a low amino acids content was compensated by a higher pcD. The reason for this effect is not known and should be investigated in further studies. It was shown that the estimation of the pcD by the regressive method enables to estimate the pcD of crude protein and amino acids from single feedstuffs without corrections of basal endogenous losses. The determined data can serve for improving feed evaluation for poultry.

1. Einleitung und Zielsetzung

Durch das Verbot der Verfütterung von Tiermehl hat in Deutschland die Nachfrage nach einheimischen Körnerleguminosen deutlich zugenommen. Nach einem Rückgang des Hülsenfruchtanbaus in den Jahren 1999 und 2000 wurde 2001 in Brandenburg die Anbaufläche von 1998 wieder erreicht (MLUR 2002). Im Jahr 2001 betrug der Hülsenfruchtanbau in Brandenburg 4,1 % der Ackerfläche (42 479 ha), was einen Anstieg von 21 % gegenüber dem Vorjahr bedeutete. Auch im Jahr 2003 hat in Deutschland der Anbau von Hülsenfrüchten (Ackerbohnen, Futtererbsen, Lupinen und sonstige Hülsenfrüchte) im Vergleich zum Vorjahr wieder um 1,9 % zugenommen und lag damit bei rund 212 000 ha (BMVL 2003). Die Lupinenfläche wurde das erste Mal gesondert ausgewiesen. Sie betrug 46 000 ha und ist damit im Vergleich zum Vorjahr, in dem die Summe der sonstigen Hülsenfrüchte nur ca. 41 000 ha betrug, deutlich angestiegen.

Obwohl zum Futterwert von Körnerleguminosen umfangreiche Kenntnisse vorliegen, gibt es mehrere Gründe, die eine Neubewertung und Spezifikation erfordern. Dies ist zum einen der Zuchtfortschritt, der neben der Verfolgung primärer pflanzenbaulicher Zielstellungen auch zu Veränderungen des Gehalts an Nährstoffen und antinutritiven Inhaltsstoffen geführt hat und weiter führen wird. Ferner treten nicht nur bei Getreide, sondern auch bei Körnerleguminosen in Abhängigkeit von der Sorte sowie den Klima- und Standortbedingungen starke Schwankungen der chemische Zusammensetzung auf (u.a. JEROCH et al. 1999a, WASILEWKO und BURACZEWSKA 1999). Es ist weiterhin festzustellen, dass in Tabellenwerken Süßlupinen trotz des sehr unterschiedlichen Futterwertes von Weißen, Gelben und Blauen Lupinen nur als eine Futterart ausgewiesen werden und detaillierte Angaben meist nur aus Originalliteratur zu erhalten sind. Bezüglich des Futterwertes der Lupinenarten ist einzuschätzen, dass aus der Sicht der Rationsgestaltung die Gelbe Lupine aufgrund ihres außerordentlich hohen Proteingehaltes zu favorisieren ist, der Anbau der Blauen Lupine aber wegen höherer Anthraknoseresistenz zunehmend an Bedeutung gewinnt. Speziell für Schweine und Geflügel wird der Futterwert von Körnerleguminosen maßgeblich von der Zusammensetzung und der Verdaulichkeit der Aminosäuren bestimmt. Dabei gibt es Übereinstimmung darüber, dass Daten zur praecaecalen Verdaulichkeit genauere Informationen liefern als solche, die aus der klassische Bestimmung der Verdaulichkeit über den gesamten Verdauungstraktes resultieren. Daher gewinnt in der Futterbewertung für Geflügel die Einbeziehung der praecaecalen Aminosäureverdaulichkeit zunehmend an Bedeutung (RAVINDRAN et al. 1999; KADIM et al. 2002; RODEHUTSCORD et al. 2004). Weil es beim lebenden Geflügel schwierig ist, den Chymusfluss am Ende des Ileums mengenmäßig zu

erfassen, wird hier eine Methode eingesetzt, die den Einsatz eines unverdaulicher Markers und die Tötung der Tiere zur Chymusgewinnung einbezieht. Als Vorteil dieser Methode ist anzusehen, dass sich leichter eine höhere Anzahl von Behandlungen erzielen lässt als beim Schwein. Da sich die praecaecale Verdaulichkeit (pc VQ) von Aminosäuren aus einem Testprotein zuverlässig mittels linearen Regression ermitteln lässt (RODEHUTSCORD et al. 2004), ist eine Korrektur um basale endogene Ausscheidungen nicht mehr erforderlich.

In den vorliegenden Untersuchungen wurde die praecaecale Rohprotein- und Aminosäurenverdaulichkeit von Ackerbohnen und Blauen Lupinen nach Verfütterung an Broiler mittels der regressiven Methode bestimmt. Durch Prüfung von jeweils 2 Sorten, die auf verschiedenen Standorten angebaut wurden, sollte gleichzeitig der Frage nachgegangen werden, ob ein Sorten- und Standorteinfluss auf die Verdaulichkeit besteht. Mit den ermittelten Daten sollte weiterhin ein Beitrag zu Erstellung eines Tabellenwerkes zur praecaecalen Aminosäurenverdaulichkeit bei Broilern geliefert werden.

2. Material und Methoden

2.1. Ackerbohnsorten

Die für die Verdaulichkeitsuntersuchungen eingesetzten Ackerbohnen (*Vicia faba*) stammten von der Versuchsstation Pflanzenbauwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät aus der Ernte 2001. Im Rahmen eines Ringversuches wurde hier die Anbaueignung von Körnerleguminosen auf schluffigen bis lehmigen Sandböden untersucht. Von beiden untersuchten Sorten, *Musica* und *Scirocco*, standen Chargen von den Standorten Blumberg und Berge zur Verfügung. Die pflanzenbaulichen Maßnahmen und die Charakterisierung der Standorte sind in Tab. I und II (Anhang) dargestellt.

Die Sorte *Musica* wurde 1996 zugelassen. Sie ist eine Normaltyp-Sorte, die durch hohen Ertrag, spätere Abreife und höhere Lagereignung gekennzeichnet ist. *Musica* erreichte besonders auf D-Standorten hohe Erträge (BISCHOFF 2000) und ist bis auf ganz leichte Standorte für alle Standorte geeignet (AUTORENKOLLEKTIV 2002). Kennzeichnend für die Sorte *Musica* ist weiterhin die relativ hohe TKM (400 – 500 g), die etwas höhere Saatgutkosten verursacht (BISCHOFF 2000).

Die Sorte *Scirocco* wurde 1992 zugelassen und ist eine Stabiltyp-Sorte, d.h. sie reift schneller ab als der Normaltyp und hat in kühlen und niederschlagsreichen Jahren Vorteile. Sie erreichte auf Löß-Standorten die höchsten Erträge, weist jedoch auf D-Standorten große Ertragsschwankungen auf (BISCHOFF 2000). Aus Landessorten-

versuchen (AUTORENKOLLEKTIV 2002) geht hervor, dass *Scirocco* besonders auf nichttypischen Ackerbohlenstandorten, wie z.B. leichteren B6den oder auch auf sommertrockenen Standorten, uneingeschr6nkt empfohlen werden kann.

Der durchschnittliche Rohproteingehalt der Sorten *Music* und *Scirocco* wird mit 27 bis 30 % angegeben. Diese Gehaltswerte wurden auch in den untersuchten Chargen ermittelt (Tab. 1). Der bei der Sortenbeschreibung ebenfalls angegebene etwas geringere Rohproteingehalt f6ur die Sorte *Music* wurde hingegen nicht best6atigt. Offensichtlich hatte hier der Standort einen gr6oBeren Einfluss als die Sorte. Generell entsprach der Gehalt an Rohn6ahrstoffen in der Gr6oBenordnung anderen Angaben aus Futterwerttabellen (z.B. JEROCH et al. 1999b).

Tab. 1: Gehalt der Ackerbohnen an Rohn6ahrstoffen, Detergenzienfasern und Vicin/Convicin [g/kg TS]

Sorte	<i>Music</i>		<i>Scirocco</i>		Mittelwert	$\pm SD$
	Berge	Blumberg	Berge	Blumberg		
Rohasche	34	38	35	41	37	3,1
Rohprotein	304	277	303	294	297	12,7
Rohfett	12	15	10	12	12	1,8
Rfa	77	84	86	87	83	4,6
NFE	573	586	568	572	575	7,7
NDF	122	138	130	130	130	6,4
ADF	97	120	104	104	106	9,9
ADL	3	6	4	4	4	1,4
Vicin	5,2	6,7	5,2	5,6	5,7	0,7
Convicin	2,0	2,5	2,8	3,2	2,6	0,5
Vicin/ Convicin	2,59	2,66	1,88	1,80	2,23	0,46

Da in der Gefl6ugelf6utterung neben dem Tanningehalt von Ackerbohnen auch der Gehalt an Vicin und Convicin als wesentlicher antinutritiver Faktor angesehen wird, wurde f6ur die untersuchten Chargen der Gehalt letzterer Substanzen bestimmt (RD-Biotech, Besan6on, Frankreich). Obgleich die Interpretation der vorhandenen Einzeldaten keine statistische Aussagekraft hat, ist offensichtlich, dass bei gleicher Sorte der Gehalt an Vicin und Convicin auf dem Standort Blumberg immer h6oher ist als in Berge. Sortenabh6angig war jedoch der Gehalt an Convicin bei der Sorte *Scirocco* h6oher als bei *Music*. Insgesamt ist der Gehalt an Pyrimidinglucosiden deutlich h6oher als bei Sorten, die als Vicin/Convicin-frei ausgewiesen sind. Zum

Beispiel enthielt die gleichzeitig untersuchte Sorte *Divine* nur 0,4 g Vicin und 0,02 g Convicin je kg TS.

Unabhängig vom Standort wies die Sorte *Scirocco* einen zumindest gleichen oder einen höheren Gehalt an essentiellen Aminosäuren auf (Tab. 2). Dabei bestanden nur geringe Unterschiede für die erstlimiterenden Aminosäuren Lysin, Methionin, Cystein und Threonin. Bedeutsame Gehaltsdifferenzen bestanden für die verzweigtkettigen Aminosäuren Isoleucin und Valin, deren Gehalt in g/16 g N bei der Sorte *Scirocco* um 30 bis 40 % höher war als bei der Sorte *Music*. Da der Rohproteingehalt beider Sorten auf gleichem Standort als identisch anzusehen ist (Tab. 1), kann geschlussfolgert werden, dass bei Verfütterung der Sorte *Scirocco* die Zufuhr von essentiellen Aminosäuren höher ist. Im Vergleich mit Tabellenwerken (DEGUSSA FEED ADDITIVES 1996; JEROCH et al. 1999b) ist der hier ermittelte Gehalt an essentiellen Aminosäuren geringer, dabei ist jedoch speziell für die Angaben von DEGUSSA FEED ADDITIVES (1996) festzustellen, dass es sich hier um Ackerbohnen mit einem deutlich niedrigeren Rohproteingehalt von im Mittel 250 g/kg TS handelte und somit keine unmittelbare Vergleichbarkeit vorliegt.

Tab. 2: Gehalt an essentiellen und semiessentiellen Aminosäuren in Ackerbohnen [g/16 g N]

Sorte Standort	<i>Music</i>		<i>Scirocco</i>		Mittelwert	±SD
	Berge	Blumberg	Berge	Blumberg		
Lysin	5,0	5,1	5,3	5,3	5,2	0,16
Methionin	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,03
Cystein	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,07
Threonin	2,8	2,9	3,0	3,0	2,9	0,11
Arginin	6,7	6,3	7,3	7,3	6,9	0,47
Phenylalanin	3,3	3,3	3,6	3,5	3,4	0,15
Tyrosin	2,6	2,6	2,8	2,8	2,7	0,10
Isoleucin	2,2	2,6	3,4	3,2	2,8	0,54
Leucin	5,4	5,4	6,0	5,9	5,7	0,31
Valin	2,6	3,0	3,8	3,6	3,2	0,59
Histidin	1,9	2,0	2,1	2,1	2,0	0,09

2.2. Lupinensorten

Die Bestimmung der pc VQ der Aminosäuren aus Blauen Lupinen (*Lupinus angustifolius*) wurde anhand der Sorten *Bora* und *Boltensia* vorgenommen. Beide Sorten wurden durch die Saatgut Steinach GmbH bereitgestellt und stammten ebenfalls aus der Ernte 2001. Die pflanzenbaulichen Maßnahmen und die Charakterisierung der Standorte sind in Tab. I und II (Anhang) dargestellt.

Laut Angaben des Züchtersvertriebs (Informationsmaterial der BayWa AG) erstreckt sich die Anbaueignung der Sorte *Bora* von leichten bis zu schweren Böden. Hervorgehoben wird das hohe Ertragsleistungsvermögen bei gleichzeitig hohem Rohproteingehalt. Das TKG liegt zwischen 120 und 150 g. Gegenüber Anthraknose, Lupinenbräune und Mehltau wird eine geringe Anfälligkeit ausgewiesen. Die Sortenzulassung erfolgte im Jahr 2000.

Charakteristisch für die blaue Süßlupinensorte *Boltensia* ist ihr besonders hohes Ertragspotential in normalen bis trockenen Vegetationsjahren. Vom Züchtersvertrieb wird weiterhin eine gute Standfestigkeit und eine geringe Anfälligkeit gegenüber Anthraknose, Lupinenwelke und Blattschütte ausgewiesen. Das TKG liegt zwischen 135 und 160 g. Die Sorte wurde 1999 zugelassen.

In Tab. 3 ist die Rohnährstoffzusammensetzung der untersuchten Lupinenchargen angeführt. Der Rohproteingehalt der Sorte *Bora* ist etwas geringer als bei *Boltensia*, wobei speziell auf dem Standort Bocksee für *Bora* ein nach unten abweichender Rohproteingehalt von ca. 30 % RP in der TS festgestellt wurde. Gleichzeitig ist bei dieser Sorte ein deutlich höherer Alkaloidgehalt analysiert worden. Die weiteren Rohnährstoffe entsprechen in ihrer Größenordnung vorhandenen Literaturdaten (PETTERSON 1998).

Der Gehalt an essentiellen Aminosäuren im Rohprotein ist in Tab. 4 dargestellt. Bei den untersuchten Chargen lag dieser Gehalt im Vergleich zu allgemeinen Literaturdaten (PETTERSON 1998) um etwa 10 bis 20 % niedriger. Eine Ausnahme bilden Phenylalanin, Tyrosin und Histidin, deren Gehalt übereinstimmend war. Spezifische Analysendaten für die Sorte *Boltensia* (Degussa-Hüls, Analyse von 2000) zeigten jedoch in der Aminosäurezusammensetzung eine sehr hohe Übereinstimmung zu den eigenen Analyseergebnissen, obwohl die dort untersuchte Charge nur 293 g Rohprotein je kg TS aufwies. Insgesamt waren die verschiedenen Chargen an Blauen Lupinen hinsichtlich der Aminosäurezusammensetzung sehr ausgeglichen.

Tab. 3: Gehalte von Blauen Lupinen an Rohnährstoffen, Detergenzienfasern und Alkaloiden [g/kg TS]

Sorte Standort	<i>Bora</i>		<i>Boltensia</i>		Mittelwert	±SD
	Dratow	Bocksee	Dratow	Wendorf		
Rohasche	34	34	40	36	36	2,9
Rohprotein	359	298	375	379	353	37,6
Rohfett	56	63	42	54	54	8,6
Rfa	151	155	169	133	152	15
NFE	400	450	374	399	406	31,9
NDF	240	260	274	222	249	22,7
ADF	175	187	201	155	179	19,3
ADL	6	5	6	6	6	0,5
Alkaloide	0,73	1,08	0,64	0,53	0,63	0,14

Tab. 4: Gehalt an essentiellen und semiessentiellen Aminosäuren in Blauen Lupinen [g/16 g N]

Sorte Standort	<i>Bora</i>		<i>Boltensia</i>		Mittelwert	±SD
	Dratow	Bocksee	Dratow	Wendorf		
Lysin	4,3	4,6	4,3	4,2	4,3	0,14
Methionin	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,07
Cystein	1,1	1,0	1,0	1,2	1,1	0,12
Threonin	3,3	3,4	3,1	3,1	3,2	0,14
Arginin	9,6	9,3	9,4	9,3	9,4	0,15
Phenylalanin	3,8	3,8	3,7	3,6	3,7	0,12
Tyrosin	3,6	3,6	3,4	3,3	3,5	0,15
Isoleucin	3,8	3,8	3,7	3,6	3,7	0,09
Leucin	6,4	6,4	6,2	6,3	6,3	0,13
Valin	3,4	3,6	3,4	3,3	3,5	0,15
Histidin	2,6	2,5	2,4	2,5	2,5	0,05

2.3. Futtermischungen im Versuch

Für die Bestimmung der pcVQ von Ackerbohnen und Blauen Lupinen wurden jeweils eine Grundmischung und zwei Zulagestufen verwendet. Die Zusammensetzung der Grundmischung war für alle Versuche gleich (Tab. 5). Neben den Hauptkomponenten, Mineralstoffen und Vitaminen wurden Lysin, Methionin und Threonin zur Deckung des Bedarfs an essentiellen Aminosäuren zugesetzt. Der Rohproteingehalt betrug 175 g/kg TS. Als unverdaulicher Marker wurden 0,5 % TiO₂ eingemischt.

Tab. 5: Zusammensetzung der Grundmischung [g/kg OS]

Komponente	Anteil
Mais	400
Sojaextraktionsschrot	100
Weizenkleber	100
Maisstärke	300
Sojaöl	45
Titanoxid	5
Monocalciumphosphat	16
Futterkalk	12
Mineralstoff- und Vitamin-Vormischung	15
L-Lysin·HCl	5
DL-Methionin	1
L-Threonin	1
Rohprotein	175
ME [MJ/kg] ¹	13,6

¹ kalkuliert

In den Zulagestufen wurde im Austausch gegen Maisstärke jede der 4 Chargen Ackerbohnen in Höhe von 150 bzw. 300 g/kg Futter zugelegt. Zusammen mit der Grundmischung wurde für die Bestimmung der pc VQ von Ackerbohnen insgesamt 9 verschiedenen Mischungen eingesetzt. Bei den Ackerbohnenrationen variierte der Rohproteingehalt der Zulagestufen zwischen 214 bis 259 g/kg Futter.

Die Rationen mit Blauen Lupinen wurden in gleicher Weise hergestellt und es kamen ebenfalls 9 verschiedene Mischungen zum Einsatz. Die zugelegte Menge an Lupinen

betrug hier jedoch nur 100 bzw. 200 g/kg Futter. Der Rohproteingehalt der Zulagestufen lag zwischen 200 und 240 g/kg Futter.

Alle Futtermischungen wurden vor der Verfütterung pelletiert (3 mm Lochdurchmesser).

2.4. Versuchstiere und deren Haltung

Für die Bestimmung der pc VQ von Ackerbohnen und Blauen Lupinen wurden jeweils 896 männliche Eintagsküken der Mastlinie Cobb (Cobb Germany) eingestallt. Die Tiere wurden in Gruppen zu 14 Tieren unter herkömmlichen Bedingungen in Bodenhaltung auf Einstreu gehalten. Die Klimagestaltung des Stalles erfolgte nach gängigen Empfehlungen über automatische Temperaturregulierung mit Heißluftgebläse und Infrarotlampen.

2.5. Versuchsablauf und Probennahme

Bis zum 14. Lebenstag wurden die Tiere mit handelsüblichem, pelletiertem Broilerstarterfutter gefüttert. Futter und Wasser standen *ad libitum* zur Verfügung. Am Ende der Vorfütterungsperiode wurden die Tiere gewogen und mit dem Ziel eine möglichst einheitliche Lebendmasse je Gruppe zu erreichen, zu je 12 Tieren pro Gruppe verteilt. Je 7 Gruppen erhielten eine von den 8 Versuchsmischungen mit Ackerbohnen bzw. mit Blauen Lupinen. Die Grundmischung wurde an jeweils 8 Gruppen verfüttert.

Am 20. Tag wurden die Tiere morgens vor der Fütterung gewogen und die Menge des aufgenommenen Versuchsfutters erfasst. Bis zur Schlachtung am Morgen des Folgetags wurde die Versuchsmischung weiter *ad libitum* verabreicht. Unmittelbar nach Schlachtung erfolgte die Entnahme des Ileuminhaltes ab Merkel'schen Divertikel. Der Chymus von den 12 Tieren eines Abteils wurde vereinigt und bis zur Analyse tiefgefroren. Vor der weiteren Analyse wurde das Probenmaterial gefriergetrocknet und über ein 1-mm-Sieb vermahlen.

2.6. Analysen

In den Versuchsmischungen sowie in den verschiedenen Chargen von Ackerbohnen und Blauen Lupinen wurden die Rohnährstoffe nach der Weender Analyse sowie erweiterter Faseranalyse gemäß den Richtlinien der VDLUFA bestimmt (NAUMANN

und BASLER 1976). Die Gehalte an Aminosäuren in den Versuchsmischungen, in Ackerbohnen, Blauen Lupinen sowie im Chymus wurde mittel Ionenaustauscherchromatographie bestimmt. Die zur Bestimmung der schwefelhaltigen Aminosäuren erforderliche Oxidation erfolgte durch Natriumdisulfit. Der Marker Titanoxid wurde in den Versuchsmischungen und im Chymus nach Kjeldahlaufschluss photometrisch bestimmt (BRANDT und ALLEM 1987).

2.7. Berechnungen und statistische Auswertungen

Die pc VQ des Rohproteins und der Aminosäuren (AS) wurde unter Verwendung der Konzentration der AS und des Markers im Futter und Chymus mit der üblichen Formel zunächst für jede Futtermischung wie folgt berechnet:

$$\text{pc VQ [\%]} = 100 - (\text{AS}_{\text{Chymus}} \cdot \text{TiO}_{2\text{Futter}}) / (\text{AS}_{\text{Futter}} \cdot \text{TiO}_{2\text{Chymus}}) \cdot 100$$

Für jedes Abteil wurde aus der pc VQ und der täglich aufgenommenen Aminosäuremenge die pc verdaute Menge der jeweiligen Aminosäuren berechnet. Die Beziehung zwischen der pc verdauten und der aufgenommenen Aminosäuremenge wurde anschließend mittels linearen Regression beschrieben. Da die Differenz in der Aminosäureaufnahme durch die Zulage der Ackerbohnen bzw. Lupinen zustande kam, kann die Steigung der Regressionsgeraden hierbei direkt als pc VQ der AS aus der jeweiligen Charge interpretiert werden (KAPOCIUS et al. 2002, RODEHUTSCORD et al. 2004).

Das Modell beinhaltet die Prüfung auf signifikante Unterschiede zwischen den Anstiegen für die verschiedenen Chargen von Ackerbohnen bzw. Blauen Lupinen. Hierfür wurde das Programm SAS 6.12 für Windows verwendet.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Ackerbohnen

3.1.1. Leistungsparameter

Die Leistungsdaten der Tiere während der Versuchsfütterung mit Ackerbohnen sind in Tab. 6 dargestellt. Dazu muss zunächst festgestellt werden, dass die Aussagekraft der Leistungsparameter aufgrund der kurzen Versuchsfütterungsperiode von nur einer Woche eingeschränkt ist. Aufgrund der großen Unterschiedlichkeit der Versuchsmischungen ergeben sich aber auch nach dieser kurzen Zeit signifikante Effekte.

Die Futtermittelaufnahme in der Versuchswoche lag zwischen 655 und 725 g/Tier und wurde durch Verfütterung von Ackerbohnen überwiegend nur tendenziell erhöht (Tab. 6). Bei dem höchsten Ackerbohnengehalt war sogar eine Abnahme der Futtermittelaufnahme zu beobachten.

Die Lebendmassezunahme der Tiere, die die Grundmischung erhielten, war mit 59 g/d signifikant am geringstem. Die Zunahme der anderen Fütterungsgruppen stieg durch die bessere Versorgung mit Rohprotein und Aminosäuren auf 68 bis 76 g/d. Dabei hatten bei gleicher Zulagehöhe Sorte und Standort keine Auswirkung auf die Zunahme. Eine Steigerung des Ackerbohnengehaltes von 150 auf 300 g/kg Futter hatte ebenfalls keine statistisch gesicherten Einfluss auf die Lebendmassezunahme und Futtermittelverbrauch. Die Futtermittelverwertung nach Verfütterung der Grundmischung war mit 1,87 kg/kg gegenüber den anderen Versuchsgruppen (1,48 bis 1,64 kg/kg) signifikant erhöht.

Tab. 6: Futtermittelaufnahme (FA), Lebendmassezunahme (LMZ) und Futtermittelverwertung (FV) nach Verfütterung von Ackerbohnen im Versuchszeitraum (14. bis 20. Tag)

Sorte	<i>Music</i>					<i>Scirocco</i>				Pooled ANOVA	
	Standort	Berge		Blumberg		Berge		Blumberg		SEM	P-Wert
Ackerbohnen [%]	0 (GM)	15	30	15	30	15	30	15	30		
n	8	7	7	7	7	7	7	7	7		
FA [g/Tier]	655 ^a	685 ^{ab}	651 ^a	698 ^{ab}	668 ^a	669 ^a	666 ^a	725 ^b	694 ^{ab}	4,4	<0,01
LMZ [g/d]	59 ^a	72 ^{bc}	70 ^{bc}	74 ^{bc}	75 ^c	68 ^b	71 ^{bc}	74 ^{bc}	76 ^c	0,77	<0,01
FV [kg/kg LMZ]	1,87 ^c	1,60 ^{ab}	1,56 ^{ab}	1,58 ^{ab}	1,48 ^a	1,64 ^b	1,57 ^{ab}	1,63 ^b	1,53 ^{ab}	0,02	<0,01

3.1.2. Verdaulichkeit der Aminosäuren aus den Ackerbohnsorten

Aus den Fütterungsversuchen ergab sich eine eindeutige lineare Beziehung der pc verdauten Aminosäuremenge und der aufgenommenen Aminosäuremenge aus der Zulage von Ackerbohnen. Beispielhaft sind in Abb. 1 die Daten zur Verdaulichkeitsbestimmung von Lysin und Phenylalanin der Sorte *Scirocco* vom Standort Berge dargestellt. Ebenso wie für fast alle anderen Aminosäuren war für Lysin und Phenylalanin die Linearität dieser Beziehungen hochsignifikant. Dadurch wird erneut unterstrichen, dass der Anstieg der pc verdauten Menge aus der Zulage der Einzelkomponente als pc VQ interpretiert werden kann.

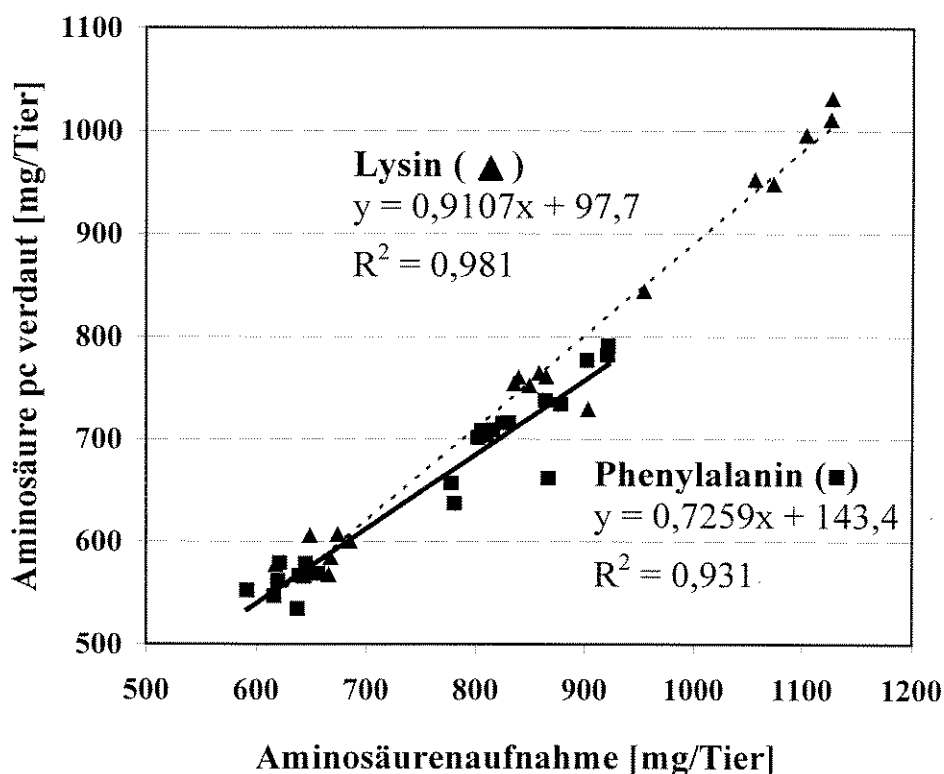


Abb. 1: Praecaecale Verdaulichkeit von Lysin und Phenylalanin der Sorte *Scirocco* (Standort Berge)

Die ermittelten Verdaulichkeiten für Ackerbohnen sind der Tab. 7 zu entnehmen. Die mittlere pc VQ der einzelnen Aminosäuren untereinander waren deutlich voneinander verschieden. Sie lag mit Ausnahme von Methionin und Cystein, deren Besonderheit im Folgenden noch erläutert wird, zwischen 77 % und 91 %. Da sowohl für Lysin als für Arginin eine hohe pc VQ von ca. 90 % vorlag und die Gehaltswerte dieser Aminosäuren in Ackerbohnen ebenfalls hoch sind, kann geschlussfolgert werden, dass Ackerbohnen für Broiler eine sehr gute Lysin- und Argininquelle

darstellen. Es bestand hier kein signifikanter Einfluss von Sorte oder Standort. Die pc VQ der weiteren Aminosäuren lag ebenso wie die des gesamten Rohproteins um 80 %. Ein Sorteneinfluss war lediglich für die pc VQ des Valins festzustellen, wobei die Sorte *Scirocco* signifikant schlechtere Werte aufwies. Da diese Sorte aber einen deutlich höheren Valingehalt als die Sorte *Music* aufwies (Tab. 2), war die Versorgung der Tiere mit pc verdaulichem Valin bei der Sorte *Scirocco* um ca. 20 % höher als bei *Music*. Die Tendenz einer geringeren Verdaulichkeit bei höherem Aminosäuregehalt im Protein war ebenfalls bei Lysin, Isoleucin und Histidin festzustellen (Tab. 2 und 7).

Tab. 7: Praecaecale Verdaulichkeit des Rohproteins und der Aminosäuren aus Ackerbohnen [%], bestimmt über lineare Regression

	<i>Music</i>		<i>Scirocco</i>		Mittelwert aller Chargen	SE	<i>P</i> -Wert ¹	
	Berge	Blumberg	Berge	Blumberg			Sorteneinfluss	Standortinfluss
Rohprotein	79	85	84	78	81	2,6	n.s.	n.s.
Lysin	93	93	91	87	91	1,5	n.s.	n.s.
Methionin	77	90	(30) ²	73	(68)	8,1	n.s.	n.s.
Cystein	(18) ²	79	(34) ³	64	(49)	6,1	n.s.	n.s.
Threonin	82	88	78	84	83	3,6	n.s.	n.s.
Arginin	87	89	89	89	89	1,6	n.s.	n.s.
Phenylalanin	78	79	73	78	77	2,5	n.s.	n.s.
Isoleucin	87	84	83	78	83	2,3	n.s.	n.s.
Tyrosin	80	83	76	79	80	2,7	n.s.	n.s.
Leucin	82	83	78	83	82	2,5	n.s.	n.s.
Valin	85	84	80	76	81	2,8	<0,05	n.s.
Histidin	82	83	80	79	81	2,5	n.s.	n.s.

¹ n.s. = nicht signifikant

² Regression nicht signifikant

³ Variation der Grundmischung hatte größeren Einfluss auf Regression als die Zulage

Die Bestimmung der Verdaulichkeit von Methionin und Cystein erwies sich aus mehreren Gründen als problematisch. Zum einen war der Gehalt dieser Aminosäuren in den untersuchten Ackerbohnenchargen sehr niedrig, zum anderen kam es bei der

Verfütterung der Zulagestufen nicht zu der erwarteten Steigerung der Futteraufnahme, die mit Ausnahme der Sorte *Scirocco* (Standort Blumberg) auf dem Niveau der Grundmischung lag (Tab. 6). Daher war die Menge Methionin und Cystein, die aus Ackerbohnen mit den Zulagestufen aufgenommen wurden sehr gering und hob sich von der Menge, die aus der Grundmischung verzehrt wurde nur unzureichend ab. So betrug die Aufnahme an Methionin durch Ackerbohnenzulage nur etwa 3 % des Gehalts der Grundmischung. Die ermittelten Regressionen waren daher nicht signifikant bzw. war die Linearität hauptsächlich auf die Variation innerhalb der Grundmischung zurückzuführen. Der rein rechnerisch vorhandene signifikante Einfluss von Sorte und Standort wurde deshalb nicht ausgewiesen. Aus den verwertbaren Daten lässt sich für Methionin eine pc VQ von 73 bis 90 % und für Cystein von 64 bis 79 % angeben. Der daraus resultierende größere Schätzfehler für die Versorgung mit diesen Aminosäuren ist bei der Rationsberechnung jedoch als wenig gravierend einzuschätzen, da Ackerbohnen in einer Ration ohnehin nur minimal zur Versorgung mit schwefelhaltigen Aminosäuren beitragen.

3.2. Blaue Lupinen

3.2.1. Leistungsparameter

Während der Versuchsfütterung lag die Futteraufnahme zwischen 542 und 584 g (Tab. 8). Dabei war die Aufnahme der Mischungen mit der Sorte *Bora* (Dratow) und *Boltensia* (Wendorf, 20 %) signifikant höher als die der Grundmischung. Obwohl keine statistisch gesicherten Unterschiede in der Aufnahmehöhe zwischen den Zulagestufen bestanden, wurde tendenziell mehr Futter mit 20 % als mit 10 % Lupinen aufgenommen.

Die Lebendmassezunahme lag zwischen 54 und 67 g/d. Mit Ausnahme der Rationen mit *Bora* (Dratow) bewirkte die Zulage von Lupinen eine signifikante Verbesserung der Zunahmeleistung. Dabei wurden unabhängig vom Standort die höchsten Zunahmen nach Verfütterung der Sorte *Boltensia* erreicht. Innerhalb der Varianten bestanden jedoch zwischen den Einmischungshöhen von 10 und 20 % keine signifikanten Unterschiede in der Lebendmassezunahme. Dies traf auch auf die Futtermittelverwertung zu. Hier ist die signifikant geringere Futtermittelverwertung der Mischung mit der Sorte *Bora* (Dratow) hervorzuheben, die der Grundmischung entsprach.

Tab. 8: Futtermaufnahme (FA), Lebendmassezunahme (LMZ) und Futtermverwertung (FV) nach Fütterung von Blauen Lupinen im Versuchszeitraum (14. bis 20. Tag)

Sorte	<i>Bora</i>					<i>Boltensia</i>				Pooled ANOVA	
	Standort	Dratow		Bocksee		Dratow		Wendorf		SEM	P-Wert
Blau Lupinen [%]	0 (GM)	10	20	10	20	10	20	10	20		
n	8	7	7	7	7	7	7	7	7		
FA [g/Tier]	542 ^a	577 ^b	584 ^b	554 ^{ab}	564 ^{ab}	566 ^{ab}	571 ^{ab}	567 ^{ab}	579 ^b	2,69	<0.01
LMZ [g/d]	54 ^a	56 ^a	58 ^{ab}	62 ^{bc}	63 ^{bc}	64 ^c	66 ^c	62 ^{bc}	67 ^c	0,65	<0,01
FV [kg/kg LMZ]	1,73 ^b	1,75 ^b	1,70 ^b	1,49 ^a	1,48 ^a	1,48 ^a	1,45 ^a	1,54 ^a	1,46 ^a	0,02	<0.01

3.2.2. Verdaulichkeit der Aminosäuren aus den Lupinensorten

Die regressive Auswertung der Untersuchungen mit Blauen Lupinen ergab ebenfalls hoch gesicherte Ergebnisse für die pc VQ des Rohproteins und der Aminosäuren. Die mittlere pc VQ des Rohproteins betrug für alle Varianten 89 % (Tab. 9). Auch hier waren zwischen der pc VQ der einzelner Aminosäuren deutliche Unterschiede festzustellen. Sie lag für die essentiellen und semiessentiellen Aminosäuren zwischen 81 % (Threonin) und 93 % (Arginin). Damit ist die pc VQ der Aminosäuren aus den untersuchten Blauen Lupinen als sehr hoch einzuschätzen. Die hohe pc VQ der erstlimitierenden Aminosäuren Methionin, Cystein und Lysin von 91 % war sortenunabhängig. Im Gegensatz dazu war die pc VQ von Threonin, Phenylalanin, Tyrosin, Isoleucin, Leucin und Valin bei der Sorte *Boltensia* signifikant höher als bei der Sorte *Bora*. Bemerkenswert ist dabei, dass bei diesen Aminosäuren, trotz relativer Ausgeglichenheit der Aminosäurezusammensetzung der untersuchten Chargen, bei höherer pc VQ der Gehalt im Protein geringer war (Tab. 4). Somit wurde der geringere Gehalt kompensiert und die pc verdaute Menge war fast identisch (Tab. 10).

Tab. 9: Praecaecale Verdaulichkeit [%] des Rohproteins, der essentiellen und der semiessentiellen Aminosäuren aus Blauen Lupinen, bestimmt über lineare Regression

	<i>Bora</i>		<i>Boltensia</i>		Mittelwert aller Chargen	SE	P-Wert Sorten- einfluss
	Dratow	Bocksee	Dratow	Wendorf			
Rohprotein	94 ^B	89	88 ^A	86	89	2,1	<0.05
Lysin	85	92	93	92	91	2,8	n.s.
Methionin	96	92	91	87	91	3,3	n.s.
Cystein	(104) ²	88	87	83	91	10,7	n.s.
Threonin	67 ^A	80	85 ^B	93	81	4,6	<0.01
Arginin	91	93	92	94	93	1,0	n.s.
Phenylalanin	75 ^{aA}	87 ^b	87 ^B	90	84	2,7	<0.01
Tyrosin	81 ^A	87	90 ^B	92	88	2,2	<0.05
Isoleucin	78 ^A	87	89 ^B	87	85	2,8	<0.05
Leucin	77	84	86	88	84	2,8	<0.05
Valin	71 ^A	84	87 ^B	85	82	3,7	<0.05
Histidin	81 ^a	89 ^b	88	89	87	2,2	n.s.

¹ n.s. = nicht signifikant

² Regression nicht signifikant

^{ab} Unterschiedlichen Buchstaben kennzeichnen eine signifikante Standortabhängigkeit der Sorte *Bora* ($P < 0.05$)

^{AB} Unterschiedlichen Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede der Sorten *Bora* und *Boltensia* bei Anbau in Dratow ($P < 0.05$)

Die pc VQ der Aminosäuren der Sorte *Boltensia* war standortunabhängig, wogegen für die Sorte *Bora* auf dem Standort Dratow für einige Aminosäuren eine geringere pc VQ bestand als auf dem Standort Bocksee (Tab. 9). Weiterhin war auf dem Standort Dratow die pc VQ von *Bora* vereinzelt signifikant geringer. Bei Verfütterung dieser Lupinencharge waren auch die Leistungsparameter nicht günstiger als bei den Gruppe, die die Grundmischung erhielten (Tab. 8). Aufgrund der des früheren Aussaat- und späteren Erntetermins der Sorte *Bora* in Dratow (Tab. II Anhang), könnte vermutet werden, das die Aminosäurenverdaulichkeit durch einen höheren Anteil an Zellwandbestandteilen beeinträchtigt sein könnte. Dies könnte einerseits die Verdaulichkeit der Futteraminoäuren beeinträchtigen, zum anderen auch den Anteil spezifischer endogener Stickstoffausscheidungen erhöhen, wodurch

die Nettoabsorption von Aminosäuren vermindert würde. Ein höherer Gehalt an Faserkomponenten dieser Charge wird jedoch durch die Rohnährstoffanalyse (Tab. 3) nicht bestätigt und die geringere Leistung nach der Verfütterung der Sorte *Bora* vom Standort Dratow ist somit aus dem vorhandenen Datenmaterial nicht schlüssig zu erklären.

Tab. 10: Praecaecal verdaute Menge an Aminosäuren aus Blauen Lupinen [g/16 g]

Sorte Standort	<i>Bora</i>		<i>Boltensia</i>	
	Dratow	Bocksee	Dratow	Wendorf
Lysin	3,7	4,2	4,0	3,9
Methionin	0,5	0,6	0,5	0,4
Cystein	1,1	0,9	0,9	1,0
Threonin	2,2	2,7	2,6	2,9
Arginin	8,7	8,6	8,6	8,7
Phenylalanin	2,9	3,3	3,2	3,2
Tyrosin	2,9	3,1	3,1	3,0
Isoleucin	3,0	3,3	3,3	3,1
Leucin	4,9	5,4	5,3	5,5
Valin	2,4	3,0	3,0	2,8
Histidin	2,1	2,2	2,1	2,2

4. Schlussfolgerungen

Durch die Bestimmung der pc VQ mittels regressiver Methode ist es möglich, die Rohprotein- und Aminosäurenverdaulichkeit aus Einzelkomponenten zu bestimmen, ohne dass eine Korrektur um basale endogenen Ausscheidungen erforderlich ist. Es können damit die Aminosäuremengen ermittelt werden, die dem Tier im Intermediärstoffwechsel zur Verfügung stehen. Durch geringe Gehaltswerte spezieller Aminosäuren, wie z.B. Methionin und Cystein, und ungenügende Steigerung der Futteraufnahme bzw. Depression der Futteraufnahme bei Fütterung der Testsubstanz, kann die Bestimmung der pc VQ einzelner Aminosäuren erschwert werden.

Die pc VQ der Aminosäuren der untersuchten Ackerbohnsorten *Music* und *Scirocco* war standortunabhängig und nur vereinzelt sortenabhängig. Dabei wurden geringere Aminosäuregehalte durch eine höhere pc VQ ausgeglichen. Die Blauen Lupinen der Sorten *Bora* und *Boltensia* wiesen eine tendenziell höhere pc VQ als die der Ackerbohnen auf. Innerhalb einer Sorte ergaben sich sowohl für Ackerbohnen als auch für Lupinen deutlich Unterschiede in der Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren, die bei einer bedarfsangepassten Rationsgestaltung berücksichtigt werden müssen. Bei den Blauen Lupinen beeinflusste sowohl die Sorte als auch der Standort die pc VQ einzelner Aminosäuren. Die Ursache des mehrfach festgestellt Kompensationseffektes hinsichtlich einer besseren pc VQ bei geringeren Aminosäuregehaltswerten, sollte in weiteren Untersuchungen geklärt werden. Die Daten tragen zur Erstellung eines Tabellenwerkes zur Aminosäurenverdaulichkeit beim Geflügel bei.

5. Literaturverzeichnis

- AUTORENKOLLEKTIV, 2002: Landessortenversuche Ackerbohne. Versuchsbericht. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, S. 3-4.
- BISCHOFF, J., 2000: Anbauempfehlung Körnererbsen und Ackerbohnen. Ministerium für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt.
- BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft), 2003: Ernte – Versorgung – Preise 2003, www.verbraucherministerium.de/index-000CDF31AADD1F55AA156521C0A8D816.html, vom 18. Juli 2004
- BRANDT, M., S.M. ALLEM, 1987: Analytik von TiO_2 im Darminhalt und Kot nach Kjeldahlaufschluss. Arch. Anim. Nutr. 37, 453-454
- DEGUSSA FEED ADDITIVES, 1996: Aminosäurezusammensetzung von Futtermitteln. 4. überarbeitete Auflage
- JEROCH, H., H. KLUGE, O. SIMON und J. VON LENGERKEN, 1999a: Inhaltsstoffe und Futterwertdaten von Getreide und Körnerleguminosen. Hrsg.: Institut für Ernährungswissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
- JEROCH, H., W. DROCHNER, und O. SIMON, 1999b: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

- KADIM, I.T., P.J. MOUGHAN, V. RAVINDRAN, 2002; Ileal amino acid digestibility assay for the growing meat chicken – comparison of ileal and excreta amino acid digestibility in the chicken. *Brit. Poult. Sci.*, 44, 588-597
- KAPOCIUS, M., R. TIMMLER, A. DIECKMANN, M. RODEHUTSCORD, 2002: Investigation on the relationship between intake and praecacally digested amino acids in broiler chicken. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 11, 153
- MLUR (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Raumordnung der Landes Brandenburg) 2002: Agrarbericht 2002. Bericht zur Lage der Land-Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg.
- NAUMANN, C., R. BASLER, 1976: Methodenbuch Band III. die chemische Untersuchungen von Futtermitteln. 3. Ergänzungslieferung 1993, und 4. Ergänzungslieferung 1997, VDLUFA-Verlag, Darmstadt
- PETTERSON, D.S., 1998: Composition and food uses of lupins. In: *Lupins as crop plants: Biology, production and utilization* (Eds. J.S. Gladstones, C.A. Atkins and J. Hamblin) CAB International, Wallingford, UK, pp. 353-384
- RAVINDRAN, V., L.I. HEW, G. RAVINDRAN, W.L. BRYDEN, 1999: A comparison of ileal digesta and excreta analysis for the determination of amino acid digestibility in food ingredients for poultry. *Brit. Poult. Sci.*, 40, 266-274
- RODEHUTSCORD, M., M. KAPOCIUS, R. TIMMLER, A. DIECKMANN, 2004: Linear regression approach to study amino acid digestibility in broiler chickens. *Brit. Poult. Sci.*, 45, 85-92
- WASILEWKO, J. and L. BURACZEWSKA, 1999: Chemical composition including content of amino acids, minerals and alkaloids in seeds of three lupin species cultivated in Poland. *J. Anim. Feed Sci.* 8, 1-12

Tab. I Beschreibung der Anbaustandorte

Standort	Land	Landkreis	Mittlerer Jahres- niederschlag 2001 [mm]	Mittlere Jahres- temperatur 2001 [°C]	Bodentyp	Bodenart	Acker- zahl
Berge	Brandenburg	Havelland	502	9,2	Parabraunerde	Schwach bis mittel lehmgiger Sand	30 bis 45
Blumberg	Brandenburg	Barnim	566	8,7	Pseudovergleyte Fahlerde	Mittel schluffiger bis mittel lehmiger Sand	28 bis 35
Dratow	Mecklenburg- Vorpommern	Müritz	702	8,9	Braunerde	Stark lehmiger Sand	35
Wendorf	Mecklenburg- Vorpommern	Müritz	702	8,9	Braunerde	Sand	20
Bocksee	Mecklenburg- Vorpommern	Müritz	702	8,9	Braunerde	Lehmiger Sand	35

Tab. II Maßnahmen des Acker- und Pflanzenbaus, der Düngung und des Pflanzenschutzes im Erntejahr 2001

Standort	Aussaat	Ernte	Düngung	Herbizidbehandlung		Insektizid/Fungizid-Behandlungen	
				Datum	Mittelname	Datum	Mittelname
Berge	12.04.	15.08.	Erbsen-Ackerbohlen- Zwischenfruchtgemisch (gemulcht 06.11.2000)	17.04.2001	Bandur	04.05.2001	Decis
Blumberg	05.04.	21.08.	80 kg K/ha (Startgabe)	11.04.2001	Bandur	-	Decis
Dratow (Sorte <i>Bora</i>)	03.04.	22.08.	Keine Düngung	Vorlauf- behandlung	Stentan		Amistar und Folicur (3x)
Dratow (Sorte <i>Boltensia</i>)	04.04.	11.08.					
Bocksee	23.03.	06.08.					
Wendorf	03.04.	10.08.					