



## „Heimische Körnerleguminosen in der Rinderfütterung“

*Dr. Bernd Losand, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern; Dr. Martin Pries, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen; Dr. Herbert Steingäß Institut für Nutztierwissenschaften, Universität Hohenheim*

### A) Einführung

Schon immer gelten Körnerleguminosen als wertvolle und anspruchsvolle Kulturpflanzen der Landwirtschaft. Neben der Auflockerung getreidereicher Fruchtfolgen leisten sie einen wichtigen Beitrag zur regenerativen N-Versorgung im Ackerbau durch die Fähigkeit zur Stickstoffbindung mit Hilfe von Knöllchenbakterien. Gefördert unter dem Aspekt einer nachhaltigeren und regionalen Landbewirtschaftung und Futterproduktion, stoßen Futtererbsen, Ackerbohnen und Lupinen – aber auch Sojabohnen aus heimischem Anbau – in jüngster Zeit über den ökologischen Landbau hinaus wieder auf ein wachsendes Interesse.

Dies und die Greening-Regelungen der gemeinsamen Agrarpolitik machen sich sowohl in der Ausdehnung der Anbauflächen als auch in der züchterischen Entwicklung neuer Sorten bemerkbar. In den vergangenen Jahren sind die heimischen Körnerleguminosen fast vom Speisezettel unserer Nutztiere verschwunden, die praktischen Erfahrungen im Umgang mit ihnen und zu ihrer Fütterungswirkung fast ebenso. Gleichzeitig gab es auch Veränderungen in der Leistungsfähigkeit unserer Nutztiere, im allgemeinen und speziellen Fütterungsmanagement und den Haltungsbedingungen. Auch die sich mit Nutztierhaltung beschäftigenden Landwirte haben sich verändert. Es wird Zeit für eine frische Sicht auf die Gebrauchsfähigkeit unserer heimischen Körnerleguminosen in der Wiederkäuerfütterung, die die altbekannten Erkenntnisse berücksichtigt und die neuen mit einfließen lässt.

In der vorliegenden UFOP-Praxisinformation wird ein Überblick über Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatzmöglichkeiten der Körnerleguminosen in der Fütterung der Wiederkäuer gegeben. Hierbei werden insbesondere Untersuchungen zum Futterwert der letzten Jahre berücksichtigt. In der Broschüre beschrieben werden für Ackerbohnen sowohl weiß- als auch buntblühende Sorten.

Für Erbsen liegt der Betrachtungsschwerpunkt auf den weißblühenden Sorten, wobei aber auch buntblühende Sorten für die Wiederkäuerfütterung geeignet sind. Die Betrachtungen für Lupinen beziehen sich auf die blaue Süßlupine. Die vollfette Sojabohne ist das wichtigste Futtermittel aus heimischem (europäischem) Sojabohnenanbau.

### B) Inhaltsstoffe und Futterwert der Körnerleguminosen

Die wertbestimmenden Inhaltsstoffe sowie die Protein- und Energiewerte für die wichtigsten heimischen Körnerleguminosen Ackerbohnen, Erbsen, Blaue Lupinen und Sojabohnen sind in Tabelle 1 dargestellt. Für die meisten Inhaltsstoffe sind Schwankungsbreiten angegeben, wie sie sich aus den zusammengeführten Datensätzen verschiedener Quellen ergeben haben. Es ist zu betonen, dass die Streuung in den meisten Merkmalen recht groß ist. Daher ist anzuraten, im Einzelfall entsprechende Analysen zu veranlassen, um einen korrekten und sachgerechten Einsatz in der Fütterung zu ermöglichen.

Die in der Tabelle 1 ausgewiesenen Rohproteingehalte für die vier Kulturarten unterscheiden sich erheblich voneinander. Während für die Erbsen nur mittlere Gehaltswerte (ca. 20 %) gefunden werden, bewegen sich Ackerbohnen mit ca. 26 % und Lupinen mit annähernd 30 % auf einem höheren Niveau. Sojabohnen weisen mit mehr als 30 % die höchsten Rohproteingehalte auf.

Der ruminale Rohproteinabbau von Erbsen und Lupinen wurde in einer aktuellen Studie mit Hilfe einer in situ-Methode, bei der die Futtermittel in durchlässigen Polyesterbeuteln im Pansen inkubiert werden, umfassend untersucht (Seifried et al. 2016). Im Mittel von 13 bzw. 12 sortenreinen Proben ergab sich sowohl für Erbsen wie auch für Lupinen eine effektive Beständigkeit des Rohproteins (UDP) von 17 bzw. 23 % für eine



angenommene Passagerate von 5 bzw. 8 % pro Stunde. Während bei Erbsen die Variation zwischen den Proben sehr gering war (15 bis 19 % bzw. 20 bis 26 % für UDP5 und UDP8) war bei den Lupinen eine größere Variation zu finden (12 bis 24 % bzw. 17 bis 33 % für UDP 5 bzw. UDP8). Eine Erklärung für diese Variation konnte bisher nicht gefunden werden, sie bietet jedoch Ansätze für die Pflanzenzüchtung bei der Entwicklung neuer Sorten. Leider liegt kein vergleichbar aktuelles Datenmaterial für den Proteinwert heimischen Ackerbohnen und Sojabohnen vor. Die Angaben für das UDP von Ackerbohnen liegen bei ca. 20 % (DLG, 2001; CVB 2011).

Der UDP-Anteil unbehandelter vollfetter Sojabohnen dürfte in gleicher Größenordnung einzuordnen sein. Eine eigene in situ-Untersuchung bestätigt diese Annahme (Steingäß et al. 2015). Entsprechend der relativ geringen UDP-Anteile, den aber nachstehend beschriebenen hohen Gehalten an Umsetzbarer Energie (ME), ergeben sich mittlere Gehalte an nutzbarem Rohprotein zwischen 150 und 190 g bzw. 165 und 200 g für Passageraten von 5 bzw. 8 % pro Stunde (nXP5 bzw. nXP8). Aufgrund der höheren Rohproteingehalte, nicht aufgrund höherer Beständigkeit des Rohproteins, liegen die Lupinen am höchsten, gefolgt von Ackerbohnen und Erbsen.

Da bei Sojabohnen ein erheblicher Anteil der Umsetzbaren Energie aus Fett geliefert wird, ist hier der nXP-Gehalt aufgrund eines geringeren Anteils an mikrobiellem Protein am niedrigsten. Bei allen Körnerleguminosen, insbesondere bei den rohproteinreichen Arten, errechnet sich eine erheblich positive ruminale Stickstoffbilanz (RNB), was bei der Rationsplanung entsprechend zu berücksichtigen ist. Bei der Rationsplanung wird empfohlen, für ein mittleres Fütterungsniveau bei Kühen und (Mast)rindern die Werte für UDP, nXP und RNB bei einer Passagerate von 5 %/h zu verwenden. Für Hochleistungskühe mit einer Trockenmasseaufnahme über 20 kg/Tag wird die Verwendung der Werte bei einer Passagerate von 8 %/h empfohlen.

Sojabohnen und Lupinen werden häufig einer (hydro)thermischen Behandlung (Toasten) unterzogen. Auch Ackerbohnen und gelegentlich Erbsen werden thermisch behandelt. Eigene in situ-Untersuchungen bei Lupinen zeigten eine Erhöhung des UDP-Anteils von ca. 10 %, wodurch sich die Gehalte an nXP um ca. 15 g/kg erhöhen. Effekte in vergleichbarer Größenordnung sind auch bei Sojabohnen und Ackerbohnen zu erwarten,

wogegen es Hinweise gibt, dass die Effekte bei Erbsen kleiner sind. Da die Effekte einer Behandlung auf die Gehalte an UDP und nXP je nach Verfahren sehr unterschiedlich ausfallen können ist zu empfehlen, solche Produkte im Einzelfall mit geeigneten Methoden (z. B. Chemische Rohproteinfraktionierung, erweiterter Hohenheimer Futterwerttest) prüfen zu lassen.

Bei Erbsen und Ackerbohnen ist eine thermische Behandlung genau abzuwägen, da es bei der Stärke zu einem Aufschluss kommen kann mit der Folge eines rascheren und umfanglicheren Abbaus im Pansen, was in der Rinderfütterung nicht erwünscht ist.

Vergleichbar mit Getreide liegen bei Erbsen die Gehalte an Neutraler Detergentienfaser (aNDFom) bei etwa 10 %, bei Ackerbohnen und insbesondere in Lupinen sind deutlich höhere Gehalte zu finden. Es ist herauszustellen, dass diese Nährstofffraktion beim Wiederkäuer eine Verdaulichkeit von über 80 % aufweist und im Pansen überwiegend zu Essigsäure fermentiert wird, was zu einer Stabilisierung der Milchfettgehalte beitragen kann, insbesondere wenn gleichzeitig, wie im Falle der Lupinen, keine Stärke in die Ration eingebracht wird. Stärke findet sich dagegen in hoher Konzentration bei Erbsen (43 %) und Ackerbohnen (39 %).

Neue Untersuchungen (Seifried et al. 2016) haben gezeigt, dass der ruminale Stärkeabbau von Erbsen relativ verzögert abläuft, so dass mit einer Beständigkeit von etwa 20 bis 30 % gerechnet werden kann. Für Ackerbohnen gibt das CVB (2011) eine Beständigkeit von 20 % an. Wenn bei Lupinen und Sojabohnen der Stärkegehalt mit der polarimetrischen Methode analysiert wird finden sich Gehalte von etwa 5 bis 10 %. Es ist anzunehmen, dass diese Werte überhöht sind und durch die Anwesenheit polarisierender Nicht-Stärke Substanzen zustande kommen. Aus diesem Grund sind in Tabelle 1 für diese Kulturarten keine Stärkegehalte angegeben.

Die Rohfettgehalte von Erbsen und Ackerbohnen sind mit unter 2 % unbedeutend. Wesentlich höhere Rohfettgehalte sind bei Lupinen zu finden, sie liegen je nach Herkunft zwischen 4 und 7 %. Sojabohnen enthalten im Mittel etwa 20 % Rohfett, allerdings ist mit einer erheblichen Variation zu rechnen (14 bis 24 %). Während der Rohfettgehalt der Lupinen den Einsatz in Rationen für Wiederkäuer nicht begrenzt, leitet sich für den Einsatz von Sojabohnen eine Obergrenze ab.



Dies wird in den Rationsbeispielen näher erläutert. Das Fett der Sojabohne wie auch der Lupine zeichnet sich durch hohe Anteile mehrfach ungesättigter Fettsäuren aus, dominierend ist dabei die Linolsäure. Beim Einsatz in der Milchviehfütterung ist daher mit einer Veränderung der Fettsäurezusammensetzung des Milchfettes zu rechnen. Es ist zu erwarten, dass der Anteil an langkettigen und ungesättigten Fettsäuren, einschließlich der trans- und konjugierten Fettsäuren, zu Lasten der kurz- und mittelkettigen gesättigten Fettsäuren ansteigt, ein in Bezug auf die Humanernährung durchaus erwünschter Effekt.

Aus den letzten Jahren liegen neue Ergebnisse von Verdauungsversuchen am Schaf mit Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen vor. Dabei zeigt sich ein sehr einheitliches Bild. Die Verdaulichkeit der organischen Masse liegt stetig über 90 %. Die Verdaulichkeit der einzelnen Rohnährstoffe, auch der Faserfraktionen ist durchweg sehr hoch. Daraus ergeben sich Gehalte an Umsetzbarer Energie (ME) bzw. Nettoenergie Laktation (NEL) von etwa 12 MJ bzw. 7,5 MJ/kg bei Erbsen und Ackerbohnen und knapp 13 MJ bzw. etwa 8 MJ/kg für die Lupinen. Leider gibt es keine entsprechend umfangreichen Daten für Sojabohnen. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen aber auch hier eine hohe Verdaulichkeit der Organischen Masse (OM) von ca. 87 %.

Verbunden mit dem hohen Rohfettgehalt ergeben sich Gehalte an ME bzw. NEL von 14,5 MJ bzw. ca. 9 MJ/kg. Um im Einzelfall bei abweichenden Inhaltsstoffen die Gehalte an ME und NEL zutreffender berechnen zu können, sind dazu in Tabelle 1 die notwendigen Verdaulichkeiten von OM, Rohfett und Rohfaser angegeben. Bei allen Kulturarten hat sich gezeigt, dass weder eine thermische Behandlung noch die Herkunft, ob aus ökologischem oder konventionellem Anbau, einen Einfluss auf die Energiewerte haben. Die Körnerleguminosen gehören damit zu den energiereichsten Futtermitteln, vergleichbar mit unbespelztem Getreide. Im Gegensatz dazu enthalten sie zugleich mindestens doppelt so viel Rohprotein, was ihren Futterwert zusätzlich heraushebt.

Bei den Gehalten an Mengenelementen weisen Ackerbohnen und Erbsen sehr geringe Calciumgehalte, vergleichbar mit Getreide, auf. Bei Lupinen und Sojabohnen liegen etwa doppelt so hohe Gehalte vor. Alle Körnerleguminosen haben hohe Phosphorgehalte. Der Phosphor ist überwiegend an Phytin gebunden, es ist aber davon auszugehen, dass die Phytate im Pansen durch mikrobielle Phytasen weitgehend hydrolysiert

werden und der Phosphor für den Wiederkäuer verfügbar ist. Es gibt jedoch Hinweise, dass eine thermische Behandlung neben der erwünschten Reduzierung des Rohproteinabbaus auch den mikrobiellen Phytatabbau reduzieren kann. Wie die meisten Ackerfrüchte weisen auch die Körnerleguminosen zumindest auf küstenfernen Standorten sehr geringe Natriumgehalte auf. Ein Charakteristikum der Familie der Leguminosen ist deren Gehalt an sekundären Inhaltsstoffen verschiedenster Natur.

Auch die Samen unserer heimischen Körnerleguminosen zeichnen sich dadurch aus. Tannine (Gerbstoffe) finden sich in Ackerbohnen und Erbsen. Neben Standortbedingungen ist die Sorte entscheidend für den Tanningehalt. Bunt blühende Erbsen und Ackerbohnen haben höhere Tanningehalte als weiß blühende Sorten, bei denen oft gar keine Tannine nachweisbar sind.

Im Gegensatz zu Schwein und Geflügel, bei denen höhere Tanningehalte die Futteraufnahme und Leistung reduzieren können, sind solche Effekte beim Wiederkäuer nicht zu befürchten. Tanningehalte bis 1 %, wie sie in bunt blühenden Sorten vorkommen, sind sogar eher positiv zu sehen, da sie den Abbau der Stärke und vor allem den Rohproteinabbau im Pansen etwas reduzieren und somit zu einem höheren Gehalt an UDP und nXP sowie zu einer stabileren Pansenfermentation beitragen können. Lupinen enthalten Alkaloide.

Durch Züchtungsmaßnahmen („Süßlupine“) konnte der Alkaloidgehalt sehr stark reduziert werden. Die gegenwärtigen Sorten haben einen Gesamt-Alkaloidgehalt von unter 0,5 g/kg und sind von daher ohne Bedenken in der Fütterung einsetzbar. Proteaseinhibitoren und Lektine sind in hoher Konzentration in unbehandelten Sojabohnen zu finden aber auch in Erbsen und Ackerbohnen.

Es ist jedoch anzunehmen, dass diese Stoffe, es handelt sich um Proteinkörper, im Pansen abgebaut und somit inaktiviert werden, so dass in dieser Hinsicht eine thermische Behandlung zur Inaktivierung nicht notwendig ist. Die Tatsache, dass Körnerleguminosen in der Wiederkäuerfütterung in unbehandeltem Zustand eingesetzt werden können bringt erhebliche Vorteile in Bezug auf Kosten und Logistik und erleichtert wesentlich die innerbetriebliche Verwendung.

**Tabelle 1:** Wertbestimmende Inhaltsstoffe (typische mittlere Gehaltswerte sowie Schwankungsbereiche), Energie- und Proteinwerte bedeutsamer Körnerleguminosen auf Basis von 88 % Trockenmasse

Merkmal		Erbsen (weiß blühend)		Ackerbohnen (weiß-/bunt blühend)		Blaue Süßlupinen		Sojabohnen (europäisch)	
Rohasche	g/kg	<b>33</b>	25–50	<b>35</b>	28–42	<b>35</b>	30–50	<b>47</b>	45–53
Rohprotein	g/kg	<b>200</b>	150–260	<b>260</b>	230–290	<b>289</b>	180–330	<b>340</b>	250–450
UDP5 <sup>#</sup>	% XP	<b>17</b>		<b>15</b>		<b>17</b>		<b>20</b>	
UDP8 <sup>#</sup>	% XP	<b>23</b>		<b>20</b>		<b>23</b>		<b>25</b>	
nXP5 <sup>†</sup>	g/kg	<b>163</b>		<b>171</b>		<b>189</b>		<b>150</b>	
nXP8 <sup>†</sup>	% XP	<b>170</b>		<b>181</b>		<b>201</b>		<b>165</b>	
RNB5 <sup>§</sup>	g/kg	<b>6</b>		<b>14</b>		<b>16</b>		<b>30</b>	
RNB8 <sup>§</sup>	g/kg	<b>5</b>		<b>13</b>		<b>14</b>		<b>28</b>	
Rohfett	g/kg	<b>13</b>	10–20	<b>14</b>	10–20	<b>56</b>	42–65	<b>200</b>	140–240
Rohfaser	g/kg	<b>57</b>	50–70	<b>86</b>	50–100	<b>140</b>	110–170	<b>55</b>	30–80
aNDFom*	g/kg	<b>100</b>	80–120	<b>135</b>	100–200	<b>220</b>	150–240	<b>130</b>	100–150
ADFom**	g/kg	<b>70</b>	60–80	<b>106</b>	75–130	<b>180</b>	140–240	<b>90</b>	70–100
Stärke (XS)	g/kg	<b>430</b>	350–500	<b>390</b>	330–430	–		–	
Beständige Stärke	% XS	<b>21</b>		<b>20</b>					
Zucker	g/kg	<b>40</b>	20–60	<b>28</b>	10–40	<b>50</b>	20–70	<b>71</b>	60–90
Verdaulichkeit OM	%	<b>91</b>		<b>91</b>		<b>93</b>		<b>87</b>	
Verdaul. Rohfett	%	<b>72</b>		<b>80</b>		<b>86</b>		<b>94</b>	
Verdaul. Rohfaser	%	<b>81</b>		<b>87</b>		<b>92</b>		<b>76</b>	
Umsetzbare Energie	MJ/kg	<b>11,9</b>		<b>12,0</b>		<b>12,8</b>		<b>14,5</b>	
Nettoenergie Laktation	MJ/kg	<b>7,5</b>		<b>7,6</b>		<b>8,1</b>		<b>9,1</b>	
Calcium	g/kg	<b>1,0</b>	0,6–2,0	<b>1,2</b>	0,8–1,6	<b>2,5</b>	2,0–2,9	<b>2,5</b>	1,7–3,3
Phosphor	g/kg	<b>4,1</b>	3,5–5,0	<b>5,5</b>	4,0–7,0	<b>4,1</b>	3,4–4,9	<b>5,8</b>	5,0–7,0
Magnesium	g/kg	<b>1,3</b>	1,2–1,5	<b>1,4</b>	1,1–1,8	<b>1,7</b>	1,5–1,8	<b>2,5</b>	2,1–3,2
Natrium	g/kg	<b>0,2</b>	0,1–0,3	<b>0,2</b>	0,1–0,4	<b>0,1</b>		<b>0,2</b>	0,1–0,4
Kalium	g/kg	<b>11,7</b>	11,1–12,0	<b>13,9</b>	11,7–14,7	<b>13,4</b>		<b>19,9</b>	15,7–23,9

<sup>#</sup> unabgebautes Rohprotein; Passagerate 5 bzw. 8 %/h; <sup>†</sup> nutzbares Rohprotein am Duodenum; Passagerate 5 bzw. 8 %/h; <sup>§</sup> Ruminale Stickstoffbilanz; Passagerate 5 bzw. 8 %/h; \* Neutrale Detergentienfaser, aschefrei, nach Amylasebehandlung; \*\* Säure Detergentienfaser, aschefrei

Quellen: UFOP-Monitoring 2015, Mitteilung Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2013-2015, Jeroch et al. 2016, DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer 1997, Seifried et al. 2016, CVB 2011

### C) Rationsbeispiele und Einsatzempfehlungen

In der Literatur sind etliche Fütterungsversuche mit Milchkühen beschrieben, in denen Körnerleguminosen als alleinige oder aber öfter in Kombination mit anderen Proteinträgern als Eiweißquelle genutzt wurden. Die Einsatzmenge der Körnerleguminosen variierte hierbei zwischen 2 und bis zu 5 kg je Kuh

und Tag. Im Vergleich zu Rationen mit Sojaextraktions- bzw. Rapsextraktionsschrot oder Mischungen aus beiden Komponenten ergaben sich in den mit Körnerleguminosen versorgten Futtergruppen keine negativen Auswirkungen auf Futteraufnahme, Milchmenge und Milchinhaltsstoffe, so dass die Autoren zum Schluss kommen, dass Körnerleguminosen einen wertvollen Beitrag zur Deckung des Nährstoffbedarfs hochleistender Milchkühe leisten können.



Nachfolgend werden Rationsbeispiele mit Körnerleguminosen dargestellt, wobei in den Rationen Körnerleguminosen einen höheren Anteil ausmachen und damit nicht unerheblich zur Nährstoffbedarfsdeckung beitragen. Grundlage der Berechnungen sind die in Tabelle 1 dargestellten Nährstoffgehalte. Als Grobfutter wurden Gras- und Maissilage jeweils guter Qualität im Verhältnis 1:1 auf Basis der Trockenmasseaufnahme verwendet. Zur Strukturergänzung kommen in allen Rationen 500 g Stroh je Tier und Tag zum Einsatz.

Die Tabelle 2 zeigt Teilmischrationen für eine Leistung von 25 kg ECM je Tier und Tag. Diese Rationen sind bezüglich NEL und nutzbarem Rohprotein für die genannte Leistung ausgeglichen. Die Trockenmasseaufnahme liegt zwischen 17,3 und 17,8 kg je Tier und Tag. Mit Ackerbohnen und Lupinen kann der notwendige Proteinausgleich ohne weitere Proteinträger vorgenommen werden, wobei um die 4 kg eingesetzt werden müssen. Erbsen weisen deutlich weniger Rohprotein auf, so dass zusätzlich Rapsextraktionsschrot eingesetzt werden muss. Dies ist auch bei Sojabohnen erforderlich, da deren Einsatzmenge wegen des hohen Rohfettgehaltes auf 2 kg pro Kuh und Tag begrenzt werden sollte. Hier wäre die Verwendung von Sojakuchen an Stelle der Sojavollbohne vorteilhafter, da der auf etwa 10 % reduzierte Rohfettgehalt eine flexiblere Einsatzmenge erlaubt. Zur Sicherstellung der Versorgung mit Mineralien kommt ein Phosphor freies Mineralfutter in Mengen von 150 g bis 180 g je Tier und Tag zur Anwendung. Die Rationen weisen dann eine Energiekonzentration von 6,7 MJ bis 6,9 MJ NEL/kg TM bei Rohproteingehalten von etwa 150 g/kg TM auf.

Bei Leistungen oberhalb von 25 kg ECM wird Milchleistungsfutter gemäß Tabelle 3 zugeteilt. Futteraufnahme und Krafftterzuteilung wurden gemäß den Vorgaben von Gruber et al. (2004) vorgenommen. Hinterlegt ist zudem die Laktationskurve von Kühen mit einer Jahresleistung von 9.000 kg Milch. Zum Einsatz kommt ein Milchleistungsfutter mit 7,0 MJ NEL und 175 g nXP/kg, wobei je nach Leistung Mengen zwischen 1,4 und 9,5 kg gefüttert werden. Die in der Tabelle dargestellten Rationskennwerte gelten für die Ration mit Ackerbohnen. Für die Rationen mit Erbsen, Lupinen oder Sojabohnen stellen sich aber vergleichbare Größenordnungen ein. Sowohl die nXP- als auch die Versorgung mit leicht fermentierbaren Kohlenhydraten und Strukturkohlenhydraten entspricht den Versorgungsempfehlungen der DLG für hochleistende Milchkühe.

Für Betriebe, die als Fütterungskonzept Totalmischrationen einsetzen, sind in der Tabelle 4 Beispielsrationen für eine Leistung von 37 kg ECM je Tier und Tag formuliert. Hiermit lassen sich Kühe in der ersten Laktationshälfte gut versorgen. Zu den bereits oben beschriebenen Grobfuttern werden im ersten Beispiel 4 kg Erbsen eingesetzt. Zur Deckung des nXP-Bedarfs müssen zusätzlich noch 2,8 kg Rapsextraktionsschrot eingemischt werden. Ergänzt wird die Ration weiterhin mit Melasseschnitzeln, Weizen und Mais, wovon jeweils etwa 1 kg zum Einsatz kommt. Die TM-Aufnahme beträgt 22,8 kg und die Energiekonzentration liegt bei 7 MJ NEL/kg TM. Der Gehalt an Rohprotein und nXP liegt in einer Größenordnung von knapp 160 g/kg TM, woraus sich eine ausgeglichene ruminale Stickstoffbilanz ableitet. Der Gehalt an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten und Strukturkohlenhydraten entspricht wiederum den Vorgaben der DLG zur Versorgung von hochleistenden Milchkühen. Bei einem Strukturwert von 1,4 dürfte das acidotische Risiko der Ration gering sein.

In den Rationen mit Ackerbohnen, Lupinen und Sojabohnen sollte geschütztes Rapsextraktionsschrot verwendet werden, weil ansonsten bei bedarfsdeckender nXP-Versorgung die RNB-Werte stark positiv sind, woraus unnötige Stickstoffausscheidungen resultieren würden. Bei Einsatz von Lupinen ergibt sich mit 7,2 MJ NEL/kg TM der höchste Energiegehalt, worin die Vorteilhaftigkeit dieser Leguminose zum Ausdruck kommt. Wegen des höheren Rohfettgehaltes der Sojabohnen ist deren Einsatzmenge auf etwa 2 kg begrenzt. Mit 46 g/kg TM wird in dieser Ration der höchste Rohfettgehalt ausgewiesen. Bei dieser Konzentration liegt die Rohfettaufnahme aber noch innerhalb der physiologischen Vorgaben, so dass eine Beeinträchtigung der Fermentationsvorgänge im Pansen nicht zu befürchten ist.

Die Beispiele haben gezeigt, dass von Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen 4 bis 5 kg je Kuh und Tag gut eingesetzt werden können. Bei den eiweißärmeren Erbsen sind zur Deckung des Proteinbedarfs Extraktionsschrote in Mengen von knapp 3 kg erforderlich. Rationen mit Ackerbohnen und Lupinen erfordern den Einsatz von geschütztem Rapsextraktionsschrot in einer Menge von etwa 1,5 kg, um eine überhöhte Stickstoffzufuhr zu verhindern. Wegen des hohen Fettgehaltes ist der Sojabohneinsatz auf etwa 2 kg zu begrenzen. Dies hat dann auch einen höheren Einsatz von geschütztem Rapsextraktionsschrot im Vergleich zu den Ackerbohnen- und Lupinenrationen zur Folge.

**Tabelle 2:** Teilmischrationen mit Körnerleguminosen für eine Tagesleistung von 25 kg ECM1 nach NEL und nXP (Angaben in kg Frischmasse)

Merkmal	Erbsen	Ackerbohnen	Lupinen	Sojabohnen
<b>Grassilage</b> (35 % TM, 6,4 MJ NEL/kg TM)	19,0	19,0	19,0	19,0
<b>Maissilage</b> (35 % TM, 6,6 MJ NEL/kg TM)	19,0	19,0	19,0	19,0
<b>Stroh</b>	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Erbsen</b>	2,8	–	–	–
<b>Ackerbohnen</b>	–	4,2	–	–
<b>Lupinen</b>	–	–	3,9	–
<b>Sojabohnen</b>	–	–	–	2,0
<b>Rapsextraktionsschrot</b>	2,8	–	–	1,0
<b>Weizen</b>	-	–	–	1,0
<b>Mineralfutter 25/-/10</b>	0,15	0,18	0,15	0,15
<b>Kennwerte:</b>				
<b>TM-Aufnahme</b> kg	17,8	17,6	17,3	17,4
<b>Energiekonzentration</b> MJ NEL/kg TM	6,7	6,8	6,9	6,9
<b>Rohprotein</b> g/kg TM	149	149	154	154

Quellen: Adedokun et al. 2008; Bryden et al. 2009; Jeroch et al. 2016; Kluth et al. 2005; Kluth und Rodehutscord 2006; Rezvani et al. 2008a, b; UFOP-Projekte; Valencia et al. 2009.

**Tabelle 3:** Teilmischrationen mit Körnerleguminosen für eine Tagesleistung von 25 kg ECM1 nach NEL und nXP (Angaben in kg Frischmasse)

	Milchleistung				
	28	32	36	39	40
<b>Laktationstag</b>	200	150	100	60	40
<b>Milchleistungsfutter</b> kg/Tier/Tag	1,4	3,5	6,2	8,6	9,5
<b>Kennwerte*</b>					
<b>TM-Aufnahme</b> Kg/Tier/Tag	18,8	20,4	22,0	23,1	23,5
<b>Energiekonzentration</b> MJ NEL/kg TM	6,9	7,0	7,1	7,2	7,2
<b>Rohprotein</b> g/kg TM	15,3	15,9	16,6	17,1	17,3
<b>unbest. Stärke + Zucker</b> g/kg TM	233	245	251	255	258
<b>aNDFom</b> g/kg TM	321	298	287	281	275
<b>Strukturwert</b>	1,6	1,5	1,4	1,2	1,2

\*beispielhaft für die Ration mit Ackerbohnen; Kennwerte der anderen Ration liegen in vergleichbarer Größenordnung

**Tabelle 4:** Totalmischrationen mit Körnerleguminosen für eine Tagesleistung von 37 kg ECM1 nach NEL und nXP (Angaben in kg Frischmasse)

Merkmal	Rationen mit			
	Erbsen	Ackerbohnen	Lupinen	Sojabohnen
<b>Grassilage</b> (35 % TM, 6,4 MJ NEL/kg TM)	19,0	19,0	19,0	19,0
<b>Maissilage</b> (35 % TM, 6,6 MJ NEL/kg TM)	19,0	19,0	19,0	19,0
<b>Stroh</b>	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Erbsen</b>	4,0	–	–	–
<b>Ackerbohnen</b>	–	4,7	–	–
<b>Lupinen</b>	–	–	4,2	–
<b>Sojabohnen</b>	–	–	–	2,0
<b>Rapsextraktionsschrot</b>	2,8	1,5*	1,3*	2,8*
<b>Melasseschnitzel</b>	1,0	1,0	1,5	2,2
<b>Weizen</b>	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Mais</b>	1,2	2,5	1,4	1,5
<b>Mineralfutter 25/-/10</b>		0,18	0,15	0,15
<b>KENNWERTE:</b>				
<b>TM-Aufnahme</b> kg	22,8	22,5	22,3	22,4
<b>Energiekonzentration</b> MJ NEL/kg TM	7,0	7,1	7,2	7,1
<b>Rohprotein</b> g/kg TM	158	160	161	163
<b>RNB</b> g/Tag	4	3	-4	-1
<b>Rohfett</b> g/kg TM	30	29	37	46
<b>unbest. Stärke + Zucker</b> g/kg TM	241	245	188	196
<b>aNDFom</b> g/kg TM	315	297	321	299
<b>Strukturwert</b>	1,4	1,4	1,4	1,4

\*geschützt

1 ECM: Energie korrigierte Milchmenge



Ob aus ökonomischen Aspekten Körnerleguminosen zum Einsatz kommen sollen, muss im Rahmen von Preiswürdigkeitsberechnungen im Einzelfall geprüft werden. Hierbei benötigt man die Kosten der alternativen Futtermittel sowie deren Nährstoffgehalte. Grundlage der Berechnungen ist zunächst die Festlegung der Austauschverhältnisse. Hierbei wird berechnet, welche Mengen man von den alternativen Futtermitteln benötigt, um eine gleiche Nährstofflieferung wie aus 100 kg der jeweiligen Körnerleguminose zu erzielen. In der Milchkuhfütterung gelten auf Basis der NEL und des nutzbaren Rohproteins

für Weizen und Rapsextraktionsschrot die in Tabelle 5 dargestellten Austauschverhältnisse.

Die Berechnungen erfolgen nach mathematischen Gleichungen, die auch negative Zahlen als Lösung zulassen, wie im Beispiel mit den Sojabohnen. Tabelle 6 enthält die für die Rindermast auf Basis der ME und des Rohproteins berechneten Austauschverhältnisse. Durch Multiplikation der Austauschmengen mit den jeweiligen Preisen ergibt sich der Vergleichspreis für die jeweilige Körnerleguminose.

**Tabelle 5:** Austauschverhältnisse für Nährstoffgleichheit bei Ersatz von Weizen und Rapsextraktionsschrot durch Körnerleguminosen in der Milchkuhfütterung

100 kg ...	können ausgetauscht werden durch	... kg Weizen	und	... kg Rapsextraktionsschrot
Erbsen		85,4		17,5
Ackerbohnen		79,7		25,0
Lupinen		66,4		48,9
Sojabohnen		142,6		-24,4

**Tabelle 6:** Austauschverhältnisse für Nährstoffgleichheit bei Ersatz von Weizen und Rapsextraktionsschrot durch Körnerleguminosen in der Rindermast

100 kg ...	können ausgetauscht werden durch	... kg Weizen	und	... kg Rapsextraktionsschrot
Erbsen		64,2		41,7
Ackerbohnen		50,2		57,7
Lupinen		50,4		65,3
Sojabohnen		52,4		79,3

## D) Fazit

Die Körnerleguminosen, zu denen wir jetzt auch die Sojabohne zählen können, gehören zu den energiereichsten Futtermitteln, vergleichbar mit unbespelztem Getreide. Weder deren thermische Behandlung noch die Herkunft, ob aus ökologischem oder konventionellem Anbau, haben einen Einfluss auf die Energiewerte.

Zugleich enthalten sie mittlere bis hohe Rohproteingehalte, was ihren Futterwert zusätzlich heraushebt. Jedoch sind für die meisten Inhaltsstoffe erhebliche Schwankungsbreiten angegeben. Dies ist auf Jahres-, Boden- und Klimaeffekte zurückzu-

führen. Daher ist immer anzuraten, entsprechende Analysen zu veranlassen, um einen korrekten und sachgerechten Einsatz in der Fütterung zu ermöglichen. Die Rohproteingehalte unserer Körnerleguminosen unterscheiden sich erheblich voneinander.

Ebenso gibt es sehr deutliche Unterschiede im Stärke- wie auch Rohfettgehalt, was wegen des notwendigen Ausgleichs zur Gesamtbilanz der wertbestimmenden Inhaltsstoffe in einer Ration insgesamt die Nutzbarkeit in der Wiederkäuerfütterung bestimmt. Der sehr hohe Energiegehalt ist bedingt durch hohe Stärke- oder Fettanteile und durch die hohe Verdaulichkeit der Faserstoffe.



Neuere Ergebnisse aus Verdaulichkeitsuntersuchungen an heute in der Praxis genutztem Sortenmaterial weisen auf eine höhere Verdaulichkeit der organischen Substanz und damit bessere Energiewerte hin als bisher angenommen. Unbehandelte Körnerleguminosen haben relativ geringe UDP-Anteile im Rohprotein und daher eine hohe RNB, was bei der Rationsgestaltung zu berücksichtigen ist. Im Hinblick auf die Nutzung in der konventionellen oder ökologischen Wiederkäuerhaltung gibt es keine Unterschiede im Futterwert zu beachten.

Die für die Körnerleguminosen bekannten antinutritiven Substanzen sind in Bezug auf die Wiederkäuerfütterung von nachrangiger Bedeutung. Im Falle der Tannine, gerade bei den buntblühenden Ackerbohnen- und Erbsensorten, ist ihre Präsenz sogar eher positiv zu werten für die Pansenstabilität des Proteins. Süßlupinen sind ohne Bedenken in der Fütterung einsetzbar. Durch eine (hydro)thermische Behandlung (Toasten) ist eine Erhöhung des UDP-Anteils zu erwarten. Jedoch sind die Effekte der thermischen Behandlung gerade bei den stärke-reichen Erbsen bzw. Ackerbohnen abzuwägen. Hier kann das Toasten zu einem Aufschluss der Stärke und damit zu deren erhöhter Abbaubarkeit führen.

Die Nutzbarkeit der Körnerleguminosen in der Wiederkäuerration wird in erster Linie durch die Erfordernisse der Rationsoptimierung bestimmt. So ist beispielsweise bei der Erbse und der Ackerbohne der relativ hohe Stärkeeintrag zu beachten. Bei der intakten Sojabohne (Vollfettsojabohne) und in geringerem Maße bei der Lupine ist der Fettgehalt der Gesamtration im Auge zu behalten. Die antinutritiven Inhaltsstoffe führen in der Wiederkäuerration nicht zu einer Einsatzbeschränkung. Die dadurch fehlende Notwendigkeit der Wärmebehandlung zu deren Zerstörung bringt Kostenvorteile und erleichtert wesentlich die innerbetriebliche Verwendung.

In der Literatur beschriebene Fütterungsversuche mit Milchkühen auch im Hochleistungsbereich, denen Körnerleguminosen als alleinige Proteinquelle oder in Kombination mit anderen Proteinträgern angeboten wurden, zeigen im Vergleich zum Einsatz von Sojaschrot und Rapsschrot eine gleiche Leistungsfähigkeit. Die Nutzung der einheimischen Körnerleguminosen in der Wiederkäuerfütterung kann demzufolge bei ausbalanzierter Fütterung entsprechend den Rationsvorgaben uneingeschränkt empfohlen werden. Zu beachten ist die sachgerechte Ernte, gegebenenfalls Konservierung und Lagerung. Bei Akzeptanzproblemen sollte zunächst auch die hygienische Qualität der Leguminosen geprüft werden, da bei Kornfeuchten über 12 % während der Lagerung eine Schimmelpilzbelastung nicht auszuschließen ist.



## DER DIREKTE DRAHT

Dr. Martin Pries  
Referent für Wiederkäuerfütterung

Landwirtschaftskammer NRW  
Fachbereich 71 – Tierproduktion  
Versuchs- und Bildungszentrum  
Landwirtschaft Haus Düsse  
Ostinghausen  
59505 Bad Sassendorf

Email: martin.pries@lwk.nrw.de

Stand: November 2016

### Redaktion Proteinmarkt

c/o AGRO-KONTAKT  
Bahnhofstraße 36, 52388 Nörvenich  
Tel.: (0 24 26) 90 36 14  
Fax: (0 24 26) 90 36 29  
eMail: info@proteinmarkt.de

[www.proteinmarkt.de](http://www.proteinmarkt.de)

proteinmarkt.de ist ein Infoangebot vom Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V. (OVID) in Zusammenarbeit mit der Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP).

ufop OVID