

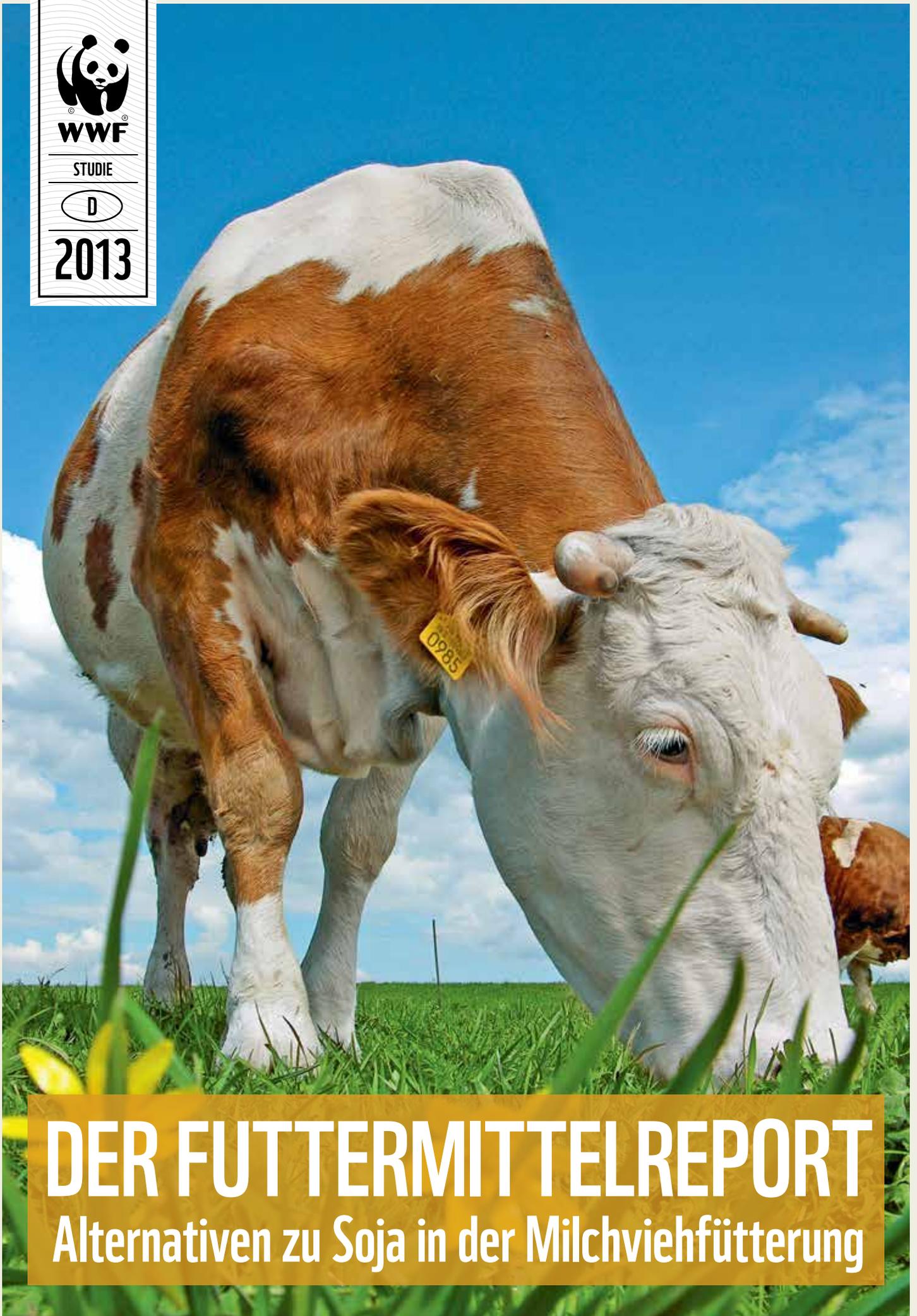


WWF

STUDIE

D

2013



# DER FUTTERMITTELREPORT

Alternativen zu Soja in der Milchviehfütterung

**Herausgeber** WWF Deutschland, Berlin

**Stand** 1. Auflage, Juli 2013

**Autoren** Annemarie Stopp, Imke Schüler, Christian Krutzinna und Jürgen Heß/Fachgebiet Ökologischer Land- & Pflanzenbau, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel

**Redaktion/Koordination** Birgit Wilhelm, Thomas Köberich/WWF Deutschland

**Kontakt** birgit.wilhelm@wwf.de

**Gestaltung** Wolfram Egert

**Bildnachweise** © Cover: Agrarfoto.com/WWF; 4: zoonar; 8: Peter Caton/WWF; 13: Birgit Wilhelm/WWF; 14: Irmgard Sinnesbichler/www.sinnesbichler.de; 20: Agrarfoto.com/WWF; 28: zoonar (2x), Agrarfoto.com/WWF, iStock; 35: Agrarfoto.com/WWF; 37: Agrarfoto.com/WWF; 43: zoonar;

50: Wolfgang Dirscherl/pixelio; 57: Ola Wysocka/WWF; 59: Agrarfoto.com/WWF

**Produktion** Sven Ortmeier/WWF

**Druck** Eppler & Buntdruck, Berlin



## Inhaltsverzeichnis

	<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Problemstellung und Zielsetzung</b>	<b>10</b>
2.1	Rahmenbedingungen	10
2.2	Ziel der Studie	10
2.3	Soja – eine Situationsanalyse	11
2.4	Folgen auf Seiten der Erzeugerländer	11
2.5	Folgen auf Seiten der Importländer	12
<b>3</b>	<b>Status quo Milchviehhaltung in Deutschland</b>	<b>15</b>
3.1	Milchmarkt	15
3.2	Struktur der Milchviehbetriebe	16
3.3	Fütterung	18
<b>4</b>	<b>Alternative Futtermittel zu importiertem Soja</b>	<b>21</b>
4.1	Leguminosen	21
4.1.1	Körnerleguminosen	22
4.1.2	Futterleguminosen	25
4.2	Rapsextraktionsschrot	26
<b>5</b>	<b>Auswahl der Sojasubstitute</b>	<b>29</b>
5.1	Ernährungsphysiologische Beurteilung	29
5.2	Beurteilung der Verfügbarkeit	31
5.3	Flächenbedarf zur Substitution	33
<b>6</b>	<b>Ökosystemleistungen ausgewählter Substitute</b>	<b>37</b>
6.1	Leguminosen	37
6.2	Raps und Rapsextraktionsschrot	40
6.3	Analyse der Ökosystemleistungen der ausgewählten Substitute	42
<b>7</b>	<b>Betriebswirtschaftlicher Vergleich der ausgewählten Substitute</b>	<b>44</b>
7.1	Preiswürdigkeit von Körnerleguminosen	44
7.2	Kostenvergleich verschiedener Eiweißkomponenten	46
7.3	Bewertung der betriebswirtschaftlichen Faktoren	48
<b>8</b>	<b>Möglichkeiten einer kraftfutterreduzierten und -losen Fütterung</b>	<b>51</b>
<b>9</b>	<b>Limitierende Faktoren</b>	<b>52</b>
9.1	Anbau und Verarbeitung	52
9.2.	Züchtung	53
<b>10</b>	<b>Politische Rahmenbedingungen zur Unterstützung sojafreier Milchviehfütterung</b>	<b>54</b>
<b>11</b>	<b>Fazit</b>	<b>56</b>
<b>12</b>	<b>WWF-Forderungen und Handlungsempfehlungen</b>	<b>59</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>60</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>61</b>



*Milch ist ein sehr beliebtes und gesundes Lebensmittel. Kaum jemand vermutet, dass auch unsere Milchkühe mit importiertem Soja aus Lateinamerika gefüttert werden.*

## Vorwort

---

Die weltweite Sojaproduktion hat sich in den letzten 20 Jahren mehr als verdoppelt und ein Ende dieser Entwicklung ist nicht in Sicht. Soja wird zum großen Teil in nicht nachhaltig bewirtschafteten Monokulturen angebaut, mit massiven negativen Umweltfolgen und vielerlei sozialen Problemen. Wertvolle Wälder und Savannen werden zerstört, Gewässer und Böden durch erheblichen Pestizid- und Düngereinsatz verschmutzt. Soja wird hauptsächlich zur Fütterung von Tieren verwendet. Durch den massiven Import von Soja wurden heimische proteinreiche Futtermittel vom Markt verdrängt. Dabei lässt sich Soja – je nach Tierart – in unterschiedlichster Weise durch andere Futtermittel ersetzen.

Die Studie erläutert diese Zusammenhänge und zeigt anhand verschiedener heimischer Futtermittel auf, wie dieser Trend in der Milchviehfütterung unterbrochen werden kann. Die vorliegende Fassung ist eine Kurzform der ausführlichen Langfassung von 300 Seiten, die auf [www.wwf.de/futtermittelreport-milchvieh](http://www.wwf.de/futtermittelreport-milchvieh) als Download zur Verfügung steht. Die Studie leistet einen Beitrag zur derzeit laufenden Debatte zur Eiweißstrategie Europas und zeigt auf, welche zentrale Bedeutung die Tierfütterung in einer nachhaltigen Landwirtschaft einnimmt.

Die Idee und Initiative zu dieser Studie entstand im Rahmen einer Kooperation von WWF Deutschland und Danone Deutschland. In dieser Zusammenarbeit ging es unter anderem um die Umstellung der Fütterung bei den Vertragslandwirten der Danone Molkerei Ochsenfurt auf gentechnikfreies RTRS und/oder ProTerra-zertifiziertes Soja bzw. heimisches Futtermittel.

Allen, die an der Entstehung und Entwicklung dieser Studie mitgearbeitet haben, ein herzliches Dankeschön.

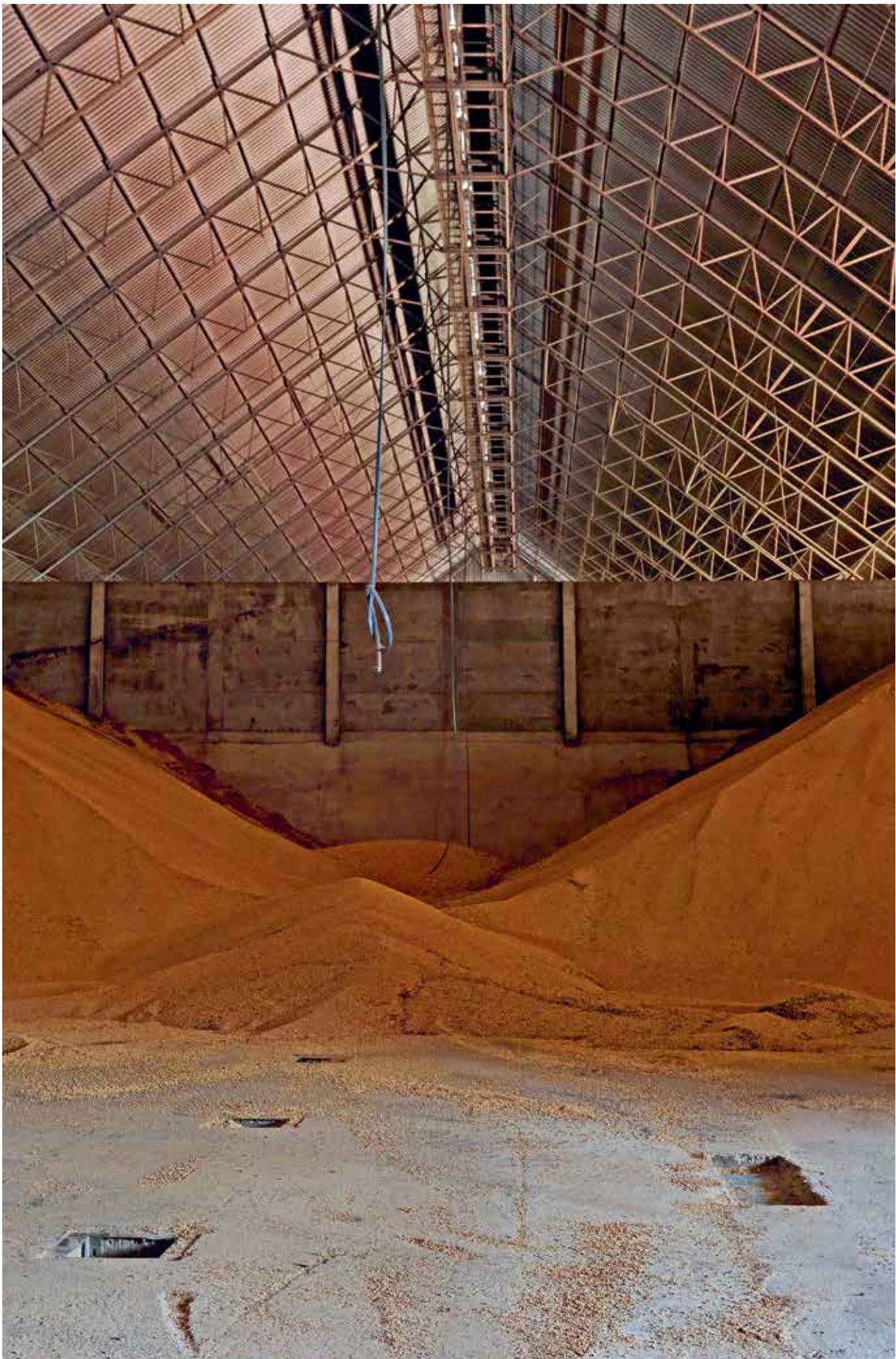
In der vorliegenden Studie wurden ausgehend von der aktuellen Situation Alternativen zum importierten Soja bei der Proteinversorgung des deutschen Milchviehs untersucht. Der Betrachtungsfokus richtete sich auf die Chancen eines reduzierten Einsatzes von importiertem Soja im Milchviehbereich, da es Wiederkäuer vermögen, ein größeres Spektrum an Eiweißfuttermitteln zu nutzen. Deren Verwendung sind beim Wiederkäuer – anders als bei der Fütterung von Monogastriern (Geflügel, Schweine) – trotz der antinutritiven Faktoren der Soja-Alternativen weniger enge Grenzen gesetzt als weithin angenommen. Darüber hinaus sinken mit erhöhtem Angebot und Nutzung von Proteinquellen im Grundfutter die Anforderungen an Proteinqualität und -quantität des Kraftfutters.

Eine **Situationsanalyse zu Anbau, Handel und Verwendung von Soja** verdeutlicht dessen enormen weltweiten Stellenwert. So hat sich die erzeugte Menge innerhalb der letzten 50 Jahre verzehnfacht und sich dabei auf Nord- und Südamerika konzentriert. Die Nachfrage kommt vor allem aus Asien und Europa. Deutschland gilt dabei im weltweiten Vergleich als einer der größten Nettoimporteure von Sojabohnen und -schrot. Allein über die verfütterte Menge an Sojaschrot werden jährlich mindestens 304.000 t Stickstoff bzw. 26.660 t Phosphor nach Deutschland importiert. Von dem gesamten in Deutschland verfütterten Sojaschrotaufkommen werden ungefähr 9,9 bis 19,8 % an das Milchvieh verfüttert, was einer Menge von etwa 0,4 bis 0,8 Mio. t entspricht.

In der **Analyse der aktuellen Situation der Milchviehhaltung in Deutschland** lassen sich die Zusammenhänge zwischen der Konsolidierung im deutschen Molkereiwesen, der Liberalisierung der Weltagrarmärkte und dem Milchpreis im Rahmen des Strukturwandels nachvollziehen. Im Ergebnis werden dabei die Auswirkungen auf die Struktur der Milchviehhaltenden Betriebe sowie deren Fütterungspraxis deutlich. So steht der Halbierung der Anzahl der Milchviehhalter seit Beginn der 1990er Jahre eine Verdopplung der durchschnittlichen Tierzahl von 24 auf 47 Tiere pro Betrieb gegenüber sowie eine in diesem Zeitraum stetige Leistungssteigerung um mehr als 2.000 kg Milch pro Kuh. Überdies hat die wachsende Bedeutung von Silomais in der Rationszusammensetzung eine sinkende Proteinversorgung des Milchviehs über Grünlandprodukte bewirkt. Die energiereiche Futterkomponente Mais erhöht den ausgleichenden Bedarf an hochkonzentrierten Eiweißfuttermitteln wie Sojaschrot in der Milchviehfütterung. Die Situationsanalyse hat gezeigt, wie regional unterschiedlich Milchviehhaltung und -fütterung sowie erzielte Leistungsniveaus in Deutschland sind. Diese Unterschiedlichkeit verbunden mit einzelbetrieblichen Schwankungen macht es schwer, allgemeingültige Aussagen zu treffen.

Betrachtet man Futtermittelqualität und -verfügbarkeit gemeinsam, so lassen die Sojasubstitute **Rapsschrot, Erbsen, Ackerbohnen und Luzernen (gilt auch für Rotklee) die größten Potenziale in der Milchviehfütterung** erkennen. Aus der Perspektive der **Ernährungsphysiologie und Betriebswirtschaft** von Ackerbohne, Erbse, Rapsschrot und Luzerne bzw. Luzernesilage sowie im Hinblick auf ihre **Ökosystemleistungen, ihren Flächenbedarf bei einer Sojasubstitution und die Zukunftsoptionen** lassen sich die Ergebnisse der vorliegenden Studie auf folgende Aussagen zuspitzen:

- 1** Selbst wenn man gewisse Defizite – insbesondere die der Proteinmenge und -qualität – mit einbezieht, eignen sich unbehandelte, heimische Körnerleguminosen für den Einsatz in der Milchviehfütterung in niedrigen bis mittleren Leistungsbereichen. Rapsschrot eignet sich sehr gut in Verbindung mit einem gut ausgestalteten Grundfutter auf allen Leistungsniveaus als Ersatz für Sojaschrot. Schwierig hingegen erscheint das Ausfüttern von hohen Tagesmilchmengen zu Beginn einer Laktation mit Körnerleguminosen und Luzernesilage als alleinigen Proteinträgern. Mit Luzernesilage kann man jedoch den zusätzlichen Proteinbedarf im Kraftfutter erheblich senken.
- 2** Für den Anbau heimischer Leguminosen sprechen darüber hinaus ihre umfangreichen Ökosystemleistungen (Einsparung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, Verbesserung des Bodengefüges, Erosionsschutz u. a. m.). Was allerdings die Attraktivität des Anbaus bei den Erzeugern schmälert, sind Ertragsunsicherheiten und der unzureichende Einbezug der Ökosystemleistungen in die betriebswirtschaftliche Kalkulation. Als Folge werden immer weniger Leguminosen angebaut, was einerseits die Nachfrage und andererseits Züchtungsanstrengungen schwinden lässt.
- 3** Trotz bleibender Unsicherheiten – v. a. bedingt durch Standort- und Jahreseinflüsse – ergibt sich hinsichtlich der Ökosystemleistungen folgende Reihenfolge der möglichen Substitute: Luzerne vor Ackerbohne vor Erbse vor Raps.
- 4** Der entstehende Bedarf an Rohprotein für eine sojafreie Milchviehfütterung in Deutschland könnte theoretisch mit der derzeitigen Erzeugung von Rapsschrot gedeckt werden. Bei der Sojasubstitution sollte jedoch eine Konzentration ausschließlich auf Rapsschrot vermieden werden. Angesichts deutlicher Kritik namhafter wissenschaftlicher Institutionen steht die Förderpolitik in Frage, die zu der enormen Ausweitung des Rapsanbaus geführt hat. Infolgedessen kann es mittelfristig bei einem förderpolitischen Kurswechsel zu einem deutlichen Rückgang der Rapsanbauflächen kommen, womit sich das Aufkommen von Rapsschrot ebenso deutlich reduzieren würde.
- 5** Der für einen Sojaersatz in der Milchviehfütterung benötigte Flächenbedarf an Ackerbohnen und Erbsen wird auf etwa 335.000 bis 455.000 ha geschätzt. Bezogen auf 2011 wäre damit eine Ausweitung auf das Fünf- bzw. Sechsfache der Anbauflächen dieser Kulturen nötig. Das entspräche einem Anstieg des durchschnittlichen Ackerflächenanteils dieser beiden Kulturen in Deutschland von derzeit 0,62 % auf etwa 2,8 bis 3,8 %. So bliebe der Anbau – betrachtet man nur das Milchvieh – trotzdem auf niedrigem Niveau.



*Die weltweit erzeugte Sojamenge hat sich innerhalb der letzten 50 Jahre verzehnfacht. Deutschland gilt dabei im weltweiten Vergleich als einer der größten Nettoimporteure von Sojabohnen und -schrot.*

**6** Auf der Basis derzeitiger Preise und der berechneten Modellrationen sind die alternativen Futtermittel, verglichen mit Soja, im Preisvorteil. Die Kosten jedoch, die bei einer innerbetrieblichen Verwertung eigenerzeugter Körnerleguminosen entstehen, reduzieren diesen Vorteil. Die Mehraufwendungen z. B. für Mahl- und Mischvorgänge der einzelnen Komponenten machen das Zusammenstellen einer Hofkraftfuttermischung finanziell unattraktiv gegenüber den fütterungsfertig zugekauften Futtermischungen mit Raps- und Sojaschrot.

Da Kühe als Wiederkäuer auch Eiweißquellen nutzen können, die für andere Nutztiere ungeeignet sind, wurden auch die **Möglichkeiten der kraftfutterreduzierten und -losen Milchviehfütterung** untersucht. Festzuhalten bleibt, dass in der Verbesserung der Grundfutterqualität noch unerschlossenes Potenzial steckt, mit Grünlanderzeugnissen einen Teil der Proteinversorgung abzusichern. Insbesondere vor dem Hintergrund der zu erwartenden Wanderung der Milchviehhaltung in grünlandreiche Gebiete im Rahmen des andauernden Strukturwandels wird auch den Niedrigkostenstrategien mit erhöhtem Weideanteil ein steigerungsfähiges Leistungsvermögen zugesprochen.

Die umfangreiche Analyse der alternativen Eiweißkomponenten zeigt, dass eine sojafreie Milchviehfütterung durchaus möglich wäre. Da diese jedoch von den derzeitigen politischen Rahmenbedingungen in Deutschland wenig gefördert wird, wurde in der vorliegenden Studie nach Unterstützungsmöglichkeiten für die Ausdehnung des Körnerleguminosenanbaus und die Nutzung der Grünlandbestände durch Weidehaltung gesucht. Dabei sind die in der Debatte um die EU-Agrarpolitik nach 2013 sich befindenden ökologischen Ausgleichsflächen ebenso anzusprechen wie das Umbruchverbot für Grünland. Als erweiterte Maßnahmen werden Grünlandflächen- und Weideprämien sowie Prämien für die Umnutzung von Acker- in Grünland vorgeschlagen. Neu in die Diskussion gebracht werden Beimischquoten bei Futtermischwerken und die Notwendigkeit, Beratungskapazitäten für den Anbau und die Verfütterung von Leguminosen zu stärken bzw. neu zu entwickeln. Nicht zuletzt ist es dringend geboten, verstärkt auch die Ökosystemleistungen der Leguminosen für Landwirtschaft und Gesellschaft sowohl zu quantifizieren als auch zu kommunizieren.

## 2

# Problemstellung und Zielsetzung

Bei intensiver Milch-  
erzeugung mit hoher  
Milchleistung  
bestehen die Futter-  
rationen für die Kühe  
aus bis zu  
50 % Kraftfutter.

Der Importanteil bei  
pflanzlichen Eiweiß-  
futtermitteln beläuft  
sich auf durchschnitt-  
lich etwa 63 %.

### 2.1 Rahmenbedingungen

Bei intensiver Milcherzeugung, die hohe Milchleistung abfordert, bestehen die Futtrationen für die Milchkühe aus bis zu 50 % Kraftfutter.

Neben der Frage, wie wiederkäuergerecht diese hohen Kraftfuttermengen sind, müssen zudem ökologische und ökonomische Aspekte diskutiert werden.

Die leistungsorientierte Nutztierfütterung in der deutschen Landwirtschaft benötigt erhebliche Mengen an Protein in den Futtrationen, um die Leistung der Tiere beständig auf hohem Niveau zu halten. Das benötigte Eiweiß jedoch wird derzeit in Europa weder in entsprechender Menge noch in ausreichender Qualität erzeugt. Daher sind die Landwirte auf Futtermittelimporte angewiesen (Schätzel & Stockinger 2012). Insbesondere Soja wird in großen Mengen aus Südamerika importiert und steht dort in Zusammenhang mit massiven Landnutzungsänderungen.

Die Erzeugung von tierischen Erzeugnissen in der EU ist – analog der Strategie der „Fernfütterung“ – direkt abhängig von den Preisschwankungen am Weltmarkt. Viele Betriebe können diesen volatilen Bedingungen auf längere Zeit nicht standhalten und steigen aus der Erzeugung aus (Beste & Boeddinghaus 2011:4).

Der Mangel an einheimischen Proteinfuttermitteln wird durch den Begriff „Eiweißlücke“ beschrieben. Bezogen auf die pflanzlichen Eiweißfuttermittel beläuft sich der Importanteil im Mittel der letzten Jahre in Deutschland auf etwa 63 % (eigene Berechnungen nach BMELV 2011a). Dieser Bedarf wird überwiegend durch Sojaimporte aus Südamerika gedeckt. Diese Abhängigkeit zusammen mit ihren umwelt- und sozialpolitischen Wechselwirkungen sowie die ablehnende Haltung der Verbraucher gegenüber gentechnisch veränderten Produkten geben zusammen Anlass genug, die Situation zu hinterfragen.

Vor allem im Bereich der Milchviehfütterung lässt sich durch verschiedene Strategien Eiweißfutter einsparen. Werden beispielsweise durch futterwirtschaftliche Maßnahmen 3 % des im Grünfutter enthaltenen Eiweißes zusätzlich genutzt, so könnten in Deutschland nach Schätzel & Stockinger (2012) 0,2 Mio. t XP<sup>1</sup> aus Soja eingespart werden. Zu den vielversprechenden Ansätzen zählen auch die Expansion des Anbaus von Körner- und Futterleguminosen als Proteinersatz und ein grundsätzliches Überdenken des Kraftfuttereinsatzes beim Milchvieh.

### 2.2 Ziel der Studie

Die Studie will Antworten auf die Fragen finden, ob es für den Bereich der Milchviehfütterung Alternativen zur Eiweißversorgung mit Sojaschrot gibt. Die Fokussierung dieser Frage auf die Milchviehfütterung ist darin begründet, dass die Wiederkäuer in der Lage sind, ein größeres Spektrum an Eiweißfuttermitteln zu nutzen als andere Nutztiere. Teilweise kann die Proteinversorgung über das Grundfutter erfolgen, sodass die Anforderungen an Proteinqualität und -quantität des Kraftfutters sinken. Zum anderen begrenzen antinutritive (verdaulichkeitshemmende) Faktoren bei der Milchviehfütterung im Vergleich zur Schweine- und Geflügelfütterung weniger

stark den Einsatz von Alternativen. Vor diesem Hintergrund sucht die Studie nach nutzbaren Proteinträgern, untersucht deren Potenziale als mögliche Sojasubstitute und bewertet deren Leistungsvermögen auf der Grundlage eigener Berechnungen innerhalb der existierenden Rahmenbedingungen im Bereich der Milchviehfütterung. Daraus können unter anderem die benötigten Flächen zum Anbau der Substitute errechnet und politische Fördermaßnahmen für die Unterstützung der Umsetzung einer alternativen Eiweißversorgung formuliert werden.

### 2.3 Soja – eine Situationsanalyse

Eine Menge von etwa 0,4 bis 0,8 Mio. t Sojaschrots fließt in Deutschland in die Milchviehfütterung.

---

Die Sojaerzeugung hat sich seit Anfang der 1960er Jahre bis heute auf weltweit mehr als 261 Mio. t (2010) verzehnfacht. Damit gehört die Sojabohne zu den landwirtschaftlichen Erzeugnissen mit dem größten Wachstum. Grund ist deren vielseitige Einsetzbarkeit, die sich aus der Besonderheit der Sojabohne erklärt, gleichzeitig Öl- als auch Eiweißlieferant zu sein. So werden weltweit etwa 90 % und in Deutschland nahezu 100 % der zur Verfügung stehenden Sojabohnen zu Öl und dem eiweißhaltigen Schrot verarbeitet (FAOSTAT 2012). Das anfallende Öl fließt insbesondere in den Lebensmittelbereich (weltweit: 70 %, DE: 97 %), aber in zunehmendem Maße auch in den Bereich der Biodieselherstellung. Nahezu das gesamte anfallende Sojaschrot wird verfüttert. Es stellt aufgrund der bei der Verarbeitung entstehenden Mengenverhältnisse<sup>2</sup> als auch wegen der erzielbaren Einnahmen das Hauptprodukt der Sojaerzeugung dar. Eigene Berechnungen zur Futtermittelnutzung des in Deutschland anfallenden Sojaschrotes (WJ 2009/10 etwa 4,028 Mio. t) ergaben, dass eine Menge von etwa 0,4 bis 0,8 Mio. t (9,9–19,8 %) in den Bereich der Milchviehfütterung fließt. Diese Spanne beruht auf einem mittleren Sojaschrotanteil in deutschen Milchviehrationen von 5 bis 10 %. Als wahrscheinlich gilt jedoch aufgrund der Datenlage ein Anteil im unteren Bereich dieser Spanne (nahe 5 % Sojaschrot in Milchviehrationen bzw. nahe 0,4 Mio. t Schrot für die Milchviehfütterung).

Deutschland steht bei Sojabohnen und -schrot an vierter bzw. dritter Stelle der weltweit größten Importeure.

---

Mit der Ausweitung des Sojaanbaus ging eine starke Konzentration auf wenige Regionen der Welt einher, sodass 2010 mehr als 80 % der weltweiten Sojabohnenerzeugung auf nur drei Länder entfielen: USA (35 %), Brasilien (26 %) und Argentinien (20 %) (FAOSTAT 2012). Dem gegenüber steht eine ebenso starke Konzentration der Nachfrage nach Sojabohnen und -erzeugnissen aus China und den EU-27 (FAOSTAT 2012). Deutschland steht bei Sojabohnen und -schrot an vierter bzw. dritter Stelle der weltweit größten Importeure. Diese ungleiche Verteilung von Erzeugung und Nachfrage hat negative Folgen sowohl auf der Seite der erzeugenden als auch der nachfragenden Länder.

### 2.4 Folgen auf Seiten der Erzeugerländer

In Paraguay wurde 2009 auf fast 68 % der Ackerfläche Soja angebaut.

---

Der Anteil von Sojaflächen an der gesamten Ackerfläche ist in den sojabohnenerzeugenden Ländern stark gestiegen. Er betrug 2009 in Brasilien mehr als 35 % und in Argentinien mehr als 54 %. In Paraguay wurde 2009 sogar auf fast 68 % der Ackerfläche Soja angebaut (eigene Berechnungen nach FAOSTAT 2012). Solche Anteile lassen einen ununterbrochenen Anbau von Sojabohnen auf ein und derselben Fläche in weiten Teilen dieser Länder vermuten. In Argentinien und Brasilien, den wichtigsten Herkunftsländern des nach Deutschland importierten Sojas, führt die Ausweitung des Sojabohnenanbaus zu

Landnutzungsänderungen (LUC). In Argentinien wurden und werden für den Großteil des Flächenzuwachses für den Sojaanbau (12,4 Mio. ha seit Anfang der 1960er Jahre) Grünland und ehemals bewaldete Flächen umgewandelt (vgl. Benbrook 2005:24). Insgesamt stieg in Brasilien die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) innerhalb der letzten 50 Jahre um 114 Mio. ha (um 76 %). Gleichzeitig vergrößerte sich der Anteil von Ackerflächen an der LF.<sup>3</sup> Dafür ist in hohem Maße die Sojaerzeugung verantwortlich, die im gleichen Zeitraum auf fast das Hundertfache<sup>4</sup> ausgedehnt wurde (Morton et al. 2006, FAO 2004).

Grundsätzlich greifen Landnutzungsänderungen erheblich in vorhandene Ökosysteme ein. Sie stehen in Verbindung mit dem Rückgang der Artenvielfalt und Wasserressourcen sowie einer Degradation von Böden (u. a. Ibrahim et al. 2010, Greenpeace 2008a, Morton et al. 2005). Darüber hinaus werden durch den Abbau von im Boden organisch gebundenem Kohlenstoff große Mengen des Treibhausgases CO<sub>2</sub> frei (Guo & Gifford 2002).

**Für Argentinien wurden für das Jahr 2009 Nährstoffexporte von 1,87 Mio. t Stickstoff (N) und fast 0,17 Mio. t Phosphor (P) berechnet, die allein auf dem Export von Sojabohnen und -schrot beruhen.**

Mit dem Export von Sojaerzeugnissen werden enorme Nährstoffmengen ausgeführt. Für Argentinien als ein Land mit extremer Exportausrichtung wurden für das Jahr 2009 Nährstoffexporte von 1,87 Mio. t Stickstoff (N) und fast 0,17 Mio. t Phosphor (P) berechnet, die allein auf dem Export von Sojabohnen und -schrot beruhen. Infolge des Nährstoffentzugs und der intensiven Bewirtschaftung nimmt die Bodenfruchtbarkeit auf den Sojaflächen (Pengue 2005, 2004) ab, mit dem Effekt, dass die Abhängigkeit der sojabohnenerzeugenden Länder von mineralischen Düngemitteln wächst.

Die Herstellung mineralischer Düngemittel ist sehr energieaufwendig (Köpke & Nemecek 2010) und Phosphor steht als natürlicher Rohstoff weltweit nur noch in begrenztem Maße zur Verfügung (Leopoldina 2012, Wang et al. 2010) bzw. kann nur mit erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt bereitgestellt werden (Hermann 2009). Die Folgen dieses intensiven Sojaanbaus bei gleichzeitiger Exportausrichtung sind also nicht nur für die erzeugenden Länder, sondern auch im globalen Maßstab von Bedeutung.

## 2.5 Folgen auf Seiten der Importländer

**Allein über das verfütterte Sojaschrot werden 304.000 t Stickstoff sowie fast 26.660 t Phosphor nach Deutschland importiert.**

Mit den Sojaimporten kommen sehr große Mengen an Nährstoffen nach West- und Mitteleuropa. Eigene Berechnungen haben ergeben, dass allein über das verfütterte Sojaschrot 304.000 t Stickstoff sowie fast 26.660 t Phosphor nach Deutschland importiert werden. Über die tierischen Ausscheidungen gelangt ein Großteil davon auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche. Offensichtlich werden die Zusammenhänge, wenn man die räumliche Verteilung sowie die Höhe von N- und P-Überschüssen in den Oberflächengewässern in Deutschland mit der räumlichen Verteilung der Nutztiere vergleicht. Solche Nährstoffüberschüsse belasten beispielsweise das Grundwasser mit Nitrat und reduzieren die Artenvielfalt. Global betrachtet, steht dem großen Bedarf der endlichen Ressource Phosphor in den Erzeugerländern eine ineffiziente Nutzung von Phosphor in Wirtschaftsdüngern<sup>5</sup> bzw. dem weitgehenden Verlust von im Klärschlamm enthaltenem Phosphor bei den Importeuren gegenüber.<sup>6</sup>

Unabhängig von der Nährstoffproblematik sind seitens der Sojaimporteure weitere negative Folgen zu nennen. So ist die Nutztierhaltung enorm abhängig von der Verfügbarkeit und den Preisen von Eiweißfuttermitteln auf dem Welt-

markt. Gleichzeitig werden ca. 80 % des importierten Sojas aus gentechnisch verändertem Saatgut erzeugt, das auf dem Wege der Fütterung in unsere Nahrungsmittelkette gelangt. Bisher besteht bei Eiern, Fleisch oder Milch von Tieren, die gentechnisch verändertes Futter erhalten haben, gegenüber den Verbrauchern im Handel keine Kennzeichnungspflicht. Nur Produkte mit dem Biosiegel oder mit dem „Ohne Gentechnik“-Logo sind garantiert ohne gentechnisch veränderte Futtermittel erzeugt worden (siehe WWF-Studie „Sojaboom in deutschen Ställen“).

Diese Situationsanalyse zeigt deutlich, wie sehr die aktuelle Praxis der Eiweißversorgung europäischer bzw. deutscher Nutztiere, die zum Großteil auf importiertem Soja basiert, dem Ziel einer nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen sowie einer Minimierung von negativen Umweltwirkungen landwirtschaftlicher Erzeugung zuwiderläuft. Insbesondere vor dem Hintergrund von Klimawandel und endlicher Ressourcenverfügbarkeit erscheint ein Ende dieser Praxis mithilfe des Einsatzes heimischer Proteinlieferanten sinnvoll und notwendig.

*Sojaernte in Mato Grosso, Brasilien. Der Anteil von Sojaflächen an der gesamten Ackerfläche betrug 2009 in Brasilien mehr als 35%. In Paraguay wurde 2009 auf fast 68% der Ackerfläche Soja angebaut.*





*In einem deutschen Milchviehbetrieb stehen im Durchschnitt 45 Kühe. Davon gab 2010 jede Kuh im Schnitt 7.125 kg Milch.*

### 3

## Status quo Milchviehhaltung in Deutschland

### 3.1 Milchmarkt

Im Jahr 2009 erreichte die Milchanlieferung an deutsche Molkereien eine Rekordmenge. Zum ersten Mal wurde in der deutschen Molkereigeschichte die 28-Mio.-t-Marke, mit 28,61 Mio. t überschritten. Innerhalb von 12 Monaten wurden somit 2,9 % mehr Milch abgeliefert als im Vorjahr (Gorn 2011:13). Um den Milchmarkt zu entlasten, kaufte die EU-Kommission Magermilchpulver und Butter auf (Gorn 2011:13).

Als Folge der außerordentlichen Milchanlieferungsmengen sank der Milch-erzeugerpreis gravierend. Die Intervention führte dazu, dass sich die Preise für Milchprodukte wenigstens auf dem Niveau des Interventionspreises stabilisieren konnten. Dem Rekordhoch der Milchmengenanlieferung steht jedoch das Rekordtief der Milch-erzeugerpreise im Juli 2009 mit knapp 22 ct gegenüber. Gegen Ende des Jahres 2009 entschärfte sich die Lage auf dem Milchmarkt langsam, da die Verwertung der Milchprodukte wieder lukrativer wurde. Letztlich erhielten die Milch-erzeuger 2009 jedoch für ein kg Milch mit 3,7 % Fett und 3,4 % Eiweiß durchschnittlich nur noch 24,07 ct. Im Vergleich zum Vorjahr sind das fast 10 ct weniger je kg abgelieferte Milch (Gorn 2011:13).

2010 erholte sich der Milchmarkt leicht. Angebot und Nachfrage standen sich wieder relativ ausgeglichen gegenüber. Gute Absatzmöglichkeiten von Milch und Milchprodukten im Ausland entlasteten den Markt spürbar, sodass sich die Milchpreise 2010 wieder deutlich vom Interventionspreis abhoben. Im Zuge dieser Marktentwicklung erhöhten die Molkereien ihre Auszahlung für Milch mit standardisierten Inhaltsstoffen bundesweit um durchschnittlich ca. 6,3 ct/kg. Für das Jahr 2010 lag der Erzeugerpreis bei knapp über 30 ct/kg. Damit steigerte sich der durchschnittliche Auszahlungspreis Ende 2010 um ein Viertel (6 ct/kg) im Vergleich zum Vorjahr. Auch 2010 stieg die Milchanlieferungsmenge an deutsche Molkereien weiter. Bis Ende des Jahres lieferten die Milch-erzeuger 1,6 % mehr Milch ab als 2009. Mit etwas mehr als 29 Mio. t stellte Deutschland erneut einen Ablieferungsrekord auf (Gorn 2011:13).

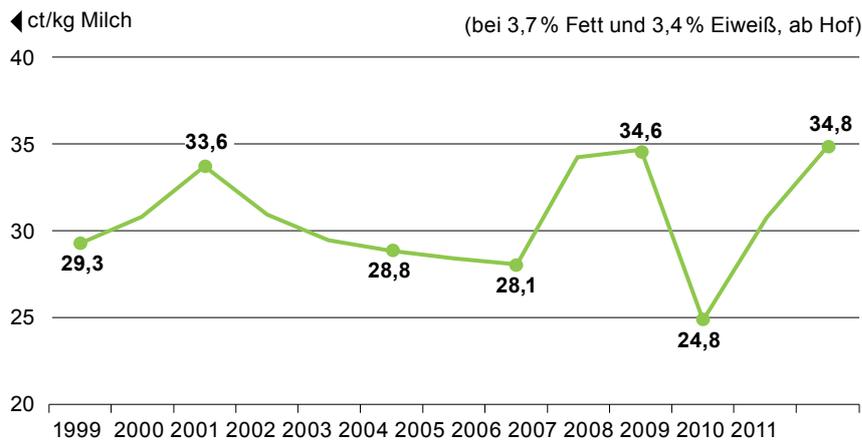
2011 wuchsen die Milchanlieferungen an die deutschen Molkereien im fünften Jahr in Folge. Mit einem Plus der Milchmenge von 2,4 % wurde auch 2011 ein neuer Anlieferungsrekord mit 29,76 Mio. t erreicht, der mit 30,8 Mio. t in 2012 erneut übertroffen wurde. Der Inlandsmarkt für Milchprodukte ist mehr als gesättigt. Der inländische Verbrauch ist rückläufig, wobei die erzeugte Trinkmilchmenge tendenziell steigt. Deutschland erreicht einen Selbstversorgungsgrad von ca. 125 % (Wolf 2012). Inzwischen entspricht die Ausfuhr von Milchprodukten aus Deutschland fast 45 % der Milchmenge (Trinkmilch 1 Mio. t), die in Deutschland erzeugt wird (MIV 2012). Die Konkurrenz auf dem Weltmarkt erhöht den Druck auf die Preise. Von den USA über Südamerika bis Neuseeland und Asien werden die Produktionsmengen ausgedehnt und müssen auf dem Weltmarkt abgesetzt werden (Wolf 2012).

Wenn ab April 2015 die Milchquote wegfällt, können europäische Betriebe ohne mengenmäßige Beschränkung Milch erzeugen (Nährig 2009). Es ist davon auszugehen, dass die Milchmenge dadurch noch mehr ausgeweitet wird. In den kommenden fünf Jahren wird für Europa eine Erhöhung der Erzeugung von ca. 2 % erwartet (Nährig 2009). Nach Einschätzungen der FAO wird das Milchaufkommen 2012 um 20 Mio. t auf 750 Mio. t weltweit ansteigen. Auf dem Weltmarkt werden demnach ca. 4 % mehr Milch gehandelt werden (Wolf 2012).

Inzwischen entspricht die Ausfuhr von Milchprodukten aus Deutschland fast 45 % der Milchmenge, die in Deutschland erzeugt wird.

Die Entwicklung der Milchpreise in Deutschland (Abb. 1) in den letzten Jahren zeigt beispielhaft, dass sich die Preisschwankungen auf den Milchmärkten verstärkt haben. Aufgrund der fortschreitenden Liberalisierung der Agrarmärkte beeinflussen internationale Entwicklungen zunehmend den deutschen Milchmarkt. Damit werden Preisschwankungen auf den europäischen Agrarmärkten und deren Einfluss auf den deutschen Milchmarkt und die Struktur der Betriebe in der Zukunft immer wahrscheinlicher (von Schlippenbach & Hüttel 2010).

**Abb. 1**  
Durchschnittliche  
Milchpreisentwicklung  
Deutschland 2004–2011  
(Quelle: eigene Darstellung  
nach Gorn 2011:31)



### 3.2 Struktur der Milchviehbetriebe

Die Liberalisierung der Weltagrarmärkte übt einen erheblichen Einfluss auf die deutsche Milcherzeugung aus. Der Strukturwandel, den die deutsche Milchwirtschaft in den letzten Jahrzehnten durchlebt hat, ist enorm. In Deutschland wurden 2010 auf ca. 93.000 Betrieben 4.181.700 Milchkühe gehalten. Trotz stabilerer wirtschaftlicher Rahmenbedingungen, im Vergleich zum Vorjahr, sind innerhalb von 12 Monaten ca. 4.000 Betriebe (4,4 %) aus der Milchviehhaltung ausgestiegen (Gorn 2011). Ähnlich gestalten sich die Verlustzahlen für das Jahr 2011 (Gorn 2012:14).

Im Jahr 2010 hatte die Mehrzahl der Betriebe (70 %) Viehbestände mit bis zu 49 Tieren. Dies macht einen Anteil von 34 % der gesamt gehaltenen Milchkühe aus. Hingegen standen zwei Drittel aller Milchkühe in nur 30 % der Milchviehhaltenden Betriebe mit Herdengrößen über 50 Tieren (DBV 2011:98). Durchschnittlich wurden pro Betrieb 45 Milchkühe gemolken. Hier gibt es allerdings eine große Spannweite zwischen den Bundesländern. In Bayern wurden 2010 durchschnittlich 30 Kühe pro Betrieb gemolken, in Brandenburg hingegen 200 Tiere (Gorn 2011:34).

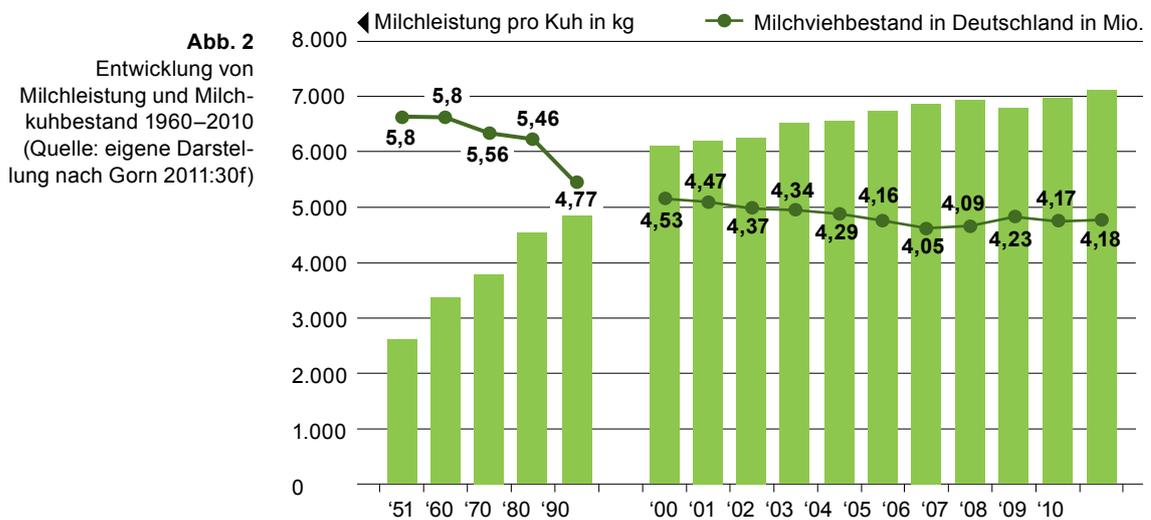
Erhebliche Unterschiede zeigen sich aber nicht nur zwischen den neuen und alten Bundesländern. Auch hinsichtlich der Betriebsgröße besteht in Deutschland ein beachtliches Nord-Süd-Gefälle, wobei die Betriebe in Richtung Norden tendenziell größer werden (Nährig 2009, Brömmer 2005:15). Die folgende Tabelle (Tab. 1) macht die unterschiedlichen betrieblichen Strukturen der einzelnen Bundesländer deutlich.

Die Milchleistung der deutschen Kühe ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen. Eine Milchkuh gab 2010 durchschnittlich 7.125 kg Milch.

	Tiere		Betriebe		Tiere	Leistung/ Tier
	Anzahl	Anteil %	Anzahl	Anteil %	Ø Tierbestand	Ø kg ECM Milchleistung 2009
Baden-Württemberg	353.100	8,4	11.100	11,8	32	6.198
Bayern	1.243.000	29,7	42.800	45,8	30	6.072
Brandenburg	158.900	3,8	800	0,9	200	8.252
Hessen	148.800	3,6	4.200	4,5	36	6.768
Mecklenb.-Vorpommern	172.300	4,1	1.000	1,1	176	8.374
Niedersachsen	776.400	18,6	13.800	14,7	56	7.249
Nordrhein-Westfalen	398.100	9,5	8.700	9,3	46	7.354
Rheinland-Pfalz	119.000	2,8	2.600	2,8	46	6.688
Saarland	14.300	0,3	300	0,3	55	6.391
Sachsen	186.300	4,5	1.600	1,7	120	8.446
Sachsen-Anhalt	123.200	2,9	700	0,7	167	8.395
Schleswig-Holstein	373.500	8,9	5.300	5,6	67	7.084
Thüringen	109.200	2,6	800	0,9	146	8.401
<b>Deutschland gesamt</b>	<b>4.181.700</b>	<b>100%</b>	<b>93.500</b>	<b>100%</b>	<b>45</b>	<b>6.977</b>

Tab. 1: Strukturdaten Milchviehhaltung 2009/10 nach Bundesländern (nach Gorn 2011:31)

Die Milchleistung der deutschen Kühe ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen (Abb. 2). Eine Milchkuh gab 2010 durchschnittlich 7.125 kg Milch. Seit 1990 stieg die Milchleistung damit um mehr als 2.200 kg pro Kuh und Jahr.



Auf der einen Seite steigen die Einzeltierleistungen und die Anzahl der Milchkühe pro Halter. Dem gegenüber stehen wiederum die stetige Abnahme der Milchvieh haltenden Betriebe, ein unverhältnismäßiger Grünlandumbruch und schwankende Milchpreise.

Nach den zukunftsorientierten Modellszenarien von Offermann et al. (2012) lässt sich vermuten, dass sich der Strukturwandel der Landwirtschaft auch in den nächsten Jahren noch weiter fortsetzen wird. In welchem Ausmaß dies geschieht, ist von verschiedenen politischen wie auch umweltbedingten und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen abhängig. Besonders die Abschaffung der Quote wird sich im Bereich der Milcherzeugung unterschiedlich auswirken. Eine Strategie der Landwirte scheint die Aufstockung der Tierbestände zu sein: Laut Agrarzeitung | online (2012) steigen deutsche Landwirte verstärkt aus der Rinderhaltung aus, die verbleibenden Berufskollegen hingegen vergrößern die Bestände. Die Rinderzahl in Deutschland bleibt nahezu konstant. Kleine Betriebe, die keine großen Wachstumsmöglichkeiten haben, werden voraussichtlich aus dem Sektor Milcherzeugung verdrängt.

### 3.3 Fütterung

Wie oben dargestellt, variiert die Struktur der Milchviehbetriebe innerhalb Deutschlands sehr stark. Somit ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten und Grenzen der Betriebe.

Geht man davon aus, dass unter den derzeitigen Rahmenbedingungen besonders die Großbetriebe weiter wachsen (Nord- und Ostdeutschland), dann wird auch die Fütterung vermutlich noch intensiver.

Die vorhandenen Kosten auf eine möglichst große Milchmenge pro Kuh zu verteilen ist das allgemein anerkannte Ziel, um die Erzeugungskosten pro kg Milch zu minimieren (Weiß & Thomet 2005a). Wenn man berücksichtigt, dass die Futterkosten mit oft mehr als 50% der Direktkosten den größten Kostenblock innerhalb der Milcherzeugungskosten einnehmen (Dorfner & Hofman 2010) und sich die Gewinnspanne durch niedrige Erzeugerpreise zunehmend verringert, kann der Landwirt darauf mit unterschiedlichen Strategien reagieren:

» Teure Futtermittel werden durch preisgünstigere Substitute ersetzt (kurzfristig). Dennoch besteht hier in Bezug auf Eiweißfuttermittel eine gewisse Abhängigkeit vom Futterzukauf.

#### **Mittel- bis langfristige Strategien könnten unter anderem sein:**

- » Grundfutterleistung erhöhen und so Kraftfuttermittel sparen
- » Feldfutterbau optimieren bzw. integrieren, um erstens Grundfutterleistung zu steigern und zweitens unabhängiger vom Futtermittelmarkt zu werden
- » Bestandsaufstockung und Milchleistungssteigerung

Mit steigender Milchleistung pro Kuh werden zunehmend größere Mengen an Konzentrat- und Saftfuttermitteln sowie Gras- und Maissilagen mit hoher Energiedichte und hoher Verdaulichkeit (rohfasernarm) eingesetzt, um das

**Hohe Kraftfuttermengen verringern die Energielieferung aus dem Grundfutter und verschlechtern gleichzeitig den Strukturwert der Ration. Das kann zu einer Pansenübersäuerung führen.**

---

Leistungsvermögen der Milchkühe möglichst ausfüttern zu können. Dies lässt manche Betriebe an die Grenzen einer wiederkäuergerechten Fütterung stoßen (Paul 2011).

Zusätzlich lässt sich die Milchleistung über die Zufütterung von Kraftfutter erheblich erhöhen. Mit steigenden Kraftfuttermengen wird aber häufig weniger Grobfutter-Trockenmasse (TM) aufgenommen. Hohe Kraftfuttermengen verringern die Energielieferung aus dem Grundfutter und verschlechtern gleichzeitig den Strukturwert der Ration. Bei einer unverhältnismäßigen Steigerung der Kraftfuttermenge kann das dazu führen, dass die Kuh nicht genügend Speichel zur Säurepufferung produziert. Das kann zu einer Pansenübersäuerung führen.

Je nach Kraftfutterart und -menge erhöhen sich die Gehalte an Energie und nutzbarem Rohprotein in der Ration. Für Milchleistungen über 40 kg pro Kuh und Tag, zu denen unsere heutigen Kühe in der Lage sind, bedarf es eines Kraftfutters, das hohe Energiegehalte und gleichzeitig einen hohen Anteil an nutzbarem Rohprotein enthält. Es muss dabei beachtet werden, dass für die Milchbildung anteilig mehr nXP gebraucht wird (26 g je MJ/NEL) als für die Erhaltung (12 g je MJ/NEL) (Spiekers & Potthast 2004: 183f). Aufgrund der steigenden Maisanteile in den Rationen besteht ein hoher Ergänzungsbedarf an Rohprotein (Spiekers 2001). Soja und dessen Nebenprodukte aus der Verarbeitung gleichen diesen optimal aus. Sie besitzen hohe Energie- und Eiweißgehalte (Spiekers & Potthast 2004:178f). Die Gefahr besteht jedoch, dass sich durch das Vorhalten von Eiweißreserven die ruminale Stickstoffbilanz der Gesamtration immer mehr in den Überschuss verschiebt (Schulte & Junk 2004). Dies bedeutet, dass mehr Stickstoff zur Verfügung steht als Energie für den Umbau zu Mikrobenprotein (Spiekers & Potthast 2004:379). Die Proteinübersorgung belastet die Stoffwechselgesundheit der Kuh und der überflüssige Stickstoff muss als Harnstoff über Milch und Urin ausgeschieden werden (Kirchgeßner et al. 2008). Abgesehen von den negativen gesundheitlichen Folgen für die Kuh, belastet so eine unausgeglichene Fütterung auch die Umwelt (Weiß & Bonsels 1997, Kirchgeßner et al. 2008:131).

**Die Proteinübersorgung belastet die Stoffwechselgesundheit der Kuh und belastet auch die Umwelt.**

---

Mit anderen Worten zusammengefasst: Die Intensivierung der Milchviehhaltung hat zur Folge, dass mehr und mehr Mais (Energie) und immer weniger Produkte vom Grünland verfüttert werden. Im Ergebnis nimmt die Bedeutung von Soja zur Eiweißversorgung der Milchkühe zu.



*Die Sojapflanze gehört wie Ackerbohne, Erbse, Luzerne und Klee zur Pflanzenfamilie der Schmetterlingsblütler. Nach der „guten fachlichen Praxis“ sind für diese Pflanzen Anbaupausen von 4–6 Jahren einzuhalten, um Krankheiten, Schädlinge und daraus resultierende Ertragsrückgänge zu vermeiden.*

## 4 Alternative Futtermittel zu importiertem Soja

Sojaschrot wird in der Futtermischung vor allem als Eiweißkomponente eingesetzt. Es lässt sich daher durch Futtermittel mit ebenfalls hohem Proteingehalt ersetzen. Neben Rapsschrot, Schlempe, Birtreber oder Maiskleber gelten Hülsenfrüchtler bzw. Leguminosen (Fabaceae) als typische

Eiweißlieferanten unter den Ackerkulturen. Von landwirtschaftlicher Bedeutung sind dabei nur Pflanzenarten der Unterfamilie Schmetterlingsblütler (Schuster et al. 2000), weshalb im Folgenden nur diese gemeint sind, wenn von Leguminosen gesprochen wird.

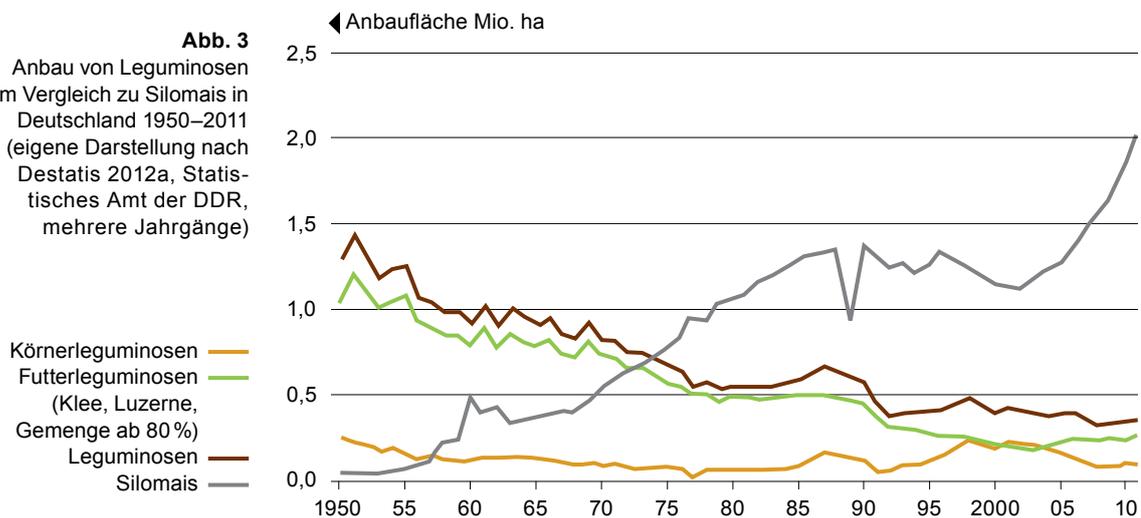
### 4.1 Leguminosen

Leguminosen haben unter den Ackerfrüchten eine Sonderstellung, da sie eine Vielzahl von Eigenschaften besitzen, die sich positiv auf die Fruchtfolge und das Agrarökosystem auswirken.

1951 betrug die Anbaufläche für Körner- und Futterleguminosen noch mehr als 1,4 Mio. ha – 2011 nur noch 358.000 ha.

Der Anbau von Leguminosen hat in Deutschland seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts stark abgenommen (Abb. 3). Betrug die Anbaufläche für Körner- und Futterleguminosen im Jahr 1951 noch mehr als 1,4 Mio. ha, wurde zu Beginn des 21. Jahrhunderts eine Anbaufläche von 0,4 Mio. ha unterschritten, mit einem Minimum von 323.000 ha im Jahr 2008 (Destatis 2012a). Im Jahr 2011 wurden auf 358.000 ha Leguminosen angebaut, was bei einer gesamten Ackerfläche von 11,87 Mio. ha einem Anteil von lediglich 3 % entspricht (eigene Berechnung mit Daten von Destatis 2012a).

**Abb. 3**  
Anbau von Leguminosen im Vergleich zu Silomais in Deutschland 1950–2011 (eigene Darstellung nach Destatis 2012a, Statistisches Amt der DDR, mehrere Jahrgänge)



Es wird zwischen kleinkörnigen Futterleguminosen und großkörnigen Körnerleguminosen unterschieden. In Wiederkäuerrationen kann ein Teil des Grundfutters durch Futterleguminosen gedeckt werden. Körnerleguminosen, zu denen auch Sojabohnen gehören, werden als Kraftfutter genutzt. Wenn ausschließlich davon ausgegangen wird, dass das in der Futtermischung enthaltene Sojaschrot bei einer mehr oder weniger gleichbleibenden Ration ersetzt werden soll, rücken zunächst die Körnerleguminosen ins Zentrum der Betrachtung. Eine andere (und ergänzende) Strategie ist die zusätzliche Erhöhung des Eiweißgehaltes im Grundfutter, was mithilfe von Futterleguminosen möglich ist.

Beim Anbau von Leguminosen ist zu beachten, dass sie i. d. R. nicht selbstverträglich sind, daher sind Anbaupausen einzuhalten (Tab. 2). Hauptgrund dafür ist die Anreicherung von tierischen und pilzlichen Schaderregern. Die am weitesten verbreiteten Schaderreger sind bodenbürtige Pilze – hierbei vor allem der Kleekrebs (*Sclerotinia trifoliorum*) und das Stängelälchen (*Ditylenchus dipsaci*).

**Tab. 2**  
Empfohlene Anbaupausen zur Minderung des Befalls mit Schaderregern (nach Vogt-Kaute 2010, Hartmann et al. 2006, Freyer et al. 2005)

Leguminose	Empfohlene Anbaupause
Sojabohne <sup>7</sup> und Ackerbohne	4 Jahre
Lupine	4–5 Jahre
Körnererbse	5–6 Jahre
Rotklee und Luzerne	5–7 Jahre
Alexandrin- und Perserklee	3–4 Jahre
Weißklee	weitgehend selbstverträglich

Bei der Luzerne ist zusätzlich noch die Welkekrankheit zu erwähnen, die auf boden- und samenbürtige Pilze zurückgeführt werden kann. Einige Möglichkeiten zum Eindämmen des Schaderregerbefalls im Futterleguminosenanbau sind in Tab. 3 zusammengetragen.

**Tab. 3**  
Maßnahmen zur Minderung des Schaderregerbefalls im Futterleguminosenanbau (nach Vogt-Kaute 2010, Hartmann et al. 2006, Freyer et al. 2005)

<ul style="list-style-type: none"> <li>» Im Spätherbst kurzer Schnitt</li> <li>» Bevorzugen des Gemengeanbaus mit Gräsern zur Minderung des Ausfallrisikos</li> <li>» Wahl von einjährigen Kleearten bei starkem Befall</li> <li>» Anbau von Sorten mit unterschiedlichen Anfälligkeiten</li> </ul>
---

Bei Beachtung der in Tab. 2 genannten Einschränkungen und Anbaupausen ist eine Eingliederung von Leguminosen in die Fruchtfolge unproblematisch.

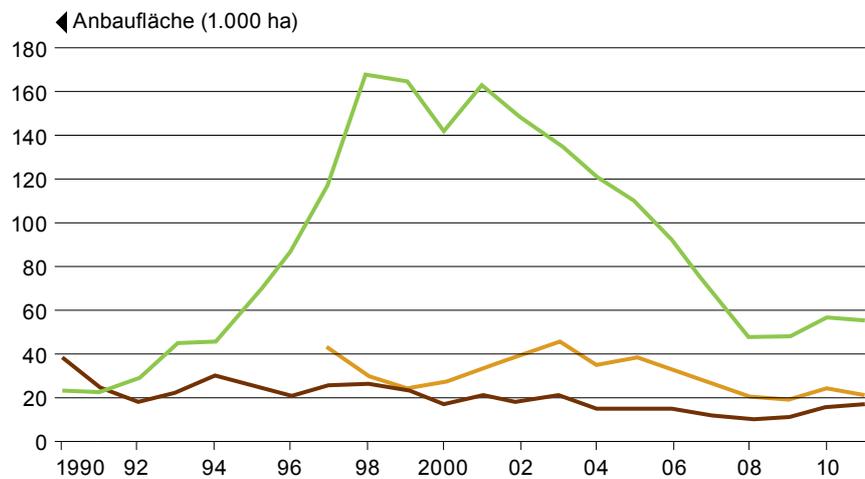
#### 4.1.1 Körnerleguminosen

Zu den Körnerleguminosen zählen unter anderem verschiedene Bohnen- und Erbsearten sowie Lupinen. Neben dem hohen Eiweißgehalt treten bei einzelnen Arten zusätzlich Stärke (Erbse, Ackerbohne) und Fette (Sojabohne, Erdnuss) als wertgebende Inhaltsstoffe in den Vordergrund. Der Futterwert von Körnerleguminosen kann durch verschiedene Behandlungsverfahren (Toasten, Rösten, Extrudieren, Expandieren) maßgeblich beeinflusst werden. Körnerleguminosen finden in der menschlichen und tierischen Ernährung Verwendung, wobei bei Letzterer neben der Körnernutzung auch die Ganzpflanzensilage im Mischanbau mit Nichtleguminosen eine Rolle spielt.

In Abb. 4 wird die Anbaufläche für die drei noch am häufigsten angebauten Körnerleguminosen Deutschlands (Lupinen, Ackerbohnen und Erbsen) innerhalb der letzten 20 Jahre dargestellt. Dabei werden die unterschiedlichen Bedeutungen des Anbaus der drei Körnerleguminosen sowie der drastische Rückgang v. a. der Erbsen offensichtlich.

**Abb. 4:**  
Anbaufläche von Futtererbsen, Ackerbohnen und Lupinen in Deutschland 1990 –2011 (eigene Darstellung nach Destinatis 2012a, Destinatis 2012b, Destinatis 2009)

Futtererbsen  
Ackerbohnen  
Lupinen



Für eine nachhaltige Landwirtschaft ist der Anbau von standortangepassten Pflanzen mitentscheidend. In Tab. 4 werden die verschiedenen Boden- und Klimaansprüche der heimischen Körnerleguminosen gegenübergestellt.

Vergleicht man die Standortansprüche miteinander, die für den Anbau der jeweiligen Körnerleguminosen als geeignet eingestuft werden können, wird deutlich, dass sie sich gegenseitig ergänzen und zusammen nahezu über den gesamten deutschen Raum erstrecken. Die potenzielle Anbaufläche nimmt in der Reihenfolge Erbse vor Blauer Süßlupine vor Ackerbohne ab. Dem gegenüber stehen die tatsächlichen Anbaukonzentrationen. Stimmen sie bei Ackerbohnen (Südost- und Mitteldeutschland) in etwa mit den potenziellen Anbauregionen überein – berücksichtigt man deren Klima- und Bodenverhältnisse –, werden bei Erbsen und Lupinen Potenziale zur Ausweitung offensichtlich. Trotz der Möglichkeit eines nahezu deutschlandweiten Anbaus werden etwa zwei Drittel der Erbsen im Südosten und mehr als 90% der Lupinen im Nordosten Deutschlands angebaut. Der Anbau beider Kulturen ließe sich so gesehen in Richtung Nordwesten ausdehnen.<sup>8</sup>

**Die Standortansprüche für Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen ergänzen sich und erstrecken sich zusammen über ganz Deutschland.**

**Tab. 4**  
Ansprüche ausgewählter  
Körnerleguminosen an  
Boden und Klima  
Quelle: nach Imgraben &  
Reckna-Gel 2011, Guddat  
et al. 2007, GFL 2007,  
Guddat et al. 2006, Freyer  
et al. 2005, Lütke Entrup &  
Oehmichen 2000

		Boden	Klima
<b>Erbse</b>		Geringere Ansprüche als Ackerbohne, große ökologische Streubreite	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• bevorzugt tiefgründige, humusreiche Lehm- und Lössböden, gedeiht auch auf leichten Böden</li> <li>• ungeeignet: verdichtete, staunasse, flachgründige Böden</li> <li>• problematisch: steinige Böden, die Mähdrusch bei Lager erschweren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bevorzugt warmes Frühjahr und kühle Sommer mit guter Wasserversorgung</li> <li>• gedeiht auch bei geringen Niederschlagsmengen</li> <li>• zu hohe Niederschläge fördern Verunkrautung und zur Reife (Juli/August) bei lagernden Beständen Pilzbefall</li> </ul>
<b>Lupine</b>	<b>Gelb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bevorzugt (schwachlehmige) Sande mit niedrigem pH-Wert (4,6 – 6)</li> <li>• ungeeignet: kalkreiche oder staunasse Böden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringste Ansprüche der Lupinen</li> <li>• liebt Trockenheit nach der Jugendentwicklung</li> <li>• ungeeignet: Küsten- und Höhenlagen</li> </ul>
	<b>Blau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bevorzugt lehmige Sande mit pH-Wert zwischen 5 und 6,8</li> <li>• kalkverträglicher als Gelbe Lupine</li> <li>• ungeeignet: Moor- und Heideböden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• im Vergleich zu Gelber Lupine geringeres Wärmebedürfnis und geringere Frostempfindlichkeit</li> <li>• verträgt Trockenheit nach Jugendentwicklung</li> <li>• für alle Klimlagen in Deutschland geeignet</li> </ul>
	<b>Weiß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mittlere bis schwere Böden (mindestens sandiger Lehm)</li> <li>• empfindlich gegenüber niedrigem pH-Wert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lupine mit höchsten Wärmeansprüchen</li> <li>• ausreichende Wasserversorgung, v. a. während der Blüte</li> </ul>
<b>Ackerbohne</b>		Sehr hohe Ansprüche an Wasserversorgung v. a. während Blüte und Kornausbildung	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• bevorzugt tiefgründige, mittelschwere, nährstoffreiche Böden mit hohem Wassernachlieferungsvermögen, wodurch ausbleibende Niederschläge gepuffert werden können</li> <li>• ungeeignet: flachgründige und sandige Böden, die schnell austrocknen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ausreichende Niederschläge über gesamte Vegetationsperiode</li> <li>• empfindlich gegenüber extremen Temperatur- und Niederschlagsschwankungen</li> </ul>
<b>Sojabohne</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• bevorzugt tiefgründige, mittelschwere, schnell erwärmende (dunkle) Böden mit guter Wasserspeicherkapazität</li> <li>• ungeeignet: Staunässe, flachgründige oder steinige Böden, Moorböden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Ansprüche ans Klima (ähnlich wie Körnermais), v. a. während Blühbeginn und Abreife</li> <li>• warm und feucht</li> <li>• optimale Lufttemperatur für Wachstum 20 – 25 °C</li> <li>• Sommerniederschläge nötig (oder Beregnungsmöglichkeit)</li> <li>• ungeeignet: Kaltluftsenken, Spätfrostlagen</li> </ul>

## 4.1.2 Futterleguminosen

Zu den in Mitteleuropa bekannten Futterleguminosen gehören sehr viele verschiedene Arten, wovon allerdings nur wenige im größeren Maßstab angebaut werden (Tab. 5).

**Tab. 5**  
In Mitteleuropa bekannte  
Futterleguminosenarten  
(hervorgehobene  
Arten haben in der Futter-  
mittelerzeugung größere  
Bedeutung)

Einjährig	Über-/ mehrjährig
<b>Alexandrinerklee</b> ( <i>Trifolium alexandrinum</i> L.) <b>Perserklee</b> ( <i>Trifolium resupinatum</i> L.) Saatwicken ( <i>Vicia sativa</i> L.) Zottelwicke ( <i>Vicia villosa</i> ROTH) Felderbse ( <i>Pisum arvense</i> L.) Serradella ( <i>Ornithopus sativus</i> BROT.)	<b>Rotklee</b> ( <i>Trifolium pratense</i> L.) <b>Weißklee*</b> ( <i>Trifolium repens</i> L.) <b>Luzerne*</b> ( <i>Medicago</i> spp.) Schwedenklee ( <i>Trifolium hybridum</i> L.) Gelbklee/Hopfenklee ( <i>Medicago lupulina</i> L.) Esparsette ( <i>Onobrychis viciifolia</i> SCOP.) Inkarnatklee ( <i>Trifolium incarnatum</i> L.) Gemeiner Hornklee ( <i>Lotus corniculatus</i> L.) Wundklee ( <i>Anthyllis vulneraria</i> L.) Steinklee* ( <i>Melilotus</i> )

\*Es gibt auch einjährige Sorten

Klee- und Luzernearten sind in Mitteleuropa seit der Etablierung der verbesserten Dreifelderwirtschaft Anfang des 18. Jahrhunderts bekannt. Sie wurden seitdem als Futterpflanzen sowie wegen ihres Beitrags zur Bodenfruchtbarkeit geschätzt (Lütke Entrup & Oehmichen 2000:593ff). Bereits vor ihrer Einführung in Mitteleuropa baute man sie im Mittelmeerraum und in Vorderasien an. So gelten Luzernearten als die ältesten, ausschließlich für die Futternutzung angebaute Kulturen weltweit. Auch heute noch bezeichnet man sie als „Königin der Futterpflanzen“ (LfL 2012c, Keller et al. 1999:770). Von den Kleearten werden aktuell vor allem Rot- und Weißklee angebaut, wobei Rotklee hauptsächlich in der Schnittnutzung und Weißklee aufgrund seiner Standhaftigkeit gegenüber intensiver Beweidung vorwiegend in der Weidenutzung eine Rolle spielt (Keller et al. 1999:762, 767, LfL 2012d). Nach ihrer Einführung zur Mitte des 20. Jahrhunderts treten nun auch die einjährigem nicht winterharten Kleearten Alexandriner- und Perserklee im Feldfutterbau Deutschlands in Erscheinung.

Zur Charakteristik der Luzernearten gehört die sehr lange Pfahlwurzel, die meist 3 und bis zu 5 m in den Boden dringen kann und die hohe Trockenheitstoleranz der Pflanze bewirkt.

Die bevorzugten Boden- und Klimabedingungen sowie Anbaueinschränkungen der Luzerne und Kleearten sind in Tab. 6 dargestellt.

Derzeit konzentriert sich der Anbau der Futterleguminosen stark auf den Südosten Deutschlands. Da Futterleguminosen eine große ökologische Streubreite besitzen und als solche über für alle Boden- und Klimaverhältnisse geeignete Kulturen verfügen, ist eine Ausweitung der Anbauflächen in Deutschland jederzeit möglich.

**Tab. 6**  
Ansprüche ausgewählter  
Kleearten an Boden  
und Klima  
Quelle: nach Freyer et al.  
2005, Kolbe et al. 2006,  
LFL 2012c, d, e, f)

	Boden	Klima
Luzerne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• benötigt tiefgründigen, gut zu durchwurzelnden Boden</li> <li>• bevorzugt kalkhaltigen Löss und Lehm mit guter Wasserführung</li> <li>• pH-Wert zwischen 6,5 und 7,5</li> <li>• ungeeignet: extrem schwere, nasse, kalte oder saure Böden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hoher Bedarf an Wärme und Sonnenschein</li> <li>• ca. 550 mm/Jahr Niederschlag, Trockenperioden werden mithilfe tiefer Wurzeln aus Boden bewältigt</li> <li>• sehr frostresistent (bis <math>-20^{\circ}\text{C}</math>)</li> </ul>
Rotklee	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei guter K- und P-Versorgung keine besonderen Ansprüche</li> <li>• bevorzugt (mittel-)schwere Lehm Böden</li> <li>• ungeeignet: saure, trockene, sandige Standorte und Moorböden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mild bis kühl</li> <li>• ausreichende Luftfeuchtigkeit mit 600–650 mm/Jahr Niederschlag (mind.: 500 mm/Jahr)</li> <li>• Vorsommertrockenheit bei fehlendem Grundwasseranschluss bewirkt Wachstumsverzögerung</li> <li>• empfindlich gegenüber Kahlfrösten</li> </ul>
Weißklee	<ul style="list-style-type: none"> <li>• anpassungsfähiger als Rotklee</li> <li>• ungeeignet: saure und staunasse Böden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bevorzugt feuchtes Küsten- und Gebirgsklima</li> <li>• weniger dürre- und frostempfindlich als Rotklee</li> </ul>
Alexandrinerklee	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bevorzugt (mittel-)schwere Böden</li> <li>• ungeeignet: saure Böden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• benötigt Wärme und ausreichend Wasser</li> </ul>
Perserklee	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bevorzugt leichte bis mittelschwere Böden</li> <li>• ungeeignet: nasse Böden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• weniger dürre- und frostempfindlich als Alexandrinerklee</li> </ul>

## 4.2 Rapsextraktionsschrot

Bei Rapsschrot handelt es sich um ein Nebenprodukt, das in der Herstellung von Rapsöl seinen Ursprung hat, wenn es mittels Extraktionsverfahren gewonnen wird. Ebenso wie bei der Sojabohnenverarbeitung fallen im Prozess der rein mechanischen Rapsverarbeitung die Nebenprodukte Rapskuchen bzw. Rapsexpeller an. Im Folgenden werden diese, wenn nicht anders erwähnt, unter der Bezeichnung „Rapsschrot“ subsumiert, da sie auch von der Mehrzahl der heutigen Untersuchungen nicht getrennt betrachtet werden. Neben der Verwendung des Rapsöls als Lebensmittel ist dessen Nutzung als Rohstoff für die Biodieselproduktion von Bedeutung. Veränderungen im (Bio-)Energiesektor haben daher indirekte Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Rapsschrot als Futtermittel.

In Deutschland ist Winterraps eine der bedeutendsten Ackerfrüchte. In den letzten Jahren wurde die Anbaufläche stark ausgeweitet (Abb. 5), sodass Raps im Jahr 2011 mit einer Fläche von 1,33 Mio. ha einen durchschnittlichen Anteil von 11 % an der Gesamtackerfläche hatte. Hauptursache für den Flächenzuwachs seit Mitte der 1990er Jahre ist die gestiegene Nachfrage nach Rapsöl als Rohstoff für die deutsche Biodieselproduktion. Aktuell wird der Ertrag von etwa 1 Mio. ha deutscher Anbaufläche für die Herstellung von Biodiesel verwendet, was einem Flächenanteil von mehr als 75 % entspricht (Bockey 2012). In den letzten Jahren ist allerdings ein leichter Rückgang der Rapsfläche festzustellen. Der Rückgang von 2010 (1,46 Mio. ha) auf 2011

(1,31 Mio. ha) um mehr als 10 % ist dabei v. a. auf große Auswinterungsschäden und damit einhergehende Umbrüche und Neueinsaaten anderer Früchte zurückzuführen (BMELV 2011b). Als weitere Gründe für den Anbau rückgang nennt ACTI (2012b) vermehrte Importe von Biodiesel auf Soja- und Palmölbasis, die den europäischen Biodiesel auf Rapsbasis unter Druck bringen.<sup>9</sup>

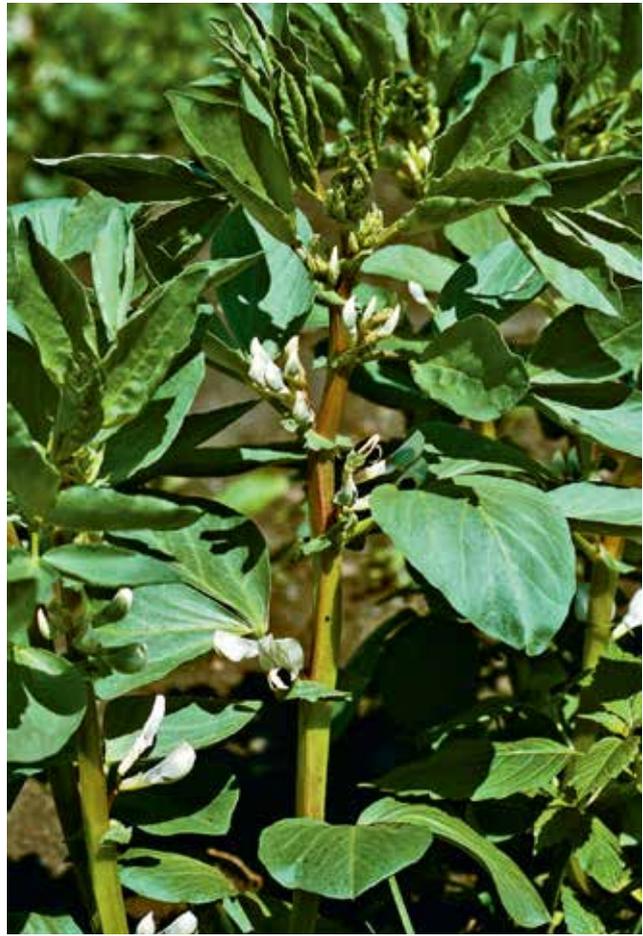
**Abb. 5**  
Entwicklung der Rapsanbaufläche in Deutschland von 1991 bis 2011 sowie deren Anteile am gesamten Ackerland Deutschlands  
Quelle: eigene Darstellung nach Destatis 2012a



Die Flächenreduktion führte in Verbindung mit den sehr schlechten Raps-ernten 2011 im Folgejahr 2012 zu einer Verknappung der Rapsschrotverfügbarkeit sowie einer erheblichen Preissteigerung am Rapsschrotmarkt (ACTI 2012b, d). Bei der Diskussion um die Verfügbarkeit von Rapsschrot ist darüber hinaus zu beachten, dass es in jüngster Zeit ein zunehmendes Interesse an dessen Einsatz in Mischfuttermitteln gibt. So stieg in den letzten Jahren der Einsatz von Rapsschrot bei der Fütterung von Schweinen erheblich an, was vor allem auf die immer geringeren Gehalte an antinutritiven Inhaltsstoffen zurückzuführen ist (LfL 2010:1). Auch im Bereich der Geflügelfütterung werden Potenziale gesehen, das bisher nur in geringem Umfang genutzte Rapsschrot vermehrt einzusetzen (Jeroch et al. 2008:8), woraus Nutzungskonkurrenzen zwischen den einzelnen Nutztierarten entstehen könnten.

### Futterwert

Rapsextraktionsschrot wird heute oft als Einzelkomponente oder im Mischfutter eingesetzt. Die Fortschritte in der Züchtung senkten die nicht erwünschten Inhaltsstoffe und erbrachten den sogenannten „00-Raps<sup>10</sup>“. Durch neue Erkenntnisse zum Protein- und Energiewert aus Wissenschaft und Forschung wurden interessante Einsatzmöglichkeiten von Rapsschrot zur gezielten Proteinversorgung von Milchkühen erschlossen (Spiekers & Südekum 2004). In welchem Umfang Rapsschrot bei Milchvieh eingesetzt wird, hängt im Wesentlichen von der Energiekonzentration der anderen Futterkomponenten ab (Christen & Friedt 2007). Die Einsatzmenge ergibt sich aus einer bedarfsdeckenden Versorgung mit Energie und Eiweiß je nach Leistungsniveau (Spiekers & Südekum 2004). Neben dem Energiedefizit kann auch der Schwefelgehalt im Rapsschrot zum Problem bei der Rationsgestaltung werden. Denn ein zu hoher Schwefelgehalt kann die Futterraufnahme reduzieren und die Resorption wichtiger Spurenelemente wie z. B. Kupfer hemmen. Bei Schwefelgehalten im Raps von 7 bis 16 g/kg TM (Soja: 4 bis 5 g/kg TM) können sich deshalb Rapsanteile von mehr als 4 kg in der Ration negativ auswirken.



*Wegen ihrer Qualität und Verfügbarkeit als Futtermittel wurden folgende Sojasubstitute näher untersucht: Luzerne, Ackerbohne, Raps, Erbse (im Uhrzeigersinn von links oben).*

# 5

## Auswahl der Sojasubstitute

Die genannten Sojasubstitute werden sowohl hinsichtlich ihrer Futtermittelqualität als auch bezüglich ihrer Verfügbarkeit den potenziellen Sojasubstituten gegenübergestellt. Daraus lässt sich ableiten, welche der vorgestellten Futtermittel Soja in größerem Maßstab in der Milchviehfütterung ersetzen können.

### 5.1 Ernährungsphysiologische Beurteilung

In Tab. 7 werden die Nährstoffgehalte verschiedener Futtermittel in Kategorien eingeteilt, um sie so besser vergleichen und bewerten zu können. Dazu wurden von den verschiedenen Angaben der Inhaltsstoffe Mittelwerte gebildet und Gehaltsklassen erstellt.

**Tab. 7**  
Kategorisierte Zusammenstellung der betrachteten Eiweißfuttermittel

Leguminose	NEL	XP	nXP	UDP	XL	XF	XS
<b>Sojaschrot</b>	●	●	●	●	●	●	●
<b>Rapsschrot</b>	●	●	●	●	●	●	
<b>Schlempe</b>							
Weizen, trocken	●	●	●	●	●	●	●
Mais, trocken	●	●	●	●	●	●	●
flüssig	●	●	●	●	●	●	●
<b>Biertreber</b>							
siliert	●	●	●	●	●	●	●
<b>Sojabohne</b>							
getoastet	●	●	●	●	●	●	●
<b>Lupine</b>							
blau	●	●	●	●	●	●	●
weiß	●	●	●	●	●	●	●
gelb	●	●	●	●	●	●	●
<b>Ackerbohne</b>	●	●	●	●	●	●	●
<b>Erbse</b>	●	●	●	●	●	●	●
<b>Luzerne</b>							
frisch	●	●	●	●	●	●	
siliert	●	●	●	●	●	●	
Grünmehl	●	●	●	●	●	●	
Cobs	●	●	●	●	●	●	
Weißklee, frisch	●	●	●	●	●	●	
<b>Rotklee, frisch</b>	●	●	●	●	●	●	

Gehalte	NEL	XP	nXP	UDP	XL	XF	XS
●	< 6	< 200	< 150	< 20	< 20	< 50	< 50
●	6–6,99	200–300	150–200	21–35	20–50	50–150	50–100
●	> 7	> 300	> 200	> 35	> 50	> 150	> 100

**Rapsschrot hat aufgrund seiner ähnlichen Nährstoffkonzentration das größte Potenzial, Sojaschrot zu ersetzen.**

Die in den Futterwerttabellen dargestellten Schwankungsbreiten der Nährstoffgehalte innerhalb eines Futtermittels machen noch einmal deutlich, wie wichtig eine Futtermitteluntersuchung der eigenen, aber auch der zugekauften Futterkomponenten für eine exakte Rationsplanung ist.

Aus Tab. 7 wird ersichtlich, dass das Rapsschrot aufgrund seiner sehr ähnlichen Nährstoffkonzentration das größte Potenzial besitzt, Sojaschrot zu ersetzen. Rapsschrot enthält einen vergleichsweise höheren UDP-Wert und einen geringeren Energiewert. Die heimischen Körnerleguminosen können energetisch durchaus mit Sojaschrot mithalten. Jedoch liegen die Proteingehalte unbehandelter Samen in allen drei Bewertungsparametern für Protein bis auf die Lupine deutlich unter den Gehaltswerten der Schrote. Auch die Feldfutterleguminosen stellen eine interessante Alternative dar, Soja anteilig zu ersetzen. Besonders frische Luzerne und Luzernesilage steuern mehr Protein zur Eiweißversorgung bei als reine Grassilagen. Ihr hoher Rohfasergehalt unterstützt eine wiederkäuergerechte Fütterung und ist damit ernährungsphysiologisch positiv zu bewerten. Im Hinblick auf die Energiezufuhr ist das eher von Nachteil. Aufgrund ihrer verhältnismäßig geringen Nährstoffkonzentration gegenüber den anderen Substituten können Futterleguminosen jedoch nicht gleichwertig mit Soja konkurrieren.

Aus ernährungsphysiologischer Sicht eignen sich somit vor allem die heimischen Körnerleguminosen und das Rapsschrot als Einzelfuttermittel für eine direkte Substitution von Sojaschrot in Milchviehrationen. Als hofeigene Körnerleguminosen werden insbesondere Ackerbohnen und Erbsen eingesetzt, da Lupinen am Markt am wenigsten stark vertreten sind. Zudem haben sie aufgrund des spezifischen Aminosäuremusters ihren Vorrang eher in der Schweinefütterung. Der Bedarf an Eiweiß aus dem Kraftfutter kann durch den Einsatz von Luzerne- und Klee gras gesenkt werden, da hier ein Teil der Proteinversorgung über das im Grundfutter zur Verfügung stehende Protein gedeckt werden kann.

**Aus ernährungsphysiologischer Sicht eignen sich Ackerbohnen, Erbsen und Rapsschrot gleichermaßen als Substitut für Sojaschrot im Milchleistungsfutter.**

Für alle Substitute ergeben sich jedoch mehr oder minder große Defizite in der ernährungsphysiologischen Wertigkeit im Vergleich zu SES (Sojaextraktionsschrot). Es ist daher nicht verwunderlich, dass Sojaschrot von der Futtermittelindustrie und den Landwirten im Vergleich zu Substituten bevorzugt wird. Trotzdem ist festzustellen, dass die heimischen Substitute erhebliche Mengen an Sojaschrot in Milchviehrationen ersetzen können. Aus ernährungsphysiologischer Sicht eignen sich Ackerbohnen, Erbsen und Rapsschrot somit in gleicher Weise als Substitut für Sojaschrot im Milchleistungsfutter. Körnerleguminosen eignen sich eher für den Einsatz im geringeren bis mittleren Leistungsbereich und bei Tagesmilchmengen bis ca. 25 kg. Rapsschrot bietet sich aufgrund seiner spezifischen Nährstoffzusammensetzung sinnvoller zur optimalen Versorgung von höher leistenden Tieren an.

Je nach Zusammensetzung der Grundration und den spezifischen Nährstoffgehalten der einzelnen, real verwendeten Futtermittel können die Substitute für Sojaschrot demnach in unterschiedlichem Maß in der Milchviehfütterung Verwendung finden. Die folgende Tabelle (Tab. 8) soll noch einmal verdeutlichen, welche Faktoren den Einsatz in bestimmten Leistungsbereichen begrenzen oder begünstigen.

**Tab. 8**  
Zusammenfassung  
ernährungsphysiologische  
Potenziale der Sojasub-  
stitute

	Einflussfaktor im Einsatzbereich			Empfehlung für Einsatz im Leistungsbereich	
	UDP-Gehalt	Stärkegehalt	Energiegehalt	Herdenleistung	Tagesgemelk
<b>Ackerbohne und Erbse</b>	gering – mittel	leichtlösliche Kohlenhydrate	mittel – hoch	6.000 – 8.000 kg	bis 25 kg
Bemerkung	UDP-Gehalte für geringe bis mittlere Leistungsbereiche als alleiniger Proteinträger ausreichend, bei höheren Tagesgemelken zusätzlich andere Eiweißkomponente nötig, Stärke-/Zuckeranteil der Gesamtration entscheidend.				
<b>Rapsschrot</b>	hoch	–	mittel	6.000 – 10.000 kg	
Bemerkung	In allen Leistungsbereichen einsetzbar, aufgrund der spezifischen Nährstoffzusammensetzung besonders geeignet für höhere Leistungen, evtl. gezielte Energieergänzung nötig.				
<b>Luzerne-silage</b>	gering – mittel	–	gering – mittel	6.000 – 10.000 kg	
Bemerkung	Als alleiniger Eiweißlieferant bis ca. 8.000 kg bei mittleren Tagesgemelken möglich, Nährstoffgehalte und Qualität entscheidend, in Hochleistungsrationen teilweiser Proteinersatz und zusätzlich gute Strukturwirkung in strukturarmeren Rationen.				

Die hier beschriebenen Eiweißkomponenten eignen sich aus ernährungsphysiologischer Sicht in der Milchviehfütterung gleichsam als Substitut für Sojaschrot.

## 5.2 Beurteilung der Verfügbarkeit

In Tab. 9 werden die heute verwendeten Mengen potenzieller Sojasubstitute und die derzeit in Deutschland tatsächlich verwendeten Mengen gegenübergestellt. Aus dem Vergleich dieser Angaben können Rückschlüsse auf mögliche Wachstumspotenziale ihres Einsatzes in der Nutztierfütterung gezogen werden.

Bei den berechneten Werten handelt es sich zum Teil um „Momentaufnahmen“, die Unsicherheiten insbesondere aufgrund von Preisschwankungen und langfristigen Tendenzen nicht in jedem Fall abbilden. Sie sind daher in Verbindung mit den aufgeführten Besonderheiten und Hintergründen der aktuellen Verfügbarkeit zu sehen.<sup>11</sup> Auf die Berechnung von Verfügbarkeiten der Futterleguminosen wurde verzichtet, da die verfügbare Menge und Qualität der Futterleguminosen von sehr vielen Parametern beeinflusst werden und die erhöhte Proteinversorgung aus dem Grundfutter deutlich über die Strategie der reinen Substitution des Sojas im Kraftfutter hinausgeht.

**Tab. 9** Verfügbarkeit potenzieller Substitute für konventionelles Sojaschrot in der Milchviehfütterung Deutschlands im Jahr 2011 (eigene Berechnung)

Gesamtmenge [1.000 t]: 400–800 • Menge an XP [1.000 t]: 190–377					
Mögliche Substitute	Insgesamt für Fütterung verfügbare Menge deutscher Herkunft 2011		Verfütterte Menge 2011		Besonderheiten/Hintergrund
	[1.000 t]	davon: XP [1.000 t]	[1.000 t]	davon: XP [1.000 t]	
<b>Rapsschrot</b>	4.300	1.479	3.052 <sup>1</sup>	1.050 <sup>1</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trotz leichten Anbaurückgangs sehr gute Verfügbarkeit</li> <li>• zunehmender Einsatz in Schweine- und Geflügelfütterung und damit langfristig steigende Nutzungskonkurrenzen</li> <li>• Preis von (Bio-)Energiesektor beeinflusst</li> </ul>
<b>Schlempe</b> davon: DDGS CDS	- 260 <sup>2</sup> 200 <sup>2</sup>	- 78 15	330 <sup>1</sup> 127 <sup>3</sup> -	- <sup>4</sup> 38 -	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr unterschiedliche Qualitäten aufgrund verschiedener Zusammensetzungen</li> <li>• aufgrund zunehmender Bioethanolproduktion steigende Menge anfallender Schlempe, allerdings zunehmender Einsatz in Biogasanlagen</li> <li>• Import kam durch hohe Anteile von in der EU nicht zugelassene gv Rohstoffe zum Erliegen</li> </ul>
<b>Maiskleberfutter</b> (überwiegend importiert)	280	74	280 <sup>1</sup>	74	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Import kam durch hohe Anteile von in der EU nicht zugelassene gv Rohstoffe zum Erliegen</li> <li>• nur geringe Inlandserzeugung</li> </ul>
<b>Biertreber</b>	380 – 440	90 – 104	230	54,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trocknung sehr energie- und dadurch kostenintensiv</li> <li>• Verwendung frischer und siliertes Treber an Vorhandensein einer Brauerei in der Region gebunden</li> </ul>
<b>Erbse</b>	155	33	155	33	Chancen und limitierende Faktoren des Körnerleguminosenanbaus siehe Abschnitte 6 und 9
<b>Lupine</b>	23,4	6,4	23,4	6,4	
<b>Ackerbohne</b>	61,5	15,7	61,5	15,7	
<b>Heimische Sojabohne</b>	8,7 – 11,6	3 – 4	8,7 – 11,6	3 – 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bisher nur in Baden-Württemberg und Bayern von geringer Bedeutung</li> <li>• nur wenige Aufbereitungsanlagen</li> <li>• wenig Anbauerfahrung</li> </ul>

<sup>1</sup> Daten aus dem Wirtschaftsjahr 2009/10.

<sup>2</sup> Produktionskapazität von CropEnergies (2010) als einziger Bioethanolhersteller in Deutschland, der die anfallende Schlempe als Futtermittel vermarktet. Die tatsächlichen Anlagenauslastungen werden nicht bekanntgegeben. Hinzu kommt die Ungewissheit über Exportmengen in Nachbarländern.

<sup>3</sup> Daten für das Kalenderjahr 2010.

<sup>4</sup> Wird aufgrund der erheblichen Qualitätsunterschiede von Schlempe nicht berechnet.

Nach Tab. 9 hat Rapsschrot derzeit seiner Verfügbarkeit wegen das größte Potenzial, das in der deutschen Milchviehfütterung eingesetzte importierte Soja zu ersetzen. Nach Bockey (2012) fließen etwa 75 % der deutschen Rapsenernte in die Biodieselherstellung. Damit sind der Rapsanbau und auch die bei der Verarbeitung anfallende Menge an Rapsschrot im erheblichen Maße vom (Bio-)Energiesektor abhängig. Abgesehen davon, dass Biodiesel

wegen der Emission von Treibhausgasen nur geringe Vorteile im Vergleich zu fossilen Brennstoffen hat (Leopoldina 2012), stellt die aktuelle Diskussion um eine Neubewertung der Bioenergie entlang ihres gesamten Lebenszyklus die zukünftige Biodieselherstellung und damit die Verfügbarkeit großer Mengen an Rapsschrot in Frage. In die gleiche Richtung ging schon das Gutachten des Wissenschaftlichen Beirates Agrarpolitik (WBA 2008), in dem die Förderung des Einsatzes von Biokraftstoffen aus klimapolitischer Sicht wegen mangelnder Effizienz kritisch hinterfragt wurde. Daher rücken die heimischen Körnerleguminosen ins Zentrum der Betrachtung. Aufgrund der derzeit am Markt für die Fütterung verfügbaren Mengen sind das vor allem Erbsen und Ackerbohnen. Allerdings bleibt zu klären, welche Mengen dieser Futtermittel für einen Ersatz von Sojaschrot benötigt werden, und hinsichtlich der Körnerleguminosen, in welchem Umfang ihr Anbau ausgedehnt werden müsste. Längerfristig könnten auch Lupinen und heimische Sojabohnen relevant werden, was jedoch insbesondere intensive züchterische Arbeit an diesen Kulturen voraussetzt. Das geringste Steigerungspotenzial bei der Substitution des nach Deutschland importierten Sojas in der Milchviehfütterung wird in Schlempen, Maiskleber(-futter) und Biertreber gesehen. Als Ursachen dafür gelten vorrangig deren begrenzte inländische Verfügbarkeit als Futtermittel bzw. die Bindung an Lieferanten in der Region oder hohe Trocknungskosten. Auch die Unsicherheiten durch die in der EU nicht zugelassenen gv Konstrukte erklären die Beurteilung.

### 5.3 Flächenbedarf zur Substitution

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass die Anbaubedeutung von Leguminosen in Deutschland in den letzten sechs Jahrzehnten stark abgenommen hat und geringe Mengen zur Verfügung stehen (Abb. 3, Abb. 4, Tab. 9). Sollen diese anstelle von Sojaschrot an deutsche Milchvieh verfüttert werden, werden verstärkt Leguminosen benötigt. Da die verfügbaren Leguminosen bereits fast vollständig verfüttert werden, ist eine Ausweitung deren Anbauflächen notwendig.

Bei der Kalkulation des Flächenbedarfs für eine Milchviehfütterung auf Basis von Erbsen, Ackerbohnen, Lupinen und Rapsschrot (RES) wurden ausgehend von der Menge des momentan eingesetzten Soja-Rohproteins jene Mengen an Substituten berechnet, die ein äquivalentes Maß an Rohprotein (XP) darstellen. Die Berechnungen beruhen jeweils nur auf den Rohproteinmengen der Eiweißfuttermittel. Rohproteinmengen anderer Rationskomponenten (Grundfutter, Getreide etc.) wurden nicht berücksichtigt. Der Berechnung liegt jeweils nur ein Substitut zugrunde. In der Praxis werden allerdings eher Mischungen mehrerer Substitute zum Einsatz kommen.

**Tab. 10**  
Flächenbedarf für die Erzeugung von XP-Äquivalenten für eine Sojasubstitution in der Milchviehfütterung für verschiedene Mengen an eingesetztem Sojaschrot

Leguminose	Benötigte Fläche [1.000 ha]		
	SES <sub>min</sub>	SES <sub>mittel</sub>	SES <sub>max</sub>
Erbse	302,2	453,3	604,5
Lupine	536,3	804,6	1.072,8
Ackerbohne	223,6	335,4	447,2
Raps	276,0	414,1	552,1

**Der Flächenbedarf an Körnerleguminosen für eine sojafreie Fütterung des deutschen Milchviehs liegt im Bereich von etwa 335.000 (Ackerbohnen) bis 455.000 ha (Erbsen).**

---

Im Vergleich zu den aktuellen Anbauflächen der einzelnen Kulturen wird klar, dass eine sojafreie Milchviehfütterung mit einer deutlichen Ausweitung der Anbaufläche von Körnerleguminosen einhergehen muss. Demgegenüber würden die bisherigen Rapsflächen für den Rapsschrotbedarf aller Szenarien theoretisch ausreichen. In der Praxis allerdings ist Deutschland bei Rapskuchen und -schrot seit Jahren ein Nettoexporteur (BMELV 2011a:Tab.128). Somit fließt ein Großteil der überschüssigen Mengen nicht in die deutsche Nutztierfütterung.<sup>12</sup> Des Weiteren ist die Verfügbarkeit der Nebenprodukte des Rapses an die Erzeugung anderer Erzeugnisse gebunden (z. B. Rapsschrot an Rapsöl bzw. Biodiesel aus Rapsöl). Wie sich der Anbau von Raps zukünftig entwickeln wird, kann nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden. Da aber der größere Teil des gewonnenen Rapsöls als Rohstoff der Biodieselproduktion dient, ist von einem gravierenden Rückgang des Rapsanbaus in Deutschland auszugehen, sollten sich die Forderungen einiger Wissenschaftler zur Neubewertung von Bioenergien (Leopoldina 2012:14ff, WBA 2008) durchsetzen. Eine Substitution von Soja in der deutschen Milchviehfütterung sollte demnach nicht allein auf den eiweißreichen Nebenprodukten basieren, sondern zusätzlich andere Proteinlieferanten miteinbeziehen. Damit rücken die Leguminosen ins Zentrum der Betrachtung.

Betrachtet man die Flächenbedarfe an Körnerleguminosen für eine sojafreie Fütterung des deutschen Milchviehs ausgehend von einer mittleren Sojamenge (SES<sub>mitte</sub>), so liegen sie im Bereich von etwa 335.000 bis 455.000 ha für Ackerbohnen und Erbsen. Bei einer Substitution nur mit Lupinen wäre der Bedarf mit etwa 800.000 ha deutlich höher, was auf den geringen Durchschnittsertrag zurückzuführen ist. Am Beispiel der Lupine wird so die zentrale Bedeutung von zukünftigen Ertragssteigerungen von Körnerleguminosen sowohl durch eine züchterische Bearbeitung als auch durch Optimierung der Anbauverfahren deutlich.

**Für eine sojafreie Milchviehfütterung würde das Fünf- bzw. Sechsfache der Anbaufläche für Erbsen und Ackerbohnen gebraucht.**

---

Betrachtet man die gesamte deutsche Ackerfläche<sup>13</sup>, so entspräche der Bedarf an Ackerbohnen- und Erbsenfläche einem durchschnittlichen Ackerflächenanteil von 2,8 bis 3,8%. Im Vergleich zum aktuell sehr niedrigen Anteil von Erbse und Ackerbohne an der deutschen Ackerfläche von 0,62% (zusammen mit Lupinen: 0,8%) wäre für eine sojafreie Milchviehfütterung also eine Steigerung auf das Fünf- bzw. Sechsfache der Anbaufläche nötig.

Es lassen sich keine pauschalen Aussagen darüber treffen, welche Auswirkungen eine Ausweitung des Anbaus von Leguminosen auf andere Kulturen hat und welche Kulturen dabei verdrängt werden könnten. Der Grund dafür liegt in den vielfältigen Aspekten, die eine Anbauentscheidung beeinflussen. Dazu zählt z. B., wie die Leguminose in die jeweilige Fruchtfolge eingegliedert werden kann, welche Boden- und Klimaverhältnisse vorliegen, welche Nachfragesituation besteht oder an welche Bedingungen Förderprogramme geknüpft sind.

Allerdings ist nicht davon auszugehen, dass eine Ausweitung der Körnerleguminosenfläche in Europa vollständig zu Lasten von Winterweizen, Winterraps und Mais gehen wird. Ein Grund dafür liegt darin, dass sich Leguminosen und zehrende Feldfrüchte wie Raps oder Winterweizen innerhalb einer Fruchtfolge sehr gut ergänzen bzw. ausgleichen. Einer bloßen Verdrängung von Hohertragskulturen durch verstärkten Leguminosenanbau stehen begünstigende Effekte infolge des hohen Vorfruchtwertes der Leguminosen gegenüber. Überdies ist zu vermuten, dass Kulturen, die vergleichsweise hohe

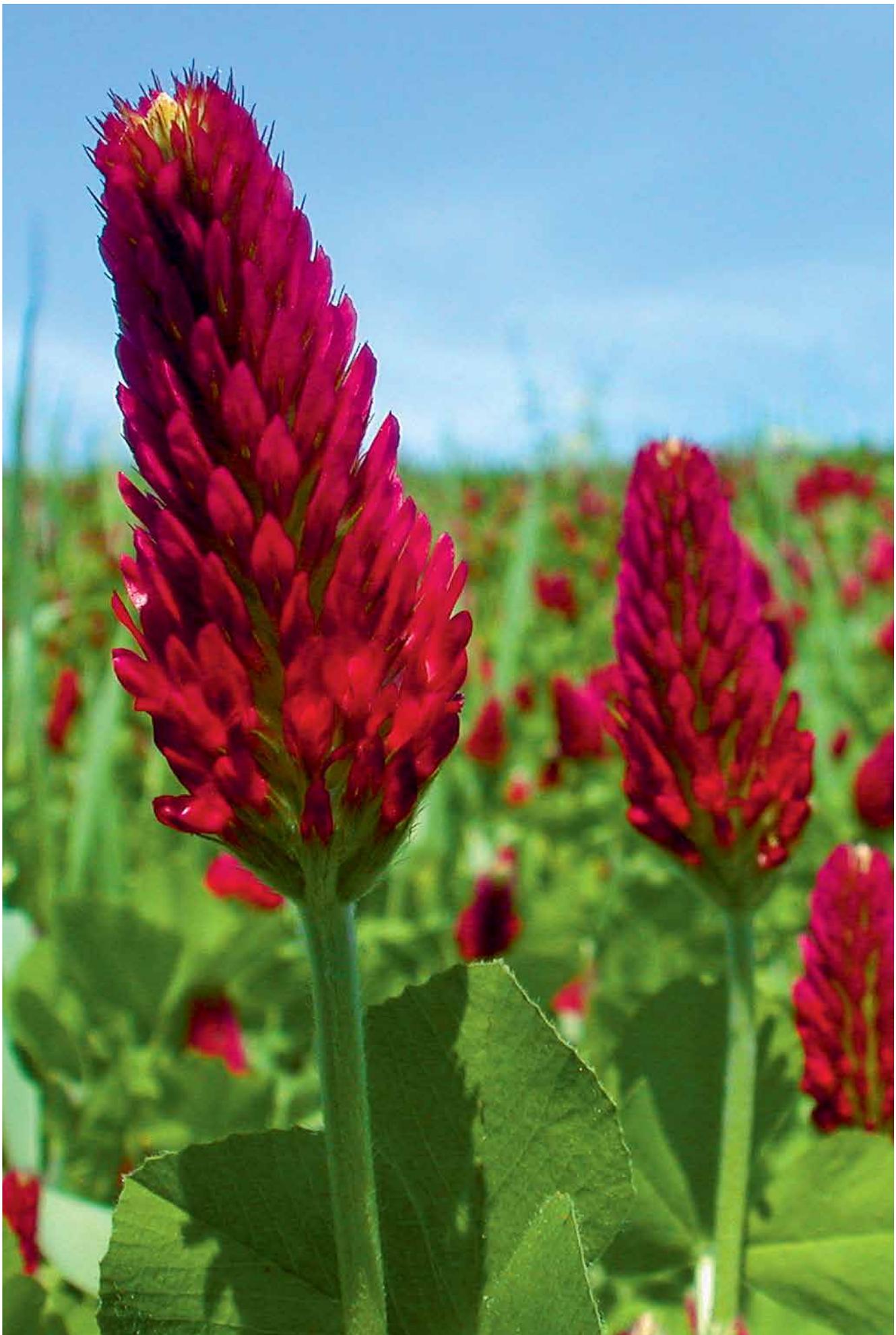
Deckungsbeiträge versprechen (wie z. B. Raps, Winterweizen oder Mais), nicht vorrangig aus dem Anbau genommen werden. Eher werden Kulturen mit niedrigeren Deckungsbeiträgen betroffen sein wie Hafer, Roggen und evtl. Triticale.

Ein zentraler Aspekt konnte aufgrund vieler Unsicherheitsfaktoren in den Berechnungen nicht berücksichtigt werden, obwohl ihm für die Eiweißversorgung von Wiederkäuern eine große Bedeutung zukommen kann. Es handelt sich dabei um den Beitrag der Futterleguminosen (z. B. Luzerne, Klee) zur Proteinversorgung. Über eine Erhöhung des Proteingehaltes im Grundfutter durch Nutzung ein- oder mehrjähriger Leguminosen-Gras-Gemenge kann der Proteinbedarf im Kraftfutter und damit auch der Sojaschroteinsatz reduziert werden. Eine Eingliederung von Futterleguminosen in Flächenbedarfsrechnungen für eine sojafreie Milchviehfütterung ist jedoch im Vergleich zu den Körnerleguminosen schwieriger, was z. B. mit den vielfältigen Einflüssen auf deren Futterwert wie u. a. Gemengeanteil oder Nutzungshäufigkeit begründet werden kann. Bei einer stärkeren Berücksichtigung der Futterleguminosen als Proteinquelle für Wiederkäuer würde sich der Flächenbedarf für den Körnerleguminosenanbau allerdings verringern.

Basierend auf einer Zusammenführung der Betrachtungen zu Futtermittelqualität und Verfügbarkeit wird in den folgenden Ausführungen der Fokus auf die Sojasubstitute Rapsschrot, Erbsen, Ackerbohnen und Luzerne gelegt.

*Für den Einsatz in der Milchviehfütterung ist die Lupine auch geeignet. Da Lupinen am Markt aber am wenigsten stark vertreten sind und aufgrund des spezifischen Aminosäuremusters ihren Vorrang eher in der Schweinefütterung haben, wurden sie für die Milchviehfütterung nicht weiter untersucht.*





*Der Anbau von Leguminosen hat positive Auswirkungen auf die Artenvielfalt. Ein wachsendes Blütenangebot in Ackerkulturen zieht blütenbesuchende Insekten wie Bienen und Schwebfliegen an. Wobei hier die Blütenform der Futterleguminosen (hier Inkarnatlee) mehr Insektenarten Zugang zu Nektar und Pollen gewährt.*

## 6 Ökosystemleistungen der ausgewählten Substitute

Bei der Auswahl von Alternativen zur Sojafütterung sind unterschiedliche Aspekte zu berücksichtigen. Im Folgenden wird das Potenzial der Ackerbohne, Erbse, Rapsschrot und Luzernesilage in Bezug auf ihre Ökosystemleistungen analysiert, die aus Sicht der Landwirtschaft sowie des Natur- und Umweltschutzes eine wichtige Rolle in der

Beurteilung von Ackerfrüchten spielen. In Anlehnung an Fisher et al. (2009) werden als Ökosystemleistungen (ÖSL) Strukturen, Prozesse oder Funktionen von Ökosystemen verstanden, die direkt oder indirekt von Menschen genutzt werden. Das heißt, Ökosystemleistungen entstehen, wenn der Mensch aus ökosystemaren Strukturen und Prozessen einen Nutzen zieht.

### 6.1 Leguminosen

#### N<sub>2</sub>-Fixierleistung

In der Diskussion um die Chancen des Leguminosenanbaus kommt dem symbiontisch fixierten Stickstoff aufgrund des Potenzials zur Einsparung von N-Düngemitteln eine zentrale Rolle zu. Die Werte der N<sub>2</sub>-Fixierleistung von Leguminosen, die sich in der Literatur finden lassen, schwanken sehr stark zwischen 50 und 500<sup>14</sup> kg N/ha (Wichmann et al. 2006, Hampl 1997). Von dem insgesamt in der Leguminose gebundenen N wurden dabei bis zu 96 %<sup>15</sup> symbiontisch aus der Atmosphäre fixiert (López-Bellido et al. 2006). In Tab. 11 sind N<sub>2</sub>-Fixierleistung verschiedener Leguminosen zusammengetragen, wobei an den großen Schwankungsbreiten zu erkennen ist, dass sie vielfältigen Einflussfaktoren unterliegen. Neben z. B. Rhizobienbesatz, Sorte und verwendeter Messmethode spielen Standortfaktoren eine wichtige Rolle. So wird auf fruchtbareren Standorten mit hohen N-Nachlieferungsraten eine geringere N<sub>2</sub>-Fixierleistung beobachtet (Wichmann et al. 2006, Mayer & Heß 1997). Bei Futterleguminosen kommen Faktoren wie u. a. Dauer und Häufigkeit der Nutzung oder Kleeanteil im Gemenge hinzu (Freyer et al. 2005:54, Jung 2003:170, Loges et al. 1998). Abgesehen von der Nutzung als Gründüngung bzw. -brache wird ein großer Teil des fixierten Stickstoffs mit der Leguminosenernte vom Feld gefahren. Im Einzelfall kann das dazu führen, dass schlagbezogene negative N-Bilanzensalden entstehen – bezieht man mögliche Rückläufe über Wirtschaftsdünger nicht mit ein. Bei der folgenden Nährstoffbilanzierung (Tab. 11) handelt es sich um eine Gegenüberstellung der über die N<sub>2</sub>-Fixierleistung zugeführten N-Mengen und jenen Mengen, die mit dem Ernteentzug abgeführt werden.

**Tab. 11**  
N<sub>2</sub>-Fixierleistungen und N-Bilanzen von Leguminosen (nach Köpke & Nemecek 2010, Wichmann et al. 2006, Jung et al. 2005:262f, Freyer et al. 2005:54, 128, Schmidtke & Rauber 2000:64, Mayer & Heß 1997)

Leguminosenart	N <sub>2</sub> -Fixierleistung [kg N/ha und Jahr]	N-Bilanz [kg N/ha]*
Rotklee (-gras)	80–440	–56 bis +312
Luzerne (-gras)	80–455	–14 bis +43
Erbsen	50–300	–33 bis +29
Ackerbohne	15–400**	–4 bis +115
Lupinen	50–400	+40 bis +157
Sojabohnen	60–300	–134 bis +69

\*Ohne Rückführung von Nährstoffen über Wirtschaftsdünger \*\*Vereinzelt bis 650 kg N/ha

Beim Betrachten von N-Bilanzen sind zusätzlich verschiedene Gesichtspunkte zu berücksichtigen. N-Flächenbilanzen sind eng mit der Höhe der N<sub>2</sub>-Fixierleistung sowie des N-Ernte-Index<sup>16</sup> verbunden. Steigt unter guten Wachstumsbedingungen die insgesamt fixierte N-Menge der Körner und der Gesamtpflanze, steigt in der Regel auch die Erntemenge, wodurch fixierter N vom Feld getragen wird (Köpke & Nemecek 2010, Mayer & Heß 1997). Ein hoher (N-)Ernte-Index ist negativ mit der N-Flächenbilanz korreliert (Wichmann et al. 2006). Es ist also entscheidend, wie der Aufwuchs genutzt wird und ob geerntete, also abgeführte Nährstoffe bei einer hofeigenen Nutzung als Hofdünger wieder der Fläche zugeführt werden. Mit einer solche Rückführung lassen sich bei innerbetrieblicher Nutzung der geernteten Futtermittel auf einfache Weise leicht negative oder neutrale N-Bilanzen durch eine Nährstoffrückführung über den Wirtschaftsdünger ausgleichen bzw. positiv verändern (Mayer & Heß 1997). Ein hoher N-Bilanz-Überschuss bzw. die Anreicherung von N-Verbindungen im Boden nach Leguminosen ist allerdings nur dann positiv zu bewerten, wenn eine Auswaschung oder Ausgasung der relativ mobilen N-Verbindungen<sup>17</sup> verhindert wird. Eine Möglichkeit, das zu verhindern, ist der Anbau von Folgefrüchten, die über einen der N-Freisetzung entsprechenden N-Bedarf verfügen.

**Mit dem Anbau von Ackerbohnen können pro ha mindestens 180 l Diesel oder 480 kg CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden.**

In der konventionellen Landwirtschaft hat die Produktion mineralischer N-Dünger mit etwa 50 % den größten Anteil am gesamten Energiebedarf pro ha (Köpke & Nemecek 2010). In der Reduzierung des Einsatzes von mineralischem N-Dünger liegt daher ein erhebliches Potenzial, fossile Energie einzusparen und das Treibhauspotenzial landwirtschaftlicher Produktion zu verringern. Bei den Mengen an Diesel bzw. CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (0,9 bis 2 kg bzw. 2,8 bis 16,1 kg), die für die Herstellung von 1 kg synthetischem Stickstoff benötigt werden, kann mit Ackerbohnen (bei einer angenommenen Fixierleistung von 180 kg N/ha) pro ha etwa eine Menge von mindestens 180 l Diesel oder 480 kg CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden (Köpke & Nemecek 2010).

Neben der benötigten Energiemenge zur Herstellung ist auch die Emission von Treibhausgasen (v. a. N<sub>2</sub>O) nach Ausbringung von mineralischen N-Düngern für dessen Treibhauspotenzial ausschlaggebend (Köpke & Nemecek 2010). Bei einem Vergleich der kumulativen jährlichen Emissionen von CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> in verschiedenen Anbausystemen berechnen Robertson et al. (2000) ein Treibhauspotenzial von 114 g CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> für ein auf mineralischem N-Dünger basierendes Anbausystem. Bei einem auf Leguminosen basierendem System beträgt das Treibhauspotenzial laut Robertson et al. (2000) hingegen nur 41 g CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass dieser gravierende Unterschied teilweise kompensiert werden kann, wenn man die Emission auf die erzeugte Produkteinheit bezieht.

**Mit ihren Pfahlwurzeln können Leguminosen auch tief liegende Nährstoffe und Wasservorräte nutzen und anderen Pflanzen zur Verfügung stellen.**

#### **Bodeneigenschaften**

Ein weiteres artenübergreifendes Merkmal der Leguminosen ist ihre kräftige, tief reichende Pfahlwurzel mit mehr oder weniger stark verzweigten Seitenwurzeln, die die Pflanze befähigt, auch tief liegende Nährstoffe und Wasservorräte zu nutzen, in obere Bodenregionen zu transportieren und so auch anderen Pflanzen zur Verfügung zu stellen. Bemerkenswert ist dabei ihre Fähigkeit der Phosphatmobilisierung, die insbesondere im Hinblick auf die begrenzte weltweite Verfügbarkeit von P zukünftig noch an Bedeutung gewinnen wird.

Mehrere Studien belegen die positive Wirkung von Leguminosen auf die Eigenschaften des Bodens (Abberton 2010). Leguminosen hinterlassen ebenso wie andere Blattfrüchte aufgrund einer intensiven Durchwurzelung und Beschattung des Bodens eine sehr gute Bodengare und Krümelstruktur (Schneider 2008a:21, Lütke Entrup et al. 2003, Timmermann 2003, Albrecht & Guddat 2000). Des Weiteren schützen sie den Boden vor Erosion (Freyer et al. 2005:11). Insbesondere die mehrjährigen Futterleguminosen begünstigen aufgrund der längeren Bodenruhe sowie des über die Wurzelmasse dem Boden zugeführten organischen Materials den Aufbau einer stabilen Krümelstruktur und die Steigerung des Bodenhumusgehaltes. Überdies fördern sie das Bodenleben, was sich unter anderem anhand einer größeren Anzahl von Regenwürmern dokumentieren lässt (Tischler 1965:347).

### **Phytophanze Wirkungen**

Ein weiterer Vorteil des Leguminosenanbaus sind dessen phytophanze Effekte. Laut Nemecek et al. (2008) gehen diese Effekte jedoch weniger direkt von Leguminosen aus, sondern seien vielmehr auf die Diversifizierung der Fruchtfolge im Allgemeinen zurückzuführen. Insbesondere in getreidebetonten Fruchtfolgen können Infektionszyklen von bodenbürtigen Krankheiten mithilfe einer Diversifizierung unterbrochen werden (Timmermann 2003). Des Weiteren gelten vielfältige Fruchtfolgen als wirksames Instrument für die Eindämmung des Unkrautdrucks (Liebman & Davis 2000). Beides spart den Einsatz von Pestiziden (Nemecek et al. 2008). Damit gilt die Diversifizierung von Fruchtfolgen auch als Ansatzpunkt bei der Vermeidung von Resistenzen von Schaderregern gegenüber Pflanzenschutzmitteln (Schneider 2008a:19).

Eine Erweiterung der Fruchtfolge mit Leguminosen fördert eine Vielzahl an Organismen, die der Gesunderhaltung des Agrarökosystems dienen.

### **Steigerung der Artenvielfalt**

Eine Ausweitung des Anbaus von Leguminosen wirkt in zweierlei Hinsicht positiv auf die Artenvielfalt: Zum einen trägt sie ganz allgemein zur Diversifizierung der Ackerkulturen bei, was laut Plankl et al. (2010:9) zu den gesellschaftlich gewünschten, jedoch nicht marktgängigen Leistungen der Landwirtschaft im Rahmen des Konzepts der „Multifunktionalität der Landwirtschaft“ gehört. Zum anderen fördert die Erweiterung der Fruchtfolge mit Leguminosen eine Vielzahl an Organismen, die wiederum der Gesunderhaltung des Agrarökosystems dienen (Freyer et al. 2005:12). Ein Ende der nivellierten Blüheigenschaften, Vegetations- und Bodenstrukturen und damit der uniformen Lebensräume ist gleichzeitig ein Beginn der Rückkehr von Laufkäferarten, Spinnen, Hummeln, Bienen, Tagfaltern und Schwebfliegen (Schindler & Schumacher 2007:29). Hierbei sind insbesondere die mehrjährigen Futterleguminosen von Bedeutung, in denen aufgrund der oft geringeren Bodenbearbeitungsintensität ein- bzw. mehrjährige Mikroklimata und Habitate entstehen können. Ein wachsendes Blütenangebot in Ackerkulturen zieht blütenbesuchende Insekten wie Bienen und Schwebfliegen an (Schindler & Schumacher 2007:22). In dieser Hinsicht bewertet, schneiden Futterleguminosen im Vergleich zu Körnerleguminosen in zweierlei Hinsicht besser ab: Wegen der Blütenform der Körnerleguminosen finden nur wenige Blütenbesucher Zugang zu Nektar und Pollen (Schindler & Schumacher 2007:32). Zum anderen haben Pflanzenarten mit sehr langer Blühphase wie z. B. Rot- und Weißklee<sup>18</sup> sowie Luzerne eine zentrale Versorgungsfunktion. So gewähren Flächen mit Futterleguminosen im Extremfall in vielen Ackerbaugebieten ab etwa Mitte/Ende Mai eine der wenigen Blütenangebote (Schindler & Schumacher 2007:26). Allerdings wird oftmals ein Schnitt zu Beginn der Blüte angestrebt, da die Rohproteingehalte während der Vegetationsperiode abnehmen. Doch auch Körnerleguminosen wie die Ackerbohne stellen wegen ihres Blütenreichtums eine wichtige Nah-

rungsquelle für bestäubende Insekten dar – insbesondere für die Hummel (Köpke & Nemecek 2010). Neuere Studien zeigen, dass auch Vertebraten (Wirbeltiere), wie z. B. der Feldhase, vom mehrjährigen Feldfutterbau mit Leguminosen profitieren (Godt et al. 2010).

## 6.2 Raps und Rapsextraktionsschrot

Um Aussagen über die Ökosystemleistungen (ÖSL) von Rapsschrot zu treffen, die mit jenen über die Leguminosen vergleichbar sind, muss der Anbau von Raps in den Fokus genommen werden. Dem Raps wird insbesondere in Anbaubetrieben und Betrieben mit hohem Getreideanteil ein hoher Vorfruchtwert zugesprochen.

### **Bodeneigenschaften**

Das gut ausgebildete Wurzelsystem sowie seine lange Vegetationszeit und die sich daraus ergebende lange Bodenbedeckung fördern die Gare und die biologische Aktivität des Bodens und verhindern Bodenerosion (TLL 2008, Lickfett 2000:9). Im Vergleich zu Körnerleguminosen schätzt Vulliod (2005) die Gefahr der Bodenerosion unter Raps sogar als geringer ein. Die verbesserte Bodenstruktur ermöglicht eine geringere Bodenbearbeitungsintensität bei den Folgefrüchten (Honermeier & Gaudchau 2001). Bei einer normalen Vorwinterentwicklung werden mit durchschnittlich etwa 60–80 kg N/ha bereits im Herbst dem Boden beträchtliche N-Mengen entzogen. Daher eignet sich der Rapsanbau sehr gut, pflanzenverfügbare Stickstoffüberschüsse z. B. nach Leguminosen zu binden und dadurch vor dem Auswaschen zu schützen (Aigner & Hege 2006:653, Grunert 2007). Ein im Vergleich zu Getreide und Leguminosen geringerer Ernte-Index von etwa 0,35 weist auf eine größere Menge an auf dem Feld verbleibender Biomasse HIN, was sich positiv auf die Humusbilanz auswirken kann (TLL 2008, Honermeier & Gaudchau 2001, Schmidtke & Rauber 2000:57f). Problematisch ist dabei allerdings, dass aufgrund dieses organischen Materials, ähnlich wie nach dem Anbau von Leguminosen, die Menge an mineralisierbarem Stickstoff und damit auswaschungsgefährdetem Nitrat nach der Rapsernte als sehr hoch eingeschätzt wird (Lickfett 2000:11). Überdies erhöhen sich die gasförmigen N-Verluste insbesondere in Form von  $N_2O$  nach einer Rapsernte (Lickfett 2000:13). Wie bei den Leguminosen wird daher ein Anbau von Zwischenfrüchten nach der Rapsernte empfohlen, um größere Nitratstickstoffmengen zu binden und so das Auswaschungs- resp. Ausgasungspotenzial erheblich zu reduzieren.

### **Artenvielfalt**

Wie bereits erwähnt, besitzt der Raps aufgrund seiner langen Bodenbedeckung und intensiven Durchwurzelung positive Wirkungen auf das Bodenleben. Aufgrund seiner intensiven Blüte hat Raps eine große Bedeutung für Bienen und andere blütenbesuchende Tiere, wobei Raps im Vergleich zu den Leguminosen kürzer blüht (Schindler & Schumacher 2008).

### **Phytopathogene Wirkungen**

Ebenso wie mit Leguminosen lassen sich mit Raps in Fruchtfolgen mit hohem Getreideanteil infolge einer Fruchtfolgendiversifizierung Infektionszyklen unterbrechen.

Raps ist nicht selbstverträglich. Eine Vielzahl von tierischen und pilzlichen Schaderregern erfordert eine Anbaupause von mindestens drei Jahren, was

**Raps ist nicht selbstverträglich. Schaderreger erfordern eine Anbaupause von mindestens drei Jahren.**

einem Höchstanteil von 25 % an der Fruchtfolge eines Betriebes entspricht (LfL 2011d, Honermeier & Gaudchau 2001). Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL 2008) empfiehlt für den Rapsanbau sogar nur einen maximalen Fruchtfolgeanteil von 20 %. Obwohl die durchschnittlichen Ackerflächenanteile von Raps derzeit unter diesem Grenzwert liegen, wird dieser dennoch in vielen Regionen überschritten. So hat Raps z. B. in der Hälfte aller Landkreise Mecklenburg-Vorpommerns einen Fruchtfolgeanteil von mehr als 25 % (eigene Berechnung nach SIS online 2012). Das Ausmaß der regionalen Überschreitung dieser empfohlenen Anbaugrenze wird deutlich, wenn man zusätzlich berücksichtigt, dass einige Flächen weniger gut für den Rapsanbau geeignet sind sowie andere Feldfrüchte wie z. B. Sonnenblumen oder Zuckerrüben in einer Rapsfruchtfolge zu meiden sind, die als Wirtspflanzen einiger Raps-Schaderreger gelten (TLL 2008, Grunert 2007). Dabei muss betont werden, dass das Nichteinhalten der Anbaupausen wegen eines erhöhten Schaderregerdrucks zu signifikanten Ertragseinbußen von etwa 20 % führt (TLL 2008). Der dann notwendige Einsatz erhöhter Dosen an Pflanzenschutzmitteln steht dabei einem nur geringfügig erzielbaren Ertragszuwachs gegenüber. Das verringert zum einen die Wirtschaftlichkeit des Rapsanbaus und erhöht zum anderen dessen negative Umweltwirkungen (TLL 2008, Grunert 2007).

### Nährstoffbedarf

Raps hat im Vergleich zu anderen Ackerkulturen einen sehr hohen Nährstoffbedarf (Schneider-Götz et al. 2011:84). Die Düngung insbesondere mit Stickstoff spielt somit bei der Diskussion von Umweltwirkung und Energieeffizienz des Rapsanbaus eine zentrale Rolle. In Tab. 12 ist der durchschnittliche Bedarf an Betriebsmitteln für einen Hektar Raps zusammengestellt. Nimmt man als Referenz für die Umweltwirkungen des Rapsanbaus die Treibhausgasemissionen, die durch die Herstellung und den Einsatz der Betriebsmittel entstehen, wird das große Gewicht des N-Düngers offensichtlich. Etwa 83 % der gesamten Treibhausgasemissionen des Rapsanbaus stehen in Verbindung mit dem eingesetzten N-Dünger. Dabei stehen nach der energieintensiven Herstellung des Düngers (42,3 %) die mit und nach der Ausbringung entstehenden Emissionen von N-Verbindungen auf dem Feld (hauptsächlich N<sub>2</sub>O) an zweiter Stelle (40,4 %). Letztere beruhen auf der Annahme des IPCC, dass 1 % der N-Düngergabe als N<sub>2</sub>O emittiert (De Klein et al. 2006:11). Crutzen et al. (2008) schätzen allerdings den Anteil der N<sub>2</sub>O-Emissionen an der Düngemittelgabe mit 3–5 % bedeutend größer ein. Nach dieser Annahme würden die negativen Klimawirkungen des Rapsanbaus wegen des hohen Bedarfs an Stickstoff deutlich erhöht. Aufgrund der großen Bedeutung des N-Düngers für die Klimabilanz des Rapsanbaus ließe sich diese allerdings durch die Einsparung von N-Dünger mithilfe von z. B. legumen Vorfrüchten erheblich verbessern.

**Tab. 12**  
Mittlerer jährlicher Betriebsmitteleinsatz für den Rapsanbau in Deutschland bei einem Ertrag von 31,1 dt/ha sowie den damit verbundenen Treibhausgasemissionen (eigene Darstellung nach Majer & Oehmichen 2010)

Betriebsmittel	[kg/ha]	Treibhausgasemissionen [kg CO <sub>2</sub> -Äqu./ha]
Diesel	69,2	<p>Gesamtemissionen: 2.258 kg CO<sub>2</sub>-Äqu./ha</p>
N-Dünger	137,4	
P-Dünger	33,7	
K-Dünger	49,5	
Kalk	19,0	
PSM	1,2	
Saatgut	6,0	

### 6.3 Analyse der Ökosystemleistungen der ausgewählten Substitute

Aufgrund der Fähigkeit der symbiontischen N<sub>2</sub>-Fixierung spielen Leguminosen in Untersuchungen zu Ökosystemleistungen (ÖSL) meist eine zentrale Rolle. Nach wie vor gibt es jedoch wenige Untersuchungen, die die verschiedenen ÖSL zusammenfassen und einen Gesamtüberblick geben.

In Tab. 13 werden die oben erläuterten Einzelaspekte der ÖSL der möglichen Sojasubstitute gegenübergestellt.<sup>19</sup> Die Bewertungen ergeben sich dabei lediglich aus dem direkten Vergleich von Ackerbohne, Erbse, Luzernesilage und Rapsschrot.

Eine Bewertung der Sojasubstitute aus Sicht der Ökosystemleistungen ergibt folgende Reihenfolge: Luzerne > Ackerbohne > Erbse > Raps.

Beim Betrachten der einzelnen Faktoren in Tab. 13 muss berücksichtigt werden, dass ein direkter Vergleich bzw. ein gegenseitiges Aufwiegen nicht ohne Weiteres möglich ist. Dafür müsste eine Gewichtung vorgenommen werden, die entweder jedem Einzelaspekt die gleiche oder eine ganz bestimmte Bedeutung beimisst. Als Basis für eine abschließende Bewertung der Sojasubstitute aus Sicht der ÖSL wird daher nur die Häufigkeit einer positiven bzw. negativen Ausprägung der betrachteten Aspekte berücksichtigt. Es ergibt sich folgende Reihenfolge: Luzerne > Ackerbohne > Erbse > Raps.

Bei einem vermehrten Anbau dieser Kulturen in Deutschland bestünde die Chance, damit verbundene ÖSL und Vorfruchtwerte vor Ort zu nutzen und daraus für heimische (Agrar-)Ökosysteme Vorteile zu ziehen. Dieses Potenzial bleibt bei der Verwendung importierter Eiweißfuttermittel ungenutzt bzw. verbleibt am Standort des Anbaus.

**Tab. 13**  
Vergleich der Ökosystemleistungen von Ackerbohne, Erbse, Luzerne und Raps

Einzelaspekte	Ackerbohne	Erbse	Luzerne	Raps
N <sub>2</sub> -Fixierungspotenzial*	●	●	●	●
N-Autarkie	●	●	●	●
N-Vorfruchtwert*	●	●●	●●	●
Positive Wirkung auf Bodeneigenschaften (Bodengare, Nährstoffverfügbarkeit)	●	●	●	●
Verhindern von Bodenerosion (ohne Systemeffekte)	abhängig vom Zwischenfruchtanbau		●	●
Phytopanitäre Wirkung (in Getreidefruchtfolge)	●	●	●	●
Positive Wirkung auf Artenvielfalt	●	●	●	●
Ertragssteigerung der Nachfrucht (Getreide als Referenz)	●●	●●	●●	●
Monetärer Vorfruchtwert [€/ha]	66–225 ●		k. A. ●	80–40 ●
Verfügbarkeit GVO-freien Saatguts	●	●	●	●

● sehr ausgeprägt ● ausgeprägt ● wenig ausgeprägt ● negative Ausprägung

\*Starke Abhängigkeit u. a. von Standort und Jahreseinfluss

Die betrachteten Leguminosen werden vorwiegend in der Fütterung eingesetzt, sodass eine Steigerung ihres Anbaus und der damit einhergehenden Ökosystemleistungen direkt der Futterernutzung zugeschrieben werden kann. Rapsschrot ist hingegen ein Nebenprodukt der Rapsölgewinnung. Dessen Verfügbarkeit und Einsatz in der Fütterung wird weniger von den mit dem Rapsanbau verbundenen ÖSL als vielmehr durch die Nachfrage nach Rapsöl beeinflusst. Des Weiteren müssten (monetäre) Bewertungen der ÖSL von Raps mithilfe von Gewichtungen auf die beiden Produkte Schrot und Öl aufgeteilt werden.

*Raps hat im Vergleich zu anderen Ackerkulturen einen sehr hohen Nährstoffbedarf. Die Düngung insbesondere mit Stickstoff spielt somit bei der Diskussion von Umweltwirkung und Energieeffizienz des Rapsanbaus eine zentrale Rolle.*



## 7 Betriebswirtschaftlicher Vergleich der ausgewählten Substitute

---

Jahrelang war das Verhältnis der Preise verschiedener Futtermittel zueinander relativ stabil, sodass die Landwirte die Vorzüge einzelner Futtermittel im Vergleich zu anderen nicht regelmäßig neu überprüfen mussten. Mit dem Anstieg der Getreide-, Soja- und Rapspreise in den letzten Jahren sowie durch die starken Preisschwankungen am Markt hat sich die Situation grundlegend verändert

(Groß 2010). Es wird für den landwirtschaftlichen Unternehmer aus ökonomischer Sicht sinnvoll, die Kosten der eingesetzten Futtermittel und möglicher Alternativen anhand aktueller Marktpreise zu vergleichen.

Die Preiswürdigkeit ist der Wert eines Futtermittels, den es aufgrund seines Nährstoffgehaltes im Vergleich zu anderen hat. Je höher der Eiweißgehalt eines Futtermittels, umso stärker reagiert es auf die Änderung des Sojapreises und weniger auf die Änderung des Weizenpreises. Bei einem eiweißarmen, energiereichen Futtermittel ist es umgekehrt. Somit hilft diese Berechnung der Vergleichspreise bei der Entscheidungsfindung des maximalen Preises, den man für ein Futtermittel ausgeben sollte (Groß 2010). Allerdings dienen diese Vergleichspreise nur zur groben Orientierung. Einzelbetriebliche Besonderheiten im Bereich des Anbaus, der Lagerungslogistik und des Futtermanagements können zu Verschiebungen der Vergleichspreise führen (Lopotz 2012).

### 7.1 Preiswürdigkeit von Körnerleguminosen

Beschränkt sich die ökonomische Bewertung einer Ackerkultur und die daraus resultierende Anbauentscheidung lediglich auf die Abwägung zwischen Erlös und Kosten ihres Anbaus, schneiden zumeist Leguminosen insbesondere im Vergleich zu den Marktfrüchten Winterweizen, Winterraps und Braugerste relativ schlecht ab. Die Ursachen dafür liegen u. a. beim geringeren Ertragsniveau in Verbindung mit Ertragsschwankungen oder den vergleichsweise hohen Saatgutkosten. Zudem können bei der Berechnung des einfachen Deckungsbeitrags die beschriebenen Wechselwirkungen zwischen den Einzelkulturen einer Fruchtfolge nicht berücksichtigt werden (Lütke Entrup et al. 2003, Albrecht & Guddat 2000). Werden Körnerleguminosen für den Verkauf produziert, konkurrieren sie direkt mit anderen Ackerkulturen. Gegenüber Getreide, Raps, Zuckerrüben und Silomais ist bei den aktuellen Erzeugerpreisen der Anbau von Körnerleguminosen ökonomisch nicht sinnvoll, wie aus Tab. 14 hervorgeht.

Faktor	Einheit	Weizen	Gerste	Energie- mais*	Zucker- rübe	Winter- raps	Acker- bohne	Erbse
Ertrag	dt/ha	85	80	500	600	40	45	50
Preis (netto)	€/dt	18,00	17,50	2,50	3,10	41,00	20,00	19,50
Marktleistung	€/ha	1.694	1.550	1.384	2.059	1.815	996	1.079
Saatgut	€/ha	75	70	160	240	60	185	150
Düngung	€/ha	346	297	200	378	322	128	141
Pflanzenschutz	€/ha	165	150	85	260	195	90	80
Strom/Wasser/Hagel	€/ha	35	35	35	35	35	35	35
Arbeit	€/ha	600	600	435	780	560	560	560
DAL	€/ha	473	398	469	366	643	-32	83

\*Ab Feld

**Tab. 14**  
Rentabilität verschiedener  
Ackerkulturen im Vergleich  
(ohne Vorfruchtwert) (nach  
Lopotz 2012)

Trotz optimistischer Ertragsannahmen und ohne Berücksichtigung des positiven Vorfruchtwertes der Körnerleguminosen ergibt sich eine um etwa 500 €/ha geringere direktkostenfreie und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) im Vergleich zu den anderen Kulturen. Bei einem Fruchtfolgeanteil der Körnerleguminosen von 20 % würde sich dadurch die durchschnittliche DAL der Fruchtfolge um etwa 100 €/ha Ackerfläche verringern. Hinzu kommt, dass das Interesse des Großhandels an der Verarbeitung heimischer Körnerleguminosen gering ist, da andere Proteinlieferanten, wie Raps- und Sojaschrot, in großen Mengen und einheitlichen Qualitäten verfügbar sind. Die Rentabilität des Körnerleguminosenanbaus wird maßgeblich durch den realisierten Ertrag und den Erzeugerpreis bestimmt (Lopotz 2012).

**Bei der Verwertung  
der Körnerlegumi-  
nosen in der eigenen  
Tierhaltung erhöht  
sich deren Wert-  
schöpfung. So kann  
Sojaschrot sinnvoll  
substituiert werden.**

Bei einem Verkauf wird der Erzeugerpreis dem Futterwert der heimischen Körnerleguminosen meist nicht gerecht. Um das innerbetriebliche Nutzungspotenzial voll auszuschöpfen, müssten Sortenwahl und Anbauumfang mit den Möglichkeiten der Lagerung, Verarbeitung und tierspezifischer Verwendung aufeinander abgestimmt werden (Sundrum 2009). Durch die Verwertung in der eigenen Tierhaltung erhöht sich die Wertschöpfung der Körnerleguminosen und Sojaschrot kann im Betrieb sinnvoll durch diese substituiert werden (Lopotz 2012).

Aufgrund der geringen verfügbaren Mengen an Körnerleguminosen gibt es keinen Markt für einen größeren Absatz. Schwierig ist es deshalb, Preise für Körnerleguminosen zu definieren. Im ökologischen Landbau sind Körnerleguminosen deutlich besser im Ackerbau etabliert. Somit stehen Erzeugerpreise für Öko-Ware zur Verfügung. Für ökologisch gehandelte Ackerbohnen und Erbsen lag der Preis im Wirtschaftsjahr 2010/11 bei 41 €/dt (Gorn 2012:172f). Erfahrungsgemäß werden die Preise für Öko-Ware doppelt so hoch angesetzt wie für konventionelle. Daraus lassen sich aktuelle Marktpreise für Ackerbohnen und Erbsen von ca. 20 €/dt ableiten.

Für die Kalkulation der Preiswürdigkeit auf Basis von XP und NEL wird ein Weizen von 21 €/dt unterstellt und mit mittleren Protein- und Energiegehalten der Futtermittel gerechnet. In der nachstehenden Tabelle (Tab. 15) sind die Preiswürdigkeiten für Ackerbohnen und Erbsen bei veränderlichem Sojaschrotpreis aufgelistet.

**Tab. 15**  
Preiswürdigkeit von  
Ackerbohnen und Erbsen  
(eigene Berechnung nach  
LFL 2012g)

Bei einem Preis je dt SES von ...	30	32	34	36	38	40
dürfen Ackerbohnen ... €/dt kosten	24,27	25,09	25,91	26,73	27,55	28,37
dürfen Erbsen ... €/dt kosten	22,98	23,56	24,14	24,72	25,30	25,88

Bei Marktpreisen für  
Sojaschrot von  
39 €/dt und Weizen  
von 21 €/dt dürften  
Ackerbohnen 27,96 €/dt  
und Erbsen 25,59 €/dt  
kosten.

Bei angenommenen aktuellen Marktpreisen (Mai 2012) für Sojaschrot von 39 €/dt und Weizen von 21 €/dt dürften Ackerbohnen 27,96 €/dt und Erbsen 25,59 €/dt kosten. Wird für diese Körnerleguminosen ein derzeitiger Marktwert von 20 €/dt angesetzt, lohnt sich ihr Einsatz als Substitut für Sojaschrot ökonomisch in jedem Fall.

## 7.2 Kostenvergleich verschiedener Eiweißkomponenten in Modellrationen

Die Berechnungen erfolgen auf der Basis erstellter Modellrationen<sup>20</sup>. Bei der Kostenberechnung wird unterstellt, dass die darin verwendeten Futtermittel in ausreichendem Maße verfügbar sind.

Um abwägen zu können, bei welcher Eiweißkomponente ein derzeitiger Einsatz ökonomisch sinnvoll wäre, werden die preislichen Differenzen zwischen den Futtermitteln dargestellt. Die Futtermittelpreise unterliegen ständigen Schwankungen. Es wird daher nicht ein bestimmter Zeitpunkt für die Preisfestlegung gewählt, sondern auf Durchschnittspreise aus dem WJ 10/11 zurückgegriffen (Tab. 16). Es wurden sowohl Tief- als auch Hochpreisphasen in den Durchschnittspreisen berücksichtigt.

**Tab. 16**  
Angenommene  
Futtermittelpreise in der  
Rationsberechnung WJ  
2010/11

Ackerbohnen <sup>2,3</sup>	20,06 €/dt
Erbsen <sup>2,3</sup>	20,07 €/dt
Rapsschrot	23,60 €/dt
Sojaschrot	33,50 €/dt
Weizen <sup>2</sup>	19,00 €/dt
Trockenschnitzel	12,50 €/dt

<sup>1</sup> Preise laut AML-Marktbilanz Getreide 2012 (Bauman et al. 2012) aus den Jahren 2010/11.

<sup>2</sup> Erzeugerpreise, Marktpreis durch Handelsspanne evtl. höher.

<sup>3</sup> Preise abgeleitet aus Öko-Ware (halber Marktwert), da sonst nicht erfasst.

Für die Berechnung der Preisdifferenz wird angenommen, dass der Grundfutterverbrauch innerhalb der Leistungsvarianten, bei denen unterschiedliches Grundfutter eingesetzt wird, annähernd gleich hoch ist. Aus diesem Grund werden nur die Kraftfutterkosten berechnet. Für eine Betrachtung der gesamten Futterkosten hätte dies zur Folge, dass nur Varianten mit derselben Grundfutterbasis miteinander vergleichbar sind. Die Kostenunterschiede, die sich aus der unterschiedlichen Grundfutterzusammensetzung in Bezug auf die gesamten Rationskosten ergeben, bleiben hier unberücksichtigt.

Leistung	6.000 kg Ø 20 kg			8.000 kg Ø 26 kg			10.000 kg TMR Ø 34 kg	
Grundfutter	Gras- + Maissilage			Gras- + Maissilage			Gras- + Maissilage	
kg TM Gesamt- Futteraufnahme	16,6	16,6	16,6	19,2	19,2	19,2	21,00	21,00
Kraftfuttermischung	KL <sup>1</sup>	RES <sup>5</sup>	SES <sup>6</sup>	KL	RES	SES	RES	SES
	30 % AB <sup>2</sup> 30 % E <sup>3</sup> 40 % W <sup>4</sup>	40 % RES 60 % W	40 % SES 60 % W	10 % AB <sup>2</sup> 10 % E <sup>3</sup> 20 % RES 60 % W <sup>4</sup>	40 % RES 60 % W	40 % SES 60 % W	30 % RES 40 % TS <sup>7</sup> 30 % W	30 % SES 40 % TS 30 % W
kg/Tag Kraftfutter	0,5	0,5	0,5	2,5	2,5	2,5	9,45	9,45
kg Milch nach NEL	20,1	20,1	20,1	27,2	27,0	27,3	33,7	34,7
kg Milch nach nXP	20,4	20,5	20,6	26,1	26,6	26,9	34,6	35,5
€/Tier/Tag KF-Kosten	0,11	0,12	0,14	0,57	0,59	0,70	1,95	2,27
€/Tier/Tag Differenz zu SES	-0,03	-0,02	0	-0,13	-0,11	0	-0,32	0

<sup>1</sup>Körnerleguminosen <sup>2</sup>Ackerbohnen <sup>3</sup>Erbsen <sup>4</sup>Weizen <sup>5</sup>Rapsschrot <sup>6</sup>Sojaschrot <sup>7</sup>Trockenschnitzel

**Tab. 17**  
Kostenvergleich verschiedener Eiweißkomponenten in Milchviehrationen (eigene Berechnung)

Wie in der oben stehenden Tabelle deutlich wird, sind die Preisunterschiede der Eiweißfuttermittel in den 6.000-kg-Rationen aufgrund der geringen Kraftfuttermenge pro Tier nicht höher. Obwohl jedoch der Anteil Körnerleguminosen als Eiweißkomponente im Kraftfutter (60 %) um 20 % höher ist als bei den Mischungen mit Raps- und Sojaschrot (je 40 %), sind Körnerleguminosen verglichen mit Raps- und Sojaschrot unterm Strich geringfügig preislich im Vorteil, bei gleichem Leistungspotenzial in Bezug auf die Milchmenge. Die Preisdifferenz zwischen Körnerleguminosen und Rapsschrot ist aber sehr gering, sodass diese beiden Komponenten gleich günstig zu bewerten sind. Der Einsatz von Sojaschrot in der Kraftfuttermischung ist geringfügig teurer.

**Auch bei gesteigerten Milchleistungen und höherem Kraftfuttereinsatz ist der Einsatz von Ackerbohnen und Erbsen ökonomisch vorteilhaft.**

Auch bei gesteigerten Leistungen und höherem Kraftfuttereinsatz ist der Einsatz von Ackerbohnen und Erbsen ökonomisch vorteilhaft, wie die Ergebnisse für die 8.000-kg-Rationen zeigen. Bei einer Kraftfuttermischung aus 20 % Körnerleguminosen und 20 % Rapsschrot zeigt sich der Preisvorteil dieser Mischung. Bei einer angenommenen Kraftfuttermenge von 2,5 kg pro Kuh und Tag würde die Mischung aus Körnerleguminosen und Rapsschrot 0,57 € pro Kuh und die Hofmischung mit Rapsschrot als einziger Eiweißkomponente 0,59 € pro Kuh und Tag kosten. Die Kraftfuttermischung mit Sojaschrot zur Eiweißergänzung würde im Vergleich zu den alternativen Mischungen mit mehr als 0,10 € deutlich teurer werden.

Wie zu erwarten resultiert aus den Berechnungen für die 10.000-kg-Rationen auch ein preislicher Vorteil des Rapsschrotes. Der bleibt selbst bei der Anhebung des Rapsschrotanteils im Kraftfutter bestehen. Erhöht man den Anteil Rapsschrot in der Kraftfuttermischung um 5 %, sind gleiche Milcherzeugungswerte nach nXP wie durch das Sojaschrot möglich. Mit 35 % Rapsschrot würde die Kraftfuttermischung bei 9,45 kg pro Tier und Tag 2,06 € kosten und wäre damit immer noch 0,21 € pro Tier und Tag günstiger als das vergleichbare Sojaschrot.

## 7.3 Bewertung der betriebswirtschaftlichen Faktoren

Bei ökonomischer Betrachtung fällt auf, dass die Rationen, in denen Soja-schrot vollständig substituiert wird, kostengünstiger wären als Rationen mit Sojaschrot. Allerdings ist die ausreichende Verfügbarkeit der Substitute derzeit in Deutschland nicht gegeben. Die Austauschkomponenten erfordern eine differenziertere Betrachtung in Region, Logistik, Verfügbarkeiten, Futterwert, Verwendung und führen aller Voraussicht nach zu Mehrkosten im Management, die allein durch die Rationsberechnungsmodelle nicht ausgedrückt werden. Bezieht man diesen Sachverhalt in die Berechnung der Preiswürdigkeit der Sojasubstitute ein, wird deutlich, dass sich die ökonomischen Vorzüge der Ackerbohnen und Erbsen verringern.

**Es gibt derzeit kein Leistungsfutter (Mischungen), das Körnerleguminosen als Eiweißlieferant enthält.**

### **Keine Mischungen mit Körnerleguminosen verfügbar**

Während schon heute Milchleistungsfutter ohne Soja-, dafür mit Raps- oder Leinschrot teilweise günstiger oder mit geringem Preisunterschied angeboten wird (Anonymus 2006), gibt es derzeit kein Leistungsfutter, das als Eiweißlieferant Körnerleguminosen in Mischungen enthält.

Raps- und Sojaschrot lassen sich wegen ihres speziellen Herstellungsprozesses nur bedingt in ausreichender Qualität in den Betrieben selbst erzeugen und müssen fütterungsfertig zugekauft werden. Ein preislicher Vergleich zwischen dem Einsatz von Rapschrot als Eiweißkomponente und hofeigenen Körnerleguminosen ist somit schwierig. Betriebe, denen es möglich ist, Proteinträger auf dem eigenen Betrieb anzubauen, können diese zwar ohne die Stufe eines Zwischenhändlers in der tierischen Veredlung einsetzen. Jedoch braucht es hierfür eine technische Ausstattung zur Trocknung, Lagerung und Mischung der einzelnen Komponenten des hofeigenen Leistungsfutters. Je nach bisheriger technischer Ausstattung des Betriebs können bei der Umstellung zur Herstellung eigener Hofmischungen Mehrkosten von über 2 ct/kg Milch entstehen. Ähnlich ist die Situation in reinen Grünlandbetrieben, die keine Möglichkeit zum Eigenanbau haben. Ihnen würden zusätzliche Kosten beim Körnerleguminoseneinsatz durch Zukauf sowie für Mahl- und Mischvorgänge entstehen. Speziell für diese Betriebstypen wäre es wünschenswert, gäbe es im Bereich der Mischfuttermittelindustrie ein Segment für die Herstellung eines Milchleistungsfutters mit der Eiweißkomponente heimische Körnerleguminosen.

Bei einer Umstellung auf eine Fütterung „ohne Gentechnik“, was über den Einsatz heimischer Leguminosen möglich wäre, ergibt sich eine weite Spanne möglicher Mehrkosten, die durch verschiedene Faktoren entstehen. Es gibt Betriebe, die ohne einschneidende Veränderungen umstellen könnten. Aber einzelne hätten möglicherweise auch Mehrkosten von deutlich über 2 ct/kg Milch aufzubringen. Diese Betriebe hätten zusätzliche Einschränkungen in ihrer Betriebsführung und Haftungsrisiken in Kauf zu nehmen, die die betrieblichen Abläufe erschweren. Richtig wäre es daher, die bäuerlichen Erzeuger durch höhere Auszahlungspreise an der Wertschöpfung ihrer Milch zu beteiligen (Dorfner & Uhl 2012). Dass höhere Auszahlungspreise für die Lieferung gentechnikfreier Milch möglich wären, unterstützt die Studie „Milch ohne Gentechnik“ (GfK 2009). Danach wären 80 % der deutschen Verbraucher bereit, für einen Liter Milch aus Tierfütterung ohne gentechnisch veränderte Pflanzen 2–10 ct mehr zu bezahlen.

Es bleibt festzuhalten, dass die zuvor angenommenen Preisvorteile bei der innerbetrieblichen Verwendung von Ackerbohnen und Erbsen im Leistungs-

futter durch diverse Einflussfaktoren, abhängig vom einzelbetrieblichen Management, kleiner sein können als angenommen.

Durch die Liberalisierung der Weltagrarmärkte werden die Preisschwankungen auf den deutschen Märkten zunehmend durch die weltagrarpolitischen Rahmenbedingungen beeinflusst. Aufgrund der stark variierenden Preise für die unterschiedlichen Futterkomponenten (s. o.) ist eine Überprüfung der Preiswürdigkeit für die Entscheidung über einen Einsatz in der Ration unerlässlich. Da durch die Unausgeglichenheit von Angebot und Nachfrage auch die Erzeugerpreise stark schwanken, ist eine innerbetriebliche Verwertung über eine Veredlung zu einem höherwertigen Produkt ökonomisch oft sinnvoll.

Um die Vor- und Nachteile der hier vorgestellten Substitute für den einzelnen Betrieb einordnen und bewerten zu können, werden in Tab. 18 noch einmal die einflussnehmenden Faktoren dargestellt.

**Tab. 18**  
Darstellung der Einflussfaktoren beim Einsatz von Sojasubstituten (eigene Darstellung)

	SES-Preis	Innerbetriebliche Verwertung		Monetäre Vorteile reduzieren sich durch ...
	Preisniveau von Importsojaschrot	Lagerung & Mahlen/ Mischen	Ökosystemleistungen	Haupteinflussfaktoren
<b>Ackerbohnen und Erbsen</b>	hoher Sojaschrotpreis begünstigt die Preis- und Einsatzwürdigkeit	evtl. zusätzliche Investitionen: Silos, Mahl-/ Mischanlage	Einsparung Produktionstechnik & Betriebsmittel, indirekt wirkende Faktoren (Mehrertrag, Bodenfruchtbarkeit)	1. Höhe des Investitionsaufwands bei innerbetrieblicher Verarbeitung 2. Verminderte Futterqualitäten
<b>Rapsschrot</b>	hoher Sojaschrotpreis begünstigt die Preis- und Einsatzwürdigkeit	Industrieprodukt, kein Anbau mit innerbetrieblicher Verarbeitung		Verbilligung von Importsojaschrot
<b>Luzerne-silage</b>	hoher Sojaschrotpreis begünstigt die Preis- und Einsatzwürdigkeit	evtl. zusätzliche Investitionen: Silos	Einsparung Produktionstechnik & Betriebsmittel, indirekt wirkende Faktoren (Mehrertrag, Bodenfruchtbarkeit)	1. Verminderte Futterqualitäten 2. Höhe des Investitionsaufwands bei innerbetrieblicher Verwertung

**Bemerkung:** Bei vermehrter Nachfrage nach Rapsschrot und Körnerleguminosen am Markt ist davon auszugehen, dass sich das Preisverhältnis verschiebt und die Substitute im Vergleich zu Sojabohnen und Schrot bei steigender Nachfrage verteuern.



*Die wichtigste Eiweißquelle in der Rinder- bzw. Milchkuhhaltung ist das betriebseigene Grundfutter (Gras, Klee, Luzerne). Das System „Vollweide“ zeigt, dass bei optimalem Weidemanagement eine Herde zwischen Ende April und Ende Oktober zu 100 % auf der Weide gefüttert werden kann.*

## 8

# Möglichkeiten einer kraftfutterreduzierten und -losen Fütterung

Die wichtigste Eiweißquelle in der Rinder- bzw. Milchkuhhaltung ist das betriebseigene Grundfutter (Gras, Klee, Luzerne), dessen Anbau noch ausgeweitet werden kann (STMELF 2012b). Maßnahmen, die den Rohproteintrag steigern können, sind vielfältig und beginnen bei der optimalen Bestandszusammensetzung, den richtigen Schnitzeitpunkten und -häufigkeiten, der optimierten und angepassten Silagebereitung und -entnahme bis hin zur mehrmals täglichen Futtervorlage (Schätzel & Stockinger 2012).

Der Schlüssel für hohe Grundfutterleistungen und einen reduzierten Kraftfuturaufwand liegt demnach in der Erzeugung von hochwertigem Grundfutter mit bester Qualität und daraus resultierenden hohen Grundfuturaufnahmen der Tiere (Weixler 2010, Spiekers 2007).

Die zitierten Studien zeigen zum einen, dass eine vollständige Reduktion des Kraftfutters zu geringerer Milchleistung führt (Klocke et al. 2011, Brandenburger et al. 2008). Zum anderen machen sie aber auch deutlich, dass entgegen der vorherrschenden Befürchtung, Kühe bekämen ohne Kraftfuttergaben gesundheitliche Probleme, keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollgruppe mit Kraftfutterfütterung (Klocke et al. 2011) festzustellen waren. Im Gegenteil: Mitunter führte die reduzierte Kraftfutterführung sogar zu einer Verbesserung des Gesundheitszustands der Kühe (Brandenburger et al. 2008, FiBL 2012a).

Das System „Vollweide“ zeigt, dass bei optimalem Weidemanagement eine Herde zwischen Ende April und Ende Oktober zu 100 % auf der Weide gefüttert werden kann. Über diesen Zeitraum müssen keinerlei Futterkonserven vorgehalten und verfüttert werden. Ebenso wenig müssen auf den Weideflächen Gülle oder Mist ausgebracht werden. Das alles reduziert den Arbeitsaufwand (Weiß & Thomet 2005b). Durch die Niedrigkostenstrategie mit Vollweide ist es möglich, Kosten z. B. für Grundfutterwerbung, Futterlagerung und -vorlage sowie Transport einzusparen und so den Verlust durch geringere Leistungen zu kompensieren. Eine hohe Milchleistung ist also nicht zwangsläufig Voraussetzung für ein gutes Betriebszweigergebnis. Für reine Weidebetriebe gilt, dass die Grundfuturaufnahme der entscheidende Faktor für Leistung und Erfolg ist. Die Bereitstellung von hochverdaulichem Weidegras in ausreichender Menge ist die Grundvoraussetzung für eine ökonomisch erfolgreiche Weidewirtschaft (Jilg 2008). Die Strategie, die ein Betrieb verfolgt, sollte vor allem zu den Kühen, zum Stall, zum Standort und zum Herdenmanagement passen, um kostengünstiger zu wirtschaften und so eine ökonomisch optimale Milchleistung zu erzielen (vgl. BLE 2012c).

Bei der derzeitigen Situation am Milchmarkt werden jedoch auch die grünlandbasierten Milchviehbetriebe versuchen müssen, die Produktionskosten über die Milchmenge und die Anzahl der Tiere zu reduzieren. Um das jetzige Milchleistungsniveau der Tiere halten zu können, müssen diese Betriebe Kraftfuttermittel zukaufen.

Eine Verbesserung der Grundfutterqualität und die damit einhergehende Einsparung von Kraftfutter stellt für alle deutschen Milchviehbetriebe ein ergänzendes Substitutionspotenzial dar.

Den aufgeführten Chancen, die der Anbau von Leguminosen in Europa mit sich bringt, steht eine Vielzahl an Faktoren gegenüber, die derzeit eine Ausweitung des Leguminosenanbaus begrenzen.

Leguminosen sind vergleichsweise anspruchsvolle Ackerkulturen. Erwähnenswert sind insbesondere Aspekte wie die ausgeprägte Umweltreaktion, die Anfälligkeit für verschiedene Schaderreger sowie ihre z. T. geringe Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern (Heidel 2009, Specht 2009).

Mit dem im Vergleich zu anderen Kulturen geringeren Ertragsniveau in Verbindung mit einer relativ hohen Ertragsinstabilität steigt das Anbaurisiko für Landwirte. Der Widerspruch zwischen dem positiven Image der Leguminosen bei gleichzeitig geringer Neigung zum Anbau deutet darauf hin, dass der Fruchtfolgewert der Leguminosen (Abschnitt 6.1) bei Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit von Ackerkulturen weitgehend außen vor bleibt und man sich vielmehr eher an Ertrag und erzielbaren Einnahmen orientiert.

Als Einwand gegen den Anbau von Körnerleguminosen, insbesondere Erbsen, wird überdies auf Schwierigkeiten bei der Ernte durch Spätverunkrautung und Lager verwiesen.

Zentral ist zudem die fehlende Präsenz des Leguminosenanbaus in der landwirtschaftlichen Beratung sowie der Verlust von Know-how in der Anbaupraxis dieser anspruchsvollen Kulturen vor allem bei konventionell wirtschaftenden Betrieben (Dahlmann 2012, Wehling 2009). Etwa 80 % der Teilnehmer einer Umfrage unter Leguminosenerzeugern waren sich nicht darüber im Klaren, dass der monetäre Wert von Leguminosen bei einer hofeigenen Verwertung höher als deren Marktpreis liegt (von Richthofen et al. 2006). Ein Grund dafür ist die z. B. geringe Aufnahmebereitschaft des Landhandels, was die Vermarktungssituation negativ beeinflusst. Verglichen mit anderen Marktfrüchten werden bei den Körnerleguminosen derzeit nur kleinere Partien einheitlicher und definierter Qualität gehandelt, was die Abnahmebereitschaft der Mischfutterhersteller oder anderer Beteiligter schmälert und den Marktpreis drückt (Specht 2009, Pahl 2007).

## 9.2 Züchtung

Aufgrund einer sehr begrenzten Anzahl an Programmen im Bereich der Leguminosenzüchtung vergrößert sich der Rückstand im Zuchtfortschritt gegenüber anderen Kulturen in Deutschland. Das wird z. B. an der Entwicklung des Ertragsfortschritts deutlich (Specht 2009). Laut Sass (2009) korrelierte in den letzten Jahren die Anzahl der Leguminosen-Zuchtprogramme mit deren negativen Anbautrend. Da bei den großkörnigen Leguminosen die Saatgutkosten einen vergleichsweise großen Produktionsfaktor darstellen, wird insbesondere im Erbsenanbau oft auf den Erwerb von zertifiziertem Saatgut verzichtet (Schüler 2012). Für die Züchter verliert die Arbeit an Leguminosen somit immer mehr an wirtschaftlicher Attraktivität, weshalb in jüngster Vergangenheit viele Zuchtprogramme eingestellt wurden. Dabei wären neben einer Steigerung von Ertragspotenzial und -stabilität auch in Bezug auf andere Eigenschaften wie Krankheitsresistenzen, Verbesserung der Proteinqualität, Trockentoleranz etc. Zuchtfortschritte dringend nötig. Vielfach wird der Einsatz der Winterformen von Ackerbohnen und Erbsen diskutiert. Legume Winterungen haben im Vergleich zu den Sommerformen eine Reihe von Vorteilen (Graß et al. 2011, Köpke & Nemecek 2010, Urbatzka 2010:6), u. a.:

- » Erosionsschutz durch Bodenbedeckung im Winter
- » geringere Auswaschungsgefahr aufgrund des Nährstoffentzugs im Winter
- » effektive Unkrautunterdrückung
- » erhöhte N<sub>2</sub>-Fixierung
- » bessere Ausnutzung der Winterfeuchte

Insbesondere vor dem Hintergrund einer prognostizierten Zunahme der Sommertrockenheit in Mitteleuropa (Carter et al. 2007:151) erhält der letzte Aspekt ein besonderes Gewicht. In Deutschland werden Winterformen von Körnerleguminosen bisher nur im geringen Maßstab angebaut. Das kann auf eine mangelnde Winterhärte (Urbatzka et al. 2011) sowie auf die sehr begrenzte Anzahl der bisher zugelassenen winterharten Sorten zurückgeführt werden. Vermutlich resultiert der geringe Anbauumfang oft auch aus der Unkenntnis dieser Möglichkeit.

## Politische Rahmenbedingungen zur Unterstützung einer sojafreien Milchviehfütterung

Die derzeit geltenden agrarpolitischen Rahmenbedingungen reichen offensichtlich nicht aus, um genügend Anreize für den Anbau von Leguminosen zu schaffen. Maßgeblich ist, dass im Januar 2012 im Zuge des Health Check-Beschlusses vom November 2008 die bis dahin noch gekoppelte Eiweißpflanzen-Beihilfe in Höhe von 55,57 €/ha entfiel.<sup>21</sup> Im Jahr 2010 wurde im Rahmen der „Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) zwar das

Programm „Fruchtartendiversifizierung im Ackerbau“ beschlossen. Darüber erhalten landwirtschaftliche Betriebe, die jährlich mindestens fünf verschiedene Hauptfruchtarten auf ihrer Ackerfläche anbauen, etwa 75 €/ha<sup>22</sup>, wobei jedes Jahr auf mehr als 5 % der Ackerfläche Leguminosen wachsen müssen und der Getreideanteil der Fruchtfolge maximal 2/3 betragen darf (BMELV 2011c:44ff). Da allerdings diese Maßnahme – wie alle anderen Agrarumweltprogramme auch – von den sich beteiligenden Bundesländern kofinanziert werden muss, hält sich die Teilnahme und somit auch die Wirkung des Beschlusses in Grenzen. Aktuell stehen nur in Nordrhein-Westfalen, Bayern und Baden-Württemberg Programme zur Förderung vielfältiger Fruchtfolgen zur Verfügung.

Zusammenfassend kann die Situation des Leguminosenanbaus als System sich wechselseitig negativ beeinflussender Einzelfaktoren beschrieben werden. Das Unterschreiten einer „kritischen Masse“ im Leguminosenanbau (Specht 2009) schmälert zum einen die Attraktivität der Abnahme und Vermarktung von Leguminosen und macht zum anderen eine intensive Arbeit an den Pflanzen für Züchter uninteressant. Das wiederum behindert Landwirte bei einer Ausweitung des Anbaus.

Nach DAFA (2012) können agrarpolitische Maßnahmen bei geeigneter Gestaltung Rahmenbedingungen schaffen, um den Anbau und die Nutzung heimischer Leguminosen auszudehnen. Sie stellen auf absehbare Zeit unverzichtbare Steuerungsinstrumente dar. Die mit solchen Maßnahmen verbundenen höheren Ausgaben öffentlicher Gelder in Form von Ausgleichszahlungen für Landwirte würden zudem die Realisierung von Ökosystemleistungen bewirken. Derzeit wirken verschiedene Förderprogramme sogar einem umfangreicheren Körnerleguminosenanbau entgegen. So fördert z. B. das Erneuerbare-Energien-Gesetz einseitig und ausgeprägt den Maisanbau. Insbesondere Körnerleguminosen werden als Sommerung aus der Fruchtfolge verdrängt (KÖN 2012).

Voraussetzung für die kurzfristige Ausweitung des Leguminosenanbaus als Basis einer Proteinversorgung der Nutztiere ist die Förderung heimischer Futtermittel. Abgesehen von der Verankerung der Leguminosen im Greening der GAP besteht Potenzial in der Etablierung einer Beimischungsquote für Futtermittelhersteller und in der Einführung einer Prämie für Vollweidebetriebe mit reduzierter Kraftfutterfütterung. Während eine Anbauquote oder Flächenförderung zu einer einseitigen Erhöhung des Angebots mit der Folge eines weiteren Preisverfalls führen würde, würde eine Beimischungsquote gezielt die Nachfrage beleben. Fördern lassen sich die Leguminosen überdies mit verbesserter Beratung zum Anbau und zur Fütterung.

Bei der Umsetzung von Maßnahmen ist darauf zu achten, dass das Problem der mangelnden Wirtschaftlichkeit des Leguminosenanbaus nicht durch Änderung der finanziellen Rahmenbedingungen zu Lasten der Milcherzeuger gelöst wird. Bei der Stärkung des Anbaus darf die Veredlungswirtschaft nicht durch hohe Futterkosten geschwächt werden. Die Erzeuger im Pflanzenbau sowie in der Milchwirtschaft müssen von agrarpolitischen Innovationen profitieren. Voraussetzung dafür sind kostendeckende Erzeugerpreise für die Milchbauern. Allerdings unterbinden deutsches und europäisches Kartellamt die Versuche, höhere Auszahlungspreise zu erzielen, wie beispielsweise die Einführung eines Basispreises oder Preisabsprachen zwischen Erzeugern, Politik und Industrie (Bundeskartellamt 2009:68, 106, 109). Grundlegend für die Umsetzung verschiedener politischer Maßnahmen wäre daher die Neuordnung des europäischen Milchmarktes. Dazu liegen unterschiedliche Konzepte vor. Nach Wiggerthale (2010:43) sollten für eine Neuordnung des Milchmarktsystems in der Europäischen Union folgende Aspekte eine Umsetzung im Binnenmarkt finden:

- » Es müssen politische Rahmenbedingungen zur Erzeugerbündelung auf europäischer Ebene geschaffen werden, die sicherstellen, dass in einem zentralen Entscheidungsgremium alle Interessen vertreten sind.
- » Ein festgelegter Richtpreis ist für die Entwicklung stabiler Milchpreise maßgeblich. Die Berechnung des Richtpreises sollte dabei auf den Erzeugungskosten der Landwirte beruhen – unter Einbindung der Belange der Milchindustrie.
- » Ein europäisches, privatwirtschaftliches Milchmarktsystem sollte ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage – auch aus Gründen der Krisenabsicherung – zum Ziel haben.

Bei einem Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage im Milchsektor der EU würde der Einfluss der Weltmarktpreise auf die Erzeugerpreise sinken (vgl. Wiggerthale 2010).

In Europa wird dieses in Kanada eingeführte Konzept mit folgender Realität konfrontiert: Da die Liberalisierung der Agrarmärkte gesetzlich verankert ist, ist es fraglich, ob die WTO eine Milchmarktreform des EU-Binnenmarktes billigen würde. Die Beschlüsse der GAP legen die Förderung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Landwirtschaft fest. Das lässt darauf schließen, dass die EU keine Abgrenzung des EU-Binnenmarktes vom Weltmarkt beabsichtigt.

Betrachtet man den Futterwert, so zeigt sich, dass sich die heimischen Körnerleguminosen bis zu einer mittleren Jahresmilchleistung von etwa 8.000 kg gut als Ersatz für Sojaschrot eignen.

In Verbindung mit Rapsschrot und einem hochwertigen Grundfutter lassen sich die heimischen Körnerleguminosen auch in höheren Leistungsstufen einsetzen. Auch die Futterleguminosen besitzen beim Einsatz im Grundfutter großes Potenzial, anteilig den Proteinbedarf im Kraftfutter und damit den Einsatz von Sojaschrot zu senken.

Eine Gesamtbetrachtung zeigt aber auch, dass es sich bei den Eiweißfuttermitteln Sojaschrot und heimischen Leguminosen um sehr verschiedene Erzeugnisse handelt. Ein direkter Vergleich ist nicht ohne Weiteres möglich. Bei Sojaschrot handelt es sich um ein industrielles Nebenprodukt, das gleichmäßig in großen Mengen und hoher Qualität zur Verfügung steht. Aufgrund der weitgehenden Entkopplung des Anbaus von Futtermitteln von der tierischen Erzeugung wird Sojaschrot heute i. d. R. losgelöst vom Sojaanbau betrachtet. Die mit dem Anbau von Sojabohnen verbundenen Risiken werden somit anderen Ländern übertragen (Leopoldina 2012) bzw. fließen derzeit in eine Bewertung von Futtermitteln nicht mit ein. Dem gegenüber stehen die heimischen Körnerleguminosen, die am Markt bislang noch in geringeren Mengen sowie höheren Qualitätsschwankungen verfügbar sind. Mit einer innerbetrieblichen Nutzung sind sowohl ein höheres Anbaurisiko als auch erhöhte Aufwendungen für Lagerung oder Aufbereitung verbunden. Beides muss von den Landwirten getragen werden und verringert daher im direkten Vergleich die Attraktivität des Leguminosenanbaus. Bei den Futterleguminosen kommen tiefgreifende Änderungen im betrieblichen Futtermanagement hinzu.

Dieses Ungleichgewicht in der Bewertung der Eiweißfuttermittel in Verbindung mit Einsatz- bzw. Anbauentscheidungen, die auf kurzfristig erzielbaren Parametern wie Ertrag und Erlös beruhen, ohne Berücksichtigung einer nachhaltigen Bewirtschaftung, trug maßgeblich zum Bedeutungsverlust der heimischen Leguminosen bei. Mehrere Studien zeigten jedoch, dass sich die Bewertung der Futtermittel deutlich zugunsten der heimischen Leguminosen verschiebt, wenn man diese entlang ihres gesamten Lebenszyklus betrachtet (Köpke & Nemecek 2010, Baumgartner et al. 2008). Werden die Ökosystemleistungen und Einsparpotenziale des Leguminosenanbaus schließlich monetär bewertet, steigt auch deren Anbauwürdigkeit im Vergleich zu anderen Kulturen (Köpke & Nemecek 2010, von Richthofen et al. 2006, Lütke Entrup et al. 2003).

Um die Vielzahl an Ökosystemleistungen der Leguminosen in der heimischen Landwirtschaft zu nutzen (wie zum Beispiel Stickstoffversorgung, Verbesserung der Bodenstruktur, phytosanitäre Wirkung in der Fruchtfolge, Steigerung der Artenvielfalt) und die negativen Wirkungen landwirtschaftlicher Erzeugung auf das Klima und die ökologische und soziale Umwelt zu minimieren, sind von unterschiedlicher Seite Anstrengungen nötig. Eine Zusammenarbeit von Landwirten, Handel, Unternehmen und Politik ist notwendig, um die Umsetzungen voranzutreiben. In der Studie wird deutlich, dass die heimischen Leguminosen maßgeblich zur Eiweißversorgung des Milchviehs beitragen können. Ob das Potenzial der heimischen Leguminosen ausgeschöpft wird, hängt jedoch auch von der zukünftigen Ausrichtung landwirtschaftlicher Erzeugung ab. Im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung unserer Ressourcen ist eine Anpassung der Landwirtschaft an regionale Bedingungen unter Einbezug von lokalem Wissen – über z. B. Sorten und Anbautechniken – sowie ökologischen und sozialen Gegebenheiten dringend notwendig. In diesem Zusammenhang kommt den heimischen Leguminosen eine zentrale Rolle in der Proteinversorgung von Nutztieren zu.

*Für eine mittlere Jahresmilchleistung von etwa 8.000 kg zeigt sich, dass sich die heimischen Körnerleguminosen gut als Ersatz für Sojaschrot eignen.*





*Die Studie erläutert die Hintergründe und Fakten für eine sojafreie Milchviehfütterung. Die Umsetzung liegt in der Hand jedes Einzelnen. Gemeinsam wird uns die notwendige Neuausrichtung hin zu einer nachhaltigen Landwirtschaft gelingen.*

## 12 WWF-Forderungen und Handlungsempfehlungen

Soja wird zum großen Teil in agrarindustriellen Monokulturen angebaut, mit massiven negativen Umweltfolgen und vielerlei sozialen Problemen. Wertvolle Wälder und Savannen werden zerstört, Gewässer durch erheblichen Pestizid- und Düngereinsatz verschmutzt. Wie in der Studie erläutert, landen 80 % des weltweit erzeugten Sojas als Sojabohnen und Sojaschrot im Tierfutter. Durch diesen massiven Import von Soja hauptsächlich aus Argentinien und Brasilien wurden heimische proteinreiche Futtermittel – zum Teil wegen der höheren Preise – zunehmend vom Markt gedrängt. Anhand der Futtermittel und der vielfältigen Auswirkungen auf die Umwelt wird einmal mehr deutlich, wie dringend notwendig eine weltweite, nachhaltige Landwirtschaft ist.

Die vorliegende Studie zeigt, dass eine sojafreie Milchviehfütterung ernährungsphysiologisch grundsätzlich möglich und umsetzbar ist. In diesem Zusammenhang fordert der WWF Deutschland, die politischen Rahmenbedingungen zu schaffen, damit

- » der Körnerleguminosenanbau in Deutschland ausgedehnt wird
- » die Weidehaltung auf Grünlandflächen gefördert wird
- » die Tierhaltung wieder stärker an die Fläche gebunden wird
- » die Ökosystemleistungen der Leguminosen im Anbau quantifiziert und in die Berechnung der Honorierung von Landwirten Eingang findet

Der WWF Deutschland sieht folgenden Handlungsbedarf:

- » Ausweitung und Stärkung der nationalen bzw. europäischen Eiweißstrategie
- » Umbruchverbot für Grünland
- » Ausbau von Grünlandflächen- und Weideprämien
- » Ausweitung der Beratungskapazitäten für den Anbau und die Verfütterung von Leguminosen
- » Diskussion über eine mögliche Einführung von Beimischungsquoten von heimischen Leguminosen in Mischfuttermitteln
- » Ausbau und langfristige Unterstützung der Pflanzenzüchtung durch staatliche Förderprogramme
- » Einbeziehung der Leguminosen in die Fruchtdiversifizierung als Voraussetzung für Direktzahlungen im Rahmen der Neuausrichtung der GAP

Diese WWF-Empfehlungen sind Bestandteil einer notwendigen Neuausrichtung hin zu einer nachhaltigen Landwirtschaft, nicht nur in Deutschland, sondern auch in Ländern, aus denen wir landwirtschaftliche Produkte importieren. Der WWF setzt sich für eine nachhaltige Landwirtschaft ein, die weltweit:

- » die biologische Vielfalt auf und außerhalb der Äcker und Weiden schützt
- » die verantwortungsvoll mit unseren Böden umgeht
- » die Wasser und andere natürliche Ressourcen (wie Phosphate) so sparsam wie möglich nutzt – aber nie übernutzt
- » die eine Unabhängigkeit von fossilen Energien in der agrarischen Produktion anstrebt
- » die Agrobiodiversität nutzt und schützt

# Abkürzungsverzeichnis

---

ACTI	Alfred C. Toepfer International GmbH
ADR	Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
CDS	Condensed Distiller's Solubles
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
ct.	Cent
DAL	direktkostenfreie und arbeitserledigungskostenfreie Leistung
DDGS	Dried Distiller's Grains with Solubles
dt	Dezitonne
ECM	Energiekorrigierte Milch
EU	Europäische Union
EU-27	die 28 Mitgliedstaaten der Europäischen Union
FIBL	Forschungsinstitut biologischer Landbau
FAO	United Nations Food and Agriculture Organisation
GFL	Gesellschaft zur Förderung der Lupine e. V.
gv	gentechnisch verändert
KF	Kraftfutter
KL	Körnerleguminosen
LF	landwirtschaftlich genutzte Fläche
LfL	Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft
LWK	Landwirtschaftskammer
Mio.	Million
MJ NEL	Megajoule Netto-Energie-Laktation
N <sub>2</sub>	molekularer Stickstoff
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ammonium
N <sub>2</sub> O	Lachgas
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat
nXP	nutzbares Rohprotein
ÖSL	Ökosystemleistungen
RES	Rapsextraktionsschrot
SES	Sojaextraktionsschrot
Tab.	Tabelle
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
TM	Trockenmasse
TMR	Totale Mischration
UDP	Durchflussprotein
UFOP	Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e. V.
USA	United States of America
WJ	Wirtschaftsjahr
WTO	World Trade Organization/Welthandelsorganisation
XF	Rohfaser
XP	Rohprotein
XS	Rohstärke
XL	Rohfett

# Literaturverzeichnis

---

- Abberton, M. (2010): Enhancing the Role of Legumes: Potential and Obstacles. In: M. Abberton, R. Conant & C. Batello (Hrsg.), *Integrated Crop Management, Grassland carbon sequestration: management, policy and economics, Proceedings of the Workshop on the role of grassland carbon sequestration in the mitigation of climate change* (S. 177–187). Rom. Online verfügbar unter <http://www.fao.org/docrep/013/i1880e/i1880e.pdf>, zuletzt geprüft am 16.07.2012.
- AbL (Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft e. V.) (2012): EU-Agrarreform muss bäuerliche Landwirtschaft stärken, um Anforderungen der Zukunft zu meistern. Hg. v. AbL (Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft e. V.). Online verfügbar unter [http://www.abl-ev.de/fileadmin/Dokumente/AbL\\_ev/Agrarpolitik/AbL-Papier-zur\\_GAP-Reform\\_M%C3%A4rz\\_2012.pdf](http://www.abl-ev.de/fileadmin/Dokumente/AbL_ev/Agrarpolitik/AbL-Papier-zur_GAP-Reform_M%C3%A4rz_2012.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- ACTI (Alfred C. Toepfer International GmbH) (2012b): Marktbericht März 2012. Hamburg. Online verfügbar unter [http://www.acti.de/media/MB\\_dt\\_03-12.pdf](http://www.acti.de/media/MB_dt_03-12.pdf), zuletzt geprüft am 16.07.2012.
- ACTI (Alfred C. Toepfer International GmbH) (2012d): Marktbericht Februar 2012. Hamburg. Online verfügbar unter [http://www.acti.de/media/MB\\_dt\\_02-12.pdf](http://www.acti.de/media/MB_dt_02-12.pdf), zuletzt geprüft am 16.07.2012.
- ADR (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e. V.) (2011): Rinderproduktion in Deutschland 2010. Ausgabe 2011. Hg. v. ADR (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e. V.).
- Aigner, A. & Hege, U. (2006): Ölfuchtanbau: Winter- und Sommerraps. In: *Die Landwirtschaft – Pflanzliche Erzeugung*. München: BLV Buchverlag GmbH & Co. KG.
- Albrecht, R. & Guddat, C. (2000): Welchen Wert haben Körnerleguminosen in der Fruchtfolge. Hg. v. TLL (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft). Online verfügbar unter <http://www.tll.de/ainfo/pdf/kleg0104.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Anonymus (2006): Umfrage gentechnikfreies Kraftfutter. Genfrei-Süd. Bündnis Gentechnikfreie Anbauregion Bodensee, Allgäu, Oberschwaben. Online verfügbar unter [http://www.genfrei-sued.de/index.php?option=com\\_content&task=view&id=27&Itemid=58&limit=1&limitstart=1](http://www.genfrei-sued.de/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=58&limit=1&limitstart=1), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Baumann, K., Potthast, S., Schaack, D., von Schenk, W. (2012): AMI Markt Bilanz Getreide, Ölsaaten, Futtermittel 2012. Bonn.
- Baumgartner, D. U., de Baan, L. & Nemecek, T. (2008): European Grain Legumes – Environment-Friendly Animal Feed? Life Cycle Assessment of Pork, Chicken Meat, Egg, and Milk Production, Grain Legumes Integrated Project (GLIP), New Strategies to Improve Grain Legumes for Food and Feed. Hg. v. Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART. Online verfügbar unter [http://www.agroscope.admin.ch/oekobilanzen/01193/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,Inp610NTU042I2Z6In1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCEe4J,fmym162epYbg2c\\_JjKbNoKSn6A--](http://www.agroscope.admin.ch/oekobilanzen/01193/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,Inp610NTU042I2Z6In1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCEe4J,fmym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Benbrook, C. M. (2005): Rust, Resistance, Run Down Soils and Rising Costs - Problems Facing Soybean Producers in Argentina, Technical Paper Nr. 8. Online verfügbar unter [http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user\\_upload/themen/gentechnik/Benbrook-StudieEngl.pdf](http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/gentechnik/Benbrook-StudieEngl.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Bernsmann, T., Brand, B., Schulz-Schroeder, G. & Töpfer, A. (2011): Sichere Futtermittel – sichere Lebensmittel, Futtermittel als Bestandteil der Nahrungsmittelkette. Hamburg: B. Behr's Verlag GmbH & Co. KG.
- Beste, A. & Boeddinghaus, R. (2011): Artenvielfalt statt Sojawahn. Der Eiweißmangel in der EU: Wie lässt sich das seit langem bestehende Problem lösen? Hg. v. M. Häusling. Wiesbaden.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2011a): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2011. Bremerhaven. Online verfügbar unter <http://www.bmelv-statistik.de/de/statistisches-jahrbuch/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2011b): Landwirtschaftliche Betriebe nach der betriebswirtschaftlichen Ausrichtung (MBT-0101090-0000). Online verfügbar unter <http://www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139&stw=Betriebe>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2011c): Nationale Rahmenregelung der Bundesrepublik Deutschland für die Entwicklung ländlicher Räume. Berlin. Online verfügbar unter [http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Foerderung/Rahmenplan2011-2014.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Foerderung/Rahmenplan2011-2014.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Brandenburger, C., von Ah, E., Latscha, A. (2008): Herdentrennung am LBBZ Plantahof. Erfahrungen und Resultate aus dem Praxisversuch von 2003–2007. Online verfügbar unter [http://www1.plantahof.ch/fileadmin/user\\_upload/gutsbetrieb/Plantahof/Braunvieh/Wissenschaftlicher\\_Bericht\\_farbig.pdf](http://www1.plantahof.ch/fileadmin/user_upload/gutsbetrieb/Plantahof/Braunvieh/Wissenschaftlicher_Bericht_farbig.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Brömmer, J. (2005): Produktionssysteme, räumliche Verteilung und Struktur der Rindermast in Deutschland (Diplomararbeit Fachhochschule Osnabrück). Online verfügbar unter [http://www.agribenchmark.org/fileadmin/freefiles/jb\\_0511\\_de.pdf](http://www.agribenchmark.org/fileadmin/freefiles/jb_0511_de.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.

- Bockey, D. (2012): Indirekte Landnutzungsänderungen (iLUC): Mögliche Konsequenzen für den Rapsanbau. *Innovation*, 2, S. 10–11. Online verfügbar unter <http://www.dsv-saaten.de/export/sites/dsv-saaten.de/extras/dokumente/Innovation-ab-1-12/2-12-iluc.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Bundeskartellamt (2009): Sektoruntersuchung Milch Zwischenbericht Dezember 2009. Hg. v. Bundeskartellamt. Bonn (B2-19/08). Online verfügbar unter [http://www.bundeskartellamt.de/wDeutsch/download/pdf/Stellungnahmen/1001\\_Sektoruntersuchung\\_Milch\\_Zwischenbericht\\_2009.pdf](http://www.bundeskartellamt.de/wDeutsch/download/pdf/Stellungnahmen/1001_Sektoruntersuchung_Milch_Zwischenbericht_2009.pdf).
- Carter, T. R., Jones, R. N., Lu, X., Bhadwal, S., Conde, C., Mearns, L. O., O'Neill, B. C. et al. (2007): New Assessment Methods and the Characterisation of Future Conditions. In: M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden & C. E. Hansons (Hrsg.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (S. 133–171). Cambridge: Cambridge University Press. Online verfügbar unter <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter2.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Christen, O., Friedt, W. (2007): *Winterraps. Das Handbuch für Profis*. Frankfurt a. M.: DLG-Verlag.
- CropEnergies (2010): Proteine von CropEnergies: Vielfältig und hochwertig. Online verfügbar unter <http://www.cropenergies.com/de/Lebens-Futtermittel/Proteine-CE-2010-DE.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Crutzen, P. J., Mosier, A. R., Smith, K. A. & Winiwarter, W. (2008): N<sub>2</sub>O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 8, S. 389–395. Online verfügbar unter <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/29/64/23/PDF/acp-8-389-2008.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- DAFA (Deutsche Agrarforschungsallianz) (2012): Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft – Ökosystemleistungen von Leguminosen wettbewerbsfähig machen. Online verfügbar unter [http://www.dafa.de/fileadmin/dam\\_uploads/images/Fachforen/FFL-2012-05-11-X8-Forschungsstrategie.pdf](http://www.dafa.de/fileadmin/dam_uploads/images/Fachforen/FFL-2012-05-11-X8-Forschungsstrategie.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Dahlmann, C. (2012): Mündliche Mitteilung an A. Stopp, 13.06.2012. (Projekt: Vom Acker in den Futtertrog – zukunftsweisende Eiweißfuttermittelsversorgung in NRW).
- DBV (Deutscher Bauernverband) (2011): Situationsbericht 2011/12. Trends und Fakten zur Landwirtschaft. Hg. v. Deutscher Bauernverband. Berlin.
- De Klein, C., Novoa, R. S. A., Ogle, S., Smith, K. A., Rochette, P., Wirth, T. C., McConkey, B. G. et al. (2006): N<sub>2</sub>O Emissions from managed Soils, and CO<sub>2</sub> emissions from lime and urea application. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 4, Agriculture, Forestry and Other Land Use. Online verfügbar unter <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Destatis (Statistisches Bundesamt) (2009): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei: Wachstum und Ernte – Feldfrüchte 2009, Fachserie 3, Reihe 3.2.1. Wiesbaden. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ErnteFeldfruechte/FeldfruechteJahr2030321097164.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ErnteFeldfruechte/FeldfruechteJahr2030321097164.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Destatis (Statistisches Bundesamt) (2012a): GENESIS online Datenbank – Ernte- und Betriebsbericht: Feldfrüchte und Grünland. Online verfügbar unter [https://www-genesis.destatis.de/genesis/online;jsessionid=0E85C0225C25B26C3C45716207B4FB0F.tomcat\\_GO\\_2\\_2?operation=previous&levelindex=2&levelid=1333616811062&step=2](https://www-genesis.destatis.de/genesis/online;jsessionid=0E85C0225C25B26C3C45716207B4FB0F.tomcat_GO_2_2?operation=previous&levelindex=2&levelid=1333616811062&step=2), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Destatis (Statistisches Bundesamt) (2012b): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei: Wachstum und Ernte – Feldfrüchte 2011, Fachserie 3, Reihe 3.2.1 (Vol. 49). Wiesbaden. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ErnteFeldfruechte/FeldfruechteJahr203032117164.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ErnteFeldfruechte/FeldfruechteJahr203032117164.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Destatis (Statistisches Bundesamt). (2012c): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei: Viehbestand (Vorbericht), Fachserie 3, Reihe 4.1. Wiesbaden. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/Viehbestand2030410125314.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/Viehbestand2030410125314.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Dorfner, G., Hofmann, G. (2010): *Milchreport Bayern 2009*. Hg. v. LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) (LfL-Informationen). Online verfügbar unter [http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p\\_40303.pdf](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_40303.pdf) zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2004): Fertilizer use by crop in Argentina. Rom. Online verfügbar unter <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuseargent.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2006): *World Agriculture: towards 2030/2050*. Rom. Online verfügbar unter [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/esag/docs/Interim\\_report\\_AT2050web.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/esag/docs/Interim_report_AT2050web.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- FAOSTAT (2012): Kein Titel. Online verfügbar unter <http://faostat.fao.org/default.aspx?lang=en>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- FiBL Deutschland & MGH (Gutes aus Hessen GmbH) (2012): Entwicklung von Kriterien für ein bundesweites Regionalsiegel. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Hg. v. BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz). Online verfügbar unter [http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/Kennzeichnung/Regionalsiegel-Gutachten.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/Kennzeichnung/Regionalsiegel-Gutachten.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 18.07.2012.

- FiBL Schweiz (Forschungsinstitut für biologischen Landbau) (2012a): «Feed no Food» – Den Kraftfuttermittelninsatz überdenken. Hg. v. FiBL Schweiz (Forschungsinstitut für biologischen Landbau). Frick. Online verfügbar unter <http://www.fibl.org/fileadmin/documents/de/news/2012/mm-feed-no-food120425/mm-feed-no-food-hintergrund120425.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Fisher, B., Turner, R. K. & Morling, P. (2009): Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68(3), S. 643–653. Elsevier. Online verfügbar unter <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921800908004424>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Freyer, B., Pietsch, G., Hrbek, R. & Winter, S. (2005): Futter- und Körnerleguminosen im Biologischen Landbau. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag.
- GfK (Gesellschaft für Konsumforschung) (2009): Greenpeace Verbraucher-Umfrage zu Milch ohne Gentechnik. Hg. v. Greenpeace. GfK (Gesellschaft für Konsumforschung).
- GFL (Gesellschaft zur Förderung der Lupine e. V.) (2007): Lupinen – Verwertung und Anbau. Online verfügbar unter <http://lflf.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/lupine07.15564210.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- GFL (Gesellschaft zur Förderung der Lupine e. V.) (2012): Mündliche Mitteilung an A. Stopp, 23.04.2012.
- Godt, J., Lang, L. & Kugelschäfer, K. (2010): Dichtentwicklung von Feldhasen nach Veränderung des Bewirtschaftungssystems und zusätzlicher naturschutzfachlicher Aufwertung eines größeren Landwirtschaftsbetriebes in einer intensiv genutzten Bördelandschaft, in: Lang, J., Godt, J. & Rosenthal, G. (Hrsg.): Ergebnisse der „Fachtagung Feldhase – der aktuelle Stand der Hasenforschung“, 19.–20. März 2010 in Kassel, Universität Kassel, 57–69.
- Gorn, A. (2011): AMI-Marktbilanz Milch 2011. Hg. v. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH. Bonn.
- Gorn, A. (2012): AMI-Marktbilanz Milch 2012. Hg. v. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH. Bonn.
- Graß, R., Müller, U. & Schüler, C. (2011): Wintererbsen – Wiederentdeckung einer alten Kulturpflanze. Online verfügbar unter <http://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzenbau/koernerleguminosen/wintererbsen-wiederentdeckung-einer-alten-kulturpflanze/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Greenpeace (2008a): Agrosprit. Hamburg. Online verfügbar unter [http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user\\_upload/themen/waelder/FS\\_Agrosprit\\_NEU.pdf](http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/waelder/FS_Agrosprit_NEU.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Greenpeace. (2008b): Soja-Diesel im Tank. Hamburg. Online verfügbar unter [http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user\\_upload/themen/waelder/FSSojaDieselFINAL.pdf](http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/waelder/FSSojaDieselFINAL.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Groß, D. (2010): Preiswürdigkeit von Futtermitteln (Rinder). Hg. v. DLR RLP (Dienstleistungszentrum ländlicher Raum Rheinland-Pfalz). Online verfügbar unter <http://www.dlr-westerwald-osteifel.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/1E4E76E878B0F3F9C12576EF004472E8?OpenDocument>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Grunert, M. (2007): Pflanzenöl als Kraftstoff: Möglichkeiten und Grenzen aus acker- und pflanzenbaulicher Sicht. 6. Fachtagung Kraftstoff Pflanzenöl, 9.11.2007. Nossen. Online verfügbar unter [http://www.kraftstoffpflanzenoel.de/img/6FT\\_2007\\_Tagungsband.pdf](http://www.kraftstoffpflanzenoel.de/img/6FT_2007_Tagungsband.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Guddat, C. (2009): Landessortenversuche zu Körnerleguminosen in den ostdeutschen Bundesländern: Ergebnisse aus der Arbeit der Länderdienststellen Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Fachgespräche JKI Braunschweig, 21./22. April 2009. Online verfügbar unter [http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/\\_koordinierend/leguminosen/Guddat.pdf](http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_koordinierend/leguminosen/Guddat.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Guddat, C., Degner, J., Zorn, W., Götz, R., Reich, J. & Richter, G. (2007): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Ackerbohnen. Hg. v. TLL (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft) (4. Aufl.). Jena. Online verfügbar unter <http://www.tll.de/ainfo/archiv/aboh0307.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Guddat, C., Degner, J., Zorn, W., Reich, J., Götz, R. & Richter, G. (2006): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Körnererbsen. Hg. v. TLL (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft), (4. Aufl.). Jena, Online verfügbar unter <http://www.tll.de/ainfo/pdf/kerb0107.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Guddat, C., Schreiber, E. & Farack, M. (2011a): Landessortenversuche in Thüringen – Lupinen – Versuchsbericht 2011. Hg. v. TLL (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft). Jena. Online verfügbar unter [http://www.tll.de/ainfo/pdf/lv\\_lupb.pdf](http://www.tll.de/ainfo/pdf/lv_lupb.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Guddat, C., Schreiber, E. & Farack, M. (2011b): Landessortenversuche in Thüringen – Ackerbohnen – Versuchsbericht 2011. Hg. v. TLL (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft). Jena. Online verfügbar unter [http://www.tll.de/ainfo/pdf/lv\\_aboh.pdf](http://www.tll.de/ainfo/pdf/lv_aboh.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Guo, L. B. & Gifford, R. M. (2002): Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. In: *Global Change Biology*, 8, S. 345–360. Online verfügbar unter <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1354-1013.2002.00486.x/pdf>, zuletzt geprüft am 30.07.2012.
- Hampl, U. (1997): Stickstoff im ökologischen Landbau – altes Wissen, neues Forschen. In: *Ökologie & Landbau*, 103(3), S. 6–8.
- Hartmann, S., Gehring, K. & Zellner, M. (2006): Feldfutterbau. Die Landwirtschaft – Pflanzliche Erzeugung. München: BLV Buchverlag GmbH & Co. KG.
- Heidel, W. (2009): Zulassungen/Genehmigungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Leguminosen in Deutschland. In: *Journal für Kulturpflanzen*, 61(9), S. 332–340. Online verfügbar unter [http://www.ulmer-journals.de/ojs/index.php/jfk/article/viewPDFInterstitial/78/pdf\\_72](http://www.ulmer-journals.de/ojs/index.php/jfk/article/viewPDFInterstitial/78/pdf_72), zuletzt geprüft am 17.07.2012.

- Hermann, L. (2009): Rückgewinnung von Phosphor aus der Abwasserreinigung. Eine Bestandsaufnahme. In: Umwelt-Wissen. 09/29. Hg. v. BAFU (Bundesamt für Umwelt), Bern. Online verfügbar unter <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01517/index.html?lang=de&lang=de>, zuletzt geprüft am 29.07.2012.
- Histing, A. (2012): „Ohne Gentechnik“ – Siegel. Verbrauchertäuschung oder mehr Wahlfreiheit? Hg. v. Verband Lebensmittel ohne Gentechnik e.V. (VLOG). Online verfügbar unter [http://www.ohnegentechnik.org/uploads/media/120109\\_Histing\\_Kennzeichnung\\_OG\\_Fulda.pdf](http://www.ohnegentechnik.org/uploads/media/120109_Histing_Kennzeichnung_OG_Fulda.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Honermeier, B. & Gaudchau, M. (2001): UFOP-Praxisinformation: Vorfruchtwert von Winterraps. Bonn. Online verfügbar unter <http://www.ufop.de/agrar-info/erzeuger-info/raps/ufop-praxisinformation-vorfruchtwert-von-winterraps/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Ibrahim, M., Porro, R. & Mauricio, R. M. (2010): Deforestation and Livestock Expansion in the Brazilian Legal Amazon and Costa Rica: Drivers, Environmental Degradation, and Policies for Sustainable Land Management. In: P. Gerber, H. A. Mooney, J. Dijkman, S. Tarawali & C. de Haan (Hrsg.), *Livestock in a Changing Landscape*, Volume 2 (Vol. 2, S. 74–95). Island Press. Online verfügbar unter <http://www.fao.org/docrep/013/am075e/am075e00.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Imgraben, H. & Recknagel, J. (2011): Anbauanleitung für Sojabohnen 2011. Hg. v. LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft). Online verfügbar unter [http://www.lfl.bayern.de/ipz/leguminosen/16765/sojabohnenanbau\\_2011.pdf](http://www.lfl.bayern.de/ipz/leguminosen/16765/sojabohnenanbau_2011.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Indexmundi. (2012): Soybean Meal vs Soybean Oil – Price Rate of Change Comparison. Online verfügbar unter <http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=soybean-meal&months=12&commodity=soybean-oil>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Jasper, U. (2012): GAP-Reform im EU-Parlament angekommen. In: *Unabhängige Bauernstimme*, 2012 (357), S. 12.
- Jeroch, H., Schöne, F. & Jankowsky, J. (2008): Inhaltsstoffe von Rapsfuttermitteln und Futterwert für das Geflügel. *Archiv für Geflügelkunde*, 72 (1), S. 8–18. Online verfügbar unter [http://www.ulmer.de/Artikel.dll/m06-15mk\\_NTU4N-jEy.PDF](http://www.ulmer.de/Artikel.dll/m06-15mk_NTU4N-jEy.PDF), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Jilg, T. (2008): Mehr Milch aus Weidegras – Milchleistung und Herdenmanagement. Online verfügbar unter [https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1224073\\_11/LAZBWrh\\_Weidemilchprojekt\\_Feb2008akt.pdf](https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1224073_11/LAZBWrh_Weidemilchprojekt_Feb2008akt.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- JKI (Julius-Kühn-Institut) (2012): GEOPortal: Bodenklima-Anbauggebiete. Online verfügbar unter <http://geoportal.jki.bund.de/bodenklima.htm>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Jung, R. (2003): Stickstoff-Fixierleistung von Luzerne (*Medicago sativa* L.), Rotklee (*Trifolium pratense* L.) und Persischem Klee (*Trifolium resupinatum* L.) in Reinsaat und Gemenge mit Poaceen. Experimentelle Grundlagen und Kalkulationsverfahren zur Ermittlung der Stickstoff-Flächenbilanz. Dissertation, Fakultät für Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen. Online verfügbar unter [http://orgprints.org/2241/1/Diss\\_RJung\\_dps.pdf](http://orgprints.org/2241/1/Diss_RJung_dps.pdf), zuletzt geprüft am 27.07.2012.
- Keller, E. R., Hanus, H. & Heyland, K.-U. (Hrsg.) (1999): *Handbuch des Pflanzenbaus*, Band 3, Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- Kirchgeßner, M., Roth, F., Schwarz, F., Stangl, G. (2008): *Tierernährung*. 12. Aufl. Frankfurt am Main: DLG-Verl.
- Klocke, P. Staehli, P. Notz, C. (2011): Einfluss von Kraftfutterreduzierung auf Milchleistung und Tiergesundheit in einem Schweizerischen Milchviehbetrieb – erste Resultate. In: 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bd. 2, S. 42–43. Online verfügbar unter [http://orgprints.org/17334/3/Klocke\\_17334.pdf](http://orgprints.org/17334/3/Klocke_17334.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Koch, J. (2011): FrieslandCampina erhöht Weideprämie. Hg. v. *dlz-agrar magazin online*. Online verfügbar unter <http://dlz.agrarheute.com/frieslandcampina-457668>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Kolbe, H. (2006): Fruchtfolgegestaltung im ökologischen und extensiven Landbau: Bewertung von Vorfruchtwirkungen. *Pflanzenbauwissenschaften*, 10(2), S. 82–89. Online verfügbar unter [http://www.ulmer.de/Artikel.dll/gja-kolbe\\_MTY3Mjk2.PDF](http://www.ulmer.de/Artikel.dll/gja-kolbe_MTY3Mjk2.PDF), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Kolbe, H., Schuster, M., Hänsel, M., Schließer, I., Pöhllitz, B., Steffen, E. & Pommer, R. (2006): Feldfutterbau und Gründüngung im Ökologischen Landbau. Hg. v. SMUL (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie). Online verfügbar unter [http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/2766\\_1.pdf](http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/2766_1.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- KÖN (Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen) (2012): Handlungsempfehlungen zur Sicherung des heimischen Eiweißpflanzenbaus. Hg. v. Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen.
- Köpke, U. & Nemecek, T. (2010): Ecological services of faba bean. *Field Crops Research*, 115 (3), S. 217–233. Online verfügbar unter <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378429009002792>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Leopoldina (Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina) (2012): *Bioenergie: Möglichkeiten und Grenzen*. Halle (Saale). Online verfügbar unter [http://www.leopoldina.org/uploads/tx\\_leopublication/201207\\_Stellungnahme\\_Bioenergie\\_kurz\\_de\\_en\\_final.pdf](http://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/201207_Stellungnahme_Bioenergie_kurz_de_en_final.pdf), zuletzt geprüft am 28.07.2012.

- LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2010): Versuchsbericht S12/2 Verdauungsversuche mit Eiweißfutter – Rapsextraktionsschrot. Grub. Online verfügbar unter [http://www.lfl.bayern.de/ite/schwein/14646/linkurl\\_0\\_12\\_0\\_0.pdf](http://www.lfl.bayern.de/ite/schwein/14646/linkurl_0_12_0_0.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2011d): LfL-Information: Anbauempfehlungen für Winterraps. Freising-Weihenstephan. Online verfügbar unter [http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p\\_37308.pdf](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_37308.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2012c): Kurzer Steckbrief: Luzerne (*Medicago sativa* L.). Online verfügbar unter <http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/09663/luzerne.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2012d): Kurzer Steckbrief: Weißklee (*Trifolium repens* L.). Online verfügbar unter <http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/09663/weissklee.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2012e): Kurzer Steckbrief: Rotklee (*Trifolium pratense* L.). Online verfügbar unter <http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/09663/rotklee.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2012f): Anbauhinweise zu ausgewählten Arten: Rotklee (*Trifolium pratense* L.). Online verfügbar unter <http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/38698/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2012g): LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten – Ackerbohnen und Futtererbse. Wettbewerbsfähigkeit des Futtermittels in Bezug auf Energie und Eiweiß (brutto). Online verfügbar unter <https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html?jsessionid=85BCE69A262258F3FBC81E29B03F49F5>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Lickfett, T. (2000): Stickstoff-Problematik in Rapsfruchtfolgen. In: C. Möllers (Hrsg.), Stickstoffeffizienz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen (S. 9–29). Berlin: Erich Schmidt Verlag GmbH.
- Liebman, M. & Davis, A. S. (2000): Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research*, 40(1), S. 27–47. Online verfügbar unter <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3180.2000.00164.x/pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Loges, R., Kornher, A. & Taube, F. (1998). Ertrag, Futterqualität und N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung von Rotklee und Rotklee/Gras. 42. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. Gießen. Online verfügbar unter <http://orgprints.org/2173/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- López-Bellido, L., López-Bellido, R. J., Redondo, R. & Benítez, J. (2006): Faba bean nitrogen fixation in a wheat-based rotation under rainfed Mediterranean conditions: Effect of tillage system. *Field Crops Research*, 98(2–3), S. 253–260. Online verfügbar unter <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378429006000773>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Lopotz, H. (2012): Körnerleguminosen – lohnt der Anbau? Hg. v. LWK NRW (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen). Online verfügbar unter <http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/eiweisspflanzen/koernerleguminosen.htm>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Lütke Entrup, N. & Oehmichen, J. (2000): Lehrbuch des Pflanzenbaus, Bd. 2 Kulturpflanzen. Gelsenkirchen-Buer: Verlag Th. Mann.
- Lütke Entrup, N., Pahl, H. & Albrecht, R. (2003): Fruchtfolgenwert von Körnerleguminosen. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V.). Berlin. Online verfügbar unter <http://www.ufop.de/agrar-info/erzeuger-info/futtererbsen-ackerbohnen-suesslupinen/ufop-praxisinformation-fruchtfolgenwert-von-koernerleguminosen/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Majer, S. & Oehmichen, K. (2010): Approaches for optimising the greenhouse gas balance of biodiesel produced from rapeseed. DBFZ (Deutsches BiomasseForschungszentrum) Leipzig. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V.).
- Mayer, J., & Heß, J. (1997): Welchen Beitrag zur Stickstoffversorgung leisten Körnerleguminosen? In *Ökologie & Landbau*, 103(3), S. 18–22.
- MIV (Milchindustrieverband e. V.) (2012): Deutscher Milchmarkt: Import- und Exportstrukturen. Hg. v. Milchindustrieverband e.V. Online verfügbar unter <http://www.meine-milch.de/artikel/deutscher-milchmarkt-import-und-export-strukturen>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Morton, D. C., DeFries, R. S., Shimabukuro, Y. E., Anderson, L. O., Arai, E., del Bon Espirito-Santo, F., Freitas, R. et al. (2006): Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103 (39), 14637–41. Online verfügbar unter [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1600012/?tool=pmcentrez&rendertype=abstract](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1600012/?tool=pmcentrez&rendertype=abstract), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Nährig, A. (2009): Leistung ohne Grenzen? Bestandsgrößen und Leistungsentwicklung von Milchviehbetrieben in Deutschland. In: *Neue Landwirtschaft* (6), S. 36–37.
- Nemecek, T., von Richthofen, J.-S., Dubois, G., Casta, P., Charles, R. & Pahl, H. (2008): Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. *European Journal of Agronomy*, 28 (3), S. 380–393. Online verfügbar unter <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1161030107001104>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Offermann, F., Banse, M., Ehrmann, M., Gocht, A., Görmann, H., Haenel, H.-D. (2012): vTI-Baseline 2011–2021: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. Braunschweig: VTI (Landbauforschung, Sonderheft 355), zuletzt geprüft am 18.07.2012.

- Pahl, H. (2007): Leguminosen – Verfüttern oder vermarkten? SaatenUnion: Archiv. Online verfügbar unter <http://archiv.saaten-union.de/index.cfm/article/3387.html>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Paul, C. (2011): Strukturversorgung in Milchviehrationen durch Luzerne sichern. In: Rheinische Bauernzeitung, 2011 (6), S. 33. Online verfügbar unter <http://www.dlr.rlp.de/internet/global/themen.nsf/ALL/F8953F09AFF2A12F-C12578420037715D>, zuletzt geprüft am 14.03.2012.
- Pengue, W. A. (2004): Transgenic crops in Argentina and its hidden costs. In: E. Ortega & S. Ulgiati (Hrsg.), Proceedings of IV Biennial International Workshop „Advances in Energy Studies“ Brazil (S. 91–101). Online verfügbar unter [http://www.unicamp.br/fea/ortega/energy/Walter Pengue.pdf](http://www.unicamp.br/fea/ortega/energy/Walter%20Pengue.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Pengue, W.A. (2005): Transgenic Crops in Argentina: The Ecological and Social Debt. Bulletin of Science, Technology & Society, 25(4), 314–322. Online verfügbar unter <http://bst.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0270467605277290>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Plankl, R., Weingarten, P., Nieberg, H., Zimmer, Y., Isermeyer, F., Krug, J. & Haxsen, G. (2010): Quantifizierung „gesellschaftlich gewünschter, nicht marktgängiger Leistungen“ der Landwirtschaft. Braunschweig. Online verfügbar unter [http://literatur.vti.bund.de/digbib\\_extern/bitv/dk043125.pdf](http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/bitv/dk043125.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Robertson, G. P., Paul, E. A. & Harwood, R. P. (2000): Greenhouse gases in intensive agriculture: contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere. In Science, 289, 1922–1925.
- Robertson, G. P. & Grace, P. R. (2004): Greenhouse gas fluxes in tropical and temperate agriculture: the need for a full-cost accounting of global warming potentials. In: Environment, Development and Sustainability, 6 (1–2), S. 51–63. Online verfügbar unter <http://www.springerlink.com/content/w21j608633jq0g81/>, zuletzt geprüft am 25.07.2012
- Sass, O. (2009): Marktsituation und züchterische Aktivitäten bei Ackerbohnen und Körnererbsen in der EU. Journal für Kulturpflanzen, 61(9), S. 306–308. Online verfügbar unter [http://www.ulmer-journals.de/ojs/index.php/jfk/article/viewFile/73/pdf\\_67](http://www.ulmer-journals.de/ojs/index.php/jfk/article/viewFile/73/pdf_67), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Schmidtke, K. & Rauber, R. (2000): Stickstoffeffizienz von Leguminosen im Ackerbau. In: C. Möllers (Hrsg.), Stickstoffeffizienz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen (S. 48–69). Berlin: Erich Schmidt Verlag GmbH.
- Schneider, M. (2008a): Fruchtfolgegestaltung und konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat. Eine pflanzenbaulich/ökonomische Analyse. Technische Universität München. Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaus.
- Schneider-Götz, N., Pfeleiderer, H., Elsässer, M. & Breuer, J. (2011): Beratungsgrundlagen für die Düngung im Ackerbau und auf Grünland in Baden-Württemberg. Online verfügbar unter [https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1313902\\_1](https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1313902_1), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Schulte, H-G, Junk, E. (2004): Futtererweiβ genauer unter die Lupe nehmen! In: Milchpraxis 42 (1), S. 40–42.
- Schüler, C. (2012): Mündliche Mitteilung an A. Stopp, 31.05.2012.
- Schuster, W. H., Alkämper, J., Marquard, R. & Stählin, A. (2000): Leguminosen zur Kornnutzung – Kornleguminosen der Welt. Online verfügbar unter <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2000/320/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- SIS online (Statistisches Informationssystem) (2012): Bodennutzung und Ernte: Anbau der Feldfrüchte im Hauptanbau. Online verfügbar unter <http://sisonline.statistik.m-v.de/index.php>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Specht, M. (2009): Anbau von Körnerleguminosen in Deutschland – Situation, limitierende Faktoren und Chancen. Journal für Kulturpflanzen, 61 (9), S. 302–305. Online verfügbar unter [www.ulmer-journals.de/ojs/index.php/jfk/article/download/72/79](http://www.ulmer-journals.de/ojs/index.php/jfk/article/download/72/79), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Specht, M. (2005): Gewinnung und Verarbeitung von Speiseölen in zentralen und dezentralen Anlagen, Vortrag, DGF-Workshop: Fast alles über Rapsöl, Hagen. Online verfügbar unter <http://www.dgfett.de/meetings/archiv/hagen2005/specht.pdf>, zuletzt geprüft am 02.08.2012.
- Spiekers, H. (2001): Hohe Preise für Eiweißfuttermittel. Was sind Alternativen in der Rinderfütterung? In: Milchpraxis 39 (1), S. 14–18.
- Spiekers, H. (2007): Futteraufnahme und Grundfutterleistung – Wo stecken noch Reserven? Hg. v. LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft). Online verfügbar unter <http://www.lfl.bayern.de/ite/rind/28405/>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Spiekers, H., Menke, A. (2001): Energetische Futterwertprüfung. Hg. v. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (Riswick Ergebnisse, 01/2001). Online verfügbar unter <http://www.riswick.de/pdf/maiskleberfuttersilage-maiskleberfutter.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Spiekers, H., Potthast, V. (2004): Erfolgreiche Milchviehfütterung. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- Spiekers, H., Südekum, K.-H. (2004): Einsatz von 00-Rapsextraktionsschrot beim Wiederkäuer. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V.) (UFOP-Praxisinformation Tierernährung). Online verfügbar unter [http://www.ufop.de/files/8213/4080/8202/RZ\\_Praxisinfo\\_Raps\\_100604.pdf](http://www.ufop.de/files/8213/4080/8202/RZ_Praxisinfo_Raps_100604.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Spiekers, H., Nußbaum, H. & Potthast, V. (2009): Erfolgreiche Milchviehfütterung (5. Aufl.). Frankfurt a. M.: DLG-Verlag.
- Statistisches Amt der DDR (mehrere Jahrgänge): Statistisches Jahrbuch der Deutschen Demokratischen Republik. Berlin. Online verfügbar unter <http://www.digizeitschriften.de/dms/toc/?PPN=PPN514402644>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.

- STMELF (Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) (2012b): Eiweißversorgung in der Tierhaltung. Hg. v. Landwirtschaft und STMELF (Bayrisches Staatsministerium für Ernährung. Online verfügbar unter [http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/service/dateien/reden/2012\\_04\\_18\\_muenchen\\_reg\\_eiweissversorgung.pdf](http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/service/dateien/reden/2012_04_18_muenchen_reg_eiweissversorgung.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Sundrum, A. (2009): Heimische Körnerleguminosen sind unverzichtbar. In: *Ökologie & Landbau* 37 (4), S. 32–34.
- Timmermann, C. (2003): Fruchtfolgewert von Körnererbsen nicht unterschätzen. *Innovation*, 1, 17–19. Online verfügbar unter [http://www.dsv-saaten.de/data/pdf/18/00/00/koernererbsen\\_1\\_03.pdf](http://www.dsv-saaten.de/data/pdf/18/00/00/koernererbsen_1_03.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Tischler, W. (1965): *Agrarökologie*. Jena: Fischer Verlag.
- TLL (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft) (2008): Merkblatt Fruchtfolgestellung von Winterraps. Jena. Online verfügbar unter <http://www.tll.de/ainfo/pdf/ffwr0408.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Uhl, A., Haas, R. & Remmele, E. (2007): Befragung von Betreibern dezentraler Ölsaatenverarbeitungsanlagen. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e. V.). Straubing. Online verfügbar unter [http://www.tfz.bayern.de/sonstiges/15951/bericht\\_15\\_gesch\\_tzt.pdf](http://www.tfz.bayern.de/sonstiges/15951/bericht_15_gesch_tzt.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Urbatzka, P. (2010): Anbauwürdigkeit von Wintererbsen. Ein Vergleich zu Sommererbsen in Rein- und Gemengesaat unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus. Schriftenreihe Agrarwissenschaftliche Forschungsergebnisse, Band 40, Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- Urbatzka, P., Graß, R., Haase, T., Schüler, C., Trautz, D. & Heß, J. (2011): Untersuchungen zur Winterhärte von Wintererbsen. In: G. Leithold, K. Becker, C. Brock, S. Fischinger, A.-K. Spiegel, K. Spory, K.-P. Wilbois, et al. (Hrsg.), *Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis*, 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 15.–18. März 2011, Gießen (S. 282–285). Gießen.
- Vogt-Kaute, W. (2010): Pausen tun gut – das gilt auch für Leguminosen, Thema des Monats 7/2010. Online verfügbar unter <http://www.bodenfruchtbarkeit.org/176.html>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- von Richthofen, J.-S., Pahl, H., Boutter, D., Casta, P., Cartryse, C., Charles, R. & Lafarga, A. (2006): Economic and environmental value of European cropping systems that include grain legumes. *Grain legumes*, 45(1), S. 13–22. Online verfügbar unter [http://www.ufop.de/index.php/download\\_file/view/1064/441/](http://www.ufop.de/index.php/download_file/view/1064/441/), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- von Schlippenbach, V., Hüttel, S. (2010): Land in Sicht? Strukturwandel in der deutschen Milchwirtschaft. Hg. v. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e. V. Berlin (Wochenbericht, 38). Online verfügbar unter [http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.361507.de/10-38-1.pdf](http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.361507.de/10-38-1.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- von Witzke, H., Nopella, S. & Zhirkova, I. (2011): *Fleisch frisst Land*. Hg. v. WWF Deutschland, Berlin.
- Vullioud, P. (2005): Optimale Fruchtfolgen im Feldbau, *AgrarForschung*, 12 (7), Nyon. Online verfügbar unter [http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/ch\\_cha\\_05\\_tap\\_RSA\\_37\\_4\\_rotation\\_d.pdf](http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/ch_cha_05_tap_RSA_37_4_rotation_d.pdf), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- WBA (2008): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik, *Berichte über Landwirtschaft*, SH 216, 198 S.
- Wang, X., Yan, X. & Liao, H. (2010): Genetic improvement for phosphorus efficiency in soybean: a radical approach. In *Annals of Botany*, 106, S. 215–222. Online verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2889788/pdf/mcq029.pdf>, zuletzt geprüft am 28.07.2012.
- Wehling, P. (2009): Anbau und Züchtung von Leguminosen in Deutschland – Sachstand und Perspektiven. *Journal für Kulturpflanzen*, 61(9), S. 359–364. Online verfügbar unter [http://www.ulmer-journals.de/ojs/index.php/jfk/article/viewPDFInterstitial/82/pdf\\_76](http://www.ulmer-journals.de/ojs/index.php/jfk/article/viewPDFInterstitial/82/pdf_76), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Weiß, D., Thomet, P. (2005a): Sinkende Milchpreise – wie reagieren? Online verfügbar unter [http://www.aktivdrei.de/files/sinkende\\_milchpreise\\_weiss\\_thomet.pdf](http://www.aktivdrei.de/files/sinkende_milchpreise_weiss_thomet.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Weiß, J., Bonsels, T. (1997): Leistungsorientierte Milchviehfütterung. Hinweise zur Umsetzung des neuen Proteinbewertungssystems und der abgepassten NEL-Bewertung. Hg. v. Hessisches Landesamt für Regionalentwicklung und Landwirtschaft (Information für die Beratung, 10/97).
- Weixler, A. (2010): Grundfutterleistung – zentrale Kennzahl der Milchviehhaltung. In: *Innovation* (1), S. 7–9. Online verfügbar unter <http://www.dsv-saaten.de/export/sites/dsv-saaten.de/extras/dokumente/innovation/grundfutterleistung-1-10.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Wichmann, S., Loges, R. & Taube, F. (2006): Kornerträge, N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung und N-Flächenbilanz von Erbsen, Ackerbohnen und Schmalblättrigen Lupinen in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide. *Pflanzenbauwissenschaften*, 10(1), S. 2–15. Online verfügbar unter [http://www.ulmer.de/Artikel.dll/wichmann-et-al\\_MTI5ODA3.PDF](http://www.ulmer.de/Artikel.dll/wichmann-et-al_MTI5ODA3.PDF), zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Wiggerthale, M. (2010): Die Zukunft der Milchwirtschaft: „Weniger ist mehr“. Eine Vergleichsstudie verschiedener Milchmarktmodelle und die GRÜNEN Forderungen für eine nachhaltige Milchpolitik in Europa. Online verfügbar unter [http://www.martin-haesusling.de/attachments/105\\_Milchstudie%20Langfassung%20DE%20final%20komplett.pdf](http://www.martin-haesusling.de/attachments/105_Milchstudie%20Langfassung%20DE%20final%20komplett.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Wissenschaftlicher Beirat (2009): Politikstrategie Food Labeling. Gemeinsame Stellungnahme der Wissenschaftlichen Beiräte für Verbraucher- und Ernährungspolitik sowie Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. In: *Berichte über Landwirtschaft* (90), S. 35–69, 2012
- Wolf, M. (2012): Der Anfang einer Abwärtsspirale? In: *DLG Mitteilungen* (6), S. 66–69.

- 1 XP = Rohprotein.
- 2 73% Schrot, 18% Öl, 7% Schalen und 2% Sonstiges (VON WITZKE ET AL. 2011).
- 3 Der Anteil des Ackerlandes an der LF erhöhte sich von 15% (1961) auf 23% (2009), was einem absoluten Zuwachs von fast 40 Mio. ha entspricht (eigene Berechnungen nach FAOSTAT 2012).
- 4 Von 0,24 (1961) auf etwa 21,75 Mio. ha (2009) (FAOSTAT 2012).
- 5 Ergibt sich aus der ungleichen räumlichen Verteilung von Wirtschaftsdüngern: Überschuss in viehintensiven Regionen, Mangel in Ackerbauregionen.
- 6 Bisher wird ein Recyclen von Phosphor aus sog. sekundären P-Reservoirs wie z. B. Klärschlamm nicht im nennenswerten Maßstab durchgeführt (HERMANN 2009).
- 7 Die Sojabohne gilt als begrenzt selbstverträglich, wenn keine Fruchtfolgekrankheiten vorliegen. Um das Infektionsrisiko Sklerotinia zu verringern, wird jedoch ein Anbauabstand von 4 Jahren zu Sklerotinia-Wirtspflanzen empfohlen (neben Soja v. a. Raps, andere Leguminosen und Sonnenblumen) (u. a. IMGRABEN & RECKNAGEL 2011).
- 8 Bei diesen Überlegungen ist zu berücksichtigen, dass sich die Sinnhaftigkeit des Anbaus dieser Kulturen, trotz dieser überregionalen Trends auf betrieblicher Ebene, an den einzelnen Standorten erheblich unterscheiden kann.
- 9 Wurden 2010 noch etwa 2 Mio. t Biodiesel importiert, waren es 2011 bereits 2,6 Mio. t (ACTI 2012b).
- 10 Sorten mit geringem Gehalt an Erucasäure werden als 0-Raps bezeichnet. Sorten, die zusätzlich geringe Gehalte an Glucosinolaten haben, werden 00-Raps genannt (BERNSMANN ET AL. 2011:60).
- 11 Weiterführende Herleitungen dieser Kernaussagen befinden sich in der Langfassung dieser Studie.
- 12 Informationen dazu finden sich in den erfassten Futtermittelausföhren (BMELV 2011a:TAB.411). Dort wird innerhalb der Warengruppe „Proteinreiche Ölkuchen u. a. feste Rückstände“ lediglich das Sojaschrot einzeln aufgeföhrt. Zieht man Sojaschrot ab, verbleibt in dieser Warengruppe eine Menge von etwa 1,8 Mio. t (im Mittel von 2009/10). Berücksichtigt man, dass neben Rapschrot auch andere Rückstände der Pflanzenölgewinnung darunter fallen, entspricht das in etwa der nicht verföterten Menge an Rapschrot (1,25 Mio. t).
- 13 Im Jahr 2011 etwa 11.874.100 ha (BMELV 2011d).
- 14 Laut KÖPKE & NEMECEK (2010) wurden bei Ackerbohnen vereinzelt auch etwa 650 kg N/ha gemessen.
- 15 Untersuchungen an Ackerbohnen.
- 16 N-Menge im Erntegut im Verhältnis zum gesamten in der Pflanze gebundenen Stickstoff.
- 17 Vor allem  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  und  $\text{NH}_4^+$ .
- 18 Blüht vom späten Frühjahr bis zum November (Keller et al. 1999:762).
- 19 Von einer Unterteilung der Kategorien in feste Klassen wurde abgesehen, da die vorhandenen Werte oft erhebliche Schwankungsbreiten haben oder lediglich qualitative Beschreibungen vorliegen.
- 20 Erläuterungen und Kenndaten der Modellationsberechnungen finden Sie in der Langfassung.
- 21 Im Gegensatz dazu blieben Prämien für z. B. Mutterkühe oder Schaf- und Ziegenfleisch weiterhin bestehen.
- 22 Wird bereits eine Beihilfe für eine ökologische Wirtschaftsweise empfangen, sinkt der Förderbetrag auf 45 €/ha.



100%  
RECYCLED



**Unser Ziel**

Wir wollen die weltweite Zerstörung der Natur und Umwelt stoppen und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Einklang miteinander leben.

[wwf.de](http://wwf.de) | [info@wwf.de](mailto:info@wwf.de)

**WWF Deutschland**

Reinhardtstraße 14  
10117 Berlin | Germany

Tel.: +49(0)30 311 777-0

Fax: +49(0)30 311 777-199

E-Mail: [info@wwf.de](mailto:info@wwf.de)

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