



WWF

STUDIE

D

2012



Langfassung

Alternativen zu importierter Soja in der Milchviehfütterung

STUDIE

Alternativen zu importiertem Soja in der Milchviehfütterung

Impressum**Herausgeber**

WWF Deutschland, Berlin

Stand

1. Auflage Langfassung, Dezember 2012

Autoren

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

**Redaktion/
Koordination**

Dr. Birgit Wilhelm/WWF Deutschland,
Thomas Köberich/WWF Deutschland

Kontakt

birgit.wilhelm@wwf.de

Gestaltung

Ingo Stöcklin, Thomas Schlembach/WWF Deutschland

1	Vorwort	4
2	Zusammenfassung	6
3	Einleitung	10
4	Material und Methoden	13
5	Soja – eine Situationsanalyse	14
6	Status quo Milchviehhaltung in Deutschland	58
7	Grundlagen der Milchviehfütterung	74
8	Alternative Futtermittel zu importierter Soja	84
9	Modellrationsberechnungen	153
10	Potenziale der Substitute für eine sojafreie Milchviehfütterung	163
11	Möglichkeiten einer kraftfutterreduzierten oder kraftfutterlosen Milchviehfütterung	235
12	Politische Rahmenbedingungen zur Unterstützung einer sojafreien Milchviehfütterung	259
13	Schlussfolgerung	272
14.	Literaturverzeichnis	276
15.	Anhang	315

1 Vorwort

Es geht immer wieder durch die Presse, dass unser übermäßiger Fleischkonsum nur möglich sei, weil wir exorbitant viel Futtermittel aus Übersee – vornehmlich aus Südamerika – für unsere Nutztiere importieren. Während sich die Entkoppelung von Tierhaltung und Pflanzenbau in Deutschland in den 60er und 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts mit den bekannten ökologischen Nebenwirkungen, wie Grund- und Trinkwasserverunreinigung durch Überdüngung sowie Anreicherung von Tierarzneirückständen auf Äckern und in tierischen Produkten, vollzogen hat, erfolgte die Entkoppelung von Tierfuttererzeugung und Nutztierhaltung ebenfalls mit dramatischen ökologischen aber auch sozialen Nebenwirkungen leicht zeitversetzt in den letzten drei Jahrzehnten.

Zunehmend wird deutlich, dass der Bogen überspannt ist. Wer genau hinschaut und die Augen nicht verschließt, erkennt sofort, dass dieses internationale System der Futter-/Fleisch-Wirtschaft so nicht – zumindest nicht nachhaltig – funktionieren kann. Bei Soja-Ackerflächenanteilen von z. T. weit über 50 % ist das Erreichen eines agrarökologischen Gleichgewichts nicht mehr möglich. Vergeblich wird versucht, es durch Agrarchemie zu ersetzen. Endstanden sind außerdem kontinentale Nährstofftransfers, die auf der einen Seite – bei den futtermittel-erzeugenden Ländern Südamerikas – Aushagerung, auf der anderen – bei den Fleischerzeugern Europas – Eutrophierung zur Folge haben. So werden die Soja erzeugenden Länder Südamerikas gezwungen, als Nachfrager auf dem Weltdüngemittelmarkt aufzutreten, während die Regionen der europäischen Fleischerzeugung nicht wissen, wo sie ihren Wirtschaftsdünger, der zu einem Abfallprodukt verkommen ist, deponieren können.

Darüber hinaus frisst sich der Sojaanbau zunehmend in die südamerikanische Tropenwaldzone wie in die argentinische Pampa. Dabei kommt es zu Landnutzungsänderung, teils direkt in Form der Rodung von Tropenwald oder dem Umbruch der Pampa für Sojaflächen, teils indirekt, indem z.B. der Sojaanbau Tiere aus den Tierhaltungsregionen auf für diesen Zweck gerodete Tropenwaldfläche verdrängt. Unser Fleischkonsum ist somit in hohem Maße auch in Südamerika klimarelevant.

Sicher wäre das schon Anlass genug, sich der oftmals von Verbrauchern und der Politik geschmähten Forderung der Ernährungswissenschaft zu öffnen, den Fleischkonsum drastisch zu reduzieren. Die Tatsache, dass Import-Soja mit ständig steigenden Anteilen und weit über 50 % auch noch gentechnisch verändert ist, offenbart den Zielkonflikt des bundesdeutschen Verbrauchers, der mit großer Mehrheit gentechnisch veränderte Lebensmittel ablehnt. Dieser Zielkonflikt fällt bis heute in der öffentlichen Debatte unter den Tisch oder wird vielleicht auch unter dem Tisch gehalten.

Klimadebatte, Gentechnik, Welthunger, Ressourcenverknappung – irgendwann muss irgendwo einmal angefangen werden. Deshalb beschäftigt sich die vorliegende Studie mit den Möglichkeiten einer sojafreien Milchviehfütterung. Als Wiederkäuer ist das Milchvieh in Bezug auf die Menge des eingesetzten Sojas sicher nicht die erste Adresse des Ziels, Nutztiere sojafrei zu füttern. Gleichwohl geht ein erheblicher Anteil der importierten Soja in die Milchviehfütterung. Und eben weil das Milchvieh ein Wiederkäuer und damit im mittleren Leistungsbereich nicht essentiell auf höchste Proteinqualitäten im Futter angewiesen ist, sollte geprüft werden, ob hier ein Verzicht auf Importsoja möglich ist.

Das Argument, es gäbe keine Flächen für den Anbau heimischer Leguminosen, hat sich inzwischen und wohl auch endgültig erledigt. Für den Löwenanteil der heute etwa 2,5 Millionen Hektar Energiepflanzenfläche in Deutschland konnte bislang weder der Nachweis der ökologischen Nachhaltigkeit noch der der Energieeffizienz geführt werden, im Gegenteil: Mehr und mehr wird deutlich, dass das Ausmaß sinnvoller Energieerzeugung auf dem Acker weit, sehr weit, überschritten ist. Also, Fläche für eine heimische Eiweißerzeugung wäre da: „food first, second feed“, wenn dann noch was bleibt: Biomasse.

Witzenhausen im September 2012

A. Stopp, I. Schüler, C. Krutzinna & J. Heß (Universität Kassel)

2 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden, ausgehend von der aktuellen Situation, Alternativen zum importierten Soja bei der Proteinversorgung des deutschen Milchviehs untersucht. Der Betrachtungsfokus der Studie 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. Eine nähere Betrachtung der drei Verwendungsbereiche von Sojabohnen und Sojaprodukten (Futtermittel, Lebensmittel und Bioenergieerzeugung) mit dem Fokus auf Deutschland ergab, dass hierzulande das größte Gewicht auf der Nutzung von Sojaschrot als Futtermittel liegt. So ist Sojaschrot mit einem Anteil von mehr als 50 % das bedeutendste Ölschrot in der deutschen Fütterung. 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.

Vor einer Zusammenfassung der **Grundlagen der Milchviehfütterung** erfolgt eine **Analyse der aktuellen Situation der Milchviehhaltung in Deutschland**. Darin 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.

Es schließt sich eine umfassende **Charakterisierung** jener **Eiweißfuttermittel** an, die **in der Milchviehfütterung** alternativ zu Soja eingesetzt werden können. Ausgehend von einer Beschreibung des Sojaextraktionsschrots wurden zum einen die eiweißhaltigen Nebenprodukte der verarbeitenden Industrie Rapsextraktionsschrot, Schlempe, Getreidekleberfutter und Biertreber sowie zum anderen die heimischen Leguminosen Erbsen, Ackerbohnen, Lupinen und heimisches Soja bzw. Weißklee, Rotklee und Luzerne untersucht. Zentral waren jeweils Aspekte zu Anbau bzw. Herstellung, Futterwert sowie deren deutschlandweiten Verfügbarkeit. Die Gesamtbetrachtung dieser Gesichtspunkte mit besonderem Augenmerk auf Futterwert und Verfügbarkeit rechtfertigt die Eingrenzung der sich anschließenden Analyse auf die potentiellen Sojasubstitute Rapsschrot, Ackerbohnen, Erbsen und Luzerne (gilt auch für Rotklee).

Als Grundlage für die eigenen Analysen zu den ernährungsphysiologischen und betriebswirtschaftlichen Potentialen dieser Proteinlieferanten wurden mit dem Programm „Pro-feed“ (Verein für landwirtschaftliche Softwareentwicklung Schleswig-Holstein) insgesamt **16 Modellrationen** aufgestellt. Dabei war das Ziel, einen möglichst repräsentativen Querschnitt der Milchviehrationen in Deutschland zu erhalten. So fanden drei verschiedene Betriebstypen (Grünland, Ackerfutterbau mit bzw. ohne Luzerneanbau) und drei Leistungsstufen (6.000, 8.000 und 10.000 kg pro Jahr) Berücksichtigung.

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 umfänglichen 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 das Jahr 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.
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.

In einem weiteren Schritt wurden acht Experten für Milchviehfütterung nach ihrer Einschätzung der in der Arbeit dargestellten Ergebnisse zum Ersatz von Soja in den Milchviehrationen befragt. Es ist festzuhalten, dass dabei die Korrektheit der Ansätze und Bewertungen in der Studie größtenteils bestätigt wurden.

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.

Unter Berücksichtigung aller zusammengetragenen Informationen und Bewertungen wurden abschließend zentrale Fragen der Studie in der Schlussfolgerung beantwortet.

3 Einleitung

3.1 Rahmenbedingungen der Studie

In einer intensiven Milcherzeugung mit hoher Milchleistung bestehen Futtrationen für Milchkühe aus bis zu 50 % Kraftfutter. Neben der Frage, ob diese Zusammensetzung des Futters wiederkäuergerecht ist, sind bei hohen Kraftfuttermengen auch ökologische Aspekte zu diskutieren, wenn das Kraftfutter nicht auf dem landwirtschaftlichen Betrieb erzeugt, sondern zugekauft wird und so zu Überschüssen in der Nährstoffbilanz des Betriebes führt. Beim Einsatz von Kraftfutter in der tierischen Erzeugung sind auch ethische Fragen wie die Nahrungsmittelkonkurrenz zum Menschen und die Landnutzungsänderung im Erzeugungsland zu berücksichtigen. Die wachsende Weltbevölkerung und die zunehmende Bioethanolerzeugung lassen einen steigenden Bedarf an Getreide erwarten, der mit einem Kostenanstieg des Futtergetreides verbunden ist (vgl. GRUBER 2007a).

Die deutsche Landwirtschaft benötigt zur leistungsorientierten Fütterung ihrer Nutztiere erhebliche Mengen an Rohprotein. Um die Hochleistung von Nutztieren zu gewährleisten, ist eine bestimmte Menge an Rohprotein in den Futtrationen erforderlich. Das für die Nutztierfütterung benötigte Eiweiß wird jedoch derzeit in Europa weder in entsprechender Menge noch in ausreichender Qualität erzeugt. Daher sind die Landwirte auf Futtermittelimporte angewiesen (SCHÄTZEL & STOCKINGER 2012).

Die Erzeugung von tierischen Erzeugnissen in der EU ist, basierend auf 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: Bezüglich der 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. Die Abhängigkeit von Importen sowie die umwelt- und sozialpolitischen Folgen und die ablehnende Haltung der Verbraucher gegenüber gentechnisch veränderten Produkten führen dazu, dass die Situation hinterfragt wird. Der Einsatz von importiertem Soja in der Nutztierernährung ist aus mehreren Gründen überdenkenswert. Zum einen lehnt ein Großteil der Verbraucher Lebensmittel ab, die mit Hilfe von Gentechnik erzeugt werden. Dabei handelt es sich bei dem weitaus überwiegenden Teil des Importsojas um gentechnisch veränderte Ware. Zum anderen führt der hohe Importbedarf der EU an Eiweiß zu Abhängigkeiten von den Weltagarmärkten.

Vor allem im Bereich der Milchviehfütterung lässt sich durch verschiedene Strategien Eiweißfutter einsparen. Werden beispielsweise durch futterwirtschaftliche Maßnahmen 3 % des im Grünfutter enthaltenen Eiweißes effizienter genutzt, so könnten in Deutschland 0,2 Mio. t XP aus Soja eingespart werden (vgl. SCHÄTZEL & STOCKINGER 2012). Weitere vielversprechende Ansätze wären eine Ausweitung des Anbaus von Körner- und Futterleguminosen als Proteinersatz und ein grundsätzliches Überdenken des Kraftfuttereinsatzes beim Milchvieh.

3.2 Ziel der Studie ...

... ist für den Bereich der Milchviehfütterung alternative Strategien in Bezug auf eine Eiweißversorgung mit Sojaschrot auszuloten.

Milchvieh bietet sich insbesondere an, da Wiederkäuer in der Lage sind, ein größeres Spektrum an Eiweißfuttermitteln zu nutzen. Zum einen kann die Proteinversorgung teilweise über das Grundfutter erfolgen, sodass die Anforderungen an Proteinqualität und -quantität des Kraftfutters sinken. Zum anderen wirken antinutritive Faktoren im Vergleich zur Monogastriefütterung weniger stark einsatzbegrenzend. Dafür werden anhand einer vielschichtigen Literaturrecherche andere nutzbare Proteinträger charakterisiert, die Potenziale möglicher Sojasubstitute untersucht und ihr Leistungsvermögen auf der Grundlage eigener Berechnungen innerhalb der existierenden Rahmenbedingungen im Bereich der Milchviehfütterung dargestellt. Daraus abgeleitet werden unter anderem die benötigten Flächen zum Anbau der Substitute errechnet und politische Fördermaßnahmen für die Unterstützung der Umsetzung einer alternativen Eiweißversorgung formuliert.

3.3 Struktur der Studie

Der Studie ist eine Zusammenfassung vorangestellt.

In **Kapitel 3** werden das verwendete Material und das methodische Vorgehen beschrieben, die als Grundlage für diese Arbeit dienen.

Kapitel 4 widmet sich einer Situationsanalyse des Anbaus und der Verwertung von Soja, weltweit und in Bezug auf Deutschland.

In **Kapitel 5** erfolgt eine Status quo-Analyse der Milchviehhaltung in Deutschland.

Kapitel 6. erläutert die Grundlagen der Milchviehfütterung, um für das weitere Vorgehen eine gemeinsame Verständnisgrundlage zu schaffen.

In **Kapitel 7** werden die möglichen Sojasubstitute charakterisiert und daraus abgeleitet, auf welche Komponenten sich die nähere Betrachtung in Bezug auf den Einsatz in der Milchviehfütterung beschränkt.

In **Kapitel 8** erfolgt eine Beschreibung der Rationsberechnungen und die Unterschiede der verschiedenen Modelle werden aufgezeigt.

Das **Kapitel 9** befasst sich mit einer Analyse der Potenziale ausgewählter Sojasubstitute für eine sojafreie Milchviehfütterung in Hinblick auf Ernährungsphysiologie, Ökosystemleistungen, nötige Flächenbedarfe bei einer Substitution und Ökonomie. Anschließend findet eine Verifizierung der Arbeitsergebnisse zur Möglichkeit der Substitution von Soja durch Fütterungsberater verschiedener Bundesländer statt. Abgeschlossen wird das Kapitel durch eine Gesamtbewertung des Substitutionspotenzials heimischer Leguminosen.

Kapitel 10 widmet sich den Möglichkeiten der kraftfutterreduzierten und kraftfutterlosen Milchviehfütterung und formuliert einen Weg, dies in einem Milchviehbetrieb umzusetzen.

Anschließend zeigt **Kapitel 11** politische Rahmenbedingungen auf, die eine sojafreie Fütterung unterstützen würden.

Kapitel 12 legt noch einmal die wichtigsten Ergebnisse der Studie in einer kurzen Schlussfolgerung dar.

4 Material und Methoden

Grundlage der vorliegenden Arbeit ist eine umfangreiche Literaturrecherche. Auf der Suche nach den aktuellsten Daten wurden dabei unterschiedliche, zum Großteil über das Internet abrufbare Quellen genutzt. Neben nationalen und internationalen Datenbanken und wissenschaftlichen Veröffentlichungen wurde auch auf Beiträge und Positionspapiere von beteiligten Verbänden und Organisationen zurückgegriffen. Ergänzende Informationen wurden durch Telefonate und Emails eingeholt.

Auf Basis der gesammelten Daten und Ergebnisse wurden eigene Berechnungen erstellt. So wurden neben einer Schätzung des Sojaschrotaufkommens für das deutsche Milchvieh, der deutschen Importe von virtuellen Flächen und Nährstoffen über Sojaerzeugnisse u.a. ökonomische Bewertungen sowie Berechnungen von Mengen- und Flächenbedarfen durchgeführt. Zum besseren Verständnis werden die Berechnungen in den jeweiligen Kapiteln erläutert. Mithilfe des Programms „Pro-feed 4.5“ vom Verein für landwirtschaftliche Softwareentwicklung aus Schleswig-Holstein wurden darüber hinaus mehrere Modellrationen aufgestellt.

Um die eigenen Einschätzungen und gefundenen Erkenntnisse in den Bezug zur Praxis zu stellen, wurde eine telefonische Befragung von Fütterungsexperten und -beratern durchgeführt. Anhand eines standardisierten Fragebogens (siehe Anhang *Abschnitt 15.2*) mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten wurden acht Personen aus Bayern, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen (konventionell und ökologisch), Sachsen-Anhalt und Sachsen zum Thema der Möglichkeit der Substitution von Sojaschrot in Milchviehrationen befragt.

5 Soja – eine Situationsanalyse

Bei der Sojabohne (*Glycine max* (L.) Merr., Ordnung: *Fabales*, Familie: *Fabaceae*, Unterfamilie: *Faboideae*) handelt es sich um eine der ältesten Nutzpflanzen der Welt. Sie kann auf die Ursprungsform *Glycine soja* zurückgeführt werden (LIEBEREI ET AL. 2007:125, FRANKE 1994:271). LEE ET AL. (2011:7) datierten die Domestikation der Sojabohne in China, Japan und Korea auf etwa 9.000 bis 5.000 Jahre vor heute. Bis heute wird die Sojabohne in Asien vorwiegend als Lebensmittel verwendet und dient zum Beispiel als Grundlage von Suppen, verschiedenen Arten an vegetabilen Käse, Joghurt oder Milch (LIEBEREI ET AL. 2007:126). Trotz dieser langen Anbautradition in asiatischen Ländern erfolgte ihre weltweite Verbreitung relativ spät. In Europa und den USA wurde sie im beginnenden 18. Jh. als sehr hochwertiges Lebensmittel eingeführt, allerdings bis zum Ende des 19. Jh. in nur geringem Maßstab angebaut (BERTHEAU UND DAVISON 2011:4, FRANKE 1994:271). Aufgrund ihres vergleichsweise hohen Gehalts sowohl an Eiweiß als auch an Fett (Tab. 1) entwickelte sich die Sojabohne im vergangenen Jh. vor allem nach dem Zweiten Weltkrieg zu einem der wichtigsten Öl- und Eiweißlieferanten. Ausführlichere Informationen zu Botanik und Anbau sind im Abschnitt 8.2.1.4 zu finden.

Tab. 1: Chemische Zusammensetzung der Sojabohne [Gew.-% der TM] (Orthofer 1978:220)

	gesamt	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Asche
Sojabohne	-	40	21	34	4,9
Keimblätter	90	43	23	29	5,0
Samenschale	8	9	1	86	4,3
Keimling	2	41	11	43	4,4

Im Folgenden wird die Rolle von Soja auf dem internationalen Markt untersucht. Nach der Beschreibung der weltweiten Entwicklung der Sojabohnenerzeugung werden die aktuellen Handelsströme und die Bedeutung von transgenem Soja dargestellt. Abschließend erfolgt eine Analyse der drei wichtigsten Anwendungsbereiche von Sojabohnen.

5.1 Entwicklung der weltweiten Sojabohnenerzeugung

Die Sojaerzeugung erlebte innerhalb der letzten Jahrzehnte ein starkes Wachstum. Wie in Abb. 1 zu sehen ist, hat sich die erzeugte Menge innerhalb von 50 Jahren von etwa 27 Mio. t Sojabohnen im Jahre 1961 auf mehr als 261 Mio. t im Jahre 2010 verzehnfacht. Interessant sind dabei die relativen Veränderungen der Anteile einzelner Länder an der weltweiten Sojaerzeugung, welche in Tab. 2 deutlich werden. So wurden 1961 noch 69 % der gesamten Sojabohnenernte in den USA erzeugt. Zweitwichtigster Erzeuger war China mit einem Anteil von mehr als 23 % an der Welterzeugung. Brasilien und Argentinien, die heute zu den Hauptsojaproduzenten gehören, spielten vor fünfzig Jahren mit einem gemeinsamen Produktionsanteil von etwa 1 % eine untergeordnete Rolle. 2010 kam hingegen mehr als die Hälfte der weltweit erzeugten Sojabohnen aus Südamerika, wobei auf Brasilien 26 % und auf Argentinien 20 % entfielen. Der Anteil der USA an der weltweiten Sojabohnenernte verringerte sich auf knapp 35 %, womit sie dennoch führend blieben. Auf China entfielen 2010 etwa 5,7 % der weltweiten Sojabohnenernte, womit es mit deutlichem Abstand den vierten Rang der

Haupterzeuger von Sojabohnen einnimmt. Etwa 81 % der gesamten Sojabohnenernte wurden 2010 demnach in den drei Ländern USA, Brasilien und Argentinien erzeugt, sodass der räumliche Schwerpunkt des heutigen Sojabohnenanbaus somit sehr deutlich in Nord- und Südamerika liegt (FAOstat 2012).

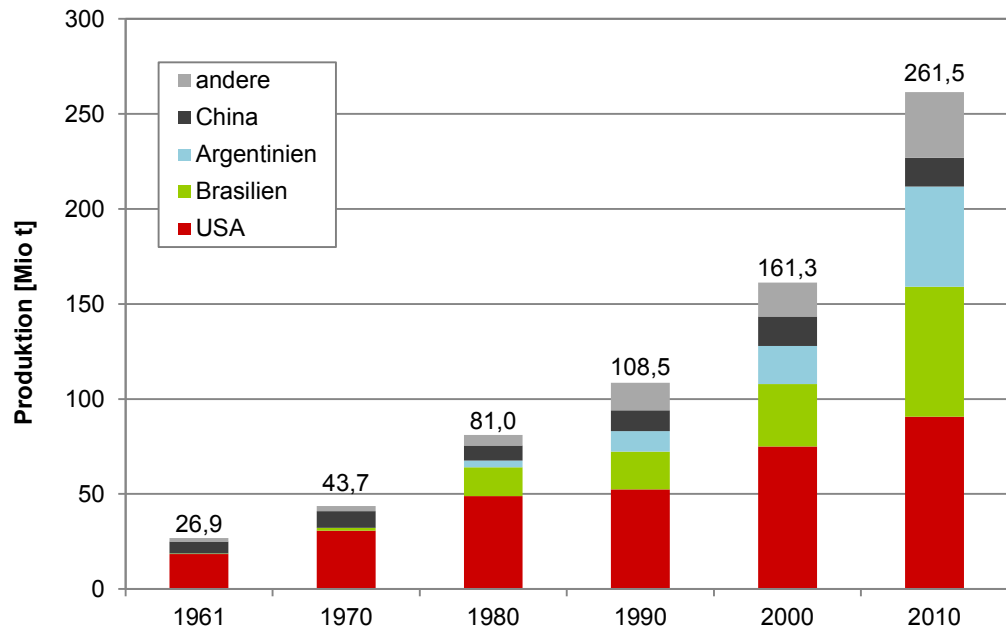


Abb. 1: Entwicklung der Sojabohnen-Produktion in den vier Hauptanbauländern von 1961 bis 2010 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

Tab. 2: Veränderungen der Anteile an der weltweiten Sojabohnenerzeugung der heutigen vier Hauptanbauländer von 1961 bis 2010 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

Anteile [%]*	1961	1970	1980	1990	2000	2010
USA	69	70	60	48	47	35
Brasilien	1	4	19	18	20	26
Argentinien	0,004	0,06	4	10	12	20
China	23	20	10	10	10	6
andere	7	6	7	13	11	13

*Abweichungen von einer Summe von 100 % beruhen auf Rundung

Die enorme Steigerung der Erzeugung von Sojabohnen kann auf verschiedene Gründe zurückgeführt werden. So müssen sowohl züchterische Fortschritte, Flächenausweitungen und politische Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit der Nachfragesteigerung Berücksichtigung finden.

5.1.1 Nachfragesteigerung

Der wahrscheinlich größte Motor für den starken Anstieg des Sojabohnenanbaus war und ist die wachsende Nachfrage nach diesem Erzeugnis und dessen Verarbeitungsprodukten. Laut FAO (2006:52) gehört der Sektor ölliefernder Pflanzen zu den weltweit am schnellsten

wachsenden Bereichen landwirtschaftlicher Erzeugung. Begründet werden kann diese Tatsache damit, dass in der Nutzung von Ölfrüchten und deren Verarbeitungsprodukten gleich mehrere Entwicklungen vereint werden, die jeweils für sich ein starkes Wachstum aufweisen. Genauer zu untersuchen ist dabei die steigende Nachfrage von Sojabohnen als Lebensmittel (v.a. Sojaöl) und als Futtermittel (v.a. eiweißhaltige Rückstände der Ölgewinnung) sowie als Ausgangsstoff für die Biodieselherstellung. Die genauen Analysen der einzelnen Verwendungsbereiche sind im *Abschnitt 5.4* zu finden.

5.1.2 Ertragssteigerung

Ein weiterer Faktor, welcher der wachsenden Sojaerzeugung der letzten Jahrzehnte zugrunde liegt, ist der große Ertragsfortschritt, der durch intensive züchterische Tätigkeit ermöglicht wurde (KLOHN 2002:10). Verbesserungen wurden bei den wichtigen Ertragskomponenten der Soja wie zum Beispiel Anzahl der Nodien je Pflanze, Anzahl der Hülsen je Nodium oder der Samenmasse erzielt (FRANKE 1994:273). In *Abb. 2* wird die Ertragsentwicklung der letzten 50 Jahre in den heutigen vier Hauptanbauländern aufgezeigt. Bezüglich des weltweiten Durchschnitts konnte der Flächenertrag von Sojabohnen von 1961 mit 1,13 t/ha bis 2010 mit 2,55 t/ha mehr als verdoppelt werden. Die Erträge sowohl in den USA als auch in Brasilien und Argentinien liegen heute mit mehr als 2,9 t/ha deutlich über dem weltweiten Durchschnitt. Das weit darunter liegende Ertragsniveau in China weist auf die großen Ertragsunterschiede im weltweiten Ländervergleich.

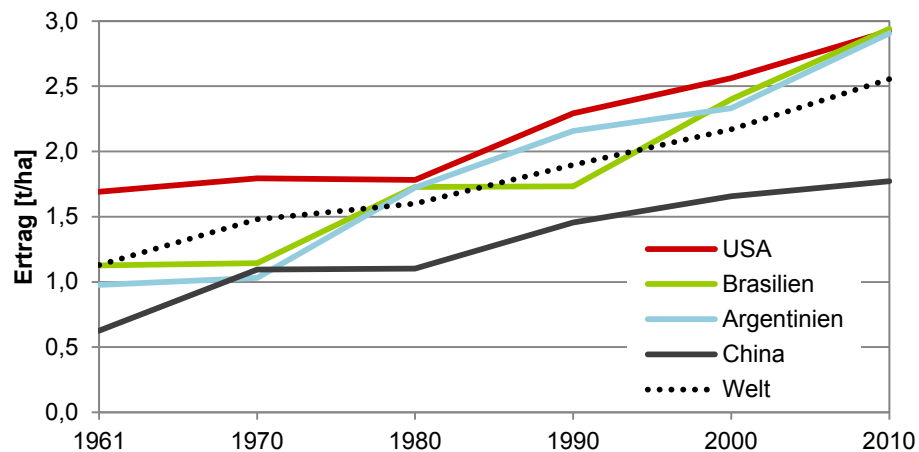


Abb. 2: Ertragsentwicklung der heutigen vier Hauptanbauländer von Sojabohnen im Vergleich zum weltweiten Ertragsdurchschnitt von 1961 bis 2010 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

5.1.3 Flächenausweitung – Landnutzungsänderung

Auch die enorme Ausweitung der Ackerflächen, die für den Sojabohnenanbau genutzt werden, sorgte für die sehr dynamische Entwicklung der Sojabohnenerzeugung. Laut FAO (2006:6,55F) vergrößerte sich die für die wichtigsten Feldfrüchte¹ genutzte Ackerfläche der Entwicklungsländer im Zeitraum zwischen 1980 und 2000 um 96 Mio. ha. Davon wurde mit etwa 50 Mio. ha mehr als die Hälfte nur für Ölpflanzen verwendet. Laut ACTI (2009) ist die Steigerung der Ölsaatenproduktion auf Rekordhöhe v.a. auf die Erweiterung des Sojabohnen-

¹ Getreide, Wurzeln, Hülsenfrüchte, faser-, zucker-, ölliefernde Pflanzen

aber auch des Rapsanbaus zurückzuführen. *Abb. 3* zeigt die für Sojabohnen genutzte Ackerfläche weltweit sowie der drei Haupterzeugerländer und lässt die Sojaflächenzunahme deutlich erkennen. Ergänzend dazu werden in *Abb. 4* die Anteile der Sojafläche am gesamten Ackerland des jeweiligen Landes betrachtet. So kann die Bedeutung des Sojaanbaus in den einzelnen Ländern unabhängig von der jeweiligen Landesgröße abgeschätzt werden. Beide Abbildungen weisen auf die enorme weltweite Größen- und Bedeutungszunahme der Sojaflächen im betrachteten Zeitraum.

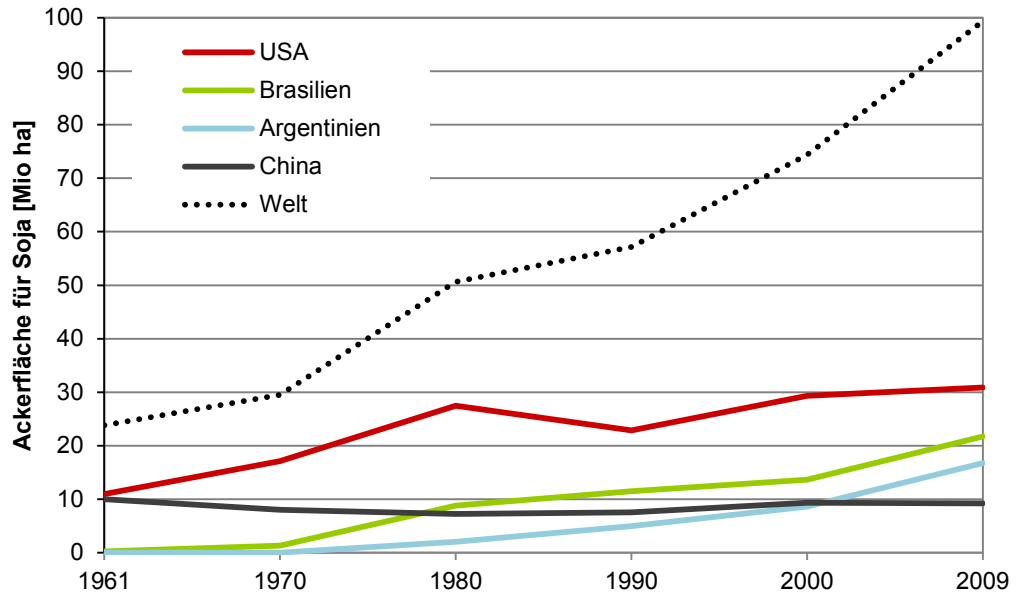


Abb. 3: Für den Sojabohnenanbau genutzte Ackerflächen der vier Hauptanbauländer und weltweit von 1961 bis 2009 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

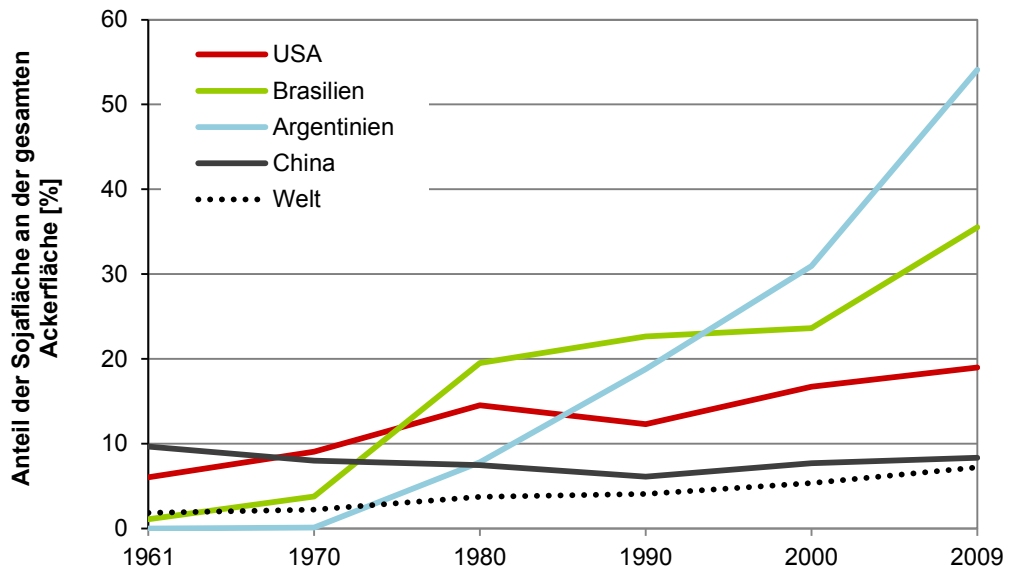


Abb. 4: Anteil der Fläche für Sojabohnen an der gesamten Ackerfläche der vier Hauptanbauländer und der Welt von 1961 bis 2009 (eigene Berechnungen nach FAOstat 2012)

Zwei weitere Aspekte sind in diesem Zusammenhang von Interesse. Das ist die Entwicklung einerseits der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) der betrachteten Länder und andererseits deren jeweiliger Anteil von Acker- und Grünland (Abb. 5).

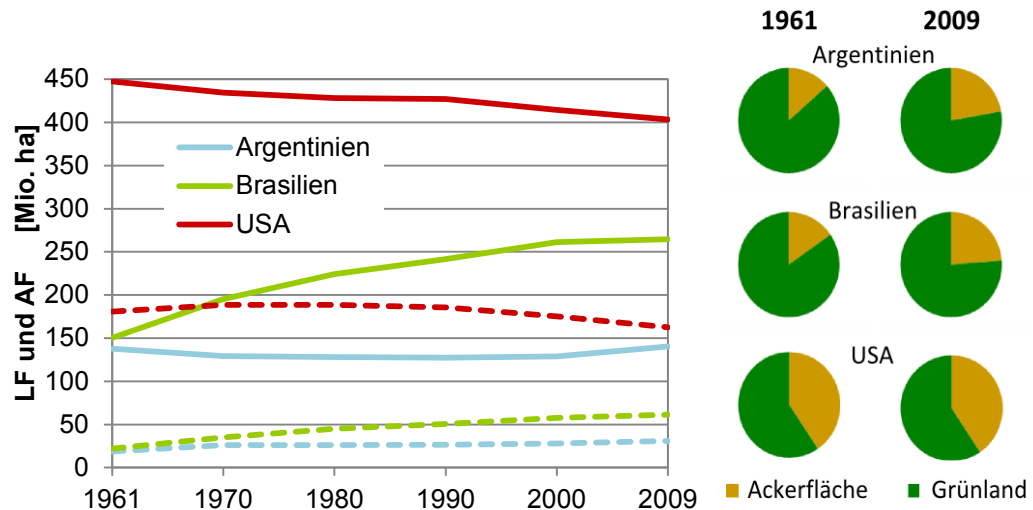


Abb. 5: Entwicklung der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) und der Ackerfläche (AF, gestrichelte Linie) in Argentinien, Brasilien und den USA sowie die Verteilung der LF auf Grünland und Ackerfläche² von 1961 bis 2009 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

Betrachtet man die USA, kann man innerhalb der letzten fünfzig Jahre nahezu eine Verdreifachung der Sojaanbaufläche von 10,9 Mio. ha (1961) auf 30,9 Mio. ha (2009) feststellen. Im gleichen Maße wuchs auch der Anteil der Sojafläche am gesamten Ackerland von 6 % im Jahre 1961 auf fast 19 % im Jahre 2010³ bei einer gleichzeitigen Abnahme der LF um etwa 50 Mio. ha³ (Abb. 5, FAOstat 2012). Die Anteile von Grün- und Ackerland blieben mit etwa 60 bzw. 40 % gleich. In den USA wird die Sojabohne v.a. in den östlichen Teilen des Landes angebaut. Die westliche Anbaugrenze kann entlang Dakota, Nebraska, Kansas, Oklahoma und Texas gezogen werden, wobei eine Ausdehnung der Anbaugebiete innerhalb dieser Staaten in Richtung Westen durch Bewässerung erreicht wurde (WILCOX 2004:3). Die führenden Erzeuger sind Bundesstaaten im zentralen Norden der USA⁴, aus denen 2009 70 % der US-amerikanischen Sojabohnenernte stammten (USDA 2010:III-16). Seit Mitte der 1980er Jahre verstärkte sich die räumliche Konzentration des Sojaanbaus in den USA, indem die für Sojabohnen genutzten Flächen in den südlichen Bundesstaaten ab- und in den nördlichen stark zunahm. Zwischen 1983/85 und 2000/02 nahm zum Beispiel die Sojaanbaufläche in South Dakota um fast 260 % und in Nebraska um mehr als 100 % zu (eigene Berechnungen mit Daten aus WILCOX 2004:4). Von mehreren Seiten wird in den USA nur ein geringes Wachstumspotenzial für Sojaflächen gesehen. Die Konkurrenz zum Maisanbau wird dabei als wichtigster Grund angegeben (WILCOX 2004:9, MIELKE 2011).

Ein deutlich stärkeres Wachstum der Acker- und im Speziellen der Sojaflächen kann in Brasilien und Argentinien beobachtet werden. In Brasilien stieg die LF zwischen 1961 und 2009 um

² im gesamten betrachteten Zeitraum entsprechen Grün- und Ackerland zusammen mindestens 96 % der LF

³ In der EU ist ein ähnlicher Trend zu verzeichnen. Betrug die LF hier 1961 noch 212 Mio. ha waren es 2009 etwa 188 Mio. ha (FAOstat 2012).

⁴ Illinois, Indiana, Iowa, Minnesota, Missouri, Nebraska, Ohio und South Dakota

etwa 114 Mio. ha an, was einem Anstieg um fast 76 % entspricht.⁵ Gleichzeitig verschob sich das Verhältnis von Ackerfläche zu Grünland, wobei der Anteil der AF um 8 Prozentpunkte zu- und der des Grünlandes um 7 Prozentpunkte abnahm. In absoluten Zahlen entspricht das einer Zunahme der brasilianischen AF von fast 40 Mio. ha. In Argentinien ist im gleichen Zeitraum nur eine geringe Steigerung der LF um 1,9 % zu verzeichnen, sodass sich die Zunahme der AF nahezu vollständig zulasten des GL vollzog. Eine Zu- oder Abnahme der LF zieht eine Umnutzung von anderen Flächen mit sich. Da eine Ausweitung der LF auf Kosten von Siedlungs- oder Verkehrsfläche unwahrscheinlich ist, kann ein Zugewinn an LF wahrscheinlich zu einem Großteil mit der Inkulturnahme vorher unberührter Ökosystemen zum Beispiel durch die Abholzung von Wald erklärt werden. MORTON ET AL. (2006) untersuchten den Zusammenhang von Entwaldung und der Zunahme der Ackerflächen in Brasilien genauer. In einem mehr als 60 % der Landesfläche umfassenden Gebiet im Nordwesten des Landes, welches ‚Legal Amazon‘ genannt wird, wurden in den Jahren 2001 bis 2004 9,37 Mio. ha Wald abgeholzt (MORTON ET AL. 2006). Obwohl ein Großteil dieser Waldflächen in Weideland umgewandelt wurde, nahm der Anteil der in Ackerland überführten Flächen stetig von 13 bis 23 % zu (MORTON ET AL. 2006). Dabei konnte eine deutliche Korrelation dieser Flächenanteile mit dem internationalen Handelspreis von Sojabohnen nachgewiesen werden (MORTON ET AL. 2006). Dieser Sachverhalt und der wachsende Anteil von Sojaanbaufläche (Abb. 4) legt nahe, dass die Erweiterung der Sojaanbauflächen eine der Hauptantriebskräfte der wachsenden Ackerflächen in Brasilien darstellt. Das entspricht auch der Aussage der FAO (2004), dass der Großteil der Ackerflächenvergrößerung auf Sojabohnen zurückgeführt werden kann. Ob die Sojaflächen aus direkter oder indirekter Landnutzungsänderung entstammen, bleibt zunächst unklar. Bei der direkten Landnutzungsänderung (direct landuse change, dLUC) würden die Sojaflächen durch den Umbruch von bestehendem Grünland bzw. direkt auf den durch Rodung neu erschlossenen Flächen generiert werden. Im Gegensatz dazu würden bei der indirekten Landnutzungsänderung (indirect landuse change, iLUC) die Sojabohnen andere Ackerkulturen verdrängen, die dann wiederum auf den zum Beispiel durch Rodung neu erschaffenen Ackerflächen angebaut würden. Genaue Angaben bezüglich der Landnutzungsänderungen im Zusammenhang mit dem Sojaanbau gibt es für Argentinien (s.u.).

Nach Investitionen seitens Japan in die brasilianische Sojabohnenindustrie und steigender Nachfrage nach Sojabohnen in der EU stieg Brasilien Anfang der 1970er Jahre in den Exportmarkt ein (MITRA & JOSLING 2009:14). In Brasilien erhöhte sich die für Sojabohnen genutzte Ackerfläche in dem betrachteten Zeitraum auf fast das Hundertfache von 0,24 Mio. ha auf etwa 21,75 Mio. ha (FAOSTAT 2012). Zuerst wurde die Sojabohne in größerem Umfang im Bundesstaat Rio Grande do Sul angebaut und breitete sich im Folgenden in den angrenzenden Bundesstaaten Santa Catarina, Paraná und Sao Paulo im Süden Brasiliens aus (WILCOX 2004:3F). Seit den 1980er Jahren erfolgte eine deutliche Erweiterung in Richtung Nordosten, indem Gebiete des Campos Corrado, einer Savanne in Zentral-Brasilien, für den Sojaanbau erschlossen wurden (WILCOX 2004:4). Die große Menge an landwirtschaftlich wenig genutztem Land ermöglichte ein erstaunliches Flächenwachstum, sodass zu den mit Soja eingesäten Flächen zum Beispiel in den Jahren 2001 bis 2003 jährlich 2,5 Mio. ha hinzukamen (SHEAN 2004). Das entspricht mehr als der Ackerfläche von Dänemark im Jahre 2009 (FAOSTAT 2012). Unterstützt wurde dieser Trend durch die Abwertung der brasilianischen Währung, was den Export von Sojabohnen stimulierte und somit Investitionen in den Sojaanbau förderte (SHEAN 2004). Bereits 2004 erstreckte sich der Sojaanbau in einem Großteil der Bundesstaaten Brasiliens (SHEAN 2004). 2009 wurden in Brasilien auf einer Fläche von 21,75 Mio. ha Sojabohnen

⁵ Im gleichen Zeitraum verkleinerte sich die LF in Deutschland von etwa 19,4 auf 16,9 Mio. ha um fast 13 %.

geerntet, was 35,5 % der gesamten brasilianischen Ackerfläche entspricht (*Abb. 3, Abb. 4, FAOSTAT 2012*). Zur Einordnung dieser Zahl soll auf die in Deutschland zur Verfügung stehende Ackerfläche verwiesen werden. Die betrug im Jahr 2009 etwa 11,9 Mio. ha und entsprach somit etwas mehr als der Hälfte der im selben Jahr in Brasilien für den Sojaanbau genutzten Fläche (*FAOSTAT 2012*).

Noch schneller wuchs die Sojafläche in Argentinien, während die LF innerhalb der letzten fünf Jahrzehnte mehr oder weniger konstant etwa 130 Mio. ha betrug und erst seit 1990 wieder ein leichter Anstieg zu verzeichnen ist. Die Ackerflächen in Argentinien nahmen zwischen 1961 und 2009 von 18,6 auf 31 Mio. ha zu und hatten 2009 einen Anteil von 22 % an der LF (*FAOSTAT 2012*) (*Abb. 5*). Nach dem Aufheben eines Exportverbots für Sojabohnen in der Mitte der 1970er beteiligte sich Argentinien an dem weltweiten Geschäft mit der Sojabohne. Bis dahin war der Sojaanbau in dem Land mit nur 980 ha (1961) unbedeutend. Es kam dann zu einer Erweiterung auf 16,8 Mio. ha im Jahre 2009, sodass Argentinien bereits Anfang der 1990er zum drittgrößten Sojabohnenerzeuger Südamerikas aufstieg (*FAOSTAT 2012*) (*Abb. 3*). Dabei zeigte der Anteil von Sojaflächen am gesamten Ackerland ein enormes Wachstum, sodass sie 2009 mit 54 % mehr als die Hälfte der gesamten argentinischen Ackerflächen ausmachten⁶ (*FAOSTAT 2012*) (*Abb. 4*). DEESE & REEDER (2007:7) gehen davon aus, dass die gesamte Vergrößerung der Ackerfläche Argentiniens zwischen 1995/96 und 2005/06 von 10 Mio. ha gänzlich zugunsten der Sojaerzeugung gegangen sei. In Argentinien werden vor allem Flächen in der Pampa, einer Grassteppe im Nordosten des Landes, für den Anbau von Sojabohnen verwendet, was durch *Abb. 5* unterstrichen wird. So stammen etwa 85 % der Ernte aus den Bundesstaaten Sante Fe, Cordoba und Buenos Aires in dieser Region (*WILCOX 2004:5*). BENBROOK (2005) untersuchte die LUCs durch die Ausweitung der Sojaflächen zwischen 1996 und 2004 in Argentinien genauer. 32 % der neu entstandenen Sojaflächen wurden vorher bereits für den Anbau von Nutzpflanzen⁷ verwendet (*BENBROOK 2005:24*). Geht man davon aus, dass der Anbau dieser Pflanzen nicht im gleichen Maße abgenommen hat, sind mit der Verdrängung dieser Pflanzen durch die Sojabohne iLUCs verbunden. Dem verbleibenden Sojaflächenzuwachs (68 %) sind dLUCs zuzuschreiben, da laut *BENBROOK (2005:24)* für 27 % davon Grünlandflächen umgebrochen und für 41 % Flächen aus ehemals bewaldeten Gebieten bzw. der Grassteppe genutzt wurden.

Abb. 3 weist zudem noch auf eine andere Entwicklung im globalen Sojabohnenanbau der letzten Jahrzehnte. Ein wachsender Anteil der weltweiten Sojaflächen befindet sich nicht in den bisher beschriebenen drei Haupterzeugerländern USA, Brasilien und Argentinien (siehe auch *Abb. 1*). Das heißt, dass andere Länder zunehmend in den Sojaanbau einsteigen und zum Teil äußerst schnell die Erzeugung steigerten. Vor allem sind dabei Indien und Paraguay zu nennen, welche 2010 Rang 5 bzw. 6 der weltweiten Hauptsojaerzeuger einnahmen, wenn auch mit gewissem Abstand zu China. Die Entwicklung soll mithilfe einiger Kennzahlen in *Tab. 3* veranschaulicht werden.

⁶ Zu beachten ist dabei, dass auf 35 % der argentinischen Sojaflächen die Sojabohne nach Weizen eine Zweitfrucht darstellt (*Wilcox 2004:5*).

⁷ Weizen, Sorghum, Mais, Sonnenblumen, Reis, Baumwolle, Hafer und Bohnen

Tab. 3: Entwicklung von Erzeugung, Ertrag und Anteil der Sojafläche am Ackerland in Indien und Paraguay von 1961 bis 2010 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

		1961	1970	1980	1990	2000	2010
Indien	Produktion [Mio. t]	0,005	0,014	0,4	2,6	5,3	9,8
	Erträge [t/ha]	0,45	0,44	0,7	1	0,8	1,1
	Anteil der Sojafläche am Ackerland [%]**	0,01	0,02	0,4	1,6	4	6*
Paraguay	Produktion [Mio. t]	0,002	0,04	0,5	1,8	3	7,5
	Erträge [t/ha]	1,6	1,5	1	2	2,5	2,8
	Anteil der Sojafläche am Ackerland [%]**	0,2	3,5	29,3	42,7	39	67,6*

*Daten von 2009, **eigene Berechnungen nach FAOstat 2012

In beiden Ländern ist die Erzeugung von Sojabohnen innerhalb der letzten fünfzig Jahre sehr stark von wenigen tausend t auf 9,8 Mio. t in Indien und 7,5 Mio. t in Paraguay (2010) angestiegen. Die Ertragsentwicklung von Paraguay ähnelt jener der Nachbarländer Brasilien und Argentinien. Hervorzuheben ist der hohe Anteil (67,6 %) der Ackerfläche, der 2009 in Paraguay für den Sojaanbau genutzt wurde (FAOstat 2012).

In Verbindung mit den vielen Studien, die die negativen Folgen von Landnutzungsänderungen einerseits und die Konzentration auf nur wenige Ackerkulturen andererseits beschreiben, gewinnen die vorgestellten Zahlen der südamerikanischen Sojabohnenerzeuger an Brisanz. Die Studien weisen u.a. negative Effekte auf die Treibhausgasbilanz durch die Freisetzung von in der Biomasse bzw. im Boden gespeichertem Kohlenstoff als Folge von Waldrodung oder Grünlandumbruch sowie auf erhebliche Schäden der natürlichen Ökosysteme hin, welche sich unter anderem in einem Rückgang der Artenvielfalt und der Wasserressourcen sowie der Degradation von Böden widerspiegelt (u.a. IBRAHIM ET AL. 2010, GREENPEACE 2008a, MORTON ET AL. 2005, GUO & GIFFORD 2002) (siehe dazu auch *Abschnitt 5.2.3.2*).

5.2 Der Handel mit Soja

5.2.1 Welthandel

Untersucht man den Handel von Soja, sind drei Produkte zu berücksichtigen: ganze Sojabohnen sowie deren Verarbeitungsprodukte Sojaöl und Sojaschrot bzw. Sojakuchen⁸. Im Zuge der Konzentration des Sojabohnenanbaus auf nur wenige Regionen der Welt als auch deren Steigerung der Sojaerzeugung einerseits und der vielschichtigen und weltweit wachsenden Nachfrage nach Sojabohnen und deren Verarbeitungsprodukte andererseits wuchs das Handelsvolumen dieser Agrarprodukte innerhalb der letzten Jahrzehnte enorm an (*Abb. 6*)⁹.

⁸ Informationen zur Herstellung der einzelnen Sojaprodukte befinden sich in den *Abschnitten 8.1.1* und *5.4.2*

⁹ Für alle drei Sojahandelswaren wurde versucht, in den Daten enthaltene Re-Exporte zu minimieren, indem Exporte aus Ländern, die selbst keine eigene Erzeugung der jeweiligen Ware haben, von den Daten zu den weltweiten Exportströmen abgezogen wurden.

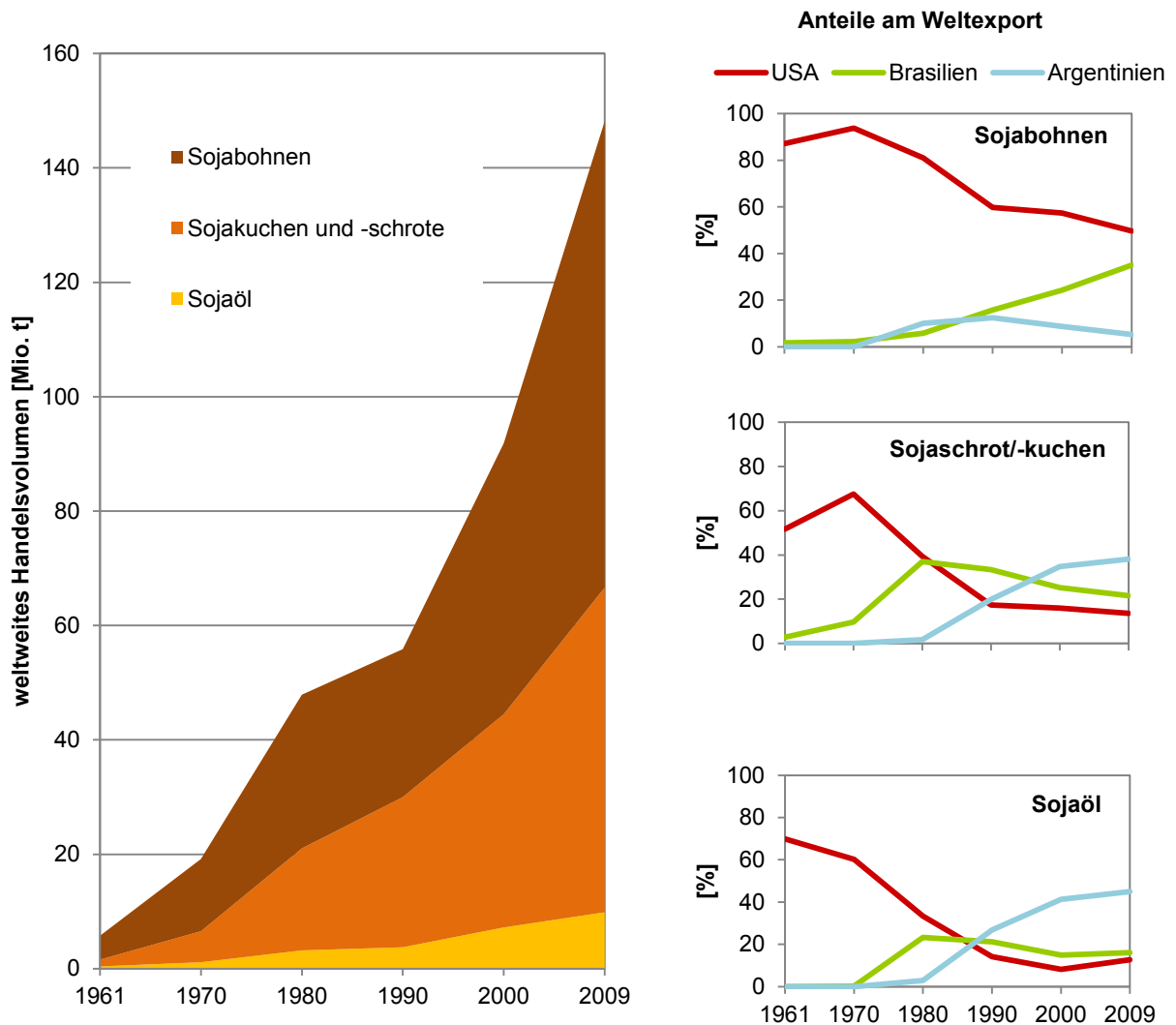


Abb. 6: Entwicklung des weltweiten Handelsvolumens von Sojabohnen und deren Verarbeitungsprodukten sowie die Anteile der drei Hauptexporteure am weltweiten Exportvolumen von 1961 bis 2009 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

Das stärkste Wachstum verzeichnete der Handel mit Sojabohnen, welcher sich im betrachteten Zeitraum mehr als verzweifachte. Die heutige Bedeutung des weltweiten Sojahandels wird im Vergleich zu anderen Agrarprodukten deutlich. Im Jahr 2009 belegten Sojabohnen und Sojaschrot/-kuchen nach Weizen und Mais Rang drei und vier der mengenmäßig am meisten gehandelten Agrarprodukte der Welt (FAOstat 2012). In Tab. 5 werden die jeweils zehn Nationen mit den weltweit größten Anteilen am Import- und Exportvolumen der drei Sojahandelswaren sowie ergänzend dazu das gesamte Handelsvolumen der Welt und der EU-27 im Jahre 2009¹⁰ gezeigt. Die USA, Brasilien und Argentinien sind als die Haupterzeuger von Soja auch die Hauptexporteure, wobei 2009 deren gemeinsamer Anteil am gesamten weltweiten Export bei Sojaschrot/-kuchen und Sojaöl mehr als 73 %, bei Sojabohnen sogar fast 90 % beträgt.

¹⁰ In Bezug auf Export- und Importvolumina liegen keine aktuelleren Daten vor.

Innerhalb der letzten Jahrzehnte vollzog sich allerdings bezüglich deren relativer Anteile ein erheblicher Wandel (Abb. 6). Bis in die 1980er war die USA führender Exporteur aller drei Sojahandelswaren. In den 1990er Jahren wurde mit großen Investitionen der argentinische Soja-Verarbeitungssektor ausgebaut (KLOHN 2002:17), sodass heute der größte Teil der verarbeiteten Sojabohnen aus Argentinien kommt. Die extreme Exportausrichtung von Argentinien wird in Tab. 4 deutlich. Im Jahr 2008 verarbeitete Argentinien etwa 75 % der eigenen Sojabohnenerzeugung, wobei das verbleibende Viertel direkt exportiert wurde. Von dem hergestellten Sojaschrot und -öl wurden bei einer sehr geringen Inlandsnachfrage der überwiegende Teil exportiert.

Tab. 4: Vergleich der Erzeugung und Verwendung von Sojabohnen, -schrot sowie -öl in Argentinien 1999 und 2008 (eigene Darstellung und Berechnung nach FAOstat 2012)

[Mio t]	Erzeugung	Futtermittel	Verarbeitung	Sonstiges*	Export	Exportanteil [%]
1999						
Sojaschrot	13,4	0,9	-	-	13,1	97,8
Sojaöl	3,1	-	-	0,2	3,0	96,8
Sojabohnen	20,0	-	17,1	0,5	3,1	15,5
2008						
Sojaschrot	24,7	1,4	-	-	23,3	94,3
Sojaöl	6,0	-	-	0,1	4,9	81,7
Sojabohnen	46,2	-	36,0	1,5	11,7	25,3

* Lebensmittel, Verlust, Saatgut

Hervorzuheben ist die Abnahme des Exportanteils beim Sojaöl, was u.a. auf eine gestiegene Inlandsnachfrage für Lebensmittel oder als Rohstoff für die Biodieselgewinnung weist (siehe auch Abschnitt 5.4.3).

Beim weiteren Betrachten der Exporte fällt auf, dass nach großen Sojabohnenproduzenten in der Rangfolge der Hauptexporteure von Sojabohnen, -schrot und -öl auch Länder stehen, die keine bzw. nur in sehr geringem Umfang Sojabohnen anbauen. Zu nennen sind hierbei vor allem die Niederlande und Deutschland, welche Sojabohnen doch vor allem Sojaschrot/-kuchen und Sojaöl exportieren, nachdem sie selbst Sojabohnen importiert und zum großen Teil weiterverarbeitet haben. So führt Sojaschrot die niederländische Exportstatistik landwirtschaftlicher Güter der letzten Jahre in Bezug auf die gehandelte Menge mit großem Abstand an (FAOSTAT 2012).

Auf der Seite der Importeure sind asiatische Länder (v.a. China) und die EU-27 führend, wobei auch dort unterschiedliche Tendenzen erkennbar sind. Aufgrund des gestiegenen Lebensstandards in China und des damit verbundenen erhöhten Bedarfs an pflanzlichen Ölen, tierischen Lebensmitteln und daraus resultierend auch an eiweißhaltigen Futtermitteln entwickelte sich China von einem Nettoexporteur in der Mitte des 20. Jh. zu einem Nettoimporteur von Sojabohnen und Sojaprodukten (BERTHEAU UND DAVISON 2011:3). Nachdem in China 1999 eine Importsteuer auf Sojaschrot/-kuchen eingeführt wurde, um die verarbeitende Industrie zu stärken, ist es heute mit großem Abstand der größte Importeur von Sojabohnen (KLOHN

2002:14). Im Jahr 2009 war die Sojabohnenimportmenge Chinas etwa dreimal so groß wie jene der EU-27. Auch beim Import von Sojaöl ist China vor einer Vielzahl anderer asiatischer Länder führend. In Europa stehen mit zum Beispiel Raps andere Öllieferanten zur Verfügung, die traditionell als Lebensmittel genutzt werden, weshalb die Sojaölimporte nach Europa im Vergleich zu asiatischen Ländern geringer sind (WILCOX 2004:8). In Bezug auf die Importe von Sojaschrot und -kuchen ist bemerkenswert, dass innerhalb der weltweiten Top 10 sechs Länder der EU-27 zu finden sind, mit Deutschland nach den Niederlanden und Frankreich auf Rang drei. Auch unter Berücksichtigung der Re-Exporte ist der Inlandsverbrauch an Sojaschrot und -kuchen in diesen Ländern sehr hoch und kann auf die intensive Tierhaltung zurückgeführt werden (KLOHN 2002:26; BERTHEAU UND DAVISON 2011:14; WILCOX 2004:9).

Tab. 5: Weltweite Exporte und Importe von Sojabohnen, Sojaschrot und -kuchen sowie Sojaöl im Jahr 2009 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

SOJABOHNEN						
EXPORTE				IMPORTE		
Rang	Staat	Menge [Mio. t]	Anteil an Welt- exporte [%]	Staat	Menge [Mio. t]	Anteil an Welt- importe [%]
1	USA	40,5	49,7	China	44,9	56,4
2	Brasilien	28,6	35,0	Japan	3,5	4,3
3	Argentinien	4,3	5,3	Mexiko	3,4	4,3
4	Paraguay	2,1	2,6	Deutschland	3,2	4,0
5	Niederlande	1,1	1,4	Niederlande	3,0	3,8
6	Kanada	2,3	2,8	Spanien	2,9	3,7
7	Bolivien	0,1	0,2	Thailand	1,5	1,9
8	China	0,3	0,4	Italien	1,4	1,7
9	Belgien	0,1	0,2	Indonesien	1,3	1,6
10	Indien	0,0	0,0	Korea	1,1	1,4
	<i>EU-27</i>	<i>1,5</i>	<i>1,9</i>	<i>EU-27</i>	<i>14,2</i>	<i>17,9</i>
	Welt	81,5		Welt	79,7	
SOJASCHROT und SOJAKUCHEN						
EXPORTE				IMPORTE		
Rang	Staat	Menge [Mio. t]	Anteil an Welt- exporte [%]	Staat	Menge [Mio. t]	Anteil an Welt- importe [%]
1	Argentinien	21,6	38,0	Niederlande	4,7	8,4
2	Brasilien	12,3	21,6	Frankreich	3,7	6,5
3	USA	7,7	13,5	Deutschland	3,3	5,9
4	Niederlande	4,2	7,5	Spanien	2,6	4,6
5	Indien	3,2	5,6	Italien	2,4	4,2
6	Deutschland	1,3	2,3	Vietnam	2,3	4,2
7	China	1,1	2,0	Indonesien	2,3	4,1
8	Paraguay	1,0	1,8	Japan	2,2	3,9
9	Slowenien	1,0	1,7	Thailand	2,1	3,7
10	Bolivien	1,0	1,7	Großbritannien	1,9	3,4
	<i>EU-27</i>	<i>8,5</i>	<i>14,9</i>	<i>EU-27</i>	<i>27,9</i>	<i>49,5</i>
	Welt	56,8		Welt	56,4	

SOJAÖL						
EXPORTE				IMPORTE		
Rang	Staat	Menge [Mio. t]	Anteil an Weltexporte [%]	Staat	Menge [Mio. t]	Anteil an Weltimporte [%]
1	Argentinien	4,4	45,0	China	2,4	24,5
2	Brasilien	1,6	16,2	Indien	1,1	11,2
3	USA	1,3	12,7	Marokko	0,4	4,0
4	Niederlande	0,5	4,8	Bangladesch	0,4	4,0
5	Deutschland	0,3	3,3	Iran	0,4	4,0
6	Paraguay	0,3	2,6	Algerien	0,4	4,0
7	Bolivien	0,2	2,1	Korea	0,3	2,9
8	Spanien	0,2	2,0	Peru	0,3	2,8
9	Russland	0,2	1,6	Frankreich	0,3	2,7
10	Malaysia	0,1	1,1	Venezuela	0,3	2,6
	EU-27	1,2	12,6	EU-27	1,3	12,9
	Welt	9,9		Welt	9,8	

5.2.2 Deutsche Sojaimporte

Untersucht man die Importe agrarischer Güter nach Deutschland im Jahr 2009 näher, stehen in Bezug auf die Menge Sojaschrot mit 3,3 Mio. t und Sojabohnen mit 3,2 Mio. t an zweiter bzw. an vierter Stelle (Abb. 7).

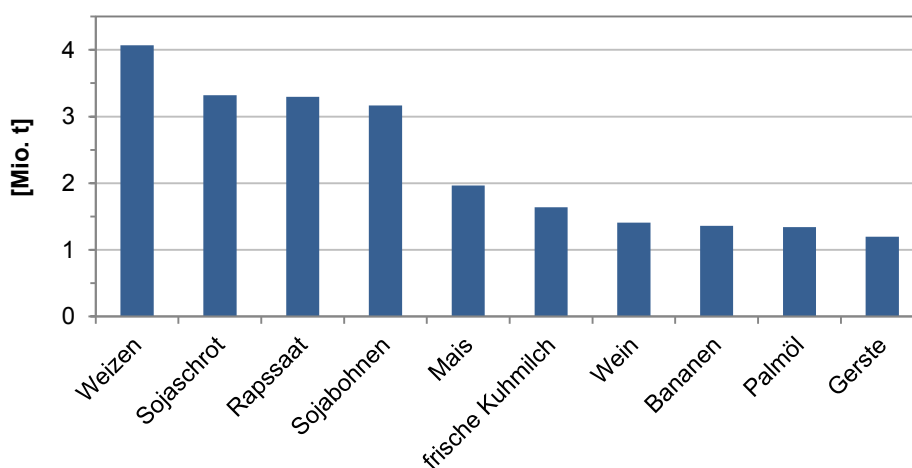


Abb. 7: Die Top 10 der deutschen Importe landwirtschaftlicher Güter (bezogen auf die Menge) 2009 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

Dabei hat sich die Importmenge beider Waren innerhalb der letzten Jahrzehnte etwa versechsfacht (Abb. 8), wobei seit etwa 2000 die Importmenge von Sojaschrot schneller als jene der Sojabohnen gestiegen ist und seit 2008 zum ersten Mal überwiegt.

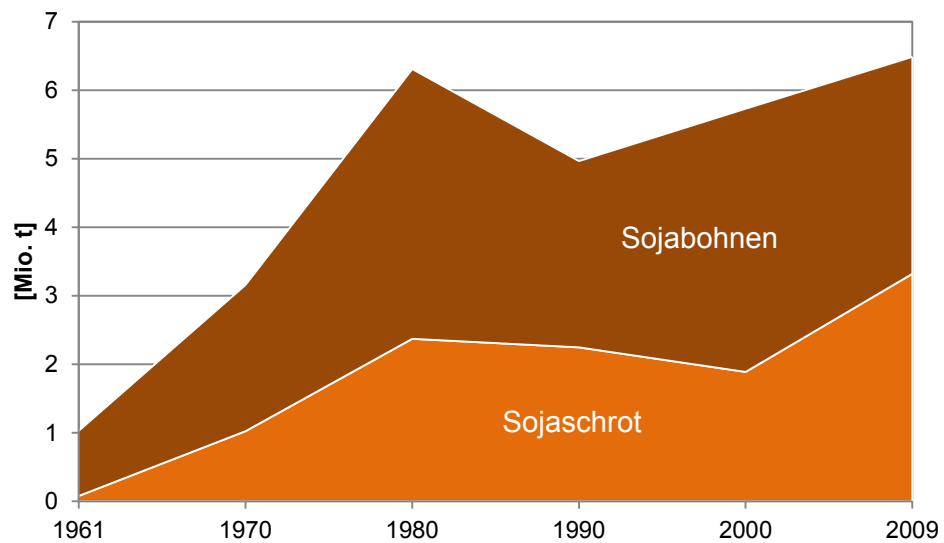


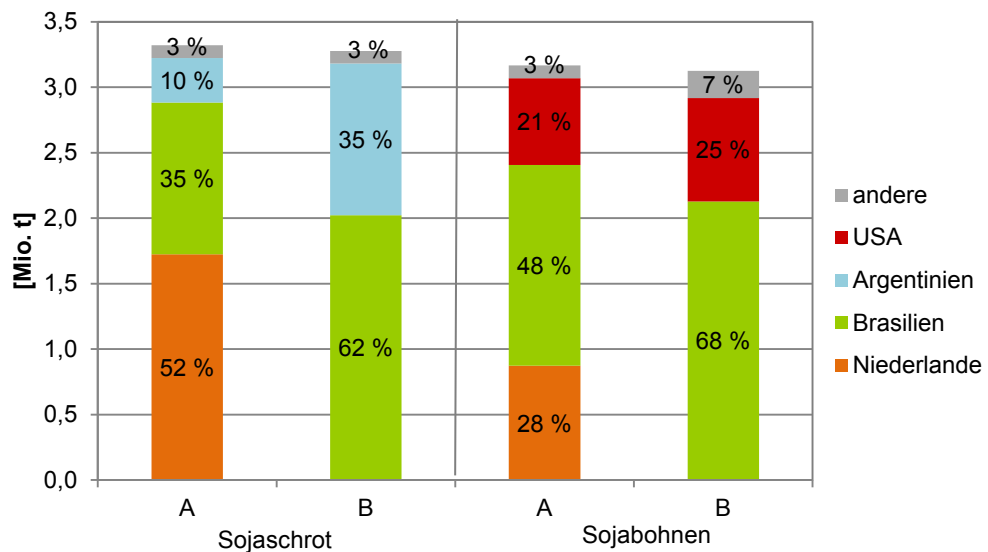
Abb. 8: Deutsche Sojabohnen- und Sojaschrotimporte von 1961 bis 2009 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

Im Folgenden wird zunächst der Frage nach der Herkunft deutscher Sojaiimporte nachgegangen. Um das Ausmaß der Sojaiimporte nach Deutschland zu verdeutlichen und etwas greifbarer zu machen, wird anschließend zum einen die Höhe der mit dem Import von Sojabohnen und Sojaprodukten verbundenen sog. virtuellen Flächenimporte und zum anderen die über die Sojaiimporte eingeführte Menge an Stickstoff und Phosphor dargestellt.

5.2.2.1 Herkunftsanalyse

Für die Sojahandelswaren können Brasilien, die Niederlande, USA und Argentinien als die vier wichtigsten Handelspartner Deutschlands ausgemacht werden (Abb. 9), doch spielen die letzten beiden jeweils nur bei Sojabohnen bzw. bei Sojaschrot eine bedeutende Rolle. Sowohl bei Sojaschrot als auch bei ganzen Bohnen sind die Niederlande für Deutschland ein wichtiger Handelspartner mit Anteilen von 52 % und 28 % der gesamten Importe. Berücksichtigt man allerdings, dass das niederländische Soja lediglich re-exportiert wurde und rechnet dessen ursprüngliche Herkunft gewichtet mit ein, ergeben sich die Herkünfte, welche unter B in Abb. 9 dargestellt sind. Deutlich tritt Brasilien als wichtigstes Herkunftsland von Deutschlands Sojabohnen- und Sojaschrotimporten mit jeweils etwa zwei Drittel hervor. Etwa das gesamte verbleibende Drittel stammt beim Sojaschrot aus Argentinien und bei den Sojabohnen aus den USA.

Abb. 9: Herkunft der deutschen Sojaimporte 2009. A: mit den Re-Exporten aus den Niederlanden, B: Berücksichtigung der ursprünglichen Herkunft der niederländischen Re-Exporte (eigene Darstellung nach FAOstat 2012, eigene Berechnungen)



Bei der Betrachtung des Handels mit Soja ist zu beachten, dass Mitte der 1960er Jahre im Zuge der Kennedy Runde der Verhandlungen des Gemeinsamen Zoll- und Handelsabkommen (GATT) unter anderem Sojabohnen von Abgaben bei Importen in die Europäische Union ausgeschlossen wurden (HÄUSLING 2011, BERTHEAU UND DAVISON 2011:14). Bei der etwa zeitgleich einsetzenden Intensivierung der Tierhaltung stand mit Sojaschrot nun ein im Vergleich günstiges Eiweißfuttermittel zur Verfügung. Das führte dazu, dass heimische Futtermittel immer mehr aus den Futterrationen verdrängt wurden und die Nachfrage nach Soja in der EU anstieg (BERTHEAU UND DAVISON 2011:14). Auch das Blair-House-Abkommen von 1992, in dem eine Obergrenze für die Erzeugung von Nebenprodukten (z.B. Rapsschrot) beim Anbau von nachwachsenden Rohstoffen festgelegt wurde, unterstützte diesen Trend.

5.2.2.2 Deutschlands virtueller Flächenimport durch Soja

Als virtuelle Fläche wird die Menge an Land definiert, die für die Herstellung einer Einheit eines Agrarprodukts benötigt wird (VON WITZKE ET AL. 2011). Beim Import des Agrarprodukts werden demnach auch immer die damit verbundenen virtuellen Flächen gehandelt. Zum Berechnen der virtuellen Flächenimporte nach Deutschland durch Soja müssen die einzelnen Sojahandelswaren differenziert betrachtet werden.¹¹ Der Flächenbedarf für die Erzeugung der nach Deutschland importierten Sojabohnen lässt sich direkt aus den durchschnittlichen Erträgen der Hauptherkunftsländer berechnen. Für die Flächenbedarfe der Öl- und Schrotimporte müssen vorher einige Zwischenschritte unternommen und die ihnen entsprechenden sog. Sojabohnen-Äquivalente berechnet werden. Dabei stellt sich zunächst die Frage, welche Menge an Sojabohnen für die Herstellung der nach Deutschland importierten Menge an Sojaschrot und –öl benötigt wird. Bei der Verarbeitung von 1 t Sojabohnen mittels Extraktionsverfahren fallen etwa 0,73 t Schrot, 0,18 t Öl sowie Schalen und andere Reste an, sodass die Hauptsojaprodukte in einem Verhältnis von etwa 4:1 stehen (weitere Informationen im *Abschnitt 5.4.2*). Mithilfe der Mengenanteile können Sojaschrot und –öl in die für deren Herstellung benötigte Menge an

¹¹ Die Berechnung bezieht sich auf das Jahr 2009, da für dieses Jahr alle benötigten Daten vorliegen.

Sojabohnen konvertiert werden. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass aus den „gleichen“ Bohnen sowohl Öl und als auch Schrot hergestellt werden können und daher Dopplungen mit der Hilfe von Gewichtungsfaktoren verhindert werden müssen. Der Gewichtungsfaktor ergibt sich aus dem oben genannten Verhältnis von 4:1 und beträgt für Sojaschrot 0,8 und für Sojaöl 0,2. Die sich aus diesen Daten berechnenden Sojabohnen-Äquivalente sind in *Tab. 6* dargestellt.

Tab. 6: Berechnung der im Jahr 2009 nach Deutschland importierten Menge an Sojabohnen-Äquivalenten (eigene Berechnungen)

	Importmenge 2009 [Mio. t]	konvertiert	Gewichtung	Sojabohnen-Äquiv. [Mio. t]
Sojaschrot	3,28	4,5	0,8	3,59
Sojaöl	0,07	0,4	0,2	0,08
Sojabohnen	3,12	3,12	1	3,12
			Summe	6,79

Die Menge an mit Soja virtuell importierter Fläche ergibt sich schließlich aus der Summe der für die Erzeugung der Sojabohnen und der Sojabohnen-Äquivalente benötigten Flächen. Dabei werden die im *Abschnitt 5.2.2.1 (Abb. 9)* ermittelten Herkünfte der deutschen Sojaimporte und die jeweiligen Flächenerträge in diesen Ländern berücksichtigt.¹² Wie in *Tab. 7* ersichtlich ist, nahm Deutschland durch die Sojaimporte im Jahr 2009 eine Ackerfläche von 2,77 Mio. ha in Anspruch. Die Dimension dieser virtuellen Fläche wird im Vergleich zur gesamten Ackerfläche Deutschlands im gleichen Jahr deutlich, welche mit 11,9 Mio. ha nur etwa dem Vierfachen entspricht.

Tab. 7: Datengrundlage und Berechnung der virtuellen Flächenimporte nach Deutschland durch Soja 2009 (eigene Berechnungen)

	Sojabohnenerträge [t/ha]	Herkunft deutscher Importe [%]	
		Sojaschrot	Sojabohnen
Argentinien	1,85	35,3	-
Brasilien	2,64	61,7	68,1
USA	2,96	-	25,3
Welt // andere	2,24	3	6,61
Virtuelle Flächen der deutschen Sojaimporte [Mio. ha]			
Unterscheidung nach Sojahandelsware			
Sojabohnen	Sojaschrot	Sojaöl	Summe
1,16 (42 %)	1,58 (57 %)	0,03 (1 %)	2,77
Unterscheidung nach Herkunftsland			
Brasilien	Argentinien	USA	nicht zugeordnet
1,65 (59 %)	0,69 (25 %)	0,27 (10 %)	0,17 (6 %)

Unterscheidet man nicht zwischen den Sojahandelswaren sondern nach den Herkunftsländern deutscher Importe liegen unter Berücksichtigung der jeweiligen Erträge etwa 60 % der virtuellen Sojaflächen in Brasilien, etwa 25 % in Argentinien und fast 10 % in den USA. Es ist zu be-

¹² Für Importmengen aus der Herkunfts-kategorie „andere“ sowie für das Sojaöl wird der durchschnittliche Sojaertrag aller Anbauländer weltweit im Jahr 2009 verwendet.

achten, dass der mittlere Flächenertrag in Argentinien im Jahr 2009 mit 1,85 t/ha unterdurchschnittlich war¹³, weshalb die Werte für die virtuellen Flächen deutscher Sojaimporte in anderen Jahren wahrscheinlich etwas unter dem hier berechneten Wert liegen.

5.2.3 Nährstoffflüsse durch den Handel mit Soja an den Beispielen Stickstoff und Phosphor

Anhand der Ausführungen zur Konzentration des Sojaanbaus einerseits und der Konzentration der Nachfrage nach Sojabohnen und deren Produkten andererseits auf wenige Regionen der Welt wird deutlich, dass mit dem weltweiten Sojahandel enorme Nährstoffflüsse verbunden sind. Dem Nährstoffentzug auf Seiten der Exporteure steht ein Nährstoffüberschuss in den importierenden Ländern gegenüber. Dieser Sachverhalt soll an den Beispielen Stickstoff und Phosphor sowohl auf Seiten der Exporteure als auch der Importeure verdeutlicht werden. Zu den mittleren N- und P-Gehalten von Sojabohnen und Sojaschrot werden zunächst folgende Annahmen getroffen.

Ausgehend von mittleren Werten für den Proteingehalt von Sojabohnen und Sojaschrot sowie für den N-Gehalt pflanzlicher Proteine kann die Menge des über Soja gehandelten Stickstoffs berechnet werden. Der durchschnittliche N-Gehalt pflanzlicher Proteine beträgt nach VON LENGERKEN (2004:153) etwa 16 % (Tab. 8).

Tab. 8: mittlere N- und P-Gehalte von Sojabohnen und Sojaschrot (eigene Berechnungen)

	Sojabohnen	Sojaschrot
mittlerer Proteingehalt [% FM]	35,2	47,17
mittlerer N-Gehalt pflanzlicher Proteine [%]	16	16
mittlerer N-Gehalt [%]	5,6	7,5
mittlerer P-Gehalt [%]	0,62	0,66

Die Literaturwerte für den P-Gehalt von Sojabohnen und Sojaschrot schwanken im Intervall von 5,3–7,1 g/kg TM bzw. 5,8–7,6 g/kg TM (WÖHLBIER ET AL. 1983:680, 687, BECKER & NEHRING 1967:213, 374). Für die Berechnung der über Sojabohnen und -schrot nach Deutschland importierten P-Menge wurde davon jeweils der Mittelwert genutzt (Tab. 8).

5.2.3.1 Auf der Seite der Importeure: Beispiel Deutschland

Die Abschätzung der über Soja nach Deutschland eingeführten Menge an N und P kann über zwei verschiedene Wege erfolgen: unter Berücksichtigung von 1. der jeweiligen Importmengen von Bohnen und Schrot oder 2. der verfütterten Mengen, wobei sich bei letzterem Ansatz auf das mengenmäßig deutlich überwiegende Sojaschrot beschränkt werden kann (siehe Abschnitt 5.4.2).

Wie Tab. 9 zeigt, wurden nach dem ersten Ansatz im Jahr 2009 mehr als 420.000 t Stickstoff und fast 41.000 t Phosphor über die Sojaimporte nach Deutschland eingeführt. Zu berücksichtigen ist bei dieser Betrachtungsweise allerdings, dass dabei weiter greifende Nährstoffströme durch z.B. den Re-Export von Sojabohnen bzw. -schrot oder den Handel mit sojahaltigen Futtermitteln unbeachtet bleiben. Auch wenn bei dem zweiten Ansatz durch fehlende Daten zur verfütterten Menge ganzer Sojabohnen eine gewisse Unsicherheit entsteht, wird

¹³ Sojabohnenerträge in Argentinien 2008: 2,82 t/ha und 2010: 2,91 t/ha (FAOstat 2012)

jedoch diesem Ansatz mehr Aussagekraft beigemessen. Daraus ergibt sich eine über Soja nach Deutschland eingeführte Menge an N und P von mindestens 304.000 t bzw. 26.660 t.

Tab. 9: Berechnung der Stickstoff- und Phosphoreinfuhr nach Deutschland durch Soja im Jahr 2009 (eigene Berechnungen)

Ausgehend von der...	Sojabohnen	Sojaschrot
importierten Menge [Mio. t]	3,12	3,28
Soja-N [1.000 t]	175,7	247,5
Soja-P [1.000 t]	19,4	21,7
verfütterten Menge [Mio. t]	-	4,028
Soja-N [1.000 t]	-	304,0
Soja-P [1.000 t]	-	26,7

Als Vergleichswert soll an dieser Stelle der Absatz mineralischer Düngemittel in Deutschland dienen, welcher im WJ 2009/10 etwa 1,57 Mio. t N bzw. 235.200 t P₂O₅ betrug (BLE 2011a). In Bezug auf Stickstoff ist z.B. festzuhalten, dass die 2009/10 in den Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt abgesetzte Menge an mineralischen N-Düngern mit zusammen etwa 303.500 t ungefähr der über Sojafuttermittel eingeführten N-Menge entspricht. Vor einem Vergleich der Soja-P-Mengen mit dem Düngemittelabsatz in Deutschland ist zu beachten, dass die P-Dünger als Phosphorpentoxid (P₂O₅) erfasst werden und somit die Absatzmenge zunächst mit dem Gewichtsanteil von P (43,642 Gew.%) multipliziert werden muss.¹⁴ Phosphor hat also am P₂O₅-Düngemittelabsatz in Deutschland des WJ 2009/10 (235.200 t P₂O₅) einen Anteil von etwa 102.600 t (P). Die Phosphormenge, die allein über das verfütterte Sojaschrot nach Deutschland eingeführt wurde, entspricht etwa einem Viertel des Phosphors aus Düngemitteln.

Ein weiteres Einordnen der Menge an Soja-N und -P soll durch die theoretische Annahme erfolgen, dass diese auf die gesamte deutsche LF bzw. AF verteilt würde. In Bezug auf den Soja-N (304.000 t) entspräche das einer Düngergabe von 18,2 (LF) bzw. 25,6 kg N/ha (AF). Bezüglich des Soja-P (26.660 t) ergäbe sich theoretisch eine Düngergabe von 1,6 (LF) bzw. 2,3 kg/ha (AF).

Ein großer Teil der über die Futtermittel aufgenommenen Nährstoffe sind in den tierischen Ausscheidungen zu finden, welche als Wirtschaftsdünger im Rahmen der Düngemittelverordnung auf die LF gebracht werden. Vor diesem Hintergrund machen die angestellten Vergleiche nachvollziehbar, dass es insbesondere in Regionen mit intensiver tierischer Veredelung zu einer Anreicherung der Nährstoffe kommt. So sind z.B. in Deutschland trotz eines erheblichen Rückgangs im Laufe der vergangenen Jahrzehnte noch immer erhebliche N-Überschüsse auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen zu verzeichnen. Im Jahr 2010 betrug laut BLE (2012a) der N-Überschuss in Deutschland mehr als 96 kg N/ha. Vor allem in Regionen, in denen hohe Besatzdichten und auswaschungsgefährdete Böden aufeinander treffen, sind die N-Einträge in Oberflächengewässer am höchsten (Abb. 10). Bezüglich der P-Einträge zeichnet sich ein ähnliches Bild (Abb. 11). Die mit Nährstoffüberschüssen in Verbindung stehenden Probleme wie die Gefahr der Versauerung, Eutrophierung, Nitratbelastung des Trinkwassers oder Beeinträchtigung der Artenvielfalt sollen an dieser Stelle nur genannt werden.

¹⁴ Der verbleibende Gewichtsanteil (56,358 Gew.%) kann dem Sauerstoff zugeordnet werden.

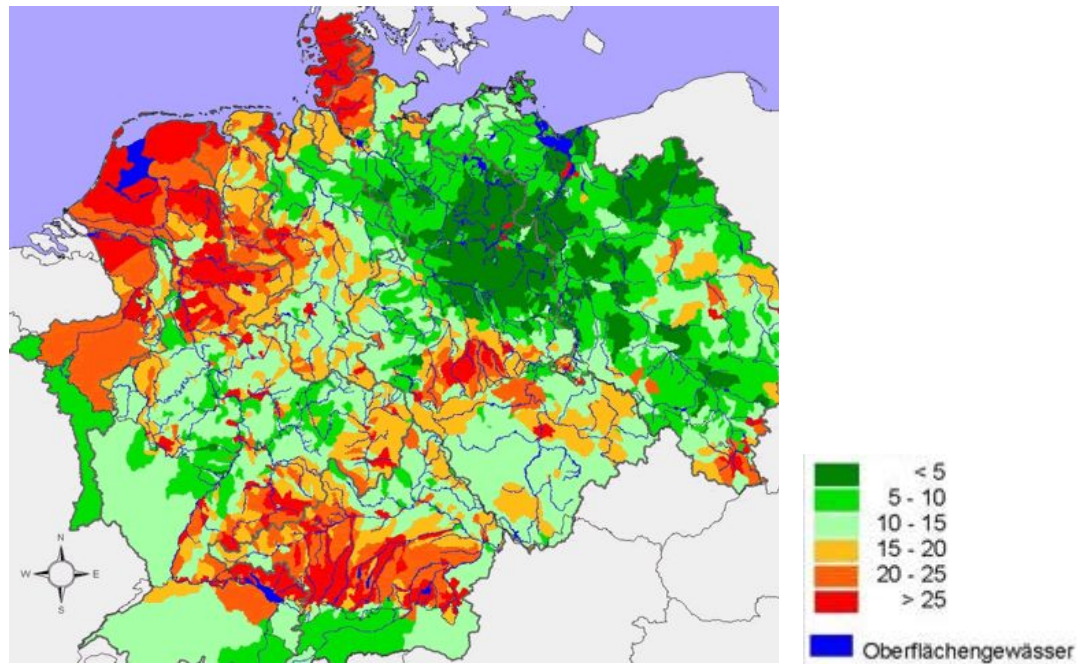


Abb. 10: Jährliche Stickstoffeinträge [kg/ha] in Oberflächengewässer in Deutschland 2003–2005 (UBA 2012)

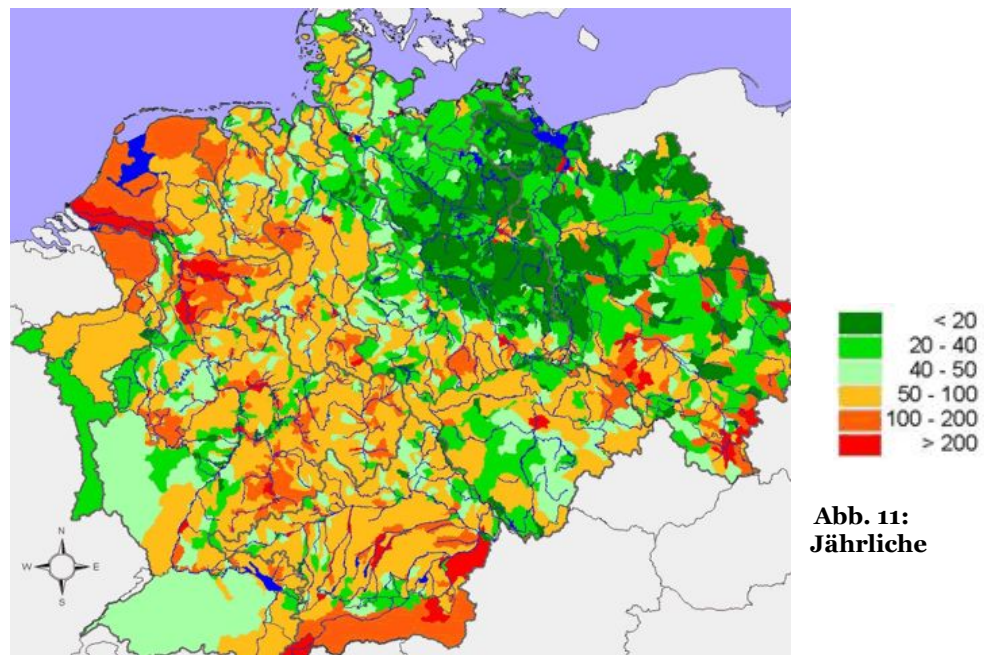


Abb. 11: Jährliche

Phosphoreinträge [kg/km²] in Oberflächengewässer in Deutschland 2003–2005 (UBA 2012)

Für die N-Überschüsse können nach BLE (2012a) verschiedene Quellen angeführt werden. Laut standen dabei im Jahr 2010 die Futtermittelimporte mit einem Anteil von 12,5 % an den N-Überschüssen nach den Mineraldüngern (50,4 %) und inländischen Futtermitteln (22,7 %) an dritter Stelle (Abb. 12).

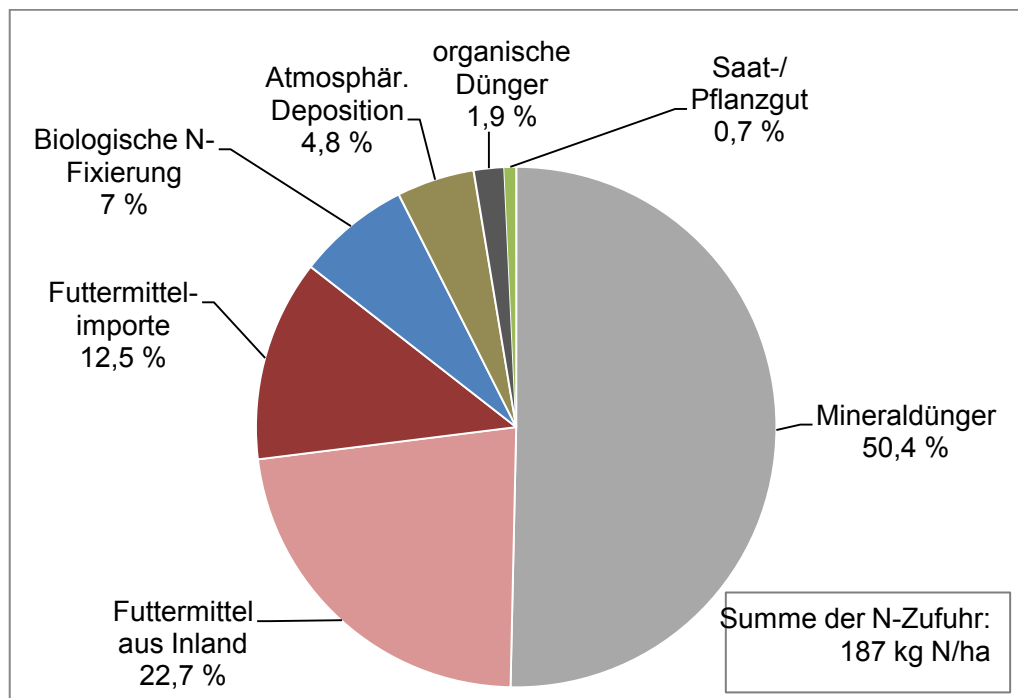


Abb. 12: Stickstoffzufuhr in Deutschland 2010 (eigene Darstellung nach BLE 2012a)

5.2.3.2 Auf der Seite der Exporteure: Beispiel Argentinien

Aufgrund der räumlichen Verlagerung steht die in den Sojabohnen gebundene Menge an Nährstoffen nach dem Export in den Anbauländern nicht mehr zur Verfügung, was weitreichende Folgen für die Landwirtschaft dieser Länder mit sich zieht. Am Beispiel Argentinien als ein Sojaerzeuger mit enormer Exportausrichtung (*Tab. 4*) soll im Folgenden auf einige Entwicklungen eingegangen werden. Laut PENGUE (2005) exportierte Argentinien um die Jahrtausendwende jährlich eine Menge von etwa 3,5 Mio. t Nährstoffe (Stickstoff und Phosphor). Der Nährstoffexport aufgrund des Handels mit Soja hatte daran in den Jahren 2002/03 mit 1,25 Mio. t den größten Anteil (PENGUE 2005). Auch wenn PENGUE (2005) die genaue Berechnung dieser Werte nicht darstellt, stehen sie ungefähr im Einklang mit den eigenen Berechnungen für das Jahr 2009 (*Tab. 10*), wenn die enorme Ausweitung der Sojabohnenerzeugung in Argentinien innerhalb der letzten zehn Jahre berücksichtigt werden (siehe auch *Abb. 1, Abb. 3, Tab. 4*).

Tab. 10: Berechnung der Stickstoff- und Phosphorausfuhr Argentiniens durch Soja im Jahr 2009 (eigene Berechnungen)

	Sojabohnen	Sojaschrot	
exportierte Menge [Mio. t]	4,3	21,6	Summe
Stickstoff [1.000 t]	242,2	1.630,2	1.872,4
Phosphor [1.000 t]	26,7	142,6	169,2

Die Ausfuhr von Nährstoffen sowie das Aufgeben der traditionellen Rotation von Körnerfruchtanbau und Beweidung für eine Sojamonokultur mit Weizen oder Sonnenblumen als Zweitfrüchte führte laut PENGUE (2005, 2004) zu einer erheblichen Absenkung der Bodenfruchtbarkeit. Die Intensität der landwirtschaftlichen Erzeugung verhinderte zudem den natürlichen Wiederaufbau der Bodenfruchtbarkeit, was den vermehrten Gebrauch von Düngern begünstigte. Wurden in den 1960er Jahren nahezu keine mineralischen Düngemittel im argentinischen Ackerbau eingesetzt, stieg deren Einsatz seit den 70ern langsam und in den 90er Jahren mit zunehmender Geschwindigkeit an (FAO 2004:12), wobei sich die Nutzung von Düngemitteln ausgehend von Weizen und Mais auf andere Kulturen übertrug (FAO 2004:20). Auch noch zu Beginn des 21. Jh. hatten Weizen und Mais mit 60 % den größten Anteil am gesamten argentinischen Verbrauch mineralische Düngemittel (FAO 2004:20). Düngten im Zeitraum 1995/97 nur 6 % der Sojaerzeuger ihre Felder, verdreifachte sich ihr Anteil innerhalb kurzer Zeit auf 18 % in den Jahren 1999/2001 (FAO 2004:20). Der Aufgrund der Fähigkeit der Sojabohne zur biologischen N₂-Fixierung ist P der limitierende Nährstoff bei ihrer Erzeugung (WANG ET AL. 2010), weshalb die P-Düngung bei den Sojabohnen überwiegt (FAO 2004:18). Hervorzuheben ist allerdings, dass auch eine N-Düngung praktiziert wird. So wurden in Argentinien für Sojabohnen z.B. im WJ 2002/03 insgesamt 30.000 t N- und 73.000 t P-Dünger eingesetzt (FAO 2004:18). Angesichts der enormen Ausweitung der Sojabohnenerzeugung innerhalb der letzten zehn Jahre kann bis zum heutigen Zeitpunkt von einer deutlichen Zunahme des absoluten Düngemittelbedarfs für diese Kultur ausgegangen werden. Im Zusammenspiel des Bedeutungszuwachses von Soja einerseits und des im Vergleich zu Weizen und Mais deutlich geringeren Düngemittelbedarfs andererseits trägt die Sojabohne zwar zunächst dazu bei, dass der gesamte Bedarf an Düngemitteln in Argentinien stagniert bzw. langsamer ansteigt. Unterstützt wird diese Tendenz auch dadurch, dass viele der neu gewonnenen Ackerflächen, die noch einen relativ hohen P-Gehalt aufweisen, für Sojabohnen genutzt werden (FAO 2004:40). Dennoch ist laut FAO (2004:40) aufgrund der Intensität der Sojabohnenerzeugung davon auszugehen, dass zukünftig der Düngemittelbedarf für den Anbau von Sojabohnen ansteigt.

PENGUE (2004) macht in diesem Zusammenhang auf die wachsende Abhängigkeit der argentinischen Agrarwirtschaft von Importen von Düngemitteln bzw. Rohstoffen zur Düngemittelherstellung aufmerksam (Abb. 13). Entstanden Ende der 1990er Jahre in Argentinien seitens des N-Düngers eigene Produktionskapazitäten (für v.a. Harnstoff) wurden hingegen laut FAO (2004:12) vor acht Jahren noch alle in Argentinien eingesetzten P-Düngemittel importiert. Dabei stellt P nach RAPOSO ET AL. (2004) einen der teuersten Pflanzennährstoffe dar.

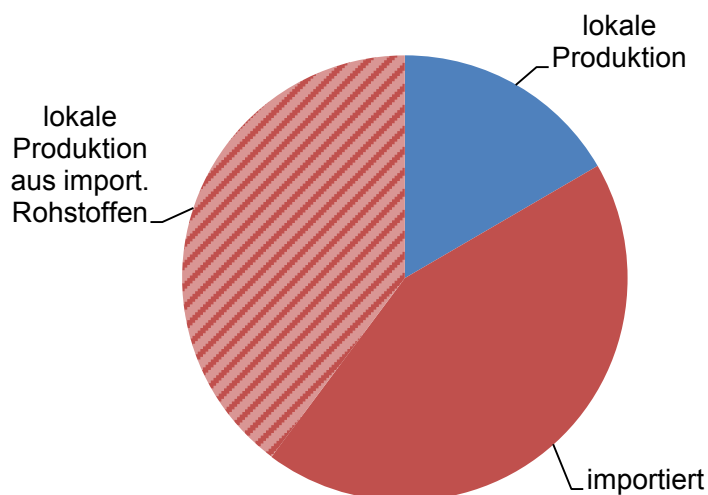


Abb. 13: Herkunft der in Argentinien eingesetzten Pestizide und Düngemittel (eigene Darstellung nach Pengue 2004)

Neben der beschriebenen Notwendigkeit einer Rückführung von N und P auf die Ackerflächen, ist in Argentinien laut FAO (2004:15F) auch ein steigender Bedarf an Schwefel und den Spurenelementen Zink, Bor und Kalium zu verzeichnen.

Wie in diesem Abschnitt unterstrichen wurde, ist Soja eines der weltweit wichtigsten Agrarhandels Güter, wobei Deutschland auf Seiten der Importeure weltweit eine große Rolle spielt. Aufgrund der ausgeprägten Konzentration von Anbau und Nachfrage in verschiedenen Regionen der Welt trägt der Handel mit Soja in hohem Maße zu den weltweiten Nährstoffflüssen bei. Vor allem bei den Hauptnährelementen N und P sind Nährstoffflüsse in diesem Ausmaß und der damit verbundenen Ungleichverteilung sehr kritisch zu betrachten. Den bereits erwähnten Auswirkungen auf die Umwelt, welche mit einer Anreicherung dieser Nährstoffe in veredelnden Regionen verbunden sind, steht einerseits bezüglich N die sehr energieaufwendige Herstellung mineralischer N-Düngemitteln gegenüber. So werden in Abhängigkeit des Verfahrens und Art des Düngers etwa 42 bis 90 MJ (meist fossile) Energie benötigt, um 1 kg synthetischen Stickstoff herzustellen. Das entspricht ungefähr 0,9 bis 2 kg Diesel oder 2,8 bis 16,1 kg CO₂-Äquivalenten¹⁵ (KÖPKE & NEMECEK 2010). Andererseits ist in Bezug auf P zu unterstreichen, dass die derzeit noch verfügbaren P-Ressourcen sehr begrenzt sind (LEOPOLDINA 2012, WANG ET AL. 2010) und derzeitige Verfahren der Phosphatgewinnung aus Lagerstätten mit erheblichen negativen Folgen für die Umwelt verbunden sind (HERMANN 2009:22FF).¹⁶ Ansätze, welche eine Rückgewinnung von sog. Sekundärphosphaten aus organischen Abfällen in Gebieten mit P-Überschüssen verfolgen, sind derzeit noch nicht marktfähig (HERMANN 2009:10F). Dass solche potentiellen P-Quellen nicht ausgeschöpft werden, widerspricht im erheblichen Maße dem Prinzip eines nachhaltigen Umgangs mit natürlichen Ressourcen.

Die miteinander verbundenen negativen Effekte sowohl auf der Erzeuger- als auch auf der veredelnden Seite, welche mit der Biomasse- und damit Nährstoffverlagerung im Zusammenhang stehen, werden am Beispiel Soja sehr deutlich. Ein Fokussieren auf heimische Erzeugnisse

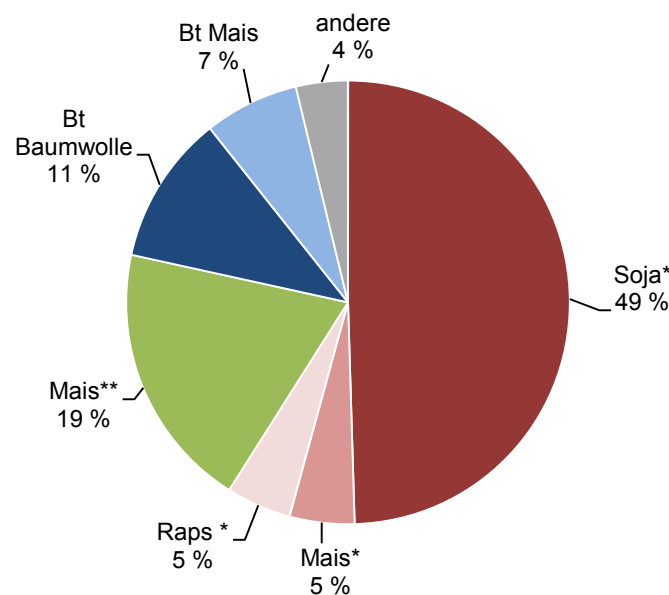
¹⁵ unter Berücksichtigung aller Prozesse bis hin zu Ausbringung

¹⁶ u.a. radioaktive Abfälle, Lagerung des Abraums in sog. Schlammteichen, hoher Uran- und Cadmiumgehalte in P-Düngemitteln

in der Futtermittelwirtschaft¹⁷, würde durch das Zusammenbringen von Nährstoffzug und –überschuss dazu beitragen, diesen Trend zu durchbrechen.

5.3 Transgene Sojabohnen

Die Sojabohne gehört neben Mais, Baumwolle und Raps zu den vier Pflanzen, die den größten Anteil an den global angebauten gentechnisch veränderte (gv) Pflanzen haben. Weltweit wurden 2011 etwa 160 Mio. ha mit gv Pflanzen bewirtschaftet (JAMES 2011:1). Im Vergleich zum Vorjahr ist diese Fläche um 12 Mio. ha gestiegen (JAMES 2010:210). Ähnlich wie im Vorjahr war die herbizidresistente Sojabohne 2011 mit einem Flächenanteil von 47 % (75,4 Mio. ha) mit deutlichem Abstand die am meisten angebaute gv Pflanze der Welt (JAMES 2011:8). In *Abb. 14* sind genauere Daten zur Bedeutung verschiedener gv Pflanzen aus dem Jahr 2010 dargestellt. Der Anteil von gv Soja betrug 2010 49 % (73,3 Mio. ha). Bei einer globalen Anbaufläche für Soja von 102,4 Mio. ha¹⁸ (FAOSTAT 2012) entsprach das etwa 74 %.¹⁹



*Herbizid-tolerant, **gestapelte Eigenschaften

Abb. 14: Anteil verschiedener Pflanzen an der gesamten mit gentechnisch veränderten Feldfrüchten bepflanzten Fläche weltweit im Jahr 2010 (eigene Darstellung nach James 2010:5)

Die größten Anteile an der weltweiten Anbaufläche für gv Pflanzen (148 Mio. ha) liegen in den USA (45 %), Brasilien (17 %) und Argentinien (15 %) (JAMES 2010:16, 27, 40). Betrachtet man nur die Anbauflächen von gv Soja, verändern sich die einzelnen Anteile. So lagen nach JAMES (2010:212) 2010 39 % der weltweiten Flächen für gv Sojabohnen in den USA, 27 % in Argentinien und 24 % in Brasilien (*Abb. 15*).

¹⁷ und Lebensmittelwirtschaft

¹⁸ Sojaanbaufläche des Jahres 2010, da aktuellere Daten noch nicht verfügbar sind. Es kann allerdings von einem erneuten Wachstum ausgegangen werden.

¹⁹ Bei James (2010:212) wird dieser Anteil mit 81 % angegeben. Für die Berechnungen bezieht er sich allerdings auf die globale Sojaanbaufläche aus dem Jahr 2007 (90 Mio. ha).

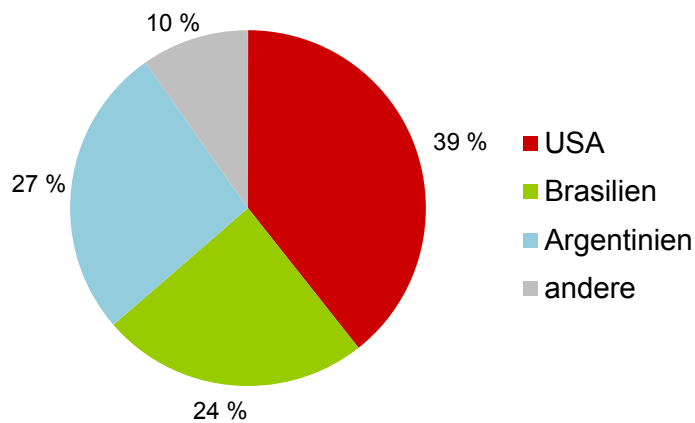


Abb. 15: Anteil an der weltweiten Fläche für gv Soja im Jahr 2010 (eigene Darstellung nach James 2010:212)

Dementsprechend hoch sind die Anteile der Flächen für gv Sojabohnen an den gesamten Sojabohnenflächen dieser Länder (Abb. 16). Schätzungen gehen davon aus, dass 2010 in Argentinien nahezu sämtliche Sojaflächen für den Anbau gentechnisch veränderter Sorten genutzt wurden (JAMES 2010:41). Den zweitgrößten Flächenanteil hatte im Jahr 2010 die USA, in der auf 93 % der Sojabohnenfelder gv Saatgut verwendet wurde (USDA 2011:27). Das U.S.-amerikanische Landwirtschaftsministerium ging von einem weiteren Wachstum aus und prognostizierte für das Jahr 2011 ein weiteres Wachstum um 1 % (USDA 2011:27).

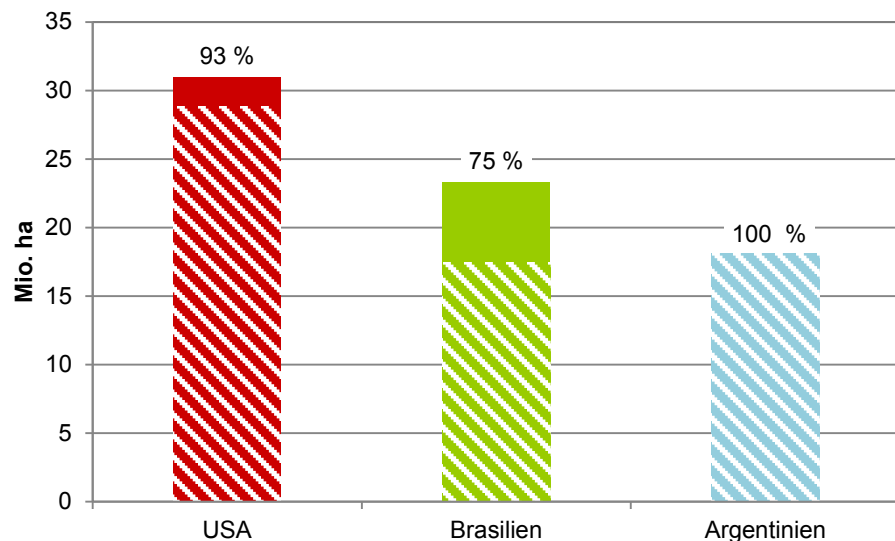


Abb. 16: Anteil der Flächen für gv Sojabohnen (schraffiert) an der gesamten Sojafläche der Hauptproduzenten im Jahr 2010 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012, USDA 2011:27, James 2010:27,40)

Der Flächenanteil gentechnisch veränderter Soja ist in Brasilien mit etwa 75 % im Vergleich zu den anderen Hauptproduzenten geringer (JAMES 2010:27), doch wies das Land in den letzten Jahren ein sehr starkes Wachstum des gv Anteils auf. Seit 2003 wird gv Soja kommerziell in Brasilien angebaut. Innerhalb von 7 Jahren vergrößerte sich die Anbaufläche von gv Soja bis auf 17,8 Mio. ha (bei einer gesamten Sojafläche von 23,3 Mio. ha), wobei in den letzten Jahren jährliche Wachstumsraten um 10 % zu verzeichnen waren (JAMES 2010:27). Für das WJ

2011/12 wurde vorausgesagt, dass in Brasilien 23,7 Mio. ha mit gv Soja eingesät werden (GMO COMPASS 2012). Obwohl an dieser Stelle aufgrund der fehlenden Daten zu der gesamten, vermutlich erneut gestiegenen Sojafläche des WJ 2011/12 keine Angabe gemacht werden kann, welchem Anteil diese 23,7 Mio. ha an der gesamten brasilianischen Sojafläche entspricht, unterstreicht diese Prognose den enormen Wachstumstrend.

In Anbetracht der hohen und wachsenden Anteile von gv Soja am gesamten Sojaanbau in den Hauptherkunftsländer deutscher und europäischer Sojaimporte wird deutlich, dass die Beschaffung gv-freier Ware zunehmend schwerer wird.

5.4 Die Verwendung von Sojabohnen

Im Folgenden sollen die einzelnen Verwendungsbereiche von Sojabohnen und deren Verarbeitungsprodukte analysiert werden. Wie bereits im *Abschnitt 5.1.1* erwähnt, sind in diesem Zusammenhang drei Bereiche zentral: die Nutzung der Sojabohne als Lebensmittel, als Futtermittel und als Rohstoff für die Bioenergiegewinnung. Dabei wird jeweils neben einer weltweiten Einordnung der Schwerpunkt auf Europa und Deutschland gelegt. Am Ende des Kapitels (*Tab. 12*) werden die jeweiligen Mengen an Sojabohnen, -schrot und -öl gegenübergestellt, die innerhalb Deutschlands, der EU und weltweit in die einzelnen Nutzungsbereiche fließen, die Bedeutung der verschiedenen Verwendungen deutlich.

5.4.1 Soja als Lebensmittel

Bis zum Jahre 2050 wird sich die Weltbevölkerung im Vergleich zum Jahr 2011 um etwa 2,3 Mrd. Menschen erhöhen, sodass zu diesem Zeitpunkt unter Annahme mittlerer Wachstumsraten mit einer Weltbevölkerung von ungefähr 9,3 Mrd. Menschen gerechnet wird (POPULATION DIVISION 2011:2; *Tab. 11*). Zu beachten ist dabei, dass der Großteil des Zuwachses in den sogenannten Entwicklungsländern stattfindet und somit 2050 mehr als 85 % der Weltbevölkerung in diesen Ländern leben (POPULATION DIVISION 2011:2). Aufgrund des prognostizierten Bevölkerungswachstums wird auch die Menge der nachgefragten Lebensmittel steigen.

Tab. 11: Entwicklung der Weltbevölkerung bis 2050 unter Annahme mittlerer Wachstumsraten (eigene Darstellung nach UN 2012:2)

Region	Weltbevölkerung [Mio.]			
	1950	1980	2011	2050
Welt	2.532	4.453	6.974	9.306
Industrieländer	811	1.081	1.240	1.335
Entwicklungsländer	1.721	3.372	5.734	8.790
Afrika	230	483	1.046	2.192
Asien	1.403	2.638	4.207	5.142
Europa	547	693	739	719
Lateinamerika, Karibik	167	362	597	751
Nordamerika	172	254	348	447
Ozeanien	13	23	37	55

Die erhöhte Nachfrage nach Lebensmitteln wird zudem von bedeutenden Veränderungen in der Lebensmittelzusammensetzung begleitet. So wird davon ausgegangen, dass tierische

Produkte (Fleisch, Milch, Eier), pflanzliche Öle und Zucker eine wachsende Bedeutung in der Ernährung spielen werden (FAO 2006:22). In den Entwicklungsländern stellen diese drei Produktgruppen derzeit etwa 29 % der täglich verzehrten Kalorien und werden voraussichtlich bis 2030 und 2050 auf einen Anteil von 35 % bzw. 37 % anwachsen (FAO 2006:23).²⁰ In Verbindung mit dem bereits erwähnten Bevölkerungswachstum mit dem Fokus auf den Entwicklungsländern wird klar, dass es bei den drei Produktgruppen tierische Erzeugnisse, pflanzliche Öle und Zucker wahrscheinlich eine erhebliche absolute Nachfragesteigerung geben wird. Der enorme vergangene und prognostizierte Bedeutungszuwachs der Ölfrüchte und vor allem der Sojabohne in der weltweiten Landwirtschaft kann darauf zurückgeführt werden, dass mit ihr zwei dieser drei Produktgruppen mit stark wachsender Nachfrage bedient werden können.

Laut FAO (2006:53) werden Speiseöllieferanten benötigt, deren Erzeugung relativ schnell ausgeweitet werden kann, wie z.B. Ölpalmen und Sojabohnen. So wird prognostiziert, dass 38 % des Zuwachses der Nahrungskalorien in den Entwicklungsländern bis zum Jahr 2050 von Ölfrüchten und deren weiterverarbeiteten Produkten stammen (FAO 2006:27). Der heutige Stellenwert der Sojabohne als Öllieferant wird offensichtlich, wenn man die weltweite Erzeugung von Ölfrüchten betrachtet. In Abb. 17 wird deutlich, dass es bei der Produktion pflanzlicher Öle innerhalb der letzten Jahrzehnte zu einer starken Konzentration auf nur wenige Ölfrüchte kam.

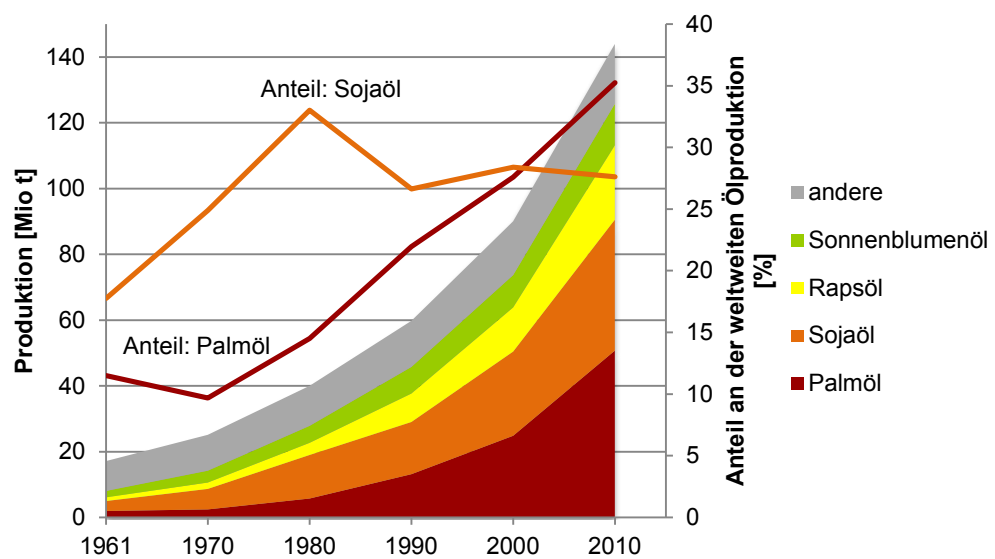


Abb. 17: Weltweite Produktion von pflanzlichen Ölen sowie die Anteile von Palm- und Sojaöl an der Gesamtproduktion im Zeitraum 1961 bis 2010 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

Im Jahr 2010 entstammten nahezu 90 % der weltweit produzierten pflanzlichen Öle von nur vier Pflanzen (Ölpalme, Sojabohne, Raps und Sonnenblume), wobei davon 63 % aus Ölpalme und Sojabohne gewonnen wurden mit einem jeweiligen Anteil von 35 % bzw. 28 % (FAOstat 2012). Dieser Anteil von Palm- und Sojaöl hat sich somit in den letzten fünfzig Jahren mehr als verdoppelt. Nachdem Sojaöl bis Ende des 20. Jh. den größten Anteil an der Produktion pflanz-

²⁰ Der derzeitige Anteil dieser Produktgruppen am täglichen Kalorienverbrauch in den Industrieländern beträgt etwa 48 % (FAO 2006:23).

licher Öle hatte, nimmt es seit 2002 nach Palmöl Rang zwei ein. Neben der Konzentration auf nur wenige Feldfrüchte erfolgte eine Konzentration auf wenige Anbauregionen (siehe auch *Abschnitt 5.1*).

Von der gesamten Produktionsmenge pflanzlicher Öle wird allerdings nur etwas mehr als die Hälfte als Lebensmittel verwendet. Im Jahr 2007, für das diesbezüglich die letzten Daten vorliegen, wurden von der weltweiten Gesamtproduktion (135 Mio. t) ungefähr 75 Mio. t bzw. 55,5 % für die menschliche Ernährung genutzt (FAOstat 2012). Welche Speiseöle zu welchen Anteilen in diesem Jahr genutzt wurden, ist in *Abb. 18* dargestellt. Im Jahr 2007 setzte sich das Speiseöl weltweit zu drei Vierteln aus Ölen nur fünf verschiedener Pflanzen zusammen, wobei das Sojaöl mit 33 % mit Abstand den größten Anteil hatte. Betrachtet man die Zusammensetzung nur des in Deutschland genutzten Speiseöls, verschieben sich die Anteile (*Abb. 19*). Dennoch bleibt Sojaöl mit einem knappen Drittel von insgesamt mehr als 1,4 Mio. t auf Rang eins (FAOstat 2012).

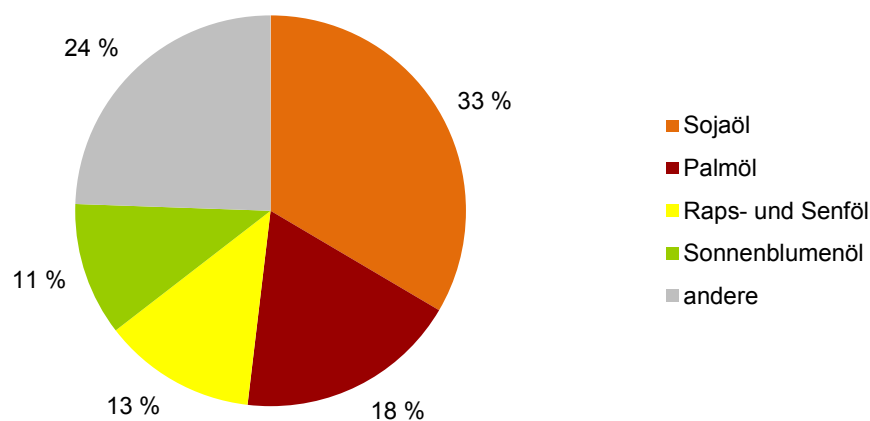


Abb. 18: Anteile verschiedener Speiseöle am weltweiten Verbrauch im Jahr 2007 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

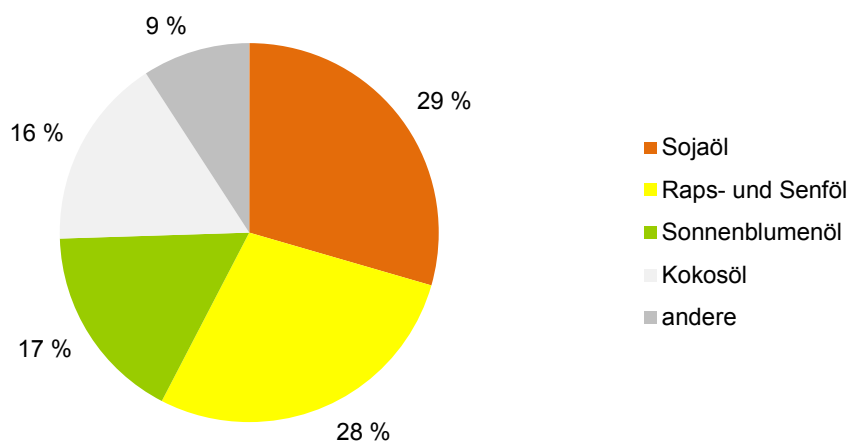


Abb. 19: Anteile der in Deutschland genutzten Speiseöle am Gesamtverbrauch im Jahr 2007 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

Auch ganze Sojabohnen können zu Lebensmittel verarbeitet werden. Diese direkte Nutzung als Lebensmittel spielt allerdings global betrachtet eine untergeordnete Rolle. So wurden zum Beispiel 2007 weltweit nur etwa 4,7 % der Produktionsmenge von Sojabohnen direkt als Lebensmittel benutzt (FAOSTAT 2012). Aufgrund traditioneller Ernährungsweisen gibt es dabei allerdings erhebliche regionale Unterschiede. Mehr als 85 % der direkt als Lebensmittel genutzten Sojabohnen entfallen auf Asien, vor allem auf China (52 %) und Japan (10 %, FAOSTAT 2012). In Europa werden nur geringe Mengen Sojabohnen in Form von Sojamehl für die Humanernährung verwendet und meist Backwaren beigemischt oder zu Sojamilch und –joghurt oder Kaffeeweißer verarbeitet (KLOHN 2002:11). In Bezug auf das nationale Angebot von Sojabohnen dienen europaweit nur durchschnittlich 0,3 % als Lebensmittel (FAOSTAT 2012).

5.4.2 Soja als Futtermittel

Wie bereits erwähnt, verändert sich neben der Zunahme der absoluten Menge nachgefragter Lebensmittel auch die Zusammensetzung der Ernährung. So nimmt die weltweite Nachfrage nach Lebensmitteln tierischer Herkunft (Fleisch, Milch und Milchprodukte) vor allem in jenen Ländern zu, die das größte Bevölkerungswachstum aufweisen.²¹ Durch die vermehrte Nachfrage nach diesen Lebensmitteln steigt auch der Bedarf an eiweißreichen Futtermitteln für die Lebensmittel liefernden Tiere. Dieser kann unter anderem mittels der proteinreichen Rückstände der Ölgewinnung, den sogenannten Ölkuchen oder -schroten, gedeckt werden. Dadurch rückt auch im Bereich der Futtermittel die Sojabohne ins Zentrum der Betrachtung. Bei der Sojaölgewinnung unterscheidet man prinzipiell zwei verschiedene Verfahren (siehe auch *Abschnitt 8.1.1*). Bei der mechanischen Behandlung wird das Öl mittels schraubenförmiger oder hydraulischen Pressen aus den Bohnen gewonnen (SMITH 2010:2). In Abhängigkeit des Verfahrens schwankt der Restölgehalt in den Residuen, den sogenannten Sojakuchen bzw. Sojaexpellern, zwischen 70 und 110 g/kg TM und der Gehalt an Rohprotein zwischen 420 und 490 g/kg TM (STEINER & BELLOF 2009:34F). Der weitaus größte Teil des Sojarohöls wird heute aber durch die Extraktion mit Hexan (C₆H₁₄) gewonnen (SEILER 2006:11). So geht z.B. SMITH (2010:2) davon aus, dass in den USA heutzutage 99 % der Sojaölproduktion durch die Extraktion mit einem Lösungsmittel erfolgt. Dieses Verfahren strebt einen Restölgehalt von weniger als 1 % und ein Proteingehalt von 44 bis 49 % im Extraktionsschrot an (ORTHOEFFER 1978:229, DEI 2011:221). Extraktionsschrote dürfen in der ökologischen Tierfütterung nicht verwendet werden (EU-KOMMISSION 2011, ARTIKEL 22). Bei der Herstellung von 1 t Sojarohöl mittels des Extraktionsverfahrens fallen mehr als 4 t Sojaschrot²² an, sodass in Bezug auf die Menge das eigentliche Hauptprodukt der Sojaölherstellung das Sojaschrot ist²³ (*Abb. 20*).

²¹ Die Nachfrage für Fleisch stieg in den Entwicklungsländern innerhalb der letzten Jahrzehnte um über 5 % pro Jahr, jene für Milch und Milchprodukte stieg um 3,5 bis 4 % pro Jahr. (FAO 2006:45)

²² Da Extraktionsschrote in Bezug auf die Menge auf dem Weltmarkt deutlich überwiegen und in den meisten Quellen auch keine Unterscheidung von Sojaschrot und –kuchen bzw. -expeller erfolgt, wird im Folgenden die Bezeichnung ‚Sojaschrot‘ benutzt. Wenn nicht anders beschrieben, schließt diese Bezeichnung Sojakuchen/ -expeller mit ein.

²³ Die Angaben in der Literatur schwanken von 4,2 bis 4,5 t Sojaschrot pro 1 t Sojarohöl (Dei 2011:218, Seiler 2006:10)

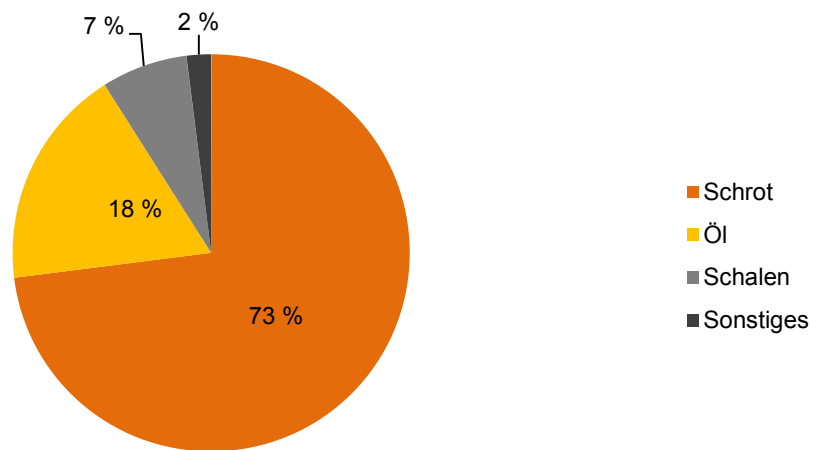


Abb. 20: Massenanteile der bei der Verarbeitung von Sojabohnen mittels Extraktionsverfahren anfallenden Sojaprodukte (eigene Darstellung nach von Witzke et al. 2011)

Obwohl der Preis pro t Sojaschrot nur etwa ein Drittel des Preises beträgt, der pro t Sojaöl erzielt wird, übersteigen die Einnahmen durch das Schrot aufgrund der bei der Bohnenverarbeitung entstehenden Mengenverhältnisse jene Einnahmen, welche durch das Öl erreicht werden (INDEXMUNDI 2012, SEILER 2006:10). Die Ölschrote gewannen somit in den letzten Jahrzehnten an wirtschaftlicher Bedeutung. Sie sind nun schon lange kein Neben- oder Abfallprodukt der Herstellung pflanzlicher Öle sondern stehen als gleichwertiges Produkt neben den Ölen (FAO 2006:54). Aufgrund der hohen Verfügbarkeit durch die Ölherstellung und der sehr guten Proteinqualität entwickelte sich das Sojaschrot zu einer wichtigen Futtermittelkomponente. In den letzten 30 Jahren wurde fast das gesamte global verfügbare Sojaschrot als Futtermittel eingesetzt. Nur etwa 2 bis 3 % wurden weltweit für die menschliche Ernährung genutzt (BURLEY 2008:20, ORTHOEFFER 1978:239). Damit stellt Sojaschrot in Vergangenheit und Gegenwart die wichtigste Proteinquelle in der Nutztierhaltung dar. *Abb. 21* zeigt, dass sowohl die absolute Menge an Sojaschrot im industriell hergestellten Mischfutter deutscher Herkunft als auch dessen relativer Anteil daran in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen ist.

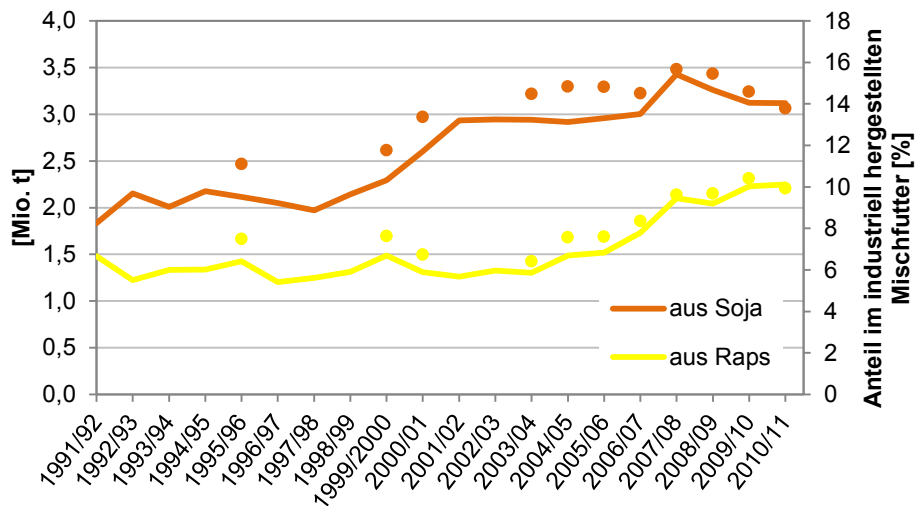


Abb. 21: Für die industrielle Mischfutterproduktion in Deutschland genutzte absolute und relative (Punkte) Menge an Ölschrotten aus Sojabohnen und Raps (eigene Darstellung nach BLE 2011b:44,63f)

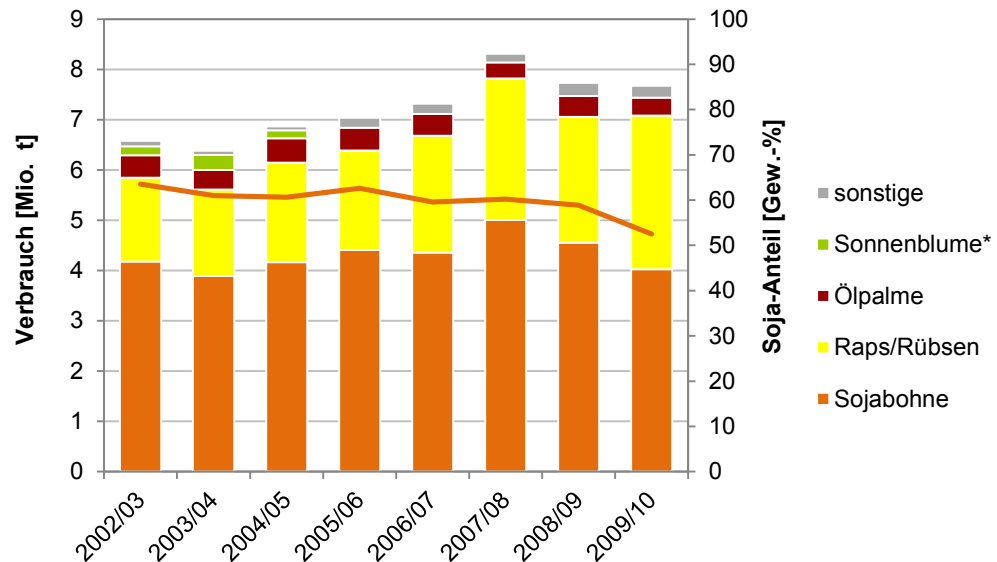
Etwa zwei Drittel der Futtermittelproteine werden in der EU mit Sojaschrot gedeckt (BURLEY 2008:20). Eine zusätzliche Steigerung der Nachfrage nach Sojaschrot für die Tierernährung erfolgte Anfang des 21. Jh.. Infolge der BSE²⁴-Krise ist es seit dem 1. Januar 2001 in der EU verboten, Tiermehl an lebensmittelliefernde Tiere zu verfüttern, wodurch eine bis dahin wichtige Proteinquelle für die Tierernährung wegfiel (KLOHN 2002:27). Vor allem in Brasilien und Argentinien kann ein nochmaliger Anstieg der Sojaproduktion nach der Jahrtausendwende beobachtet werden (Abb. 1, Abb. 3 und Abb. 4).

Betrachtet man die Fütterung der Nutztiere in Deutschland, so ist zunächst festzustellen, dass im WJ 2009/10 nahezu 82 Mio. t Getreideeinheiten²⁵ an Nutztiere verfüttert wurden, wovon 7,7 % aus dem Ausland kamen. In den beiden Vorjahren waren die Einfuhranteile mit 15 % (2007/08) und 14 % (2008/09) ungefähr doppelt so hoch (BMELV 2011a:TAB.132). Betrachtet man nur das verdauliche Eiweiß der insgesamt eingesetzten Futtermittel bzw. lediglich des Kraftfutteraufkommens, steigt der Importanteil im WJ 2009/10 auf 22 % bzw. 35 % (BMELV 2011a:TAB.132). Im WJ 2009/10 wurden also 1,86 Mio. t des verdaulichen Eiweißes im deutschen Futter importiert. Auch hierbei ist ein erheblicher Rückgang im Vergleich zu den beiden Vorjahren zu verzeichnen, in denen jeweils fast die Hälfte des verdaulichen Eiweißes im Kraftfutter importiert wurde (BMELV 2011a:TAB.132). Insbesondere bei den Ölschrotten und beim Futtergetreide lag im WJ 2009/10 der Anteil aus Drittländern importierter Rohstoffe weit unter dem Durchschnitt vergangener Jahre. Laut Alfred C. Töpfer International (ACTI) ist diese Tatsache mit dem hohen europäischen Futterweizen-Angebot im Jahr 2009, den damit zusammenhängenden niedrigen Preisen dafür sowie einer Verknappung des weltweiten Sojaschrot-Angebots bei gleichzeitig hohem Angebot an heimischen Rapsschrot zu erklären (ACTI 2009). In Bezug auf den Importanteil der in Deutschland verwendeten Eiweißfuttermittel kann sich daher eher an den Jahren vor 2009/10 orientiert werden. So wurde im Durchschnitt der WJ 2002/03 bis 2008/09 44 % des verdaulichen Eiweiß' des deutschen Kraftfutters importiert

²⁴ Bovine Spongiform Encephalopathie

²⁵ Kennzahl, welche das Energielieferungsvermögen eines Erzeugnisses im Verhältnis zum errechneten Energielieferungsvermögen von Futtergerste wiedergibt (BMELV 2011a).

(BMELV 2011a:TAB.132). Bezüglich des verfütterten Rohproteins gehen mehrere Seiten von einem Importanteil von etwa 80 % aus (SCHÄTZEL & STOCKINGER 2012, BESTE & BOEDDINGHAUS 2011). Die Zahlen unterstreichen die Aussage des Deutschen Verband Tiernahrung e.V. (DVT), dass in der EU und in Deutschland der jährliche Bedarf an Proteinfuttermitteln derzeit zu einem großen Teil durch Einfuhren gedeckt wird (DVT 2011). Die herausragende Rolle der Sojabohne wird bei der Betrachtung der Versorgungsbilanz mit Ölschroten deutlich (Abb. 22).



*Aufgrund Geheimhaltung von Einzelangaben seitens der verarbeitenden Betriebe ab dem WJ 2005/06 ist die Veröffentlichung der Daten zu Sonnenblumenschrot nicht möglich

Abb. 22: Verbrauch und Rohstoffe der Ölkuchen und Ölschrote für Futtermittel in Deutschland sowie die jeweiligen Sojaanteile in den WJ 2002/03 bis 2009/10 (eigene Darstellung nach BMELV 2011a:Tab.133)

Im WJ 2009/10 wurden fast 7,7 Mio. t Ölschrote für die Futtermittelherstellung in Deutschland verwendet (BMELV 2011a:TAB.133). Augenfällig ist dabei der sehr hohe Anteil an Schrot aus Sojabohnen, der mit Anteilen zwischen 63,5 % (2002/03) und 52,5 % (2009/10) zwar leicht rückläufig, allerdings mit deutlichem Abstand der Hauptbestandteil der in Deutschland verfütterten Ölschrote ist. Im WJ 2009/10 wurden in Deutschland insgesamt 4,028 Mio. t Soja-schrot verfüttert (BMELV 2011a:TAB.133).

5.4.3 Soja als Rohstoff für die Bioenergiegewinnung

Die Steigerung und Veränderung des Bedarfs an Lebensmitteln und die damit verbundene Zunahme der Futtermittelnachfrage sind, wie gezeigt wurde, zwei Gründe für die Ausweitung der Sojaerzeugung. Ein weiterer Grund ist die zunehmende Nachfrage nach Energie aus pflanzlichen Rohstoffen. Obwohl das Themenfeld der Bioenergiegewinnung etwas abseits des Themas der vorliegenden Arbeit steht, ist es für die allgemeine Bedeutungsabschätzung von Soja in Europa und Deutschland wichtig. Der Fokus liegt dabei auf der Herstellung des Kraftstoffs Biodiesel, welcher durch die Umesterung von pflanzlichen und tierischen Ölen mithilfe von Methanol gewonnen wird. Für dessen Herstellung können die Öle verschiedenster ölhaltiger Pflanzen wie zum Beispiel Raps, Sonnenblumen, Lein, Sojabohnen oder Palmfrüchte genutzt werden. In der EU werden etwa zwei Drittel des weltweiten Biodieselsangebots hergestellt, sodass sie der weltweit führende Biodieselhersteller ist, gefolgt von der USA, Brasilien und

Argentinien (EBB 2010:1). Die europäische Biodieselbranche erfuhr dabei in den letzten Jahren ein großes Wachstum und konnte ihre Produktion im Jahre 2009 im Vergleich zum Vorjahr um 16,6 % erweitern (EBB 2010:1). Als Ausgangsstoff der Biodieselerzeugung dient in Europa bisher hauptsächlich Raps (BERTHEAU & DAVISON 2011:16; GREENPEACE 2008b:2). Doch treten in den letzten Jahren vermehrt Faktoren auf, die die Biodieselersteller veranlassen, auch auf andere pflanzliche Öle zurückzugreifen, wobei dann vor allem Palm- und Sojaöl ins Zentrum der Betrachtung rücken. Die europäische Biodieselindustrie befindet sich aufgrund einer sehr geringen Ausschöpfung der vorhandenen Kapazitäten in einer angespannten Situation. Bei einer Gesamtkapazität von etwa 21 Mio. t wurden zum Beispiel im Jahre 2010 in der EU nur ungefähr 9 Mio. t Biodiesel produziert (BOCKEY 2011:3). Hinzu kommt, dass Raps auf den internationalen Märkten mit ungefähr 450 €/t (März bis August 2011) ein relativ hohes Preisniveau erreicht hat²⁶ und damit von der Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP) vor dem Hintergrund derzeitiger Mineralölpreise als zu teuer für die Biokraftstoffherstellung eingestuft wurde (UFOP 2011:2). Vor allem die südeuropäischen Biodieselersteller sind aufgrund der beschränkten Verfügbarkeit heimischer Pflanzenöle, die nicht in den Lebensmittelsektor fließen, auf den Pflanzenölimport angewiesen (BOCKEY 2011:10).

Neben den Importen von Sojaöl bzw. Sojabohnen als Ausgangsstoff der Sojaölgewinnung zur Biodieselerstellung in Europa erfolgen im zunehmenden Maße auch direkte Biodieselimporte in die EU. Die europäischen Biodieselersteller sehen sich heute als Opfer der Flut von preisgünstigem Biodiesel aus Südamerika, welche laut BOCKEY (2011:4) auf einem dortigen Überangebot beruhe. Nach einem sehr starken Anstieg dieser Importe im Zeitraum von 2005 (keine Importe von Biodiesel) bis 2010 (fast 2,1 Mio. t) ist derzeit auf europäischer Ebene ein leichter Rückgang zu verzeichnen (BOCKEY 2011:3). Im Gegensatz dazu stiegen die Biodieselimporte nach Deutschland weiterhin an und wurden für das Jahr 2011 auf etwa 1,3 Mio. t geschätzt (UFOP 2011:1). Die europäischen Biodieselimporte kommen vornehmlich aus Argentinien und den USA (FLACH ET AL. 2011:25; GREENPEACE 2008b:2). Da in diesem Kapitel der vorliegenden Arbeit die Rolle der Sojabohne in Europa und Deutschland untersucht werden soll, gewinnen die Biodieselimporte vor dem Hintergrund der Zusammensetzung ihrer Rohstoffe an Bedeutung. Laut VAN GELDER ET AL. (2008:10) wird der U.S. amerikanische Biodiesel zu etwa 80 % aus Sojaöl, der argentinische Biodiesel sogar fast ausschließlich aus Sojaöl hergestellt (JOSEPH 2009:2). In Argentinien erfolgten seit 2006 sehr hohe Investitionen in den Biodieselsektor, wodurch Ende 2009 eine Anlagenkapazität etwa 2,4 Mrd. Liter erreicht wurde (JOSEPH 2009:2). Im gleichen Jahr wurde allerdings davon mit 880 Mio. Liter nur ein gutes Drittel ausgeschöpft. Es ist also davon auszugehen, dass Argentinien zukünftig noch mehr auf dem internationalen Biodieselmärkte in Erscheinung treten wird, zumal Biodiesel in Argentinien mit einer Ausfuhrsteuer von 16,6 % gegenüber reinem Sojaöl mit einer Ausfuhrsteuer von 32 % sehr offensichtlich gefördert wird (JOSEPH 2009:2). Die EU-27 ist dabei sowohl Argentinien größter Konkurrent in der weltweiten Biodieselerstellung als auch der größte Abnehmer des argentinischen Soja-Biodiesels (JOSEPH 2009:2; FLACH ET AL. 2011:25).

Reiner Soja-Biodiesel kann in der EU nicht verwendet werden, da dieser die in der seit 2004 geltenden europäischen Norm (EN) 14214 festgelegten Jodwerte überschreitet. Der importierte Biodiesel wird daher mit dem europäischen vermischt. Greenpeace untersuchte 2011 die Zusammensetzung von Dieselproben in mehreren EU-Ländern. Wie in *Abb. 23* zu sehen ist, variiert die Biodieselizeusammensetzung sehr stark im Ländervergleich. In sechs der untersuchten Länder konnte Diesel aus Soja nachgewiesen werden. Frankreich steht mit einem Sojaanteil im

²⁶Im gleichen Zeitraum lagen Sojabohnen mit etwa 350 €/t deutlich darunter.

Biodiesel von nahezu ein Drittel (28 %) an der Spitze der Untersuchungsergebnisse. 8 % des deutschen Biodiesels wurden 2011 aus Sojaöl hergestellt.

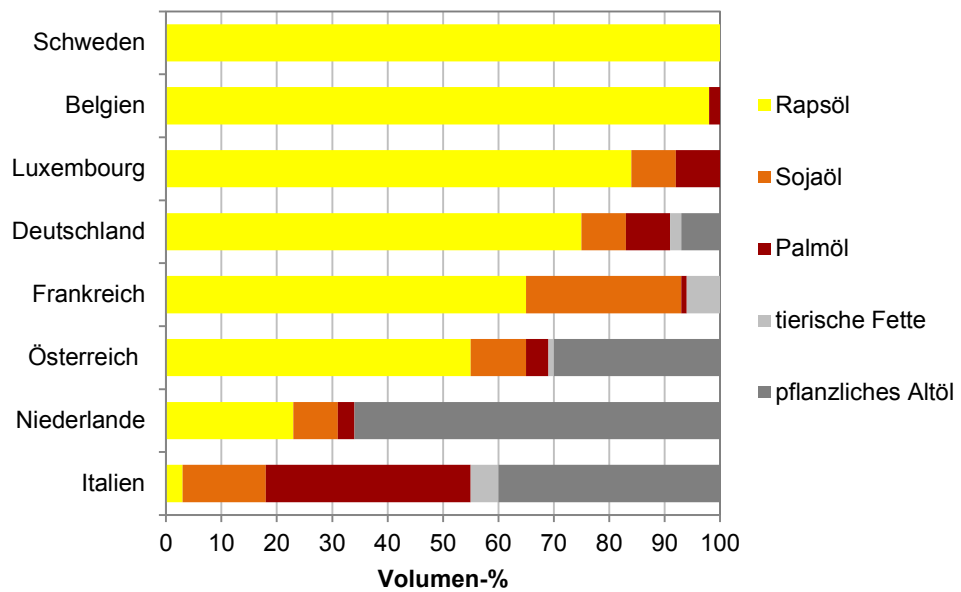


Abb. 23: Durchschnittliche Zusammensetzung des Biodiesels von 8 EU-Ländern in Volumen-% (eigene Darstellung nach Greenpeace 2011)

Interessant ist auch die Entwicklung der Biodieselzusammensetzung innerhalb der letzten fünf Jahre. Hierzu sind in *Abb. 24* Daten über die EU-27 von der U.S. amerikanischen Landwirtschaftsbehörde (USDA) zusammengetragen.

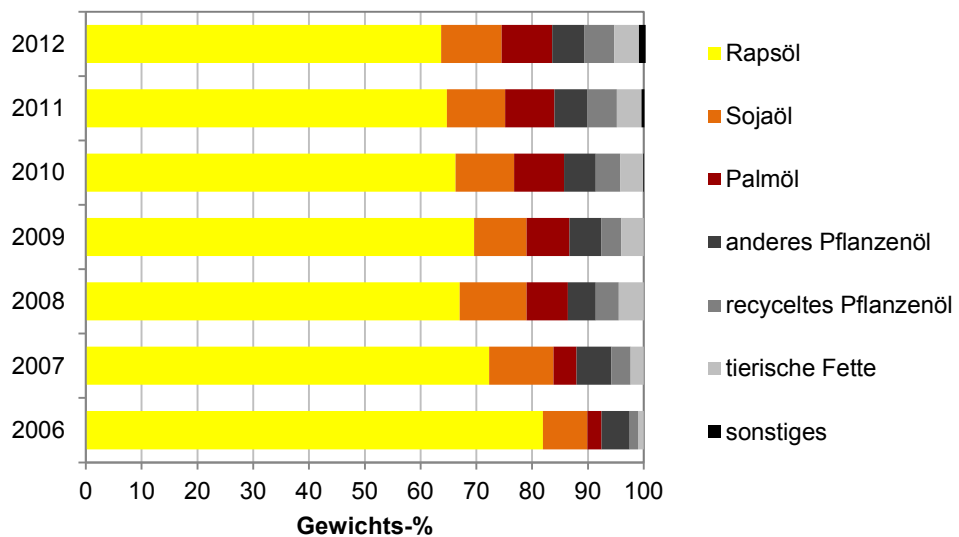


Abb. 24: Rohstoffzusammensetzung der Biodieselproduktion in der EU-27 von 2006 bis 2012; bei den Daten für 2011 und 2012 handelt es sich um Vorhersagen (eigene Darstellung nach Flach et al. 2011:23)

Deutlich erkennbar ist der Trend zu einem geringeren Rapsölanteil, welcher von 82 % (2006) auf 66 % (2010) abnahm und auch weiterhin eine negative Tendenz zeigt. Unter Berücksichti-

gung der Produktionsausweitung von Biodiesel (Abb. 25), ist bei der absoluten Menge an eingesetzten Rapsöls ein Wachstum um 72 % zu verzeichnen. Der Anteil von Sojaöl blieb mit mehr oder weniger 10 % nahezu konstant, doch verdreifachte sich die absolute Menge ebenfalls aufgrund der Produktionsausweitung.

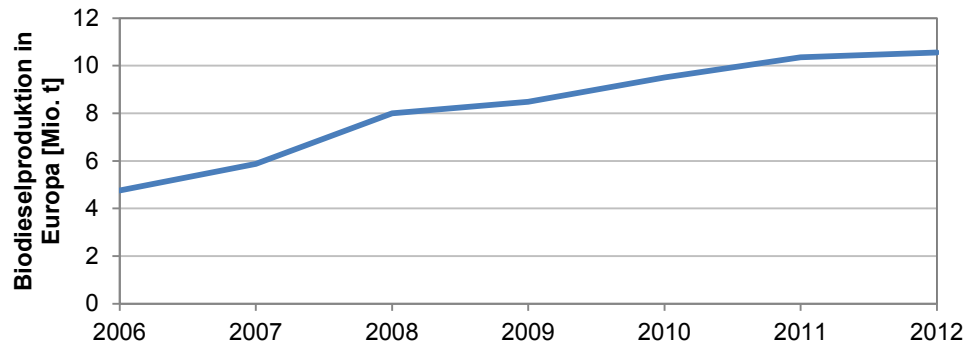


Abb. 25: Biodieselproduktion in Europa; bei den Daten für 2011 und 2012 handelt es sich um Vorhersagen (eigene Darstellung nach Flach et al. 2011:23)

Um zusammenfassend die relative Bedeutung der einzelnen Verwendungsbereiche abschätzen zu können, ist in Tab. 12 dargestellt, welche Mengen an Sojabohnen und Sojaprodukten innerhalb Deutschlands den einzelnen Nutzungen zufließen. Zu beachten ist, dass sich das Gesamtangebot von Sojaschrot und –öl sowohl aus Importen als auch aus Produkten der Sojabohnenverarbeitenden Industrie zusammensetzt. Aus dem direkten Vergleich zur Nutzung in der EU und weltweit werden nochmals die z.T. bereits oben geschilderten unterschiedlichen Schwerpunkte und Tendenzen der Sojaverwendung offensichtlich. Die aktuellsten diesbezüglich verfügbaren Daten beziehen sich auf das Jahr 2007.

Tab. 12: Vergleich der Verwendung von Soja innerhalb Deutschlands, der EU und weltweit im Jahr 2007 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

	Deutschland		EU		Welt	
	[Mio. t]	[%]	[Mio. t]	[%]	[Mio. t]	[%]
SOJABOHNE						
Gesamtangebot	3,42	100	16,11	100	225,16	100
Futtermittel	0,00	0	1,20	7,5	7,02	3,1
Lebensmittel	0,01	0,2	0,04	0,3	10,25	4,6
Verarbeitung	3,41	99,8	14,71	91,3	197,92	87,9
Sonstiges	0,00	0	0,15	0,9	9,96	4,4
SOJASCHROT						
Gesamtangebot	4,62	100	34,01	100	158,44	100
Futtermittel	4,50	97,3	33,77	99,3	155,78	98,3
Lebensmittel	-	-	-	-	-	-
Verarbeitung	-	-	-	-	-	-
Sonstiges	0,12	2,7	0,23	0,7	2,66	1,7
SOJAÖL						
Gesamtangebot	0,43	100	2,75	100	35,70	100
Futtermittel	-	-	0,23	8,4	0,23	0,7

Lebensmittel	0,42	97,1	1,97	71,8	25,11	70,3
Verarbeitung	-	-	0,01	0,5	0,02	0,05
Sonstiges	0,01	2,9	0,53	19,3	10,34	29,0

In Deutschland werden ganze Sojabohnen nahezu vollständig zu Schrot und Öl verarbeitet. Nur unbedeutende Mengen fließen hierzulande direkt in die Lebens- und Futtermittelverwendung. Eine ähnliche Konzentration auf einen Nutzungsbereich ist innerhalb Deutschlands bei den Sojaprodukten zu erkennen. Wobei das insgesamt zur Verfügung stehende Sojaschrot zu mehr als 97 % verfüttert und das Sojaöl mit einem ähnlich hohen Anteil zu Lebensmitteln verarbeitet wird. Zu beachten ist allerdings der enorme Bedeutungsunterschied dieser beiden Sojaprodukte in Deutschland in Bezug auf deren verwendete Menge. Dieser wird deutlich, wenn die für deren Herstellung benötigte Menge an Sojabohnen-Äquivalenten berechnet wird. Werden für das in Deutschland verwendete Sojaschrot 5,06 Mio.t Sojabohnen-Äquivalente gebraucht, sind es für die Gesamtmenge an genutztem Sojaöl lediglich 0,48 Mio. t und damit weniger als ein Zehntel (eigene Berechnungen).

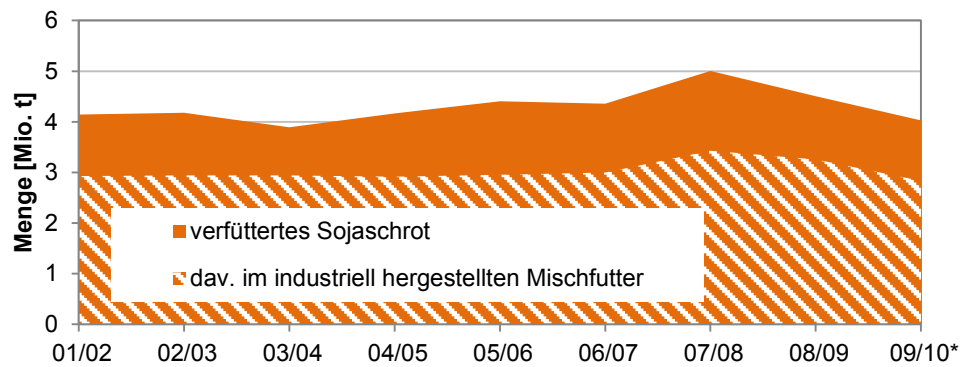
In der Kategorie „Sonstiges“ ist neben Verlusten bei den ganzen Sojabohnen u.a. auch das Saatgut und beim Sojaöl die Verwendung für die Biodieselherstellung zusammengefasst. Obwohl die Nutzung als Rohstoff für die Biodieselherstellung nicht explizit in den Statistiken der FAO aufgeführt wird, kann vermutet werden, dass ein Großteil der unter „Sonstiges“ aufgeführten Menge an Sojaöl in diesen Bereich fließt. Vor dem Hintergrund, dass in Deutschland v.a. Rapsöl und in anderen Ländern außerhalb Europas v.a. Sojaöl zu Biodiesel verarbeitet wird, könnten dadurch die großen Unterschiede in der relativen Verwendung von Sojaöl zwischen Deutschland und dem weltweiten Durchschnitt erklärt werden.

5.5 Berechnung der Sojamenge für das deutsche Milchvieh

Im Folgenden wird versucht, jene Sojamenge abzuschätzen, die für die Fütterung der einzelnen Nutztierarten insbesondere für das Milchvieh in Deutschland benötigt wird. Dabei soll zunächst der Sojaanteil der eingesetzten Mischfuttermittel analysiert werden. In Verbindung mit der Information darüber, wie viel Mischfutter für die einzelnen Tierarten gebraucht wird, kann abgeschätzt werden, welche Anteile des in Deutschland für die Fütterung zur Verfügung stehenden Sojas für die verschiedenen Nutztiere verwendet werden.

Als Mischfutter wird ein Gemenge verschiedener Einzelfuttermittel bezeichnet. Es kann entweder industriell oder direkt auf den viehhaltenden Betrieben hergestellt werden. Die Produkte der industriellen Mischfutterhersteller werden nochmals in Allein- und Ergänzungsfuttermittel unterschieden, wobei letztere durch v.a. hofeigene oder auch zugekaufte Einzelfuttermittel ergänzt werden müssen, um den Nährstoff- und Energiebedarf der Tiere zu decken (siehe *Kapitel 7*, DVT 2012a). Im WJ 2009/10 wurden in Deutschland insgesamt 4,028 Mio. t Sojaschrot verfüttert (BMELV 2011a: TAB.133). Da davon in den letzten acht Vorjahren jeweils ein ähnlicher Anteil von im Mittel 70,5 % in der deutschen Mischfutterindustrie verarbeitet wurde (*Abb. 26*), wird für das WJ 2009/10 von einer vergleichbaren Verteilung ausgegangen (industrielle Mischfutterherstellung: 70,5 %; Einzelfuttermittel: 29,5 %).²⁷

²⁷ In dem Futtermittel-Tabellarium des DVT fallen die direkt an die landwirtschaftlichen Betriebe abgesetzten Einzelfuttermittel unter die Kategorie „Direktverfütterung“ und werden in den weiteren Betrachtungen der industriell hergestellten Mischfutter nicht mehr berücksichtigt.



*Anteil für industrielle Mischfutterproduktion wurde als Durchschnitt der letzten 8 Jahre berechnet

Abb. 26: Verwendung des in Deutschland verfütterten Sojaschrotes in der industriellen Mischfutterproduktion bzw. in der Direktverfütterung (eigene Darstellung nach DVT 2011, BMELV 2011a und eigene Berechnungen)

In *Abb. 27* ist die Zusammensetzung des Mischfutters dargestellt, welches 2009/10 in Deutschland industriell hergestellt wurde. Zu beachten ist dabei, dass nicht zwischen verschiedenen Tierarten differenziert wird und die Werte somit einen Durchschnitt der Mischfütterzusammensetzung aller Nutztiere darstellen. Betrachtet man die Rohstoffgruppen ist Getreide mit Abstand der Hauptbestandteil des deutschen Mischfutters (43 %), wobei vor allem Weichweizen, Gerste und Mais große Rollen spielen. Den zweitgrößten Bestandteil stellt die Gruppe der Ölschrote dar. Wobei, wie bereits weiter oben beschrieben, solches aus Sojabohnen mit einem durchschnittlichen Anteil von mehr als 14 % am Mischfutter an erster Stelle steht, gefolgt von Rapsschrot (10 %). Betrachtet man die einzelnen Komponenten des Mischfutters, ist Sojaschrot nach Weichweizen also der zweitgrößte Bestandteil. Das in Deutschland genutzte Mischfutter besteht zudem zu fast einem weiteren Drittel aus einer Vielzahl von sog. sonstigen Futtermitteln. Hierbei handelt es sich meist um industrielle Nebenprodukte wie zum Beispiel Maiskleber oder Trester. Auffällig ist die äußerst untergeordnete Rolle, welche Hülsenfrüchte mit weniger als 0,3 % in Mischfuttermitteln einnehmen (DVT 2011).

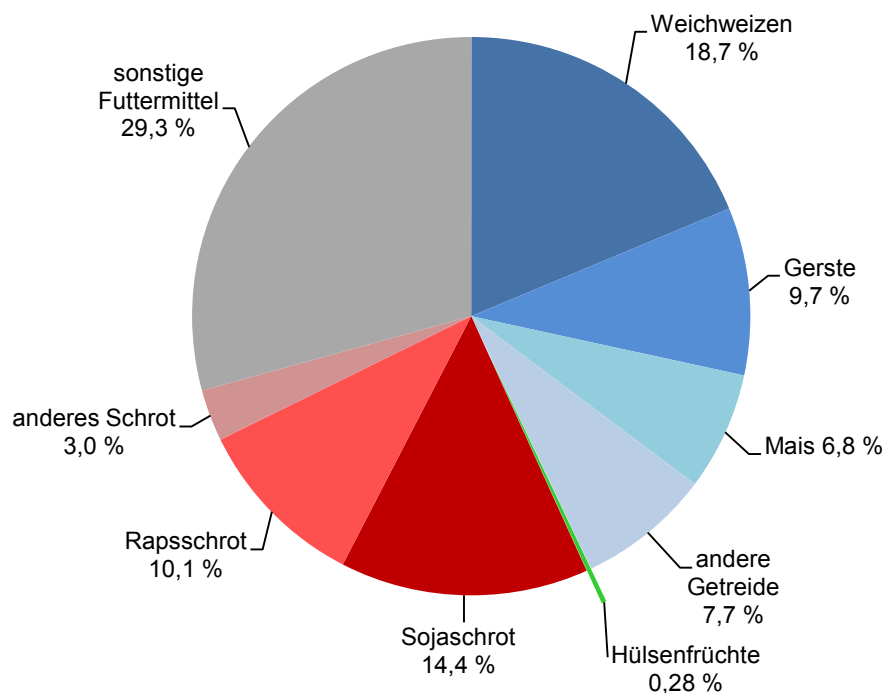


Abb. 27: Durchschnittliche Zusammensetzung der in Deutschland industriell hergestellten Mischfutter 2009/10 (eigene Darstellung nach DVT 2011)

Bei der Frage danach, wie viel Sojaschrot in der deutschen Milchviehhaltung eingesetzt werden, rückt diese gemittelte Mischfutterzusammensetzung allerdings in den Hintergrund, da davon ausgegangen werden kann, dass sich die Zusammensetzungen der Mischfutter für verschiedene Tierarten erheblich unterscheiden. Es ist jedoch sehr schwierig, Aussagen darüber zu treffen, welche Mengen von bestimmten Komponenten wie z.B. Sojaschrot für die Fütterung einzelner Tierarten in Deutschland verwendet werden. Zum einen liegt keine Pflicht zur Berichterstattung dieser aufgeschlüsselten Daten seitens der Mischfutterhersteller oder der Tierhalter vor und zum anderen gibt es keine Vorgaben oder Richtwerte für die Rohstoffzusammensetzung von Futterrationen. Maßgeblich ist heute die tier- und bedarfsgerechte Versorgung der Nutztiere mit Nährstoffen und Energie, welche mit den unterschiedlichsten Rationszusammensetzungen erreicht werden kann. Neben Produktionsverfahren oder ernährungsphysiologischen Aspekten, welche in *Kapitel 7* näher vorgestellt werden, wird die Zusammensetzung der verwendeten Futtermittel von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst. So kann es spezielle Vorgaben für die Mischfutterhersteller seitens der Betriebe geben oder regionale Besonderheiten kommen zum Tragen, welche auf bestimmte Anbaubedingungen und die ansässige Industrie zurückzuführen sind. Insbesondere auch die Preise und die Verfügbarkeit auf dem Markt sowohl der potentiellen Futtermittelrohstoffe als auch der erzielten tierischen Produkte können die Futtermittelzusammensetzung beeinflussen. Dabei sind vor allem Nutzungskonkurrenzen der Futtermittelrohstoffe zu beachten. Einerseits können solche Konkurrenzen ganz allgemein zwischen der Verwendung als Futter- und Lebensmittel bzw. für die Bioenergieherstellung oder andererseits speziell im Bereich der Futtermittelverwendung zwischen verschiedenen Tierarten zum Beispiel Schwein-, Geflügel- und Rinderfutter entstehen. Bezieht man sich nur auf das Sojaschrot kann momentan die Nutzungskonkurrenz zu den Bereichen Lebensmittel und Bioenergie missachtet werden, da bei diesen Bereichen bisher v.a. das Sojaöl und zum Teil auch ganze Sojabohnen eine Rolle spielten (siehe *Abschnitt 5.4.1* und *5.4.3*). Zu berücksichtigen sind

jedoch die unterschiedlichen Wertigkeiten einzelner Tierarten für den Einsatz von Sojaschrot in der Fütterung.

Aufgrund der genannten Unsicherheiten gibt es zu dem Anteil von Soja im Futter bestimmter Nutztierarten sehr verschiedene Schätzungen, welche in *Tab. 13* zusammengestellt sind. Der Umgang mit diesen Schätzungen ist problematisch, da in den Quellen die genauen Bezugsgrößen und Berechnungswege nicht dargelegt werden. Die Werte weisen allerdings alle auf die Tendenz, dass der relative Anteil von Sojaschrot im Geflügel- und Schweinefutter sowie aufgrund der hohen Produktionsmengen auch dessen absolute Menge für diese Tierarten bedeutend höher ist als im Bereich der Rinder- und im Speziellen der Milchviehfütterung.

Tab. 13: Übersicht von Schätzungen zu den Anteilen von Sojaschrot im Mischfutter verschiedener Tierarten und der sich daraus ergebende Anteil am Gesamtverbrauch von Sojaschrot in der EU (eigene Darstellung)

Quelle	Tierart	Sojaanteil im Mischfutter in EU-27	
		Anteil am Gesamtsojaschrotverbrauch in EU-27	
		[%]	
BESTE & BOED-DINGHAUS 2011	Geflügel	-	50
	Schwein	-	28
	Rind	-	21
VAN GELDER ET AL. 2008 (für das Jahr 2007)	Geflügel		
	- Mast	36,8	32
	- Eier	22,4	10
	Schwein	28,8	41
	Rind		
	- Mast	13,9	5
Milch	10,4	8	
Andere	16,6	4	
ACTI 2012a (für das Jahr 2011)	Geflügel	27	-
	Schwein	5	-
	Milchvieh	3	-

In Bezug auf die Milchviehfütterung betrug der Sojaschrotanteil am Mischfutter auf EU-Ebene in den vergangenen Jahren nach diesen Schätzungen etwa 3 bis 10 %. Die A.C. Toepfer International GmbH (ACTI) gibt an, dass der Sojaschrotanteil im Milchviehfutter von 3 % im Jahr 2011 aufgrund von ungewöhnlich hohen Sojaschrotpreisen besonders gering ausfiel (ACTI 2012a). Daher kann davon ausgegangen werden, dass dieser Wert eher größer als 3 % ist. Für Deutschland stellte der Deutsche Raiffeisenverband e.V. (DRV) 2011 auf Grundlage von Erfahrungswerten Standard-Milchviehrationen auf, wobei zwischen den Regionen West und

Ost unterschieden wurde (Abb. 28)²⁸. Nach dem DRV beträgt der Sojaschrotanteil in der Region Ost 2 % an der Gesamtration und 5 %, wenn nur das Kraftfutter betrachtet wird. Im Gegensatz dazu erfolgte für die Region West keine genaue Angabe zum Sojaanteil in der Ration, sodass die bereits oben beschriebenen Unsicherheiten gelten. Im Folgenden wird von einem Sojaanteil von 5 bis 10 % des Mischfutters für das Milchvieh ausgegangen, da mit diesem Intervall alle angegebenen Schätzungen berücksichtigt werden. In Anlehnung an die differenzierten Angaben des DRV erscheint allerdings ein Anteil um 5 % am wahrscheinlichsten.

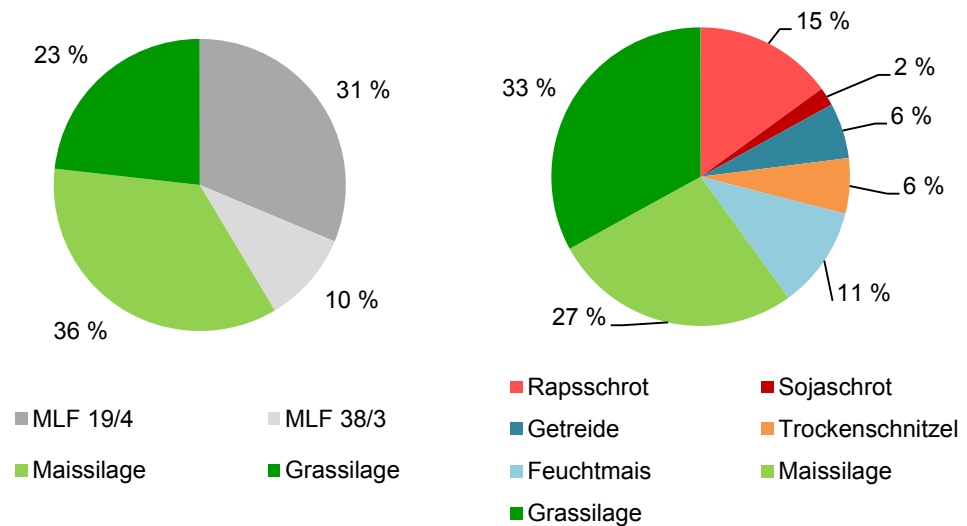


Abb. 28: Standard-Milchviehrationen in Deutschland (eigene Darstellung nach DRV 2012a)

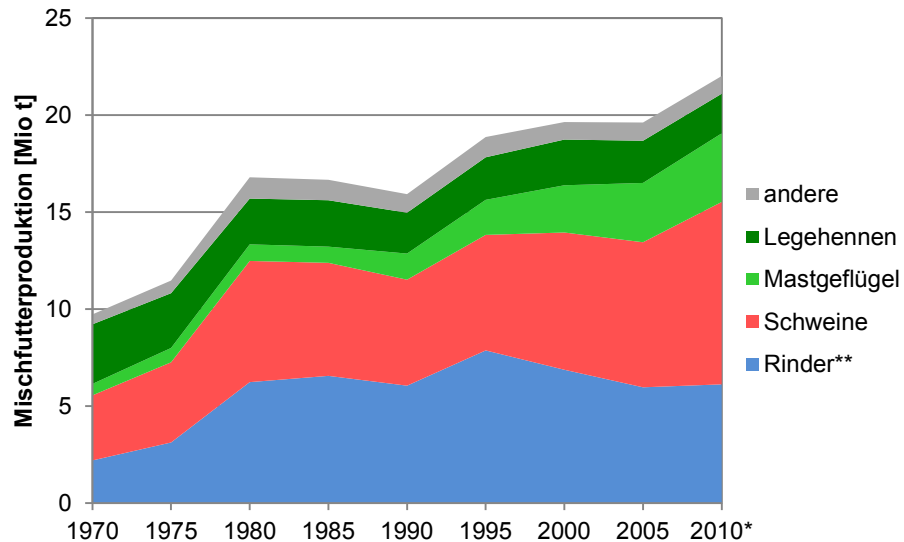
Um die für einzelne Tierarten benötigte Menge an Sojaschrot in Deutschland zu berechnen, ist in einem zweiten Schritt erforderlich, die Menge an Mischfutter sowie der eingesetzten Einzelfuttermittel auf Sojabasis pro Tierart zu kennen. Da in Deutschland bisher nur in einem sehr geringen Umfang Sojabohnen angebaut werden²⁹, ist davon auszugehen, dass die zugekaufte Sojamenge als Teil von Mischfutter oder als Einzelfuttermittel jene auf betrieblicher Ebene tatsächlich genutzte Sojamenge widerspiegelt. Zusätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Mischfuttermittel zum überwiegenden Teil in der Nähe des Verbrauchsortes hergestellt und in geringem Umfang über nationale Grenzen hinweg gehandelt werden (FAOSTAT 2012). Daten vom DVT erlauben Aussagen darüber, wie viel Mischfutter deutschlandweit für die einzelnen Tierarten produziert wird (Abb. 29 und Abb. 30), sodass als unsichere Variable die Verwendung der Einzelfuttermittel verbleibt. Es kann zunächst auf diesem Weg für 70,5 % des in Deutschland zur Fütterung genutzten Sojas abgeschätzt werden, für welche Tierart es genutzt wird.

Im Jahr 2010 wurde in Deutschland mit einer Produktionsmenge von 22 Mio. t Mischfutter ein neuer Absatzrekord gebrochen, nachdem sie im Vergleich zum Vorjahr um 1,1 Mio. t bzw. 5,5 % gewachsen ist (DVT 2011). Damit war Deutschland 2010 der größte Mischfutterproduzent der EU-27, gefolgt von Frankreich und Spanien mit 21,5 bzw. 20,5 Mio. t (FEFAC 2010:26). Starke Wachstumsbereiche sind in Deutschland hierbei vor allem die Mischfutterproduktion für die

²⁸ Die Differenzierung dieser zwei Regionen wird mit den unterschiedlichen Betriebsgrößen begründet. Die deutlich größeren Betriebe in der Region Ost seien in der Lage, ihr Mischfutter selbst aus gekauften oder betriebseigenen Einzelfuttermitteln herzustellen, wodurch die Angabe einer durchschnittlichen Rationszusammensetzung möglich wird (DRV 2012b).

²⁹ Laut FAOstat 2012 wurden in Deutschland im Jahr 2010 auf etwa 1.000 ha Sojabohnen angebaut.

Schweine- und Geflügelmast. Eine Stagnation des Mischfuttermittelabsatzes kann im Bereich der Rinder- und Legehennenhaltung verzeichnet werden (FEFAC 2010:26). ACTI (2009:5) nennt als wichtigen Grund für Rückgang bzw. Stagnation der deutschen Mischfutterproduktion für Rinder die gute Versorgung mit wirtschaftseigenem Futter seitens der viehhaltenden Betriebe.



*vorläufige Daten, **ohne Kälber

Abb. 29: Herstellung von Mischfutter in Deutschland und deren Verwendung nach Tierarten von 1970 bis 2010 (bis 1990 nur Alte Bundesländer) (eigene Darstellung nach DVT 2011)

Von der deutschen Mischfutterproduktion des Jahres 2010 wurden 9,4 Mio. t (fast 43 %) an Schweine (Ferkel, Mast- und Zuchtschweine, andere) und etwa 5,6 Mio. t (mehr als 25 %) an Geflügel (Broiler, Jung- und Legehennen, andere) verfüttert. Etwa 6,1 Mio. t (fast 28 %) gingen in den Bereich der Rinderhaltung, wovon der weitaus größte Teil (5,6 Mio. t bzw. 92 %) für die Milchviehhaltung genutzt wurde (DVT 2011).

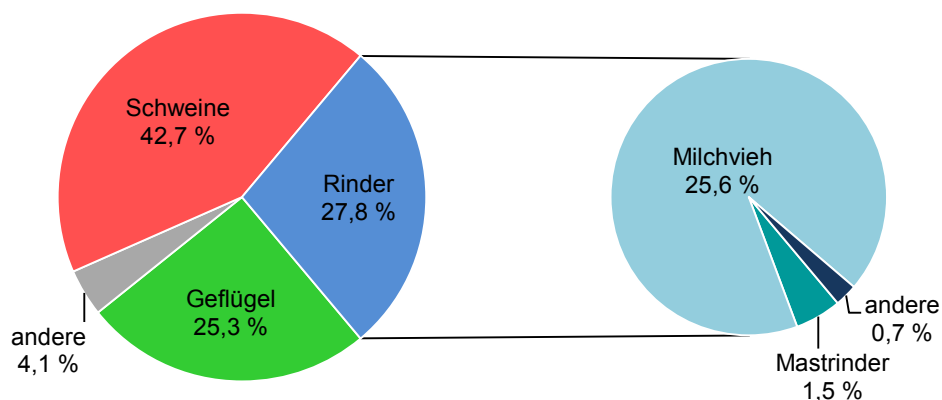


Abb. 30: Verwendung von Mischfutter 2010 in Deutschland (eigene Darstellung nach FEFAC 2010:24)

Mit den vorliegenden Daten kann nun die in der Milchviehfütterung eingesetzte Sojamenge im Mischfutter grob ermittelt werden (*Abb. 31*). Etwa 5,63 Mio. t bzw. 25,6 % des in Deutschland hergestellten industriellen Mischfutters werden für das Milchvieh genutzt. Dieses besteht zu 5 bis 10 % aus Sojaschrot, was einer Menge von 0,28 bis 0,56 Mio. t entspricht. Von den 2,84 Mio. t Sojaschrot, die im WJ 2009/10 insgesamt von der deutschen Mischfutterproduktion genutzt wurden, flossen also etwa 9,9 bis 19,8 % in die Milchviehfütterung. Unter der Annahme, dass von den 1,25 Mio. t als Alleinfuttermittel abgesetzten Sojaschrots ein vergleichbarer Anteil für das Milchvieh genutzt wurde, errechnet sich eine gesamte Sojamenge von etwa 0,4 bis 0,8 Mio. t (2009/10) für diese Nutztierart. Der hiermit ermittelte Anteil des Milchviehs am Verbrauch des in Deutschland für die Fütterung zur Verfügung stehenden Sojaschrots von 9,9 bis 19,8 % liegt etwa in der Größenordnung der Angaben für die europäische Ebene von *BESTE & BOEDDINGHAUS 2011* (21 % zusammen mit anderen Rindern) und *VAN GELDER ET AL. 2008* (8 %, *Tab. 13*).

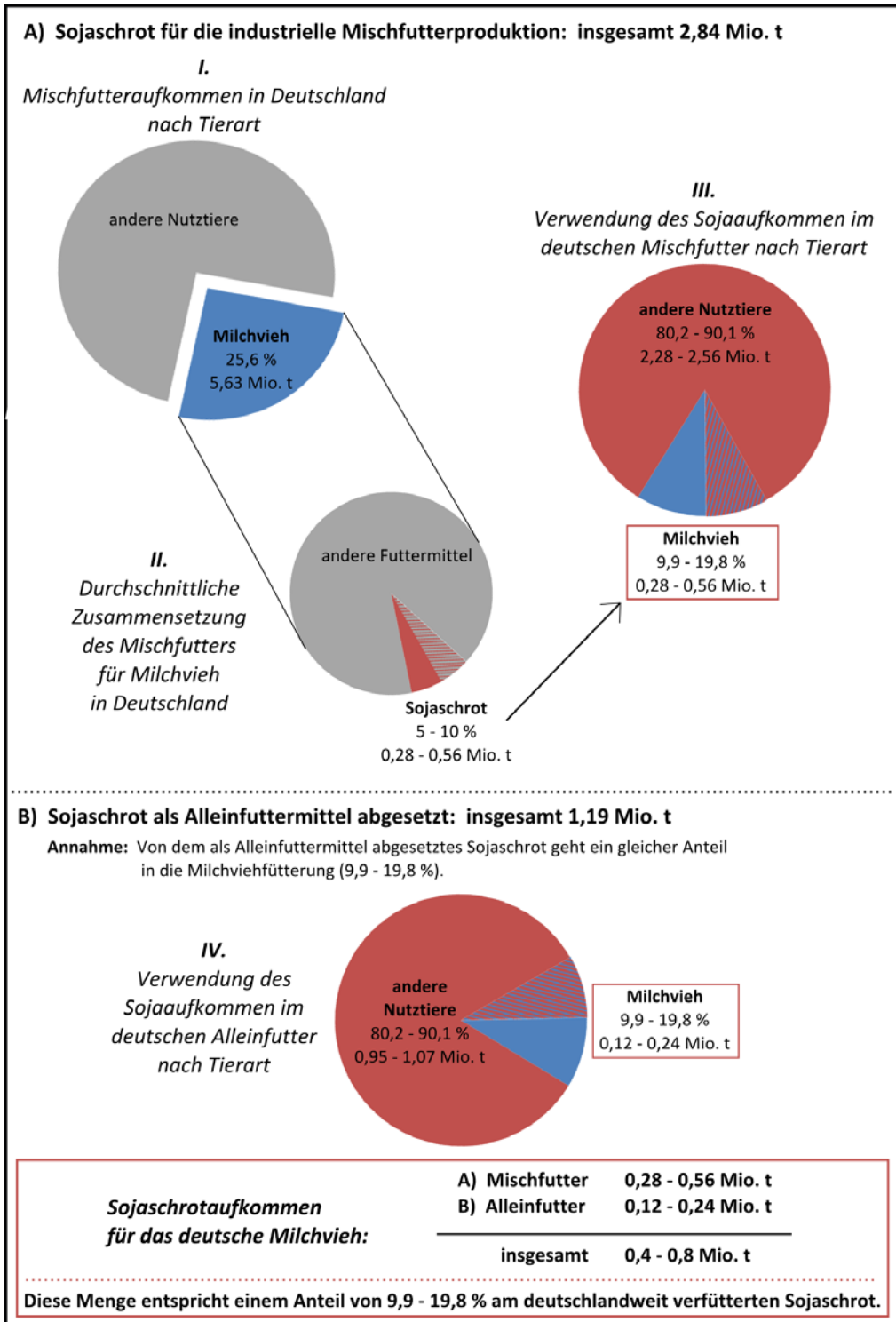


Abb. 31: Schritte zur Berechnung des für das deutsche Milchvieh genutzten Sojaschrotanteils (die Ausgangsdaten beziehen sich auf den Zeitraum 2009 und 2010, eigene Berechnung).

Die genauen Anteile des in Deutschland für die Schweine- und Geflügelfütterung genutzten Sojaschrotes werden infolge der thematischen Ausrichtung der vorliegenden Arbeit auf das Milchvieh nicht detailliert dargestellt. Die Angaben zu den Sojaschrotanteilen in Schweine- und Geflügelfutter in *Tab. 13* legen die Vermutung nahe, dass Sojaschrot in der Schweinefütterung besser substituierbar ist als in der Geflügelfütterung. Ein Hinweis darauf ist der sehr geringe Sojaschrotanteil im Schweinefutter im Jahr 2011, in dem laut ACTI (2012a) der Preis dafür besonders hoch war. Verbindet man jedoch die Angaben, welche VAN GELDER ET AL. 2007 für die europäische Ebene ansetzten, mit den Produktionsmengen deutscher Mischfutterproduzenten, teilen sich die verbleibenden 80 bis 90 % des für Futterzwecke genutzten Sojaschrotes³⁰ auf Schwein und Geflügel im Verhältnis von etwa 2:1 auf.

Aufgrund der sehr großen Anbauanteile von gv Soja in den Hauptherkunftsländern europäischer und deutscher Sojaimporte (Brasilien, Argentinien und USA; siehe auch *Abb. 16*) einerseits und der fehlenden Kennzeichnungspflicht auf Lebensmitteln tierischen Ursprungs, die mithilfe von gv Futtermitteln hergestellt wurden, andererseits, ist davon auszugehen, dass die in Deutschland hergestellten Mischfuttermittel in der Regel gv Soja enthalten. Aus dieser Situation heraus entstand z.B. in jüngster Vergangenheit eine Kooperation zwischen Bayern und ABRANGE³¹, ein brasilianischer Verband, der sich für den Anbau gv-freier Ackerfrüchte einsetzt. Mit dem am 6. März 2012 unterzeichneten Abkommen möchte das Land Bayern die Versorgung der bayrischen Bauern mit gv-freiem Soja auch in Zukunft sichern und zuverlässige Zertifizierungssysteme etablieren (STMELF 2012a). Die derzeit in ABRANGE zusammengeschlossenen Unternehmen erzeugen jährlich etwa 7 Mio. t GVO-freie Sojafuttermittel, dessen Hauptabnehmer neben einzelnen europäischen Staaten auch Südkorea und Japan sind (STMELF 2012a).

5.6 Abschließende Bewertung zur Situationsanalyse Soja

Zu Beginn dieses Kapitels wurde das enorme Wachstum der Sojabohnenerzeugung innerhalb der Jahrzehnte aufgezeigt, welches sich seit Anfang der 1960er bis heute auf weltweit mehr als 261 Mio. t (2010) verzehnfachte. Damit gehört die Sojabohne zu den landwirtschaftlichen Erzeugnissen mit dem größten Wachstum. Der Grund dafür ist in der vielseitigen Einsetzbarkeit zu finden, die sich aus der Besonderheit der Sojabohne ergibt, 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 dabei vor allem in die Lebensmittelnutzung (weltweit: 70 %, DE: 97 %) aber in zunehmenden Maße auch in den Bereich der Biodieselherstellung. Nahezu das gesamte anfallende Sojaschrot dient als Futtermittel. Es stellt aufgrund der bei der Verarbeitung entstehenden Mengenverhältnisse³² als auch auf Basis 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 (*Abb. 31*). Dieses Intervall beruht auf einem mittleren Sojaschrotanteil in deutschen Milchviehrationen von 5 bis 10 %. Aufgrund der Datenlage gilt jedoch ein Anteil im unteren Bereich dieses Intervalls als wahrscheinlicher (nahe 5 % Sojaschrot in Milchviehrationen bzw. nahe 0,4 Mio. t Schrot für die Milchviehfütterung).

³⁰ nach Abzug des Anteils für die Milchviehfütterung

³¹ Associação Brasileira de Produtores de Grãos Não Geneticamente Modificados

³² 73 % Schrot, 18 % Öl, 9 % Sonstiges (von Witzke et al. 2011)

Da sich die vorliegende Arbeit damit befasst, wie der Sojaeinsatz in der Milchviehfütterung umgangen werden kann, sollen an dieser Stelle die in diesem Kapitel genannten Hauptargumente für eine Substitution von Soja in der deutschen Nutztierfütterung nochmal gebündelt aufgeführt werden.

Mit der Anbauausweitung von Soja ging eine starke Anbaukonzentration auf wenige Regionen der Welt einher, so dass 2010 mehr als 80 % der weltweiten Sojabohnenerzeugung auf die drei Länder USA (35 %), Brasilien (26 %) und Argentinien (20 %) entfielen (FAOSTAT 2012). Dem gegenüber steht eine ebenso starke Konzentration der Nachfrage nach Sojabohnen und -erzeugnissen auf China und die EU-27 (FAOSTAT 2012). Deutschland steht bezüglich Sojabohnen und -schrot an vierter bzw. dritter Stelle der weltweit größten Importeure. Diese Ungleichverteilung von Erzeugung und Nachfrage von Soja zieht mehrere negative Folgen sowohl auf der Seite der erzeugenden als auch der nachfragenden Länder mit sich.

Folgen auf der Erzeugerseite

Der Anteil von Sojaflächen an der gesamten Ackerfläche ist in den Sojabohnen-erzeugenden Ländern sehr stark gestiegen und 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 Anbau von Sojabohnen in Selbstfolge in weiten Teilen dieser Länder vermuten. Es wurde für Argentinien und Brasilien, welches das wichtigste Herkunftsland des deutschen Sojas ist, gezeigt, dass mit der Ausweitung des Sojabohnenanbaus Landnutzungsänderungen (LUC) verbunden waren und sind. In Argentinien handelt es sich bei dem Großteil des Flächenzuwachses von Soja (12,4 Mio. ha seit Anfang der 1960er) um direkte LUC durch den Umbruch von Grünland und ehemals bewaldeten Flächen (siehe *Abb. 5*; vgl. BENBROOK 2005:24). Der Anstieg der LF in Brasilien innerhalb der letzten 60 Jahre um 114 Mio. ha (76 %) ging mit einer Vergrößerung des Anteils von Ackerflächen einher, welche auch hier zum überwiegenden Teil für die Sojabohnenerzeugung genutzt wurde (MORTON ET AL. 2006, FAO 2004). Dabei stellen Landnutzungsänderungen erhebliche Eingriffe in vorhandene Ökosysteme dar und stehen mit dem Rückgang der Artenvielfalt und Wasserressourcen sowie einer Degradation von Böden in Verbindung (u.a. IBRAHIM ET AL. 2010, GREENPEACE 2008a, MORTON ET AL. 2005). Darüber hinaus werden infolge des Abbaus von im Boden organisch gebundenen Kohlenstoff große Mengen des Treibhausgases CO₂ frei (GUO & GIFFORD 2002).

Mit dem Export von Sojaerzeugnissen sind enorme Nährstoffexporte verbunden. Beispielhaft wurde daher für Argentinien als ein Land mit extremer Exportausrichtung für das Jahr 2009 Nährstoffexporte von 1,87 Mio.t N und fast 0,17 Mio. t P berechnet. In Folge dieses Nährstoffentzugs und der intensiven Bewirtschaftung kommt es zu einer Abnahme der Bodenfruchtbarkeit auf den Sojaflächen (PENGUE 2005, 2004), wodurch die Abhängigkeit der Sojabohnen-erzeugenden Länder von mineralischen Düngemitteln ansteigt. Es muss berücksichtigt werden, dass zum einen die Herstellung dieser mineralischen Düngemittel sehr energieaufwendig ist (KÖPKE & NEMECEK 2010) und zum anderen bezüglich P noch hinzukommt, dass die Rohstoffe weltweit nur noch in sehr begrenztem Maße zur Verfügung stehen (LEOPOLDINA 2012, WANG ET AL. 2010) bzw. mit erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt bereitgestellt werden (HERMANN 2009). Somit sind die Folgen dieses intensiven Sojaanbaus mit gleichzeitiger Exportausrichtung nicht nur für die erzeugenden Länder sondern auch global von Relevanz.

Folgen auf der Seite der Importeure

Mit den Sojaimporten gelangen sehr große Mengen an Nährstoffen nach West- und Mitteleuropa. Aufgrund des überwiegenden Einsatzes der Sojaimporte in Form von Sojaschrot

in der Nutztierfütterung ist eine nochmalige räumliche Konzentration auf Regionen mit einer hohen Dichte an Nutztieren zu verzeichnen. Eigene Berechnungen ergaben, dass allein über das verfütterte Sojaschrot eine Menge von 304.000 t Stickstoff sowie fast 26.660 t Phosphor nach Deutschland importiert wird. Über die tierischen Ausscheidungen gelangt ein Großteil davon auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche. An der räumlichen Verteilung sowie der Höhe von N- und P-Überschüssen in Oberflächengewässern Deutschlands wird deren Korrelation mit der räumlichen Verteilung der Nutztiere offensichtlich (Verweis). Als negative Folgen solcher Nährstoffüberschüsse sind z.B. Grundwasserbelastungen mit Nitrat und der Rückgang der Artenvielfalt zu nennen. Bezüglich des Phosphors steht bei einer globalen Betrachtung dem oben beschriebenen großen Bedarf an dieser endlichen Ressource in den Erzeugerländern deren Verlust bei den Importeuren gegenüber. Dieser ergibt sich aus dem bisher nicht im nennenswerten Maßstab durchgeführten Recyclen von Phosphor aus sog. sekundären P-Reservoirs wie z.B. Klärschlamm (HERMANN 2009).

Unabhängig von der Nährstoffproblematik sind seitens der Sojaimporteure weitere negative Folgen zu nennen. So besteht v.a. aufgrund des importierten Sojas derzeit nicht bzw. nur in sehr begrenztem Umfang die Möglichkeit für eine flächendeckende GVO-freie Fütterung. Darüber hinaus entsteht für den Bereich der Nutztierhaltung eine enorme Abhängigkeit von der Verfügbarkeit und den Preisen von Eiweißfuttermitteln auf dem Weltmarkt.

Diese Situationsanalyse zeigt deutlich, dass 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 Durchbrechen dieser Praxis mithilfe des Einsatzes heimischer Proteinlieferanten unumgänglich.

6 Status quo Milchviehhaltung in Deutschland

Der Strukturwandel, den die deutsche Milchwirtschaft in den letzten Jahrzehnten durchlebt hat, ist enorm. Auf der einen Seite steigen die Einzeltierleistungen und die Anzahl der Milchkühe pro Halter, dem gegenüber stehen wiederum die stetige Abnahme der Milchviehhaltenden Betriebe, ein unverhältnismäßiger Grünlandumbruch und schwankende Milchpreise. Um diese Veränderungen in der Struktur der deutschen Milchviehhaltung besser verständlich zu machen, sollen zunächst die Rahmenbedingungen des Molkereiwesens und des Milchmarktes umrissen werden.

6.1 Molkereiwirtschaft

Im Mittelpunkt des Strukturwandels im Molkereiwesen steht die Konsolidierung der Molkereien. Im Jahr 1960 zählte das alte Bundesgebiet noch rund 3.000 Molkereiunternehmen. Mit dem einsetzenden Strukturwandel kam es alle zehn Jahre zu einer Halbierung der Molkereianzahl. In den 90er Jahren verschärfte sich der Konsolidierungsprozess noch einmal, sodass es im Jahr 2000 noch 125 Unternehmen und 2003 nur noch 112 Unternehmen gab. Dieser Konzentrationsprozess ist in anderen europäischen Ländern schon deutlich weiter vorangeschritten und vollzieht sich bereits sogar länderübergreifend (MAACK ET AL. 2005). Erst im April 2011 haben sich zwei der führenden Molkereiunternehmen Deutschlands zur größten Molkereigenossenschaft zusammengeschlossen. Aus der Humana Milchindustrie GmbH und der NORMMILCH GmbH wurde die Deutsche Milchkontor GmbH (DMK). DMK ist mit über 11.000 Milcherzeugern und einer jährlichen Verarbeitung von 6,8 Mrd. kg Milch an 23 Standorten in sieben Bundesländern das größte milchverarbeitende Unternehmen am deutschen Markt. Mit rund vier Mrd. € Umsatz steht DMK europaweit auf Platz sechs der führenden Unternehmen der Milchindustrie (DMK 2011).

Als der größte europäische Markt für Milchprodukte ist Deutschland deutlich weniger konsolidiert als die Märkte in Frankreich, Dänemark, Schweden oder in den Niederlanden. Die drei großen Molkereien in Deutschland (Nordmilch Konzern, Humana Gruppe und Müller Gruppe) haben zusammen einen Marktanteil von unter 35 %. In Dänemark und den Niederlanden liegt der Anteil der drei größten milchverarbeitenden Unternehmen hingegen bei über 90 % (SCHWAIGER 2012). Der Grund für diesen, im Vergleich mit anderen europäischen Ländern, verzögerten Strukturwandel liegt zum einen in der Größe des deutschen Marktes, der ausreichend Absatzpotenziale auch für kleinere und mittelgroße Molkereien garantiert. Zum anderen hat sich die besondere Situation zur Zeit der Wiedervereinigung stark auf den Strukturwandel ausgewirkt, da sich dadurch für die westdeutsche Milchwirtschaft ein enormes Absatzpotenzial aufgetan hat (MAACK ET AL. 2005).

Nach SCHWAIGER (2012) seien die deutschen Molkereien zu wenig strukturiert, um dem Lebensmitteleinzelhandel stark gegenüber zu treten. Nur durch Kooperationen der Molkereien untereinander können in Zukunft höhere Preise durchgesetzt werden.

Derzeit gibt es allerdings keine Anzeichen, dass diese Strategie der Konsolidierung erfolgreich wäre. Offensichtlich sind auch die Großmolkereien nicht in der Lage, sich gegenüber dem Einzelhandel zu profilieren und ihre Interessen durchzusetzen (siehe unten *Aktuell notiert*). Auch durch Zusammenschlüsse bleiben die Konzerne zu klein und austauschbar, wenn es um

Milchpreisverhandlungen geht. Mit jeder Fusion nimmt die Abhängigkeit der Molkereien vom Einzelhandel und den Discountern zu. Kleine Marktsegmente, Spezialmärkte und regionalgeprägte Absatzstrukturen können von den Großmolkereien nicht mehr bedient werden. Dazu kommt, dass die Landwirte als Erzeuger durch die Vergrößerung der Molkereistrukturen ihren Einfluss verlieren. Mit jeder Molkereifusion sinkt der Einfluss des Einzellieferanten, die landwirtschaftlichen Betriebe verlieren die Möglichkeit zu wechseln und eine leistungsschwache Molkerei zu verlassen. Ökonomisch bedeutet der Verlust des bäuerlichen Einflusses, dass der Spielraum für die Senkung der Erzeugerpreise größer wird. Dem Lebensmittelhandel ist diese Tatsache bewusst, und bei Preisverhandlungen kommt es durch gegenseitiges Unterbieten zu Preissenkungen, welche auf Kosten der landwirtschaftlichen Erzeuger ausgetragen werden (POPPINGA 2009).

6.2 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. Binnen 12 Monaten wurden somit 2,9 % mehr Milch abgeliefert als im Vorjahr (GORN 2011:13). Diese Tatsache und die Finanzkrise in 07/08 erhöhten den Herstellungsanteil an Milchprodukten, wobei die Nachfrage eher gering war und die Preise auf niedrigem Niveau lagen (OFFERMANN ET AL. 2012). Um den Milchmarkt zu entlasten, kaufte die EU-Kommission Magermilchpulver und Butter im Rahmen der Intervention zur Marktentlastung auf (GORN 2011:13).

Als Folge der außerordentlichen Milchanlieferungsmengen sank der Milcherzeugerpreis 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 Milcherzeugerpreise 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 Milcherzeuger in 2009 jedoch für ein kg 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).

Für das Jahr 2010 war eine leichte Erholung des Milchmarktes zu verzeichnen. Angebot und Nachfrage standen sich wieder relativ ausgeglichen gegenüber. Gute Absatzmöglichkeiten von Milch und Milchprodukten im Ausland führten zu einer spürbaren Marktentlastung, so dass sich die Milchpreise 2010 wieder deutlich vom Interventionspreis abhoben. Durch diese Marktentwicklung erhöhte sich die Auszahlungsleistung der Molkereien für Milch mit standardisierten Inhaltsstoffen um durchschnittlich ca. 6,3 ct/kg bundesweit. 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 in 2010 ist die Milchanlieferungsmenge an deutsche Molkereien weiter gestiegen. Bis Ende des Jahres lieferten die Milcherzeuger schon 1,6 % mehr Milch ab als in 2009. Mit etwas mehr als 29 Mio. t stellte Deutschland erneut einen Ablieferungsrekord auf (GORN 2011:13).

In 2011 sind die Milchanlieferungen an die deutschen Molkereien im fünften Jahr in Folge gestiegen. Mit einem Plus von 2,4 % mehr Milchmenge wurde auch 2011 ein neuer Anlieferungsrekord mit 29,76 Mio. t erreicht. Und dieser Trend soll sich fortsetzen: Für das Wirtschaftsjahr 2012 wird damit gerechnet, dass die Milchanlieferung oberhalb der 30 Mio. t-Marke liegt (GORN 2012:14FF)

Aktuell notiert: Mai 2012

Die jüngste Milchpreistrunde zeigt einen deutlichen Abwärtstrend auf: ALDI hat Anfang Mai den Preis für einen Liter Trinkmilch um 6 ct gesenkt, andere Discounter zogen rasch nach. Diese Preissenkung zeichnete sich schon länger ab. 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). Die deutsche Milchindustrie muss sich neue Märkte im Ausland erschließen, um die steigenden Rohmilchmengen wirtschaftlich rentabel verarbeiten und veräußern zu können. Der deutsche Milchmarkt ist deshalb immer mehr mit dem Weltmarkt für Milch verbunden. Der Außenhandel mit Milchprodukten bekommt daher für die deutsche Milchwirtschaft einen verstärkt hohen Stellenwert. Inzwischen entspricht die Ausfuhr von Milchprodukten aus Deutschland fast 45 % der Milchmenge (Trinkmilch 1 Mio. t), die in Deutschland produziert wird (MIV 2012). Aber auch 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).

Mit dem Wegfall der Milchquote ab April 2015 können europäische Betriebe ohne eine mengenmäßige Beschränkung Milch produzieren (NÄHRIG 2009). Es ist davon auszugehen, dass die Milcherzeugung dadurch noch mehr ausgeweitet wird. Nach NÄHRIG (2009) wird in den kommenden fünf Jahren für Europa eine Erhöhung der Produktion von ca. 2 % erwartet. Nach Einschätzungen der FAO wird das Milchaufkommen 2012 um 20 Mio. t auf 750 Mio. t weltweit ansteigen. Auf dem Weltmarkt wird demnach ca. 4 % mehr Milch gehandelt werden (WOLF 2012).

Die Entwicklung der Milchpreise (Abb. 32) in den letzten Jahren zeigt, 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).

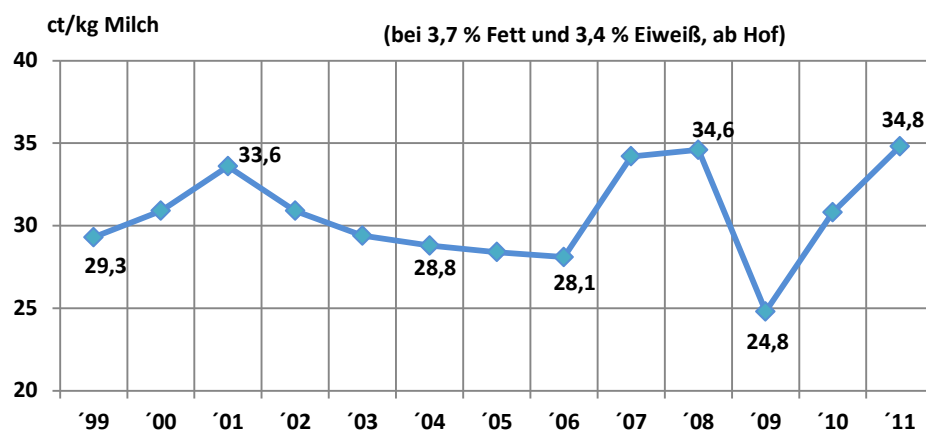


Abb. 32: Durchschnittliche Milchpreisentwicklung Deutschland 2004-2010 (eigene Darstellung nach Gorn 2011:31)

6.3 Struktur der Milchviehbetriebe

6.3.1 Anzahl Betriebe und Milchkühe

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).

Wenn man berücksichtigt, dass die Futterkosten mit oft mehr als 50 % der Direktkosten den größten Kostenblock innerhalb der Produktionskosten der Milcherzeugung einnehmen (DORFNER & HOFMAN 2010) und sich die Gewinnspanne durch niedrige Erzeugerpreise zunehmend verringert, kann der landwirtschaftliche Unternehmer darauf mit unterschiedlichen Strategien reagieren:

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

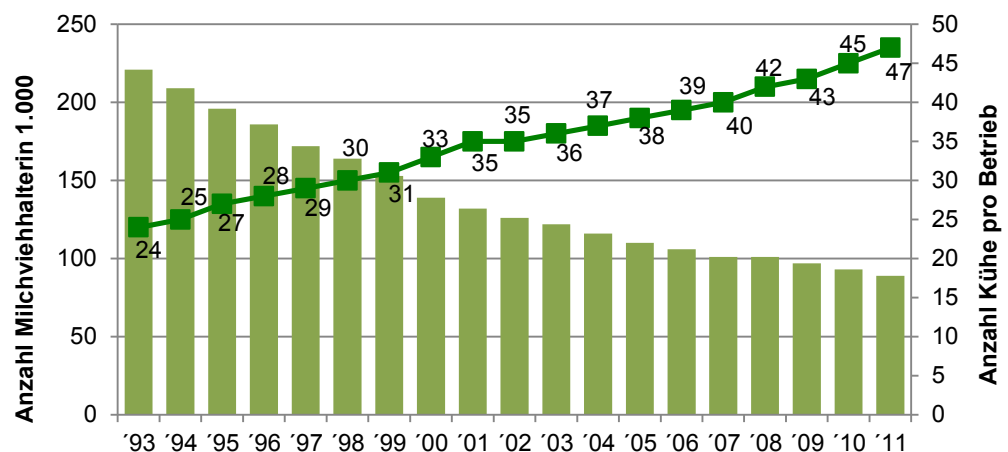
Mittel- bis langfristige Strategien könnten unter anderem sein:

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

Die vorhandenen Kosten auf eine möglichst große Milchmenge pro Kuh zu verteilen, ist das allgemein anerkannte Ziel, um die Produktionskosten pro kg Milch zu minimieren (WEIß & THOMET 2005a). Letztere Strategie wird demnach vermehrt durchgesetzt, und so veränderte sich die Struktur der Milchviehhaltenden Betriebe verstärkt. Die folgende Abbildung (Abb. 33) zeigt einen klaren Trend: Während sich die Anzahl der Milchviehbetriebe seit 1997 (172.000) fast halbiert hat, stieg die Anzahl der Milchkühe pro Betrieb innerhalb von elf Jahren um 14 Tiere.

Abb. 33: Entwicklung Milchviehhalter und Anzahl Milchkühe pro Betrieb (eigene Darstellung nach DBV 2011:95)

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 Milchvieh haltenden 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).

In Bayern sind rund 1.240.000 Milchkühe aufgestellt, was einem Anteil von ca. 30 % am Gesamtbestand aller Milchkühe in Deutschland ausmacht. In bayrischen Betrieben stehen damit insgesamt mehr Milchkühe als in allen ostdeutschen Bundesländern zusammen. Niedersachsen vertritt die zweite Position: Hier stehen rund 776.000 Milchkühe mit einem Anteil von ca. 18,6 % am gesamtdeutschen Bestand. Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, und Schleswig-Holstein halten mit ca. 9 % Anteil nur halb so viel Kühe wie Niedersachsen (BRÖMMER 2005:11F). Erhebliche Unterschiede zeigen sich aber nicht nur zwischen den neuen und alten Bundesländern. Es besteht auch, in Bezug auf die Betriebsgröße, ein beachtliches Nord-Süd-Gefälle in Deutschland, wobei die Betriebe in Richtung Norden tendenziell größer werden (NÄHRIG 2009, BRÖMMER 2005:15). Die folgende Tabelle (Tab. 14) macht die unterschiedlichen betrieblichen Strukturen der einzelnen Bundesländer noch einmal deutlich.

Tab. 14: Strukturdaten Milchviehhaltung 2009/10 nach Bundesländern (eigene Darstellung nach Gorn 2011:31f)

	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
Mecklenburg-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
Deut. gesamt	4.181.700	100 %	93.500	100 %	45	6.977

Vergleicht man die Milchleistungen auf Bundesländerebene und die Betriebsgröße miteinander, lässt dies den Schluss zu, dass die Entwicklung zu größeren Produktionsstrukturen mit einer Erhöhung der Milchmengen verbunden ist (NÄHRIG 2009; HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ 2011:21). Festzustellen ist zunächst, dass 60 % der Milchkuhhalter in Bayern und Baden-Württemberg angesiedelt sind, diese beiden Bundesländer aber gleichzeitig nur knapp 35 % der Milchmenge im Jahr 2003 erzeugten. Dies liegt daran, dass die Betriebe in den beiden süddeutschen Bundesländern die mit Abstand kleinste Betriebsgröße verzeichnen (MAACK ET AL. 2005). Bayern weist den kleinsten Durchschnittsbestand auf und zudem auch die geringste Leistung pro Kuh. In Hessen melken die Landwirte im Durchschnitt schon 6 Kühe mehr und produzieren fast 700 kg mehr Milch pro Kuh. Im Vergleich zu Bayern halten die Milchviehbetriebe in Schleswig-Holstein im Durchschnitt 37 Kühe mehr und die Milchleistung liegt ca. 1.000 kg höher.

Bundesweit haben lediglich 5,3 % der Milchviehbetriebe eine Herdengröße von 100 oder mehr Tieren.

Betrachtet man den Strukturwandel im Durchschnitt der vergangenen Jahre wird deutlich, dass die Bundesländer unterschiedlich davon betroffen waren. So wurden in Bayern und Baden-Württemberg, also den Bundesländer mit den kleinsten Erzeugerstrukturen, die größten Rückgänge der Milchkuhbestände verzeichnet. Hier lagen die Rückgänge gemessen in Prozentpunkten mehr als doppelt so hoch wie im Bundesdurchschnitt. Aufgrund der Leistungssteigerungen des Milchviehs hatten diese Veränderungen in den Betriebs- und Bestandszahlen aber kaum direkte Auswirkungen auf die erzeugten Milchmengen (MAACK ET AL. 2005).

Als Folge des Strukturwandels wird die Milcherzeugung in allen Regionen in Zukunft immer weiter in den kleinen Betrieben abnehmen. Nach OFFERMANN ET AL. (2012) werden die großen Milchviehbetriebe sowie die Verbundbetriebe in den nördlichen und östlichen Bundesländern durch die großen Produktionsstrukturen die höchsten Zunahmen der Milchproduktion aufweisen. Die betriebliche und regionale Konzentration der Milchproduktion wird sich voraussichtlich verändern, dennoch bleibt die Rahmenstruktur der Milchwirtschaft bestehen. So wird z.B. auch in Zukunft in den südlichen Bundesländern weiterhin ein großer Teil der Milchkühe in Beständen mit weniger als 60 Kühen gemolken werden.

6.3.2 Milchleistung

Die Milchleistung der deutschen Kühe ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen (Abb. 34). 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.

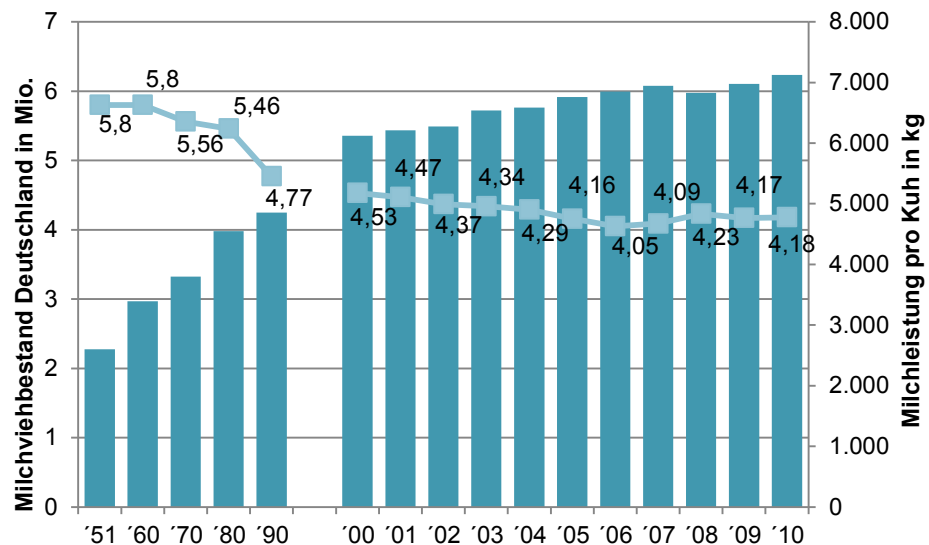


Abb. 34: Entwicklung von Milchleistung und Milchkuhbestand 1960–2010 (eigene Darstellung nach Gorn 2011:30f)

Es muss hier vermerkt werden, dass im Bereich des Milchleistungsniveaus auch Unterschiede zwischen den Bundesländern festgestellt werden können. Die höheren Milchleistungen im Norden (Schleswig-Holstein und Niedersachsen 8.300-8.800 kg/Kuh) stehen denen aus Bayern und Baden-Württemberg mit 6.700 - 7.000 kg pro Kuh gegenüber. Diese Ungleichheiten im Leistungsbereich lassen sich teilweise auf Unterschiede in der Rassenstruktur zurückführen. Je nach Bundesland werden Rassen gehalten, die für die Region traditionell typisch sind oder besonders zum Standort passen. Während im Norden deutlich die schwarzbunten Holsteintiere dominieren (Niedersachsen 92 %), werden im Süden eher Fleckvieh- und Braunviehkühe (Bayern 77 % Fleckvieh, 13 % Braunvieh) gehalten (ADR 2011:16,47F).

Die jährliche Leistungssteigerung vollzog sich in den letzten sechs Jahren langsamer als zuvor. Zum einen trugen ab den 90er Jahren neue Fütterungsstrategien und die Verfügbarkeit neuer, höherwertiger Futtermittel zum Leistungsanstieg bei den deutschen Milchkühen bei. Zum anderen könnte die geringere Leistungssteigerung in den letzten Jahren ein Anzeichen erreichter Leistungsgrenzen sein (NÄHRIG 2009).

6.3.3 Bodennutzung in Deutschland

Da die Milchviehhaltung eine bodengebundene Wirtschaftsweise ist, werden im folgenden Abschnitt die Zusammenhänge zwischen dieser und den Veränderungen in der Bodennutzung skizziert.

In Deutschland bewirtschafteten im Jahr 2010 rund 299.100 landwirtschaftliche Betriebe 16,7 Mio. ha landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF), darunter 11,8 Mio. ha Ackerland (71 %) und 4,7 Mio. ha Dauergrünland (28 %). Der restliche Anteil von 1 % an der LF ist vor allem durch Flächen mit Dauerkulturen (0,2 Mio. ha) gekennzeichnet (STL 2011: 28). Im Zeitraum von 1999 bis 2009 ist ein kontinuierlicher Rückgang der landwirtschaftlich genutzten Fläche von jährlich ca. 26.200 ha zu verzeichnen. Setzt sich diese Entwicklung bis 2021 fort, ist davon auszugehen, dass die LF dann nur noch 16,5 Mio. ha beträgt (Offermann et al. 2012).

Innerhalb des Strukturwandels änderten sich neben den Viehbeständen ebenfalls die Bodennutzung und dadurch letztlich auch die Fütterung der Milchkühe.

Ackerland

Das größte zusammenhängende Gebiet mit Ackerlandanteilen von 60 % und mehr (bezogen auf die LF) befindet sich im nördlichen Teil Deutschlands. Es erstreckt sich vom östlichen Teil Schleswig-Holsteins, über Mecklenburg-Vorpommern bis in die nördlichen Bereiche von Thüringen und Sachsen und reicht im Westen bis in das nördliche Nordrhein-Westfalen und südwestliche Niedersachsen. Weitere Schwerpunkte mit Ackerbau liegen in Baden-Württemberg und Bayern sowie in Rheinland-Pfalz und Hessen. Dagegen wird die Mitte Deutschlands stärker von Grünland dominiert. Ebenso wie im äußersten Süden Deutschlands liegen hier die Ackerlandanteile an der LF in vielen Regionen unter 60 % (STL 2011:28).

Der Anteil der gesamten Ackerfläche änderte sich in den letzten Jahren nur geringfügig. Der Anbau von Raps und Mais hat im Verlauf der Jahre bedeutend zugenommen, nach wie vor überwiegt aber der Getreideanbau. Im Jahr 2008 wurde die Getreidefläche aufgrund der hohen Marktpreise ausgedehnt. Im Gegensatz zur Rapsanbaufläche nahm die Fläche für Silomais ab 2008 weiter zu (NITSCH ET AL. 2009:6).

Feldfutterbau³³

Im Ackerfutterbau wurden 2011 ca. 2.813,7 Mio. t Futtermasse erzeugt. Den größten Anteil daran hat der Silomais mit 2.028,8 Mio. t. Der Anbau von Gräsern und Leguminosen ging im Vergleich zum Anbauanteil der 50er Jahre stark zurück (DESTATIS 2012a). Gründe dafür sind die Spezialisierung im Ackerbau und das Aufkommen neuer Futterpflanzen wie Mais. Der einst starke Futterrübenanbau wurde größtenteils aus arbeitstechnischen Gründen reduziert und existiert heute nicht mehr. Die Ausweitung der Silomaisflächen ging damals auf Kosten der Futterrüben, denn die Arbeitstechnik für Mais war deutlich besser entwickelt. Zudem stellt Mais einen besseren Energielieferant dar und weist durch seinen Futterwert auch einen Vorteil gegenüber dem Grasanbau auf (LÜTKE ENTRUP 2000:572FF).

Den größten Umfang am Ackerfutterbau nimmt das Bundesland Bayern mit nahezu 1/4 der gesamtdeutschen Ackerfutterfläche ein, gefolgt von Niedersachsen, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein. Klee gras wird am meisten im Süden Deutschlands angebaut. Vom gesamten Klee grasbestand in Deutschland werden allein über 60 % in Bayern und Baden-Württemberg angebaut. Der Luzerneanbau ist nur in Thüringen und Brandenburg von Bedeutung (siehe *Abschnitt 8.2.2*) (STEFFEN & BERGKNECHT 2006:4F).

Grünland

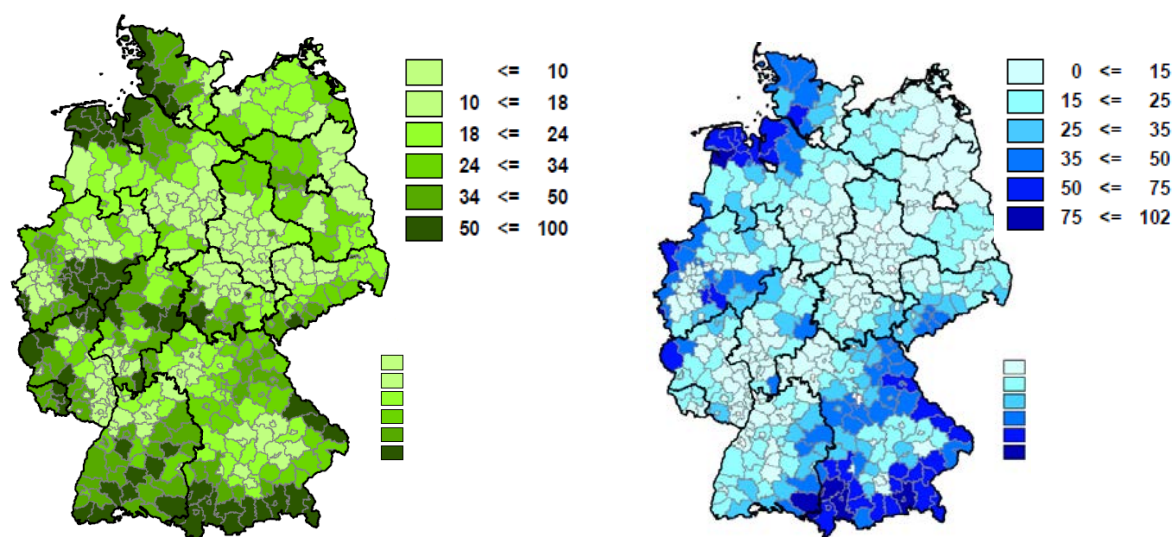
Die Schwerpunkte der Grünlandnutzung (*Abb. 35*) liegen im äußersten Norden Deutschlands, in Teilen Nordrhein-Westfalens und in Süddeutschland. So ist z.B. in den Küstenregionen, insbesondere in Friesland und in der Wesermarsch, die Grünlandbewirtschaftung dominierend. In Südwestfalen herrscht Grünland mit Anteilen von über 60 % an der LF vor. In Baden-Württemberg werden die Gebiete mit geringerer Bodengüte in den Mittelgebirgen (u. a. im Schwarzwald und auf der Alb) überwiegend als Grünland genutzt (STL 2011:28). Bayern, Niedersachsen, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein weisen den größten Dauergrünlandflächenanteil auf (*Tab. 15*). Auffällig dabei ist, dass unter 41.700 Milchviehbetrieben in Bayern nur 8.300 mit Weidehaltung verzeichnet sind. In Baden-Württemberg sind es 4.000 Weidehaltungsbetriebe von 11.100 Milchviehbetrieben (DESTATIS 2010a). Von Niedersachsen über Nordrhein-Westfalen bis nach Schleswig-Holstein hingegen steigert sich der Anteil der Weidehaltungsbetriebe von 70 bis auf 90 % (DESTATIS 2010a).

³³ auch als Ackerfutterbau bezeichnet

**Tab. 15: Dauergrünlandanteil der Bundesländern und Betriebe mit Weidehaltung
(destatis 2010a)**

Bundesland	Milchvieh- betriebe	darunter mit Weidehaltung	Dauergrünland	beweidete Fläche
	Anzahl		ha	
in 1.000				
Baden- Württemberg	11,1	4,0	291,0	68,9
Bayern	41,7	8,3	771,6	200,6
Brandenburg	0,7	0,3	101,2	44,1
Hessen	4	2,3	139,1	66,2
Mecklenburg- Vorpommern	0,8	0,5	109,9	51,7
Niedersachsen	13,4	10,3	474,1	320,3
Nordrhein-West.	8,3	7	217,2	137,1
Rheinland-Pfalz	2,5	1,7	111,1	47,7
Saarland	0,3	0,2	16,9	7,4
Sachsen	1,1	0,6	99,8	45,4
Sachsen-Anhalt	0,6	0,3	80,1	32,7
Schleswig- Holstein	5	4,5	202,6	155,2
Thüringen	0,6	0,3	69,5	40,4

Wie schon zuvor erwähnt, machen die folgenden Abbildung (Abb. 35) grafisch deutlich, dass unter die milchviehstärksten Regionen mit 50 –75 bzw. 75–102 Kühen pro 100 ha LF (2003) die Bundesländer Bayern, Niedersachsen, Schleswig-Heilstein und Baden- Württemberg fallen. Im Gesamtüberblick decken sich die milchviehstarken Regionen mit denen, die die höchsten Grünlandanteile an der LF aufweisen (Brömmer 2005:13).



Grünlandanteil an LF in % 2003

Milchvieh je 100 ha LF 2003

Abb. 35: Grünlandanteil und Milchviehbesatzdichte der Bundesländer (Brömmer 2005:13, A1)

Die Tendenzen einer regionalen Konzentration der Milcherzeugung werden durch die Abschaffung des Milchquotensystems vermutlich noch beschleunigt. Nach den zukunftsorientierten Modellszenarien von OFFERMANN ET AL. (2012) wird sich eine Ausdehnung der Milchproduktion vor allem in den Küstenregionen, am Niederrhein, in einigen Mittelgebirgslagen sowie im Allgäu und VorALPenland vollziehen. Diese Gebiete stellen typische Grünland- oder weniger ertragreiche Ackerbaustandorte dar, die sich als besonders wettbewerbsfähig in der Milchproduktion erwiesen haben und schon heute durch hohe Milchproduktionsdichten auffallen (siehe oben stehende Karten).

OFFERMANN ET AL. (2012) prognostizieren weiter, dass ein Rückgang der Milchproduktion speziell auf Ackerbaustandorten, wie z. B. der Köln-Aachener Bucht, der Hildesheimer Börde, den Gunststandorten Bayerns sowie den Veredlungsgebieten im Westen Niedersachsens stattfinden wird.

6.3.4 Betriebstypen

Der Betriebstyp mit der größten Bedeutung in Deutschland ist der „Futterbau“. Unter einem Futterbaubetrieb wird ein Betrieb verstanden, dessen Schwerpunkt in der Milcherzeugung liegt. Die Betriebe produzieren für die Viehhaltung eigenes Futter auf Wiesen, Weiden oder Ackerland. Dieser Betriebstyp hat sich zum einen in Gebieten mit einem hohen Anteil an Dauergrünland etabliert und zum anderen in Regionen, in denen der Silomaisanbau oder andere auf dem Ackerland angebaute Futterpflanzen wie z.B. Getreide oder Raps wirtschaftlich überlegen sind (STL 2011:18).

Sein Stellenwert lässt sich dadurch verdeutlichen, dass sich in allen Bundesländern 40–60 % der landwirtschaftlichen Betriebe mit dem Futterbau beschäftigen (durchschnittlich 43 % aller Betriebe). Die Abb. 36 zeigt an ausgewählten Bundesländern den Anteil der Futterbaubetriebe.

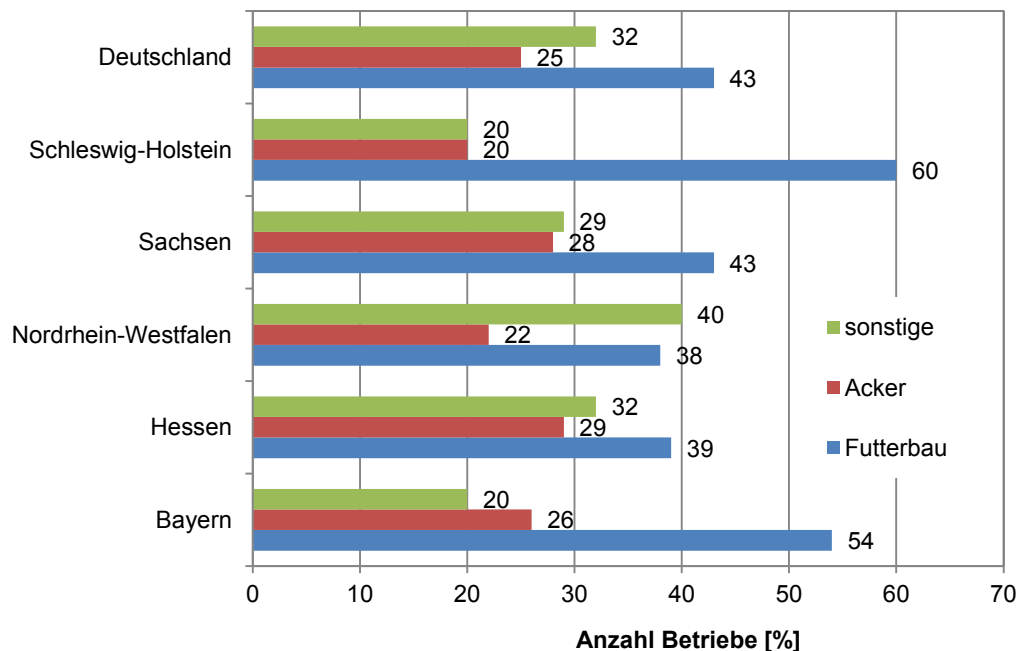


Abb. 36: Anteil Betriebstypen in % für ausgewählte Bundesländer (eigene Darstellung nach BMELV 2011b)

Die Futterbaubetriebe finden sich vor allem in den hügeligen bis bergigen Landschaften Deutschlands wie in den VorALPen oder den Mittelgebirgslagen, aber auch in der Norddeutschen Tiefebene wie dem Weser-Ems-Gebiet und in Schleswig-Holstein (STL 2011:18).

Hieraus lässt sich die Tendenz ableiten, dass ein großer Teil der deutschen Milchviehbetriebe neben Grünlandwirtschaft auch Feldfutterbau betreibt. Diesen Betrieben wäre es demzufolge grundsätzlich möglich, Eiweißfuttermittel auf dem eigenen Betrieb zu erzeugen. Es darf nicht außer Acht gelassen werden, dass es in bestimmten Regionen einiger Bundesländern aufgrund der Topografie, der klimatischen Bedingungen und der überwiegend unterdurchschnittlichen Bodenqualitäten auch reine Grünlandbetriebe gibt.

6.3.5 Fütterung

Der enorme Wettbewerbsdruck der Milchviehbetriebe, steigende Futtermittel- und schwankende Auszahlungspreise in den vergangenen Jahren machen es notwendig, die Milcherzeugungskosten möglichst gering zu halten (PAUL 2011). Tiere mit gesteigertem Leistungspotenzial haben jedoch hohe Ansprüche an Futtermittel (SPIEKERS ET AL. 2009:207).

Eiweißversorgung

Durch den verstärkten Einsatz von energiereichen Rationen aus Mais- und Grassilage ist eine Ergänzung mit Eiweißfuttermittel für eine ausgewogene Fütterung immer wichtiger geworden (SPIEKERS 2001). Dies machen die Ergebnisse aus *Kapitel 5* noch einmal deutlich: Ungefähr 5,6 Mio. t (25,6 %) des in Deutschland hergestellten Mischfutters werden in der Milchviehfütterung eingesetzt. Dieses besteht zu 5 bis 10 % aus Sojaschrot, was einer Menge von 0,28 bis 0,56 Mio. t entspricht. Von den insgesamt 2,84 Mio. t Sojaschrot, die im Wirtschaftsjahr 2009/10 von der deutschen Mischfutterproduktion genutzt wurden, flossen demnach etwa 9,9 bis 19,8 % in die Milchviehfütterung. Unter der Annahme, dass von den 1,25 Mio. t als Alleinfuttermittel abgesetzten Sojaschrots ein vergleichbarer Anteil für das Milchvieh genutzt wurde, errechnet sich eine gesamte Sojaeinsatzmenge von etwa 0,4 bis 0,8 Mio. t (2009/10) für das Milchvieh. Dafür werden jährlich ca. 3,3 Mio. t Sojaschrot und 3,2 Mio. t Sojabohnen nach Deutschland importiert.

Der Selbstversorgungsgrad der EU mit Eiweißfuttermitteln liegt bei ca. 20 % (BESTE & BOEDDINGHAUS 2011:6). Die Eiweißlücke beträgt demnach 1,8 Mio. t Rohprotein pro Jahr (LFL 2011a). Deutschland ist daher abhängig von den Eiweißimporten. Diese Tatsache birgt ein großes Risiko für die deutsche Landwirtschaft, da sich Preisschwankungen auf den Weltmärkten, wie bei der Milch, direkt übertragen. Wegen des stark wachsenden Anteils der Tierhaltung weltweit und der wachsenden Sojaeinkäufe von Ländern wie China wird sich die Versorgungslücke darüber hinaus ausweiten (BESTE & BOEDDINGHAUS 2011:4). Durch die weltweit starke Nachfrage und aufgrund des hohen Dollarkurses haben sich besonders Eiweißfuttermittel und Getreide im Verlauf der Jahre enorm verteuert (*Abb. 37*) (OFFERMANN ET AL. 2012).

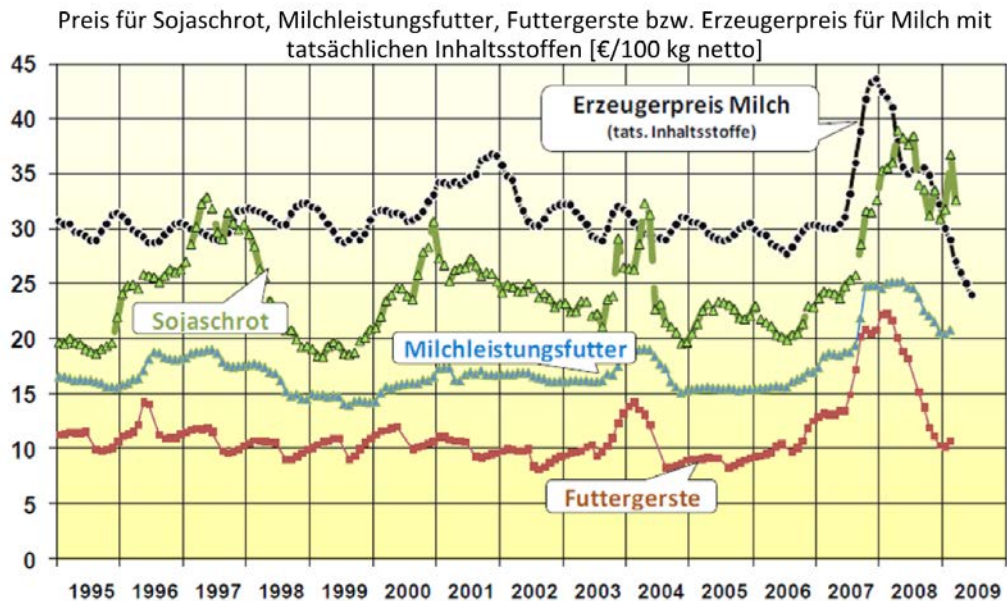


Abb. 37: Preisentwicklung für verschiedene Kraftfutterkomponenten und Milch (Dorfner 2009)

Grundfuttermittel

Silierter Mais ist eine gute Futterkomponente, um Milchkühe mit wachsender Leistung bestmöglich auszufüttern. Er bringt zuverlässig hohe Erträge mit kalkulierbarer hoher Energiedichte und ist zudem ein günstiges Grundfuttermittel (berechnet auf 10 MJ NEL) (JILG 2007a, PAUL 2011).

Durch eine gezielte Züchtung auf Frühreife und durch die agrarpolitische Förderung als prämiertenberechtigte Kultur konnte Mais preisgünstiger als andere Futterpflanzen angebaut werden. Dadurch hat der Silomaisanbau in den vergangenen Jahren beachtlich an Bedeutung gewonnen. In 2005 betrug der Silomaisanteil schon 10 % an der Ackerfläche. Innerhalb von 6 Jahren stieg der Anteil um 5 %, so dass 2010 15 % der Ackerfläche Deutschlands mit Silomais bewirtschaftet wurden (DESTATIS 2011:345F). Dem gegenüber steht ein stetiger Rückgang des Dauergrünlands in Folge von Umbrüchen zur Nutzungsänderung (Abb. 38). Die Grünlandfläche hat in Deutschland zwischen 2003 und 2009 um 226.000 ha abgenommen, das sind 4,5 % weniger Fläche innerhalb von sechs Jahren. Die höchsten Rückgänge verzeichneten Niedersachsen mit -7,3 %, Schleswig-Holstein mit -6,9 %, Mecklenburg-Vorpommern und Nordrhein-Westfalen mit knapp über -6 % (BUNDESTAGSFRAKTION BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN 2009).

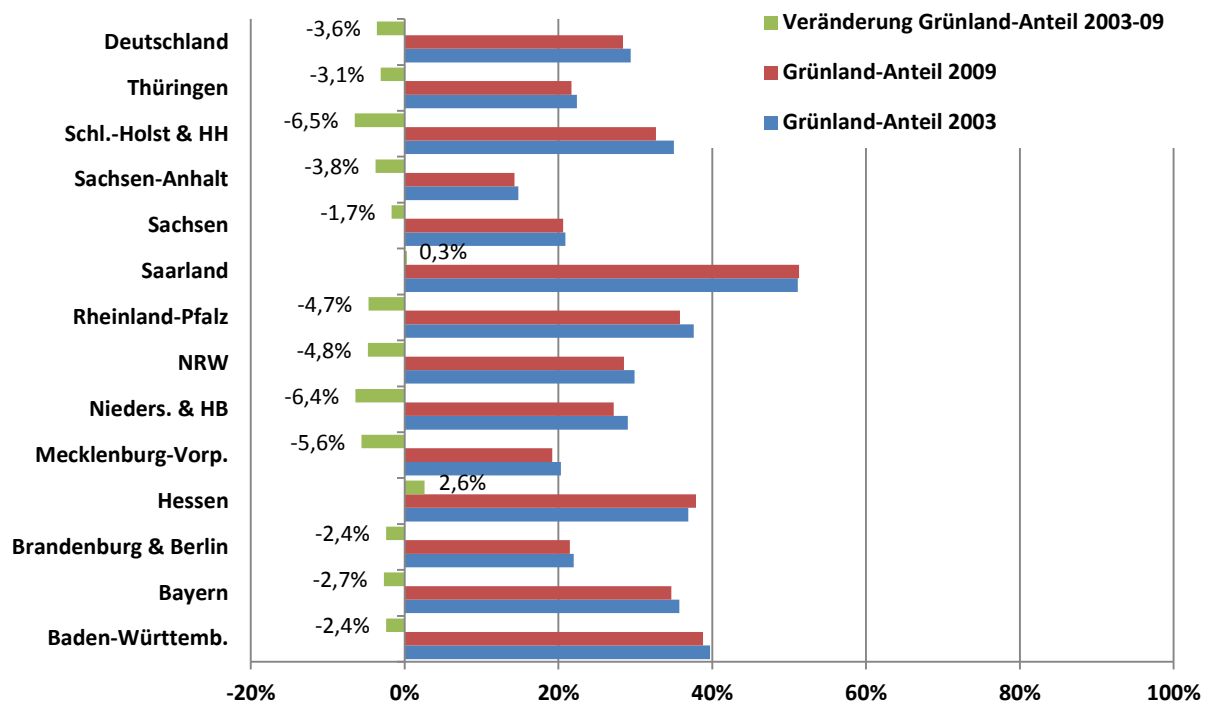


Abb. 38: Grünlandflächenänderungen nach Bundesländern 2003–2009 (eigene Darstellung nach Bundestagsfraktion Bündnis 90/ Die Grünen 2009).

Eine Betrachtung der absoluten Flächenveränderungen für Acker- und Grünland sowie der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) zeigt, dass hinter den prozentualen Veränderungen zwei unterschiedliche Entwicklungen stehen können:

Die LF in Deutschland geht vor allem durch Ausdehnung von Siedlungs- und Gewerbeflächen fortlaufend zurück. In Baden-Württemberg und Bayern entspricht der LF-Rückgang genau dem Grünlandverlust, in Brandenburg und Nordrhein-Westfalen geht der LF-Rückgang mit Acker- und Grünlandverlusten einher. In Niedersachsen und Schleswig-Holstein jedoch übertrifft der Grünlandverlust bei weitem den LF Rückgang, und gleichzeitig wird die Ackerfläche ausgedehnt. Dies weist deutlich auf die Umwandlung von Grünland in Ackerland hin (NITSCH ET AL. 2009:8).

Betrachtet man parallel dazu noch die Steigerung des Silomaisanbaus (Abb. 39) in diesem Zeitraum, so ist anzunehmen, dass der Grünlandumbruch in einigen Regionen Deutschlands zu Gunsten des Ackerbaus und damit für den Maisanbau geschah (SCHRAMEK & OSTERBURG 2011).

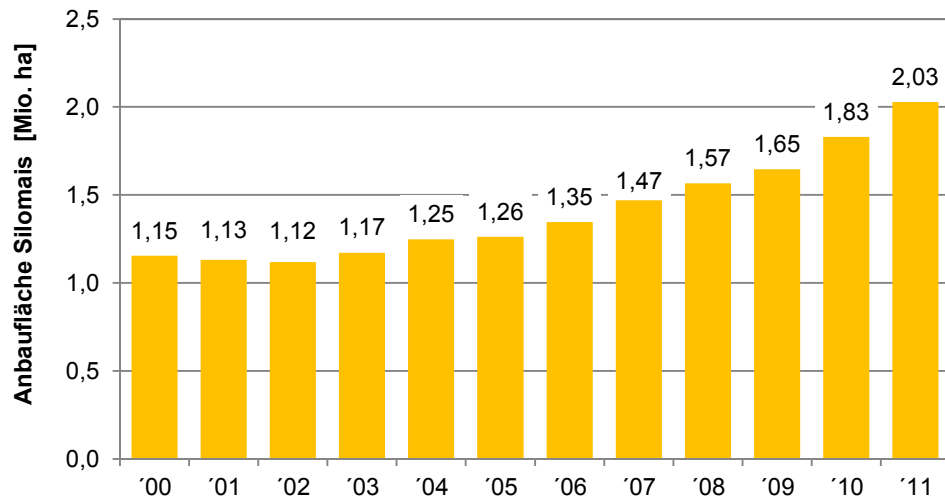


Abb. 39: Silomaisanbaufläche Deutschland für die Jahre 2000–2011 (eigene Darstellung nach Deutsches Maiskomitee 2011a)

Die Konzentration des Maisanbaus in Deutschland muss an dieser Stelle jedoch differenziert betrachtet werden. Der Zuwachs der gesamten Maisanbaufläche ist in ganz Deutschland zu verzeichnen, wobei Niedersachsen Bayern als das Bundesland mit der größten Maisanbaufläche abgelöst hat (DEUTSCHES MAISKOMITEE 2010a). Hohe Maisanteile in der Fruchtfolge sind erwartungsgemäß in den Bundesländern anzutreffen, in denen eine starke tierische Veredlung (Fleisch und Milch) stattfindet. Einen engen Zusammenhang zwischen dem Umfang der tierischen Veredlung und dem Maisanbau ist besonders für Teile von Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Bayern und Schleswig-Holstein zu erkennen. In den ostdeutschen Bundesländern sowie in Ländern mit hohen Mittelgebirgsanteilen sind, historisch und agrargeographisch bedingt, die Maisanteile an der landwirtschaftlichen Nutzfläche deutlich geringer. Ungleiche Standortbedingungen in den Bundesländern bringen unterschiedliche landwirtschaftliche Nutzungsmöglichkeiten mit sich (DEUTSCHES MAISKOMITEE 2010b).

Genauere Angaben darüber, zu welchen Anteilen der Silomais in der Milchviehfütterung oder in Biogasanlagen verwertet wird, gibt es derzeit nicht. Es ist davon auszugehen, dass im Zuge des „Biogas-Booms“ Silomais zunehmend auch zur energetischen Verwertung in Biogasanlagen genutzt wird und hier eine klare Trennung der Verwertung nicht mehr möglich ist. In der nachstehenden Abbildung (Abb. 40) sind diejenigen Regionen dunkel eingefärbt, in denen die Anbaufläche für Silomais mehr als 20.000 ha beträgt.

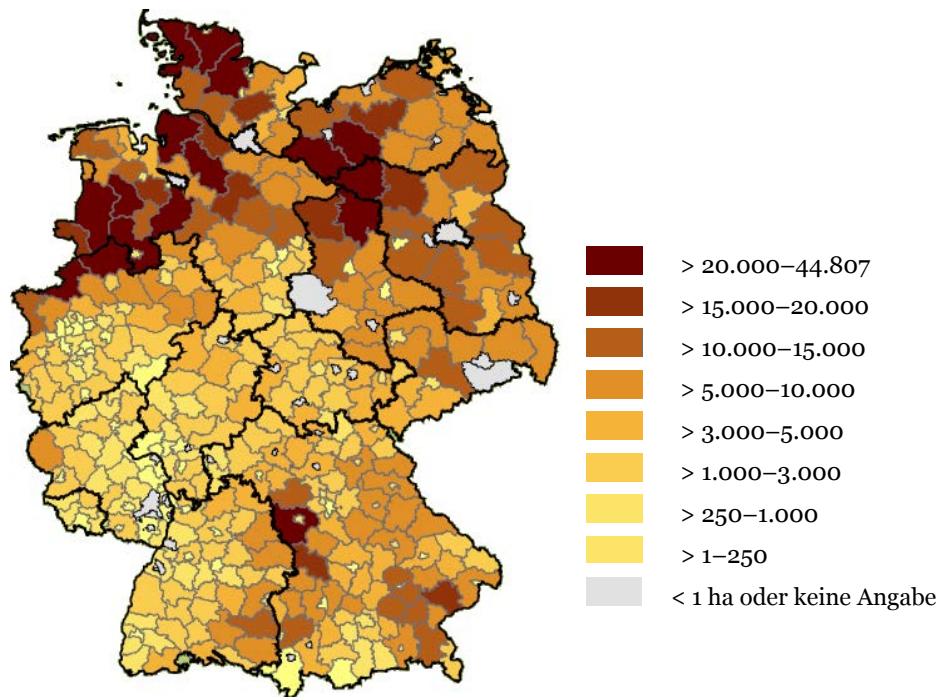


Abb. 40: Verteilung der Anbaufläche für Silomais in ha, Karte Deutschland (Deutsches Maiskomitee 2010a)

Heute stehen in Deutschland mehr als 7.200 Biogasanlagen. Während in den Anfangsjahren des „Biogas-Booms“ durch die Vergütungsstruktur des Erneuerbare-Energien-Gesetzes Neuheiten in diesem Bereich gefördert wurden, entstehen heute Probleme dadurch. Die Biogasanlagen beanspruchen mittlerweile ca. 8 % der Ackerflächen für den Substratanbau. Dies führt zu einer gravierenden Flächenkonkurrenz und belastet die Wettbewerbsfähigkeit des Getreidehandels sowie die der Milch- und Veredelungswirtschaft (DRV 2012c). Legt man die drei abgebildeten Karten (Abb. 35, Abb. 40) übereinander, wird deutlich, dass die höchste Milchviehbesatzdichte in den grünlandstärksten sowie maisanbaustärksten Teilen von Deutschland vorzufinden ist. Die größte Übereinstimmung der Eigenschaften der Karten ergibt sich für die Bundesländer Niedersachsen und Schleswig-Holstein.

6.4 Abschließende Bewertung zur Situationsanalyse Milchviehhaltung

Ziel der Status quo-Analyse war es, einen Einblick in die Struktur der deutschen Milchviehbetriebe und des Milchmarktes zu geben.

Dabei wurde zum einen deutlich, dass die Liberalisierung der Weltagrarmärkte einen erheblichen Einfluss auf die deutsche Milcherzeugung ausübt und zum anderen, dass die Struktur der Milchviehbetriebe innerhalb Deutschlands stark variiert und diese verschiedene Potenziale für die Milcherzeugung aufweisen.

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. Nach den Ergebnissen der Viehzählung von Anfang Mai standen in deutschen Ställen rund 12,5 Mio. Rinder. Gegenüber November 2011 hat sich die Zahl nur geringfügig vermindert. Ausgeprägt war in diesem Zeitraum jedoch der Rückgang der Betriebe mit 3 %. In absoluten Zahlen haben etwa 5.100 Betriebe die Rinderhaltung aufgegeben. Kleine Betriebe, die keine großen Wachstumsmöglichkeiten haben, werden voraussichtlich aus dem Sektor Milcherzeugung verdrängt. Geht man davon aus, dass unter den derzeit herrschenden Rahmenbedingungen besonders die Großbetriebe weiter wachsen (Nord- und Ostdeutschland), dann wird auch die Fütterung mutmaßlich noch weiter intensiviert, was einen Mehrverbrauch an Eiweißfuttermitteln bedeuten würde.

Durch den zunehmenden Einsatz von Mais wurden weniger Produkte vom Grünland in der Milchviehfütterung verwendet und Soja kam immer mehr eine bedeutende Rolle bei der Eiweißversorgung der Milchkühe zu. Um nun entsprechende Substitute für Soja in den Milchviehrationen zu definieren, müssen im nächsten Schritt vorerst die Grundlagen und Instrumente der Milchviehfütterung erläutert werden. Anschließend daran können nach einer Charakterisierung der Ersatzfuttermittel Alternativ-Rationen für verschiedene Leistungsniveaus und Betriebstypen erstellt werden.

7 Grundlagen der Milchviehfütterung

Um Fütterungsfehler zu vermeiden, die Leistungsfähigkeit des Grundfutters festzustellen und um Kraftfutter leistungsgerecht zuteilen zu können, bedarf es einer gezielten Rationsplanung und -kontrolle (SPIEKERS & POTTHAST 2004:172).

Im folgenden Kapitel wird zunächst das Proteinbewertungssystem für Milchvieh erläutert, und es werden die Bedarfsnormen der Milchkuh dargestellt. Anschließend daran wird in einzelnen Schritten das Vorgehen bei einer Rationsplanung beschrieben.

7.1 Proteinbewertung beim Milchvieh

Betrachtet man die Eiweißversorgung der Wiederkäuer, spielen vor allem die Verdauungsprozesse im Pansen eine übergeordnete Rolle. Die Mikroorganismen im Pansen bauen einen Großteil des Rohproteins aus dem Futter bis zu Ammoniak ab und bauen Mikrobenprotein auf. Dieses und das nicht abgebaute Futtereiweiß (UDP) gelangen bis zum Darm und stehen dort als Aminosäuren für den Stoffwechsel zur Verfügung (Abb. 41) (WEIß & BONSELS 1997).

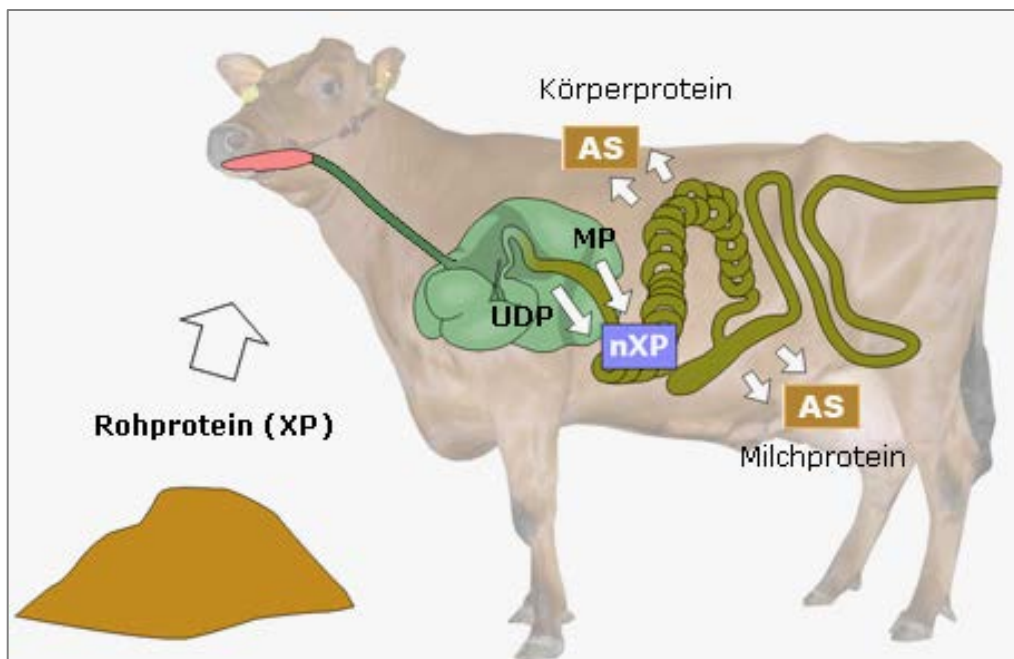


Abb. 41: Schema zur Aminosäureversorgung der Milchkuh (Spiekers et al. 2011)

Über das Blut gelangen die Aminosäuren an den Ort des Bedarfs und sind somit für die Bildung von Milcheiweiß oder Muskeleiweiß verfügbar. Um eine ausreichende Proteinversorgung der Mikroben im Pansen zu garantieren, wird in der praktischen Fütterung häufig Futtereiweiß vorgehalten. Diese Fütterung auf Reserven kostet zum einen Geld und zum anderen belastet es Tier und Umwelt. Um eine ausgeglichene Versorgung sicherzustellen, muss bekannt sein, welchen Beitrag die Futtermittel zur Proteinversorgung leisten und welchen Bedarf die Tiere aufweisen.

Die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) führte 1997 ein neues Proteinbewertungssystem ein, das auf zwei grundlegenden Merkmalen beruht:

- Nutzbares Rohprotein (nXP)
- Ruminale Stickstoffbilanz (RNB) (WEIB & BONSELS 1997)

Die wichtigsten Parameter des Bewertungssystems sollen hier definiert werden:

nXP - nutzbares Rohprotein

- Maßstab für Eiweißgehalt im Futtermittel und Eiweißbedarf der Kühe
- am Dünndarm verfügbares Rohprotein
- zusammengesetzt aus Mikrobenprotein und unabbaubarem, pansenstabilem Rohprotein

UDP – unabgebautes Pansenprotein

- Rohprotein, welches nicht im Pansen abgebaut wurde
- auch geschütztes Protein, Durchflussprotein oder Bypassprotein genannt
- Gehalte je nach Futtermittel sehr schwankend (5-65 %)

MP – Mikrobenprotein

- Protein, welches von Mikroben aufgebaut wird
- Syntheseleistung in Abhängigkeit von der Energieversorgung der Kuh

RNB – ruminale Stickstoffbilanz

- abhängig von Verhältnis von Stickstoff zu Energie im Pansen
- Ziel ist eine ausgeglichene bis leicht positive Bilanz
- Bilanz der gesamten Ration ist entscheidend
(SPIEKERS & MENKE 2006:6F, WEIB & BONSELS 1997)

7.2 Bedarfsnormen und Definitionen

Bei der Rationsgestaltung und -berechnung müssen an erster Stelle die Nährstoffe berücksichtigt werden, die durch die Fütterung in Mangel geraten können (SPIEKERS & POTTHAST 2004:167, KIRCHGEBNER ET AL. 2008: 388F). In *Tab. 16* sind die wichtigsten Kenngrößen für eine Rationsgestaltung aufgeführt.

Tab. 16: Bedarfsnormen Milchkuhration (eigene Darstellung nach Spiekers & Potthast 2004:168)

Bedarfsnorm	Maßstab	Einheit	Zielgröße
Energie	NEL	MJ/Tag	Bedarf für: Erhaltung, Milchenergie und Kalb
Protein	nXP	g/Tag bzw. g/kg TM	Bedarf für: Erhaltung, Milcheiweiß, Kalb
	RNB	g/Tag bzw. g/kg TM	N-Bedarf der Mikroben, Vermeidung von Leberbelastung
Kohlenhydrate	Zucker, Stärke, beständige Stärke	g/kg TM	Orientierungswerte in Abhängigkeit von Leistungsniveau und Laktationsstand
Strukturwert	SW (strukturwirksame Rohfaser)	SW/kg TM	Mindestwert: 1,1
Mengenelemente	Ca, P, Na, Mg,	g/Tag; g/kg TM	Bedarf in Abhängigkeit von: Futteraufnahme, Milchmenge, Bedarfsdeckung
Spurenelemente	Zn, Mn, Cu, Se, Co	mg/kg TM	

Energiebedarf

Die Energieversorgung steht an erster Stelle. Über die Verdaulichkeit des Futters und seine Passagegeschwindigkeit durch den Pansen besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Energiekonzentration des Grundfutters und der Futteraufnahme (SPIEKERS & POTTHAST 2004:162).

Proteinbedarf

Beim Wiederkäuer ist für eine bedarfsgerechte Versorgung diejenige Proteinmenge entscheidend, die am Dünndarm zur Verfügung steht (KIRCHGEBNER ET AL. 2008:357, FRUHSTORFER 2004:334). Dieses „nutzbare Rohprotein“ setzt sich aus dem im Pansen gebildeten Mikrobenprotein und dem im Pansen unabgebauten Protein (UDP) zusammen. Der Anteil an UDP und die Abbaubarkeit des Proteins ist bei Futtermitteln sehr unterschiedlich. Dies muss bei der Rationsplanung je nach Leistungsniveau berücksichtigt werden.

Stickstoffversorgung

Um die Bildung von Mikrobenprotein zu gewährleisten, ist eine ausreichende Stickstoffversorgung im Pansen nötig, und um dies sicherzustellen, muss die ruminale Stickstoffbilanz überprüft werden (SPIEKERS & POTTHAST 2004:173, FRUHSTORFER 2004:334). Bei der Bilanzierung der Gesamtration sollte der RNB-Wert im Pansen nicht negativ sein, und im positiven Bereich einen Wert von 50 bis 70 g nicht längerfristig überschreiten (MARGRAFF 2006). Bei Überversorgung mit Rohprotein bei hoher RNB können die Tiere nicht mehr die physiologischen Prozesse des Pansen-Leber-Kreislaufs nutzen, um den aufgenommenen

Stickstoff im Körper selbst noch zu verwenden. Der N-Überschuss muss in der Leber zu Harnstoff umgewandelt und ausgeschieden werden (ENGELHARD & MEYER 2012). Eine stark belastete Leber kann jedoch die giftigen Stoffwechselprodukte häufig nicht mehr abbauen und damit unschädlich machen. Eine Anhäufung dieser Stoffwechselprodukte führt unter Umständen dazu, dass die wichtigen Gewebe der Klauen nicht mehr genügend durchblutet werden und möglicherweise in der Folge Klauenprobleme auftreten (LIESEGANG 2001).

Kohlenhydratversorgung

Damit der Stickstoff im Pansen möglichst effizient genutzt werden kann, ist einerseits die RNB und andererseits die Art und die Abbaugeschwindigkeit von Rohprotein und Kohlenhydraten zu beachten (SPIEKERS & POTTHAST 2004:165). Auf die zeitliche Freisetzung der einzelnen Stoffe sollte vor allem bei hohen Leistungsniveaus geachtet werden. Die Bereitstellung von Energie und Protein für die Mikroben soll im Pansen möglichst zeitgleich, also synchron erfolgen. Nur so können die Nährstoffe optimal ausgenutzt und die Mikrobenleistung gesteigert werden (LFL 2011b). In der Gesamtration von Milchvieh sind unbeständige Stärke und Zucker bis zu einem Anteil von 250 g/kg TM (25%) vertretbar. Zu hohe Anteile an Zucker (> 75 g /kg TM) können günstige Bedingungen für eine Acidose (Pansenübersäuerung) schaffen (SPIEKERS & POTTHAST 2004:204,146).

Kohlenhydrate beeinflussen zum einen, wo Nährstoffe im Tier umgesetzt werden (Pansen/ Darm) und zum anderen die Endprodukte der Verdauung, die entscheidend für die Milchbildung sind (SPIEKERS & POTTHAST 2004:165).

Strukturwert

Zur Bewertung, wie „wiederkäuergerecht“ eine Ration ist, werden der Strukturwert und die strukturierte Rohfaser als Kontrollwerte herangezogen. Ausgewiesen wird der Strukturwert als eine Relativzahl. Zur Charakterisierung der Futterstruktur dienen Partikelgröße, Starre, spezifisches Gewicht und der Gehalt an Gerüstsubstanzen der Futtermittel. Struktur im Futter von Wiederkäuern ist deshalb so bedeutend, da es für ausreichende Kau- und Wiederkäuzeiten sorgt, den Speichelfluss und den pH-Wert im Pansen reguliert und dadurch Übersäuerungen vorbeugt. Allgemeine Lehrmeinung ist derzeit, dass ein Mindeststrukturwert von 1,1 je kg TM einzuhalten ist (SPIEKERS & POTTHAST 2004:164, LFL 2011b). Nach NYDEGGER & BOLLI 2009 kann dennoch der Mindestwert für die Strukturversorgung je nach Laktationsanzahl und Milchleistung variieren (Tab. 17).

Tab. 17: Strukturwerte in Abhängigkeit von Laktation und Milchleistung (eigene Darstellung nach Nydegger & Bolli 2009)

Laktationen	Milchleistung in kg /Tag							
	20	30	34	38	40	44	46	48
bis 3	0,95	1,05	1,09	1,13	1,15	1,19	1,21	1,23
4	0,87	0,97	1,01	1,05	1,07	1,11	1,13	1,15
> 5	0,85	0,95	0,99	1,03	1,05	1,09	1,11	1,13

In der Fütterungsberatung wird häufiger mit der strukturierten Rohfaser gerechnet. Hier werden Wert < 10 % als kritisch angesehen (PAUL 2012).

Futtermittel

Futtermittel können unterschiedlich klassifiziert werden. In der Studie wird auf folgende Unterteilung zurückgegriffen:

Grundfutter (auch Grobfutter)

Als Grundfutter werden die klassischen Futtermittel des Grünlandes und des Feldfutterbaus (frisch, siliert und natürlich getrocknet) bezeichnet. Sie besitzen eine hohe Strukturwirksamkeit.

Saftfutter

Saftfutter sind Teile von Pflanzen bzw. Verarbeitungsprodukte mit einem TM-Gehalt < 55 %, wie z.B. Rüben, Wurzeln, Knollen, Maisnebenprodukte, Biertreber, Pressschnitzel, Zitrus- und Apfeltrester, Schlempen, Molke, Magermilch, Vollmilch. Saftfutter liegen im Strukturwert zwischen Kraft- und Grobfutter.

Kraftfutter

Industriell hergestellte Mischfutter, Einzelkomponenten (Energie- und Proteinträger): Alle einmischbaren Komponenten mit einem TM-Gehalt > 55 % und einem Energiegehalt > 7 MJ NEL/kg TM, also auch Feuchtgetreide, Corn-Cob-Mix, Melasse und Trockengrün. Abweichend hiervon muss allerdings auch Mineralfutter zu dieser Gruppe gezählt werden. Kraftfutter hat praktisch keinen Strukturwert.

7.3 Rationsplanung und -gestaltung

Die folgenden Angaben sind Stand des allgemeinen Vorgehens zur Rationsgestaltung und in Standardlehrbüchern zur Milchviehfütterung sowie genauer in den Quellen SPIEKERS & POTTHAST 2004 sowie KIRCHGEBNER ET AL. 2008 unter dem Kapitel „Rationsgestaltung“ nachzulesen.

7.3.1 Schritt 1: Bedarf ermitteln

Der Bedarf einer Milchkuh an Nährstoffen wird in zwei Formen unterschieden und ist abhängig von der Lebendmasse der Tiere (Tab. 18).

1. Der **Erhaltungsbedarf** ist die Menge an Nährstoffen oder Energie, die die Kuh braucht, um ihre lebensnotwendigen Stoffwechselprozesse aufrechtzuhalten. Er hängt stark von der Lebendmasse der Tiere ab.
2. Der **Leistungsbedarf** wird bestimmt durch die Milchleistung der Tiere. Aus den Milchkontrolldaten können detaillierte Angaben zu Einzeltierleistungen entnommen werden (SPIEKERS & POTTHAST 2004:173, FRUHSTORFER 2004:335).

Tab. 18: Bedarfswerte Milchkuh (eigene Darstellung nach LFL 2011b)

	NEL MJ/Tag	nXP g/Tag
Erhaltungsbedarf		
Gewicht 600 kg	35,3	430
650 kg	37,7	450
700 kg	39,9	470

Leistungsbedarf je kg Milch		
Fettgehalt	3,5 %	3,2
	4,0 %	3,3
	4,5 %	3,5
Eiweißgehalt	3,5 %	81
	4,0 %	85
	4,5 %	89

7.3.2 Schritt 2: Grobfuttermenge abschätzen

Der Futterverzehr ist abhängig vom Tier (Lebendmasse, Laktationsstadium), vom Futtermittel selbst (Verdaulichkeit, Schmackhaftigkeit) und letztlich auch von der Art der Futtervorlage und Fütterungstechnik.

Mithilfe einer modifizierten Schätzformel der DLG lässt sich die Futteraufnahme pro Kuh und Tag, wie in *Tab. 19* dargestellt, errechnen:

Tab. 19: Schätzformel Grundfutteraufnahme nach DLG (eigene Darstellung nach DLG 2006)

Grundfutteraufnahme	
$= (0,006 \times LM) + (0,19 \times E^{2,16}) - (0,026 \times KF^2) + ((ECM - 25) \times 0,1)$	
LM	= Lebendmasse in kg
E	= Energiekonzentration Grobfutter in MJ/kg TM
KF	= Kraftfuttermenge in kg TM je Kuh/Tag
ECM	= energiekorrigierte Milch in kg/Kuh/Tag

Beim Verfüttern von Gras- und Maissilage kann bei einer Lebendmasse von 650 kg pro Kuh mit TM-Aufnahmen aus dem Grundfutter von 12–14 kg pro Tag gerechnet werden (KIRCHGEBNER ET AL. 2008:368, SPIEKERS & POTTHAST 2004:174F). In Abhängigkeit der Energiekonzentration und des Kraftfutteranteils der Gesamtration können Kühe im Leistungsbereich von 8.000 kg Jahresleistung bis zu 23 kg TM pro Tag aufnehmen, bei einer Durchschnittsleistung von 10.000 kg sogar bis zu 24 kg TM pro Tag (SPIEKERS 2006).

7.3.3 Schritt 3: Versorgung aus dem Grundfutter errechnen

Mit dem Ziel, die Menge an Kraftfutter und eiweißreichen Futtermitteln zu reduzieren, muss eine leistungsgerechte und an den Bedarf angepasste Kraftfutterfütterung erfolgen. Dies ist nur möglich, wenn man die Versorgungsleistung des Grundfutters kennt. Um die tatsächliche Bereitstellung der Nährstoffe durch das Grundfutter feststellen zu können, ist eine Futtermittelanalyse unerlässlich. Die Versorgung aus dem Grundfutter errechnet sich, indem die Inhaltsstoffe je kg Futtermittel mit der verfütterten Menge multipliziert werden. Aus den errechneten Werten muss der Bedarf für die Erhaltung abgezogen werden. Die verbleibende Menge an Energie und nutzbarem Rohprotein steht für die Milchproduktion zur Verfügung. Die potentiell mögliche Milchmenge errechnet sich, indem die Werte durch den Bedarf je kg Milch dividiert werden (*Tab. 20*).

Tab. 20: Grundzüge einer Rationsberechnung (eigene Darstellung nach Spiekers & Potthast 2004:176)

	Menge kg/TM	NEL MJ	nXP g	RNB g	SW
Grassilage (6,1 MJ/NEL)	8	48,8	1.096	+ 36	3,05
Maissilage (6,4 MJ/NEL)	5	32,0	650	- 36	1,79
Summe	13	80,8	1.746	0	33,3
Erhaltung		37,7	450		
Summe		43,1	1296		2,6
Bedarf je kg Milch		3,28	85		
Ration reicht für...kg Milch		13,1	15,2		

Mit der Energie als limitierender Faktor reicht diese Beispielration für ca. 13 kg Milch. Nach nXP könnten ca. 15 kg ermolken werden. Für Leistungen über 13 kg müsste in diesem Beispiel Kraftfutter eingesetzt werden. Die Stickstoffversorgung der Mikroben ist mit einer RNB von Null gewährleistet.

Die Berechnung des Strukturwertes ergibt sich folgendermaßen:

Die Strukturwerte der einzelnen Futtermittelkomponenten werden addiert und so ein mittlerer SW für die gesamte Ration berechnet. Dieser Mittelwert muss durch den Futtermittelverzehr in kg TM dividiert werden. Die Strukturversorgung aus dem Grobfutter ist ausreichend, wenn der Wert über 1,1 liegt.

7.3.4 Schritt 4: Bedarf an Ausgleichsfutter errechnen

Durch die heute übliche Zusammenstellung von Futtermitteln ist es selten der Fall, dass eine Ration allein durch die Kombination der Grundfuttermittel ausgeglichen ist. Grasbetonte Rationen weisen oft eine positive RNB auf: Das bedeutet, dass zu wenig Energie zur Verfügung steht, um den vorhandenen Stickstoff in Mikrobenprotein umzusetzen. Es sollte hier mit energiereichen Futtermitteln ergänzt werden, die eine starke negative RNB aufweisen (Kartoffeln, Melasseschnitzel, Gerste), damit so der Stickstoffüberschuss für die Bildung von wertvollem Mikrobenprotein verwertet werden kann. Bei maislastigen Rationen ist die RNB hingegen oft negativ. Hier gilt es, durch Futtermittel mit positiver RNB (Extraktionsschrote, Maiskleber, Körnerleguminosen) einen Ausgleich zu schaffen.

Wieviel Ausgleichsfutter zugefüttert werden muss, lässt sich einfach berechnen, da bei allen Futtermitteln der RNB-Wert ausgezeichnet wird. Durch die Gabe eines Ausgleichsfutters kann sich die mögliche Milchleistung erhöhen. Als Faustregel bleibt festzuhalten, dass ein Ausgleichsfutter so lange zugemischt werden kann, bis die RNB ausgeglichen ist und die mögliche Milchleistung nach nXP nicht unter die nach Energie fällt. Bei gras- und maisbetonten Grundrationen ergibt sich eine Bilanz wie in der Beispielration: Die mögliche Milchleistung nach nutzbarem Rohprotein liegt höher als die nach Energie. Dies ist darin begründet, dass für den Erhaltungsbedarf der Kuh mehr Energie als nXP benötigt wird. Mit steigender Leistung steigt auch der nXP-Bedarf der Tiere an. Diese Tatsache muss bei der Wahl von Ausgleichsfutter beachtet werden.

Die Inhaltsstoffe der zusätzlichen Futterkomponenten aus dem Ausgleichsfutter müssen zur bisherigen Ration hinzugerechnet werden. Hier ergeben sich neue Milchleistungs- und RNB-Werte.

7.3.5 Schritt 5: Mineralfutterbedarf berechnen

Um den Mineralfutterbedarf zu ermitteln, wird die Versorgung aus der bestehenden Ration unter Einbeziehung aller Futterkomponenten errechnet. Die ermittelten Werte müssen mit standardisierten Versorgungsempfehlungen, die sich nach dem Leistungsniveau richten, abgeglichen werden. Anhand dieser Bilanz ist die Entscheidung zu treffen, ob und welches Mineralfutter in welcher Menge eingesetzt werden soll.

Der Versorgungsbedarf an Spurenelementen und Vitaminen wird meistens schon über die Anteile dieser Stoffe im Mineralfutter sichergestellt.

7.3.6 Schritt 6: Milchleistungsfutter auswählen

Geht man davon aus, dass die Grundration den Bedarf für die Erhaltung deckt, dann hat das Milchleistungsfutter die Aufgabe, die Nährstoffe so auszubalancieren, dass das Milchleistungsvermögen nach Energie und nXP gleich ist.

Milchleistungsfutter werden in drei verschiedenen Energiestufen und vier verschiedenen Gehaltsstufen an Rohprotein angeboten (Tab. 21).

Tab. 21: Zusammensetzung Milchleistungsfutter (eigene Darstellung nach Kirchgeßner et al 2008:407)

	MJ NEL/kg	% XP
Energiestufe 2	6,2	
Energiestufe 3	6,7	
Energiestufe >3	min. 7,0	
I Typ 1,7		max. 15
II Typ 1,8		16–20
III Typ 1,9		21–25
IV Typ 1,10		28–32

Das Milchleistungsfutter sollte immer unter Berücksichtigung der nXP-Gehalte, der RNB-Werte und der Versorgung mit Stärke und Zucker aus der Grundration ausgewählt werden.

7.3.7 Schritt 7: Kraftfuttermenge errechnen

Kraftfutter oder Milchleistungsfutter (MLF) sollte erst für eine Milchleistung oberhalb der Leistung aus der Grundration zugefüttert werden. Welche Menge an Kraftfutter eingesetzt wird, richtet sich nach der Milchleistung, nach dem Energiegehalt des Kraftfutters und nach der möglichen Verdrängung von Grobfutter.

Um einschätzen zu können, wie viel Milch sich aus dem Kraftfutter ermelken lässt, muss man die Energie des Kraftfutters durch den Energiebedarf für 1 kg Milch teilen. Die Tab. 22 zeigt die Berechnung der Kraftfuttermenge.

Tab. 22: Berechnung Kraftfuttermenge (eigene Darstellung nach Spiekers & Potthast 2004: 185)

	Einheiten
Kraftfutter Energiestufe 3	6,7 MJ NEL/kg
Energiebedarf für Milch	3,44 MJ NEL/kg
reicht für ...Milch	ca. 2,0 kg

Mit steigenden Kraftfuttermengen wird häufig weniger Grobfutter TM aufgenommen. Derzeit kann jedoch noch nicht vollständig geklärt werden, in welchem Maß die Grobfutteraufnahme von der Kraftfuttermenge abhängt.

Festzuhalten bleibt, dass zu hohe Kraftfuttermengen die Energielieferung aus dem Grundfutter verringern. Deshalb sollte die Ration immer erst nach der möglichen Grundfutterleistung mit Kraftfutter ergänzt werden. In den nachstehenden Tabellen (Tab. 23, Tab. 24) wird noch einmal eine gesamte Rationsberechnung dargestellt, der folgende Werte zugrunde liegen:

Lebendmasse Kuh:	650 kg
Milchinhaltstoffe:	4,1 % Fett und 3,4 % Eiweiß
Erhaltungsbedarf:	37,7 MJ NEL, 450 g nXP
Energiebedarf/kg Milch:	3,28 MJ NEL, 85 g nXP

Tab. 23: Analysewerte Futtermittel Rationsberechnung (eigene Darstellung nach Spiekers & Potthast 2004:180)

	TM g/kg	NEL MJ	nXP g	RNB g	SW
Grassilage	380	6,2	138	3,9	2,93
Maissilage	320	6,6	131	-9,0	1,61

Tab. 24: Beispiel vereinfachte Rationsberechnung (eigene Darstellung nach Spiekers & Potthast 2004:180)

I Grundfütterration: Angaben pro Kuh/Tag					
	TM kg	NEL MJ	nXP g	RNB g	SW pro kg TM
Grassilage	7,6	47,1	1.049	29,6	22,3
Maissilage	6,6	43,6	845	- 59,4	10,6
Summe	14,2	90,7	1.914	- 29,8	32,9
- Erhaltungsbedarf		37,7	450		
Summe I	14,2	53	1.464	- 29,8	32,9
Milch aus Grundration		16,1	17,2		2,3
II Ausgleichsration: Kraftfutter zum Ausgleich der RNB					
Rapsextraktionsschrot	1,3	9,6	309	34,3	0,4
Summe I & II	15,5	62,6	1773	4,5	33,3
Milch aus Grundration + Ausgleichsfutter		19,1	20,9		2,15
III Kraftfutterzuteilung: MLF Energiestufe 3, 16 % Rohprotein					
angestrebte Milchleistung in kg	20	22	24	26	28
MLF in kg	0,6	1,7	2,8	3,9	4,9
SW /kg TM Gesamtration	2,09	1,99	1,88	1,79	1,72

Mit dem Einsatz von Rapsextraktionsschrot als Ausgleichsfutter konnte die Milchleistung nach Energie um 3 kg und nach nXP um 3,7 kg je Kuh und Tag gesteigert werden. Zudem wurde der negative RNB-Wert der Grundfütterration ins Positive gerückt.

Am Beispiel dieser Ration wird deutlich, dass sich die Milchleistung über die Zufütterung von Kraftfutter erheblich erhöhen lässt, aber der Strukturwert der Ration sich durch diese Steigerung zunehmend verschlechtert. Bei einer unverhältnismäßigen Steigerung der Kraftfuttermenge kann dies dazu führen, dass die Kuh nicht ausreichend mit Struktur versorgt ist und nicht genügend Speichel zur Säurepufferung produziert. In der Folge kann es zu einer Pansenübersäuerung kommen.

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 Leistungsvermögen der Milchkühe möglichst

ausfüttern zu können. Dies lässt manche Betriebe damit an die Grenzen einer wiederkäuergerechten Fütterung stoßen (PAUL 2011).

Je nach Kraftfutterart und -menge erhöhen sich die Gehalte an Energie und nutzbarem Rohprotein in der Ration. Danach sind höhere Milchleistungen zu erzielen als allein aus dem Grundfutter. 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 aufweist. 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 vermehrt ein hoher Ergänzungsbedarf an Rohprotein (SPIEKERS 2001). Soja und die Nebenprodukte aus der Verarbeitung stellen einen optimalen Ausgleich dar. Sie weisen eine positive RNB sowie hohe Energie- und Eiweißgehalte auf (SPIEKERS & POTTHAST 2004:178F). Durch das Vorhalten von Eiweißreserven verschiebt sich die ruminale Stickstoffbilanz der Gesamtration immer mehr ins positive (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 zunehmend die Stoffwechselfgesundheit der Kuh und der überflüssige Stickstoff muss als Harnstoff über Milch und Urin ausgeschieden werden (KIRCHGEBNER ET AL. 2008). So kann eine unausgeglichene Fütterung sich neben den negativen gesundheitlichen Folgen für die Kuh, am Ende auch als Umweltbelastung auswirken (WEIß & BONSELS 1997, KIRCHGEBNER ET AL. 2008:131).

8 Alternative Futtermittel zu importierter Soja

Im folgenden Kapitel werden ausgewählte Futtermittel vorgestellt, die für die Substitution von importiertem Sojaschrot in Milchviehrationen infrage kommen. Dabei werden die möglichen Substitute durch eine Beschreibung ihrer Herstellung, des Futterwertes, des Anbaus und ihrer derzeitigen Verfügbarkeit auf dem Markt charakterisiert.

Sojaschrot wird in der Futtermischung vor allem als Eiweißkomponente eingesetzt (siehe auch *Abschnitt 5.4.2*). Ersetzt werden kann es daher nur durch Futtermittel mit einem vergleichbar hohen Proteingehalt.

8.1 Eiweißhaltige Nebenprodukte

8.1.1 Sojaextraktionsschrot

Herstellungsverfahren Extraktionsschrote

Bei der Gewinnung von Pflanzenöl aus Ölsaaten fallen je nach Produktionsverfahren Residuen in Form von Extraktionsschrot, Kuchen oder Expeller an (*Abb. 42*, siehe auch *Abschnitt 5.4.2*). Extraktionsschrote³⁴ verbleiben, wenn das Öl nach einer Feucht-Warm-Behandlung mithilfe eines Lösungsmittels (meist Hexan) entzogen wurde. Da Sojabohnen einen Rohfettgehalt von < 25 % haben, kann bei ihnen auf eine Vorpressung verzichtet werden (JEROCH ET AL. 1993:309). Die entstehenden Schrote haben einen Restölgehalt von weniger als 4 %, häufig liegt dieser unter 1 % (ORTHOEFFER 1978:229, JEROCH ET AL. 1993:308).

Bei der rein mechanischen Ölgewinnung fallen die sogenannten Ölkuchen und Expeller an. Ölkuchen entstehen durch den Einsatz diskontinuierlicher einfacher Pressen, Expeller hingegen sind Produkte kontinuierlicher Schneckenpressen (BERNSMANN ET AL. 2011:57). In der Literatur wird jedoch oftmals diese Unterscheidung nicht vorgenommen und beide Nebenprodukte als ‚Ölkuchen‘ bezeichnet. Ihr Restölgehalt ist mit 5 bis 8 % bedeutend höher als jener der Extraktionsschrote (JEROCH ET AL. 1993:309). Um die Ölausbeute zu maximieren, werden heute oft mechanische und chemische Verfahren der Ölgewinnung kombiniert, sodass es sich bei den Rückständen, insbesondere bei der Sojabohnenverarbeitung, zum weitaus überwiegenden Teil um Schrote handelt (BERNSMANN ET AL. 2011:57).

³⁴ kurz: Schrot

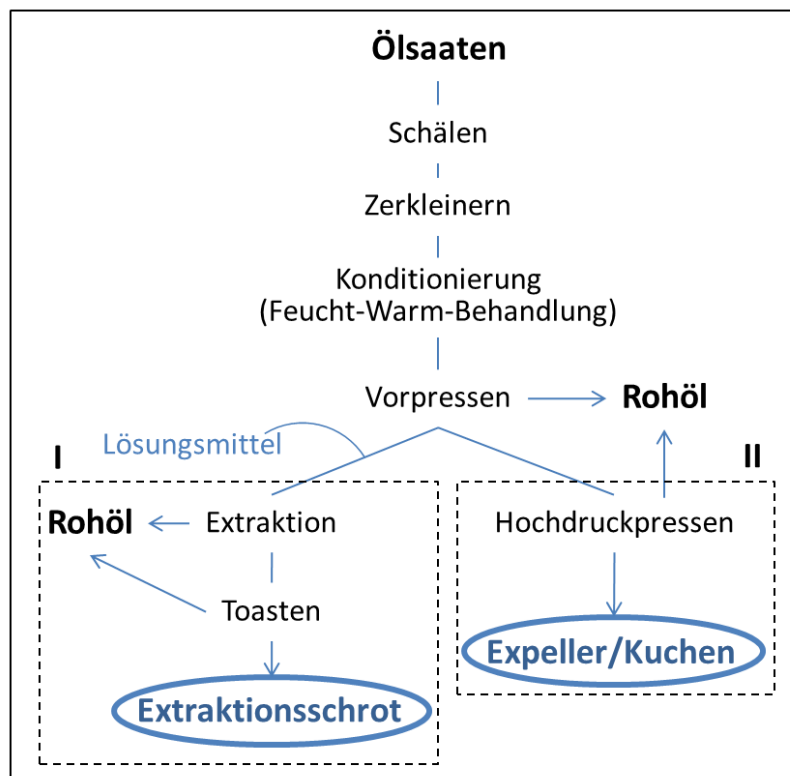


Abb. 42: Vereinfachte Verfahren der Gewinnung pflanzlicher Öle, I: chemisch, II: mechanisch (eigene Darstellung nach Jeroch et al. 1993:308)

Um Wiederholungen in Bezug auf die Verfügbarkeit von Sojaschrot als Futtermittel zu vermeiden, soll an dieser Stelle lediglich auf das *Kapitel 5* verwiesen werden.

Futterwert

Sojaschrot wird als Extraktionsschrot aus ungeschälter und als Hochprotein-Soja (HP-Soja) aus geschälter Saat angeboten (JILG 2003). Wie *Tab. 25* zeigt, ergeben sich dadurch Unterschiede in der Nährstoffzusammensetzung. Bei allen Futterwerttabellen dieses Kapitels ist Folgendes zu beachten: Die Quellen sind nach ihrer Relevanz angeordnet. Da die DLG-Futterwerttabelle aus 1997 das Standardwerk für Wissenschaft und Praxis darstellt, wird diese Quelle, soweit es Angaben zum betreffenden Futtermittel gibt, an erster Stelle genannt. Zudem beziehen sich viele der nach 1997 angefertigten Futterwerttabellen auf die DLG-Werte und arbeiteten nur ergänzend dazu. Außerdem bleibt festzuhalten, dass sich die Untersuchungen der Autoren in ihrer Probenanzahl und teilweise auch in der Messmethode (in situ, in vitro³⁵) unterscheiden, was sich teilweise in den großen Spannbreiten der Ergebnisse widerspiegelt. Als wertbestimmende Inhaltsstoffe werden die Gehalte an Energie (NEL), Rohprotein (XF), nutzbares Rohprotein (nXP), Durchflussprotein (UDP), RNB (ruminale N-Bilanz), Rohfett (XL), Rohfaser (XF) und Rohstärke (XS) der einzelnen Futtermittel ausgewiesen.

³⁵ **in situ**: ein Verfahren zur Bestimmung der *Verdaulichkeit* und der *Kinetik* der Verdaulichkeit im *Pansen* von *Futtermitteln* für *Wiederkäuer*, **in vitro**: Experimente, die in einer kontrollierten künstlichen Umgebung außerhalb eines lebenden Organismus durchgeführt werden

Tab. 25: Nährstoffgehalt Sojaschrot in g/kg TM (eigene Darstellung)

	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	XF	XS
	MJ	g	g	%	g	g	g	g
ungeschält, dampferhitzt								
DLG 1997	8,63	510	308	35	32	15	67	69
DLG 2011a	-	-	-	30	-	-	-	-
JEROCH ET AL. 1993	8,06	513	-	-	-	14	65	73
PROTEINMARKT 2011	8,43	485	283	30	32	17	93	65
geschält, dampferhitzt								
DLG 1997	8,59	548	324	35	36	13	39	69
JEROCH ET AL. 1993	8,01	552	-	-	-	13	39	72
PROTEINMARKT 2011	8,56	483	284	30	32	17	75	66

Mit einem Rohproteingehalt von durchschnittlich ca. 530 g bei geschälter, getoasteter Ware enthält das Sojaschrot den höchsten Anteil an Rohprotein im Bereich der Schrote. Die Proteinqualität ist hochwertig, ungefähr 59 % des Rohproteins liegen nutzbar vor. Aufgrund neuester Untersuchungen wurde der UDP-Gehalt von 35 auf 30 % herabgesetzt (DLG 2011a). Damit liegt der UDP-Wert von Sojaschrot zwar unter dem vom Rapsschrot, aber noch deutlich über den Werten der heimischen Körnerleguminosen. Die Rohfettgehalte im Sojaschrot sind relativ gering. Sein Rohfasergehalt ist mit 3–8 % vergleichsweise gering. Infolge der hohen Verdaulichkeit ist das Schrot aber sehr energiereich. Teilweise kommen auch Chargen mit höheren Schalengehalten auf den Markt, deshalb ist beim Kauf immer auf eine exakte Deklaration zu achten (SPIEKERS & POTTHAST 2004:82). Bildet man den Mittelwert vom Energiegehalt der oben aufgeführten Analysen, ergibt sich ein durchschnittlicher Energiegehalt von 8,3 MJ/NEL. Damit enthält das Sojaschrot nicht nur die höchsten Rohproteinanteile, sondern auch die höchsten Energiegehalte im Bereich der Schrote. Anders als das Rapsschrot enthält Sojaschrot zu einem geringen Anteil Stärke.

Mögliche Qualitätsprobleme und ein daraus resultierender verminderter Futterwert können durch Lösungsmittelrückstände bei der Extraktion, durch Mykotoxinbelastung des Rohstoffs Sojabohne oder einen zu hohen Wassergehalt im Futtermittel (Schimmelgefahr) entstehen (ALP 2012).

Futterwert erhöhende Maßnahmen

Zum einen kann der bakterielle Abbau in den Vormägen durch physikalische Verfahren, die mit dem Einfluss von Temperatur Feuchte und/oder Druck (toasten, rösten, extrudieren, expandieren) arbeiten, vermindert werden. Zum anderen können chemische Schutzverfahren genutzt werden, bei denen Zusatzstoffe, wie Formaldehyd oder Holzzucker (SoyPass®) (FREITAG ET AL. 2007) eingesetzt werden. Gelingt das Schützen des wertvollen Proteins, gelangen mehr als 65 % des Eiweißes in den Dünndarm. Mit steigenden UDP-Anteilen erhöht sich die Menge an nXP im Darm und so kann ein möglicher Stickstoffüberschuss im Pansen gesenkt werden. Der Einsatz von geschütztem Eiweiß führt stets zu geringeren RNB-Werten, das sollte bei der Rationsplanung einkalkuliert werden (MENKE 2010, FREITAG ET AL 2007). Deshalb sollte die Grundration eine positive RNB (Grassilage) und die Gesamtration keine negative RNB aufweisen (MENKE 2010).

Einsatzempfehlung

Die derzeit formulierte Höchsteinsatzmenge liegt bei 2,5 kg pro Tier und Tag (JILG 2003) oder nicht mehr als 30 % im Mischfutter/Hofmischung (ALP 2012).

8.1.2 Rapsextraktionsschrot

Rapsschrot ist ein Nebenprodukt der Herstellung von Rapsöl, wenn es mittels Extraktionsverfahren gewonnen wird (Abb. 42). Ebenso wie bei der Sojabohnenverarbeitung fallen im Prozess der rein mechanischen Rapsverarbeitung die Nebenprodukte Rapskuchen bzw. -expeller an. Im Folgenden werden diese, wenn nicht anders erwähnt, in der Bezeichnung ‚Rapsschrot‘ mit einbezogen, da sie in der Mehrzahl der heutigen Untersuchungen nicht getrennt betrachtet werden.

Futterwert

Rapsextraktionsschrot wird heute oft als Einzelkomponente oder im Mischfutter eingesetzt. Die Fortschritte in der Züchtung senkten die antinutritiven Inhaltsstoffe erbrachten den sogenannten „00-Raps“. ³⁶ Dieser ist sowohl arm an Erucasäure als auch glucosinolatarm. Durch neue Erkenntnisse zum Protein- und Energiewert aus Wissenschaft und Forschung gibt es gute Einsatzmöglichkeiten von Rapsschrot zur gezielten Proteinversorgung von Milchkühen (SPIEKERS & SÜDEKUM 2004).

Wie unterschiedlich die Nährstoffgehalte in einigen Untersuchungen der letzten Jahre sind, zeigt Tab. 26.

Tab. 26: Nährstoffgehalt Rapsschrot in g/kg TM (eigene Darstellung)

	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	XF	XS
	MJ	g	g	%	g	g	g	g
DLG 1997	7,31	399	219	25	29	25	131	0
DLG 2011a	-	-	-	35	-	-	-	-
JEROCH ET AL. 1993	6,94	406	-	-	-	27	129	0
SPIEKERS & SÜDEKUM 2004	6,4	349	206	30	23	35	127	0
PROTEINMARKT 2011	7,31	392	256	35	22	26	131	0

Durch die Extraktion bei der Ölgewinnung wird eine gute Ölausbeute erzielt und somit liegen die Rohfettgehalte im Extraktionsschrot mit 2-4 % niedrig. Anders als beim Rapskuchen, der nur gepresst wird und dadurch noch höhere Rohfettgehalte aufweist (SPIEKERS & SÜDEKUM 2004). Bildet man den Mittelwert vom Energiegehalt der oben aufgeführten Analysen, dann ergibt sich ein durchschnittlicher Energiegehalt von 6,9 MJ/NEL (STEINGAB ET AL. 2011) und liegt damit unter dem der heimischen Körnerleguminosen. Der Gehalt an nutzbarem Rohprotein ist durchschnittlich mit über 200 g/kg TM aber relativ hoch und mit dem der Lupinen vergleichbar (SPIEKERS & SÜDEKUM 2004). Mit einem UDP-Anteil von 35 % übertrifft das Rapsschrot sogar den Gehalt des Sojaschrotes. Nach der Veröffentlichung neuester Versuchsergebnisse wurde der Proteinwert von Rapsschrot neu gefasst und 2011 wurde dadurch der UDP-Wert auf 35 % angehoben (DLG 2011a). Das Rapsschrot weist eine positive ruminale Stickstoffbilanz von durchschnittlich 24,6 auf, die Spannweite der Angaben reicht hier von 22–29. Zudem weist Rapsschrot, ähnlich wie Lupinen, relativ hohe Gehalte an Rohfaser mit geringer Verdaulichkeit auf (127-131 g/kg TM) (SPIEKERS & SÜDEKUM 2004). Es sollte beachtet werden, dass Rapsschrot keine Stärke enthält, aber beachtenswerte Mengen an Zucker (bis zu 9 %). Zusätzlich hat es einen hohen Gehalt an Phosphor (bis zu 12,5 g/kg TM)

³⁶ 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).

und wirkt so regelrecht als Phosphorergänzung im Futter (SPIEKERS & SÜDEKUM 2004). Weiter ist der relativ hohe Gehalt an Schwefel bei einer Rationsgestaltung zu beachten (KOCH 2009).

Futterwert erhöhende Maßnahmen

Durch den Fortschritt der Pflanzenzüchtung konnte der 00-Raps auf den Markt gebracht werden. Dabei wurde durch züchterische Maßnahmen der Gehalt an Erucasäure von ehemals 50 auf 3 % am Gesamtfett gesenkt. Im zweiten Schritt wurde der Glucosinolatanteil je nach Sorte von 3–9 % auf ca. 1 % in den entfetteten Samen vermindert. Dies entspricht dem geforderten Grenzwert von 30 mmol Glucosinolaten je kg entfetteten Rapsschrotes (JEROCH ET AL. 1993:316).

Da bei der Entstehung von Rapsschrot die zerkleinerte Saat vorgepresst, extrahiert und gestoastet wird verändert sich die Eiweißqualität. Durch diese physikalische Behandlung mit Druck und Temperatur beim Toasten wird der Anteil beständigen Rohproteins erhöht und der UDP-Gehalt nimmt zu (SPIEKERS & SÜDEKUM 2004).

Einsatzempfehlung

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 ein Problem bei der Rationsgestaltung werden. Denn ein zu hoher Schwefelgehalt kann die Futteraufnahme 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. Der Schwefel-Gehalt im Rapsschrot sollte für eine optimale Rationsberechnung bekannt sein. Bei geringen Schwefelanteilen kann dementsprechend mehr Rapsschrot eingesetzt werden (KOCH 2009). SPIEKERS & SÜDEKUM (2004) und CHRISTEN & FRIEDT (2007) empfehlen daher bis zu 4 kg pro Tier und Tag. Nach WEBER (2012) und PRIES (2010) sind auch Einsatzmengen von über 4 kg ohne negative Einflüsse möglich.

Verfügbarkeit

Der Rapsanbau und damit auch dessen Verarbeitung erlebten erst seit den 70er und 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts einen bedeutenden Aufschwung. Zu dieser Zeit wurden die schon erwähnten „00-Rapssorten“ gezüchtet. Seitdem gewannen der Anbau und die Verarbeitung von Raps weltweit an Bedeutung, wobei das entstandene Öl vorwiegend in der menschlichen Ernährung sowie in der Biodieselproduktion und die Residuen der Ölgewinnung in der Tierernährung Verwendung finden (siehe auch *Abschnitt 5.4*). Raps entwickelte sich in der EU in Bezug jährliche Erntemenge bis heute zur wichtigsten Ölpflanze vor Sonnenblumen, Oliven und Sojabohnen (*Abb. 43*).

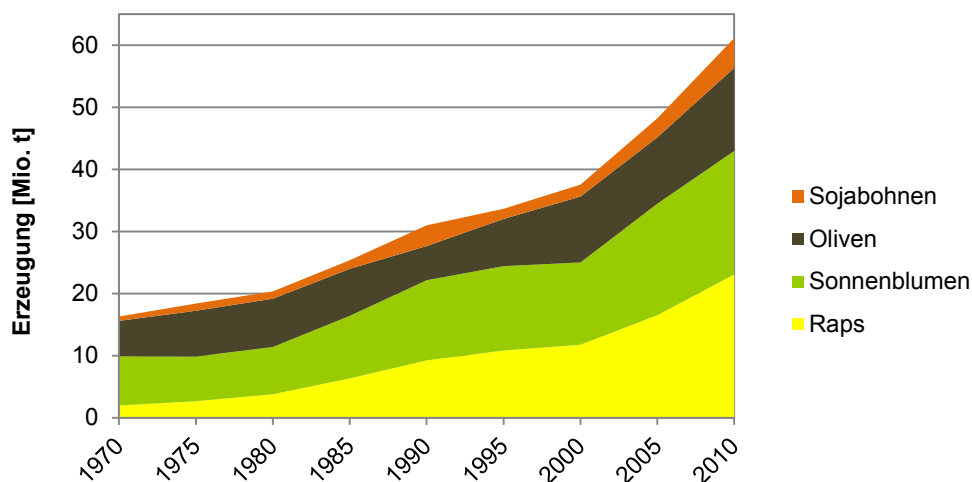
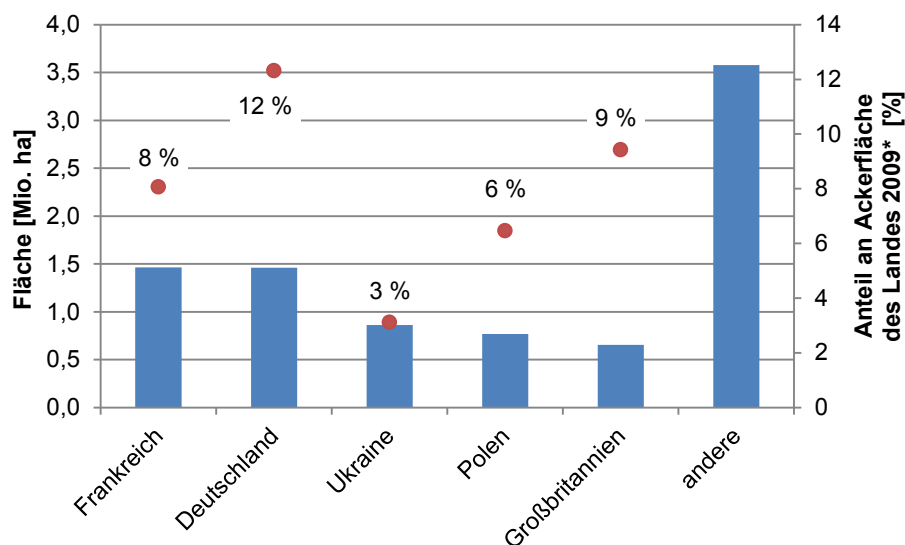


Abb. 43: Erzeugung der bedeutendsten vier Ölfrüchte in der EU 1970–2010 (eigene Darstellung nach FAOstat 2012)

Frankreich und Deutschland stellten in den letzten Jahren mit jeweils etwas mehr als 1,46 Mio. ha die Hauptanbauländer von Raps in der EU dar, wobei Deutschland im Jahr 2010 mit einer Ernte von nahezu 5,7 Mio. t mit Abstand Europas größter Rapserzeuger war (FAO-STAT 2012). Im Jahr 2009 wurde hier auf mehr als einem Zehntel der Ackerfläche Raps angebaut (Abb. 44), womit Deutschland in Bezug auf den Rapsanteil an der Ackerfläche europaweit führend war (siehe dazu auch Abb. 85).



*Berechnung aus Daten von 2009, da keine aktuelleren verfügbar waren

Abb. 44: Rapsfläche in den heutigen 5 Hauptanbauländern Europas im Jahr 2010 und ihr Anteil an der gesamten Ackerfläche des Landes (eigene Darstellung bzw. Berechnung nach FAOstat 2012)

Nahezu der gesamte anfallende Raps aus eigener Erzeugung und Import wird in Ölmühlen verarbeitet. Beispielsweise wurden im Wirtschaftsjahr 2009/10 in Deutschland von den

verfügbaren 8,6 Mio. t Raps- und Rübensaat 97,7 % verarbeitet³⁷ (BMELV 2011a:TAB.305). Laut dem Verband der Ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland (OVI) entstanden so im Jahr 2010 aus insgesamt 8,2 Mio. t Rapssaat in den verarbeitenden Unternehmen 3,5 Mio. t Rapsöl und 4,6 Mio. t Rapsschrot (OVI 2012a). Im Jahr 2011 betrug die erzeugte Menge an Rapsschrot in Deutschland etwa 4,3 Mio. t (BLE 2012a). Das anfallende Rapsschrot fließt in die aus- und inländische Futtermittelproduktion und findet dabei größtenteils Verwendung in der Herstellung von Mischfuttermitteln (Abb. 45, DVT 2011).

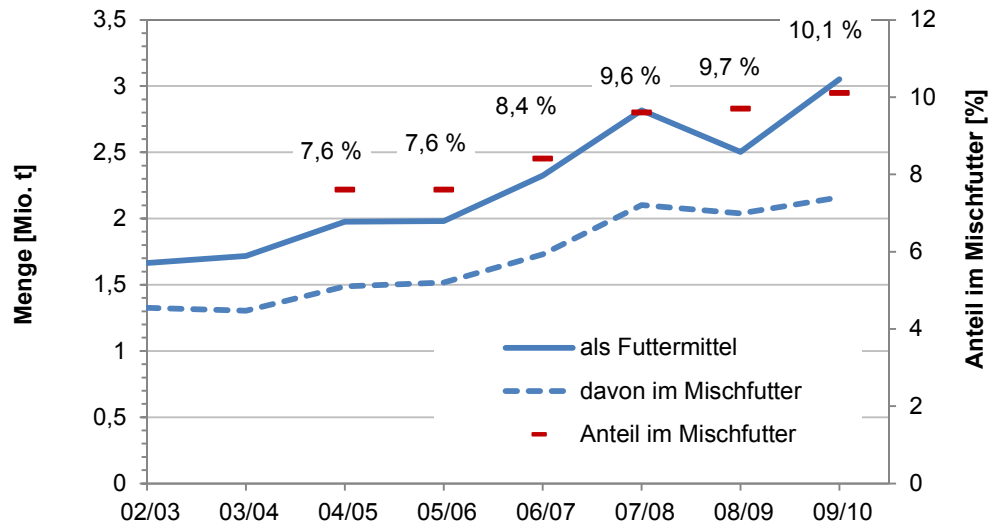


Abb. 45: Schrot und Kuchen aus Raps- und Rübensamen in Futtermitteln Deutschlands von 2002/03 bis 2009/10 (eigene Darstellung nach BMELV 2011a, DVT 2011)

Die Ölsaaten-verarbeitenden Betriebe sind dabei flächendeckend in gesamt Deutschland vorzufinden, wobei in West- und Süddeutschland eine höhere Dichte sowohl der dezentralen als auch der größten deutschen Ölmühlen vorliegt (OVI 2012a, UHL ET AL. 2007).

Wie bereits weiter oben erwähnt, ist neben der Verwendung des Rapsöls als Lebensmittel dessen Nutzung als Rohstoff für die Biodieselproduktion von großer Bedeutung (siehe auch *Abschnitt 5.4.3*). Veränderungen im (Bio-)Energiesektor haben daher auch indirekte Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Rapsschrot als Futtermittel. So ist in der EU, insbesondere in Deutschland und Polen³⁸, in den letzten zwei Jahren ein deutlicher Rückgang der Rapsproduktion aufgrund einer Flächenreduktion zu beobachten. Bei einer weltweit stets steigenden Nachfrage nach Rapssaat und -schrot ging die in der EU erzeugte Rapsmenge deutlich zurück (Tab. 27 zum Vgl. dazu *Abb. 43*).

³⁷ Beim Auswerten von Daten zur Verarbeitung und Futtermittelverwendung von Raps ist zu beachten, dass in einigen Quellen Sommer- und Winterraps sowie Rüben zu einer Gruppe zusammengefasst werden. Da jedoch Winterraps innerhalb dieser Gruppe bezüglich der Anbaufläche einen Anteil von mehr als 96 % in den letzten 10 Jahren bzw. von mehr als 99 % in den letzten vier Jahren hatte, können die geringen Mengen von Sommerraps und Rüben vernachlässigt werden (Destatis 2012a, BMELV 2011a).

³⁸ Neben Frankreich ist Polen das wichtigste Herkunftsland der nach Deutschland importierten Rapssaaten (OVI 2012a).

Tab. 27: Rapsproduktion in der EU-27 sowie in Deutschland und Polen 2010-2012 (eigene Darstellung nach ACTI 2012b,c)

	Rapsproduktion [1.000 t]		
	2010	2011	2012*
EU-27	20.282	18.943	18.016
- Deutschland	5.698	3.899	4.585
- Polen	2.106	1.865	1.728

*Schätzungen von ACTI

Als Gründe dafür nennt ACTI (2012b) vermehrte Importe von Biodiesel auf Soja- und Palmölbasis, welche den europäischen Biodiesel auf Rapsbasis verdrängen.³⁹ Dazu zählen auch hydrierte Pflanzenöle (HVO – Hydro-Treated Vegoils), die bisher v.a. in Nordeuropa hergestellt und eingesetzt werden (ACTI 2012b). Die Flächenreduktion führte in Verbindung mit den sehr schlechten Rapsrenten von 2010 und 2011 in den vergangenen Monaten zu einer Verknappung der Rapsschrotverfügbarkeit sowie einer erheblichen Preissteigerung am Rapsschrotmarkt (ACTI 2012b,d). Bei der Diskussion um die Verfügbarkeit von Rapsschrot ist weiterhin zu beachten, dass es in jüngster Zeit ein zunehmendes Interesse an dessen Einsatz in Mischfuttermitteln gibt (Abb. 21). 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 sehr geringem Umfang genutzte Rapsschrot vermehrt einzusetzen (JEROCH ET AL. 2008:8), woraus Nutzungskonkurrenzen zwischen den einzelnen Nutztierarten entstehen könnten. Trotz der indirekten Kopplung an den (Bio-)Energiesektor sowie die sich zukünftig ergebenden neuen bzw. erweiterten Einsatzmöglichkeiten in der Nutztierfütterung kann in Anbetracht der derzeitigen Produktionsmengen von Rapsschrot in Deutschland davon ausgegangen werden, dass dessen wachsender Bedarf in der Fütterung in den kommenden Jahren gedeckt werden kann (vgl. PROTEINMARKT 2010).

8.1.3 Schlempe

Herstellungsverfahren

Schlempen sind Nebenprodukte der Vergärung von stärke- und/oder zuckerreichen Rohstoffen (z.B. Getreide, Kartoffeln, Zuckerrüben) bei der Herstellung von Agraralkohol (Abb. 46).

³⁹ Wurde 2010 noch etwa 2 Mio. t Biodiesel importiert, waren es 2011 bereits 2,6 Mio. t (ACTI 2012b).

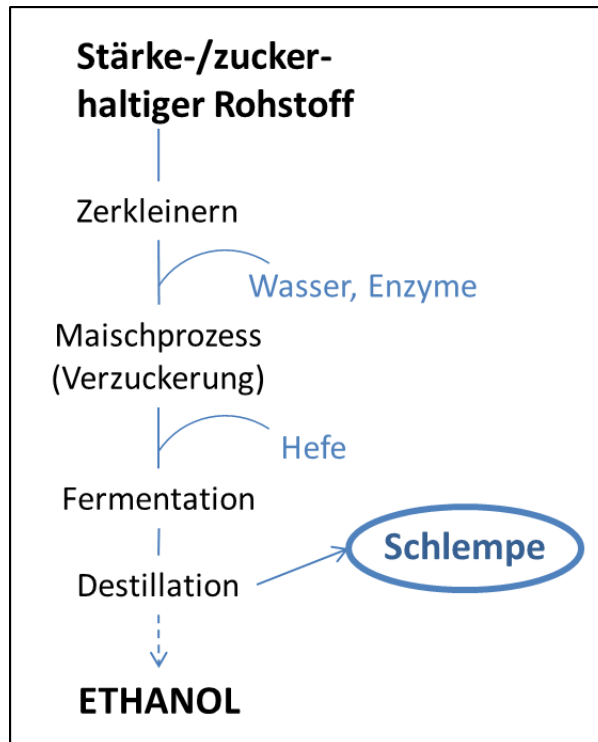


Abb. 46: Vereinfachtes Verfahren zur Herstellung von Ethanol und dem Nebenprodukt Schlempe (eigene Darstellung nach Vetter et al. 2005, Jeroch et al. 1993)

Als Agraralkohol bezeichnet man Ethanol aus Rohstoffen landwirtschaftlichen Ursprungs (BMELV 2012a). Traditionell wird dieser z.B. zur Herstellung von Genuss- und Lebensmitteln oder Medikamenten verwendet. In den letzten Jahren gewann jedoch auch die Nutzung als Treibstoff an Bedeutung, wobei Ethanol für diese Zwecke als Bioethanol bezeichnet wird. Wurde 2003 in Deutschland noch kein Bioethanol erzeugt, wuchs dessen Anteil an der gesamten Agraralkoholproduktion bis zum Jahr 2010 auf 78 % an (Abb. 47).

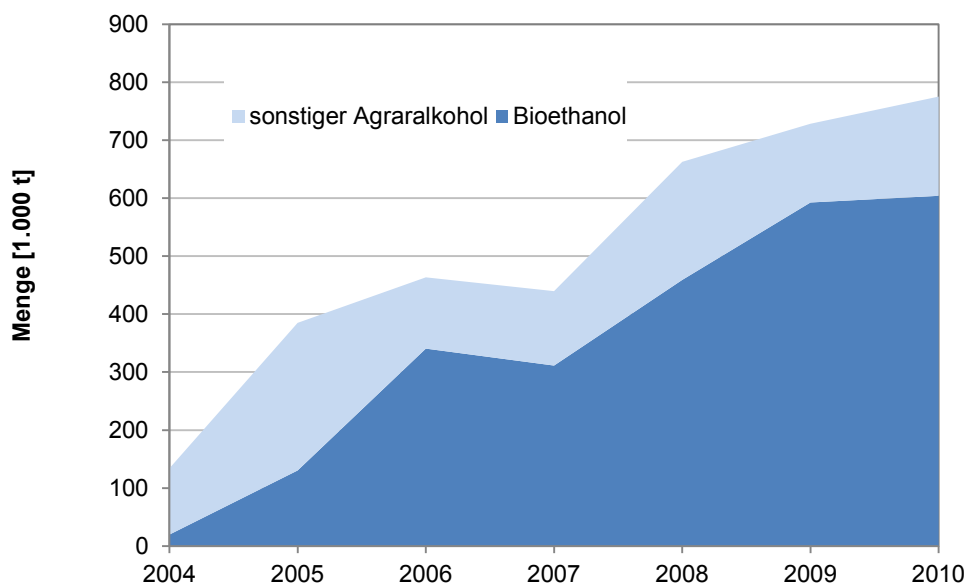


Abb. 47: Produktion von Agraralkohol in Deutschland (eigene Darstellung nach BFB 2012a, BDBe 2012, Schmidt et al. 2010:114, Schmidt et al. 2008:116)

Die Zusammensetzung der anfallenden Schlempe hängt v.a. von dem verwendeten Ausgangsmaterial ab. In *Abb. 48* sind die in der deutschen Agraralkoholerzeugung verwendeten Rohstoffe dargestellt. Es wird deutlich, dass für die deutsche Produktion mit großem Abstand Getreide die größte Rohstoffgruppe bildet, wobei davon Weizen, Buchweizen⁴⁰ und Roggen fast ein Drittel ausmachen (BFB 2012a, *Abb. 49*).

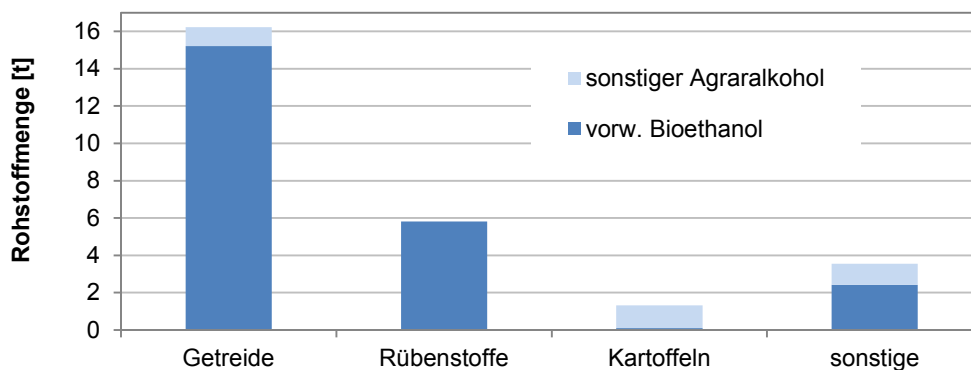


Abb. 48: Genutzte Rohstoffe für die Produktion von Agraralkohol in Deutschland 2010/11 (eigene Darstellung nach BFB 2012a)

⁴⁰ In den Statistiken des BFB (2012a) wird Weizen immer zusammen mit Buchweizen aufgeführt, weshalb in den folgenden Betrachtungen zu der Rohstoffgruppe "Getreide" auch das Pseudogetreide Buchweizen gezählt wird.

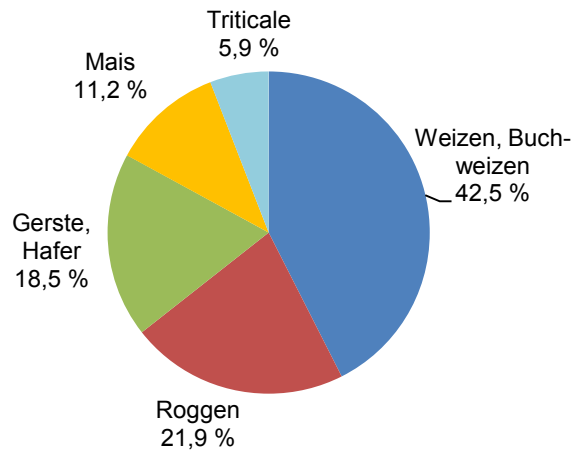


Abb. 49: Genutzte Getreidearten für die Produktion von Agraralkohol in Deutschland 2010/11 (eigene Darstellung nach BFB 2012a)

Vor dem Aufschwung der Bioethanolerzeugung wurden Schlemphen überwiegend in flüssiger bzw. gepresster Form als Futtermittel verwendet. Im Vergleich zu frischer Getreideschlempe mit einem TM-Gehalt von 6 bis 10 % (BECKER & NEHRING 1967:90) wurde bei der sog. Pressschlempe (CDS, Condensed Distiller's Solubles) durch Abpressen von Flüssigkeit ein TM-Gehalt von über 30 % eingestellt (SPIEKERS ET AL. 2009:69). Die Haltbarkeit von frischen und abgepressten Schlemphen ist mit nur 1 bis 2 Tagen sehr kurz, was eine kontinuierliche Belieferung oder Silierung erfordert. Ein Zusetzen von Konservierungsmitteln kann die Haltbarkeit von Pressschlemphen um bis zu 10 Tagen erhöhen (SPIEKERS ET AL. 2009:69). Im Zuge der wachsenden Produktion von Bioethanol für die Kraftstoffnutzung stieg auch die Menge anfallender Schlempe stark an. Neben der Vermarktung als flüssige Eiweißfuttermittel, werden Bioethanolschlemphen heute häufig getrocknet und pelletiert verkauft, um eine bessere Lagerfähigkeit und Transportwürdigkeit zu erlangen. Sie erlangten in den letzten Jahren dadurch auch im überregionalen und schließlich internationalen Futtermittelhandel als DDGS (Dried Distillers Grains with Solubles) eine große Rolle. Laut Bundesmonopolverwaltung für Branntwein (BFB 2012b) ist die Futtermittelnutzung der Schlemphen aus landwirtschaftlichen Brennereien rückläufig. Traditionell wurde ein Großteil dieser Rückstände an betriebseigene oder benachbarte Nutztiere verfüttert. Da jedoch immer weniger Brennereien Nutztiere halten und sich eine Trocknung der Schlempe aufgrund hoher Energiekosten nicht lohnt, werden die Schlemphen zunehmend in Biogasanlagen vergoren und das verbleibende Substrat als Flüssigdünger verwendet (BFB 2012b). Zahlen aus den USA verdeutlichen diesen Trend. Dort kommen heute etwa 98 % des DDGS aus der Bioethanol-Produktion. Nur 2 % stammen aus der Erzeugung von anderem Agraralkohol für z.B. Lebens- oder Genussmittel (UNIVERSITY OF MINNESOTA 2012).

Futterwert

Der Futterwert von Getreideschlemphen ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

1. Ausgangsmaterial (Getreideart, Getreideanteil, Anteile anderer Futtermittel)
2. Herstellungsverfahren (Flüssig-, Press-, Trockenschlempe)
3. Konservierungserfolg (trocken, flüssig, siliert)

Es muss beachtet werden, dass sich die Technologie (siehe Herstellungsverfahren), das Ausgangsmaterial und die Zusammensetzung des Futtermittels ständig verändern können und

somit auch der Futterwert erheblichen Schwankungen unterliegen kann (SPIEKERS ET AL. 2006). Da in den nächsten Jahren mit einer Ausweitung der Bioethanolerzeugung gerechnet werden kann, werden Schlempeprodukte in beachtlichen Umfang für die Tierernährung zur Verfügung stehen (ENGELHARD & HELM 2005a). Tab. 28 ist differenziert nach Ausgangsmaterial, Herstellungsverfahren und Nährstoffgehalten verschiedener Versuche zu Schlempeprodukten.

Tab. 28: Nährstoffgehalt verschiedener Schlempenarten in g/kg TM (eigene Darstellung)

	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	XF	XS
	MJ	g	g	%	g	g	g	g
trocken, Weizen								
SPIEKERS ET AL. 2006	7,4	382	270	40*	18	61	75	27
DUNKEL ET AL. 2008	7,7	345	286	-	-	-	72	28
trocken, Mais								
DLG 1997	7,75	297	242	50	9	82	104	92
URDL ET AL. 2006**	8,56	292	-	-	-	-	76	75
flüssig, Weizen + Zuckerrübensaft								
BEUKER 2010a (Protiwanze®)	8,2	300	224	37,7	11,4	60	20	25
BEUKER 2010a (Tarweferm)	7,79	295	238	43	9,2	64	34	10
gepresst, Roggen								
DUNKEL ET AL. 2008	7,3	153	136	-	-		136	54

*Wert für Getreideschlempe DLG (1997), **Mittelwerte verschiedener Labors und (DLG 1997)

Beim Bewerten der Futtermittelqualität von Schlempen aus der Bioethanolherstellung ist ein Zielkonflikt zu beachten. Der XP-Gehalt im Getreide korreliert negativ mit dessen Stärkegehalt (VETTER ET AL. 2005:3). Da für eine möglichst optimierte Produktion von Bioethanol ein hoher Stärkegehalt im Rohstoff angestrebt wird, leidet Proteingehalt und -qualität der anfallenden Schlempe.

In Trockenschlempen ist der Protein-, Fett- und Fasergehalt gegenüber dem Ausgangsgetreide etwa um das 2½ bis 3-fache angereichert. Sie enthält ebenfalls die bei der Vergärung gebildete Hefebiomasse (ca. 3-5 % der TM) (ALP 2012). Beim UDP-Anteil bestätigen die vorliegenden neuen Untersuchungen den in den DLG Futterwerttabellen für Wiederkäuer 1997 aufgeführten Wert von 40 %. Für Weizen und Weizen/Gersteschlempe ergeben sich bei den Energie- und Rohproteingehalten vergleichbare Werte in der Größenordnung wie beim Rapsschrot. Bei einem Ansatz von 40 % nicht abbaubarem Rohprotein resultiert daraus ein nXP-Wert von 270 g für Weizenschlempe. Somit stehen ca. 70 % des Rohproteins als nXP zur Verfügung. Das Rohprotein in dieser wird jedoch schneller abgebaut, als wenn Mais die Ausgangskomponente stellt. Diese Tatsache spiegelt auch der höhere UDP-Wert von 50 % bei Maisschlempe wieder. Jedoch liegen die UDP-Gehalte und daraus resultierenden nXP-Gehalte der Schlempe deutlich höher (SPIEKERS ET AL. 2006).

Bei den Mineralstoffen lässt sich, wie bei den Ausgangsprodukten, nur ein geringer Calcium- und ein hoher Phosphorgehalt feststellen. Trockenschlempen haben entstehungsbedingt nur geringe Anteile an Zucker und Stärke (Ausnahme Maisschlempe, DLG 2011b). Da Trockenschlempen einen ähnlichen Futterwert wie Rapsschrot aufweisen, kann dieses in einer

Milchviehration zu gewissen Anteilen durch Schlempeprodukte ersetzt werden (DUNKEL ET AL. 2008, SPIEKERS ET AL. 2006).

Die standardisierten Flüssigschlempen werden vermehrt von holländischen und belgischen Herstellern angeboten und aus der Nähe zu den Nachbarländern gehäuft in Nord- und Westdeutschland eingesetzt. Werden Schlempen in flüssiger Form als Futterkomponente in der Totalen-Mischration eingesetzt, muss beachtet werden, dass diese keine Strukturwirkung haben. Durch die Verflüssigung des Futters sollten sie nur in Rationen mit einem TM-Gehalt von über 40 % eingesetzt werden (LEIFKER 2010).

Einsatzempfehlung

Getreideschlempen aus der Bioethanolproduktion weisen ein großes Potenzial zur Versorgung der Wiederkäuer auf (SPIEKERS ET AL. 2006). Auf Grund ihres speziellen Futterwerts kommt der Trockenschlempe aus Weizen sowie Weizen/Gerste ein ähnlicher Einsatzbereich wie dem Rapsextraktionsschrot zu DLG (2011b). Nach SPIEKERS ET AL. (2006) bedarf es noch weiterer Fütterungsversuche, um unproblematische Einsatzmengen für Trockenschlempen festzusetzen. Die DLG (2011b) empfiehlt vorläufig eine Futtermenge 2 kg Trockenschlempe je Tier und Tag. Ein Anteil von 15 % im Kraftfutter sollte demnach eingehalten werden.

Nach Angabe der Futtermittelhersteller können je nach Lebendmasse und TM-Gehalt der Ration bis zu 10 kg Flüssigschlempe pro Kuh und Tag eingesetzt werden. Höhere Einsatzmengen begrenzt hier die fehlende Strukturwirkung des flüssigen Produktes. Veröffentlichte wissenschaftliche Empfehlungen aus Fütterungsversuchen und der Beratung gibt es derzeit jedoch noch nicht (LEIFKER 2009).

Verfügbarkeit

Neben den landwirtschaftlichen Brennereien sowie der vergleichsweise jungen europäischen Bioethanol-Industrie, welche zur Versorgung mit proteinreichen Futtermitteln aus Schlempen beitragen, sind in den letzten Jahren DDGS-Importe aus Drittstaaten zu berücksichtigen. Hervorzuheben ist dabei, dass laut MCLEOD & HENARD (2011:5) die Maisprodukte DDGS⁴¹, Maiskleber und Maiskleberfutter (siehe Abschnitt 8.1.4) für lange Zeit nach Sojaschrot auf Rang zwei der in der EU konsumierten Produkte aus gv-Pflanzen standen. Zu Beginn des Jahres 2011 stiegen die Einfuhren von DDGS in die EU im Vergleich zum Rückgang der Vorjahre wieder sehr stark an, wobei die USA mit einem Anteil von 88 % das Hauptherkunftsland darstellten (MCLEOD & HENARD 2011:5). Diese Situation hat sich allerdings Ende 2011 grundlegend geändert. Seit der U.S. amerikanischen Maisernte im Oktober 2011 kamen die Importe von DDGS (sowie Maiskleber) nahezu vollständig zum Erliegen (ACTI 2012d:8). Der Grund dafür ist der in den USA verbreitete Anbau des gv-Maiskonstrukturs MIR162, das auch als Futtermittel in der EU (noch) nicht zugelassen ist (ACTI 2012b:6).

Die Gesamtmenge der in Deutschland für Futterzwecke genutzten Schlempen in- und ausländischer Herkunft in den letzten Jahren ist in *Abb. 50* dargestellt.

⁴¹ Anders als in Deutschland wird in den USA Bioethanol zu 91 % aus Mais gewonnen (University of Minnesota 2012).

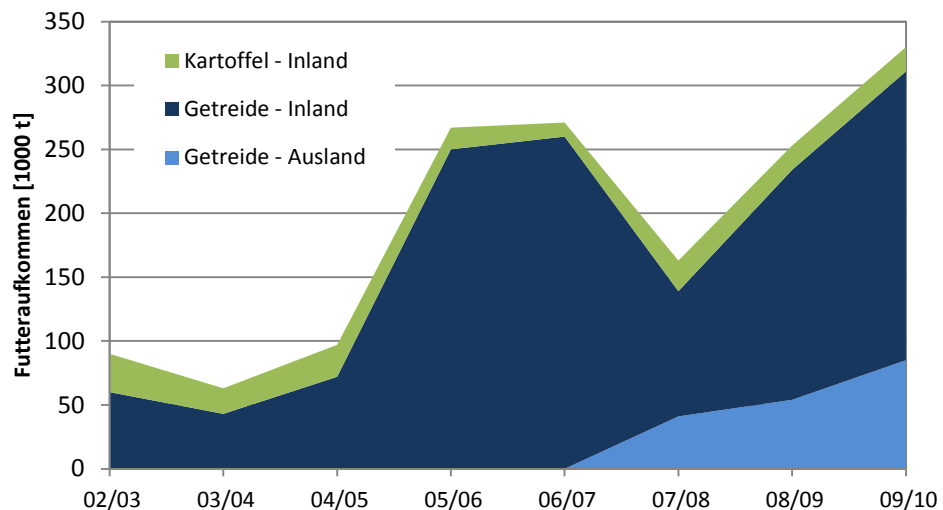


Abb. 50: In Deutschland als Futtermittel genutzte Schlempen (getrocknet bzw. Trockenwert) der Wirtschaftsjahre 2002/03 bis 2009/10 (eigene Darstellung nach BMELV 2011a)

Da es sich um standardisierte Daten handelt, ist allerdings nicht ersichtlich, ob es sich bei den verfütterten Schlempen ursprünglich um frische, gepresste oder getrocknete Schlempe handelte. Es können zudem keine Ableitungen mittels einer Betrachtung der Herkunft von Schlempen gemacht werden. Zum einen ist nicht bekannt, wie viel der Schlempen aus Deutschlands landwirtschaftlichen Brennereien tatsächlich noch als Futtermittel verwendet werden. Zum anderen kann davon ausgegangen werden, dass die meisten deutschen Bioethanolanlagen die anfallenden Getreideschlempen zum überwiegenden Teil in Biogasanlagen verwenden, wobei zukünftig wahrscheinlich mit einem weiteren Rückgang der Futtermittelverwendung seitens der Bioethanolhersteller zu rechnen ist (VERBIO 2012). Aussagen über die Verfügbarkeit der einzelnen Schlempenarten sind daher nur mit großen Unsicherheiten zu treffen. Als grobe Richtwerte dienen die Produktionszahlen des größten deutschen Bioethanolherstellers, welcher die gesamte anfallende Schlempe zu Futtermitteln verarbeitet und sich damit als einziger gegen den aktuell rückläufigen Trend gestellt hat. CropEnergies stellt jährlich etwa 260.000 t DDGS und mehr als 200.000 t CDS her und vermarktet diese Futtermittel in Deutschland, Frankreich und den BeNeLux-Staaten (CROPENERGIES 2010).⁴² Für das Jahr 2010 gibt es Schätzungen seitens des DVT (2012b), der von einem damaligen Einsatz von etwa 127.000 t DDGS in deutschen Futtermitteln ausgeht.

8.1.4 Getreidekleber und Getreidekleberfutter

Herstellungsverfahren

Bei der Gewinnung von Getreidestärke im Nassverfahren fallen mehrere Nebenprodukte an, die sich in ihrer Zusammensetzung und ihrem Futterwert erheblich unterscheiden. In der Reihenfolge ihres Auftretens während der Verarbeitung von Mais⁴³ handelt es sich dabei um Maisquellwasser, Maiskeimkuchen, Maispülpe und Maiskleber (Abb. 51). Ein aus diesen

⁴² Laut Verbio (2012) ist CropEnergies der einzige Produzent von Bioethanol aus Getreide, welcher die anfallende Schlempe im großen Maßstab zu Futtermitteln verarbeitet.

⁴³ Vertreten sind Kleber aus der Stärkegewinnung von Weizen und Mais. Da allerdings Maisprodukte eine größere Bedeutung haben, werden im Folgenden nur diese näher beschrieben.

Komponenten hergestelltes Mischfutter bezeichnet man als Maiskleberfutter. Maiskleber besteht hauptsächlich aus den Endospermproteinen des Maiskorns. Er wird als besonders eiweißreiches Nebenprodukt der Maisstärkeherstellung auch als Einzelfuttermittel vertrieben (ALP 2012).

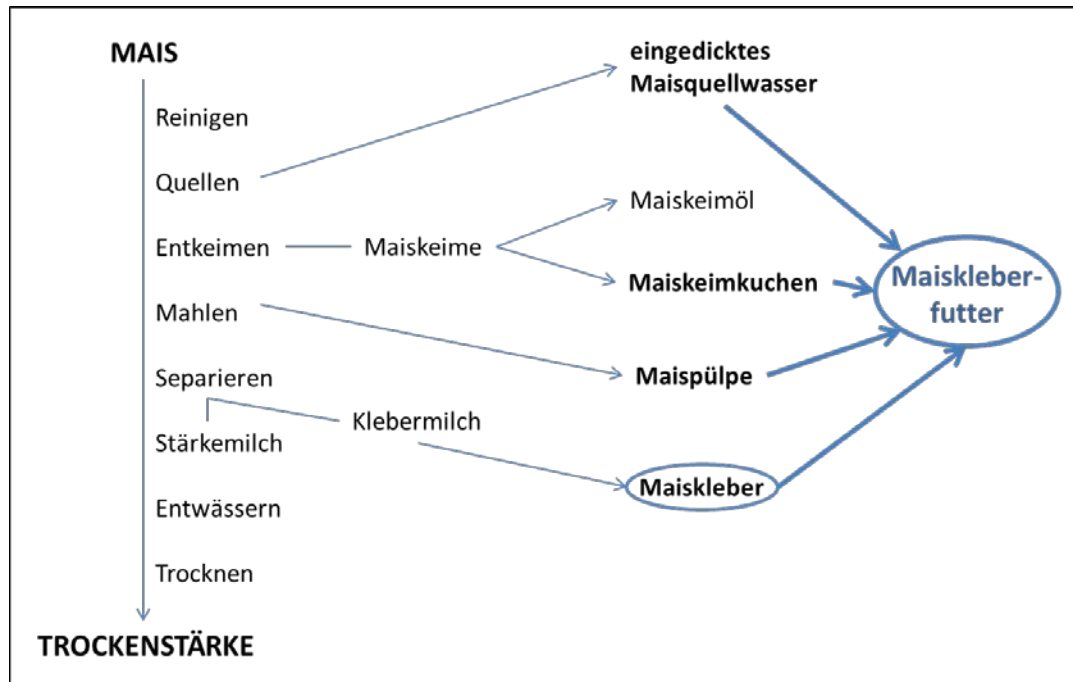


Abb. 51: Vereinfachtes Herstellungsverfahren von Trockenmaisstärke mit den anfallenden Nebenprodukten (eigene Darstellung nach Jeroch et al. 1993:304)

Futterwert

Getreidekleber spielen als Einzelkomponente eine eher untergeordnete Rolle. Sie finden oft Einsatz im Mischfutter, vorwiegend für Wiederkäuer. Der Vollständigkeit halber sollen sie mit ihren Futterwert gebenden Eigenschaft hier nur kurz dargestellt werden (Tab. 29).

Tab. 29: Nährstoffgehalt verschiedener Maiskleber in g/kg TM (eigene Darstellung)

	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	XF	XS
	MJ	g	g	%	g	g	g	g
Maiskleber, getrocknet								
DLG 1997	9,52	708	482	50	36	52	13	146
Maiskleberfutter								
DLG 1997 23-35 % XP	7,71	258	189	25	11	41	90	201
JILG 2003	7,7	260	190	25	11	40	90	-
BEUKER 2010b	8	151	175	42	-1	28	86	336

Der Maiskleber ist ein hochwertiger Eiweißträger. Je nach Literaturangabe schwankt der Rohproteingehalt zwischen 60 % (ALP 2012) und ca. 70 % nach der DLG-Futterwerttabelle. Das Protein zeichnet sich durch eine geringe Abbaubarkeit im Pansen und somit einen hohen Anteil an UDP aus (ALP 2012).

Beim *Maiskleberfutter* schwanken die Qualitäten stark in Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren. In den DLG-Futterwerttabellen erfolgt die Unterscheidung der Qualitäten nach dem Rohproteingehalt (SPIEKERS & MENKE 2001). Unterteilt wird zwischen den Qualitäten proteinarm mit einem geringen Maiskleberanteil (XP-Gehalt zwischen 20 und 30 %) und proteinreich mit einem hohen Kleberanteil (XP-Gehalt über 30 %) (SPIEKERS ET AL. 2009:82).

Der UDP-Anteil des Maiskleberfutters beträgt, im Vergleich zum reinen Maiskleber, nur noch die Hälfte. Im Maiskleberfutter sind neben dem Maisprotein noch Schalenteile und zum Teil Rückstände aus der Maiskeimölgewinnung enthalten. Entsprechend ist der Rohproteingehalt wesentlich geringer als bei Maiskleber. Als Folge des höheren Schalenanteils, der zu einem Rohfasergehalt von bis zu 10% führen kann, eignet sich Maiskleberfutter bestens für Milchkühe (ALP 2012, SPIEKERS ET AL. 2009:82). Während Maiskleber nur in getrockneter Form verwendet wird, wird Maiskleberfutter sowohl getrocknet als auch in siliierter Form angeboten. Aufgrund der geringen Transportwürdigkeit des Saftfutters entstammt dieses aus europäischen Stärkefabriken, wobei die getrocknete Variante weltweit gehandelt wird. Erfahrungen aus der Praxis zeigen jedoch, dass das silierte, europäische Maiskleberfutter eine höhere Konstanz in der Zusammensetzung aufweist (SPIEKERS ET AL. 2009:67).

Im Vergleich zum getrockneten Maiskleberfutter ergeben sich aber spürbare Unterschiede in den Stärke- und Rohproteingehalten. Das getrocknete Maiskleberfutter enthält bedeutend weniger Stärke und etwas mehr Rohprotein als die silierte Form (SPIEKERS & MENKE 2001).

Einsatzempfehlung

Für die Qualität und die Einsatzmöglichkeiten ist der Stärkegehalt der Futtermittel maßgebend. Die empfohlenen Höchstanteile sollten nach ALP (2012) bei Maiskleber 15 % und beim Maiskleberfutter 35 % im Mischfutter/Hofmischungen nicht überschreiten. Nach JILG (2003) sollte der Anteil von Maiskleberfutter im Kraftfutter nicht mehr 25 % betragen.

Verfügbarkeit

In den vergangenen Jahren hat die in Mischfuttermitteln eingesetzte Menge an Maiskleberfutter sehr stark abgenommen (*Abb. 52*). Im Wirtschaftsjahr 2009/10 lag sie bei 280.000 t, was einem Anteil von nur 0,3 % an den insgesamt eingesetzten Rohstoffen entsprach (BMELV 2011a).

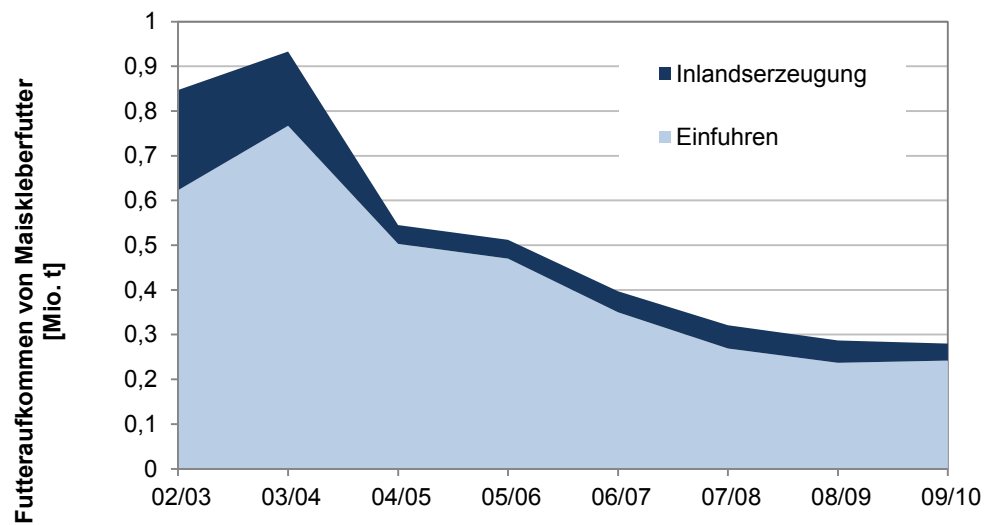


Abb. 52: In Mischfuttermitteln eingesetzte Menge an Maiskleberfutter in- und ausländischer Herkunft der Wirtschaftsjahre 2002/03 bis 2009/10 (eigene Darstellung nach BMELV 2011a)

Der Rückgang kann laut DVT (2012b) mit rückläufigen Importen aus Drittländern erklärt werden. Da v.a. bei Maisprodukten die Freiheit der Importware von gv Anteilen nicht garantiert werden könne, suchen die Mischfutterhersteller vermehrt nach Alternativen (DVT 2012b). *Abb. 53* verdeutlicht dabei den erheblichen Rückgang der Importe von Maiskleberfutter in die EU-27 und nach Deutschland in den letzten Jahren.

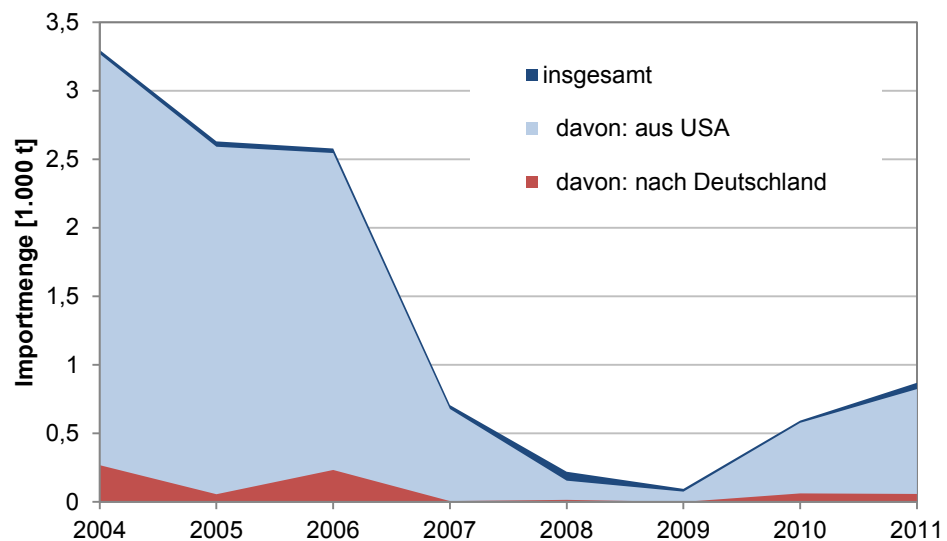


Abb. 53: Importmenge von Maiskleberfutter in die EU-27 und nach Deutschland 2004–2011 (eigene Darstellung nach ACTI 2012e:51f)

Wie bereits im Abschnitt 8.1.3 beschrieben, kann dieser Importeinbruch auf die schnelle Verbreitung von gv Maissorten in den USA zurückgeführt werden, welche in der EU nicht als Futtermittel zugelassen sind. Die Importe kamen trotz der Erholung der Jahre 2010/2011 Ende 2011 nahezu gänzlich zum Erliegen (ACTI 2012d:8), was aufgrund fehlender Daten in *Abb. 52*

nicht berücksichtigt werden konnte. Aufgrund der derzeit geringen Inlandserzeugung und der Unsicherheit über die zukünftigen Importe wird eine mögliche Steigerung des Einsatzes von Maiskleberfutter im Mischfutter nicht gesehen.

8.1.5 Biertreber

Herstellungsverfahren

Während der Herstellung von Bier fallen mehrere Nebenprodukte an (Abb. 54), von denen insbesondere die Biertreber wesentliche überregionale Bedeutung für die Nutztierfütterung besitzen. Bei Biertrebern handelt es sich um die Rückstände des Malzes am Ende des Maischprozesses. In der Regel wird zweizeilige Sommerbraugerste oder Brauweizen zu Malz verarbeitet (PREIBINGER ET AL. 2008:6).

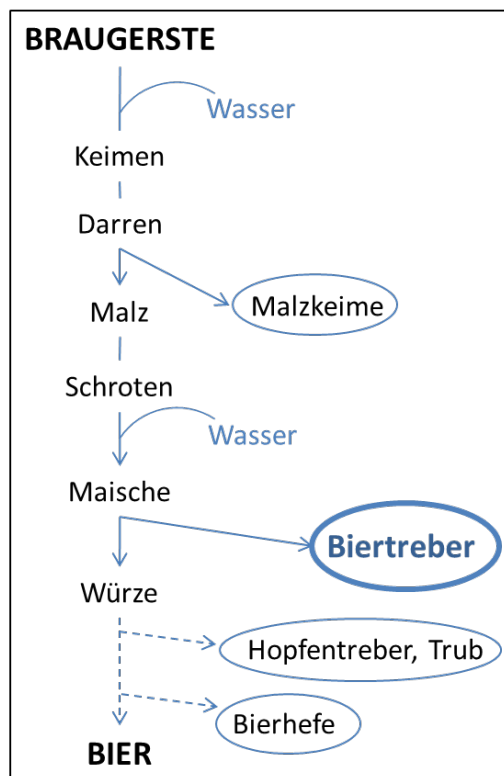


Abb. 54: Vereinfachtes Herstellungsverfahren von Bier mit den anfallenden Nebenprodukten (eigene Darstellung nach Preißinger et al. 2008, Becker & Nehring 1967)

Futterwert

Biertreber enthalten Spelzen, Schalen, Stärkereste, Fett und ca. 75 % des Proteins vom jeweiligen Ausgangsmaterial (SPIEKERS & POTTHAST 2004:59, ALP 2012). Gegenüber ihren Ausgangssubstraten Gerste und Weizen weisen sie geringere Gehalte an Stärke auf, was durch den Brauprozess bedingt ist. Der Rohproteingehalt von Biertrebern ist etwa doppelt so hoch wie der von Getreide, liegt aber deutlich niedriger als bei Eiweißfuttermitteln wie Soja- und Rapsextraktionsschrot (PREIBINGER ET AL. 2008:9). Der gegenüber dem Malzgetreide um das 3 bis 4-fache angereicherte Faseranteil bewirkt eine relativ schlechte Verdaulichkeit. Der Mineralstoffgehalt in frischen Trebern ist relativ gering (ALP 2012).

Wie in *Tab. 30* zu sehen ist, zeichnet sich Biertreber durch hohe UDP-Anteile sowie mittlere Energiegehalte aus.

Tab. 30: Nährstoffgehalt verschiedener Biertreber in g/kg TM (eigene Darstellung)

	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	XF	XS
	MJ	g	g	%	g	g	g	g
trocken								
DLG 1997	6,19	259	198	45	10	85	170	42
siliert								
DLG 1997	6,66	249	185	40	10	86	193	17
JEROCH ET AL. 1993	6,20	247				82	195	-
PROTEINMARKT 2011	6,66	249	185	40	10	86	193	17
JILG 2003	6,7	250	185	40	10	86	195	-

Durch die hohen Temperaturen, die während des Brauprozesses herrschen, weisen Biertreber mit 40 % neben der Maisschlempe und dem Maiskleber den höchsten Anteil an UDP auf. Der durchschnittliche Rohproteingehalt von Biertrebern liegt mit etwa 250 g/kg TM deutlich unter dem Gehalt von Extraktionsschroten und Schlempen. Treber aus reiner Gerste und Treber aus der Weizenbierproduktion unterscheiden sich in ihren Rohprotein-, nXP- und Energiegehalten. Diese Unterschiede müssen bei der Rationsplanung beachtet werden. Treber aus der Weizenbierproduktion weisen gegenüber Gerstentrebern einen höheren Rohproteingehalt auf. Dies ergibt sich aus dem höheren Eiweißgehalt des Brauweizens gegenüber der Braugerste. Die Unterschiede beim nutzbaren Rohprotein (nXP) betragen knapp 20 g pro kg TM zugunsten der Weizentreber (PREIBINGER ET AL. 2008:11F).

Außerdem ist zu vermerken, dass Biertreber eher arm an Calcium, dagegen aber relativ reich an Phosphor, Zink und Kupfer sind. Bei der Auswahl eines Mineralfuttermittels sollte dies Beachtung finden (JILG 2003, PREIBINGER ET AL. 2008:14).

Futterwert erhöhende Maßnahmen

Da frischer Treber nur 3 bis 4 Tage ohne wesentliche Qualitätsverluste lagerfähig sind, ist Trocken- oder Silieren insbesondere in der warmen Jahreszeit unabdingbar, wenn keine kontinuierliche Anlieferung möglich ist (ALP 2012, SPIEKERS ET AL. 2009:64). In Bezug auf die Kosten der Trocknung bietet sich das Silieren aus ökonomischer Sicht an. (SPIEKERS ET AL. 2009:64). Durch dieses Verfahren kann der Treber einiger Wochen haltbar gemacht werden. Nach ca. zwei Wochen ist die Silierung beendet und innerhalb von sechs Wochen sollte die Trebersilage verfüttert werden (SPIEKERS & POTTHAST 2004:59, JILG 2003).

Bei der Silierung sind jedoch zwei Dinge zu berücksichtigen. Zunächst tritt bei Biertrebern in der Regel etwa 15 % Haftwasser aus, wodurch der TM-Gehalt im Laufe der Lagerungszeit ansteigt (PREIBINGER ET AL. 2008:26). Des Weiteren kann es durch den geringen Gehalt an silierbarer Substanz zu Problemen beim Silieren und während der Lagerung kommen (ALP 2012). Laut PREIBINGER ET AL. (2008:16F) ist etwa ein Viertel der Biertrebersilagen vier Wochen nach der Siloöffnung entweder verdorben oder in der Qualität gemindert.

Einsatzmengen

Pro Tier und Tag können problemlos 6–12 kg Biertreber verfüttert werden (JILG 2003; PREIBINGER ET AL. 2008:21). Bestimmend für die Einsatzmenge ist allerdings auch der Wassergehalt. Bei großen Verzehrsmengen an Biertreber kann dadurch eine Verdrängung der

anderen Futtermittel stattfinden. Nach SPIEKERS & POTTHAST (2004:60) sind auch Einsatzmengen von bis zu 15 kg pro Tier und Tag mit durchaus positivem Einfluss auf die Milchleistung möglich.

Verfügbarkeit

Biertreber werden von allen Tieren gerne aufgenommen, kommen jedoch in erste Linie in der Wiederkäuerfütterung zum Einsatz (ALP 2012). Die Gesamtmenge der in Deutschland verfütterten Biertreber (getrocknet) der letzten Jahre ist in *Abb. 55* dargestellt und betrug im Getreidewirtschaftsjahr 2009/10 fast 340.000 t (BMELV 2011a). Davon stammten etwa zwei Drittel (nahezu 230.000 t) aus inländischer Erzeugung.

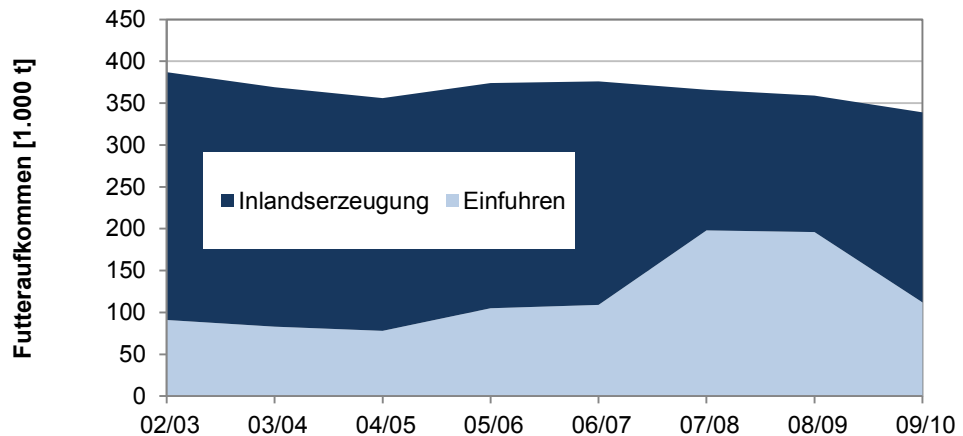


Abb. 55: In Mischfuttermitteln eingesetzte Menge an Biertreber (getrocknet) in- und ausländischer Herkunft der Wirtschaftsjahre 2002/03 bis 2009/10 (eigene Darstellung nach BMELV 2011a)

Nach einer Schätzung des Deutschen Brauer-Bund e.V. (DBB) fallen in Deutschland pro Jahr etwa 2 Mio. t Nasstreber mit einem TM-Gehalt von 19–22 % an (DBB 2012a). Das entspricht ungefähr einer Menge von 380.000 bis 440.000 t getrocknetem Biertreber. Aus dem Vergleich dieser Zahlen ergibt sich theoretisch noch ein erhebliches Steigerungspotenzial. Allerdings widerspricht das den aktuellen Einschätzungen von Fachleuten, welche angeben, dass das derzeitige Angebot an Biertreber gänzlich ausgeschöpft wird (*Abschnitt 10.5*). Gründe für diese Diskrepanz können nur vermutet werden. Zum einen handelt es sich bei der Mengenangabe seitens des DBB lediglich um einen groben Schätzwert, da der Anfall an Biertreber sowie dessen TM-Gehalt vom genauen Brauprozess beeinflusst wird. Zum anderen ist nicht bekannt, wie viel der in Deutschland anfallenden Biertreber unter Abzug von Verlusten aufgrund von z.B. dessen geringen Haltbarkeit tatsächlich verfüttert werden.

Darüber hinaus ist der Einsatz an das Vorhandensein einer Brauerei in der Region gebunden. Bei größeren Entfernungen müssen die entstehenden erheblichen Kosten für Transport des feuchten oder trockenen Guts und gegebenenfalls für die Trocknung berücksichtigt werden.

Abb. 56 zeigt anhand der in den einzelnen Bundesländern erzeugten Menge an Bier (deutschlandweit mehr als 10,2 Mio. l), dass hierbei große regionale Unterschiede zu verzeichnen sind.

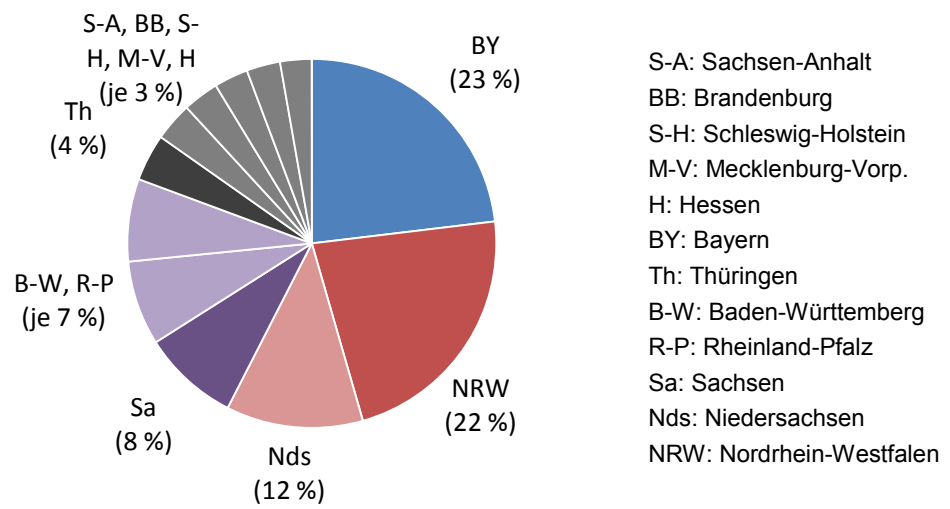


Abb. 56: Anteile der Bundesländer am deutschlandweiten Bierausstoß 2007 (eigene Darstellung nach DBB 2012b)

8.2 Leguminosen

Als typische Eiweißlieferanten unter den Ackerkulturen gelten Hülsenfrüchtler bzw. Leguminosen (*Fabaceae*). Die Familie der Hülsenfrüchtler wird in die drei Unterfamilien Schmetterlingsblütler (*Faboideae*), Mimosengewächse (*Mimosoidea*) und Johannisbrotgewächse (*CaesALPinoideae*) gegliedert. 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.

Leguminosen besitzen unter den Ackerfrüchten eine Sonderstellung, da sie eine Vielzahl von Eigenschaften besitzen, die sich positiv auf die Fruchtfolge und das Agrarökosystem auswirken. Bevor auf ausgewählte Arten genauer eingegangen wird, sollen einige dieser Eigenschaften zusammengefasst dargestellt werden.

Ein Alleinstellungsmerkmal aller Leguminosen ist die *symbiotische Stickstofffixierung*. Hierbei handelt es sich um eine Symbiose zwischen Pflanzen und Rhizobien. Die Rhizobien werden aufgrund der durch die Symbiose entstehenden Wurzelverformungen auch Knötchen- oder Knöllchenbakterien genannt werden. Sie sind in der Lage, Luftstickstoff zu binden und der Wirtspflanze v. a. in Form von Ammoniak zur Verfügung zu stellen (KELLER ET AL. 1999:560). Den Pflanzen dient dieser fixierte Stickstoff zur Synthese von Aminosäuren. Nach einer erfolgreichen Knöllchenentwicklung können sich die Leguminosen selbst mit Stickstoff, einem der wichtigsten Pflanzennährstoffe, versorgen. Darüber hinaus wird der fixierte Stickstoff durch Wurzelausscheidungen und -rückstände der Leguminosen in Mischkulturen auch für die Nichtleguminosen verfügbar. Auch durch die Gründüngung mit Leguminosen gelangt Stickstoff in den Boden und wird für die Folgekultur nutzbar.

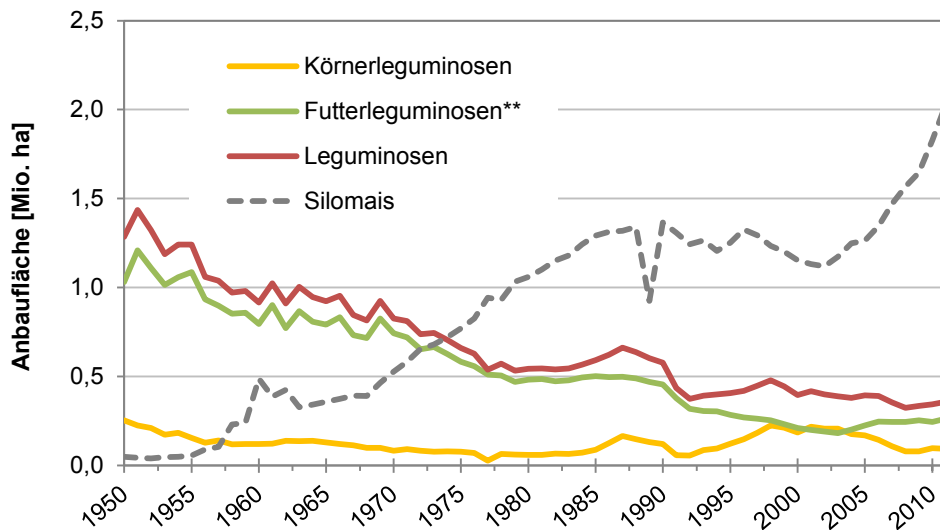
Ein weiteres artenübergreifendes Merkmal der Leguminosen ist ihre *kräftige, tiefreichende Pfahlwurzel* mit mehr oder weniger stark verzweigten Seitenwurzeln (SCHUSTER ET AL. 2000), die die Pflanze befähigt, auch tiefliegende Nährstoffe und Wasservorräte zu nutzen, in obere Bodenregionen zu transportieren und damit auch anderen Pflanzen zur Verfügung zu stellen (FREYER ET AL. 2005:11). Hervorzuheben ist dabei ihre Fähigkeit der Phosphatmobilisierung, welche insbesondere mit Hinblick auf die begrenzte weltweite Verfügbarkeit von P zukünftig noch an Bedeutung gewinnen wird (LEOPOLDINA 2012).

Vor allem aufgrund ihrer intensiven Durchwurzelung und starken Beschattung des Bodens *fördern* sie die *Bodengare* und erhalten bzw. *steigern den Humusgehalt*. Insbesondere in Fruchtfolgen mit hohem Getreideanteil gelten Leguminosen als *Gesundungsfrüchte*, da durch sie getreidespezifische Krankheiten und Fruchtfolgeschäden reduziert werden können (HARTMANN ET AL. 2006:680).

Aufgrund ihrer Fähigkeit, sich selbst mit Stickstoff zu versorgen, stellen die Leguminosen keine besonderen Anforderungen an ihre Vorfrüchte. Bei der Eingliederung der Leguminosen in die Fruchtfolge sind vor allem phytosanitäre Gesichtspunkte zu beachten, da die Unverträglichkeit mit sich selbst und anderen Leguminosen sehr ausgeprägt ist. So ist die zeitliche und räumliche Nähe zu Leguminosen der gleichen oder einer anderen Art zu meiden und empfohlene Anbauabstände unbedingt einzuhalten. Im Allgemeinen gelten Getreidearten als sehr gute Vor- und Nachfrüchte der Leguminosen (FREYER ET AL. 2005:21,98FF).

Der Anbau von Leguminosen hat in Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten sehr stark abgenommen (*Abb. 57*). Betrug die Anbaufläche für Körner- und Futterleguminosen im Jahr 1951 noch mehr als 1,4 Mio. ha, wurde zu Beginn des 21. Jh. 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).



*Klee, Luzerne, Gemenge ab 80 % Leguminosen

Abb. 57: Anbau von Leguminosen im Vergleich zu Silomais in Deutschland 1950–2011, (eigene Darstellung nach Destatis 2012a, Statistisches Amt der DDR mehrere Jahrgänge)

Eine Unterteilung zwischen feinkörnigen Futterleguminosen und grobkörnigen Körnerleguminosen ist möglich.

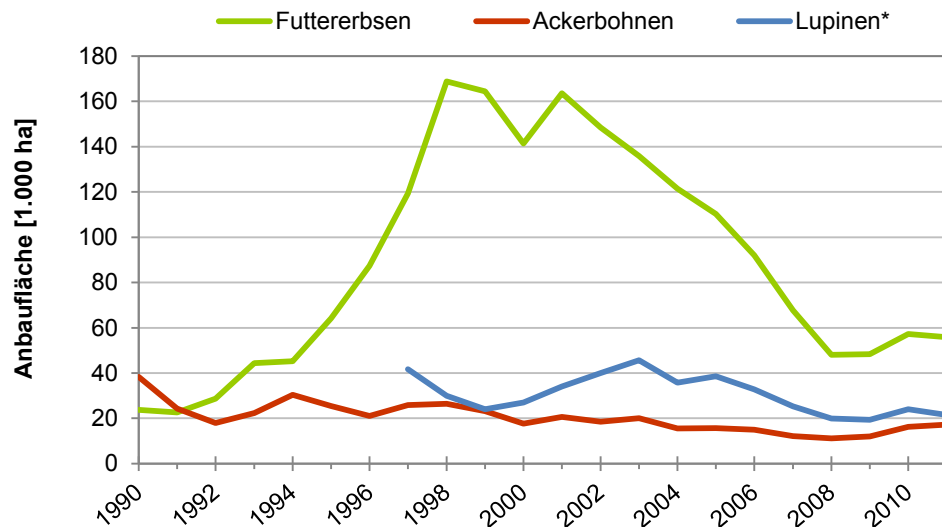
In Wiederkäuerrationen wird ein Teil des Grundfutters durch Futterleguminosen gedeckt. Körnerleguminosen, zu denen auch Sojabohnen gehören, werden im Kraftfutter genutzt. Der Aufbau des vorliegenden Abschnitts beruht auf der Annahme, dass zunächst die Körnerleguminosen ins Zentrum der Betrachtung rücken, wenn bei einer mehr oder weniger gleichbleibender Ration das enthaltene Sojaschrot ersetzt werden soll. Eine andere (und ergänzende) Strategie ist die zusätzliche Erhöhung des Eiweißgehaltes im Grundfutter, was mithilfe von Futterleguminosen möglich ist.

8.2.1 Körnerleguminosen

Zu den Körnerleguminosen zählen verschiedene Bohnen- und Erbsenarten sowie Lupinen, Linsen, Wicken und Erdnüsse. Sie gelten vor allem als Eiweißlieferanten von. Bei einzelnen Arten treten jedoch zusätzlich Stärke (Erbsen, Ackerbohne) und Fette (Sojabohne, Erdnuss) als wertgebende Inhaltsstoffe in den Vordergrund. Körnerleguminosen finden in der menschlichen und tierischen Ernährung Verwendung, wobei bei letzterer neben der Kornnutzung auch die Ganzpflanzensilage im Mischbau mit Nichtleguminosen eine Rolle spielt. In diesem Abschnitt werden die in Deutschland angebaute Körnerleguminosen Erbsen, Lupine, Ackerbohne und Sojabohne vorgestellt, welche in der Körnernutzung für die tierische Ernährung von zentraler Bedeutung sind. Entsprechend ihres Anbauumfangs in Deutschland wurde die Reihenfolge der vorgestellten Körnerleguminosen festgelegt.

Zur besseren Übersicht und Einordnung der Körnerleguminosen werden den Einzelbetrachtungen einige Gesamtübersichten vorangestellt, auf die anschließend an geeigneter Stelle verwiesen wird.

Der in *Abb. 57* verdeutlichte Anbaurückgang der Leguminosen in Deutschland wird in *Abb. 58* für die Körnerleguminosen innerhalb der letzten 20 Jahre dargestellt. Dabei wird zwischen den einzelnen Arten unterschieden, wodurch die unterschiedlichen Anbaubedeutungen sowie der drastische Rückgang v.a. der Erbsen offensichtlich werden.



*vor 2003 geschätzte Werte

Abb. 58: Anbaufläche von Futtererbse, Ackerbohne und Lupinen in Deutschland 1990–2011 (eigene Darstellung nach Destatis 2012a, Destatis 2012b, Destatis 2009)

Bei den Anteilen ökologisch bewirtschafteter an der gesamten Fläche gibt es zwischen den einzelnen Kulturen große Unterschiede (*Abb. 59*). Betrachtet man hingegen die absoluten Flächen unter ökologischer Bewirtschaftung, befinden sie sich mit 8.600 ha (Ackerbohnen) bis 9.000 ha (Lupine und Erbse) in einer ähnlichen Größenordnung.

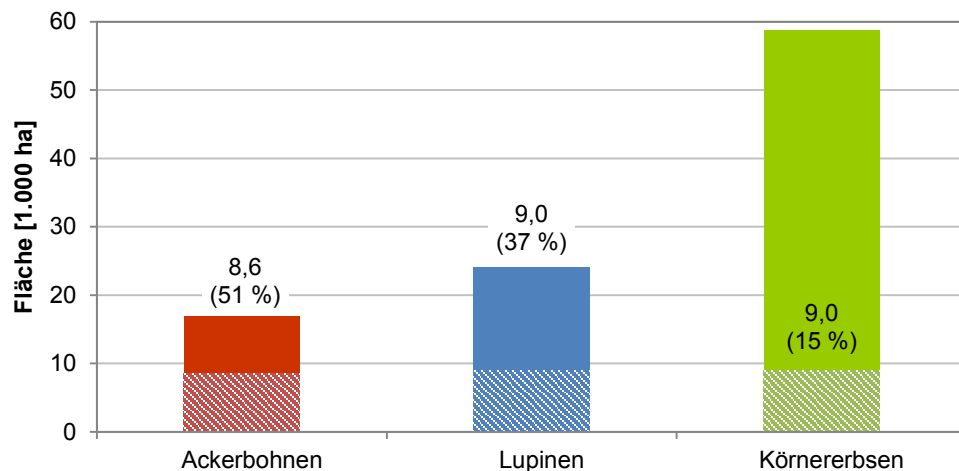


Abb. 59: Anbauflächen von Ackerbohnen, Lupinen und Körnererbsen 2010 in Deutschland sowie der jeweilige Anteil des Ökologischen Landbaus (schraffiert, genaue Zahlenangaben) (eigene Darstellung nach ami 2012a)

In Tab 31 sind die verschiedenen Boden- und Klimaansprüche der heimischen Körnerleguminosen gegenübergestellt.

Tab. 31: Ansprüche ausgewählter Körnerleguminosen an Boden und Klima
 (Imgraben & Recknagel 2011, Guddat et al. 2007, GFL 2007, Guddat et al. 2006, Freyer et al. 2005, Lütke Entrup & Oehmichen 2000)

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

Die Futtermittelqualität von Körnerleguminosen kann durch verschiedene Behandlungsverfahren maßgeblich beeinflusst werden. Um auch diesbezüglich Wiederholungen zu vermeiden, werden in *Tab. 32* die wichtigsten Verfahren kurz definiert (für ausführliche Definitionen siehe Anhang *Abschnitt 15.1*).

Tab. 32: Behandlungsverfahren zur Verbesserung der Proteinqualität (eigene Darstellung nach Freitag 2007)

Toasten	<ul style="list-style-type: none"> · Behandlung des Futters mittels Wasserdampf und Temperatur bei erhöhtem atmosphärischem Druck · Behandlungsdauer: variiert je nach Temperatur · Temperatur: bis zu 140°C
Rösten (Jet Spolder)	<ul style="list-style-type: none"> · trockene Wärmebehandlung mittels Strahlung oder direkter Erwärmung · Behandlungsdauer: bis zu mehreren Stunden · Temperatur: bis zu 200°C
Extrudieren	<ul style="list-style-type: none"> · druckthermisches Verfahren durch Verdichtung des Futtermaterials in Schnecken und anschließend plötzlicher Entspannung · Futter erhält thermische und mechanische Behandlung · Behandlungsbehälter kann zusätzlich durch heißen Dampf oder elektrischen Strom aufgeheizt werden
Expansion (Opticon)	<ul style="list-style-type: none"> · gleiches Grundverfahren wie beim Extrudieren · Futter wird zusätzlich in Mischkonditionierer unter Zugabe von Dampf und Wasser für 0,5 bis 2 Minuten vorkonditioniert · Durchlaufzeit: 5 bis 7 Sekunden · Druck am Auslauf: 10 bis 40 bar · Temperaturen liegen zwischen 90 und 140°C · anschließende Kühlung

8.2.1.1 Erbsen

Bei Erbsen (*Pisum sativum* L.) unterscheidet man verschiedene Varietäten, von denen in *Tab. 33* jene dargestellt sind, die in der Nutztierfütterung verwendet werden. Die Futtererbse wird in der Regel zu den feinkörnigen Leguminosen gezählt (*Abschnitt 8.2.2*) und spielt eine untergeordnete Rolle im Futterbau, weshalb sich dieser Abschnitt auf die Körnererbse konzentriert.⁴⁴ Bei den Körnererbsen werden die sog. Normaltypen von halbblattlosen (semileafless- bzw. sl-) Typen unterschieden. Die bessere Standfestigkeit der letzteren aufgrund eines stärkeren Verhakens der Pflanzen untereinander führte dazu, dass heute überwiegend sl-Typen angebaut werden (GUDDAT ET AL. 2006:11).

Tab. 33: In der Fütterung genutzte Erbsenvarietäten (eigene Darstellung nach Freyer et al. 2005:145)

Bezeichnung	Erscheinung	Verwendung
(Grün-) Futtererbse (<i>Pisum arvense</i> L.)	<ul style="list-style-type: none"> · Blüte: rosa/violett mit roten Flecken · Samen: dunkel, z.T. gefleckt, klein 	<ul style="list-style-type: none"> · Flächenbegrünung, Zwischenfruchtanbau · Ganzpflanzensilage (im Gemengeanbau) · tierische Ernährung
Körnererbse (<i>Pisum sativum</i> L.)	<ul style="list-style-type: none"> · Blüte: weiß · Samen: hell, einfarbig gelb oder grün, groß 	<ul style="list-style-type: none"> · menschliche und tierische Ernährung

Futterwert

⁴⁴ In der Literatur wird zum Teil nicht sauber zwischen den Varietäten unterschieden, sodass oft auch für die Fütterung genutzte Körnererbsen als Futtererbsen bezeichnet werden (z.B. Aigner & Schmidt 2010a, 2011a).

Für Körnererbsen sind der hohe Stärkeanteil und die mittleren Rohproteingehalte charakteristisch (Tab. 34).

Tab. 34: Nährstoffgehalt Erbsensamen in g/kg TM (eigene Darstellung)

	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	XF	XS
	[MJ]	[g]	[g]	%	[g]	[g]	[g]	[g]
DLG 1997	8,53	251	187	15	10	15	67	478
JEROCH ET AL. 1993	8,34	259				15	68	475
BELOFF ET AL. 2004	7,51	221	165	15	9	-	-	421

Bei einer Rationsplanung muss beachtet werden, dass das Erbsenprotein im Pansen schnell und fast vollständig abgebaut wird. Der Anteil an nicht abbaubarem Rohprotein beträgt nur 15 %. Durch den erheblichen Gehalt an abbaubarer Stärke, die im Pansen für die Bildung von Mikrobenprotein zur Verfügung steht, ergibt sich ein hoher Anteil an nutzbarem Rohprotein (74 %, BELOFF ET AL. 2004). Im Vergleich zu Lupinen und Ackerbohnen weisen Erbsen mit ca. 10 g/kg TM eine deutlich niedrigere RNB auf.

Futterwert erhöhende Maßnahmen

Die Gehalte an Tanninen in Erbsen sind stark sortenabhängig. Bunt blühende Sorten weisen höhere Gehalte antinutritiver Stoffe auf als weiß blühende. Wie Lupinen und Ackerbohnen können auch die Futtereigenschaften von Erbsen durch eine hydrothermische Behandlung verbessert werden.

Tab. 35 zeigt die Behandlungsergebnisse aus Fütterungsversuchen.

Tab. 35: Effekte physikalischer Behandlungsverfahren auf UDP-Anteil und nXP-Gehalt von Erbsen (eigene Darstellung)

	UDP [% von nXP]		nXP [g/kg]	
	nativ	behandelt	nativ	behandelt
Rösten (Jet Spolder) ¹	15	29	177	195
Expandieren (Opticon) ²				
Versuch 1	-	-	155	271
Versuch 2			182	271

¹Jilg 2007b, ²Preißinger et al. 2007

Auch nach BELOFF ET AL. (2004) kann der UDP-Anteil durch physikalische Behandlung um 15 % auf 30 % erhöht werden. Dadurch lässt sich zudem der nXP-Gehalt um bis zu 13 % steigern und die RNB um bis zu 38 % (ca. -3,5 g) verringern.

Einsatzempfehlung

Wie bei allen heimischen Körnerleguminosen wird eine Einsatzmenge von max. 4 kg pro Tag empfohlen (BELOFF ET AL. 2004, ABEL ET AL. 2004, ROTH-MAIER ET AL. 2004). Der Abbau der TM bei Erbsen verläuft schneller und vollständiger als bei Sojaschrot. Bei einer Rationsplanung muss besonders darauf geachtet werden, dass Erbsen einen hohen Anteil an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten⁴⁵ aufweisen (BELOFF ET AL. 2004). In der Gesamtration von hochleistenden Kühen sind unbeständige Stärke und Zucker bis zu einem Anteil von 250 g/kg

⁴⁵ unbeständige Stärke und Zucker

TM vertretbar. Zu hohe Anteile an Zucker (> 75 g/kg TM) können günstige Bedingungen für eine Acidose⁴⁶ schaffen (SPIEKERS & POTTHAST 2004:204,146).

Anbau

Die Ansprüche der Körnererbse an Boden und Klima (Tab. 31) sind im Vergleich zu anderen Körnerleguminosen gering.

Hinzu kommt eine relativ kurze Vegetationszeit von 80 bis unter 150 Tagen⁴⁷, die eine sichere und frühe Abreife begünstigt (KELLER ET AL. 1999:570). Beides führt dazu, dass ein Körnererbsenanbau in den meisten Regionen Deutschlands möglich ist. In Abb. 60 sind jene Anbauggebiete dargestellt, die vom Julius Kühn-Institut für Körnererbsen als geeignet eingestuft wurden.

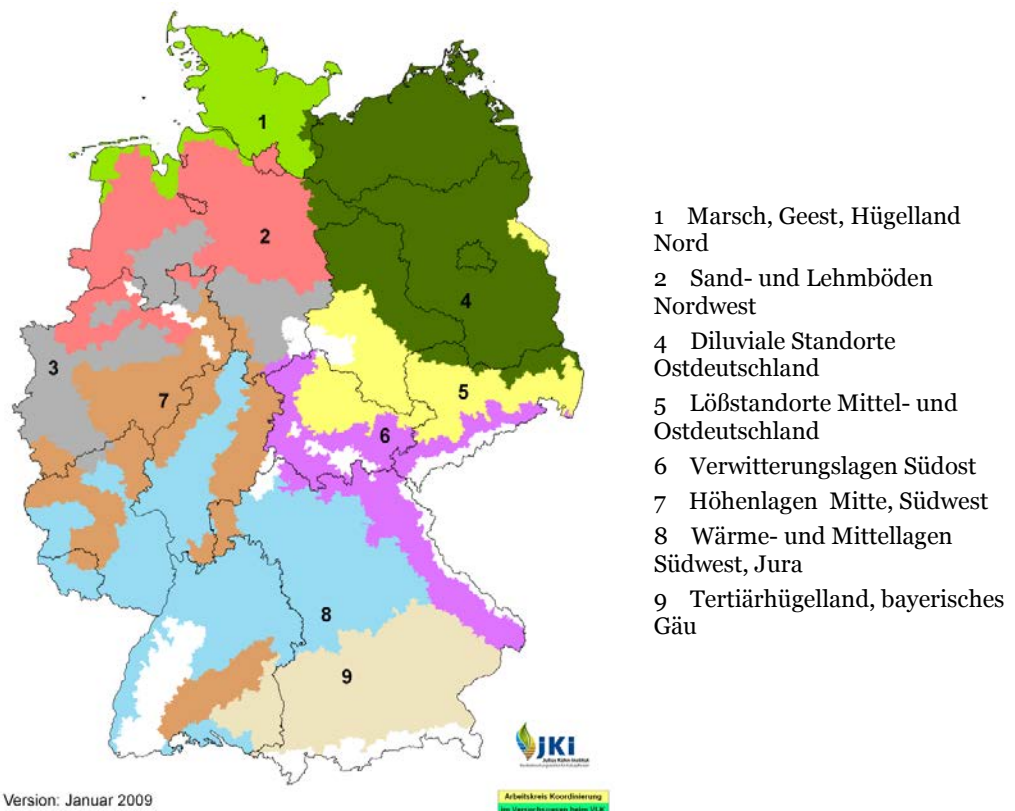


Abb. 60: Für Erbsen geeignete Anbauggebiete in Deutschland auf Grundlage von Boden-Klima-Räumen (JKI 2012)

Ähnlich wie bei anderen Körnerleguminosen ist bei Körnererbsen die im Vergleich zu anderen Kulturen geringe Ertragssicherheit kennzeichnend, was sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit des Anbaus auswirkt (GUDDAT ET AL. 2006:5F). So besitzen Erbsen bezüglich ihrer Ertragsleistung eine ausgeprägte Umweltreaktion (LÜTKE-ENTRUP & OEHMICHEN 2000:554). Negative Auswirkungen haben einerseits ein ungünstiger Witterungsverlauf (v.a. anhaltende Trockenheit während Keimung und Blüte oder feuchte Bedingungen während der Abreife) sowie eine starke Verunkrautung aufgrund der besonders bei halbblattlosen Körnererbsen ausgeprägten geringen Durchsetzungskraft gegenüber Unkräutern in der Jugendentwicklung.

⁴⁶ Pansenübersäuerung

⁴⁷ Im Vergleich dazu beträgt die Vegetationszeit von Ackerbohne etwa 170 Tage und von Lupinen etwa 140 bis 160 Tage (Eric Schweizer AG 2012:28f).

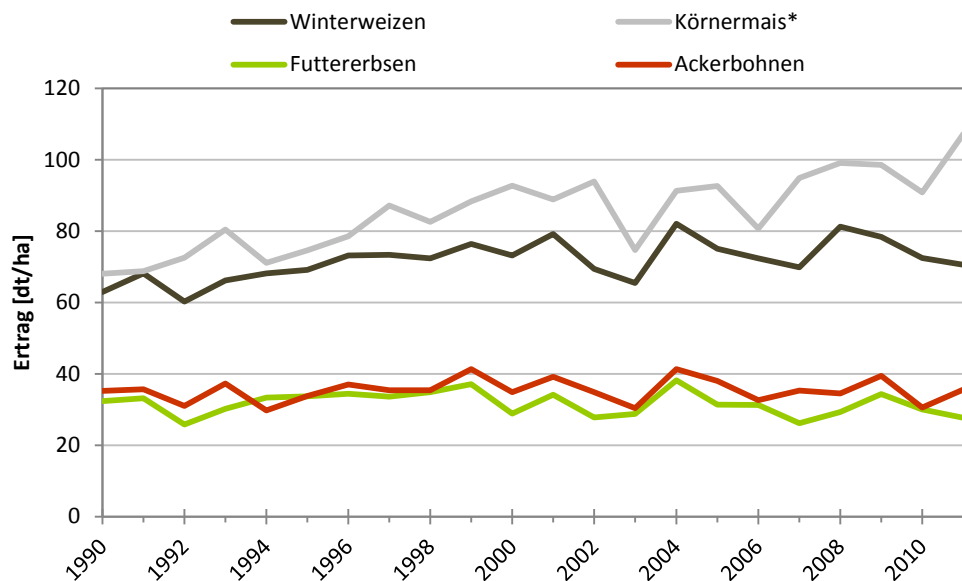
Hinzu kommt andererseits eine Vielzahl von Schaderregern. Aus dem weiten Spektrum sind in *Tab. 36* die wichtigsten tierischen und pilzlichen Schaderreger zusammengestellt.

Tab. 36: Die wichtigsten Schaderreger der Körnererbsen (Freyer et al. 2005:146ff, Guddat et al. 2006:17)

Tierische Schaderreger	Pilzliche Schaderreger
Blattrandkäfer (<i>Sitona spp.</i>)	Grauschimmel (<i>Botrytis cinera</i>)
Grüne Erbsenblattlaus (<i>Acyrtosiphon pisum Harris</i>)	Brennfleckenkrankheit (verschiedene)
	Erbsenrost (<i>Uromyces pisisativi</i>)
Erbsenwickler (<i>Cydia nigricana</i>)	Welke-/ Fußkrankheiten (verschiedene)

Als wichtigste vorbeugende Maßnahme gegen die Schaderreger werden Anbaupausen von mindestens 5 bis 6 Jahren sowie Abstände zu benachbarten Körnererbsenfeldern von mindestens 3.000 m empfohlen (LWK NRW 2011a:1, GUDDAT ET AL.2006:8f). Des Weiteren stehen im konventionellen Anbau eine Reihe von Beiz- und Pflanzenschutzmittel zur Verfügung, bei deren Einsatz allerdings laut mehrerer Anbauratgeber jeweils die durch das Befahren entstehenden Verluste gegen den erhofften Nutzen abgewogen werden sollten, sodass sich z.B. der Fungizideinsatz nur bei sehr starkem Befall auszahlt (GUDDAT ET AL. 2006:17). Anders lauten die Empfehlungen hinsichtlich des Herbizideinsatzes, welcher bei Körnererbsen obligatorisch und unerlässlich sei (LFL 2011a:5, GUDDAT ET AL. 2006:16). Die mechanische Unkrautbekämpfung gestaltet sich in Körnererbsenbeständen aufgrund der Rankenbildung und der resultierenden Pflanzenschädigung beim Durchfahren als sehr schwierig (LWK NRW 2011b:1). Es kann vermutet werden, dass unter anderem diese Probleme bei der Unkrautunterdrückung in Erbsen zu dem vergleichsweise geringen Anteil ökologisch bewirtschafteter Flächen beiträgt (*Abb. 59*). Aufgrund der Verbindung von Spätverunkrautung und Lageranfälligkeit wird häufig von Problemen bei der Erbsenernte berichtet (URBATZKA 2010:6, GUDDAT ET AL. 2006).

Aufgrund der genannten Einflussfaktoren schwanken die Erträge von Körnererbsen relativ stark. Im deutschlandweiten Mittel wurden in den letzten 20 Jahren Körnererbsenerträge im Intervall von etwa 25 bis 38 dt/ha erzielt (DESTATIS 2012a, DESTATIS 2012b, DESTATIS 2009). Im Vergleich zu anderen Kulturen (z.B. Winterweizen und Körnermais, *Abb. 61*) sind solche Schwankungen im Bereich von 10 bis 15 dt/ha zwar in der gleichen Größenordnung, doch müssen dabei auch die unterschiedlichen Ertragsniveaus berücksichtigt werden. Geht man von dem mittleren Ertragsniveau der Jahre 2005 bis 2010 von den betrachteten Kulturen aus, entspricht ein Plus bzw. Minus von 15 dt/ha einer Ertragsschwankung von etwa 50 % bei Futtererbse und Ackerbohne aber nur von 20 bzw. 16 % bei Körnermais bzw. Winterweizen (eigene Berechnungen nach DESTATIS 2012a, DESTATIS 2012b, DESTATIS 2009).



*einschließlich CCM (Corn-Cob-Mix)

Abb. 61: Entwicklung der Hektarerträge von Futtererbsen und Ackerbohnen im Vergleich zu Winterweizen und Körnermais von 1990 bis 2011 (eigene Darstellung nach, Destatis 2012a, Destatis 2012b, Destatis 2009)

Die auftretenden Ertragsschwankungen werden auch anhand Zahlen aus den Sortenversuchen der Landesanstalt für Landwirtschaft (LFL) in Bayern sehr anschaulich (Tab. 37).

Tab. 37: Erbsen-Kornerträge der Sortenversuche in Bayern 2010 und 2011 (bei den Zahlen handelt es sich um Mittelwerte verschiedener Erbsensorten) (eigene Darstellung nach Aigner & Schmidt 2010a, 2011a)

Jahr	Kornertrag [dt/ha]					
	Frankendorf	Oberhummel	Wolfsdorf	Straßmoos	Giebelstaedt	Mittelwert
2010	56,2	61,1	29,2	k.A.*	64,2	52,7
2011	75,2	74	48,4	19,7	51	53,7

*2010 konnten auf dem sehr kiesigen Standort Straßmoos keine Futtererbsen geerntet werden, was auf das Zusammenspiel der ungünstigen Anbau- und Witterungsbedingungen zurückzuführen war. Der Körnererbsenertrag von 2009 betrug an diesem Standort 39 dt/ha (LFL 2012a)

Betrachtet man lediglich die möglichen Einnahmen aus dem Verkauf der Marktfrüchte, besitzen die derzeitigen Ertragsschwankungen von Futtererbsen und Ackerbohnen also entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Anbaus.

Der mittlere Rohproteinерtrag von Körnererbsen in Sortenversuchen kann mit 11 dt/ha angegeben werden. Auch hierbei gibt es in Abhängigkeit von Sorte und Standort Schwankungen, welche in Tab. 38 ebenfalls an Sortenversuchen aus Bayern verdeutlicht werden. Aufgrund der im Vergleich zu den Sortenversuchen geringeren Erträge in der Praxis schwankten hier auch die Rohproteinерträge innerhalb der letzten Jahre zwischen etwa 5,4 und 8,2 dt/ha.

Tab. 38: Erbsen-Rohproteinерträge von Sortenversuchen aus Bayern (eigene Darstellung nach Aigner & Schmidt 2010a, 2011a, Bechthold et al. 2011)

Jahr	Rohproteinерtrag* [dt/ha]				
	Frankendorf	Oberhummel	Wolfsdorf	Giebelstadt	Mittelwert
2010	12,2	12,6	6,1	13,3	11,0
2011	15,8	15,3	9,1	9,0	10,6

*bei den Zahlen handelt es sich um Mittelwerte verschiedener Erbsensorten

Im Vergleich von ökologischem und konventionellem Erbsenanbau fanden JANSEN & SEDDIG (2007) zwar nur leicht aber signifikant höhere Korn- und Rohproteinерträge im konventionellen System. Im Mittel der Versuchsjahre kamen sie allerdings zu dem Schluss, dass sowohl Sortenunterschiede als auch Schwankungen zwischen verschiedenen Standorten und Anbaujahren größere Auswirkungen auf Rohprotein- und Kornerträge der Erbsen haben als das Anbausystem.⁴⁸

GUDDAT ET AL. (2006:11) empfehlen die Sortenwahl abhängig vom Verwendungszweck zu machen. Bei einem Verkauf der Ernte sollte v.a. auf den möglichen Kornertrag einzelner Sorten geachtet werden, da der Proteingehalt bei Abnahme nicht honoriert wird. Im Gegensatz dazu sollte bei einer innerbetrieblichen Verwendung der Fokus auf den Rohproteinерtrag gerichtet werden.⁴⁹

Verfügbarkeit

Mit einer Anbaufläche von 55.800 ha war die Erbse 2011 wie auch in den vergangenen Jahren in Deutschland die Körnerleguminose mit der größten Anbaubedeutung (Abb. 58). In den 1990er Jahren wurde die deutsche Anbaufläche von Futtererbsen bis auf über 168.000 ha (1998) ausgeweitet. Laut HARTMANN ET AL. (2006:686) ist dies v.a. auf züchterische Verbesserungen zurückzuführen, wie z. B. die verbesserte Mähdruschseignung. Zudem seien Futtererbsen im Vergleich zu anderen Körnerleguminosen in betriebseigenen Futtermitteln vielfältiger einsetzbar. Hinzu kam, dass im Jahr 1992 im Zuge der Mac Sharry-Reform erstmals der Eiweißpflanzenanbau durch eine Beihilfe gefördert wurde (siehe Kapitel 12). Seit 2002 ging die Anbaufläche von Futtererbsen wieder zurück. Als Hauptursachen gelten hohe Ertragsdepressionen aufgrund der Zunahme von Infektionen mit bodenbürtigen Krankheiten, mangelnde Konkurrenzkraft der Erbsen gegenüber Unkräutern sowie die geringere Attraktivität deren Anbaus im Vergleich mit anderen Kulturen (AIGNER & SCHMIDT 2011a:11, VOGT-KAUTE 2008:3). Augenfällig ist zudem die zeitliche Deckung mit dem Kürzen der Eiweißpflanzenprämie von 78 auf 55 €/ha in den Jahren 2000 und 2003.

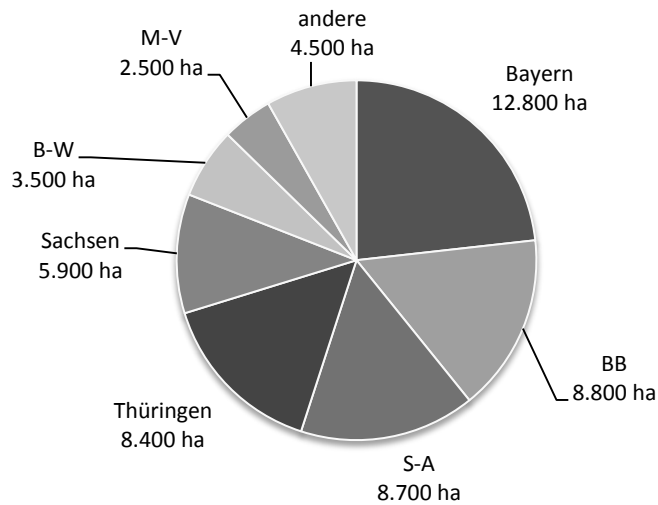
Europaweit ist ein ähnlicher Anbautrend zu verzeichnen wie in Deutschland. Trotz eines erheblichen Rückgangs der Anbaufläche war Frankreich 2010 noch der Hauptproduzent (ca. 250.000 ha), gefolgt von Spanien⁵⁰ (ca. 201.000 ha), Deutschland und Großbritannien (ca. 38.000 ha, FAOSTAT 2012).

Abb. 62 zeigt die Verteilung der Erbsenflächen des Jahres 2011 nach Bundesländern, welche sich vor allem im Osten und Süden Deutschlands befinden.

⁴⁸ So lagen z.B. die Kornerträge der Versuchsjahre im konventionellen Anbau zwischen 21 und 47 dt/ha und im ökologischen Anbau zwischen 26 und 37 dt/ha.

⁴⁹ Gleiches gilt für Ackerbohnen (LWK NRW 2012a).

⁵⁰ Vor allem in Spanien und Rumänien aber auch in Italien und Irland erfolgte entgegen dem europäischen Trend in den letzten 10 Jahren eine Anbauausweitung von Körnererbsen.



S-A: Sachsen-Anhalt, BB: Brandenburg, M-V: Mecklenburg-Vorpommern, B-W: Baden-Württemberg

Abb. 62: Anbaufläche von Erbsen im Jahr 2011 nach Bundesländern (eigene Darstellung nach Destatis 2012b)

Da die in Deutschland angebaute Körnererbsen überwiegend für Fütterungszwecke genutzt werden⁵¹ (SASS 2009:306, VOGT-KAUTE 2008:7), kann davon ausgegangen werden, dass bei dem angegebenen Anbauumfang im Jahr 2011 von 55.800 ha eine Menge von nahezu 155.000 t Körnererbsen für die Fütterung zur Verfügung standen (DESTATIS 2012b).⁵² Im Vergleich zu den Jahren 2010 und 2009 mit insgesamt 172.000 t bzw. 166.000 t ist ein leichter Rückgang zu verzeichnen (DESTATIS 2012b, 2009). Der Erbsenanbau in Deutschland trug also im Jahr 2011 mit maximal etwa 33.480 t XP zur Proteinversorgung der Nutztiere bei.

In Bezug auf Verkauf bzw. innerbetriebliche Verwertung ist festzuhalten, dass im Gegensatz zur Ackerbohne im Jahr 2011 weniger als 5 % der Ernte von Futterkörnererbsen direkt auf dem erzeugenden Hof verwendet wurden (eigene Berechnung nach DESTATIS 2012b, BLE 2012a, siehe auch *Abschnitt 8.2.1.3*). Innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte reduzierte sich zudem der Anteil an Erbsen im industriell hergestellten Mischfutter (*Abb. 63*). Diese Tatsache verweist darauf, dass ein Großteil der Körnererbsen als Einzelkomponenten für hofeigene Futtermischungen zugekauft wird.

⁵¹ Gleiches gilt für Ackerbohnen und Lupinen.

⁵² Die exportierte Menge von Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen zusammen betrug in den vergangenen Jahren nur etwa 15.000 t (BMELV 2011a).

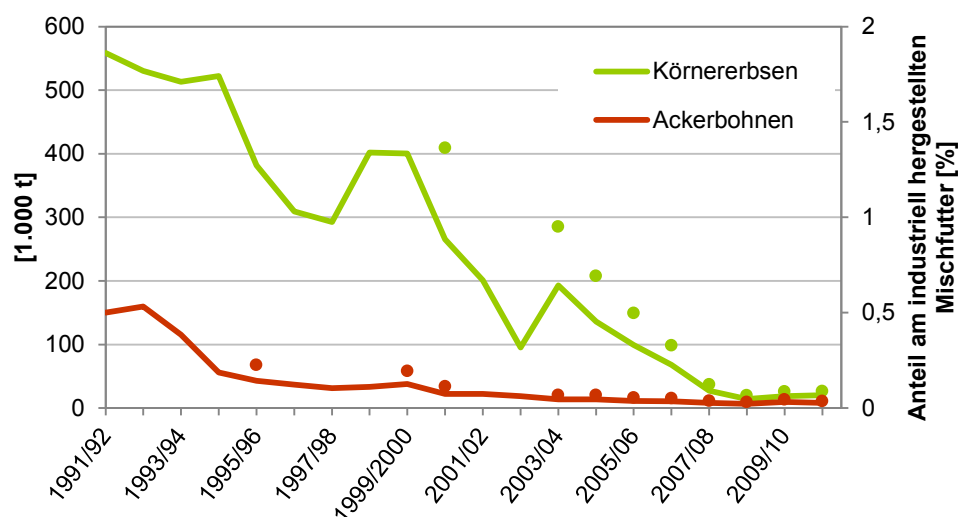


Abb. 63: Für die industrielle Mischfutterproduktion genutzte absolute und relative (Punkte) Menge an Körnererbsen und Ackerbohnen (eigene Darstellung nach BLE 2011b:44,63f)

8.2.1.2 Lupine

Die mehrere hundert Arten umfassende Gattung *Lupinus* differenziert man im Wesentlichen anhand ihres Gehalts an Bitterstoffen (Alkaloide) in Bitter⁵³- und Süßlupinen. Letztere haben einen Alkaloidgehalt von < 0,05 % (zum Großteil auch < 0,02 %), wodurch sie im Gegensatz zu den Bitterlupinen für die menschliche und tierische Ernährung verwendet werden können (FREYER ET AL. 2005:155). In Deutschland waren in den vergangenen Jahrzehnten alkaloidarme Sorten von nur drei Lupinenarten von landwirtschaftlicher Bedeutung. Dabei handelt es sich um die Gelbe Lupine (*Lupinus luteus* L.), die Schmalblättrige bzw. Blaue Lupine (*Lupinus angustifolius* L.) und die Weiße Lupine (*Lupinus albus* L.).

Futterwert

Die drei heimischen Süßlupinenarten unterscheiden sich in ihren wertgebenden Inhaltsstoffen. Wie in Tab. 39 ersichtlich, können auch innerhalb der Arten (blau, weiß, gelb) nur schwer allgemein gültige Aussagen über den Nährstoffgehalt getroffen werden. Die erheblichen Schwankungen können genetisch, also sortenbedingt sein, aber auch durch den Standort und die Düngung hervorgerufen werden.

Tab. 39: Nährstoffgehalt Lupinensamen in g/kg TM (eigene Darstellung)

	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	XF	XS
	[MJ]	[g]	[g]	[%]	[g]	[g]	[g]	[g]
blau								
DLG 1997	8,91	333	212	20	19	57	162	101
JEROCH ET AL. 1993	8,30	-	-	-	-	55	159	96
ROTH-MAIER ET AL. 2004	7,84	293	187	20	17	50	143	89

⁵³ Auch Vielblättrige Lupine genannt.

	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	XF	XS
	[MJ]	[g]	[g]	[%]	[g]	[g]	[g]	[g]
weiß								
DLG 1997	9,24	373	211	20	26	88	130	74
ROTH-MAIER ET AL. 2004	8,13	328	186	20	23	77	114	65
gelb								
DLG 1997	8,95	438	232	20	33	57	168	49
JEROCH ET AL. 1993	8,52	439	-	-	-	54	167	44
ROTH-MAIER ET AL. 2004	7,88	385	204	20	29	50	148	43

Wie schon mehrfach erwähnt ist für die Wiederkäuerernährung der Rohproteingehalt von großer Bedeutung. Dieser liegt bei den Lupinen zwar niedriger als bei Sojaextraktionsschrot aber höher als bei den anderen heimischen Körnerleguminosen. Die Angaben schwanken je nach Autor und Jahr bei blauen Lupinen zwischen 293–349 g XP. Entscheidend sind dabei die Höhe und die Geschwindigkeit des Proteinabbaus im Pansen. Lupinen weisen eine hohe Verdaulichkeit der organischen Substanz auf und verhelfen so die Syntheseleistung der Pansenmikroben zu steigern. Daraus resultiert, dass Lupinen im Vergleich zu den anderen Körnerleguminosen den höchsten Gehalt an nutzbarem Rohprotein aufweisen. Betrachtet man die Abbaubarkeit des Rohproteins im Pansen, dann lässt sich feststellen, dass der UDP-Gehalt der Lupinen mit 20 % zwar höher liegt als bei Ackerbohnen und Erbsen aber immer noch unter den Gehalten von Soja- und Rapsextraktionsschrot.

Mit Energiewerten, die über denen der Extraktionsschrote liegen, stellen Lupinensamen in der Wiederkäuerfütterung ein hochenergetisches Futtermittel dar. Die Zusammensetzung der Kohlenhydrate ist dabei jedoch nicht optimal. Wie in der *Tab. 39* deutlich wird, weisen Lupinen nur geringe Stärkeanteile auf und auch die Beständigkeit der Stärke ist mit 10 % eher gering, während die Zuckergehalte hingegen etwas höher sind. In Bezug auf Rohfett weisen Lupinen deutlich höhere Gehalte als Ackerbohnen und Erbsen auf (ROTH-MAIER ET AL. 2004). Es sollte beachtet werden, dass in Rationen ein Rohfettanteil von 4–5 % nicht überschritten wird (SPIEKERS & POTTHAST 2004:188).

In Lupinen kommen so genannte antinutritive Inhaltsstoffe wie z.B. Alkaloide vor, die sich in höherer Konzentration bei Monogastriern negativ auf Leistung und Tierwohl auswirken können (JEROCH ET AL. 1993:284). Bei der Ernährung von Wiederkäuern kann dies sogar von Vorteil sein, da die Abbauprozesse von Nährstoffen im Pansen verändert sein können (ABEL ET AL. 2004).

Futterwert erhöhende Maßnahmen

Um den Futterwert der Lupinen zu erhöhen, finden in der Praxis verschiedene Maßnahmen Anwendung. Dabei spielen neben der Pflanzenzüchtung auch physikalische Behandlungen eine Rolle. Durch die sich immer weiter entwickelnde Züchtung konnten die Alkaloidgehalte in den letzten Jahren erheblich abgesenkt und so die für die Fütterung geeignete Arten- und Sortenvielfalt erweitert werden (ROTH-MAIER ET AL. 2004). Eine mechanische Zerkleinerung der Lupinensamen durch Schroten oder Quetschen vor der Fütterung gewährleistet einen optimalen Aufschluss der Nährstoffe. Dabei stellten BISSINGER ET AL (2004) fest, dass die Verdaulichkeit der Rohfaser bei der Ration mit den gequetschten Lupinen höher lag als bei groben Lupinensamen. Es wird von BISSINGER ET AL. (2004) weiterhin empfohlen, das Quetschen der Feinvermahlung vorzuziehen, denn es verursache keine höheren Kosten und

gewährleiste zudem insgesamt stabilere Fermentationsbedingungen in den Vormägen als feinvermahlene Samen. Eine hydrothermische Behandlung stellt das so genannte „toasten“ dar. Hierdurch kann der Anteil an unabbaubarem Rohprotein und der nXP-Gehalt erhöht werden und führt so zu einer besseren Proteinversorgung von Hochleistungskühen (Engelhard & Helm 2005b). Zusätzlich können die Lupinen mit Druck behandelt, also expandiert werden (Roth-Maier et al. 2004). Durch dieses Verfahren lassen sich die UDP-Gehalte noch einmal steigern. Die Effekte einer physikalischen Behandlung von Lupinen in Hinsicht auf ihre Proteinqualität wurden anhand von Fütterungsversuchen untersucht (Tab. 40).

Tab. 40: Effekte physikalischer Behandlungsverfahren auf UDP-Anteil und nXP-Gehalt von Lupinen (eigene Darstellung)

	UDP [% von nXP]		nXP [g/kg]	
	nativ	behandelt	nativ	behandelt
Toasten¹	8,8	31,0	197	243
Expandieren²	11,4	23,6	175	206

¹Pries et al. 2007a, ²Pieper et al. 2007

Bei beiden Verfahren kam es zu einer Erhöhung der UDP-Anteile sowie zu einer Steigerung des nXP-Gehaltes. Durch die Behandlung erreichen die Lupinen fast die Proteinwerte des Sojaschrotes.

Einsatzempfehlung

Je nach Kombination der Futtermittel begrenzen bei Lupinen zum einen der geringe UDP-Anteil, der relativ hohe Rohfettgehalt und der schnelle Proteinabbau den Einsatz. Laut Fütterungsempfehlungen aus der Praxis können bei Milchkühen 3–4 kg je Tier und Tag verfüttert werden (ROTH-MAIER ET AL. 2004).

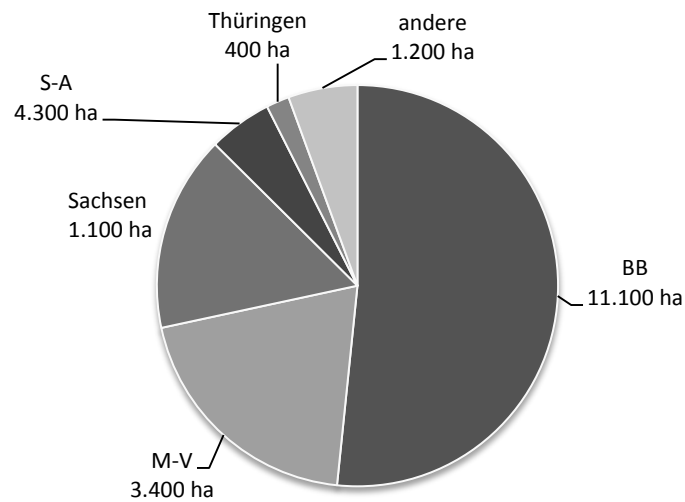
Anbau

Die Süßlupinenarten Blaue, Weiße und Gelbe Lupine wurden in Deutschland im Jahr 2011 auf einer Fläche von 21.500 ha angebaut (DESTATIS 2012b). Im Vergleich zum Anbauumfang zu Beginn des 21. Jahrhunderts entspricht das einer Halbierung der Fläche (Abb. 58). Laut GUDDAT ET AL. (2011a:4) ist dieser Rückgang insbesondere mit der abnehmenden ökonomischen Konkurrenzfähigkeit von Lupinen im Vergleich zu Winterraps und Wintergetreide zu erklären. Maßgeblich sei dabei die Ertragsentwicklung der Kulturen. Dennoch ist Deutschland vor Polen und Litauen⁵⁴ der größte Lupinenerzeuger in Europa (FAO STAT 2012).

Neben Linsen zählen Lupinen zu den anspruchslosesten Körnerleguminosen, was sich vor allem in einer weitgehenden Toleranz von Trockenstress äußert (FREYER ET AL. 2005:156). Während Trockenphasen kann sich die Lupine durch ihre bis zu 2 m lange Wurzel selbst mit Wasser aus unteren Bodenschichten versorgen (GFL 2007:19). Laut LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN (2000:566) ist die Lupinenwurzel mehr als alle anderen Nutzpflanzenwurzeln in der Lage, tiefe Bodenschichten zu erschließen. Sie wird auch als „Pionierwurzel“ beschrieben, da sie in der Lage ist, festgelegte Phosphate zu lösen (LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN 2000:566, GFL 2007:19). Die Standortansprüche der verschiedenen Lupinenarten unterscheiden sich grundsätzlich (Tab. 31). Da alle Arten jedoch auf Standorten gedeihen, die v.a. aufgrund von Trockenheit für andere Kulturen ausscheiden, konzentriert sich der Lupinenanbau in Deutschland stärker auf bestimmte Regionen, als es z.B. bei Erbse und Ackerbohne der Fall ist.

⁵⁴ Im Jahr 2010 wurden in Polen auf 19.400 ha und in Litauen auf 9.400 ha Lupinen angebaut (FAO Stat 2012).

So befanden sich im Jahr 2011 mehr als 92 % der gesamten Lupinenflächen in den vier nordöstlichen Bundesländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Sachsen-Anhalt (Abb. 64). Die dort anzutreffenden Böden sind tendenziell eher sandig und weisen einen niedrigen pH-Wert auf. Neben diesen Anbaugebieten zeichnete das Julius-Kühn-Institut noch weitere für den Lupinenanbau geeignete Regionen aus (Abb. 65).



S-A: Sachsen-Anhalt, M-V: Mecklenburg-Vorpommern, BB: Brandenburg

Abb. 64: Lupinen-Anbaufläche im Jahr 2011 nach Bundesländern (eigene Darstellung nach Destatis 2012b)

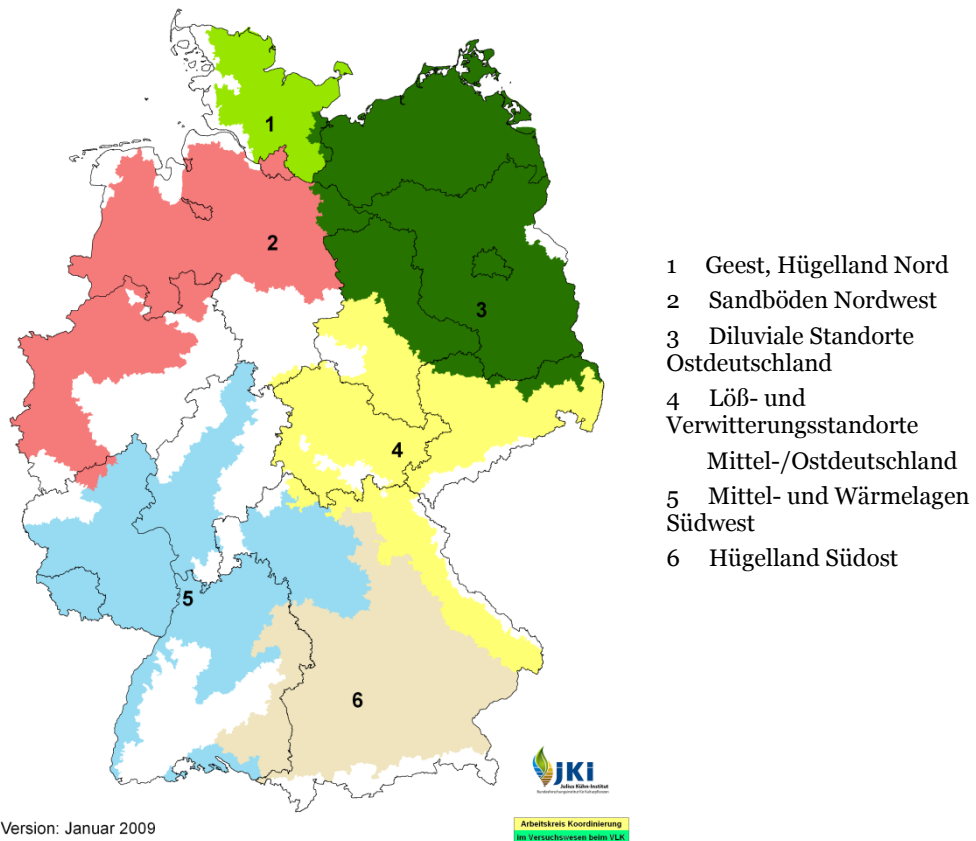


Abb. 65: Für Süßlupinen geeignete Anbauggebiete in Deutschland auf Grundlage von Boden-Klima-Räumen (JKI 2012)

Beim Lupinenanbau sind vor allem Probleme aufgrund von Verunkrautung und Krankheitsanfälligkeit näher zu betrachten. In Bezug auf die Krankheiten ist insbesondere die Gefahr des Befalls mit der Pilz-Krankheit Anthraknose (*Colletotrichum lupini*, auch: Brennflecken-Krankheit) problematisch. Diese samenbürtige Krankheit kann sich bei feuchter Witterung vergleichsweise schnell über Kontaktübertragung durch Maschinen, Tiere, Menschen, befallene Wirtspflanzenreste oder Regentropfen im Lupinenbestand verbreiten und dabei zu hohen Verlusten bis zum Totalausfall führen (HARTMANN ET AL. 2006:692). Seit Anfang der 1980er Jahre breitete sich die aus Südamerika stammende Krankheit in Europa aus, erreichte Mitte der 1990er Jahre Deutschland und kann als Ursache für den Anbaurückgang in dieser Zeit gesehen werden (POETSCH 2006:77, Abb. 58). Im Allgemeinen gilt, dass alkaloidarme Sorten anfälliger für Anthraknose (und andere Schad- und Stressfaktoren) sind als alkaloidreiche Sorten (FREYER ET AL. 2005:155). Innerhalb der Süßlupinen nimmt die Anthraknose-Anfälligkeit in der Reihenfolge Weiße → Gelbe → Blaue Lupine ab (POETSCH 2006:8). Seitdem im Jahr 1997 die Anthraknose-resistenteren Blauen Süßlupinen zur Verfügung standen, haben diese Sorten die anderen nahezu vollständig verdrängt, was an den veränderten Relationen der Vermehrungsflächen in Deutschland sehr deutlich wird (Abb. 66). Die zur Verfügung stehenden Blauen Süßlupinen werden zwar auch vom Anthraknose-Erreger befallen, jedoch meist erst zu einem späteren Zeitpunkt der Vegetationsperiode, weshalb es zu geringeren Schädigungen kommt (LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN 2000:568). Trotz dieses Fortschritts gilt der Lupinenanbau in Deutschland aufgrund fehlender Anthraknose-Resistenzen im Sortiment verfügbarer Sorten als gefährdet

(WEHLING 2012:24). Als vorbeugende Maßnahme gegen einen Anthraknose-Befall gilt die Verwendung von gesundem, zertifiziertem Saatgut. Des Weiteren ist zu beachten, dass der Erreger auch durch Maschinen (Mähdrescher, Drillmaschine etc.) übertragen sowie von Feld zu Feld verschleppt werden kann. So wird von der Gesellschaft zur Förderung der Lupine e.V. empfohlen, nicht mit Maschinen durch befallene Bestände zu fahren bzw. die Maschinen danach gründlich zu reinigen und gegebenenfalls die Kleidung zu wechseln (GFL 2007:30). Chemische Bekämpfungsmöglichkeiten stellen die Saatgutbeizung und die Anwendung von Fungiziden dar, was jedoch bisher nur Teilerfolge erbrachte (HARTMANN ET AL. 2006:692).

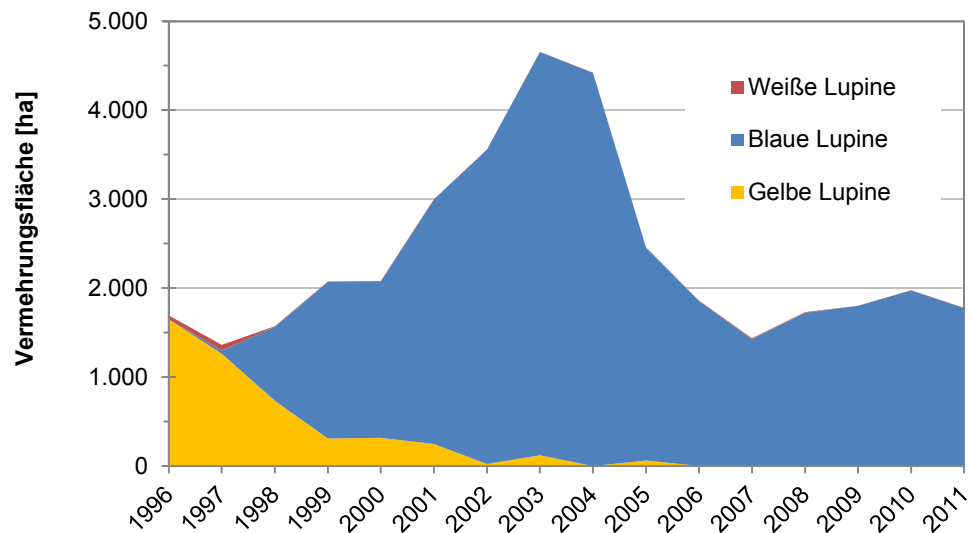


Abb. 66: Vermehrungsflächen verschiedener Lupinenarten in Deutschland 1996–2011 (eigene Darstellung nach BSA 2000–2011)

Neben der Anthraknose tritt auch die Fusarium-Fuß- und Welkekrankheit (*Fusarium oxysporum* u.a.) bei den Lupinen in Erscheinung. Das Einhalten von Anbaupausen von 4 bis 5 Jahren zu sich selbst und anderen Leguminosen sowie die Förderung eines guten Aufgangs und der Jugendentwicklung stellen dabei die wichtigsten Abwehrmaßnahmen dar (HARTMANN ET AL. 2006:692). Tierische Schädlinge wie z.B. Blattrandkäfer (*Sitona spp.*), Lupinenlaus (*Macrosiphum albifrons*) oder Lupinenfliege (*Phorbia florilega*) sind im Vergleich zu den genannten Schaderregern von untergeordneter Bedeutung.

Für die Entwicklung und Abreife der Lupinen ist zudem die Unkrautregulierung entscheidend. Lupinen gelten als sehr konkurrenzschwach gegenüber Unkräutern, da erst ab Mitte Mai das Längenwachstum und die damit einhergehende Bodenbeschattung einsetzt (FREYER ET AL. 2005:125). Die Wahl von Flächen mit geringem Unkrautdruck und das Durchführen mechanischer Regulierungsmaßnahmen wie Hacken und Striegeln⁵⁵ können bei gutem Aufgang des Bestandes ausreichend sein. Dennoch wird häufig der zusätzliche Einsatz von Herbiziden empfohlen (GFL 2007:27, HARTMANN ET AL. 2006:691, LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN 2000:568).

In Böden, auf denen mehr als zehn Jahre keine Lupinen oder Serradella angebaut wurden, sind die Mengen an lupinenspezifischen Rhizobien nicht ausreichend. Eine Impfung dieser Böden

⁵⁵ Zu beachten ist allerdings, dass Lupinen sehr empfindlich auf das Verschütten mit Erde reagieren, weshalb ein vorsichtiges Striegeln erst wieder nach dem 4-Blattstadium empfohlen wird (LWK NRW 2012b, Freyer et al. 2005:125, Lütke Entrup & Oehmichen 2000:567f)

wird deshalb empfohlen (GUDDAT ET AL. 2011a:4). In Versuchen konnten so Mehrerträge von bis zu 30 % im Vergleich zur ungeimpften Kontrollvariante erzielt werden (GFL 2007:21).

Die Ertragspotenziale der einzelnen Lupinenarten sind sehr unterschiedlich und hängen eng mit der jeweiligen Bodengüte zusammen. Im Allgemeinen ist die Ertragsstabilität von Lupinen eher als gering einzustufen sind (GUDDAT ET AL. 2011a:4). In *Tab. 41* sind mittlere Erträge der einzelnen Süßlupinenarten angegeben.

Tab. 41: Mittlere Vegetationszeit und Erträge der Süßlupinenarten (eigene Darstellung nach Eric Schweizer AG 2012:29, Freyer et al. 2005:102)

	Blaue Lupine	Gelbe Lupine	Weißer Lupine
Vegetationszeit [d]	110–150	135–150	140–175
Kornertrag [dt/ha]	15–30	10–25	10–40

Die Ertragserwartungen sind für die Weiße Süßlupine am höchsten. Aufgrund der Anthraknose-Anfälligkeit derzeit verfügbarer Sorten bleibt allerdings dieses Potenzial noch ungenutzt (*Abb. 66*). Einige Sorten der Blauen Süßlupine erzielten im Landessortenversuch in Thüringen 2011 auf Löss-/Verwitterungsstandorten Erträge von bis zu 56 dt/ha. Auf diesen Standorten schwankten die mittleren Erträge der Blauen Süßlupinen in den Jahren 2003 bis 2011 zwischen 32 und 46 dt/ha (GUDDAT ET AL. 2011a:15, GUDDAT 2009:24). Auf leichteren Böden lagen sie bei Sortenversuchen im Zeitraum 2003 bis 2008 mit 16 bis 35 dt/ha deutlich darunter (GUDDAT 2009:24). Diese Zahlen machen deutlich, dass beim Betrachten der Erträge von Süßlupinen die Bodengüte in jedem Fall mit zu berücksichtigen ist. Da Lupinen auch mit Standortbedingungen zurechtkommen, die für zahlreiche andere Kulturen als ungeeignet einzustufen sind, werden sie in der Praxis häufig auf eher ungünstigen Standorten angebaut. Dadurch wird ihr eigentliches Ertragspotenzial in der Praxis derzeit bei weitem nicht ausgeschöpft (TLL 2012a). Auf sandigen und trockenen Standorten sind sie allerdings im Vergleich zu anderen Kulturen konkurrenzfähig und anbauwürdig (GFL 2007:9F). Unter Berücksichtigung der Annahme, dass laut TLL (2012a) im Lupinenanbau die Praxiserträge etwa 15 bis 20 % unter jenen der Sortenversuche liegen, ergeben sich die in *Tab. 42* dargestellten Ertragserwartungen für Blaue Süßlupinen in Abhängigkeit der Bodengüte.

Tab. 42: Kornerträge von Blauen Süßlupinen in Sortenversuch und Praxis in Abhängigkeit der Bodengüte (eigene Berechnungen nach Guddat 2009, TLL 2012a)

Kornertrag [dt/ha]	Standort	
	Sand-	Löss- / Verwitterungs-
Sortenversuche	16–31	32–45
Praxis (SV minus 20 %)	ca. 13–25	ca. 26–36

Ähnlich wie bei den Erbsen konnten JANSEN & SEDDIG (2007) beim konventionellen Anbau von Lupinen im Mittel signifikant höhere Hektarerträge feststellen. Die in Abhängigkeit des Anbausystems beobachteten Ertragsunterschiede waren allerdings kleiner als jene, die auf Standort, Sorte oder Witterung zurückzuführen waren.

Trotz des im Vergleich zu den anderen Leguminosen hohen XP-Gehalts von Süßlupinen (*Tab. 39*) sind die zu erwartenden XP-Erträge pro Hektar aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Kornerträge eher gering (*Tab. 43*).

Tab. 43: Rohproteinerträge der Süßlupinenarten (eigene Berechnungen mit Werten aus Tab. 39 und Tab. 41)

	Blaue Lupine	Gelbe Lupine	Weißer Lupine
XP-Gehalt [g/kg FM]	275	369,6	308
XP-Erträge [dt/ha]	4–8,1	3,7–9,2	3–12,3

Verfügbarkeit

Die unterschiedlichen Ertragspotenziale und der in *Abb. 64* gezeigten Konzentration des Lupinenanbaus in Deutschland erklären somit die im Bericht zu ‚*Wachstum und Ernte – Feldfrüchte*‘ des Statistischen Bundesamtes veröffentlichten Praxiserträge von bundesweit nur etwa 12,8 dt/ha im Jahr 2011 (DESTATIS 2012b:17). Bei einer Anbaufläche von 21.500 ha standen im Jahr 2011 in Deutschland insgesamt also etwa 27.520 t Lupinen zur Verfügung. Im Vergleich zum Vorjahr mit 24.000 ha bzw. 30.600 t ist ein Rückgang zu verzeichnen.

Von der gesamten Ernte werden laut der Gesellschaft zur Förderung der Lupine e.V. etwa 85 % für die tierische Ernährung genutzt (GFL 2012). Das entspricht im Jahr einer Menge von 23.400 t bzw. 6.380 t XP⁵⁶, welche für die Nutztierfütterung genutzt werden konnte.

8.2.1.3 Ackerbohne

Bei der Ackerbohne (*Vicia faba* L.) handelt es sich wie bei Erbsen um eine der ältesten Kulturpflanzen, die in Abhängigkeit der Klimabedingungen des Anbauortes sommereinjährig oder überwintert ist (SCHUSTER ET AL. 2000). Unter mitteleuropäischen Anbaubedingungen erreicht sie Wuchshöhen von etwa 80 bis 120 cm. Man differenziert bei Ackerbohnen vier Wuchstypen⁵⁷, welche sich u.a. in der Verzweigungsneigung oder der Entwicklung von Blütenständen unterscheiden. Daraus ergeben sich verschiedene Eigenschaften, wie die Standfestigkeit, der Kornertrag oder die Abreife. Heute hat sich weitestgehend der Stabil-Typ durchgesetzt, welcher durch eine kurze Blühdauer mit einer im Vergleich zu anderen Wuchstypen gleichmäßigeren Abreife sowie einer guten Standfestigkeit und hohen Kornerträgen gekennzeichnet ist (GUDDAT ET AL. 2007:10, AUFHAMMER 1998:352). Des Weiteren wird zwischen klein-, mittel- und großsamigen Formen unterschieden, wobei zwischen der Tausendkornmasse der kleinst- und größtsamigen Sorte etwa 100 g liegen (GUDDAT ET AL. 2007:11). Aufgrund des hohen Saatgutaufwandes spielen im Ackerbau die großkörnigen Formen allerdings eine untergeordnete Rolle (AUFHAMMER 1998:350). Zusätzlich werden Ackerbohnen in bunt- und weißblühende Sorten gegliedert.

Futterwert

Ackerbohnen enthalten vor allem Rohprotein und Stärke. Wobei die weiß blühenden Sorten tendenziell mehr Rohprotein und Stärke aufweisen als die bunt blühenden Sorten. Da die bunten Sorten aber höhere Kornerträge aufweisen, kann dieser Nachteil bei einer Bilanzierung auf Energie/ha fast vollständig kompensiert werden. Natürlich schwanken die Inhaltsstoffe je nach Sorte, Umweltbedingungen und Anbaujahr (ABEL ET AL. 2004). *Tab. 44* macht deutlich, wie groß die Spannweite der Nährstoffe sein kann.

⁵⁶ Für die Berechnung wurde nur der XP-Gehalt der Blauen Lupine berücksichtigt.

⁵⁷ Indeterminierter Typ, determinierter (topless-) Typ, semideterminierter Typ, Stabil-Typ

Tab. 44: Nährstoffgehalt Ackerbohnsensamen in g/kg TM (eigene Darstellung 2012)

	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	XF	XS
	[MJ]	[g]	[g]	[%]	[g]	[g]	[g]	[g]
DLG 1997	8,61	298	195	15	17	16	89	422
JEROCH ET AL. 1993	8,61	299				16	90	411
ABEL ET AL. 2004	7,57	262	172	15	15	14	78	371

Bildet man Mittelwerte der Nährstoffgehalte aus weiß und bunt blühenden Ackerbohnen, wird deutlich, dass die Rohproteingehalte mit durchschnittlich 289 g/kg TM somit nur 54 % des Rohproteingehalts von Sojaschrot (527 g/kg TM) enthalten und deutlich mehr Rohfaseranteile aufweisen. Je nach Autor und Jahr schwanken die Angaben zum Stärkegehalt zwischen 371 g/kg TM und 422 g/kg TM. Ackerbohnen und Erbsen weisen deutlich höhere Stärkegehalte als Lupinen und Sojaschrot auf. Durch diese wertbestimmenden Inhaltsstoffe sind Ackerbohnen sowohl als Energie- als auch als Proteinlieferant einzuordnen (DUNKEL ET AL. 2010, ABEL ET AL. 2004).

Bei einer Rationsplanung ist zu beachten, dass innerhalb kurzer Zeit nach der Verfütterung von Ackerbohnen die Nährstoffe im Pansen schon bis zu 80 % abgebaut werden. Der Anteil beständiger Stärke liegt nur bei 20 % (BAUMGÄRTEL & DUNKEL 2010).

Auch Ackerbohnen weisen sekundäre Inhaltsstoffe, sogenannte Tannine und das ackerbohnen-spezifische Vicin auf. Diese verlangsamen den ruminalen Abbauprozess teilweise in positiver Hinsicht. Da bunt blühende Sorten höhere Tanningehalte aufweisen, sind diese pansenbeständiger. Sollen Ackerbohnen an Tiere mit hohem Leistungsniveau verfüttert werden, welche zusätzliche Anforderungen an die Versorgung mit unabbaubarem Rohprotein stellen, sind also bunt blühende Sorten vorzuziehen (DUNKEL ET AL. 2010, ABEL ET AL. 2004). BISSINGER ET AL. (2004) hingegen stellten fest, dass tanninhaltige Sorten die Proteinversorgung nur geringfügig verbesserten. Das Pansenmilieu der Kühe wurde jedoch durch die Sortenwahl relativ stark beeinflusst und war im Versuch mit den tanninhaltigen Sorten stabiler.

Der Gehalt an unabbaubarem Rohprotein liegt mit 15 % bei Ackerbohnen unter dem der Lupinen (20 %) und deutlich unter den Werten von Extraktionsschroten (30–35 %).

Futterwert erhöhende Maßnahmen

Ebenso wie bei den Lupinen kann der Futterwert der Ackerbohne durch eine hydrothermische Behandlung gesteigert werden (Tab. 45). Laut ABEL ET AL. (2004) lässt sich so der UDP-Anteil verdoppeln, der nXP-Gehalt um bis zu 17 % (ca. + 29 g/kg TM) steigern und die ruminale Stickstoffbilanz um bis zu 31 % (-4,65) verringern. DUNKEL ET AL. (2010) stellen durch eine hydrothermische Behandlung eine Steigerung des UDP-Wertes um 5 auf 20 % und eine geringfügige Erhöhung des nXP-Wertes um 11 g/kg TM gegenüber Tabellenwerten fest.

Tab. 45: Effekte der Expansion auf UDP-Anteil und nXP-Gehalt von Ackerbohnen (eigene Darstellung nach Bissinger et al. 2004)

	UDP [% von nXP]		nXP [g/kg]	
	nativ	behandelt	nativ	behandelt
Expansion	20,9	21,8	205	221

Einsatzempfehlung

Ackerbohnen können wie die anderen Körnerleguminosen auch bis zu einem Anteil von 4 kg pro Tier und Tag an Milchkühe verfüttert werden. Dabei ist zusätzlich zu beachten, ob noch weitere Körnerleguminosen in der Ration eingesetzt werden (ABEL ET AL. 2004).

Nach JILG (2002) können bei Tagesmilchmengen von über 30 kg Milchleistung 20 % Ackerbohnen im Kraftfutter oder bis 3 kg/Tag eingesetzt werden. Einen begrenzenden Faktor spielt hier vor allem der geringe UDP-Gehalt. Bei einer Milchmenge von weniger als 30 kg pro Tag können ca. 33 % im Milchleistungsfutter und bis maximal 4 kg Ackerbohnen pro Tag in die Ration eingebunden werden. Hier stellen Zucker und unbeständig Stärke ein Einsatzlimit.

Anbau

In Bezug auf den Standort sind Ackerbohnen die Körnerleguminosen mit den höchsten Ansprüchen (Tab. 31). Es ergeben sich die in *Abb. 67* dargestellten Regionen in Deutschland, in welchen der Ackerbohnenanbau möglich ist. Sie stimmen in etwa mit den tatsächlich für den Ackerbohnenanbau genutzten Flächen überein (*Abb. 68*).

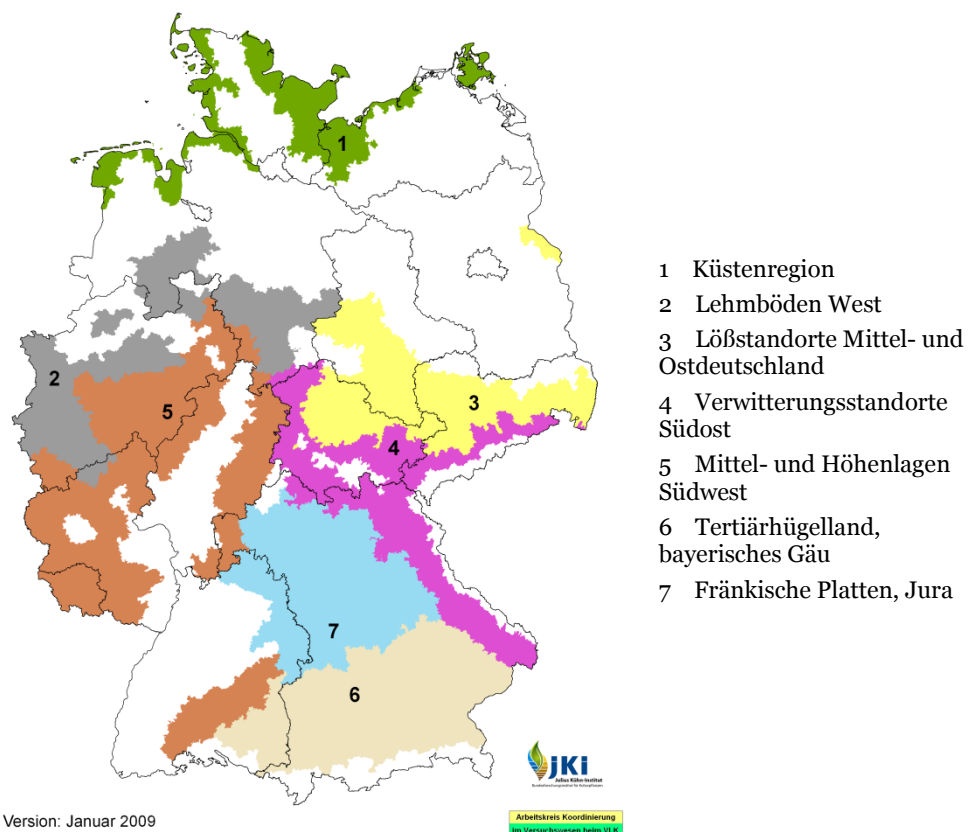
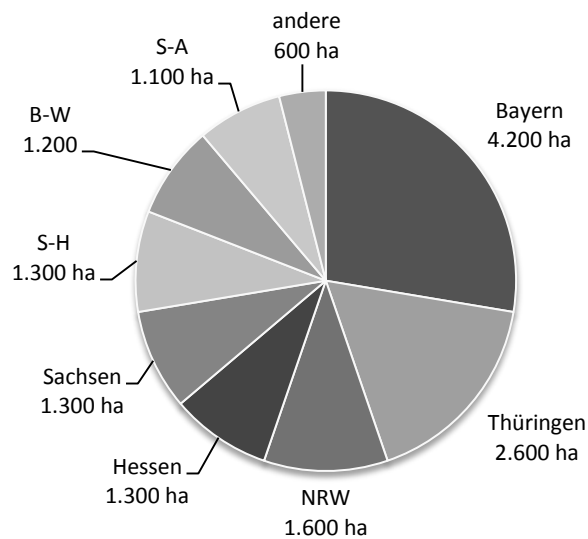


Abb. 67: Für Ackerbohnen geeignete Anbauggebiete in Deutschland auf Grundlage von Boden-Klima-Räumen (JKI 2012)



S-A: Sachsen-Anhalt, B-W: Baden-Württemberg, S-H: Schleswig-Holstein, NRW: Nordrhein-Westfalen

Abb. 68: Ackerbohnen-Anbaufläche im Jahr 2011 nach Bundesländern (eigene Darstellung nach Destatis 2012b)

Auch im Vergleich mit anderen Kulturen gelten Ackerbohnen als anspruchsvoll. Der Grund dafür liegt in ihrem hohen Wasserbedarf, der für einen gleichmäßigen Aufgang in etwa doppelt so hoch ist wie jener von Getreide (LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN 2000:561). Zu beachten ist dabei auch die für Körnerleguminosen charakteristische langsame Jugendentwicklung, während der viel Bodenwasser verdunsten kann. Vor allem während der Blüte und Kornausbildung kann Trockenheit in Ackerbohnenbeständen sehr schnell zu Welkeerscheinungen, reduziertem Wachstum sowie Abwurf von Blüten und jungen Hülsen führen (LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN 2000:561, GUDDAT ET AL. 2007:8).

Bei der Eingliederung der Ackerbohnen in die Fruchtfolge sind insbesondere phytosanitäre Gesichtspunkte zu berücksichtigen, da auch sie mit sich selbst und anderen Leguminosen unverträglich sind. Maßgeblich sind dafür samen- und bodenbürtige Schaderreger verantwortlich, von denen die wichtigsten in Tab. 46 zusammengetragen sind. Als vorbeugende Maßnahme werden für Ackerbohnen in der Regel Anbaupausen von mindestens 4 Jahren empfohlen, wobei zwei Ackerbohnenfelder auch räumlich voneinander getrennt sein sollten (FREYER ET AL. 2005:107).

Tab. 46: Die wichtigsten Schaderreger der Ackerbohnen (Guddat et al. 2007:16f, Freyer et al. 2005:142f)

Tierische Schaderreger	Pilzliche Schaderreger
Schwarze Bohnenlaus (<i>Aphis fabae</i>)	Schokoladenfleckenkrankheit (<i>Botrytis fabae</i>)
Stengelälchen (<i>Ditylenchus dispaci</i>)	Brennfleckenkrankheit (<i>Ascochyta fabae</i>)
Blattrandkäfer (<i>Sitona lineatus</i>)	Ackerbohnenrost (<i>Uromyces fabae</i>)
Samenkäfer (<i>Bruchus rufimanus</i>)	

Als problematisch gilt bei Ackerbohnen die relativ späte Abreife, welche auch an günstigen Standorten häufig erst ab Ende August erfolgt (LWK NRW 2011c:1). So steigt in Lagen ab

300 m ü. NHN das Abreiferisiko, was zu einem Drusch mit erhöhten Feuchtigkeitsgehalten und damit verbundenen hohen Trocknungskosten einhergehen kann (LWK NRW 2011c:1). Um dem zu begegnen, sollte die Aussaat der Ackerbohnen möglichst früh (Ende Februar/Anfang März) erfolgen, wodurch auch dem hohen Keimwasserbedarf entsprochen sowie Wurzelbildung und generative Entwicklung der Pflanze beschleunigt wird (GUDDAT ET AL. 2007:14). Eine frühe Aussaat gilt zudem als vorbeugende Maßnahme gegen Schädlingsbefall wie z.B. Blattläuse (GUDDAT ET AL. 2007:14, LWK NRW 2012a). In Bezug auf Unkräuter ist die Konkurrenzkraft von Ackerbohnen im Vergleich zu Körnererbsen besser zu beurteilen. Leichte bis mittlere Verunkrautung können Ackerbohnen ausreichend gut unterdrücken, weshalb in vielen Fällen eine mechanische Unkrautregulierung genügt (LFL 2011a:5).

Aus den Ausführungen lässt sich schließen, dass das Ertragsniveau und damit die Wirtschaftlichkeit des Ackerbohnenanbaus in hohem Maße von den Standortbedingungen abhängen. Die Ertragsschwankungen gelten jedoch im Vergleich zu den Körnererbsen als weniger drastisch. Unter günstigen Anbaubedingungen besitzt die Ackerbohne unter den Körnerleguminosen das größte Ertragspotenzial (LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN 2000:562, vgl. Abb. 61). Deutschlandweit lagen die Ackerbohnenenerträge der Praxis in den letzten Jahren zwischen 30 und 40 dt/ha (DESTATIS 2012b). Ergänzend sind jedoch die großen regionalen Unterschiede zu beachten (Tab. 47). Unter Versuchsbedingungen wurden zudem teilweise weitaus höhere Erträge erzielt, wie zum Beispiel in Thüringen und Bayern mit 76 bzw. 70 dt/ha im Jahr 2011 (AIGNER & SCHMIDT 2011b:12, GUDDAT ET AL. 2011b:17).

Tab. 47: Hektarerträge von Ackerbohnen in ausgewählten Bundesländern 2009–2011 (Destatis 2012b, 2009)

Bundesland	Erträge [dt/ha]		
	2009	2010	2011
Bayern	37,4	32,9	35
Thüringen	42,1	23,5	32,3
NRW	42,7	35,7	43,9
Meckl.-Vorp.	41,9	22,3	45,1
Brandenburg	23,5	24,8	19,3
Hessen	43,2	26,9	18,2
Deutschland	39,5	30,6	35,6

In Landessortenversuchen liegen die mittleren Rohproteinерträge von Ackerbohnen bei etwa 13 dt/ha, wobei auch hier erhebliche Schwankungen zu verzeichnen sind (Tab. 48).

Tab. 48: Rohproteinerträge von Landessortenversuche aus Bayern und Thüringen der Jahre 2010 und 2011 (eigene Darstellung nach Aigner & Schmidt 2010b, 2011b, Guddat et al. 2011b)

Jahr	Rohproteinertrag [dt/ha]					
	Bayern				Thüringen	
	Frankendorf	Reichenkirchen	Oberhumme l	Mittelwert	Löss- Standort	Verw.- Standort
2010	8,4	10,0	12,8	10,6	9,4	7,35
2011	14,0	14,0	18,2	15,4	18,32	14,73

Laut JANSEN & SEDDIG (2007:44) besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Erträgen von ökologischem und konventionellem Anbau. So wurden an einem Versuchsstandort im Mittel von 11 Sorten und 4 Jahren im konventionellen Anbau etwa 10 dt/ha mehr geerntet.

Verfügbarkeit

Mit lediglich 17.300 ha stand die Ackerbohne in Bezug auf die Anbaufläche im Jahr 2011 an dritter Stelle der in Deutschland geernteten Körnerleguminosen (DESTATIS 2012b). Ebenso wie die anderen Hülsenfrüchte ist bei ihr in den letzten Jahrzehnten ein starker Anbaurückgang zu verzeichnen (Abb. 58). Bemerkenswert ist allerdings der sehr hohe Anteil ökologisch bewirtschafteter Ackerbohnen, welcher im Jahr 2011 mehr als die Hälfte der in Deutschland angebauten Ackerbohnen ausmachte (AMI 2012a, Abb. 59).

Der Hauptverwendungszweck von Ackerbohnen liegt im Einsatz als proteinreiches Futtermittel für Nutztiere (SCHUSTER ET AL. 2000, LWK NRW 2012c). So standen im Jahr 2011 in Deutschland insgesamt etwa 61.500 t Ackerbohnen bzw. 15.252 t XP⁵⁸ für die Nutztierfütterung zur Verfügung. In Bezug auf den Kornertrag ist dabei im Vergleich zu den Vorjahren (2010: nahezu 50.000 t, 2009: 47.500 t) ein leichter Anstieg zu verzeichnen (DESTATIS 2012b, 2009). Von der Ackerbohnernte wurde im Jahr 2011 mit mehr als zwei Dritteln der überwiegende Teil direkt in den erzeugenden landwirtschaftlichen Betrieben eingesetzt (eigene Berechnungen nach DESTATIS 2012b, BLE 2012b). Der Unterschied zur innerbetrieblichen Nutzung von Futterkörnererbsen (< 5 %, vgl. Abschnitt 8.2.1.1) ist dabei sehr auffällig. Vor dem Hintergrund der großen Unterschiede des Anteils der ökologisch erzeugten Ackerbohnen- bzw. Körnererbsenmenge (51 % bzw. 15 %, vgl. Abschnitt 8.2.1.1) kann ein Zusammenhang vermutet werden. So scheint sich eine innerbetriebliche Nutzung der erzeugten Körnerleguminosen für ökologisch wirtschaftende Betriebe eher zu rentieren als für konventionell wirtschaftende Betriebe. Zum einen kann das auf die hohen Kosten für ökologisches Mischfutter und zum anderen auf die Kopplung von Futtererzeugung und Tierhaltung in der ökologischen Landwirtschaft zurückgeführt werden.

Ebenso wie bei den Körnererbsen nahm der Anteil der Ackerbohnen im industriell hergestellten Mischfuttermittel innerhalb der letzten Jahrzehnte stark ab, sodass im Wirtschaftsjahr 2010/11 nur noch 8.400 t von den deutschen Mischfutterwerken verwendet wurden (Abb. 63, BLE 2011b:63).

⁵⁸ Bei einem durchschnittlichen XP-Gehalt von 248,5 g/kg in der Frischmasse.

8.2.1.4 Heimische Sojabohne

In jüngster Zeit ist eine deutliche Interessenszunahme an den Potenzialen des Sojaanbaus in Deutschland festzustellen, was unter anderem an zahlreichen Landessortenversuchen (LSV)⁵⁹ und der intensiven züchterischen Tätigkeit der letzten Jahre erkennbar wird. Trotz des bisher geringen Anbauumfangs soll die heimische Sojabohne daher an dieser Stelle auch charakterisiert werden.

Futterwert

Sojabohnen sind eiweiß- und energiereiche Hülsenfrüchte. Ziel ihres Einsatzes im Milchviehbereich ist es, eine Verbesserung der Energie- und Proteinversorgung und des Fettsäuremusters der Milch zu erreichen (JILG 2003). Da Sojabohnen sogenannte Trypsininhibitoren enthalten ist es vorzuziehen nur hitzebehandelte Sojabohnen einzusetzen, da die thermolabilen Antinutritiva durch das Erhitzen inaktiviert werden (JEROCH 1993:291).

Tab. 49 stellt die Nährstoffgehalte getoasteter Sojabohnen aus Versuchen verschiedener Autoren dar.

Tab. 49: Nährstoffgehalt der Sojabohne in g/kg TM (eigene Darstellung 2012)

	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	XF	XS
	[MJ]	[g]	[g]	[%]	[g]	[g]	[g]	[g]
getoastet								
DLG 1997	9,9	398	189	20	33	203	62	58
JEROCH ET AL. 1993	10,06	404	-	-	-	201	60	54
PROTEINMARKT 2011	9,9	400	198	20	32	203	62	57
JILG 2003	9,9	400	190	20	33	200	62	-
GRUBER 2007b	9,89	404	199	20	33	201	60	-

Im Vergleich zu den in Mitteleuropa heimischen Körnerleguminosen weist die Sojabohne definitiv den höchsten Energie- und Rohproteingehalt auf. Dabei handelt es sich bei ca. 48 % des Rohproteins um nutzbares Rohprotein und ist somit im Dünndarm verfügbar. Die UDP-Anteile sowie die nXP-Gehalte sind vergleichbar mit denen der Lupine im unbehandelten Zustand. In Bezug auf Stärke liegen die Anteile besonders in Ackerbohnen und Erbsen deutlich höher. Da Sojabohnen nur geringe Anteile an Rohfaser aufweisen, ist bei der Rationsgestaltung darauf zu achten, dass eine ausreichende Rohfaserversorgung gewährleistet wird.

Futterwert erhöhende Maßnahmen

Wie oben schon erwähnt, werden Sojabohnen getoastet, um die Proteinqualität zu erhöhen. Durch das Expandieren und eine zusätzliche Konditionierung des Futters können die UDP-Gehalte deutlich erhöht werden, wodurch dem Tier mehr unabgebautes Protein am Dünndarm zur Verfügung steht.

Einsatzempfehlung

Obwohl die Trypsininhibitoren beim Wiederkäuer nicht einsatzbegrenzend sein sollten, kommt immer wieder das Bestreben auf, auch in der Milchviehfütterung getoastete Sojabohnen einzusetzen (ETTLE & OBERMAIER 2011). Einsatzmengen von 1,5 kg getoasteten Sojabohnen pro

⁵⁹ Im Jahr 2010 wurden LSV mit Sojabohnen in Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Sachsen, also in mehr als der Hälfte aller Bundesländer durchgeführt (LTZ Augustenberg 2012).

Kuh und Tag sind nach ETTLE & OBERMAIER (2011) und JILG (2003) als unproblematisch zu erachten.

Anbau

Ursprünglich handelte es sich bei der Sojabohne um eine wärmeliebende Kurztagspflanze. Es gibt jedoch bereits nahezu tagneutrale Sorten, die für Anbau in unseren gemäßigten Breiten geeignet sind. Neben der Tagneutralität der Sojasorten sind die frühe Reife, die Kühleresistenz insbesondere zur Blüte sowie die Unkrauttoleranz zentrale Zuchtziele, wobei laut AIGNER (2012) unter den deutschen Anbaubedingungen die frühzeitige Abreife im September das wichtigste Sortenkriterium darstellt. Für den Anbau in Deutschland kommen die Reifegruppen „000“ (sehr früh) und „00“ (früh) infrage. Dafür werden allerdings gute Körnermaislagen benötigt, in welchen auch mittelfrühe bzw. mittelspäte Körnermaissorten ausreifen (IMGRABEN & RECKNAGEL 2011:1). Detaillierte Ansprüche an den Standort sind in *Tab. 31* dargestellt.

Die sehr hohen Ansprüche an Boden und Klima bisher zur Verfügung stehender Sojabohnensorten erklären auch die vergleichsweise geringe Ausdehnung von Anbaugebieten, die vom Julius Kühn-Institut für die Sojabohne als geeignet eingestuft wurden (*Abb. 69*).

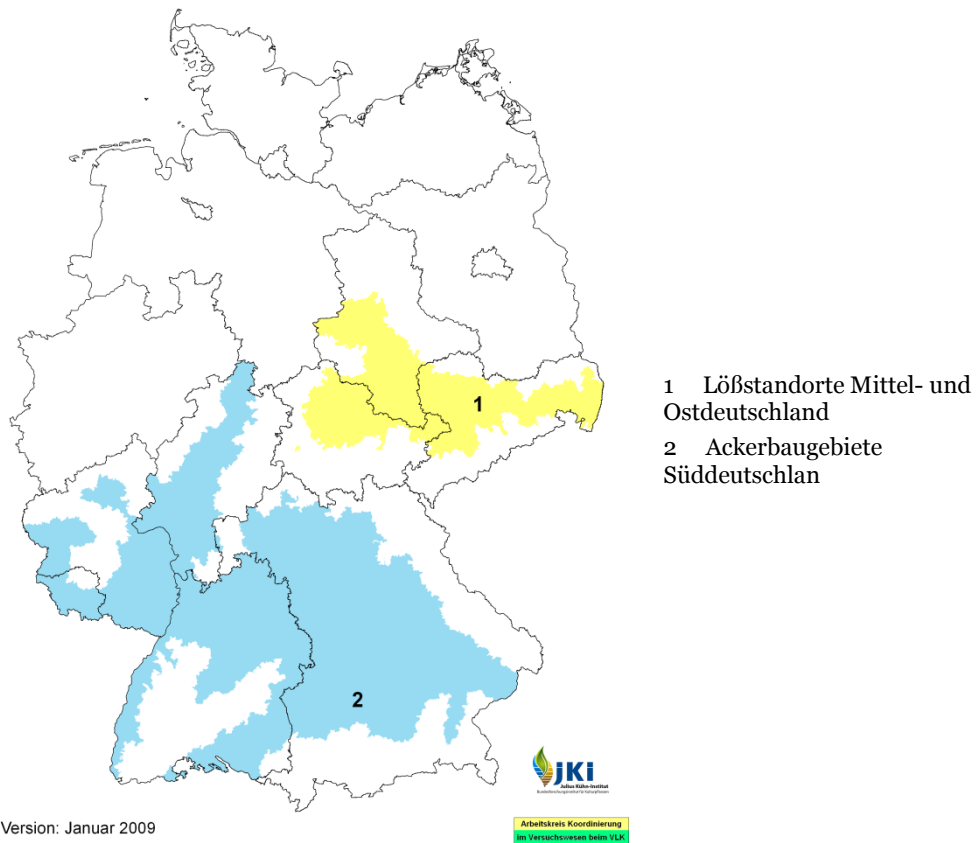


Abb. 69: Für Sojabohnen geeignete Anbaugelände in Deutschland auf Grundlage von Boden-Klima-Räumen (JKI 2012)

Der Anbau von Sojabohnen in unseren Breiten ist mit einigen Schwierigkeiten verbunden, weshalb die zu beachtenden Besonderheiten im Folgenden kurz skizziert werden sollen. Die Pflanzen reagieren empfindlich auf Bodenverdichtung, sodass eine feinkrümelige Bodenstruktur vor der Aussaat in möglichst wenigen Arbeitsgängen anzustreben ist (IMGRABEN

& RECKNAGEL 2011:1). Des Weiteren sollte aufgrund des tiefen Hülsenansatzes von nur 8–14 cm über dem Boden das Saatbett weitestgehend eben und steinfrei sein, um durch einen möglichst tief eingestellten Mähbalken beim Drusch eine vollständige Ernte zu erhalten (HARTMANN ET AL. 2006:696, AIGNER & SCHMIDT 2011c:12, FUCHS 2012). Die Rhizobienart, welche mit Sojabohnen eine Symbiose eingeht (*Bradyrhizobium japonicum*), ist in unseren Böden in der Regel nicht vorhanden. Eine Impfung zumindest vor dem Erstanbau ist aus diesem Grund nötig, um das volle Ertragspotenzial auszuschöpfen (AIGNER 2012). Laut DSF (2012) gibt es allerdings derzeit noch beim Umgang mit dem Impfstoff erhebliche Probleme auf betrieblicher Ebene, was zu den Ertragsschwankungen im deutschen Sojaanbau beiträgt. Während der Blüte ist die Sojapflanze sehr empfindlich. Bei Temperaturen unter 8°C findet keine Befruchtung statt, was in einem Abwurf der Blüten münden und zu erheblichen Ernteeinbußen führen kann (LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN 2000:570). Die Aussaat sollte von daher vergleichsweise spät bei Bodentemperaturen von etwa 10°C ab Mitte April erfolgen. Um eine ausreichende Abreife der Pflanzen bis Mitte September oder Anfang Oktober zu ermöglichen, sollte die Saat allerdings bis spätestens Mitte Mai abgeschlossen sein (IMGRABEN & RECKNAGEL 2011:3). Charakteristisch für Sojabohnen ist zudem in unseren Anbaubedingungen eine langsame Jugendentwicklung, welche eine starke Verunkrautung der Sojaflächen begünstigt. Daraus können erhebliche Ertrags- und Qualitätseinbußen resultieren. Geeignete mechanische und im konventionellen Anbau auch chemische Maßnahmen zu Unkrautkontrolle sind daher für den Anbauerfolg entscheidend (IMGRABEN & RECKNAGEL 2011:6).

Ein Vorteil der Sojabohne im Vergleich mit anderen Körnerleguminosen bezieht sich auf ihre Anfälligkeit gegenüber bodenbürtigen Krankheiten. Die Sojabohne gilt als begrenzt selbstverträglich, wodurch der Anbau in zwei aufeinanderfolgenden Jahren auf der gleichen Fläche und damit die Nutzung der bereits im Boden etablierten Knöllchenbakterien möglich wird (IMGRABEN & RECKNAGEL 2011:1). Das wiederum kann sich positiv auf die Ertragsleistung und die Zusammensetzung der Sojabohnen auswirken (POETSCH 2006:4). Ein Nachbau ist allerdings nur empfehlenswert, wenn die Fruchtfolgekrankheiten Sklerotinia und Rhizoctonia nicht auftreten, welche auch die Sojabohne befallen. Um das Infektionsrisiko zu mindern, sollte daher ein Anbauabstand von 3 bis 4 Jahren zu den Sklerotinia-Wirtspflanzen (v.a. Raps, Sonnenblumen, Ackerbohne, Erbse, Tabak, Luzerne) eingehalten werden (VOGT-KAUTE 2011:1).

Die ausgeprägte Standort- und Witterungsabhängigkeit des Wachstums von Sojapflanzen sowie der Erfolg der Beikrautregulierung führen zu einem weiten Spektrum der Ertragsserwartungen von Sojabohnen. Sie liegen im Bereich von etwa 10 bis 40 dt/ha, wobei die mittlere Ertragsleistung meist mit 25 bis 35 dt/ha angegeben wird (POETSCH 2006:3, SCHUSTER ET AL. 2000). In Abb. 70 sind Sojaerträge von Sortenversuchen mehrerer Bundesländer aus dem Jahr 2010 zusammengetragen. Deutlich ist erkennbar, dass die Ertragsserwartung von Südost in Richtung Nordwest abnimmt.

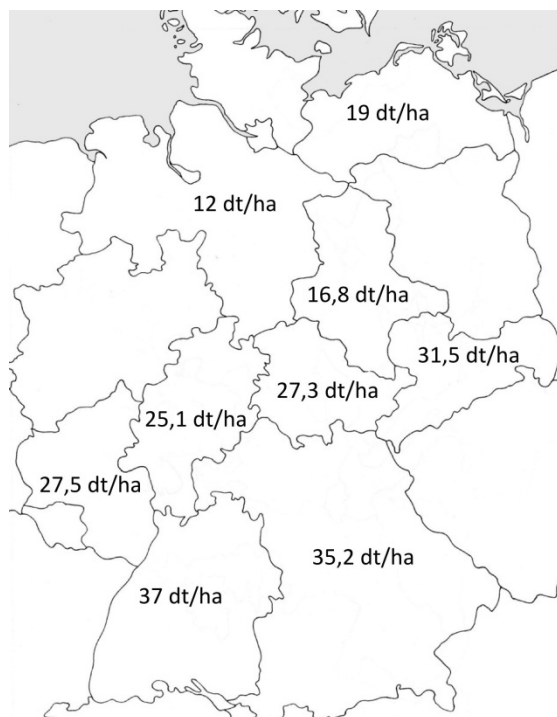


Abb. 70: Mittlere Erträge verschiedener Sojabohnen-Sortenversuche in neun Bundesländern 2010 (eigene Darstellung nach LTZ Augustenberg 2012)

Beachtenswert sind zudem Ergebnisse aus Sortenversuchen Baden-Württembergs aus dem Jahr 2011. Hierbei wurden im ökologischen Anbau der betrachteten Sojabohnensorten an verschiedenen Standorten jeweils höhere Erträge als bei konventionellem Anbau erzielt (AMANN ET AL. 2011:25F, BECHTHOLD ET AL. 2011:8).

Tab. 50: Sojabohnenerträge von Sortenversuchen in Baden-Württemberg 2011: ein Vergleich zwischen ökologischem und konventionellem Anbau auf verschiedenen Standorten (eigene Darstellung nach Amann et al. 2011:25f, Bechthold et al. 2011:8)

Sorte	Ertrag [dt/ha]	
	ökologisch	konventionell
Merlin	33,3	28,0
Cordoba	32,5	30,5
Lissabon	36,2	29,1
Primus	31,0	30,4
ES Mentor	39,7	35,2
Protina	32,1	16,4

Verfügbarkeit

Die Sojabohne wird derzeit nur im geringen Maßstab in Deutschland angebaut. Die FAO schätzt die deutsche Anbaufläche von Sojabohnen in den vergangenen Jahren auf etwa 1.000 ha (FAOSTAT 2012). Europaweit war Italien im Jahr 2010 der Hauptsojaproduzent mit einer Anbaufläche von 159.500 ha, gefolgt von Rumänien (63.424 ha), Frankreich (50.974 ha), Ungarn (37.688 ha) und Österreich (34.378 ha, FAOSTAT 2012). Auf eine weitaus größere Bedeutung des Sojabohnenanbaus in Deutschland lassen Zahlen des Deutschen Sojaförderings schließen, welche bei etwa 5.000 ha liegen (DSF 2011:4, Abb. 71).

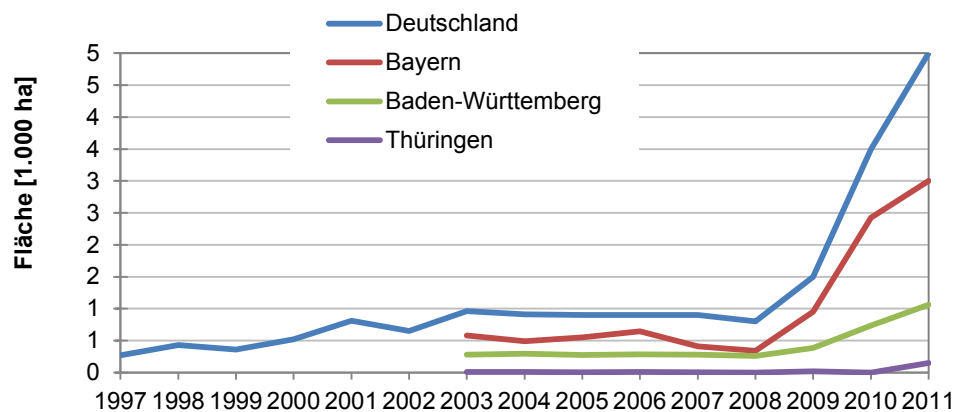


Abb. 71: Anbaufläche (ha) von Sojabohnen in Deutschland 2003–2011 (eigene Darstellung nach DSF 2011:3f)

In Bezug auf Verwendung und Verfügbarkeit des in Deutschland geernteten Sojas können nur schwer allgemeingültige Aussagen getroffen werden. Hier gibt es sehr große Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern. Da mit mehr als 90 % der Großteil der deutschen Sojabohnen aus Bayern und Baden-Württemberg (Abb. 71) stammt, soll lediglich die Situation dieser beiden Bundesländer vorgestellt werden. Laut LFL (2012b) werden von den insgesamt in Bayern angebaute Sojabohnen (3.002 ha im Jahr 2011, davon 428 ha unter ökologischer Bewirtschaftung) mit geschätzten 1 bis 2 % nur sehr wenig im Lebensmittelbereich verwendet. Dabei wird die für die Lebensmittelherstellung bestimmte Menge v. a. nach Österreich exportiert. Als Grund dafür wird die fehlende Sojabohnen-verarbeitende Lebensmittelindustrie in Bayern genannt. Unabhängig davon, ob es sich um ökologisch oder konventionell angebaute Sojabohnen handelt, fließt in Bayern also der weitaus größte Teil in den Bereich der Futtermittel. Unter Berücksichtigung des mittleren bayrischen Sojabohnenertrags kann nun die im Jahr 2011 in Bayern geerntete Sojamenge annähernd berechnet werden. Die Ertragserwartungen für heimische Sojabohnen wurden bisher v.a. aus Landessortenversuchen entnommen, da nur wenige Daten aus dem Praxisanbau zur Verfügung stehen. Unter der Annahme von WEHLING (2012:7), dass die Sojabohnenerträge außerhalb der optimierten Versuchsbedingungen bis zu einem knappen Drittel geringer ausfallen können, wird im Folgenden ein Intervall von maximaler (Versuchsbedingungen) und minimaler (ungünstige Praxisbedingungen) Ertragserwartung aufgestellt. Es kann demnach davon ausgegangen werden, dass im Jahr 2011 in Bayern eine Menge von etwa 6.800 bis 9.700 t Sojabohnen zur Verfügung standen (Tab. 51).

Tab. 51: Verfügbare Menge an Sojabohnen für die Futter- und Lebensmittelherstellung in Bayern und Baden-Württemberg im Jahr 2011 (eigene Berechnungen nach DSF 2011, DSF 2012, LFL 2012b)

Bundesland	Sojafläche [ha]	Ertrag [dt/ha]		geerntete Menge [t]		Lebensmittel			Futtermittel		
		LSV	Praxis	max.	min.	[%]	[t] _{max}	[t] _{min}	[%]	[t] _{max}	[t] _{min}
Bayern	3.002	33,1	23*	9.937	6.956	2	199	139	98	9.738	6.817
Baden-Württ.	1.061	28	27	2.865		33	945		66	1.891	
zusammen				12.801	9.820	8,5–11,5	1.144	1.084	88,5–91,5	11.629	8.707

*LSV minus 30 % (nach Wehling 2012:7)

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2011 auf 1.061 ha Sojabohnen angebaut, wovon 37 % der Flächen (392 ha) ökologisch bewirtschaftet wurden (DSF 2012). Aufgrund des ansässigen Unternehmens TaifunLife-Food unterscheidet sich die Verwertungsstruktur von Sojabohnen in Baden-Württemberg sehr stark von jener in Bayern. Hier gehen etwa ein Drittel der geernteten Menge in die Lebensmittel- und die verbleibenden zwei Drittel in die Futtermittelherstellung (DSF 2012). Da TaifunLife-Food-Produkte das Biosiegel tragen, fließt der Großteil der ökologisch erzeugten Sojabohnen Baden-Württembergs in den Lebensmittelbereich. Laut DSF (2012) betrug der Sojabohnenertrag unter Praxisbedingungen im Mittel der letzten Jahre etwa 27 dt/ha. Daraus ergibt sich für das Jahr 2011 eine Menge von nahezu 1.900 t Sojabohnen, die für die Fütterung zur Verfügung standen (Tab. 51).

Möchte man trotz der geschilderten regionalen Unterschiede eine deutschlandweit gültige Aussage formulieren, werden unter Berücksichtigung der für Bayern bestehenden Unsicherheiten etwa 10 % des deutschen Sojas zu Lebensmitteln weiterverarbeitet. Etwa 90 % fließen in den Bereich der Nutztierfütterung (Tab. 51). Laut TLL (2012b) und DSF (2012) gibt es bei der Futtermittelnutzung des heimischen Sojas deutschlandweit allerdings noch erhebliche strukturelle Probleme, was v.a. in Bezug auf die Aufbereitung der Sojabohnen gilt (s.o.). Bisher gibt es nur sehr wenige Aufbereitungsanlagen⁶⁰, was zu weiten Transportwegen und damit zu erhöhten Kosten führt. Bisherige Verarbeitungsversuche einzelner Betriebe führten nicht zu zufriedenstellenden Ergebnissen (DSF 2012).

8.2.2 Futterleguminosen

Zu den in Mitteleuropa bekannten Futterleguminosen gehören sehr viele verschiedene Arten, wovon allerdings nur wenige im größeren Maßstab angebaut werden (Tab. 52). Insbesondere auf Rot- und Weißklee sowie Luzerne wird in diesem Abschnitt eingegangen.

⁶⁰ 4 in Bayern, 1 in Baden-Württemberg, 4-6 in anderen Regionen (DSF 2012)

Tab. 52: In Mitteleuropa bekannte Futterleguminosenarten (hervorgehobene Arten haben in der Futtermittelerzeugung größere Bedeutung)

einjährig	über-/ mehrjährig
Alexandrinerklee (<i>Trifolium alexandrinum</i> L.)	Rotklee (<i>Trifolium pratense</i> L.)
Perserklee (<i>Trifolium resupinatum</i> L.)	Weißklee* (<i>Trifolium repens</i> L.)
Saatwicke (<i>Vicia sativa</i> L.)	Luzerne* (<i>Medicago</i> spp.)
Zottelwicke (<i>Vicia villosa</i> ROTH)	Schwedenklee (<i>Trifolium hybridum</i> L.)
Felderbse (<i>Pisum arvense</i> L.)	Gelbklee/ Hopfenklee (<i>Medicago lupulina</i> L.)
Serradella (<i>Ornithopus sativus</i> BROU)	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 und wurden seitdem als Futterpflanzen sowie aufgrund ihres Beitrags zur Bodenfruchtbarkeit sehr geschätzt (LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN 2000:593FF). Bereits vor ihrer Einführung in Mitteleuropa wurden sie im Mittelmeerraum und in Vorderasien angebaut. So gelten Luzernearten als die ältesten ausschließlich für die Futternutzung angebaute Kulturen weltweit und werden heute auch „Königin der Futterpflanzen“ genannt (LFL 2012c, KELLER ET AL. 1999:770). Von den Kleearten werden heute 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 in der Mitte des 20. Jahrhunderts treten nun auch die einjährigen Kleearten Alexandriner- und Perserklee im Feldfutterbau Deutschlands in Erscheinung.

Bei den Luzernearten unterscheidet man die Saat-, Sichel- und Bastardluzerne. Letztere ergab sich aus Kreuzungen von Saat- und Sichel Luzernen und stellt alle in Deutschland angebauten Sorten (FREYER ET AL. 2005:76, LFL 2012c). Hervorzuheben ist die sehr lange Pfahlwurzel der Luzerne, welche meist 3 und bis zu 5 m in den Boden dringen kann und die hohe Dürrefestigkeit der Pflanze bewirkt (FREYER ET AL. 2005:77, KOLBE ET AL. 2006:116).

Futterwert: Luzerne

Aufgrund ihres hohen Proteingehalts ist Luzerne in frischer wie auch in konservierter Form (Silage oder Grünmehl, s.u.) eine geeignete Futterkomponente, um proteinärmere Rationen zu ergänzen (JEROCH ET AL. 1993). In Regionen mit intensiver Milcherzeugung und Ackerbau stellt die Luzernesilage neben Maissilage eine wichtige Grundfutterkomponente dar (LVVG AULENDORF 2001). Tab. 53 zeigt eine Aufstellung zu Nährstoffgehalten von Luzerne in unterschiedlicher Form verschiedener Autoren.

Tab. 53: Nährstoffgehalt Luzerne in g/kg TM (eigene Darstellung)

	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	XF	XS
	[MJ]	[g]	[g]	[%]	[g]	[g]	[g]	[g]
frisch, 1. Schnitt								
DLG 1997 (v. d. K.)	6,33	254	154	15	16	34	178	0
PROTEINMARKT 2011 (v. d. B.)	5,49	185	140	20	7	-	285	-
Siliert, 1. Schnitt (v. d. K.)								
DLG 1997	6,00	211	137	15	12	45	187	0
JEROCH ET AL. 1993	5,74	220	-	-	-	40	212	0
Grünmehl								
DLG 1997 < 26 % XF	5,67	218	184	45	5	35	222	0
JILG 2003	5,2– 6,5	160– 190	140– 180	40– 50	0–3	35– 46	200– 250	-
Luzernecobs (i. d. K.)								
GRUBER 2007b	5,88	210	177	40	5	31	185	-

Luzerne enthält im Vergleich zu Gräsern in der Regel weniger Zucker aber einen höheren Anteil an Pektinen. Speziell Luzernesilage soll, bedingt durch den Pektingehalt, eine hohe Futteraufnahme ermöglichen. Dies ergibt sich daraus, dass die Passage durch den Verdauungstrakt, im Vergleich zu grasartigen Futtermitteln, erhöht ist (LVVG AULENDORF 2001). Im Vergleich zu anderen Futtermitteln ist Luzerne je nach Schnittzeitpunkt durch relativ niedrige Energiegehalte aber erhöhte Rohprotein- und Rohfasergehalte gekennzeichnet. Mit ca. 26 % Rohprotein vor der Blüte und 16 % im verblühten Zustand ist sie ein guter Proteinlieferant. Dennoch ist die Proteinqualität von frischer, aber mehr noch von siliierter Luzerne verhältnismäßig gering. Im frischen Zustand weist Luzerne ähnliche UDP-Anteile wie die heimischen Körnerleguminosen auf. Bedingt durch die Erntedauer und den Konservierungsvorgang wird die Proteinzersetzung bereits vor der Verfütterung beeinflusst und nimmt so im silierten Produkt tendenziell ab (BRENNER 2011). Wird die Luzerne aber zu Trockengrün verarbeitet, steigt die Proteinqualität wieder (s.u., Tab. 53). In Form von Trockengrün kann der UDP-Gehalt der Luzerne von 15 % bis auf 40 % und mehr erhöht werden.

Bei Luzerne ist zu beobachten, dass der Abbau der Strukturkohlenhydrate schneller stattfindet als bei anderen Grobfuttermitteln. Dies kann eine bessere Ausnutzung der Nährstoffe zur Folge haben (BRENNER 2011). In günstigen Fällen kann Luzerne einer Pansenübersäuerung vorbeugen, da sie bedingt durch ihren hohen Rohfaseranteil die Verdauung und Wiederkautätigkeit fördert. Ihre hohen Vitamin- und Mineralstoffgehalte regen den Stoffwechsel der Tiere an. Der hohe Beta-Karotingehalt wirkt sich positiv auf die Fruchtbarkeit der Tiere aus (PFANNKUCHEN 2007). Der hohe Calciumgehalt (1,5 bis 2 % i. d. TM) ist bei einer Rationsplanung in Hinblick auf eine Überversorgung unbedingt zu beachten (BRENNER 2011, LVVG AULENDORF 2001).

Futterwert erhöhende Maßnahmen: Luzerne

Die Herstellung von Trockengrün dient dem Zweck der verlustarmen Konservierung und einer Anhebung der Proteinbeständigkeit der Luzerne. Das Grüngut wird durch Heißluft getrocknet

und danach vermahlen. Aus dem Grünfuttermehl können durch eine Druckbehandlung die sogenannten Grünfuttermehlpellets entstehen. Ohne eine vorherige Vermahlung können aus dem Grüngut auch Cobs oder Briketts produziert werden. Bei den letzteren beiden Produkten bleibt die Struktur erhalten, da das Ausgangsmaterial nur gehäckselt und anschließend gepresst wird (SPIEKERS & POTTHAST 2004:72). So zeichnen sich Cobs durch eine hohe Energiekonzentration bei niedrigem Stärkegehalt aus. Bei Rationen mit einem hohen Kraftfutteranteil könnten durch einen anteiligen Ersatz des Kraftfutters durch Cobs kritische Stärkemengen reduziert werden (FINKLER 2010). Aus der Behandlung ergeben sich einige Vorteile wie z.B. Erhöhung der Proteinqualität, ein einheitliches Futtermittel und verminderte Staubbelastung bei Granulierung. Aber es müssen auch neben der Aufwendung an Energieträgern (s.u.) die Gefahr der Proteinschädigung durch Überhitzung und der mögliche Eintrag von Dioxinen aufgrund eines fehlerhaften Trocknungsprozesses beachtet werden (SPIEKERS & POTTHAST 2004:72, BMELV 2003).

Einsatzempfehlung: Luzerne

An Problemstoffen enthält die Luzerne Saponine, die das Blähen der Kühe bewirken, sowie Phytoöstrogene, die zu Veränderungen im Brunstverhalten führen können. Aus diesem Grund sollten der Milchkuh nicht mehr als 10 kg TM pro Tag Luzerne verfüttert werden. Wird Luzerne siliert, muss berücksichtigt werden, dass diese gegenüber Gräsern schlechtere Siliereigenschaften infolge des niedrigeren Zuckergehaltes und der höheren Pufferkapazität aufweist (LVVG AULENDORF 2001). Weiterverarbeitete Luzerneprodukte wie Cobs können mit 2–4 kg pro Tier und Tag eingesetzt werden (FINKLER 2010, BRANDENBURGER 2008).

Futterwert: Weißklee

Wie Tab. 54 zeigt, zeichnet sich Weißklee durch eine hohe Verdaulichkeit der organischen Substanz, hohen Rohproteingehalt und einen geringen Rohfasergehalt aus (SCHÜPBACH 2012, ELSÄßER & DYCKMANS 2005).

Tab. 54: Nährstoffgehalte von Weißklee in g/kg TM (eigene Darstellung)

	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	XF	XS
	[MJ]	[g]	[g]	[%]	[g]	[g]	[g]	[g]
DLG 1997 (v. d. B.)	7,08	256	172	20	13	39	148	0
DLG 1997 (i. d. B.)	6,74	229	163	20	11	32	188	0
JEROCH ET AL. 1993 (i. d. K.)	6,3	233	-	-	-	26	191	0

Der Gehalt an nutzbarem Rohprotein ist mit 65–70 % beim Weißklee sehr hoch. Mit einem UDP-Anteil von 20 % weist der Weißklee mehr unabbaubares Protein auf als die Luzerne. Das Weißkleeprotein ist im Vergleich zum Gräserprotein damit pansenstabiler. Mit Rohfasergehalten von 150–190 g/kg TM weist er relativ geringe Gehalte auf, da er wenig Zellwandanteile enthält (SCHUBIGER ET AL. 1997). Die organische Substanz von Weißklee wird im Gegensatz zum englischen Raygras im Pansen schneller abgebaut und weist hier eine kürzere Verweildauer auf. Was zur Folge hat, dass Kühe pro Tag mehr Weißklee als Gräser fressen können (SCHUBIGER ET AL. 1997). Beachtenswert ist dabei, dass die hohe Verdaulichkeit des Weißklees fast unabhängig vom Pflanzenalter ist (SCHLÜPBACH 2012).

Die Mineralstoffgehalte des Weißkleees sind gegenüber Gräsern deutlich erhöht. Die Anreicherung des Futters durch den stark calciumhaltigen Klee macht Ergänzung dieses Mineralstoffs in der Ration teilweise überflüssig (ELSÄBER & DYCKMANS 2005). Bedingt durch höhere Verdaulichkeit und bessere Schmackhaftigkeit des Futters steigt bei Kleeanteilen in der Ration die Futterraufnahme der Kühe (ELSÄBER & DYCKMANS 2005, JEROCH ET AL. 1993:137). SCHUBIGER ET AL. (1997) stellten eine um 20 % höhere Futterraufnahme bei Kühen fest, die eine Weißklee-Grasmischung bekamen, als bei Tieren die nur mit englischem Raygras gefüttert wurden.

Einsatzempfehlung: Weißklee

Bei der Verfütterung von Weißkleeaufwüchsen ist auf verschiedene einsatzbegrenzende Faktoren zu achten:

1. Das Rohprotein des Weißkleees wird im Pansen schneller und in größerem Ausmaß abgebaut als Protein von Gräsern. Bei einer reinen Verfütterung von Weißklee muss beachtet werden, dass den Mikroorganismen gleichzeitig genügend schnell fermentierbare Stärke zur Verfügung steht. Andernfalls entsteht eine Stickstoff-Überversorgung, die Tier und Umwelt belastet (SCHUBIGER ET AL. 1997).
2. Viele Weißkleearten enthalten als antinutritive Stoffe cyanogene Glykoside. Aus diesen Verbindungen kann unter Mitwirken von bestimmten Enzymen Blausäure freigesetzt werden, welche der Gesundheit der Tiere schaden kann. Die freigesetzte Menge an Blausäure ist abhängig von der Sorte und der Jahreszeit. Außerdem kann die Konservierung eine spätere Freisetzung der Blausäure im Pansen der Tiere reduzieren (SCHUBIGER ET AL. 1997).
3. Junger Weißklee enthält sehr wenig Rohfaser und kann so bei zu hohen Rationsanteilen Tympanie⁶¹ bewirken (JEROCH ET AL. 1993:137).

Rationen mit hohem Weißkleeanteil liefern strukturarmes Futter mit hohem Rohproteingehalt und evtl. Blausäure freisetzenden Verbindungen. Der Weißkleeanteil in Weiden und Wiesen sollte deswegen nicht mehr als 30–50 % betragen. Je nach Rationsanteilen und anderen Rationskomponenten kann der Anteil an Weißklee in Milchviehrationen stark variieren.

Futterwert: Rotklee

In Tab. 55 wird deutlich, wie sich die Nährstoffgehalte von frischem Rotklee in unterschiedlichen Nutzungsstadien und fortschreitender Vegetation verändern.

Tab. 55: Nährstoffgehalt von Rotklee in g/kg TM (eigene Darstellung)

	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	XF	XS
	[MJ]	[g]	[g]	[%]	[g]	[g]	[g]	[g]
frisch, 1. Schnitt								
DLG 1997 (v. d. K.)	6,78	227	164	20	10	40	158	0
GRUBER 2007b (v. d. K.)	6,37	210	155	20	9	40	192	-
DLG 1997 (i. d. K.)	6,44	193	152	20	7	35	213	0
GRUBER 2007b (i. d. K.)	5,89	180	142	20	6	35	240	-

⁶¹ Blähen der Tiere

In Bezug auf den Rohfasergehalt weist Rotklee einen höheren Zellwandanteil auf als Weißklee. Dies liegt vor allem daran, dass der Rotklee einen höheren Stängelanteil hat. Die löslichen Zellinhaltsstoffe werden beim Rotklee schnell und fast vollständig durch die Mikroben im Pansen abgebaut. Die Zellwände hingegen unterliegen einem langsameren Abbau, was die Verdaulichkeit des Rotklees deutlich beeinflusst (SCHUBIGER ET AL. 1998). Rotklee weist auch geringere Rohproteingehalte als Weißklee und Luzerne auf. Anders als Luzerne kann dieser aber als alleiniges Grünfütterungsmittel verfüttert werden oder dient als Ergänzung zu eiweißarmen Futterkomponenten (JEROCH ET AL. 1993:137).

Einsatzempfehlung: Rotklee

Besonders bei jungem Rotklee kann es vorkommen, dass nicht genügend Struktur im Futter vorhanden ist und gleichzeitig sehr hohe Rohproteinanteile. Durch ein Rotklee-Grasgemenge werden diese Werte in der Regel ausgeglichen und es entsteht ein optimales Grundfutter daraus (SCHUBIGER ET AL. 1998). Wird Rotklee als einziges Grundfutter eingesetzt, muss er im jungen Zustand rationiert gefüttert werden, da die Pflanze noch zu wenige Rohfaseranteile enthält. Zu hohe Rationsanteile können, ähnlich wie beim Weißklee, Tympanie bewirken (JEROCH ET AL. 1993:137).

Anbau

Prinzipiell werden im Feldfutterbau mehrere Anbauverfahren unterschieden. So unterscheidet man Blank- und Untersaat sowie Rein- und Gemengeanbau. Da das Anbauverfahren vor allem Ertragserwartung und Futterqualität beeinflusst, ist zum besseren Verständnis dieses Abschnitts in Tab. 56 jeweils eine kurze Erläuterung zu finden.

Tab. 56: Kurze Erläuterung unterschiedlicher Anbauverfahren im Feldfutterbau

Blanksaat	Untersaat
<ul style="list-style-type: none"> · Aussaat ohne Deckfrucht · Mögliche Zeitpunkte zur Ansaat: Frühjahr oder Herbst (nach einer Getreideernte) 	<ul style="list-style-type: none"> · Aussaat unter eine Deckfrucht (entweder zeitgleich oder nach deren Auflaufen) · Aufgrund der Konkurrenz um Wachstumsfaktoren erst volles Entfalten der Untersaat nach der Ernte der Deckfrucht → im Vergleich zur Frühjahrsblanksaat geringerer Ertrag der Untersaat im Ansaatjahr · Mögliche Deckfrüchte: Grünhafer, Winterroggen, Winter-/Sommergerste, Mais und Sonnenblumen, Winterweizen (auch in weiter Reihe)
Reinsaat	Gemenge
<ul style="list-style-type: none"> · Aussaat nur einer Kultur 	<ul style="list-style-type: none"> · Aussaat einer Mischung verschiedener Kulturen · Futterleguminosen werden häufig gemeinsam mit Gräsern und Kräutern angebaut (die einzelnen Anteile richten sich u.a. nach Nutzungsart und Standort) · Vorteile gegenüber der Futterleguminosenreinsaat: <ul style="list-style-type: none"> + Geringere Anfälligkeit durch Schaderreger + Dichtere Bestände + Geringeres Anbaurisiko + Höhere Erträge · Bsp.: Kleeertrag erzielt etwa 6–10 % höhere Erträge als eine Kleeerinsaat (Lütke Entrup & Oehmichen 2000:608, LFL 2011c:3)

Die Anforderungen an den Anbau der Futterleguminosen entsprechen im Allgemeinen den Ansprüchen von Feinsämereien. Die Kleearten haben in Bezug auf Boden und Klima wenige

spezifische Ansprüche, was laut LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN (2000:597) deren weite ökologische Streubreite begründet. Die bevorzugten Boden- und Klimabedingungen sowie Anbaueinschränkungen der Luzerne und Kleearten sind in *Tab. 57* dargestellt.

Tab. 57: Ansprüche ausgewählter Kleearten an Boden und Klima (Freyer et al. 2005, Kolbe et al. 2006, LFL 2012c,d,e,f)

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

Problematisch ist bei den meisten Klee- und Luzernearten die Verträglichkeit gegenüber sich selbst und anderen Leguminosen. Der Grund dafür ist die Anreicherung von tierischen und pilzlichen Schaderregern. Als die am weitesten verbreiteten Schaderreger gelten bodenbürtige Pilze (hierbei vor allem der Kleekrebs *Sclerotinia trifoliorum*) und das Stängelälchen (*Ditylenchus dipsaci*). Bei der Luzerne ist zusätzlich noch die Welkekrankheit zu erwähnen, welche auf boden- und samenbürtige Pilze zurückgeführt werden kann. Andere Schaderreger sind bei Klee- und Luzernearten von nachgeordneter Bedeutung, treten allerdings bei Nichteinhaltung von Anbauabständen vergleichbar stark auf. Rotklee und Luzerne gelten als besonders anfällig gegenüber diesen Krankheiten, wohingegen Weißklee als überwiegend selbstverträglich bezeichnet werden kann (FREYER ET AL. 2005:44). Da die ertragsmindernde Wirkung der beiden wichtigsten Schaderreger zum Großteil erst nach einer Überwinterung auftritt, sind die einjährigen Arten (Alexandrin- und Perserklee) weniger davon betroffen. Wichtige Handlungsmöglichkeiten zum Eindämmen des Schaderregerbefalls sind in Tab. 58 zusammengetragen.

Tab. 58: Handlungsmöglichkeiten zur Minderung des Befalls mit Schaderregern (eigene Darstellung nach Vogt-Kaute 2010, Hartmann et al. 2006, Freyer et al. 2005:45)

Anbaupausen:	· Rotklee und Luzerne: 5–7 Jahre
	· Alexandriner- und Perserklee: 3–4 Jahre
	· Weißklee: weitgehend selbstverträglich
Nutzen unterschiedlicher Sortenanfälligkeiten	
Im Spätherbst kurzer Schnitt	
Bevorzugen von Kleeerasanbau zur Minderung des Ausfallrisikos	
Wählen von einjährigen Kleearten bei starkem Befall	
Großer räumlicher Abstand zu befallenen Flächen	

Bei Beachtung der in *Tab. 58* genannten Einschränkungen ist eine Eingliederung von Futterleguminosen in die Fruchtfolge unproblematisch. Sie gelten darüber hinaus als Gesundungsfrüchte und stehen meist nach Getreide (HARTMANN ET AL. 2006:727).

Die Erwartungen zu TM- und XP-Ertrag der verschiedenen Futterleguminosen hängen von verschiedenen Faktoren ab. Dazu zählen insbesondere das Nutzungsjahr und die Nutzungshäufigkeit, die angebauten Sorten, das Anbauverfahren und der Anteil der im Gemenge genutzten Kulturen. Aufgrund dieser Vielzahl an Einflussfaktoren besitzen die in der Literatur zu findenden Ertragsangaben zum Teil sehr große Spannweiten.

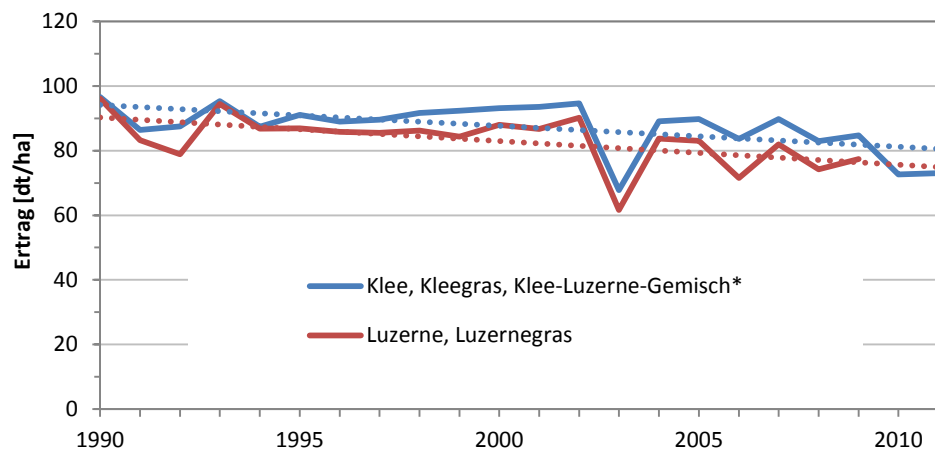
Tab. 59: Ertragserwartungen verschiedener Futterleguminosen, HNJ: Hauptnutzungsjahr (eigene Darstellung nach Hartmann & Probst 2009, Freyer et al. 2005:26, Lütke Entrup & Oehmichen 2000:599)

	Zahl der Nutzungen	Ertrag [dt TM/ha]	Wurzel-/Ernterückstände [dt TM/ha]	XP-Ertrag [dt/ha]
Rotklee	3–4	110–150	40–50	1. HNJ: 20–30
Rotklee gras	3	1. HNJ: 70–120 2. HNJ: 90–140	1. HNJ: 25–35 2. HNJ: 30–50	
Weißklee	4	80–110	20–40	19–27
Perserklee	3–4	50–100	25–30	14–17
Alex.-klee	3	60–100	25–30	13–16
Luzerne	3	1. HNJ: 80–120 2. HNJ: 90–150 3. HNJ: 50–100	1. HNJ: 35–50 2. HNJ: 35–55 3. HNJ: 25–40	1. HNJ: 20–27

Verfügbarkeit

In *Abb. 57* wird deutlich, dass der Rückgang des Leguminosenanbaus in Deutschland vor allem mit dem Anbaurückgang von Futterleguminosen begründet werden kann. Die Fläche für Klee und Luzerne⁶² betrug in den letzten Jahren mit ca. 250.000 ha etwa ein Fünftel der Fläche, die vor 60 Jahren (1,2 Mio. ha) für diese Kulturen benutzt wurde (DESTATIS 2012a, STATISTISCHES AMT DER DDR). Betrachtet man die Ertragsentwicklung der vergangenen Jahre, ist trotz einiger Schwankungen für die letzten 20 Jahre eine leicht negative Tendenz zu beobachten (*Abb. 72*). Im Jahr 2011 betrug der Hektarertrag im Schnitt aller Futterleguminosen 73 dt TM/ha, woraus sich eine Erntemenge von mehr als 1,9 Mio. t (TM) deutschlandweit ergibt (DESTATIS 2012b:8).

⁶² sowie mit Gemengen mit mehr als 80 % Futterleguminosen



*seit 2010 mit Luzerne/Luzerne gras

Abb. 72: Entwicklung der Hektarerträge von Futterleguminosen 1990–2011, (eigene Darstellung nach Destatis 2012a, Destatis 2012b, Destatis 2009)

Die geringe Bedeutung der Futterleguminosen wird deutlich, wenn man deren Anteil am gesamten in Deutschland geernteten Raufutter untersucht. Dieser betrug im Jahr 2011 nur etwa 5,7 % der TM (DESTATIS 2012b:27).

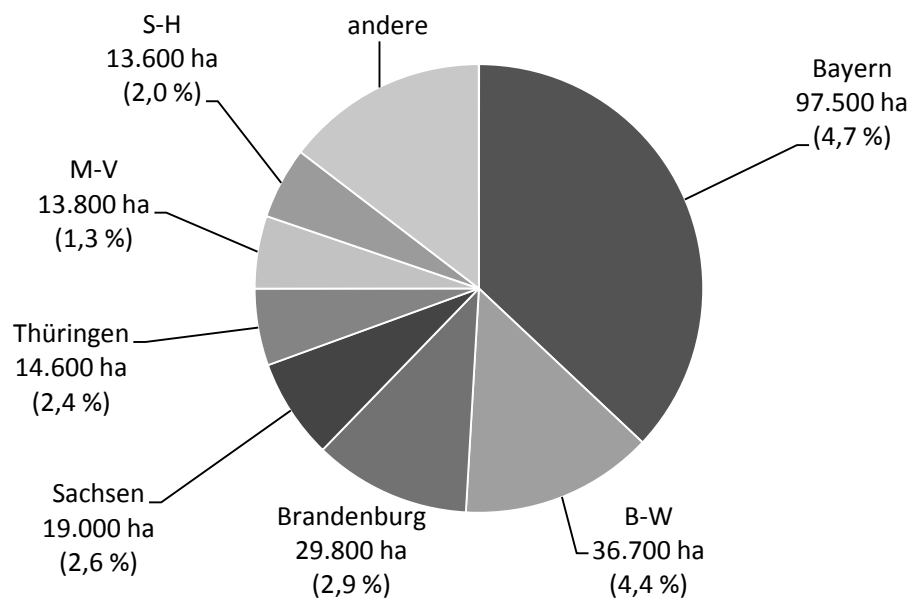
Futterleguminosen können in den Betrieben unterschiedlichen Nutzungen zugeführt werden. Für die Futternutzung wird beweidet oder geschnitten. Bei der Schnittnutzung wird das Futter entweder frisch, getrocknet oder siliert als Raufutter verwendet. In Bezug auf die Raufutternutzung überwog 2011 in einer deutschlandweiten Betrachtung die Darreichung in Form von Silage, gefolgt von Frischfutter und Heu (DESTATIS 2012b:27). Zu erwähnen ist allerdings, dass es diesbezüglich sehr starke regionale Unterschiede gibt, was in Tab. 60 durch die beiden Extreme Baden-Württemberg und Sachsen-Anhalt dargestellt ist.

Tab. 60: Darreichungsform von Futterleguminosen in Deutschland 2011 (eigene Darstellung nach Destatis 2012b:27)

%	Silage	Heu	Frischfutter / Weide
Deutschland	64,3	11,7	24,1
Baden-Württemberg	2,5	25,9	71,6
Sachsen-Anhalt	92,9	6	1,1

Neben der Futternutzung ist die Gründüngung eine verbreitete Nutzungsform der Futterleguminosenarten.

Grün- und Raufutter wird in der Regel nicht gehandelt, sondern in jenen landwirtschaftlichen Betrieben produziert, die es auch verbrauchen (BMELV 2011a). Ein Grund ist die geringe Transportwürdigkeit, welche auf die vergleichsweise geringe Energiedichte und den hohen Wassergehalt von Grün- und Raufutter zurückgeführt werden kann. Anhand der Verteilung der Futterleguminosenflächen in Deutschland kann daher auch die räumliche Verteilung ihrer Verfügbarkeit abgeleitet werden (Abb. 73).



S-H: Schleswig-Holstein, M-V: Mecklenburg-Vorpommern, B-W: Baden-Württemberg

Abb. 73: Anbaufläche von Futterleguminosen zur Ganzpflanzenernte im Jahr 2011 nach Bundesländern und deren Anteil an der jeweiligen Ackerfläche (eigene Darstellung nach Destatis 2012b)

Eine Möglichkeit, die Transportwürdigkeit zu erhöhen, ist die Herstellung von Trockengrün. Ähnlich wie in den letzten Jahren wurden in Deutschland 2009/10 etwa 289.000 t Trockengrün⁶³ in der Fütterung eingesetzt, wovon 86 % aus inländischer Erzeugung stammten. Als problematisch gelten bei diesen Futtermitteln die enormen Energiekosten, welche bei der Trocknung entstehen und bei den derzeitigen Energiekosten dem Herstellungsprozess meist die Wirtschaftlichkeit nehmen (SPIEKERS ET AL. 2009:56). So werden laut SCHÄTZL (2011) für die Herstellung 1 dt Cops aus Anwelkgut (35 % TM) etwa 10 l Heizöl und aus Frischgut (10 % TM) etwa 25 l Heizöl benötigt.

8.3 Futterharnstoff - eine geeignete Alternative?

Aufgrund der vergleichsweise hohen Preise für Proteinfutter und dem verstärkten Anteil von Maisprodukten in den Rationen der Milchkühe rückt der Einsatz von Futterharnstoff derzeit wieder stärker in die Diskussion (BERNTSEN ET AL. 2003).

Was beim Einsatz von Harnstoff in Milchviehrationen zu beachten ist und ob Harnstoff ein adäquates Sojasubstitut darstellt, soll im folgenden Kapitel erläutert werden.

Herstellungsverfahren

Harnstoff entsteht durch einen aufwendigen chemisch-technischen Prozess. Dabei wird aus Erdgas, Luft und Wasser in den Prozessschritten 1. Wasserstoffherstellung → 2.

Ammoniakherstellung → 3. Harnstoffsynthese schließlich Harnstoff hergestellt (ALP 2012).

⁶³ Laut BMELV (2012b) wird davon ausgegangen, dass das Trockengrün aus Luzerne hergestellt wird.

Eigenschaften

Futterharnstoff zählt zu den Futtermittel-Zusatzstoffen der Gruppe „ernährungs-physiologische Zusatzstoffe“. Zur Gewährleistung der Futtermittelsicherheit hat der Ordnungsgeber höhere Anforderungen an solche Unternehmen gestellt, die Futtermittel-Zusatzstoffe verwenden. Die Betriebe müssen ein System der Risikominimierung (HACCP)⁶⁴, vorweisen und besondere Anforderungen der Verordnung einhalten. Zusätzlich muss sich ein Betrieb registrieren lassen, der Futterzusatzstoffe einsetzt (ZDL 2009). Futterharnstoff ist eine Nicht-Protein-Stickstoff (NPN)-Verbindung mit einem Stickstoffgehalt von ca. 46 %. Dies entspricht einer RNB von + 460 g (SCHUSTER ET AL. 2011; ZDL 2009). Er enthält weder Energie noch Mineralstoffe, Aminosäuren oder andere für das Tier verwertbare Nährstoffe. Harnstoff ist kein Eiweißlieferant, sondern stellt lediglich große Mengen löslichen Stickstoff zur Verfügung (MAHLKOW-NERGE 2011a).

Wirkung

Mikroorganismen des Pansens benutzen als Stickstoffquelle sowohl das Futterprotein als auch im Futter enthaltene oder zugeführte NPN-Verbindungen, wie zum Beispiel Harnstoff (KOCH & ROMERG 2011). Die Mikroben in den Vormägen bauen den Harnstoff zu Ammoniak ab. Ammoniak kann wiederum von den Pansenbakterien als N-Quelle zum Aufbau von Mikrobenprotein genutzt werden und somit die Eiweißversorgung der Tiere verbessern (ZDL 2009). Die Menge an NPN, die effizient genutzt werden kann, ist aufgrund der meist sehr schnellen Umsetzung zu Ammoniak begrenzt (KOCH & ROMERG 2011). Folglich reichert sich das Ammoniak im Pansen an und muss durch die Pansenwand mit dem Blut zur Leber transportiert und dort entgiftet werden, was langfristig eine Einschränkung der Tiergesundheit durch Leber- und Stoffwechselbelastung bedeutet (ZDL 2009, KOCH & ROMERG 2011). Unter optimalen Bedingungen können die Kühe aus 100 g Harnstoff 287–292 g Bakterienprotein erzeugen (MAHLKOW-NERGE 2011a).

Einsatzbereich/Voraussetzungen

Ein zweckmäßiger und ernährungsphysiologisch angepasster Einsatz von Futterharnstoff ergibt sich aus einer gezielten Rationsberechnung mit vorheriger Futtermitteluntersuchung (SCHUSTER ET AL. 2011) und unter Berücksichtigung ökonomischer Parameter (ZDL 2009). Voraussetzung für den Einsatz von Harnstoff ist eine ausreichende Versorgung mit im Pansen verfügbarer Energie (ZDL 2009). Daher sollte ein Einsatz nur bei negativer RNB und gleichzeitig hohen Anteilen an pansenverfügbaren Kohlenhydraten (über 25 %) erfolgen (SCHUSTER ET AL. 2011).

In der Regel ist ein Harnstoffeinsatz physiologisch und ökonomisch nur bei sehr proteinarmen Rationen mit Maissilageanteilen über 60 % in Verbindung mit Getreide und/oder Melasseschnitzel (SCHUSTER ET AL. 2011, ZDL 2009) sinnvoll. Zu reinen Grünlandrationen sollte kein Harnstoffeinsatz erfolgen, da die RNB hier häufig schon sehr hoch ist und nur ein geringer Anteil an pansenstabilem Protein und leichtlöslichen Kohlehydraten vorliegt (SCHUSTER ET AL. 2011). Da der Stickstoff sehr schnell im Vormagen der Tiere freigesetzt wird, muss eine möglichst kontinuierliche Aufnahme, z.B. durch eine TMR über den gesamten Tag gewährleistet werden (MAHLKOW-NERGE 2011A). Der Einsatz kann über das Einmischen in die Tagesration oder als Direktzusatz bei der Silierung erfolgen. Über den Einsatz von Harnstoff bei der Silierung von Mais soll die Ruminale N-Bilanz und damit die Stickstoffversorgung der

⁶⁴ Hazard Analysis and Critical Control Points, abgekürzt: HACCP-Konzept, deutsch: Gefahrenanalyse und kritische Kontrollpunkte

Mikroben im Pansen angehoben und die Lagerstabilität der Silage verbessert werden (BERNTSEN ET AL. 2003).

Einsatzmenge

Die Einsatzmenge richtet sich neben tierspezifischen Daten auch nach der Qualität der Maissilage (Tab. 61).

Tab. 61: Einsatzmenge von Futterharnstoff je Einheit (eigene Darstellung)

	g/Kuh/Tag	g/100 kg Lebendmasse	% der TM der Gesamtration	kg/t Silomais
BERNTSEN ET AL. 2003	-	-	0,5–1,0	3
MAHLKOW-NERGE 2011a	30–100	max. 35	-	-
SCHUSTER ET AL. 2011		15	0,5	3–6
ZDL 2009	50–100	ca. 15	0,5	-

Für die Kuh ist entscheidend, wie viel nutzbares Protein am Dünndarm (nXP) zur Verfügung steht. Dieses ist sowohl das gebildete Mikrobeneiweiß, als auch im Pansen unabbaubares Futterprotein (UDP). Speziell hochleistende Milchkühe benötigen einen gewissen Anteil an UDP. Futterharnstoff liefert demnach nur Stickstoff für die Pansenbakterien. Diese sind aber in ihrem Proteinbildungsvermögen begrenzt. Daher ist er auch aus diesem Gesichtspunkt nicht für Hochleistungskühe geeignet (SCHUSTER ET AL. 2011).

Zu beachten bleibt: Je höher die Einsatzmenge ist, desto wichtiger wird eine Anfütterungsphase, die sich in einem Zeitraum von ein bis zwei Wochen bewegen sollte (MAHLKOW-NERGE 2011a). Ziel ist es dabei, die Konzentration langsam auf den Zielwert zu steigern (SCHUSTER ET AL. 2011). Eine Überdosierung kann bei Wiederkäuern aufgrund der enormen Ammoniakmengen zu Leberbelastungen und im Extremfall zu Todesfällen führen. Der Grat zwischen üblichen Einsatzmengen und einer schon negativ wirkenden Dosis ist sehr schmal. Als praxiserprobt gelten Mengen von 20–25 g/100 kg LG, jedoch kann bereits die doppelte Menge bei nicht adaptierten Tieren tödlich enden (ZDL 2009).

Bei einer Gesamtbetrachtung der wertbestimmenden Faktoren eines Futtermittels wird deutlich, dass Futterharnstoff aus verschiedenen Gründen nicht als Substitut für Soja infrage kommt. Er liefert weder nutzbares Rohprotein noch UDP und unterliegt aufgrund seiner Zusatzstoff-Eigenschaft einer aufwändigen Handhabung beim Einsatz in der Milchviehfütterung. Lediglich die nahezu unbegrenzte Verfügbarkeit und der Preis (59–66 €/dt) je Einsatzmenge gegenüber den anderen Substituten würden einen Einsatz begünstigen. Beachtet man bei einer Gesamtbetrachtung, dass Harnstoff keine erneuerbare Ressource darstellt, ist er weder aus ernährungsphysiologischer Sicht noch aus umwelttechnischen Gesichtspunkten als ein adäquates Sojasubstitut zu bewerten.

8.4 Abschließende Bewertung der Sojasubstitute

Abschließend werden die Ergebnisse sowohl in Bezug auf die Futtermittelqualität als auch bezüglich der Verfügbarkeit der potentiellen Soja-Substitute gegenübergestellt. Daraus wird abgeleitet, welche der vorgestellten Futtermittel in größerem Maßstab in der Milchviehfütterung anstelle von Soja Verwendung finden können.

Für die **ernährungsphysiologische Beurteilung** werden in Tab. 62 die Nährstoffgehalte der beschriebenen Futtermittel in Kategorien eingeteilt und so besser vergleich- und bewertbar

gemacht. Dazu wurden von den verschiedenen Angaben zu den Inhaltsstoffen Mittelwerte gebildet und Gehaltsklassen erstellt.

Tab. 62: Kategorisierte Zusammenstellung der betrachteten Eiweißfuttermittel

	NEL	XP	nXP	UDP	XL	XF	XS
Sojaschrot							
Rapsschrot							0
Schlempe							
Weizen, trocken							
Mais, trocken							
flüssig							
Biertreber siliert							
Sojabohne getoastet							
Lupine							
blau							
weiß							
gelb							
Ackerbohne							
Erbse							
Luzerne							
frisch							0
siliert							0
Grünmehl							0
Cobs							0
Weißklee, frisch							0
Rotklee, frisch							0

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

Aus der *Tab. 62* wird ersichtlich, dass das Rapsschrot aufgrund seiner sehr ähnlichen Nährstoffkonzentration, das größte Potenzial aufweist, um Sojaschrot zu ersetzen. Rapsschrot enthält im Vergleich einen etwas 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 tendenziell 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 einerseits ernährungsphysiologisch als positiv zu bewerten. In Hinblick auf die Energiezufuhr ist er eher von Nachteil. Aufgrund ihrer verhältnismäßig geringen Nährstoffkonzentration gegenüber den anderen Substituten können sie jedoch nicht gleichwertig 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 zu Verfügung stehende Protein gedeckt werden kann.

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.

Für die **Beurteilung der Verfügbarkeit** der potentiellen Substitute zu importierten Sojafuttermitteln in Deutschland werden in *Tab. 63* zum einen deren Mengen zusammengestellt, welche derzeit für die Nutztierfütterung verwendet werden. Dem gegenüber stehen Angaben darüber, welche Mengen dieser Substitute in Deutschland überhaupt für eine Futternutzung zur Verfügung stehen. Aus dem Vergleich dieser Angaben können Rückschlüsse über mögliche Wachstumspotenziale ihres Einsatzes in der Nutztierfütterung gezogen werden. Zum größten Teil handelt es sich in der Tabelle um Daten aus dem Jahr 2011. Bei Angaben, die sich auf das (Wirtschafts-) Jahr 2009/10 bzw. 2010 beziehen, handelt es sich um die diesbezüglich aktuellsten auffindbaren Daten.

In dem Bewusstsein darüber, dass es sich bei den Werten zum Teil um ‚Momentaufnahmen‘ handelt, welche Unsicherheiten insbesondere aufgrund von Preisschwankungen und langfristigen Tendenzen nicht in jedem Fall abbilden, werden ergänzend Kernaussagen aus oben stehenden Ausführungen zusammengefasst.

Tab. 63: Verfügbarkeit potentieller Substitute für konventionelles Sojaschrot in der Milchviehfütterung Deutschlands im Jahr 2011 (eigene Berechnung 2012)

Einsatz von Sojaschrot in der Milchviehfütterung 2010					
Gesamtmenge [1.000 t]:		400–800			
Menge an XP [1.000 t]:		190–377			
Mögliche Substitute	Insgesamt für Fütterung verfügbare Menge 2011 deutscher Herkunft		Verfütterte Menge 2011		Besonderheiten/Hintergrund
	[1.000 t]	davon: XP [1.000 t]	[1.000 t]	davon: XP [1.000 t]	
Rapsschrot	4.300	1.479	3.052 ¹	1.050 ¹	<ul style="list-style-type: none"> · trotz leichtem Anbaurückgang sehr gute Verfügbarkeit · zunehmender Einsatz in Schweine- und Geflügelfütterung und damit langfristig steigende Nutzungskonkurrenzen · Preis von (Bio-)Energiesektor beeinflusst
Schlempe	-	-	330 ¹	- ⁴	<ul style="list-style-type: none"> · Sehr unterschiedliche Qualitäten aufgrund verschiedener Zusammensetzungen · Aufgrund zunehmender Bioethanolproduktion steigende Menge anfallender Schlempen, allerdings zunehmender Einsatz in Biogasanlagen · Import kam durch hohe Anteile von in der EU nicht zugelassenen gv Rohstoffen zum Erliegen
davon: DDGS	260 ²	78	127 ³	38	
CDS	200 ²	15	-	-	
Maiskleberfutter (überwiegend importiert)	280	74	280 ¹	74	<ul style="list-style-type: none"> · Import kam durch hohe Anteile von in der EU nicht zugelassenen gv Rohstoffen zum Erliegen · Nur geringe Inlandserzeugung
Biertreber	380–440	90–104	230	54,5	<ul style="list-style-type: none"> · Trocknung sehr energie- und dadurch kostenintensiv · Verwendung frischer und siliertes Treber an Vorhandensein einer Brauerei in der Region gebunden
Sojaschrot (importiert, nicht gv)					<ul style="list-style-type: none"> · Zunehmende Flächenanteile von gv Soja in den Hauptherkunftsländern dt. Sojaimporte · Abkommen über den Handel mit gv-freien Sojabohnen und Sojaprodukten nötig (vgl. Bayern und ABRANGE)

Mögliche Substitute	Insgesamt für Fütterung verfügbare Menge 2011 deutscher Herkunft		Verfütterte Menge 2011		Besonderheiten/ Hintergrund
	[1.000 t]	davon: XP [1.000 t]	[1.000 t]	davon: XP [1.000 t]	
Erbse	155	33	155	33	Chancen und limitierende Faktoren des Körnerleguminosenanbaus werden im <i>Abschnitt 10.2</i> ausführlich diskutiert.
Lupine	23,4	6,4	23,4	6,4	
Ackerbohne	61,5	15,7	61,5	15,7	
Heimische Sojabohne	8,7–11,6	3–4	8,7–11,6	3–4	<ul style="list-style-type: none"> · Bisher nur in Baden-Württemberg und Bayern von geringer Bedeutung · Nur wenige Aufbereitungsanlagen · Wenig Anbauerfahrung

¹Daten aus dem Wirtschaftsjahr 2009/10, ²Daten von CropEnergies (2010), die ihre Futtermittel allerdings nicht nur in Deutschland vertreiben, ³Daten für das Kalenderjahr 2010, ⁴Wird aufgrund der erheblichen Qualitätsunterschiede von Schlemphen nicht berechnet.

Die verfügbare Menge und Qualität der Futterleguminosen wird von sehr vielen Parametern beeinflusst. Zudem geht die erhöhte Proteinversorgung aus dem Grundfutter deutlich über die Strategie der reinen Substitution des Sojas im Kraftfutter hinaus. Aus diesen Gründen wurde auf die Berechnung von Verfügbarkeiten der Futterleguminosen an dieser Stelle verzichtet. Eine Diskussion von Strategien, welche die Proteinversorgung aus dem Grundfutter mit einschließen, befindet sich im *Kapitel 12*.

Nach *Tab. 63* wird das größte Potenzial zum Ersetzen des in der deutschen Milchviehfütterung eingesetzten importierten Sojas im Einsatz von Rapsschrot gesehen. Auch die heimischen Körnerleguminosen rücken ins Zentrum der Betrachtung. Aufgrund der derzeit für die Fütterung verfügbaren Mengen sind das v.a. Erbsen und Ackerbohnen. Allerdings bleibt noch zu klären, welche Mengen dieser Futtermittel für einen Ersatz von Sojaschrot benötigt werden sowie, bezüglich der Körnerleguminosen, in welcher Größenordnung eine Ausweitung ihres Anbaus liegt (*10.3*). Längerfristig könnten auch Lupinen und heimische Sojabohnen relevant werden, was jedoch insbesondere intensive züchterische Arbeit an diesen Kulturen voraussetzt (*Abschnitt 10.2*). Das geringste Steigerungspotenzial beim deutschlandweiten Ersetzen des importierten Sojas in der Milchviehfütterung wird in Schlemphen, Maiskleber(-futter) und Biertreber gesehen. Als Ursachen dafür gelten vorrangig die begrenzte inländische Verfügbarkeit als Futtermittel bzw. die Bindung an einen Lieferanten in der Region oder hohen Trocknungskosten. Auch die Unsicherheiten durch in der EU nicht zugelassene gv-Konstrukte führen zu der Beurteilung. Basierend auf einer Zusammenführung der Betrachtungen zu Futtermittelqualität und Verfügbarkeit wird in den folgenden Ausführungen der Fokus auf die Soja-Substitute Rapsschrot, Erbsen und Ackerbohnen gelegt.

9 Modellrationsberechnungen

Im folgenden Kapitel werden die Grundannahmen für die eigenen Rationsberechnungen abgeleitet und daraus die Modellrationen erstellt.

9.1 Vorbereitung der Rationsplanung

In Bezug auf die Futteraufnahme spielt das Laktationsstadium der Kühe eine entscheidende Rolle. Faktoren, die die Futteraufnahme beeinflussen können (z. B. Lebendmasse und Milchleistung), wirken je nach Laktationsstadium sehr unterschiedlich. Deswegen sollte die Futteraufnahme grundsätzlich in Abhängigkeit von den Laktationstagen bzw. dem Laktationsstand (1.–3. Drittel) geschätzt werden (SPIEKERS 2006). Zur Verdeutlichung dieser Tatsache ist in *Abb. 74* der Einfluss des Laktationsstandes auf die Futteraufnahme dargestellt.

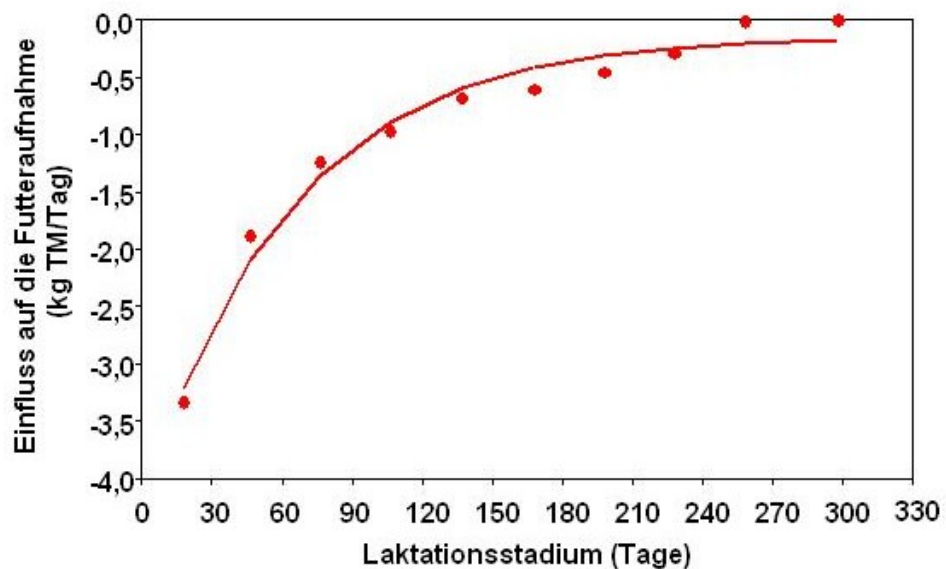


Abb. 74: Schematische Darstellung des Einflusses des Laktationsstadiums auf die Futteraufnahme (Spiekers 2006)

Dieser Abbildung zufolge ist erst im letzten Laktationsdrittel eine maximale Futteraufnahme gegeben. Die Regulation der Futteraufnahme nach der Milchleistung ist im ersten Drittel der Laktation wenig ausgeprägt. Zum Ende der Laktation steigt die Futteraufnahme im Mittel um 0,2 kg TM je kg Milch. Am Anfang der Laktation sind es nur 0,1 kg TM je kg Milch. Auch der Netto-Energiebedarf einer Milchkuh variiert in den verschiedenen Phasen des Fütterungszyklus stark (*Abb. 75*) (Barth et al 2012).

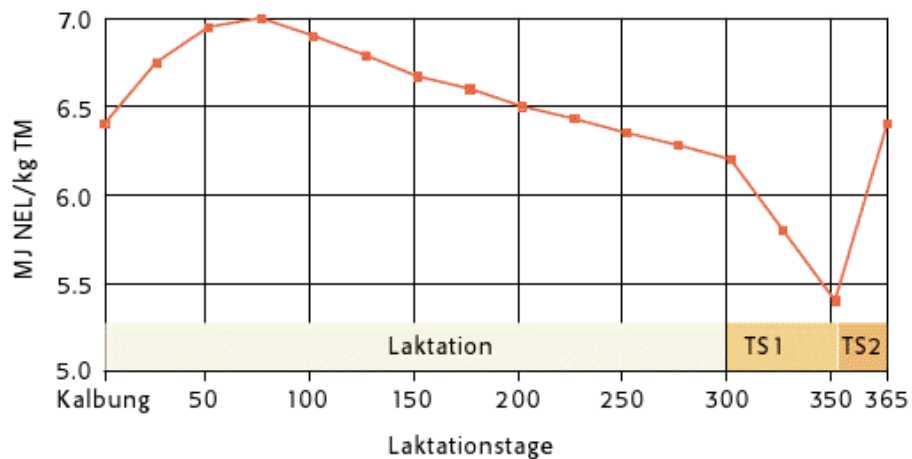


Abb. 75: Netto-Energiebedarf Milchkuh (Barth et al. 2012)

Die Energiebedarfskurve und die folgenden Standardlaktationskurven (Abb. 76) gleichen sich in ihrem Verlauf. Im Zeitraum vom 20.–60. Laktationstag ist die produzierte Milchmenge (Abb. 76) und der Energiebedarf (Abb. 75) am höchsten. In diesem ersten Drittel der Laktation ist jedoch das Futteraufnahmevermögen am geringsten (Abb. 74).

Zu Beginn der Laktation eilt infolgedessen die Milchleistung einer bedarfsgerechten Futteraufnahme voraus, was sich in einer negativen Energiebilanz niederschlägt. Durch das Einschmelzen von Körperfett mobilisieren die Tiere Energie. Somit ist ein Abbau von Körperreserven in dieser Phase fast unvermeidbar (SPIEKERS 2006).

Innerhalb einer Herde befinden sich die Tiere, je nach Reproduktionsmanagement, immer in unterschiedlichen Laktationsstadien. Um jedes Tier zu jedem Zeitpunkt der Laktation bedarfsgerecht zu versorgen, werden die Rationen für mittlere Tagsmilchmengen (170. Laktationstag) je nach Herdendurchschnittsleistung berechnet, und jedes Tier bekommt eine leistungsgerechte Kraftfutterzuteilung (über Transponder mit Kraftfutterstation) (MAHLKOW-NERGE 2012).

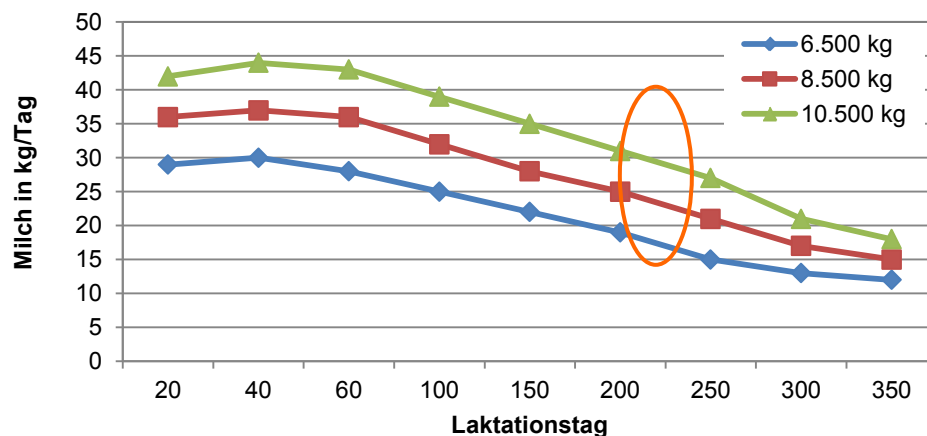


Abb. 76: Standardlaktationskurven verschiedener Leistungsniveaus (eigene Darstellung nach Spiekers 2006)

Es ist wenig sinnvoll, in Bezug auf die Futterkosten je kg Milch, eine gesamte Herde mit einer Ration zu füttern, die nur auf das Hochleistungsdrittel der Herde ausgerichtet ist. Aus Sicht der Tierernährung lässt sich dies ähnlich betrachten. Jedes Laktationsstadium bringt veränderte

Anforderungen an die Bedarfsdeckung der Kühe. Optimal wäre daher die Bildung von Leistungsgruppen, sodass das Futter genau auf die Bedürfnisse der Tiere und ihres Leistungsstandes abgestimmt werden kann (vgl. Rippstein o.D.). Geschieht dies nicht, sind die Kühe im ersten Drittel der Laktation oft unterversorgt und im letzten Drittel häufig übertersorgt (Spiekers 2006). Eine phasengerechte Fütterung hilft auch, die erwähnten Stoffwechselstörungen unmittelbar vor und nach der Kalbung zu vermeiden (BARTH ET AL. 2012).

9.2 Grundlagen der eigenen Modellrationsberechnungen

Die Erstellung der Modellrationsvarianten wurde unter der fiktiven Annahme getroffen, dass alle Rohstoffe uneingeschränkt verfügbar sind. Die tatsächliche Verfügbarkeit der in den Rationen verwendeten Eiweißfuttermittel wird in *Kapitel 8* abgehandelt.

Das Ziel der Rationsgestaltung ist es, aus Ableitungen der Status quo Analyse (*Kapitel 6*) einen repräsentativen Querschnitt von „deutschen“ Futtermittlerationen für die Milcherzeugung herzustellen. Die Modellrationen wurden mit dem Programm „Pro-feed 4.5“ vom Verein für landwirtschaftliche Softwareentwicklung aus Schleswig-Holstein erstellt, einer unabhängigen Fütterungsberaterin vorgelegt und für praxistauglich erklärt.

Den Berechnungsvarianten liegen drei verschiedene Leistungsniveaus (6.000 kg, 8.000 kg und 10.000 kg) zugrunde. Es werden für die beiden Leistungsgruppen 6.000 & 8.000 kg drei relevante Grundfütterversorgungen (1 x Grassilage, 1 x Gras-/Maissilage, 1 x Luzerne-/Maissilage) unterstellt, um die Unterschiede in der Fütterung der verschiedenen Regionen Deutschlands zu berücksichtigen. Zur Gewährleistung einer ausreichend hohen Futteraufnahme der Tiere in einem Hochleistungsbetrieb wird angenommen, dass das Futter in diesem Betriebsmodell als Totale-Mischration (TMR) aus Gras- und Maissilage vorgelegt wird. Eine Grundannahme ist außerdem, dass sich mit steigendem Leistungsniveau auch die Grundfutterqualität erhöht und die Ackerfutterbaubetriebe einzelne Komponenten für das Grund- und Kraftfutter auf dem eigenen Betrieb anbauen.

Die Rationen werden pro Tag berechnet, da auch die Leistung in kg Milch auf Tageseinheiten bezogen ist.

Bei der Berechnung der Rationen für reine Grünlandbetriebe und Ackerfutterbetriebe mit Luzerneanbau entfällt die Berechnung für eine Hochleistungsherde mit 10.000 kg, da hier eine ernährungsphysiologisch annehmbare Rationsgestaltung nur schwer möglich ist.

So entstehen 16 Modellrationen auf der Basis von drei Modellbetriebstypen und drei Leistungsniveaus (*Tab. 64*).

Da eine Grundration selten in Bezug auf die Mineralstoffe ausgeglichen ist, wird jede Ration mit einer individuellen Menge an Mineralfutter ergänzt, um eine Mangelsituation zu vermeiden. Mögliche Überschüsse können die Tiere jedoch über den Stoffwechsel ausscheiden. Festzuhalten bleibt außerdem, dass alle Ableitungen und Ergebnisse der Rationsberechnung im weiteren Verlauf dieser Studie nur auf die verwendeten Futtermittel, ihre spezielle Nährstoffzusammensetzung, die hier unterstellten Grunddaten und Futtermittelqualitäten zutreffen.

Bei betriebsspezifischen Rationsberechnungen können sich die Ergebnisse aufgrund unterschiedlicher Grundannahmen und Faktoren wie Einsatzmenge, Leistung, Nährstoffzusammensetzung und Preise der Futtermittel daher gravierend unterscheiden.

Alle Modellrationsberechnungen beruhen auf folgenden Grundannahmen:

- 650 kg Lebendmasse
- Kühe ab der 3. Laktation
(Ø Abgangsalter Holsteinkühe: 5,4 Jahre, ausgehend von einem Erstkalbealter von 24–26 Monaten ergeben sich durchschnittlich 3 Laktationen pro Kuh, ADR 2012:56)
- 170. Laktationstag
- Durchschnittsleistung der Herde bezieht sich auf eine Leistung innerhalb von 305 Laktationstagen
 - 6.000 kg Jahresleistung = Ø 20 kg in 305 Laktationstagen
 - 8.000 kg Jahresleistung = Ø 26 kg in 305 Laktationstagen
 - 10.000 kg Jahresleistung = Ø 34 kg in 305 Laktationstagen
- Futtermittelpreise aus dem Wirtschaftsjahr 2010/2011

Die Varianten für die Modellrationen werden folgendermaßen aussehen:

Tab. 64: Kenndaten der Modellrationsberechnungen (eigene Darstellung)

Ackerfutter- baubetriebe 1	6.000 kg Ø 20 kg			8.000 kg Ø 26 kg			10.000 kg Ø 34 kg	
Grundfutterart	2/3 Grassilage und 1/3 Maissilage							
Kraffutterkomponenten	hofeigene Körnerleguminosen & Getreide, teilw. Zukauffuttermittel			hofeigene Körnerleguminosen & Getreide, teilw. Zukauffuttermittel			hofeigenes Getreide, Zukauffuttermittel	
Rationsvarianten	3			3			2	
Kraffuttermischung mit...	KL	RES	SES	KL	RES	SES	RES	SES
Ackerfutter- baubetriebe 2	6.000 kg Ø 20 kg			8.000 kg Ø 26 kg			-	
Grundfutterart	2/3 Luzernesilage und 1/3 Maissilage							
Kraffutterkomponenten	hofeigenes Getreide			hofeigenes Getreide			-	
Rationsvarianten	1			1			-	
Kraffuttermischung mit...	Getreide			Getreide			-	
Grünlandbetriebe	6.000 kg Ø 20 kg			8.000 kg Ø 26 kg			-	
Grundfutterart	Grassilage							
Kraffutterkomponenten	Zukauffuttermittel			Zukauffuttermittel			-	
Rationsvarianten	3			3			-	
Kraffuttermischung mit...	KL	RES	SES	KL	RES	SES	-	

9.3 Darstellung der Leistungsdaten der Modellrationen

Im folgenden Abschnitt werden die wichtigsten Milcherzeugungsdaten der verschiedenen Rationen tabellarisch dargestellt und anschließend im Zusammenhang bewertet. Die ausführlichen Rationsberechnungen sind im Anhang *Abschnitt 15.4.2* nachzulesen.

9.3.1 Darstellung der Rationen für das Leistungsniveau 6.000 kg

Zunächst werden die verschiedenen Rationsvarianten des Leistungsniveaus „6.000 kg“ (Tab. 65) vorgestellt. Die Tiere nehmen in diesen Modellvarianten das Kraftfutter getrennt vom Grundfutter auf.

Tab. 65: Übersicht der Leistungsdaten der Rationen für 6.000 kg (Ø 20 kg) Jahresherdenleistung (eigene Darstellung)

Grundration	Gras- + Maissilage			Grassilage			Luzerne- + Mais-silage
	kg TM	kg TM	kg TM	kg TM	kg TM	kg TM	
kg TM Gesamt-Futteraufnahme	16,6	16,6	16,6	17,0	17,0	17,0	17,1
Kraftfutter-Mischung	KL¹	RES⁵	SES⁶	KL	RES	SES	G⁷
	30 % AB²	40 % RES	40 % SES	30 % AB	40 % RES	40 % SES	100 % W
	30 % E³	60 % W	60 % W	30 % E	60 % W	60 % W	
	40 % W⁴			40 % W			
kg/Tag Kraftfutter	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
% Kraftfutteranteil an Ration	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	5,8
kg Milch aus Grundfutter	18,9	18,9	18,9	19,3	19,3	19,3	17,8
kg Milch nach NEL	20,1	20,1	20,1	20,6	20,5	20,6	20,3
kg Milch nach nXP	20,4	20,5	20,6	21,4	21,5	21,6	20,9
g RNB	6	6	8	58	58	60	102
% St + Zu	13,5	13,2	13,2	6,1	5,8	5,8	12,4

¹Körnerleguminosen, ²Ackerbohnen, ³Erbsen, ⁴Weizen, ⁵Rapsschrot, ⁶Sojaschrot, ⁷Getreide

Bewertung:

Die Rationen aus Gras- und Maissilage und aus reinem Grünland sind in sich sehr ausgeglichen. Bei den Rationen mit Gras- und Maissilage liegen die Milcherzeugungswerte nach Energie und Protein eng beieinander und unterscheiden sich nicht kennzeichnend. Bei den Varianten aus reiner Grassilage kann ca. 1 kg mehr Milch nach nXP als nach Energie erzeugt werden. Demnach ist hier der limitierende Faktor der Energiegehalt der Ration bzw. des Kraftfutters.

In den Rationen mit Gras- und Maissilage liegen die Stärke-/Zuckeranteile mit ca. 13 % in den Rationen etwa doppelt so hoch wie in denen mit Grassilage. Hier wird der Stärkeanteil deutlich, den der Mais zu der Ration beisteuert. Die RNB liegt in den reinen Grassilagerationen höher als in der gemischten, da hier der Mais als Gegenspieler zu den hohen RNB-Werten der Grassilage fehlt. Dennoch liegen die Werte mit ca. 60 g absolut im Toleranzbereich. Die fehlende Maiskomponente spiegelt sich auch in dem geringeren Stärke-/Zuckeranteil dieser Ration

wieder. Im Vergleich zu Raps- und Sojaschrot liegen die Stärke-/Zuckergehalte der Körnerleguminosenvarianten immer etwas höher, ohne Beachtung der Grundration. Dies liegt daran, dass Körnerleguminosen zu erheblichen Teilen Stärke aufweisen, die Schrote hingegen sehr viel weniger bis kaum Stärke enthalten. Es ergibt sich folglich keine eindeutige Vorzüglichkeit von Sojaschrot gegenüber den anderen Eiweißkomponenten.

Die Ration mit Luzerne- und Maissilage nimmt hier aufgrund der besonderen Nährstoffkombination eine gesonderte Rolle ein. Sollen mit dieser Ration ebenfalls im Durchschnitt 20 kg Milch erzeugt werden, reichen die geringen Energiegehalte dieser Ration alleine nicht aus. Im Gegensatz zu den anderen Rationen kann hier zwar durch den Luzerneanteil völlig auf eine zusätzliche Eiweißversorgung über das Kraftfutter verzichtet werden, aber die Grundration muss energetisch mit z.B. Getreide aufgewertet werden. Für einen Ausgleich bedarf es doppelt so viel Kraftfutter (1 kg) wie in den anderen Rationen dieser Variante. Nur so lassen sich auch nach Energie die gewünschten 20 kg Milch erzeugen. Der Anteil Milch, der aus dem Grundfutter ermolken werden kann, ist um ca. 1 kg geringer als bei den anderen beiden Rationen. Durch ihren hohen Proteingehalt, den die Luzerne in die Ration einbringt, ergibt sich ein geringer Überhang in der Proteinversorgung von 0,6 kg. Nach nXP wären demnach 20,9 kg Milchmenge möglich. Diese Tatsache spiegelt auch die relativ hohe RNB von 102 g wieder. Dieser Proteinüberhang ist allgemein vorerst als unproblematisch zu erachten. Es sollte jedoch beobachtet werden, wie die Kühe mit dieser Überversorgung umgehen. Es wird deutlich, dass die Luzernesilage durchaus in der Lage ist, Tiere in diesem Leistungsniveau in Bezug auf Eiweiß leistungsgerecht zu versorgen.

9.3.2 Darstellung der Rationen für das Leistungsniveau 8.000 kg

Bei den Rationen für das Leistungsniveau von 8.000 kg (Tab. 66) wird unterstellt, dass die Tiere das Kraftfutter in zwei Gaben am Tag, getrennt vom Grundfutter (über Transponderfütterung) aufnehmen.

Tab. 66: Übersicht der Leistungsdaten der Rationen für 8.000 kg (Ø 26 kg) Jahresherdenleistung (eigene Darstellung)

Grundration	Gras- + Maissilage			Grassilage			Luzerne- + Maissilage
kg TM Gesamt-Futtermittelaufnahme	19,2	19,2	19,2	19,1	19,1	19,1	19,1
Kraftfutter-Mischung	KL ¹	RES	SES ⁶	KL	RES	SES	G ⁷
	10 % AB ² 10 % E ³ 20 % RES ⁵ 60 % W ⁴	40 % RES 60 % W	40 % SES 60 % W	10 % AB 10 % E 20 % RES 60 % W	40 % RES 60 % W	40 % SES 60 % W	100 % W
kg/Tag Kraftfutter	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0
% Kraftfutteranteil an Ration	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	20,9
kg Milch aus Grundfutter	21,0	21,0	21,0	20,8	20,8	20,8	16,5
kg Milch nach NEL	27,2	27,0	27,3	27,0	26,8	27,1	26,6
kg Milch nach nXP	26,1	26,6	26,9	26,5	27,0	27,3	25,6
G RNB	24	28	38	77	81	91	75

% St + Zu	17,4	16,5	16,6	11	10,1	10,2	22,0
-----------	------	------	------	----	------	------	------

¹Körnerleguminosen, ²Ackerbohnen, ³Erbsen, ⁴Weizen, ⁵Rapsschrot, ⁶Sojaschrot, ⁷Getreide

Bewertung:

Bei jeweils 40 % Eiweißfuttermittel in den Kraftfuttermischungen und einer Kraftfuttermenge von 2,5 kg pro Kuh und Tag ergibt sich dabei für die **Gras- und Maissilage-Rationen** ein leichter Energieüberhang. Der limitierende Faktor bei allen drei Eiweißkomponenten ist der nXP-Gehalt der Gesamtration, wobei sich die Milcherzeugungswerte nach NEL und nXP beim Einsatz von Körnerleguminosen am meisten (1,1 kg) und beim Einsatz von Sojaschrot am geringsten unterscheiden (0,4 kg).

Bei den **reinen Grasrationen** liegen die möglichen Erzeugungswerte etwas näher zusammen. Bei dieser Zusammenstellung der Eiweißkomponenten und der täglichen Kraftfuttermenge unterscheiden sie sich kaum in ihrem Leistungsvermögen.

Wie auch in den vorhergehenden Modellrechnungen liegen die RNB-Werte der reinen Grassilagerationen deutlich höher als bei den Varianten, in denen Mais integriert ist. Dennoch sind Werte von 77–91 g in kurzen Laktationsabschnitten durchaus vertretbar. Die Stärke-/Zuckergehalte liegen bei allen Varianten in einem tolerablen Bereich.

Betrachtet man nun im Vergleich die **Ration mit Luzerne**, wird deutlich, dass mit steigendem Kraftfutteranteil die Grundfutteraufnahme sinkt und somit auch die Grundfutterleistung.

Die Luzerne ist auch hier noch in der Lage, das Tier mit ausreichend Protein für die Milchbildung zu versorgen. Erhält die Kuh zusätzlich 4 kg Weizen als Energieausgleich, sind die Milcherzeugungswerte nach Energie und Protein fast ausgeglichen. Durch den relativ hohen Anteil an Getreide, welches eine negative RNB aufweist, sinkt diese einerseits auf akzeptable 75 g im Vergleich zur ersten Luzerne-Variante im Leistungsbereich von 6.000 kg Milch mit 102 g. Andererseits erhöht sich dadurch auch der Stärke-/Zuckergehalt enorm, und der finanzielle Aufwand für Kraftfutter steigt. Ab einem Wert von 25 % Stärke und Zucker müssten in dieser Variante andere Energieträger eingesetzt werden, z.B. Trockenschnitzel, da sonst gesundheitliche Probleme entstehen können. Für die Deckung der benötigten Nährstoffmenge zu Beginn der Laktation mit hohen Tagesmilchmengen reicht der Eiweißgehalt der Luzernesilage nicht aus. Das Kraftfutter muss durch eine Proteinkomponente ergänzt und Anteil Kraftfutter an der Ration erhöht werden.

9.3.3 Darstellung der Rationen für das Leistungsniveau 10.000 kg

Im Folgenden werden die Rationen für den Leistungsbereich 10.000 kg (Tab. 67) beschrieben. Anders als bei den vorherigen Rationen wird den Tieren hier das Futter als Totale-Mischration vorgelegt. Durch das Einmischen des Kraftfutters in die Grundration werden beiden Komponenten zeitgleich aufgenommen und das Grundfutter wird kaum mehr verdrängt.

Tab. 67: Übersicht der Leistungsdaten der Rationen für 10.000 kg (Ø 34 kg) Jahresherdenleistung (eigene Darstellung)

Grundration	Gras- + Maissilage	
kg TM Gesamt-Futteraufnahme	21,0	21,0
Kraftfutter-Mischung	RES¹	SES²
	30 % RES	30 % SES
	40 % TS³	40 % TS
	30 % W⁴	30 % W
kg/Tag Kraftfutter	9,45	9,45
% Kraftfutteranteil an Ration	45	45
kg Milch aus Grundfutter	11,5	11,5
kg Milch nach NEL	33,7	34,7
kg Milch nach nXP	34,6	35,5
g RNB	22	50
% St + Zu	19,4	19,6

¹ Rapsschrot, ² Sojaschrot, ³ Trockenschnitzel, ⁴ Weizen

Bewertung:

Bei einer TMR-Fütterung ist davon auszugehen, dass in der Herde Tiere gehalten werden, die ein sehr unterschiedliches Futteraufnahmepotenzial haben können. Der Kraftfutteranteil der Ration wird aus diesem Grund an der geringsten, geschätzten Futteraufnahme pro Tag festgelegt. Ausgehend von den vorliegenden Modellrationen beträgt diese ca. 21,0 kg pro Tier und Tag. Aus ernährungs- und stoffwechselfysiologischen Gesichtspunkten sollte der Kraftfutteranteil in keinem Fall mehr als 50 %, besser jedoch nur 45 % betragen (MAHLKOW-NERGE 2012). Demnach beträgt der Kraftfutteranteil bei einer Kraftfuttermenge von 9,45 kg in dieser Ration 45 %.

Durch den hohen Kraftfutteranteil in der Mischration wird mengenmäßig weniger Grundfutter aufgenommen. Die Grundfutterleistung ist demnach mit 11,5 kg Milch relativ gering. Rund 22 kg der erwünschten Milchmenge müssen somit aus dem Kraftfutter ermolken werden.

Um die beschriebenen Probleme mit zu hohen Stärkeanteilen in der Ration zu vermeiden, wurde für die 10.000 Modellrationen eine Kraftfuttermischung erstellt, die neben Getreide als Energielieferant noch Trockenschnitzel enthält. Dadurch liegen die Stärke-/Zuckeranteile mit ca. 20 % in einem absolut unproblematischen Bereich für Hochleistungstiere.

Mit der angenommenen Kraftfuttermischung ergeben sich in Bezug auf die Milcherzeugungswerte keine extremen Unterschiede zwischen Raps- und Sojaschrot. Es kann zwar nach Energie und Protein etwas mehr Milch mit Sojaschrot als mit Rapsschrot produziert werden, jedoch sind die Differenzen gering. Bei gleichem Anteil der Schrote in den Kraftfuttermischungen reicht der Energiegehalt des Rapsschrotes nicht ganz aus, um das gewünschte Leistungsziel nach NEL zu erreichen. Die möglichen Milcherzeugungswerte des Sojaschrotes liegen etwas höher als die des Rapses. Durch eine geringe Erhöhung des Rapsanteils im Kraftfutter kann dies ohne Weiteres ausgeglichen werden. Es ist also festzuhalten, dass das Rapsschrot bei gleichen Kraftfutteranteilen auch in Hochleistungsrationen das Sojaschrot ersetzen kann.

Die vorliegenden Daten ergeben sich aus Berechnungen des Kraftfutterbedarfs in der Laktationsmitte. Frischlaktierende Tiere mit hohen Tagesgemelken benötigen zur Deckung

ihres Energiebedarfs für eine entsprechende Milchleistung jedoch deutlich größere Mengen an Kraftfutter. Das dadurch entstehende Verhältnis von Grundfutter zu Kraftfutter (max. 50:50) birgt das Problem in sich, dass die Ration schnell an die Grenzen dessen stößt, was wiederkäuergerecht ist. Die Luzerne-/Maissilageration im Leistungsbereich von 8.000 kg macht dies deutlich: Um Tagesmilchmengen über 24 kg zu erreichen, müsste die Ration mit mehr Kraftfutter ergänzt werden. Ein zu hoher Stärke-/Zucker-Gehalt und die fehlende Struktur begrenzen jedoch die Steigerung des Kraftfutteranteils. Je nach Höhe der Tagesgemelke und dem entsprechenden Nährstoffbedarf zu Beginn einer Laktation reicht die Nährstoffkonzentration und -qualität der heimischen, unbehandelten Körnerleguminosen und der Luzernesilage möglicherweise nicht aus, um frischlaktierende Tiere optimal versorgen zu können.

Die Einsatzmengen an Kraftfutter variieren demnach stark, je nach betrieblichem Management, Fütterungsstrategie, Futtermittelqualität und Futteraufnahme durch die Tiere.

10 Potenziale der Substitute für eine sojafreie Milchviehfütterung

Durch eine detaillierte Analyse von Ackerbohne, Erbse, Rapsschrot und Luzernesilage aus ernährungsphysiologischer und betriebswirtschaftlicher Sicht sowie der Bewertung ihrer Ökosystemleistungen und der Berechnung der Flächenbedarfe bei einer Substitution wird im folgenden Kapitel das Potenzial der alternativen Komponenten herausgearbeitet. Die Arbeitsergebnisse werden durch Milchviehfütterungsberater verifiziert und das Kapitel mit einer Gesamtbewertung des Substitutionspotenzials abgeschlossen.

10.1 Ernährungsphysiologisches Potenzial

Wie Tab. 68 noch einmal deutlich macht, eignen sich die in den Rationen eingesetzten Eiweißkomponenten gut, um Sojaschrot zu ersetzen. Es ergeben sich bei einer genauen Betrachtung durch ihre spezifische Nährstoffzusammensetzung aber gewisse Präferenzen bei ihrem Einsatz in Bezug auf die Leistungsniveaus.

Tab. 68: Kategorisierte Nährstoffgehalte der ausgewählten Sojasubstitute (eigene Darstellung)

	NEL	XP	nXP	UDP	XL	XF	XS
Sojaschrot							
Rapsschrot							0
Ackerbohne							
Erbse							
Luzernesilage							0
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

10.1.1 Körnerleguminosen

Dass sich Körnerleguminosen bei einem mittleren Leistungsniveau als Substitut für Sojaschrot eignen, zeigt eine Studie der Universität Idaho (USA). In dem Versuch wurden in der Milchviehration dafür 45 % des Maisanteils und 78 % des Sojaschrotes durch 15 % Felderbsen ersetzt. Die verfütterten Erbsen wiesen 25 % Rohprotein und 8,27 MJ NEL/kg auf. Fazit des Versuchs war, dass sich Futteraufnahme, Milchmenge, Inhaltsstoffe, N-Effizienz und Milchharnstoffgehalt nicht signifikant unterschieden (Tab. 69) (VANDER POL ET AL. 2008).

Tab. 69: Ergebnisse Fütterungsversuch zum Austausch von Sojaschrot und Mais gegen Erbsen (eigene Darstellung nach Vander Pol et al. 2008)

	Erbsen	Kontrolle
Futtermenge [kg/Tag]	25,9	26,3
Milchmenge [kg/Tag]	35,4	35,6
Fett [%]	3,54	3,76
Eiweiß [%]	3,00	2,99

JUTZ 1987 hingegen stellte fest, dass Ackerbohnen in Milchviehrationen besser geeignet sind als Erbsen. Weiter lässt sich aus den Ergebnissen ableiten, dass Sojaschrot bei mittleren Leistungen vollständig durch Ackerbohnen ersetzt werden kann (Abb. 77).

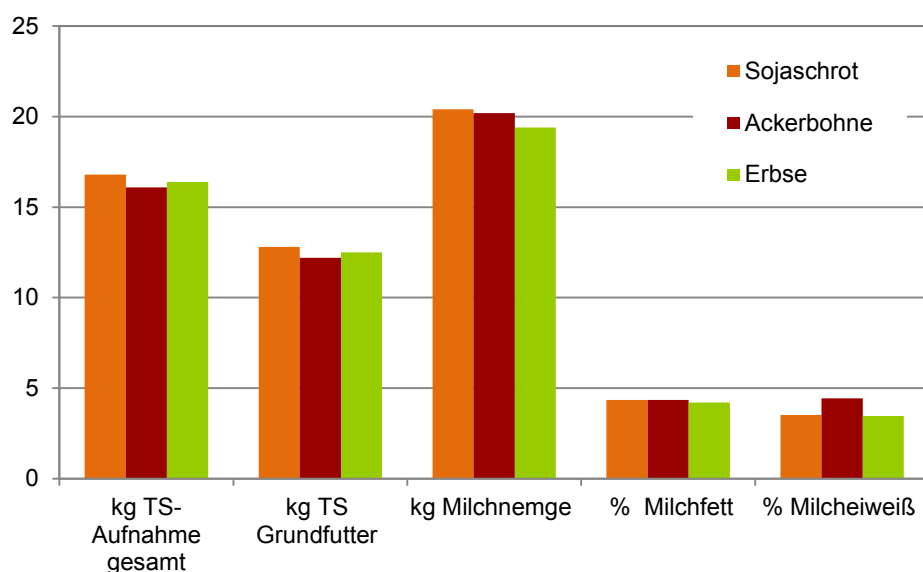


Abb. 77: Versuchsergebnisse der Leistungen von Ackerbohnen, Erbsen und Sojaschrot im Vergleich (eigene Darstellung nach Jutz 1987)

Im Bereich von niedrigen bis mittleren Leistungsniveaus (bis 7.500 kg), die weniger hohe Konzentrationen an Energie und Eiweiß benötigen, reichen die Nährstoffgehalte von Ackerbohnen für eine bedarfs- und leistungsgerechte Versorgung der Kühe vollkommen aus (PRIES ET AL. 2007b). Ein begrenzender Faktor beim Einsatz in Rationen von Hochleistungskühen stellt der niedrige UDP-Gehalt der Körnerleguminosen dar (JILG 2002).

Die Proteinabbaubarkeit in den Vormägen ist abhängig von der Verweildauer des Futters im Pansen und der spezifischen Proteinabbaubarkeit des Futtermittels (UDP-Gehalt). Mit zunehmenden Leistungen wird daher der Einsatz von schwerer abbaubaren Proteinfuttermitteln immer wichtiger (HÄUSLER 2010). Die folgenden Abbildungen (Abb. 78, Abb. 79) verdeutlichen die Grenzen des Einsatzes unbehandelter Ackerbohnen im Vergleich mit Rapsschrot:

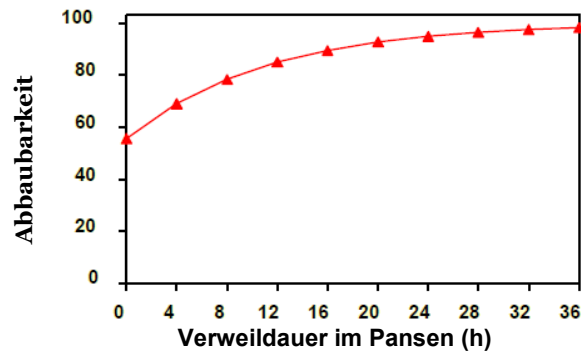


Abb. 78: Proteinabbaubarkeit von Ackerbohnen im Pansen (Häusler 2010)

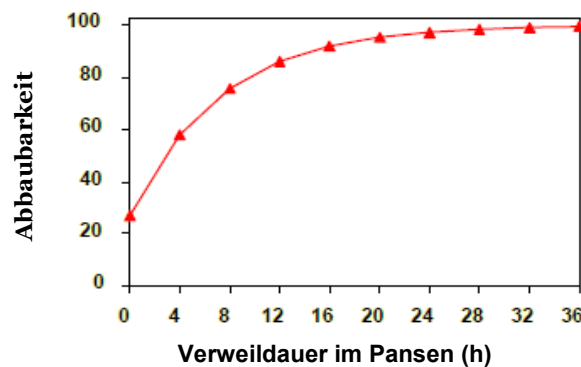


Abb. 79: Proteinabbaubarkeit von Rapsschrot im Pansen (Häusler 2010)

Die Anti-Nutritiven-Faktoren (ANF), wie Tannine oder Alkaloide der Körnerleguminosen, sind beim Wiederkäuer als unbedenklich bis sogar hilfreich zu erachten, da sie die Verdauungsprozesse im Pansen verlangsamen. Da Ackerbohnen und Erbsen sehr hohe Stärkegehalte aufweisen, muss bei einer kombinierten Ration mit Ackerbohnen, Erbsen, Getreide und evtl. stärkereichem Grundfutter auf den Höchstmengengehalt an Stärke (unbeständige Stärke und Zucker bis 250 g/kg TM) in der Gesamtration geachtet werden. Einen weiteren limitierenden Faktor stellt hier der große Anteil an schnell verfügbaren Kohlenhydraten dar. Ist die ruminale Stickstoffbilanz in der Grundration schon sehr hoch, kann es von Vorteil sein, Ackerbohnen durch Erbsen zu ersetzen, da diese eine geringere RNB pro kg TM aufweisen. Nicht zu vergessen ist, dass der Anteil an UDP durch eine hydrothermische Behandlung der Körnerleguminosen deutlich erhöht werden kann. Der Kostenaufwand der Behandlung verringert allerdings möglicherweise die Vorzüglichkeit dieser Eiweißkomponenten. Laut aktuellen Fütterungsversuchen führt dabei lediglich eine hydrothermische Behandlung bei blauen Lupinen zu einer wiederholt gesicherten Steigerung der Milchleistung (FREITAG ET AL. 2006).

10.1.2 Rapsschrot

Auf der Grundlage verschiedener Untersuchungen mit Hilfe von *in situ*- und *in vitro*-Methoden wurde der Gehalt an unabgebautem Rohprotein (UDP) und damit auch der Gehalt an nutzbarem Rohprotein bei Raps- und Sojaextraktionsschrot im Lauf der Jahre immer wieder angepasst. Die ursprünglichen Angaben von 25 % UDP in Rapsschrot und 35 % UDP im Sojaschrot (DLG 1997) wurden einst aufgrund von neuen Untersuchungen auf 30 % UDP für beide Extraktionsschrote angeglichen. Mithilfe neuer und genauerer Methoden ergaben Untersuchungen (u.a. STEINGAB ET

AL. 2011) für Rapsschrot im Mittel noch höhere UDP-Gehalte, sodass der UDP-Wert für dieses aktuell auf 35 % heraufgesetzt worden ist. Während diese Werte für Rapsschrot als gut dokumentiert und abgesichert gelten, wurden in den letzten Jahren keine systematischen Untersuchungen mit Sojaschrot mehr vorgenommen. Die Tab. 70 zeigt, dass der als sicher und stabil ausgewiesene Futterwert von Sojaschrot tatsächlich deutlichen Schwankungen unterliegt.

Tab. 70: Kennzahlen des Proteinwertes von Raps- und Sojaschrotproben (eigene Darstellung nach Steingäß et al. 2012)

Eiweißkomponente chem. Untersuchung		RES			SES		
		1 ¹	2 ²	3 ³	1 ¹	2 ²	3 ³
RP	g/kg TM	368	368	379	522	546	430
MJ NEL	kg TM	7,4	7,4	7,4	8,6	8,7	8,4
UDP 5⁶⁵	% des RP	43	46	45	11	17	19
UDP 8	% des RP	53	56	55	23	28	30
nXP 5	g/kg TM	272	281	283	213	244	227
nXP 8	g/kg TM	302	310	314	267	296	265
Versuch in situ							
UDP 5	% des RP	32	34	32	29	28	27
UDP 8	% des RP	41	44	42	39	39	38
nXP 5	g/kg TM	240	246	243	292	294	255
nXP 8	g/kg TM	267	275	272	339	345	292

¹ Haus Riswick, ²ZIT Iden, ³LVA Futterkamp

Die Rohnährstoffzusammensetzung der Rapsschrote ist sehr ähnlich und entspricht weitgehend der des UFOP Monitorings. Bei den Sojaschroten sind größere Unterschiede im Bereich der Rohprotein- und UDP-Werte erkennbar. Auch hier wird die Bedeutung einer Futtermitteluntersuchung noch einmal deutlich. Rapsschrot stellt laut diesen Versuchen eine sicherere und stabilere Eiweißkomponente in Milchviehrationen als Sojaschrot dar. In den letzten Jahren fanden einige Fütterungsversuche statt, bei denen ein Austausch von Sojaextraktionsschrot gegen Rapsschrot erfolgte. In der *Tab. 71* sind die Ergebnisse aufgeführt. In den Versuchen wurde der Austausch im Milchleistungsfutter (MLF) sowie in Totalen-Misch-Rationen (TMR) untersucht.

⁶⁵ Passageraten von 5 & 8 %/h, eine schnelle Passagerate von 8 %/h erhöht den UDP-Anteil, da weniger Zeit für den Proteinabbau bleibt. Eine Standardisierung auf eine Passagerate von 5 %/Stunde (üblich für Kühe mit einer Leistung von 15 bis 30 kg Milch) ist unabdingbar, um verschiedene Werte vergleichen zu können.

Tab. 71: Fütterungsversuche zum Austausch von SES durch RES in Milchviehrationen (eigene Darstellung nach Koch 2009)

Versuchsstation	Grundration für beide Versuchsgruppen	Kraftfuttermenge je Kuh/Tag und je Gruppe	Milch kg/Tag	Fett %	Eiweiß %
LVA Kölitsch	50 % Maissilage 50 % Grassilage	1. Soja: 1,6 kg 2. Raps: 2,0 kg	31,2 32,7	3,9 4,0	3,4 3,4
LVA Iden	40 % Maissilage 25 % Grassilage + Lischkolbensilage	1. Soja: 4,0 kg 2. Raps: 4,3 kg	40,0 40,5	3,8 3,9	3,3 3,3
Versuchsgut Hülsenberg	50 % Maissilage 50 % Grassilage	1. Soja: 3,7 kg 2. 2/3 Raps + 1/3 Soja = 4 kg	34,6 35,3	3,7 3,7	3,2 3,2
Haus Riswick	33 % Maissilage 66 % Grassilage	1. Soja: 2,3 kg 2. Raps: 3,1 kg	31,1 31,3	3,9 3,9	3,1 3,2

Die Versuche zeigen deutlich, dass die Proteinqualität von Rapsextraktionsschrot der vom Sojaextraktionsschrot in nichts nachsteht. Wird die Ration entsprechend der nXP-Versorgung kalkuliert, lassen sich gleiche Leistungen erzielen (Koch 2009). Es konnte nachgewiesen werden, dass es beim Austausch von Soja- durch Rapsextraktionsschrot keine nachteiligen Auswirkungen auf die Futteraufnahme und die Milchleistung gibt und auch die Milchinhaltsstoffe sich kaum unterscheiden. Im Versuch der LVA Iden, bei dem die Hochleistungskühe eine durchschnittliche Tagesleistung von über 40 kg Milch erreichten, wurden selbst bei einer Einsatzmenge von 4,3 kg Rapsschrot pro Tier und Tag keine Leistungsunterschiede oder negativen Einflüsse zwischen den Fütterungsgruppen festgestellt (Groenewold 2006). In Rationen für Tiere mit einem hohen Leistungsniveau wird der im Vergleich zum Sojaextraktionsschrot geringere Energiegehalt relevant. Bei hohen Einsatzmengen von Rapsextraktionsschrot ist unbedingt auf den Energiegehalt der Gesamtration zu achten (Koch 2009).

Wegen des niedrigeren Wertes für die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) im Rapsschrot wurden beim Milchharnstoffgehalt erwartungsgemäß geringere Werte festgestellt, was auf reduzierte NH₃-Überschüsse im Pansen schließen lässt (Groenewold 2006).

Mit höheren Leistungen steigen die Anforderungen an die Energie- und Eiweißversorgung. Dabei nimmt der Bedarf an nXP stärker zu als der Bedarf an NEL. Außerdem wird in den ersten Laktationswochen, wenn die Kühe ihre Körperreserven nutzen müssen, besonders der Eiweißbedarf oft nicht gedeckt. Das eingeschmolzene Körperfett liefert dabei zwar die Energie für die Kuh, aber nicht genügend Energie, um die Pansenmikroben zu versorgen.

Unter solchen Bedingungen fehlt das mikrobiell synthetisierte Eiweiß. Wird der nXP-Mangel nicht durch genügend unabgebautes Futterprotein ausgeglichen, sinkt der Milcheiweißgehalt und/oder die Milchleistung (Mahlkow-Nerge 2010).

In den Rationen für Kühe mit hohen Tagesmilchmengen und einer Leistung von über 8.000 kg im Jahr reicht der Energiegehalt, aber in erster Linie vor allem der Proteingehalt der Ackerbohnen und Erbsen allein für eine bedarfsdeckende Versorgung nicht mehr aus. Werden sie durch Rapsschrot ersetzt, ist der etwas geringere Energiegehalt des Rapsschrotes durch stärkereiche Komponenten (Getreide) auszugleichen. Im Proteinbereich hat das Rapsschrot durch höhere nXP-Anteile, aber insbesondere durch den sehr hohen UDP-Gehalt einen Versorgungsvorteil gegenüber den Körnerleguminosen.

10.1.3 Luzernesilage

Auch im Bereich des Feldfutterbaus gibt es Möglichkeiten, die Proteinversorgung der Kühe zumindest teilweise über hofeigenes Futter abzusichern. Dass Klee und Luzerne und ihre Konservate die Futtermittelaufnahme von Wiederkäuern steigern können, wurde bereits im *Abschnitt 8.2.2* erwähnt.

Aus einem Versuch von ETTLE ET AL. (2011) zum Austausch von Grassilage durch Luzernesilage geht hervor, dass die tägliche Futtermittelaufnahme im Mittel des Versuchs in der Gruppe „Luzernesilage“ mit rund 22 kg TM/Tag signifikant um etwa 2 kg höher als in der Gruppe „Grassilage“ lag (*Abb. 80*).

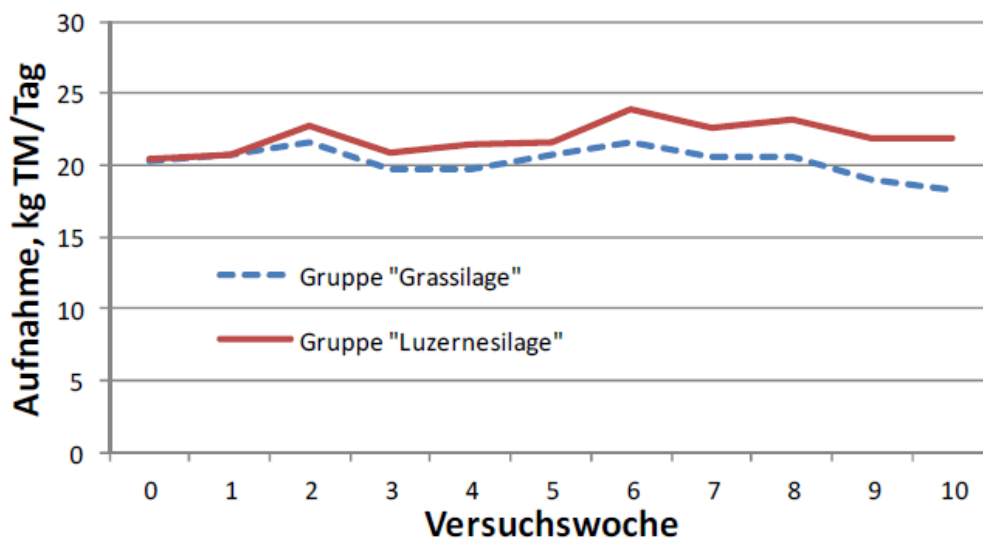


Abb. 80: Gesamtfuttermittelaufnahme im Versuch Luzernesilage im Austausch gegen Grassilage (Ettle et al. 2011)

Aufgrund dieser höheren Futtermittelaufnahme ergab sich für die Gruppe Luzernesilage trotz der deutlich niedrigeren Energiekonzentration der Ration eine tägliche Energieaufnahme, die sogar etwas höher lag als bei den Tieren der Grassilagegruppe. So lässt sich auch erklären, dass die Milchleistung in der Luzernegruppe trotz der erniedrigten Energiekonzentration durch Luzernesilage als Rationskomponente nicht beeinträchtigt war (ETTLE ET AL. 2011).

Auch bei Einzeltierfütterungsversuchen der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt (ZTT Iden) in Zusammenarbeit mit der Universität Halle wurden vergleichbare Milchleistungen der zwei verschiedenen Fütterungsgruppen (Luzerne- und Feldgrassilage) festgestellt (ENGELHARD 2010).

Aus beiden Versuchen resultieren die Ergebnisse, dass sich durch den hohen Proteingehalt der Luzerne eiweißreiche Kraftfuttermittel einsparen lassen und dass Luzernesilage eine stabile Komponente in Rationen für Hochleistungskühe darstellt, um vor allem in maisbetonten Rationen zu erhalten, was wiederkäuerrecht ist.

Jedoch muss hier immer der Energiegehalt der Luzernesilage Beachtung finden. Es bleibt weiter zu beobachten, ob und in welchem Ausmaß eine höhere Futtermittelaufnahme diesen Energiemangel kompensieren kann oder in welchem Maß noch Energie aus dem Kraftfutter geliefert werden muss. Da Luzerne als Calciumlieferant dient, können Tiere im Bereich geringerer Leistungen (6.000 kg) je nach Calciumgehalt der Silage mit diesem Mineralstoff übertiefert sein. Dies muss vor allem in der Trockensteherfütterung beachtet werden. Es ist empfehlenswert, die

Ergänzung der Ration mit fehlenden Nährstoffen gezielt über Futtermitteluntersuchungen zu berechnen.

Innerhalb der Rationsberechnungen in *Kapitel 9* wurde den Luzernerationen keine höhere Futteraufnahme unterstellt. Das Rationsberechnungsprogramm ist nicht in der Lage, diese Eigenschaft der Futterleguminosen in eine Rationsgestaltung mit einzubeziehen. Je nach Futterqualität und Futteraufnahmevermögen der Tiere kann die Menge an zusätzlich aufgenommenem Futter zudem stark variieren. Für Beratung und Praxis wäre es daher wünschenswert, wenn diese ernährungsphysiologische Eigenschaft der Futterleguminosen als Potenzial erkannt und in neuen Versionen von Fütterungsprogrammen berücksichtigt wird.

10.1.4 Abschließende Bewertung des ernährungsphysiologischen Potenzials

Nach Beleuchtung der oben aufgeführten Studien und auf Grundlage der zuvor erstellten Rationsberechnungsmodelle können bei Milchkühen Rapsextraktionsschrot und heimische Körnerleguminosen bei einer optimal durchgestalteten Grundfütterration, in verschiedenen Leistungsbereichen, als Alternative eingesetzt werden.

Für alle Substitute ergeben sich jedoch mehr oder minder große Defizite in der ernährungsphysiologischen Wertigkeit im Vergleich zu SES. Es ist daher nicht verwunderlich, dass Sojaschrot von der Futtermittelindustrie und den Landwirten im Vergleich zu Substituten bevorzugt wird. Nichtsdestotrotz bleibt festzustellen, dass die heimischen Substitute erhebliche Mengen an Sojaschrot in Milchviehrationen ersetzen können. Nach einer Betrachtung aus ernährungsphysiologischer Sicht eignen sich Ackerbohnen, Erbsen und Rapsschrot somit in gleicher Weise als Substitut für Sojaschrot im Milchleistungsfutter. Festzuhalten bleibt ferner, dass sich Körnerleguminosen eher für den Einsatz im geringeren bis mittleren Leistungsbereich eignen und sich Rapsschrot aufgrund seiner spezifischen Nährstoffzusammensetzung sinnvoller zur optimalen Versorgung von höher leistenden Tieren anbietet.

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. 72*) soll noch einmal verdeutlichen, welche Faktoren den Einsatz in bestimmten Leistungsniveaus begrenzen oder begünstigen.

Tab. 72: Zusammenfassung ernährungsphysiologischer Potenziale der Sojasubstitute (eigene Darstellung)

	Einflussfaktor im Einsatzbereich			Empfehlung für Einsatz im Leistungsbereich	
	UDP-Gehalt	Stärkegehalt	Energiegehalt	Herdenleistung	Tagesgemelk
Ackerbohne und Erbse	gering – mittel	leichtlösliche Kohlenhydrate	mittel–hoch	6.000–8.000 kg	bis 25 kg
Bemerkung	UDP-Gehalte für geringe bis mittlere Leistungsniveaus als alleiniger Proteinträger ausreichend, bei höheren Tagesgemelken zusätzlich andere Eiweißkomponente nötig, Stärke -Zuckergehalt der Gesamtration entscheidend				
Rapsschrot	hoch	-	mittel	6.000–10.000 kg	
Bemerkung	In allen Leistungsniveaus einsetzbar, auf Grund der spezifischen Nährstoffzusammensetzung besonders geeignet für höhere Leistungen, evtl. gezielte Energieergänzung nötig				
Luzerne-silage	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 strukturarmen Rationen				

Die hier beschriebenen Eiweißkomponenten eignen sich aus ernährungsphysiologischer Sicht in der Milchviehfütterung gleichsam als Substitut für Sojaschrot. Bei der Auswahl für ihren Einsatz stellt sich neben dem Einbezug des Leistungsniveaus auch noch die Frage nach dem derzeitigen Marktpreis und somit nach der relativen preislichen Vorzüglichkeit gegenüber anderen Futtermitteln.

10.2 Ökosystemleistungen der Sojasubstitute und limitierende Faktoren des Leguminosenanbaus

Im folgenden Abschnitt sollen die Ökosystemleistungen (ÖSL) der relevanten Sojasubstitute Ackerbohne, Erbse, Luzernesilage und Rapsextraktionsschrot untersucht werden in Anlehnung an FISHER ET AL. (2009) werden als ÖSL Strukturen, Prozesse oder Funktionen von Ökosystemen definiert, welche direkt oder indirekt von Menschen konsumiert werden. Das heißt, indem der Mensch aus ökosystemaren Strukturen und Prozessen einen Nutzen zieht, werden diese zu Leistungen. Es ist schwierig, solche Leistungen im Rahmen einer ökonomischen Bewertung des Leguminosenanbaus zu erfassen. Nach dem Betrachten von Einzelaspekten sollen bestehende Bewertungsmöglichkeiten vorgestellt werden. Darüber hinaus sollen insbesondere für die Leguminosen Faktoren aufgezeigt werden, die derzeit einer vermehrten Nutzung dieser Pflanzen limitieren.

Der Schwerpunkt dieses Abschnitts liegt bei den Leguminosen. Diese sind aufgrund ihrer Fähigkeit der symbiontischen N₂-Fixierung in Untersuchungen zu ÖSL meist sehr zentral. Die betrachteten Leguminosen werden vorwiegend in der Fütterung eingesetzt, sodass eine Steigerung ihres Anbaus und der damit einhergehenden Ökosystemleistungen direkt der Futternutzung zugeschrieben werden. Rapsschrot ist hingegen ein Nebenprodukt der Rapsölgewinnung. Dessen Verfügbarkeit und Einsatz in der Fütterung wird demnach 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, was die Handhabung dieser Bewertungen erschwert.

10.2.1 Ökosystemleistungen

10.2.1.1 Leguminosen

Für eine Bewertung des Leguminosenanbaus sind sehr viele Einzelaspekte zu berücksichtigen. Zum einen geht mit ihm eine Vielzahl von sog. Ökosystemleistungen einher. Zum anderen gibt es derzeit noch einige Faktoren, welche dem Anbau von Leguminosen Grenzen setzen. Im Folgenden sollen zunächst die Leistungen der Leguminosen einzeln betrachtet und am Ende des Abschnitts bestehende Grenzen thematisiert werden.

Ökosystemleistungen

Einsparung von Stickstoffdünger

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 (siehe *Abschnitt 8.2*). In der Literatur zu findende Werte zur N₂-Fixierungsleistung von Leguminosen schwanken in Abhängigkeit von u.a. Jahr und Standort sehr stark und weisen Werte von 50 bis 500⁶⁶ kg N/ha auf (WICHMANN ET AL. 2006, HAMPL 1997). Von dem insgesamt in der Leguminose gebundenen N wurden dabei bis zu 96 %⁶⁷ symbiontisch aus der Atmosphäre fixiert (LÓPEZ-BELLIDO ET AL. 2006). In *Tab. 73* sind N₂-Fixierungsleistungen verschiedener Leguminosen zusammengetragen, wobei an den großen Schwankungsbreiten zu erkennen ist, dass sie vielfältigen Einflussfaktoren unterliegen. Neben z.B. Rhizobienbesatz, Sorte und verwendete Messmethode spielen Standortfaktoren eine wichtige Rolle. So wird auf fruchtbareren Standorten mit hohen N-Nachlieferungsraten eine geringere N₂-Fixierung 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).

Tab. 73: N₂-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 ₂ -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
Ackerbohnen	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

Abgesehen von der Nutzung als Gründüngung bzw. -brache wird ein großer Teil des fixierten Stickstoffs mit der Ernte der Leguminosen vom Feld gefahren. Im Einzelfall kann das dazu führen, dass negative N-Bilanzen entstehen – bezieht man mögliche Rückläufe über Wirtschaftsdünger nicht mit ein. Bei Nährstoffbilanzierungen (rechte Spalte in *Tab. 73*) werden

⁶⁶ Laut Köpke & Nemecek (2010) wurden bei Ackerbohnen vereinzelt auch etwa 650 kg N/ha gemessen.

⁶⁷ Untersuchungen an Ackerbohnen

den über die N₂-Fixierung zugeführten N-Mengen die über den Ernteentzug abgeführten gegenübergestellt.

In neueren Untersuchungen werden für die Ermittlung der N-Bilanz von Leguminosen neben jenen Stickstoffmengen in den nach der Ernte auf dem Feld und im Boden verbleibenden Pflanzenrückständen auch solche berücksichtigt, die bereits während der Wachstumsphase über abgestorbene Pflanzenteile und Rhizodeposition⁶⁸ an den Boden abgegeben werden (KÖPKE & NEMEČEK 2010). Ebenso wie bei der N₂-Fixierungsleistung gibt es bei einer N-Bilanz u.a. aufgrund genannter Einflussfaktoren erhebliche Schwankungen in den Literaturwerten (Tab. 73).

Beim Betrachten von N-Bilanzen sind zusätzlich verschiedene Gesichtspunkte zu berücksichtigen. N-Flächenbilanzen sind eng mit der Höhe der N₂-Fixierleistung sowie des N-Ernte-Index⁶⁹ verbunden. Steigt unter guten Wachstumsbedingungen die insgesamt fixierte N-Menge der Körner und der Gesamtpflanze, sind damit in der Regel auch hohe Erntemengen verbunden, wodurch fixierter N vom Feld getragen wird (KÖPKE & NEMEČEK 2010, MAYER & HEB 1997). Ein hoher (N-) Ernte-Index ist damit negativ mit der N-Flächenbilanz korreliert (WICHMANN ET AL. 2006). So wird sich nach SCHMIDTKE & RAUBER (2000:65) die züchterisch angestrebte Erhöhung des N-Ernte-Index in Verbindung mit einer Steigerung der Ertragsleistung bei Leguminosen negativ auf die Nettostickstoffzufuhr auf die Nutzfläche auswirken. Es ist also entscheidend, wie der Aufwuchs genutzt wird und ob geerntete also abgeführte Nährstoffe bei einer hofeigenen Nutzung in Form von Grün- oder Hofdünger wieder dem Boden zugeführt werden. So können bei einer innerbetrieblichen Nutzung der geernteten Futtermittel auch leicht negative oder neutrale N-Bilanzen durch eine Nährstoffrückführung über den Wirtschaftsdünger ausgeglichen bzw. in den positiven Bereich verlagert werden (MAYER & HEB 1997). Wird bei einer Futternutzung des Aufwuchses der N-Rückfluss über die Wirtschaftsdünger nicht berücksichtigt, können im Vergleich von Futter- und Körnerleguminosen bei letzteren höhere und meist positive N-Bilanzen beobachtet werden, wohingegen die N-Bilanzen der Futterleguminosen bei Schnittnutzung meist negativ ausfallen (SCHMIDTKE & RAUBER 2000:64). Eine Erklärung dafür liefert die Menge der auf dem Feld verbleibenden Pflanzenrückstände. Wird bei der Schnittnutzung von Futterleguminosen ein Großteil der Pflanze vom Feld gefahren, verbleiben bei der Körnernutzung von z.B. Ackerbohne und Erbsen die Pflanzenreste und die darin gebundene N-Menge auf dem Feld. Im Gegensatz dazu stehen sehr hohe N-Bilanzen bei einer Nutzung der Leguminosen als Gründüngung, bei der das gesamte Pflanzenmaterial und damit der größte Teil des darin fixierten N auf dem Feld verbleiben. MAYER & HEB (1997) berechnen bei einer Grünbrachennutzung von Rotklee z.B. einen Bilanzsaldo von 312 kg N/ha.

Mit der höchsten symbiotischen N₂-Fixierleistung sowie der größten Aufnahmeeffizienz für luftbürtigen Stickstoff wird laut SCHMIDTKE & RAUBER (2000:62) die Wertschätzung der Ackerbohne bezüglich des Nutzbarmachens des Luftstickstoffs für die Landwirtschaft unterstrichen. Betrachtet man jedoch die gesamte Rotation, gewinnt laut KOLBE (2006) der zweijährige Anbau von Futterleguminosen insbesondere für ökologische und extensive Anbausysteme an Bedeutung. Im Vergleich zum ein- bzw. überjährigen Anbau von Futter- und Körnerleguminosen sind die erzielbaren TM- und N-Erträge höher. Des Weiteren kann mit einer sehr hohen Akkumulation von Bodenfruchtbarkeit durch Ernte- und Wurzelrückstände gerechnet werden.

Zu den im Boden verbleibenden N-Quellen zählen neben Wurzeln und oberirdischen Ernterückständen auch die Rhizodeposition, welche in vielen Berechnungen nicht berücksichtigt

⁶⁸ Wurzelausscheidungen leicht verfügbarer N- und C-Verbindungen während des Pflanzenwachstums

⁶⁹ N-Menge im Erntegut im Verhältnis zum gesamten in der Pflanze gebundenen Stickstoff

werden konnte, jedoch nach WICHMANN ET AL. (2006) einen erheblichen Beitrag zur positiven Vorfruchtwirkung der Leguminosen leistet. Aufgrund eines niedrigen C/N-Verhältnisses der Leguminosenrückstände werden diese rasch zersetzt, sodass die mineralischen N-Verbindungen schnell zur Verfügung stehen und dadurch N-Dünger in der Folgekultur eingespart werden können (TIMMERMANN 2003). 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 Reduktion des Einsatzes von mineralischem N-Dünger liegt demnach ein erhebliches Potenzial, fossile Energie einzusparen und das Treibhauspotenzial landwirtschaftlicher Produktion zu verringern. Bei den bereits in *Abschnitt 5.2.3* erwähnten Mengen an Diesel bzw. CO₂-Äquivalenten (0,9 bis 2 kg bzw. 2,8 bis 16,1 kg), welche für die Herstellung von 1 kg synthetischen Stickstoff benötigt werden, können mit Ackerbohnen (bei einer angenommenen Fixierleistung von 180 kg N/ha) pro ha etwa eine Menge von mindestens 180 l Diesel oder 480 kg CO₂-Emissionen eingespart werden (KÖPKE & NEMECEK 2010). Diese Zahlen verdeutlichen das Potenzial zur Einsparung von nicht regenerativer Energie bzw. CO₂-Emissionen durch den Leguminosenanbau.

Neben der für die Produktion von mineralischem N-Dünger benötigten Energiemenge steigert die Emission von Treibhausgasen (v.a. N₂O) nach seiner Ausbringung dessen Treibhauspotenzial (KÖPKE & NEMECEK 2010). Bei einem Vergleich der kumulativen Emissionen von CO₂, N₂O und CH₄ in verschiedenen Anbausystemen kamen ROBERTSON ET AL. (2000) zu einem Treibhauspotenzial von 114 g CO₂ m⁻² Jahr⁻¹ 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 CO₂ m⁻² Jahr⁻¹. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass dieser gravierende Unterschied teilweise kompensiert werden kann, wenn man die Emission auf die erzeugte Produkteinheit bezieht.

Eine hohe N-Bilanz bzw. die Anreicherung von N-Verbindungen im Boden nach Leguminosen ist allerdings nur positiv zu bewerten, wenn eine Auswaschung der relativ flüchtigen N-Verbindungen⁷⁰ verhindert wird. Eine Möglichkeit dazu bietet der Anbau von Folgefrüchten, die früh einen entsprechenden N-Bedarf aufweisen. Der Anbau von Winterungen oder Zwischenfrüchte aus der Familie der Kreuzblütler nach Leguminosen wird daher nahegelegt (KÖPKE & NEMECEK 2010, LÜTKE ENTRUP ET AL. 2003). Entscheidend ist dabei die N-Aufnahme der Pflanzen bis zum Eintritt des Winters. Laut ALBERT ET AL. (2007:29) sind diesbezüglich Winterraps, -gerste und -roggen sowie Triticale einerseits aufgrund der durch sie aufgenommenen N-Menge bis zum Wintereintritt im Vergleich zu Winterweizen als besser zu bewerten (*Tab. 74*).

Tab. 74: N-Aufnahme verschiedener Winterungen bis zum Eintritt des Winters bei normaler Herbstentwicklung (eigene Darstellung nach Albert et al. 2007)

Winterung	N-Aufnahme bis Wintereintritt [kg N/ha]
Raps	50–80
Roggen, Triticale, Gerste	30–50
Weizen	10–30

Daten von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft weisen zudem auf die Unterschiede einzelner Ackerkulturen in ihrer N-Aufnahme in Abhängigkeit der Zeit (*Abb. 81*). Daran wird das

⁷⁰ vor allem NO₃⁻ und NH₄⁺

große Potenzial des Raps‘ deutlich, vergleichsweise früh große Mengen an Stickstoff zu binden und vor dem Auswaschen zu bewahren. Gerste und Hafer vermögen, den Bodennitratgehalt um 37–50 % bzw. 45–59 % zu senken (KÖPKE & NEMECEK 2010).

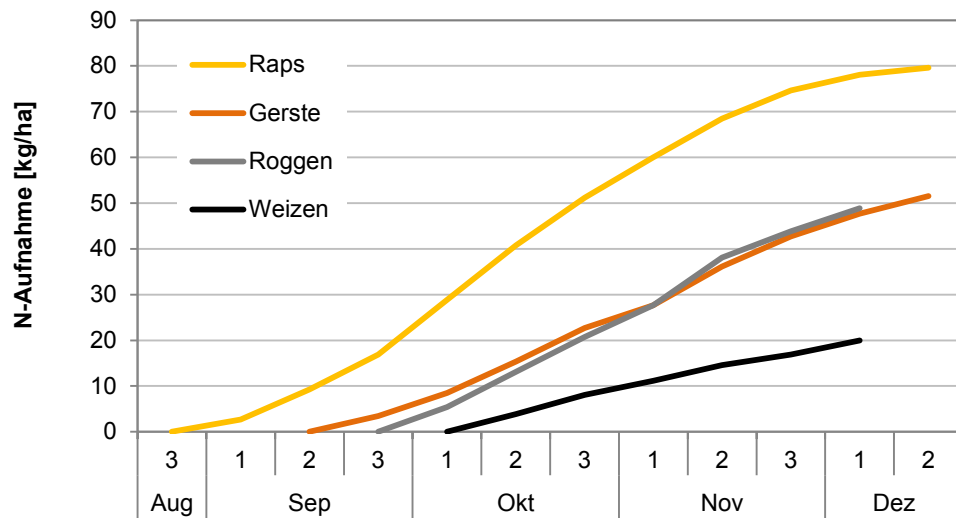


Abb. 81: Modellhafte Darstellung der N-Aufnahme verschiedener Winterungen in Abhängigkeit der Zeit (eigene Darstellung nach SMUL 2012)

Zu beachten ist allerdings, dass eine frühe Saat der Winterung und damit der frühe Umbruch der Vorfrucht gleichzeitig eine intensivere Vorwintermineralisation von organischem Material im Boden mit sich zieht. Für eine gleiche N_{\min} -Menge im Boden muss demnach z.B. Raps auch eine höhere N-Aufnahme im Vergleich zu z.B. Weizen aufweisen.

Auch der Einsatz von Kreuzblütler-Untersaaten wird empfohlen. So können Ölrettich und Senf aufgrund ihres dichten Wurzelsystems als Untersaaten den Nitratgehalt des Bodens um bis zu 90 % reduzieren (JUSTUS & KÖPKE 1995). Im Vergleich mit dem nachfolgenden Anbau von Getreide war die Absenkung des Bodennitratgehalts mithilfe von den Kreuzblütler-Untersaaten erfolgreicher (JUSTUS & KÖPKE 1995). Im Zusammenhang mit dem Verhindern eines Nitrataustrages verweisen SCHMIDTKE & RAUBER (2000:51F) auch die Rolle von mehrjährigen Futterleguminosen. Diese zeigen neben einer hohen symbiontischen N_2 -Fixierungsleistung auch eine im Vergleich zu Körnerleguminosen hohe Aufnahme von pflanzenverfügbarem Stickstoff aus dem Boden und verringern darüber die Gefahr deren Auswaschung. Hervorzuheben ist hierbei die neben Rotklee vor allem Luzerne, welche insbesondere im mehrjährigen Anbau aufgrund der großen Durchwurzelungstiefe auch tiefgründige Nitratvorräte aufnehmen kann (SCHMIDTKE & RAUBER 2000:51).

Verbesserung von Bodeneigenschaften

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. Hinzu

kommt eine Förderung des Bodenlebens, was sich unter anderem in einem erhöhten Regenwurmbesatz äußert und zu einer Durchporung des Bodens führt (TISCHLER 1965:347). Unterstrichen werden diese Aussagen durch Ergebnisse von HOLTHAM ET AL. (2007), die unter Weißklee im Vergleich zu Weidelgras und Brache eine deutlich höhere Permeabilität für Luft und eine bessere Wasserinfiltration beobachteten. So war die Wasserdurchlässigkeit unter Weißklee z.B. viermal größer als unter Weidelgras.

Die sich vergleichsweise schnell zersetzenden Ernte- und Wurzelrückstände stellen bei Herbstsaat kein Hindernis dar (TIMMERMANN 2003). In Fruchtfolgen mit Leguminosen werden daher Anbausysteme möglich, in denen die Bodenbearbeitung reduziert oder mit Direktsaat gearbeitet wird. Des Weiteren wirkt die Eigenschaft der Leguminosen, Grundnährstoffe durch tiefreichende Wurzelsysteme sowie ein hohes Aufschlussvermögen zu mobilisieren, positiv auf die Fruchtfolge und ermöglicht die effiziente Nutzung bodeneigener Nährstoffe (FREYER ET AL. 2005:11, ALBRECHT & GUDDAT 2000). Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die Verbesserung der P-Verfügbarkeit. Insbesondere im Vergleich zu Getreide haben Leguminosen eine ausgeprägte Fähigkeit, über eine Vielzahl von Mechanismen schwerlösliches P zu nutzen, wovon auch Folgekulturen profitieren (KÖPKE & NEMECEK 2010, FREYER ET AL. 2005:127).

Aus den genannten Faktoren ergeben sich verschiedene Einsparungspotenziale für die landwirtschaftliche Erzeugung. Einerseits können Maschinenkosten durch die verbesserte Bodenstruktur bzw. den geringeren Maschineneinsatz reduziert werden. Andererseits trägt die größere Verfügbarkeit von bodeneigenen Nährstoffen zum Verringern des Düngemitelesatzes in der Fruchtfolge bei.

Phytosanitäre Wirkung

Ein weiterer Gesichtspunkt beim Betrachten der Chancen durch den Leguminosenanbau betrifft phytosanitäre Effekte, die von deren Eingliederung in Fruchtfolgen ausgehen. Laut NEMECEK ET AL. (2008) gehen diese Effekte jedoch weniger speziell 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 ein sehr wirksames Instrument für die Eindämmung des Unkrautdrucks (LIEBMAN & DAVIS 2000). Beides führt in der Regel zu einem verminderten Einsatz von Pestiziden (NEMECEK ET AL. 2008). Damit gilt die Diversifizierung von Fruchtfolgen auch als wichtiger Ansatzpunkt zur Vermeidung von Resistenzen von Schaderregern gegenüber Pflanzenschutzmitteln (SCHNEIDER 2008a:19).

Steigerung der Artenvielfalt

Eine Ausweitung des Anbaus von Leguminosen wirkt sich auf zweierlei Wegen positiv auf die Artenvielfalt. Zum einen stellt es ganz allgemein einen Beitrag zur Diversifizierung der Ackerkulturen dar, 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 wird durch eine Erweiterung der Fruchtfolge mit Leguminosen eine Vielzahl an Organismen gefördert, welche wiederum der Gesunderhaltung des Agrarökosystems dienen (FREYER ET AL. 2005:12). Ein Durchbrechen der weitläufigen Nivellierung der Blüheigenschaften, Vegetations- sowie Bodenstrukturen und damit der uniformen Lebensräume begünstigt die Verbreitung von Laufkäferarten, Spinnen, Hummeln, Bienen, Tagfalter und Schwebfliegen (SCHINDLER & SCHUMACHER 2007:29). Hierbei sind insbesondere die mehrjährigen Futterleguminosen von Bedeutung, in denen aufgrund der geringeren Bodenbearbeitungsintensität auch über- bzw. mehrjährige Mikroklimata und

Habitats entstehen können. Durch eine Steigerung des Blütenangebots in Ackerkulturen können blütenbesuchende Insekten wie Bienen und Schwebfliegen gezielt gefördert werden (SCHINDLER & SCHUMACHER 2007:22). Hierbei sind Futterleguminosen im Vergleich zu Körnerleguminosen aus zweierlei Hinsicht günstiger zu bewerten. Einerseits sind Nektar und Pollen der letzteren aufgrund ihrer Blütenform nur für einige Blütenbesucher zugänglich (SCHINDLER & SCHUMACHER 2007:32). Zum anderen nehmen Pflanzenarten mit sehr langer Blühphase wie z.B. Rot- und Weißklee⁷¹ sowie Luzerne eine zentrale Versorgerrolle ein. So können Flächen mit Futterleguminosen im Extremfall in vielen Ackerbaugebieten ab etwa Mitte/Ende Mai eines der wenigen Blütenangebote darstellen (SCHINDLER & SCHUMACHER 2007:26). Bezüglich des Blütenangebotes der Futterleguminosen ist allerdings zu berücksichtigen, dass oftmals ein Schnitt vor der Blüte angestrebt, da die Rohproteingehalte während der Vegetationsperiode abnehmen (siehe *Abschnitt 8.2.2*). Welchen Beitrag die Futterleguminosen tatsächlich zur Ernährung von Blütenbesuchern leisten, bleibt demnach noch genau zu klären. Doch auch Körnerleguminosen wie die Ackerbohne stellen aufgrund ihres Blütenreichtums eine wichtige Nahrungsgrundlage für bestäubende Insekten dar, wobei insbesondere die Hummel hervorzuheben ist (KÖPKE & NEMEČEK 2010).

Vor dem Hintergrund des weltweiten Rückgangs bestäubender Organismen gewinnen diese Aspekte des Leguminosenanbaus an Bedeutung. Seit den 1940er Jahren nahm z.B. in Nordamerika die Anzahl der Honigbienen um 60 % ab (AIZEN ET AL. 2009). In Westeuropa wird ein ebenso enormer Rückgang der Wildbienenpopulationen angenommen, wobei als Ursachen neben dem im Zuge der landwirtschaftlichen Intensivierung steigenden Einsatz an Pflanzenschutzmitteln insbesondere der Rückgang an Lebensraum und Nahrungsgrundlage angeführt werden (AIZEN ET AL. 2009, HEIN 2009). HEIN (2009) betont die gleichzeitig zentrale Rolle der Insektenbestäubung für die Erzeugung von pflanzlichen Proteinen für die menschliche und tierische Ernährung und Vitaminen, da neben z.B. Sojabohnen, Erbsen und Ackerbohnen auch Raps, Ölpalmen sowie Obst und Gemüse von Insekten bestäubt werden. Weitere Studien zeigen, dass auch Vertebraten wie z.B. der Feldhase vom mehrjährigen Feldfutterbau mit Leguminosen profitieren (GODT ET AL. 2010).

Neben der Diversifizierung und Verbreitung der genannten oberirdisch lebenden Organismen sind auch positive Wirkungen auf die Bodenfauna zu verzeichnen, was unter anderem auf Bodenbeschattung, -ruhe und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit zurückgeführt werden kann. Untersuchungen, die diese Effekte nachweisen, sind allerdings weniger verbreitet und konzentrieren sich v.a. auf die positiven Wirkungen des bei der N-Fixierung anfallenden H₂ auf die Vielfalt von Mikroorganismen (KÖPKE & NEMEČEK 2010). Aufgrund des erhöhten Nahrungsangebotes werden durch ein vielfältiges Bodenleben wiederum auch die epigäisch lebenden, räuberischen Organismen gefördert (SCHINDLER & SCHUMACHER 2007:26).

Weitere Chancen

Neben den bereits genannten Vorteilen des Anbaus von Leguminosen ergeben sich weitere Potenziale aus ihrer Nutzung im Bereich der menschlichen und tierischen Ernährung, welche bereits vorgestellt wurden, jedoch der Vollständigkeit halber an dieser Stelle erwähnt werden sollen. So besteht die Möglichkeit, das aufgezeigte Eiweißdefizit für die Fütterung europäischer Tierbestände aus eigener Erzeugung zu verkleinern, sowie eine Tierernährung ohne gv

⁷¹ Blüht vom späten Frühjahr bis zum November (Keller et al. 1999:762).

Futtermittel zu erreichen. Von vielen Seiten werden somit sowohl im Futter- als auch im Lebensmittelsektor große potentielle Absatzmärkte gesehen (WEHLING 2009).

Bewertungsmöglichkeiten

Beschränkt sich die ökonomische Bewertung einer Ackerkultur und die daraus resultierende Anbauentscheidung lediglich auf das Abwägen von Erlös und Kosten ihres Anbaus, schneiden Leguminosen insbesondere im Vergleich zu den Marktfrüchten Winterweizen, Winterraps und Braugerste meist relativ schlecht ab. 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 oben beschriebenen Wechselwirkungen zwischen den Einzelkulturen einer Fruchtfolge nicht berücksichtigt werden (LÜTKE ENTRUP ET AL. 2003, ALBRECHT & GUDDAT 2000). Der Einfluss einer Frucht auf Folgekulturen bzw. die gesamte Fruchtfolge wird als Fruchtfolge- bzw. Vorfruchtwert bezeichnet (LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN 2000:653). Da vom Fruchtfolgewert der Leguminosen beim Anbau der Folgekulturen sowohl Mehrerträge als auch Einsparpotenziale von Produktionsmitteln ausgehen, ist es nötig, diesen bei einer Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Leguminosenanbaus mit einfließen zu lassen.

Eine monetäre Bewertung des Fruchtfolgewertes von Leguminosen ist allerdings aufgrund der Vielzahl aufgeführter Einflussfaktoren und Schwankungsbreiten sehr schwierig. Meist erfolgt daher die Bewertung des Fruchtfolgewertes auf Basis der Einzelparameter: Mehrerträge der Folgekulturen, Einsparung von N-Dünger, verringerter Aufwand für die Bodenbearbeitung sowie Einsparungen durch den geringeren Pestizideinsatz und der Senkung der Arbeitserledigungskosten (BISCHOFF ET AL. 2008, LÜTKE ENTRUP ET AL. 2003).

In Tab. 75 sind die durch den Anbau von verschiedenen Vorfrüchten erzielten Mehrerträge der Folgekulturen im Vergleich zu einer Getreidevorfrucht angegeben, welche sich aus mehreren Anbauversuchen in Deutschland ergaben.

Tab. 75: relative Mehrerträge [%] verschiedener Kulturen als 1. Nachfrüchte nach Leguminosen, Winterraps und Kartoffeln im Vergleich zu einer Getreidevorfrucht (eigene Darstellung nach Paffrath 2004 u. 2009, Albrecht & Guddat 2000)

Kultur	Vorfrucht					
	Gedüngt**			Ungedüngt		
	Leguminosen	Wi-Raps	Kartoffeln	Leguminosen	Wi-Raps	Kartoffeln
Wi-Weizen	5,6–18,2	4,8–16,7	0–9,5	42,5–139,8	34,6–39,7	25,7–76,3
	Ackerbohnen		Erbsen	Rotklee		Buschbohnen
Kartoffeln*	15		13	11		13

*Bei den Werten handelt es sich jeweils um einen Durchschnitt von 4 Versuchsjahren. **Die Düngung erfolgte in dem Versuch nach einer Stickstoffbedarfsanalyse, basierend auf dem N_{min} -Gehalt des Bodens zu Vegetationsbeginn.

Auch in den zweiten und dritten Folgefrüchten können die ertragssteigernden Wirkungen des Leguminosenanbaus nachgewiesen werden. PAFFRATH (2009) untersuchte in diesem Zusammenhang Erträge von Winterweizen und Sommergerste als 2. Nachfrucht nach Leguminosen im Vergleich zu einer Getreidevorfrucht. Die relativen Mehrerträge von Winterweizen nach Ackerbohnen und Erbsen betragen dabei 3 %. Bei Sommergerste konnten sogar 22 bzw. 24 % mehr geerntet werden.

ALBRECHT & GUDDAT (2000) erfassten zudem die Veränderungen des N-Bedarfs von Winterweizen als erste Folgekultur nach den Vorfrüchten Körnerleguminosen, Winterraps und

Kartoffeln. Nach Leguminosen konnte im Gegensatz zu den beiden anderen Vorfrüchten in jedem Versuchsjahr eine Einsparung an N-Dünger für den Winterweizen festgestellt werden. Der N-Düngerbedarf des Winterweizens verringerte sich dabei im Mittel von vier Versuchsjahren um 15 kg N/ha⁷² und lag damit deutlich über den durchschnittlichen Einsparpotenzialen nach Winterraps (8 kg N/ha) oder Kartoffeln (6 kg N/ha).

Im Allgemeinen gilt zum einen, dass sich sowohl positive als auch negative Vorfruchtwirkungen über mehrere Rotationen akkumulieren können (BAEUMER 1992:355). Ein sehr wichtiger Aspekt ist zum anderen, dass die (Vor-) Vorfruchtwirkungen von Leguminosen umso stärkere Ausprägungen aufweisen, je geringer die Bodenfruchtbarkeit, das Düngenniveau und die Produktionsintensität oder je einseitiger die Fruchtfolge ist (TIMMERMANN 2003, LÜTKE ENTRUP ET AL. 2000). Diese Abhängigkeit wird in *Tab. 75* im Vergleich der gedüngten und ungedüngten Versuchsvarianten offensichtlich, wobei insbesondere die Leguminosenvorfrüchte in den ungedüngten Varianten zu erheblichen Mehrerträgen beim Winterweizen führten.

Laut VON RICHTHOFEN ET AL. (2006) und VON RICHTHOFEN (2005) kann bei einem Getreideanbau nach Leguminosen im Vergleich zu einer Getreidevorfrucht ungefähr mit den in *Tab. 76* dargestellten Vorteilen gerechnet werden.

Tab. 76: Beim Getreideanbau nach Leguminosen erzielbare Vorteile im Vergleich zu einer Getreidevorfrucht (eigene Darstellung nach von Richthofen et al. 2006, von Richthofen 2005)

Durchschnittlicher Mehrertrag	5 bis 10 dt/ha
Einsatz mineralischer N-Dünger	-20 bis -25 %
Kosten für Pestizide	-20 bis -25 %
Kosten für Bodenbearbeitung	-25 bis -30 %
Entzerren von Arbeitsspitzen im Herbst	300 Schlepperstunden weniger

Werden neben den zusätzlichen Erlösen aufgrund der Mehrerträge auch die Potenziale zur Einsparung von Düngemitteln, Treibstoff und Arbeitszeit unter Berücksichtigung der aktuellen Preise monetär bewertet, kann der Vorfruchtwert des Leguminosen-Fruchtfolgeglieds aufsummiert werden. Es ist leicht nachzuvollziehen, dass die auf diesem Weg erhaltenen Angaben große Schwankungsbreiten aufweisen und schlecht auf andere Kulturen oder Standorte übertragen werden können. Einige Werte sind in *Tab. 77* zusammengestellt.

Tab. 77: Vorfruchtwerte von Körnerleguminosen (eigene Darstellung)

Studie	Vorfruchtwert [€/ha und Jahr]
TIMMERMANN 2003	66,5–177,5
LÜTKE ENTRUP ET AL. 2003	185–225
ALBRECHT & GUDDAT 2000	120–140

⁷² mit einer Schwankungsbreite von 5 bis 35 kg N/ha

Laut LÜTKE ENTRUP ET AL. (2003) wird in der Regel beim Berechnen des Deckungsbeitrags von Ackerkulturen der jeweilige Vorfruchtwert nicht mit berücksichtigt (linke Seite in *Abb. 82*). Fließt der Vorfruchtwert von Leguminosen in die ökonomische Bewertung von Fruchtfolgen mit ein, gewinnen diese an Vorzüglichkeit und Konkurrenzfähigkeit im Vergleich zu anderen Ackerkulturen (rechte Seite in *Abb. 82*). Es ist zu beachten, dass sich die in *Abb. 82* dargestellten Relationen der verschiedenen Deckungsbeiträge in Abhängigkeit von u.a. jährlich schwankenden Erzeugerpreisen oder Betriebsmittelkosten (vgl. BMELV 2011a) verändern.

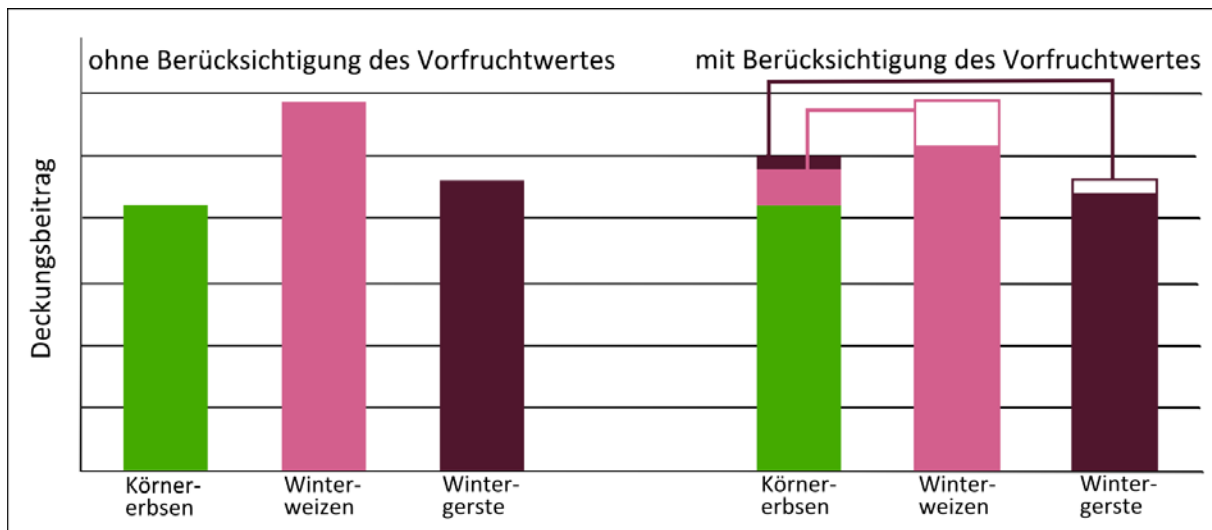


Abb. 82: Deckungsbeiträge einer Fruchtfolge ohne bzw. mit Berücksichtigung von Vorfruchtwerten (verändert nach Lütke Entrup et al. 2003)

Ein erweiterter Ansatzpunkt zur ökonomischen sowie ökologischen Bewertung des Leguminosenanbaus liegt in der Anwendung der Lebenszyklus-Analyse (Life Cycle Assessment, LCA). Dabei werden die Auswirkungen des Anbaus von Leguminosen auf verschiedene Wirkungskategorien⁷³ untersucht und diese auf unterschiedliche funktionelle Einheiten⁷⁴ bezogen. Im Folgenden sollen zwei Studien vorgestellt werden, die aus verschiedenen Blickwinkeln eine LCA von Leguminosen durchführten.

NEMECEK ET AL. (2008) untersuchten mithilfe einer LCA die Umweltauswirkungen einer Eingliederung von Leguminosen in Fruchtfolgen, indem sie an verschiedenen Standorten Europas jeweils eine Fruchtfolge ohne (*FF 1*: Raps, Winterweizen, Winterweizen, Winterweizen, Gerste) bzw. mit Erbsen (*FF 2*: Raps, Winterweizen, Erbsen, Winterweizen, Gerste) prüften. Für den deutschen Standort in Sachsen-Anhalt ermittelten sie für die Erbsen-Fruchtfolge sowohl eine Reduktion des Verbrauchs an nicht-erneuerbaren Energien um 14 % als auch ein um 11,5 % geringeres Treibhauspotenzial. In beiden Wirkungskategorien resultieren die größten Unterschiede aus einem geringeren Verbrauch an Düngemitteln und sowie einer reduzierten Bodenbearbeitung (*Abb. 83*).

⁷³ z.B. Verbrauch von nicht erneuerbaren Ressourcen, Treibhauseffekt oder Ökotoxizität

⁷⁴ Wirkung bzw. Aufwand der Erzeugung pro a) Hektar und Jahr, b) erzeugte Produkteinheit, c) erzielte Einnahmen

Verbrauch nicht-erneuerbarer Energie

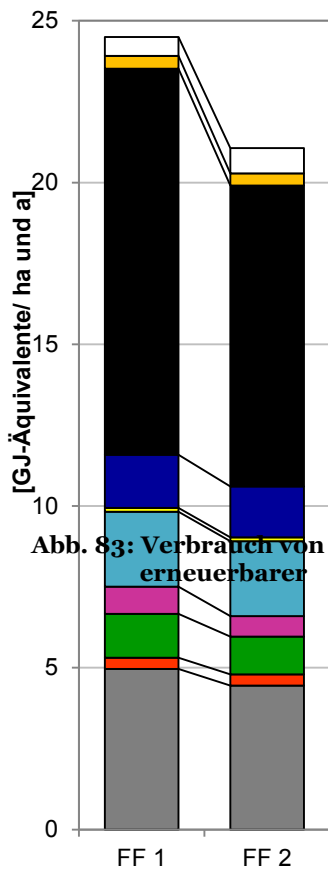
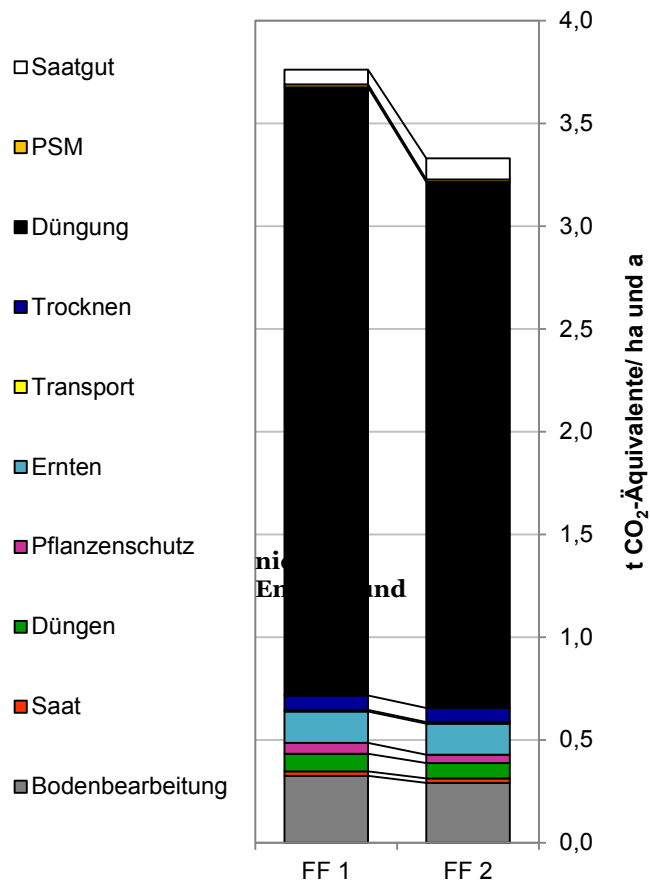


Abb. 83: Verbrauch von nicht-erneuerbarer Energie

Treibhauspotenzial



Treibhauspotenzial der Fruchtfolgen FF 1 (ohne Erbsen) und FF 2 (mit Erbsen) für einen Standort in Sachsen-Anhalt (eigene Darstellung nach Nemecek et al. 2008)

In Bezug auf das Eutrophierungspotenzial wiesen beide Fruchtfolgen ähnliche Werte auf (Abb. 84). Als Ursache dafür finden NEMECEK ET AL. (2008) zwei gegenläufige Effekte. Einerseits war in der Erbsenfruchtfolge aufgrund eines geringeren Einsatzes von N-Düngern die Emission von N-Verbindungen vermindert (NH_3 : -26 %, N_2O : -10 %, NO_x : -11 %). Andererseits wies diese Fruchtfolge eine höhere Nitratauswaschung auf, da der Boden im Zeitraum zwischen der Weizenernte im August und der Erbsensaart im März des Folgejahres unbedeckt war. NEMECEK ET AL. (2008) machen allerdings darauf aufmerksam, dass durch den Einsatz von Zwischenfrüchten letzterer Effekt eingedämmt und dadurch das Eutrophierungspotenzial der Erbsenfruchtfolge deutlich verringert werden könnte.

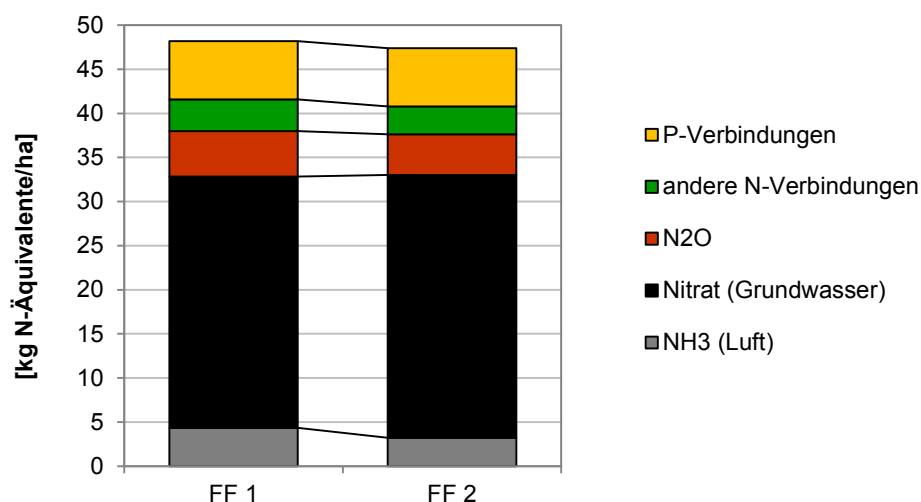


Abb. 84: Eutrophierungspotenzial der Fruchtfolgen FF 1 (ohne Erbsen) und FF 2 (mit Erbsen) für einen Standort in Sachsen-Anhalt (eigene Darstellung nach Nemecek et al. 2008)

Im Vergleich der Deckungsbeiträge beider Fruchtfolgen ergaben sich trotz eines geringeren Ertrags leichte Vorteile bei der Erbsenfruchtfolge (*FF 1*: 644 bzw. *FF 2*: 674 €/ha und Jahr), was auf Kostenersparnisse durch den verminderten Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz sowie meist geringere variable Maschinenkosten zurückgeführt werden konnte. Insbesondere aufgrund der geringeren Erträge wurden die Vorteile der Leguminosen trotz der insgesamt höheren Energieeffizienz beim Betrachten der benötigten Bruttoenergie pro Produkteinheit geschmälert. Würde allerdings der Rohproteinertrag als Referenz dienen, wäre laut KÖPKE & NEMECEK (2010) wiederum mit einem größeren Unterschied zugunsten der Leguminosenfruchtfolge zu rechnen. Für die untersuchten europäischen Standorte erwies sich die Einführung von Körnerleguminosen als Möglichkeit, die Umweltwirkungen je Flächeneinheit der Landwirtschaft zu reduzieren. Wie zu erwarten war, wurden in Regionen mit hohem Getreideanteil und intensiver Düngung mit mineralischen N die höchsten Potenziale des Einsatzes von Leguminosen gefunden (NEMECEK ET AL. 2008).

Einen mehr auf die Fütterung bezogenen Ansatz verfolgten BAUMGARTNER ET AL. (2008). Sie untersuchten mithilfe einer LCA die Umweltwirkungen von einem Ersatz des Sojas in Futtermitteln durch Körnerleguminosen für verschiedene europäische Standorte und unterschiedliche Nutztierarten. Dabei verglichen sie die Rationen SOY (Standardfuttermitteln mit Soja als Haupteisweißlieferant) und GLEU (Alternativrationen, in denen Soja durch die Eiweißlieferanten Erbsen und Ackerbohnen ersetzt wurde)⁷⁵ in Bezug auf deren Ressourcen⁷⁶- und Nährstoff⁷⁷-basierten Wirkung auf die Umwelt. Viele der hier angesprochenen ÖSL der Leguminosen flossen in die Studie mit ein. In Bezug auf die Umweltwirkung der erzeugten tierischen Produkte unterstrichen BAUMGARTNER ET AL. (2008) zunächst den großen Beitrag der Futtermittel. Durch Anbau, Transport und Verarbeitung würden sie für mehr als 50 % des Energiebedarfs bzw. des Eutrophierungspotenzials für mehr als zwei Drittel des Treibhauspotenzials und für nahezu die gesamte Ökotoxizität tierischer Produkte verantwortlich

⁷⁵ Es wurde beachtet, dass Körnerleguminosen neben Eiweiß auch Energie liefern und die Ration entsprechend angepasst.

⁷⁶ Energieverbrauch, Treibhauspotenzial, Ozonstehung

⁷⁷ Eutrophierungs- und Versauerungspotenzial

sein. Die Ergebnisse des Vergleichs der Umweltwirkungen von SOY und GLEU pro kg eines tierischen Produkts sind in Tab. 78 zusammengetragen.

Tab. 78: Ressourcen- und nährstoffbasierte Umweltwirkungen von Futtermitteln mit europäischen Körnerleguminosen (GLEU) in % der Umweltwirkungen von Futtermitteln mit Soja (SOY) (verändert nach Baumgartner et al. 2008)

sehr günstig	günstig	ähnlich	ungünstig

REGION		NRW*	KAT	BRET	BRET	DAC
tierisches Erzeugnis		Schweinefleisch	Schweinefleisch	Hähnchenfleisch	Eier	Milch
Ressourcen-basierte Wirkungen	Energieverbrauch [MJ-Äqu.]	99	94	93	94	91
	Treibhauspotenzial [kg CO ₂ -Äqu.]	95	98	89	89	96
	Ozonentstehung [g-Ethen-Äqu.]	98	106	97	95	97
Nährstoff-basierte Wirkungen	Eutrophierung [g N-Äqu.]	93	117	105	106	102
	Versauerung [g SO ₂ -Äqu.]	98	98	98	99	99

*NRW: Nordrheinwestfalen, KAT: Katalonien, BRET: Bretagne, DAC: Devon und Cornwall

Es ist zu sehen, dass die GLEU-Rationen in den meisten Fällen mindestens ähnliche und oft auch bessere Umweltwirkungen nach sich zogen. Ähnlich wie bei der Betrachtung einzelner Fruchtfolgen von NEMECEK ET AL. (2008) sind die günstigsten Effekte des Ersatzes von Soja in den Futtermitteln bei den Ressourcen-basierten Umweltwirkungen zu verzeichnen, was laut den Autoren der Studie v.a. auf den geringeren Verbrauch mineralischer N-Dünger, den geringeren Energieverbrauch zum Trocknen und Verarbeiten der Futtermittel⁷⁸ und das hohe Treibhauspotenzial des ersetzten Sojas zurückgeführt werden kann. In Bezug auf die nährstoffbasierten Umweltwirkungen waren die festgestellten Unterschiede zu den Rationen auf Sojabasis zum Großteil nicht signifikant. Dennoch weisen die GLEU-Rationen tendenziell ein größeres Eutrophierungspotenzial auf, was aus hohen Nitratauswaschungspotenzialen, geringeren Erträgen der Körnerleguminosen und den damit verbundenen erhöhten Nährstoffverlusten pro kg des tierischen Produkts resultiert.

NEMECEK ET AL. (2008) und BAUMGARTNER ET AL. (2008) machen deutlich, dass sowohl aus Sicht des Pflanzenbaus als auch der Fütterung die Ausprägung der Umweltwirkungen durch die Einführung von Leguminosen sehr stark von anderen Faktoren beeinflusst wird. So wird z.B. das Eutrophierungspotenzial erheblich davon beeinflusst, welche (Zwischen-) Früchte in der Fruchtfolge nach den Leguminosen stehen. Bei der Beurteilung auf der Basis von Futtermitteln haben neben den Leguminosen auch die anderen eingesetzten Futtermittel und deren Erzeugung entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse des Rationsvergleichs. Dadurch wird eine von den Rahmenbedingungen losgelöste Bewertung von Leguminosen erschwert.

Dennoch kommen beide Studien zu dem Schluss, dass der erweiterte Anbau von Leguminosen bzw. deren Einsatz in der Fütterung in Deutschland und Europa eine beachtenswerte Option

⁷⁸ In den GLEU-Alternativen konnte mithilfe der Körnerleguminosen auch ein Großteil der Rübenschnitzel und des Weizens ersetzt werden.

darstellt, um die Umweltwirkungen der Landwirtschaft und Lebensmittelerzeugung vor dem Hintergrund endlicher Energieressourcen und des Klimawandels zu reduzieren.

10.2.1.2 Raps und Rapsextraktionsschrot

Um Aussagen über die ÖSL von Rapsschrot zu treffen, die mit jenen über die Leguminosen vergleichbar sind, muss beim Anbau dessen Ausgangsstoffs Raps angesetzt werden.

In Deutschland ist Winterraps eine der bedeutendsten Ackerfrüchte. In den letzten Jahren wurde die Anbaufläche stark ausgeweitet (Abb. 85), sodass Raps im Jahr 2011 mit einer Fläche von 1,33 Mio. ha einen durchschnittlichen Anteil von 11 % an der Ackerfläche 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 der deutschen Anbaufläche für die Herstellung von Biodiesel verwendet, was einem Flächenanteil von mehr als 75 % entspricht (BOCKEY 2012). In den letzten Jahren ist allerdings ein Rückgang der Rapsfläche zu verzeichnen. 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 Neueinsaat anderer Früchte zurückzuführen (BMELV 2011b). Weitere Gründe für das Stagnieren der Rapserezeugung sind im *Abschnitt 8.1.2* nachzulesen.

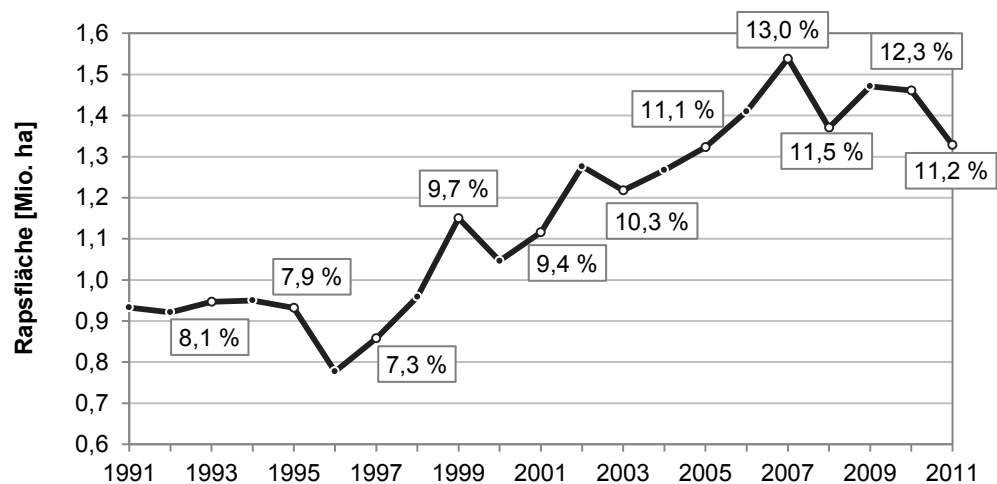


Abb. 85: Entwicklung der Rapsanbaufläche in Deutschland von 1991 bis 2011 sowie deren Anteile am gesamten Ackerland Deutschlands (eigene Darstellung nach Destatis 2012a)

Die Anbaubedeutung von Raps im Vergleich zu anderen Ackerkulturen schwankt allerdings regional sehr stark, sodass in jenen Bundesländern mit den größten Anteilen an der gesamten deutschen Rapsfläche (Mecklenburg-Vorpommern 16 % und Sachsen-Anhalt 12 % im Jahr 2011) der Rapsanteil in der Fruchtfolge deutlich über dem deutschen Durchschnitt liegt (Abb. 86).

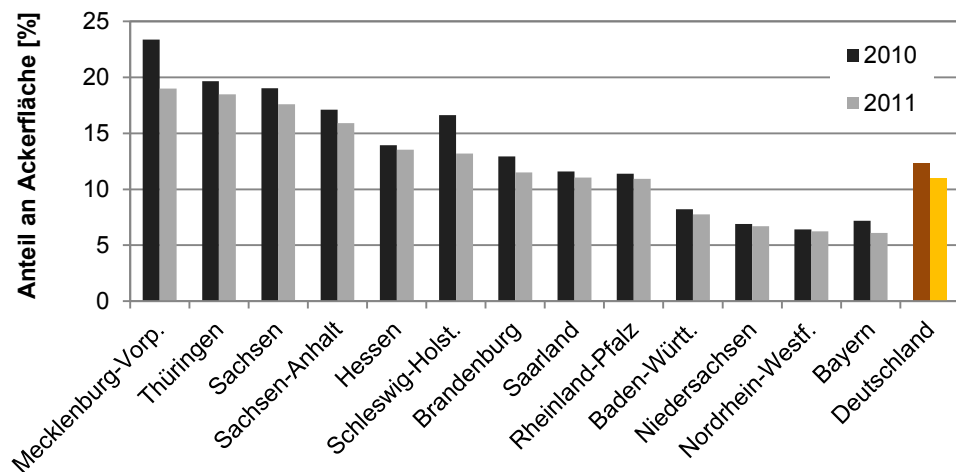


Abb. 86: Anteil von Raps an der Ackerfläche der Bundesländer und von Deutschland 2010 und 2011 (eigene Darstellung nach BMELV 2011b)

Wie aufgrund des Anbaurückgangs zu erwarten ist, zeigt *Abb. 86* eine Verringerung der Anteile von Raps an der gesamten Ackerfläche in Deutschland im Vergleich der Jahre 2010 und 2011.

Dem Raps wird insbesondere in Anbaugebieten und Betrieben mit hohem Getreideanteil ein sehr guter Vorfruchtwert zugesprochen. Einerseits können in solchen Fruchtfolgen mit Raps Infektionszyklen unterbrochen werden. Da es sich bei Raps ebenso wie bei den Leguminosen um eine Blattfrucht handelt, ist andererseits die Wirkung auf die Bodeneigenschaften als ähnlich positiv zu bewerten. Durch das gut ausgebildete Wurzelsystem sowie seine lange Vegetationszeit und die sich daraus ergebende lange Bodenbedeckung werden die Gare und die biologische Aktivität des Bodens gefördert und Bodenerosion verhindert (TLL 2008, LICKFETT 2000:9). Im Vergleich zu Körnerleguminosen schätzt VULLIQUOD (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 (zum Teil bis zu 200 kg N/ha) bereits im Herbst dem Boden beträchtliche N-Mengen entzogen. Wie bereits im *Abschnitt 10.2.1.2 (Abb. 81)* gezeigt wurde, eignet sich der Rapsanbau daher 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, 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 auswaschungsgefährdetem Nitrat nach der Rapsernte als sehr hoch eingeschätzt werden kann (LICKFETT 2000:11). Auch eine Erhöhung der gasförmigen N-Verluste insbesondere in Form von N₂O ist nach einer Rapsernte zu verzeichnen (LICKFETT 2000:13). Wie bei den Leguminosen wird daher ein Anbau von Zwischenfrüchten nach der Rapsernte empfohlen, um größere Nitratstickstoffmengen zu binden.

Wie bereits erwähnt, besitzt der Raps aufgrund seiner langen Bodenbedeckung und intensiven Durchwurzelung positive Wirkungen auf das Bodenleben. Die Vielzahl an Blüten steigert zudem die Bedeutung von Raps für blütenbesuchende Tiere, wobei im Vergleich zu den Leguminosen dem Raps eine kürzere Blühdauer zuzuschreiben ist (SCHINDLER & SCHUMACHER 2008).

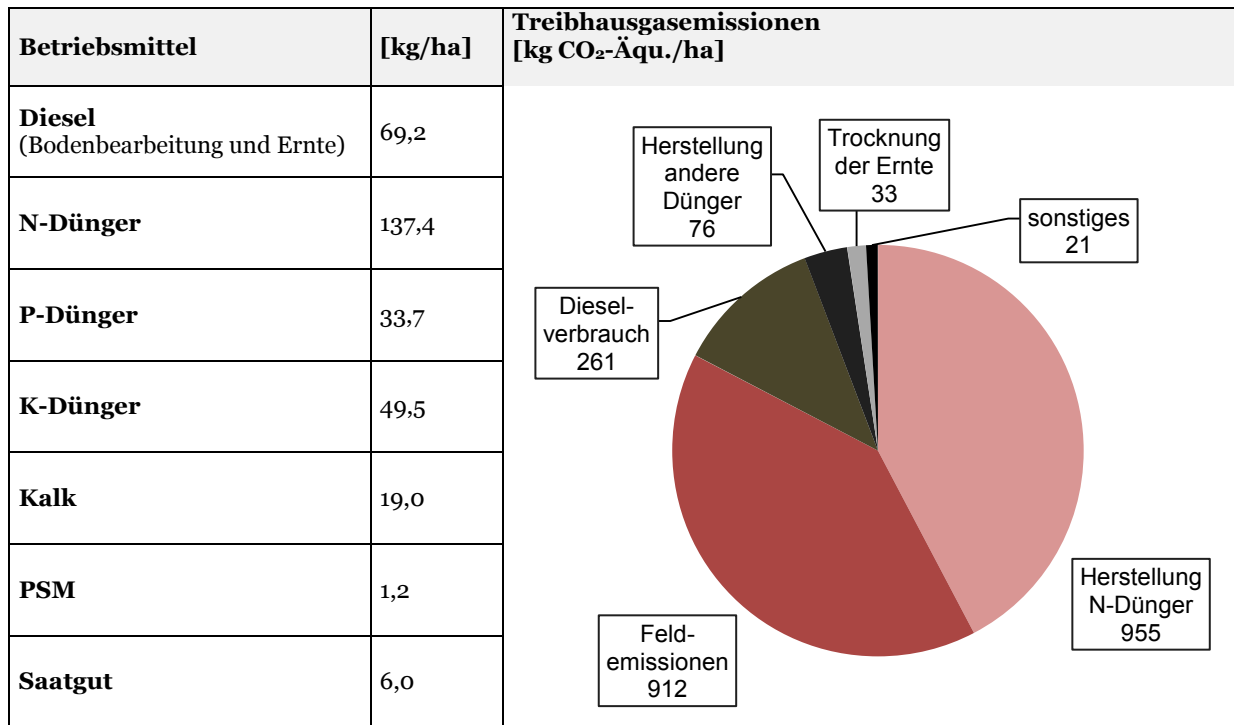
Aus der Gesamtheit der Wirkungen des Rapsanbaus resultieren Mehrerträge eines nachfolgenden Winterweizens von bis zu 20 dt/ha (POMMER 1994) in Versuchen⁷⁹ und bis zu 14,6 dt/ha in der Praxis im Vergleich zu einer Getreidevorfrucht (HONERMEIER & GAUDCHAU 2001). Dabei sind allerdings erhebliche standortbedingte Schwankungen zu beachten. Insbesondere bei Böden mit geringerer Ackerzahl sind die bei der Nachfrucht Winterweizen erzielbaren Mehrerträge im Vergleich zur Getreidevorfrucht deutlich geringer (HONERMEIER & GAUDCHAU 2001). Im Vergleich zu anderen nicht legumen Blattfrüchten als Vorfrucht sind die entstehenden Mehrerträge bei Winterweizen nach Raps auf einem ähnlichen Niveau. Basierend auf den erzielbaren Nachfruchterträgen ergibt sich laut TLL (2008) beim Betrachten mehrerer Vorfrüchte folgende Rangfolge: Körnerleguminosen > Winterraps/Kartoffeln > Hafer > Sommergerste > Winterweizen. Abgeleitet aus den potentiellen Mehrerträgen der Nachfrucht sowie Einsparungen an N-Dünger und Pflanzenschutzmitteln und verringerter Aufwand für Bodenbearbeitung bei deren Anbau kann der Vorfruchtwert beziffert werden. In der Literatur wird der Vorfruchtwert von Raps mit 80 bis 140 €/ha (TLL 2008, HONERMEIER & GAUDCHAU 2001), 66 bis 257 €/ha (GRUNERT 2007) bzw. 130–150 €/ha (AIGNER & HEGE 2006) angegeben. Raps ist nicht selbstverträglich. Eine Vielzahl von tierischen und pilzlichen Schaderregern erfordert eine Anbaupause von mindestens drei Jahren, was einem Höchstanteil von 25 % an der Fruchtfolge eines Betriebes entspricht (LFL 2011d, HONERMEIER & GAUDCHAU 2001). Das TLL (2008) empfiehlt für den Rapsanbau sogar nur einen maximalen Fruchtfolgeanteil von 20 %. Obwohl die durchschnittlichen Fruchtfolgeanteile von Raps derzeit unter diesem Grenzwert liegen, wird dieser dennoch bereits in einigen 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, da sie ebenfalls Wirtspflanzen einiger Schaderregern von Raps darstellen (TLL 2008, GRUNERT 2007). Dabei muss betont werden, dass das Nichteinhalten der Anbaupausen zu signifikanten Ertragseinbußen von etwa 20 % aufgrund eines erhöhten Schaderregersdrucks führt (TLL 2008). Ein resultierender erhöhter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln steht dabei einem nur geringfügigen damit erzielten Ertragszuwachs gegenüber, wodurch zum einen die Wirtschaftlichkeit des Rapsanbaus verringert und zum anderen dessen negative Umweltwirkungen erhöht werden (TLL 2008, GRUNERT 2007).

Raps hat im Vergleich zu anderen Ackerkulturen einen sehr hohen Nährstoffbedarf (SCHNEIDER-GÖTZ ET AL. 2011:84). Die Düngung von insbesondere Stickstoff nimmt somit bei der Diskussion um Umweltwirkung und Energieeffizienz des Rapsanbaus eine zentrale Rolle ein. In *Tab. 79* ist der durchschnittliche Bedarf an Betriebsmitteln für einen ha Raps zusammengetragen. 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 der Ausbringung einhergehenden Emissionen von N-Verbindungen auf dem Feld (hauptsächlich N₂O) an zweiter Stelle (40,4 %). Letztere beruhen auf der Annahme des IPCC, dass 1 % der N-Düngergabe als N₂O emittieren (DE KLEIN ET AL. 2006:11). CRUTZEN ET AL. (2008) schätzt allerdings den Anteil der N₂O-Emissionen an der Düngemittelgabe mit 3–5 % bedeutend größer ein. Nach dieser Annahme würden die negativen

⁷⁹ mit ortsüblicher Düngung in mehreren Gaben (Pommer 1994)

Klimawirkungen des Rapsanbaus aufgrund des hohen Bedarfs an Stickstoff deutlich erhöht. Aufgrund der großen Bedeutung des N-Düngers für die Klimabilanz des Rapsanbaus könnte diese allerdings durch die Einsparung von N-Dünger mithilfe von z.B. dem Nutzen von legumen Vorfrüchten deutlich verbessert werden.

Tab. 79: Mittlerer jährlicher Betriebsmitteleinsatz für den Rapsanbau in Deutschland bei einem Ertrag von 31,13 dt/ha sowie damit verbundene Treibhausgasemissionen (eigene Darstellung nach Majer & Oehmichen 2010)



Die Verbesserung der Klimabilanz ist für den europäischen Rapsanbau derzeit von erheblicher Bedeutung. Seit dem Inkrafttreten der EU-RL 2009/28/EG im Jahr 2009 ist das Treibhausgas-Minderungspotenzial von Biokraftstoffen im Vergleich zu einer fossilen Referenz für deren Einsatz in der EU entscheidend. Aktuell muss Treibhausgas-Minderungspotenzial mindestens 35 % betragen, doch wird es ab 2017 auf 50 % und ab 2018 auf 60 % erhöht (EU-RL 2009/28/EG). Die derzeit geltenden Standardwerte ergeben für Biodiesel aus Rapsöl ein Treibhausgas-Minderungspotenzial von nahezu 38 % im Vergleich zu einem fossilen Kraftstoff (Abb. 87). Ohne eine Verbesserung dessen Klimabilanz wäre also der Einsatz von Biodiesel aus Raps in der EU nach 2017 ungewiss. Die Standardwerte, das sich daraus ableitende Treibhausgas-Minderungspotenzial von Biodiesel aus Raps sowie die Berücksichtigung der Klimawirkung von direkten und indirekten Landnutzungsänderungen sind derzeit Grundlage heftiger Diskussionen in der Biokraftstoffbranche. An dieser Stelle soll jedoch lediglich auf sich damit auseinandersetzen Veröfentlichungen hingewiesen werden: BOCKEY 2012, NAUMANN ET AL. 2012, MAJER & OEHMICHEN 2010.

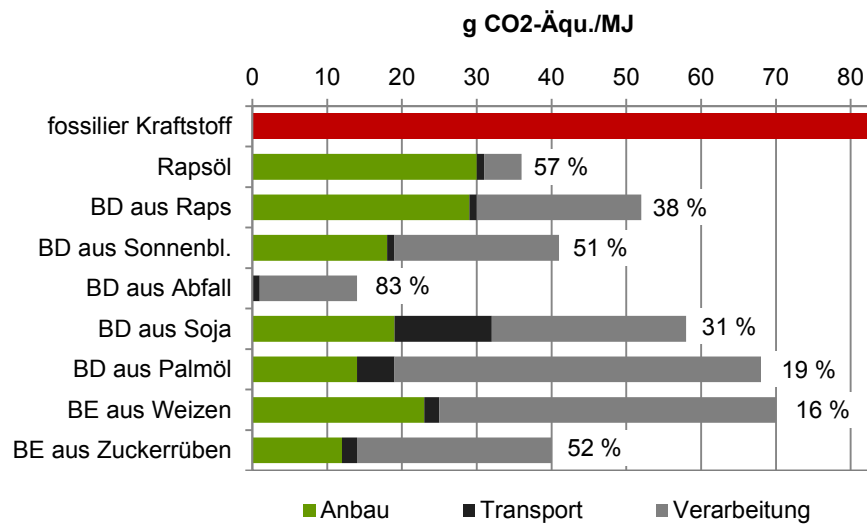


Abb. 87: Standard-Treibhausgasemissionen ausgewählter Biokraftstoffe sowie das jeweilige Treibhausgas-Minderungspotenzial (Prozentangaben) im Vergleich zu fossilem Kraftstoff, BD: Biodiesel, BE: Bioethanol (eigene Darstellung nach EU-RL 2009/28/EG)

10.2.2 Abschließende Bewertung der Ökosystemleistungen

Abschließend werden die betrachteten Einzelaspekte der ÖSL der möglichen Sojasubstitute in *Tab. 80* gegenübergestellt.⁸⁰ Von einer Unterteilung der Kategorien in feste Klassen wurde abgesehen, da die vorhandenen Werte oft erhebliche Schwankungsbreiten haben oder lediglich qualitative Beschreibungen vorliegen. Die Bewertungen ergeben sich demnach nur aus dem direkten Vergleich der vier Sojasubstitute Ackerbohne, Erbse, Luzernesilage und Rapsschrot, wobei sich die Aussagen der beiden Letzteren auf die den Futtermitteln zugrunde liegenden Pflanzen Luzerne und Raps beziehen.

⁸⁰ Aufgrund der Vielzahl an Faktoren wurden im Gegensatz zu den anderen tabellarischen Zusammenfassungen Spalten und Zeilen vertauscht.

Tab. 80: Vergleich der Ökosystemleistungen von Ackerbohne, Erbse, Luzerne und Raps (eigene Darstellung)

Einzelaspekte	Ackerbohne (Körnerdrusch)	Erbse (Körnerdrusch)	Luzerne (Futterbau)	Raps (Körnerdrusch)
N ₂ -Fixierungspotential*				0
N-Autarkie				
N-Vorfruchtwert*				
positive Wirkung auf Bodeneigenschaften (Bodengare, Nährstoffverfügbarkeit)				
Verhindern von Bodenerosion (ohne Systemeffekte)	abhängig vom Zwischenfruchtanbau			
Phytophanitäre Wirkung (in Getreidefruchtfolge)				
positive Wirkung auf Artenvielfalt				
Ertragssteigerung der Nachfrucht (Getreide als Referenz)				
monetärer Vorfruchtwert [€/ha]	66–225		k. A.	80–140
Verfügbarkeit GVO-freien Saatguts				

* starke Abhängigkeit u.a. von Standort und Jahreseinfluss

Wenn nicht anders beschrieben, gelten folgende Kategorien:

			0	
sehr ausgeprägt	ausgeprägt	wenig ausgeprägt	keine Ausprägung	negative Ausprägung

Beim Betrachten der einzelnen Faktoren in *Tab. 80* ist zu berücksichtigen, 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. So müsste abgewogen werden, ob z.B. die Höhe der N-Bilanz und die damit verbundenen Düngermiteinsparungen im Vergleich zu den Wirkungen auf z.B. die Artenvielfalt gleich, höher oder niedriger zu bewerten ist. Dabei sind zusätzlich standortbedingte Unterschiede zu berücksichtigen, welche zu den z.T. erheblichen Schwankungen in der Ausprägung der einzelnen ÖSL führen. Es soll daher an dieser Stelle lediglich die Häufigkeit einer positiven bzw. negativen Ausprägung der betrachteten Aspekte als Basis für eine abschließende Bewertung der Sojasubstitute aus Sicht der ÖSL herangezogen werden. Es ergibt sich folgende Reihenfolge: Luzerne → Ackerbohne → Erbse → Raps.

Zu betonen bleibt noch der Aspekt, dass mit vermehrtem Anbau und gesteigerter Nutzung dieser Kulturen in Deutschland die Chance besteht, damit verbundene ÖSL und Fruchtfolgewerte vor Ort zu nutzen und daraus für heimische (Agrar-)Ökosysteme Vorteile zu ziehen. Dieses Potenzial bleibt bei der Verwendung importierter Eiweißfuttermittel ungenutzt.

10.2.3 Limitierende Faktoren

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. In diesem Zusammenhang rückt auch eine europaweite Umfrage unter Landwirten aus dem Jahr

2004 ins Zentrum des Interesses, welche die Gründe der Entscheidung seitens der Landwirte gegen den Anbau von Leguminosen untersuchte.

Anbau

Wie in *Abschnitt 8.2* gezeigt wurde, handelt es sich bei den Leguminosen um vergleichsweise anspruchsvolle Ackerkulturen. Dabei sind insbesondere Aspekte wie die ausgeprägte Umweltreaktion, die Anfälligkeit für verschiedene Schaderreger sowie die z.T. geringe Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern bei gleichzeitig restriktiver Zulassung von Pflanzenschutzmitteln zentral (HEIDEL 2009, SPECHT 2009).

Das im Vergleich zu anderen Kulturen geringere Ertragsniveau in Verbindung mit einer relativ hohen Ertragsinstabilität steigert das Anbaurisiko für Landwirte. Wenn lediglich der Deckungsbeitrag einer Frucht ohne deren Fruchtfolgewert berücksichtigt wird, verliert der Leguminosenanbau dadurch an Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Marktfrüchten. Unabhängig von der Region in Deutschland gaben Landwirte somit häufig eben diese Argumente an, wenn sie ihre Entscheidung gegen den Anbau von Leguminosen begründen sollten (*Tab. 81*). Beim Betrachten der dargestellten Umfrageergebnisse ist zu berücksichtigen, dass es sich hierbei um die Wahrnehmung der Leguminosen seitens der Erzeuger handelt.

Tab. 81: Beweggründe deutscher Landwirten für einen Nichtanbau von Körnerleguminosen (eigene Darstellung nach von Richthofen et al. 2006)

Warum bauen Sie zurzeit keine Körnerleguminosen an?	Bewertung der Aussagen
Mangelnde Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Ölsaaten Mangelnde Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Getreide	3,2
Niedrige/schwankende Produzentenpreise Mangelnde Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Kartoffel oder Rübe	3,1
Niedrige Erträge Probleme mit der Ernte	2,8 2,7
Niedrige Stützungsprämien Saatgutkosten Vermarktungsprobleme	2,6
Mangelnde Attraktivität der lokalen Maßnahmenprogramme Fehlende Wirksamkeit/Verfügbarkeit von Herbiziden	2,5 2,3
Schäden durch Schädlinge Nitratauflagen Mangelnde Sortenanpassung an Region	2,1
Arbeitsorganisation Wurzelkrankheiten	2 1,9
Mangelnde Sortenanpassung an Böden/klimatischer Bedingungen des Betriebs	1,7

Durchschnittsnoten: 4=trifft zu, 3=eher richtig, 2=eher falsch, 1=falsch

Aufgrund der Selbstunverträglichkeit müssen beim Anbau von Leguminosen zeitliche (und räumliche) Abstände eingehalten werden. Aus diesen ergeben sich Anteile von etwa 15 bis 25 %, die Leguminosen maximal in Fruchtfolgen einnehmen können (VULLILOUD 2005). Trotz der nötigen Anbaupausen und einer notwendigen Berücksichtigung des Umstandes, dass Leguminosen aufgrund unterschiedlicher Standort- und Klimaansprüche nicht uneingeschränkt in jedem Gebiet angebaut werden können, kann bei einem Leguminosenanteil von 3 % im Jahr 2011 (*Abschnitt 8.2*) an der deutschen Ackerfläche von einem erheblichen Steigerungspotenzial ausgegangen werden.

Eine grundsätzliche Bereitschaft zur Ausweitung des Leguminosenanbaus seitens der Landwirte kann daraus abgeleitet werden, dass nahezu alle Landwirte sowohl den Wert der Körnerleguminosen als eiweiß- und energiereiche Futtermittel kennen als auch um die mit deren Anbau verbunden positiven Fruchtfolgeeffekte wissen. So gaben deutsche Landwirte bei der Frage nach den erwarteten Mehrerträgen der Getreidefolgefrucht 8 bis 11 dt/ha an und stimmten zu mehr als 80 % den Aussagen zu, dass Leguminosen keine N-Zufuhr benötigen, die Bodenfruchtbarkeit verbessern und begünstigende Wirkungen auf die Umwelt haben (VON RICHTHOFEN ET AL. 2006).

Der Widerspruch zwischen dem positiven Image der Leguminosen bei gleichzeitig häufiger Entscheidung gegen ihren Anbau ist ein Indiz dafür, dass der Fruchtfolgewert der Leguminosen in der Praxis noch keine ausreichende Berücksichtigung bei Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit von Ackerkulturen findet, sondern sich eher an Ertrag und erzielbaren Einnahmen orientiert wird.

Im Bereich des Anbaus von Leguminosen werden als weiterer Hinderungsgrund Schwierigkeiten bei der Ernte genannt (*Tab. 81*), was v.a. auf das Problem der Lagerung insbesondere bei den Erbsen zurückgeführt werden kann (siehe *Abschnitt 8.2.1.1*).

Zentral ist zudem die fehlende Präsenz des Leguminosenanbaus in der landwirtschaftlichen Beratung sowie der Verlust von ‚Know-How‘ dieser anspruchsvollen Kulturen in der Anbaupraxis v.a. konventionell wirtschaftender Betriebe (DAHLMANN 2012, WEHLING 2009). Laut DAHLMANN (2012) sehen zudem derzeit viele Landwirte keine Notwendigkeit zur Änderung ihrer Fruchtfolgen. Wird doch eine Umgestaltung der Fruchtfolge erwogen, seien Leguminosen meist nicht jene Kulturen erster Wahl.

Handel und Verarbeitung

Etwa 80 % der Teilnehmer an der oben genannten Umfrage unter Leguminosenerzeugern waren sich nicht darüber im Klaren, dass der monetäre Wert von Leguminosen bei einer hofeigenen Verwertung höher als der Marktpreis einzustufen ist (VON RICHTHOFEN ET AL. 2006). Bei der Frage nach der Verwendung ihrer Körnerleguminosenernte gaben 2004/05 etwa zwei Drittel der Befragten an, dass davon weniger als 33 % in die hofeigene Futternutzung flossen. Dabei waren auch regionale Unterschiede zu verzeichnen (*Tab. 82*).

Tab. 82: Verwendung der Körnerleguminosenernte als hofeigenes Futter von 154 ehemaligen Körnerleguminosenerzeugern (eigene Darstellung nach von Richthofen 2012)

Verwendung als hofeigenes Futter	Osten		Nordwesten		Süden		gesamt	
	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]
< 33%	45	80	40	65	18	50	103	67
33–66%	-	-	2	3	-	-	2	1
> 66%	9	16	17	27	14	39	40	26
keine Angabe	2	4	3	5	4	11	9	6
gesamt	56	100	62	100	36	100	154	100

Da es sich bei den Befragten um Landwirte handelte, die den Körnerleguminosenanbau aufgegeben haben, kann vermutet werden, dass sich der Verkauf der Ernte für sie nicht rentierte und sie sich u.a. auch deshalb für eine andere Kultur entschieden haben. In der Regel liegt jedoch der Veredelungswert von Leguminosen deutlich über dem Marktwert (SPECHT 2009, CHARLES ET AL. 2007). Zu beachten ist, dass die Körnerleguminosen zu anderen Eiweiß- und Energieträgern in direkte Konkurrenz treten. Dabei sind die Preise von Getreide und Sojaschrot von zentraler Bedeutung (PAHL 2007). Laut SASS (2009) wirkt sich vor allem das in großen Mengen verfügbare Sojaschrot negativ auf die Preise für die heimischen Eiweißpflanzen aus. Die Vermarktungssituation wird außerdem durch eine geringe Aufnahmebereitschaft seitens des Landhandels negativ beeinflusst. Im Vergleich zu anderen Marktfrüchten werden bei den Körnerleguminosen derzeit kleinere Partien gehandelt. Die kleineren Mengen des Erzeugnisses einheitlicher und definierter Qualität schmälert die Abnahmefreudigkeit der Mischfutterhersteller oder anderer Beteiligter und drückt den Marktpreis (SPECHT 2009, PAHL 2007). In diesem Zusammenhang ist außerdem die in weiten Teilen Deutschlands noch fehlende Infrastruktur für die Verarbeitung bzw. Aufbereitung zur Futtermittelnutzung von v.a. heimischen Sojabohnen zu nennen. Andere, evtl. höherpreisige Marktsegmente mit alternativen Verarbeitungs- und Vermarktungsstrategien der Körnerleguminosen, z.B. im Bereich der Lebensmittelnutzung, fehlen in Deutschland (WEHLING 2009) oder könnten noch erheblich ausgebaut werden.

Züchtung

Im Bereich der Pflanzenzüchtung können ebenfalls einige Faktoren aufgezeigt werden, die eine derzeitige Ausweitung des Leguminosenanbaus einschränken. Aufgrund einer sehr begrenzten Anzahl an Programmen im Bereich der Leguminosenzüchtung vergrößert sich der Rückstand im Zuchtfortschritt gegenüber anderen Kulturen in Deutschland, was z.B. an der Entwicklung des Ertragsfortschritts deutlich wird (SPECHT 2009, *Abb. 61*). Laut SASS (2009) korrelierte in den letzten Jahren die Anzahl der Leguminosen-Zuchtprogramme mit deren negativem Anbautrend. Da bei den großkörnigen Leguminosen die Saatgutkosten einen vergleichsweise großen Produktionsfaktor darstellen, wird insbesondere im Erbsenanbau auf den Erwerb von zertifiziertem Saatgut verzichtet (SCHÜLER 2012, SASS 2009). Für die Züchter verliert die Arbeit an Leguminosen somit immer mehr an wirtschaftlicher Attraktivität, weshalb in jüngster Vergangenheit viele Zuchtprogramme eingestellt wurden. Die Anzahl der nach einer Schätzung von SASS (2012) noch in der EU laufenden Zuchtprogramme für Leguminosen sind in *Tab. 83* aufgeführt.

Tab. 83: Anzahl der Körnerleguminosen-Zuchtprogramme in der EU, Stand: April 2012 (eigene Darstellung nach Sass 2012a, 2012b)

Kultur		Anzahl der Zuchtprogramme in der EU
Ackerbohne	Sommer-	2 bis 3
	Winter-	2 bis 3
Körnererbse	Sommer-	6
	Winter-	2
Lupine	blau/weiß/gelb	4
Sojabohne*	-	3

*Schätzwert

Neben einer Steigerung von Ertragspotenzial und –stabilität sind jedoch zukünftig auch in Bezug auf andere Eigenschaften Zuchtfortschritte nötig (

Tab. 84).

Tab. 84: Aktueller Forschungs- und Züchtungsbedarf bei Körnerleguminosen (eigene Darstellung nach Wehling 2012, 2009)

Körnererbse	Ackerbohne	Sojabohne	Süßlupine
Steigerung von Ertragspotenzial / -stabilität			
Krankheitsresistenzen			
Steigerung von Proteingehalt			
Verbesserung der Proteinqualität (aminosäurezusammensetzung)			
Standfestigkeit Unkrautunterdrückung	Trockentoleranz		
Kältetoleranz der Winterformen	Kühltoleranz Frühreife	Boden-pH-Toleranz Frosttoleranz Hitzetoleranz	

Vielfach wurde in jüngster Vergangenheit der Einsatz der Winterformen von Ackerbohnen und Erbsen diskutiert, da die Unterschiede der Ertragspotenziale zwischen Körnerleguminosen und anderen Ackerkulturen auch dadurch erklärt werden können, dass dabei in der Regel Sommerungen mit Winterungen verglichen werden (WEHLING 2009). Dabei weisen legume Winterungen im Vergleich zu den Sommerformen eine Reihe von Vorteilen auf (GRAß ET AL. 2011, KÖPKE & NEMECEK 2010, URBATZKA 2010:6):

- Erosionsschutz durch Bodenbedeckung im Winter
- Geringere Auswaschungsgefahr aufgrund des Nährstoffzugs über Winter
- Effektive Unkrautunterdrückung
- Höhere Ertragsstabilität
- Erhöhung der N₂-Fixierungsleistung
- Erweiterung der Kulturpflanzenvielfalt
- Bessere Ausnutzung der Winterfeuchte
- Größeres Potenzial zur Steigerung der Biodiversität

Insbesondere vor dem Hintergrund einer prognostizierten Zunahme der Sommertrockenheit in Mitteleuropa (CARTER ET AL. 2007:151) erhält der letzte Aspekt ein besonderes Gewicht. Im Gemengeanbau von Winterackerbohnen oder –erbsen mit Winterweizen konnten zudem deutliche Verbesserungen der Backqualität des Getreides festgestellt werden (HOF-KAUTZ ET AL.

2006). In Deutschland werden Winterformen von Körnerleguminosen bisher jedoch nur im geringen Maßstab angebaut, was zum einen an einer mangelnden Winterhärte (URBATZKA ET AL. 2011) und zum anderen an der sehr begrenzten Anzahl der bisher zugelassenen winterharten Sorten liegt, oft aber auch in Unkenntnis der Möglichkeit begründet ist. Bei Erbsen spielt z.B. lediglich die Sorte EFB 33 eine größere Rolle, welche in Deutschland derzeit auf einer Fläche von etwa 70 ha vermehrt wird (SCHÜLER 2012). Bei aktuellen Anbauversuchen von EFB 33 an der Universität Kassel/Witzenhausen winterten 2011/12 etwa 30–40 % des Bestandes aus, wobei in jenen Erbsenbeständen, die im Gemenge mit Triticale angebaut wurden, größere Anteile der Erbsen den Winterfrost überstanden (SCHÜLER 2012). Aufgrund der noch bestehenden Unsicherheiten bezüglich Winterhärte und geeigneter Gemengepartner in Abhängigkeit des Standortes sind allerdings noch weitere Versuche zu den Winterformen der heimischen Körnerleguminosen nötig.

Politik

Die derzeit geltenden agrarpolitischen Rahmenbedingungen reichen offensichtlich nicht aus, um genügend Anreize für den Anbau von Leguminosen zu schaffen.⁸¹ 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.⁸² 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 5 verschiedene Hauptfruchtarten auf ihrer Ackerfläche anbauen, wobei jedes Jahr auf mehr als 5 % der Ackerfläche Leguminosen wachsen müssen und der Getreideanteil der Fruchtfolge maximal 2/3 sein darf, etwa 75 €/ha⁸³ (BMELV 2011c:44ff). Da allerdings diese Maßnahme von den sich beteiligenden Bundesländern kofinanziert werden muss, halten sich die Teilnahme und daher auch die Wirkung des Beschlusses in Grenzen. Aktuell stehen nur in Nordrhein-Westfalen, Bayern und Baden-Württemberg Programme zur Förderung vielfältiger Fruchtfolgen zur Verfügung. Andere Maßnahmen, wie z.B. die Förderung von Mulchsaat und Zwischenfrüchten (Nordrhein-Westfalen, Bayern) oder bodenschonender Produktionsverfahren im Ackerfutterbau (Thüringen) können zudem indirekt den Leguminosenanbau begünstigen. Innerhalb Grenzen ist zudem eine Kombination dieser Programme möglich. Der geringen Anzahl an Förderinstrumente steht die Annahme von DAHLMANN (2012) gegenüber, dass eben solche Beihilfen bezüglich der Fruchtfolgeberatung und Anbauentscheidung zentral sind. Auch DAHLMANN (2012) vermutet, dass in Beratung und Anbauentscheidung derzeit der hohe Fruchtfolgewert von Leguminosen nur in geringem Maße berücksichtigt wird, sondern der Anbau von Leguminosen meist erst durch zusätzliche finanzielle Förderungen an Attraktivität gewinnt.

Zusammenfassend kann die Situation des derzeitigen Leguminosenanbaus als System sich gegenseitig 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 eine Ausweitung des Anbaus seitens der Landwirte.

⁸¹ Siehe auch *Kapitel 12*

⁸² Im Gegensatz dazu blieben Prämien für z.B. Mutterkühe oder Schaf- und Ziegenfleisch weiterhin bestehen.

⁸³ Wird bereits eine Beihilfe für eine ökologische Wirtschaftsweise empfangen, sinkt der Förderbetrag auf 45 €/ha.

10.3 Flächenbedarfe zur Substitution von importiertem Soja in der Milchviehfütterung

Die Berechnungen in Kapitel Soja ergaben, dass in der deutschen Milchviehfütterung eine Menge von etwa 0,4 bis 0,8 Mio. t Sojaschrot eingesetzt wird. Das entspricht einer Menge von 0,188 bis 0,377 Mio. t Soja-Rohprotein.⁸⁴ Aufgrund der Datenlage kann vermutet werden, dass sich die tatsächlich in die Milchviehfütterung fließende Menge an Sojaschrot eher im unteren Bereich des Intervalls befindet (*Abschnitt 5.5*). Im Folgenden soll der Frage nachgegangen werden, ob der bei einer Sojasubstitution in der Milchviehfütterung der entstehende Bedarf an Alternativen aus heimischer Erzeugung gedeckt werden kann. Nach einem Betrachten der Verfügbarkeit eiweißhaltiger Nebenprodukte erfolgt dafür eine Berechnung des Flächenbedarfs, der beim Einsatz von Erbsen, Ackerbohnen, Lupinen und RES anstelle von Sojaschrot für deren Erzeugung benötigt würde. In den Berechnungen beruhen jeweils nur auf den Rohproteinmengen der Eiweißfuttermittel. Rohproteinmengen anderer Rationskomponenten (Grundfutter, Getreide etc.) werden nicht berücksichtigt. Diese Ergebnisse werden abschließend mit Literaturangaben verglichen.

Betrachtet man zunächst lediglich die eiweißhaltigen Nebenprodukte, kann bezüglich deren Verfügbarkeit und Steigerungspotenzialen für deren Einsatz in der Fütterung des Milchviehs auf Ergebnisse aus *Tab. 63* zurückgegriffen werden. Aus den Angaben zu der aktuell verfütterten Menge einerseits und der in deutscher Erzeugung anfallenden Nebenprodukte ergibt sich v.a. für Rapschrot sowie in Grenzen auch für DDGS und Biertreber ein gewisses Steigerungspotenzial. Insbesondere für die Werte zu DDGS und Biertreber ist allerdings nochmals zu betonen, dass sie mit großen Unsicherheiten behaftet sind (*Abschnitte 8.1.3* und *8.1.5*). Betrachtet man allein die Differenz aus anfallendem und derzeit in Deutschland verfüttertem Rapschrot (etwa 1,25 Mio. t bzw. etwa 0,43 Mio. t XP⁸⁵), könnte damit theoretisch der entstehende Rohproteinbedarf bei einem Verzicht auf Soja in der Milchviehfütterung (s.o.) gedeckt werden. Diesem theoretischen Potenzial der eiweißreichen Nebenprodukte stehen allerdings einige Argumente entgegen. Zunächst muss festgehalten werden, dass die nicht in die deutsche Nutztierfütterung fließenden Mengen wahrscheinlich zu einem Großteil exportiert werden.⁸⁶ Deutschland ist bezüglich Rapskuchen und –schrot seit Jahren ein Nettoexporteur (BMELV 2011a:Tab.128). Des Weiteren ist die Verfügbarkeit der Nebenprodukte an die Erzeugung anderer Erzeugnisse gebunden (z.B. Rapschrot an Rapsöl bzw. Biodiesel aus Rapsöl). Inwieweit sich der Anbau von z.B. Raps zukünftig entwickeln wird, kann dabei nicht mit Sicherheit gesagt werden, doch war er in den letzten Jahren leicht rückläufig. In einer jüngst veröffentlichten Stellungnahme *Bioenergie: Möglichkeiten und Grenzen* der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina forderten (LEOPOLDINA 2012) 37 Wissenschaftler eine Abkehr von der Biodieselproduktion. Im Zuge einer geforderten Neubewertung von Bioenergie entlang des gesamten Lebenszyklus seien Biodiesel und Bioethanol nur in wenigen Fällen gegenüber fossilen Brennstoffen von Vorteil (LEOPOLDINA 2012:14FF, WBA 2008). Würden die Forderungen der Wissenschaftler berücksichtigt, ist von einem gravierenden Rückgang des Rapsanbaus in Deutschland auszugehen, da der größere Teil

⁸⁴ bei einem XP-Gehalt des Sojaschrotes von 47,17 % FM (Mittelwert verschiedener Quellen, siehe *Tab. 25*)

⁸⁵ bei einem XP-Gehalt des Rapschrotes von 34,4 % FM (Mittelwert verschiedener Quellen, siehe *Tab. 26*)

⁸⁶ Informationen dazu sind in den erfassten Futtermittelausfuhren zu finden (BMELV 2011a:Tab.411). Dort wird innerhalb der Warengruppe „Proteinreiche Ölkuchen u.a. feste Rückstände“ lediglich das Sojaschrot einzeln aufgeführt. Nach dem Abziehen von Sojaschrot verbleibt in dieser Warengruppe eine Menge von etwa 1,8 Mio. t (im Mittel von 2009/10). Berücksichtigt man, dass neben Rapschrot untergeordnet auch andere Rückstände der Pflanzenölgewinnung darunter fallen, entspricht das in etwa der nicht verfütterten Menge an Rapschrot (1,25 Mio. t).

des gewonnenen Rapsöls als Rohstoff der Biodieselproduktion dient (siehe *Abschnitt 10.2.1.2*). Demzufolge stünde auch weniger Rapsschrot für die Fütterung zur Verfügung.

Es ergibt sich, dass eine Substitution von Soja in der deutschen Milchviehfütterung nicht allein auf Basis der eiweißreichen Nebenprodukte erfolgen kann, sondern zusätzlich noch andere Proteinlieferanten mit einbezogen werden müssen. Damit rücken die Leguminosen ins Zentrum der Betrachtung. Die Ausführungen zu den Verfügbarkeiten im *Kapitel 8* zeigten jedoch, dass die Anbaubedeutung dieser Kulturen in den letzten Jahren einen negativen Trend aufzeigte, sodass sie heute im Mittel nur einen sehr geringen Beitrag zur Proteinversorgung der deutschen Nutztiere leisten. Sollen sie anstelle von Sojaschrot an das deutsche Milchvieh verfüttert werden, muss ihre Verfügbarkeit gesteigert werden. Da die vorhandenen Leguminosen bereits nahezu vollständig in die Futternutzung fließen, ist dafür eine Ausweitung der Anbaufläche zentral. Zusätzlich können noch zwei Optimierungsmaßnahmen greifen, welche jedoch nur ein begrenztes Steigerungspotenzial mit sich bringen.

- *Orientierung am Proteinertrag bei der Sortenwahl:*

Die Sortenwahl bei den Körnerleguminosen erfolgt u.a. durch das Abwägen von Korn- und Eiweißertrag pro Fläche unter Berücksichtigung des Verwendungszwecks (*Abschnitte 8.2.1.1 und 8.2.1.2*). In der Regel wird für deren innerbetrieblichen Einsatz in der Fütterung ein höherer Proteinertrag und für den Verkauf ein höherer Kornertrag angestrebt, da die Bezahlung derzeit lediglich auf Basis des Korngewichts erfolgt. Die Menge des erzeugten Rohproteins bleibt bei der Marktfrucht also bisher unberücksichtigt. Durch eine Steigerung der innerbetrieblichen Verwertung sowie durch eine Orientierung der Bezahlungsmodalitäten von legumen Marktfrüchten an deren Proteingehalt würde die Menge des darüber verfügbaren Rohproteins in der Fütterung steigen.

- *Leguminosenanbau auf Standorten hoher Bonität*

Insbesondere bei den Lupinen wird momentan das Ertragspotenzial nicht voll ausgeschöpft (*Abschnitt 8.2.1.2*). So werden sie überwiegend auf Standorten geringer Bonität angebaut, da sie aufgrund ihrer Toleranz von z.B. Trockenstress auf trockenen und sandigen Standorten im Vergleich zu anderen Kulturen an Vorzüglichkeit gewinnen. Auch die Ertragsleistung der anderen Leguminosen ist an die Standortbedingungen gebunden und könnte optimiert werden.

Der weitaus wichtigste Parameter zur Erhöhung des Leguminosenanteils in der Nutztierfütterung stellt jedoch die Ausweitung ihrer Anbaufläche dar. In diesem Zusammenhang sind mehrere Fragen zu diskutieren:

- Wo könnte eine Flächenausweitung stattfinden?
- In welcher Größenordnung läge die Steigerung der Leguminosenflächen?
- Welche Auswirkungen einer Anbauausweitung von Leguminosen auf andere Kulturen sind zu erwarten?

Wo könnte eine Flächenausweitung stattfinden?

Vergleicht man jene Regionen miteinander, die für den Anbau von Körnerleguminosen als geeignet eingestuft werden können (*Abb. 60, Abb. 65, Abb. 67*), wird deutlich, dass sie sich gegenseitig ergänzen und sich zusammen nahezu über den gesamten deutschen Raum erstrecken. Die Streubreite der potentiellen Anbaufläche nimmt in der Reihenfolge Erbse → Blaue Süßlupine → Ackerbohne ab, wobei im Süden, Osten und z.T. auch im Westen der Republik die meisten Überschneidungen liegen. Dem gegenüber stehen die tatsächlichen Anbaukonzentrationen. Stimmen sie bei Ackerbohnen (Südost- und Mitteldeutschland) in etwa

mit den unter Berücksichtigung von Klima- und Bodenverhältnissen potentiellen Anbauregionen überein, werden bei Erbse und Lupine Ausweitungspotenziale 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 geerntet. Der Anbau beider Kulturen könnte demnach in Richtung Nordwesten ausgedehnt werden.⁸⁷

Der Anbau der Futterleguminosen konzentriert sich derzeit sehr stark auf den Südosten Deutschlands (*Abb. 73*). Aufgrund der großen ökologischen Streubreite dieser Kulturen sowie bedeutend größeren Anbaubedeutung vor einigen Jahrzehnten wird auch für deren Anbauflächen in Deutschland ein großes Steigerungspotenzial insbesondere im Nordwesten Deutschlands angenommen.

In welcher Größenordnung läge die Steigerung der Leguminosenflächen?

Sollen die Mengen und Flächenbedarfe für eine Milchviehfütterung auf Basis von Sojaalternativen berechnet werden, gibt es prinzipiell zwei verschiedene Herangehensweisen. Zum einen können ausgehend von der in *Kapitel 5* ermittelten Menge an in der Milchviehfütterung eingesetzten Soja-Rohproteins jene Mengen an Substituten berechnet werden, welche ein äquivalentes Maß an Rohprotein liefern. Zum anderen erhält man über die in dieser Studie aufgestellten sojafreien Modellrationen (*Kapitel 9*) die Menge an Sojasubstituten, welche eine Kuh während einer Laktation im Durchschnitt aufnehmen würde und kann diese anschließend mit dem gesamten deutschen Milchviehbestand multiplizieren.

Berechnung benötigter Mengen über XP-Äquivalente ausgehend von der Sojaschrotmenge in der deutschen Milchviehfütterung

Das in der deutschen Milchviehfütterung eingesetzte Sojaschrot liefert eine Menge von 0,188 bis 0,377 Mio. t Rohprotein. Es wurde zudem dargestellt, dass aufgrund der Datenlage angenommen werden kann, dass die tatsächliche Menge eher im unteren Bereich des Intervalls anzusiedeln ist (siehe *Abschnitt 5.5*). Im ersten Schritt werden daher aus den mittleren Rohproteingehalten von Körnerleguminosen und Rapsschrot die Mengen der Sojasubstitute berechnet, welche 0,188 Mio. t Rohprotein liefern (Tab. 85). Über den Ertrag⁸⁸ der Kulturen wurde die Fläche berechnet, die in etwa für den Anbau der Menge an XP-Äquivalenten benötigt wird. Für Rapsschrot wurde in Anlehnung an SPECHT (2005) zusätzlich von einer Schrotausbeute von 58 % im Extraktionsverfahren unterstellt. Der Berechnung liegt zugrunde, dass jeweils nur ein Substitut eingesetzt, also eine „reine“ Substitution unternommen wird, obwohl in der Praxis wahrscheinlich eher Mischungen mehrerer Substitute zum Einsatz kämen. Es wurde dennoch kein Mischungsverhältnis unterstellt, da dieses nur auf Spekulationen beruhen würde.

⁸⁷ Bei diesen Überlegungen ist zu berücksichtigen, dass sich die Anbauwürdigkeit der Kulturen trotz dieser überregionalen Trends auf betrieblicher Ebene an den einzelnen Standorten erheblich unterscheiden kann.

⁸⁸ Mittelwert der deutschlandweiten Durchschnittserträge aus 2010 und 2011 (Tab. 85)

Tab. 85: Für eine Substitution von 0,188 Mio.t Soja-Rohprotein benötigte Menge an Körnerleguminosen und Rapsschrot sowie für deren Erzeugung benötigte Flächen (Rechenweg a)

	XP-Gehalt* [% FM]	XP-Äquiv. [1.000 t]	Ertrag [t/ha]	benötigte Fläche [1.000 ha]
Erbse	21,6	871,8	2,9	302,2
Lupine	27,5	683,8	1,3	536,3
Ackerbohne	25,5	740,0	3,3	223,6
Rapsschrot	34,4	547,6	3,42*	276,0**

* Mittelwert verschiedener Quellen (siehe Kapitel 6), **Bezieht sich auf Rapssaat

Wie bereits erwähnt, liegt diesen Berechnungen die Untergrenze (SES_{min}) des ermittelten Intervalls von 0,4 bis 0,8 Mio. t Sojaschrot in der Milchviehfütterung zugrunde. In Tab. 86 sind zusätzlich die Flächenbedarfe dargestellt, die entstünden, wenn in einem weiteren Schritt die Obergrenze (SES_{max}: 0,8 Mio. t bzw. 0,377 Mio. t XP) sowie das Mittel dieser beiden Werte zugrunde gelegt wird (SES_{mittel}: 0,6 Mio. t bzw. 0,283 Mio. t).

Tab. 86: Flächenbedarfe für die Erzeugung von XP-Äquivalenten für eine Sojasubstitution in der Milchviehfütterung für verschiedene Mengen an eingesetztem Sojaschrot (Rechenweg a)

	benötigte Fläche [1.000 ha]		
	SES _{min}	SES _{mittel}	SES _{max}
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 Annahme folgend, dass sich die tatsächlich an das Milchvieh verfütterte Menge an Sojaschrot zwischen SES_{min} und SES_{mittel} befindet, werden für einen Ersatz des Soja-Rohproteins z.B. nur mit Erbsen etwa 300.000 und 450.000 ha bzw. nur mit Ackerbohnen etwa 220.000 bis 335.000 ha benötigt. Werden nur Lupinen eingesetzt, würde der Flächenbedarf aufgrund der deutlich geringeren Erträge auf ca. 536.000 bis 805.000 ha steigen. Käme nur Rapsschrot zum Einsatz, läge der Flächenbedarf bei 276.000 bis 335.400 ha. Da die Höhe der angenommenen Erträge maßgeblichen Einfluss auf die sich ergebenden Flächenbedarfe hat, soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass mit einer züchterischen Erhöhung der Korn- und Proteinträge bei Körnerleguminosen die Flächenbedarfe zukünftig verkleinert werden könnten.

a. *Berechnung benötigter Mengen über die Kraftfuttermenge einer Kuh für eine Laktation ausgehend von Modellrationen*

Der zweite Berechnungsansatz legt die Modellrationen dieser Studie zugrunde (Kapitel 9), da es sich dabei um Rationsbeispiele für eine sojafreie Fütterung von Kühen mit verschiedenen Leistungsniveaus handelt. Mithilfe dieser Rationen kann die Menge an Körnerleguminosen bzw. Rapsschrot berechnet werden, die eine Kuh im Laufe einer Laktation erhält. Multipliziert man diese mit der aktuellen Anzahl an Michkühen in

Deutschland, erhält man somit zunächst die für die Fütterung des gesamten deutschen Milchviehs benötigte Menge und kann anschließend den sich daraus ergebenden Flächenbedarf berechnen. Vor der Rechnung müssen jedoch noch zwei zentrale Annahmen getroffen werden.

Höhe der Milchleistung: Da sich mit der Milchleistung die Zusammensetzung der Futterrationen und v.a. der Kraftfutteranteil sehr stark ändert, muss eine mittlere Milchleistung festgelegt werden. Die durchschnittlichen Jahresleistung des deutschen Milchviehs betrug im Jahr 2010 im Mittel des gesamten Bestandes 7.113 kg pro Kuh (BMELV 2011a). Die durchschnittliche Leistung erhöhte sich auf 8.091 kg pro Kuh und Jahr, wenn nur Daten aus den Milchleistungsprüfungen (MLP) berücksichtigt werden, welche im Jahr 2010 an mehr als 83 % des gesamten Milchviehbestandes Deutschlands durchgeführt wurden (DESTATIS 2012c). Für die Rechnung werden also jene Modellrationen berücksichtigt, die für eine mittlere Leistung von 8.000 kg konzipiert wurden. Zwei der drei Modellrationen für diese Leistungsstufe enthalten Kraftfuttermischungen mit heimischen Eiweißfuttermitteln, wobei die Ration „KL“ im Kraftfutter sowohl Ackerbohnen, Erbsen als auch Rapsextraktionsschrot und die Ration „RES“ lediglich Rapsextraktionsschrot enthält.⁸⁹

Kraftfütterzuteilung während der Laktation: Die benötigte Kraftfuttermenge pro Tag und Kuh verändert sich im Laufe der Laktation im Zuge der sich ändernden Milchmenge. Die bisherigen Rechnungen bezogen sich jeweils auf den 170. Laktationstag und gingen daher jeweils von einer Kraftfuttermenge von 2,5 kg pro Kuh aus. Der Kraftfutterbedarf bei der unterstellten Modellration über die gesamte Laktation wurde ausgehend von einer Standardlaktationskurve einer Milchkuh mit einer durchschnittlichen Jahresmilchleistung von 8.000 kg mithilfe des Rationsberechnungsprogramms Pro-Feed ermittelt (Tab. 87, Informationen zur Berechnung im Anhang im Abschnitt 15.4.1). Er beträgt 932 kg pro Kuh.

Tab. 87: Berechnung der Kraftfuttermenge für eine Kuh mit einer durchschnittlichen Jahresmilchleistung von 8.000 kg unter optimaler Kraftfütterzuteilung (eigene Berechnungen)

Leistungsintervall	Milchleistung [kg]	Kraftfutter [kg/Tag]	Kraftfuttermenge [kg/Zeiteinheit]
60	36	7,8	468
40	32	5,6	224
50	28	3,4	170
50	25	1,2	60
50	21	0,2	10
55	17	0	0
305	8075	3,66	932

Diese Kraftfuttermenge beruht auf einer sehr hohen Grundfutterqualität und -leistung während der gesamten Laktation sowie auf einer bestmöglichen Anpassung der Fütterung an den tatsächlichen Bedarf der Tiere. So erfolgt keine Kraftfuttermenge mehr, sobald die Milchleistung aus dem Grundfutter erreicht werden kann. Unter den getroffenen Annahmen ist eine kraftfutterlose Ration laut *Pro-Feed 4.5* nach dem 250.

⁸⁹ Das Grundfutter ist bei beiden gleich.

Laktationstag möglich. Es ist nachvollziehbar, dass der aus diesem Szenario („Theorie“) entstehende Bedarf an Sojasubstituten eine Untergrenze darstellt.

Die Kraftfuttergabe pro Kuh ist in der Praxis deutlich höher. So lag sie 2009/10 in Baden-Württemberg bei etwa 1.980 kg pro Kuh (durchschnittlicher Jahresmilchleistung: 7.668 kg) oder in Rheinland-Pfalz bei 2.370 kg pro Kuh (durchschnittlicher Jahresmilchleistung: 8.161 kg) (DLR 2012, OVER & STOCK 2011). Diese im Vergleich zur optimalen Kraftfuttergabe mehr als doppelt hohe Menge kann u.a. mit schlechteren Grundfutterqualitäten oder mit einer weniger am Bedarf angepassten Fütterung und ein sich daraus ergebender Luxuskonsum erklärt werden. In einem weiteren Szenario („Luxuskonsum“) soll diese Situation abgebildet werden. Darin wird in Anlehnung an die Werte aus Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz von einer Kraftfuttergabe von 2.100 kg pro Kuh und Laktation ausgegangen.

Es wurde deutlich, dass die Faktoren, welche die eingesetzte Kraftfuttermenge in einer Laktation und damit auch den Bedarf an Sojasubstituten maßgeblich beeinflussen, v.a. im Bereich der Bedarfsanpassung der Fütterung und der Steigerung der Grundfutterqualität bzw. -leistung zu finden sind. Hier werden also Handlungsbereiche angesprochen, die an der Schnittstelle von Beratung und Umsetzung auf den Betrieben liegen. Es kann also davon ausgegangen werden, dass an dieser Stelle noch eine weitere Optimierung erfolgen kann. Daher wird ein weiteres Szenario („Optimierte Praxis“) in Form eines Mittelwertes aus den Annahmen von „Theorie“ und „Luxuskonsum“ eingeführt. Die Kraftfuttermenge des Szenarios liegt demzufolge bei 1.516 kg pro Kuh und Laktation.

Geht man von dem mittleren Milchviehbestand der Jahre 2010 und 2011 aus⁹⁰, kann für die drei Szenarien der durchschnittliche Kraftfutterbedarf aller Kühe in Deutschland berechnet werden. Auf der Grundlage der genannten Modellrationen „KL“ und „RES“ können anschließend in Abhängigkeit der Kraftfutterzusammensetzung (*Tab. 88*) die jeweiligen Bedarfe an Körnerleguminosen und Rapsschrot sowie mithilfe der Erträge⁹¹ die Flächen berechnet werden, welche für deren Erzeugung nötig wären. Die Ergebnisse sind in *Tab. 89* und *Tab. 90* dargestellt.

Tab. 88: Kraftfutterzusammensetzung der Modellrationen „KL“ und „RES“ für eine durchschnittliche Jahresmilchleistung von 8.000 kg

Anteil im Kraftfutter [%]	Ration "KL"	Ration "RES"
Ackerbohnen	10	0
Erbsen	10	0
Rapsschrot	20	40
Weizen	60	60

⁹⁰ 4.185.891 Kühe

⁹¹ Mittelwert der deutschlandweiten Durchschnittserträge aus 2010 und 2011 (*Tab. 85*)

Tab. 89: Benötigte Mengen an Eiweißfuttermitteln für eine sojafreie Fütterung des deutschen Milchviehs in Abhängigkeit der Kraftfutterzuteilung (Rechenweg b)

			„Theorie“	„Luxus“	„Optimierte Praxis“
Kraftfuttermenge	pro Kuh [kg]	[kg]	932	2.100	1.516
	dt. Milchviehbestand [Mio. t]	[Mio. t]	3,90	8,79	6,35
Ration „KL“	Ackerbohne	[Mio. t]	0,390	0,879	0,635
	Erbse	[Mio. t]	0,390	0,879	0,635
	Rapsschrot	[Mio. t]	0,780	1,758	1,269
Ration „RES“	Rapsschrot	[Mio. t]	1,561	3,516	2,538

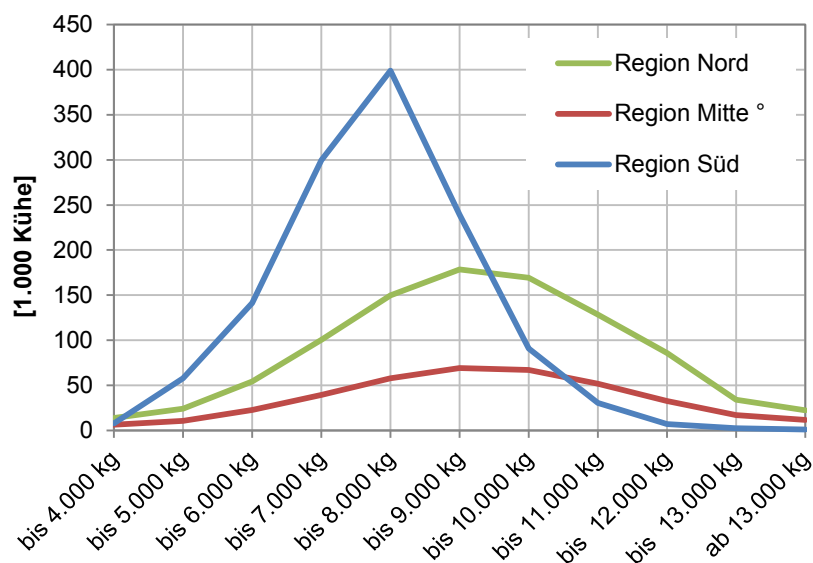
Tab. 90: Benötigte Flächenbedarfe [1.000 ha] zur Erzeugung der Eiweißfuttermittel für eine sojafreie Milchviehfütterung in Abhängigkeit der Kraftfutterzuteilung (Rechenweg b)

		„Theorie“	„Luxus“	„Optimierte Praxis“
Ration "KL"	Ackerbohne	117,9	265,6	191,7
	Erbse	135,2	304,7	220,0
	Raps	393,9	887,6	640,8
Ration "RES"	Raps*	787,9	1.775,2	1.281,5

*in Anlehnung an Specht (2005) wird von einer Schrotausbeute von 58 % im Extraktionsverfahren ausgegangen.

Die Unsicherheiten dieses Rechenwegs können im Wesentlichen auf zwei Aspekte zurückgeführt werden: das Berufen auf die durchschnittliche Milchleistung deutscher Kühe einerseits und die Unterstellung einer deutschlandweit einheitlichen Futtermischung andererseits.

Wie *Abb. 88* zeigt, werden bereits beim Betrachten der mittleren Milchleistungen verschiedener Regionen Deutschlands bzw. einzelner Bundesländer deren erheblichen regionalen Schwankungen sichtbar (für Einzelangaben zu den Bundesländern siehe *Anhang Abschnitt 15.3*).



Zuordnung der Bundesländer:

Region Nord

Niedersachsen, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein

Region Mitte

Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen, Nordrhein-Westfalen

Region Süd

Bayern, Saarland, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz

°Aufgrund einer anderen Datenstruktur sind die Angaben von Nordrhein-Westfalen nicht in dieser Abbildung enthalten und nur gesondert im Anhang aufgeführt.

Abb. 88 Regionale Unterschiede der Milchleistungen in Deutschland (eigene Darstellung nach VIT 2012, LKV BW 2012, LKV BAYERN 2012, LKV RLP 2012, LKV SAAR 2012, LKV SH 2011)

Es ist davon auszugehen, dass auch innerhalb der Bundesländer und selbst auf einzelbetrieblicher Ebene sehr unterschiedliche Milchleistungen zu verzeichnen sind. Dadurch wird die Aussagekraft des in der Rechnung genutzten Mittelwerts der Milchleistungen deutscher Kühe stark relativiert. Hervorzuheben ist die um etwa 1.000 bis 1.500 kg geringere mittlere Milchleistung der Region Süd im Vergleich zu den beiden anderen Regionen. Da in den südlichen Bundesländern zudem mit 41 % ein sehr großer Teil der deutschen Kühe steht⁹², kann von einer starken Verzerrung der deutschlandweiten durchschnittlichen Milchleistung ausgegangen werden.

Wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln mehrfach beschrieben wurde, hängt die Zusammensetzung der Milchviehrationen von sehr vielen Faktoren ab. Neben Preis und Verfügbarkeit am Markt sind hierbei v.a. die Milchleistung sowie die einzelbetriebliche Ausrichtung (Grünland, Ackerfutterbau) zu betonen. Darüber hinaus sind regionale wirtschaftliche und naturräumliche Standortfaktoren zu berücksichtigen wie z.B. die ansässige Industrie mit eventuell anfallenden Nebenprodukten bzw. Bodeneigenschaften und Witterung, welche die Anbauwürdigkeit von Feldfrüchten beeinflussen. Die in der Rechnung genutzte einheitliche Ration unterstellt eine deutschlandweite Nivellierung dieser Unterschiede. Zu berücksichtigen ist auch, dass Unterschiede in Leistung und Futtermittelbedarf, die aus einer unterschiedlichen Genetik der Tiere resultieren, in der Rechnung unbeachtet bleiben, obwohl eine ungleichmäßige Verteilung verschiedener Rassen in Deutschland vorliegt (vgl. LKV BAYERN 2011 und LKV SH 2011).

⁹² In der Region Nord stehen 36 % und in der Region Mitte stehen 23 % des deutschen Milchviehs (eigene Berechnungen nach BMELV 2011a)

Zum Vergleichen beider Rechenwege wird jeweils auf jene Ergebnisse zurückgegriffen, die nicht auf den extremen Annahmen beruhen. Daher sind die Flächenbedarfe von SES_{mittel} (Rechenweg a) und vom Szenario „Optimierte Praxis“ (Rechenweg b) in *Tab. 91* gegenübergestellt.

Tab. 91: Gegenüberstellung berechneter Flächenbedarfe (Rechenweg a und b) für eine sojafreie Milchviehfütterung und der tatsächlichen Anbaufläche dieser Kulturen im Jahr 2011

Flächenbedarf [1.000 ha]			
Rechenweg a) SES _{mittel}		Rechenweg b) „Optimierte Praxis“	
zu ersetzendes Sojaschrot: 0,6 Mio. t vollständiger Ersatz durch: Ackerbohne oder Erbse oder Lupine oder Rapsschrot		Kraftfuttermenge = 1.516 kg pro Kuh und Laktation	
Ackerbohne	335,4	Ration „KL“	Ration „RES“
Erbse	453,3	KöLeg* 411,7	Raps 1.281,5
Lupine	804,6	Raps 640,8	
Raps	414,1	Summe 1.046,9	
Anbaufläche in Deutschland 2011 [1.000 ha]			
Ackerbohne	Erbse	Lupine	Raps
17,3	55,8	21,5	1.307,4

*KöLeg = Ackerbohne und Erbse

Beide Herangehensweisen liefern unterschiedliche Ergebnisse, wobei nach Rechenweg a deutlich geringere Flächenbedarfe ermittelt wurden als über die Herangehensweise auf Basis der Modellrationen. Ein Grund dafür ist, dass bei der ersten Rechnung lediglich jenes Eiweiß in den Milchviehrationen berücksichtigt wurde, welches aus Sojaschrot stammt. Andere Eiweißlieferanten, die in Rationen neben Sojaschrot enthalten sind, wie z.B. Treber, Schlempen oder heimische Körnerleguminosen, wurden nicht berücksichtigt. Demgegenüber waren im zweiten Rechenweg die heimischen Körnerleguminosen und Rapsschrot die einzigen Proteinlieferanten. Dennoch unterstreichen die offensichtlichen Unterschiede in den Flächenabschätzungen die Vielzahl an Einflussfaktoren und Unsicherheiten, die mit solchen Hochrechnungen verbunden sind.

Im Vergleich mit den aktuellen Anbauflächen der einzelnen Kulturen von 2011 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 ausreichen. Wie jedoch bereits weiter oben dargestellt wurde, ist allerdings von einer gänzlichen Konzentration nur auf das Sojasubstitut Rapsschrot abzusehen. Betrachtet man nur die Flächenbedarfe an Körnerleguminosen für eine sojafreie Fütterung des deutschen Milchviehs, so liegen sie im Bereich von etwa 335.000 bis 455.000 ha für Ackerbohnen und Erbsen (beide Rechenwege). Bei einer Substitution nur mit Lupinen wäre der Bedarf mit etwa 800.000 ha deutlich höher, was auf den geringen Durchschnittsertrag zurückzuführen ist. Die aktuellen Durchschnittserträge von Blauen Lupinen liegen bei lediglich 1,28 t/ha im Jahr 2011 und entsprechen damit etwa der Hälfte von Ackerbohnen und Erbsen mit 3,56 bzw. 2,77 t/ha (DESTATIS 2012b:17). Daher würde der vermehrte Einsatz von Lupinen in der Proteinversorgung des Milchviehs zu einem schnellen Ansteigen des Flächenbedarfs einer

sojafreien Milchviehfütterung führen. An der Lupine wird so die zentrale Bedeutung von zukünftigen Ertragssteigerungen von Körnerleguminosen durch eine züchterische Bearbeitung sehr deutlich.

In Bezug auf die gesamte deutsche Ackerfläche⁹³ entspräche der Bedarf an Ackerbohnen- und Erbsenfläche einem durchschnittlichen Fruchtfolgeanteil von 2,8 bis 3,8 %. Im Vergleich zum aktuellen Anteil von Erbsen und Ackerbohnen 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.

1. Welche Auswirkungen einer Anbauausweitung von Leguminosen auf andere Kulturen sind zu erwarten?

Es kann keine pauschale Aussage darüber getroffen werden, welche Feldfrucht bei einem vermehrten Anbau von Leguminosen verdrängt würde. Der Grund dafür liegt in den vielfältigen Aspekten, die eine Anbaumentcheidung 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.

Von ACTI (2012c) und OVI (2012b) wird in einer Ausweitung des Leguminosenanbaus vordergründig die Gefahr einer Verdrängung von Hohertragskulturen gesehen. So rechnet ACTI (2012c) damit, dass eine Ausweitung der Körnerleguminosenfläche in Europa vollständig zulasten von Winterweizen, Winterraps und Mais ginge. Weiterführende Rechnungen dieser Studie gehen sogar davon aus, dass der gesamte Flächenzuwachs seitens der Leguminosen von der Winterweizenfläche abgezogen würde. Wie im Folgenden begründet wird, entbehrt diese Annahme nach eigenen Einschätzungen jeglicher Grundlage. ACTI (2012c) schließt jedoch z.B. daraus auf einen erheblichen weltweiten Bedarfszuwachs an Weizenflächen, was als gewichtiges Argument gegen eine Eiweißversorgung der Nutztiere mit Leguminosen angeführt wird. Dem widerspricht allerdings, dass sich Leguminosen und stark zehrende Feldfrüchte wie Raps oder Winterweizen innerhalb einer Fruchtfolge sehr gut ergänzen (*Abschnitt 10.2.1*). Einer bloßen Verdrängung von Hohertragskulturen durch den vermehrten Leguminosenanbau stehen also auch begünstigende Effekte infolge des hohen Vorfruchtwertes der Leguminosen gegenüber. Des Weiteren ist zu vermuten, dass die Reduktion von Kulturen, welche in der Regel sehr hohe Erträge und Einnahmen versprechen (wie z.B. Raps, Winterweizen oder Mais), nicht an erster Stelle steht.

Im Folgenden sollen die eigenen Berechnungen bestehenden Schätzungen anderer Studien gegenübergestellt werden. Dafür kann auf die Hochrechnungen von ACTI (2012c) und SPENCER ET AL. (2012) zurückgegriffen werden. Ein Vergleich mit diesen Studien ist jedoch schwierig, da sie von einem Ersatz des Sojaschrotaufwandes für die Fütterung aller Nutztiere ausgehen. Des Weiteren beziehen sich die Berechnungen von ACTI (2012c) nicht auf den deutschen Raum, sondern auf die EU-27.

Die Ergebnisse von SPENCER ET AL. (2012) sind in Tab. 92 dargestellt. Der Berechnung entspricht dem Rechenweg a der vorliegenden Studie.

⁹³ Im Jahr 2011 etwa 11.874.100 ha (BMELV 2011d)

Tab. 92: Flächenbedarfe für eine sojafreie Nutztierfütterung in Deutschland nach Spencer et al. (2012)

		Ackerbohne	Erbse	Süßlupine
Benötigte Menge für den Ersatz von 4,5 Mio. t Sojaschrot	[Mio. t]	7,858	8,361	5,675
erforderliche Anbaufläche	[1.000 ha]	2.252	2.741	4.365
Anteil an dt. Ackerfläche	[%]	19	23	37

Die von SPENCER ET AL. (2012) ermittelten Flächenbedarfe sind in etwa zehnmal größer als die Schätzungen dieser Studie. Beim Vergleich der eigenen Rechnung mit jener von SPENCER ET AL (2012) ist jedoch die unterschiedliche Bezugsgröße zu berücksichtigen. Bezieht sich die vorliegende Studie lediglich auf das Milchvieh (basierend auf den Berechnungen aus *Abschnitt 5.5*), nach welchen das Milchvieh etwa 10 bis 20 % des in Deutschland verfütterten Sojaschrotes erhält), berechnen SPENCER ET AL. (2012) Flächenbedarfe für die Substitution der Sojafuttermittel aller Nutztiere. Die unterschiedlichen Flächenbedarfe sind also ein Indiz für die Richtigkeit der in *Abschnitt 5.5* erhaltenen Ergebnisse.

Ein Grund für weitere Abweichungen sind unterschiedlich getroffene Grundannahmen. So gehen SPENCER ET AL. (2012) von insgesamt 4,5 Mio. t⁹⁴ und diese Studie von 4,028 Mio. t (WJ 2009/10) Sojaschrot aus (BMELVa:TAB.133). Die unterstellten XP-Werte der Sojasubstitute liegen bei SPENCER ET AL. (2012) über denen der vorliegenden Studie⁹⁵.

ACTI (2012c) bezieht sich auf den Sojaschroteinsatz für alle Nutztiere der gesamten EU-27 (WJ 2010/11) und geht von einer reinen Substitution durch Erbsen aus. Für den Ersatz des Soja-Rohproteins (15 Mio. t) berechnen sie einen Bedarf von 68 Mio. t Erbsen, welcher auf etwa 21 Mio. ha angebaut werden müsste. Bei einer gesamten Ackerfläche der EU-27 von ungefähr 109 Mio. ha (2009)⁹⁶ entspräche das einem Flächenanteil von nahezu 20 %, was ungefähr in der Größenordnung von Spencer et al. (2012) liegt. Wiederum im Hinblick darauf, dass in den Berechnungen dieser Studie nur das Sojaschrot im Milchviehbereich berücksichtigt wurde, bestätigt auch ACTI (2012c) die eigenen Abschätzungen.

Abschließend soll auf einen Aspekt hingewiesen werden, der in keiner Rechnung berücksichtigt wurde. Vor allem in der Wiederkäuerfütterung können die Futterleguminosen einen erheblichen Beitrag zur Proteinversorgung der Nutztiere beitragen (siehe *Abschnitt 10.1.4*). Über eine Erhöhung des Proteingehaltes im Grundfutter kann durch sie der Proteinbedarf im Kraftfutter und damit auch der Sojaschroteinsatz reduziert werden. Auch wenn an die Wiederkäuer im Vergleich zu Monogastrier ein kleinerer Teil des eingesetzten Sojaschrotes verfüttert wird, sollte auch dieses Potenzial ausgeschöpft werden. Wie durch die Modellrationen verdeutlicht wird, kann unter bestimmten Bedingungen z.B. mithilfe von Luzernesilage bis in einen mittleren Leistungsbereich gänzlich auf Proteinlieferanten im Kraftfutter verzichtet werden (siehe *Kapitel 9*). Eine Eingliederung der Futterleguminosen in Flächenbedarfsrechnungen für eine sojafreie Milchviehfütterung ist jedoch im Vergleich zu den Körnerleguminosen schwerer, was z.B. auf die vielfältigen Einflüsse auf deren Futterwert wie u.a. Gemengeanteil oder Nutzungshäufigkeit zurückzuführen ist.

⁹⁴ entspricht dem Verbrauch des WJ 2008/09

⁹⁵ Ackerbohne: 26,12 %, Erbse: 24,55 %, Lupine: 36,17 %

⁹⁶ Aktuellste Daten laut FAOstat (2012)

10.4 Betriebswirtschaftliches Potenzial

Jahrelang war das Verhältnis der Preise verschiedener Futtermittel zueinander relativ stabil, sodass die Landwirte die Vorzüglichkeit einzelner Futtermittel im Vergleich zu anderen nicht stetig 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 wichtiger, 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. Bei der Berechnung der Preiswürdigkeit nach Löhr werden dabei für Milchvieh die Werte MJ NEL- und Rohproteingehalt der Futtermittel herangezogen. Entweder werden die notwendigen Austauschmengen von z.B. Weizen oder Gerste und Sojaschrot ermittelt, mit denen man ein kg eines Futtermittels, z.B. Rapsschrot, ersetzen kann. Oder es werden anhand der zwei Vergleichsfuttermittel, meistens Weizen oder Gerste und Sojaschrot, ihren Rohprotein- und Energiegehalten sowie ihren aktuellen Preisen Preisfaktoren für Energie und Rohprotein errechnet. Mit diesen Faktoren wird dann ermittelt, was z.B. Rapsschrot, Erbsen oder Ackerbohnen kosten dürften, um im Vergleich zu Weizen und Sojaschrot die beiden Nährstoffe Energie und Rohprotein preisgleich zu liefern. Ist der aktuelle Marktpreis niedriger als der ermittelte Vergleichspreis, so ist es günstig, dieses Futtermittel einzusetzen. Liegt er höher, liefert es Energie und Rohprotein vergleichsweise teuer (vgl. AELF WERTINGEN 2009, GROß 2010). Je höher der Eiweißgehalt eines Futtermittels, umso stärker reagiert es auf die Änderung des Sojaschrotpreises und weniger auf die Änderung des Weizenpreises. Bei einem eiweißarmen, energiereichen Futtermittel ist es umgekehrt. Somit hilft diese Berechnung der Vergleichspreise bei der Kaufentscheidung, den maximalen Preis zu finden, den man für ein Futtermittel ausgeben sollte (GROß 2010).

Bei dem Vergleich der auszutauschenden Futtermittel ist es wichtig zu beachten, dass es immer eine preisliche, eine ernährungsphysiologische und eine organisatorische Lösung gibt. Vieles, was vielleicht preislich sinnvoll wäre, kann oder muss aus ernährungsphysiologischen oder organisatorischen Gründen abgelehnt werden (PROTEINMARKT 2008).

Diese Vergleichspreise stellen allerdings nur eine grobe Orientierungshilfe dar. Einzelbetriebliche Besonderheiten im Bereich des Anbaues, der Lagerungslogistik und des Futtermanagements können zu Verschiebungen der Vergleichspreise führen (LOPOTZ 2012).

10.4.1 Preisentwicklung der Substitute

10.4.1.1 Preisentwicklung Körnerleguminosen

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. 93* hervorgeht.

Tab. 93: Rentabilität verschiedener Ackerkulturen im Vergleich (ohne Vorfruchtwert) (eigene Darstellung nach LOPOTZ 2012)

Faktor	Frucht Einheit	Weizen	Gerste	Energie- mais*	Zuckerr übe	Winterr aps	Ackerbo hne	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
Markt- leistung	€/ha	1694	1550	1384	2059	1815	996	1079
Saatgut	€/ha	75	70	160	240	60	185	150
Düngung	€/ha	346	297	200	378	322	128	141
Pflanzen- schutz	€/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

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 der aufnehmenden Hand (Großhandel) 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 einem Verkauf wird der Erzeugerpreis dem Futterwert der heimischen Körnerleguminosen meist nicht gerecht. Um das innerbetriebliche Nutzungspotenzial dieser voll auszuschöpfen, müssten Sortenwahl und Anbauumfang mit den Möglichkeiten der Lagerung, Verarbeitung und tierspezifischer Verwendung aufeinander abgestimmt werden (SUNDRUM 2009). Doch 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. Demzufolge ist es schwierig, Preise für Körnerleguminosen zu definieren. Da sie im ökologischen Landbau aufgrund der besonderen Bedeutung als Eiweißfuttermittel deutlich fester im Ackerbau etabliert sind, stehen Erzeugerpreise für Öko-Ware zur Verfügung. Laut GORN (2012:172F) lagen diese für ökologisch gehandelte Ackerbohnen und Erbsen im Wirtschaftsjahr 10/11 bei 41 €/dt. 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. 94) sind die Preiswürdigkeiten für Ackerbohnen und Erbsen bei veränderlichem Sojaschrotpreis aufgelistet:

Tab. 94: Preiswürdigkeit von Ackerbohnen und Erbsen (eigene Darstellung berechnet 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 angenommenen, aktuellen Marktpreisen (Mai 2012) für Sojaschrot von 39 €/dt und Weizenpreis für 21 €/dt, dürften Ackerbohnen 27,96 €/dt und Erbsen 25,59 € je dt kosten. Wird für diese Körnerleguminosen ein derzeitiger Marktwert von 20 €/dt angenommen, lohnt sich ihr Einsatz als Substitut für Sojaschrot ökonomisch gesehen in jedem Fall.

10.4.1.2 Preisentwicklung Ölschrote

Wie in *Abb. 89* dargestellt, unterliegen die Ölschrotpreise starken Schwankungen. Je nach verfügbarer Menge am Markt steigen und fallen die Preise in einem fast kontinuierlichen Rhythmus. Seit 2008 liegen die Ölschrotpreise jedoch tendenziell auf einem deutlich höheren Niveau als in den Jahren zuvor.

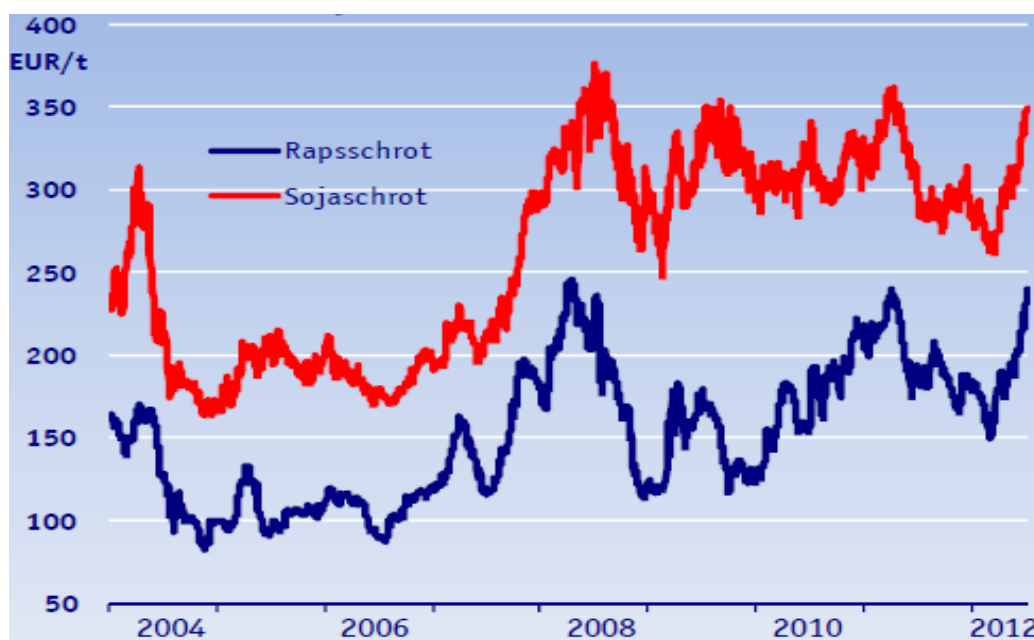


Abb. 89: Preisentwicklung von Raps- und Sojaschrot in den Jahren 2004–2012 (UFOP 2012)

Wie stark die Marktpreise der Ölschrote durch die aktuellen Entwicklungen in der Welt und an der Börse beeinflusst werden, macht der OVI-Marktbericht aus der 17. Kalenderwoche 2012 anhand der derzeitigen Situation am Rohstoffmarkt deutlich. Demnach lassen die pessimistischen Ernteaussichten für das Jahr 2012 die Rapskurse an der Börse im Augenblick stark steigen. Auch die Preise für die Rapsernte 2012 zogen deutlich an. Aufgrund von Unsicherheiten über witterungsbedingte Ertragsverluste ist die Abgabebereitschaft der Erzeuger im April 2012 weiterhin sehr zurückhaltend.

Die gestiegenen Rohstoffkosten veranlassten die Anbieter, ihre Forderungen für Ölschrote ebenfalls anzuheben. Die Sojaschrotpreise stiegen in der letzten Aprilwoche 2012 um 20 €/t an und überschritten so das Rekordniveau aus dem Jahr 2008. Mit 476 €/t für 44-prozentiges Sojaschrot aus einer deutschen Mühle wurde so viel verlangt wie noch nie. Auch die Rapsschrotpreise erhöhten sich infolge der ansteigenden Rapspreise deutlich an. Ware zur Lieferung im April wurde lediglich noch im Westen gehandelt und mit 265 €/t bewertet, in der Vorwoche lagen die Preise noch bei 245 €/t (ami 2012b).

Durch diese preislichen Schwankungen im Bereich der Ausgangsrohstoffe verteuern sich folglich auch die Mischfuttermittel (Abb. 90). Veredelungsbetriebe mussten im Januar im Vergleich zum Vormonat rund 20 €/t mehr für Raps- und Sojaschrot als noch im Dezember bezahlen. Im Vergleich zum Vorjahresmonat lagen die Preise für Sojaschrot rund 61 €/t und für Rapsschrot rund 46 €/t höher. Trotz der hohen Proteinpreise halten sich die Preisaufschläge für Mischfutter gegenüber dem Vormonat in Grenzen. Die Forderungen für Milchleistungsfutter wurden im Bundesdurchschnitt um 2 €/t angehoben, Schweinefutter aller Klassen um rund 1 €/t. Aufgrund der hohen Proteingehalte ist der Preisanstieg im Geflügelfutter mit 5 €/t am höchsten (BAUMANN 2012).

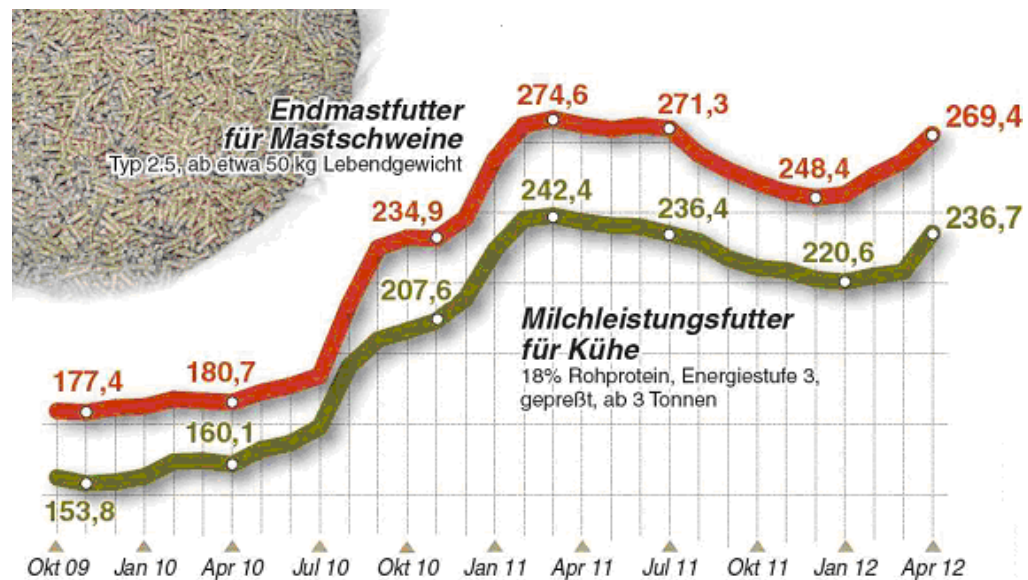


Abb. 90: Entwicklung der Einkaufspreise für Mischfuttermittel in Deutschland (€/t, ohne Mwst.)(ami 2012c)

Für die Kalkulation der Preiswürdigkeit auf Basis von XP und NEL wird ein Weizenpreis von 21 €/dt unterstellt und mit mittleren Protein- und Energiegehalten der Futtermittel gerechnet. Es ergeben sich daraus folgende Preiswürdigkeiten für Rapsschrot (Tab. 95):

Tab. 95: Preiswürdigkeit von Rapsschrot (eigene Darstellung berechnet nach Steinhöfel 2002)

Bei einem Preis je dt SES von...	30	32	34	36	38	40
darf RES ... €/dt kosten	25,15	26,70	28,25	29,80	31,35	32,90

Bei den aktuellen Marktpreisen vom 14.05.2012 für Sojaschrot mit 39 €/dt und 21 €/dt für Futterweizen dürfte Rapsschrot 32,13 €/dt kosten, um eine Kostengleichheit zu erzielen. Der aktuelle Marktpreis des Rapsschrots liegt mit 25,00 €/dt (nur 78 % der Sojaschrotkosten) noch deutlich darunter, sodass sich der Einsatz in Milchviehrationen derzeit ökonomisch lohnen würde.

10.4.1.3 Produktionskosten Luzernesilage

Aus Versuchen der LLFG Iden in Sachsen-Anhalt kann abgeleitet werden, dass die Produktionskosten für eine Luzernesilage nur ca. die Hälfte der Kosten für eine Feldgrassilage betragen

(Tab. 96). Die Differenz in den Produktionskosten ergibt sich vorrangig durch die wegfallende Stickstoffdüngung und den damit verbundenen Arbeits- und Technikaufwand im Luzerneproduktionsverfahren (ENGELHARD 2010).

Tab. 96: Produktionskosten Luzerne- und Feldgrassilage (eigene Darstellung nach ENGELHARD 2010)

Kenngröße/Kostenposition ¹	Silageart	
	Luzerne	Feldgras
Nutzungsjahre	3	1,5
Schnitte	12	5
Ertrag, dt/ha/Jahr	120	93
Saatgut, /ha	32	72
N-Düngung, /ha	-	270
Siliermittel, /ha	115	69
Arbeitserledigung, Technik /ha	396	514
Pacht und sonstige Kosten	175	175
Σ Produktionskosten	718	1100
€/dt TM Silage	5,98	11,83

¹je durchschnittliches Nutzungsjahr

Durch den Einsatz von Luzerne in einer TMR konnte in den Versuchen der LLFG ein Teil der Extraktionsschrote ersetzt (1,37 kg) und so Futterkosten gespart werden. Aufgrund ihres geringeren Energiegehalts gegenüber der Feldgrassilage musste die Luzerne-Ration im Versuch aber energetisch mit Körnermais aufgewertet werden. Es ergibt sich dennoch ein Produktionskostenvorteil der Luzernesilage von 0,2 €/kg TM gegenüber der Feldgrassilage. Ob sich der Anbau von Luzerne lohnt, hängt sehr vom einzelbetrieblichen Management, dem Standort und der sonstigen Verfügbarkeit von Futterkomponenten ab (ENGELHARD 2010). Abgeleitet aus diesem Versuch ist davon auszugehen, dass der Luzerneanbau (für Silagebereitung) kostengünstiger ist als reine Grassilagebereitung.

10.4.2 Kostenvergleich verschiedener Eiweißkomponenten in den Modellrationen

Die Berechnungen erfolgen auf der Basis der in *Kapitel 9* erstellten Modellrationen. Es wurde versucht, sie einerseits mit einem hohen Maß an Genauigkeit anhand von Fakten (z.B. Rohstoffe, Preise, Futtermittelrationen etc.) und andererseits auf der Basis von begründeten Annahmen durchzuführen. Einige Kostenelemente, wie möglicherweise entstehende Mehrkosten für Futtermittel auf der Seite der Milcherzeuger, können nicht ausreichend quantifizierbar in die Berechnungen einbezogen werden, da hier derzeit noch sehr wenige Daten mit großen Schwankungsbereichen vorliegen. Bei der Kostenberechnung wird unterstellt, dass die darin verwendeten Futtermittel in ausreichendem Maß verfügbar sind.

Um abwägen zu können, bei welcher Eiweißkomponente ein derzeitiger Einsatz ökonomisch sinnvoll wäre, sollen im folgenden Abschnitt die preislichen Differenzen zwischen den Futtermitteln dargestellt werden. Wie oben angeführt, unterliegen die Futtermittelpreise sowohl im Jahresverlauf als auch über mehrere Jahre hinweg gesehen ständigen Schwankungen. Es wird daher nicht ein bestimmter Zeitpunkt für die Preisfestlegung gewählt, sondern auf Durchschnittspreise aus dem WJ 10/11 zurückgegriffen (

Tab. 97). Bei der Auswahl des Erhebungszeitraums wurde darauf geachtet, dass sowohl Tief- als auch Hochpreisphasen in den Durchschnittspreisen Beachtung fanden.

Tab. 97: Angenommene Futtermittelpreise in der Rationsberechnung WJ 10/11¹ (eigene Darstellung)

Ackerbohnen^{2,3}	20,06 €/dt
Erbsen^{2,3}	20,07 €/dt
Rapsschrot	23,60 €/dt
Sojaschrot	33,50 €/dt
Weizen²	19,00 €/dt
Trockenschnitzel	12,50 €/dt

¹ Preise laut ami-Marktbilanz Getreide 2012 (Baumann et al. 2012) aus den Jahren 2010/11

² Erzeugerpreise, Marktpreis durch Handelsspanne evtl. höher

³ 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. Da in den beiden Varianten Gras- und Maissilage und reine Grassilage in jedem Leistungsniveau von der gleichen Kraftfuttermenge pro Tier und Tag auszugehen ist, werden im Folgenden, um Wiederholungen zu vermeiden, nur die Preise für die gemischten Rationen aus Gras- und Maissilage angegeben (*Tab. 98*). Die Kostenunterschiede, die sich aus der unterschiedlichen Grundfutterzusammensetzung in Bezug auf die gesamten Rationskosten ergeben, bleiben hier unberücksichtigt.

Tab. 98: Kostenvergleich verschiedener Eiweißkomponenten in Milchviehrationen (eigene Darstellung)

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- Futter- aufnahme	16,6	16,6	16,6	19,2	19,2	19,2	21,0	21,0
Kraftfutter- Mischung	KL ¹	RES ⁵	SES ⁶	KL	RES	SES	RES	SES
	30 % AB ² 30 % E ³ 40 % W ⁴	40 %RES 60 % W	40 % SES 60 % W	10 % AB ² 10 % E ³ 20 % RES 60 % W ⁴	40 % RES 60 % W	40 % SES 60 % W	30 % RES 40 % TS ⁷ 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

¹Körnerleguminosen, ²Ackerbohnen, ³Erbsen, ⁴Weizen, ⁵Rapsschrot, ⁶Sojaschrot, ⁷Trockenschnitzel

10.4.2.1 Bewertung der 6.000 kg Rationen mit verschiedenen Kraftfutterkomponenten

Wie in der oben stehenden Tabelle deutlich wird, sind die Preisunterschiede der Eiweißfuttermittel in dieser Variante aufgrund der geringen Kraftfuttermenge pro Tier nicht kennzeichnend. Obwohl jedoch der Anteil Körnerleguminosen als Eiweißkomponente im Kraftfutter (60 %) um 20 % höher ist als bei den Mischungen mit Raps- und Sojaschrot (je 40 %), errechnet sich für diese eine leichte preisliche Vorzüglichkeit gegenüber Raps- und Sojaschrot, bei gleichem Leistungspotenzial in Bezug auf die Milchmenge.

Der preisliche Unterschied 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.

10.4.2.2 Bewertung der 8.000 kg Rationen mit verschiedenen Kraftfutterkomponenten

Auch bei gesteigerten Leistungen und höherem Kraftfuttereinsatz ist der Einsatz von Ackerbohnen und Erbsen ökonomisch vorteilhaft. Bei einer Kraftfuttermischung aus 20 % Körnerleguminosen und 20 % Rapsschrot zeigt sich der preisliche Vorteil dieser Mischung. Bei einer angenommenen Kraftfuttermenge von 2,5 kg pro Kuh und Tag würden die Mischung aus Körnerleguminosen und Rapsschrot 0,57 €/Kuh und die Hofmischung mit Rapsschrot als einzige 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.

10.4.2.3 Bewertung der 10.000 kg Rationen mit verschiedenen Kraftfutterkomponenten

Wie zu erwarten resultiert aus den Berechnungen für diese Rationen auch ein preislicher Vorteil des Rapsschrotes. Dieser bleibt sogar 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.

10.4.2.4 Bewertung der Luzerne-Rationen

In *Tab. 99* werden die Kosten der Grundration Luzerne- und Maissilage (6.000 kg & 8.000 kg) den Kosten einer Gras- und Maissilageration mit Sojaschrot als Eiweißergänzung gegenübergestellt. Der höhere Kraftfutteranteil (nur Getreide) in den Luzerne-Maisrationen im Vergleich zu den anderen Varianten wirkt sich direkt auf die Kosten pro Tier und Tag aus. So ist das nötige Kraftfutter pro Tier, um eine gleiche Milchleistung zu erzielen, im Leistungsbereich von 6.000 kg ca. doppelt so teuer wie in den vergleichbaren Varianten mit Eiweißkomponenten. Bei höheren Leistungen beträgt der Kraftfutteraufwand ca. das Anderthalbfache, verglichen mit den Varianten KL und RES. Jedoch kann in diesen Rationen vollkommen auf eine Eiweißergänzung über das Kraftfutter verzichtet werden (gerechnet auf die Milchleistung in der Laktationsmitte). Eine zusätzliche, hier nicht einkalkulierte Leistungssteigerung, kann durch die in *Abschnitt 8.2.2* beschriebene, höhere Futteraufnahme erzielt werden. Es ist daher einzelbetrieblich und rationsorientiert zu klären, ob und in welcher Größenordnung die höhere Futteraufnahme der Tiere den Energiemangel kompensieren kann. Dadurch ließen sich zusätzlich Kosten im Bereich des Kraftfutters einsparen. Bezieht man die geringeren Produktionskosten der Luzernesilage (siehe *Abschnitt 10.4.1.3*) in einer Gesamtbetrachtung aller Futterkosten mit ein, reduzieren sich die hohen Kosten für das Kraftfutter dadurch. Diese Tatsachen verdeutlicht noch einmal das starke Leistungspotenzial der Futterleguminosen, auch im ökonomischen Sinne.

Tab. 99: Kostenvergleich des Einsatzes von Luzerne- und Maissilage und Weizen im Vergleich zu Gras- und Maissilage und Sojaschrot (eigene Darstellung)

Leistung	6.000 kg Ø 20 kg		8.000 kg Ø 26 kg	
	Luzerne- + Maissilage	Gras- + Maissilage	Luzerne- + Maissilage	Gras-+ Maissilage
kg TM Gesamt- Futterraufnahme	17,1	16,6	19,1	19,2
Kraftfutter- Mischung	Getreide	SES ¹	Getreide	SES
	100 % W ²	40 % SES 60 % W	100 % W	40 % SES 60 % W
kg/Tag Kraftfutter	1,0	0,5	4,0	2,5
kg Milch nach NEL	20,3	20,1	26,6	27,3
kg Milch nach nXP	20,9	20,6	25,6	26,9
€/Tier/Tag KF-Kosten	0,22	0,14	0,86	0,70
€/Tier/Tag Differenz zu SES	+0,08	0	+0,16	0

¹Sojaschrot, ²Weizen

10.4.3 Kosten der gentechnikfreien Fütterung

Ein alleiniger Vergleich der möglichen Substitute für Sojaschrot in Bezug auf ihre Marktpreise und ihre ernährungsphysiologische Vorzüglichkeit in Milchviehrationen reicht für eine ökonomische Bewertung nicht aus und kann nur eine preisliche Orientierungshilfe darstellen. Bei der Erzeugung von sojafreien und somit oft absolut „gentechnikfreien“ tierischen Produkten fallen für Händler und Erzeuger eine Reihe von unterschiedlichen Kosten an, die bei einer ökonomischen Betrachtung nicht außer Acht gelassen werden dürfen.

10.4.3.1 Stand der gentechnikfreien Milcherzeugung

Laut einer von Greenpeace in Auftrag gegebenen Verbraucher-Umfrage zu „Milch ohne Gentechnik“ der GESELLSCHAFT FÜR KONSUMFORSCHUNG (GfK 2009) verlangen 76 % der deutschen Verbraucher, dass Molkereien nur Milch von gentechnikfrei gefütterten Kühen beziehen sollten. Aufgrund dieser Forderung der Verbraucher nach gentechnikfreien Milchprodukten stellen immer mehr Molkereien ihre Milchverarbeitung teilweise oder vollständig auf Produkte aus gentechnikfreier Fütterung um und versuchen so, sich im Hochpreissegment zu etablieren. Die Bedeutung des Anteils an Milch mit „ohne Gentechnik“-Kennzeichnung hat deutschlandweit, vor allem aber in Bayern, in den letzten zwei Jahren stark zugenommen (DORFNER & UHL 2012:27). Die folgende Karte (Abb. 91) zeigt, dass der größte Anteil der Molkereien und Sennereien, die teilweise oder ausschließlich gentechnikfreie Milchprodukte erzeugen, im Süden Deutschlands ansässig sind.

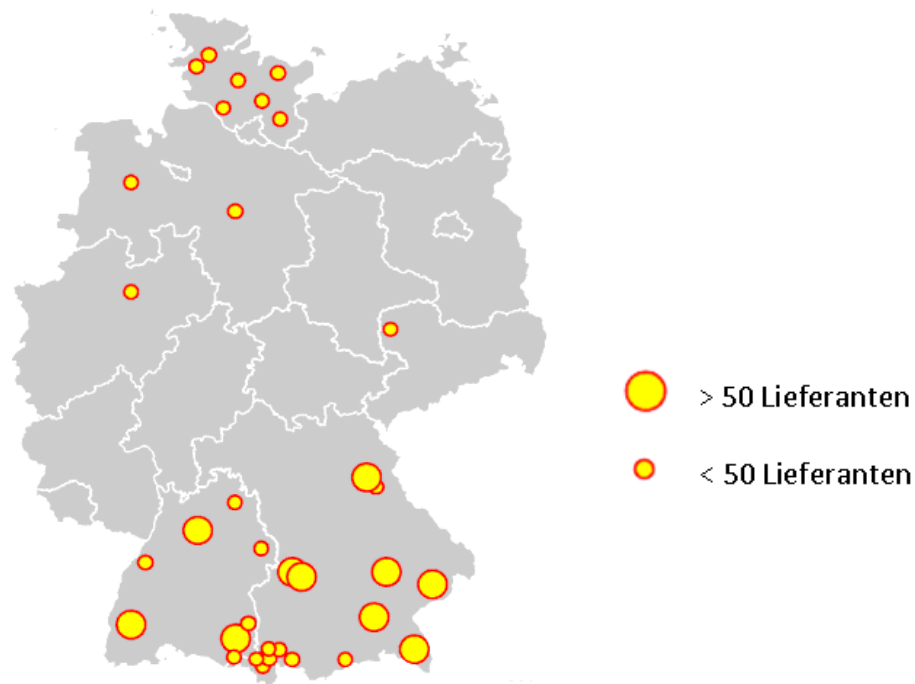


Abb. 91: Räumliche Verteilung der „gentechfreien Molkereien“ in Deutschland (umfasst Molkereien, die unter anderem gentechfreie Milch vermarkten) (VENUS & WESSELER 2012)

Seit September 2008 verzichtet die bekannte Milchmarke „Landliebe“ von der Firma FrieslandCampina auf gentechnisch veränderte Futtermittel für Milchkühe. Im gleichen Jahr kündigte auch die Molkerei Breisgaumilch einen solchen Schritt für ihre Marke „Schwarzwälder Weidemilch“ für das Frühjahr 2009 an (TOTZ 2008). Die Angaben, wie groß der Anteil an deutscher Milch ohne Gentechnik ist, schwanken zwischen 6 % (gelabelt, VENUS & WESSELER 2012) und insgesamt 10 % (gentechfrei produziert jedoch nicht gesamte Menge als gentechfrei ausgezeichnet, SIMON 2012, HISSTING 2012).

Eine Erhebung von VENUS & WESSELER (2012) unter deutschen Molkereien zeigt, dass gentechfreie Milcherzeugnisse in Deutschland bisher vor allem von kleineren Molkereien, Hofläden und Sennereien im Süden Deutschlands angeboten werden. Dabei geht der Produktionsumfang der gentechfreien Milch bereits über den der Biomilch hinaus (Abb. 92).

Milchproduktion in Deutschland (Menge)

Milcherzeuger in Deutschland (Anzahl)

■ Gentechnikfrei ■ Biologisch ■ Konvention ■ Gentechnik-frei ■ Biologisch ■ Konvention

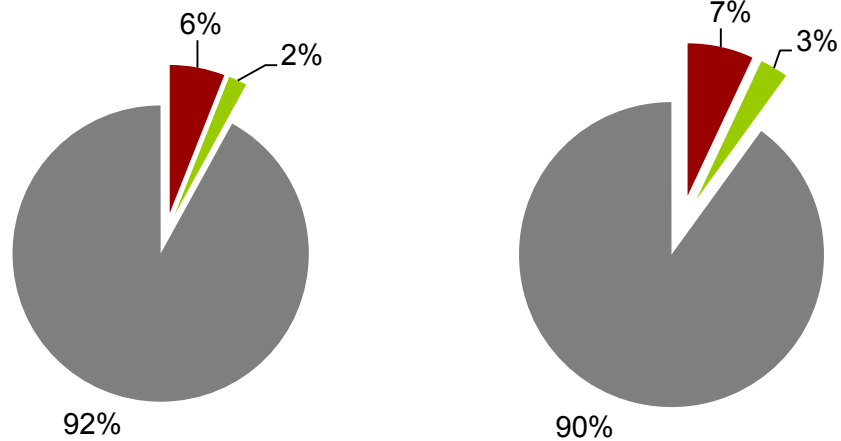


Abb. 92: Anteile gentechnikfreier Milch am deutschen Milchmarkt (eigene Darstellung nach VENUS & WESSELER 2012)

Der Anteil der gentechnikfreien Milchmenge an der gesamten in Deutschland erzeugten Milchmenge ist kleiner als der Anteil der Produzenten. Dies lässt den Rückschluss zu, dass es sich bei den Erzeugern um Betriebe handelt, die eine kleinere Betriebsgröße aufweisen als der Durchschnitt der Milchviehbetriebe in Deutschland. Von den 91.550 deutschen Milchviehbetrieben erzeugen im Jahr 2010 rund 3,4 % Biomilch und nach Schätzung der befragten Molkereien bereits 6,6 % (ca. 6.332 Produzenten) gentechnikfreie Milch (VENUS & WESSELER 2012).

Die Molkereien verlangen bei dieser Produktionsart von den Landwirten, ihre Fütterung auf „ohne Gentechnik“ umzustellen. Das bedeutet vor allem, das GVO-Sojaschrot im Milchleistungs- oder Ausgleichsfutter zu ersetzen. Dies ist für die Landwirte aber nicht immer einfach, ohne Umstrukturierung der Betriebsabläufe und des Managements umzusetzen.

10.4.3.2 Kostenfaktoren der Umstellung

Durch die Umstellung der Fütterung ohne Sojaschrot können Kosten entstehen, die vonseiten der Molkereien in Bezug auf den Auszahlungspreis der Milch Beachtung finden müssen. Die folgende Tabelle (Tab. 100) soll einen Überblick über die Kostenpositionen und die davon betroffenen Produktionsglieder geben.

Tab. 100: Kostenfaktoren gentechnikfreier Fütterung und ihr Einflussbereich (eigene Darstellung nach Url 2005)

Anfallende Kosten bei gentechnikfreier Produktion	FM-Handel	FM-Werk	Erzeuger
Erhöhte Logistikkosten	x	x	x
Kontrollkosten (extern)	x	x	x
Untersuchungskosten (extern)	x	x	x
Selbstkontrolle	x	x	x
Umstellungskosten	x	x	x
Investitionskosten	x	x	x
Verwaltungs- und Dokumentationskosten	x	x	x
Mehrkosten Tierzukauf	-	-	x
Haftungsübernahme	x	x	x
Preisänderung bei Rohstoffen	x	x	x
Höherer Managementaufwand	x	x	x
Mehraufwand durch spezielle Molkereianforderungen im Vergleiche zu EG-VO	-	-	x
Zusätzliche Kosten für Mahlen und Mischen	-	-	x

Da sich der Einfluss der Veränderungen im Bereich der Kosten für den Landwirt am stärksten auswirkt, ist es wichtig zu berücksichtigen, wie sich die Substitution des größtenteils gentechnisch veränderten Importsojaschrotes und eine damit möglicherweise einhergehende „gentechnikfreie Fütterung“ auf den landwirtschaftlichen Betrieb auswirken können. Hierzu müssen auch Veränderungen im Bereich Futterlagerung, -mischung und -vorlage mit einbezogen werden.

Im Folgenden soll aus diesem Grund ein kurzer Überblick zu den einflussreichsten „Kostenfaktoren bei der Umstellung auf gentechnikfreie Fütterung“ auf der Ebene des Landwirtes gegeben werden.

Die Anforderungen, die die Molkereien an eine „ohne Gentechnik“-Milch stellen, unterscheiden sich ebenso wie die ausbezahlten Zuschläge auf den Standardmilchpreis, was eine vergleichende Analyse der Kosten zwischen verschiedenen Molkereien erschwert.

Für den Landwirt ist die Fütterungsanpassung zwar diejenige Veränderung, die am direktesten in die betrieblichen Arbeitsabläufe eingreift, aber bei einer betriebswirtschaftlichen Bewertung der entstehenden Mehrkosten müssen nach DORFNER & UHL (2012:28FF) auch die folgenden kostenverursachenden Faktoren berücksichtigt werden:

Zusätzlicher Verwaltungsaufwand

Je nach Molkerei und Kontrollsystem ist der Betrieb verpflichtet, alle Daten, die in Zusammenhang mit Futtermitteln, Fütterung, Futterlager und Futtertransporten stehen, zu dokumentieren. Der zeitliche Mehraufwand bei einer Umstellung umfasst die eventuell separate Erfassung und Dokumentation aller selbsterzeugten und zugekauften Futtermittel mit den dazugehörigen Bestätigungen und Zertifikaten der Hersteller. Auch die häufig höhere Kontrollfrequenz und die intensiveren Kontrollen vonseiten der Zertifizierungsstellen und der Molkereien erhöhen den betrieblichen Verwaltungsaufwand.

Hinzu kommt häufig noch der höhere Zeitaufwand bei der Angebotseinholung und Bestellung der Futtermittel.

Unverkäufliche Milch von Zukaufstieren

Da gesetzlich festgelegt ist, dass Tiere, deren Milch das Label „ohne Gentechnik“ tragen soll, mindestens drei Monate zuvor mit nicht veränderten Futtermitteln gefüttert werden müssen, wird diese Vorschrift zum Problem für Betriebe, die ihre Jungviehaufzucht ausgelagert haben oder Jungvieh zur Remontierung zukaufen. In einigen Regionen Deutschlands, in denen die Beteiligung an den „ohne Gentechnik“-Programmen sehr hoch ist, haben die Zuchtvielmärkte bereits darauf reagiert und füttern auch das Jungvieh zum Verkauf schon gentechnikfrei.

Investitionen im Bereich Fütterung (Transport, Lager, Vorlage)

Hier spielt das schon vorherrschende einzelbetriebliche Management eine große Rolle. Der Änderungsbedarf im Bereich der Fütterungstechnik richtet sich nach der Zusammensetzung der bisherigen Ration und nach dem Spezialisierungsgrad des Betriebs. Hält der Betrieb noch andere Tierarten, die nicht auf eine gentechnikfreie Fütterung umgestellt werden soll, müssen evtl. Futter- und Mischaggregate, die bisher Tierart übergreifend genutzt wurden, nun getrennt genutzt werden, um einer Verschleppung oder Verunreinigung vorzubeugen. Diese Tatsache bedeutet häufig Neuinvestitionen im Bereich der Fütterungstechnik und Futterlagerung für einen diversifizierten Betrieb. Geht man davon aus, dass sich die neu zu schaffenden Raumkapazitäten für die Austausch-Eiweißkomponenten in einem Kostenrahmen von 100–180 €/t bewegen, entstehen im günstigsten Fall Mehrkosten (Festkosten) im Bereich von 0,1 bis 0,2 ct/kg Milch. Müssen aber ganze Futterlager neu gebaut bzw. neue stationäre oder mobile Technik angeschafft werden, sind deutlich höhere Mehrkosten von bis zu 1,2 ct/kg zu veranschlagen.

Haftungsrisiko und betriebliche Einschränkungen

Um weiterhin Anreize für eine Umstellung auf gentechnikfreie Fütterung zu schaffen, ist es wichtig, dass nicht allein die Mehrkosten oder die Einnahmerückgänge, die durch die Umstellung entstehen, kompensiert werden. Der landwirtschaftliche Betrieb nimmt außerdem zusätzliche Einschränkungen in seiner Betriebsführung und Haftungsrisiken in Kauf, die die betrieblichen Abläufe erschweren.

Die *Abb. 93* zeigt mögliche Kosteneffekte, die möglicherweise bei der Umstellung auf gentechnikfreie Fütterung entstehen können.

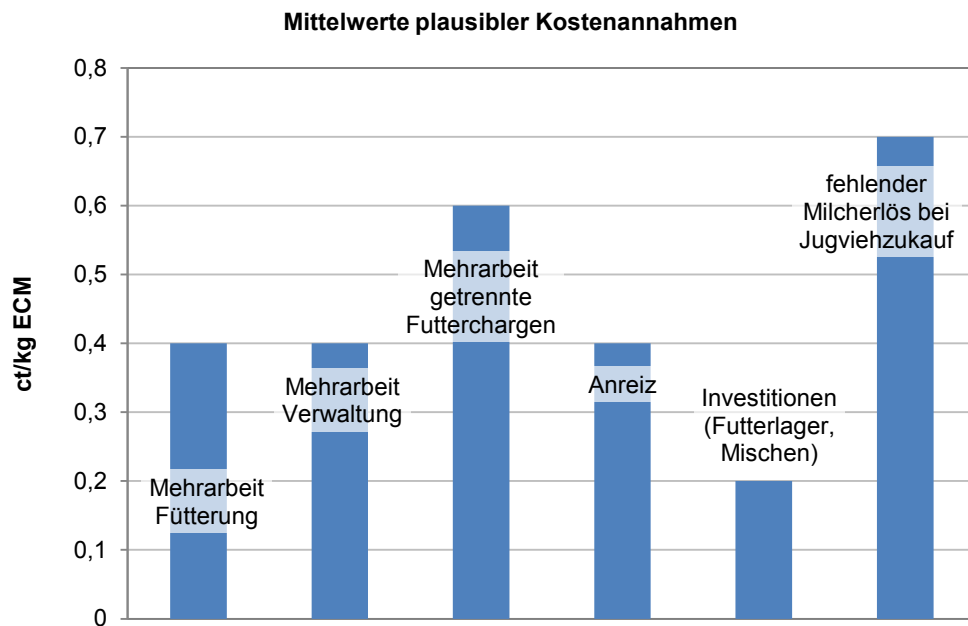


Abb. 93: Größenordnung möglicher Kosteneffekte bei einer Umstellung auf gentechnikfreie Fütterung (eigene Darstellung nach Dorfner & Uhl 2012:30)

10.4.4 Abschließende Bewertung des betriebswirtschaftlichen Potenzials

Bei einer abschließenden ökonomischen Betrachtung fällt auf, dass die Rationen, in denen Sojaschrot vollständig substituiert wird, kostengünstiger wären als Rationen mit Sojaschrot. Es ist jedoch anzumerken, dass die ausreichende Verfügbarkeit der Substitute derzeit in Deutschland nicht gegeben ist (siehe *Abschnitt 8.2.1*). Die Austauschkomponenten erfordern eine differenziertere Betrachtung in Region, Logistik, Verfügbarkeiten, Futterwert, Verwendung und führen damit aller Voraussicht nach zu mehr Kosten im Management, die alleine durch die Rationsberechnungsmodelle nicht ausgedrückt werden. Bezieht man diesen Sachverhalt in die Berechnung der Preiswürdigkeit der Soja-Substitute ein, wird deutlich, dass sich die ökonomische Vorzüglichkeit der Ackerbohnen und Erbsen verringert.

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

Raps- und Sojaschrot können aufgrund ihres speziellen Herstellungsprozesses nur bedingt auf dem Betrieb selbst erzeugt werden und müssen demnach fütterungsfertig zugekauft werden. Ein preislicher Vergleich zwischen dem Einsatz von Rapsschrot als Eiweißkomponente und hofeigenen Körnerleguminosen ist daher 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 bedarf es hier einer gewissen technischen Ausstattung hinsichtlich der Trocknung, Lagerung und Mischung der einzelnen Komponenten, die letztlich das hofeigene Leistungsfutter darstellen.

Diese technische Ausstattung von der Lagerung bis hin zum Mahlen und Mischen ist auf vielen Betrieben nicht vorhanden. Es fehlt vielfach an separaten Lagerungskapazitäten für verschiedene

Komponenten. Zudem wird die Herstellung eigener Hofmischungen häufig als kompliziert angesehen. Eine Alternative zum technischen Aufrüsten einzelner Betriebe oder dem Zukauf von fütterungsfertigen Mischfuttermitteln kann die Organisation in einem Erzeugerring darstellen. Hier läuft die Beschaffung der Rohstoffe, ihre Lagerung und Verarbeitung zentral zusammen und es ist möglich betriebsindividuelle Mischungen anzufertigen (vgl. SUNDRUM 2009).

Das Trocknen und die Lagerung stellen einen besonderen Kostenfaktor bei der Verfütterung selbsterzeugter Körnerleguminosen dar. Aufgrund gestiegener Energiepreise haben sich die Trocknungspreise in den letzten Jahren um bis zu 20 % verteuert. Um den Wert der Körnerleguminosen in der innerbetrieblichen Verwendung zu erhalten, bieten sich kostengünstigere Konservierungsverfahren an. Die Konservierung mittels organischer Säuren ist dabei ein bewährtes, aber auch kostenintensives Verfahren (durch teure Zusätze). Alternativ können die Körner auch siliert werden. Für die Silierung wird ein Feuchtegehalt von 25 % angestrebt. Dazu können die Körner 1. am Ende der Teigreife gedroschen und anschließend einsiliert oder 2. erst in der Totreife geerntet und beim späteren Silierprozess wieder angefeuchtet werden. Durch die frühe Ernte in der Teigreife entsteht eine bessere Maschinenauslastung, und die Gefahr einer Verpilzung verringert sich. Allerdings steigt bei der frühen Ernte auch der Verbrauch an Diesel. In Bezug auf die Futterqualität ist einer Ernte zum Zeitpunkt der Gelb- oder Teigreife nichts entgegenzusetzen. Die Einlagerung von Stärke und Protein sind bereits zuvor vollständig abgeschlossen (THAYSEN 2009).

Je nach bisheriger technischer Ausstattung des Betriebs können bei der Umstellung auf die Herstellung eigener Hofmischungen Mehrkosten von über 2 ct/kg Milch entstehen. Für reine Grünlandbetriebe, die keine Möglichkeit zum Eigenanbau haben, stellt sich die Situation ähnlich dar. Für sie würden zusätzliche Kosten beim Körnerleguminoseneinsatz durch Zukauf sowie für Mahl- und Mischvorgänge entstehen. Speziell für diese Betriebstypen wäre es wünschenswert, wenn es im Bereich der Mischfuttermittelindustrie ein Segment für die Herstellung eines Milchleistungsfutters mit der Eiweißkomponente Körnerleguminosen geben würde.

Nach DORFNER & UHL (2012:30) ist der ökonomische Anreiz einer gentechnikfreien und auch sojafreien Fütterung unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Molkereiaufschläge für Inhaltsstoffe und aus einzelbetrieblicher Sicht, je nach Umstellungsaufwand, sehr differenziert zu beurteilen. Bei einer Umstellung auf Fütterung „ohne Gentechnik“ ergibt sich eine weite Spanne der möglichen Mehrkosten, die durch verschiedene Kostenfaktoren entstehen. Es gibt Betriebe, auf denen eine Umstellung ohne einschneidende Veränderungen erfolgen kann, aber für einzelne ergibt sich möglicherweise auch ein Mehrpreis von deutlich über 2 ct/kg Milch. Viele Landwirte beteiligen sich aus freien Stücken an der Initiative zur gentechnikfreien Fütterung, was nicht bedeutet, dass ihre Bereitschaft zur Produktion gentechnikfreier Milch nicht entsprechend honoriert werden sollte.

Es muss ausreichend Berücksichtigung finden, dass diese Betriebe zusätzliche Einschränkungen in ihrer Betriebsführung und Haftungsrisiken in Kauf nehmen, die die betrieblichen Abläufe erschweren. Aus diesem Grund ist es von großer Bedeutung, die bäuerlichen Erzeuger durch höhere Auszahlungspreise an der Wertschöpfung ihrer Milch zu beteiligen (DORFNER & UHL 2012:30). Dass höhere Auszahlungspreise für die Lieferung gentechnikfreier Milch durchaus möglich wären, unterstützt die schon erwähnte 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 sich die zuvor angenommene preisliche Vorzüglichkeit bei der innerbetrieblichen Verwendung von Ackerbohnen und Erbsen im Leistungsfutter durch diverse Einflussfaktoren, je nach einzelbetrieblichem Management, minimieren kann. Besonders in der ökologischen Tierernährung sind heimische Körnerleguminosen als innerbetrieblich verfügbare

Protein- und Energieträger unverzichtbar. Das Nutzungspotenzial erschließt sich jedoch nicht aus den Einzelaspekten, sondern aus den zusammenwirkenden Faktoren im Gesamtkontext jedes einzelnen Betriebs im Abgleich mit den dafür anstehenden arbeitstechnischen und finanziellen Aufwendungen. Eine Kosten-Nutzen-Rechnung sollte daher immer auf der Ebene des einzelbetrieblichen Managements erfolgen, da abgeleitete Aussagen aus der Literatur nur unzureichend auf den landwirtschaftlichen Einzelbetrieb übertragbar sind (SUNDRUM 2009). Bei einer Betrachtung außerhalb der in dieser Studie beschriebenen Rationsberechnungen können zusätzliche Kosten durch die Umstellung auf gentechnikfreie Fütterung entstehen (s.o.). 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 veränderlich sind, ist oft eine innerbetriebliche Verwertung über eine Veredlung zu einem höherwertigen Produkt ökonomisch sinnvoll. Um die Einsatzwürdigkeit der hier vorgestellten Substitute einordnen zu können und daraus eventuell Ableitungen für den einzelnen Betrieb anzustellen, werden in Tab. 101 noch einmal die einflussnehmenden Faktoren in Bezug auf die Einsatzwürdigkeit der Sojab Substitute dargestellt.

Tab. 101: Darstellung der Einflussfaktoren auf die Einsatzwürdigkeit von Sojabsubstituten (eigene Darstellung)

	SES-Preis	Innerbetriebliche Verwertung		Monetäre Vorzüglichkeit reduziert sich durch ...
	Preisniveau von Importsojaschrot	Lagerung & Mahlen/Mischungen	Ökosystemleistungen	Haupteinflussfaktoren
Ackerbohnen & Erbsen	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
Rapsschrot	hoher Sojaschrotpreis begünstigt die Preis- und Einsatzwürdigkeit	Industrieprodukt, kein Anbau mit innerbetrieblicher Verarbeitung		Verbilligung von Importsojaschrot
Luzernesilage	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 von Rapsschrot und Körnerleguminosen am Markt ist anzunehmen, dass sich das Preisverhältnis verschiebt und sich die Substitute im Vergleich zu Sojabohnen und Schrot bei steigender Nachfrage verteuern.			

10.5 Verifizierung der Arbeitsergebnisse zur Möglichkeit der Substitution von Soja durch Milchviehfütterungsexperten

Um den derzeitigen Stand der Wissenschaft zum Substitutionspotenzial der heimischen Körnerleguminosen und Rapsschrot mit Expertenmeinungen aus der Beratungspraxis zu konfrontieren, wurden acht Fütterungsexperten und –berater telefonisch zu diesem Thema befragt. Die befragten Teilnehmer sind in unterschiedlichen Regionen und Institutionen Deutschlands tätig. Um die Anonymität der Befragten zu wahren, werden im Folgenden für die Aussagen stellvertretend nur die Bundesländer (BL) genannt, in welchen die Teilnehmer arbeiten (Bayern = BY; Baden-Württemberg = BW; Rheinland-Pfalz = RP; Nordrhein-Westfalen = NRW; Niedersachsen = NI; Niedersachsen Öko = NIÖ, Sachsen-Anhalt = SA; Sachsen = SN). Die Angaben, die den Bundesländern zugeordnet wurden, stehen nur für die Aussage einer Person und spiegeln nicht die allgemeine Meinung oder Vorgehensweise der landwirtschaftlichen Beratung dieser Länder wieder. In den folgenden Tabellen wird die Anzahl der Antworten dargelegt und darunter, in welchem Bundesland die Berater tätig sind.

Da die vorgegebenen Antwortmöglichkeiten teilweise für eine ausführliche Stellungnahme nicht ausreichen, werden zusätzliche Anmerkungen aufgeführt.

1. Bitte bewerten Sie die folgenden Strategien danach, für wie geeignet oder weniger geeignet Sie diese erachten, um den Importsojaanteil zu senken (Tab. 102).

Tab. 102: Bewertung der Strategien zur Senkung des Importsojaanteils durch Fütterungsexperten

	sehr gut geeignet	teilweise/begrenzt geeignet	ungeeignet
Grundfutterqualität verbessern (Proteingehalt erhöhen, FFB integrieren)	4	4	-
	RP, SA, SN, BY	NI, NIÖ, NRW, BW	-
Substitution durch Rapsschrot	8	-	-
	alle BL		
Substitution durch Körnerleguminosen	-	8	-
		alle BL	-

Grundfutterqualität

Die Befragten der Bundesländer BY, RP, SN und ST sind der Meinung, dass eine optimierte Grundfutterqualität die Basis für eine Substitution darstellen sollte. Ausgehend davon kann dann eine Substitution des verbleibenden Eiweißbedarfs über Rapsschrot oder begrenzt über den Einsatz von Körnerleguminosen erfolgen. Die Fütterungsexperten aus NI, NIÖ, NRW, BW sind der Meinung, dass in dieser Strategie ein gewisses Potenzial liegt. Da aber der Umfang einer optimierten Grundfutterqualität nicht gleichzusetzen ist mit dem Futterwert des Sojaschrots, wird diese Strategie mit einer begrenzten Wirkung eingestuft. Diese Teilnehmer merkten auch an, dass das Substitutionspotenzial immer von der schon vorhandenen Grundfutterqualität aus bewertet werden muss.

Rapsschrot

Dem Rapsschrot unterstellen alle Befragten das größte Substitutionspotenzial. Vor allem aufgrund des relativ gleichen Futterwertes für Milchvieh und der in der Praxis schon erprobten Leistungsfähigkeit des Rapsschrotes wird es als ein gleichwertiges Eiweißfutter im Vergleich zu Sojaschrot angesehen.

Körnerleguminosen

Den Sojaschrotanteil durch heimische Körnerleguminosen zu ersetzen, erachten die meisten Befragten als nicht ausreichend für einen adäquaten Ausgleich. Die begrenzte Substitutionsleistung der Körnerleguminosen erklären die Befragten vor allem aus Gründen der mangelnden Verfügbarkeit, des geringeren Futterwertes (Proteingehalt und Proteinqualität) und einer daraus resultierenden, notwendigen Behandlung, um die Gleichwertigkeit zum Sojaschrot zu erhalten.

2. In welchen Eiweißfuttermitteln sehen Sie das größte Potenzial, um Sojaschrot in Milchviehrationen zu ersetzen (mehrere Nennungen pro Teilnehmer möglich) (Tab. 103)?

Tab. 103: Einschätzung der Fütterungsexperten des Substitutionspotenzials anderer Eiweißträger

Substitut	n =	Bundesland
Schlempe	8	alle BL
Biertreber	5	RP, SA, SN, BY, BW,
Rapskuchen	3	RP; SA, BY
Futterharnstoff	2	SA, SN
Ackerfutter (Kleegras/Luzerne)	2	NI, BW
verarbeitete Sonnenblumensaat	1	SA
Kartoffelpülpe	1	NIÖ

In Schlempeprodukten (vor allem getrocknet) sehen die Fütterungsexperten eine große Substitutionsmöglichkeit, besonders zu maisbetonten Rationen (RP). Da die Bioethanolerzeugung aller Voraussicht nach in den nächsten Jahren noch ausgeweitet werde, sei dieses Substitut auch in Bezug auf die Verfügbarkeit als positiv zu bewerten. Jedoch wurde auf die erheblichen Schwankungen im Futterwert des Endproduktes hingewiesen. Ein gezielter Einsatz ohne Futtermitteluntersuchung sei daher schwer (NS, SA) und bei den flüssigen Schlempen müsse zusätzlich der geringe Strukturwert beachtet werden (NIÖ). Diese sollten nur dort eingesetzt werden, wo die Nähe zum Ethanolwerk den Transport als flüssiges Produkt begünstigt (NRW), da auch die Investitionskosten für die Lagerung (Silos) enorm hoch seien (NI).

Auch in Biertreber wird von den Befragten ein relativ großes Austauschpotenzial gesehen. Jedoch ist nach Aussage mehrerer Experten das Potenzial derzeit schon völlig ausgeschöpft (BY, BW, SA, SN), da es sich um ein sehr saisonabhängiges und regional vermarktetes Produkt handle. Die Brauereien haben feste Abnehmer, Neukunden werden derzeit nicht in das Vermarktungssystem aufgenommen (BY, BW). Frische Treber direkt ab Werk nehmen die Tiere gerne und gut auf, doch das silierte Produkt wird schnell instabil (SN). Aus dem Bundesland NI wurde zudem angemerkt, dass Treber keinen 1:1-Ersatz darstelle. Das heißt, es müsste für eine vollständige Substitution mengenmäßig mehr Treber als Sojaschrot gefressen werden. Bei TM-Gehalten von 20–22 % (Saftfutter) kann es dann zu Verminderung der Futteraufnahme (Volumen ausgeschöpft) oder Verdrängung anderer Futtermittel kommen.

Andere Produkte aus der Rapsverarbeitung, wie z.B. der Rapskuchen, stellen ebenfalls kein gleichwertiges Substitut dar, weil sein hoher Fettgehalt limitierend wirke (RP; SA, BY). Besonders in den ostdeutschen Bundesländern wird auch der Futterharnstoff in Rationen für Hochleistungskühe als alternativer Eiweißlieferant in Betracht gezogen. Damit könne über sehr geringe Mengen viel Stickstoff zum Aufbau von Mikrobenprotein in die Ration gebracht werden (SA, SN). Ackerfutter spielt bei den befragten Fütterungsexperten als direktes Austauschfuttermittel eher eine untergeordnete Rolle. Jedoch wurde aus NI und BW angemerkt, dass sich mit Ackerfutter höhere Proteinträge erzielen ließen als mit Körnerleguminosen.

3. Für wie geeignet halten Sie speziell die folgenden Eiweißfuttermittel im Austausch von SES (Tab. 104)?

Tab. 104: Bewertung ausgewählter Eiweißkomponenten hinsichtlich ihrer Eignung als Sojasubstitut durch Fütterungsexperten

	sehr gut geeignet	teilweise/begrenzt geeignet	ungeeignet
Rapsschrot	8 alle BL	-	-
Ackerbohnen	--	7 NIÖ,NRW,NI, SA,BY,BW,RP	1 SN
Erbsen	-	7 NIÖ,NRW,NI, SA,BY,BW,RP	1 SN
Lupinen (nur behandelt)	3 NRW,NI,SA	5 NIÖ,SN,BY, BW,RP	--

Die heimischen Körnerleguminosen werden von den Befragten als begrenzt geeignet im Austausch von Sojaschrot angesehen. Vor allem die tendenziell eher geringen Eiweißgehalte der Ackerbohnen und Erbsen lassen diese als vollwertige Substitute nur teilweise geeignet erscheinen. Laut der Fütterungsexperten ist vonseiten der Landwirte häufig zu hören, dass ein proteinreiches Getreide in Bezug auf Technik, Erträge und Verwertbarkeit lukrativer anzubauen sei. Lupinen seien je nach Anbaugebiet und somit auf den leichten und sauren Böden in den ostdeutschen Bundesländern und in behandelter Form (getoastet) ebenfalls gut geeignet, um den Anteil des Sojaschrots im Kraftfutter zu ersetzen.

Die Substitutionsleistung des Rapsschrotes wird aufgrund der oben angeführten Aspekte, von allen Befragten als sehr gut eingestuft.

4. In welchen Leistungsbereichen erachten Sie den Einsatz der folgenden Proteinträger für sinnvoll (Tab. 105)?

Tab. 105: Zuordnung der Substitute in Leistungseinsatzbereiche durch die Fütterungsexperten

	geringer – mittlerer Leistungsbereich	bis Hochleistungsbereich
Substitut	6.000–8.000 kg	6.000 – 10.000 kg
Rapsschrot	--	8 alle BL
Ackerbohnen	8 alle BL	--
Erbsen	8 alle BL	--
Lupinen*	4 RP,NIÖ,BY,BW	4 SA, SN,NI, NRW

* ausgehend von getoasteter Ware

Nach Meinung aller Befragten kann Rapsschrot in allen Leistungsbereichen eingesetzt werden. Bei Ackerbohnen und Erbsen erachten die Experten einen Einsatz im Bereich geringer bis mittlerer Leistungsniveaus als sinnvoll. Die Fütterungsexperten wiesen aber einheitlich darauf hin, dass der Anteil (Prozent) in der Kraftfuttermischung und letztlich

der Gesamtstärke- und Zuckergehalt der Ration entscheidend für den Einsatz sei. Da Hochleistungsrationen häufig höhere Anteile Mais beinhalten, könne hier besonders der hohe Stärkegehalt der heimischen Körnerleguminosen begrenzend wirken. Behandelte Lupinen, deren UDP-Gehalt erhöht ist, eignen sich nach Aussage von vier Fütterungsexperten auch durchaus anteilig in Rationen von Tieren mit hohem Leistungsniveau.

5. Für wie bedeutend schätzen Sie die Notwendigkeit ein, Sojaschrot in Bezug auf gv-Anteil und Anbauproblematik in Südamerika in Zukunft im Kraft-/Leistungsfutter zu ersetzen (Tab. 106)?

Tab. 106: Einschätzung der Notwendigkeit der Substitution von Sojaschrot durch Fütterungsexperten

sehr bedeutend	bedeutend	begrenzt bedeutend	nicht notwendig
5	2	-	1

Die Mehrzahl der Befragten schätzt die Notwendigkeit der Sojasubstitution in Zukunft mit sehr bedeutend bis bedeutend ein. Laut drei Bundesländern ist es wichtig, zukünftig heimische Futtermittel zu verwerten, um eine Unabhängigkeit von Importfuttermittelpreisen zu erzielen (SA, SN, BY) und sich vor zyklischen Schwankungen wie im Schweinebereich zu schützen (SN). Aus SN wurde zudem angemerkt, dass sich durch einen geringeren Importanteil von Eiweißfutter aber die Stellung Deutschlands am Weltmarkt verändern könne. Als großer Getreideexporteur sei es schwierig für Deutschland, am Weltmarkt Ware abzusetzen und gleichzeitig den Import zu verringern.

Aus Sicht des Experten in NRW ist die Notwendigkeit der Sojasubstitution derzeit zumindest noch eher unbedeutend. Je nachdem, wie sich die Verbraucherforderungen weiter entwickeln, könne sich die Bedeutsamkeit verändern, wenn einmal eine ausschließlich gentechnikfreie Fütterung von der Bevölkerung gefordert würde. Derzeit spiele dies aber eine untergeordnete Rolle.

6. Haben Sie Erfahrungen mit kraftfutterreduzierter oder kraftfutterloser Fütterung (Vollweidesysteme mit Blockabkalbung) (Tab. 107)?

Tab. 107: Erfahrungswerte zu kraftfutterreduzierter/kraftfutterloser Fütterung der Fütterungsexperten

	kraftfutterreduziert	kraftfutterlos	Leistungsniveau
Ja	5 RP, BW, NIÖ, BY, SN	-	6.000–7.500 kg
	3 NI;NRW;SA	-	
Nein			

In fünf Bundesländern gibt es in der Beratung sehr vereinzelt Betriebe, die mit Vollweidesystemen und reduzierter Kraftfutterzuteilung wirtschaften. Eine erklärende Aussage aus SN war, dass diese Wirtschaftsweise mit einem Leistungsverzicht einhergehe und sich nur auf Gunststandorten mit langer Vegetationsdauer eigne. Für einzelne Betriebe ergebe sich evtl. die Möglichkeit das Nischenprodukt (Weidemilch) mit höherer Wertschöpfung zu vermarkten. In BW wurde bei diesem System die Erfahrung gemacht, dass die Arbeitsbelastung auf den Betrieben reduziert sei, aber die Landwirte sehr milchleistungsorientiert seien. Deswegen sei die Weidewirtschaft in BW

auch stark rückläufig. Auch aus BY kam der Einwand, dass es vereinzelt Betriebe gebe, die diese Strategie mit Erfolg umsetzten, dies aber nur dort möglich sei, wo die Vegetation lange Weidezeiten zulasse. Der Fütterungsberater aus NRW begründet die Verneinung der Frage damit, dass die Betriebe nicht mehr darauf ausgelegt seien, die Tiere weiden zu lassen. Die Herden seien mit der Zeit zu groß geworden und die wenigsten Betriebe hätten arrondierten Flächen um den Hof, die eine solche Strategie begünstigen würden. Aus NI wurde angemerkt, dass der Kauf oder die Pacht von Grünland heute sehr teuer sei. Mit 800 €/ha Flächenpacht sei eine maximale Ausnutzung der Flächen von großer Bedeutung.

7. **Was sind die Hauptgründe, weshalb die Landwirte derzeit keine Körnerleguminosen anbauen? (Mehrere Nennungen pro Teilnehmer möglich, teilweise keine Antwort) (Tab. 108)**

Tab. 108: Darstellung der Beweggründe für geringen Körnerleguminosenanbau laut Fütterungsberater

Beweggründe	n =	BL
zu wenig Zuchtfortschritt (Ertrags- und Futterwertschwankungen)	2	NI, NIÖ
gutes Getreide bringt genauso viel Protein und das Anbausystem ist vertraut	2	SN, NI
Schlechte Anbauerfahrungen (Anbaupausen nicht eingehalten)	1	NIÖ
Verunkrautung/ Läusebefall	1	NIÖ

Bei einem Abgleich der Ergebnisse zum **Einsatz von Ackerbohnen und Erbsen** aus wissenschaftlichen Studien (*Abschnitt 10.1*) und den Antworten der Berater sind folgende Parallelen festzustellen:

- Die Einsatzmenge bzw. Mischungsanteil im Kraftfutter hängt stark von den Komponenten der Grundration ab (Anteile Mais- und Grassilage).
- Der Einsatz als einzige Eiweißkomponente ist bis in mittlere Leistungsbereiche möglich.
- Der Stärke- und Zuckergehalt der Gesamtration entscheidet über Mengenanteile im Kraftfutter.
- Im Bereich hoher Leistungsniveaus kommen nur die behandelten Formen (Lupine) infrage (erhöhter UDP-Gehalt).

Auch in Bezug auf den **Einsatz von Rapsschrot** besteht eine große Übereinstimmung der Aussagen von Wissenschaft und Praxis:

Rapsschrot ist ...

- ernährungsphysiologisch ein vollwertiger Ersatz für Sojaschrot;
- in allen Leistungsbereichen auch mit Mengen von über 4 kg pro Tier und Tag einzusetzen;
- je nach Gestaltung der Grundration teilweise kein 1:1-Ersatz, sodass mengenmäßig etwas mehr Raps- als Sojaschrot gebraucht wird.

Zum **Einsatz industrieller Substitute** muss noch erwähnt werden, dass hier eine deutlich andere Auffassung zum Ausweitungspotenzial der verfügbaren Biertrebermenge in der Fütterung geäußert wurde, als im Kapitel der Charakterisierung der Substitute nach einer Schätzung des Deutschen Brauer-Bund e.V. (DBB 2012a)

beschrieben wird. Nach Meinung der Fütterungsexperten besteht gegenwärtig keine Möglichkeit, noch größere Mengen Birtreber in der Milchviehfütterung einzusetzen, da die insgesamt verfügbare Menge nicht erheblich gesteigert werden könne und schon jetzt völlig ausgeschöpft sei.

Als abschließendes Ergebnis der Umfrage lässt sich festhalten, dass sich keine relevanten Diskrepanzen zwischen den in dieser Studie angeführten Resultaten aus wissenschaftlichen Studien und der Expertenmeinung im Bereich der Milchviehfütterung ergeben. Somit wurde die Austauschbarkeit von Sojaschrot in deutschen Milchviehrationen noch einmal von anderer Seite bestätigt.

10.6 Gesamtbetrachtung des Substitutionspotenzials heimischer Leguminosen

Im Folgenden werden die in der vorliegenden Studie untersuchten Aspekte der potentiellen Sojasubstitute zusammengefasst. Dabei soll der Fokus auf den heimischen Leguminosen liegen. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird sich an dieser Stelle auf die Kernaussagen beschränkt, wobei diese immer in Zusammenhang mit den im jeweiligen Kapitel getroffenen detaillierteren Ausführungen zu sehen sind.

Hoher Futterwert

Ausgehend vom Futterwert wurde gezeigt, dass sich die heimischen Körnerleguminosen bis zu einer mittleren Jahresmilchleistung von etwa 8.000 kg sehr gut als Ersatz für Sojaschrot eignen (siehe *Abschnitt 10.1*). In Verbindung mit Rapsschrot und einem hochwertigen Grundfutter kann der Einsatz auch in höheren Leistungsstufen erfolgen. Bei ähnlichen Energiegehalten im Vergleich zu Sojaschrot ist sowohl die geringere Menge als auch Qualität des in den heimischen Körnerleguminosen enthaltenen Proteins für deren begrenzten Einsatz verantwortlich. Diese Einschätzungen wurden von Fütterungsberatern unterstützt (siehe *Abschnitt 10.5*). Erbsen und Ackerbohnen sind diesbezüglich in etwa gleich, die Lupine mit einem höheren Gehalt und einer höheren Qualität der Proteine tendenziell höher zu bewerten. Durch verschiedene Maßnahmen wie z.B. Rösten oder Expandieren kann der Futterwert von Erbse, Ackerbohne und Lupine erhöht werden (siehe auch *Kapitel 6*). Laut FREITAG ET AL. (2006) ist in Anbetracht des dabei entstehenden finanziellen Aufwandes allerdings nur die hydrothermische Behandlung von blauen Lupinen lohnenswert. Behandelte Lupinen können dann auch in der Fütterung hochleistender Kühe eingesetzt werden (PIEPER ET AL. 2007), was insbesondere von den Fütterungsberatern aus Sachsen und Sachsen-Anhalt bestätigt wurde.

Auch im Bereich der Futterleguminosen werden große Potenziale gesehen, durch einen Einsatz im Grundfutter anteilig den Proteinbedarf im Kraftfutter und damit den Einsatz von Sojaschrot zu senken. Sie stellen daher kein direktes Sojasubstitut dar und ziehen größere Veränderungen im Futtermanagement mit sich. Die Beurteilung ihrer Futterwerte und genauen Einsatzpotenziale wird zudem aufgrund vielfältiger Einflussfaktoren wie z.B. Gemengeanteil oder Nutzungsart und –zeitpunkt erschwert. Hier ist v.a. die Luzernesilage aufgrund ihres Gehalts an UDP von 15 % (DLG 1997) sowie an Rohfaser von etwa 20 % (DLG 1997, JEROCH ET AL. 1993) als gute Protein- und Strukturergänzung zu maishaltigen Rationen hervorzuheben. In Bezug auf die Futterleguminosen ist bei deren Einsatz zudem die insgesamt erhöhte Futterraufnahme der Wiederkäuer zu berücksichtigen, wodurch die Milchleistung trotz einer geringeren Nährstoffkonzentration auf gleichem Niveau bleiben kann (ETTLE ET AL. 2011).

Eine Vielzahl an Ökosystemleistungen

Im Gegensatz zur Futtermittelverwendung von Sojaschrot bergen die heimischen Leguminosen die Chance, die mit ihrem Anbau verbunden vielfältigen Ökosystemleistungen vor Ort, also in der heimischen Landwirtschaft zu nutzen (vgl. *Kapitel 10.2*). Diese können grob in zwei Gruppen gegliedert werden.

Zum einen sind das Leistungen, die aufgrund von Einsparungspotenzialen unmittelbar für die Landwirte interessant sind und in Form des Fruchtfolge- bzw. Vorfruchtwert monetär bewertet werden können. Das Zusammenwirken von N₂-Fixierung, Verbesserung der Bodeneigenschaften und der Nährstoffverfügbarkeit sowie das Unterbrechen von Infektionszyklen führen zu einer Verringerung des Düngemittelverbrauchs (KÖPKE & NEMECEK 2010, TIMMERMANN 2003), Mehrerträgen der Folgekulturen (u.a. PAFFRATH 2009, 2004, ALBRECHT & GUDDAT 2000) und ermöglichen eine reduzierte Bodenbearbeitung (BISCHOFF ET AL. 2008, SCHNEIDER 2008a).

Zur zweiten Gruppe können Leistungen der Leguminosen geordnet werden, welche weitreichender und von gesellschaftlichem Interesse sind. Das sind z.B. positive Auswirkungen auf die Artenvielfalt (SCHINDLER & SCHUMACHER 2007), die Diversifizierung der Landschaft oder eine Verringerung der Emissionen von CO₂-Äquivalenten landwirtschaftlicher Erzeugung (KÖPKE & NEMECEK 2010, ROBERTSON ET AL. 2000). Insbesondere vor dem Hintergrund von Ressourcenknappheit und Klimawandel gewinnen diese Aspekte an Gewicht.

In Bezug auf die realisierbaren Ökosystemleistungen ergibt sich folgende Reihenfolge der betrachteten Leguminosen: Luzerne → Ackerbohne → Erbse (vgl. *Abschnitt 10.2.2*).

Geringe Verfügbarkeit und deren Ursachen

Dem Potenzial der heimischen Leguminosen, vor allem in der Wiederkäuerfütterung erhebliche Mengen an Soja-Rohprotein zu ersetzen, steht jedoch ihre sehr geringe Verfügbarkeit gegenüber. Ihre geringe Anbaubedeutung im Vergleich zu anderen Kulturen wird am derzeitigen Anteil der Körnerleguminosen an der gesamten Ackerfläche Deutschlands sehr deutlich. Mit einem Anbauumfang von zusammen 94.600 ha im Jahr 2011 (Erbse: 55.800 ha, Lupine: 21.500 ha, Ackerbohne: 17.300 ha) haben sie einen Anteil von nur 0,8 % an der deutschen Ackerfläche. Im gleichen Jahr betrug der Anteil von z.B. Winterraps 11,2 % und von Winterweizen 26,7 % (eigene Berechnungen nach DESTATIS 2012b). Auch ihr Anteil in industriellen Mischfuttermitteln war z.B. im WJ 2009/10 mit 0,28 % verglichen mit anderen Eiweißlieferanten wie Sojaschrot (14,4 %) und Rapsschrot (10,1 %) sehr gering⁹⁷ (DVT 2011). Aus den ausgeprägten regionalen Anbaukonzentrationen kann zudem auf Unterschiede in der Verfügbarkeit der einzelnen Leguminosen innerhalb Deutschlands geschlossen werden. Die größten Überschneidungen der aktuellen Anbauggebiete von Erbsen, Lupinen und Ackerbohnen liegen im Osten und Süden Deutschlands (vgl. *Abschnitt 8.2.1*).

Heimische Sojabohnen stehen nur in Süddeutschland im geringen Umfang der Fütterung zur Verfügung (vgl. *Abschnitt 8.2.1.4*). Aufgrund des aktuell sehr großen Interesses an dieser Kultur, was sich in deutschlandweiten Sortenversuchen und züchterischen Arbeiten äußert, kann langfristig von einer größeren Verfügbarkeit ausgegangen werden. Es kann vermutet allerdings werden, dass sowohl heimische Sojabohnen als auch Lupinen aufgrund ihrer hohen Eiweißqualität zukünftig vermehrt in der Fütterung von Monogastriern (URL 2005:82) oder in der menschlichen Ernährung eingesetzt werden und damit in einer deutschlandweiten Betrachtung der Wiederkäuerfütterung eher in den Hintergrund rücken.

⁹⁷ durchschnittliche Mischfutterzusammensetzung aller Nutztiere

Der Rückgang des Anbaus von Futterleguminosen war im Vergleich zu den Körnerleguminosen noch größer (*Abb. 57*). Auch bei den Futterleguminosen waren im Jahr 2011 die größten Anteile der Anbaufläche (deutschlandweit 250.000 ha) im Süden und Osten der Republik zu finden (*Abb. 73*). Am gesamten Raufutter hatten sie in dem Jahr jedoch auch nur einen Anteil von 5,7 % der TM (eigene Berechnung nach DESTATIS 2012b).

Wie in der Studie dargelegt wurde, sind die Ursachen dieser geringen Anbaubedeutung vielfältig. Vordergründig sind hierbei ökonomische Belange, zu welchen anbauspezifische Probleme kommen.

Werden Körnerleguminosen nicht innerbetrieblich genutzt, treten sie in direkte Konkurrenz zu Soja- und Rapsschrot, welche in großer Menge und gleichbleibender Qualität am Markt verfügbar sind. Im Vergleich zu den Ölschroten sind die Chargen gehandelter Körnerleguminosen mit jeweils einheitlicher Qualität kleiner. Verbunden mit einer unregelmäßigen Belieferung führt das zu einem kleineren Interesse seitens der aufnehmenden Hand (KÖN 2012, SASS 2009). So liegen die erzielbaren Preise für Körnerleguminosen unter ihrem Veredelungswert (CHARLES ET AL. 2007, SPECHT 2009). Dennoch werden bei den Erbsen in Deutschland nur etwa 5 % der Ernte, bei den Ackerbohnen etwa zwei Drittel innerbetrieblich genutzt (eigene Berechnungen nach BLE 2012b, DESTATIS 2012b). Eine innerbetriebliche Nutzung von Körnerleguminosen verliert an Attraktivität, da sie in der Regel mit weiteren Aufwendungen für die Erzeuger verbunden ist. Bedeutend sind dabei Investitionen in die technische Ausstattung für Trocknung, Lagerung, Aufbereitung und Mischung, die in Abhängigkeit der bisherigen Ausstattung des Betriebes zu erheblichen Mehrkosten pro Liter Milch führen können (DORFNER & UHL 2012:28FF). Der einsatzfertige Zukauf von Ölschroten stellt im Vergleich dazu für die Erzeuger eine Vereinfachung dar.

Auch den Leguminosenanbau betreffende Aspekte tragen zur derzeitigen Situation bei. Heimische Körnerleguminosen sind im Vergleich zu anderen Kulturen anspruchsvoll. Eine ausgeprägte Umweltreaktion führt zu einer hohen Ertragsinstabilität bei gleichzeitig relativ niedrigem Ertragsniveau (*Abb. 61*). Ohne eine Berücksichtigung des Fruchtfolgewertes verlieren Körnerleguminosen demnach im Vergleich zu Hohertragskulturen sehr schnell an Wirtschaftlichkeit (vgl. LÜTKE ENTRUP ET AL. 2003). Infolge der Krankheitsanfälligkeit werden zudem je nach Leguminosenart Anbaupausen von etwa 4 bis 7 Jahre nötig (u.a. FREYER ET AL. 2005, siehe *Abschnitt 8.2*). Es kann vermutet werden, dass die Anbaupausen, welche eine Fruchtfolgenplanung über mehrere Jahre voraussetzt, dem Bedürfnis der Landwirte entgegenläuft, mit ihrer Anbauentscheidung möglichst flexibel auf Nachfrage bzw. Unterschiede in den erzielbaren Verkaufserlösen am Markt zu reagieren.

Im Zusammenwirken der geringen Konkurrenzfähigkeit und dem Anbaurisiko entwickelte sich in den vergangenen Jahrzehnten eine sich selbst verstärkende Abwärtsspirale des Leguminosenanbaus, aus welchem weitere limitierende Faktoren wie eine derzeit nur geringe züchterische Bearbeitung (SASS 2012a,b) und der Verlust des Anbau-Know hows seitens der Landwirte (DAHLMANN 2012, WEHLING 2009) resultierten (vgl. *Abschnitt 10.2.3*).

Bei der gebündelten Betrachtung der Einflussfaktoren kann festgestellt werden, dass die heimischen Leguminosen unter derzeitigen Bedingungen in der Milchviehfütterung keinen adäquaten Ersatz für das importierte Sojaschrot darstellen, solange ein 1:1-Ersatz angestrebt wird. Die wichtigsten Gründe seitens der Landwirte dafür sind

- deren geringe Verfügbarkeit als Zukauf-Futtermittel.

- die mit einer innerbetrieblichen Futternutzung verbundenen Mehraufwendungen für die Landwirte bei gleichzeitig fehlenden finanziellen Ausgleichsmöglichkeiten über den Milchpreis.
- das Streben nach sehr hohen Leistungen, bei welchen der Einsatz von Leguminosen aufgrund ihrer Nährstoffzusammensetzung begrenzt ist. In den sehr hohen Leistungsstufen ist die Kombination von Mais und Soja auf Basis ihrer Nährstoffe vergleichsweise schwer zu ersetzen.

Die Leguminosen eignen sich demnach nicht, bei gleichbleibenden Rahmenbedingungen für die Milcherzeugung und ohne Änderungen im betrieblichen Futtermanagement die Lücke zu schließen, welche entsteht, wenn das importierte Sojaschrot nicht mehr genutzt würde.

Wie im *Abschnitt 10.3* hergeleitet wurde, wäre eine Ausweitung des Leguminosenanbaus nötig, um das im Milchviehfutter eingesetzte Soja durch z.B. Ackerbohnen und Erbsen zu substituieren. Auch wenn sich die Bedarfsermittlung auf sehr vereinfachte Annahmen bezieht, wird daran die Größenordnung des aktuellen Defizits an Ackerbohnen und Erbsen deutlich. Für eine sojafreie Fütterung des deutschen Milchviehs wäre eine Ackerbohnen- und Erbsenfläche von zusammen etwa 335.000 bis 455.000 ha nötig. Um das zu erreichen, müsste die gemeinsame Anbaufläche von Ackerbohnen und Erbsen (2011) auf etwa das Fünf- bzw. Sechsfache ausgeweitet werden. Das entspräche einem Anstieg des durchschnittlichen Fruchtfolgeanteils dieser beiden Kulturen in Deutschland von derzeit 0,62 % auf etwa 2,8 bis 3,8 %. Unter der Annahme, dass alle Leguminosen zusammen bei der Berücksichtigung der notwendigen Anbaupausen deutschlandweit einen maximalen Fruchtfolgeanteil von 15–25 % haben können (VULLIQUOD 2005), wird ein darüber hinaus gehendes Steigerungspotenzial deutlich.⁹⁸

Neben einer Ausweitung der Leguminosenflächen ist eine effiziente Nutzung der verfügbaren proteinhaltigen Nebenprodukte der verarbeitenden Industrie erforderlich. Um unterschiedliche regionale Verfügbarkeiten und Anbaubedingungen der heimischen Proteinfuttermittel zu berücksichtigen, sollten dafür regionale Eiweißstrategien entwickelt werden. Es ist eine überbetriebliche Versorgung mit Leguminosen anzustreben. Erzeugergemeinschaften oder eine erhöhte Nachfrage seitens der aufnehmenden Hand gewinnen in diesem Zusammenhang an Bedeutung.

Eine Gesamtbetrachtung zeigt aber auch, dass es sich bei den Eiweißfuttermitteln Sojaschrot und heimischen Leguminosen um sehr verschiedene Erzeugnisse handelt. Ein direkter Vergleich ist also nicht ohne Weiteres möglich. Auf der einen Seite steht mit Sojaschrot ein industrielles Nebenprodukt, welches gleichmäßig in großen Mengen und hoher Qualität zur Verfügung steht. Aufgrund der gänzlichen Entkopplung der Erzeugung von Futtermitteln und tierischen Erzeugnissen wird Sojaschrot losgelöst vom Sojabohnenanbau 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. Auf der anderen Seite stehen die heimischen Körnerleguminosen, die am Markt in geringeren Mengen sowie höheren Qualitätsschwankungen verfügbar sind. Mit einer innerbetrieblichen Nutzung sind sowohl das erhöhte Anbaurisiko als auch erhöhte Aufwendungen für Lagerung oder Aufbereitung verbunden. Beides muss von den Landwirten getragen werden und verringert die Attraktivität des Leguminosenanbaus. Bei den Futterleguminosen kommen tiefer greifende Änderungen im betrieblichen Futtermanagement hinzu.

⁹⁸ z.B. für die Nutzung von Körnerleguminosen für andere Nutztiere

Dieses Ungleichgewicht in der Bewertung der Eiweißfuttermittel in Verbindung mit Einsatz- bzw. Anbauentscheidungen, welche vordergründig auf kurzfristig erzielbaren Parametern wie Ertrag und Erlös beruhen, 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 diese entlang ihres gesamten Lebenszyklus⁴ betrachtet werden (KÖPKE & NEMECEK 2010, BAUMGARTNER ET AL. 2008). Mithilfe von Lebenszyklusanalysen wird eine ganzheitliche Charakterisierung angestrebt. Sie schließen daher Folgen für Umwelt und Gesellschaft, welche zwangsläufig mit Anbau, Transport und Verarbeitung landwirtschaftlicher Erzeugnisse verbunden sind, mit ein. Werden die Ökosystemleistungen und Einsparpotenziale des Leguminosenanbaus schließlich monetär bewertet, steigt auch ihre Anbauwürdigkeit im Vergleich zu anderen Kulturen (KÖPKE & NEMECEK 2010, VON RICHTHOFEN ET AL. 2006, LÜTKE ENTRUP ET AL. 2003).

Die Vergangenheit zeigte hingegen, dass bei den bisherigen Rahmenbedingungen trotz des Wissens um die Ökosystemleistungen bzw. der Fruchtfolgeeffekte von Leguminosen der Anbau dieser Kulturen zurückging (*Abb. 57*). Im Gegensatz zu den unmittelbaren und leicht erfassbaren Kenngrößen einer Kultur wie erzielter Ertrag oder Erlös sind die Wirkungen der Ökosystemleistungen schwerer messbar und dadurch nur mit Mehraufwand einzelnen Kulturen zuzuordnen. Auch die Ergebnisse durchgeführter Lebenszyklusanalysen landwirtschaftlicher Erzeugnisse vermögen bisher nicht, den Trend umzukehren.

Es wird also offensichtlich, dass eine Änderung der politischen Rahmenbedingungen bzw. eine gezielte Förderung notwendig sind, um die Vielzahl an Ökosystemleistungen der Leguminosen in der heimischen Landwirtschaft zu nutzen und die negativen Wirkungen landwirtschaftlicher Erzeugung auf das Klima und die ökologische und soziale Umwelt zu minimieren. Es wurde gezeigt, dass die heimischen Leguminosen eine bedeutende Säule in der Eiweißversorgung des Milchviehs darstellen können. Ob das Potenzial der heimischen Leguminosen ausgeschöpft wird, hängt jedoch von der zukünftigen Ausrichtung landwirtschaftlicher Erzeugung ab. So entstand die derzeitige Schlüsselrolle von Sojaschrot in der Nutztierfütterung auch aus der Forderung nach einer weltweit arbeitsteiligen Landwirtschaft. ACTI (2012c) vertritt z.B. die Ansicht, dass sich Südamerika auf die Erzeugung von Sojabohnen und Europa auf die Weizenerzeugung bzw. Veredelung konzentrieren sollte, um die begrenzte Ressource Boden so effizient wie möglich zu nutzen.

Darauf, dass Effizienzsteigerung und globale Arbeitsteilung in der Diskussion um die weltweite Ernährungssicherheit nicht alternativlos sind, macht jedoch u.a. der ‚Weltaqrarbericht‘ aufmerksam (ALBRECHT & ENGEL 2009). Auch die aktuelle Situation, in der trotz Effizienzsteigerungen in der landwirtschaftlichen Erzeugung die Ernährungssicherheit in vielen Regionen der Welt nicht gewährleistet ist, der Anteil unterversorgter Menschen in einigen Regionen der Welt nahezu einem Drittel entspricht (UN 2012) und zunehmend ökologische und soziale Probleme in Verbindung mit der intensiven Agrarwirtschaft gebracht werden, erfordert alternative Ansätze. Der Weltaqrarbericht sieht dabei in einer Anpassung der Landwirtschaft an regionale Bedingungen unter Einbezug von lokalem Wissen um z.B. Sorten und Anbautechniken sowie ökologischen und sozialen Gegebenheiten eine mögliche Alternative. Die aus diesen Überlegungen resultierende Forderung nach Abkehr von einer auf einem hohen Technisierungsgrad sowie hohen Verbrauch von Ressourcen beruhenden Landwirtschaft steht also der Forderung nach einer globalen, spezialisierten Landwirtschaft entgegen. Im Rahmen einer solchen öko-soziale Ausrichtung der Landwirtschaft kommt den heimischen Leguminosen eine zentrale Rolle in der Proteinversorgung von Nutztieren bei.

11 Möglichkeiten einer kraftfutterreduzierten oder kraftfutterlosen Milchviehfütterung

Die Ergebnisse der vorherigen Kapitel machten deutlich, dass eine Substitution von Soja im Bereich der Milchviehfütterung durchaus möglich ist. Aufgrund ihrer Physiologie ist die Kuh als Wiederkäuer in der Lage, sich auch Eiweißquellen aus dem Grundfutter zu erschließen. Durch eine Verbesserung der Grundfutterqualität und eine Steigerung des Proteingehaltes der Pflanzenbestände ist es möglich, den Anteil Eiweiß zu verringern, den die Tiere über das Kraftfutter bekommen.

In diesem Kapitel sollen daher zwei Ansätze einer Eiweißstrategie beschrieben werden, mit denen sich bei reduzierter Kraftfuttermenge oder vollständig kraftfutterloser Fütterung wirtschaftlich Milch erzeugen lässt. Da diese Strategien oft nicht, wie bei einer reinen Substitution der Eiweißkomponenten, ohne größere Umstrukturierung des betrieblichen Managements verfolgt werden können, wird hier kein direkter ernährungsphysiologischer und ökonomischer Vergleich zu den bereits vorgestellten Strategien vorgenommen.

11.1 Auswirkungen hoher Milchleistung

Bei moderaten, mittleren Leistungen bräuchten die Kühe kein Kraftfutter. Aber die marktpolitischen Rahmenbedingungen zwingen den Milcherzeuger zu hohen Einzeltierleistungen. Der Versuch, über die Menge die Kosten zu senken, ist ein anerkanntes Ziel, um in Zeiten tiefer Milchpreise überleben zu können.

Die konsequente Fütterung von Milchkühen ohne Kraftfutter wurde bisher wissenschaftlich nur wenig untersucht. Welche Einflüsse eine Kraftfutterreduktion auf die Tiergesundheit haben kann, ist in ersten Studien oberflächlich beurteilt worden (FiBL 2009).

Nach dem bisherigen Kenntnisstand ging man davon aus, dass die Reduktion von Kraftfutter bei Milchkühen zu gesundheitlichen Problemen führt: Neben Milchleistungseinbußen kann der Milcheiweißgehalt sinken, Tiere können zudem stark abmagern, das dabei mobilisierte Körperfett kann in der Folge zu Stoffwechselstörungen führen, die die Immunabwehr schwächen. Milchkühe mit geschwächtem Immunsystem und einem gestörten Stoffwechsel sind anfällig für Euterentzündungen, Klauenprobleme oder Fruchtbarkeitsstörungen (FiBL 2012a). Dabei kann andersrum auch ein übermäßiger Einsatz von Kraftfutter bei Kühen zu Erkrankungen (Übersäuerung, schlechte Klauenqualität) führen, denn der Stoffwechsel der Wiederkäuer ist nicht zur Verdauung von so energie- und proteinreichem Futter ausgelegt. Dass Kühe sich von Gras und Grasprodukten ernähren, gilt aber seit der Industrialisierung der Landwirtschaft nur noch bedingt. Vor allem in den letzten 40 Jahren haben die Züchtung auf Hochleistung und niedrige Weltmarktpreise den Einsatz von Kraftfutter (Getreide und Eiweißfutter) in der Tierernährung enorm ansteigen lassen. Derzeit wird weltweit schon ein Drittel des Getreides zur Tierernährung verwendet (FiBL 2009).

Trotzdem lehren heute wie vor vierzig Jahren die landwirtschaftlichen Fachbücher, dass sich mit einem kg Leistungsfutter 2 kg Milch erzeugen lassen (RICHTER 1969:19, SPANN 2007:421). Nach SCHÖPE (1989 zitiert nach KELLER 1998) „(...) gewinnt man den Eindruck, als habe die

Garantiemengenreglung den Einsatz betriebswirtschaftlicher Kalkulationen auch in den Betrieben forciert, die bisher eher mit Erfahrung und Intuition arbeiteten“. Dass hinter diesen angeblich intuitiven Handlungen der Landwirte, in Bezug auf den Kraftfuttermiteinsatz, jahrzehntelange „Kraftfuttermiteinsatz-Propaganda“ vonseiten der Futtermittelindustrie und Lehrmeinung von Fütterungsexperten stehen, die vorrechnen, wie günstig der Tauschwert von Kraftfutter zu Milch ist, wird meistens völlig außer Acht gelassen (KELLER 1998). Nach MAHLKOW-NERGE (2008) ist die gesundheitliche Situation der Milchkühe heute durch erhebliche Verkürzung der Nutzungsdauer und Erhöhung der Erkrankungsrate gekennzeichnet. Als Folge der Ausrichtung auf Milchleistungssteigerung sind die sogenannten Fitnessmerkmale, in Anlehnung an Gesundheitsmerkmale, in der Zucht nicht weiter bzw. zu wenig beachtet worden. Das Auftreten von Mastitis⁹⁹, Klauenerkrankungen, Fruchtbarkeitsstörungen und Ketose¹⁰⁰ gehen mit steigender Milchleistung einher, und demnach beeinflussen diese Erkrankungen die Nutzungsdauer nachhaltig. So ist die verringerte Nutzungsdauer ein Hinweis darauf, dass die Gesundheit der Milchkuh mit den erhöhten Leistungsanforderungen nicht Schritt halten kann. Die Erkrankungen und ihre negative Auswirkung auf die Nutzungsdauer der Kühe beeinflussen somit auch die Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung (REHBOCK ET AL. 2010). Laut ADR (2011:55) ist die häufigste Abgangsursache, in allen Leistungsstufen, eine ungenügende Fruchtbarkeit der Tiere. Ca. 20 % der deutschen MLP-Kühe¹⁰¹ wird wegen „Sterilität“ ausgemerzt. Zweithäufigste Abgangsursache sind Eutererkrankungen. In der folgenden Tabelle (Tab. 109) wird deutlich, dass mit steigendem Leistungsniveau immer mehr Kühe aufgrund von Unfruchtbarkeit, Euterkrankheiten und Erkrankung der Gliedmaßen aus der Produktion ausscheiden.

Tab. 109: Einfluss des Milchleistungsniveaus auf die Abgangsursache der Kühe (in %) in Schleswig-Holstein 2009 (eigene Darstellung nach WEIB ET AL. 2011:338)

Abgangsursache	< 5.999	6.000–6.999	7.000–7.999	8.000–8.999	9.000–9.999	mehr als 10.000
hohes Alter	1,1	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0
geringe Leistung	3,3	4,7	5,1	5,5	4,7	4,3
Unfruchtbarkeit	13,7	18,9	20,3	22,1	21,3	20,9
Euterkrankheiten	9,6	12,0	11,9	14,2	14,8	16,3
Gliedmaßenkrankungen	2,9	5,2	6,2	7,9	7,9	7,8
Verkauf zur Zucht	18,6	10,7	6,0	6,8	9,5	16,5
sonstige Krankheiten	3,0	4,2	5,0	6,0	6,1	6,6
sonstige Ursachen	47,8	43,4	44,6	36,5	34,7	26,6
Anzahl Tiere insgesamt (100%)	8.418	15.161	30.786	35.410	21.440	8.572

⁹⁹ Euterentzündung

¹⁰⁰ Stoffwechszustand, bei dem ein Anstieg der Konzentration von Ketonkörpern im Blut und Extrazellularraum über die Normwerte festzustellen ist

¹⁰¹ Kühe, die einer Milchleistungsprüfung unterstehen

11.2 Kraftfutterreduziert, grundfutteroptimiert: Durch hohe Grundfutterleistungen den Kraftfutteraufwand reduzieren

Wie schon in *Kapitel 6* erwähnt, dominiert der Block „Futter“ mit ca. 50 % (eigene Produktion und Zukauf) die Produktionskosten in der Milcherzeugung (DORFNER & HOFMANN 2008, MAHLKOW-NERGE 2011b). In Zeiten steigender Futtermittel- und unstabiler Milchpreise wird der Gewinn, der aus den eigenen Futtermitteln erzeugt werden kann, also insbesondere die Grundfutterleistung, immer bedeutender (SPIEKERS 2007). Die Grundfutterleistung berechnet sich aus der Gesamtmilchleistung abzüglich der Milch aus Kraft- und Saftfuttermitteln (WEIXLER 2010). Sie spiegelt die Verwertung des betriebseigenen Grundfutters wieder und ist somit ein wichtiger Messindikator für den Erfolg des Systems (BAUMGARTNER 2011). Dabei wird dem Kraftfutter eine vollständige Ausnutzung der Nährstoffe unterstellt und das Leistungsvermögen von Grundfutter unterbewertet.

Resultate aus einer schweizerischen Studie zu kraftfutterloser Fütterung zeigen jedoch, dass der Kraftfuttereinsatz beim Milchvieh häufig überschätzt wird. Die Faustregel, dass pro kg Kraftfutter zwei kg Milch mehr gemolken werden können, muss heute infrage gestellt werden. Der Wert von 2:1 wird in der Praxis kaum erreicht, da Faktoren wie Rasse, Erstkalbealter, Kälberfütterung und der Maisanteil in den Rationen einen weit größeren Einfluss auf die Milchleistung haben. So wurden in den untersuchten Praxisbetrieben der Studie pro eingespartem Kilo Kraftfutter nur 0,7 kg Milch weniger gemolken. Die verbreitete Meinung von Fütterungsexperten und -beratern, dass Milchkühe ohne Kraftfutter krank werden, muss aufgrund der vorliegenden Ergebnisse hinterfragt werden (FiBL 2012b).

11.2.1 Ökonomie der Grundfutterleistung

Die Betriebszweigauswertungen im Bereich der Milchviehhaltung zeigen, dass hohe Leistungen aus dem betriebseigenen Grobfutter die Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung positiv beeinflussen und erhöhen (SPIEKERS 2007, DORFNER & HOFMANN 2008).

In *Abb. 94* wird der Zusammenhang zwischen Grundfutterleistung, Gesamtmilchleistung und betrieblichem Erfolg durch die ökonomische Kennzahl Deckungsbeitrag (DB II inkl. Grundfutterproduktion) dargestellt.

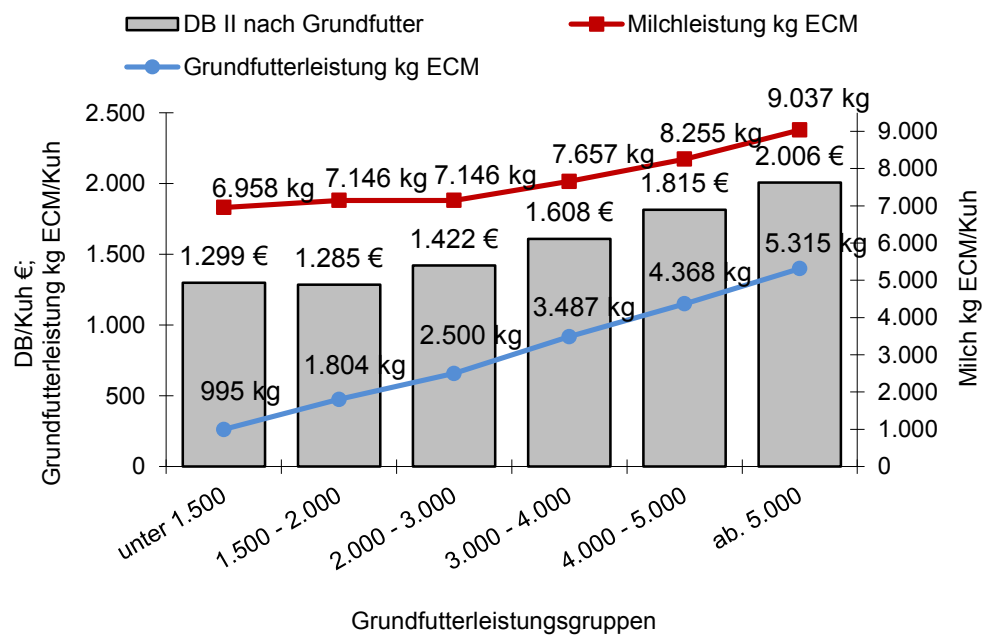


Abb. 94: Ökonomische Bedeutung der Grundfutterleistung (eigene Darstellung nach WEIXLER 2010)

Die Grafik zeigt deutlich, dass sich mit steigender Grundfutterleistung ein höherer Deckungsbeitrag und somit mehr Gewinn für den Betrieb erzielen lassen (DIEPOLDER 2004). Am Beispiel der Vollkostenrechnung der Betriebe, die in Schleswig-Holstein durch die Rinderspezialberatung betreut werden, soll noch einmal deutlich gemacht werden, worin die Ursachen der Kostenunterschiede bei den erfolgreichen und weniger erfolgreichen Betrieben begründet sind. Betrachtet man die Zusammensetzung der Vollkosten (Abb. 95), lässt sich feststellen, dass das Futter in allen Betriebsgruppen nahezu 50 % der gesamten Kosten verursacht. Etwa 40 % der Differenz von 11 ct sind durch unterschiedlich hohe Futterkosten verursacht. Die Kraftfutterkosten, die je kg ECM im Mittel 7,8 ct betragen, variieren zwischen den besseren Betrieben und den weniger erfolgreichen Betrieben dabei nur um 1 ct/kg Milch. Deutlichere Unterschiede ergeben sich aber bei den Grundfutterkosten. Bei durchschnittlich 11,2 ct/kg ECM ergibt sich eine Differenz von 3,8 ct zwischen den besseren 25 % der Betriebe und den weniger erfolgreichen 25 % (THOMSEN 2009). Die Betriebe mit hoher Grundfutterleistung können demnach die Futterkosten pro kg Milch gegenüber den grundfutterleistungsschwachen Betrieben reduzieren, da sie das eigenbetriebliche Futter effizienter einsetzen und so weniger Kraftfutter benötigen. Der Bereich Futter und Fütterung bestimmt somit den wirtschaftlichen Erfolg der Milchviehhaltung (DORFNER & HOFMANN 2008).

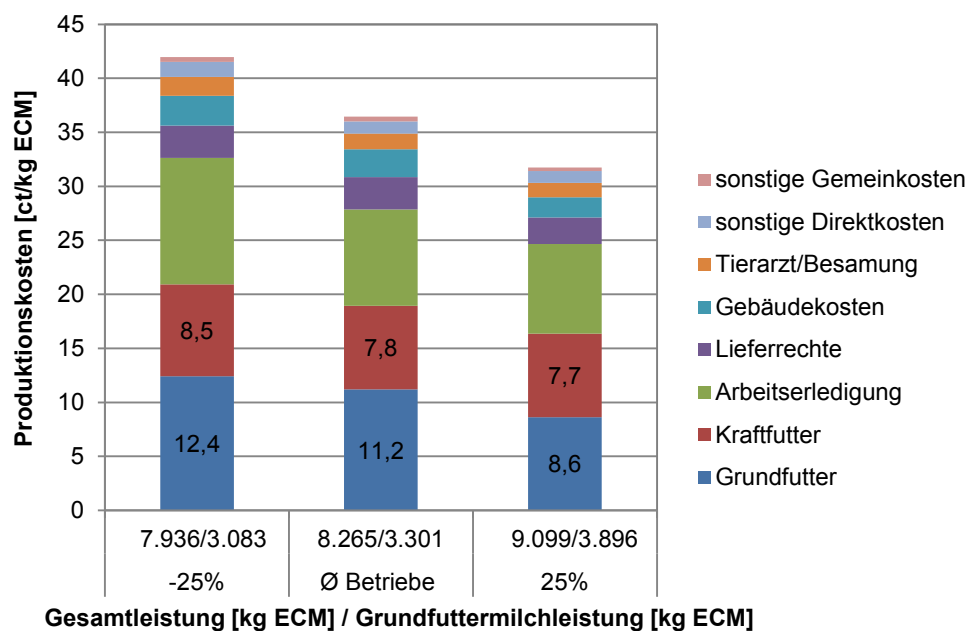


Abb. 95: Kostenstruktur der Milcherzeugung in Schleswig-Holstein (n = 1.197 Betriebe, WJ 07/08) (eigen Darstellung nach THOMSEN & LÜPPING 2009)

11.2.2 Möglichkeiten zur Steigerung der Grundfutterleistung

Der Ansatz, mit hohen Anteilen Weidefutter Milch zu erzeugen, folgt der Strategie der minimalen Kosten und nicht der maximalen Milchleistung und setzt entsprechende Weidebedingungen während der Sommermonate voraus.

Deshalb ist das Ziel einer hohen Grundfutterleistung bei Stallhaltung nur mit hervorragender Silagequalität zu erreichen (NUßBAUM 2004). Wenn hohe Futtermengen durch ein optimales Fütterungsmanagement vom Grünland oder Acker bis zum Futtertisch erreicht werden, sind die Vorgaben für eine hohe Grundfutterleistung erfüllt (WEIXLER 2010).

11.2.2.1 Grundfuterverdrängung minimieren heißt Kraftfutterniveau senken

Die Grundfuterverdrängung durch Kraftfutter trägt auch zu einem nicht unerheblichen Anteil zu geringeren Leistungen aus dem Grundfutter bei.

Zahlreiche Versuche bestätigen die Tatsache der Grundfuterverdrängung durch Kraftfutter, allerdings variieren die Verdrängungswerte stark. Einig ist man sich jedoch darin, dass mit steigenden Kraftfuttermengen häufig weniger Grobfutter TM aufgenommen wird. Nach SPIEKERS & POTTHAST (2004:361) und KIRCHGEBNER ET AL. (2008:370) tritt dieses Phänomen aber erst ab Gaben von über 4 kg/Tag ein. KLEINMANS & POTTHAST (1984) dagegen stellten auch schon bei Kraftfuttergaben unter 4 kg eine Verdrängung des Grundfutters fest.

Einen erheblichen Einfluss auf die Grobfuterverdrängung haben zudem auch die Zusammensetzung der Ration und die Fütterungstechnik. Bei Grasfütterung und Kraftfuttergabe zu den Melkzeiten ist die Verdrängung relativ hoch. Beträgt die Kraftfuttermenge unter diesen Bedingungen mehr als 6 kg je Kuh und Tag, so kann die Grobfuterverdrängung auf bis zu 1 kg Grobfutter-TM je kg Kraftfutter-TM ansteigen. Höhere Gaben an Kraftfutter sind daher insbesondere bei Weidegang ineffizient. Aufgrund möglicher azidotischer Effekte ist mit einem Anstieg der Verdrängung bei zunehmender Kraftfuttergabe zu rechnen (DLG 2006).

KLEINMANS & POTTHAST (1984) stellten die Ergebnisse aus vielen Versuchen unter sehr unterschiedlichen Bedingungen zur Grundfutterverdrängung zusammen und errechneten einen durchschnittlichen Verdrängungswert von 0,4 kg je kg Kraftfutteraufnahme. Die Streuung der Ergebnisse war jedoch sehr groß. Neben vielen anderen Einflussfaktoren konnte aber ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Höhe der Grundfutterverdrängung je kg Kraftfutter und der verfütterten Menge festgestellt werden (Tab. 110).

Tab. 110: Einfluss des Kraftfutterniveaus auf die Grundfutterverdrängung (eigene Darstellung nach KLEINMANS & POTTHAST 1984)

n	Kraftfutterniveau [kg TM/Tag]		Verdrängungswert [kg GF TM/kg KF TM]
	von	bis	
	0	3,2	0,17
26	0	3,2	0,17
50	2,9	5,9	0,40
29	6,0	9,0	0,53
7	8,3	11,6	0,66

n= Anzahl der für die Berechnungen verwendeten Verdrängungswerte

FAVERDIN ET AL. (1991) ermittelten bei geringem Kraftfutterniveau eine Grundfutterverdrängung (Grassilagerationen) von durchschnittlich 0,45 kg TM, bei hohem Kraftfuttereinsatz betrug diese 0,6 kg TM. Nach GRUBER (2007c) geht mit steigender Kraftfutteraufnahme die Aufnahme an Grundfutter im Ausmaß von 0,51 kg TM pro kg TM Kraftfutter zurück und dies mehr oder weniger unabhängig von der Dauer der Kraftfutterfütterung.

Aufgrund der unterschiedlich großen Vormägen der Wiederkäuer ist die Grundfutterverdrängung je nach Gewicht der Kühe verschieden. Laut KLEINMANS UND POTTHAST (1984) ist sie bei leichten Kühen geringer als bei großrahmigen, schweren Kuhtypen. Der Verdrängungswert steigt auch mit der Zunahme der Futteraufnahme, die wiederum mit der Steigerung der Verdaulichkeit der Ration ansteigt.

Eine allgemeingültige Aussage zum Ausmaß der Grundfutterverdrängung kann daher nicht erfolgen.

11.2.2.2 Grundfutterqualität verbessern

Einfluss des Energiegehaltes

Ein guter Grünlandbestand ist Grundvoraussetzung für eine hohe Leistung aus dem Grundfutter. In der Beratertätigkeit zeigt sich immer wieder, dass Betriebe mit gutem Bestandsmanagement konstant 0,5–1,0 MJ NEL über den durchschnittlichen Grundfutterqualitäten liegen (WEIXLER 2010). Ein wichtiger Baustein für den wirtschaftlichen Erfolg in der Milcherzeugung sind demnach hohe Energiedichten im Grundfutter. Gesteigerte Grundfutteraufnahme und eine höhere Grundfutterleistung wird vor allem durch Energiekonzentrationen im Bereich von 6,5 MJ NEL/kg TM erreicht (ISING ET AL. 2006). Wie positiv sich eine gute Grundfutterqualität bezüglich des Energiegehaltes auf die Futteraufnahme und damit letztlich auf die Grundfutterleistung auswirkt, wird durch *Abb. 96* deutlich.

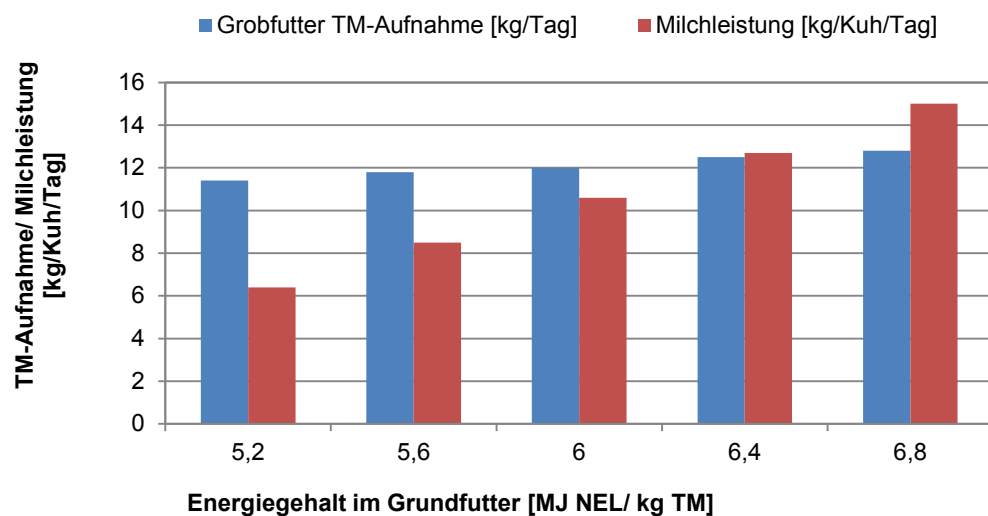


Abb. 96: Einfluss der Energiedichte im Grundfutter auf Futteraufnahme und Milchleistung (eigene Darstellung nach Weiß et al. 2011:272)

Die Differenz in der Futteraufnahme aus dem Grobfutter zwischen schlechten (5,2 MJ NEL/ kg TM) und sehr guten Silagequalitäten (6,8 MJ NEL/ kg TM) liegt in einer Größenordnung von ca. 1,5 kg TM. Eine höhere TM-Aufnahme einerseits und der höhere Energiegehalt in der TM andererseits führen zu einem deutlichen Anstieg der potentiellen Milchmenge in der Größenordnung von ca. 9 kg (WEIß ET AL. 2011:272).

Hohe Energiekonzentrationen werden jedoch nur erzielt, wenn der Silageschnitt früh und bei einem Rohfaseranteil von max. 22 % durchgeführt wird. Denn Energiekonzentration, Verdaulichkeit und Futteraufnahme sinken je mehr der Rohfasergehalt ansteigt. Eine frühzeitige Schnittnutzung fördert dabei die Bestockung der Gräser, erhöht die Futterqualität und steigert die Nutzungselastizität (ISING ET AL. 2006).

Einfluss des Proteingehaltes

Wenn man beachtet, dass heute in den Futterbaubetrieben ca. 67–100 % des Grobfutterproteins aus Grünfütterkonserven stammt, wird die enorme Bedeutung der Proteinqualität dieser noch einmal deutlich (SPIEKERS & EDMUNDS 2012).

Durch den Silierprozess kann sich jedoch die Wertigkeit des Eiweißes deutlich verändern. In der *Abb. 97* wird deutlich, wie sich die Anteile der Proteinfractionen bei dem Übergang von Frischgras zu Silage verändern.

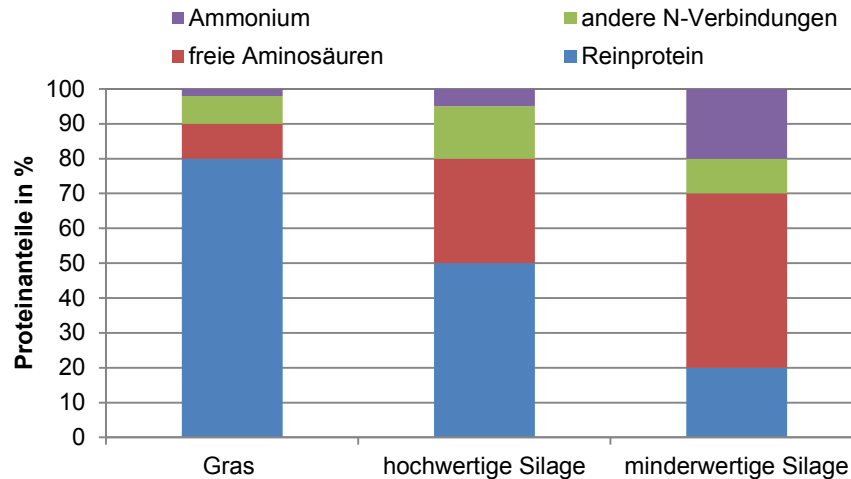


Abb. 97: Veränderung der Rohproteinfraction während der Silierung (eigene Darstellung nach Pieper et al. 2006:23)

Die Zusammensetzung des Rohproteins verändert sich demnach nachhaltig beim Übergang vom Frischgras zur Grassilage. Dabei geht es aufgrund des enzymatischen Eiweißabbaus durch den Silierprozess von 80 auf 50 % zurück. Bei schlechten, eher feuchten Grassilagen kann der Reineiweißgehalt sogar bis auf 20 % absinken. Dies ist auch der Grund, weshalb minderwertige Silagen einen niedrigeren UDP-Wert haben als qualitativ gute. Das Reinprotein wird hauptsächlich in freie Aminosäuren und andere N-Verbindungen (Peptide) abgebaut, die in gleichem Umfang ansteigen, wie das Reinprotein sinkt. In guten Silagen wird der Aminosäureabbau stärker unterbunden als in minderwertigen. Der unerwünschte Anteil an Ammoniak ist deshalb in schlechten Silagen wesentlich deutlicher ausgeprägt als in hochwertigen. Daraus lässt sich ableiten, dass allein der Rohproteingehalt der Silagen das für die Milchproduktion verfügbare Protein nicht real widerspiegelt (PIEPER ET AL. 2006:24).

Einfluss des Pflanzenbestandes

Ziel aller Bewirtschaftungsmaßnahmen muss daher die gezielte „Lenkung“ des Bestandes in puncto Energieniveau und Proteinqualität sein (WEIXLER 2010).

Durch eine planmäßige Steuerung des Pflanzenbestandes lassen sich indirekt die Proteinträge aus dem Grundfutter steigern. Hohe Proteingehalte der Pflanzen setzen auch gesteigerte Energiewerte voraus, damit die optimalen Voraussetzungen zur Bildung von Mikrobenprotein vorhanden sind. Das Deutsche Weidelgras ist eine Futterpflanze, die relativ hohe Gehalte an Kohlenhydraten aufweist und dem Tier somit über das Futter Protein und Energie liefern kann (SPIEKERS & EDMUNDS 2012).

Auch durch die Düngung lässt sich der Proteingehalt teilweise beeinflussen. Mit steigender Stickstoffdüngung je ha erhöht sich der Rohproteingehalt in den Pflanzen. Durch ein hohes Angebot an pflanzenverfügbarem Stickstoff sinkt der Reineiweißanteil zugunsten des NPN-Anteils im Futterrohprotein. Bei hoher N-Düngung steigt vor allem der Nitratgehalt in den Pflanzen an. Dies führt letztendlich dazu, dass der UDP-Wert und damit die Proteinqualität

sinken (SCHNEIDER 2008b).

Einfluss des Schnittzeitpunktes

Ausschlaggebend bei der Produktion von Top-Silagen ist außerdem noch der Schnittzeitpunkt. In jungen Pflanzen ist der nXP- und UDP-Wert relativ hoch. Je älter das Pflanzenmaterial wird, desto höher wird der Stängel- und Zuckeranteil und die Proteinwertigkeit nimmt ab. Durch einen späteren Schnitt werden zwar hohe Masseerträge erzielt, jedoch verringert sich auch der nXP-Gehalt durch den Verdünnungseffekt (SPIEKERS & EDMUNDS 2012).

Einfluss der Trocknung

Betrachtet man die UDP-Werte von Gras und Graskonserven wird deutlich, dass dieser mit steigendem TM-Gehalt der Futtermittel ansteigt. Folglich wird durch den Trocknungsvorgang von Frischgras über Silage zu Heu und Cobs die Proteinqualität verbessert. Der Anteil an unabbaubarem Protein (UDP) lässt sich daher über eine schnelle und intensive Trocknung erhöhen. Es ist anzunehmen, dass die Abtrocknung den enzymatischen Proteinabbau vermindert und dies zu einer Stabilisierung des Proteins führt (SCHNEIDER 2008b). Im Bereich der Silagebereitung entsteht daraus ein Zielkonflikt: Einerseits werden hohe TM-Gehalte wegen der Proteinqualität angestrebt, andererseits gilt es diese zu vermeiden, da sonst keine ausreichende Verdichtung im Silo erreicht wird (SCHNEIDER 2008b). Außerdem sinken die Energiegehalte mit zunehmender Welkzeit und TM, im Gegensatz dazu steigt aber der Rohproteingehalt an. Wenn sich also durch eine schnelle Trocknung die Proteinqualität erhöhen lässt, sollten TM-Gehalte im Bereich von 35 bis 40 % angestrebt werden (SPIEKERS & EDMUNDS 2012).

Einfluss der Silierung

Bei der Silagebereitung kommt es darauf an, den Abbau des Proteins durch eine schnelle Ansäuerung möglichst gering zu halten. Das lässt sich durch Bereitstellung von ausreichend Zucker als Nahrungsquelle für die Milchsäurebakterien und durch Beimpfen des Siliergutes mit Milchsäurebakterien erreichen. Wenn die Zuckerkonzentration niedrig ist (geringe Sonnenscheindauer, schlechtes Anwelken, Zuckerauswaschungen infolge Regen), kann Zucker in Form von Melasse der Silage zugesetzt werden. Nach neueren Untersuchungen führt eine Behandlung des Siliergutes mit Milchsäurebakterien zu einer Halbierung des Gehalts an freien Aminosäuren. Das bedeutet, dass durch den Impfzusatz der Gehalt an Reineiweiß gegenüber Frischgras deutlich weniger abfällt. Der Zusatz von Milchsäurebakterien verhindert daher einen übermäßigen Abbau des Reinproteins und verbessert dadurch die Proteinqualität (höherer UDP-Wert) (SCHNEIDER 2008b). Gegenwärtig kostet die Behandlung des Siliergutes mit leistungsfähigen DLG-geprüften Milchsäurebakterienkulturen 0,56 bis 0,79 € je t Siliergut. Bei einer Silageaufnahme von 50 kg Frischmasse je Kuh und Tag sind das Mehrkosten von 0,04 € je Kuh und Tag. Der Zusatz leistungsfähiger homofermentativer Milchsäurebildner verbessert den Gärverlauf und senkt die Silierverluste, erhöht die Verdaulichkeit und steigert die Milchleistung. Dies ist in vielen Versuchen und in der Praxis deutlich belegt (PIEPER ET AL. 2006:21). Aufgrund dieser Zusammenhänge sollen im Folgenden die Eckpunkte der Qualitätssilageerzeugung (Abb. 98), kurz zusammengefasst, dargestellt werden:

Qualitätssilage entsteht durch:
1. Leistungsfähige Grünland- und Ackerfutterbestände
- gut silierbare Arten mit hohen Zuckeranteilen - dichte Grasnarbe
2. Optimierung der Futterwerbung
- Schnittzeitpunkt im Ähren- /Rispenstadien - Anwelken auf 35–40 % TM - kurze Häcksellängen (2,5–5 cm)
3. Schnelles Einsilieren
- optimal verdichten - luftdichte Abdeckung
4. Einsatz von Silierhilfen
- Milchsäurebakterien

Abb. 98: Eckpunkte Qualitätssilagebereitung (eigene Darstellung nach Nußbaum 2004, Ewald & Roupp 2008)

Einsparungspotenzial durch qualitativ hochwertiges Grundfutter

Die hier aufgezählten Maßnahmen zum Siliermanagement können je nach betrieblicher Grundlage in Kombination miteinander die Proteinqualität und den –gehalt in Grassilageprodukten verbessern. Nach LOSAND (2011) entspricht ein Plus von 8 g nXP/kg TM in Grasprodukten 31 g Sojaschrot. Kann die Qualität also vom Feld über die Konservierung bis zum Trog größtenteils erhalten werden, dann lassen sich durch die Strategie der Verlustminimierung Eiweißfuttermittel einsparen (*Tab. 111*). Demnach haben Grasprodukte und ihre Konservate durchaus Potenzial, Sojaschrot zumindest anteilig zu ersetzen.

Tab. 111: Ökonomie der Verlustminimierung in Grassilageprodukten (eigene Darstellung nach SPIEKERS & EDMUNDS 2012)

Erwirtschafteter Mehrertrag	+ 100–200 kg nXP /ha
Entspricht ...	4–8 dt Sojaschrot (Marktpreis 33 €/dt)
Kostensparnis	130–260 €/ha

11.3 Es geht auch ohne – kraftfutterlose Milchviehfütterung

In der intensiven Milcherzeugung mit hohen Milchleistungen enthalten die Rationen für die Milchkühe Anteile von bis zu 50 % Kraftfutter. Hier stellt sich dann die Frage, ob die Tiere noch mit genügend Struktur versorgt werden und so eine Ration noch wiederkäuergerecht ist. Zudem sind auch ökologische Aspekte bedenkenswert: Wird das Kraftfutter nicht auf dem landwirtschaftlichen Betrieb erzeugt, sondern zugekauft, kann dies zu erheblichen Überschüssen in der Nährstoffbilanz des Betriebes führen (GRUBER 2007a). Das folgende Unterkapitel beschäftigt sich mit den Einflüssen und Auswirkungen einer kraftfutterreduzierten bzw. kraftfutterlosen Milchviehfütterung auf die Parameter Milchmenge und Tiergesundheit. Außerdem wird dargestellt, welche Genetik sich besonders für kraftfutterlose Systeme mit Weidehaltung eignet. Abschließend folgt die Entwicklung einer Strategie, die aufzeigt, wie kraftfutterlose Fütterung in einem Vollweidesystem durchgeführt werden kann.

11.3.1 Einfluss auf die Milchleistung

Am Landwirtschaftlichen Bildungs- und Beratungszentrum Plantahof in der Schweiz wurde ein mehrjähriger Fütterungsversuch durchgeführt, in dem die bestehende Braunviehherde in eine Leistungs- und eine Raufuttergruppe aufgeteilt war.

Im Sommer bestand die Grundfütterration beider Herden aus Maissilage, Heu sowie Weide oder gemähtem Gras. Der Weideanteil betrug rund 30 % an der Ration. Die Kühe der Leistungsherde erhielten ihrer Milchleistung entsprechend Kraftfutter. Während des Winters bestand die Grundfütterration hauptsächlich aus Maissilage und Heu. Zudem bekamen alle Kühe geringe Anteile Grassilage sowie ca. 2 kg Graswürfel pro Tier und Tag. Die Ration der Leistungsherde wurde zusätzlich mit einem Proteinkonzentrat und einem auf dem Betrieb gemischten, ausgeglichenen Milchleistungsfutter ergänzt. Zur Deckung des Mineralstoffbedarfs wurden den Kühen ca. 100 g Mineralstoffmischung verfüttert.

Die Tiere der Leistungsherde nahmen bis 28 kg TM auf, die der Raufutterherde bis 24 kg TM. Im Verlauf des Versuches pendelten sich die Milchleistungen wie auch die Persistenzen¹⁰² auf einem sehr hohen Niveau ein. Die Leistungsherde wies im Jahr 2004 einen Herdendurchschnitt von 9.010 kg pro Laktation auf und konnte diesen bis zum Jahr 2008 auf über 11.000 kg steigern. Die Raufutterherde ohne Kraftfutterfütterung startete 2004 mit einer Leistung von 8.330 kg Milch pro Laktation. Im folgenden Jahr erlitt die durchschnittliche Jahresleistung dieser Herde einen leichten Einbruch (7.600 kg/Kuh), steigerte sich aber in den nächsten Jahren wieder auf über 8.000 kg pro Jahr und erreichte in 2008 mit durchschnittlich 8.635 kg pro Kuh eine höhere Leistung als zu Beginn des Versuchs (BRANDENBURGER ET AL. 2008).

Im Projekt «Feed no Food» – verfüttere keine Nahrungsmittel – hat das FiBL Schweiz/Frick untersucht, ob in der schweizerischen Biorinderhaltung der Kraftfutterverbrauch noch weiter reduziert werden kann. Das dreijährige Projekt umfasste einen experimentellen Teil auf einem Hochleistungsbetrieb sowie einen Praxisteil auf rund 70 Biomilchviehbetrieben.

Weiter haben die Forschenden eine Befragung zum Stand des Kraftfuttereinsatzes auf Biorindermastbetrieben durchgeführt und die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen einer Kraftfutterreduktion berechnet. In dem experimentellen Teil der Studie wurde eine 70-köpfige Milchviehherde in zwei Gruppen aufgeteilt. Die Hälfte der Kühe erhielt weiterhin die im Biobereich erlaubten 10 % Kraftfutter, die andere nur noch Raufutter. Die Milchleistung der Kühe ohne Kraftfutter ging erwartungsgemäß um 6 % zurück, die der erstkalbenden Kühe um 15 % (FiBL 2012a).

EILERS ET AL. (2012) untersuchten 12 ökologisch wirtschaftende Betriebe, bei denen in der Sommerfütterung nur Weide und Frischgras eingesetzt wurden und in der Winterperiode einzig Heu die Grundlage für die Fütterung darstellte. Außerdem verfütterten vier Betriebe zusätzlich Grassilage und Grascobs (aus eigenem Gras). Maissilage wurde von keinem der zwölf betrachteten Betriebe verwendet. Nur drei der zwölf untersuchten Betriebe setzten Kraftfutter ein (wirtschaftseigenes Getreide, zugekauftes Getreide, Körnermais und Maiscobs sowie zugekauftes Biokraftfutter). Die verfütterten Mengen lagen hier zwischen ca. 650 und 800 kg je Kuh und Jahr.

Als Ergebnisse stechen folgende Milchleistungsdaten besonders hervor:

- Bei durchschnittlichem Leistungsniveau für Biobetriebe sind Lebensleistungen im Vergleich zu allen MLP-Betrieben weit überdurchschnittlich;

¹⁰² Vermögen der Milchkuh, die Leistung nach Erreichen des Laktationsgipfels möglichst lange aufrecht zu halten

- Auf Basis von Weide, Frischgras und Heu werden weit überdurchschnittliche Grundfutterleistungen erzielt (Vermeidung von Grundfutterverdrängung durch große Mengen Kraftfutter).

Im Ökobetrieb am Landwirtschaftszentrum Haus Riswick (NRW) fand 2010 die Durchführung eines Weideversuchs zum Einfluss der Kraftfutter-Zufütterung bei Ganztagsweide im Rahmen eines Kurzrasenweideprogramms statt. Der Versuch bestand aus zwei Gruppen á 20 Kühen, die auf Kurzrasenweide mit 5 bis 7 cm Wuchshöhe bei ganztägigem Weidegang gehalten wurden. Die Tiere Kraftfuttergruppe erhielten täglich zusätzlich 4 kg Kraftfutter pro Kuh. Als Ergebnisse lassen sich festhalten, dass sich allein aus reiner Weidehaltung im Laktationsdurchschnitt ca. 23 kg energiekorrigierte Milch (ECM) und zu Laktationsbeginn sogar 28 kg erzeugen lassen (Abb. 99). Durch die Kraftfutterergänzung erzielte die Zufütterungsgruppe eine höhere Milchmenge von 3,5 kg ECM in den ersten 150 Laktationstagen. In der zweiten Laktationshälfte konnte keine Milchmengensteigerung durch die Kraftfutterergänzung im Vergleich zur Weidegruppe mehr erzielt werden. Im Mittel der Versuchsmonate erzeugte die Kraftfuttergruppe durchschnittlich nur ca. 2 kg mehr Milch als die Weidegruppe (PRIES 2011).

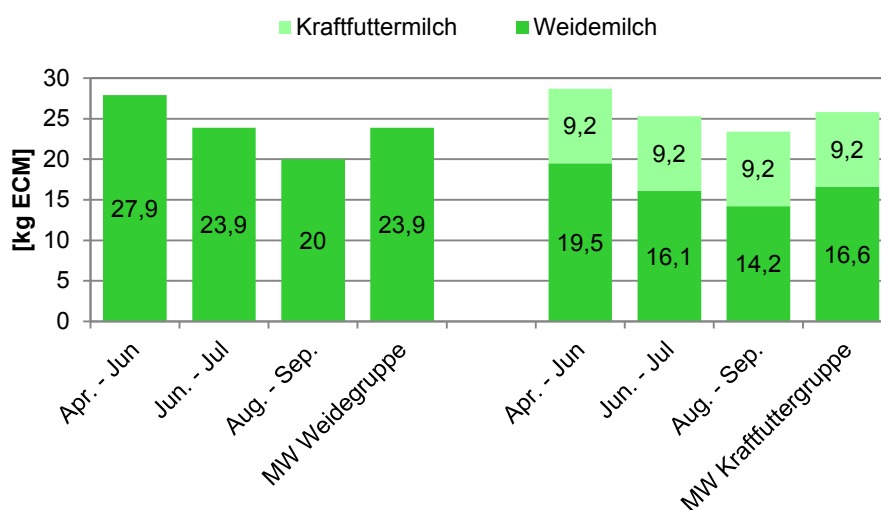


Abb. 99: Milchleistungen der Weide- und Kraftfuttergruppe während der Weideperiode (eigene Darstellung nach Pries 2011)

11.3.2 Einfluss auf die Tiergesundheit

Dem bisherigen Kenntnisstand nach wird davon ausgegangen, dass die Reduktion von Kraftfutter bei Milchkühen zu gesundheitlichen Problemen führen könne: Neben Milchleistungseinbußen könne der Milcheiweißgehalt sinken, Kühe können zudem stark abmagern, das dabei mobilisierte Körperfett führt dann zu Stoffwechselstörungen mit negativen Folgen für die Immunabwehr. Kühe mit geschwächtem Immunsystem und unausgeglichenem Stoffwechsel seien anfällig für Euterentzündungen, Klauenprobleme oder Fruchtbarkeitsstörungen (FiBL 2012a).

Die Ergebnisse des Fütterungsversuchs vom LBBV Plantahof weisen einen anderen Trend auf: Entgegen der propagierten Meinung, kraftfutterlose Fütterung bringe gesundheitliche Probleme mit sich, stellte sich die Raufutterherde im Versuch als „gesünder“ dar. Bezüglich der Fruchtbarkeitsparameter unterscheiden sich die beiden Herden nur leicht (Besamungsindex: Ø LH: 2,7, Ø RH: 2,6). In Bezug auf die Tierarztkosten konnten jedoch erhebliche Unterschiede

festgestellt werden. Die Kosten für tierärztliche Behandlungen der Leistungsherde lagen mit 232 CHF deutlich höher als die der Raufutterherde mit 195 CHF. Am höchsten waren die Kosten im Bereich Fruchtbarkeitsmanagement. Darin sind Kosten für Trächtigkeitskontrollen, gynäkologische Untersuchungen, Behandlung von Gebärmutterentzündungen, Stiller Brunst sowie Nachgeburtverhalten enthalten. Mastitiden verursachten die zweithöchsten Kosten. Sie liegen im Schnitt in der Leistungsherde 20 CHF höher als in der Raufuttergruppe. Akute Mastitis kam in beiden Herden im Schnitt bei 10,5 % vor. In der Leistungsherde erkrankten jedoch 33 % der Kühe an einer chronischen Mastitis und knapp 4 % bekamen noch in der Trockenstehperiode eine Mastitis. In der Raufutterherde mussten hingegen nur 21 % der Tiere wegen chronischer Mastitis und nur knapp 2 % wegen einer Mastitis in der Trockenstehzeit behandelt werden. Stoffwechselstörungen kamen nur vereinzelt vor, traten dann aber in der Leistungsherde häufiger auf. Dies lässt darauf schließen, dass die Raufutterherde im Versuch eine gute Stoffwechselelastizität aufwies (BRANDENBURGER ET AL. 2008).

Nach EILERS ET AL. (2012) ergab eine Untersuchung von 12 ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben, von denen neun ohne und drei mit relativ kleinen Mengen Kraftfutter arbeiten, folgende Ergebnisse:

- Überdurchschnittlich hohes Herden- und Abgangsalter der Kühe sowie hoher Anteil an Kühen mit mindestens fünf Kalbungen;
- Unterdurchschnittlicher Anteil an Kühen mit nur einer Kalbung in den betrachteten Herden;
- Als Folge ergeben sich niedrige Remontierungsraten der Betriebe.

Diese Resultate weisen auf eine Langlebigkeit der Tiere bei einem guten Gesundheitsstatus hin. Entgegen der verbreiteten Meinung hatte die Kraftfutterreduktion auch in der oben erwähnten Studie des FiBL (2012a) einen positiven Einfluss auf die Tiergesundheit: Die Körperkondition und die Eutergesundheit waren bei den Kühen ohne Kraftfutter etwas besser. Die übrigen Gesundheitsmerkmale und die Fruchtbarkeit der kraftfutterlos gefütterten Kühe blieben gleich gut wie bei den Kühen, die mit Kraftfutter versorgt wurden (Abb. 100).

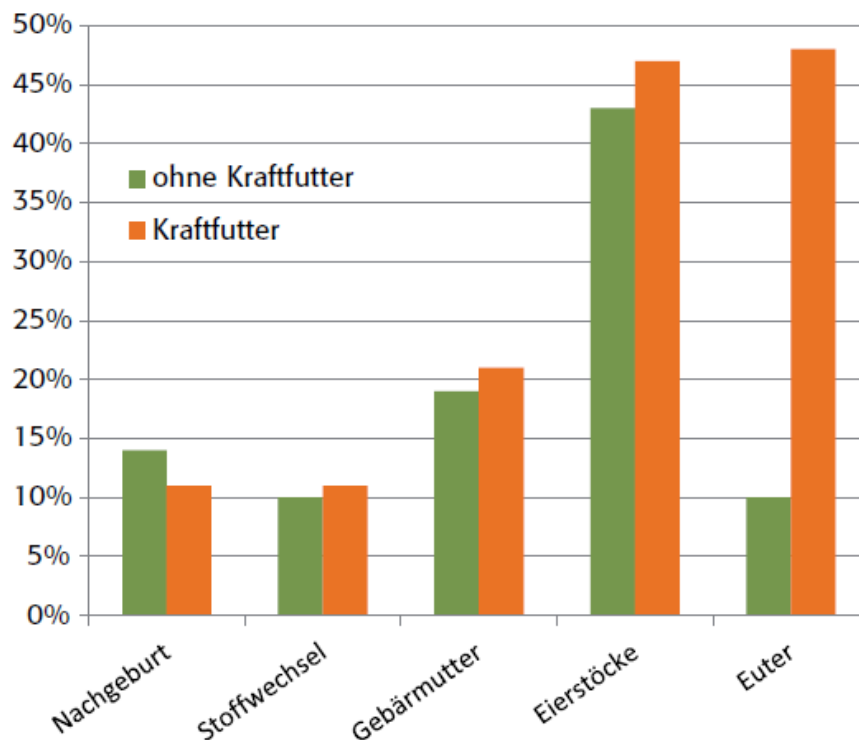


Abb. 100: Vergleich der Behandlungsjourneleinträge der beiden Versuchsgruppen in Bezug auf Gesundheitsparameter (FiBL 2012b)

WEIß & THOMET (2005b) belegen ebenfalls mit Ergebnissen aus Schweizer Vollweidepionierbetrieben eine verbesserte Fruchtbarkeit ohne oder mit restriktiver Kraftfutterfütterung. Trotz des bewussten nicht Ausfütterns der Kühe und hohen Harnstoffgehalten im Herbst war die Fruchtbarkeit und Gesundheit mit konsequenter Vollweide besser als auf den Vergleichsbetrieben mit optimierter Hochleistungsmilchproduktion.

Auch aus den Versuchen von PRYCE ET AL. (1999) geht hervor, dass es einen negativen Zusammenhang zwischen der Fütterungsintensität und einigen Gesundheitsmerkmalen gibt. So konnte festgestellt werden, dass in der Tiergruppe mit hohem Kraftfuttereinsatz (2.500 kg/Kuh/Jahr) signifikant mehr Kühe an Milchfieber erkrankten als in der Gruppe mit geringerem Kraftfutterniveau (1.000 kg/Kuh/Jahr). In der Versuchsgruppe mit hohem Kraftfuttereinsatz konnte außerdem eine verlängerte Rastzeit¹⁰³ festgestellt werden. Bei einem Fütterungsversuch von GRUBER ET AL. (1995) in Österreich wurden u.a. die Auswirkungen drei unterschiedlicher Kraftfutterstufen auf die Fruchtbarkeit von Milchkühen untersucht. Die erste Gruppe bekam das Kraftfutter nach Bedarf zu geteilt (100 %), die zweite Gruppe bekam nur mehr 50 % dieser Bedarfsmenge und der dritten Tiergruppe wurde kein Kraftfutter verfüttert. Als Fazit dieses Versuchs lässt sich tendenziell eine Verschlechterung der meisten Fruchtbarkeitsmerkmale mit zunehmender Kraftfuttermenge festhalten (Tab. 112) Dabei schnitt die Gruppe, die zu 100 % bedarfsgerecht versorgt wurde, in vielen Merkmalen besser ab als die 50 %-Gruppe.

¹⁰³ Zeitraum von der Geburt bis zur nächsten Besamung, Ziel: 50 - 70 Tage

Tab. 112: Veränderung der Fruchtbarkeitsparameter bei unterschiedlichem Kraftfutterniveau (eigene Darstellung nach Gruber et al. 1995)

Gesundheitsmerkmal	Einheit	Kraftfutterniveau		
		0 %	50 %	100 %
Anteil fruchtbarer Kühe	%	89,3	79,1	91,6
Besamungsindex¹ vor Versuch	%	1,98	2,07	1,87
Besamungsindex nach Versuch	%	1,36	1,62	1,55
Non-Return-Rate²	%	67,5	48,5	59,6
Zwischenkalbezeit³	Tage	368	377	376
Zeit von Abkalbung bis erste Brunst	Tage	65	62	57
Zeit von Abkalbung bis Trächtigkeit	Tage	68	92	93
Behandlungen wegen Fruchtbarkeitsstörungen	Tage	0,68	0,85	1,09

¹ Anzahl Besamung pro Trächtigkeit

² Anteil Kühe, die innerhalb 75 Tagen nach der ersten Besamung nicht wieder besamt werden

³ Intervall zwischen zwei Kalbungen

Störungen der Gesundheit, die sich negativ auf die Fruchtbarkeit der Kühe ausüben, bedeuten auch immer einen wirtschaftlichen Verlust für den Betrieb. Dieser entsteht zumeist durch die nötige Behandlung der Tiere durch den Tierarzt oder Besamungsdienst und den Milchleistungsverlust.

11.3.3 Einfluss der Genetik

Bei der Frage nach der passenden Genetik für Weidehaltung werden oft beeinflussende Faktoren wie Klima, Futterqualität und Betriebsart genannt (CRV 2011). Betrachtet man aber die führenden Länder in Bezug auf Weidehaltungssysteme (Tab. 113), scheint es auf den ersten Blick keiner besonderen Genetik zu bedürfen. In Neuseeland, Irland und der Bretagne z.B. werden trotz unterschiedlichem Klima und Betriebstyp schwarzbunte Holstein Kühe in Weidehaltungssystemen eingesetzt.

Tab. 113: Genetik in verschiedenen Ländern mit Weidehaltungssystem (eigene Darstellung nach Pflimlin 2006)

	Neuseeland	Irland	Bretagne*
Rasse	schwarzbunt	schwarzbunt	schwarzbunt
Ø Tierzahl/ Betrieb	> 250	40–60	100
Leistung	3.500–4.000	4.500–5.000	7.000–8.000
Kraftfutteranteil	-	-	1.000 kg
Weideanteil	ganzjährig	8–9 Monate	7 Monate
Winterfütterung	-	3–4 Monate Grassilage	5 Monate Mais
Abkalbung	saisonal		

* Versuchsbetrieb Trevarez

Jedoch wird in Neuseeland und Irland eine speziell für Weidesysteme selektionierte

Kuhgenetik der Rasse Holstein Friesian eingesetzt (THOMET ET AL. 2009:60).

In dem Forschungsprojekt „Weidekuh-Genetik“ der Schweizer Hochschule für Landwirtschaft und der Eidgenössischen Forschungsanstalt Agroscope Lieberfeld-Posieux (ALP) wurde untersucht, ob die heutigen schweizer Milchkühe für ein Vollweidesystem mit saisonaler Abkalbung geeignet sind. Dabei sollte geklärt werden, ob die Leistungen bezüglich Produktion, Fruchtbarkeit und Gesundheit der schweizer Rassen den Anforderungen eines Low-Input-Systems mit Blockabkalbung angepasst sind. Um dies herauszufinden, wurden Kühe der Rassen „Schweizer Holstein-Friesian“ (CH HF), „Schweizer Fleckvieh“ (CH FV) und „Schweizer Brown Swiss“ (CH BS) mit „neuseeländischen Holstein-Friesian“ (NZ HF) -Kühen verglichen (PICCAND ET AL. 2011). Als Ergebnisse des Versuches lassen sich folgende Aussagen festhalten: In der ersten Laktation gaben die Kühe aus Neuseeland und der Schweiz im Durchschnitt aller Rassen ungefähr gleich viel Milch, wobei die Fett- und Eiweißgehalte der neuseeländischen Tiere höher lagen. Die Kühe mit der neuseeländischen Genetik wiesen dabei ein um 67 kg geringeres Lebendgewicht auf (Tab. 114).

Tab. 114: Leistungsdaten der verschiedenen Genetik im Projekt „Weidekuh-Genetik“ (eigene Darstellung nach Piccand et al. 2011)

	n	NZ HF	CH HF	CH FV	CH BS	P Rasse
Milchleistungsdaten (270 Laktationstage)						
Milch (kg)	259	5321 ^b	5921 ^c	5291 ^{ab}	4927 ^a	<0,001
ECM¹ (kg)	259	5321 ^b	5840 ^b	5363 ^b	4814 ^a	<0,001
Fett (%)	259	4,25 ^c	4,01 ^{ab}	4,15 ^{bc}	3,86 ^a	<0,001
Eiweiß (%)	259	3,46 ^b	3,20 ^a	3,31 ^a	3,27 ^a	<0,001
Persistenz²	259	0,79 ^{bb}	0,74 ^a	0,76 ^{ab}	0,72 ^a	<0,001
Effizienz³ (ECM/LM)	221	52,1 ^a	50,2 ^b	44,5 ^a	43,8 ^a	<0,001
Körperkonditionsdaten						
LM in Laktation	221	514 ^b	592 ^b	605 ^b	523 ^a	<0,001
BCS⁴ Abkalben	251	3,25 ^b	3,05 ^b	3,52 ^c	3,38 ^{bc}	<0,001
tiefste BCS-Bewertung	246	2,69	2,39 ^a	2,86 ^c	2,74 ^{bc}	<0,001
Konditionsverlust: Abkalbung bis 30 Tage	249	-0,28	-0,37	-0,24	-0,24	0,129
Konditionsverlust: Abkalbung bis tiefste BCS-Bewertung	242	-0,55	-0,65	-0,64	-0,61	0,230

¹energiekorrigierte Milch mit 4,0 %, 3,2 % Eiweiß

²Verhältnis der ECM-Produktion vom Tag 101 bis 200 zur ECM-Produktion vom Tag 1 bis 100

³kg ECM pro kg mittleres metabolisches Lebendgewicht während der Laktation; von 38 Kühen fehlen Daten im Geburtszeitraum

⁴Body Condition Score, Beurteilungssystem für die Körperkondition

^{a,b,c}zeigen signifikant unterschiedliche Werte (P < 0,05)

Bezogen auf die Effizienz der Milchproduktion, ausgedrückt in kg energiekorrigierter Milch pro kg metabolisches Körpergewicht, ergab sich somit im ersten Versuchsjahr ein Unterschied von 14 % zugunsten der neuseeländischen Genetik (49,9 vs 44,3 kg ECM/kg LG 0,75) (THOMET ET AL. 2009:61). Zu gleichen Ergebnissen kamen KOLVER ET AL. (2000), die neuseeländische Tiere mit nordamerikanischen Holstein Friesian verglichen.

Die neuseeländischen Tiere waren während des Versuchs immer leichter als die schweizer Kühe, aber sie nahmen nach dem Abkalben mehr und schneller an Gewicht zu. Zwischen dem Abkalben und der Mitte der Laktation verloren die schweizer Kühe 10,5 kg, während die neuseeländischen Kühe 11,2 kg zunahmen. Am Ende der Laktation hatten die Tiere der schweizer Rassen 54,1 kg zugelegt (10 % des Gewichtes nach dem Abkalben) und die Tiere mit Weidegenetik 70,5 kg (16 % des Gewichtes nach dem Abkalben siehe *Tab. 114*) (THOMET ET AL. 2009:61). Auch diese Resultate sind vergleichbar mit den Ergebnissen von KOLVER ET AL. (2000), in welcher die neuseeländischen Kühe (1. Laktation) 14 % an Gewicht zunahmen, die nordamerikanischen hingegen nur 5 %.

Weidebetriebe brauchen daher vor allem kleinrahmige Kuhtypen. Diese haben zu Laktationsbeginn eine deutlich höhere Futteraufnahme pro kg Körpergewicht als große, schwere Kühe. Für eine Vollweideeignung scheint aber nicht nur die Körpergröße allein entscheidend zu sein, sondern auch das Verhältnis von Futteraufnahmevermögen zum genetischen Leistungspotenzial. Weniger geeignet sind demnach großrahmige, schwere, Hochleistungskuh Typen, da die Effizienz der Nährstoffverwertung mit zunehmender Lebendmasse zurückgeht und die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Stoffwechselkrankheiten steigt (STEINWIDDER 2007). Dass sich das System „Weidewirtschaft“

(wieder) größerer Beliebtheit erfreut, macht die Entwicklung im Bereich Rinderzucht in Deutschland deutlich: Das deutsche Rinderzuchtunternehmen CRV und die irische Zuchtorganisation NCBC haben sich in 2010 zur „Grassland Alliance“ zusammengeschlossen. So können beide Partner die Bullen selektieren und vermarkten, die am besten zu den Zuchtzielen von Milchviehhaltern passen, welche das Ziel haben, Milch auf der Basis von Weidehaltung mit saisonalem Abkalben zu produzieren. Durch die „Grassland Alliance“ bekommen Landwirte Zugang zu einem großen Angebot an speziell für die Weidehaltung geeigneter Genetik (CRV 2011).

In der nachstehenden Tabelle (Tab. 115) werden die Ergebnisse der Versuche zu kraftfutterreduzierter oder –loser Fütterung zusammengestellt. Einzelheiten zum Versuchsaufbau und speziellen Daten sind dem jeweiligen Kapitelabschnitt zu entnehmen. Es muss an dieser Stelle festgehalten werden, dass die Einflüsse auf die Leistungsdaten von Milch und Gesundheit der Tiere und die Einflüsse auf genetische Faktoren erheblich vom bestehenden Leistungsniveau der Herde und dem einzelbetrieblichen Management abhängen.

Tab. 115: Zusammenstellung der Größenordnung der veränderlichen Faktoren bei der Umstellung auf kraftfutterreduzierter oder –loser Fütterung (eigene Darstellung nach Autoren)

	Veränderung der Milchleistung	Veränderung der Gesundheit	Einfluss der Genetik*
BRANDENBURGER ET AL. 2008	Abfall Milchleistung um ca. 8 % im 2. Versuchsjahr, bei Versuchsende höhere Ø Leistung als zu Beginn	Geringere Tierarztkosten, tendenziell bessere Eutergesundheit	-
EILERS ET AL. 2012	Überdurchschnittliche Grundfutterleistungen (5.580 kg/Kuh/ Jahr) im Vergleich zum Durchschnitt in BW (3.281 kg/Kuh/ Jahr)	Hohes Herden- und Abgangsalter, mit Folge niedriger Remontierungsraten	-
PRIES 2011	Kraftfuttergruppe erzeugte durchschnittlich nur ca. 2 kg mehr Milch als die Weidegruppe	-	-
FIBL 2012a,b	Abfall Milchleistung um ca. 6 % bei Kühen und ca. 15 % bei erstlaktierenden Kühen	Verbesserte Körperkondition	-
WEIß & THOMET 2005b	-	Verbesserte Fruchtbarkeit	-
PRYCE ET AL. 1999	-	Verbesserte Fruchtbarkeitsmerkmale (Rastzeit) und weniger Stoffwechselerkrankungen	-
PICCAND ET AL. 2011, THOMET ET AL. 2009	-	-	Leichte Kuhtypen erzielen höhere Effizienz der Milchproduktion
STEINWIDDER 2007	-	-	kleinrahmige Kuh typen erzielen höhere Futteraufnahme pro

			kg Körpergewicht als schwere Tiere
--	--	--	------------------------------------

*unter der Prämisse: viel Weide in der Ration

11.3.4 Umsetzungsmöglichkeit der kraftfutterreduzierten/ kraftfutterlosen Fütterung im System „Vollweide mit Blockabkalbung“

Die vollständige Versorgung der Weidetiere während der Vegetationsperiode mit Weidegras (Vollweidehaltung) war in den Grünlandregionen bis in die 70er Jahre durchaus üblich. Auch eine saisonale Abkalbung in den Wintermonaten wurde in den Weideregionen praktiziert. Seit dieser Zeit ist jedoch ein kontinuierlicher Rückgang der Weidehaltung allgemein und speziell in der Vollweidehaltung zu verzeichnen. Die Gründe hierzu sind vielfältig, aber die Flächenvoraussetzungen der Betriebe spielen hier eine bedeutende Rolle. Die Tierbestände werden seit Jahrzehnten aufgestockt, hofnahe, arrondierte Weideflächen konnten jedoch im Verhältnis zur Tierzahl nicht mitwachsen. Der zusätzliche Flächenbedarf wurde über Pachtflächen abgedeckt, die aber oft weit entfernt von der Hofstelle lagen und somit ein Beweiden mit Milchkühen nicht mehr infrage kam. Auch die züchterische Entwicklung hin zu hohen Einzeltierleistungen beschleunigte den Rückgang der Weidewirtschaft. Die maximale Futteraufnahme und damit auch die Milchleistung je Tier sind auf der Weide begrenzt. Die steigende Milchleistung je Kuh erforderte zunehmend eine steigende Ergänzungsfütterung (STEINBERGER ET AL. 2009:17).

Eine Alternative zur heute häufig praktizierten Hochleistungsstrategie ist die sogenannte Vollweidestrategie. Das Ziel ist dabei, die Reduktion der Stückkosten in der Milchproduktion durch die konsequente Minimierung der absoluten Kosten, statt die Umverteilung der Gesamtkosten auf eine möglichst maximale Milchmenge. Bei der Umsetzung dieser Strategie sinken die Einzeltierleistungen, möglichst in geringerem Maß als die Kosten. Anstelle der Steigerung der Jahresmilchleistung pro Kuh strebt die Vollweidehaltung eine Maximierung der Flächenleistung in kg erzeugter Milch pro Hektar Futterfläche und Jahr an. Die Kühe sollen so kostengünstig wie möglich gefüttert und die Produktivität der Arbeit dadurch gesteigert werden (THOMET ET AL. 2003:4).

An dieser Stelle muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit dieses System erfolgreich etabliert werden kann. Für einen durchgängigen Weidegang im Sommer muss zunächst eine ausreichende Jahresniederschlagsmenge im Durchschnitt der Jahre gegeben sein. Aber auch die Niederschlagsverteilung im Jahresverlauf muss einen kontinuierlichen Aufwuchs gewährleisten. In den Grünlandgebieten der Mittelgebirgslagen ist dies meist der Fall. Die Wasserversorgung kann in Niederungslagen auch bei geringeren Niederschlägen oftmals noch über das Grundwasser erfolgen, sofern es von den Pflanzen zu erreichen ist (vgl. LEISEN 2008). Um lange Triebwege während der Melkzeiten zu vermeiden, sollte die zur Verfügung stehende und für die Beweidung benötigte Fläche möglichst arrondiert gelegen sein. Bei entfernt gelegenen Weiden werden, vor allem in Betrieben mit kleineren Herdengrößen, zuweilen auch mobile Melkstände eingesetzt, wodurch sich die Treibezeit verringern lässt und so auch weit entfernte Flächen für den Weidegang genutzt werden können (vgl. LEISEN 2008). Ebenfalls wichtig sind die persönlichen Neigungen und Interessen des Betriebsleiters, der die Vollweide praktizieren möchte. Es sollte ein gewisses Interesse rund um die Thematik einer nutzungsintensiven und zugleich arbeits- und kostenextensiven Grünlandnutzung durch Weidehaltung bestehen. Bei diesem System kommt es ganz entscheidend auf ein angepasstes

Verfahren der nachhaltigen Nutzung einer durchaus empfindlichen Ressource an, die es zu pflegen und mitunter auch zu verbessern gilt, um den Tieren kontinuierlich wertvolles Futter anbieten zu können (vgl. LEISEN 2008; NEFF 2008).

Auch wenn die Grundfutterleistungen bei bester Grundfutterqualität und gutem Management sehr hoch liegen können, muss die geringere Milchmenge kompensiert werden, um trotz der geringeren Einzeltierleistung ökonomisch erfolgreich zu wirtschaften.

Um dies zu erreichen, könnte es sinnvoll sein, eine Niedrigkostenstrategie zu fahren. Wie schon erwähnt, stellen die Futterkosten den größten Kostenblock der Direktkosten dar (siehe *Kapitel 6*). Durch eine konsequente Reduktion der Kosten für Grund- und Kraftfutter können Betriebe mit geringem Leistungspotenzial es sich erlauben, weniger Milch pro Kuh zu produzieren (WEIß & THOMET 2005b). Dies verdeutlichen auch die Ergebnisse der Studie des FiBL (2012a): Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigen, dass die Betriebe mit einer kraftfutterreduzierten Fütterung im Durchschnitt den geringeren Milcherlös mit den geringeren Kosten für Kraftfutter kompensieren konnten. Mit geeigneten Anpassungsstrategien wie Vollweide, silagefreier Fütterung oder Verbesserung des Grundfutters lässt sich das Betriebsergebnis weiter verbessern.

Der Schlüssel für eine erfolgreiche Vollweidehaltung liegt demnach im Verfolgen einer Niedrigkostenstrategie (WEIß & THOMET 2005b). Kein anderes Futtermittel kann so kostengünstig wie Weidegras bereitgestellt werden (STETTLER 2009). Das wichtigste Ziel ist daher, den Anteil des Weidefutters an der Jahresration zu maximieren. Solange Weidegras zur Verfügung steht, wird ausschließlich über die Weide „gefüttert“. Praxiserfahrungen aus der Schweiz zeigen, dass es möglich ist, bis zu 70 % des Jahresfutterbedarfs über die Weide abzudecken. Die Futter- und Energieaufnahme auf der Weide kann nicht das Niveau einer optimalen Mischration erreichen. Tagesleistungen von deutlich über 30 kg Milch auf der Weide zu erfüllen, sind längerfristig nicht möglich. Auf der Weide können die Kühe pro Tag weniger Futter aufnehmen als mit einer Mischration im Stall. Bei der Niedrigkostenstrategie verzichtet man deshalb bewusst auf einen Teil der potentiellen Milchleistung der Kühe (WEIß & THOMET 2005b).

Das Vollweidesystem ist in der Regel verknüpft mit einer Blockabkalbung in der Winterzeit, wodurch der Futterbedarf der Kühe an den Vegetationsverlauf des Weidefutters angepasst wird (*Abb. 101*). Dadurch kann entsprechend viel Milch aus dem Weideaufwuchs produziert werden, was die Kosten und den Arbeitsaufwand auf ein erzeugtes kg Milch weiter reduziert (WEIß & THOMET 2005b). Durch die zeitlich geblockte Kalbung wird nicht nur die Leistung der Herde dem Futterzuwachs auf der Weide angepasst, sondern die Tiere haben dadurch in der Regel auch weniger Probleme bezüglich erhöhter Harnstoffgehalte, welche durch einen Eiweißüberschuss des Weidefutters verursacht werden und sich negativ auf die Fruchtbarkeit der Kühe auswirken können (STEINWIDDER 2008).

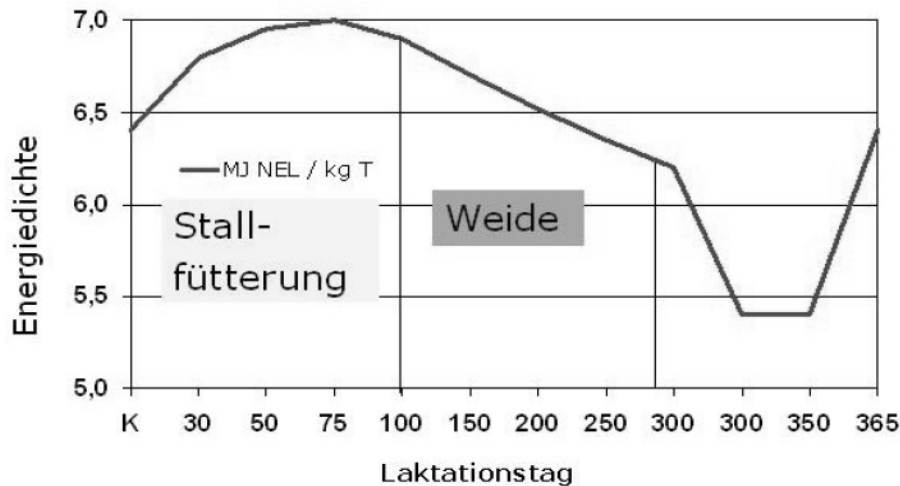


Abb. 101: Fütterungsstrategie bei saisonalem Abkalben (Steinberger et al. 2009:43)

In den ersten Wochen nach der Kalbung werden dann die besten Futtermittel verfüttert und falls nötig, gezielt mit Kraftfutter ergänzt (STEINBERGER ET AL. 2009:43). Dadurch sind die Tiere in den ersten 100 Tagen der Laktation leistungsgerecht versorgt. Zudem fällt ein Großteil der anstehenden Besamungen in die Monate Februar und März. Dies erleichtert die Durchführung der künstlichen Besamung, da die Tiere zeitweise noch im Stall sind (STEINBERGER ET AL. 2009:44). Mit Vegetationsbeginn Ende März/Anfang April erfolgt die Umstellung auf reine Weidefütterung. Im Mai und Juni steht Weidefutter höchster Qualität zur Verfügung. Zu Beginn der Laktation sind auf Basis reiner Weidefütterung Tagesleistungen in der Größenordnung von 25 kg ECM (WEIß & THOMET 2005b) bis 28 kg ECM (PRIES 2011) möglich. Im Verlauf der Vegetationsperiode wird die Qualität des Weidefutters geringer, durch die rückläufige Milchleistung im Laktationsverlauf reduzieren sich aber auch die Ansprüche an die Futterqualität. Daher kann, bei entsprechender Anpassung der Weidefläche, bis Vegetationsende eine reine Weidefütterung ohne Kraftfütterergänzung realisiert werden. Dieses wird nur während der ersten 90–100 Laktationstage mit der Absicht eingesetzt, den Energiebedarf der Kühe zu decken und die Fruchtbarkeit zu sichern. Die höheren Rohproteingehalte im Weidefutter können zwar zu erhöhten Harnstoffwerten führen, aber für Kühe in der zweiten Laktationshälfte stellt dies kein Problem dar (WEIß & THOMET 2005b). Bei allen Vorteilen, die eine Vollweide-Strategie bietet, ist zu berücksichtigen, dass dafür gute, hofnahe Weiden (STEINBERGER ET AL. 2009:47) sowie ausreichend Arbeitskapazitäten (zäunen, treiben usw.) vorhanden sein müssen (vgl. WOHLFARTH & HOCHBERG 2005). Je nach betrieblichen Voraussetzungen (Homogenität der Flächen, maximale Parzellengröße) wird es notwendig sein, mehrere kleine Weiden zu bilden und diese im Wechsel (beispielsweise die stallnahe Flächen nachts und die entfernten tagsüber) zu beweiden (WEIß & THOMET 2005b). Die konsequente Umsetzung der Vollweide mit Blockabkalbung führt zu starken saisonalen Lieferschwankungen der Milch. Betriebe, die Ihre Milch selbst vermarkten oder sehr kleine Molkereien beliefern, können eine saisonale Milchproduktion häufig nicht umsetzen. Für größere Molkereien dürfte es jedoch problemlos möglich sein, Lieferschwankungen auszugleichen (WEIß & THOMET 2005a). Entsteht durch die Blockabkalbung eine Melkpause von bis zu zwei Monaten, hat dies für die Betriebe auch zur Konsequenz, dass in dieser Zeit keine Einnahmen aus dem Milchverkauf generiert werden. Zudem können die tendenziell höheren Milchpreise während der Winterperiode im Vergleich zum Sommer, aufgrund der Trockenstehzeit der Tiere,

möglicherweise nicht genutzt werden. Außerdem kann sich in der Zeit vor dem Trockenstellen der Zellgehalt der Tankmilch erhöhen, da sich alle Kühe zur gleichen Zeit am Ende der Laktation befinden. Der Zellgehalt der Milch einer Kuh ist gegen Ende ihrer Laktation in der Regel leicht erhöht, was bei gleichem Laktationsstadium aller Kühe den Durchschnitt des Gesamtzellgehaltes der Milch ansteigen lässt. Auch dieser Aspekt wirkt sich möglicherweise negativ auf den Milchzahlungspreis aus (STEINWIDDER 2008). Es ist daher möglich, dass ein gestaffelter Milchpreis entsteht, bei dem einzelbetrieblich zu prüfen wäre, ob die Niedrigkostenstrategie mit Vollweidesystem diesen tragen kann.

11.4 Abschließende Bewertung der Möglichkeiten der 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 Rohproteinertrag steigern können, sind vielfältig und beginnen bei der optimalen Wiesenzusammensetzung, den richtigen Schnittzeitpunkten und -häufigkeiten, der optimierten und angepassten Silagebereitung und -entnahme bis hin zur mehrmals täglichen Futtevorlage (SCHÄTZEL & STOCKINGER 2012).

Der Schlüssel für hohe Grundfutterleistungen und einen reduzierten Kraftfutteraufwand liegt demnach in der Produktion von hochwertigem Grundfutter mit bester Qualität und daraus resultierenden hohen Grundfutteraufnahmen durch die Tiere (SPIEKERS 2007, WEIXLER 2010). Die zitierten Studien zeigen zum einen, dass eine vollständige Reduktion des Kraftfutters zu einer geringeren Milchleistung führt (KLOCKE ET AL. 2011, BRANDENBURGER ET AL. 2008). Zum anderen machen sie deutlich, dass entgegen der vorherrschenden Meinung, Kühe bekämen ohne Kraftfuttergaben gesundheitliche Probleme, keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollgruppe mit Kraftfutterfütterung (KLOCKE ET AL. 2011) oder sogar eine Verbesserung des Gesundheitszustands der Kühe bei reduzierter Kraftfutterfütterung festzustellen war (BRANDENBURGER ET AL. 2008, FiBL 2012a).

Die Ergebnisse der Studie des FiBL (2012a) machen deutlich, dass auch betriebswirtschaftlich eine kraftfutterfreie Milchproduktion möglich ist. Bei entsprechendem Herdenmanagement können ebenfalls im Bereich Tiergesundheit Kosten eingespart werden. Wie hoch das Potenzial zur Kosteneinsparung ist, hängt sehr stark vom einzelbetrieblichen Management ab.

Finanzielle Verluste konnten aber nach Aussagen der Forschungsgruppe durch geeignete Anpassungsstrategien kompensiert werden. Bei den befragten Landwirten der Studie stößt die Kraftfutterminimierung auf eine hohe Akzeptanz. Dabei sind die Beweggründe meist ethischer Art und seltener betriebswirtschaftliche Überlegungen der Auslöser (Abb. 102).

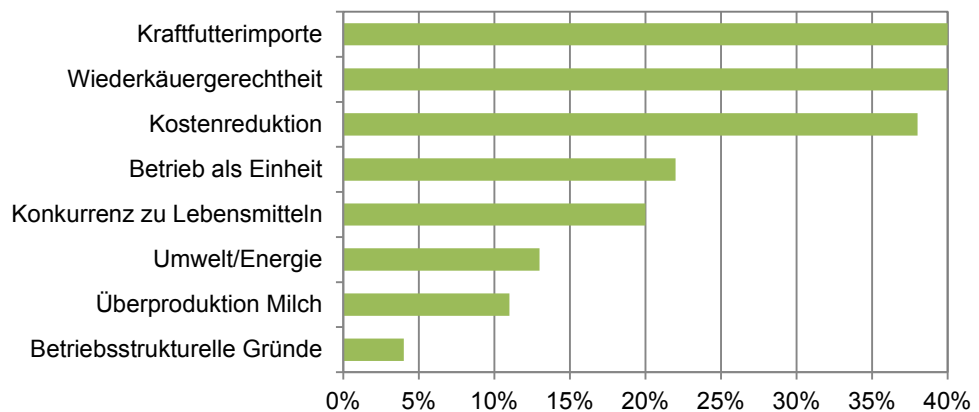


Abb. 102: Beweggründe der Kraftfutterreduzierung bei Landwirten der FiBL Studie (eigene Darstellung nach FiBL 2012c)

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. Die Folge ist eine deutliche Reduktion des Arbeitszeitbedarfs, die die Folgen einer geringeren Milchleistung pro Kuh zusätzlich mindern kann (WEIß & THOMET 2005b). Durch die Niedrigkostenstrategie mit Vollweide ist es daher möglich, Kosten im Bereich Futter für Grundfutterwerbung, Transport, Einlagerung und Vorlage einzusparen und so den Verlust zu kompensieren.

Für reine Weidebetriebe gilt, dass die Grundfutteraufnahme 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). Zukünftig muss jedoch noch eingehender, durch ökonomische Vergleichsrechnungen, geklärt werden, unter welchen Bedingungen eine Niedrigkostenstrategie einzelbetrieblich tatsächlich zu geringeren Milcherzeugungskosten führt. Eine hohe Milchleistung muss kein zuverlässiger Garant für ein gutes Betriebszweigergebnis sein. 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).

Jedoch muss auch beachtet werden, dass die späteren Aufwüchse des Weidefutters besonders am Ende der Vegetationsperiode relativ viel Stickstoff im Vergleich zum Frühjahr enthalten. Bei Systemen mit Blockabkalbung im Winter befinden sich die Kühe zu dieser Zeit aber schon im letzten Laktationsdrittel und haben weniger hohe Ansprüche an die Nährstoffkonzentration des Futters als zu Beginn der Laktation mit hohen Tagesgemelken.

Folglich kann es möglicherweise zu einer Proteinübersorgung der Tiere kommen. Um eine solche Übersorgung und somit einen Luxuseiweißkonsum von in der Spätlaktation zu vermeiden, müssten die Tiere exakt nach ihrem Bedarf für Erhaltung und Leistung gefüttert werden. Bei einer Stallfütterung, in der die Tiere in Leistungsgruppen eingeteilt sind, könnten verschiedene Futterqualitäten gezielt, am Bedarf orientiert zugeteilt werden. Diese Fütterungsstrategie beansprucht jedoch deutlich mehr Fütterungstechnikeinsatz und Arbeitszeit, sodass eine Niedrigkostenstrategie, wie hier vorgestellt, nicht verfolgt werden kann.

Nach den Annahmen der Status quo Analyse (*Kapitel 6*) wird sich die Milchviehhaltung in Zukunft besonders auf den traditionellen Grünlandstandorten ausdehnen, also in den Küstenregionen, am Niederrhein, in einigen Mittelgebirgslagen sowie im Allgäu und VorALPenland (OFFERMANN ET AL. 2012:27). Die Milcherzeugung „wandert“ ins Grünland, in Gebiete, in denen es keine rentable Alternative gibt und die sich schon jetzt als traditionell starke Milchregionen darstellen. Hauptsächlich diese Gebiete haben sich als wettbewerbsfähig in der Milcherzeugung erwiesen, da sie das Futter günstiger produzieren können als Betriebe, deren Bewirtschaftungsgrundlage der Ackerbau ist (DORFNER 2012b).

Nach WOHLFARTH & HOCHBERG (2005) ist eine kostendeckende Milcherzeugung auf Grünlandstandorten mit weidebasiertem System nur möglich, wenn die Produktionskosten sinken und der Auszahlungspreis für Milch steigt.

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. Die Vollweidestrategie mit geringem Kraftfutteraufwand ist jedoch nur für einen gewissen Anteil der milcherzeugenden Betriebe in Deutschland umsetzbar.

12 Politische Rahmenbedingungen zur Unterstützung einer sojafreien Milchviehfütterung

Die Analyse der Potenziale der möglichen Sojasubstitute und die Verifizierung der Ergebnisse durch die Fütterungsberater haben deutlich gezeigt, dass alternative Proteinträger die Eiweißversorgung in der Milchviehfütterung decken können. Das Hauptproblem bei der Entscheidung für den Einsatz anderer Eiweißträger stellt in erster Linie ihre unzureichende Verfügbarkeit dar und nicht der geringere Futterwert der Körnerleguminosen. Zur erfolgreichen Umsetzung einer neuen Eiweißstrategie fehlt es an den politischen Rahmenbedingungen, welche eine sojafreie Fütterung unterstützen.

12.1 Politische Instrumente zur Unterstützung des Systems Weide

Wie schon in *Kapitel 11* beschrieben, kann die Strategie „Vollweidehaltung mit Blockabkalbung und reduziertem Kraftfuttereinsatz“ ein kapitalextensives Verfahren darstellen.

Das System Weidehaltung wird auch politisch von den Grünen im Bundestag gefordert: Das milchpolitische Leitbild müsse die Kuh auf der Weide sein. Diese Art der Tierhaltung produziere den höchsten gesellschaftlichen Mehrwert, und sie stärke die Wertschöpfung in den Regionen (KÜNST & TRITTI 2012).

Da für die Milcherzeuger die Umstellung von Stallhaltung auf Weidebetrieb mit einigen Einschnitten und betrieblichen Veränderungen verbunden ist, sind gezielte Förderungsmaßnahmen notwendig, um Weidemilchsysteme zu etablieren und den Rückgang der Grünlandnutzung zu stoppen.

Je nach Ausgestaltung des einzelbetrieblichen Managements birgt dieses System, wie bereits erwähnt, jedoch auch Nachteile. Diese können sich z.B. durch eine Proteinübersorgung im Spätsommer ergeben, die Tier und Umwelt gleichermaßen belasten kann. Neben der nicht vollständig bedarfsorientierten Fütterung der Tiere stellen auch die speziellen Ansprüche an den Standort und die Betriebsstruktur bei der Umstellung auf Vollweide ein Problem dar. Es bleibt betriebsindividuell zu prüfen, ob es ökonomisch vertretbar ist, auf einen Teil der potentiellen Milchleistung der Tiere zu verzichten.

Um die ökologisch-nachhaltigen Leistungen zu honorieren, bedarf es daher eines Prämien-systems, das die Vollweidebetriebe unterstützt und so z.B. mit Hochleistungsbetrieben konkurrenzfähig macht. Vonseiten der Politik sind verschiedene Ansätze denkbar, Weidesysteme in der Milchviehhaltung durch Prämien oder Ausgleichszahlungen zu fördern. Die Prämienzahlungen sollen der Deckung der zusätzlichen Kosten dienen und der Einkommensverluste für freiwillig in Kauf genommene Minderleistungen der Tiere, z.B. bei einer nachhaltigen Milchproduktion. In findet sich die Darstellung möglicher Unterstützungsmaßnahmen.

Tab. 116: Mögliche politische Fördermaßnahmen der Weidehaltung (eigene Darstellung)

Maßnahme	Status
Vollwertige Grünland-Flächenprämie	geplant nach GAP ¹ für 2013
Weideprämie (für Vollweidebetriebe)	vgl. Kampagne FrislandCampina, KULAP ² Maßnahme in Bayern
Prämie für Nutzungsänderung von Acker in Grünland	vgl. KULAP verschiedene Bundesländer, NATURA 2000 Maßnahmen
Greening (Umbruchverbot für Grünland)	geplante Umsetzung nach GAP in 2014

¹ Gemeinsame Agrarpolitik, ² Kulturlandschaftsprogramm

12.1.1 Grünland-Flächenprämie

Mit der Anpassung der Acker- und Grünlandprämien im Jahr 2013 erfolgt ein längst fälliger Schritt zur finanziellen Gleichstellung der Ackerbau- und Grünlandregionen in Deutschland. Gleichwertige Prämien können dazu führen, Weidehaltung auf speziellen Grünlandstandorten zu fördern, da die Nutzung über den finanziellen Anreiz attraktiver wird.

Doch trotz der zukünftig geltenden, nicht mehr an die Produktion gekoppelten, allgemeinen Flächenprämie liegen die Ackerstandorte Deutschlands indirekt durch diese Prämienverteilung noch immer im Vorteil.

Zusammengefügt aus dem historischen und dem neuen regionalen Modell läuft seit 2010 ein Kombinationsmodell, in dem die Betriebsprämienregelung umgesetzt werden soll. Dazu werden die von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich hohen Werte der Prämien zu Zahlungsansprüchen mit einem regional einheitlichen Wert angeglichen. Dieser Übergang erfolgt schrittweise durch die Anpassung der Prämien im Zeitraum zwischen 2010 und 2013 ("Gleitflug"). Am Ende dieses Anpassungsprozesses wird jeder Zahlungsanspruch in einer Region (Bundesländergrenzen) im Jahr 2013 denselben Wert (regionaler Zielwert) haben (BMELV 2011e).

Tab. 117: Regionaler Zielwert für Flächenprämien im Jahr 2013 (eigene Darstellung nach BMELV 2010)

Region	regionaler Zielwert (€/ha)
Baden-Württemberg	308,05
Bayern	354,55
Berlin/Brandenburg	300,30
Hessen	299,58
Mecklenburg-Vorpommern	329,44
Niedersachsen/Bremen	352,38
Nordrhein-Westfalen	359,44
Rheinland-Pfalz	294,54
Saarland	258,96
Sachsen	357,26
Sachsen-Anhalt	354,97
Schleswig-Holstein/Hamburg	358,83
Thüringen	346,35

Für Deutschland insgesamt ergibt sich für das Jahr 2013 ein kalkulatorischer Durchschnittswert von 339,23 € je Zahlungsanspruch (BMELV 2010).

Hinzu kommen aber noch die Auswirkungen der Entkopplung der bislang noch gekoppelten Prämien (z.B. Stärkekartoffeln). Nach der Neufassung des Betriebsprämienführungsgesetzes wird im Jahr 2012 das zusätzliche Prämienvolumen,

das sich aus der Entkopplung ergibt, auf die Regionen aufgeteilt. Die Zahlungsansprüche werden dann regional einheitlich um einen gewissen Betrag erhöht. Der größte Teil dieser Umverteilungsmittel fließt in das Saarland. Dort steigt dadurch die Flächenprämie um gut 36 € auf 295,50 €/ha. Von der Entkopplung der Stärkekartoffelprämie und deren Umlage auf die allgemeine Flächenprämie profitiert vor allem Niedersachsen. Die regionale Flächenprämie erhöht sich dadurch im Bundesland deutlich und liegt ab 2013 bei 366 €/ha. Niedersachsen rückt damit hinsichtlich der Prämienhöhe an die Spitze der Bundesländer, gefolgt von Bayern mit 361 €/ha und Schleswig-Holstein mit rund 359 €/ha. Aufgrund der in dem Gesetzentwurf vorgesehenen Umverteilung verringert sich aber der frühere Abstand der führenden Prämienländer zu den Schlusslichtern von rund 100 €/ha auf etwa 70 €/ha. Im Schnitt werden künftig bundesweit knapp 344 €/ha gezahlt (AGRAEUROPE 2010). Gunststandorte, in denen Ackerbau und Grünlandwirtschaft hochproduktiv sind, werden weiter durch diese Art der Zahlungsansprüche bevorzugt. Für eine gezielte Förderung der Weidebetriebe müsste es jedoch eine relative Bevorzugung der Nutzung von Grünlandflächen geben. Eine Weideprämie, die speziell das System „Vollweide“ für Milchviehbetriebe unterstützen würde, wäre ein möglicher finanzieller Ansatz.

12.1.2 Weideprämie

Es bleibt zu klären, ob die Betriebe, die eine Niedrigkostenstrategie im Vollweidesystem verfolgen, tatsächlich mit geringeren Kosten Milch erzeugen können. Die Strategie, den Futterbedarf der Tiere über das Ausschöpfen der Grünlandbestände während der gesamten Vegetation zu decken, würde diese deutschlandweite gültige Weideprämie unterstützt werden. Das Land Bayern zahlt eine vergleichbare Prämie derzeit schon an seine Milchviehhalter. Seit dem Jahr 2008 wird dort die Weidehaltung von Rindern im Rahmen des bayerischen Kulturlandschaftsprogramms gefördert. Der Prämienbetrag beläuft sich auf 30 € pro Großvieheinheit und Jahr. Die Weidezeit muss mindestens 3 Monate am Stück betragen, und den Tieren ist mindestens einmal pro Tag Weidegang zu gewähren. Ausnahmen sind nur zulässig, wenn der physiologische Zustand (z. B. Brunst, Kalbung) bzw. eine Krankheit des Tieres oder Witterungsextreme (nachhaltige Schädigung der Weidefläche) einen Weidegang ausschließen (FELBER 2008).

Auch die Molkereien haben das Instrument „Weideprämie“ längst für sich entdeckt und nutzen dies, indem sie den Milchlieferanten Prämien für Weidemilch zahlen, um das positive Image der Milch in der Öffentlichkeit zu erhalten und stärker in den Fokus zu rücken.

FrieslandCampina z.B. zahlt Milchviehaltern, die Mitglieder der Molkereigenossenschaft „Zuivelcoöperatie FrieslandCampina“ sind und ihren Milchkühen Weidegang ermöglichen, eine Weidemilchprämie von 50 ct pro 100 kg Milch. Die Initiative ist Bestandteil der Nachhaltigkeitsagenda von FrieslandCampina. Die finanzielle Förderung von 45 Mio. € gilt mindestens für den Zeitraum von 2012 bis 2014. Für die Weideprämie verlangt FrieslandCampina, dass die Mitglieder ab 2012 ihre Tiere an mindestens 120 Tagen pro Jahr für mindestens sechs Stunden pro Tag auf der Weide grasen lassen. Derzeit erhalten die Mitglied-Milchviehhalter für Weidegang eine Vergütung von 5 ct pro 100 kg Milch. Durch die geplante Initiative nimmt die Vergütung für Weidegang für einen Betrieb, der jährlich 600.000 kg Milch liefert, von 300 auf 3.000 € pro Jahr zu (KOCH 2011).

Die hier aufgezeigten Ansätze für Weideprämien beziehen sich auf eine beschränkte Weidezeit vorrangig im Sommer. Um Vollweidehaltung mit Blockabkalbung als krautfutterextensives System speziell zu fördern, müsste eine an diese Art der Milcherzeugung geknüpfte Vollweideprämie ausgeschüttet werden. Dadurch würden diese Betriebe mit solchen, die „nur“

Sommerweide und Stallhaltung betreiben, trotzdem konkurrenzfähig sein. An die Prämie müssten vor allem Vorgaben zum Kraftfutteraufwand, Weidetagen, Weidebesatz und Zufütterung geknüpft sein. Solche Fördermaßnahme könnten gezielt grünlandbasierte Weidebetriebe unterstützen und als Betriebsform etablieren.

12.1.3 Prämie für Nutzungsänderung von Acker in Grünland

Heute schon oft als Maßnahme des Vertragsnaturschutzes angewendet, wird der Nutzungswechsel von Acker in Grünland speziell gefördert. Diese Nutzungsänderung kann über unterschiedliche Kulturlandschaftsprogramme (KULAP) der Bundesländer finanziell unterstützt werden, wenn sie ohne Förderung nicht konkurrenzfähig wäre. Im Rahmen eines KULAPs wird Landwirten daher für die Einhaltung zweckdienlicher und amtlich festgelegter Auflagen ein Nachteilsausgleich gewährt (vgl. FRIEDER ET AL. 2004). Ebenso stellt sich die Förderung der Nutzungsänderung für das Umweltprogramm NATURA 2000 dar: Nach den Rahmenrichtlinien des Vertragsnaturschutzes kann in ausgewiesenen NATURA-2000-Gebieten, in Naturschutzgebieten, in episodisch überschwemmten Auenlagen sowie in Moorpufferzonen die Umwandlung von Acker in Grünland mit anschließender Extensivierung des Grünlandes gefördert werden.

Das Potenzial einer Umwandlungsprämie für Weidebetriebe läge in einer finanziellen Unterstützung der Nutzungsänderung zugunsten des Grünlandes, auch in Gebieten, die nicht unter Naturschutzregelungen fallen. Besonders in Bezug auf die knappe Weideflächenausstattung und der immer weiter wachsenden Herdengrößen der Betriebe scheint eine solche Förderung sinnvoll, um das System zu etablieren und Vollweide konkurrenzfähig zu machen. Auch wenn eine derartige Fördermaßnahme nicht in ausgewiesenen Naturschutzgebieten und mit der Folge einer Extensivierung Anwendung finden würde, entstünde durch die Umwandlung von Acker in Grünland ebenso ein Naturschutzeffekt: Es ist belegt, dass viele Böden, zum Beispiel in den USA und Kanada, 30 bis 50 % ihrer ursprünglichen Humus- und C-Menge durch ackerbauliche Nutzung verloren haben. Verschiedene acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen besitzen jedoch das Potenzial der Humusanreicherung und der CO₂-Bindung. Besonders durch die Umstellung von Ackerbau auf Grünlandnutzung kann viel Kohlenstoff gebunden werden (HÜLSBERGEN 2011).

Tab. 118: Humusanreichernde Maßnahmen und ihre Potenziale der C-Bindung (eigene Darstellung nach Hülsbergen 2011)

Maßnahme	C-Bindung (t ha ⁻¹ a ⁻¹)	Erläuterungen
Umwandlung von Ackerland in Grünland, begrünte Dauerbrache	> 1,0	dauerhafte Bodenbedeckung und Zufuhr organischer Substanz, fehlende Bodenbearbeitung
Anbau mehrjähriger Leguminosen und deren Gemenge mit Gräsern	> 0,5	abhängig vom Ertrag, der Nutzungsdauer und der Bestandeszusammensetzung
Düngung mit Stalldung und Komposten	> 0,5	abhängig von der Menge und der Qualität der organischen Substanz
Reduzierte Bodenbearbeitung (pfluglos, Direktsaat)	0 bis 0,25	abhängig vom Standort (Boden, Klima), der Fruchtfolge und Düngung
Umstellung auf ökologischen Landbau	0 bis 0,5	abhängig von der Vorbewirtschaftung (dem Humus-Ausgangsgehalt) sowie der Art des ökologischen Landbaus (Struktur, Intensität, Anbauverfahren)

Eine Ackernutzung von Mooren stellt eine hohe Umweltbelastung dar, denn neben den Nährstoffausträgen werden auch klimawirksame Gase freigesetzt. Bei der Bewirtschaftung von Grünland auf Niedermooren anstelle der Beackerung werden nur halb so viel CO₂-Äquivalente pro Jahr freigesetzt. Ein weiteres Problem der intensiven Ackerbewirtschaftung von Moorböden ist die durch die Mineralisierung der Torfe ausgelöste Sackung. Bei Grünlandnutzung wird die starke Mineralisation, wie sie nach wendender Bodenbearbeitung bei Ackernutzung auftritt, reduziert. Eine dauerhafte Grünlandnutzung ohne Umbruch bei möglichst hohen Wasserständen kann demnach die Umweltbelastungen reduzieren (HOLSTEN ET AL. 2012). Die hier aufgezeigten agrarpolitischen Maßnahmen müssten durch die EU-Kommission genehmigt und über finanzielle Mittel der EU, des Bundes und der Länder gefördert werden.

12.1.4 Greening – Umbruchverbot für Grünland

Unter das Umbruchverbot sollen nur Grünlandflächen fallen, die seit mind. 5 Jahren nicht mehr umgebrochen wurden. Der Grünlanderhalt als Greeningmaßnahme beinhaltet jedoch keine direkte Förderung von Weidehaltung. Der Erhalt allein sichert keine Nutzung in Form von Beweidung ab. Lohnt sich eine Nutzung der Grasbestände für Milcherzeuger nicht, können diese Flächen ebenso gut als Stilllegung genutzt oder in der Biogasanlage verwertet werden. Wird die Nutzung von Grünland für Milcherzeuger wieder lukrativer wie beispielsweise durch gleichwertige Acker- und Grünlandprämien, Ausgleichszahlungen für Vollweidesysteme oder einen stabilen Milchpreis, schützt das Umbruchverbot die Futtergrundlage solcher Betriebe. Das Umbruchverbot und die gleichwertige Grünlandprämie sichern somit vorrangig, dass das Eiweißversorgungspotenzial erhalten wird, die Nutzung dieser Reserve in der Milchviehfütterung ist damit jedoch noch nicht gegeben.

12.2 Fördermaßnahmen für den Anbau und die Verwendung heimischer Körnerleguminosen in der Milchviehfütterung

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

Um den Anbau heimischer Körner- und Futterleguminosen auszubauen, gibt es bereits verschiedene forschungsbasierte Fördermaßnahmen, die dieses Bestreben unterstützen. Da jedoch Forschung und Züchtung eher mittel- bis langfristige Vorhaben darstellen, werden im weiteren Verlauf dieses Kapitelabschnitts nur kurz die bestehenden Fördermaßnahmen aufgelistet und im Anschluss daran mögliche kurzfristig wirkende, politische Schritte beleuchtet.

12.2.1 Agrarpolitischer Rahmen

Erstmalig wurde der Anbau von Eiweißpflanzen im Jahr 1992 durch die MacSharry-Reform in Form von Beihilfen gefördert. Im Rahmen der Agrarreform in 2000 und 2003 wurde die Eiweißpflanzenprämie einheitlich, in der gesamten EU von ca. 78 €/ha auf ca. 55 €/ha herabgesetzt. Als Teil der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) wurde 2008 beschlossen, die gekoppelten Direktzahlungen für pflanzliche Erzeugnisse zu entkoppeln, um so eine Produktion zu unterstützen, die sich stärker am Markt orientiert. Durch diese Reform muss demnach auch die Eiweißpflanzenprämie bis Ende 2012 entkoppelt werden. Gekoppelte Beihilfen werden dann nur noch in Ausnahmefällen (wirtschaftliche Schwierigkeiten usw.) zur Erhaltung des Produktionsniveaus gezahlt und nicht grundsätzlich, um eine Anbauausdehnung zu erreichen (BMELV 2012c:12).

Es bestehen zwar verschiedene Programme der Bundesländer, die den Eiweißpflanzenanbau indirekt durch die Förderung über die zweite Säule unterstützen (Tab.119), jedoch boten diese keine ausreichenden Anreize, um den Anbaurückgang aufzuhalten (KÖN 2012). Zudem ist eine direkte staatliche Förderung einzelner Kulturen (Eiweißprämie) nach dem Health-Check-Beschluss vom November 2008 nicht WTO-kompatibel¹⁰⁴ (BMELV 2012c:12).

Tab. 119: Bestehende Maßnahmen und Aktionsprogramme zur Förderung des Körnerleguminosenanbaus auf Bundeslandebene (KÖN 2012)

Maßnahme	Inhalt	Bundesland
Vielfältige Fruchtfolge	<ul style="list-style-type: none"> - Verpflichtung für 5 Jahre - Anbau von mind. Hauptfruchtarten davon Anbau von mindestens 5 % Leguminosen auf der Ackerfläche - Obergrenze für die Hauptfrucht bei max. 30 % Anbau auf der Ackerfläche - Förderung von bis zu 75 €/ha bzw. 45 €/ha bei Ökobetrieben 	Bayern, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Thüringen, je nach Bundesland etwas anders gestaltet
Landesversuche ökologischer Landbau	<ul style="list-style-type: none"> - Versuch zur Bedeutung pilzlicher Krankheiten im ökolog. Wintererbsenanbau - Ackerbohnen zur Fruchtfolgeauflockerung – Projekt zum Anbau und zur Vermarktung von Ackerbohnen 	Niedersachsen
Aktionsprogramm Heimische Eiweißfuttermittel	<ul style="list-style-type: none"> - Investition von 2 Mio. € in heimische Eiweißfuttermittel - Forschung und Beratung zum verstärkten Anbau und effektiveren Einsatz heimischer, gentechnikfreier Eiweißpflanzen in der Fütterung wird intensiviert 	Bayern
Wachstumskern „Plants pro Food“	<ul style="list-style-type: none"> - Proteine und Ballaststoffe aus den Samen der Blauen Süßlupinen für eine breite Anwendung in der industriellen Lebensmittelherstellung nutzbar machen - Mitarbeit von 10 Unternehmen und 4 Forschungseinrichtungen 	Mecklenburg-Vorpommern
Vom Acker in den Futtertrog	<ul style="list-style-type: none"> - Ziel ist eine regionale Eiweißfutter-Strategie für Nordrhein-Westfalen - Schaffung eines internetbasierten Marktplatzes für Körnerleguminosen - Über praktische Demonstrationen, fachliche Veranstaltungen, Exkursionen und Strategiegelgespräche wird die 	Nordrhein-Westfalen

¹⁰⁴ (World Trade Organization), Fördermaßnahmen dürfen nicht an die Produktion eines bestimmten Agrarproduktes, die Produktionsmenge oder die Preise gebunden sein. Es sind nur Maßnahmen möglich, die den Handel nicht oder nur geringfügig verzerren.

	Eiweißfutter-Strategie erprobt und diskutiert	
UFOP-Beratungsgutschein für eine Fütterungsberatung zum innerbetrieblichen Einsatz von Körnerleguminosen	- UFOP und LWK Schleswig-Holstein bieten individuelle einzelbetriebliche Fütterungsberatung an: Betriebe, die in 2011 Körnerleguminosen in Schleswig-Holstein anbauten, konnten einen Beratungsgutschein im Wert von 125 € bei der LWK Schleswig-Holstein einreichen und die Beratung in Anspruch nehmen	Schleswig-Holstein

12.2.2 Zukunftsgerichtete Maßnahmen

Über das anstehende „Greening“ der Direktzahlungen könnte der Leguminosenanbau jedoch vermehrt Einzug auf die europäischen Äcker erlangen. Auch Ansätze wie eine Beimischungsquote oder eine Prämienzahlung für das Anbauen und Veredeln von regionalen Futtermitteln (hier nur als Szenario dargestellt) beinhalten die Chance, den Einsatz von heimischen Eiweißpflanzen in der Tier- und speziell in der Milchviehfütterung zu erhöhen. In der nachstehenden Tabelle (Tab. 120) sind zentrale politische Maßnahmen aufgelistet, durch deren zukünftige Umsetzung auf Länderebene, aber auch auf europäischer Ebene, der Anbau von Körner- und Futterleguminosen gefördert werden könnte.

Tab. 120: Maßnahmen zur Förderung des heimischen Körnerleguminosenanbaus (eigene Darstellung)

Maßnahme	Bedingung	Entscheidungsträger	Status
Greening 1. Grünlandumbruchverbot 2. mind. 3 Fruchtarten in Fruchtfolge 3. 7 % ökologische Vorrangflächen	Da der Körnerleguminosenanbau derzeit noch nicht fest im Greening verankert ist, ist eine Unterstützung nur wirksam, wenn... 1. Vorschlag des Agrarministers umgesetzt wird und 15 % Leguminosen in der Fruchtfolge zur Bedingung werden oder wenn 2. Vorschlag der Berichterstatter im EU-Parlament umgesetzt wird und der Anbau von Eiweißpflanzen auf ökologischen Vorrangfläche	EU	geplante Umsetzung der Maßnahme in 2014

	n erlaubt ist		
Greening-Forderung von der deutschen Verbände Plattform zur EU-GAP (32 NGOs, u.a. AbL, EuroNatur, WWF, BÖLW) (VERBÄNDE PLATTFORM PAPIER, 2012)	20 % stickstoffsammelnde Eiweißpflanzen (Leguminosen) in der Fruchtfolge	EU	wird gefordert
Beimischungsquote für heimische Körnerleguminosen	Mischfutterhersteller und -werke sind verpflichtet, festgelegten Prozentsatz an Körnerleguminosen in Standard-Mischfutter einzumischen	DE	Szenario
Label und Prämie für regionale Futtermittelproduktion	Label und Prämie für 1. regional erzeugte und 2. im Tier veredelte Futtermittel	DE	„Regional-fenster“: Label des BMELV für regionale Produkte, Szenario für Prämie
Eiweißbeihilfe	Erhöhung des Prämienvolumens	EU	2003 eingeführt, läuft 2012 aus

12.2.2.1 Greening und 20 %-Forderung

Derzeit sieht das Greening keine direkte, über die EU-Kommission legitimierte Förderung von Leguminosen im Vertragsentwurf vor. Lediglich bei der Entscheidung über die Nutzung der ökologischen Vorrangflächen und bei der Definition der Wahl der Fruchtarten in der Fruchtfolge wäre Platz für den Leguminosenanbau, wie ihn die Berichterstatter im EU-Parlament in ihrem Berichtsentwurf von 18.06.2012 fordern (JASPER 2012).

Hier ist noch offen, ob sich EU-Parlament, Agrarministerrat und EU-Kommission auf eine Alternative einigen können. Es wird noch diskutiert, ob auf den ökologischen Vorrangflächen Eiweißpflanzen angebaut werden dürfen. Die deutschen Agrarminister haben den Anbau von Leguminosen auf 15 % der Ackerfläche anstelle der 7 %-igen Vorrangfläche vorgeschlagen (LATA CZ-LOHMANN ET AL. 2012). Dieser Vorschlag wird von Umweltverbänden, wie u.a. dem WWF abgelehnt, da hierdurch dem Ziel der „ökologischen Vorrangflächen“ nicht ausreichend

Rechnung getragen wird. Die Flächen sollen vor allem Raum für biologische Vielfalt bieten, was in einem Leguminosenfeld nicht gewährleistet wäre (MEIBNER M., 2012).

Die Forderungen der deutschen Verbände-Plattform bezieht sich nicht auf die Vorrangfläche, sondern auf die Definition der Fruchtfolge: Die EU-Gelder sollen zukünftig an eine „echte Fruchtfolge“ gebunden werden, in der 20 % stickstoffsammelnde Eiweißpflanzen (Leguminosen) enthalten sein müssen (VERBÄNDE PLATTFORM PAPIER 2012). Damit könnten auf klimaschonende Weise 30 % des mit hohem Energieaufwand künstlich hergestellten Stickstoffdüngers eingespart und der Import von gentechnisch verändertem Soja-Eiweißfutter teilweise ersetzt werden. Gleichzeitig sollen die Betriebe, die diese Maßnahmen nicht einhalten, den Anspruch auf die Greening-Prämie (30 % der gesamten Direktzahlungen) verlieren. Das Geld der nicht in Anspruch genommenen Prämien soll im jeweiligen Mitgliedsland in die zweite Säule für Maßnahmen im Bereich der zukunftsweisenden Maßnahmen fließen. Laut GRAEFE ZU BARINGDORF (2012) befürchtet die Kommission aber, dass diese Forderung als Ankopplung an ein Erzeugnis gesehen werden kann und somit nicht dem verfolgten Ziel der Entkopplung von Zahlungen entspräche.

12.2.2.2 Beimischungsquote für Körnerleguminosen

Die mögliche Förderung von heimischen Körnerleguminosen durch Agrarumweltmaßnahmen der zweiten Säule bietet bisher keine ausreichenden Anreize, um den Anbau rückgängig aufzuhalten bzw. den Anbauumfang zu stärken (SPECHT 2009). Als Szenario soll daher im folgenden Abschnitt die mögliche Wirkung einer politisch durchgesetzten Beimischungsquote von Körnerleguminosen in das gängige Milchviehkraftfutter diskutiert werden. Dabei wird angenommen, dass Futtermittelhersteller und -werke gesetzlich dazu verpflichtet werden, Ackerbohnen, Erbsen oder Lupinen ins Milchleistungsfutter einzumischen.

Der Sojaanteil im Milchviehmischfutter entspricht nach eigenen Berechnungen einer Größenordnung von 5–10 % (Abschnitt 5.5), wobei davonauszugehen ist, dass der tatsächliche Anteil eher der unteren Grenze dieser Angabe entspricht. Soll dieser durch die Körnerleguminosen ersetzt werden, müssten 3–5 % Ackerbohnen, Erbsen oder Lupinen eingemischt werden.

Laut SPECHT (2009) entsteht durch die limitierenden Faktoren (Abschnitt 10.2.3) des Körnerleguminosenanbaus ein sich selbst negativ verstärkendes System („keine Abnahme = kein Anbau = keine Züchtung = kein Fortschritt bezüglich Qualität = kein Anbau = keine Abnahme“). Eine positive Entwicklung im Bereich des Anbaus und der Vermarktung kann demnach nur erreicht werden, wenn limitierende Faktoren, wie unzureichender Futterwert oder strukturelle Probleme, beseitigt bzw. strategisch berücksichtigt werden. Dies könnte z.B. durch eine Konzentration der Arten auf geeigneten Standorten geschehen.

Durch eine kontinuierliche Nachfrage dieser Eiweißkomponenten und eine relativ gesicherte Abnahme durch die Mischfutterhersteller aufgrund der Beimischungsquote könnte das sich negativ verstärkende System durchbrochen werden. Der Forderung nach einem hohen Ertragsniveau, sicheren Erträgen und Resistenzen könnte durch vermehrte Anbauerfahrung und dem Ausbau von Züchtung und Forschung Rechnung getragen werden.

Eine politisch durchgesetzte Beimischungsquote und den dadurch angenommenen Fortschritt im Bereich der Züchtung und Forschung würden die heimischen Körnerleguminosen deutlich konkurrenzfähiger gegenüber anderen Ackerkulturen machen. Inwieweit sich eine solche Beimischungsquote auf die Preise auswirkt, bedarf einer differenzierten Betrachtung:

Voraussetzung für die Ausdehnung des Körnerleguminosenanbaus auf Erzeugerseite ist, dass sich die Anbauwürdigkeit erhöht, indem sich ein Deckungsbeitrag erwirtschaften lässt, der vergleichbar mit dem anderer Ackerfrüchte ist. Infolge einer garantierten Abnahme bestimmter

Mengen an Körnerleguminosen durch die Beimischungsquote wird angenommen, dass sich die Erzeugerpreise im Bereich des Anbaus deutlich steigern und stabilisieren werden. Folglich ist davon auszugehen, dass die Futtermittelindustrie die Verteuerung der Körnerleguminosen (höherer Marktwert) über die Futtermittelpreise an die Milcherzeuger weitergibt. So steigern sich möglicherweise auf der einen Seite die Erzeugerpreise im Anbau, und auf der anderen Seite müssen die Milcherzeuger mit einem Preisanstieg im Kraftfutterbereich rechnen. Anders stellt sich die Situation dar, wenn die Milcherzeuger die Proteinträger auf dem eigenen Betrieb anbauen und im selbst hergestellten Kraftfutter verwenden.

Um diese Art der Förderung des Körnerleguminosenanbaus WTO-fähig zu machen, könnte das Gesetz ähnlich dem „Biokraftstoffquotengesetz“ als Bundesgesetz verabschiedet werden und im Bereich Umweltrecht innerhalb der Bundesrepublik Deutschland gelten.

12.2.2.3 Regionalsiegel und Regionalprämie als Anreiz für den Anbau und Verwertung regional erzeugter Futtermittel

Die Einführung eines bundesweiten, einheitlichen Regionalsiegels und einer Prämie für regional erzeugte und im Tier veredelte Futtermittel stellt ebenfalls eine Strategie dar, den Anbau heimischer Futtermittel indirekt zu fördern. Einige Bundesländer verwenden schon jetzt ihre eigenen Labels, um Lebensmittel aus der Region zu kennzeichnen.

Derzeit werden am Markt zwei Typen von Regionsbezeichnungen verwendet:

- *Einfache Herkunftsangabe* (EU, Herkunftsland, Region)
Die Herkunftsangabe bei Rindfleisch, Obst & Gemüse, Eiern, Geflügel, Wein, Honig, Olivenöl und ökologischen Erzeugnissen ist ein Teil der EU-Vermarktungsnorm und somit verbindlich. Die Ausdehnung der verbindlichen Herkunftskennzeichnung für Schweine-, Geflügel-, Schaf- und Ziegenfleisch befindet sich bereits in der Umsetzung. Über eine Kennzeichnungspflicht von Milch und Milchprodukten wird beraten.
- *Qualifizierte Herkunftsangabe* (geschützte geografische Angabe/geschützte Ursprungsbezeichnung)
Dieses Herkunftslabel verbindet die Herkunft mit einer Qualitätsaussage. Eine staatliche Beihilfe für die Vermarktung von Lebensmitteln ist nur dann zulässig, wenn diese sich durch eine besondere Qualität auszeichnen (besondere Qualität auf geografische Herkunft zurückzuführen) (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT 2009:57).

Das BMELV sieht momentan ein einheitliches Regionalsiegel für ganz Deutschland vor. Dies soll in Form des sogenannten „Regionalfensters“ verwirklicht werden. Das Szenario „Regionalfenster“ umschreibt eine Strategie der Herkunftsdeklaration, gekoppelt mit Mindestkriterien sowie einem mehrstufigen Kontrollsystem. Die Deklaration erfolgt über ein eigenständiges Informationsfeld auf der Lebensmittelverpackung (FiBL & MGH 2012:104). Eine Studie des INSTITUTS FRESENIUS (2010) belegt, wie wichtig das Kaufkriterium „Regionalität“ ist: 47 % der Verbraucher achten beim Einkauf auf Produkte aus der Region. Bio- oder Ökoprodukte haben mit 23 % deutlich weniger Priorität. Welche Schwierigkeiten sich bei der Entwicklung eines solchen einheitlichen Gütestandards auftun und wie sich das auf die regionale Verwendung von Futtermitteln für tierische Produkte wie Milch auswirkt, soll hier kurz dargestellt werden.

Was ist regional?

Nach FiBL & MGH (2012:32) definieren die Verbraucher die eigene Region größtmäßig unterhalb der nationalen-staatlichen und oberhalb der lokal-kommunalen Ebene. Für ungefähr 40 % der Befragten bedeutet Regionalität die Grenzen des Bundeslandes, für ca. 50 % sind

kleinere räumliche Einheiten bedeutend. Regionalität kann beispielsweise durch das Abgrenzen von Gebieten wie Kommunen, Landkreisen, Bundesländern oder Naturlandschaftsräumen definiert werden. Jedoch sind die Regionsdefinitionen und die Stärke der Verbundenheit mit der eigenen Region deutschlandweit uneinheitlich. Das Verständnis von Region ist sowohl bei Regionalinitiativen als auch bei Verbrauchern sehr heterogen (FiBL & MGH 2012:23,32). Dies bestätigen auch die Ergebnisse von WÄGELI (2012): Für die befragten Verbraucher sind regionale Lebensmittel mehrheitlich mit Distanzangaben zwischen 20 bis 100 km gekoppelt. Nach WÄGELI (2012) wird die Präferenz für Produkte aus regional erzeugten Futtermitteln vor allem auch durch das Kommunizieren verständlicher Informationen beeinflusst. Konsumentenaufklärung schafft Vertrauen, welches das Kaufverhalten der Verbraucher beeinflussen kann und letztlich Grundlage für das Erzielen von Premiumproduktpreisen ist. Für Verbraucher sind im Zusammenhang mit einer regionalen Futtermittelerzeugung besonders kurze Transportwege, Unterstützung der Landwirtschaft/Wirtschaft in der Region und Nachvollziehbarkeit/ Rückverfolgbarkeit wichtig. Beim Werben mit diesen Kernelementen ist eine höhere Zahlungsbereitschaft für regionale Wertschöpfungsketten zu erwarten.

Wie groß ist der „regionale“ Anteil (Anteil der regional erzeugten Rohstoffe/Futtermittel)?

Die zurzeit verwendeten Länderzeichen unterscheiden sich im Wesentlichen durch den Anteil der Rohstoffe aus der Region bei zusammengesetzten Produkten und dem dahinterstehenden Zertifizierungs- und Kontrollsystem. Die Kriterien beim Rohstoffbezug aus der Region reichen von 10 bis 100 %. In Hessen wird beispielsweise vorgeschrieben, dass der Anteil der Rohstoffe bei zusammengesetzten Produkten für die Hauptzutat zu 100 % aus dem Bundesland kommen muss. In Thüringen muss der Rohstoffanteil dagegen nur größer als 50,1 % sein. Da die Transparenz für den Verbraucher eine große Rolle spielt, sind die Kontroll- und Bewertungssysteme ein wichtiges Auszeichnungskriterium. Bei den derzeit existierenden Regionallabels tun sich große Unterschiede hinsichtlich der Zertifizierungs- und Kontrollsysteme auf: Sie reichen vom einfachen über ein dreistufiges bis zum fünfstufigen Kontrollsystem in Hessen (FiBL & MGH 2012).

Bei der Bewertung der Regionalität von tierischen Produkten, die nicht weiterverarbeitet sind (Milch, Eier, Fleisch), spielt die Herkunft der verwendeten Futtermittel eine zentrale Rolle (FiBL & MGH 2012:39). Noch ist ungeklärt, wie hoch der Anteil der regional erzeugten Futtermittel sein muss, damit z.B. Produkte der Weißen Schiene das Regionalsiegel tragen dürfen.

Die Auszeichnung von Molkereiprodukten mit einem Regionalsiegel würde in erster Linie den großen Verarbeitern der Rohstoffe und den Markenprogrammen der Konzerne zugutekommen. Die Molkereiwirtschaft hätte hier, ähnlich wie bei dem Marktsegment „gentechnikfreie Milch“, die Möglichkeit, regional erzeugte Milch gelabelt und dadurch im Hochpreisbereich zu verkaufen. Dadurch ist jedoch nicht sichergestellt, dass die Erzeuger an dieser Wertschöpfung beteiligt werden. Um die finanzielle Situation der Milcherzeuger zu stabilisieren, ist es jedoch dringend erforderlich, diese an der Wertschöpfung ihrer Produkte zu beteiligen und eine Rückführung der monetären Honorierung zu erzielen. Eine Prämie für die Verwertung regionaler Futtermittel stellt ein Instrument dar, das speziell die nachhaltigen Leistungen der Milcherzeuger vergüten würde.

Soll zusätzlich eine Prämie für den Einsatz regional erzeugter Futtermittel an die Milcherzeuger gezahlt werden, muss demnach festgelegt werden:

1. Wo liegt die „Regional-Grenze“ beim Futtermittelleinkauf und

2. Wie hoch muss der Anteil an regionalen Futtermitteln in der Gesamtration der Tiere sein?

Sind die Milcherzeuger in der Lage, die Verwendung eines festgelegten Prozentsatzes regional erzeugter Futtermittel über die Dokumentation der Futtermittelleinkäufe nachzuweisen, könnten sie beispielsweise aus Fördergeldern des Bundes und der Länder eine jährliche, in ihrer Höhe begrenzte „Prämie für die Verwertung regional erzeugter Futtermittel“ erhalten. Innerhalb einer derartigen Prämie müsste auch die Förderung der Verwendung von regional verfügbaren Eiweißsubstituten der ansässigen Industrie wie Treber, Schlempen, Pülpfen und Presskuchen verankert sein.

12.2.2.4 Eiweißbeihilfe

Wie oben bereits erwähnt, ist die Eiweißbeihilfe nach der Entkopplung der Direktzahlungen laut WTO-Landwirtschaftsübereinkommen kein legales Instrument mehr, um den Eiweißpflanzenanbau finanziell zu unterstützen. Besonders aus diesem Grund ist eine Einbindung des Leguminosenanbaus in das Greening nahezu zwingend notwendig, da der Eiweißpflanzenanbau nur von dieser „Ökologisierung des Pflanzenbaus“ profitieren kann (BMELV 2012:13c).

12.3 Neuordnung der Milchmarktpolitik als Grundlage der Umsetzbarkeit

Auch durch marktpolitische Regelungen gäbe es indirekt die Möglichkeit, Milcherzeugungssysteme zu begünstigen, die nachhaltig in Bezug auf Futtermittel wirtschaften. Da der Einfluss auf eine sojafreie Milcherzeugung bei einer Änderung des Milchmarktsystems innerhalb der EU nur schwer abzuschätzen ist, wird an dieser Stelle nicht tiefer in diese Thematik eingestiegen. Dass jedoch eine andere Milchmarktpolitik mit Produktionskosten deckenden Erzeugerpreisen möglich ist, soll hier am Beispiel des kanadischen Milchmarktsystems dargelegt werden.

Jedes Land verfolgt mit seinem Milchmarktsystem selbstgesetzte Ziele. Das Ziel des kanadischen Systems ist es, mit einem möglichst hohen Gleichgewicht der Marktkräfte aller Beteiligten, ein angemessenes Einkommen für die Milcherzeuger sicherzustellen. Es soll ein adäquates Angebot an qualitativ hochwertigen Milchprodukten gewährleistet werden. Dabei erfolgt eine geordnete Vermarktung der Milch durch den Ausgleich von Angebot und Nachfrage (WIGGERTHALE 2010:21). Die Basis der kanadischen Milchpolitik bilden folgende Grundprinzipien:

1. Die Milchquote basiert auf der Gesamtnachfrage nach Butterfett.
2. Die Milcherzeuger müssen die Kosten für überschüssig erzeugte Milch selbst tragen.
3. Der Richtpreis für Industriemilch basiert grundlegend auf den Produktionskosten der Milcherzeuger.
4. Subventionen werden an die Erzeuger von Industriemilch gezahlt, um den Verbraucherpreis zu senken. Am 31. Januar 2002 sind diese Subventionen jedoch eingestellt worden. Die Milcherzeuger leben heute ausschließlich von der eigenen Produktion (GOUIN 2004:26F).

Die Milcherzeuger in Kanada sind laut WIGGERTHALE (2010:43) mit dem gegenwärtigen System weitestgehend zufrieden. Die Erzeugerpreise sind stabil und kostendeckend. Allgemein gesehen wurde das Ziel, ein fairer Gewinn für die Produzenten, erreicht.

Eine Übertragung des kanadischen Milchmarktsystems auf die EU wäre durchaus in einigen Punkten möglich. Eine Umsetzung dieses Modells alleine auf dem deutschen Milchmarkt scheint allerdings nicht realistisch (WIGGERTHALE 2010:43). Bei einer Neuordnung des

Milchmarktsystems in der Europäischen Union müssten dabei folgende Aspekte eine Umsetzung am Binnenmarkt finden:

- Es müssen politische Rahmenbedingungen für die Möglichkeit der Erzeugerbündelung auf europäischer Ebene geschaffen und sichergestellt werden, dass in einem zentralen Entscheidungsgremium alle Interessen vertreten sind.
- Die Festlegung eines Richtpreises ist für die Entwicklung stabiler Milchpreise maßgeblich. Die Berechnung des Richtpreises sollte dabei auf den Produktionskosten der Erzeuger und unter Einbindung der Belange der Milchindustrie erfolgen.
- In dem europäischen, privatwirtschaftlichen Milchmarktsystem sollte ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage angestrebt werden, auch um dies krisensicher zu machen (WIGGERTHALE 2010:43).

12.4 Abschließende Bewertung

Die Ausnutzung vorhandener Potenziale, wie die Eiweißlieferung vom Grünland und die Ausweitung des Leguminosenanbaus in Deutschland und auf europäischer Ebene, ist abhängig von politischen Entscheidungen, die diese begünstigen würden.

Bei der Umsetzung von Maßnahmen ist darauf zu achten, dass sich die selbst verstärkende Abwärtsspirale des Leguminosenanbaus nicht durch die finanziellen Förderungen für die Anbauseite auf die Milcherzeuger überträgt. Indem die Seite des Anbaus gestärkt wird, darf die Veredlungswirtschaft nicht durch die Entstehung hoher Futterkosten unter dieser Förderung leiden. Die Erzeuger im Pflanzenbau sowie in der Milchwirtschaft müssen von Neuerungen der Agrarpolitik profitieren können. Die Basis dafür wären kostendeckende Erzeugerpreise für die Milchbauern. Allerdings verbieten das deutsche und das europäische Kartellamt die vorgeschlagenen Möglichkeiten zur Erzielung höherer Auszahlungspreise, 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. Bei einem Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage im Milchsektor der EU würde der Einfluss der Weltmarktpreise auf die Erzeugerpreise sinken. Da die Liberalisierung der Agrarmärkte gesetzlich verankert ist, ist es sehr fraglich, ob die WTO eine Milchmarktreform des EU-Binnenmarktes billigen würde. Die Beschlüsse der GAP legen die Förderung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Landwirtschaft fest. Dies lässt darauf schließen, dass die EU keine Abgrenzung des EU-Binnenmarktes vom Weltmarkt anstrebt.

13 Schlussfolgerung

Unter Berücksichtigung aller zusammengetragenen Informationen und Bewertungen werden abschließend zentrale Fragen der Studie beantwortet.

13.1 Warum ist eine Substitution von Soja in der Nutztierfütterung nötig?

Für eine leistungsorientierte Fütterung der Nutztiere werden große Mengen an Rohprotein benötigt. In der EU und in Deutschland wird dieser Bedarf an Proteinfuttermitteln derzeit zu einem Großteil über Einfuhren gedeckt. Die sog. „Eiweißlücke“ wird dabei zu einem überwiegenden Teil mit Soja „gefüllt“. Diese Praxis widerspricht aus mehreren Gründen dem Prinzip einer nachhaltigen Ressourcennutzung und ist sowohl für die Erzeugerseite als auch seitens der Importeure mit Problemen verbunden.

Mit der Zunahme der Sojabohnenerzeugung ging eine Konzentration des Anbaus auf die USA und Südamerika einher, sodass der Sojaanbau in diesen Ländern auf einem sehr großen Anteil der Ackerflächen erfolgt. Die enorme Ausweitung der Sojaflächen in den letzten Jahrzehnten ging insbesondere in südamerikanischen Ländern mit direkten und indirekten Landnutzungsänderungen einher. Landnutzungsänderungen stellen große Eingriffe in vorhandene Ökosysteme bzw. den Lebensraum ansässiger Menschen dar und sind mit der Emission von Treibhausgasen verbunden. Durch die Verbindung von intensivem Anbau mit der starken Ausrichtung auf den Export von Sojabohnen bzw. Sojabohnenerzeugnissen kommt es in den Erzeugerländern zu einer Nährstoffausfuhr und infolgedessen zu einer zunehmenden Abhängigkeit von mineralischen Düngemitteln.

Sojabohnen werden zum Großteil in Ölmühlen verarbeitet und das anfallende Sojaschrot wird nahezu vollständig als Futtermittel genutzt. Es kommt daher seitens der Importeure v.a. in Regionen intensiver Tierhaltung zu einem Nährstoffüberschuss mit ebenfalls weitreichenden Folgen für die Ökosysteme. Auch die Abhängigkeit der tierischen Erzeugung in Deutschland bezüglich der Preise und Verfügbarkeit von Proteinfuttermitteln wird kritisch gesehen. Hinzu kommt die ablehnende Haltung der deutschen und europäischen Bevölkerung gegenüber gentechnisch veränderten Organismen (SCHÄTZEL & STOCKINGER 2012). Da in den Haupterzeugungsländern des in Deutschland verfütterten Sojas zum weit überwiegenden Teil Soja angebaut wird, ist jedoch ohne eine Änderung der aktuellen Strategie der Proteinversorgung eine GVO-freie Fütterung deutscher Nutztiere schwierig.

Um die negativen Umweltwirkungen landwirtschaftlicher Erzeugung zu minimieren und insbesondere vor dem Hintergrund von Klimawandel und endlicher Ressourcenverfügbarkeit erscheint ein Durchbrechen dieser Praxis mithilfe des Einsatzes heimischer Proteinlieferanten unumgänglich.

13.2 Stellen heimische Leguminosen ein adäquates Sojasubstitut dar?

Heimische Leguminosen eignen sich bis zu einem mittleren Leistungsniveau sehr gut als Sojasubstitut in Milchviehrationen. Zusammen mit Rapsschrot kann ihr Einsatz auch in höheren Leistungsstufen erfolgen. Mit ihrem Anbau geht eine Vielzahl an Ökosystemleistungen

einher, die einerseits aufgrund von Einsparungspotenzialen für die Landwirte interessant sind, wie z.B. durch einen verminderten Düngermittelverbrauch oder Mehrerträge der Folgefrucht. Andererseits bergen sie die Möglichkeit, weiterreichende gesellschaftliche Interessen zu verwirklichen, wie die Steigerung der Artenvielfalt oder das Verringern des Treibhauspotenzials landwirtschaftlicher Erzeugnisse. Dabei ist zu betonen, dass über eine gesteigerte Nutzung der heimischen Körnerleguminosen Vorteile durch die Ökosystemleistungen der Landwirtschaft in Deutschland zugutekommen.

Dieser positiven Bewertung der heimischen Leguminosen steht ihre geringe Verfügbarkeit gegenüber, welche auf wirtschaftliche und anbauspezifische Aspekte zurückgeführt werden kann. Derzeit müssen die mit dem Anbau verbundenen Risiken sowie die Mehraufwendungen für eine innerbetriebliche Futternutzung von den Landwirten getragen werden. Durch eine fehlende Berücksichtigung der Ökosystemleistungen in der Praxis, die z.B. durch das Einbeziehen einer monetären Bewertung des Vorfruchtwertes, verlieren der Anbau und die Futternutzung von heimischen Leguminosen möglicherweise an Attraktivität. Infolge des Unterschreitens einer „kritischen Masse“ kommt es zu einer sich selbst verstärkenden Abwärtsspirale, in der sich z.B. eine fehlende züchterische Bearbeitung, ein kleines Interesse seitens der abnehmenden Hand oder der Verlust von Wissen um Anbaupraktiken gegenseitig negativ beeinflussen.

Bei einer Gesamtbetrachtung aller Einflussfaktoren kann festgestellt werden, dass die heimischen Leguminosen unter derzeitigen Bedingungen und mit dem Ziel, Sojaschrot 1:1 zu ersetzen, in der Milchviehfütterung kein adäquates Sojasubstitut darstellen. Dabei ist die mangelnde Verfügbarkeit zentral. Um das Potenzial der heimischen Leguminosen auszuschöpfen, einerseits eine tragende Säule in der Proteinversorgung des Milchviehs zu sein und andererseits die negativen Umweltwirkungen landwirtschaftlicher Erzeugung zu minimieren, sind Änderungen der politischen Rahmenbedingungen notwendig. Um unterschiedliche regionale Verfügbarkeiten und Anbaubedingungen der heimischen Proteinfuttermittel (Leguminosen und eiweißhaltige Nebenprodukte) zu berücksichtigen, sollten dafür regionale Eiweißstrategien entwickelt werden. Es ist eine überbetriebliche Versorgung mit Leguminosen anzustreben.

13.3 Welches Potenzial hat das Grünland in Bezug auf eine anteilige Eiweißversorgung in der Milchviehfütterung?

In Bezugnahme auf die benötigte Ackerfläche für eine inländische Eiweißversorgung des Milchviehs wurde deutlich, dass der Flächenbedarf hier mit 335.000 bis 455.000 bereits sehr hoch wäre. Soll Soja zukünftig zumindest anteilig auch in der Monogastrierfütterung ersetzt werden, würde sich dieser Bedarf noch einmal deutlich steigern. In Anbetracht der herrschenden Flächenknappheit erscheint es daher besonders wichtig, für die Wiederkäuer auch das vorhandene Potenzial des Grünlandes optimal zu nutzen.

Zu den möglichen Umsetzungsstrategien zählen vor allem die Verbesserung der Grundfutterqualität und bedingt auch das Vollweidesystem mit Blockabkalbung. Die Vollweidestrategie verfolgt eine kraftfutterreduzierte bis vollständig kraftfutterlose Fütterung mit größtmöglicher Ausnutzung der Nährstoffversorgung aus jungen Grünlandbeständen. Das derzeit hohe Leistungsniveau kann dabei nicht gehalten werden, die Milchleistung der Tiere reduziert sich. Jedoch erfordert dieses System in der Folge auch einen deutlich geringeren Einsatz hochwertiger Proteinfuttermittel. Das geringere Leistungsniveau wirkt sich zudem positiv auf die Gesundheit der Kühe aus. Bestimmte Voraussetzungen, bezogen auf die

Flächenausstattung, Herdengröße und die geografische Betriebslage, machen Weidehaltung jedoch nur für einen gewissen Anteil der deutschen Milchviehbetriebe interessant. Die erfolgreiche Umsetzung von Vollweidesystemen bedarf der Unterstützung durch politische Fördermaßnahmen, denn der fortschreitende Strukturwandel wirkt solchen Systemen mit der Vergrößerung der Herden eher entgegen.

13.4 Welche politischen Rahmenbedingungen können eine sojafreie Fütterung begünstigen?

Dass das Potenzial möglicher Substitute nicht ausreichend genutzt wird, liegt unter anderem an den politischen Rahmenbedingungen in Deutschland, die den Weg einer nachhaltigen, sojafreien Fütterung momentan noch zu wenig fördern.

Es bleibt zu klären, ob die Betriebe, die eine Niedrigkostenstrategie im Vollweidesystem verfolgen, tatsächlich mit geringeren Kosten Milch erzeugen können. Andernfalls wäre für eine anteilige Eiweißsubstitution durch das Nutzen der Grünlandbestände beispielsweise eine Prämie für Vollweidebetriebe nötig, damit diese Betriebe konkurrenzfähig gegenüber intensiv wirtschaftenden Stallsystemen bleiben.

Die Ausweitung des Körnerleguminosenanbaus ist für eine inländische Selbstversorgung mit Eiweiß im Milchviehbereich existentiell. Eine flexible, politische Maßnahme in Form einer Beimischungsquote für Körnerleguminosen ins Mischfutter würde eine schnell wirkende Förderung darstellen und helfen, die heimischen Proteinträger wieder im Ackerbau zu etablieren. Auf europäischer Ebene ist eine Einbindung des Leguminosenanbaus in das Greening dringend erforderlich, da der Eiweißpflanzenanbau in Europa nur von dieser agrarpolitischen „Ökologisierung des Pflanzenbaus“ nachhaltig profitieren kann. Auch das 2014 wirksam werdende Grünlandumbruchverbot als Greeningmaßnahme ist ein wichtiges Instrument, um eine mögliche Quelle für die Proteinversorgung der Wiederkäuer zu sichern. Lediglich ein Erhalt der Grünlandbestände ist jedoch nicht ausreichend. Die Reserven müssen zukünftig auch optimal durch Weidefütterung und über eine Verbesserung der Grundfutterqualität genutzt werden.

14 Literaturverzeichnis

- Abberton, M. (2010): Enhancing the role of legumes: potential and obstacles. In: M. Barberton, R. Conant, & C. Batello (Hsg.), 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.
- Abel, H.; Sommer, W.; Weiß, J. (2004): Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatz von Ackerbohnen in der Nutztierfütterung. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V) (UFOP-Praxisinformation Tierernährung). Online verfügbar unter http://www.UFOP.de/files/3013/4080/9202/RZ_Praxisinfo_Ackerbohne_100604.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- ACTI (Alfred C. Toepfer International GmbH). (2009): Marktbericht September 2009. Hamburg. Online verfügbar unter http://www.ACTI.de/media/MB_dt_09-09.pdf, zuletzt geprüft am 16.07.2012
- ACTI (Alfred C. Toepfer International GmbH). (2012a): Schriftliche Mitteilung von A. Elvers an A. Stopp, 24.02. 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, zuletzt geprüft am 16.07.2012
- ACTI (Alfred C. Toepfer International GmbH). (2012c): Marktbericht April 2012. Hamburg. Online verfügbar unter http://www.ACTI.de/media/MB_dt_04-12.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, zuletzt geprüft am 16.07.2012
- ACTI (Alfred C. Toepfer International GmbH). (2012e): Statistische Informationen zum Getreide- und Futtermittelmarkt Edition Februar 2012. Hamburg. Online verfügbar unter http://www.ACTI.de/media/Statistische_Informationen_Februar_2012.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.).
- AELF Wertingen (Amt für Landwirtschaft und Forsten) (2009): Preiswürdigkeit nach LÖHR. Hg. v. Amt für Landwirtschaft und Forsten Wertingen. Online verfügbar unter http://www.alf-wt.bayern.de/preisw_rdigkeit_2_09.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

- Agra Europe (2010): Vollständige Entkopplung ab 2012. Hg. v. agrarheute online. Online verfügbar unter <http://www.agrarheute.com/entkopplung-beihilfen>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Agrarzeitung Online (2012): Milchviehställe werden größer. Online verfügbar unter <http://www.agrarzeitung.de/nachrichten/pages/protected/milchviehstaelle-werden-grosser-43254>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Aigner, A. (2012): Großkörnige Leguminosen: Sojabohnen. Online verfügbar unter <http://www.LFL.bayern.de/ipz/leguminosen/16765/index.php?context=/LFL/ipz/oelfru echte/>, zuletzt geprüft am 16.07.2012.
- Aigner, A., & Hege, U. (2006): Ölfuchtanbau: Winter- und Sommerraps. In: Die Landwirtschaft - Pflanzliche Erzeugung. München: BLV Buchverlag GmbH & Co. KG.
- Aigner, A., & Schmidt, M. (2010a): Versuchsergebnisse aus Bayern 2010: Futtererbsen. Online verfügbar unter <http://www.LFL.bayern.de/ipz/leguminosen/16471/index.php?context=/LFL/ipz/oelfru echte/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Aigner, A., & Schmidt, M. (2010b): Versuchsergebnisse aus Bayern: Ackerbohnen. Freising. Online verfügbar unter <http://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/vb/bericht?nr=45720>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Aigner, A., & Schmidt, M. (2011a): Versuchsergebnisse aus Bayern 2011: Körnererbsen. Online verfügbar unter <http://www.LFL.bayern.de/ipz/leguminosen/16471/index.php?context=/LFL/ipz/oelfru echte/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Aigner, A., & Schmidt, M. (2011b): Versuchsergebnisse aus Bayern: Ackerbohnen. Freising. Online verfügbar unter <http://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/vb/bericht?nr=50518>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Aigner, A., & Schmidt, M. (2011c): Versuchsergebnisse aus Bayern 2011 - Sojabohnen. Online verfügbar unter <http://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/vb/bericht?nr=51351>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Aizen, M. A., Garibaldi, L. A., Cunningham, S. A., & Klein, A. M. (2009): *How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. Annals of Botany*, 103, 1579-1588. Online verfügbar unter <http://aob.oxfordjournals.org/content/early/2009/04/01/aob.mcp076.full.pdf+html>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Albert, E., Förster, F., Ernst, H., Kolbe, H., Dittrich, B., Laber, H., Handschack, M., et al. (2007): *Umsetzung der Düngeverordnung, Hinweise und Richtwerte für die Praxis*. (Hg. v. Sächsisches Landesanstalt für Landwirtschaft). Online verfügbar unter http://www.landwirtschaft.sachsen.de/LFL/publikationen/jsp/inhalt.jsp?seite=detail&pub_id=3309, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- 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.

- Albrecht, S., & Engel, A. (Hsg.). (2009): *Weltagrarbericht - Synthesebericht*. Hamburg University Press. Online verfügbar unter http://hup.sub.uni-hamburg.de/opus/volltexte/2009/94/pdf/HamburgUP_IAASTD_Synthesebericht.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- ALP (Agroscope Liebefeld-Posieux). (2012): *Schweizerische Futtermitteldatenbank*. Online verfügbar unter http://www.feed-ALP.admin.ch/fmkatalog/katalog/de/html/unit_einfuehrung.html, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Amann, C., Bechthold, K., & Müller-Belami, M. (2011): *Ergebnisse der Landessortenversuche mit Sojabohnen. Informationen für die Pflanzenproduktion, 12/2011*. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1360704_l1/ltz_ifpp%20Heft%2012-2011%20Sojabohnen.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- ami (Agrarmarkt-Informations-Gesellschaft mbH). (2012a): *Bio Strukturdaten: Bodennutzung und Tierhaltung*. Online verfügbar unter <http://www.ami-informiert.de/ami-maerkte/ami-weitere-maerkte/ami-maerkte-oekolandbau/bio-strukturdaten.html>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- ami (Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH) (2012b): *Marktbericht - Kalenderwoche 17*. Hg. v. OVI – Verband der Ölsaaten verarbeitenden Industrie in Deutschland e.V (Marktbericht, 12-17). Online verfügbar unter http://www.proteinmarkt.de/index.php?eID=tx_mm_bccmsbase_zip&id=8018626214fbc536a23d40, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- ami (Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH) (2012c): *Preisanstieg für Mischfutter*. Hg. v. ami (Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH). Online verfügbar unter <http://www.ami-informiert.de/ami-maerkte/ami-pflanzenbau/ami-meldungen-pflanzenbau/meldungen-single-ansicht/article/preisanstieg-fuer-mischfutter.html>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Anonymus (2006): *Umfrage gentechnikfreies Kraftfutter*. Genfrei-Süd. Bündnis Gentechnikfreie Anbauregion Bodensee, Allgäu, Oberschwaben. Online verfügbar unter http://www.genfreisued.de/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=58&limit=1&limitstart=1, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Aufhammer, W. (1998): *Getreide- und andere Körnerfruchtarten*. Eugen Ulmer GmbH & Co. Verlag.
- Baeumer, K. (1992): *Allgemeiner Pflanzenbau* (3. Aufl.). Stuttgart: Ulmer.
- Barth, K.; Brinkmann, J.; Harms, J.; Isselstein, J.; Krömker, V.; March, S. et al. (2012): *Euter- und Stoffwechselgesundheit bei Biomilchkühen*. Ausgabe Deutschland/Österreich/Luxemburg. Mainz: Bioland Beratung GmbH. Online verfügbar unter http://www.bioland.de/fileadmin/bioland/file/verlag/Buecher/MB_Milchviehgesundheit_2012.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012..
- Baumann, K. (2012): *Keine weiteren Preisrücknahmen beim Mischfutter*. Hg. v. ami (Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH). Online verfügbar unter <http://www.ami-informiert.de/index.php?id=2097>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Baumann, K.; Potthast, S.; Schaack, D.; von Schenk, W. (2012): *ami Markt Bilanz Getreide, Ölsaaten, Futtermittel 2012*. Bonn.
- Baumgärtel, T.; Dunkel, S. (2010): *Einsatz einheimischer Proteinträger beim Rind*. Hg. v. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Online verfügbar unter <http://www.TLL.de/ainfo/pdf/prot1210.pdf>, zuletzt geprüft am 20.04.2012.

- Baumgartner, C. (2011): *Mit hoher Grundfutterleistung günstige Futterkosten erreichen*. Hg. v. Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg. Online verfügbar unter http://www.lbbz.tg.ch/documents/LSS_Grundfutterleistung.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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,lnp6IoNTUo42l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCEe4J,fmym162epYb2c_JjKbNoKSn6A--, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- BDBe (Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft). (2012): *Marktdaten: Die deutsche Bioethanolwirtschaft in Zahlen*. Online verfügbar unter http://www.bdbe.de/index.php/download_file/view/265/96/, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Bechthold, K., Müller-Belami, M., & Schwittek, G. (2011): *Feldversuchswesen Ackerbau Landessortenversuche 2011, Kurzinfo Öko-Sommerungen*. Karlsruhe. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1314617_11/ltz_Kurzinfo_LSV_%C3%96ko_Sommerungen_2011.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Becker, M., & Nehring, K. (Hsg.). (1967): *Handbuch der Futtermittelkunde, Band 3*. Hamburg: Verlag Paul Parey.
- Bellof, G.; Spann, B.; Weiß, J. (2004): *Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatz von Erbsen in der Nutztierfütterung*. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V) (UFOP-Praxisinformation Tierernährung). Online verfügbar unter http://www.UFOP.de/files/3613/4080/8200/RZ_Praxisinfo_Erbsen_100604.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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, 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.
- Berntsen, M.; Mues, N.; Spiekers, H. (2003): *Futterharnstoff in Silomais*. Hg. v. LWK NRW (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen) (Forum angewandte Forschung, 2). Online verfügbar unter <http://www.riswick.de/pdf/forum-2003-19-futterharnstoff.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Bertheau, Y., & Davison, J. (2011): *Soybean in the European Union, Status and Perspective*. In D. Krezhova (Hsg.), *Recent trends for enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products* (S. 3-46). InTech. Online verfügbar unter http://cdn.intechopen.com/pdfs/22595/InTech-Soybean_in_the_european_union_status_and_perspective.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- 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.

- Beuker (2010a): *Portiwanze und Tarweferm*. Online verfügbar unter <http://www.beuker.net/de/rindvieh/produkte/proteintrager/flussigfuttermittel>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Beuker (2010b): *Maiskleberfutter*. Online verfügbar unter <http://www.beuker.net/de/rindvieh/producten/eiwitrijk/steekvast/maiskleberfutter>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- BFB (Bundesmonopolverwaltung für Branntwein). (2012a): *Jahresstatistik 2010/11*. Online verfügbar unter http://www.BFB-bund.de/erzeug_tab/Jahresstatistik_2010_2011.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- BFB (Bundesmonopolverwaltung für Branntwein). (2012b): Mündliche Mitteilung von Herr Tobias an A. Stopp, 27.04.2012.
- Bischoff, J., Borchardt, I., Fischer, K., Käufler, F., Landschreiber, M., Römer, P., Sass, O., et al. (2008): *Betriebswirtschaft: Mit Ackerbohnen geht die Rechnung auf. Praxisnah, Sonderausgabe Leguminosen: Ackerbohnen und Futtererbsen*, 16-21. Online verfügbar unter http://www.saaten-union.de/data/documents/Ackerbohnen/pn_sh_leguminosen_teil1.pdf, http://www.saaten-union.de/data/documents/Ackerbohnen/pn_sh_leguminosen_teil2.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Bissinger, C.; Steingäß, H.; Drochner, W. (2004): Steigerung des Gehaltes an nutzbarem Protein bei Körnerleguminosen mittels ökologisch konformer technischer Bearbeitungsverfahren zur Förderung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Hochleistungskühen im ökologischen Landbau. Hg. v. Bundesprogramm Ökologischer Landbau. Online verfügbar unter <http://orgprints.org/8661/1/8661%2D02OE005%2Dbissinger%2D2004%2Dmilchkuehe.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung). (2011a): *Statistischer Monatsbericht 12/2011*. (Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hsg.). Berlin. Online verfügbar unter <http://berichte.BMELV-statistik.de/MBT-0120000-2011.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung). (2011b): *Struktur der Mischfutterhersteller 2011*. Bonn. Online verfügbar unter http://www.BLE.de/SharedDocs/Downloads/01_Markt/09_Marktbeobachtung/04_Getreide_Getreideerzeugnisse/StrukturberichtMischfutter10_11.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung). (2012a): *Statistischer Monatsbericht 04/2012*. (Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hsg.). Berlin. Online verfügbar unter <http://berichte.BMELV-statistik.de/MBT-0040000-2012.pdf>, zuletzt geprüft am 25.07.2012.
- BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung). (2012b): *Statistischer Monatsbericht 05/2012*. (Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hsg.). Berlin. Online verfügbar unter <http://berichte.BMELV-statistik.de/MBT-0050000-2012.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) (2012c): *"Vollgas" oder "Voll-Gras"*. Hg. v. BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung). Online verfügbar unter <http://www.oekolandbau.de/erzeuger/tierhaltung/rinderhaltung/milchvieh/fuetterung/vollgas-oder-voll-gras/>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz). (2003): *Stellungnahme zur Herstellung von Trockengrün*. Online verfügbar unter

<http://www.BMELV.de/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Tier/Futtermittel/CarryOver/AG-CarryOver-Trockengruen.html>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.

- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2010): Regionale Zielwerte im Rahmen der Betriebsprämienregelung. Anpassung des Werts der Zahlungsansprüche an den regionalen Zielwert im Zeitraum 2010 bis 2013. Hg. v. Landwirtschaft und Verbraucherschutz) BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) Online verfügbar unter http://www.BMELV.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Foerderung/Direktzahlungen/BetriebspraemienRegionaleZielwerte.pdf;jsessionid=F90C3783EB3371DB970B968A399CC995.2_cid238?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz). (2011d): *Ernte 2011 : Mengen und Preise*. Berlin. Online verfügbar unter http://www.BMELV.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Markt-Statistik/Ernte2011MengenPreise.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2011e): *Regionale Zielwerte im Rahmen der Betriebsprämienregelung*. Hg. v. Landwirtschaft und Verbraucherschutz) BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) Online verfügbar unter <http://www.BMELV.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Foerderung/Direktzahlungen/BetriebspraemienRegionaleZielwerte.html>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz Referat 123). (2012a): *Landwirtschaftliche Produkte: Agraralkohol*. Online verfügbar unter <http://www.BMELV.de/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Agrarmaerkte/Produkte/Agraralkohol.html>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz). (2012b): Schriftliche Mitteilung von Frau Weber (Referat 123) an A. Stopp, 11.05.2012.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2012c): *Entwurf der Eiweißstrategie des BMELV*. Hg. v. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, unveröffentlichter Entwurf.
- 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, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

- Brenner, C. (2011): *Die Königin der Futterpflanzen ist immer noch attraktiv*. In: *Rheinische Bauernzeitung*, 2011 (5), S. 18. Online verfügbar unter <http://www.dlr.rlp.de/internet/global/themen.nsf/ALL/C6818EF29A69A6E8C125784F00335164?OpenDocument>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Brömmer, J. (2005): *Produktionssysteme, räumliche Verteilung und Struktur der Rindermast in Deutschland* (Diplomarbeit Fachhochschule Osnabrück). Online verfügbar unter http://www.agribenchmark.org/fileadmin/freefiles/jb_0511_de.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- BSA (Bundessortenamt). (2000-2011): *Beschreibende Sortenlisten*, Hannover.
- Bockey, D. (2011): *Biodiesel 2010/2011 Sachstandsbericht und Perspektive - Auszug aus dem UFOP-Jahresbericht*. Berlin. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V), Online verfügbar unter http://www.UFOP.de/downloads/Auszug_Biodiesel_D_2011_web.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Bockey, D. (2012): *Indirekte Landnutzungsänderungen (iLUC): Mögliche Konsequenzen für den Rapsanbau*. *Innovation*, 2, 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_Sekt_untersuchung_Milch_Zwischenbericht_2009.pdf.
- Bundestagsfraktion Bündnis 90/ Die Grünen (2009): *Grünlandschwund nur vorübergehend gebremst. Ökonomische Rahmenbedingungen für Grünland verbessern*. Online verfügbar unter www.gruene-bundestag.de/cms/agrar/dok/314/314975-gruenlandschwund_nur_voruebergehend_gebr.html, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Burley, H. (2008): *What's feeding our food? The environmental and social impacts of the livestock sector*. Hg. v. Friends of the Earth, London. Online verfügbar unter http://www.foe.co.uk/resource/briefings/livestock_impacts.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- 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 (Hsg.), *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.
- Charles, R., Gaume, A., & von Richthofen, J.-S. (2007): *Auswertung des Körnerleguminosenanbaus durch die Produzenten*. *AGRARForschung*, 14(7), 300-305, Online verfügbar unter http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/ch_cha_07_pub_10076_d_fr.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): N₂O release from agrobiofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 8, 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.
- CRV GmbH Deutschland (2011): *Mit CRV zur perfekten Gründlandkuh?* Hg. v. CRV GmbH Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.crv4all.de/aktuelles/berichte/181798/>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Dahlmann, C. (2012): Mündliche Mitteilung an A. Stopp, 13.06.2012, (Projekt: Vom Acker in den Futtertrog - zukunftsweisende Eiweißfuttermittellieferung in NRW).
- DBB (Deutscher Brauer-Bund e.V.). (2012a): Schriftliche Mitteilung Daniel Schock an A. Stopp, 25.04.2012.
- DBB (Deutscher Brauer-Bund e.V.). (2012b): *Brauwirtschaft in Zahlen*. Online verfügbar unter <http://www.brauer-bund.de/index.php?id=56>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- 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): *N₂O Emissions from managed Soils, and CO₂ 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.
- Deese, W., & Reeder, J. (2007): *Export Taxes on Agricultural Products : Recent History and Economic Modeling of Soybean Export Taxes in Argentina*. *Journal of International Commerce and Economics*, September, 1-29. Online verfügbar unter http://www.usitc.gov/publications/332/journals/export_taxes_model_soybeans.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012
- Dei, H. K. (2011): Soybean as a Feed Ingredient for Livestock and Poultry. In D. Krezhova (Hsg.), *Recent trends for enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products* (S. 215-226). InTech, Online verfügbar unter http://cdn.intechopen.com/pdfs/22604/InTech-Soybean_as_a_feed_ingredient_for_livestock_and_poultry.pdf, 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, zuletzt geprüft am 17.07.2012.

- Destatis (Statistisches Bundesamt) (2010a): *Weidehaltung von Milchkühen auf Betriebsflächen im Kalenderjahr 2009 nach Bestandsgrößenklassen*. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/Landwirtschaftszaehlung2010/Tabellen/9_4_WeidehaltungMilchkuehe.html?nn=50906, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Destatis (Statistisches Bundesamt) (2011): *Statistisches Jahrbuch 2011*. Hg. v. Statistisches Bundesamt. Wiesbaden. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/StatistischesJahrbuch/LandForstwirtschaft.pdf;jsessionid=AD8990CE3B2DEDD620C7009640C6977B.cae2?__blob=publicationFile.
- 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, 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/FeldfruechteJahr2030321117164.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, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Deutsches Maiskomitee e.V (2011a): *Anbaufläche Silomais*. Online verfügbar unter http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland/Anbaufl%C3%A4che_Silomais, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Deutsches Maiskomitee e.V (2011b): *Silomaisanbaufläche im mehrjährigen Vergleich*. Online verfügbar unter http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland/Anbaufl%C3%A4che_Silomais, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Diepolder, M. (2004): *Anforderungen an eine intensive und nachhaltige Grünlandbewirtschaftung*. Hg. v. LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft). Online verfügbar unter <http://www.LFL.bayern.de/iab/gruenland/13763/index.php>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft) (1997): *DLG-Futterwerttabellen - Wiederkäuer*. 7. Aufl. Frankfurt am Main: DLG-Verl.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft) (2006): *Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh*. Hg. v. Bundesarbeitskreis der Fütterungsreferenten DLG in der DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung (DLG-Information, 1). Online verfügbar unter http://www.DLG.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/futteraufnahme_milchkuh06.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft) (2011a): *Proteinwert der Rapsprodukte beim Rind neu gefasst*. Hg. v. DLG (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft) (Bewertung von Einzelfuttermitteln). Online verfügbar unter

http://statiectyp03.DLG.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/Proteinwert_de_r_Rapsprodukte_Rind_2011.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

DLG (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft) (2011b): *Futterwert und Einsatz von getrockneter Weizen- und Weizen/Gerstenschlempe aus der Bioethanolproduktion beim Rind*. Hg. v. DLG (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft) (Bewertung von Einzelfuttermitteln). Online verfügbar unter http://statiectyp03.DLG.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/Stellungnahme_Weizenschlempe_Rind.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

DLR (Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum). (2012). *Rinderreport Rheinland-Pfalz: Betriebszweigauswertung der Milchviehberatungsringe*. Bitburg. Online verfügbar unter [http://www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/E889D6EF84D06401C125727C0050C1F1/\\$FILE/Rinderreport 2011 RLP.pdf](http://www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/E889D6EF84D06401C125727C0050C1F1/$FILE/Rinderreport%2011%20RLP.pdf), zuletzt geprüft am 01.08.2012.

DMK (Deutsches Milchkontor GmbH) (2011): *Geschäftsbericht 2010*. Hg. v. DMK (Deutsches Milchkontor GmbH). Online verfügbar unter www.DMK.de/de/presse/DMK_Geschaeftsbericht_2010_D.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

Dorfner, G. (2009): *BZA-Ergebnisse der Umstellungsphase „Vollweide mit Winterkalbung“*. Hg. v. Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern. Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/ite/gruenlandnutzung/34440/linkurl_o_21.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

Dorfner, G. (2012a): Was bringt der Kuh gutes Grobfutter? In: Bayrisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, 2012A (20), S. 48–50.

Dorfner, G. (2012b): *Freier Markt, kleine Strukturen, knappe Fläche –wie kann sich der bayerische Milchviehhalter weiterentwickeln?* Hg. v. LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft). Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/iem/milchwirtschaft/43609/linkurl_o_20.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

Dorfner, G.; Hofmann, G. (2008): *Hohe Grundfutterleistung - ein Schlüssel für den erfolgreichen Milchviehhalter*. Hg. v. LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft). Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/ilb/tier/32789/linkurl_o_2.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

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, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

Dorfner, G.; Uhl, A. (2012): *Jahresbericht 2011*. Hg. v. Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern. Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/publikationen/ilb/jahresbericht/44019/linkurl_o_o.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

DRV (Deutscher Raiffeisenverband e.V.). (2012a): Schriftliche Mitteilung von K. Krautz an A. Stopp, 27.02.2012.

DRV (Deutscher Raiffeisenverband e.V.). (2012b): Mündliche Mitteilung von M. Matthiesen an A. Stopp, 05.03.2012.

DRV (Deutscher Raiffeisenverband e.V.) (2012c): *Die Energiewende: Zentrale Herausforderung für die Raiffeisen-Genossenschaften*. Hg. v. DRV (Deutscher

Raiffeisenverband e.V.). Online verfügbar unter <http://www.raiffeisen.de/presse/pdf-aktuelles/2012/Postionspapier-Energiewende-13.06.2012.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

DSF (Deutscher Sojaförderring). (2011): *Geschäftsbericht des Deutschen Soja-Förderrings vom 12.12.2010 bis 11.12.2011*. Schriftliche Mitteilung von J. Recknagel an A. Stopp, 17.04.2012.

DSF (Deutscher Sojaförderring). (2012): Mündliche Mitteilung von J. Recknagel an A. Stopp, 19.04.2012.

Dunkel, S.; Engelhard, T.; Alert, H.-J (2008): *Versuche zum Einsatz von Roggenpress- und Weizentrockenschlempe aus der Bioethanolherstellung in der Milchviehfütterung*. Hg. v. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Ethanolgetreide und Schlempeverfütterung, 7). Online verfügbar unter http://www.smul.sachsen.de/LFL/publikationen/download/3408_1.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

Dunkel, S.; Trauboth, K.; Ochrimenko, W.; Zacher, D. (2010): *Zum Einsatz von druckhydrothermisch behandelten Ackerbohnen in Milchkurationen*. In: DVLUFASchriftenreihe Kongressband 2010, 66/2010, S. 738–744. Online verfügbar unter <http://www.vdlufa.de/kongress2010/Kongressband2010.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

DVT (Deutscher Verband Tiernahrung). (2011): *Futtermittel-Tabellarium Ausgabe 2011*. Essen: V+V Sofortdruck, Bonn.

DVT (Deutscher Verband Tiernahrung). (2012a): *Futterindustrie – Mischfutter: Know-How inbegriffen*. Online verfügbar unter <http://www.DVTiernahrung.de/58.html>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.

DVT (Deutscher Verband Tiernahrung). (2012b): Schriftliche Mitteilung von K. Schubert an A.Stopp, 25.04.2012.

EBB - European Biodiesel Board. (2010): *Press Release 2009–2010: EU biodiesel industry restrained growth in challenging times*, Brüssel, Online verfügbar unter http://www.EBB-eu.org/EBBpressreleases/EBB_press_release_2009_prod_2010_capacity_FINAL.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.

Eilers, U.; von Reyher, A.; von Korn, S. (2012): *Reduzierter Kraftfutteraufwand in der ökologischen Milchviehhaltung*. Schriftliche Mitteilung, 15.04.2012

Elsäßer, M.; Dyckmans, A. (2005): *Grünlandextensivierung: So etablieren Sie Weißklee in Ihrem Bestand*. Hg. v. Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1040726_11/index1241097210642.html, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

Engelhart T. (2010): *Einsatz von Luzerne in der Milchviehfütterung*. Hg. v. Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt. Online verfügbar unter <http://www.tvlev.de/index.php?name=download&dldid=139>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

Engelhard, T.; Helm, L. (2005a): *Einsatz von Pressschlempe als Nebenprodukt der Bioethanolherstellung in Rationen für Milchkühe*. Hg. v. Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (Versuchsbericht). Online verfügbar unter <http://lsa-st23.sachsen-anhalt.de/llg/infothek/dokumente/Schlempe2005.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

- Engelhard, T.; Helm, L. (2005b): *Zum Einsatz hydrothermischer Lupinen und Extraktionsschrote in der Fütterung der Hochleistungskuh*. Hg. v. Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (Versuchsbericht). Online verfügbar unter <http://lsa-st23.sachsen-anhalt.de/llg/infothek/dokumente/Lupine2005.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Engelhard, T.; Meyer, A. (2012): *Protein bei Hochleistungskühen sparen?* Hg. v. Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Online verfügbar unter <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/752/article/19351.html>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Eric Schweizer AG. (2012): *Eiweißerbsen, Ackerbohnen, Lupinen*. *Schweizer Pflanzenbau-Info*, 28-29. Online verfügbar unter http://www.ericsschweizer.ch/file/Landwirtschaft/Info_Pflanzenbau_2012_DE.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Ettle, T.; Obermaier, A. (2011): *Auswirkungen des Einsatzes von getrockneten oder getoasteten Sojabohnen in der Milchviehfütterung*. Hg. v. LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) (Tierernährung). Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/ite/rind/40310/linkurl_o_5_o_o.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Ettle, T.; Obermaier, A.; Weinfurtner, S.; Spiekers, H. (2011): *Luzernesilage im Austausch gegen Grassilage bei der Milchkuh*. Hg. v. LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft). Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/ite/rind/40310/linkurl_o_4_o_o.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- EU Kommission (2011): *EG-VO Nr. 889/2008, Durchführungsbestimmungen*. Online verfügbar unter http://www.BMELV.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/OekologischerLandbau/889_2008_EG_Durchf%C3%BChrungsbestimmungen.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 16.07.2012.
- EU-RL 2009/28/EG. (2009): Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:de:PDF>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Ewald, A.; Roupp, B. (2008): *Grundfutterleistungen steigern – aber wie?* Hg. v. Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz und Baden-Württemberg. Online verfügbar unter <http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1226413/Grundfutterleistung%20steigern%202008.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, 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.

- Faverdin, P.; Dulphy, J.P; Coulon, J.B; Vérité, R.; Garel, J.P; Rouel, J.; Marquis, B. (1991): *Substitution of roughage by concentrates for dairy cows*. In: *Livestock Production Science* (27), S. 137–156.
- FEFAC (Europäischer Verband der Mischfutterindustrie). (2010): *Feed & Food Statistical Yearbook 2010*. Online verfügbar unter <http://www.fefac.eu/publications.aspx?CategoryID=2061&EntryID=629>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Felber, C. (2008): *Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm Teil A*. Hg. v. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten. Online verfügbar unter http://www.alf-kf.bayern.de/weidepr_mie_kf.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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. Landwirtschaft und Verbraucherschutz) BMELV (Bundesministerium für Ernährung. Online verfügbar unter 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) (2009): *Grundfutter statt Kraftfutter fürs Rind*. Hg. v. FiBL Schweiz (Forschungsinstitut für biologischen Landbau). Frick. Online verfügbar unter http://www.fibl.org/fileadmin/documents/de/schweiz/forschung/flyer_feed_no_food.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- FiBL Schweiz (Forschungsinstitut für biologischen Landbau) (2012a): *«Feed no Food» – Den Kraftfuttereinsatz 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.
- FiBL Schweiz (Forschungsinstitut für biologischen Landbau) (2012b): *Kranke Kühe ohne Kraftfutter?* 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/Poster_KrankeKueheohneKraftfutter.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- FiBL Schweiz (Forschungsinstitut für biologischen Landbau) (2012c): *Kraftfutter: Auswirkungen auf Klima und Betriebswirtschaft*. Hg. v. FiBL Schweiz (Forschungsinstitut für biologischen Landbau). Online verfügbar unter http://www.fibl.org/fileadmin/documents/de/news/2012/mm-feed-no-food120425/Poster_AuswirkungenKlimaBetriebswirtschaft.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Finkler, G. (2010): *Ersatz von Kraftfutter durch Grascobs*. Hg. v. LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft). Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/ite/rind/40310/linkurl_o_o_o_23.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), 643-653. Elsevier, Online verfügbar unter <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921800908004424>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Flach, B., Lieberz, S., Bendz, K., & Dahlbacka, B. (2011): *EU-27 Annual Biofuels Report, GAIN Report Nr. NL1013*., Online verfügbar unter http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_The%20Hague_EU-27_6-22-2011.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.

- Freitag, M.; Steingäß, H.; Manusch, P.; Weiß, J. (2006): *Einsatz von heimischen Körnerleguminosen in der Milchviehfütterung im ökologischen Landbau*. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V) (UFOP-Praxisinformation). Online verfügbar unter http://www.UFOP.de/files/4913/4080/8196/PI_Milchvieh.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Freitag, M. (2007): *Heimische Körnerleguminosen. Mit geschütztem Protein in der Milchviehfütterung*. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V) (UFOP-Schriften, 33). Online verfügbar unter http://www.UFOP.de/files/2313/3922/6291/UFOP_Schriften_Heft_33.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012
- Freitag, M.; Ludwig, E.; Südekum, K.-H (2007): *Verfahren zur Reduzierung des Proteinabbaus im Pansen*. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V). Berlin (UFOP-Schriften, Heft 33). Online verfügbar unter http://www.UFOP.de/files/2313/3922/6291/UFOP_Schriften_Heft_33.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Freyer, B., Pietsch, G., Hrbek, R., & Winter, S. (2005): *Futter- und Körnerleguminosen im Biologischen Landbau*. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag.
- Frieder, T.; Hartmann, E.; Luick, R.; Poppinga, O. (2004): Analyse von Agrarumweltmaßnahmen. Abschlussbericht des F+E-Vorhabens "Agrarumweltmaßnahmen in der Bundesrepublik Deutschland: Analyse der Umsetzung aus der Sicht des Natur-, Umwelt- und Ressourcenschutzes: Effektivität, Schwachstellen, weitere Entwicklung" des Bundesamtes für Naturschutz. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Fruhstorfer, W. (2004): *Agrarwirtschaft: Fachstufe Landwirt*. 7., völlig neu bearb. Aufl., Neuausg. München: BLV.
- Fuchs, R. (2012): *Hinweise zum Anbau von Sojabohnen im ökologischen Anbau in Bayern*. online verfügbar unter <http://www.LFL.bayern.de/iab/oekologisch/pflanzenbau/27704/?context=/LFL/ipz/oelfruechte/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- 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://lfl.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.
- GMO Compass. (2012): *Agri-Biotechnology*. online verfügbar unter <http://www.gmo-compass.org/eng/home/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Godt, J., Lang, L., & Kugelschäfer, K. (2010): *Dichteentwicklung 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. (Hsg.): *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.
- Gouin, D.-M (2004): *Supply Management in the Dairy Sector - Still an Appropriate Regulation Method*. Hg. v. GREPA (Groupe de recherche en économie et politique agricoles). Online verfügbar unter http://www.g05quebec.ca/en/pdf/RapportFinalAnglais_GestionOffreSecteurLaitier.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Graefe zu Baringdorf, F.W (2012): Der AbL-Ansatz zur Reform hat Bestand. In: unabhängige Bauernstimme (357), S. 13.
- 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, 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, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Greenpeace. (2011): *Fuelling the flames, Biodiesel tested: How Europe's biofuels policy threatens the climate*. Online verfügbar unter http://www.greenpeace.org/denmark/Global/austria/dokumente/Factsheets/urwaelder_biodiesel_2011.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Groenewold, J. (2006): *Sojaschrot in Milchkuhrationen durch Rapsschrot ersetzen?* In: *Veredelungsproduktion* (1), S. 2–3. Online verfügbar unter http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Downloads/veredelungsproduktion_print/vp1_06.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Groß, D. (2010): *Preiswürdigkeit von Futtermitteln (Rinder)*. Hg. v. DLR RLP (Dienstleistungszentrum ländlicher Raum Rheinland-Pfalz). Online verfügbar unter <http://www.dlr-westerwald-ostiefel.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/1E4E76E878BoF3F9C12576EF004472E8?OpenDocument>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Gruber, L. (Hg.) (2007a): *Einfluss der Kraftfuttermenge auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen*. Bericht 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung. Raumberg-Gumpenstein. Online verfügbar unter http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=199&Itemid=100054&lang=de&limitstart=20, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Gruber, L. (2007b): *Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Mastrinder, Schafe, Ziegen*. Hg. v. LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft). Freising-Weihenstephan (LFL-Informationen). Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_27836.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

- Gruber, L. (2007c): *Zur Effizienz des Kraftfuttereinsatzes in der Milchviehfütterung - Eine Übersicht*. Online verfügbar unter http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index2.php?no_html=1&option=com_fodok&task=download&publ_id=4325, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Gruber, L.; Steinwender, R.; Baumgartner, W. (Hg.) (1995): Einfluß von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Friesian. Bericht 22.Tierzuchttagung. Raumberg-Gumpenstein.
- 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, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Guddat, C. (2009): Landessortenversuche zu Körnerleguminosen in den ostdeutschen Bundesländern: Ergebnisse aus der Arbeit der Landerdienststellen: 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, 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/aboho307.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/kerbo107.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, 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, 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, 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), 6-8.
- Hartmann, S., Gehring, K., & Zellner, M. (2006): *Feldfutterbau*. Die Landwirtschaft - Pflanzliche Erzeugung. München: BLV Buchverlag GmbH & Co. KG.
- Hartmann, S., & Probst, M. (2009): *Versuchsergebnisse aus Bayern, Ergebnisse aus Feldversuchen: Rotklee*. Freising. Online verfügbar unter <http://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/vb/bericht?nr=44546>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.

- Häusler, J. (2010): *Die Proteinversorgung von Milchkühen. Bedeutung, Proteinbedarf, Proteinversorgung, Proteinabbaubarkeit*. Online verfügbar unter http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=3678&Itemid=53&lang=de, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Häusling, M. (2011): Europa braucht eine zukunftsfähige Eiweißstrategie! Das Landgrabbing mit Messer und Gabel muss beendet werden. Der kritische Agrarbericht, 32-35. Online verfügbar unter <http://www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2011/Haeusling.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Heidel, W. (2009): *Zulassungen/ Genehmigungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Leguminosen in Deutschland*. In *Journal für Kulturpflanzen*, 61(9), 332-340. Online verfügbar unter http://www.ulmer-journals.de/ojs/index.php/jfk/article/viewPDFInterstitial/78/pdf_72, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Hein, L. (2009): *The Economic Value of the Pollination Service, a Review Across Scales. The Open Ecology Journal*, 2, 74-82. Online verfügbar unter <http://www.benthamsience.com/open/toecolj/articles/V002/74TOECOLJ.pdf>, 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.
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2011): *Jahresagrarbericht 2011*. Hg. v. Energie Landwirtschaft und Verbraucherschutz Hessisches Ministerium für Umwelt. Online verfügbar unter http://starweb.hessen.de/cache/hessen/agrarbericht_2011.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Hissting, 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_Hissting_Kennzeichnung_OG_Fulda.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Hof-Kautz, C., Schmidtke, K., & Rauber, R. (2006): *Qualitätsverbesserungen von Winterweizen im Gemenge mit Winterackerbohne oder Wintererbse*. Online verfügbar unter <http://orgprints.org/15172/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Holsten, B.; Ochsner, S.; Schäfer, A.; Trepel, M. (2012): *Praxisleitfaden für Maßnahmen zur Reduzierung von Nährstoffausträgen aus dränierten landwirtschaftlichen Flächen*. Hg. v. Christian-Albrechts-Universität Kiel zu Institut für Ökosystemforschung. Online verfügbar unter http://www.ecosystems.uni-kiel.de/bilder/218_150/praxisleitfaden_interaktiv.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Holtham, D. a. L., Matthews, G. P., & Scholefield, D. S. (2007): Measurement and simulation of void structure and hydraulic changes caused by root-induced soil structuring under white clover compared to ryegrass. *Geoderma*, 142(1-2), 142-151. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706107002352>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.

- 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.
- Hülsbergen, K.J (2011): *C-Sequestrierung in landwirtschaftlich genutzten Böden*. Online verfügbar unter http://www.kompost.de/uploads/media/C-Sequestrierung_01_2_11.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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 (Hsg.), *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, 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.
- Institut Fresenius (2010): *Verbraucherstudie 2010: Lebensmittelqualität & Verbrauchervertrauen*. Hg. v. Institut Fresenius. Online verfügbar unter http://www.institut-fresenius.de/presse/news-archiv/jeder_zweite_deutsche_fuerchtet_mogelpackung_bei_lebensmitteln_72240.shtml, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Ising, W.; Kivelitz, H.; Lütke Entrup, N. (2006): *Mehr Milch aus Gras senkt die Kosten*. In: *top agrar* (11), S. 68–72.
- James, C. (2010): *Global status of Commercialized biotech / GM Crops: 2010*. ISAAA Brief, 42. Online verfügbar unter <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/download/isaaa-brief-42-2010.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- James, C. (2011): *Global status of Commercialized biotech / GM Crops: 2011*. ISAAA Brief, 43. Online verfügbar unter http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/executivesummary/pdf/Brief_43_-_Executive_Summary_-_English.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Jansen, G., & Seddig, S. (2007): Ökologisch und konventionell erzeugte Leguminosen – Erträge und ausgewählte Qualitätsparameter im Vergleich. In G. Rahmann (Hsg.), *Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2007, Sonderheft 314* (S. 41-52). Braunschweig. Online verfügbar unter http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/vTI/Publikationen/Landbauforschung_Sonderhefte/lbf_sh314.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Jaspers, U. (2012): GAP-Reform im EU-Parlament angekommen. In: *Unabhängige Bauernstimme*, 2012 (357), S. 12.
- Jeroch, H., Flachowsky, G., & Weißbach, F. (Hsg.). (1993): *Futtermittelkunde*. Jena: Gustav Fischer Verlag.

- Jeroch, H., Schöne, F., & Jankowsky, J. (2008): *Inhaltsstoffe von Rapsfuttermitteln und Futterwert für das Geflügel*. *Archiv für Geflügelkunde*, 72 (1), 8-18. Online verfügbar unter http://www.ulmer.de/Artikel.dll/mo6-15mk_NTU4NjEy.PDF, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Jilg, T. (2002): *Eiweiß vom Acker: Einsatzmöglichkeiten und Grenzen in der Rinderfütterung*. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1045893_l1/eiwei%C3%9F_vom_acker.ppt, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Jilg, T. (2003): *Alternative Proteinträger - Eigenschaften und Besonderheiten*. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1044239_l1_pcontent/index.html?druckansicht=ja, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Jilg, T. (2007a): *Milchviehfütterung an Entwicklung anpassen*. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1211676_l1/LAZBWrh_MV_Ration%20September.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Jilg, T. (2007b): *Einsatz thermisch behandelter Erbsen in der Milchviehfütterung*. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V). Berlin (UFOP-Schriften, Heft 33). Online verfügbar unter http://www.UFOP.de/files/2313/3922/6291/UFOP_Schriften_Heft_33.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Jilg, T. (2008): *Mehr Milch aus Weidegras - Milchleistung und Herdenmanagement*. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1224073_l1/LAZBWrh_Weidemilchprojekt_Feb2008akt.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- JKI (Julius-Kühn-Institut). (2012): *GEOPortal: Bodenklima-Anbaugebiete*. Online verfügbar unter <http://geoportalkji.bund.de/bodenklima.htm>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Joseph, K. (2007): *Argentine Bio-Fuels Report 2007 - GAIN Report Nr.: AR7016*. Online verfügbar unter <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200706/146291490.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Joseph, K. (2009): *Argentine Bio-Fuels Report 2009 - GAIN Report Nr.: AR9018*. Online verfügbar unter http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/General%20Report_Buenos%20Aires_Argentina_6-19-2009.pdf, 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, zuletzt geprüft am 27.07.2012.
- Jung, R., Schmidtke, K., & Rauber, R. (2005): *N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsaldo beim Anbau von Luzerne, Rotklee, und Persischem Klee*. In J. Heß & G. Rahmann (Hsg.), *Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, Kassel, 1.-4. März 2005 (S. 261-264). Kassel: kassel university press GmbH.
- Justus, M., & Köpke, U. (1995): *Strategies to Reduce Nitrogen Losses via Leaching and to Increase Precrop Effects when Growing Faba Beans*. *Biological Agriculture & Horticulture*, 11(1-4), 145-155.
- Jutz, T.C (1987): *Einsatz von Ackerbohnen und Futtererbsen im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot in der Milchviehfütterung*. Dissertation, Wien. Institut für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur.

- Keller, B. (1998): *Landwirtschaft, Umwelt und die Mythen der Wissenschaft*. Rheda-Wiedenbrück: ABL Bauernblatt Verlags-GmbH.
- Keller, E. R., Hanus, H., & Heyland, K.-U. (Hsg.). (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.
- Kleinmans, J.; Potthast, V. (1984): Zur "Verdrängung" von Grundfutter durch Kraftfutter in der Milchviehfütterung. In: Übersichten zur Tierernährung (12), S. 187–214.
- 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, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Klohn, W. (2002): *Strukturen der Produktion und des Handels von Sojabohnen und Sojaprodukten*. Vechta: Institut für Strukturforchung und Planung in agrarischen Intensivgebieten, Hochschule Vechta.
- Koch, C. (2009): *Rapsschrot in den Trog*. Hg. v. DLR RLP (Dienstleistungszentrum ländlicher Raum Rheinland-Pfalz). Online verfügbar unter [http://www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/o/0B2A69211DA996D8C12575D7003A8118/\\$FILE/Austausch%20von%20SES%20durch%20RES%20bei%20Milchvieh.pdf](http://www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/o/0B2A69211DA996D8C12575D7003A8118/$FILE/Austausch%20von%20SES%20durch%20RES%20bei%20Milchvieh.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Koch, C.; Romberg, F.-J (2011): *Langsam verfügbarer Harnstoff in Rationen von hochleistenden Milchkühen*. Online verfügbar unter http://www.hofgut-neumuehle.de/pdfs/Harnstoff_in_Milchviehrationen.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), 82-89. Online verfügbar unter http://www.ulmer.de/Artikel.dll/gja-kolbe_MTY3Mjk2.PDF, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Kolbe, H., Schuster, M., Hänsel, M., Schließer, I., Pöhlitz, B., Steffen, E., & Pommer, R. (2006): *Feldfutterbau und Gründung 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, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Kolver, E. S.; Napper, A. R.; Copeman, P. J. A.; Muller, L. D. (2000): *A comparison of New Zealand and overseas Holstein Friesian heifers*. Hg. v. New Zealand Society of Animal Production (Proceedings of the New Zealand Society of Animal Produktion).
- 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), 217-233. Online verfügbar unter <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378429009002792>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Künast, R.; Trittin, J. (2012): *Antrag: Offensive für bäuerliche Milchviehhaltung starten*. Hg. v. Deutscher Bundestag (Drucksache, 17). Online verfügbar unter <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/101/1710121.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Latacz-Lohmann, U.; Schulz, N.; Schulze-Steinmann, M.; Schulze, L. (2012): *Was das Greening kostet*. In: *top agrar* (7), S. 22–27.
- Lee, G.-A., Crawford, G. W., Liu, L., Sasaki, Y., & Chen, X. (2011): *Archaeological Soybean (Glycine max) in East Asia: Does Size Matter?* *PLoS one*, 6 (11). Online verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3208558/pdf/pone.0026720.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Leifker, A. (2009): Flüssiges Eiweiß für Kühe und Bullen. In: *top agrar* (10), S. R 16-19.
- Leifker, A. (2010): Kann flüssiges Eiweiß Soja und Raps ersetzen? In: *top agrar* (10), S. R 16-17.
- Leisen, E. (2008): Mit der Vollweide preiswert füttern. In: *Top Agrar* (2), S. 72–75.
- 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, 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_o_12_o_o.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2011a): *Ackerbohnen und Erbsen zur Kornnutzung*. Hg. v. Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (LFL-Informationen). Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_34328.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2011b): *Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen*. 34. Aufl. Hg. v. LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) (LFL-Informationen). Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_36967.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft). (2011c): *LFL-Information: Feldfutterbau-Klee, Kleegras, Luzerne, Luzernegräser, Gräser. Betrieb*. Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_33040.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, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft). (2012a): Mündliche Mitteilung von A. Aigner an A. Stopp, 17.04.2012.

- LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft). (2012b): Mündliche Mitteilung von J. Groß an A. Stopp, 11.04.2012.
- 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 (Hsg.), Stickstoffeffizienz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen (S. 9-29). Berlin: Erich Schmidt Verlag GmbH.
- Lieberei, R., Reisdorff, C., & Franke, W. (2007): *Nutzpflanzenkunde* (7. Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Liebman, M., & Davis, A. S. (2000): *Integration of soil , crop and weed management in low-external-input farming systems*. *Weed Research*, 40(1), 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.
- Liesegang, A. (2001): *Fütterung und Klauen – Zwei eng miteinander verknüpfte Begriffe*. Hg. v. Zürich Institut für Tierernährung. Online verfügbar unter <http://www.tierer.uzh.ch/Aktuell/Klauengesundheit.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- LKV BW (Landeskontrollverband Baden-Württemberg. (2012): *Jahresleistungen Kühe nach Rassen und Gruppen 2011*, Schriftliche Mitteilung von Herr Kunz an A. Stopp, 02.07.2012.
- LKV Bayern (Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.). (2011): *Milchleistungsprüfung in Bayern 2011*. Oberbergkirchen. Online verfügbar unter http://www.lkv.bayern.de/akt/f_akt_jb.htm, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LKV Bayern (Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.). (2012): *Jahresauswertung - Leistungen nach Betriebsdurchschnitt 2011*, Schriftliche Mitteilung von Frau Müller an A. Stopp, 20.06.2012.

- LKV NRW (Landeskontrollverband Nordrhein-Westfalen e.V.). (2012): *Leistungsklassen nach Betrieben 2011*, Schriftliche Mitteilung von Herr Droste an A. Stopp, 27.06.2012.
- LKV RLP (Landeskontrollverband Rheinland-Pfalz e.V.). (2012): *Jahresbericht 2011*. Schriftliche Mitteilung von C. Riede an A. Stopp, 20.06.2012.
- LKV SH (Landeskontrollverband Schleswig-Holstein e.V.). (2011): *Jahresbericht 2011*. Kiel. Online verfügbar unter <http://www.lkv-sh.de/download.html>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LKV Saar (Landeskontrollverband für Qualität- und Leistungsprüfungen in der Tierzucht Saar e.V.). (2012): *Jahresbericht 2011*. Schriftliche Mitteilung von R. Zimmer an A. Stopp, 21.06.2012.
- Loges, R., Kornher, A., & Taube, F. (1998). *Ertrag, Futterqualität und N₂-Fixierungsleistung von Rotklee und Rotklee/Gras*. 42. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. Gießen. Online verfügbar unter <http://orprints.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), 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.
- Losand, B. (2011): *Grundfutterqualität in Mecklenburg-Vorpommern aus der Futterernte 2011*. Hg. v. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei. Online verfügbar unter http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Tierproduktion/Futter_und_Fuetterung/12Seminar_Futter/Losand_Grundfutterqualitt_in_Mecklenburg-Vorpommern_aus_der_Futterernte_2011.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- LTZ Augustenberg. (2012): *Soja-Sortenversuche 2010 - Übersicht Deutschland*. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1201153_l1/SVSoja2010 D.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- 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): *Fruchtfolgewert 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-fruchtfolgewert-von-koernerleguminosen/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LTVG Aulendorf (Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft) (2001): *Luzernesilage in der Milchviehfütterung*. Hg. v. Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft Aulendorf (Versuchsbericht, 05/2001). Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1116100_l1/LAZBWRh_VB5_2001.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

- LWK NRW (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen) (2011a): *Ratgeber: Futtererbsen*. Online verfügbar unter <http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/eiweisspflanzen/futtererbsen-pdf.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LWK NRW (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen) (2011b): *Unkrautbekämpfung in Körnerleguminosen*. Online verfügbar unter <http://www.lk-wl.de/landwirtschaft/ackerbau/eiweisspflanzen/index.htm>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LWK NRW (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen) (2011c): *Basisinformationen Ackerbohnen*. Online verfügbar unter <http://www.lk-wl.de/landwirtschaft/ackerbau/eiweisspflanzen/index.htm>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LWK NRW (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen). (2012a): *Landessortenversuche Ackerbohnen 2011* Online verfügbar unter <http://www.lk-wl.de/landwirtschaft/ackerbau/eiweisspflanzen/ackerbohnen-sv-2011.htm>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LWK NRW (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen). (2012b): *Ihr Ökolandbauportal für NRW: Kulturdatenblatt Lupinen*. Online verfügbar unter <http://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzenbau/koernerleguminosen/kulturdatenblatt-lupine/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- LWK NRW (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen). (2012c): *Ihr Ökolandbauportal für NRW: Kulturdatenblatt Ackerbohnen*. Online verfügbar unter <http://www.oekolandbau.nrw.de/fachinfo/umstellung/pflanzenbau/koernerleguminosen/ackerbohne/index.php>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Maack, K.; Kref, J.; Voss, E. (2005): *Zukunft der Milchwirtschaft. Auswirkungen von EU-Agrarreform, Strukturwandel und Internationalisierung*. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung. Online verfügbar unter http://www.boeckler.de/pdf/p_edition_hbs_155.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Mahlkow-Nerge, K. (2011a): *Eiweißalternativen für Milchkühe*. In: *Milchpraxis* (2), S. 40–43.
- Mahlkow-Nerge, K. (2011b): *Futtermittel-effizienz – Flächenknappheit und hohe Kraftfutterpreise rücken dieses Merkmal stärker in den Mittelpunkt*. Hg. v. Proteinmarkt. Online verfügbar unter http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Fachartikel/Fachartikel_Nr.6_Rind_Futtermittel-effizienz-WEB-NEU.pdf?PHPSESSID=cf18ba33683e34445207217bd15df990, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Mahlkow-Nerge, K. (2008): *Hochleistung und Fruchtbarkeit - vereinbar oder nicht?* Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. Online verfügbar unter http://www.rinderzucht-bb.de/fileadmin/user_upload/pdf/Service/mahlkow_nerge_fruchtbarkeit.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Mahlkow-Nerge, K. (2010): *Pansengeschütztes Sojaschrot für hohe Milchleistungen*. Hg. v. OVI – Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V (Neues für Fütterung und Management, 8). Online verfügbar unter <http://www.proteinmarkt.de/Pansengesch%C3%BCtztes-Sojaschrot-f%C3%BCr-hohe-Milchleistungen.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Mahlkow-Nerge, K. (2012): *Rationsgestaltung Milchvieh*. Witzenhausen, 2012. mündlich an I. Schüler.

- Majer, S., Mueller-Langer, F., Zeller, V., & Kaltschmitt, M. (2009): Implications of biodiesel production and utilisation on global climate - A literature review. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(8), 747-762. Online verfügbar unter <http://doi.wiley.com/10.1002/ejlt.200900045>, 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.).
- Margraff, J. (2006): *Die Tiergesundheit im Auge behalten*. In: *Rheinische Bauernzeitung*, 2006 (11), S. 31. Online verfügbar unter [http://www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/4f10879a56e86bc7c1256fe20041c3bb/cc83233dc8152602c125717200466e7a/\\$FILE/-aus%20oder%20Sicht%20oder%20Tierern%C3%A4hrung.pdf](http://www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/4f10879a56e86bc7c1256fe20041c3bb/cc83233dc8152602c125717200466e7a/$FILE/-aus%20oder%20Sicht%20oder%20Tierern%C3%A4hrung.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Mayer, J., & Heß, J. (1997): Welchen Beitrag zur Stickstoffversorgung leisten Körnerleguminosen? In *Ökologie & Landbau*, 103(3), 18-22.
- McLeod, L., & Henard, M.-C. (2011): *EU-27 Agricultural Biotechnology Annual, GAIN Report Nr. FR9074*. Online verfügbar unter http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Agricultural%20Biotechnology%20Annual_Paris_EU-27_7-15-2011.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Meißner, M. (2012): Mündliche Mitteilung im Rahmen der Diskussion über die Verhandlungen zu GAP in Brüssel, am 28.10.2012, (WWF-Referent Agrarpolitik und Nachhaltige Landnutzung)
- Menke, A. (2010): *Pansengeschütztes Sojaschrot für hohe Milchleistungen*. Hg. v. OVI – Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V (Neues für Fütterung und Management, 8). Online verfügbar unter http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Marktberichte/pdf/OVI-10-036-Spezial-Pansengesch-Sojaschrot-WEB_2_.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Mielke, T. (2011): Märkte sind Psychologie - wie groß ist der Einfluss der Spekulanten tatsächlich? Quo vadis Ölsaatenmärkte 2011, Ölsaatenhandelstag 27./28. September 2011. Online verfügbar unter http://www.bv-agrar.de/bvagrar/termine/ergebnisse_handelstage/oeht_2011/vortrag_mielke_oeht_2011.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Mitra, S., & Josling, T. (2009): Agricultural Export Restrictions: *Welfare Implications and Trade Disciplines*. *International Food & Agricultural Trade Policy Council*, Online verfügbar unter http://www.agritrade.org/documents/ExportRestrictions_final.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- MIV (Milchindustrieverband e.V.) (2012): *Deutscher Milchmarkt: Import- und Exportstrukturen*. Hg. v. Milchindustrie-Verband e.V. Online verfügbar unter <http://www.meine-milch.de/artikel/deutscher-milchmarkt-import-und-exportstrukturen>, 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 <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.

- Naumann, K., Zeymer, M., Müller-Langer, F., Adler, P., & Seiffert, M. (2012): Monitoring zur Wirkung nationaler und internationaler gesetzlicher Rahmenbedingungen auf die Marktentwicklung im Biokraftstoffsektor. DBFZ (Deutsches Biomasse Forschungs Zentrum) Leipzig. Online verfügbar unter http://www.dbfz.de/web/fileadmin/user_upload/Berichte_Projektdatenbank/BMU-FKZ-03KBoo8.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Neff, R. (2008): *Weide mit System - das bringt's*. In: *Top Agrar* (2), S. 76–78.
- 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), 380-393. Online verfügbar unter <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1161030107001104>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Nitsch, H.; Osterburg, B.; Roggendorf, W. (2009): *Landwirtschaftliche Flächennutzung im Wandel – Folgen für Natur und Landschaft. Eine Analyse agrarstatistischer Daten*. Hg. v. Naturschutzbund Deutschland e.V. & Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. Online verfügbar unter http://www.foes.de/pdf/NABU,%20DVL_2009.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Nußbaum, H. (2004): *7.000 Liter Milch aus dem Grundfutter - Wahrheit oder Wunschgedanke?* Hg. v. LVVG Aulendorf (Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft). Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1174367_11/LAZBW32_Grundfutterleistung.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Nydegger, F.; Bolli, S. (2009): *Strukturproblematik bei Mischrationen für Hochleistungsherden. Ergebnisse einer Erhebung auf Milchviehbetrieben*. In: *ART-Berichte* (719), S. 2–8. Online verfügbar unter http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/1262931683_ART_Bericht_719_D.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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.
- OVI (Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland). (2012a): *Daten & Grafiken: Kennzahlen Deutschland 2010*; MitgliedsFirmen. Online verfügbar unter <http://www.OVI-verband.de/unsere-branchen/daten-und-grafiken/>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- OVI (Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland). (2012b): *Eiweißstrategie Futtermittel: Die Rolle von Soja und Raps als Proteinfuttermittel in Deutschland und Europa*. Online verfügbar unter http://www.OVI-verband.de/fileadmin/downloads/OVI_Positionspapier_Proteinstrategie_120514.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Orthoeffer, F. T. (1978): *Processing and Utilization*. In A. G. Norman (Hsg.), *Soybean Physiology, Agronomy and Utilization*. New York: Academic Press.
- Over, R., & Stock, M. (2011). *Rinderreport Baden-Württemberg 2011, Kurzfassung*. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1362657_11/LEL_Rinderreport_kurz.pdf, zuletzt geprüft am 01.08.2012.

- Paffrath, A. (2004): Nachwirkungen verschiedener Leguminosen auf die Folgefrüchte: Einfluss von Ackerbohnen, Körnererbsen, Buschbohnen und Rotklee gras auf die Folgefrucht Kartoffel. Ergebnisbericht. Online verfügbar unter http://www.oekolandbau.nrw.de/pdf/projekte_versuche/Nachwirkungen_Hauptfruchtleguminosen.pdf, zuletzt geprüft: 07.01.2013.
- Paffrath, A. (2009): Einfluss der Leguminosen Ackerbohnen, Körnererbsen und Buschbohnen auf die Fruchtfolge. In J. Mayer, T. Alföldi, F. Leiber, D. Dubois, P. Fried, F. Heckendorn, E. Hillmann, et al. (Hsg.), 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 2009, Band 1 (S. 65-68). Berlin: Verlag Dr. Köster.
- 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/F8953F09AFF2A12FC12578420037715D>, zuletzt geprüft am 14.03.2012.
- Paul, C. (2012): *Fragen zur Rationsgestaltung*, 10.03.2012. mündlich an I. Schüler.
- Pengue, W. A. (2004): Transgenic crops in Argentina and its hidden costs. In E. Ortega & S. Ulgiati (Hsg.), *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.
- Pfannkuchen, H.-J (2007): *Luzerne – die Königin der Futterpflanzen!* In: *DSV Innovation* (1), S. 20–21. Online verfügbar unter <http://www.dsv-saaten.de/export/sites/dsv-saaten.de/extras/dokumente/1-07-luzerne.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Pflimlin, A. (2006): *Die Entwicklung der Weidenutzung in der europäischen Milchproduktion*. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1198177_1/LAZBWrh_%20Chancen%20und%20Voraussetzungen%20zur%20Milcherzeugung%20auf%20der%20Weide.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Piccand, V.; Cutullic, E.; Schori, F.; Weilenmann, S.; Thomet, P. (2011): *Projekt «Weidekuh-Genetik»: Produktion, Fruchtbarkeit und Gesundheit*. In: *Agrarforschung* (6), S. 252–257. Online verfügbar unter http://www.shl.bfh.ch/fileadmin/docs/Forschung/Projekte/Weidekuh-Genetik/Agrarforschung_06_2011_D_Piccand.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Pieper, B.; Poppe, S.; Schröder, A. (2006): *Tipps zur Herstellung von Topsilagen*. Hg. v. Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH. Online verfügbar unter <http://www.dr-pieper.com/file/15.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Pieper, R.; Gabel, M.; Ott, E.M; Pieper, B.; Riesenstock, H.; Souffrant, W.B Gruis D. (2007): Druckhydrothermisch behandelte Lupinen und Rapsextraktionsschrot in Rationen für Hochleistungskühe – ein möglicher Ersatz für Sojaextraktionsschrot. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V). Berlin (UFOP-Schriften, Heft 33). http://www.UFOP.de/files/2313/3922/6291/UFOP_Schriften_Heft_33.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

- 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/dko43125.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Poetsch, J. (2006): *Pflanzenbauliche Untersuchungen zum ökologischen Anbau von Körnerleguminosen an sommertrockenen Standorten Südwestdeutschlands*. Dissertation. Universität Hohenheim. Online verfügbar unter http://opus.ub.uni-hohenheim.de/volltexte/2007/193/pdf/Dissertation_Poetsch_online.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Pommer, G. (1994): Fruchtfolgewirkungen unterschiedlicher Blattfrüchte in einem langjährigen Daueranbau mit Winterweizen. In *Agribiological Research*, 47(1), 49–55.
- Poppinga, O. (2009): *Gegenwind aus Ostfriesland. Bäuerliche Landwirtschaft und Agrarpolitik; ein Buch von und für Onno Poppinga*. Hamm: ABL-Verl.
- Population Division - UN Department of Economic and Social Affairs. (2011): *World Population Prospects - The 2010 Revision, Highlights and Advance Tables*. New York. Online verfügbar unter http://esa.un.org/unpd/wpp/Documentation/pdf/WPP2010_Highlights.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Preißinger, W., Obermaier, A., Söldner, K., & Steinhöfel, O. (2008): *LFL-Information: Biertreber - Futterwert, Konservierung und erfolgreicher Einsatz beim Wiederkäuer*. (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft & Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Hsg.). Freising-Weihenstephan. Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_29845.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Preißinger, W.; Obermaier, A.; Spiekers, H. (2007): *Zum Einsatz hydrothermisch behandelter Erbsen in der Milchviehfütterung*. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V). Berlin (UFOP-Schriften, Heft 33). Online verfügbar unter http://www.UFOP.de/files/2313/3922/6291/UFOP_Schriften_Heft_33.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Pries, M. (2010): *Raps statt Soja füttern?* In: *top agrar* (1), S. R 14.
- Pries, M. (2011): *Mehr Milch aus Gras – optimaler Einsatz des Grundfutters*. Online verfügbar unter [http://www.dlr.rlp.de/internet/global/themen.nsf/28fdoaad703279efc12570050048c399/9b360a2336550927c12578460027c284/\\$FILE/Pries_Mehr-Milch-aus-Gras.pdf](http://www.dlr.rlp.de/internet/global/themen.nsf/28fdoaad703279efc12570050048c399/9b360a2336550927c12578460027c284/$FILE/Pries_Mehr-Milch-aus-Gras.pdf), zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Pries, M.; Hauswald, A.; Schöneborn, A.; Spiekers, H.; Freitag, M. (2007a): *Effekte einer hydrothermischen Behandlung von Lupinen auf die Eiweißversorgung der Milchkuh*. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V). Berlin (UFOP-Schriften, Heft 33). Online verfügbar unter www.UFOP.de/files/2313/3922/6291/UFOP_Schriften_Heft_33.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012
- Pries, M.; Menke, A.; Freitag, M. (2007b): *Ackerbohnen oder Lupinen zur Eiweißversorgung von Milchkuhen*. Online verfügbar unter <http://www.riswick.de/pdf/versuchsergebnis-eiweissversorgung-milchkuehe.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

- Proteinmarkt (2008): *Preiswürdigkeit von Futtermitteln*. Hg. v. Proteinmarkt. Online verfügbar unter <http://www.proteinmarkt.de/aktuelle-meldungen/artikel/preiswuerdigkeit-von-futtermitteln/2008/06/17/>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Proteinmarkt. (2010): *Versorgung mit deutschen Rapsschrot gesichert*. Online verfügbar unter <http://www.proteinmarkt.de/aktuelle-meldungen/artikel/versorgung-mit-deutschem-rapsschrot-gesichert/2010/05/11/>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Proteinmarkt (2011): *Futtermittel für Rinder*. Hg. v. Veredlungsproduktion Proteinmarkt. Online verfügbar unter http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Rinder/OVI-Futtermitteltabelle_f%C3%BCr_Rinder_Stand_20.12.2011.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Pryce, J.E; Nielsen, B.E; Veerkamp, R.F; Simm, G. (1999): Genotype and feeding system effects and interACTions for health and fertility traits in dairy cattle. In: *Livestock Production Science* (57), S. 193–201.
- Raposo, R. W. C., Muraoka, T., Basso, L. C., Lavres, J. J., & Franzini, V. I. (2004): *Acid phosphatase ACTivity and leaf phosphorus content in soybean cultivars*. In *Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.)*, 61(4), 439–445. Online verfügbar unter <http://www.scielo.br/pdf/sa/v61n4/22162.pdf>, zuletzt geprüft am 28.07.2012.
- Rehbock, F.; Klug, F.; Freyer, G. (2010): *Gesundheit der Milchkuh*. Betrachtungen ausgewählter Erkrankungen unter züchtungsbiologischen Aspekten anhand der neueren Literatur. 1. Aufl. Horstmar-Leer: AVA.
- Richter, K. (1969): *Praktische Viehfütterung. Rinder - Schafe - Pferde - Schweine*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer (Tierzuchtbücherei).
- Rippstein, M. (o.D.): *Fütterung von Milchkuhen in Leistungsgruppen*. Hg. v. DLR RLP (Dienstleistungszentrum ländlicher Raum Rheinland-Pfalz). Online verfügbar unter <http://www.dlr-rheinpfalz.rlp.de/internet/global/themen.nsf/7683c11d82324367c1256ea600533a09/f180bca1981f8868c1256fe3002fa99b?OpenDocument>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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), 51-63. Online verfügbar unter <http://www.springerlink.com/content/w21j6o8633jq0g81/>, zuletzt geprüft am 25.07.2012
- Roth-Maier, D.; Paulicks, B.; Steinhöfel, O.; Weiß, J. (2004): *Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatz von Lupinen in der Nutztierfütterung*. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V) (UFOP-Praxisinformation Tierernährung). Online verfügbar unter http://www.UFOP.de/files/4113/4080/8202/RZ_Praxisinfo_Lupine_071004.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Sass, O. (2009): *Marktsituation und züchterische Aktivitäten bei Ackerbohnen und Körnererbsen in der EU*. *Journal für Kulturpflanzen*, 61(9), 306-308. Online verfügbar unter http://www.ulmer-journals.de/ojs/index.php/jfk/article/viewFile/73/pdf_67, zuletzt geprüft am 17.07.2012.

- Sass, O. (2012a): *Körnerleguminosenzüchtung in und für Deutschland, Wie kann es weiter gehen?* AbL-Züchtertreffen Leguminosen, 17. April 2012. Hamm. Online verfügbar unter http://www.vom-acker-in-den-futtertrog.de/fileadmin/Dokumente/Vom_Acker_in_den_Futtertrog/Das_Projekt/Veranstaltungen_-_Z%C3%BCchter/VortragDr.SassABL_April2012.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Sass, O. (2012b): Mündliche Mitteilung an A.Stopp, 27.07.2012.
- Schätzl, R. (2011): *Heimische Eiweißproduktion und -verwertung: Potential, Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit*. Hg. v. Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern. Online verfügbar unter <http://www.LFL.bayern.de/aktuelles/40840/schaetzl.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Schätzl, R.; Stockinger, B. (2012): *Strategien zur Erhöhung des Anteils von heimischen Eiweißfuttermitteln in der Nutztierfütterung*. Hg. v. LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft). Online verfügbar unter http://www.gil-net.de/Publikationen/24_291.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Schindler, M., & Schumacher, W. (2007): Auswirkungen des Anbaus vielfältiger Fruchtfolgen auf wirbellose Tiere in der Agrarlandschaft (Literaturstudie), Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, Nr. 147. (Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Hsg.). Bonn.
- Schmidt, M., Maul, A. G., Richter, M., & Gramm, U. (2008): *Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten*. Hg. v. BMELV (Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz), 52. Aufl., Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW GmbH. Online verfügbar unter http://www.BMELV-statistik.de/fileadmin/sites/010_Jahrbuch/Stat_Jb_2008.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Schmidt, M., Maul, A. G., Richter, M., & Haase, E. (2010): *Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2010*. Hg. v. BMELV (Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz), 54. Aufl., Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW GmbH, Online verfügbar unter http://www.BMELV-statistik.de/fileadmin/sites/010_Jahrbuch/Stat_Jahrbuch_2010.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Schmidtke, K., & Rauber, R. (2000): *Stickstoffeffizienz von Leguminosen im Ackerbau*. In C. Möllers (Hsg.), *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, R. (2008b): *Proteinqualität von Gras und Grasprodukten*. In: *Rheinische Bauernzeitung*, 2008 (42), S. 29. Online verfügbar unter <http://www.dlr-rheinpalz.rlp.de/internet/global/themen.nsf/fff962de9BFB8087c1256e920054d06d/774919e1dao3ad37c12574f7003617a7?OpenDocument>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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_11, zuletzt geprüft am 17.07.2012.

- Schramek, J.; Osterburg, B. (2011): *Instrumente für einen effektiven Schutz von Dauergrünland* (BfN Tagung Naturschutz und Landwirtschaft im Dialog). Online verfügbar unter <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/ina/vortraege/2011/2011-Gruenland-Schramek.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Schubiger, F.-X; Bosshard, H.-R; Lehmann, J. (1997): *Futterwert von Weißklee*. In: *Agrarforschung* (4), S. 75–78. Online verfügbar unter http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/pub_SchubigerFX_1997_12741.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Schubiger, F.-X; Bosshard, H.-R; Lehmann, J. (1998): *Futterwert von Rotklee*. In: *Agrarforschung* (5), S. 181–184. Online verfügbar unter http://www.db-ALP.admin.ch/de/publikationen/docs/pub_SchubigerFX_1998_12912.pdf?PHPSESSID=k4q511tovfoofteji9rft8e1q5, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Schulte, H-G; Junk, E. (2004): *Futtereiweiß genauer unter die Lupe nehmen!* In: *Milchpraxis* 42 (1), S. 40–42.
- Schüler, C. (2012): Mündliche Mitteilung an A. Stopp, 31.05.2012.
- Schüpbach, H. (2012): *Weißklee*. Hg. v. agrigate. Online verfügbar unter <http://www.agrigate.ch/de/pflanzenbau/660/1174/1185/1213/>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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.
- Schuster, H.; Moosmeyer, M.; Rauch, P. (2011): *Einsatz von Futterharnstoff bei Rindern*. Hg. v. LFL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft). Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/ite/rind/28824/linkurl_o_10.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Schwaiger, J. (2012): *Dr. Schwaiger: Deutsche Molkereien hinken hinterher*. Online verfügbar unter <http://www.topagrar.com/news/Rind-News-Dr-Schwaiger-Deutsche-Molkereien-sind-zu-wenig-strukturiert-710021.html>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Seiler, M. (2006): *Evaluierung der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit eines neuartigen Verfahrenskonzepts zur Herstellung von Proteinprodukten aus Sojabohnen*. Technische Universität Berlin. Fakultät III, Prozesswissenschaften. . Online verfügbar unter http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2006/1446/pdf/seiler_markus.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Shean, M. J. (2004): *Brazil: Soybean Expansion Expected to Continue in 2004/05*. Online verfügbar unter http://www.fas.usda.gov/pecad2/highlights/2004/08/brazil_soy_files/, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Simon, S. (2011): *Milch und Milchprodukte "Ohne Gentechnik"*. Deutschlandfunk. Online verfügbar unter <http://www.dradio.de/dlf/sendungen/umwelt/1548754/>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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.

- Smith, K. (2010): *Soybean Processing - Fact Sheet Soybean Meal INFOcenter*. Online verfügbar unter <http://www.soymeal.org/factsheets.html>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- SMUL (Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie). (2012): *Stickstoff-Herbstdüngung*. Online verfügbar unter <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/1887.htm#article1895>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Spann, B. (2007): *Die Landwirtschaft. Lehrbuch für Landwirtschaftsschulen*. 12. Aufl. München: BLV.
- Specht, M. (2009): *Anbau von Körnerleguminosen in Deutschland – Situation, limitierende Faktoren und Chancen*. *Journal für Kulturpflanzen*, 61 (9), 302-305. Online verfügbar unter 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.
- Spencer, P., Lieberz, S., & Rehder, L. (2012): *Green Movement to End Soybean Imports – An Analysis*, GAIN Report Nr. GM12003. Online verfügbar unter [http://gain.fas.usda.gov/Recent GAIN Publications/Green Movement to End Soybean Imports %E2%80%93 An Analysis_Berlin_Germany_1-6-2012.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Green%20Movement%20to%20End%20Soybean%20Imports%20-%20An%20Analysis_Berlin_Germany_1-6-2012.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. (2006): *Futteraufnahme bei der Milchkuh gezielt abschätzen!* Hg. v. Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern. Online verfügbar unter <http://www.LFL.bayern.de/ite/rind/17770/index.php>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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 (Riswicker Ergebnisse, 01/2001). Online verfügbar unter <http://www.riswick.de/pdf/maiskleberfuttersilage-maiskleberfutter.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Spiekers, H.; Menke, A. (2006): *Milchviehfütterung*. Bonn: AID (AID-Broschüren, 1089/2006).
- Spiekers, H.; Potthast, V. (2004): *Erfolgreiche Milchviehfütterung*. Frankfurt am Main: DLG-Verl.
- 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, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Spiekers, H.; Edmunds; B. (2012): *Im Gras steckt mehr Protein, als Sie meinen*. In: *top agrar* (5), S. R 16-18.

- Spiekers, H.; Urdl, M.; Preißinger, W.; Gruber, L. (2006): *Bewertung und Einsatz von Getreideschlempen beim Wiederkäuer*. In: 5. BOKU-Symposium Tierernährung 2006, S. 23–34. Online verfügbar unter http://www.boku.ac.at/tte-symposium/TTE/Tagungsband/BOKU_Symposium_2006.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Spiekers, H., Nußbaum, H., & Potthast, V. (2009): *Erfolgreiche Milchviehfütterung* (5 Aufl.). Frankfurt a.M.: DLG-Verlag-GmbH.
- Spiekers, H.; Feucker, W.; Potthast, V. (2011): *Milchkuhfütterung. Lern- und Informationsprogramm*. 2. Aufl. Bonn: AID.
- 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.
- Steffen E. & Bergknecht S. (2006): Bewertung von Arten und Sorten landwirtschaftlicher Futterpflanzen in ihrer Reaktion auf veränderte klimatische Bedingungen. Teilprojekt 1: Mögliche Konsequenzen des Klimawandels auf die Zusammensetzung geeigneter Ackerfuttermischungen. Hg. v. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Futterpflanzen und Klimawandel, 15). Online verfügbar unter http://www.smul.sachsen.de/LFL/publikationen/download/2637_1.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Steinberger, S.; Rauch, P.; Spiekers, H. (2009): *Vollweide mit Winterkalbung - Erfahrungen aus Bayern*. In: Internationale Weidetagung 2009 -, S. 42–48. Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe/p_35162.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Steiner, T., & Bellof, G. (2009): *Qualitätssicherung für Eiweißfuttermittel in der ökologischen Tierernährung: Sojabohnen und -kuchen*. Freising. Online verfügbar unter <http://orgprints.org/16490/1/16490-06OE233-hswt-bellof-2009-eiweissfuttermittel.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Steingäß, H.; Kneer, G.; Lehnen, S.; Wischer, G.; Rodehutschord, M. (2011): Ruminaler Abbau des Rohproteins und der aminosäuren sowie Verdaulichkeit des unangebaute Futterrohproteins bei Rapsextraktionsschrot. Hg. v. UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V) (UFOP-Schriften). Online verfügbar unter http://www.UFOP.de/files/8413/3922/7363/UFOP_Endbericht_RES.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Steingäß, H.; Prieß, M.; Mahlkow-Nerge, M.; Engelhard, T.; Richardt, W. (2012): *Untersuchungen zum Futterwert von Raps- und Sojaextraktionsschrot Teil 1: Futterwert*. Online verfügbar unter http://lsa-st23.sachsen-anhalt.de/lgl/infotehk/dokumente/id2_120412_steingass.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Steinhöfel, O. (2002): *Excel-Programm für die Berechnung der Preiswürdigkeit von Futtermitteln für Rinder und Schweine*. Hg. v. Landwirtschaft und Geologie Sächsisches Landesamt für Umwelt. Online verfügbar unter <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/PREISWRI.xls>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Steinwider, A. (2007): Reine Weidebetriebe brauchen andere Kuhtypen. In: Südtiroler Landwirt, 2007 (6), S. 58–59.

- Steinwidder, A. (2008): *Vollweide – Saisonale Abkalbung* ? Hg. v. Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein. Online verfügbar unter http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=2683, zuletzt geprüft am 30.07.2012
- Stettler, M. (2009): *Basis für kostenoptimierte Milchproduktion*. In: *UFA-REVUE* (12), S. 38–39, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- STL (Statistische Ämter des Bundes und der Länder) (2011): *Agrarstrukturen in Deutschland - Einheit in Vielfalt. Regionale Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010*. Hg. v. Statistische Ämter des Bundes und der Länder. Online verfügbar unter http://www.statistikportal.de/statistik-portal/landwirtschaftszaehlung_2010.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- STMELF (Bayrisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten). (2012a): *Gentechnikfreies Sojafutter für Bayern - Minister Brunner vereinbart in Brasilien enge Kooperation*. Online verfügbar unter <http://www.stmelf.bayern.de/service/presse/pm/2012/009058/index.php>, 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_muenc hen_reg_eiweissversorgung.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Sundrum, A. (2009): Heimische Körnerleguminosen sind unverzichtbar. In: *Ökologie & Landbau* 37 (4), S. 32–34.
- Thaysen, J. (2009): *Körnerleguminosen silieren*. In: *Bioland* (6), S. 23–24.
- Thomet, P.; Blättler, T.; Hadorn, M.; Münger, A.; Moismann, E.; Pitt, J. (2003): *Saisonale Vollweide-Milchproduktion. Mit Blockabkalbung im Frühjahr*. Merkblatt 1C. 1. Aufl. Zürich.
- Thomet, P.; Piccand, V.; Schori, F.; Kunz, P. (2009): *Effizienzvergleich von Kuhtypen im Vollweidesystem*. In: Internationale Weidetagung 2009, S. 60–63. Online verfügbar unter http://www.LFL.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe/p_35162.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Thomsen, J. (2009): *In den Futterkosten liegen die Reserven!* Hg. v. Saaten Union. Online verfügbar unter <http://www.saaten-union.de/index.cfm/article/4269.html>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Thomsen, J.; Lüpping, W. (2009): *Ergebnisse der Vollkostenauswertung der Rinderspezialberatungsringe in Schleswig-Holstein Auswertungsjahr 2007/2008*. Hg. v. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. Online verfügbar unter http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Tier/Rinder/Rinderreports/Rinderreport_2007_2008.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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, zuletzt geprüft am 17.07.2012.

- Tischler, W. (1965): *Agrarökologie*. Jena: Fischer Verlag.
- TLL (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft). (2012a): Mündliche Mitteilung von C. Guddat an A. Stopp, 23.04.2012.
- TLL (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft). (2012b): Mündliche Mitteilung von C. Guddat an A. Stopp, 11.04. 2012.
- TLL (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft). (2008): *Merkblatt Fruchtfolgestellung von Winterraps*. Jena. Online verfügbar unter <http://www.TLL.de/ainfo/pdf/ffwro408.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Totz, S. (2008): *Chronologie der Greenpeace-Kampagne für Milchprodukte ohne Gentechnik*. Hg. v. Greenpeace. Online verfügbar unter http://www.greenpeace.de/themen/gentechnik/lebensmittel/artikel/chronologie_der_greenpeace_kampagne_fuer_milchprodukte_ohne_gentechnik/, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- UBA (Umweltbundesamt). (2012): *Daten zur Umwelt: Umweltzustand in Deutschland*. Online verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeident=2700>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V.). (2011): *Marktinformation - Ölsaaten und Biokraftstoffe. UFOP-Marktinformation Ölsaaten und Biokraftstoffe*. Berlin. Online verfügbar unter http://www.UFOP.de/files/9213/3922/2558/RZ_MI_0411.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Energiepflanzen e.V.) (2012): *Ölsaaten und Biokraftstoffe* (UFOP -Marktinformation, April 2012). Online verfügbar unter http://www.UFOP.de/files/3413/3922/2560/RZ_MI_0412.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- 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, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- UN (United Nations). (2012): *The Millennium Development Goals Report 2012*. Online verfügbar unter <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Resources/Static/Products/Progress2012/English2012.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- University of Minnesota. (2012): *Distillers Grains By-products in Livestock and Poultry Feeds*. Online verfügbar unter <http://www.ddgs.umn.edu/>, 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 Wintererbse*. In G. Leithold, K. Becker, C. Brock, S. Fischinger, A.-K. Spiegel, K. Spory, K.-P. Wilbois, et al. (Hsg.), *Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis*, 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 15.-18. März 2011, Gießen (S. 282-285). Gießen.
- Urdl, M.; Gruber, L.; Häusler, J.; Maierhofer, G.; Schauer, A. (2006): *Untersuchungen zum Einsatz von getrockneter Weizen- und Maisschlempe (Starport) bei Wiederkäuern*. In: 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2006, S. 51–62, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Url, B. (2005): *Machbarkeitsstudie zur Auslobung „gentechnikfrei“ und Vermeidung von GVO bei Lebensmittel aus tierischer Erzeugung*. Hg. v. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH. Wien. Online verfügbar unter http://www.ages.at/uploads/media/AMA_STUDIE.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- USDA (United States Department of Agriculture). (2010): *Agricultural Statistics 2010*. Washington DC: United States Printing Office. Online verfügbar unter http://www.nass.usda.gov/Publications/Ag_Statistics/2010/2010.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- USDA (United States Department of Agriculture). (2011a): *Acreage. Statistics*. Online verfügbar unter <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/nass/Acre//2010s/2011/Acre-06-30-2011.pdf#page=27>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- van Gelder, J. W., Kammeraat, K., & Kroes, H. (2008): *Soy consumption for feed and fuel in the European Union*. Castricum. Online verfügbar unter <http://milieudefensie.nl/publicaties/rapporten/soy-consumption-for-feed-and-fuel-in-the-european-union>, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Vander Pol, M.; Hristov, A.N; Zaman, S.; Delano, N. (2008): Peas can replace Soybean meal and Corn Grain in Dairy Cow Diets. In: *Journal of Dairy Science* (2), S. 698–703.
- Venus, T.; Wesseler, J. (2012): Bereits doppelt so viel „ohne Gentechnik“ - Milch als Biomilch in Deutschland: Welche Bedeutung hat GVO-freie Milch für unsere Milchwirtschaft? In: *Deutsche Molkerei Zeitung* (2), S. 24–26.
- Verbände Plattform Papier (2012): *EU-Agrarpolitik muss gesellschaftsfähig werde*. Online verfügbar unter <http://www.die-bessere-agrarpolitik.de/fileadmin/docs/umweltpolitik/verbaendeplattform/Plattform-Papier-EU-GAP-2013.pdf>
- Verbio (Vereinigte BioEnergie AG). (2012): Mündliche Mitteilung von Herr Dr. Lütke an A. Stopp, 04.05.2012.
- Vetter, A., Farack, M., Grunert, M., & Weber, M. (2005): *Weizen zur Bioethanolherstellung - Empfehlungen zum Anbau und zur Verwertung der Nebenprodukte*. Dresden. Online verfügbar unter http://www.smul.sachsen.de/LFL/publikationen/download/1520_1.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- vit (Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung). (2012): *Anzahl A-Kühe in Leistungsklassen - Jahresabschluss 2010/2011*, schriftliche Mitteilung an A. Stopp, 08.06.2012.
- Vogt-Kaute, W. (2008): *Der Stand der Züchtung von Körnerleguminosen in Bayern, Deutschland und angrenzenden Ländern*. Hohenkammer. Online verfügbar unter http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Erzeuger/Aktuell/Studie_Koerne_rleguminosenzuechtung_Bayern.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.

- 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.
- Vogt-Kaute, W. (2011): *Die Sojabohne - eine Körnerleguminose mit Zukunft?! Thema des Monats 03/2011*. Online verfügbar unter http://www.bodenfruchtbarkeit.org/fileadmin/BFBk/documents/Thema_des_Monats/Bofru_Thema_des_Monats_Maerz2011.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- von Lengerken, J. (2004): *Qualität und Qualitätskontrolle bei Futtermitteln: Methodik, Analytik, Bewertung*. Frankfurt a.M.: DLG-Verlag-GmbH.
- von Richthofen, J.-S. (2005): *Kostengünstig und umweltschonend, Körnerleguminosen rechnen sich – innerhalb der Fruchtfolge. Neue Landwirtschaft, 8*. Online verfügbar unter http://www.proplant.de/data/2005/GL-Pro_NL_08_2005_S.028-321.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- von Richthofen, J.-S. (2012): *Schriftliche Mitteilung an A. Stopp, 06.06.2012*.
- von Richthofen, J.-S., Pahl, H., Bouter, D., Casta, P., Cartrysse, C., Charles, R., & Lafarga, A. (2006). *Economic and environmental value of European cropping systems that include grain legumes. Grain legumes, 45(1), 13-22*. Online verfügbar unter 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, 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, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Wägeli, S. (2012): *Regionale Futtermittelherkunft – Chance oder Risiko?* Schriftliche Mitteilung an I. Schüler, 02.07.2012
- 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, 215–222. Online verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2889788/pdf/mcq029.pdf>, zuletzt geprüft am 28.07.2012.
- Weber, M. (2012): *Rapsextraktionsschrot für die Tierfütterung unverzichtbar*. Hg. v. Proteinmarkt. Online verfügbar unter http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Fachartikel/Fachartikel_Rapsmonitoring-WEB.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

- Wehling, P. (2009): *Anbau und Züchtung von Leguminosen in Deutschland – Sachstand und Perspektiven*. *Journal für Kulturpflanzen*, 61(9), 359-364. Online verfügbar unter http://www.ulmer-journals.de/ojs/index.php/jfk/article/viewPDFInterstitial/82/pdf_76, zuletzt geprüft am 17.07.2012.
- Wehling, P. (2012): *Züchtung und Anbau von Körnerleguminosen – Sachstand und Perspektiven aus Sicht der Züchtungsforschung*. 5. Jahrestagung Ökologischer Landbau, Bernburg, 29. Februar 2012. Online verfügbar unter http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Bibliothek_Politik_und_Verwaltung/Bibliothek_LLFG/dokumente/Koordin_oeko_Landbau/Veranstaltungen_Beitraege/5jt12_wehling.pdf, 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, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Weiß, D.; Thomet, P. (2005b): *Niedrige Kosten durch Vollweidehaltung – Die Eckpunkte der praktischen Umsetzung*. Online verfügbar unter http://www.aktivdrei.de/files/vollweide_umsetzen_weiss_thomet.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Weiß, J. (2001): *Grundfutterleistung einheitlich berechnen*. Online verfügbar unter <http://statiotyp03.DLG.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/grundfutter.pdf> zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Weiß, J.; Bonsels, T. (1997): *Leistungsorientierte Milchviehfütterung. Hinweise zur Umsetzung des neuen Proteinbewertungssystem und der abgepassten NEL-Bewertung*. Hg. v. Hessisches Landesamt für Regionalentwicklung und Landwirtschaft (Information für die Beratung, 10/97).
- Weiß, J.; Pabst, W.; Granz, S. (2011): *Tierproduktion*. 14. Aufl. Stuttgart: MVS Medizinverlage Stuttgart.
- 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, N₂-Fixierungsleistung und N-Flächenbilanz von Erbsen, Ackerbohnen und Schmalblättrigen Lupinen in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide*. *Pflanzenbauwissenschaften*, 10(1), 2-15. . Online verfügbar unter 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 Milchmarktkonzepte und die GRÜNEN Forderungen für eine nachhaltige Milchpolitik in Europa. Online verfügbar unter http://www.martin-haeusling.de/attachments/105_Milchstudie%20Langfassung%20DE%20final%20komplott.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Wilcox, J. R. (2004): *World Distribution and Trade of Soybean*. In H. R. Boerma & J. E. Specht (Hsg.), *Soybeans: Improvement, Production and Uses* (3. Aufl., S. 1-14). Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America.

- 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
- Wohlfarth, G.; Hochberg, H. (2005): *Milchproduktion auf Grünlandstandorten Milchviehweide – ein Auslaufmodell?* Online verfügbar unter http://www.TLL.de/ainfo/pdf/jata/jt05_12f.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2012.
- Wöhlbier, W., Brückner, G., Dressler, D., Ellger, H.-J., Fangauf, W., Friedrich, W., Gierschner, K., et al. (Hsg.). (1983): *Handels Futtermittel*, Band 2, Teil B: *Futtermittel pflanzlicher Herkunft, mineralische Futtermittel, Sonderthemen aus der Futtermittelkunde*. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co.
- Wolf, M. (2012): Der Anfang einer Abwärtsspirale? In: DLG Mitteilungen (6), S. 66–69.
- ZDL (Zentralausschuss der Deutschen Landwirtschaft) (2009): *Merkblatt für den Einsatz von Futtermittel-Zusatzstoffen in landwirtschaftlichen Betrieb*. Hg. v. ZDL (Zentralausschuss der Deutschen Landwirtschaft). Online verfügbar unter <http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/harnstoff.pdf>, zuletzt geprüft am 18.07.2012.

15.1 Definitionen der Behandlungsverfahren für Körnerleguminosen

Um die Geschwindigkeit und Ausmaß des Proteinabbaus der Futtermittel im Pansen zu vermindern, können unterschiedliche Behandlungsverfahren eingesetzt werden. Die folgenden Definitionen sind nach FREITAG ET AL. (2007) zitiert.

Toasten

Das Toasten kann sowohl unter atmosphärischem Druck als auch in bestimmten Druckbehältern (Autoklav) durchgeführt werden. Es handelt sich hierbei nicht um einen Röstprozess, sondern um eine Behandlung des Futters mittels Wasserdampf und Temperatur bei erhöhtem atmosphärischem Druck. Dabei werden Temperaturen bis 140°C erreicht. Die Behandlungsdauer kann variieren, wobei die genaue Einhaltung von sehr kurzen Zeitspannen und exakten Temperaturen unter Druck schwierig ist, da der Druck erst in dem geschlossenen Behälter aufgebaut wird. Beim Autoklavieren wird neben der Reduzierung von Ausmaß und Rate des ruminalen Proteinabbaus auch Stärke aufgeschlossen und der Gehalt an hitzelabilen antinutritiven Substanzen in den Futtermitteln gesenkt.

Rösten

Beim Rösten handelt es sich um eine trockene Wärmebehandlung mittels Strahlung oder direkter Erwärmung. Die benötigte Wärme wird entweder von Gasbrennern oder elektrischen Heizungen geliefert. Die Dauer der Behandlung ist nicht limitiert und kann mehrere Stunden bei bis zu 200°C andauern. Teilweise wird das behandelte Material nach dem Erhitzen in isolierten Gefäßen aufbewahrt, um die Einwirkzeit der Wärme zu verlängern. In diesem Fall wird in der Regel eine geringere Temperatur angewandt, um eine Schädigung des Futtermittels durch Verbräunen oder gar Verkohlen zu vermeiden. Beim Rösten können mehrere Verfahren unterschieden werden, wobei der Hauptunterschied zwischen den Verfahren in der Applikation der Hitze (feucht oder trocken) und der anschließenden Ausdehnung des Futtermittels besteht.

Jet Spolder

Das Jet Spolder-Verfahren ist eine trockene Wärmebehandlung, bei der die Futtermittel durch einen Strom vorgeheizter Luft mit Temperaturen von ca. 140 bis 315°C geleitet werden. Dabei heizt sich das Korn von innen heraus auf und erreicht Temperaturen von 90 bis 95°C. Die Körner schwellen auf und platzen. Die Behandlungsdauer hängt von der Behandlungstemperatur ab und variiert zwischen 26 s bei einer Lufttemperatur von 316 C und 60 - 80 s bei niedrigeren Temperaturen. Wenn das Futter die Maschine verlässt, hat es eine Temperatur von 150–165°C erreicht. Für gewöhnlich wird das Futter nach dem Erhitzen in eine Walzmühle geleitet, um den Prozess zu beenden und die Freigabe des intrazellulären Fettes zu fördern.

Extrudieren

Das Extrudieren von Futtermitteln erfolgt in einem sogenannten Extruder. Er besteht aus einem zylinderförmigen Gehäuse mit ein oder zwei rotierenden Schnecken. Die Schnecken werden zum Ausgang hin immer kleiner und arbeiten auf eine Matrize oder einen Ringspalt zu, wodurch sich die Verdichtung des Materials bei gleichzeitiger Erwärmung immer weiter erhöht.

Die Stärke der Verdichtung kann durch verschiedene Einstellungen, z. B. durch den Einsatz von unterschiedlichen Schneckenrößen oder Druckringen verändert werden. Das Futter erfährt also neben der thermischen auch eine mechanische Behandlung. Obwohl die mechanische Reibung für gewöhnlich ausreicht, um das Futter auf die gewünschte Temperatur zu erwärmen, kann der Behälter zusätzlich durch heißen Dampf oder elektrischen Strom aufgeheizt werden.

Je nach Betriebsbedingungen wird die zunächst körnig vorliegende Masse während der Extrusion in einen plastisch formbaren Zustand gebracht. Durch die Verdichtung des Futters baut sich ein Druck auf, der kurz vor der Austrittsöffnung des Extruders seinen höchsten Wert erreicht und es entstehen für kurze Zeit Temperaturen von 140 bis 150°C. Nach dem Austritt des Futters entspannt sich das Material schlagartig aufgrund des plötzlichen Wechsels vom sehr hohen Druck im Extruder in den atmosphärischen Druck. Dies führt zu der eigentlichen Veränderung der Futterstruktur, die nun eine höhere Porosität und somit ein höheres Volumen aufweist. Die Behandlungszeit im Extruder variiert zwischen 30 und 150 s bei Temperaturen zwischen 80 und 200°C. Um die notwendige Materialfeuchte von mehr als 17 % zu gewährleisten, sollte das Futter vor dem Extrudieren in einem Durchlaufmischer unter Zugabe von Satttdampf vorkonditioniert werden.

Expandieren

Die Expandertechnologie zählt ebenso wie das Extrudieren zu den HTST (High Temperature Short Time)-Verfahren. Heutzutage werden meist Ringspaltexpander mit einem Durchsatz von 1 bis 70 t/h in der Futtermittelindustrie eingesetzt. Diese Expander weisen im Aufbau eine sehr große Ähnlichkeit mit den Einschneckenextrudern auf. Vor dem Expandieren wird das Futter in einem Mischkonditionierer unter Zugabe von Dampf, Wasser und/oder anderen Flüssigkeiten für 0,5 bis 2 Minuten vorkonditioniert. Im Anschluss an diese Vorkonditionierung gelangt das Futter in den Expander, wo es mittels einer Schneckenwelle weiter gefördert wird. Dabei kommt es zu einer starken Scherbeanspruchung und daraus resultierender Erwärmung des Futters sowie einer starken Druckerhöhung im Gehäuse. Durch die entlang der Schnecke angebrachten Stoppbolzen wird eine Rotation des zu behandelnden Futters verhindert. Beim Austritt des Futters durch die Ringspaltdüse des Expanders kommt es, ähnlich wie beim Extrudieren, durch die plötzliche Druckabsenkung zu einer Volumenvergrößerung des Materials. Gleichzeitig erfolgt die sogenannte Flash-Verdampfung von 2 bis 3 % Feuchtigkeit, die mit einer deutlichen Temperaturabsenkung des zu behandelnden Futtermittels einhergeht. Die Durchlaufzeit beträgt im Mittel 5 bis 7 s bei einem Druck am Auslauf von 10 bis 40 bar. Die Temperaturen liegen zwischen 90 und 140°C. Zuletzt erfolgt eine Kühlung mit einem Bandkühler. Da sich das Produkt nach dem Expandieren nicht mehr entmischt, kann es nach dem Kühlen und Granulieren auf den Markt gebracht werden. In den meisten Fällen wird jedoch eine Pelletpresse nachgeschaltet.

15.2 Fragebogen zur Substitution von Sojaschrot in deutschen Milchviehrationen

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen mit dem Hintergrund, was Sie einem Betrieb empfehlen würden, der zukünftig gentechnikfrei, also gänzlich ohne Sojaschrot (SES) füttern möchte.

1. Bitte bewerten Sie die folgenden Strategien danach, für wie geeignet oder weniger geeignet Sie diese erachten, um den Import-Sojaanteil zu senken:

	sehr gut geeignet	teilweise geeignet	überhaupt nicht geeignet
Substitution von SES durch Körnerleguminosen			
Substitution von SES durch Rapsschrot			
Grundfutterqualität (Proteingehalt) erhöhen			
Ackerfutterbau ausweiten/integrieren			

2. In welchen Eiweißfuttermitteln sehen Sie das größte Potenzial, Sojaschrot in Milchviehrationen zu ersetzen?

3. Für wie geeignet halten Sie speziell die folgenden Eiweißfuttermittel im Austausch von SES:

	sehr gut geeignet	begrenzt geeignet	überhaupt nicht geeignet
Rapsschrot			
Ackerbohnen			
Erbsen			
Lupinen			

4. In welchen Leistungsbereichen erachten Sie den Einsatz der folgenden Proteinträger für sinnvoll? (mehrere Nennungen möglich)

	6000 kg	7000 -	10.000 kg 8000 kg
Rapsschrot			
Ackerbohnen			
Erbsen			
Lupinen			

5. Für wie bedeutend schätzen Sie die Notwendigkeit ein, Sojaschrot in Zukunft im Kraft-/Leistungsfutter zu ersetzen, in Bezug auf gv-Anteil und Anbauproblematik in Südamerika?

sehr bedeutend

bedeutend

begrenzt notwendig

nicht notwendig

6. Haben Sie Erfahrungen mit kraftfutterloser Fütterung?

Ja Wenn ja, im Bereich welcher Leistungsniveaus?

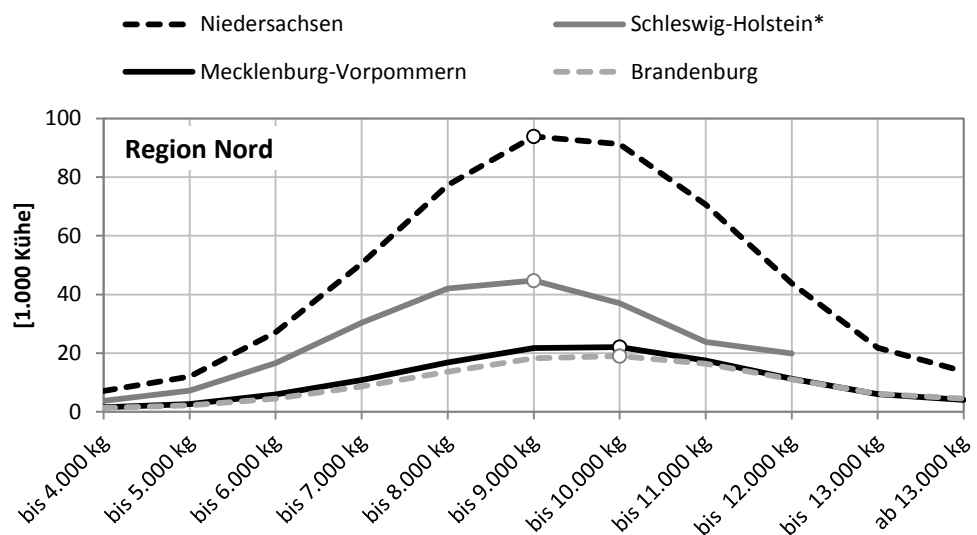
Nein

15.3 Häufigkeitsverteilung einzelner Leistungsniveaus in Deutschland nach Bundesländern

In den folgenden Abbildungen ist jeweils die Anzahl von Kühen einzelner Leistungsstufen dargestellt. Es handelt sich dabei um Daten, die im Rahmen der Milchleistungsprüfung (MLP) erhoben wurden. Ein besonderes Augenmerk ist auf die Beschriftung der Ordinatenachse zu legen. Die MLP-Prüfdichten (Anteil geprüfter Tiere am gesamten Milchviehbestand) 2011 unterscheiden sich in den einzelnen Bundesländern (*Anhang-Tab. 1*), zeigen jedoch, dass die Kurven in den Abbildungen den weitaus größten Teil des Milchviehs darstellen. Wie bereits in *Abschnitt 10.3* erwähnt, ist zu vermuten, dass die nicht geprüften Tiere eher in den unteren Leistungsstufen anzusiedeln sind.

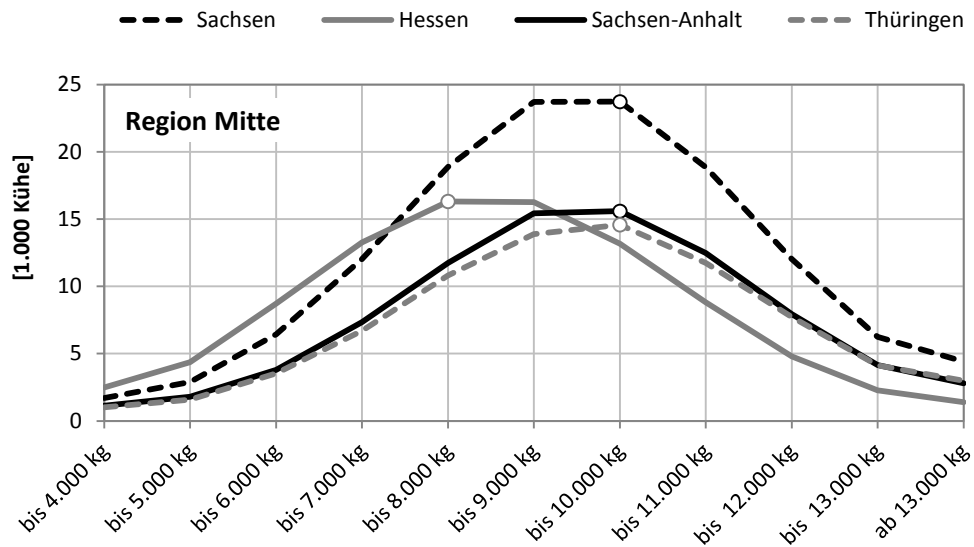
Anhang-Tab. 1: Prüfdichten einzelner Bundesländer der MLP 2011 (eigene Darstellung nach LKV Bayern 2012)

Bundesland	Prüfdichte [%]
Deutschland	84,7
Brandenburg	92,9
Schleswig-Holstein	83,6
Niedersachsen	k.A.
Mecklenburg-Vorpommern	96,8
Thüringen	99,7
Sachsen	96,5
Sachsen-Anhalt	94,1
Nordrhein-Westfalen	83,0
Hessen	84,1
Bayern	78,9
Rheinland-Pfalz	83,9
Saarland	81,5
Baden-Württemberg	82,1

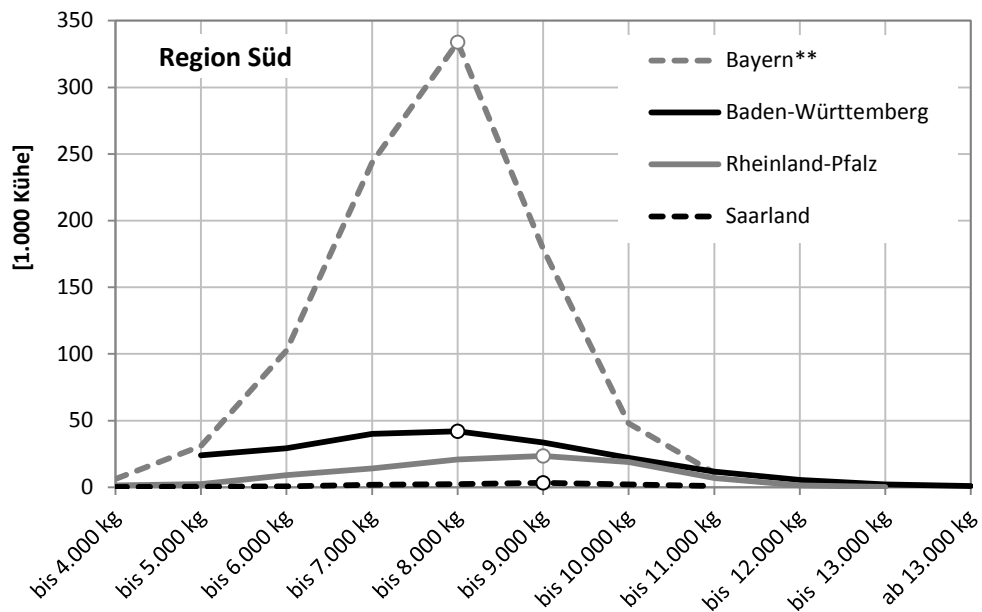


*letzte Kategorie: „ab 11.000 kg“, die Kreise markieren die Leistungsstufe mit den meisten Kühen

Anhang-Abb. 1: Region Nord - Anzahl geprüfter Kühe nach Leistungsstufe, (eigene Darstellung nach vit 2012, LKV SH 2012)



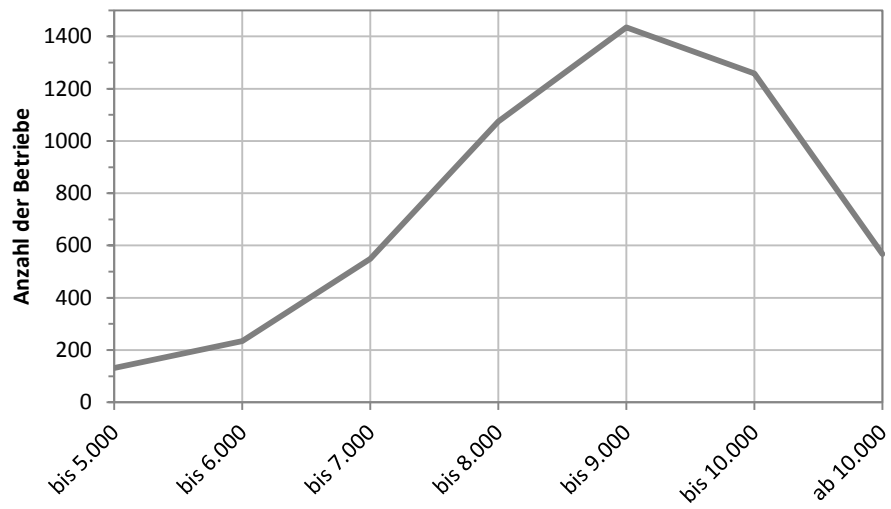
Anhang-Abb. 2: Region Mitte – Anzahl geprüfter Kühe nach Leistungsstufe, die Kreise markieren die Leistungsstufe mit den meisten Kühen (eigene Darstellung nach vit 2012)



**letzte Kategorie: „ab 10.000 kg“, die Kreise markieren die Leistungsstufe mit den meisten Kühen

Anhang-Abb. 3: Region Süd – Anzahl geprüfter Tiere nach Leistungsstufe, (eigene Darstellung nach LKV BW 2012, LKV Bayern 2012, LKV RLP 2012, LKV Saar 2012)

Für Nordrhein-Westfalen stehen aufgrund veränderter Auswertungskriterien seit einigen Jahren keine vergleichbaren Daten mehr zur Verfügung (LKV NRW 2012). Daher ist in *Anhang-Abb. 4* lediglich die Anzahl von Betrieben auf Basis ihrer mittleren Leistungsstufen dargestellt.



Anhang-Abb. 4: Nordrhein-Westfalen – Anzahl der Betriebe nach mittlerer Leistungsstufe (eigene Darstellung nach LKV NRW 2012)

15.4 Material zu den Modellrationsberechnungen

15.4.1 Leistungsfutterzuteilung zur Berechnung der durchschnittlichen Kraftfuttermenge bei 8.000 kg Jahresmilch

Leistungsfutterzuteilung											
Lebendgewicht: 650 - 650 kg Laktations-Nr: 3 - 3 Laktationstag: 90 - 305						Fett: 4,2 - 4,6 % Eiweiß: 3,2 - 3,6 %					
Optimiert nach: nXP						sRfa: 9,5 Kz: 0 GFkg+: 0 FA-Niv.: 3 V-Grad.: 2					
Name	Inhaltstoffe / kg E			Rfa	sRfa	Ca	P	Na	UDP	Ct /	
	Nr	T %	NEL	g	g	g	g	g	g	kg F	10 MJ
Grundration		35	2,25	77	74	2,0	1,3	0,8	8	4,0	17,7
AF											
LF LF RES-V	222	88	7,10	62		3,4	6,4	0,2	56	20,8	29,3

Milch	Anzahl Tiere	AF	LF	KM+:	GR	KFA	FA	Rfa	sRfa	kg Milch aus:			Stärke	
										GF	NEL	nXP		RMB
kg	8	kg F/Tag		kg / Tag	kg T	kg T	kg T	%	%	(NEL)		(g N)	(g / kg T)	
10				1,0	14,3		14,3	22,2	21,3	15,8	15,8	15,7	10	75
12	1			0,9	14,9		14,9	22,2	21,3	16,9	16,9	16,6	11	75
14				0,7	15,4		15,4	22,2	21,3	17,9	17,9	17,5	11	75
16	1			0,5	15,9		15,9	22,2	21,3	19,0	19,0	18,8	12	75
18				0,3	16,4		16,4	22,2	21,3	19,9	19,9	19,6	12	75
20	1			0,1	16,9		16,9	22,2	21,3	20,7	20,7	20,4	12	74
22		0,3		0,0	17,1	0,2	17,3	22,0	21,0	21,5	22,0	22,0	14	79
24	1	1,4		0,0	16,9	1,2	18,2	21,2	19,9	21,2	24,0	24,0	19	96
26		2,5		0,0	16,7	2,3	19,0	20,4	18,8	20,7	26,0	26,1	25	114
28	1	3,8		0,0	16,4	3,4	19,8	19,6	17,7	20,1	28,0	28,3	31	133
30		4,9		0,0	16,1	4,3	20,4	19,0	16,8	19,7	30,0	30,8	37	148
32	1	6,3		0,0	15,5	5,6	21,2	18,2	15,7	18,7	32,0	33,1	44	167
34		7,9		0,0	14,9	7,0	21,9	17,3	14,5	17,4	34,0	35,5	51	188
36	1	8,8		0,0	14,7	7,8	22,5	16,9	13,9	17,3	36,0	38,2	56	199
38	1	10,1		0,0	14,4	8,9	23,3	16,4	13,2	16,6	38,0	40,4	62	212
40		11,3		0,0	14,0	10,0	24,1	15,9	12,5	16,0	40,0	42,7	68	225

15.4.2 Detaillierte Modellrationsberechnungen

1. Ration 6.000 kg Grassilage + KL
2. Ration 6.000 kg Grassilage + RES
3. Ration 6.000 kg Grassilage + SES
4. Ration 6.000 kg Luzerne- und Maissilage + Weizen
5. Ration 6.000 kg Gras- und Maissilage + KL
6. Ration 6.000 kg Gras- und Maissilage + RES
7. Ration 6.000 kg Gras- und Maissilage + SES
8. Ration 8.000 kg Grassilage + KL + RES
9. Ration 8.000 kg Grassilage + RES
10. Ration 8.000 kg Grassilage + SES
11. Ration 8.000 kg Luzerne- und Maissilage + Weizen
12. Ration 8.000 kg Gras- und Maissilage + KL + RES
13. Ration 8.000 kg Gras- und Maissilage + RES
14. Ration 8.000 kg Gras- und Maissilage + SES
15. Ration 10.000 kg Gras- und Maissilage + RES (TMR)
16. Ration 10.000 kg Gras- und Maissilage + SES (TMR)

3. Ration 6.000 kg Grassilage +SES

Tiergruppe: 1 Tierzahl: 60 Anpassung Futtermittel (+ - %): 4,0 %
 Lebendgewicht: (kg) 650 Milchleistung (kg): 20 Fett (%): 4,4
 Ø Laktations-Nr: 3 Ø Laktationstag: 170 Eiweiß (%): 3,5

Futtermittel		Ration / Tier			Gesamtration kg F			Kosten EUR		Stabilität EUR		Waagenstand addiert		
Nr	Name	kg T	kg F	%	Normal	+ 4 %	- 4 %	/Tier	/kg F	Max	Min	kg F	+ 4 %	- 4 %
1130	Grassil. 1. Schn. mittel	16,50	47,14	100,0	2828,6	2941,7	2715,4	1,88	0,040			2829	2942	2715
15 Min	18/2/10/4	0,02	0,02	0,0	1,3	1,3	1,2	0,01	0,450			2830	2943	2717
221	LF SES+W	0,50	0,57	1,2	33,9	35,3	32,6	0,14	0,248			2864	2978	2749
Summe:		17,0	47,7	101	2863,8			2,03				2864	2978	2749

Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL
FA ges. (IST)	17,0	kg T / Tag	Rohfaser	23,6	% der T	Mg	35	29 g
GF-Aufn. (ist)	16,5	kg T / Tag	s. Rohfaser	23,5	% der T	Zn	1.137	851 mg
KF-Aufn. (ist)	0,5	kg T / Tag	Kraftfutter	3,1	% T	Mn	1.589	851 mg
T-Gehalt	35,7	%	Futterkosten 1	2,03	EUR /Tier	Cu	129	170 mg
Energie	108,2	106,2 MJ NEL	Futterkosten 2	10,15	Ct / kg MM	Se	1	5 mg
NEL aus GF	104,0	MJ / Tag	ADF	35,5	%	Co	1	3 mg
Energ.-ges	6,4	MJ NEL /kgT	NDF	58,2	%	J	1	9 mg
Energ.-GF	6,3	MJ NEL /kgT	NFC	11,6	%	Fe	4.214	851 mg
Milch MJ NEL	20,6	kg / Tag	Fett	504	g	S	44	30 g
Milch GF (NEL)	19,3	kg / Tag	Fett	3,0	%	Vit A	16.842	85100 i. E.
XP	2.778	2240 g	Z+St	985	g	Vit D3	1.684	8510 i. E.
XP in der T	16,3	%	Zu + St	5,8	%	Vit E	1.940	635 i. E.
nXP (add)	2.406	2278 g	Zucker	774	g	Niacin	0	mg
nXP (add)	141	g / kg T	Milch Ca	21,3	kg / Tag	A	0,00	(/kg T)
UDP	15,4	%	Milch P	31,3	kg / Tag	B	0,00	(/kg T)
RNB	60	g	Milch Na	43,0	kg / Tag	C	0,00	(/kg T)
Milch nXP	21,6	kg / Tag				D	0,00	(/kg T)
						E	0,00	(/kg T)

4. Ration 6.000 kg Luzerne- und Maissilage +Weizen

Tiergruppe: 1 Tierzahl: 60 Anpassung Futtevorlage (+ - %): 4,0 %
 Lebendgewicht: (kg) 650 Milchleistung (kg): 20 Fett (%): 4,4
 Ø Laktations-Nr.: 3 Ø Laktationstag: 170 Eiweiß (%): 3,5

Futtermittel		Ration / Tier		Gesamtration kg F			Kosten EUR		Stabilität EUR		Waagenstand addiert			
Nr	Name	kg T	kg F	%	Normal	+ 4 %	- 4 %	/Tier	/kg F	Max	Min	kg F	+ 4 %	- 4 %
1150	Luzerne DLG	12,00	34,29	73,8	2057,1	2139,4	1974,9	0,69	0,020			2057	2139	1975
1148	Maissil. Witz	4,00	12,12	26,1	727,3	756,4	698,2	0,43	0,035			2784	2896	2673
9	Viehsalz	0,05	0,05	0,1	3,2	3,4	3,1	0,01	0,150			2788	2899	2676
842	Weizen Witz	1,00	1,14	2,4	68,2	70,9	65,5	0,22	0,190			2856	2970	2742
Summe:		17,1	47,6	102	2855,8			1,34				2856	2970	2742

Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL
FA ges. (IST)	17,1	kg T / Tag	Rohfaser	17,6	% der T	Mg	38	29 g
GF-Aufn. (ist)	16,0	kg T / Tag	s. Rohfaser	3,4	% der T	Zn	110	853 mg
KF-Aufn. (ist)	1,1	kg T / Tag	Krafftutter	6,2	% T	Mn	125	853 mg
T-Gehalt	35,8	%	Futterkosten 1	1,34	EUR /Tier	Cu	17	171 mg
Energie	107,3	106,2 MJ NEL	Futterkosten 2	6,68	Ct / kg MM	Se	0	5 mg
NEL aus GF	98,8	MJ / Tag	ADF	7,0	%	Co	0	3 mg
Energ.-ges	6,3	MJ NEL /kgT	NDF	12,6	%	J	0	9 mg
Energ.-GF	6,2	MJ NEL /kgT	NFC	67,7	%	Fe	382	853 mg
Milch MJ NEL	20,3	kg / Tag	Fett	152	g	S	5	32 g
Milch GF (NEL)	17,8	kg / Tag	Fett	0,9	%	Vit A	0	85250 i. E.
XP	2.970	2240 g	Z+St	2.107	g	Vit D3	0	8525 i. E.
XP in der T	17,4	%	Zu + St	12,4	%	Vit E	234	636 i. E.
nXP (add)	2.347	2279 g	Zucker	85	g	Niacin	0	mg
nXP (add)	138	g / kg T	Milch Ca	47,8	kg / Tag	A	0,00	(/kg T)
UDP	16,2	%	Milch P	22,9	kg / Tag	B	0,00	(/kg T)
RNB	102	g	Milch Na	21,8	kg / Tag	C	0,00	(/kg T)
Milch nXP	20,9	kg / Tag				D	0,00	(/kg T)
						E	0,00	(/kg T)

5. Ration 6.000 kg Gras-und Maissilage +KL

Tiergruppe: 1 Tierzahl: 60 Anpassung Futtermittelnorm (+ - %): 4,0 %
 Lebendgewicht: (kg) 650 Milchleistung (kg): 20 Fett (%): 4,4
 Ø Laktations-Nr: 3 Ø Laktationstag: 170 Eiweiß (%): 3,5

Futtermittel Nr	Name	Ration / Tier		%	Gesamtration kg F			Kosten EUR		Stabilität EUR		Waagenstand addiert		
		kg T	kg F		Normal	+ 4 %	- 4 %	/Tier	/kg F	Max	Min	kg F	+ 4 %	- 4 %
1130	Grassil. 1. Schn. mittel	12,00	34,29	73,7	2057,1	2139,4	1974,9	1,37	0,040			2057	2139	1975
1148	Maissil. Witz	4,00	12,12	26,1	727,3	756,4	698,2	0,43	0,035			2784	2896	2673
15	Min 18/21/0/4	0,09	0,09	0,2	5,7	5,9	5,5	0,04	0,450			2790	2902	2678
228	LF AB+E+W	0,50	0,57	1,2	34,1	35,5	32,7	0,11	0,196			2824	2937	2711
Summe:		16,6	47,1	101	2824,2			1,95				2824	2937	2711

Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL
FA ges. (IST)	16,6	kg T / Tag	Rohfaser	22,0	% der T	Mg	34	29 g
GF-Aufn. (ist)	16,0	kg T / Tag	s. Rohfaser	21,0	% der T	Zn	1.387	830 mg
KF-Aufn. (ist)	0,6	kg T / Tag	Kraftfutter	3,6	% T	Mn	1.561	830 mg
T-Gehalt	35,2	%	Futterkosten 1	1,95	EUR /Tier	Cu	202	166 mg
Energie	106,7	106,2 MJ NEL	Futterkosten 2	9,74	Ct / kg MM	Se	5	5 mg
NEL aus GF	102,4	MJ / Tag	ADF	33,6	%	Co	3	3 mg
Energ.-ges	6,4	MJ NEL /kgT	NDF	55,7	%	J	5	8 mg
Energ.-GF	6,4	MJ NEL /kgT	NFC	17,6	%	Fe	3.459	830 mg
Milch MJ NEL	20,1	kg / Tag	Fett	501	g	S	39	25 g
Milch GF (NEL)	18,9	kg / Tag	Fett	3,0	%	Vit A	75.789	82950 i. E.
XP	2.330	2240 g	Z+St	2.241	g	Vit D3	7.579	8295 i. E.
XP in der T	14,0	%	Zu + St	13,5	%	Vit E	1.729	619 i. E.
nXP (add)	2.294	2265 g	Zucker	614	g	Niacin	0	mg
nXP (add)	138	g / kg T	Milch Ca	21,3	kg / Tag	A	0,00	(/kg T)
UDP	16,4	%	Milch P	26,5	kg / Tag	B	0,00	(/kg T)
RNB	6	g	Milch Na	42,0	kg / Tag	C	0,00	(/kg T)
Milch nXP	20,4	kg / Tag				D	0,00	(/kg T)
						E	0,00	(/kg T)

6. Ration 6.000 kg Gras-und Maissilage +RES

Tiergruppe: 1 Tierzahl: 60 Anpassung Futtervorlage (+ - %): 4,0 %
 Lebendgewicht: (kg) 650 Milchleistung (kg): 20 Fett (%): 4,4
 Ø Laktations-Nr: 3 Ø Laktationstag: 170 Eiweiß (%): 3,5

Futtermittel Nr	Name	Ration / Tier		Gesamtration kg F			Kosten EUR		Stabilität EUR		Waagenstand addiert			
		kg T	kg F	%	Normal	+ 4 %	- 4 %	/Tier	/kg F	Max	Min	kg F	+ 4 %	- 4 %
1130	Grassil. 1. Schn. mittel	12,00	34,29	73,7	2057,1	2139,4	1974,9	1,37	0,040			2057	2139	1975
1148	Maissil. Witz	4,00	12,12	26,1	727,3	756,4	698,2	0,43	0,035			2784	2896	2673
15	Min 18/2/10/4	0,08	0,08	0,2	5,1	5,3	4,9	0,04	0,450			2789	2901	2678
222	LF RES+W	0,50	0,57	1,2	33,9	35,3	32,6	0,12	0,208			2823	2936	2710
Summe:		16,6	47,1	101	2823,4			1,95				2823	2936	2710

Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL
FA ges. (IST)	16,6	kg T / Tag	Rohfaser	22,1	% der T	Mg	35	29 g
GF-Aufn. (ist)	16,1	kg T / Tag	s. Rohfaser	21,0	% der T	Zn	1.328	829 mg
KF-Aufn. (ist)	0,5	kg T / Tag	Krafftutter	3,5	% T	Mn	1.533	829 mg
T-Gehalt	35,2	%	Futterkosten 1	1,95	EUR /Tier	Cu	188	166 mg
Energie	106,4	106,2 MJ NEL	Futterkosten 2	9,75	Ct / kg MM	Se	4	5 mg
NEL aus GF	102,4	MJ / Tag	ADF	33,7	%	Co	3	3 mg
Energ.-ges	6,4	MJ NEL /kgT	NDF	55,9	%	J	4	8 mg
Energ.-GF	6,4	MJ NEL /kgT	NFC	17,3	%	Fe	3.564	829 mg
Milch MJ NEL	20,1	kg / Tag	Fett	503	g	S	37	25 g
Milch GF (NEL)	18,9	kg / Tag	Fett	3,0	%	Vit A	67.368	82900 i. E.
XP	2.341	2240 g	Z+St	2.190	g	Vit D3	6.737	8290 i. E.
XP in der T	14,1	%	Zu + St	13,2	%	Vit E	1.722	618 i. E.
nXP (add)	2.305	2265 g	Zucker	618	g	Niacin	0	mg
nXP (add)	139	g / kg T	Milch Ca	21,1	kg / Tag	A	0,00	(/kg T)
UDP	16,9	%	Milch P	27,1	kg / Tag	B	0,00	(/kg T)
RNB	6	g	Milch Na	40,1	kg / Tag	C	0,00	(/kg T)
Milch nXP	20,5	kg / Tag				D	0,00	(/kg T)
						E	0,00	(/kg T)

9. Ration 8.000 kg Grassilage + RES

Tiergruppe: 1 Tierzahl: 60 Anpassung Futtermittellage (+ - %): 4,0 %
 Lebendgewicht: (kg) 650 Milchleistung (kg): 26 Fett (%): 4,2
 Ø Laktations-Nr.: 3 Ø Laktationstag: 170 Eiweiß (%): 3,4

Futtermittel Nr	Name	Ration / Tier		Gesamtration kg F			Kosten EUR		Stabilität EUR		Waagenstand addiert			
		kg T	kg F	%	Normal	+ 4 %	- 4 %	/Tier	/kg F	Max	Min	kg F	+ 4 %	- 4 %
1120	Grassil. 1. Schn. gut	16,50	47,14	99,8	2828,6	2941,7	2715,4	1,88	0,040			2829	2942	2715
	15 Min 18/210/4	0,10	0,11	0,2	6,3	6,6	6,1	0,05	0,450			2835	2948	2721
222	LF RES+W	2,50	2,83	6,0	169,7	176,5	162,9	0,59	0,208			3005	3125	2884
Summe:		19,1	50,1	106	3004,6			2,52				3005	3125	2884

Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL
FA ges. (IST)	19,1	kg T / Tag	Rohfaser	21,5	% der T	Mg	43	35 g
GF-Aufn. (ist)	16,6	kg T / Tag	s. Rohfaser	20,6	% der T	Zn	1.735	955 mg
KF-Aufn. (ist)	2,5	kg T / Tag	Krafftutter	13,6	% T	Mn	2.038	955 mg
T-Gehalt	38,1	%	Futterkosten 1	2,52	EUR /Tier	Cu	240	191 mg
Energie	127,3	124,7 MJ NEL	Futterkosten 2	9,68	Ct / kg MM	Se	6	6 mg
NEL aus GF	107,3	MJ / Tag	ADF	30,2	%	Co	3	4 mg
Energ.-ges	6,7	MJ NEL /kgT	NDF	47,8	%	J	6	10 mg
Energ.-GF	6,5	MJ NEL /kgT	NFC	21,1	%	Fe	5.011	955 mg
Milch MJ NEL	26,8	kg / Tag	Fett	600	g	S	51	36 g
Milch GF (NEL)	20,8	kg / Tag	Fett	3,1	%	Vit A	84.211	95500 i. E.
XP	3.329	2710 g	Z+St	1.930	g	Vit D3	8.421	9550 i. E.
XP in der T	17,4	%	Zu + St	10,1	%	Vit E	2.134	712 i. E.
nXP (add)	2.833	2758 g	Zucker	872	g	Niacin	0	mg
nXP (add)	148	g / kg T	Milch Ca	29,1	kg / Tag	A	0,00	(/kg T)
UDP	17,0	%	Milch P	41,6	kg / Tag	B	0,00	(/kg T)
RNB	81	g	Milch Na	56,9	kg / Tag	C	0,00	(/kg T)
Milch nXP	27,0	kg / Tag				D	0,00	(/kg T)
						E	0,00	(/kg T)

10. Ration 8.000 kg Grassilage + SES

Tiergruppe: 1 Tierzahl: 60 Anpassung Futtervorlage (+ - %): 4,0 %
 Lebendgewicht: (kg) 650 Milchleistung (kg): 26 Fett (%): 4,2
 Ø Laktations-Nr: 3 Ø Laktationstag: 170 Eiweiß (%): 3,4

Futtermittel		Ration / Tier		Gesamtration kg F			Kosten EUR		Stabilität EUR		Waagenstand addiert			
Nr	Name	kg T	kg F	%	Normal	+ 4 %	- 4 %	/Tier	/kg F	Max	Min	kg F	+ 4 %	- 4 %
1120	Grassil. 1. Schn. gut	16,50	47,14	99,8	2828,6	2941,7	2715,4	1,88	0,040			2829	2942	2715
15	Min 18/2/10/4	0,10	0,11	0,2	6,3	6,6	6,1	0,05	0,450			2835	2948	2721
221	LF SES+W	2,50	2,83	6,0	169,7	176,5	162,9	0,70	0,248			3005	3125	2884
Summe:		19,1	50,1	106	3004,6			2,63				3005	3125	2884

Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL
FA ges. (IST)	19,1	kg T / Tag	Rohfaser	21,3	% der T	Mg	42	35 g
GF-Aufn. (ist)	16,6	kg T / Tag	s. Rohfaser	20,6	% der T	Zn	1.725	955 mg
KF-Aufn. (ist)	2,5	kg T / Tag	Krafftutter	13,6	% T	Mn	2.004	955 mg
T-Gehalt	38,1	%	Futterkosten 1	2,63	EUR /Tier	Cu	251	191 mg
Energie	128,4	124,7 MJ NEL	Futterkosten 2	10,11	Ct / kg MM	Se	6	6 mg
NEL aus GF	107,3	MJ / Tag	ADF	29,6	%	Co	4	4 mg
Energ.-ges	6,7	MJ NEL /kgT	NDF	47,0	%	J	6	10 mg
Energ.-GF	6,5	MJ NEL /kgT	NFC	21,6	%	Fe	4.571	955 mg
Milch MJ NEL	27,1	kg / Tag	Fett	592	g	S	49	36 g
Milch GF (NEL)	20,8	kg / Tag	Fett	3,1	%	Vit A	84.211	95500 i. E.
XP	3.415	2710 g	Z+St	1.956	g	Vit D3	8.421	9550 i. E.
XP in der T	17,9	%	Zu + St	10,2	%	Vit E	2.112	712 i. E.
nXP (add)	2.858	2758 g	Zucker	898	g	Niacin	0	mg
nXP (add)	150	g / kg T	Milch Ca	27,4	kg / Tag	A	0,00	(/kg T)
UDP	16,8	%	Milch P	37,8	kg / Tag	B	0,00	(/kg T)
RNB	91	g	Milch Na	56,7	kg / Tag	C	0,00	(/kg T)
Milch nXP	27,3	kg / Tag				D	0,00	(/kg T)
						E	0,00	(/kg T)

11. Ration 8.000 kg Luzerne- und Maissilage + Weizen

Tiergruppe: 1 Tierzahl: 60 Anpassung Futtermenge (+ - %): 4,0 %
 Lebendgewicht: (kg) 650 Milchleistung (kg): 26 Fett (%): 4,2
 Ø Laktations-Nr: 3 Ø Laktationstag: 170 Eiweiß (%): 3,4

Futtermittel		Ration / Tier		Gesamtration kg F			Kosten EUR		Stabilität EUR		Waagenstand addiert			
Nr	Name	kg T	kg F	%	Normal	+ 4 %	- 4 %	/Tier	/kg F	Max	Min	kg F	+ 4 %	- 4 %
1150	Luzerne DLG	11,00	31,43	72,0	1885,7	1961,1	1810,3	0,63	0,020			1886	1961	1810
1148	Maissil. Witz	4,00	12,12	27,8	727,3	756,4	698,2	0,43	0,035			2613	2718	2508
9	Viehsalz	0,07	0,08	0,2	4,5	4,7	4,3	0,01	0,150			2618	2722	2513
842	Weizen Witz	4,00	4,55	10,4	272,7	283,6	261,8	0,86	0,190			2890	3006	2775
Summe:		19,1	48,2	110	2890,2			1,93				2890	3006	2775

Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL
FA ges. (IST)	19,1	kg T / Tag	Rohfaser	15,2	% der T	Mg	39	35 g
GF-Aufn. (ist)	15,1	kg T / Tag	s. Rohfaser	3,0	% der T	Zn	201	954 mg
KF-Aufn. (ist)	4,0	kg T / Tag	Krafftutter	21,3	% T	Mn	229	954 mg
T-Gehalt	39,6	%	Futterkosten 1	1,93	EUR /Tier	Cu	30	191 mg
Energie	126,8	124,7 MJ NEL	Futterkosten 2	7,42	Ct / kg MM	Se	0	6 mg
NEL aus GF	92,8	MJ / Tag	ADF	6,8	%	Co	0	4 mg
Energ.-ges	6,7	MJ NEL /kgT	NDF	13,3	%	J	1	10 mg
Energ.-GF	6,2	MJ NEL /kgT	NFC	67,4	%	Fe	568	954 mg
Milch MJ NEL	26,6	kg / Tag	Fett	212	g	S	6	34 g
Milch GF (NEL)	16,5	kg / Tag	Fett	1,1	%	Vit A	0	95350 i. E.
XP	3.173	2710 g	Z+St	4.192	g	Vit D3	0	9535 i. E.
XP in der T	16,6	%	Zu + St	22,0	%	Vit E	336	711 i. E.
nXP (add)	2.726	2757 g	Zucker	184	g	Niacin	0	mg
nXP (add)	143	g / kg T	Milch Ca	42,4	kg / Tag	A	0,00	(/kg T)
UDP	16,8	%	Milch P	26,6	kg / Tag	B	0,00	(/kg T)
RNB	75	g	Milch Na	31,7	kg / Tag	C	0,00	(/kg T)
Milch nXP	25,6	kg / Tag				D	0,00	(/kg T)
						E	0,00	(/kg T)

13. Ration 8.000 kg Gras- und Maissilage + RES

Tiergruppe: 1 Tierzahl: 60 Anpassung Futtermenge (+ - %): 4,0 %
 Lebendgewicht: (kg) 650 Milchleistung (kg): 26 Fett (%): 4,2
 Ø Laktations-Nr.: 3 Ø Laktationstag: 170 Eiweiß (%): 3,4

Futtermittel Nr	Name	Ration / Tier		Gesamtration kg F			Kosten EUR		Stabilität EUR		Waagenstand addiert			
		kg T	kg F	%	Normal	+ 4 %	- 4 %	/Tier	/kg F	Max	Min	kg F	+ 4 %	- 4 %
1120	Grassil. 1. Schn. gut	12,50	35,71	74,4	2142,9	2228,6	2057,1	1,43	0,040			2143	2229	2057
1149	Maissil. Witz	4,00	12,12	25,3	727,3	756,4	698,2	0,43	0,035			2870	2985	2755
15	Min 18/2/10/4	0,14	0,15	0,3	8,8	9,2	8,5	0,07	0,450			2879	2994	2764
222	LF RES+W	2,50	2,83	5,9	169,7	176,5	162,9	0,59	0,208			3049	3171	2927
Summe:		19,1	50,8	106	3048,7			2,51				3049	3171	2927

Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL
FA ges. (IST)	19,1	kg T / Tag	Rohfaser	20,2	% der T	Mg	43	35 g
GF-Aufn. (ist)	16,6	kg T / Tag	s. Rohfaser	18,6	% der T	Zn	1.827	957 mg
KF-Aufn. (ist)	2,5	kg T / Tag	Krafftutter	13,8	% T	Mn	1.937	957 mg
T-Gehalt	37,7	%	Futterkosten 1	2,51	EUR /Tier	Cu	278	191 mg
Energie	128,1	124,7 MJ NEL	Futterkosten 2	9,64	Ct / kg MM	Se	8	6 mg
NEL aus GF	108,1	MJ / Tag	ADF	29,2	%	Co	5	4 mg
Energ.-ges	6,7	MJ NEL /kgT	NDF	47,3	%	J	8	10 mg
Energ.-GF	6,5	MJ NEL /kgT	NFC	24,7	%	Fe	4.376	957 mg
Milch MJ NEL	27,0	kg / Tag	Fett	600	g	S	45	32 g
Milch GF (NEL)	21,0	kg / Tag	Fett	3,1	%	Vit A	117.895	95700 i. E.
XP	2.969	2710 g	Z+St	3.162	g	Vit D3	11.789	9570 i. E.
XP in der T	15,5	%	Zu + St	16,5	%	Vit E	1.937	714 i. E.
nXP (add)	2.803	2759 g	Zucker	744	g	Niacin	0	mg
nXP (add)	146	g / kg T	Milch Ca	27,6	kg / Tag	A	0,00	(/kg T)
UDP	18,3	%	Milch P	37,3	kg / Tag	B	0,00	(/kg T)
RNB	28	g	Milch Na	51,1	kg / Tag	C	0,00	(/kg T)
Milch nXP	26,6	kg / Tag				D	0,00	(/kg T)
						E	0,00	(/kg T)

14. Ration 8.000 kg Gras- und Maissilage + SES

Tiergruppe: 1 Tierzahl: 60 Anpassung Futtermvorlage (+ - %): 4,0 %
 Lebendgewicht: (kg) 650 Milchleistung (kg): 26 Fett (%): 4,2
 Ø Laktations-Nr: 3 Ø Laktationstag: 170 Eiweiß (%): 3,4

Futtermittel Nr	Name	Ration / Tier		Gesamtration kg F			Kosten EUR		Stabilität EUR		Waagenstand addiert			
		kg T	kg F	%	Normal	+ 4 %	- 4 %	/Tier	/kg F	Max	Min	kg F	+ 4 %	- 4 %
1129	Grassil. f. Schn. gut	12,50	35,71	74,4	2142,9	2228,6	2057,1	1,43	0,040			2143	2229	2057
1148	Maissil. Witz	4,00	12,12	25,3	727,3	756,4	698,2	0,43	0,035			2870	2985	2755
15	Min 18/2/10/4	0,15	0,16	0,3	9,5	9,9	9,1	0,07	0,450			2880	2995	2764
221	LF SES+W	2,50	2,83	5,9	169,7	176,5	162,9	0,70	0,248			3049	3171	2927
Summe:		19,2	50,8	106	3049,3			2,62				3049	3171	2927

Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL
FA ges. (IST)	19,2	kg T / Tag	Rohfaser	20,0	% der T	Mg	42	35 g
GF-Aufn. (ist)	16,7	kg T / Tag	s. Rohfaser	18,5	% der T	Zn	1.881	958 mg
KF-Aufn. (ist)	2,5	kg T / Tag	Krafftutter	13,8	% T	Mn	1.945	958 mg
T-Gehalt	37,7	%	Futterkosten 1	2,62	EUR /Tier	Cu	302	192 mg
Energie	129,2	124,7 MJ NEL	Futterkosten 2	10,08	Ct / kg MM	Se	8	6 mg
NEL aus GF	108,1	MJ / Tag	ADF	28,6	%	Co	5	4 mg
Energ.-ges	6,7	MJ NEL /kgT	NDF	46,5	%	J	9	10 mg
Energ.-GF	6,5	MJ NEL /kgT	NFC	25,2	%	Fe	3.947	958 mg
Milch MJ NEL	27,3	kg / Tag	Fett	592	g	S	43	33 g
Milch GF (NEL)	21,0	kg / Tag	Fett	3,1	%	Vit A	126.316	95750 i. E.
XP	3.055	2710 g	Z+St	3.188	g	Vit D3	12.632	9575 i. E.
XP in der T	16,0	%	Zu + St	16,6	%	Vit E	1.931	714 i. E.
nXP (add)	2.828	2760 g	Zucker	770	g	Niacin	0	mg
nXP (add)	148	g / kg T	Milch Ca	26,6	kg / Tag	A	0,00	(/kg T)
UDP	18,0	%	Milch P	33,7	kg / Tag	B	0,00	(/kg T)
RNB	38	g	Milch Na	52,9	kg / Tag	C	0,00	(/kg T)
Milch nXP	26,9	kg / Tag				D	0,00	(/kg T)
						E	0,00	(/kg T)

15. Ration 10.000 kg Gras- und Maissilage + RES (TMR)

Tiergruppe: 1 Tierzahl: 60 Anpassung Futtermenge (+ - %): 4,0 %
 Lebendgewicht: (kg) 650 Milchleistung (kg): 34 Fett (%): 4
 Ø Laktations-Nr: 3 Ø Laktationstag: 170 Eiweiß (%): 3,3

Futtermittel Nr	Name	Ration / Tier		%	Gesamtration kg F			Kosten EUR		Stabilität EUR		Waagenstand addiert		
		kg T	kg F		Normal	+ 4 %	- 4 %	/Tier	/kg F	Max	Min	kg F	+ 4 %	- 4 %
1129	Grassil. 1. Schn. gut	8,50	24,29	55,1	1457,1	1515,4	1398,9	0,97	0,040			1457	1515	1399
1148	Maissil. Witz	3,00	9,09	20,6	545,5	567,3	523,6	0,32	0,035			2003	2083	1922
15	Min 18/210/4	0,08	0,08	0,2	5,1	5,3	4,9	0,04	0,450			2008	2088	1927
231	LF 10000 RES+TS+W	9,45	10,61	24,1	636,4	661,9	611,0	1,95	0,184			2644	2750	2538
Summe:		21,0	44,1	100	2644,1			3,28				2644	2750	2538

Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL
FA ges. (IST)	21,0	kg T / Tag	Rohfaser	18,0	% der T	Mg	52	41 g
GF-Aufn. (ist)	11,6	kg T / Tag	s. Rohfaser	11,7	% der T	Zn	1.412	1052 mg
KF-Aufn. (ist)	9,5	kg T / Tag	Krafftutter	45,3	% T	Mn	1.730	1052 mg
T-Gehalt	47,7	%	Futterkosten 1	3,28	EUR /Tier	Cu	225	210 mg
Energie	148,3	149,1 MJ NEL	Futterkosten 2	9,65	Ct / kg MM	Se	6	6 mg
NEL aus GF	75,4	MJ / Tag	ADF	25,7	%	Co	5	4 mg
Energ.-ges	7,1	MJ NEL /kgT	NDF	41,5	%	J	11	11 mg
Energ.-GF	6,5	MJ NEL /kgT	NFC	31,4	%	Fe	6.669	1052 mg
Milch MJ NEL	33,7	kg / Tag	Fett	541	g	S	51	38 g
Milch GF (NEL)	11,5	kg / Tag	Fett	2,6	%	Vit A	67.368	105150 i. E.
XP	3.524	3322 g	Z+St	4.080	g	Vit D3	6.737	10515 i. E.
XP in der T	16,8	%	Zu + St	19,4	%	Vit E	1.430	784 i. E.
nXP (add)	3.401	3355 g	Zucker	999	g	Niacin	0	mg
nXP (add)	162	g / kg T	Milch Ca	33,0	kg / Tag	A	0,00	(/kg T)
UDP	26,1	%	Milch P	43,7	kg / Tag	B	0,00	(/kg T)
RNB	22	g	Milch Na	31,6	kg / Tag	C	0,00	(/kg T)
Milch nXP	34,6	kg / Tag				D	0,00	(/kg T)
						E	0,00	(/kg T)

16. Ration 10.000 kg Gras- und Maissilage + SES (TMR)

Tiergruppe: 1 Tierzahl: 60 Anpassung Futtermittelvorgabe (+ - %): 4,0 %
 Lebendgewicht (kg): 650 Milchleistung (kg): 34 Fett (%): 4
 Ø Laktations-Nr.: 3 Ø Laktationstag: 170 Eiweiß (%): 3,3

Futtermittel Nr	Name	Ration / Tier		Gesamtration kg F			Kosten EUR		Stabilität EUR		Waagenstand addiert			
		kg T	kg F	%	Normal	+ 4 %	- 4 %	/Tier	/kg F	Max	Min	kg F	+ 4 %	- 4 %
1129	Grassil. 1. Schn. gut	8,50	24,29	55,0	1457,1	1515,4	1398,9	0,97	0,040			1457	1515	1399
1148	Maissil. Witz	3,00	9,09	20,6	545,5	567,3	523,6	0,32	0,035			2003	2083	1922
15 Min	18/2/10/4	0,20	0,21	0,5	12,6	13,1	12,1	0,09	0,450			2015	2096	1935
230	LF 10000 SES+TS+W	9,45	10,61	24,0	636,4	661,9	611,0	2,27	0,214			2652	2758	2546
Summe:		21,2	44,2	100	2651,6			3,65				2652	2758	2546

Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL	Kennwert	IST	SOLL
FA ges. (IST)	21,2	kg T / Tag	Rohfaser	17,4	% der T	Mg	53	42 g
GF-Aufn. (ist)	21,2	kg T / Tag	s. Rohfaser	11,6	% der T	Zn	2.143	1058 mg
KF-Aufn. (ist)	0,0	kg T / Tag	Krafftutter	45,6	% T	Mn	2.138	1058 mg
T-Gehalt	47,9	%	Futterkosten 1	3,65	EUR /Tier	Cu	409	212 mg
Energie	151,5	149,1 MJ NEL	Futterkosten 2	10,74	Ct / kg MM	Se	12	6 mg
NEL aus GF	151,5	MJ / Tag	ADF	24,0	%	Co	8	4 mg
Energ.-ges	7,2	MJ NEL /kgT	NDF	39,2	%	J	17	11 mg
Energ.-GF	7,2	MJ NEL /kgT	NFC	32,4	%	Fe	5.555	1058 mg
Milch MJ NEL	34,7	kg / Tag	Fett	518	g	S	46	40 g
Milch GF (NEL)	34,7	kg / Tag	Fett	2,5	%	Vit A	168.421	105750 i. E.
XP	3.768	3322 g	Z+St	4.154	g	Vit D3	16.842	10575 i. E.
XP in der T	17,8	%	Zu + St	19,6	%	Vit E	1.557	789 i. E.
nXP (add)	3.472	3359 g	Zucker	1.073	g	Niacin	0	mg
nXP (add)	164	g / kg T	Milch Ca	37,1	kg / Tag	A	0,00	(/kg T)
UDP	25,8	%	Milch P	35,0	kg / Tag	B	0,00	(/kg T)
RNB	50	g	Milch Na	55,0	kg / Tag	C	0,00	(/kg T)
Milch nXP	35,5	kg / Tag				D	0,00	(/kg T)
						E	0,00	(/kg T)



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 | info@wwf.de

WWF Deutschland

Reinhardtstr. 14
10117 Berlin | Germany

Tel.: +49(0)30 311 777 0
Fax: +49(0)30 311 777 199