



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Landschaftsarchitektur

Fachgebiet: Tierernährung und Futtermittelkunde
Prof. Dr. Anke Schuldt

Studienarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Bachelors of Science
(B.Sc.)

Verwendungsmöglichkeiten des Nebenproduktes Rapskuchen aus der Ölmühle Anklam in der Milchviehfütterung

Jette Weigel

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2008-0150-0

Betreuer:
Prof. Dr. Anke Schuldt
Dr. Helmut Aniol

Untersuchungsbetrieb:
Ölmühle Anklam
Am Bollwerk 6
17389 Anklam

September 2008

Gliederung

Abkürzungsverzeichnis	4
Begriffserklärung	7
1. Einleitung und Zielsetzung.....	9
1.1. Einleitung	9
1.2. Zielsetzung	10
2. Stand des Wissens	11
2.1. Raps als Kulturpflanze	11
2.1.1. Die botanischen Eigenschaften von Raps	11
2.1.2. Der Rapsanbau und Markt.....	12
2.1.3. Die Geschichte des 0-Raps und 00-Raps	13
2.1.4. Die Verwendungsmöglichkeiten von Raps	14
2.2. Die Ölmühlen in Deutschland	15
2.2.1. Verfahren zur Herstellung von Rapsöl.....	16
2.2.2. Die Kaltpressung	17
2.2.3. Das Extraktionsverfahren	18
2.2.4. Die Warmpressung	19
2.2.5. Die Haupt- und Nebenprodukte der Ölherstellung	20
2.2.5.1. Rapsöl.....	20
2.2.5.2. Rapskuchen.....	20
2.2.5.3. Rapsextraktionsschrot	21
2.2.5.4. Raproplus® und Rapass®.....	22
2.3. Milchviehhaltung in Deutschland und Mecklenburg-Vorpommern	23
2.3.1. Die Besonderheit des Laktations-Gravitäts-Zyklus	23
2.3.2. Die Konditionsbeurteilung durch BCS	24
2.3.3. Die Bedeutung des Rohfettes für den tierischen Organismus.....	26
2.3.4. Bedarfswerte für die Milchkuh	26
2.3.5. Die Energieversorgung.....	27
2.3.6. Die Eiweißversorgung.....	28
2.3.7. Der Bedarf an UDP	29
2.3.8. Der Bedarf an essentiellen Aminosäuren	30
2.3.9. Die Fütterung des Milchrindes zu Beginn der Laktation.....	31
2.4. Futtermittel in der Milchviehfütterung.....	34
2.4.1. Rapskuchen als Futtermittel	38
2.4.1.1. Rohfett im Rapskuchen	38
2.4.1.2. Rohprotein im Rapskuchen.....	39
2.4.1.3. Glucosinolatgehalt	40
2.4.2. Vergleich Rapskuchen mit Soja- und Rapsextraktionsschrot	40
2.4.3. Einsatz von Rapskuchen in der Milchviehfütterung	42
2.4.4. Substitutionsmöglichkeiten von Rapskuchen.....	43
3. Eigene Datenerhebung und Methoden	45
3.1. Herstellung von Rapskuchen in der ÖLA	45
3.2. Die Datensammlung.....	46
3.3. Die Datenverarbeitung in Excel	46
3.4. Das Programm Profeed 4.5	46
3.5. Erstellung der Rationen mit Profeed	47

4.	Ergebnisse	49
4.1.	Ergebnisse der Datenanalyse.....	49
4.2.	Ergebnisse der Rationsberechnung	52
4.2.1.	Ergebnisse der Rationen mit Sojaextraktionsschrot und Rapskuchen aus der ÖLA	52
4.2.2.	Auswirkungen von Schwankungsbreiten im Fettgehalt von Rapskuchen	53
5.	Diskussion	57
5.1.	Schwankungen der Gehalte an Inhaltsstoffe	57
5.1.1.	Schwankungen der Gehalte an Inhaltsstoffe im Rapskuchen der ÖLA	57
5.1.2.	Schwankungen der Inhaltsstoffe in den Rapskuchenvarianten für die Rationsberechnung	60
5.2.	Rationsgestaltung	60
5.2.1.	Die Substitution von Sojaextraktionsschrot durch den Rapskuchen der ÖLA	60
5.2.2.	Schwankungen des Rohfettgehalts im Rapskuchen	63
6.	Schlussfolgerung	68
6.1.	Schlussfolgerungen Laktationsbeginn.....	68
6.2.	Schlussfolgerung Rapskuchen.....	68
6.3.	Die Substitution von Sojaextraktionsschrot durch den Rapskuchen der ÖLA	70
7.	Zusammenfassung.....	71
	Eidesstattlicheerklärung	72
	Abbildungsverzeichnis.....	73
	Tabellenverzeichnis.....	74
	Literaturverzeichnis.....	75
	ANHANG.....	81

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ADP	saure Detergentien Faser
B.Sc.	Bachelor of Science
BCS	Body-Condition-Score
bXS	beständige Stärke
bzw.	Beziehungsweise
c.p.	Certeris paribus (unter sonst gleichen Bedingungen)
Ca	Calcium
ca.	Circa
cm	Zentimeter
Co.KG	Kommanditgesellschaft
Cyst.	Cystein
d.h.	das heißt
Dr.	Doktor
Dt	Deutschland
e.V.	eingetragener Verein
EK	Einzelkomponente
Energ.-GF	Energiekonzentration Grundfutter
Energ.-KF	Energiekonzentration Kraftfutter
EU	Europäische Union
EUR	Euro
EV	Elevator
F	Feuchtfutter
g	Gramm
GF	Grundfutter
GFA	Grundfutteraufnahme
GF-Aufn.	Grundfutteraufnahme
GFP	Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Point
IFIS	International Feed Safety Alliance
ISO	International Standard Organisation

Jh	Jahrhundert
K	Konditionierer
KF-Aufn.	Kraftfutteraufnahme
kg	Kilogramm
km	Kilometer
LKV	Leistungs- und Kontrollverband
LM	Lebendmasse
MATIF	Marche A Terme d'Instruments Financiers
Max.	Maximum
MES	Metabolizable Energy (Umsetzbare Energie)
Meth.	Methionin
MF	Mineralfutter
Mg	Magnesium
Min.	Minimum
Mio	Millionen
MJ	Mega Joule
mm	Millimeter
MV	Mecklenburg-Vorpommern
Na	Natrium
NEL	Netto-Energie-Laktation
NMR	Nuklear-Magnetic-Resonanz
NP	Nachpressen
nXP	nutzbares Rohprotein am Dünndarm
ÖLA	Ölmühle Anklam
OS	Organische Substanz
P	Phosphor
Prof.	Professor/in
RaKu	Rapskuchen
Res	Rapsextraktionsschrot
RFD	Rückenfettdicke
RNB	Ruminale Stickstoffbilanz
s Rfa	Strukturierte Rohfaser
Ses	Sojaextraktionsschrot
SW	Strukturwert

T	Trockenmasse
t	Tonnen
Tab.	Tabelle
T-Gehalt	Trockensubstanz-Gehalt
TKF	Trogkettenförderer
TKG	Tausendkorngewicht
TMR	Totale Mischration
UDP	Pansenbeständiges Rohprotein
Ufop	Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
XS	Stärke
XZ	Zucker
z.B.	zum Beispiel
ZMP	Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle
Zu-St	Zucker zu Stärke
μmol	Mikromol

Begriffserklärung

Bleichung: Die Bleichung führt zur Aufhellung von Stoffgemischen. Oft werden dafür Chemikalien oder verschiedene Strahlungen verwendet [WERMKE ET AL., 2005].

Bypass-Protein: Ist ein Synonym für UDP und beschreibt pansenstabiles Eiweiß. Das Eiweiß wird erst im Dünndarm verdaut und ist damit die zweite wichtige Eiweißquelle der Wiederkäuer neben dem Mikrobenprotein [SÜDEKUM, 2001].

Dekantierung: Damit wird der Trennvorgang von einer Flüssigkeit und dem darin enthaltenen Bodensatz beschrieben. Es ist ein Abgießen der oberen Flüssigkeit [WERMKE ET AL., 2005].

Desodierung: Ist die Beseitigung, Milderung, Überdeckung von schlechtem und unangenehmem Geruch [WERMKE ET AL., 2005].

Entschleimung: Damit wird die Trennung von zwei Flüssigkeiten unterschiedlicher Viskosität bezeichnet [WERMKE ET AL., 2005].

Expeller: Ist ein Synonym für Rapskuchen. Der Begriff wird vor allem in alter Literatur verwendet [POHL, 2008].

Filtration: Ist ein Verfahren zum Trennen von festen Stoffen und Flüssigkeiten. Oft werden dafür Filter verschiedener Größe eingesetzt [WERMKE ET AL., 2005].

Grundfutter (Wirtschaftsfutter): Mit Grundfutter wird das wirtschaftseigene Futter bezeichnet, das sowohl wasserreiche Futterstoffe wie Grünfutter und anderes Saftfutter, als auch trockenes Raufutter umfasst [ALSING, 2002].

Hybridsorten: Hybridsorten sind Gebrauchskreuzungen, die aus Linienkreuzungen hervorgehen. Durch Inzuchtprogramme werden die Liniensorten erschaffen und anschließend miteinander gekreuzt. Die Nachkommen können den Heterosiseffekt aufweisen. D.h. die Leistung der Nachkommen ist höher als die der Elterngeneration [ALSING, 2002].

Kraftfutter: Sind Futtermittel mit einem höheren Energiewert und höherer Nährstoffkonzentration als Grundfuttermittel. Grundlage für Kraftfutter können sein: Getreide, Körnermais, Trockenschnitzel, Mühlennachprodukte, Kartoffelflocken, Ölkuchen und fertige Industriemischungen [ALSING, 2002].

Mikromol: Mol bezeichnet eine definierte Stoffmenge. Es ist eine wichtige Mengenangabe bei chemischen Reaktionen. Mikro ist ein Einheitenvorsatz und dient dazu Vielfache oder Teile von Maßeinheiten zu bilden, um Zahlen mit vielen Stellen zu vermeiden. 1 Mikromol bedeutet 0,000.001 mol [WERMKE ET AL., 2005].

Mischfuttermittel: Mischfuttermittel sind wichtige Produktionsmittel in der modernen Tierhaltung mit dem Ziel eine Leistungsfähigen und bedarfsgerechten Fütterung zu gewährleisten. Die Mischfutterindustrie hat sich auf die Produktion von einwandfreien homogenen und haltbaren Mischfuttermittel spezialisiert. Richtlinien im Futtermittelrecht regeln Herstellung, Kontrolle, Zusammensetzung und Kennzeichnung vom Mischfuttermitteln [ALSING, 2002].

Neutralisation: Damit wird die Aufhebung der Säurewirkung durch Zugabe von Basen und umgekehrt [WERMKE ET AL., 2005].

Sedimentation: Damit wird die Ablagerung von Stoffen oder Bodensatzbildung in Flüssigkeiten bezeichnet. Die Flüssigkeit muss sich dafür im Ruhezustand befinden [WERMKE ET AL., 2005].

Trockenschnitte: Dieser Begriff wird als Synonym für Grünfutter verwendet. Dieses wird in getrockneter Form den Tier vorgelegt [PRÖLL UND WIEDNER, 1993]

Trubstoffe: Pflanzenöl, das direkt nach der Ölpressung ohne weitere Verarbeitungsschritte vorliegt, wird als Truböl bezeichnet. Es ist ein zweiphasiges Stoffgemisch aus einer flüssigen Phase (Öl) und einer festen Phase (Partikel). Die feste Phase oder Partikel können auch als Trubstoffe bezeichnet werden [REMMELE, 2005].

1. Einleitung und Zielsetzung

1.1. Einleitung

Der Rapsanbau in Deutschland steigt stetig an und beträgt heute schon 1,5 Mio. ha. Die Durchschnittserträge von 32 dt/ha ermöglichen zurzeit einen Ertrag von 5,3 Mio. t Raps pro Anbaujahr. Davon werden jährlich 4,4 Mio. t Raps in den deutschen Ölmühlen verarbeitet [SCHENK, 2008]. Bei der Herstellung von Rapsöl fällt als Koppelprodukt unter anderem Rapskuchen an. Mit steigendem Verarbeitungsumfang von Rapsöl steigt somit auch die Verfügbarkeit von Rapskuchen. Seit einigen Jahren ist die jährliche Produktion bereits so hoch, dass eine zusätzliche Erschließung des Futtermittelmarktes rentabel ist. Aus diesem Grund könnte eine Verbesserung der Vermarktung von Rapskuchen auch zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Rapsölmühlen beitragen. Schon jetzt führt die Knappheit des Angebotes von Rapsprodukten in Deutschland und auf dem Weltmarkt zur Begrenzung des Preisspielraums nach unten. Die sich ständig ändernden Preisentwicklungen zwingen jedoch Unternehmen dazu, erhebliche Liquiditäts- und Gewinnschwankungen hinzunehmen [SCHENK, 2008]. Daher ist es existenziell von Bedeutung, alle gewinnbringenden Wirtschaftsbereiche im eigenen Unternehmen auszuschöpfen. Die weiterführende Integration von Rapskuchen in der Milchviehfütterung könnte dazu beitragen.

Ein derzeit großes Problem ist die Deklaration der Inhaltsstoffe im Rapskuchen. Futtermittelhersteller sind verpflichtet bestimmte Komponenten auszuweisen. Diese können jedoch laut WEIß (2003) aus tierphysiologischer Sicht als unzureichend angesehen werden. Besonders die vorhandenen großen Schwankungsbreiten z.B. im Glucosinolatgehalt beeinflussen die Einsatzmöglichkeiten von Rapskuchen erheblich. Dieser wird im Rapskuchen jedoch nicht deklariert.

Eine deutlichere Ausschreibung der Inhaltsstoffe könnte Rapskuchen zu einem wirtschaftlich wichtigen Eiweißfuttermittel aufsteigen lassen. Eiweißfuttermittel in Milchviehrationen werden zum großen Teil immer noch aus Sojabohnen gewonnen. Die Sojapflanze ist in Deutschland nicht anbaufähig und muss daher importiert werden. Dadurch können sich erhöhte Futtermittelkosten und eine Beeinflussung der Wirtschaftlichkeit vieler vor- und nachgelagerter Bereiche ergeben. Es ist aber möglich, mit Rapsprodukten und anderen einheimischen Komponenten wie Körnerleguminosen, Ackerfutter, Trebern und Grünlandprodukten eine tiergerechte und dem Leistungsbedarf entsprechende Ration aus regionalen Futtermitteln herzustellen.

1.2. Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es die individuellen Einsatzmöglichkeiten des Nebenproduktes Rapskuchen aus der Ölmühle Anklam in der Milchviehfütterung aufzuzeigen. Die ersten 100 Laktationstage sind dabei Betrachtungsmittelpunkt. In diesem Zeitraum besteht ein hoher Energie- und Eiweißbedarf besteht. Folglich werden besonders die Energie- und Eiweißkomponenten des Rapskuchens näher betrachtet, um festzustellen ob eine Bedarfsdeckung möglich ist. Hierzu wird die Wechselwirkung zwischen der Energieversorgung und Konditionierung eines Tieres einbezogen. Durch eine falsche Konditionierung können sich hohe variablen Futterkosten und gesundheitsschädigende Folgen ergeben.

Ermöglicht wird dies durch eine eingehende Auswertung der Analysedaten aus der Ölmühle Anklam und dem Vergleich mit Literaturwerten. Weiterhin sollen mit dem Futterprogramm Profeed Version 4.5 Vergleichsrationen erstellt werden, welche die Verwendung von Rapskuchen und regionalen Futtermitteln in den Vordergrund stellen. Diese Rationen sollen aufzeigen inwieweit eine Substitution von Sojaprodukten möglich ist und welche Folgen damit verbunden sein könnten.

Dementsprechend werden nicht nur Sachverhalte wiedergegeben, wie z.B. dass Rapskuchen ein hochwertiger Eiweiß- und Energielieferant ist, sondern auch eine genauere Betrachtung der Schwankungsbreiten von Inhaltsstoffen und Qualität des Rapskuchens sowie die sich daraus ergebenden Folgen für die Milchviehfütterung, Tiergesundheit und Milchleistung vorgenommen.

2. Stand des Wissens

2.1. Raps als Kulturpflanze

Raps wurde erst im späten Mittelalter in Kultur genommen. Wahrscheinlich ist er aus einer Kreuzung zwischen dem Wilden Gemüsekohl (*Brassica oleracea*) und Rübsen (*Brassica rapa*) im Mittelmeerraum hervorgegangen. Der erste Anbau erfolgte im 15. Jh. in den Niederlanden. Von dort breitete er sich im 16. Jh. vor allem im Küstenraum Deutschlands aus. Erst Anfang des 19. Jh. weitete sich der Rapsanbau auch in Thüringen, Sachsen und Schlesien aus [ALSING, 2002].

2.1.1. Die botanischen Eigenschaften von Raps

Raps (*Brassica napus* L.) ist eine ertragreiche Ölfrucht aus der Familie der Kreuzblütler und der Gattung *Brassica* [ALSING, ET AL, 2002], welche in erster Linie der Gewinnung von Öldient. Es ist eine einjährige krautige Pflanze mit aufrechter verzweigter Sprossachse. Sie kann eine Wuchshöhe von 30 bis 150 cm erreichen. Die Blätter sind von grauer Farbe und teilweise leicht behaart. Die Wurzel ist fleischig und pfahlähnlich. Der blau-schwarze bis braunschwarze Rapssamen ist rund und besitzt einen Durchmesser von 1,8 bis 2,8 mm [MÜNZERT UND HÜFFMEIER, 1998].

Das Tausendkorngewicht (TKG) beträgt je nach Sorte und Qualität 4 – 6 g. Der Schalenanteil wird mit 16% bemessen, der etwa 30% - 40% Lignin beinhaltet. Bei einem Feuchtgehalt von 7% werden in der OS ein Rohproteingehalt von 25%, ein Rohfasergehalt von 5%, ein Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen von 20% und 5% Asche als Durchschnitt angenommen. Der Ölgehalt eines normalen Rapssamens liegt bei 40% - 50% in der OS. Dieser setzt sich unter anderem aus 10% - 20% Linolsäure, 20% - 26% Linolensäure sowie 6% - 8% gesättigten Fettsäuren zusammen [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007]. Im Samen sind ebenfalls die Sekundärinhaltsstoffe Glucosinolate enthalten. In Abhängigkeit von der Sorte liegt der durchschnittliche Glucosinolatgehalt zwischen <18 µmol/g und 30 µmol/g in der T [MÜNZERT UND HÜFFMEIER, 1998].

Aufgrund dieser Inhaltsstoffe und Zusammensetzung besitzt Raps eine vielseitige Verwendungsmöglichkeit und findet Absatz im Bereich der Speiseöle, technischen Öle und Futtermittel [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].

2.1.2. Der Rapsanbau und Markt

In der Europäischen Union (EU 27) wurden (2005/2006) 15,5 Mio. t. Raps erzeugt, wobei Deutschland das Rapsproduktionsland Nummer Eins ist. Die Anbaufläche ist in den vergangenen Jahren stark gestiegen und beträgt heute 1,5 Mio. ha. Auch die Erträge stiegen von 25 dt/ha um 48% auf 40 - 50 dt/ha an. Die Bundesländer mit dem umfassendsten Rapsanbau sind auch heute noch Sachsen, Thüringen, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig Holstein [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].

Seit 1990 ist Raps nach der Sojabohne weltweit die zweitwichtigste Ölpflanze. Auch in Deutschland erfolgt die Ölproduktion in erster Linie mit Raps. Dadurch besteht eine enorme Rapsnachfrage, die Deutschland durch Eigenanbau nicht decken kann. Folglich ist der Nettoimport höher als die Erzeugung. Der Selbstversorgungsgrad von Ölsaaten liegt zurzeit zwischen 40% und 50 % und die verbleibenden 50% - 60 % werden hauptsächlich aus Polen, Frankreich, Tschechien, Australien und den GUS-Staaten importiert [MAHLAU, 2007].

Die im Inland zur Verfügung stehenden Ölsaaten werden zu fast 100% in Ölmöhlen zu Pflanzenölen, Extraktionsschroten oder Rapskuchen (Expeller) verarbeitet. Anschließend werden über Händler und Erfasser diese Produkte ein- und verkauft. Nur im geringen Umfang wird die Direktvermarktung bzw. Vermarktung über Erzeugergemeinschaften in Anspruch genommen [ANIOL, 2008].

Der Rapsmarkt ist ein unbeständiger Markt mit Ausrichtung auf den Weltmarkt. Somit reagiert dieser sehr sensibel auf globale Ereignisse. Seit 1992 bilden sich die Preise auf diesem in Abhängigkeit von Angebot und Nachfrage. Um auch unter schlechten Weltmarktbedingungen einen gesicherten Absatz zu erreichen, müssen Erzeuger und Produzenten Ware in ausreichender Qualität zur Verfügung stellen und das Marktgeschehen genau beobachten. Mit der Nutzung der Warenterminbörse in Paris (MATIF) können die unbeständigen Preisausschläge abgepuffert und eine bessere Markttransparenz geschaffen werden [MÜNZERT UND HÜFFMEIER, 1998].

Die sich ständig ändernden Marktverhältnisse und die daraus resultierenden unbeständigen Erlöse führten nicht zur Minderung des Rapsanbaus. Am Markt konnte stetig ein Anstieg beobachtet werden. Ausschlaggebend dafür war vornehmlich die Züchtung neuer Raps- und Hybridsorten, welche die Rentabilität des Rapsanbaus fortwährend steigern (Abb. 1) [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].

2.1.3. Die Geschichte des 0-Raps und 00-Raps

Eine entscheidende Sorteninnovation war die Züchtung von 0- und 00-Raps. Besonders alte Rapssorten wiesen hohe Gehalte an Erucasäure und Glucosinolaten auf. Beide Inhaltsstoffe haben negative Auswirkungen auf die Tiergesundheit und Futteraufnahme. Erucasäure kann zu Schädigung der inneren Organe führen und wirkt kanzerogen. Glucosinolate führen in hohen Dosen zu Veränderung der Schilddrüse und hemmen dadurch die Futteraufnahme und das Wachstum. Hinzu kommt das ihre Eigenschaft als Bitterstoffe den Geschmack der Produkte beeinflussen und die Aufnahmebereitschaft mindern. Somit war ihr Einsatz als Futtermittel begrenzt [ALSING, 2002].

Mit Festlegung der Marktordnung für Öle und Fette durch die EU-Kommission 1965 erfolgte der entscheidende Impuls zur Züchtung von 0-Raps, d.h. zur Züchtung der erucasäurefreien Sorte. Aufgrund dieser Marktordnung wurde in Deutschland in Zusammenarbeit mit der GFP (Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung, Bonn) ein Forschungsprojekt zur Pflanzenzucht ins Leben gerufen. Der Göttinger Arbeitskreis „Qualitätsraps“ kristallisierte sich in den folgenden Jahren aus diesem Forschungsprojekt heraus. In diesem forschten viele Rapszüchter gemeinschaftlich und brachten 1973 den ersten 0-Raps Namens „Lesira“ auf den Markt [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].

Im nächsten Schritt galt es den Glucosinolatgehalt zu reduzieren. Schon 1969 fand man Einzelpflanzen deren Glucosinolatgehalt ein Zehntel des üblichen betrug. Diese Eigenschaft wurde in den bereits gewonnenen 0-Raps eingekreuzt und so entstand Mitte der 80er Jahre die sowohl erucasäurefreie als auch glucosinolatarme Sorte, welche als 00-Raps bezeichnet wurde [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].

Durch diese beiden Innovationen und die spätere Züchtung der Hybridsorten konnte Raps endgültig zu einer wertvollen Kulturpflanze heranwachsen [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].

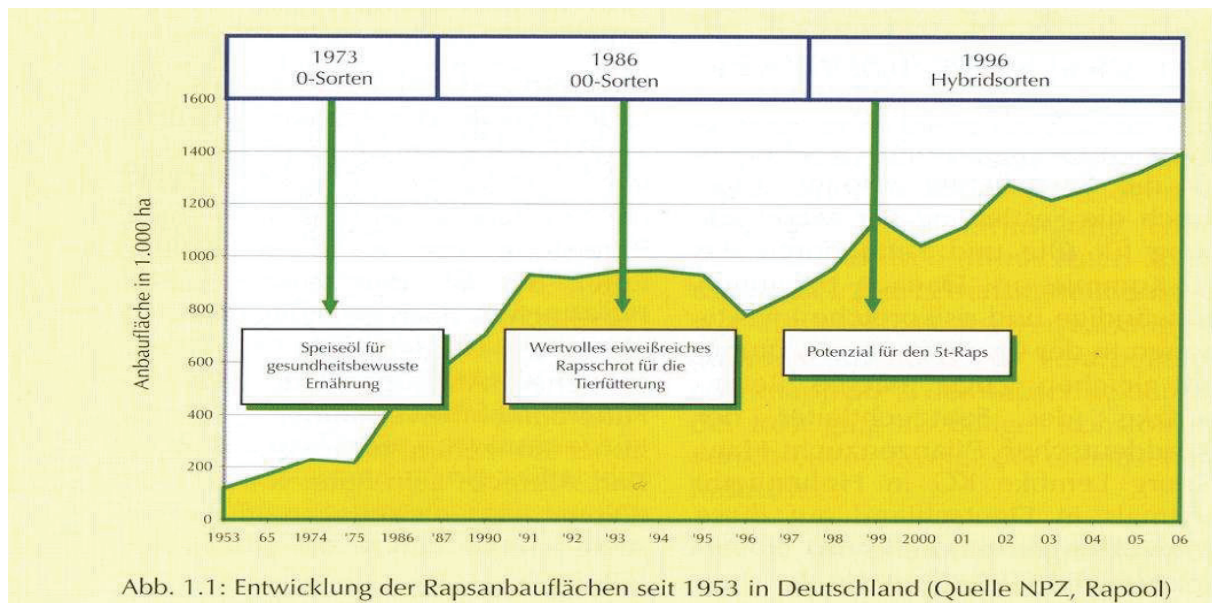


Abb. 1.1: Entwicklung der Rapsanbauflächen seit 1953 in Deutschland (Quelle NPZ, Rapool)

Abbildung 1: Entwicklung der Rapsanbauflächen seit 1953 in Deutschland [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007]

2.1.4. Die Verwendungsmöglichkeiten von Raps

Raps dient in erster Linie der Gewinnung von Pflanzenöl. Früher stand die Verwertung des Öls für die menschliche Ernährung im Mittelpunkt. Inzwischen verlagerte sich der Produktionsschwerpunkt zunehmend auf die Nutzung des nachwachsenden Rohstoffs für industrielle Zwecke. In Deutschland wurden 2007 drei Viertel des erzeugten Rapsöls zur Herstellung von Biokraftstoffen genutzt und 20% industriell verwertet [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007]. Pflanzliche Öle dienen in der Industrie als natürliche Rohstoffe z.B. für Pharmazeutika, Kosmetika, Lacke, Farben und Schmieröl [ALSING, 2002].

Im Sektor der Speiseöle zeichnet sich Rapsöl durch ein ausgewogenes Fettsäurenmuster aus. Der Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren ist fast so hoch wie im Olivenöl und sehr günstig für den Cholesterinhaushalt. Diese Eigenschaft führt dazu, dass Rapsöl immer noch Bestandteil des Lebensmittelmarktes ist [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].

Als Koppelprodukt der Rapsölgewinnung fällt rund zwei Drittel der Rapsmasse als Pressrückstand in Form von Rapskuchen oder Rapsextraktionsschrot an. Diese Koppelprodukte werden vor allem als eiweißreiches Tierfutter verwendet und können sogar teilweise Sojaschrot ersetzen [REMMELE, 2005].

2.2. Die Ölmühlen in Deutschland

In Deutschland wird seit mehr als 500 Jahren das Extrakt aus Raps oder Rübsen gewonnen. Bis zum 19. Jh. wurde Raps ausschließlich in kleinen Pressen zur Eigenversorgung verarbeitet. Anfang des 20. Jh. entstanden die so genannten industriellen Ölmühlen, die nicht nur regionale Saat verarbeiteten sondern auch Importe. Zur gleichen Zeit erfolgten technische Entwicklungen die dazu führten, dass neben der mechanischen auch die Extraktion mit Lösungsmitteln zur Pflanzenöl Gewinnung eingesetzt wurde. Auf Grund dieses Fortschritts verringerte sich die Anzahl der kleinen Ölmöhlanlagen (Tab.1). Während zu Beginn des 20. Jh. in Deutschland noch 3000 bis 4000 Ölmöhlen wirtschafteten, sank deren Zahl bis 1950 auf weniger als 100 Betriebe. Erst Ende der 90er Jahre wurden wieder vermehrt kleinere Pressen betrieben, die kaltgepresstes Rapsöl herstellten [CHRISTEN UND FRIEDT 2007].

Tabelle 1: Entwicklung der Zahl der Ölmöhlen in Deutschland (Angaben in Stück) [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007]

Verfahren\ Jahr	1900	1950	2000	2005
Ölpresen	Ca. 3000	Ca. 100	Ca. 200	> 300
Extraktionsbetriebe	1	Ca. 25	12	14

Die sich ständig ändernde Anzahl von Ölmöhlen und deren Verarbeitungsform kann darauf zurückgeführt werden, dass bis 1960 die Rapsverarbeitung in den Ölmöhlen eine untergeordnete Rolle spielte. Nur 10% der gesamten Verarbeitungsmenge bestand aus Raps (Tab. 2). Erst mit der Umstellung der angebauten Rapssorten auf 0- und 00-Raps ergaben sich neue Absatzmöglichkeiten. Damit war Rapsöl nicht mehr ausschließlich für industrielle Zwecke verwendbar, sondern auch in der menschlichen und tierischen Ernährung. Der Anstieg der Rapsverarbeitung in den Ölmöhlen hatte einen erhöhten Rapsanbau durch eine verstärkte Nachfrage von Rapsöl und Rapsschrot zur Folge. Zurzeit führt immer noch die vermehrte Nachfrage für nachwachsende Rohstoffe zu einem Anstieg im Anbau- und Produktionsumfang von Raps (Abb. 1) [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007]. Die drohenden Einfuhrbeschränkungen für gentechnisch veränderte Sojaprodukte verstärken diesen Trend [KUHN, 2008].

Tabelle 2: Entwicklung der Ölsaatenverarbeitung in Deutschland [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007]

Anteile \ Jahr	1913	1933	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005
Ölsaaten insgesamt Mio. t	1,78	2,26	0,46	1,47	2,61	5,76	5,87	8,74	9,43
davon Raps Mio. t	0,2	0,02	0,05	0,07	0,15	0,81	2,62	4,35	5,92
Anteil Rapsverarbeitung in %	11	1	11	5	6	14	44	50	63

2.2.1. Verfahren zur Herstellung von Rapsöl

Pflanzenöl wird durch die Auspressung von Samen gewonnen. Durch den Pressvorgang erhält man zwei Produkte: das Rohöl (Hauptprodukt) und die Rückstände der ausgepressten Samen (Koppelprodukt). Rapsöl kann aus dem Samen durch verschiedene Verfahren gewonnen werden. In jeden Verfahren wird aber eine Pressung der Samen durchgeführt. Von „Kaltpressung“ spricht man, wenn die Produkte nach der ersten Pressung direkt vermarktet werden. Sie können aber auch erneuten Pressvorgängen ausgesetzt („Warmpressung“) oder durch Extraktion mit Lösungsmitteln („Extraktionsverfahren“) entölt werden [ANIOL,2008].

Die Kaltpressung ist ein Verfahren welches häufig in dezentralen Ölmühlen (Ölpressbetriebe) durchgeführt wird. Zu denen zählen über 400 Anlagen in ganz Deutschland. Die Extraktion wird vornehmlich in zentralen Ölmühlen (Extraktionsbetriebe) durchgeführt. Zu diesen gehören 10 Saatverarbeitungs- und Raffinationsbetriebe, vier reine Raffinationsbetriebe sowie drei weitere Betriebe, die entweder Betriebsgesellschaften einer Mitgliedergruppe angehören oder weiterverarbeitende Non-Food-Interessen haben [HASENENDER, 2004]. In mehreren größeren Anlagen in Mecklenburg-Vorpommern wird nach dem Verfahren der Warmpressung gewirtschaftet, dazu zählen z.B. die Werke der Permicon Biodiesel GmbH & Co. Lubmin KG, die Emerald Biodiesel Neubrandenburg GmbH, die EcoMotion Rapsveredelung GmbH Sternberg, die RVV Malchin GmbH & Co. KG sowie die Ölmühle Anklam GmbH & Co. KG [PRIEPKE ET AL., 2008].

Extraktions- und Pressenbetriebe (Warm-/Kaltpressung) unterscheiden sich nicht nur in Anzahl und Verarbeitungskapazität sondern auch durch die gewonnenen Produkte. Ausschlaggebend dafür ist der Grad der Ölausbeute. Pressbetriebe erzielen einen Restfettgehalt von 8% - 20 % und erreichen damit eine Ölausbeute von 75% - 92%. Im Vergleich beträgt der Restfettgehalt in Extraktionsbetrieben 2% - 4 % und die Ölausbeute 96% - 98%. Darüber hinaus gibt es grundlegende Unterschiede in der Qualität der Haupt- und Koppelprodukte [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].

2.2.2. Die Kaltpressung

Das Grundprinzip der Kaltpressung besteht in der mechanischen Auspressung der Samen. Die Betriebstemperaturen liegen bei 65° C. Die Kaltpressung gilt damit als ein Inhaltsstoff schonendes Verfahren. Kaltgepresstes Rapsöl ist reich an Vitamin A, D, E und essentiellen Fettsäuren [ALSING, 2002].

Die Ölgewinnung mittels Kaltpressen beschränkt sich auf drei Verfahrensschritte. Das Saatgut wird einer vorbehandelnden Reinigung unterzogen, um Fremdbesatz und Fremdkörpern zu entfernen. Dies sichert die Ölqualität und schont gleichzeitig das Presswerkzeug. Anschließend werden die Samen durch die Schneckenpresse geleitet, in der 75% des Öls entzogen werden. Das so gewonnene Rohöl enthält 1% - 12% Trubstoffe. Um ein vermarktungsfähiges Öl zu gewinnen bedarf es einer zusätzlichen Reinigung. Durch Sedimentation, Filtration oder Dekantierung sowie nachgeschaltetem Sicherheitsfilter wird der Anteil der Trubstoffe auf 3% gemindert (Abb. 2). Als Koppelprodukt der Kaltpressung entsteht der Presskuchen. Dieser ist ohne weitere Konservierung lager- und vermarktungsfähig [REMMELE, 2005].

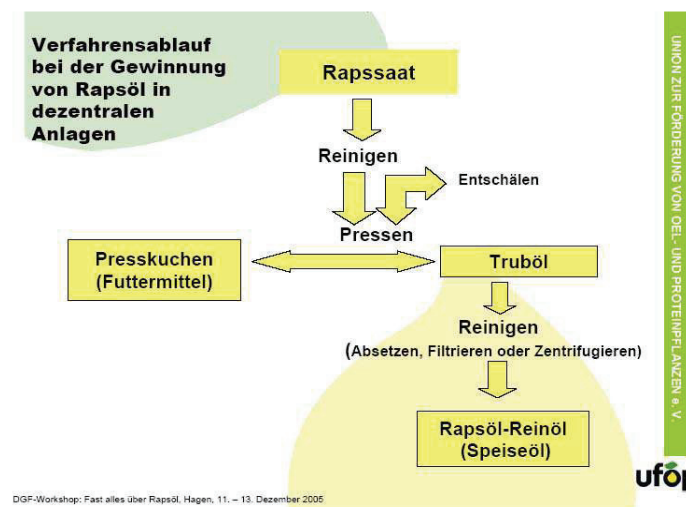


Abbildung 2: Verfahrensablauf in dezentralen Anlagen [HASENENDER, 2004]

2.2.3. Das Extraktionsverfahren

Das Verfahren der Extraktion setzt sich aus fünf Verarbeitungsschritten zusammen: der Aufbereitung der Saat (Zerkleinern und Konditionieren unter Wärmezufuhr), der Heißpressung, der anschließenden Lösungsmittlextraktion mit n-Hexan und der Desolvierung des Extraktionsschrotes (Austreiben des Lösungsmittels) sowie der Raffination des Rohöls nach destillativer Entfernung des Lösungsmittels [HASENENDER, 2004].

Ähnlich wie bei der Kaltpressung müssen auch vor der Extraktion Fremdkörper und Besatz wie Sand, Steine, Staub, Holzbestandteile, Metall und Pflanzenreste entfernt werden. Danach erfolgt die Aufbereitung der Saat. In Walzmühlen werden die Samen aufgerissen und zu kleinen Flocken gepresst. Anschließend werden die Rapsflocken in einem Konditionierer erwärmt. Durch diese Erwärmung und der daraus folgenden Trocknung werden qualitätsmindernde enzymatische Reaktionen in der Saat verhindert. Die Wasserdampfbildung und Eiweißgerinnung führen innerhalb der Samen zur Zerstörung der Zellwände. Positive Nebeneffekte der Erwärmung sind die Erhöhung der Ölviskosität, Aufweichung der Rapssamen und daraus resultierend eine höhere Ölausbeute. Nach dieser Vorbereitung erfolgt die Auspressung der Rapsflocken, z.B. in Schneckenpressen. Der verbleibende Presskuchen oder Pressrückstand hat einen Restölgehalt von 15% - 20%. Durch ein Extraktionsverfahren mit Öllösungsmitteln wie z.B. Hexan, kann dieser noch mal um 10% - 15% gemindert werden. In einem Destillationsprozess wird das entstandene Öl-Hexangemisch separiert. Durch die einzelnen Raffinationsschritte Entschleimung, Neutralisation, Bleichung und Desodierung wird das Rohöl zum Vollraffinat verfeinert. Dabei werden unter anderem unerwünschte Begleitstoffe wie freie Fettsäuren, Geruchs- und Geschmacksstoffe sowie Farbelemente entfernt. Das Endprodukt ist ein standardisiertes Rapsöl höchster Reinheit (Abb.3) [HASENENDER, 2004].

Im Vergleich zum Rapsöl aus der Kaltpressung besitzt dieses einen geringeren Anteil an essentiellen Inhaltsstoffen. Der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren und Vitaminen ist deutlich geringer und die Eiweißbeschaffenheit wird im Koppelprodukt durch den Einfluss der hohen Temperaturen verändert. Das gewonnene Rohöl besitzt aber eine höhere Reinheit, wodurch eine Weiterverarbeitung für industrielle Zwecke erleichtert und die Lagerfähigkeit verlängert wird [ALSING, 2002].

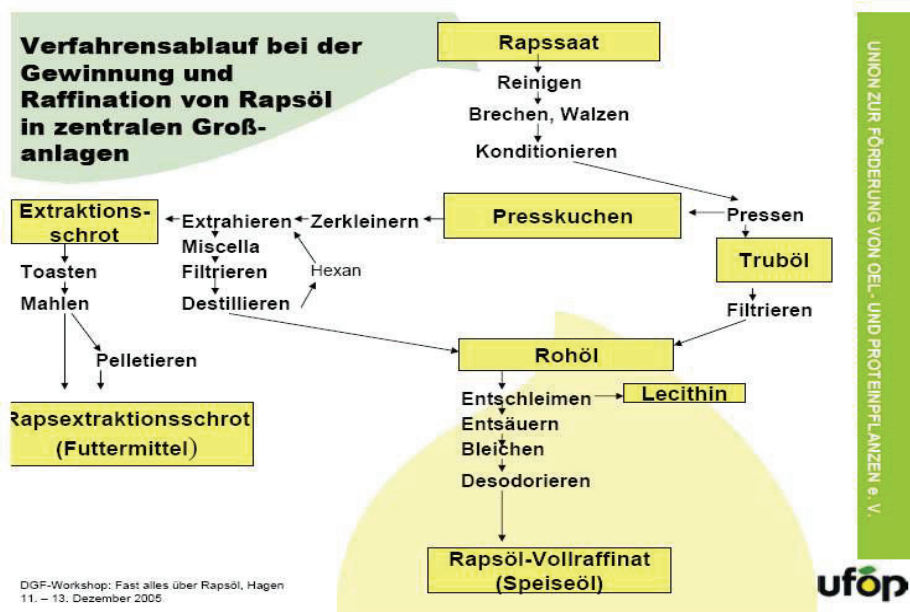


Abbildung 3: Verfahrensablauf in zentralen Ölmühlen [HASENENDER, 2004]

2.2.4. Die Warmpressung

Besonders in mittleren bis größeren Ölmühlen wird derzeit versucht die Vorteile der Kaltpressung und Extraktion in einem Ablauf zu vereinen. Es wird angestrebt die Ölausbeute und die Qualität des Nebenproduktes zu erhöhen. Dieses Verfahren kann als Warmpressung bezeichnet werden [POHL, 2008].

Für die Verwirklichung dieser Ziele nutzt man die positive Wirkung der Wärmezufuhr. Es gibt für dieses Verfahren keinen allgemeinen Ablauf, aber grundsätzlich wird der Raps höheren Temperaturen von über 100°C ausgesetzt und anschließend mechanisch mehrmals ausgepresst. Die Höhe der Temperaturen sowie der Druck und die Anzahl der Pressungen sind individuell und unterschieden sich je nach Ölmühle [KUHN, 2008].

Im Vergleich zur Kaltpressung kann eine höhere Ölausbeute erreicht werden, diese liegt jedoch unter der des Extraktionsverfahrens. Der ermittelte Glucosinolatgehalt liegt über dem des Extraktionsverfahrens unterschreitet aber den der Kaltpressung [ANIOL, 2008].

Dieses Verfahren wurde hauptsächlich entwickelt, um die gewonnenen Nebenprodukte als Futtermittel aufzuwerten und deren Einsatzmöglichkeiten zu verbessern, sowie die Wirtschaftlichkeit der Ölmühle zu verbessern.

Bei diesen beschriebenen drei Verfahren (Kalt-/Warmpressung/Extraktion) handelt es sich lediglich um Standardprozesse zur Herstellung von Rapsöl. Durch den voran schreitenden Technisierungsgrad und die fortführenden Verbesserungen im Pressablauf gibt es viele verschiedene Wege Rapsöl zu gewinnen. Somit wird in fast jeder Ölmühle Rapsöl auf betriebs-spezifischem Wege hergestellt. Eine Folge davon ist eine breite Variationsspanne der Inhaltsstoffe in allen Ölmühlen Produkten. Daher ist eine allgemein gültige Definition der Inhaltsstoffe oder die Erstellung von aussagekräftigen und landesdeckenden Vergleichen nicht möglich [POHL, 2008].

2.2.5. Die Haupt- und Nebenprodukte der Ölherstellung

2.2.5.1. Rapsöl

Das Hauptprodukt der Ölmühlen ist Rapsöl. Dieses variiert in seiner Reinheit, Inhaltsstoffen und Fettsäuremuster abhängig von der Sorte und dem Verarbeitungsverfahren (Tab. 3). Besonders kaltgepresstes Öl enthält viele Vitamine und ungesättigte Fettsäuren, welche sich positiv auf die Leistung des Tieres und die menschliche Ernährung auswirken. Das raffinierte Rapsöl ist auf Grund der Reinheit vielseitiger einsetzbar [CHRISTEN UND FRIEDT (2007)].

Tabelle 3: Fettsäurezusammensetzung von Rapsöl: Auszug aus einer Spezifikation von Rapsöl einer Ölmühle (verschieden Sorten) [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007]

Fettsäure	Gehalt in Gewichtsprozenten
Palmitinsäure (16:0)	2,5 - 7,0
Stearinsäure (18:0)	0,8 - 3,0
Ölsäure (18:1)	51,0 – 70,0
Linolsäure (18:2)	15,0 – 30,0
Linolensäure (18:3)	5,0 - 14,0
Arachinsäure (20:0)	0,2 - 1,2
Gadoleinsäure (20:1)	0,1 - 4,3
Erucasäure (22:1)	> 0,05 – 2

2.2.5.2. Rapskuchen

Rapskuchen ist ein Rückstand der Rapssamen der in Pressbetrieben anfällt. Von jeder Tonne verarbeiteter Rapssaat bleiben in der Rapsölherstellung 0,55 bis 0,64 Tonnen Rapskuchen zurück. Dieser ist teilweise sehr eiweiß- und energiereich und bietet aufgrund seiner Verfügbarkeit eine günstige Alternative zu Sojafuttermitteln und Getreiden [WEIß, 2005].

Er fällt normalerweise als Nebenerzeugnis beim Kaltpressverfahren an. Wie aber bereits erwähnt, werden immer wieder neue Verfahren in den Ölmühlen angewendet. Somit ist der Rapskuchen auch ein Koppelprodukt der Warmpressung. Aus diesem Grund teilt man diesen anhand seiner Inhaltsstoffe in zwei Fettklassen ein. Rapskuchen mit 8% - 12 % oder 12% - 18% Rohfett in der T (Tab.4) [POHL, 2008]. Unter zunehmenden wirtschaftlichen Zwang wurde der Auspressgrad der Ölmühlen durch Verfahrensverbesserungen optimiert. 2006 wiesen noch 32% aller untersuchten Rapskuchen über 16% Rohfett auf. 2007 ging der Anteil auf 15% zurück. Somit kann eine Entwicklung zur höheren Ölauspressung und damit zu fettärmeren Koppelprodukten beobachtet werden. Im Monitoring von 2007 konnte ebenfalls eine durchschnittliche Erhöhung des Eiweißgehalts und ein geringerer Glucosinolatgehalt (um 5 µmol in der T) im Vergleich zum Vorjahr (2006) festgestellt werden [WEBER, 2007]. Über die Eigenschaft von Raps als Futtermittel folgen im Kapitel 2.4.1 nähere Erläuterungen.

2.2.5.3. Rapsextraktionsschrot

Rapsextraktionsschrot fällt als Nebenprodukt beim Extraktionspressverfahren an. Es besteht ähnlich wie der Rapskuchen aus den Rückständen der Rapssaat, hat jedoch auf Grund des höheren Auspressgrades, der Wärmebehandlung und der Extraktion mit Lösungsmitteln einen geringeren Öl- und Glucosinolatgehalt als Rapskuchen. Der Restölgehalt beträgt durchschnittlich 2% - 4 %, bei modernen Ölmühlen sogar nur 1% - 2% [KUHN, 2008].

Rapsextraktionsschrot ist ein eiweißreiches, fettfreies und energiearmes Futterschrot (Tab. 4). Dieses wird hauptsächlich in der Schweine-, Geflügel- und Rinderfütterung eingesetzt [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].

Tabelle 4: Vergleich von Rapsfuttermitteln (Gehalte in 1 kg Futter) [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007]

		Rapskuchen		Rapsextraktionsschrot
Rohfettgehalt		8-12 %	12-18 %	2-4%
Rohprotein	g	333	315	349
Rohfaser	g	115	100	127
Rohfett	g	91	140	35
Phosphor	g	9	8	12
ME	MJ	11,2	12,3	9,9
Lysin	g	18	17,5	20
Meth. - Cyst.	g	15	14	17
Threonin	g	15	14	16
NEL	MJ	7,2	7,8	6,4
UDP	%	20	20	30
NXP	g	193	198	206
RNB	g	22	19	23

2.2.5.4. Raproplus® und Rapass®

Die Pressrückstände Rapskuchen und Rapsextraktionsschrot können auch zu Futtermitteln wie Rapass® und Raproplus® weiterverarbeitet werden. Diese besitzen einen höheren Anteil an pansenstabilem Eiweiß [KUHN, 2008].

Raproplus® wird in derselben Verfahrenslinie wie Rapsextraktionsschrot hergestellt. Der einzige Unterschied besteht in der Wärmebehandlung der Rapssaat vor der eigentlichen Verarbeitung in der Ölmühle. Bei der kurzzeitigen Wärmebehandlung wird die Proteinstruktur im Samen so verändert, dass der mikrobielle Abbau im Pansen reduziert wird. Dadurch wird der Anteil an Durchflussprotein erhöht [JILG, 2005 (1)].

Rapass® wird aus Rapskuchen oder Rapsextraktionsschrot gewonnen. Während einer Wärmebehandlung wird dem Koppelprodukt Holzzucker zugesetzt. Die im Kuchen oder Schrot enthaltenen Proteinbestandteile verbinden sich mit diesem und erlangen dadurch eine höhere Pansenstabilität. Ein weiterer Nebeneffekt der Zuckerzugabe ist die Erhöhung der Schmackhaftigkeit, wodurch eine höhere Futteraufnahme erreicht werden kann [REUTER, 2003].

Das Interessante an beiden Produkten ist, dass sie durch die Behandlung mit Wasserdampf mehr pansenbeständiges Eiweiß und weniger Glucosinolate enthalten als Soja- oder Rapsextraktionsschrot [JILG, 2005 (1)]. Weitere Inhaltsstoffe werden in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Vergleich von Rapass® und Raproplus® [JILG, 2005]

	NEL MJ/kg T	XL g/kg T	XP g/kg T	UDP %	nXP g/kg T	RNB g/kg T
Rapass®	7,3	15	370	70	346	4
Raproplus®	7,3	25	355	60	296	9

Eine Steigerung des Anteils an pansenstabilem Eiweiß kann auch durch den Zusatz von Formaldehyd oder druckhydrothermische Behandlungen erfolgen. Diese werden in der Rinderfütterung jedoch kaum verwendet [ALERT, 2004].

2.3. Milchviehhaltung in Deutschland und Mecklenburg-Vorpommern

Innerhalb der Europäischen Union ist Deutschland das Land mit der höchsten Anzahl von Milchkühen. In Deutschland gibt es laut Zählung des LKV 12.919.000 Rinder, davon sind 4.164.000 Milchrinder. Die Milchleistung ist besonders in den letzten Jahren erheblich gestiegen. 1991 lag die Durchschnittsleistung in Mecklenburg-Vorpommern noch bei 4275 kg Milch je Kuh und Jahr. Die durchschnittliche Leistung heute beträgt etwa 8354 kg Milch je Kuh und Jahr [LKV, 2007]. Etwa 69% der Verkaufserlöse in der Rinderhaltung stammen aus der Milchviehhaltung und -produktion. Demzufolge ist die Sicherung der Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung von großer Bedeutung, besonders für den ländlichen Raum [WEIDENMANN, 1999].

Das Leistungsniveau einer Kuh und die Futterkosten sind die wirtschaftlichen Hauptfaktoren der Milchviehhaltung. Bei konstanten Futterkosten entscheidet die Milchleistung über die Höhe des Gewinns bzw. der Kosten je kg ermolkenen Milch. Je höher die Leistung der Tiere ist, umso geringer fallen diese ins Gewicht. Folglich führt eine hohe Milchleistung zu einer besseren Wirtschaftlichkeit. Die Futterkosten beanspruchen über die Hälfte der Gesamtkosten in der Milchproduktion. Um die Futterkosten möglichst gering zu halten ist die Auswahl des Futters ausschlaggebend und somit die Zusammenstellung der Ration [HELLER UND POTTHAST, 1997].

Grundlage für eine erfolgreiche Fütterung sind die mit den verabreichten Futtermitteln aufgenommenen Nährstoffe. Ein Futtermittel allein ist nicht in der Lage den Bedarf einer Milchkuh vollständig zu decken. Verstärkt wird dieser Sachverhalt durch die Abhängigkeit des Bedarfs vom Leistungs- und Laktations-Gravitäts-Zyklus. Somit ist es wichtig die zu Verfügung stehenden Futtermittel zu kombinieren. Nur dann kann der Bedarf in allen Leistungsabschnitten gedeckt werden. Zeitgleich sollte ein optimales Preis-Leistungs-Verhältnis angestrebt werden [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004].

2.3.1. Die Besonderheit des Laktations-Gravitäts-Zyklus

Die Milchkuh durchläuft zwischen den Kalbungen drei große Laktationsabschnitte: die Trockensteher-, Frischmelker- und Altmelker-Zeit, in denen unterschiedliche Ansprüche an die Fütterung gestellt werden. In allen drei Bereichen wird über die Höhe der Milchleistung in der bestehenden und folgenden Laktation bestimmt [HAGEMÜLLER, 2002].

Als Laktationsleistung wird laut ALSING (2002) der Verlauf der Milchproduktion eines Muttertieres nach der Geburt der Nachkommen bezeichnet. Als Zuchtziel wird eine auf ho-

hem Niveau möglichst gleichmäßig, nicht zu steil abfallende Laktationskurve angestrebt [ALSING, 2002].

Die Leistungsschwankung innerhalb einer Laktation wird durch unterschiedliche körperliche Verfassungen geprägt. Ziel einer Milchviehfütterung ist es ein Optimum zwischen den beiden Faktoren Leistung und Körperkondition zu erreichen. Besonders zu Beginn und am Ende der Laktation treten oft Diskrepanzen auf. Es entsteht ein Missverhältnis zwischen dem Leistungsbedarf und der zur Verfügung stehenden Energie sowie Nährstoffen aus der Ration (Abb. 4). Eine Folge davon ist die Abmagerung der Kuh und den daraus resultierenden Gesundheitsproblemen. Besonders zu Beginn der Laktation wird über die Leistung und die Fitness einer Kuh entschieden [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004]. Somit kann geschlussfolgert werden, dass „Fütterungsfehler“, welche zu Beginn der Laktation auftreten, erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Milchrindes in der gesamten Laktation haben.

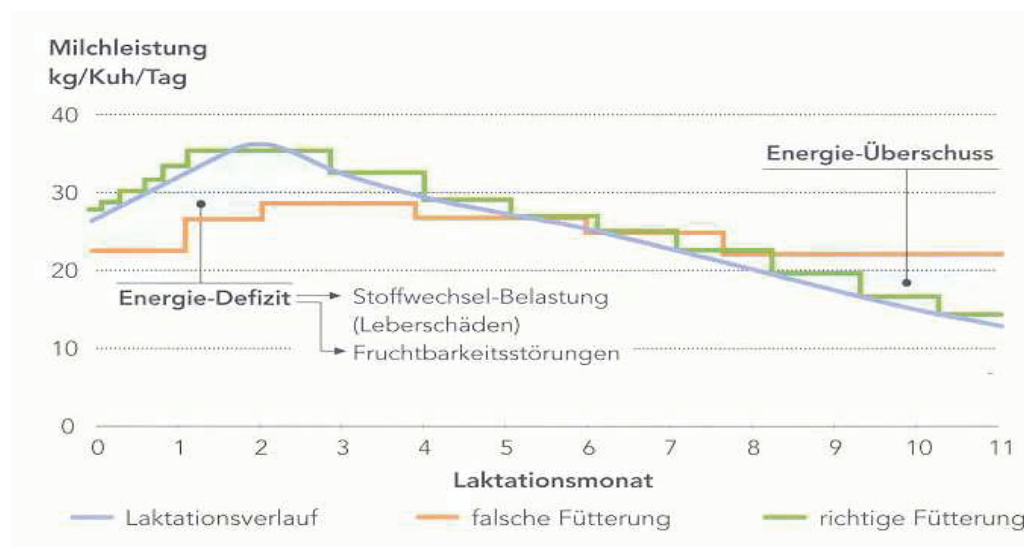


Abbildung 4: Anpassung der Fütterung an die Milchleistung [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004]

2.3.2. Die Konditionsbeurteilung durch BCS

Die körperliche Verfassung eines Rindes wird mit dem Body-Condition-Score ermittelt. Mit diesem Verfahren wird der Anteil an Rohfett im Tier ermittelt und eine Beurteilung der Ration vorgenommen. Bei einer optimalen Ration wird das Rind weder Abmagerungs- noch Überkonditionierungserscheinungen aufweisen [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004].

Es wird die körperliche Verfassung von Milchkühen während des Laktationsverlaufs und Jungrindern in der Aufzuchtphase beurteilt. Eine Bewertungsskala von 1 bis 5 ist Grundlage der Beurteilung [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004]. Die Note 1 entspricht einer hochgradig ab-

gemagerten Kuh ohne fühlbare Fettauflage. Die Note 5 bezeichnet eine hochgradig verfettete Kuh, bei der die Dornfortsätze im Rückenfett versinken [ALSING, 2002]. Die Bewertung steht in enger Verbindung zur Rückenfettdicke und damit zum Körperfettgehalt. Man geht davon aus, dass eine Rückenfettdicke von 1 mm ca. 5 kg Körperfett entspricht. Mit zunehmender Rückenfettdicke steigt folglich der Grad der Verfettung und damit auch die Einstufung des Tieres [FAHR UND LENGERKEN, 2003]. Verdeutlicht werden diese Korrelationen in Tabelle 6.

Tabelle 6: Gegenüberstellung der verschiedenen Möglichkeiten zur Beurteilung der Körperkondition von Milchkühen [FAHR UND LENGERKEN, 2003]

Verbal	BCS-Note	RFD mm	Körperfettgehalt kg
extrem schlecht	1,0	< 5	< 50
sehr schlecht	1,5	5	50
Schlecht	2,0	10	76
Mäßig	2,5	15	98
Gut	3,0	20	122
sehr gut	3,5	25	145
Fett	4,0	30	170
Verfettet	4,5	35	194
extrem verfettet	5,0	> 35	> 194

Eine normal proportionierte Kuh besitzt zum Zeitpunkt der Kalbung eine BCS-Note von 3,5 und sollte während der Leistungsphase nicht unter 2,5 absinken (Abb. 5) [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004]. Während der Trockenstehzeit sollte die Kuh kein Fett ansetzen. Eine Ausnahme bilden hierbei stark abgemolkene Kühe. Umgekehrt dürfen Kühe, die bereits in der Laktation zu fett geworden sind, während der Trockenstehzeit nicht abmagern. Vor der Kalbung könnten massive Abmagerungen zu der Stoffwechselkrankheit Ketose führen [HAGEMÜLLER, 2002].

Allgemeine Folgen einer Über- oder Unterkonditionierung sind: geminderte Milchleistung, Schweregeburten, Milchfiebergefahr, verzögerte Uterusrückbildung, Gebärmutterentzündungen, stille Brunst und Fruchtbarkeitsstörungen [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004].

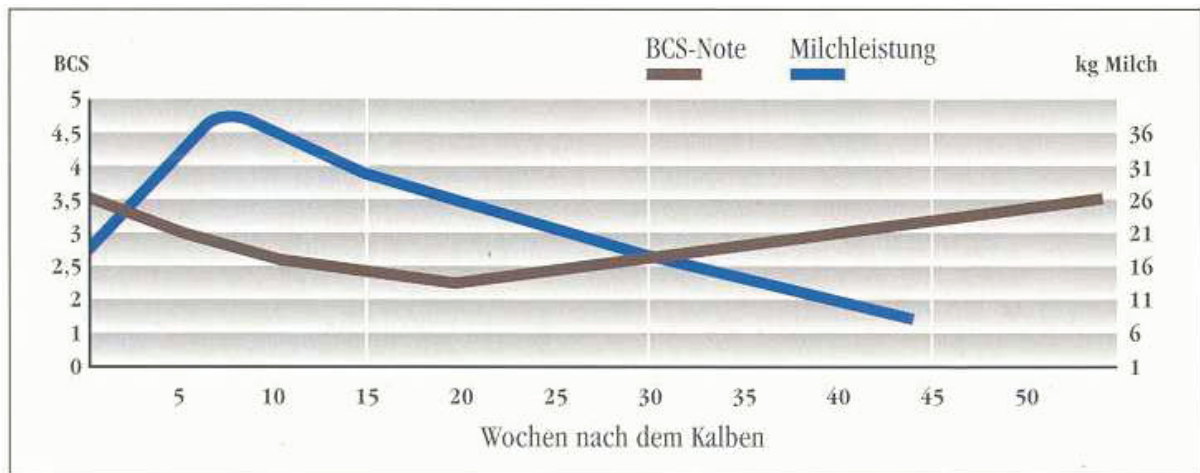


Abbildung 5: Entwicklung der Konditionsnoten im Laktationsverlauf [SPIEKERS ET AL., 2000]

2.3.3. Die Bedeutung des Rohfettes für den tierischen Organismus

Die Hauptaufgabe des Fettes besteht vor allem in der Bildung eines Speicherdepots. Nahrung, die temporär vom Organismus nicht verwertet werden kann, wird in Triglyceride umgewandelt und in Form von Depotfett gespeichert. Diese Depots können im Falle eines Energie-defizits wieder mobilisiert werden. Diese eignen sich nicht zum Ausgleich von kurzfristigen Energiedefiziten, da die Mobilisation einige Zeit in Anspruch nimmt [SCHULDT, 2006].

Des Weiteren dient Depotfett der Wärmeisolierung, dem mechanischen Schutz sowie der Speicherung fettlöslicher Vitamine. Im geringen Umfang ist Fett zum Aufbau von Membranen und Wirkstoffen notwendig. Deshalb sollten ein tierartspezifischer Mindestfettgehalt eingehalten und eine BCS-Note von 2,5 nicht unterschritten werden [SCHULDT, 2006].

2.3.4. Bedarfswerte für die Milchkuh

Die Bedarfswerte einer Milchkuh variieren in Abhängigkeit von dem Leistungsniveau und Lebendmassegewicht. Ebenfalls Einfluss haben die Gehalte der Milchinhaltsstoffe. In Tabelle 7 dient als Grundlage der Bedarfswerte eine Kuh mit der Lebendmasse von 650 kg. In der Milch wird ein Fettgehalt von 4% und ein Eiweißgehalt von 3,4% angenommen [FLACHOWSKY ET AL., 2001].

Tabelle 7: Versorgungsempfehlungen für Kühe (650 kg LM) bei unterschiedlicher Milchmenge (4% Fett, 3,4% Eiweiß) [FAHR UND LENGERKEN, 2003]

	Erhaltung	Erhaltung + Kg Milch				
		10	20	30	40	50
Futter, kg T/Tag	10	12	16	20	23	26
NEL, MJ/Tag	38	70	102	134	166	198
nXP, g/Tag	450	1.300	2.150	3.000	3.850	4.700
Calcium g/Tag	30	50	82	115	146	177
Posphor g/Tag	20	32	51	71	90	109
Magnesium, g/Tag	10	18	25	32	34	37
Natrium, g/Tag	10	14	21	28	35	41
Eisen, g/kg T	50					
Kobalt, g/kg T	0,2					
Kupfer, g/kg T	10					
Mangan, g/kg T	50					
Zink, g/kg T	50					
Jod, g/kg T	0,5					
Selen, g/kg T	0,2					

2.3.5. Die Energieversorgung

Die Energiebilanz wird von BEAM und BUTLER (1999) als Differenz zwischen Futteraufnahme und dem Verbrauch für Erhaltung und Leistung definiert. VILLA-GODOY (1988) ist der Meinung, dass die Energiebilanz das Produkt aus Milchleistung, Ration, Futteraufnahme und Nährstoffnutzung ist.

Die Energiebewertung beim Rind wird in Form von Nettoenergie Laktation (NEL) vorgenommen. Der Gesamtbedarf an NEL folgt einer linearen Funktion in Abhängigkeit von der täglichen Milchleistung und Lebendmasse eines Tieres. Bei einer Lebendmasse von 650 kg werden 37,7 MJ NEL je Tier und Tag für den Erhaltungsbedarf angesetzt. Der NEL-Bedarf für die Milchleistung entspricht der Energieabgabe mit der Milch. Bei einem Fettgehalt von 4,0 % und einem Eiweißgehalt von 3,4 % sind das 3,3 MJ je kg Milch [FLACHOWSKY, ET AL., 2001].

Diesen Bedarf zu decken gestaltet sich bei hoher Milchleistung besonders schwierig, da die maximal mögliche Futteraufnahme jedes Tieres und der zu steigernde NEL-Gehalt in der Ration begrenzt sind. Der Einsatz von leicht löslichen Kohlenhydraten unterliegt ebenfalls Beschränkungen. Somit müssen auch in den Grundfuttermitteln hohe Energiekonzentrationen erzielt werden, um den Bedarf zu decken [FLACHOWSKY, ET AL., 2001].

Bei optimaler Futterqualität und Rationsgestaltung sowie gutem Fütterungsmanagement können Milchrinder 23 bis 24 kg Trockensubstanz aufnehmen [FLACHOWSKY, ET AL., 2001]. Dennoch können Energiedefizite, besonders in der Laktationsspitze und zu Beginn der Lakta-

tion auftreten [COPPOCK ET AL., 1974]. BUTLER (1981) stellt sogar die These auf, dass 90% aller hochlaktierender Rinder Energiedefizite aufweisen. Er stellt ebenfalls fest, dass die Höhe der Milchmenge keine direkte Auskunft über die Höhe des Energiedefizits gibt. Die Dauer des Energiedefizits wird mit durchschnittlich 10 - 12 Wochen angesetzt. Dabei liegt der Zeitpunkt der maximalen negativen Energiebilanz in den ersten vier Wochen post partum [BUTLER UND SMITH, 1989].

Die Milchkuh ist fähig Energiedefizite durch Körpersubstanzabbau zu kompensieren. Diese Eigenschaft kann nur übergangsweise in Anspruch genommen werden, da sonst die Gefahr der Abmagerung und des Auftretens der Ketose-Erkrankung besteht [FAHR UND LENGERKEN, 2003].

Somit können niedrige Energiekonzentrationen in den Grundfuttermitteln (Silage, Gras, Heu) nur begrenzt durch höhere Aufwandmengen an Kraftfutter oder höheren NEL-Konzentrationen in Kraftfuttermitteln ausgeglichen werden. Insofern sollten Futtermittel von bester Qualität eingesetzt werden, um die Energieversorgung im Hochleistungsbereich zu ermöglichen [FAHR UND LENGERKEN, 2003].

2.3.6. Die Eiweißversorgung

In der Milchviehfütterung reicht die Benennung des Rohproteingehaltes nicht aus, um die Proteinversorgung der Tiere richtig einschätzen zu können. Das Futterprotein wird zum größten Teil mikrobiell im Pansen abgebaut. Der dabei frei werdende Stickstoff dient zum Aufbau von Bakterienprotein und ist für den Wiederkäuer eine wichtige Proteinquelle. Die mikrobielle Proteinsynthese ist vom Stickstoffangebot und vom Energieangebot im Pansen abhängig [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007]. Die Proteinversorgung der Milchkühe wird dementsprechend mit den Kriterien „nutzbares Rohprotein am Dünndarm“ (nXP), Durchfluss-Protein (UDP) und Ruminale Stickstoffbilanz (RNB) beschrieben [FAHR UND LENGERKEN, 2003].

Das nXP ist die Summe aus Mikrobenprotein, UDP sowie Futterproteinreste. Ähnlich wie der Bedarf an NEL setzt sich auch der Bedarf an nXP aus Erhaltungs- und Leistungsbedarf zusammen. Mit 650 kg Lebendmasse benötigt die Kuh 450 g nXP zur Lebenserhaltung. Mit einer Änderung der LM um 50 kg variiert der nXP-Bedarf um 20 g nXP je Tier und Tag. Der nXP-Bedarf für die Milchleistung hängt von der Milchmenge und dem Milcheiweißgehalt ab. Bei 3,4% Eiweiß sind 85 g nXP je kg Milch erforderlich. Einer Änderung des Eiweißgehaltes um 0,1 % erfordert eine Anpassung von 2 g nXP je kg Milch [FAHR UND LENGERKEN, 2003].

Eine andere Proteinquelle für die Milchkuh ist das unabgebaute Futterprotein (UDP). Dieses gelangt direkt in den Dünndarm und wird dort wie beim Monogastier enzymatisch verdaut. Bei Hochleistungskühen ist der Anteil an UDP besonders wichtig. Die Energieversorgung ist wegen des begrenzten Futteraufnahmevermögens problematisch. Somit ist die Proteinsynthese im Pansen gestört und eine Bedarfsdeckung kann nur durch pansenstables Eiweiß erreicht werden [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].

Zur Sicherstellung der Stickstoffversorgung der Pansenmikroben wird ergänzend die RNB (Ruminale-Stickstoffbilanz) ausgewiesen. Diese sollte möglichst im Gesamtwert über Null liegen und ist ebenfalls an der Proteinsynthese im Pansen beteiligt [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004].

2.3.7. Der Bedarf an UDP

Auf Grund der hohen Verdaulichkeit und der günstigen Zusammensetzung des Mikrobenproteins ist der Wiederkäuer unabhängig von der Qualität des Futterproteins. Sobald höhere Leistungen abverlangt werden, muss eine zusätzliche Eiweißversorgung erfolgen. Durch die Abhängigkeit der Proteinsynthese von der Energiezufuhr, ist der Umfang dieser von der Höhe der Energiekonzentration im Futter abhängig. Mit zunehmender Milchleistung der Kuh steigt der relative Proteinbedarf höher als der Energiebedarf. Daraus ergibt sich ein Defizit in der Versorgung. Dieses kann nur durch die Zufuhr pansenstabilen Protein (UDP) ausgeglichen werden. Dementsprechend steigt der UDP-Bedarf in den Rationen mit zunehmender Milchleistung (Abb. 6) [FAHR UND LENGERKEN, 2003].

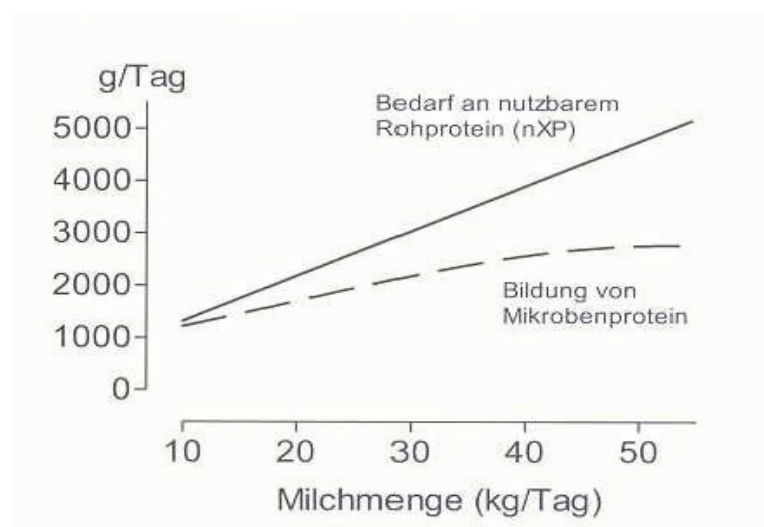


Abbildung 6: Entwicklung des Bedarfs an nXP und der mikrobiellen Proteinsynthese in Abhängigkeit von der Milchleistung (kalkuliert nach GfE, 1998) [FAHR UND LENGERKEN, 2003]

Im ersten Drittel der Laktation ist die Milchleistung im Verhältnis zur Futteraufnahme der Kuh bedeutend höher. Wenn man das potenzielle Leistungsvermögen in Betracht zieht ist die resultierende Proteinsynthese aus der Futteraufnahme nicht in der Lage den Bedarf zu decken. Um eine bessere und gleichmäßige Bedarfsdeckung zu erreichen, muss die UDP-Konzentration erhöht werden [LUCHT, 2001]. In der Abbildung 7 können Relationen für die Anforderung an UDP-Protein bzw. Bypass-Protein im Verhältnis zu Milchleistung und Mikrobenprotein entnommen werden.

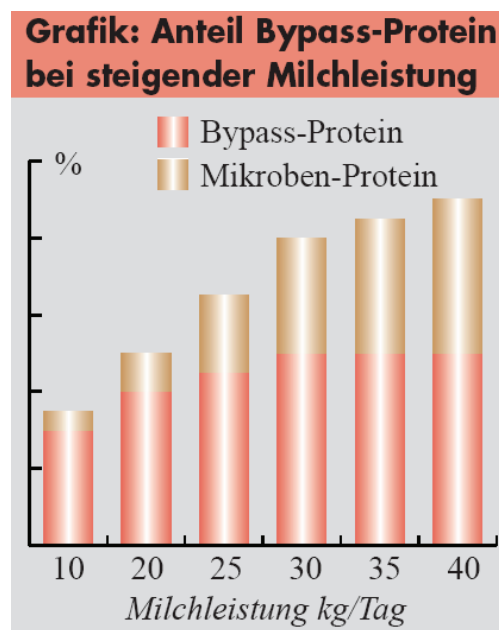


Abbildung 7: Bedarf an Bypass-Protein im Vergleich zum Eiweißbedarf [LUCHT, 2001]

2.3.8. Der Bedarf an essentiellen Aminosäuren

Früher war man davon ausgegangen, dass das Aminosäurenmuster der im Dünndarm verdauten Proteine dem optimalen Muster für die Milchbildung entspricht. Daher war eine Berücksichtigung einzelner potenziell limitierender Aminosäuren nicht notwendig gewesen [FAHR UND LENGERKEN, 2003].

Seit einigen Jahren wird davon ausgegangen, dass das Abbauverhalten einzelner Mikroorganismen unter bestimmten Voraussetzungen nicht ausreichend ist. Zeitweise können nicht alle essentiellen Aminosäuren synthetisiert werden. Somit besitzt auch der Wiederkäuer limitierende Aminosäuren, die als quantitativ limitierend bezeichnet werden können. Bei hohem Leistungsniveau stehen diese nicht in ausreichendem Umfang zur Verfügung. Die dabei wichtigsten essentiellen Aminosäuren sind Methionin, Lysin, Tryptophan und Threonin. Derzeit sind für Wiederkäuer noch keine Bedarfswerte für essentielle Aminosäuren erhoben worden.

Dennoch ist es ratsam bei der Zusammenstellung einer Ration Rücksicht auf die Gehaltsmenge zu nehmen [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004].

2.3.9. Die Fütterung des Milchrindes zu Beginn der Laktation

Die richtige Fütterung von Milchkühen ist Voraussetzung für hohe Milchleistungen und eine gute Fruchtbarkeit der Tiere. Sie muss wiederkäuergerecht und nährstoffbedarfsdeckend erfolgen. Zu den Zielen gehören: Deckung des Erhaltungs- und Milchleistungsbedarfs, Ermöglichung guter Fruchtbarkeit, optimale Entwicklung des ungeborenen und neugeborenen Kalbes sowie der Förderung von Gesundheit und Langlebigkeit der Milchkuh [ALSING, 2002].

Die ersten 100 Tage während einer Laktation entscheiden über das Leistungsvermögen. Diese Zeitspanne gestaltet sich besonders schwierig. Die Kuh muss trotz geringerer Futteraufnahme so gefüttert werden, dass sie ohne den Pansen zu übersäuern energetisch ausgeglichen ist. Ein weiteres Ziel besteht darin die neue Trächtigkeit zu fördern [HAGEMÜLLER, 2002].

Ein Hauptproblem bei der Fütterung von Frischmelkenden ist der schlagartige Anstieg des Energie- und Nährstoffbedarfs wenn diese in Leistung gehen. Weil die Kühe jedoch in den ersten 4 bis 5 Wochen nach dem Kalben 20% - 25 % weniger Futter aufnehmen, besteht hier eine negative Wechselwirkung. Somit würde eine Rationanpassung in Betracht gezogen werden, um die Tiere bedarfs- und leistungsgerecht versorgen zu können [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004].

Eine Rationsumstellung würde den Pansenstoffwechsel des Tieres jedoch erheblich belasten. Der Grund dafür liegt im rationsspezifischen Mikroorganismenmuster im Verdauungstrakt der Kuh. In Abhängigkeit von der Futtersituation bildet sich eine spezifische Pansenflora, die zur optimalen Verwertung der Ration beiträgt. Bei einer Futterumstellung beansprucht die Anpassung der Population 2 bis 3 Wochen. Während dieser Zeit ist die Kuh nicht in der Lage höhere Leistungen zu erbringen. Sie würde dementsprechend bei höheren Belastungen Mangelerscheinungen aufweisen. Da die Kuh zu Beginn der Laktation ohnehin ein Energiedefizit aufweist könnte eine Rationsumstellung zu erheblicher Leistungsminderung führen [UNTERER, 2002].

Wie bereits erwähnt wurde, führt die Zusammensetzung einer Ration zur Ausbildung einer bestimmten Population von Mikroorganismen im Pansen. Wird z.B. vorwiegend rohfaserreiches Futter verabreicht, bilden sich vorrangig zelluloseabbauende Mikroorganismen. Diese produzieren Essigsäure als Stoffwechselprodukt. Essigsäure kann zum Anstieg des pH-Wertes im Pansen führen und damit einer Pansenversauerung entgegenwirken. Sie dient ebenfalls als

Vorläufer für die Milchfettproduktion. Deshalb führt eine vermehrte Fütterung von strukturiertem Grobfutter auch zu einer Erhöhung des Milchfettgehaltes [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004].

Bei der vorwiegenden Fütterung von leicht löslichen Kohlenhydrate, wie Stärke und Zucker, ist Pansenflorazusammensetzung anders gestaltet. Diese Kohlenhydrate vermehren Mikroorganismen deren Stoffwechselprodukt Propionsäure ist. Eine Folge von übermäßiger Verabreichung könnte ein Verengen des Verhältnisses von Essigsäure und Propionsäure sein, was in einer pH-Wert-Absenkung resultiert. Eine Minderung des Milchfettgehaltes und der Futteraufnahme würde erfolgen. Dieser Sachverhalt lässt sich mit dem Zurückdrängen der zelluloseabbauenden Mikroorganismen (Azetatbildner) erklären. Ein geringer Anteil an Azetatbildnern führt zu einer längeren Verdauungszeit, was sich in einer geringeren Durchfluss- oder Passagerate äußert [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004].

Hohe Fettgehalte in den Rationen hemmen ebenfalls zellulosespaltende Mikroorganismen. Die Fette schließen andere Futterbestandteile ein und verhindern dadurch ihre Aufspaltung und Zersetzung. Die Folgen wären erneut eine geringere Passagerate und Futteraufnahme. Zeitgleich führt das zu einer Minderung des Milchfettgehalts [UNTERER, 2002].

Besonders zu Beginn der Laktation reagieren Milchrinder somit überempfindlich auf Rationsumstellungen. Neben der Belastung durch die Adaptation, bestehen ein enormer Leistungsstress und eine Diskrepanz zwischen der Futteraufnahme und dem Energiebedarf. Infolgedessen ist es ratsam, am Anfang der Laktation eine ähnliche Ration zu verwenden wie zuvor in der Vorbereitungszeit. Es wird versucht durch Steuerung der Kraftfuttermengen der Bedarfsleistungs-Diskrepanz entgegen zu wirken [GALLER, 2002]. Die Mengen sollten langsam gesteigert werden. Im weiteren Laktationsverlauf können die Kraftfutterzuteilungen in Abhängigkeit von der Leistungshöhe in den Tiergruppen erfolgen. Grundsätzlich sollten 12 - 13 kg Kraftfutter je Tier und Tag nicht überschritten werden [SPIEKERS, 2002]. Bei einer Überschreitung dieser Menge ist die Gefahr der Grundfuttermittelverdrängung zu groß, was wiederum die Population der zellulosespaltenden Mikroorganismen negativ beeinflusst [UNTERER, 2002]. Hinzu kommt, dass hohe Kraftfuttergaben höhere Ansprüche an die Zusammensetzung einer Ration stellen. Es ist vorteilhaft, bei höheren Getreidemengen (leicht löslichen Kohlenhydraten) einen Teil durch Mais oder Trockenschnitzel zu ersetzen. Diese sind pansenstabiler als Getreide und wirken damit einen pH-Wert-Abfall entgegen. Zusätzlich fördert pansenstabile Stärke die Milchleistung. Diese Stärke ermöglicht die Versorgung der Milchkuh mit Glucose (Hauptbestandteil der Milch) auch unter Energiemangel. Normale Stärke wird im Pansen zersetzt und muss im Körper mit Hilfe von Energie wieder synthetisiert werden. Besonders

zum Laktationsbeginn leidet die Kuh aber unter Energiemangel. Dementsprechend kann pansenstabile Stärke zu höheren Milchleistungen beitragen [GALLER, 2002].

Voraussetzung für eine optimale Fütterung sind nach wie vor gute Grundfutterqualitäten. Eine gute Qualität der Grundfuttermittel gibt der Kuh die Möglichkeit, höhere Mengen aufzunehmen und ihren Bedarf besser zu decken. Demgemäß muss sie nur geringere Kraftfuttermengen zu sich nehmen. Insgesamt führt das zu einer günstigeren Ration und geringeren notwendigen Futtermengen. Die ausreichende Aufnahme von Grundfuttermitteln garantiert zusätzlich eine genügende Pansenfüllung. Die Gefahr von linksseitiger Labmagenverlagerung, kurz nach der Kalbung, kann folglich dezimiert werden [HAGMÜLLER, 2002].

Durch falsche Konditionierung können zusätzlich Probleme auftreten. Eine Kuh die im letzten Laktationsdrittel überkonditioniert wurde, weist zu Beginn der nächsten Laktation eine signifikant niedrigere Futteraufnahmebereitschaft auf. Dadurch kann sich die Zeitspanne des Energiedefizits und der Mobilisation von körpereigenen Fetten verlängern [UNTERER, 2002]. Weiterhin kann bei Überkonditionierung ein erhöhter Milchfettgehalt gemessen werden. Dieser beruht auf dem vermehrten Abbau von Körperfett welches zur Milchfettsynthese genutzt wird. Dem Wiederkäuer fehlt für einen vollständigen Körperfettabbau jedoch die Energie, wodurch schädliche Stoffwechselprodukte entstehen. Letztendlich bewirkt dies eine Minderung der Fresslust und schwächt das Tier [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004].

Eine falsche Konditionierung und der damit verbundene übermäßige Körpersubstanzabbau kann zusätzlich Fruchtbarkeitsstörungen hervorrufen. Wie bereits erwähnt, dient Fett unter anderem auch als Speicherdepot. Es speichert Hormone wie z.B. Progesteron. Wenn Körperfett im hohen Maße mobilisiert wird, gelangen die gespeicherten Hormone in die Blutbahn. Dies führt zu einer Minderung der Brunstsymptome und kann eine stille Brunst hervorrufen [GALLER, 2002].

Zusammenfassend für das erste Laktationsdrittel kann festgestellt werden: Ein Energiedefizit bei Hochleistungskühen kann innerhalb der ersten Wochen einer Laktation nicht vollständig vermieden werden. Aufgrund des steigenden Bedarfs und einer 20% geringeren Futteraufnahme, sollte die Futteraufnahme schnell erhöht werden, um die Energiezufuhr zu optimieren. Ebenfalls wird eine hohe Gewichtung auf eine konstante Futtersituation und gleitende Umstellungen gelegt, um eine optimale Pansenmikrobenentwicklung zu gewährleisten. In Bezug auf die Körperkondition wird nach der Kalbung ein BCS von 3 - 3,5 angestrebt. Während der Laktation sollte dieser nicht unter 2,5 absinken. Ein Körpermasseverlust von 30 - 40 kg zu Zeiten des Energiedefizits ist tolerabel. Dies entspricht etwa 0,5 kg/Tier und Tag [SPIEKERS, 2002]. Richtwerte zur Erstellung einer Ration für Frischmelker sind in Tabelle 8 aufgeführt.

Tabelle 8: Nährstoffvorgaben für Milchkühe bei TMR; 8.000 kg Milch/Kuh und Jahr [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004]

Fraktion	Frischmelker 33 kg Milch/Tag	
	min.	Max.
Rohfett g/kg T		45
Rohfaser g/kg T	150	190
Strukturwert/kg T	1,1	
XS+XZ-bXS g/kg T	125	250
bXS g/kg T	10	60
NEL MJ/kg T	6,9	7,2
nXP g/kg T	160	
RNB g/kg T	1	
Ca g/kg T	6,1	
P g/kg T	3,8	
Na g/kg T	1,5	2,5
Mg g/kg T	1,6	

In MV ist die meist verbreitete Art der Fütterung von Großviehbeständen die *ad libitum* Fütterung. Dies bedeutet eine Futtervorlage zur freien Aufnahme und steht im Gegensatz zur restriktiven oder rationierten Fütterung. Es wird die Vorlage der totalen Mischration (TMR) angewendet [ALSING, 2002].

In einer TMR-Ration muss besonders auf die Ausgeglichenheit zwischen Trockenmassegehalt, Energie, Protein und Mineralstoffe geachtet werden. Durch diese Form der Futtervorlage wird das selektive Fressverhalten der Kühe unterbunden. Zeitgleich können Futterkomponenten eingesetzt werden, welche von den Tieren nur ungern aufgenommen werden [ALSING, 2002]. Durch die Homogenität einer Mischration wird auch eine stabile Pansenflora erreicht, was sich wiederum positiv auf die Tiergesundheit auswirkt. Problematisch ist der TMR-Einsatz in Herden mit großen Leistungsschwankungen. Tiere mit geringer Milchleistung werden schnell überversorgt und hochleistende unterversorgt. Aus diesem Grund ist eine Einteilung der Milchkühe in Leistungsgruppen notwendig [FAHR UND LENGERKEN, 2003].

2.4. Futtermittel in der Milchviehfütterung

Die Auswahl der Futtermittel und die Zusammenstellung einer Ration sind ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung. Ein Futtermittel allein ist nicht in der Lage den Bedarf einer Milchkuh an Nährstoffen vollständig zu decken, deshalb beinhaltet eine Ration verschiedene Futtermittelkomponenten [SPIEKERS, 2002].

Futtermittelkomponenten werden in Grund- und Kraftfuttermittel eingeteilt. Um eine optimale Versorgung zu erreichen werden diese in verschiedenen Kombinationen miteinander eingesetzt. Zu den Grundfuttermitteln zählen z.B. Silagen, Grünfutter, Stroh oder Heu. In den Bereich der Kraftfuttermittel fallen dementsprechend Produkte wie z.B. Getreide, Extraktionschrote, Rapskuchen, Treber, Mühlennachprodukte, Schlempe, Kleber und Mischfuttermittel. Grundfutter werden meistens im eigenen Betrieb produziert und verwendet. Kraftfutter hingegen müssen größtenteils zugekauft werden und bestimmen deshalb vornehmlich die Futterkosten. In der TMR werden oft Mischfutter vom Futtermittelhändler verwendet. Der Einsatz dieser in der Rinderfütterung hat sich in den letzten Jahren vermehrt etabliert. Die genormte Herstellung von Mischfuttermitteln ermöglicht den Landwirten eine Ration mit relativ konstanten Inhaltsstoffen zu erstellen. Eine Folge dessen sind geringere Belastungen für Pansenflora und Tier. Der derzeitige Futtermiteinsatz in Deutschland im Mischfuttermittelbereich ist in Abbildung 8 dargestellt [KUHNT, 2008].

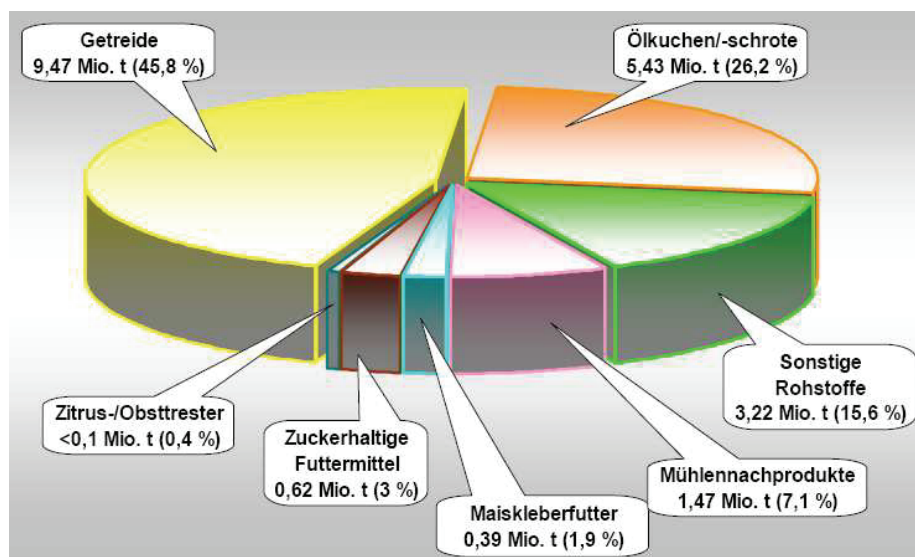


Abbildung 8: Rohstoffeinsatz im Mischfutter im Wirtschaftsjahr 2006/07 (insgesamt 20,69 Mio t)
[RADEWAHN, 2008]

Der Futtermiteinsatz unterliegt aber ständigen Schwankungen. Zurückzuführen ist das auf Produktinnovationen, die dazu beitragen das ständig neue Produkte auf dem Markt zu erwerben sind. Hinzu kommen regionale Präferenzen und Import- und Exportsituationen. Darüber hinaus führen Entwicklungen am Milchmarkt zur Veränderung der Rationszusammensetzung. Auf Grund der volatilen Milchpreise versuchen Landwirte die Futterkosten durch den Einsatz guter Grundfuttermittel zu senken. Es werden Silagen mit höheren Energie- und Proteingehalten in der Produktion angestrebt, umso den Einsatz von Kraftfuttermitteln zu verringern. Ein

positiver Nebeneffekt der dadurch entsteht ist die Minderung der Grundfutterverdrängung. Zeitgleich etablieren sich immer mehr Nischenprodukte auf dem Futtermittelmarkt. Koppelprodukte aus anderen Verarbeitungsprozessen werden vermehrt in der Fütterung eingesetzt, da diese oft günstig und in größeren Mengen vorhanden sind. Folglich gibt es keine allgemeine Festlegung in Bezug auf Standardfuttermittel in Milchviehrationen. Zurzeit werden jedoch folgende Futtermittel gern eingesetzt: Grassilage, Maissilage, Heu, Stroh, Grünschnitt, Weizen, Triticale, Mühlennachprodukte, Sojaextraktionsschrot, Rapsprodukte, Schlempe, Treber, Kleber, Nass- und Trockenschnitzel sowie Propylenglycol, Glycerin, Rapass®, Soypass®, Harnstoff, Futterkalke und verschiedene Mineralfutter. In geringeren Umfang werden auch Produkte wie z.B. Citruspellets, Citrustrester, Palmexpeller und ähnliches verwendet. [PERLITZ; KUHNT, 2008].

Viele dieser Produkte werden auch in Mischfuttermitteln verarbeitet. Die Zusammensetzung der Mischfuttermittel mit Berücksichtigung der regionalen Unterschiede ist in Abbildung 9 dargestellt. Zur Region Nord gehören: Schleswig Holstein, Hamburg, Niedersachsen, Bremen und Nordrhein-Westfalen. Zu Region Süd gehören: Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Baden-Württemberg und Bayer. Zu Region Ost: Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Berlin, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen [STRUKTUR DER MISCHFUTTERHERSTELLER, 2007]

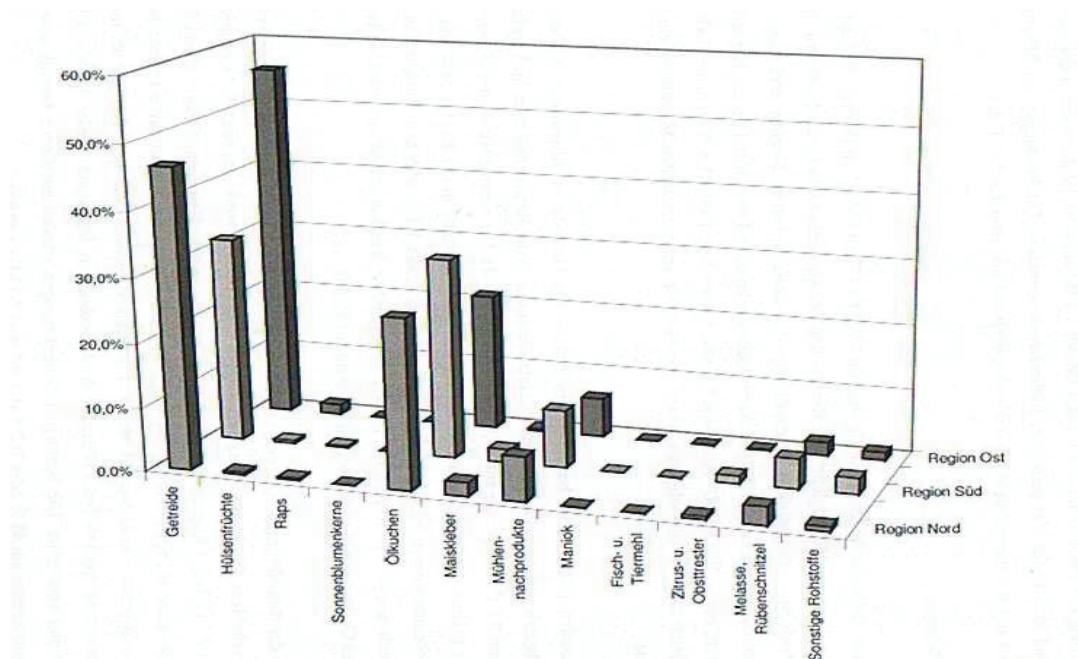


Abbildung 9: Rohstoffeinsatz für Mischfutterhersteller im WJ 2006/07 nach Region [STRUKTUR DER MISCHFUTTERHERSTELLER, 2007]

Sowohl die Rationszusammensetzung als auch die Herstellung von Mischfutter ist regional unterschiedlich. Diese hängen zum einen von der Verfügbarkeit der Futtermittel und zum anderen vom logistischen Aufwand ab. Beide Faktoren spiegeln sich indirekt im Preis wieder und bestimmen dadurch die Nachfrage. In MV werden folgende Futtermittel häufig verwendet [KUHNT, 2008]:

Grundfuttermittel:	Grassilage, Maissilage, Stroh, Heu
Krafftuttermittel:	Getreide, Maisnebenprodukte, Biertreber, Schlempe, Harnstoff, Rohfette, Sojaprodukte, Rapsnebenprodukte, Mühlennachprodukte, Zuckerrübenpellets und schnitzel, Melasse, Mischfuttermittel

Die wichtigsten Rohstoffe der Mischfuttermittel in Deutschland sind Getreide, Ölkuchen, Mühlennachprodukte, Melasse sowie Rübenschnitzel (Abb.8). Der Rohstoffaufwand in Mecklenburg Vorpommern ist in Tabelle 9 zusammengefasst. Hier sind die Ölkuchen nach dem Getreide die zweitwichtigste Komponentengruppe [STRUKTUR DER MISCHFUTTERHERSTELLER, 2007].

Tabelle 9: Rohstoffeinsatz in MV und Deutschland (Angaben in t) [STRUKTUR DER MISCHFUTTERHERSTELLER, 2007]

Land	Getreide	Hülsenfrüchte	Maiskleber	Ölkuchen	Mühlen- nach- produkte	Maniok	Zitrus- u. Obsttrester	Melasse, Rüben- schnitzel
D.	9.472.631	182.429	389.136	5.427.851	1.474.766	8.614	114	618.008
MV	305.475	5.038	4.139	112.573	36.720	0	1.345	17.134

Ein wichtiger Ölkuchen in Deutschland ist Rapsexpeller. Laut dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2007) stieg die Herstellung von Rapsnebenprodukten in der Region Ost von 148.981 t (1995/96) auf 775.043 t (2006/07) an. Dennoch sind die Ölmöhlen derzeit nicht in der Lage den bestehenden Bedarf zu decken. Folglich werden größere Mengen zu höheren Preisen importiert, wodurch der Vorteil von regional produzierten Futtermitteln z.B. gegenüber Soja verloren geht [STRUKTUR DER MISCHFUTTERHERSTELLER, 2007].

2.4.1. Rapskuchen als Futtermittel

Rapskuchen ist ein kostengünstiges Eiweiß- und Energiefuttermittel, mit hohen Gehalten an nutzbarem Protein. Früher war der Einsatz dieser Komponente vor allem durch die sekundären Inhaltsstoffe (Glucosinolaten) im Raps begrenzt. Heute jedoch ist der Fettgehalt der ausschlaggebende Faktor. Zu viel Fett in Milchviehrationen führt zu einer Störung der Mikroorganismen im Pansen, insbesondere zur Störung der Azetatbildner. Als Obergrenze gelten etwa 5% Fett oder 800 g – 1000 g Gesamtfett je Tier und Tag pro Ration. Wenn man davon ausgeht, dass Grundfutterrationen etwa 400 g Rohfett und getreidereiche Leistungsfuttermittel 2% - 3% Rohfett enthalten, können bei höheren Milchleistungen nochmals 200 g Rohfett durch Rapskuchen zugeführt werden [ALERT, 2003].

2.4.1.1. Rohfett im Rapskuchen

Das im Rapskuchen vorliegende Rohfett kann je nach Herstellungsverfahren positive oder negative Auswirkungen aufzeigen. Wenn der gewonnene Rapskuchen aus dem Kaltpressverfahren stammt, ist ein Teil des verbleibenden Rapsöls von Zellen eingeschlossen. Dieses zelluläre Fett wird erst im Darm durch Zersetzungsprozesse freigesetzt und verdaut. Pansenstabilisiertes Fett kann im Darm zu körpereigenes Fett umgebaut werden und trägt somit zur besseren Körperkondition der Kuh bei. Die Kuh erlangt dadurch die Möglichkeit länger körpereigene Reserven zu nutzen [ALERT, 2003].

Wenn Rapskuchen mehreren Pressvorgängen mit vorhergehender Erwärmung ausgesetzt wird (Warmpressung), ist der Anteil des Rohfettes welches im Darm freigesetzt wird geringer. Durch die Erwärmung und vermehrte mechanische Bearbeitung werden die Zellwände zerstört. Deshalb wird der Hauptanteil des Rohfettes ungeschützt direkt im Pansen freigesetzt [WEIß, 2005]. Dies belastet die Kuh und kann schneller zur Fettübersorgung führen.

Ein weiterer Unterschied ist die Fettzusammensetzung in Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren. Bei der Kaltpressung kann davon ausgegangen werden, dass das im Rapskuchen enthaltene Restöl eine ähnliche Zusammensetzung aufweist, wie die Rapssaat. Folglich würde es zu 30% aus mehrfach ungesättigten Fettsäuren wie Linol- und Linolensäure bestehen. Diese beeinflussen die Milchfettzusammensetzung und können zur Verbesserung der Milchprodukte führen. Ungesättigte Fettsäuren spielen des Weiteren eine bedeutende Rolle im Stoffwechsel des Tieres. Sie unterstützen das Immunsystem, beugen Herz-Kreislauf-Krankheiten vor, erhöhen die Fruchtbarkeit, unterstützen die Entwicklung des Nervensystems und den

Aufbau von Haut sowie Schleimhäuten. Bei der Versorgung der Rinder mit ungesättigten Fettsäuren ist zu beachten, dass diese im Pansen hydriert werden, sofern es keine pansenstabilen Fette sind. Etwa 50 % der Linolensäure wird zur gesättigten Fettsäure Stearinsäure umgewandelt. Somit kann es zu Anhäufungen von gesättigten Fettsäuren im Pansen und Darm kommen [SCHÖNE UND DUNKEL, 2003]. Wenn der Rapskuchen während der Verarbeitung erwärmt wird (Warmpressung), ist der Anteil ungesättigter Fettsäuren eher gering und der Anteil gesättigter höher. Somit muss bei der Verabreichung auf eine Belastung des Stoffwechsels geachtet werden. Aus diesem Grund sollten maximal 2 % des zugeführten Fettes in der Gesamtration aus Ölsamen stammen [ALERT, 2003].

In Abhängigkeit vom Fettgehalt variiert auch der Gehalt anderer Inhaltsstoffe. Vor allem der Energie- und Proteingehalt wird beeinflusst. Bei höherem Fettgehalt steigt die Energiekonzentration, jedoch der Eiweiß- und Rohfasergehalt sinkt (Tab. 10). Diese Erscheinung wird als Verdünnungseffekt bezeichnet [WEIß, 2005].

2.4.1.2. Rohprotein im Rapskuchen

Für die Beurteilung der Proteinqualität von Rapskuchen sind verschiedene Faktoren wichtig: die Proteinzusammensetzung, -verfügbarkeit und -verdaulichkeit [KRUTZINNA, 2003].

Die Proteinzusammensetzung des Rapskuchen weist hohe Gehalte an Methionin, Cystin und Threonin, jedoch geringere Lysingehalte aus [WEIß, 2005].

Für die Milchviehfütterung ist der Anteil an darmverfügbarem Protein von Bedeutung. Dieser ist unter anderem abhängig vom Anteil an beständigem Protein (UDP). Zum UDP-Gehalt im Rapskuchen gibt es noch keine eingehenden Untersuchungen. Es wird aber davon ausgegangen, dass dieser dem der Rapssaat gleichwertig ist, also 20% beträgt. SÜDEKUM (2001) nahm jedoch umfassende Untersuchungen an Raps- und Sojaextraktionsschrot vor und konnte für beide neue UDP-Gehalte bestimmen. Demgemäß kann davon ausgegangen werden, dass auch die UDP-Gehalte von Rapskuchen eine Korrektur erfordern. In einer Untersuchungsanstalt in Sachsen werden derzeit umfassende Untersuchungen zu diesem Thema durchgeführt. Hier konnten durch chemische Analysen Schwankungsbreiten im UDP-Gehalt von 10% - 40% festgestellt werden. Durchschnittlich liegt dieser aber über 30% [RICHARDT, 2008].

Beim Wiederkäuer ist ein Bedarf an UDP von 30% - 38 % erwiesen. Eine Unterschreitung führt zu Mangelercheinungen. Bei einer Überschreitung steht für die Proteinsynthese nicht genügend Stickstoff im Pansen zur Verfügung. Die im Rapskuchen angenommenen 20%

UDP liegen deutlich unter dem Bedarf. Durch die Messungen des LKV-Sachsen kann davon ausgegangen werden, dass der UDP-Gehalt im optimalen Bereich sein kann [RICHARDT, 2008]. Neben der Menge an Protein ist die dünn darmbezogene Verdaulichkeit ausschlaggebend. Für Lysin, Methionin und Cystin wurde eine Verdaulichkeit von 74% ermittelt [WEIB, 2006].

2.4.1.3. Glucosinolatgehalt

Früher war der Glucosinolatgehalt ausschlaggebend für Einsatzbeschränkungen. Heute konnte dieser durch die Züchtung neuer Sorten und das Einwirken von Wärme bei der Verarbeitung erheblich gesenkt werden [ALERT, 2003].

Grundlage für den Glucosinolatgehalt im Rapskuchen sind die Gehalte in der Rapssaat. Diese können zwischen 12 und 14 μmol in der T liegen [WERTEKER UND KRAMREITHER, 2002]. Weil Glucosinolate wasserlöslich an Festbestandteile gebunden sind, werden diese nur im Koppelprodukt nachgewiesen. Der Fettentzug kann zur Anreicherung von Glucosinolaten führen. Dadurch sind Gehalte von über 20 μmol in der T möglich [SPANN, 2006]. Die heutigen Glucosinolatgehalte beim Rapskuchen liegen bei 5 – 21,8 μmol in der T. 95% der Rapskuchen weisen allerdings einen Wert von unter 19 μmol in der T auf. Bei der Verfütterung von 10% wird somit der kritische Wert von 18 – 20 μmol in der T nicht überschritten [WEBER, 2007].

2.4.2. Vergleich Rapskuchen mit Soja- und Rapsextraktionsschrot

Rapskuchen wird oft im Vergleich mit Soja- und Rapsextraktionsschrot betrachtet. Ein Grund dafür könnte sein, dass besonders für Sojaextraktionsschrot immer wieder Substitutionsfuttermittel gesucht werden. Der Import von Sojaschrot führt immer noch zu unnötig hohen Futterkosten. Der Vergleich von Rapskuchen mit Rapsextraktionsschrot kann auf Konkurrenzverhalten zwischen Extraktions- und Pressbetrieben zurückgeführt werden.

Beim Vergleich mit Sojaextraktionsschrot wurde ermittelt, dass die Gehalte von Methionin und Cystin im Rapskuchen höher sind als im Sojaextraktionsschrot. Der Lysingehalt ist geringer und der Threonengehalt wird bei beiden Partien als gleichwertig angesehen [WEIB, 2006]. Die Rohfettgehalte schwanken im Rapskuchen von 8% - 18%, im Sojaextraktionsschrot von 2% - 4% Fett in der T. Deshalb ist der Energiegehalt im Rapskuchen bedeutend höher als im Sojaextraktionsschrot. Der gegenüber Sojaextraktionsschrot doppelt so hohe Rohfasergehalt des Kuchens ist auf den höheren Schalenanteil zurückzuführen. Dieser kann

sich positiv auf die Strukturwirksamkeit einer Ration auswirken. Des Weiteren ist der Zucker- und Phosphorgehalt etwas geringer als im Sojaextraktionsschrot. Zeitgleich enthält Rapskuchen auch ein Drittel weniger Rohprotein als Sojaextraktionsschrot [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].

Beim Vergleich zwischen Rapsextraktionsschrot und Rapskuchen liegen die wesentlichen Unterschiede im Energie- und Glucosinolatgehalt. Durch die Extraktion sind der Fettgehalt und damit auch der Energiegehalt im Rapsschrot deutlich geringer. Andererseits entfällt der Verdünnungseffekt und somit kann der Eiweißanteil höher angesetzt werden. Durch die Wärmezufuhr während der Verarbeitung wird nicht nur der UDP-Gehalt erhöht sondern auch der Glucosinolatgehalt im Rapsschrot gemindert. Aufgrund dieser Eigenschaften werden Rapskuchen und Extraktionsschrote gern in Kombination verabreicht um Sojaprodukte zu verdrängen (Tab.10) [JILG, 2005 (2)]. Die Kombination ermöglicht den Ausgleich des geringen Eiweißgehalts und bewirkt eine hohe Energiekonzentration.

Tabelle 10: Futterwert von Rapsfuttermitteln im Vergleich zu SES (Gehalte in 1 kg Futter) [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007]

		Rapskuchen		Rapsextraktionsschrot	Sojaextraktionsschrot
		8 - 12%	12 - 18%	2 - 4%	2 - 4%
Rohfettgehalt					
Rohprotein	g	333	315	349	449
Rohfaser	g	115	100	127	59
Rohfett	g	91	140	35	13
Phosphor	g	9	8	12	6
ME	MJ	11,2	12,3	9,9	13
Lysin	g	18	17,5	20	27
Methionon/Cystein	g	15	14	17	13
Threonin	g	15	14	16	16
NEL	MJ	7,2	7,8	6,4	7,4
UDP	%	20	20	30	30
NXP	g	193	198	206	253
RNB	g	22	19	23	31

Obwohl fettreicher Kuchen energiereicher ist, bedeutet das nicht unbedingt, dass die Gesamtration preisgünstiger ist. Die höheren Ölgehalte führen nicht nur zu höheren Energiekonzentrationen sondern auch zu geringen Eiweißkonzentrationen. In der Gesamtration wird somit ein Ausgleich erforderlich. Aufgrund des Energiegehalts wurde Rapskuchen im Vergleich zu Rapsextraktionsschrot als höherwertigeres Futtermittel eingestuft. Demgemäß besitzt dieser einen höheren Futtermittelpreis. Rapskuchen liegt dennoch um 50 % unter dem Preis von Sojaextraktionsschrot (Tab. 11) [KUHN, 2008].

Tabelle 11: Futtermittelpreise [HEINS ET AL., KUHNT, 2008]

Futtermittel	Einheit	Preis
Biertreber (siliert)	Euro/kg Futter	0,033
Citruspellets	Euro/kg Futter	0,176
Citrustrester	Euro/kg Futter	0,132
Futterfette (geschützt)	Euro/kg Futter	0,750
Maiskleber	Euro/kg Futter	0,129
Maismehl	Euro/kg Futter	0,160
Melasseschnitzpellets	Euro/kg Futter	0,191
Palmexpeller	Euro/kg Futter	0,147
Preßschnitzel (siliert)	Euro/kg Futter	0,023
Propylenglycol	Euro/kg Futter	1,500
Rapsexpeller	Euro/kg Futter	0,235
Rapsextraktionsschrot	Euro/kg Futter	0,225
Sojaextraktionsschrot 44/7	Euro/kg Futter	0,330
Soypass	Euro/kg Futter	0,257
Stroh	Euro/kg Futter	0,050
Weizenkleie	Euro/kg Futter	0,109
Winter-Gerste	Euro/kg Futter	0,195
Winter-Weizen	Euro/kg Futter	0,220
Zuckerrohrmelasse	Euro/kg Futter	0,130

2.4.3. Einsatz von Rapskuchen in der Milchviehfütterung

Der Einsatz von Rapskuchen in der Milchviehfütterung wird durch den Fettgehalt und Glucosinolatgehalt bestimmt. Der Anteil an Ölfett in der Ration sollte nicht über 2 % und der Gesamtfettgehalt nicht über 5 % Rohfett in der T. Der Grenzwert für den Glucosinolatgehalt liegt bei 18 µmol in der T [ALERT, 2003].

In welchem Umfang Rapskuchen eingesetzt werden kann, wird aber auch durch den Eiweiß- und Rohfasergehalt bestimmt. Die Einsatzmengen müssen so gewählt werden, dass in der Gesamtration eine Bedarfsdeckung erreicht wird. Parallel sollten die Kosten für die Gesamtration niedrig gehalten werden. Es ist dabei wichtig den Verdünnungseffekt des Fettes richtig einzuschätzen. Der Fett- und Energiegehalt variiert im Produkt sehr stark, ohne das eine Preisanpassung durchgeführt wird. Somit wird die Optimierung einer Ration erschwert [KUHNT, 2008].

Als Empfehlung für den Einsatz werden allgemein 2 - 3 kg/Tier und Tag angesetzt oder 15 % Rapskuchen in der T. Da diese Werte nur als Orientierung dienen, ist eine individuelle Betrachtung erforderlich. Beim erstmaligen Einsatz muss eine langsame Steigerung der Einsatzmengen in Betracht gezogen werden. Stufenweise sollte die Einsatzmenge pro Woche um 0,5 kg erhöht werden. Auf Veränderungen im Fressverhalten oder der Milchleistung muss in diesem Zeitraum genauestens geachtet werden [WEIß, 2005].

In mehreren Fütterungsversuchen konnte bei zu hohen Futtermengen ein Rückgang in der Milchleistung gemessen werden. Beim optimalen Einsatz jedoch eine Steigerung der Milch-inhaltsstoffe [WEIß, 2006].

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Rapskuchen ein hochwertiger Eiweiß- und Energielieferant ist, der zusätzlich hohe Gehalte an schwefelhaltigen Aminosäuren aufweist. Die enthaltenen ungesättigten Fettsäuren können die Milchbeschaffenheit und Zusammensetzung positiv beeinflussen und die Rohfasergehalte die Strukturwirksamkeit der Gesamtration verbessern. Durch den günstigen Preis des einheimischen Eiweißfuttermittels wird der Einsatz in der Milchviehfütterung zusätzlich begünstigt [WEIß, 2006].

2.4.4. Substitutionsmöglichkeiten von Rapskuchen

Um Futtermittel erfolgreich substituieren zu können, müssen Inhaltsstoffkonzentrationen gleichwertig oder durch Futtermittelkombinationen besser sein. Ziel ist es, das Tier im gleichen Leistungsbereich zu halten, jedoch mit geringerem Kostenaufwand [ALSING, 2002].

Der Proteingehalt ist mit zunehmender Milchleistung kein quantitatives Problem sondern ein qualitatives. Besonders der Gehalt an UDP wirkt limitierend. Hauptsächlich dient Rapskuchen als Austauschkomponente für Sojaschrot oder Getreide. In der Gesamtration kann dadurch der Anteil an leichtlöslichen Kohlenhydraten verringert und die Futterkosten gemindert werden. Die Erstellung einer sojaschrotfreien Ration erfordert eine hohe Qualität der Grundfuttermittel. Die Grundfutterleistung muss gesteigert und somit der Kraftfutterbedarf minimiert werden. Gegebenenfalls müssen Futterzusatzkomponenten wie Biertreber, Grünmehl, Körnerleguminosen, Raproplus® oder Rapass® eingesetzt werden. Diese erhöhen den Anteil an UDP und gewährleisten eine wiederkäuergerechte Eiweißversorgung [KRUTZINNA, 2003].

Im Gegensatz zum Getreide besitzt Rapskuchen wenig leichtlösliche Kohlenhydrate. Demzufolge wirkt er nicht wie Getreide pansenversauernd [KUHNT, 2008]. Früher wurde dazu übergegangen, Getreide durch Rapskuchen zu substituieren. Zurzeit steht der Austausch von Sojaschrot im Mittelpunkt. Abhängig von den Preisentwicklungen am Futtermittelmarkt ändert sich der Austausch von Futtermitteln jedoch ständig.

In der Rinderfütterung kann 1 kg Rapskuchen für folgende Kombinationen substitutiv wirken
[PRÖLL UND WIEDNER, 1993] :

- 0,61 kg Sojaextraktionsschrot 44/7 + 0,42 kg Gerste
- 059 kg Sojaextraktionsschrot 44/7 + 041 kg Weizen
- 0,60 kg Sojaextraktionsschrot 44/7 + 0,45 kg Trockenschnitte

3. Eigene Datenerhebung und Methoden

3.1. Herstellung von Rapskuchen in der ÖLA

Der Raps wird durch Kontrakte von Landwirten gekauft und unterliegt den Ölmühlenbedingungen und den vereinbarten Incoterms [ANIOL, 2008].

Die Saat wird über eine feinmaschige Metallgasse in den Produktionsprozess gebracht. Durch diese Siebung erfolgt eine erste grobe Reinigung und Absonderung von Fremdbestandteilen. Der weitere Weg führt über Trogkettenförderer (TKF) und Elevatoren (EV) durch das Tages-silo zur Saatreinigung. Bei der Saatgutreinigung passiert der Raps zuerst ein 5 mm großes Getreidelanglochsieb und anschließend ein 1mm Feinsaatsieb. Der gesamte Saatreinigungszyklus beansprucht etwa 46 Minuten. Während der Verarbeitung wird ein Fremdbesatz von 2% toleriert. Wenn dieser Grenzwert überschritten wird, ist ein zusätzlicher Reinigungszyklus erforderlich [ANIOL, 2008].

Nach der Reinigung gelangt das Saatgut zu den Konditionieren und Pressen. Im ersten Konditionierer (40°C) wird der Raps erwärmt und anschließend zur ersten Presse geleitet. Hier werden 75% des Öls abgeführt. Der Pressrückstand wird erneut zum Konditionierer (> 130°C) und einer zweiten Presse überführt. In dieser werden nochmals 15% des Öls abgepresst. Die Öle enthalten nach der Pressung noch 10% - 12% Trub. Der Trub wird im Trubölabscheider separiert. Dieser wird zur Produktion zurückgeführt und in der Nachpresse erneut ausgepresst. Somit kann eine höhere Ausbeute erlangt werden. Das Rohöl gelangt dann über Ölfilter zu den Öltanks und kann sowohl als Motorkraftstoff, technisches Öl oder auch Speiseöl verwendet werden [ANIOL, 2008].

Die Feuchtigkeit, welche sich in den Samen befindet, verdampft fast vollständig während des Prozesses. Wasser gelangt nur zu 1% - 3% ins Öl. Dieser geringe Teil wird dem Öl durch Vakuumpumpen entzogen. [Aniol, 2008].

Der entstandene Rapskuchen besitzt einen Restfettgehalt von etwa 8% - 10%. Dieser durchläuft einen Kuchenkühler. Er erreicht dadurch eine Lagertemperatur von 40°C. Es ist aber auch ein Direktverkauf ohne Zwischenlagerung möglich [ANIOL, 2008].

3.2. Die Datensammlung

Für die Untersuchung des Rapskuchens aus der Ölmühle Anklam wurden vorhandene Daten aus dem Zeitraum Februar 2007 bis Februar 2008 ausgewertet. Alle Analysedaten stammen aus akkreditierten Laboren. Dafür wurden einmal im Monat oder bei Bedarf auch häufiger Rapskuchenproben in das Labor des Landeskontrollverbandes Brandenburg e.V. in Waldsieversdorf geschickt. Eine Probe setzt sich aus einer 24 h Mischprobe zusammen und wird nach dem Nuklear-Magnetic-Resonanz-Verfahren (NMR) analysiert.

3.3. Die Datenverarbeitung in Excel

Die erhaltenen Daten wurden in Excelprogrammen verarbeitet und veranschaulicht. Dabei wurden folgende Werte ermittelt: Min- und Maximalwert, arithmetische Mittel, Spannbreiten. Ebenfalls erfolgten verschiedene Umrechnungen: von Originalsubstanz in Trockensubstanzen oder Prozentangaben in Gramm je Kilogramm. Ermöglicht wurde das durch folgende Rechnungen:

Mittelwert $\text{Summe aller Werte} / \text{die Anzahl der Werte}$

Spannbreite $\text{Max. Wert} - \text{Min. Wert}$

Umrechnung OS in T $\text{g/kg OS} * 1000 / (1000 - (1000 * \text{Feuchtigkeit} / 100))$

Umrechnung % in g/kg $\text{g/kg T} * 100 / 1000$

3.4. Das Programm Profeed 4.5

Die Berechnung der Rationen wurde mit dem Rationsberechnungsprogramm Profeed 4.5 durchgeführt. Dieses Programm dient der Erstellung und Optimierung von Wiederkäuerrationen. Es bietet die Möglichkeit, verschiedene Futtermittel zu verwenden und zeitgleich eine optimale Bedarfsdeckung oder Preiskombination zu ermitteln.

3.5. Erstellung der Rationen mit Profeed

Mit dem Programm Profeed wurden 5 Rationen erstellt. Um die erhaltenen Daten vergleichen zu können, wurden in allen Rationen die gleichen Futtermittel verwendet. Die Zusammensetzung der Rationen erfolgte regionsspezifisch. Dementsprechend sind diese maissilagebetont und enthielten Rapsprodukte, Getreide, Rübenprodukte sowie Mühlennachprodukte. In allen Rationen sind folgende Futtermittel verwendet worden: Grassilage, Maissilage, Winter-Weizen, Winter-Gerste, Rapsextraktionsschrot, Pressschnitzel (siliert), Biertreber, Lipicafett und ein Mineralfuttermittel. Eine Ration enthielten neben diesen Futterkomponenten Sojaextraktionsschrot und 4 Rationen Rapskuchen.

In den Rapskuchen-Rationen wurde zusätzlich Getreide-Schlempe verwendet. Ferner wurden verschiedene Rohfettgehalte im Rapskuchen angenommen. Es wurden Rationen mit einem Fettgehalt im Rapskuchen von 15 %, 10%, 9% und 8% erstellt. Ein Rohfettgehalt in der T mit 15% repräsentierte den Durchschnitt der Fettgehaltsklasse 2. Ein Rohfettgehalt von 8% in der T den niedrigsten und die 9% Rohfett in der T bilden den durchschnittlichen Fettgehalt des Rapskuchens in der ÖLA. Zeitgleich wurden die Rationen mit einem Fettgehalt im Rapskuchen von 8% und 10% in der T, zum Vergleich für die Schwankungsbreite im Rapskuchen der ÖLA verwendet.

Die Gehaltsklassen an Inhaltsstoffen der Futtermittel wurden aus dem Programm entnommen. Nur für Rapskuchen mussten neue Masken erstellt werden. Für die verschiedenen Rapskuchen wurden die Daten der Tabelle 12 verwendet. Auf Grund der geringen Anzahl an Daten aus der ÖLA musste für die Erstellung der verschiedenen Rapskuchen auf Daten der HaGe und WEIß (2005) zurückgegriffen werden. Dem entsprechend entstand der Rapskuchen mit 9% Fett der T aus Analysedaten der ÖLA, der Rapskuchen mit 10% Fett in der T aus den Daten der HaGe und der Rapskuchen mit 8% und 15% Fett in der T aus Literaturwerten von WEIß (2005).

Für die Ermittlung der Bedarfsstruktur galt als Grundlage ein Rind mit einem Lebendgewicht von 630 kg, das sich in der 2. Laktation und am 60. Laktationstag befand. Als Milchleistung wurden 33 kg je Tier und Tag mit 4,2 % Fett und 3,4 % Eiweiß angenommen. Dies gilt laut KUHNT (2008) als durchschnittliche Milchleistung in den landwirtschaftlichen Betrieben MV.

Tabelle 12: Gehalte der Rapskuchen aus der ÖLA, HAGE UND WEIB (2005) (Angaben in T)

Fettgehalt				
Parameter	8%	9%	10%	15%
MJ ME	11,1	11,5	12,5	14
MJ NEL	6,8	7,1	7,6	8,62
xp g/kg	369	362	356	350
nXP g/kg	224	220	217	204
RNB g/kg	12	13	14	23
UDP %	30	30	30	30
XF g/kg	128	72	94,5	111
XL g/kg	80	90	100	150

Als Legende für die Rationen gelten die Daten der Tabelle 13.

Tabelle 13: Legende der Rationen

Ration	Inhalt
Ration 1	mit Sojaextraktionsschrot
Ration 2	Rapskuchen der ÖLA
Ration 3	Rapskuchen mit 8% Rohfett in der T
Ration 4	Rapskuchen mit 10% Rohfett in der T
Ration 5	Rapskuchen mit 15% Rohfett in der T
Ration 6	Bedarfsausgleich der Ration 3
Ration 7	Bedarfsausgleich der Ration 4

4. Ergebnisse

4.1. Ergebnisse der Datenanalyse

In den verwendeten 22 Proben konnten Schwankungen in allen Inhaltsstoffen verzeichnet werden (Tab. 14). Die Fettgehalte variierten von 76 bis 101 g/kg T, der Rohproteingehalt von 308 bis 372 g/kg T und der Rohfasergehalt von 87 bis 124 g/kg T.

In der Regel nahm der Rohproteingehalt mit steigendem Fettgehalt ab, wie z.B. beim Vergleich von Probe 4 und 8 oder 22 und 7. Ein höherer Fettgehalt zog aber nicht zwangsläufig einen niedrigeren Rohfaser- oder Rohproteinwert nach sich, siehe z.B. Proben 1 und 11.

Für ähnliche Fettstufen konnten unterschiedliche Gehaltsklassen der verbleibenden Inhaltsstoffe festgestellt werden, wie in Probe 21 und 13. Es wurden auch größere Schwankungen der Inhaltsstoffe bei einer 1% Änderung des Fettgehalts (Probe: 11 zu 12, 9 zu 10 oder 4 zu 1) ermittelt.

In den meisten Proben wurde mit steigendem Eiweißgehalt auch ein höherer Rohfasergehalt ermittelt. Als Beispiel dafür dient der Vergleich zwischen Probe 21 und 13. In einigen Proben wie z.B. 12 und 15 wurde bei geringerem Rohfasergehalt ein höherer Eiweißgehalt gemessen. Eine Wechselwirkung zwischen dem Fett- und Rohfasergehalt konnte nicht festgestellt werden.

Der maximale Wert für Rohprotein wurde in Probe 13 ermittelt, welche einen Fettgehalt von 9,4% aufwies und der minimale Wert in Probe 4 mit dem Fettgehalt von 10%. Der max. Rohfasergehalt wurde in Probe 21 ermittelt und der max. Fettgehalt in Probe 1.

Tabelle 14: Daten des Rapskuchens aus der ÖLA von Februar 2007 bis Februar 2008

Probennr.	Rohprotein g/kg T	Rohfaser g/kg T	Rohfett g/kg T
1	361		101
2	356		95
3	361		94
4	334		100
5	346		93
6	356	117	96
7	350	96	90
8	360	98	88
9	354	90	93
10	334	114	94
11	340	106	88
12	383	88	87
13	407	124	94
14	379	123	80
15	375	90	76
16	376	109	81
17	355	97	90
18	370	87	97
19	355		90
20	370		97
21	373	125	93
22	378	110	83
min.	334	87	76
max.	407	124	101
Durchschnitt	362	72	91
Variation	73	37	25

Die Abweichungen in den Fettgehaltsklassen führten zu erheblich höheren Schwankungen im Rohproteingehalt (Abb. 10). Die Fettgehalte schwanken zwischen 76 und 101 g/kg T und die Rohproteingehalte zwischen 334 und 407 g/kg T. Die sich ergebene Spannbreite zwischen den Minimal- und Maximalwerten im Rohproteingehalt ist folglich 3-mal höher.

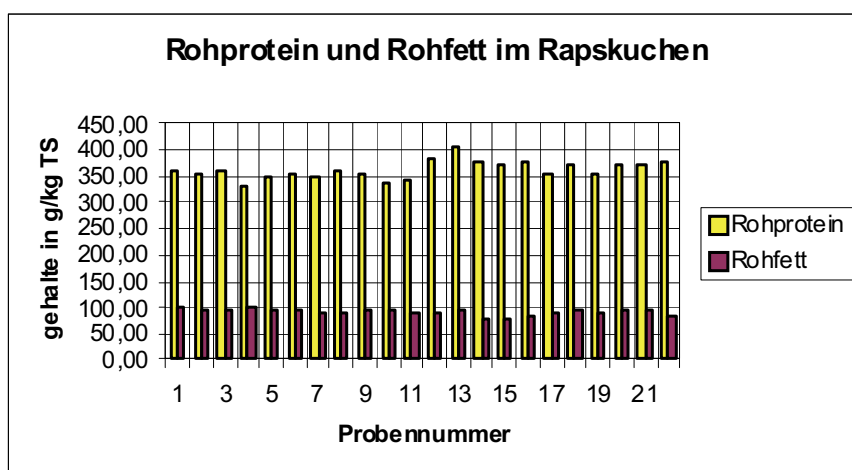


Abbildung 10: Schwankungen der Fett- und Rohproteingehalt

Neben den ermittelten Protein-, Fett- und Rohfasergehalten wurden auch genauere Untersuchungen zur Aminosäurezusammensetzung durchgeführt. Aus drei Untersuchungen konnten im Durchschnitt die in Tabelle 15 aufgeführten Werte ermittelt werden.

Tabelle 15: Eiweißzusammensetzung des Rapskuchens in OS

Aminosäure	content %	AA% in CP	AA% AS IS
Lysin	1,81	5,35	1,91
Methionin	0,66	1,95	0,7
Threonin	1,45	4,29	1,53
Thryptophan	0,47	1,39	0,5
Cyctin	0,79	2,33	0,83
Meth./Cyst	1,45	4,29	1,53

Zusätzlich wurde im Betrachtungszeitraum der Glucosinolatgehalt der Rapskuchenware zweimal bestimmt. Es konnte ein Durchschnitt von 9,55 µmol/g in der OS errechnet werden (Tab. 16).

Tabelle 16: Glucosinolatgehalte im Rapskuchen der ÖLA in OS

Parameter	Datum	Gehalt in µmol/g
Glycosinolate	09.08.2007	10,5
Glycosinolate	20.06.2007	8,6
Durchschnitt		9,55

4.2. Ergebnisse der Rationsberechnung

4.2.1. Ergebnisse der Rationen mit Sojaextraktionsschrot und Rapskuchen aus der ÖLA

In der Ration mit Sojaextraktionsschrot (Abb. 12) wurde nach den Restriktionen des Programms Profeed 4.5 eine Bedarfsdeckung erreicht (Tab. 17). In der Ration mit Rapskuchen aus der ÖLA (Abb. 11) wurde diese nur knapp erreicht und mit einer leichten Überschreitung der Trockensubstanzaufnahme. In beiden Rationen konnte der optimale Gehalt von 30% UDP nicht erreicht werden. Obwohl sich die Anteile der einzelnen Futtermittelkomponenten in den beiden Rationen änderten, blieb der Rationspreis konstant.

Tierzahl:		1		Lebendgewicht: (kg)		630		Milchleistung (kg):		33		Fett (%):		4,2	
Tiergruppe:				Ø Laktations-Nr:		2		Ø Laktationstag:		60		Eiweiß (%):		3,4	
FG	GR	Nr	T kg	F kg	Name	NEL MJ	nXP g	RNB g N	s Rfa g	Ca g	P g	Na g	EUR		
1	GF	1130	4,00	11,43	Grassil. 1. Schn. mit	26,0	557	13	968	20	16	8	0,46		
2	GF	1141	6,80	27,20	Maissil. Bg.Tr.KA<3t	41,5	864	-45	1014	15	15	1	0,87		
3	MF	17	0,27	0,28	Min 18/0/12/4					51		34	0,12		
4	EK	818	2,00	2,25	Rapsextr.schrot 00-	14,6	438	50		17	25	0	0,51		
5	EK	829	0,20	1,82	Preßschnitzel, siliert	3,0	63	3		1	0	0	0,04		
6	FK	813	2,00	2,27	W.-Weizen, Körner	17,0	350	-10		2	8	0	0,50		
7	FK	827	1,20	4,62	Bierhefer, siliert	8,0	222	12		1	2	0	0,15		
8	EK	811	1,00	1,14	W.-Gerste, Körner	8,1	167	-6		1	4	0	0,22		
9	EK	834	2,22	2,47	Rapskuchen ÖLA	15,8	488	29					0,57		
10	EK	838	0,33	0,34	Lipicafett	7,4				17			0,21		
11	EK	831	0,84	14,00	Schlempe, Getr. (W.)	6,7	204	15		0	0		0,11		
12															
AF															
LIZ															
Ist:			21,1	67,8	GFA 10,80	148,0	3353	56	1982	124	69	45	3,78		
min						148,1	3354		1895	125	77	33			
max			20,9		11,63		3508	70							
Defizit:			0,2			0,0	-1			-1	-8				
%			101		93	100	100		105	100	90	136			
kg Milch					9,1	33,0	33,0			32,8	27,5	55,6			
Kennwerte:			GFA normal												
Fett			4,9	%		GF-Aufn. (Ist)			10,8	kg T / Tag	Rohfaser			15,9	% der T
Futterkosten: 2			11,38	Ct / kg MM		KF-Aufn. (Ist)			10,3	kg T / Tag	s. Rohfaser			9,4	% der T
GF - Kosten 2			4,02	Ct / kg MM		T-Gehalt			31,1	%	SW			1,32	
Mineralstoffkosten			0,12	EUR / Tier		Energ.-GF			6,2	MJ NEL / kg T	UDP			26,0	%
Kraufutterkosten			2,31	EUR / Tier		Energ.-gas			7,0	MJ NEL / kg T	Zu + St			16,8	%

Abbildung 11: Ration 2

Tierzahl:	1		Lebendgewicht: (kg)		630		Milchleistung (kg):		33		Fett (%):		4,2	
Tiergruppe:			Ø Laktations-Nr:		2		Ø Laktationstag:		60		Eiweiß (%):		3,4	
	FG	GR	Nr	T kg	F kg	Name	NEL MJ	nXP g	RNB g N	s Rfa g	Ca g	P g	Na g	EUR
1	GF		1130	4,40	12,57	Grassil. 1. Schn. mit	28,6	613	15	1065	22	18	9	0,50
2	GF		1141	7,00	28,00	Maissil. Bg.Tr.KA-3!	42,7	889	-46	1044	15	15	1	0,90
3	MF		17	0,25	0,26	Min 18/0/12/4					47		32	0,11
4	EK		818	1,50	1,69	Rapsextr. schrot 00-	11,0	329	38		12	18	0	0,38
5	EK		829	1,33	6,05	Preßschrot siliert	9,8	209	-9		2	0	1	0,13
6	EK		813	1,60	1,82	W.-Weizen, Körner	13,6	280	-8		1	8	0	0,40
7	EK		827	1,35	5,19	Biertrober, siliert	9,0	250	14		1	2	0	0,17
8	EK		811	1,50	1,70	W. Gerste, Körner	12,1	251	9		1	8	0	0,33
9	EK		820	1,80	2,02	Sojaextr. schn. SchA	15,2	536	54		7	12	0	0,67
10	EK		838	0,28	0,29	Lipicafett	6,3				15			0,18
11														
12														
AF														
LfZ														
Ist:				21,0	59,6	GFA 11,40	148,3	3358	47	2109	125	78	44	3,76
min							148,1	3353		1891	125	77	33	
max				21,0		11,98		3506	70					
Defizit:				0,1										
%				100		95	100	100		112	100	101	134	
kg Milch						10,2	33,1	33,0			33,1	33,8	54,5	
Kennwerte:				GFA normal										
Fett				4,1	%		GF-Aufn. (ist)	11,4	kg I / Tag		Rohfaser	17,1	% der T	
Futtermkosten 2				11,40	Cl / kg MM		KF-Aufn. (ist)	9,8	kg T / Tag		s. Rohfaser	10,0	% der T	
GF - Kosten 2				4,24	Cl / kg MM		T-Gehalt	35,3	%		SW	1,46		
Mineralstoffkosten				0,11	EUR / Tier		Energ.-GF	6,3	MJ NEL / kgT		UDP	28,7	%	
Krautfuttermkosten				2,25	EUR / Tier		Energ.-ges	7,1	MJ NEL / kgT		Zu - St	17,7	%	

Abbildung 12: Ration 1

Tabelle 17: Ergebnisse der Rationsberechnungen 1 und 2 (Angaben in der Gesamtration)

	Aufnahme in kg T	MJ NEL	XL in %	XF in %	UDP in %	Ca in g	P in g	Na in g	Preis in Euro
Bedraf	20,9-21	7	5%	16	30	125	77	33	/
Ration 1	21	7,1	4,1	17,1	26,7	125	78	44	3,76
Ration 2	21,1	7	4,9	15,9	26	124	69	45	3,76

4.2.2. Auswirkungen von Schwankungsbreiten im Fettgehalt von Rapskuchen

Der Rapskuchen in der ÖLA weist einen Fettgehalt von 8% – 10% auf. Wenn als Berechnungsgrundlage für eine Ration ein Rapskuchen mit 9% angenommen wird, ergaben sich durch die Verwendung einer Rapskuchenpartie mit 8% oder 10% Rohfett in der T Änderungen in der Energiekonzentration und im Eiweißgehalt (Tab.18).

Unter c.p.-Bedingungen ergab sich, bei der Verwendung eines Rapskuchens mit 8% Rohfettgehalt in der T, ein Energiedefizit von 0,7 MJ NEL. Dies führt bereits zu einem Körpersubstanzabbau von 0,03 kg/Tag. Der nXP-Gehalt in der Gesamtration stieg hingegen von 3353 auf 3362 g nXP (Abb. 13).

Tierzahl:	1		Lebendgewicht: (kg)		630	Milchleistung (kg):		33	Fett (%):		4,2			
Tiergruppe:			Ø Laktations-Nr:		2	Ø Laktationstag:		60	Eiweiß (%):		3,4			
	FG	GR	Nr	T kg	F kg	Name	NEL MJ	nXP g	RNB g N	s Rfa g	Ca g	P g	Na g	EUR
1	GF		1130	4,00	11,43	Grassil. 1. Schn. mit	26,0	557	13	968	20	18	8	0,48
2	GF		1141	6,00	27,20	Maissil. Bg.Tr.KA<3%	41,5	864	-45	1014	15	15	1	0,87
3	MF		17	0,27	0,28	Min 18/0/12/1					51		34	0,12
4	CK		818	2,00	2,25	Rapsexr.schrot 00-	14,6	438	50		17	25	0	0,51
5	EK		829	0,40	1,82	Proßschnitzel, siliert	3,0	63	-3		1	0	0	0,04
6	EK		813	2,00	2,27	W.-Weizen, Körner	17,0	350	-10		2	8	0	0,50
7	EK		827	1,20	4,62	Biertreber, siliert	8,0	222	12		1	2	0	0,15
8	EK		811	1,00	1,14	W.-Gerste, Körner	8,1	167	-6		1	4	0	0,22
9	EK		834	2,22	2,47	Rapskuchen 8%	15,1	497	27					0,57
10	EK		838	0,33	0,34	Lipicalfett	7,4				17			0,21
11	EK		831	0,84	14,00	Schlumpo, Getr. (W.	6,7	204	15		0	0		0,11
12														
AF														
LIZ														
Ist:			21,1	67,8	GFA 10,80		147,4	3362	53	1982	124	69	45	3,76
min							148,1	3354		1895	125	77	33	
max			20,8		11,63			3508	70					
Defizit:			0,2				-0,7				-1	-8		
%			101		93		100	100		105	100	90	138	
kg Milch					9,1		32,8	33,1			32,8	27,5	55,6	
Kennwerte:			GFA normal					Abbau von Körpersubstanz: 0,03 kg / Tag						
Fett			5,1	%			GF-Aufn. (Ist)	10,8	kg T / Tag		Rohfaser	16,3	% der T	
Futterkosten 2			11,38	Ct / kg MM			KF-Aufn. (Ist)	10,3	kg T / Tag		s. Rohfaser	9,4	% der T	
CF - Kosten 2			4,02	Ct / kg MM			T-Gehalt	31,1	%		SW	1,32		
Mineralstoffkosten			0,12	EUR / Tier			Energ.-GF	6,2	MJ NEL / kgT		UDP	26,0	%	
Kraffuttermkosten			2,31	EUR / Tier			Energ.-ges	7,0	MJ NEL / kgT		Zu + St	16,8	%	

Abbildung 13: Ration 3

Bei der Verwendung eines Rapskuchens mit 10% Rohfettgehalt in der T konnten entgegengesetzte Entwicklungen beobachtet werden. Bei dieser Rationszusammensetzung stieg der Energiegehalt um 1 MJ NEL und der Eiweißgehalt sank von 3353 auf 3346 g nXP ab (Abb. 14).

Tabelle 18: Vergleich der Daten von Ration 2 bis 5 (Angaben in der Gesamtration)

	NEL in MJ	nXP	XL in %	XF in %	UDP in %	RNB g/kg
Bedarf	148,1	3354	5	16	30	70
Ration 2	148	3353	4,9	15,9	26	56
Ration 3	147,4	3362	5,1	16,3	26	53
Ration 4	149,1	3346	5,3	16,2	26	58
Ration 5	151,4	3317	5,8	16,3	26	78

Tierzahl:	1		Lebendgewicht: (kg)		630	Milchleistung (kg):		33	Fett (%):		4,2			
Tiergruppe:			Ø Laktations-Nr:		2	Ø Laktationstag:		60	Eiweiß (%):		3,4			
	FG	GR	Nr	T kg	F kg	Name	NEL MJ	nXP g	RNB g N	s Rfa g	Ca g	P g	Na g	EUR
1	GF		1130	4,00	11,43	Grassil. 1. Schn. mit	26,0	557	13	968	20	16	8	0,46
2	GF		1141	6,80	27,20	Maissil. Bg.Tr.KA<3%	41,5	864	-45	1014	15	15	1	0,87
3	MF		17	0,27	0,28	Min 18/0/12/4					51		34	0,12
4	EK		818	2,00	2,25	Rapsextr.schrot 00-1	14,6	438	50		17	25	0	0,51
5	EK		829	0,40	1,82	Preßschnitzel, siliert	3,0	63	-3		1	0	0	0,04
6	EK		813	2,00	2,27	W.-Weizen, Körner	17,0	350	-10		2	8	0	0,50
7	EK		827	1,20	4,62	Biertreber, siliert	8,0	222	12		1	2	0	0,15
8	EK		811	1,00	1,14	W.-Gerste, Körner	8,1	167	-6		1	4	0	0,22
9	EK		834	2,22	2,47	Rapskuchen 10%	16,9	482	31					0,57
10	EK		838	0,33	0,34	Lipicafett	7,4				17			0,21
11	EK		831	0,84	14,00	Schlempe, Getr. (W.	8,7	204	15		0	0		0,11
12														
AF														
LfZ														
Ist:			21,1	67,8	GFA 10,80		149,1	3346	58	1982	124	69	45	3,76
min							148,1	3354		1895	125	77	33	
max			21,0		11,63			3508	70					
Defizit:			0,0					-8			-1	-8		
%			100		93		101	100		105	100	90	136	
kg Milch					9,1		33,3	32,9			32,8	27,5	55,6	
Kennwerte:			GFA normal											
Fett			5,3 %					GF-Aufn. (ist)	10,8 kg T / Tag	Rohfaser		16,2 % der T		
Futtermittelkosten 2			11,38 Ct / kg MM					KF-Aufn. (ist)	10,3 kg T / Tag	s. Rohfaser		9,4 % der T		
GF - Kosten 2			4,02 Ct / kg MM					T-Gehalt	31,1 %	SW		1,32		
Mineralstoffkosten			0,12 EUR /Tier					Energ.-GF	6,2 MJ NEL /kgT	UDP		26,0 %		
Kraftfuttermittelkosten			2,31 EUR /Tier					Energ.-ges	7,1 MJ NEL /kgT	Zu + St		16,8 %		

Abbildung 14: Ration 4

Schwankungen im Gehalt an strukturierter Rohfaser konnten nicht ermittelt werden. Der prozentuale Anteil an Rohfaser in der Gesamtration variiert. In der Ausgangsration betrug dieser 15,9% in der T. Bei der Verwendung eines Rapskuchens mit 8% Rohfett in der T wurden 16,3% Rohfaser in der T und bei einem Rapskuchen mit 10% Fett in der T 16,2 % Rohfaser in der T ermittelt.

Auf dem Futtermittelmarkt schwankt der Fettgehalt im Rapskuchen zwischen 8% und 18%. In der Ration 5 (Abb. 15) wurde ein Rapskuchen mit 15% Rohfett in der T verwendet. Es konnten ähnliche Entwicklungen der Inhaltsstoffe analysiert werden, wie zuvor in Ration 4 (Tab. 18). Die gesamte Energiekonzentration stieg auf 151,4 MJ NEL und der nXP-Gehalt sank auf 3317 g nXP im Vergleich zur Ausgangsration (Ration 2). Ebenfalls änderte sich der Gehalt an strukturierter Rohfaser nicht. Der prozentuale Gehalt an Rohfaser stieg erneut auf 16,3% in der T an.

Tierzahl:	1			Lebendgewicht: (kg)			630	Milchleistung (kg):			33	Fett (%):		4,2
Tiergruppe:				Ø Laktations-Nr:			2	Ø Laktationstag:			60	Eiweiß (%):		3,4
	FG	GR	Nr	T kg	F kg	Name	NEL MJ	nXP g	RNB g N	s Rfa g	Ca g	P g	Na g	EUR
1	GF		1130	4,00	11,43	Grassil. 1. Schn. mil	26,0	557	13	968	20	16	8	0,46
2	GF		1141	6,80	27,20	Maissil. Bg.Tr.KA<3!	41,5	864	-45	1014	15	15	1	0,87
3	MF		17	0,27	0,28	Min 18/0/12/4					51		34	0,12
4	EK		818	2,00	2,25	Rapsextr. schrot 00-1	14,6	438	50		17	25	0	0,51
5	EK		829	0,40	1,82	Preßschnitzel, siliert	3,0	63	-3		1	0	0	0,04
6	EK		813	2,00	2,27	W.-Weizen, Körner	17,0	350	-10		2	8	0	0,50
7	EK		827	1,20	4,62	Biertreber, siliert	8,0	222	12		1	2	0	0,15
8	EK		811	1,00	1,14	W.-Gerste, Körner	8,1	167	-6		1	4	0	0,22
9	EK		834	2,22	2,47	Rapskuchen 15%	19,1	453	51					0,57
10	EK		838	0,33	0,34	Lipicafett	7,4				17			0,21
11	EK		831	0,84	14,00	Schiempe, Getr. (W.)	6,7	204	15		0	0		0,11
12														
AF														
LfZ														
Ist:				21,1	67,8	GFA 10,80	151,4	3317	78	1982	124	69	45	3,76
min							148,1	3354		1896	125	77	33	
max				21,2		11,83		3508	70					
Defizit:								-37	8		-1	-8		
%				99		93	102	99		105	100	90	136	
kg Milch						9,1	34,0	32,5			32,8	27,5	55,6	
Kennwerte:				GFA normal										
Fcti				5,8	%		GF-Aufn. (Ist)	10,8	kg T / Tag		Rohfaser	16,3	% der T	
Futtermkosten 2				11,38	Ct / kg MM		KF-Aufn. (Ist)	10,3	kg T / Tag		s. Rohfaser	9,4	% der T	
GF - Kosten 2				4,02	Ct / kg MM		T-Gehalt	31,1	%		SW	1,32		
Mineralstoffkosten				0,12	EUR / Tier		Energ.-GF	6,2	MJ NEL / kgT		UDP	26,0	%	
Krafftuttermkosten				2,31	EUR / Tier		Energ.-ges	7,2	MJ NEL / kgT		Zu + St	16,8	%	

Abbildung 15: Ration 5

5. Diskussion

5.1. Schwankungen der Gehalte an Inhaltsstoffe

5.1.1. Schwankungen der Gehalte an Inhaltsstoffe im Rapskuchen der ÖLA

Für Rapskuchen werden in vielen Literaturquellen Fettgehaltsklassen von 8-12% und von 12-18 % Fett ausgewiesen. Die verschiedenen Fettgehalte können auf unterschiedliche Herstellungsverfahren zurückgeführt werden. In der ÖLA wird das Warmpressverfahren, bei Temperaturen von $>130^{\circ}\text{C}$ und zweimaliger Pressung angewendet. Dadurch entsteht ein Rapskuchen, der durchschnittlich 9% Fett in der T beinhaltet. Dieser kann folglich in die Gehaltsklasse 1 eingeteilt werden.

In den 22 analysierten Proben wurde verschiedene Werte für die Gehalte an Rohprotein, Rohfaser oder Rohfett ermittelt (Abb. 16). Diese Abweichungen könnten auf drei Sachverhalte zurückgeführt werden. Zum einen führen die sortenspezifischen Gehalte führen zu einer natürlichen Variation. Zum anderen die Einwirkungsdauer von Temperatur und Druck im Warmpressverfahren, im Zusammenhang mit dem Durchsatz zu Inhaltsschwankungen. Denn die individuelle Auspressung eines Kornes ist umso besser je höher der Druck, die Temperatur und geringer der Durchsatz in den Maschinen ist. Parallel mindert sich dadurch der Fettgehalt im Rapskuchen und der Eiweißgehalt steigt. Ein weiterer Grund für die Schwankungen könnte im Abkühlungsprozess liegen. Nach der Produktion wird der Rapskuchen auf 40°C heruntergekühlt. Ein ungleichmäßiges Kühlen, z.B. durch einen hohen Durchsatz (außen und innen), oder ein langsames Abkühlen kann den Anteil an Rohfaser und Eiweiß beeinflussen. Folglich können geringfügige Abweichungen in den Inhaltsstoffen der Produkte in jedem Herstellungsverfahren erwartet werden. Wie groß eine normale Variation ist, kann ohne weitere Untersuchungen in der ÖLA und anderen Ölmühlen nicht gesagt werden.

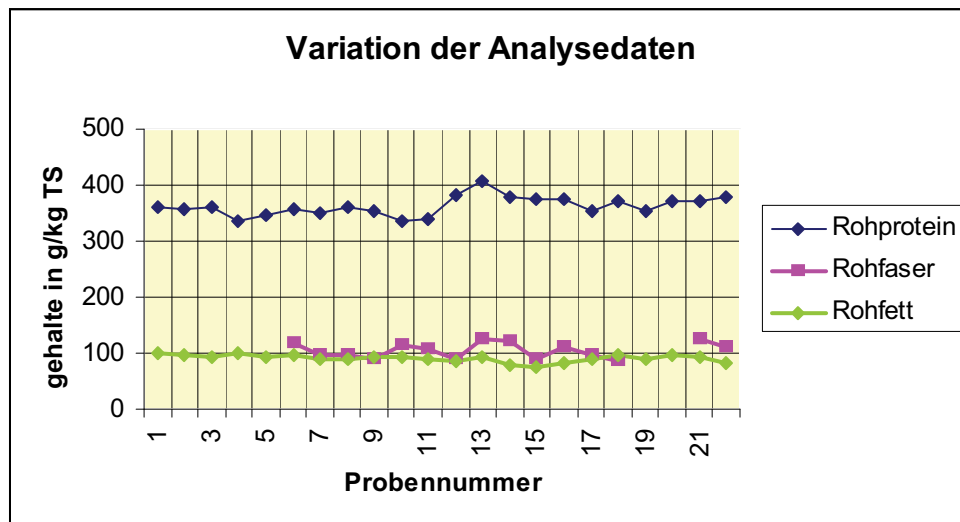


Abbildung 16: Variation der Inhaltsstoffe

Das Einwirken hoher Temperaturen und Druck im Warmpressverfahren führt nicht nur zu höheren Ölausbeuten, sondern auch zur Änderung der Produktbeschaffenheit. In Abhängigkeit von Temperatur, Druck und Einwirkungszeit kann sich der Anteil an UDP erhöhen und der Gehalt an Glucosinolaten gemindert werden. Aus diesem Grund wurden im Rapskuchen der ÖLA verschiedene Glucosinolatgehalte gemessen. Die beiden Messwerte lagen im unteren normalen Bereich und führten zu einem Durchschnittswert von 9,55 $\mu\text{mol/g}$ in der OS. Der Gehalt an UDP im Rapskuchen der ÖLA wurde noch nicht analysiert. Es ist aber zu erwarten, dass die Wärmeeinwirkung die Beständigkeit des Proteins erhöht hat. Somit wird dieser oberhalb von 30% liegt. Denn wie bei der Herstellung von Rapass® oder Raproplus® führt die Einwirkung von Hitze zur äußeren Denaturierung des Eiweißes und dadurch wird die Pansenbeständigkeit erhöht [ALERT, 2004]. Im ersten Laktationsdrittel ist der Bedarf an UDP im Verhältnis zur Futteraufnahme besonders hoch [LUCHT, 2001]. Ein hoher UDP-Gehalt in Futtermittel würde sich deshalb positiv auswirken.

Für den Rapskuchen der ÖLA könnten durch die geringeren Glucosinolatgehalte und die bessere Eiweißbeschaffenheit höhere Einsatzmengen festgelegt werden. Es muss aber darauf geachtet werden, dass die Fettzufuhr nicht überschritten wird.

Ab einer Temperatur von 60 °C nimmt ebenfalls der Rohfaseranteil zu und der Gehalt an Zucker ab. Diese Erscheinung spricht für die Warmpressung. Zu Beginn der Laktation besteht die Gefahr einer Pansenübersäuerung. Mit einer genügenden Verabreichung von Rohfaser kann diese reduziert werden. Die Futteraufnahme einer Kuh ist jedoch begrenzt. Somit ist es von Vorteil Futtermittel einzusetzen, die wie der Rapskuchen der ÖLA, energie- und eiweißreich sind, sowie einen genügenden Anteil an Rohfaser besitzen. Die Schwankungen der Roh-

fasergehalte von 87 - 124 g/kg in der T können im Vergleich zu Literaturwerten als grenzwertig angesehen werden. Durchschnittlich liegt der Rohfasergehalt bei 111 - 128 g/kg in der T [WEIß, 2005]. Ursache für die Schwankungen können, neben den bereits aufgeführten Gründen, unterschiedliche Schalenanteile im Saatgut sein. In Abhängigkeit von der Witterung und jahresbedingten Entwicklungen, kann der Anteil der Schalen im Samen unterschiedlich hoch sein [WERTEKER UND KRAMREITHER, 2002]. Da die betrachteten Proben über ein Jahr verteilt untersucht wurden, kamen Rapspartien aus verschiedenen Regionen, Ernten und Sorten zum Einsatz. Ein Beweis dieser These kann nur durch eingehende Untersuchung von Ausgangs- und Endprodukten erreicht werden.

Ein Nachteil der intensiven Bearbeitung der Rapssamen im Warmpressverfahren mit Hitze und Druck, ist die Minderung des intrazellulären Fettes. Ein Großteil des Rohfettes wird insofern direkt im Pansen freigesetzt. Dabei besitzt gerade intrazelluläres Fett den Vorteil, erst im Darm freigesetzt zu werden. Im Darm kann es zum Körpersubstanzaufbau genutzt werden oder geht ins Milchfett über. Beim vorherrschenden Energiedefizit wäre ein Ausgleich der Körperkondition besonders wichtig und könnte dazu beitragen den BCS nicht unter 2,5 absinken zu lassen. Im Rapskuchen der ÖLA konnten Schwankungsbreiten im Fettgehalt von 8% - 10% ermittelt werden. Ein Körpersubstanzaufbau würde dementsprechend nur bei einem Fettgehalt von 9% eintreten (in der verwendeten Ration). Daher stimmt diese Aussage nur teilweise. Das ungeschützte Fett im Rapskuchen der ÖLA wird vorrausichtlich zu hohen Teilen im Pansen wirken. Wenn die empfohlene Zufuhr überschritten wird können Stoffwechselstörungen aufkommen wie im Kapitel 2.3.9. beschrieben. Wie viel Prozent des intrazellulären Fettes durch die Warmpressung zerstört wird ist noch nicht bekannt.

Durch die Wärmeeinwirkung im Verarbeitungsprozess werden ungesättigten Fettsäuren hydriert [SCHÖNE UND DUNKEL, 2003]. Somit gehen wichtige Fettsäuren verloren, die für Fruchtbarkeit und Gesundheit des Tieres Voraussetzung sind.

Aus diesen Gründen ist die Einhaltung von maximal 2% Ölfett in der Gesamtration vorteilhaft [ALERT, 2003]. Besonders bei der zuvor beschriebenen möglichen Erhöhung der Verabreichungsmengen, sollte dies berücksichtigt werden. Wenn maximal noch 200 g reines Fett in der Ration durch Rapskuchen zugeführt werden können, liegt die Einsatzbegrenzung des Rapskuchens aus der ÖLA bei 2,22 kg T. Bei Einhaltung dieser Grenzen wird auch der Grenzwert des Rapsfettes von 2% in der Ration nicht überschritten. Es wurde aber eine Schwankungsbreite von 8-10% ermittelt. Somit könnte eine Überschreitung des Grenzwertes erreicht werden, obwohl die Einsatzbegrenzungen eingehalten wurden.

5.1.2. Schwankungen der Inhaltsstoffe in den Rapskuchenvarianten für die Rationsberechnung

Normalerweise führt ein geringerer Fettgehalt zu Minderung der Energiekonzentration und zum Anstieg der Gehalte an Rohfaser und Rohprotein sowie nutzbarem Rohprotein. Parallel steigt mit zunehmendem Fettgehalt der RNB-Wert. Die Werte des Rapskuchens mit 8% und 15% Rohfett in der T entstammen aus Literaturtabellen. Deshalb kann eine solche Tendenz erkannt werden. Die betriebsspezifischen Rapskuchen der ÖLA und HaGe weisen jedoch sehr geringe Rohfasergehalte auf. Dies kann mit den bereits beschriebenen Sachverhalten begründet werden. Hinzu kommt, dass die betriebsspezifischen Daten dem neusten Entwicklungsstandard der Sortenzüchtung entsprechen. In den letzten Jahren konnte die mögliche Ausbeute aus Samen erhöht und zeitgleich der Schalenanteil im Samen gemindert. Somit kann insgesamt auch ein geringerer Rohfasergehalt im Rapskuchen festgestellt werden.

Ebenfalls nicht berücksichtigt werden in den Literaturwerten die unterschiedlichen UDP-Gehalte. Durch den LKV-Sachsen konnten UDP- Schwankungen von 10% - 40% ermittelt werden [RICHARDT, 2008]. Wenn angenommen wird, dass der UDP-Gehalt durch Wärmeeinwirkung steigt, warum werden dann in den Literaturwerten auch bei höheren Fettgehalten UDP-Werte von 20 - 30% bestimmt? Diese Fragestellung ergibt sich aus dem Sachverhalt, dass hohe Fettgehalte hauptsächlich im Kaltpressverfahren entstehen. Eine Antwort bzw. genauere UDP-Gehaltsermittlung konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht gefunden und erhoben werden. Hierzu wären umfangreichere zusätzliche Untersuchungen notwendig gewesen. Fest steht jedoch, dass im Warmpressverfahren von einem UDP-Gehalt über 30% ausgegangen werden kann. Es ist daher vielleicht möglich eine UDP-Bedarfsdeckung auch in einer Ration mit dem Rapskuchen aus der ÖLA zu erreichen. Dies konnte bis jetzt aber nicht bestätigt werden.

5.2. Rationsgestaltung

5.2.1. Die Substitution von Sojaextraktionsschrot durch den Rapskuchen der ÖLA

Sojaextraktionsschrot ist auf Grund der hohen Eiweißkonzentration und Verwertbarkeit ein Futtermittel, das hauptsächlich im Hochleistungsbereich eingesetzt wird. Ziel dieser Arbeit war neben der genauen Analyse des Rapskuchens der ÖLA, die Möglichkeiten der Substitution von Sojaextraktionsschrot aufzuweisen.

Wichtig bei einer erfolgreichen Substitution ist die Bedarfsdeckung. Insbesondere im Bereich des 60. Laktationstages ist das aber schwierig. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich die Milch-

kuh immer noch im Energiedefizit, welches bei 90% aller Rinder in den ersten 10 Wochen der Laktation auftritt [BUTLER, 1981]. Sie besitzt aber bereits eine hohe Tagesleistung. Bei der ebenfalls vorherrschenden geringen Futteraufnahme müssen demzufolge hohe Energie- und Eiweißkonzentrationen ermöglicht werden.

Die Schwierigkeit der Realisation dessen wurde durch die Erstellung der Rationen verdeutlicht. In der Ration mit Sojaextraktionsschrot (Ration 1) war es möglich zum gleichen Preis und unter Einhaltung aller Restriktionen den Bedarf einer Milchkuh (am 60. Laktationstag mit einer Tagesleistung von 33 kg Milch) zu decken. Bei der Verwendung des Rapskuchens aus der ÖLA konnte dies ebenfalls erreicht werden, jedoch nur indem die Trockensubstanzaufnahme um 0,2 kg überschritten wurde.

Besonders die Deckung des Eiweißbedarfs in der Ration mit Rapskuchen war schwierig. Es wurde versucht durch die Verwendung einer zusätzlichen Eiweißkomponente, der Getreideschlempe, dem entgegenzuwirken. Dennoch konnten nicht die gleichen Ergebnisse erzielt werden wie zuvor in der Ration mit Sojaextraktionsschrot.

Zurückzuführen ist das auf die höhere Konzentration an Eiweiß im Sojaschrot im Vergleich zu Rapskuchen. Durch den Einsatz sind geringe Futtermittelmengen notwendig gewesen um den Bedarf zu decken. Hingegen muss beim Einsatz von Rapskuchen die geringere Eiweißkonzentration durch einen höheren Futtermittelaufwand ausgeglichen werden. Dieses ist am 60. Laktationstag durch die geringere Futteraufnahme nur schwer möglich. Folglich mussten weitere eiweißreiche Futtermittel verwendet werden. Der Einsatz dieser führt demzufolge zu höheren Futtermittelmengen und zum Anstieg des Rationspreises. Aus diesem Grund wurden für beide Rationen ein Preis von 3,75 Euro ermittelt, obwohl Sojaextraktionsschrot im Vergleich zu Rapskuchen um 50% teurer ist.

Daraus könnte geschlussfolgert werden, dass der Einsatz hochwertige Futtermittel, wie z.B. Sojaextraktionsschrot, aufgrund der höheren Eiweißkonzentration zu Laktationsbeginn besser geeignet. Sie könnten ebenfalls zu günstigeren Futterkosten beitragen, obwohl ihr Einzelpreis verhältnismäßig hoch ist. Es würde sich dementsprechend anbieten, wenn eine Sojaschrotsubstitution erreicht werden soll, Produkte wie Rapass® oder Raproplus® in geringen Mengen einzusetzen um Eiweißdefizite auszugleichen. Rapass® könnte zum Beispiel in einem Umfang von 0,5 - 1 kg in der Ration oder 8 - 10% in Mischfuttermitteln eingesetzt werden. Raproplus® kann in Abhängigkeit von der Milchleistung zu 2,5 - 4,5 kg in der Gesamtration verwendet werden. Durch die aktuelle Preisdifferenz zwischen Sojaschrot und Rapsprodukten könnte sich ein zusätzlicher ökonomischer Nutzen ergeben [SCHWARTING, 2008].

Diese Aussage gilt jedoch nur für die erstellten Rationen. Bei der Verwendung weiterer Futtermittel oder einer anderen Rationszusammensetzung könnte sie widerlegt werden.

Für eine Substitution von Sojaextraktionsschrot mit Rapskuchen spricht der Gehalt an essentiellen Aminosäuren Lysin, Methionin, Threonin und Tryptophan. Im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot weisen Rapsprodukte allgemein höhere Gehalte an Methionin, Lysin und Threonin auf und tragen damit entscheidend zur Bedarfsdeckung bei. Im Rapskuchen der ÖLA konnten in allen essentiellen Aminosäuren ein höherer Gehalt gemessen werden (Abb.17). Ob ein Zusammenhang zwischen der Wärmeeinwirkung und dem Gehalt an essentiellen Aminosäuren besteht, wurde noch nicht überprüft.

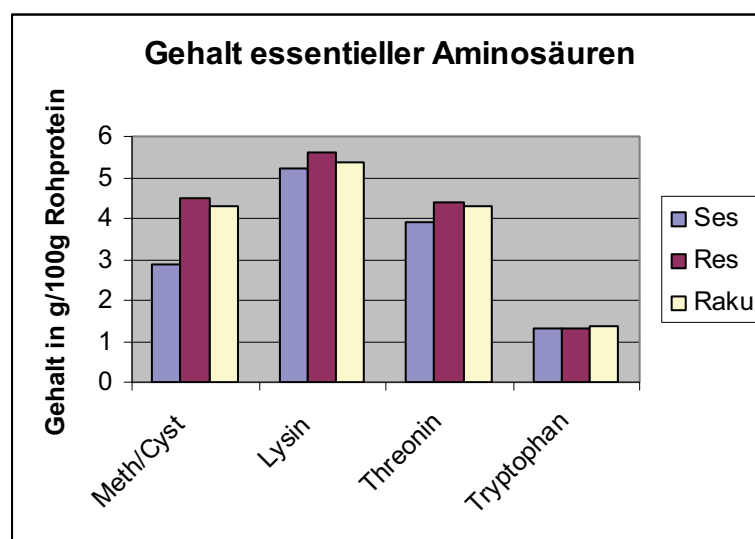


Abbildung 17: Gehalt essentieller Aminosäuren [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007; ÖLA]

Besonders durch die Kombination von Rapskuchen und Rapsextraktionsschrot können dementsprechend hohe Gehalte dieser in der Ration sichergestellt werden. Durch die Kombination beider Rapsprodukte ist es ebenso möglich geringfügige Eiweißdefizite auszugleichen. Rapsextraktionsschrot weist eine höhere Eiweißkonzentration auf als Rapskuchen. Dadurch kann im richtigen Mischungsverhältnis eine ähnliche Energiekonzentration erreicht werden wie im Sojaextraktionsschrot. In der Gesamtration sollte ein Anteil an Rapsprodukten von 4 - 4,5 kg T nicht überschritten werden. Somit ist die Kombination der beiden Rapsprodukte begrenzt. Besonders bei höherem Fettgehalt im Rapskuchen könnte eine optimale Eiweißversorgung unterschritten werden.

Rapskuchen kann, obwohl sein Eiweißgehalt im Vergleich zu Sojaschrot geringer ist, durch den höheren Rohfaser- und Energiegehalt positiv eingestuft werden. Deshalb ist der Einsatz

zu Beginn der Laktation, indem ein Energiedefizit vorhanden ist und die mangelnde Struktur in den Rationen zu Pansenübersäuerung führen können, vorteilhaft.

Der Einsatz von Sojaextraktionsschrot hat aber deutlich gemacht, dass eine Bedarfsdeckung mit geringerem Futtereinsatz erreicht werden kann. Dies ist ebenfalls im ersten Laktationsdrittel von Bedeutung. Besonders direkt nach der Kalbung ist die Futteraufnahme deutlich reduziert und demzufolge sind Mangelsituationen oft ein Problem [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004]. In den Beispielrationen wurde davon ausgegangen, dass alle Tiere am 60. Laktationstag bereits in der Lage sind 21 kg T aufzunehmen. Wenn eine Bedarfsdeckung nur grenzwertig erreicht wurde, führt eine geringere Futteraufnahme zu Mangelercheinungen. Eine Bedarfsdeckung mit geringerem Futteraufwand zu erreichen sollte daher ein Bestreben sein.

Andererseits wird die angestrebte Milchleistung von 33 kg Milch/Tier und Tag nicht von jedem Tier erbracht. Abweichend vom Durchschnitt werden einige Tiere darüber oder darunter liegen. Somit können Mangelercheinungen oder Überversorgungen eintreten. Folglich sind ein genauer Kenntnisstand über die Leistung der eigenen Tiere und der sich daraus ergebende Bedarf notwendig.

Ein Nachteil von Sojaextraktionsschrot liegt in der Höhe der Ruminale Stickstoffbilanz (RNB). Im Vergleich zum Rapskuchen der ÖLA liegt diese um 50% höher. Bei der Verwendung größerer Mengen erhöht sich dadurch schnell die RNB. Eine Überbelastung des Pansens mit Stickstoff kann zu Harnstoffanreicherungen führen, der den Stoffwechsel und Leber belastet. Beim Einsatz von Sojaschrot sollte deshalb ein Futtermittel mit negativer RNB zum Ausgleich eingesetzt werden. In MV werden oft Rationen mit hohem Anteil an Maissilage eingesetzt. Diese besitzt eine negative RNB und sorgt somit für einen Ausgleich.

5.2.2. Schwankungen des Rohfettgehalts im Rapskuchen

Um die Auswirkungen der Schwankungsbreiten im Rapskuchen der ÖLA und auf dem Futtermittelmarkt besser beurteilen zu können, wurden Rationen mit Rapskuchen der 8%, 9%, 10% und 15% Rohfettgehalt in der T erstellt. Als Berechnungsgrundlage diente dabei der Rapskuchen der ÖLA mit 9% Rohfett in der T.

Eine 1%-ige Steigerung des Fettgehaltes führte deutlich zur Steigerung der Energiekonzentration und des Gesamtfettgehalts in der Ration. Der angestrebte Grenzwert von 5% wurde dadurch um 0,3%-Punkte überschritten. Dieser Bereich ist noch tolerabel. Er kann aber bereits zur Belastung des Pansenstoffwechsels führen und die zellulosespaltenden Mikroorganismen hemmen. Negativ zu bewerten ist die Minderung des nXP-Gehalts. Die 1%-ige Steigerung

des Fettgehalts resultierte in einer Minderung des nXP um 7g in der Gesamtration. Obwohl laut Profeed durch diesen Mangel noch kein Körpersubstanzabbau hervorgerufen wird, sollte dieser Sachverhalt nicht ignoriert werden. Er beschreibt eine Entwicklungstendenz, die bei höheren Milchleistungen oder höheren Fettgehalten im Rapskuchen zur Schädigung der Kuh beitragen könnte. Zu geringe Mengen an nutzbarem Rohprotein werden vom Tier durch Muskelmasseabbau ausgeglichen. Insofern wurde doch ein Körpersubstanzabbau erfolgen. Hauptproblem dabei ist das sich die Zusammensetzung der Körpermasse nach dem Wiederaufbau anders. Beim Wiederaufbau verschiebt sich das Fett-Muskelverhältnis in Richtung Fett. Bei hohem Körpersubstanzverlust kann das auf Dauer zur Verfettung eines Tieres beitragen. Wie bereits angedeutet kann in dem oben angeführten Beispiel noch nicht von einem Defizit gesprochen werden. Diese Versorgungssituation sollte dennoch nicht angestrebt werden.

Dies führt zu der Erkenntnis, dass eine Rationsanpassung an die individuelle Futterkomponente notwendig ist. Für einen Rapskuchen mit 10% Fettgehalt könnte eine Ration wie in Abbildung 18 beschrieben gestaltet sein. Durch den höheren Fettgehalt im Rapskuchen konnte die Einsatzmenge von Lipicafett gemindert werden. Dies spiegelte sich in einem niedrigeren Rationspreis wieder, da Futterfette ein teures Futtermittel sind. Folglich müssen Rapskuchen mit hohem Fettgehalt und geringer Eiweißkonzentration nicht unbedingt zu höheren Rationskosten beitragen. In weiterführenden Rationsberechnungen konnte jedoch ermittelt werden, dass bei zu hohem Fettgehalt der Eiweißausgleich zu höheren Rationskosten führt.

Tierzahl:	1		Lebendgewicht: (kg)		830		Milchleistung (kg):		33		Fett (%):		4,2	
Tiergruppe:			Ø Laktations-Nr:		2		Ø Laktationstag:		60		Eiweiß (%):		3,4	
	FG	GR	Nr	T kg	F kg	Name	NEL MJ	nXP g	RNB g N	s Rfa g	Ca g	P g	Na g	EUR
1	GF		1130	4,00	11,43	Grassil. 1. Schn. mit	26,0	557	13	968	20	16	8	0,46
2	CF		1141	6,80	27,20	Maissil. Bg.Tr.KA-3!	41,5	884	-45	1014	15	15	1	0,87
3	MF		17	0,29	0,31	Min 18/0/12/4					55		37	0,13
4	FK		818	2,00	2,25	Rapsextr. schrot 00-	14,6	438	50		17	25	0	0,51
5	EK		829	0,40	1,82	Preßschnitzel siliert	3,0	63	-3		1	0	0	0,04
6	EK		813	2,00	2,27	W.-Weizen, Körner	17,0	350	-10		2	8	0	0,50
7	EK		827	1,20	4,82	Biotreiber, siliert	8,0	222	12		1	2	0	0,15
8	EK		811	1,00	1,14	W.-Gerste, Körner	8,1	167	-6		1	4	0	0,22
9	EK		834	2,22	2,47	Rapskuchen 10%	16,9	482	31					0,57
10	EK		838	0,30	0,31	Lipicafett	6,7				16			0,19
11	EK		831	0,90	15,00	Seilumpe, Getr. (W	7,2	219	16		0	0		0,12
12														
AF														
Lfz														
Ist:				21,1	68,8	GFA 10,80	149,0	3361	59	1982	126	70	47	3,75
min							148,1	3356		1900	125	77	33	
max				21,0		11,60		3509	70					
Defizit:				0,1								-8		
%				101		93	101	100		104	101	90	144	
kg Milch						9,1	33,3	33,1			33,6	27,5	60,3	
Kennwerte:				GFA normal										
Fett				5,2 %			GF-Aufn. (Ist)	10,8 kg T / Tag			Rohfaser	18,2 % der T		
Futterkosten 2				11,38 Ct / kg MM			KF-Aufn. (Ist)	10,3 kg T / Tag			s. Rohfaser	9,4 % der T		
GF - Kosten 2				4,02 Ct / kg MM			T-Gehalt	30,7 %			SW	1,32		
Mineralsstoffkosten				0,13 EUR / Tier			Energ.-GF	6,2 MJ NEL / kg I			UDP	26,1 %		
Kraftfutterkosten				2,30 EUR / Tier			Energ. ges	7,1 MJ NEL / kg T			Zu + St	16,8 %		

Abbildung 18: Ration 7

Bei einer 1%-igen Minderung des Rohfettgehaltes in der T im Rapskuchen konnte eine Steigerung des nXP-Gehaltes und eine Minderung der Energiekonzentration ermittelt werden. Im Gesamtbild führt das zu einem Körpersubstanzabbau von 0,03 kg/Tag. Obwohl 0,5 kg/Tier und Tag toleriert werden, sollte dieser bei der Rationserstellung ausgeschlossen werden. Durch die natürliche Varianz ergeben sich bereits ernährungsphysiologische Konflikte. Diese sollten durch eine suboptimale Ration nicht verstärkt werden. Energiedefizite werden vom Tier normalerweise durch Körperfettmobilisation ausgeglichen. Die entstehenden Keto-Körper führen zur Erkrankung des Tieres. Hinzu kommt, dass die Proteinsynthese im Pansen ebenfalls von der Energiezufuhr abhängig ist. Somit können höhere Energiedefizite auch zur Eiweißunterversorgung führen. Dieser muss in der Ration durch höhere UDP-Mengen entgegengewirkt werden und das wiederum erfordert eine Anpassung der Gesamtration.

Durch die 1%-ige Minderung des Fettgehalts stieg die Eiweißkonzentration. Die entstandene Überversorgung kann zu unnötiger Belastung des Stoffwechsels eines Tieres und Erhöhung der Futterkosten führen. In diesem Rationsbeispiel kann noch von keiner Belastung des Stoffwechsels gesprochen werden. Es wird aber erneut eine mögliche Entwicklungstendenz angedeutet. Die bei höheren Leistungen oder anderen Futterkomponenten schädigend wirken könnte. Die Rationskosten könnten durch die Verwendung eines Rapskuchens mit höherem Eiweißgehalt vermindert werden. Durch die höheren Eiweißkonzentrationen im Kuchen kann der Einsatz von anderen Eiweißkomponenten gemindert werden. Dies könnte zu einer preisgünstigeren Ration beitragen. Die Anpassung der Ration ist wie in Abbildung 19 dargestellt gestaltet. Der Ausgleich der Energiekonzentration mit Futterfett führte in dieser Ration, jedoch zu einem Anstieg des Rationspreises um 3 Cent. Der Rationspreis könnte aber durch den Einsatz anderer Energiefuttermittel gemindert werden. Diese Möglichkeit wurde allerdings nicht untersucht.

Tierzahl:	1		Lebendgewicht: (kg)		630		Milchleistung (kg):		33		Fett (%):		4,2	
Tiergruppe:			Ø Laktations-Nr:		2		Ø Laktationstag:		80		Eiweiß (%):		3,4	
	FG	GR	Nr	T kg	F kg	Name	NEL MJ	nXP g	RNB g N	s Rfa g	Ca g	P g	Na g	EUR
1	GF		1130	4,00	11,43	Grassil. 1. Schn. mit	26,0	557	13	968	20	18	8	0,48
2	GF		1141	6,80	27,20	Maissil. Bg. Tr.KA<3:	41,5	864	-45	1014	15	15	1	0,87
3	MF		17	0,25	0,26	Min 18/0/12/4					47		32	0,11
4	EK		818	2,00	2,25	Rapsextr. schrot 00-	14,6	438	50		17	25	0	0,51
5	EK		828	0,20	0,91	Preßschnitzel, siliert	1,5	31	-1		0	0	0	0,02
6	EK		813	2,00	2,27	W.-Weizen, Körnurr	17,0	350	-10		2	8	0	0,50
7	FK		827	1,40	5,38	Biertreber, siliert	9,3	259	14		1	2	0	0,18
8	EK		811	1,00	1,14	W.-Gerste, Körner	8,1	167	6		1	4	0	0,22
9	LK		834	2,20	2,44	Rapskuchen 8%	15,0	493	26					0,57
10	EK		838	0,40	0,42	Lipicafett	9,0				21			0,25
11	EK		831	0,80	13,33	Schlempe, Getr. (W.	6,4	194	14		0	0		0,11
12														
AF														
LIZ														
Ist:				21,1	67,0	GFA 10,80	148,3	3353	56	1982	124	70	42	3,79
min							148,1	3354		1895	125	77	33	
max				20,9		11,63		3507	70					
Defizit:				0,1				-1			-1	-8		
%				101		93	100	100		105	99	90	128	
kg Milch						9,1	33,1	33,0			32,6	27,7	50,6	
Kennwerte:				GFA normal										
Fett				5,5 %			GF-Aufn. (ist)	10,8 kg T / Tag			Rohfaser	16,3 % der T		
Futtermkosten 2				11,47 Ct / kg MM			KF-Aufn. (ist)	10,3 kg T / Tag			s. Rohfaser	9,4 % der T		
GF - Kosten 2				4,02 Ct / kg MM			T-Gehalt	31,4 %			SW	1,32		
Mineralstoffkosten				0,11 EUR / Tier			Energ.-GF	6,2 MJ NEL /kgT			UDP	26,1 %		
Kraftfuttermkosten				2,35 EUR / Tier			Energ.-ges	7,0 MJ NEL /kgI			Zu + St	16,7 %		

Abbildung 19. Ration 6

Die ermittelten Ergebnisse für Rapskuchen mit 8%, 9% und 10% Rohfettgehalt in der T können aber nicht unbedingt auch auf die Schwankungsbreiten des Rapskuchens in der ÖLA übertragen werden. Auf Grund der geringen Anzahl an Analysendaten wurden als Grundlage für die Inhaltsstoffe Werte der HaGe und WEIß (2005) verwendet. Somit stimmen diese Auswirkungen nur teilweise. In der ÖLA wurden auch Ergebnisse aus Proben ermittelt die unabhängig vom Fettgehalt hohe Eiweißgehalte aufwiesen. Folglich kann z.B. bei einer Änderung des Fettgehaltes auf 10% eine Überversorgung mit Rapsfett hervorgerufen werden, es muss sich aber nicht zwangsläufig auch eine Unterversorgung mit Eiweiß ergeben. Um die Aussage zu bekräftigen, wären jedoch weiterführende Datenerhebungen notwendig.

Dieser Sachverhalt zeigt aber, dass intensivere Untersuchungen und Deklarationen des Rapskuchens notwendig sind, um die bestmögliche Futtermittelkombination zu erreichen. Denn wie die Ration mit 9% Rohfettgehalt in der T im Rapskuchen aus der ÖLA und 10% Rohfett in der T im Rapskuchen aus der HaGe zeigen, ist ein Futtermittelbezug von verschiedenen Händlern ohne eine Rationsanpassung nicht unbedingt zu empfehlen. In der Praxis versuchen Landwirte jedoch ihren Bedarf an Rapskuchen durch mehrere Anbieter zu decken, besonders wenn kurzzeitige Lieferprobleme vorhanden sind. Durch die unterschiedlichen Verarbeitungen enthält dieser verschiedene Rapskuchen. Der Landwirt wird dennoch beide in der gleichen Ration einsetzen. Die Folgen wurden eben beschrieben und äußern sich beim Tier durch Leis-

tungsschwankungen oder Erkrankungen. Wenn der Gehalt an Inhaltsstoffen transparenter gestaltet wäre, ist ein Wechsel zwischen den Händlern bedeutend einfacher. Eine bessere Deklaration würde dementsprechend dem Endverbraucher die Möglichkeit geben zwischen verschiedenen Händlern gezielter auswählen zu können und bewusster auf Inhaltsstoffschwankungen zu reagieren.

Nun ist die Diskrepanz zwischen einem Rapskuchen mit 9% oder 10% Rohfett in der Trockensubstanz leicht auszugleichen. Der Ausgleich z.B. zwischen 9% und 15% Rohfett in der T ist schwieriger. Die Entwicklung der Inhaltsstoffe ist ähnlich wie bei einer 1%-igen Erhöhung des Fettgehalts. Der nXP-Gehalt sinkt und die Energiekonzentration steigt, ebenso wie der Gesamtfettgehalt in der Ration. Es ergibt sich jedoch zusätzlich eine deutliche Erhöhung der RNB. Wenn dieser Rapskuchen ohne Ausgleich verwendet werden würde, entstünden nicht nur Mangelsituationen sondern auch gesundheitsschädigende Futtersituationen. Folglich ist eine genauere Unterscheidung der Rapskuchen auf dem Futtermittelmarkt notwendig, besonders im Bereich der Hochleistungstiere. Diese sind durch ihre Stressbelastung viel anfälliger für suboptimale Fütterungssituationen und reagieren dementsprechend stärker auf diese. Wenn der Landwirt danach strebt das genetische Potenzial einer Kuh auszuschöpfen, kann dies nur durch eine Optimierung der Einflussfaktoren erreicht werden. Dementsprechend ist der optimale Einsatz von Futtermittelkomponenten durch das Wissen über ihre Inhaltsstoffe Grundstein für eine hohe Milchleistung.

6. Schlussfolgerung

6.1. Schlussfolgerungen Laktationsbeginn

Im Zeitraum des ersten Laktationsdrittel stellt eine Hochleistungskuh hohe Ansprüche an die Versorgung mit Futtermitteln. Sie weist einen hohen Bedarf an Energie und Eiweiß auf, sowie Mineralien, Wirkstoffen und essentiellen Aminosäuren. Die Konzentrationen dieser Bestandteile in der Ration müssen so gewählt werden, dass trotz der um 20% geminderten Futteraufnahme eine optimale Versorgung erreicht wird [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004]. In einer Ration müssen deshalb hohe Energiekonzentration, nXP- sowie UDP-Gehalt und ein ausreichender prozentualer Anteil an Rohfaser vorhanden sein. Das Verhältnis von nXP zu UDP verändert sich im Laufe der Laktation. Mit Leistungsbeginn ist der Anteil UDP höher, als zum Ende der Laktation, obwohl die Gesamtmenge von nXP und UDP bis zur Laktationsmitte zunimmt [LUCHT, 2001].

Am Anfang der Laktation steht die Kuh unter extremen Stress. Zum einen durch hohe Leistungen und zum anderen durch neue Futtersituation. Die Umstellung der Ration und die Leistungsanpassung dieser muss demzufolge gleitend und schonend erfolgen [GALLER, 2002]. Besonders auf die mögliche Grundfuttermittelverdrängung sollte bei energiereichen Rationen geachtet werden.

Ein Energiedefizit in dieser Zeit kann nicht vollständig verhindert werden und 90% der Kühe werden einen Körpersubstanzabbau aufweisen [BUTLER, 1981]. Es muss aber darauf geachtet werden, dass die Kuh nicht unter einen BCS von 2,5 absinkt und sich möglichst im optimalen Bereich von 3 - 3,5 befindet [HAGMÜLLER, 2002]. Es ist wichtig einen Best Möglichen Laktationsbeginn zu erreichen. Zu diesem Zeitpunkt wird die Leistungshöhe bestimmt und Fütterungsfehler wirken sich erheblich auf die gesamte Laktation aus.

6.2. Schlussfolgerung Rapskuchen

Rapskuchen ist ein Futtermittel, das in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen hat. Seine Einstufung als Futtermittel liegt schon heute über dem von Rapsextraktionsschrot [KUHN, 2008]. Auf dem Markt wird es immer Rapskuchen mit unterschiedlichen Gehalten an Fett, Eiweiß und Rohfaser geben. In fast jeder Ölmühle wird Rapskuchen durch betriebsspezifische Verfahren gewonnen. Die ständigen neuen Innovationen und Verbesserungen führen zu Schwankungen im Rapskuchen auf dem Markt. Ebenso werden durch unterschiedliche Ver-

arbeitungstemperaturen im Prozess Schwankungen im Bereich des Glucosinolat- und UDP-Gehalts auftreten [RICHARDT, 2008].

Rapskuchen ist dennoch ein hochwertiger Eiweiß- und Energielieferant, der zusätzlich hohe Gehalte an schwefelhaltigen Aminosäuren aufweist. Die enthaltenen ungesättigten Fettsäuren können die Milchbeschaffenheit und Zusammensetzung positiv beeinflussen und die Rohfasergehalte die Strukturwirksamkeit der Gesamtration steigern [WEIß, 2006].

Der Rapskuchen der ÖLA stammt aus dem Warmpressverfahren. Dieser weist dadurch einen Fettgehalt von 9% und Glucosinolatgehalt von 9,55 µmol/g in der OS auf. Mit einer entsprechenden Anpassung der Ration könnte er in einem Umfang von 2,22 kg OS eingesetzt werden. In der Ration sollte ein Gesamt fettgehalt von 5% und ein Ölfettgehalt von 2% nicht überschritten werden. Mit den gegebenen Empfehlungen und der Veranschlagung des Durchschnitts können diese Restriktionen eingehalten werden [ALERT, 2003].

In dem Zeitraum eines Jahres schwankte jedoch der Fettgehalt im Rapskuchen der ÖLA von 8% - 10% in der T. In den erstellten Beispielrationen führte das zu Änderungen in der Energie-, Eiweiß- und Rohfaserkonzentration, sowie der RNB. Die Änderungen der Gehalte waren noch tolerabel, aber lagen entfernt vom Optimum. Bei erheblichen Änderungen der Inhaltsstoffe im Rapskuchen ist eine Anpassung der Ration notwendig. Deshalb sollte jeder Händler ausführlicher Deklarationen ausweisen, um die betriebsspezifische Rationsanpassung besser gestalten zu können.

Der Verdünnungseffekt von Fett konnte innerhalb eines Herstellungsprozesses bestätigt werden. Mit zunehmender Auspressung sanken die Fettgehalte und die Eiweißkonzentration stieg. Durch natürliche Variationen im Samen, durch Sortenzüchtung [WERTEKER UND KRAMREITHER, 2002] und Variationen im Herstellungsverfahren bezieht sich der Verdünnungseffekt jedoch nicht auf verschiedene Proben. Somit konnte innerhalb der Ölmühle Anklam bei gleichen Fettgehalten unterschiedliche Eiweißgehalte ermittelt werden.

Es konnte nicht eindeutig ermittelt werden welcher Rapskuchen, mit einem Fettgehalt von 8% - 15%, zum günstigsten Rationspreis beiträgt. Es wurde geschlussfolgert, dass die betriebsspezifische Rationszusammensetzung ausschlaggebend dafür ist. In den gewählten Rationsbeispielen trug der Rapskuchen mit einem Fettgehalt von 10% zum günstigsten Rationspreis bei. Es wurden aber nicht genügend Rationen erhoben um diese Aussage zu kräftigen.

6.3. Die Substitution von Sojaextraktionsschrot durch den Rapskuchen der ÖLA

Die Substitution von Sojaextraktionsschrot durch Rapskuchen aus der ÖLA ist möglich. Beide Varianten, Ration mit Ses und Raku, bieten verschiedene Vorteile sowie Nachteile. Es konnte keine preisgünstigere Ration durch die Substitution ermittelt werden. Die Rationen ließen die Schlussfolgerung zu, dass zu Beginn der Laktation der Einsatz von hochwertigem Futtermittel vorteilig ist. Obwohl diese einen höheren Futtermittelpreis aufweisen, könnte ihr Einsatz zur Senkung des Rationspreises führen.

Der Vorteil einer Substitution ist grundsätzlich ebenso betriebsspezifisch und regional unterschiedlich wie die Zusammenstellung einer Ration. Mit verschiedenen Futtermitteln und Milchleistungen ergeben sich andere Schwerpunkte im Management der Milchviehhaltung und daraus folgend spezifische Anpassungen. Ausschlaggebend sind immer die angestrebte Milchleistung und die entstehenden Futterkosten. Somit können keine allgemein gültigen Aussagen zur Rationsgestaltung im Hochleistungsbereich der Milchviehhaltung definiert werden

7. Zusammenfassung

Grundsätzlich ist eine Substitution von Sojaextraktionsschrot durch Rapskuchen möglich. Ein Austausch insbesondere zu Beginn der Laktation der Ration ist jedoch schwierig und erfordert in den verwendeten Rationsbeispielen den Einsatz spezieller Futtermittel. Ohne die Verwendung dieser konnte kein Preisvorteil erzielt werden.

Unabhängig von diesen Feststellungen ist Rapskuchen ein hochwertiger Eiweiß- und Energielieferant, der zusätzlich im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot hohe Gehalte an essentiellen Aminosäuren, Rohfaser und ungesättigten Fettsäuren aufweist [WEIß, 2006]. Diese Zusammensetzung begünstigt seinen Einsatz in der Milchviehfütterung und besonders zu Beginn der Laktation.

Auf dem Futtermittelmarkt besteht jedoch eine große Bandbreite von verschiedenen Rapskuchen. Die Gehalte Fett und Eiweiß schwanken erheblich.

In der ÖLA z.B. wird das Warmpressverfahren angewendet. Dadurch entsteht ein Rapskuchen mit hohem Eiweiß- und UDP-Gehalt, sowie einen geringen Fett- und Glucosinolatgehalt [RICHARDT, 2008]. Aber auch dieser Rapskuchen wies geringe Schwankungen in den Inhaltsstoffen auf. Wenn im Rapskuchen ein geringfügig zu hoher oder zu niedriger Fettgehalt besteht, ist eine Substitution von Sojaextraktionsschrot mit den genannten Futtermitteln immer noch möglich, jedoch erfordert dies eine Anpassung der Futtermittelkomponenten.

Grundsätzlich ist eine individuelle Bewertung und Deklinierung der verschiedenen Rapskuchen zu empfehlen. Auf dem Futtermittelmarkt sollten die bestehenden Inhaltsschwankungen in einer Marktpreisanpassung widerspiegelt werden und damit zur höheren Markttransparenz beitragen.

Es konnte nicht ermittelt werden welcher Rapskuchen zum günstigsten Rationspreis beiträgt, da dieser vornehmlich auch durch den Preis und die Aufwandsmengen der anderen Futtermittelkomponenten bestimmt wird. Somit ist die optimale Rationszusammenstellung vollkommen betriebsspezifisch und kann nicht verallgemeinert werden.

Eidesstattlicheerklärung

Familienname: Weigel

Vorname: Jette

Geb.: 25.03.1986

Ich, Jette Weigel, erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit mit besten Wissen und Gewissen selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Ausführungen, die anderen Schriften wörtlich oder sinngemäß entnommen wurden, wurden kenntlich gemacht.

Weitere Personen waren an der inhaltlichen und materiellen Herstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Niemand hat von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Bachelorarbeit stehen.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

(Ort, Datum)

(Unterschrift)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der Rapsanbauflächen seit 1953 in Deutschland [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007]	14
Abbildung 2: Verfahrensablauf in dezentralen Anlagen [HASENENDER, 2004].....	17
Abbildung 3: Verfahrensablauf in zentralen Ölmühlen [HASENENDER, 2004].....	19
Abbildung 4: Anpassung der Fütterung an die Milchleistung [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004]	24
Abbildung 5: Entwicklung der Konditionsnoten im Laktationsverlauf [SPIEKERS EL AL., 2000]	26
Abbildung 6: Entwicklung des Bedarfs an nXP und der mikrobiellen Proteinsynthese in Abhängigkeit von der Milchleistung (kalkuliert nach GfE, 1998) [FAHR UND LENGGERKEN, 2003]	29
Abbildung 7: Bedarf an Bypass-Protein im Vergleich zum Eiweißbedarf [LUCHT, 2001].....	30
Abbildung 8: Rohstoffeinsatz im Mischfutter im Wirtschaftsjahr 2006/07 (insgesamt 20,69 Mio t) [RADEWAHN, 2008]	35
Abbildung 9: Rohstoffeinsatz für Mischfutterhersteller im WJ 2006/07 nach Region [STRUKTUR DER MISCHFUTTERHERSTELLER, 2007].....	36
Abbildung 10: Schwankungen der Fett- und Rohproteingehalt.....	50
Abbildung 11: Ration 2	52
Abbildung 12: Ration 1	53
Abbildung 13: Ration 3	54
Abbildung 14: Ration 4	55
Abbildung 15: Ration 5	56
Abbildung 16: Variation der Inhaltsstoffe	58
Abbildung 17: Gehalt essentieller Aminosäuren	62
Abbildung 19: Ration 7	64
Abbildung 20: Ration 6	66

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Entwicklung der Zahl der Ölmühlen in Deutschland [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].....	15
Tabelle 2: Entwicklung der Ölsaatenverarbeitung in Deutschland [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].....	16
Tabelle 3: Fettsäurezusammensetzung von Rapsöl: Auszug aus einer Spezifikation von Rapsöl einer Ölmühle (verschieden Sorten) [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].....	20
Tabelle 4: Vergleich von Rapsfuttermitteln (Gehalte in 1 kg Futter) [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007].....	21
Tabelle 5: Vergleich von Rapass® und Raproplus® [JILG, 2005]	22
Tabelle 6: Gegenüberstellung der verschiedenen Möglichkeiten zur Beurteilung der Körperkondition von Milchkühen [FAHR UND LENGERKEN, 2003].....	25
Tabelle 7: Versorgungsempfehlungen für Kühe (650 kg LM) bei unterschiedlicher Milchmenge (4% Fett, 3,4% Eiweiß) [FAHR UND LENGERKEN, 2003].....	27
Tabelle 8: Nährstoffvorgaben für Milchkühe bei TMR; 8.000 kg Milch/Kuh und Jahr [SPIEKERS UND POTTHAST, 2004].....	34
Tabelle 9: Rohstoffeinsatz in MV und Deutschland (Angaben in t) [STRUKTUR DER MISCHFUTTERHERSTELLER, 2007].....	37
Tabelle 10: Futterwert von Rapsfuttermitteln im Vergleich zu SES (Gehalte in 1 kg Futter) [CHRISTEN UND FRIEDT, 2007]	41
Tabelle 11: Futtermittelpreise [HEINS ET AL., KUHNT, 2008].....	42
Tabelle 12: Gehalte der Rapskuchen aus der ÖLA, HAGE UND WEIB (2005) (Angaben in T)	48
Tabelle 13: Legende der Rationen	48
Tabelle 14: Daten des Rapskuchens aus der ÖLA von Februar 2007 bis Februar 2008.....	50
Tabelle 15: Eiweißzusammensetzung des Rapskuchens in OS	51
Tabelle 16: Glucosinolatgehalte im Rapskuchen der ÖLA in OS	51
Tabelle 17: Ergebnisse der Rationsberechnungen 1 und 2 (Angaben in g/kg T).....	53
Tabelle 18: Vergleich der Daten von Ration 2 bis 5 (Angaben für 1kg Futter).....	54

Literaturverzeichnis

ALERT, H.J. (2003): Einsatz von Rapsextraktionsschrot und Rapskuchen in der Milchviehfütterung, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland

ALERT, H.J. (2004): Pansengeschütztes Protein aus Soja und Rapskuchen, Veredlungsproduktion, Heft 4, Seite 54-55

ALSING, I. (2002): Lexikon der Landwirtschaft, 4 Auflage, BVL-Verlagsgesellschaft mbH, München

BEAM, S.W.; BUTLER, W.R. (1999): Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum, dairy cows., J. Reprod. Fertil. 54, 411-424

BUTLER, W.R.; EVERETT, R.W.; COPPOCK, W.E. (1981): relationship between Energy Balance, Milkproduction and Ovulation post partum Hohlstein Cows, Journal Anim. Sci., 53, 742-748

BUTLER, W.R.; SMITH, R.D. (1989): Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle, J. Dairy Sci. 72, 767-783

CHRISTEN, O.; FRIEDT, W. (2007): Winterraps das Handbuch für Profis, 1 Auflage, DLG-Verlag Frankfurt am Main

COPPOCK, C.E.; NOLLER, C.H.; WOLFE, S.A. (1974): Effect of forage-concentrate ratio in complete feeds fed ad libitum on energy intake in relation to requirements by dairy cows, J. Dairy Sci. 57, 1371-1380

FAHR, R.D.; V. LENGERKEN R. (2003): Milcherzeugung Grundlagen-Prozesse Qualitätssicherung, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main

FLACHOWSKY, G.; JEROCH, H.; KIRCHGEßNER, M.; PALLAUF, J.; SCHULZ, E.; STAUDACHER, W. (2001): Empfehlung zur Energie und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder, DLG-Verlag

GALLER, J. (2002): den Laktationskurvenverlauf richtig Managen, Bauernjournal West, 22-24

HAGMÜLLER, W. (2002): Untersuchungen an Braunvieh im oberösterreichischen Innviertel-Stoffwechselprofile der ersten 100 Laktationstage, Inaugural-Dissertation, Wien

HELLER, D.; POTTHAST, V. (1997): Erfolgreiche Milchviehfütterung, 3 Auflage, VerlagsUnionAgrar, DLG-Verlag Frankfurt (Main)

JILG, T. (2005) (1): Raproplus® in der Rinderfütterung, Veredelungsproduktion, Heft 4, Seite 18-19

JILG, T. (2005) (2): Stellungnahme: Füttern ohne Sojaschrot - Einsatz von Rapsprodukten in der Rinderfütterung, Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf, LVVG

KIRCHGEßNER, M. (1997): Tierernährung Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis, 10 Auflage, DLG-Verlag Frankfurt (Main)

KRUTZINNA, C. (2003): Fachliche Stellungnahme, Möglichkeit der Fütterung von Milchkühen ohne Sojaextraktionsschrot, Universität Kassel, Fachbereich Ökologischer Agrarwissenschaften

LKV (2007): Jahresbericht für Milchleistung und Qualitätsprüfung, DAR

LUCHT, H.W. (2001): Proteinversorgung verbessern, UFA-Revue, Heft 5, 48-49

LÜTKE ENTRUP, N.; OEHMICHEN, J. (2000): Lehrbuch des Pflanzenbaus, band 2, BVL Verlagsgesellschaft Frankfurt am Main

MÜNZERT, M.; HÜFFMEIER, H. (1998): Pflanzliche Erzeugung, Band 1, BVL-Verlagsgesellschaft mbH, München, Wien, Zürich

PESCHEL, I. (2004): Raproplus® ein hochwertiges Eiweißfuttermittel zur optimalen Aminosäuren versorgung von Hochleistungsrindern, VeredlungsProduktion, Heft 4, Seite 56 57

PRIEPKE A.; SCHUBERT, C.; WOLFGANG, H.; PFUHL. R. (2008): Rapskuchen in dem Trog, Bauernzeitung, 31 Kalenderwoche, 42-43

PRÖLL, P.; WIEDNER, G. (1993): Eiweiß-Alternativen in der Fütterung, Österreichischer Agrarverlag, Druck- und Verlagsgesellschaft m.b.H.

RADEWAHN, P. (2008): Futtermittelmarkt worauf müssen wir uns kurz und langfristig einstellen, Sächsischer Futtertag, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, DVT

REMMELE, E. (2005): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung, KTBL-Schrift 427, BMVEL Bonn

REUTER, B. (2003): Rapass® und Rapass®-Res, geschützte Rapsprodukte für hohe Milchleistung, VeredlungsProduktion, Heft 3, Seite 54 55

SCHENK, W. (2008): ZMP Marktinfos, VeredlungsProduktion, Heft 1, seite 33

SCHÖNE, F.; DUNKEL, S. (2003): Broschüre: Rapskuchen in der Rinderfütterung, CMA Centrale Marketing Gesellschaft der Deutschen Agrarwirtschaft mbH

SCHÖNE, F.; WEIß, J. (2004): Rapsextraktionsschrot und Rapskuchen in der Schweinefütterung, Ufop-Praxisinformation, Ufop Erstauflage

SCHWARTING, G. (2008): Geschütztes Eiweiß bringt Sicherheit in der Versorgung, VeredlungsProduktion, Heft 2, 2008, Seite 16-17

SPANN, B. (2006): Rapskuchen in der Rinderfütterung, VeredlungsProduktion, Heft 2, Seite 14-15

SPIEKERS, H. (2002): Empfehlungen zur Fütterung der Hochleistungskuh in den Phasen Laktationsende, Trockenstehzeit und Laktationsbeginn, Journal Milchproduktion und Rindermast, Landwirtschaftskammer Rheinland

SPIEKERS, H.; MENKE, A.; POTTHAST, V. (2000): Milchviehfütterung Heute - Leistung und Kostenorientierung, AID- Heft 1089, Garloff GmbH

SPIEKERS, H.; POTTHAST, V. (2004): Erfolgreiche Milchviehfütterung, 4 Auflage, DLG-Verlag Frankfurt am Main

STAUDACHER, W.; RUPALLA, R. (2000): Fütterung der 10,000-Liter-Kuh, Erfahrungen und Empfehlungen für die Praxis

STRUKTUR DER MISCHFUTTERHERSTELLER (2007): Struktur der Mischfutterhersteller in Deutschland, 6 Auflage, Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, BMELV, Referat 425, Bonn

SÜDEKUM, K.H. (2004): Proteinbewertung und Proteinversorgung in der Milchviehfütterung, 31. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein

UNTERER, M. (2002): Futteraufnahme maximieren Bedeutung und Einflussfaktoren, Fachliche Stellungnahme, DLG

VILLA-GODOY, A.; HUGHES, T.L.; EMERY, R.S.; CHAPIN, L.T.; FOGWELL, R.L. (1988): Association between energy balance and luteal function, J. Dairy Sci. 71, 1063-1072

WEBER, M. (2007): Futtermittel aus Raps was sagen die Inhaltsstoffe?, VeredlungsProduktion, Heft 2, 2008, Seit 2-3

WEIDENMANN, F. (1999): Tierische Erzeugung, Band 2, 11 Auflage, BVL-Verlagsgesellschaft Frankfurt am Main

WEIß, J. (2005): Rapskuchen an Milchkühe-fachgerecht dosieren, Stellungnahme der LLH Kassel.

WEIß, J. (2006): Rapskuchen in der Milchviehfütterung, VeredlungsProduktion, Heft 1, Seite 10-11

WERMKE, M.; KUNKEL-RAZUM, K.; SCHOLZE-STUBENRECHT, W. (2005): Duden, das Fremdwörterbuch, 8 Auflage, Dudenverlag Leipzig Wien Zürich

WERTEKER, M. UND KRAMREITHER, G. (2002): Sorten und Umwelteinflüsse auf das Glucosinolat Spektrum von Körnerraps, Stellungnahme der Universität für Bodenkultur Wien

Weitere Quellen:

ANIOL, H. (2008): mündliche Aussage, Herstellung von Rapskuchen in ÖLA, Entwicklungen auf dem Rapsmarkt und in den Ölmühlen, (10.07.08) Ölmühle Anklam

HASENENDER, R. (2004): Skript der Vorlesung: Verarbeitung Nachwachsender Rohstoffe, Verarbeitung von Raps, Technische Universität Bergakademie Freiberg

HEINS, F.; LÜTHE, V.; BUNK, A.; KRAUSE, V.; MATUSSEK, P.; JANßEN, O. (2008): persönliche Mitteilung, Notierungen der Futtermittelpreise von der Friedrich Heins GmbH vom 04.08.08

KUHNT, W. (2008): mündliche Aussage, Erstellung von Milchviehrationen, Futtermittelhandel HaGe Nord (18.07.08)

MAHLAU, G. (2007): mündliche Aussage, Vorlesungsaufzeichnungen aus der Vorlesung Grundlagen Tierischer und Pflanzlicher Märkte, Hochschule Neubrandenburg

PERLITZ, R. (2008): mündliche Aussage, Verwendung von Futtermittel in MV, Agrargenossenschaft Franzburg (17.07.2008)

POHL, C. (2008): mündliche Aussage, Rapskuchen als Futtermittel und Entwicklungen auf dem Futtermittelmarkt, Futtermittelhandel Fugema, (21.07.2008)

RICHARDT, W. (2008): mündliche Aussage, Proteinqualität im Rapskuchen, Lehr- und Versuchsanstalt LKV-Sachsen

SCHULDT, A. (2006): mündliche Aussage, Vorlesungsaufzeichnungen aus der Vorlesung Grundlagen der Nutztierernährung, Hochschule Neubrandenburg

ANHANG

Verzeichnis der Tabellen und Übersichten:

Übersicht 1: Vorstellung der Ölmühle Anklam

Tabelle 1: Analysedaten des Rapskuchens aus der ÖLA

Tabelle 2: Eiweißzusammensetzung des Rapskuchens aus der ÖLA

Übersicht 1: Vorstellung der Ölmühle Anklam

Die Ölmühle Anklam GmbH & Co.KG, kurz ÖLA genannt, hat Ende November 2006 die Produktion aufgenommen und produziert seit dem aus Raps Pflanzenöl zu technischen Zwecken. Als Nebenprodukt fällt in diesem Verarbeitungsprozess Rapskuchen an, welcher in der Rinder- und Schweinefütterung genutzt werden kann. Sie ist nach ISO 9001:2000 und nach IFIS zertifiziert, führt weiterhin ein Kosher-Zertifikat und arbeitet nach dem HACCP Konzept [ANIOL, 2008].

216 t Raps werden täglich zu etwa 80 t Rapsöl und 137 t Rapskuchen verarbeitet, dementsprechend liegt die Ölausbeute aus der Rapssaat bei 37%. Dieser Produktionsumfang führt zu einer jährlich verarbeiteten Rapssaatmenge von 80 000 t zu 50 000 t Rapskuchen und ca. 29 000 t Rapsöl [ANIOL, 2008].

Die Lagerkapazitäten der Ölmühle sind eher gering und bedürfen somit einer ständigen Disposition um eine optimale Auslastung zu erreichen. In den elf Rapszellen, welche sich direkt im Gebäude befinden, können insgesamt ca. 2000 t Raps gelagert werden. Die Lagerung des Rapskuchens wird in 16 Zellen ermöglicht, was einer Lagerkapazität von 592 t entspricht. Das produzierte Öl kann in einem Umfang von 700 t in 6 Edelstahllagertanks bis zum Verkauf zwischengelagert werden. Um sich in den Arbeitsspitzenzeiten, wie der Ernte, oder auch in Notfallsituationen auf den Markt einstellen zu können, stehen der ÖLA des Weiteren auswärtige Lagerräume zu Verfügung. Diese befinden sich in 4 km und 6 km Entfernung und sind daher ohne hohen zusätzlichen logistischen Aufwand erreichbar. Je nach Bedarf ist es möglich in diesen Hallen Raps oder Rapskuchen einzulagern [ANIOL, 2008].

Die innere Verkehrslage der Ölmühle gestaltet sich ebenfalls positiv. Durch die direkte Anbindung an den Hafen und die 2,5 m tiefe Peene ist es möglich, in die Vermarktungsstrategie den Gütertransport über Frachtschiffe einzubinden. Während der Hochsaison findet auch hier eine Überbelastung statt, dieser wird durch eine Auslagerung auf den Hafen Vierow entgegengewirkt. Weil sich dieser in einer Entfernung von 35 km befindet, müssen bei Nutzung dieser Anlage vor Ort weitere Lagerkapazitäten genutzt werden, um die termingerechten Lieferungen einhalten zu können. Neben dem Transport per Frachtschiff werden die Produkte hauptsächlich durch Güterzüge und GMP+ zertifizierte Fuhrunternehmen zum Endverbraucher gebracht. Die Hauptabnehmer bezogen auf das Rapsöl sind weiterverarbeitende Betriebe, die v.a. Biodiesel herstellen. Für Rapskuchen sind es die Mischfutterindustrie, landwirtschaftliche und mischfutterorientierte Betriebe in Skandinavien [ANIOL, 2008].

Eine Besonderheit der ÖLA ist, dass sie in der Lage ist, je nach Kundenwunsch warm- und/oder kaltgepresstes Öl anzubieten. Somit wird der ÖLA die Möglichkeit gegeben sehr schnell auf die Bedürfnisse der Kunden reagieren zu können. Der Unterschied in der Weiterverarbeitung für die Kunden liegt im Wesentlichen darin, dass kaltgepresstes Pflanzenöl direkt als Motorkraftstoff in Fahrzeugen eingesetzt werden kann und warmgepresstes Öl in weiteren Verarbeitungsprozessen erst noch zu Biodiesel umgewandelt werden muss [ANIOL, 2008].

Tabelle1: Analyse-Daten des Rapskuchens der ÖLA

Nr.	Datum	Feuchtigkeit	Rohprotein	Rohprotein	Rohfaser	Rohfaser	Rohfett	Rohfett
		in %	g/kg T	g/kg OS	g/kg T	g/kg OS	in %	g/kg T
1	02.02.2007	5,9	361	340			10	101
2	16.03.2007	6,8	356	332			10	95
3	22.03.2007	7,3	361	335			9	94
4	18.04.2007	7,7	334	308			10	100
5	02.05.2007	7,2	346	321			9	93
6	19.06.2007	8,4	356	326	117	107	10	96
7	09.07.2007	7,4	350	324	96	89	9	90
8	09.07.2007	7,8	360	332	98	90	9	88
9	09.07.2007	6,9	354	330	90	84	9	93
10	09.07.2007	7,6	334	309	114	105	9	94
11	09.07.2007	8,3	340	312	106	97	9	88
12	07.08.2007	8,2	383	352	88	81	9	87
13	21.08.2007	8,5	407	372	123	113	9	94
14	15.10.2007	7,1	379	352	123	114	8	80
15	13.11.2007	7,9	375	345	90	83	8	76
16	20.12.2007	6,1	376	353	109	102	8	81
17	15.01.2008	9,2	355	322	97	88	9	90
18	15.01.2008	9	370	337	87	79	10	97
19	14.01.2008	9,2	355	322			9	90
20	14.01.2008	9	370	337			10	97
21	07.02.2008	7,2	373	346	125	116	9	93
22	15.02.2008	13	378	329	110	96	8	83
min.		6	333,69	308	87	79	8	76
max.		13	406,56	372	125	116	10	101
Durchschnitt		8	362	333	71	66	9	91
Variation		7	72,86	64	38	37	2	25

Tabelle 2: Eiweißzusammensetzung des Rapskuchens aus der ÖLA

22.02.2007				
Name	Bedarf	content %	AA % in CP	AA% AS IS
Lysin		1,79	5,32	1,89
Methionin		0,66	1,98	0,7
Threonin		1,43	4,26	1,51
Thryptophan		0,47	1,41	0,5
Cyctin		0,78	2,32	0,82
Methionin + Cyctine		1,46	4,34	1,54

03.09.2007				
Name	Bedarf	content %	AA % in CP	AA% AS IS
Lysin		1,8	5,1	1,89
Methionin		0,68	1,91	0,71
Threonin		1,5	4,24	1,57
Thryptophan		0,49	1,4	0,52
Cyctin		0,81	2,29	0,85
Methionin + Cyctine		1,47	4,17	1,55

16.03.2007				
Name	Bedarf	content %	AA % in CP	AA% AS IS
Lysin		1,84	5,65	1,96
Methionin		0,65	1,98	0,69
Threonin		1,43	4,39	1,52
Thryptophan		0,45	1,37	0,48
Cyctin		0,78	2,39	0,83
Methionin + Cyctine		1,42	4,36	1,51

