Universität für Bodenkultur

Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten im Grünland auf die Futterkosten sowie den Bedarf an primärer Energie und Futterfläche zur Bereitstellung von Milchviehrationen

Masterarbeit

Betreuer:

Univ. Prof. Dr. Jochen Kantelhardt

DI Stefan Kirchweger

Institut für Agrar- und Forstökonomie

Verfasser:

Stanger Jakob, Bakk. techn.

Wien, August 2012

Studienrichtung: Agrar- und Ernährungswirtschaft

Danksagung

Großer Dank gilt meinen Betreuern an den Instituten Agrar- und Forstökonomie und Nutztierwissenschaften. Besonders möchte ich mich an dieser Stelle bei meiner Familie, meiner Freundin Manuela und meinen so tollen Studienkollegen für die Unterstützung in den letzten Monaten und Jahren bedanken.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis V
Tabellenverzeichnis VI
Abkürzungsverzeichnis VII
Kurzfassung IX
Abstract IX
1 Einleitung 1
2 Grundlagen der Grünlandbewirtschaftung 3
2.1 Grünlandbewirtschaftung in Österreich 3
2.1.1 Düngung 4
2.1.2 Schnittzeitpunkt 5
2.1.3 Rechtliche Rahmenbedingungen: 6
2.1.4 Artenzusammensetzung 7
2.2 Einfluss von Düngung und Schnittzeitpunkt auf den Grünlandbestand 7
2.2.1 Einfluss durch verringerte Bewirtschaftungsintensität 8
2.2.2 Einfluss durch erhöhte Bewirtschaftungsintensität 9
3 Grundlagen der Milchviehfütterung 11
3.1 Der Nährstoffbedarf einer Milchkuh 11
3.2 Bewertung verschiedener Futtermittel 13
3.2.1 Grundfutter 13
3.2.2 Kraftfutter 14
3.3 Futteraufnahmepotenzial der Milchkuh 16
3.4 Kosten der Fütterung 17
4 Bedarf an primärer Energie zur Bereitstellung der Futterkomponenten in der Milchviehration 19
5 Material und Methoden 22
5.1 A - Erstellung unterschiedlicher Bewirtschaftungsvarianten zur Grassilageproduktion 22
5.2 B - Berechnung von Trockenmasse- und Inhaltstofferträgen, Kosten, Flächen- und primären Energiebedarf der Grassilagen in den unterschiedlichen Varianten 24
5.2.1 Berechnung von Trockenmasse- und Inhaltsstofferträge 24
5.2.2 Berechnung der Einzelkosten der Grassilageproduktion 26
5.2.3 Berechnung des Bedarfs an primärer Energie 27
5.2.4 Ermittlung des Flächenbedarfs 29
5.3 C – Erstellen der Gesamtration auf Basis der Kosten- und Bedarfsoptimierung 30
5.3.1 Erstellung des Rationsschemas 30
5.3.2 Ermittlung der Rationskosten 35
5.3.3 Ermittlung des primären Energiebedarfs 36

5.3.4 Ermittlung des Flächenbedarfs ... 38
5.4 C – Sensitivitätsanalyse ... 39
6 Ergebnisse ... 40
6.1 B - Trockenmasse- und Inhaltstofferträge, Kosten, Flächen- und primärer Energiebedarf der Grassilagen in den unterschiedlichen Varianten ... 40
6.1.1 Trockenmasseerträge und Futterinhaltsstoffe der Grassilagevarianten ... 40
6.1.2 Kosten zur Bereitstellung der Grassilagen ... 41
6.1.3 Flächen- und primären Energiebedarf zur Bereitstellung der Grassilagen ... 42
6.2 C – Die Gesamtrationen auf Basis der Kosten- und Bedarfsoptimierung ... 44
6.2.1 Rationskosten ... 45
6.2.2 Primärer Energiebedarf ... 46
6.2.3 Flächenbedarf ... 46
6.3 Sensitivitätsanalyse ... 47
7 Diskussion ... 50
7.1 Bewertung der Datengrundlagen und der Methoden ... 50
7.2 Bewertung der Ergebnisse ... 51
8 Schlussfolgerung ... 53
9 Literatur- und Quellenverzeichnis ... 55
10 Anhang ... 63

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verteilung der Grünfutterflächen in Österreich (insgesamt 1,54 Mio. ha) 3

Abbildung 2: Entwicklung der Konservierung von Grundfutter in Österreich von 1970 bis 2000 4

Abbildung 3: Verteilung der Futterproben nach Anzahl je Vegetationsstadium im 1. Aufwuchs von Wiesen und Mähweiden (Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum) 6

Abbildung 4: Wachstumsverlauf im Grünland in Abhängigkeit des Wassergehalts 8

Abbildung 5: Energiebedarf pro Liter Milch (Erhaltung + Leistung) in Abhängigkeit von der Milchleistung 12

Abbildung 6: Kraftfuttereffizienz (kg Energie korrigiere Milch pro kg Kraftfutter) in Abhängigkeit von der Energieversorgung 16

Abbildung 7: Verteilung der Futteraufnahme durch Messung (n=31.865) 17

Abbildung 8: Energieaufwand der einzelnen Verfahrensabschnitte in der Milchproduktion...19

Abbildung 9: Verteilung des Energieaufwandes bei der Futterbereitstellung (in MJ) 20

Abbildung 10: Entwicklung der TM Erträge bei veränderter Bewirtschaftung entsprechend dem Versuch von DIEPOLDER & RASCHBACHER (2011b) 25

Abbildung 11: Anteile der einzelnen Aufwüchse zum Jahresertrag 27

Abbildung 12: Unterschiedliche Laktationskurven in Abhängigkeit von der Milchleistung und der Laktationszahl (grün – erste Laktation, blau – dritte Laktation) 31

Abbildung 13: Der Verlauf der Milchinhaltsstoffe während einer Laktation wird von der Versorgungsbilanz der Kuh beeinflusst. 32

Abbildung 14: Zusammensetzung der Kontrollkühe der Milchleistungsprüfung 2010 nach Rassen 34

Abbildung 15: Ermittlung des primären Energiebedarfs an Hand eines Beispiels 38

Abbildung 16: Auswirkung unterschiedlicher Pachtkosten auf die Futterkosten 47

Abbildung 17: Auswirkung unterschiedlicher Kraftfutterpreise auf die Futterkosten 48

Abbildung 18: Auswirkung unterschiedlicher Energiepreise (Düngung + Treibstoff) auf die Futterkosten 49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Orientierungswerte für gute Silagen in der Milcherzeugung 14

Tabelle 2: Wichtige Kraftfuttermittel (Angaben je kg Trockenmasse) 15

Tabelle 3: Düngemenge und Schnittzahl der unterschiedlichen Bewirtschaftungsvarianten an drei verschiedenen Grünlandstandorten 24

Tabelle 4: Primärer Energiebedarf verschiedener Kategorien.....28

Tabelle 5: Erlaubte Abweichung der Energieversorgung vom Bedarf im Verlauf einer Laktation.....32

Tabelle 6: Richtwerte für eine Wiederkäuer gerechte Rationsberechnung.....33

Tabelle 7: Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen *Energie* und *Eiweiß* 33

Tabelle 8: Agrarrohstoffpreise in Österreich, ab Lager (ausg. Stroh) vom 30.06.2011.....35

Tabelle 9: Primäre Energiebedarf für Saatgutbereitstellung.....36

Tabelle 10: Primärer Energiebedarf für Pflanzenschutzmittel und Trocknung.....37

Tabelle 11: Einfluss von Bewirtschaftungsintensität und Standort auf Ertrag und Futterinhaltsstoffe 40

Tabelle 12: Einfluss von Bewirtschaftungsintensität und Standort auf die Produktionskosten der Grassilagevarianten.....42

Tabelle 13: Einfluss von Bewirtschaftungsintensität und Standort auf Flächen- und primären Energiebedarf von Grassilagen 43

Tabelle 14: Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten auf die Futterkosten und den Flächen- und primären Energiebedarf einer Milchviehration.....44

Tabelle 15: Futteraufnahme-Schätzgleichungen (Gesamtfutteraufnahme [IT], kg TM je Tag); fixe Faktoren und Koeffizienten in Abhängigkeit vom Laktationstag.....63

Tabelle 16: Nutzungsdauer und Auslastung landwirtschaftlicher Maschinen 64

Tabelle 17: Energieaufwand für die Herstellung, Nutzung und Entsorgung der eingesetzten Maschinen 65

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
ADF	Säure-Detergenz-Faser
CH_4	Methan
CO_2	Kohlendioxid
ct	Cent
dt	Dezitonne
ECM	Energie korrigierte Milch
EU	Europäische Union
g nXP	Gramm nutzbares Rohprotein
GVE	Großvieheinheit
ha	Hektar
K_2O	Kaliumoxid (Maßeinheit für den Anteil von Kalium am Düngemittel)
KF	Kraftfutter
Kg	Kilogramm
mg	Milligramm
l	Liter
Mio.	Millionen
MJ NEL	Megajoule Netto-Energie-Laktation
ml	Milliliter
mm	Millimeter
N	Stickstoff
N_2O	Lachgas
NDF	Neutral-Detergenz-Faser
NFC	strukturlose Kohlenhydrate
ÖPUL	Österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft
P_2O_5	Diphosphorpentoxid (Maßeinheit für den Anteil von Phosphor am Düngemittel)
RNB	ruminale Stickstoffbilanz
SW	Strukturwert
t	Tonne
THG	Treibhausgas
TM	Trockenmasse
UBAG	umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker und Grünland

UDP	Pansenbeständiges Protein
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
GVO	Genetisch veränderte Organismen

Kurzfassung

Die Wichtigkeit einer hohen Grundfutterqualität in der Milchviehhaltung ist unbestritten. Vermehrt wird daher auf eine höhere Schnitthäufigkeit gesetzt. Durch die Steigerung der Düngeintensität können die Erträge der oftmals extensiv geführten Wiesen und Weiden deutlich gesteigert werden. Welcher Ressourceneinsatz zum Erreichen hoher Grundfutterqualitäten jedoch wirklich gerechtfertigt ist, sollte in dieser Arbeit geklärt werden. Dazu wurden die Einzelkosten, der Flächenbedarf und der Bedarf an primärer Energie für die Grassilageproduktion bei unterschiedlicher Schnitthäufigkeit und Düngeintensität errechnet. Diese Daten wurden anschließend in einer Rationsberechnung verarbeitet. Die Ration wurde in einer linearen Programmierung nach Futterkosten optimiert. Die Ergebnisse zeigten, dass bei einem Schnitt im Ähren-/Rispenschieben der Bedarf an (importiertem) Eiweißfutter am geringsten war. Ein späterer Schnitt (rund eine Woche nach dem Ähren-/Rispenschieben) führte allerdings zu geringeren Futterkosten und eine extensive Düngestrategie zu einem niedrigeren primären Energiebedarf der Gesamtration.

Abstract

The importance of high quality basic forage in dairy farming is undisputed. Therefore the number of cuts is being increased. With more fertilizer the yield of extensive managed meadows and pastures can be increased significantly. Which use of resources is justified to achieve a high forage quality, should have been clarified in this master thesis. For that the direct costs, the need for farmland and primary energy to produce grass silage were calculated for different cutting frequencies and fertilizer intensities. This data was processed in a ration. The ration was optimized in a linear programming with the aim of minimizing feed costs. The calculation showed that at a cut in ear/panicle emergence the need for (imported) protein feed was the lowest. A later cut (one week after the ear/panicle emergence) leaded to low feed costs and an extensive fertilizer strategy to a low primary energy demand of the total ration.

1 Einleitung

Rund 54 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche Österreichs besteht aus Dauergrünland (BMLFUW, 2010). Ein Großteil davon wird extensiv bewirtschaftet. Die Mahd findet meist im Vegetationsstadium Blüte und teilweise noch später statt (BUCHGRABER et al., 2006a). Der Schnittzeitpunkt hat entscheidenden Einfluss auf die Inhaltsstoffe des Futters. Durch eine zu späte Nutzung sinken Energie- und Eiweißgehalt. Der Anteil an schwer verdaulichen Substanzen im Futter (Rohfaser) erhöht sich. Die Futterzusammensetzung hat gerade in der Milchproduktion mit steigenden Laktationsleistungen große Bedeutung. Nur durch hochwertiges Grundfutter ist eine leistungsgerechte Ernährung der Kuh möglich. Außerdem kann so der Einsatz von teurem Kraftfutter verringert werden. Auch die Düngeintensität im Grünland ist gering. 95 % der Betriebe verzichten auf den Einsatz von mineralischen Düngern (BUCHGRABER & SCHAUMBERGER, 2006c). Durch öffentliche Bestimmungen (z.B. ÖPUL) wird die Ausbringung von Düngemitteln zusätzlich eingeschränkt. Die Düngung der begrenzenden Nährstoffe wirkt direkt auf die zu erwartende Erntemenge. Somit wird ein enormes Ertragspotential im österreichischen Grünland nicht genutzt. Geringe Erträge führen zu hohen Futterwerbungskosten und großem Flächenbedarf. Durch steigende Pacht- und Kaufpreise gewinnt das Ertragsniveau zusätzlich an Bedeutung. Für die Futterproduktion müssen bedeutende Mengen an primärer Energie aufgewendet werden. Dies führt nicht nur zu einer großen Abhängigkeit der Landwirtschaft von Energiepreisen, sondern verursacht auch Emissionen relevanter Treibhausgase. Der Großteil der Energie steckt in Düngemitteln und Treibstoffen (KRAATZ, 2009). Je nach Bewirtschaftung des Grünlandes schwankt der Bedarf an primären Energieträgern daher stark.

Es ist davon auszugehen, dass die in der Literatur empfohlene Bewirtschaftungsintensität einen guten Kompromiss zwischen hoher Produktivität (wirtschaftlicher Erfolg für den Landwirt) und sparsamen Einsatz von Ressourcen (Umweltschonung) darstellt. Um dies zu prüfen und die Kosten der Grassilageproduktion zu berechnen, kann auf die Einzelkostenrechnung zurückgegriffen werden. Diese bietet die Möglichkeit zusätzlich zu Direkt- und Arbeitserledigungskosten auch unterschiedliche Pachtpreise und Lagerkosten der Grundfuttermittel zu berücksichtigen. Da sich Grassilagen bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität nicht nur in den Kosten, sondern auch in den Inhaltsstoffen unterscheiden, ist zur Bewertung der Bewirtschaftungsintensitäten das Erstellen einer gesamten Milchviehration notwendig. Zusätzlich können auch Flächen- und primärer Energiebedarf der Grassilage, wie auch der weiteren Futterkomponenten in der Ration zu Gesamtbedarfswerten zusammengeführt werden.

In dieser Arbeit werden die Auswirkungen einer veränderten Bewirtschaftungsintensität (Düngemenge, Anzahl der Schnitte) im Grünland auf die Futterkosten, den Bedarf an Futterfläche und primären Energieträgern zur Bereitstellung einer gesamten Milchviehration untersucht. Konkret werden folgende Fragestellungen behandelt:

- Wie wirken sich verschiedene Bewirtschaftungsintensitäten auf die gesamten Futterkosten der Milchviehration aus?
- Wie wirken sich verschiedene Bewirtschaftungsintensitäten auf den Verbrauch von primären Energieträgern und den Bedarf an Futterfläche zur Bereitstellung der Futterkomponenten der Milchviehration aus?

Um diese Fragen zu beantworten werden zunächst die Erträge und Futterinhaltsstoffe verschiedener Bewirtschaftungsvarianten im Grünland festgelegt. Anschließend werden die Produktionskosten und der Bedarf an Futterflächen und primärer Energie für Grassilagen der jeweiligen Bewirtschaftungsvarianten und für die weiteren in der Milchviehration verwendeten Futterkomponenten erfasst. Auf Basis dieser Daten wird nun eine Milchviehration mit der jeweilige Grassilage erstellt. Diese linear programmierte Ration wird nach Futterkosten optimiert. Nun können die unterschiedlichen Varianten der Grünlandbewirtschaftung an Hand der Gesamtkosten und dem gesamten Bedarf an primärer Energie und Futterfläche mit einander verglichen werden. Auf Grund der großen Bedeutung von hochwertigem Grundfutter im oberen Leistungsbereich basieren die Berechnungen dieser Arbeit auf einer Herdeleistung von 8500 kg Milch je Kuh und Jahr. Setzt sich die Entwicklung der letzten 20 Jahre fort, wird diese Leistung bereits in 15 Jahren den österreichischen Durchschnitt wiederspiegeln. Doch auch schon heute erreichen viele gut geführte Milchviehbetriebe dieses Milchleistungsniveau.

Die Arbeit wird folgendermaßen gegliedert: In *Kapitel 2* wird zunächst geklärt, wie Düngung und Schnittzeitpunkt den Ertrag und die Futterqualität des Grünlandbestandes verändern. In *Kapitel 3* werden grundlegende Daten und Fakten zur Rationserstellung bereitgestellt. *Kapitel 4* ist zu entnehmen, welche Bedeutung der Verbrauch primärer Energie bei der Produktion von Grassilage hat. In *Kapitel* 5 werden die Daten und die Methodik der Berechnungen dargestellt. In *Kapitel* 6 werden die Auswirkungen veränderter Bewirtschaftungsintensitäten im Grünland auf die Einzelkosten und den Bedarf an Futterflächen und primärer Energie der Gesamtration in den Ergebnissen aufgezeigt.

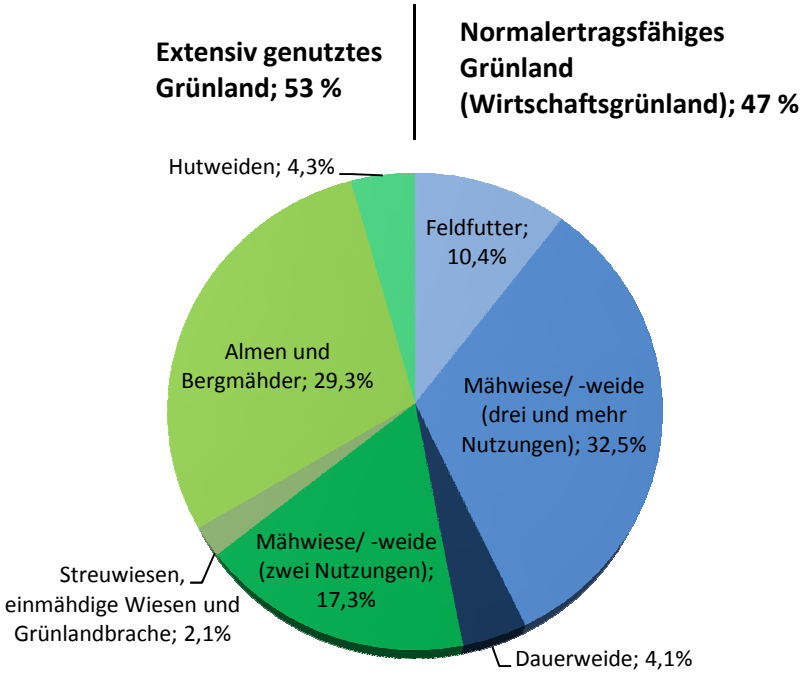
2 Grundlagen der Grünlandbewirtschaftung

In den folgenden drei Kapiteln werden die Grundlagen der Masterarbeit aus der Literatur zusammengefasst. Dieses Kapitel beschäftigt sich speziell mit der Grünlandbewirtschaftung und dient als Ausgangsbasis für die Berechnungen der Grundfutterkosten.

2.1 Grünlandbewirtschaftung in Österreich

Zurzeit gibt es in Österreich rund 1,54 Mio. ha Grünland (inkl. 157.000 ha Feldfutter). Etwa 91 % von rund 6,7 Millionen Tonnen Trockenmasse werden in der Rinderfütterung verwertet (Steinwidder, 2003). Auf Grund von großen Unterschieden von Klima und Boden in Österreich schwanken Ertrag und Futterqualität stark. 47 % der Grünfutterflächen sind normalertragsfähiges Grünland (=Wirtschaftsgrünland) (Abbildung 1) (BMLFUW, 2010).

Abbildung 1: Verteilung der Grünfutterflächen in Österreich (insgesamt 1,54 Mio. ha)



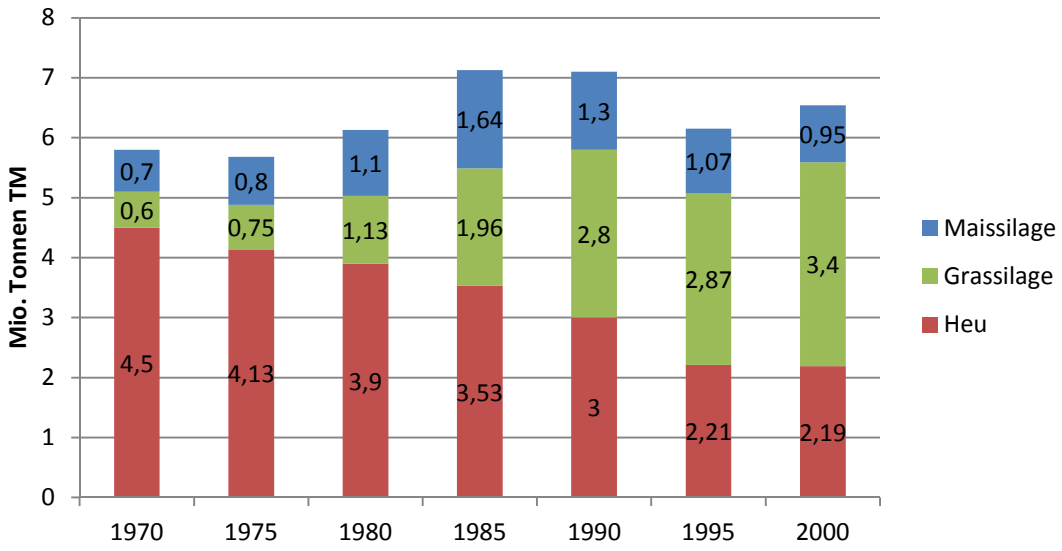
Quelle: Eigene Darstellung nach BMLFUW (2010)

Im gesamten Grünland lagen die Bruttoerträge bei durchschnittlich 4 t TM/ha und reichten somit, nach Abzug von Ernte-, Lagerungs- und Fütterungsverlusten, für 0,8 GVE/ha. Die

durchschnittlichen Bruttoerträge lagen im Wirtschaftsgrünland bei 6,1 t TM/ha, bei Feldfutter alleine bei 8,6 t TM/ha. (BMLFUW, 2010).

Die Aufwüchse des Grünlands werden als Weide, Frischgras im Stall (Grünfutter), Grassilage, Heu und Cobs genutzt. Stark rückläufig ist der Einsatz von Frischgras im Stall. Dies liegt in erster Linie an dem vergleichsweise hohem technischen und zeitlichen Aufwand und den starken Schwankungen in der Futterqualität. Aus Sicht der reinen Futterkosten ist die Nutzung des Grünlands als Weide am günstigsten (OVER, 2008). Auf Grund der wachsenden Herdengrößen, der oft fehlenden Arrondierung und der guten Organisierbarkeit der Ganzjahresfütterung wird von vielen Landwirten eine ganzjährige Stallhaltung der Kühe bevorzugt. Zur Lagerung des Grünlandertrages hat sich in den letzten Jahen die Silage als Konservierungsform durchgesetzt. Bei Grassilage in Österreich kann seit 1970 bis 2000 eine stetige Produktionserhöhung von 0,6 auf 3,4 Mio. Tonnen Trockenmasse festgestellt werden (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Entwicklung der Konservierung von Grundfutter in Österreich von 1970 bis 2000



Quelle: RESCH (2002)

2.1.1 Düngung

38 % der Grünlandflächen (ohne Almen) werden mit weniger als 60 kg N aus wirtschaftseigenem Dünger versorgt. 54 % der Flächen bekommen zwischen 60 und 120 kg N/ha, nur 8 % der Wiesen und Weiden erhalten von 120 bis 210 kg N/ha und Jahr aus Wirtschafts- und Mineraldüngern (BUCHGRABER & SCHAUMBERGER, 2006c).

Bei vier- oder fünfmaliger Nutzung ist speziell in Gunstlagen eine Teilnahme an Extensivierungsprogrammen (z. B. ÖPUL – Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel, UBAG) zu überdenken. Liegt der Rohproteingehalt trotz früher Nutzung (< 26 % Rohfaser) unter 14 % liegt ein Stickstoffmangel vor (GALLER, 2006).

Bei einer Nährstoffunterversorgung werden dem Boden weniger Nährstoffe zur Verfügung gestellt als durch die Ernte entzogen. Die Ertragsleistung geht darauf hin zurück und die Biodiversität steigt leicht an. Bei langjähriger Unterversorgung kommt es allerdings zu einem Aushungern des Bodens und in Folge zu einer Artenreduktion (BUCHGRABER & GINDL, 2004). 90 % der Grünlandflächen im Berggebiet sind mit Phosphor unterversorgt. Zudem drohen viele Grünlandflächen im pH-Wert unter 5 zu fallen (BUCHGRABER et al., 2008).

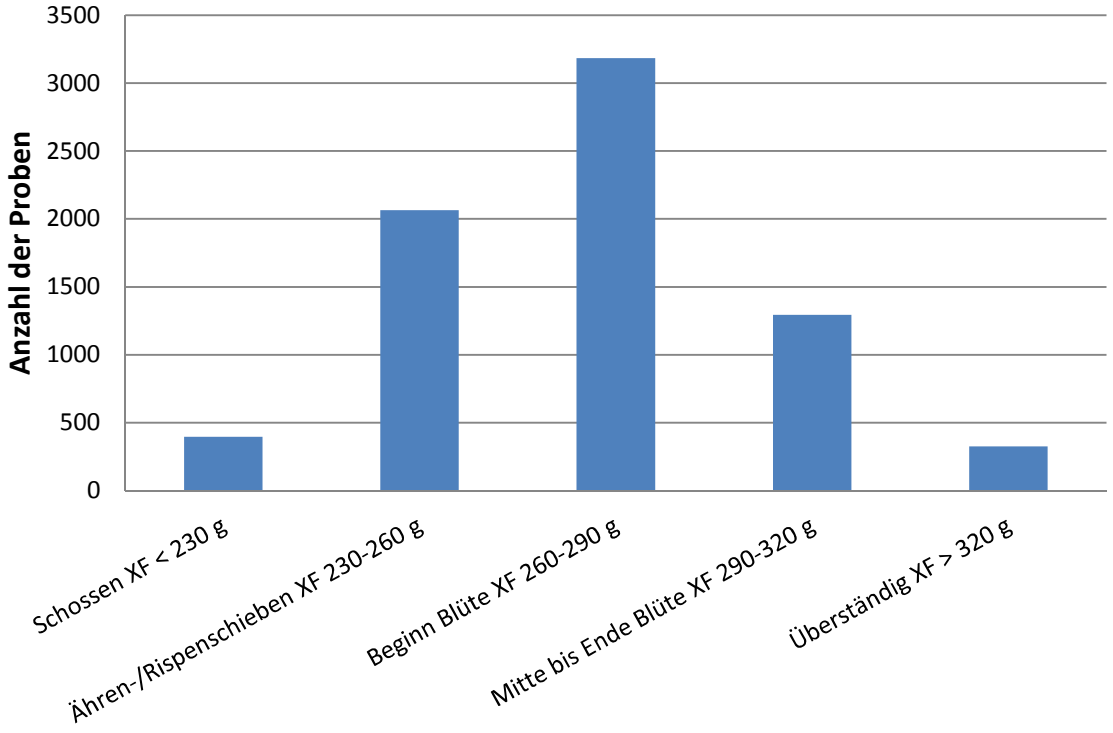
2.1.2 Schnittzeitpunkt

In den Berglagen werden die Dauerwiesen je nach Lage zwei- bis dreimal, gelegentlich in den guten Tallagen (Inntal, Salzachtal, Ennstal, Murtal, Mürztal usw.) auch viermal gemäht. Im Rheintal, im Flachgau, Innviertel und im Alpenvorland, in der Buckligen Welt und in den Grünlandgebieten Burgenlands, der Süd- und Oststeiermark sowie Südkärntens und Osttirols werden die wüchsigsten Wiesen in niederschlagsreichen Jahren auch fünf- bis sechsmal genutzt (BUCHGRABER & SCHAUMBERGER, 2006b).

Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Quantität und Qualität des Grünlandertrages wird bei einer Nutzung im Vegetationsstadium „Ähren- und Rispenschieben“ erreicht und hängt zeitlich stark von den klimatischen Bedingungen ab (BUCHGRABER & GINDL, 2004).

Rohfasergehalte in Futterproben geben Aufschluss in welchem Vegetationsstadium der Grünlandbestand geerntet wurde. Der direkte Zusammenhang zwischen Rohfasergehalt und Vegetationsstadium wird auch bei BUCHGRABER et al. (2004) angeführt. In Abbildung 3 ist ersichtlich wie sich Silageproben zahlenmäßig je nach Vegetationsstadion im 1. Aufwuchs verteilen.

Abbildung 3: Verteilung der Futterproben nach Anzahl je Vegetationsstadium im 1. Aufwuchs von Wiesen und Mähweiden (Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum)



Quelle: Eigene Darstellung nach RESCH et al. (2006a)

Es ist deutlich erkennbar, dass viele Grünlandflächen erst in der Blüte oder später geerntet werden. Eine frühere Nutzung würde den Energie- und Eiweißgehalt im Futter erhöhen. Heute werden zwischen 800.000 und 1 Million Tonnen Eiweiß jährlich im österreichischen Grünland erzeugt. Im Vergleich dazu werden ca. 250.000 Tonnen (AGES, 2008) an Eiweiß als Sojaextraktionsschrot nach Österreich importiert. Durch eine frühere Nutzung könnte ein Teil der Eiweißimporte durch hochwertiges Grünlandfutter ersetzt werden.

2.1.3 Rechtliche Rahmenbedingungen:

Aufgrund der Wasserrechtsgesetznovelle 1990 darf auf Dauergrünland je Hektar und Jahr maximal 210 kg N (gemeinsam aus Wirtschafts- und Mineraldünger) ausgebracht werden. Davon dürfen aufgrund der Nitratrichtlinie maximal 148 kg N/ha und Jahr (Basis feldfallend) ausgebracht werden. Zudem besteht die Möglichkeit zur Teilnahme am Österreichischen Programm zur Förderung einer umweltgerechten Landwirtschaft (ÖPUL). Hierbei kann durch die Maßnahme „Umweltgerechte Bewirtschaftung auf Acker und Grünland – UBAG“ bei Einhaltung der maximalen Stickstoffausbringmenge von 150 kg feldfallend auf Grünland eine Förderung von € 100.- lukriert werden (AGRARMARKT AUSTRIA, 2011).

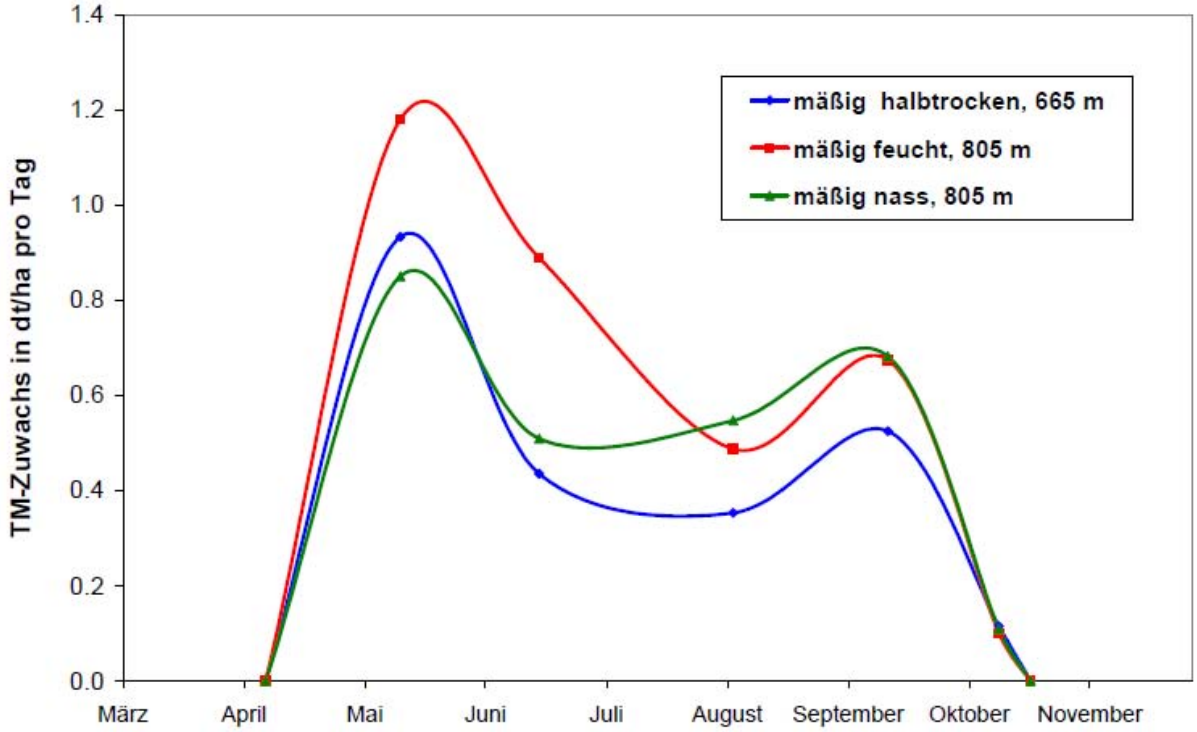
2.1.4 Artenzusammensetzung

Die Zusammensetzung des Artenbestandes auf einer Grünlandfläche wird sowohl von den natürlichen Standortbedingungen als auch von der Art der Bewirtschaftung beeinflusst und nimmt selbst großen Einfluss auf den Ertrag und besonders die Qualität (SCHAUMBERGER, 2005). Sehr hohe Rohproteingehalte sind in Beständen mit hohem Leguminosenanteil, wie im kleebetonten Feldfutter oder in Dauerwiesen mit hohem Weißkleeanteil zu finden. Die Futterqualität ist bei intensiverer Düngung und mehrmaliger Nutzung tendenziell höher (BOHNER, 2003). Bei mehr als dreimaliger Nutzung ist zu bedenken, dass nur intensive Leitgräser wie Deutsches Weidelgras, Knaulgras oder Wiesenfuchsschwanz in Ergänzung mit Timothe, Wiesenrispe, Weißklee langfristig eine intensive Nutzung bei entsprechender Düngung vertragen. Bei weidelgrasbetonten Beständen sind in Gunstlagen Erträge bis 130 dt TM und darüber möglich (GALLER, 2006). Für eine gute Silierbarkeit und auch für die Heubereitung sollte der Gräseranteil über 60% des Bestandes einnehmen. Grundsätzlich deutet der Rückgang des Gräseranteils auf einen Stickstoffmangel hin.

2.2 Einfluss von Düngung und Schnittzeitpunkt auf den Grünlandbestand

Das Pflanzenwachstum verläuft nicht linear, sondern je nach Standort und Umweltbedingungen über die Vegetationsperiode ganz unterschiedlich. In Abbildung 4 ist der Wachstumsverlauf dreier mit Wasser unterschiedlich versorgter Standorte ersichtlich. Besonders deutlich ist der hohe Ertragszuwachs im ersten Drittel der Vegetationsperiode.

Abbildung 4: Wachstumsverlauf im Grünland in Abhängigkeit des Wassergehalts



Quelle: BOHNER (2003)

Parallel mit dem hohen Ertragszuwachs am Beginn der Vegetationsdauer verläuft auch der Reifungsprozess des Grünlandbestandes im Frühjahr schneller voran (SCHAUMBERGER, 2005). Daher hat eine Veränderung des Schnittzeitpunktes im Frühjahr größere Auswirkungen auf Futterqualität und Ertrag als in der restlichen Vegetationszeit. Als optimaler Schnittzeitpunkt gilt in der Literatur meist das Vegetationsstadium Ähren-/Rispenschieben. Wird der Bestand später genutzt wird dies als „Unternutzung“, eine frühere Nutzung als „Übernutzung“ bezeichnet.

2.2.1 Einfluss durch verringerte Bewirtschaftungsintensität

Bei einer Unternutzung wird der Bestand in den Vegetationsstadien Blüte bzw. Überständig geerntet. Dabei sinkt die Futterqualität. Der Rohfasergehalt, bestehend aus schwer (Zellulose, Hemizellulose) und nicht (Lignin) verdaulichen organischen Substanzen, steigt mit dem Alterungsprozess. Energie- und Eiweißgehalt nehmen hingegen ab. Pro Tag kann im Vegetationsstadium „Ähren-/Rispenschieben“ die Verdaulichkeit um rund 0,5 % beim ersten Schnitt sinken (BUCHGRABER & GINDL, 2004). Bei Versuchen von DIEPOLDER & RASCHBACHER (2008/2011b) beträgt der Energieverlust bei diesem Stadium durchschnittlich 0,044 MJ NEL/kg TM und Tag. Der Rohfasergehalt der Bestände steigt in dieser

Vegetationsphase zwischen 0,3 und 0,5 Prozentpunkte pro Tag (HERTWIG & WEISE, 2009/ ULLRICH & DUNKLER, 2011). Dieses Verhältnis von Energieverlust zu Rohfaseranstieg ist auch in den *Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum* (BUCHGRABER et al., 2006a) auffindbar. Mit Energie- und Rohfasergehalt als Kennzahlen können die Veränderungen der anderen Nährstoffe mit Hilfe dieser Futterwerttabellen abgeschätzt werden. Der tägliche Ertragszuwachs beträgt im Frühjahr in Tallagen rund 120 kg TM/ha, in Höhenlagen knapp 80 kg TM/ha. Durch eine verspätete Schnittnutzung sinkt der N-Bedarf der Grünlandpflanzen zur Eiweißproduktion. Daher steigt durch eine Unternutzung der Ertrag bei gleichbleibender Düngung an (BUCHGRABER & GINDL, 2004). Die Höhe des Mehrertrages in den Berechnungen der Arbeit ergibt sich aus den Ableitungen, welche im Kapitel Material und Methoden näher erläutert werden.

Durch verringerte Düngung verlangsamt sich die Reifung des Grünlandbestandes. Dadurch sinkt der Rohfasergehalt und der Energiegehalt steigt an. Versuche zeigen, dass bei um 40 kg N verringerte Düngemengen der Rohfasergehalt um durchschnittlich rund 5 g/kg TM sinkt und der Energiegehalt um rund 0,05 MJ NEL/kg TM ansteigt (DIEPOLDER & RASCHBACHER 2008/2011b). Die Höhe der Stickstoffdüngung beeinflusst auch den Gehalt an Rohprotein (XP). Bei verringerter N-Düngemenge sinkt der XP-Gehalt im Grünlandfutter im jeweiligen Vegetationsstadium (BUCHGRABER & GINDL, 2004). Bei gleicher Schnittzahl bleibt in Summe (langsamere Reife, geringer XP-Gehalt im jeweiligen Stadium) der XP-Gehalt im Futter gleich (DIEPOLDER & RASCHBACHER, 2008).

2.2.2 Einfluss durch erhöhte Bewirtschaftungsintensität

Eine Übernutzung der Grünlandbestände findet statt, wenn diese permanent in den Stadien „Schossen“ bzw. „Beginn Ähren-/Rispenschieben“ genutzt werden. Bei gleichbleibender Düngung nimmt der Futterertrag bei Übernutzung ab, die Futterqualität steigt an. Wird die Düngung an den zusätzlichen Schnitt angepasst, so kann ein Ertragsverlust vermieden und die Qualität verbessert werden. Wird nur die Düngung gesteigert, wirkt dies positiv auf den Ertrag. Nicht jede zusätzliche Nutzung ist jedoch auch ökonomisch sinnvoll. Eine permanente Übernutzung führt zu einer Verarmung der Pflanzenbestände. Eine periodisch wiederkehrende Erneuerung des übernutzten Grünlandes durch Ein- oder Übersaat wird notwendig (BUCHGRABER & GINDL, 2004).

Versuche (RIEDER, 1990) konnten zeigen, dass auf einer voralpinen Mähweide bei einer Erhöhung der Nutzung von drei auf vier Schnitte und gleichzeitiger Steigerung der N-Düngung von 40 kg auf 50 kg N/Aufwuchs eine Ertragssteigerung von 85 dt TM auf 98 dt TM bzw. eine Steigerung des Rohproteingehaltes von 15 % auf 18 % (+590 kg XP/ha) sowie eine Steigerung des Energiegehaltes um ca. 15 % (+8.100 MJ NEL/ha) möglich sind. Dazu

kommt aus der Sicht der Fütterung, dass das wirtschaftseigene Grundfutter im Vergleich zum Kraftfutter wiederkäuergerechter ist und von energiereicherem Futter auch mehr gefressen wird (GALLER, 2006).

3 Grundlagen der Milchviehfütterung

In diesem Kapitel werden wichtige Grundlagen der Milchviehfütterung dargestellt. Aufbauend auf diesen Informationen werden Futterrationen erstellt, welche Auskunft über Futterkosten und Bedarfswerte der einzelnen Rationskomponenten geben.

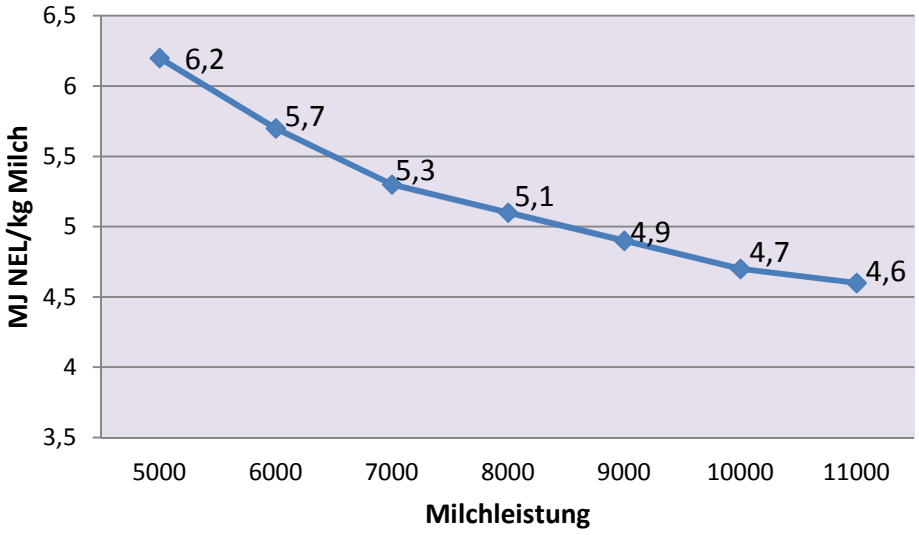
3.1 Der Nährstoffbedarf einer Milchkuh

Die bedarfsgerechte Ernährung einer Kuh ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Milchviehhaltung. Der Nährstoffbedarf einer Kuh setzt sich aus dem Erhaltungsbedarf und dem Leistungsbedarf zusammen. Letzterer ist abhängig von der Milchmenge und den Milchinhaltsstoffen, dem Bedarf für die Versorgung des Fötus und dem Bedarf für das Wachstum bei einer Jungkuh. Bei der Nährstoffversorgung der Rinder spricht man von der Versorgung mit Energie und Eiweiß.

In der Fütterung von Milchkühen erfolgt die Bewertung des Energiebedarfs bzw. des Energiegehaltes eines Futtermittels über die Netto-Energie-Laktation (NEL) in Mega Joule (MJ). Die Netto-Energie-Laktation entspricht jener Energiemenge in einem Futter, welche dem Tier tatsächlich zur Milchbildung zur Verfügung steht. Im NEL-System werden daher von der Gesamtenergie im Futtermittel neben Verlusten durch Kot, Harn und Gärgase auch die Stoffwechselverluste (thermische Verluste) berücksichtigt

Am Beginn der Laktation kann die Kuh durch das Einschmelzen von Körperfett ein gewisses Energieversorgungsdefizit ausgleichen. Bei übermäßiger Fettmobilisation können Stoffwechselstörungen auftreten. Steigt die Milchleistung einer Kuh an, vergrößert sich der Leistungsbedarf im Verhältnis zum Erhaltungsbedarf. Dadurch sinkt der Gesamtnährstoffbedarf je kg Milch (Abbildung 5) (JILG, 2010).

Abbildung 5: Energiebedarf pro Liter Milch (Erhaltung + Leistung) in Abhängigkeit von der Milchleistung



Quelle: Eigene Darstellung nach JILG (2010)

Um bei hohen Milchleistungen die Gesundheit der Kuh zu erhalten, müssen die energieliefernden Kohlenhydrate im richtigen Verhältnis zur Verfügung gestellt werden. Die Strukturkohlenhydrate der Zellwände (Zellulose, Hemizellulose, Lignin) haben in der Pflanze eine wichtige Stützfunktion. Wiederkäuer können mit Hilfe der Pansenmikroben Strukturkohlenhydrate sehr effizient verdauen. Vor allem Grundfuttermittel und teilweise auch industrielle Nebenprodukte (z.B. Biertreber, Trockenschnitzel) sind sehr reich an Strukturkohlenhydraten. Zusätzliche Energie kann aus Zellinhaltsstoffen wie Stärke, Zucker und Pektine, welche vor allem in Kraftfuttermitteln enthalten sind, zur Verfügung gestellt werden.

Ein ausreichender Anteil an Faserstoffen ist wichtig, um eine stabile Pansenfunktion zu ermöglichen. Durch diese Stoffe wird die Kuh zum Wiederkauen angeregt. Dabei wird das Futter nicht nur zerkleinert, sondern auch mit Speichel versetzt. Dessen puffernde Wirkung ist wichtig um den pH-Wert des Pansens in einem neutralen Bereich zu halten (GRUBER, 2010).

In den Vormägen der Wiederkäuer werden die Futterproteine je nach Quelle und Futterbehandlung von den Pansenmikroben in einem Ausmaß von 100 – 20 % (im Mittel etwa 75 %) zu Peptiden, Aminosäuren und Ammoniak abgebaut. Diese Eiweißbausteine werden von den Pansenmikroben wiederum zur Bildung von Mikrobenprotein herangezogen. Das Mikrobenprotein weist eine hohe Proteinqualität auf, d.h. die Aminosäurenzusammensetzung des Mikrobenproteins entspricht in hohem Ausmaß dem

Bedarf des Tieres. Der Proteinbedarf von Kühen wird überwiegend vom Mikrobenprotein gedeckt. Der verbleibende Aminosäurenbedarf muss von jenen Proteinquellen gedeckt werden, welche den Pansen unabgebaut passieren („geschütztes Eiweiß“) (WURM, 2010).

3.2 Bewertung verschiedener Futtermittel

3.2.1 Grundfutter

Das Grundfutter ist die Basis der Versorgung der Kuh mit Nährstoffen zur Milchproduktion. Den weitaus bedeutendsten Beitrag zum Grundfutter in Österreich liefert das Dauergrünland mit einer Fläche von rund 1,73 Mio. ha. Nur in einigen intensiver bewirtschafteten Regionen Österreichs nimmt der Silomais eine wichtige Rolle in der Grundfutterration der Milchkuh ein. Mit rund 81.000 ha stellt der Silomais ca. 1/3 der Ackerfläche, welche zum Feldfutterbau genutzt wird (rund 244.000 ha) (STATISTIK AUSTRIA, 2008). Auch muss noch angemerkt werden, dass eine bedeutende Menge Silomais in der Stiermast verwendet wird. Ermöglichen die klimatischen Bedingungen jedoch die Kultivierung, hat der Silomais durch hohe Erträge, hohe Futterqualität, Sicherheit in der Produktion und eventuelle auch Vorteile bei den Produktionskosten großes Potential (SPIEKERS, 2008b). Zudem zeigen Untersuchungen, dass Betriebe mit einem hohen Grünlandanteil mit geringeren Milchleistungen und höheren Erstkalbealter rechnen müssen (ANACKER, 2008b). Kann die Grundfutterleistung um 1000 kg ECM erhöht werden, sinken die Produktionskosten für Milch um 1 – 2 ct/kg ECM (DORFNER, 2008).

Ein hoher Energiegehalt in Grundfuttermitteln erhöht die Futteraufnahme und kann den nötigen Kraftfuttereinsatz verringern. Nur durch eine hohe Nährstoffdichte im Grundfutter und eine hohe Grundfutterleistung ist eine ausreichende Versorgung einer Hochleistungskuh möglich. Auch eine ausreichende Mineralstoffversorgung ist für die Milchkuh von großer Bedeutung, jedoch kann ein Mangel durch Mineralfuttergaben ausgeglichen werden. Zielgrößen für die Zusammensetzung von Grassilagen können in Tabelle 1 abgelesen werden.

Tabelle 1: Orientierungswerte für den Nährstoffgehalt von Grassilagen in der Milcherzeugung

Parameter	Einheit	Grassilage
Trockenmasse	%	30 – 40
Rohasche	% i. d. TM	< 10
Rohprotein	% i. d. TM	< 17
Rohfaser	% i. d. TM	22 – 25
NDF_{org}	% i. d. TM	40 – 48
SW	/kg TM	2,6 – 2,9
NEL	MJ/kg TM	≥ 6,4 bzw. ≥ 6,0[1]
nXP	g/kg TM	> 135
RNB	g/kg TM	< 6
Häcksellänge	mm	< 40

Quelle: Eigene Darstellung nach SPIEKERS (2008b)

Bei den Energiegehalten werden der 1. Schnitt und die Folgeschnitte unterschieden, da bei gleichen Fasergehalten die Verdaulichkeit abnimmt.

Bei hohem Maissilageanteil in der Ration kann ein höherer RNB-Wert bei den eingesetzten Grasprodukten zum Ausgleich der RNB von Vorteil sein. Gerade bei rohfaserarmen Grundfutterrationen (hoher Maisanteil, junges Futter) ist eine ausreichende Strukturversorgung nur durch die Beifütterung von Heu oder Stroh möglich.

3.2.2 Kraftfutter

Beim Kraftfuttereinsatz in der Milchviehhaltung müssen zwei wesentliche Faktoren beachtet werden: Ist mit der eingesetzten Kraftfuttermenge eine wiederkäuer- und leistungsgerechte Versorgung der Milchkuh möglich? Und ist die Menge Kraftfutter auch ökonomisch und ökologisch sinnvoll?

Zwischen Grund- und Kraftfutter wird meist mit Hilfe des Energiegehalts (Kraftfutter > 7 MJ NEL/kg TM) unterschieden. Durch hohe Milchleistungen besonders im ersten Laktationsdrittel können Kühe meist nicht genügend Nährstoffe nur aus dem Grundfutter beziehen. Außerdem passt besonders in Silomais betonten Grundfutterrationen das Verhältnis von Energie zu Eiweiß nicht zum Bedarf der Kuh. Somit wird in der Milchviehfütterung meist Kraftfutter eingesetzt um das Energie – Eiweiß – Verhältnis dem Bedarf anzupassen und Versorgungslücken zu schließen. Welche Kraftfuttermittel dafür am

[1] 1. Schnitt bzw. Folgeschnitte

besten geeignet sind, ist von Fall zu Fall unterschiedlich. Zum einen spielen die Verfügbarkeit und der Preis des jeweiligen Futtermittels eine Rolle. Zum anderen erlaubt meist nicht jede Mischung verschiedener Kraftfuttermittel die ausreichende Versorgung mit allen gebrauchten Nährstoffen. Zur Einsatzmöglichkeit wichtiger Kraftfuttermittel soll in Tabelle 2 ein kurzer Überblick gegeben werden.

Tabelle 2: Inhaltsstoffe wichtiger Kraftfuttermittel (Angaben je kg Trockenmasse)

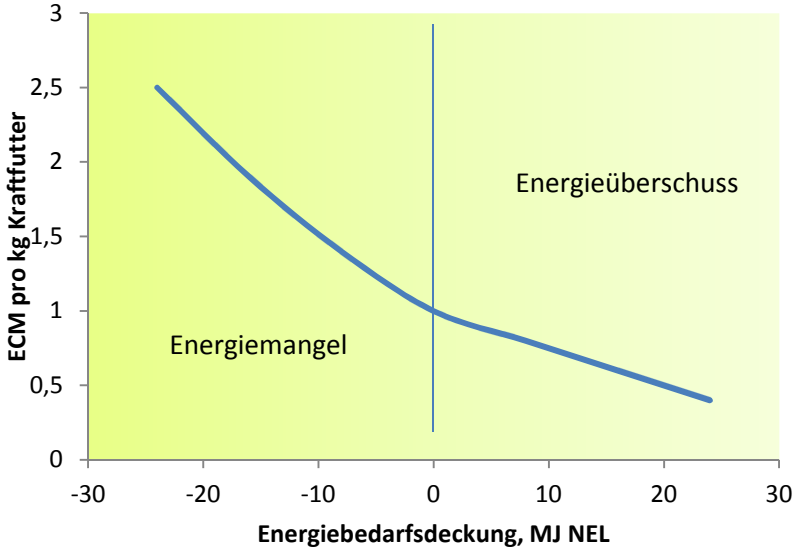
Futtermittel	**TM**	**Roh-faser**	**Roh-fett**	**nXP**	**RNB**	**Stärke+ Zucker**	**NEL**	**UDP**	**Ergänzung[2]**
	g	g	g	g	g	g	MJ	%	
Weizen	880	30	20	170	-5	707	8,53	20	
Gerste VZ	880	52	23	164	-6	626	8,14	25	
Körnermais	880	26	45	166	-10	715	8,38	50	Beständige Stärke (+) RNB (-)
Rapsex.schrot	900	143	36	238	25	79	7,13	30	
Sojaex.schrot	880	91	17	281	31	174	8,44	30	
Rapskuchen	870	110	168	213	24	110	8,8	30	Rohfett (+) NEL (+)
Biertrebern siliert	260	193	86	187	10	23	6,7	40	Strukturierte Rohfaser (-) RNB (-)

Quelle: Eigene Darstellung nach der BAYRISCHEN LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2011)

Die Kosten der Kraftfuttermittel bestimmen in der Praxis ganz wesentlich die Einsatzmenge. In der Schweizer Milchviehhaltung beispielsweise wird auf Grund von hohen Einfuhrzöllen deutlich weniger Kraftfutter verfüttert als etwa in Deutschland (MACK et al., 2009). Erlauben es die Kraftfutterpreise lohnt es sich Grundfutter durch Kraftfutter zu ersetzen und die Kuh dadurch optimal mit Nährstoffen zu versorgen. Wie Abbildung 6 deutlich zeigt, sind Kraftfuttergaben bis zur Energiebedarfsdeckung fasst immer rentabel. Ein Energieüberschuss wird aber nur mehr mit geringen Leistungszuwächsen gedankt (BAUER et al., 2005).

[2] (-) = geringer Gehalt (+) = hoher Gehalt

Abbildung 6: Kraftfuttereffizienz (kg Energie korrigiere Milch pro kg Kraftfutter) in Abhängigkeit von der Energieversorgung



Quelle: BAUER et al. (2005)

3.3 Futteraufnahmepotenzial der Milchkuh

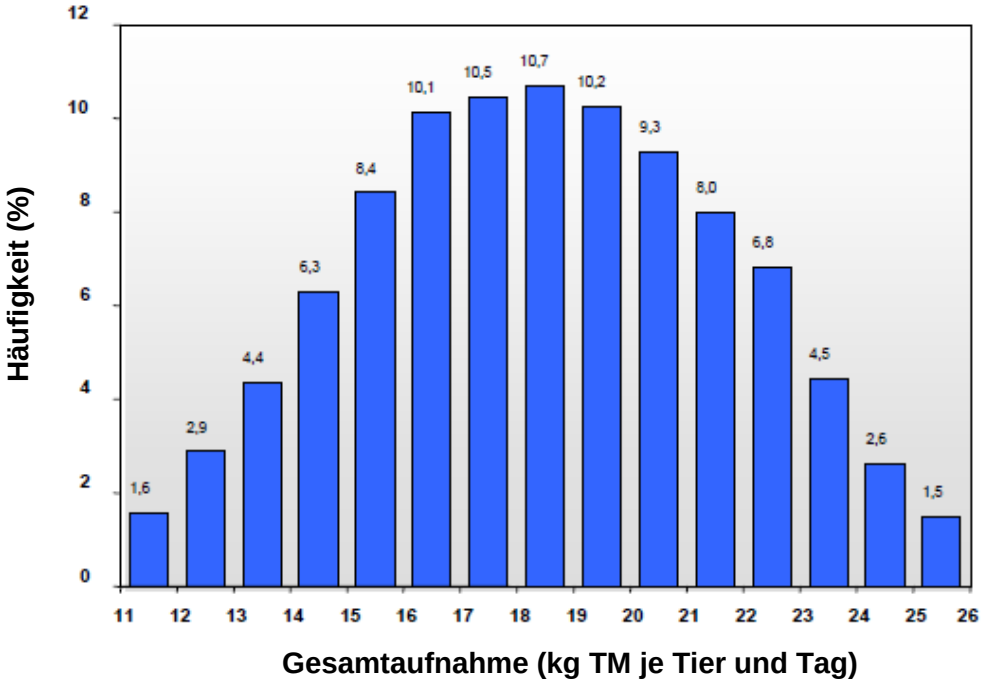
Um eine Rationsplanung durchführen zu können, muss das Futteraufnahmepotential der Milchkuh möglichst genau abgeschätzt werden. Die Futteraufnahme bildet gemeinsam mit dem Nährstoffbedarf der Kuh die Basis einer Rationskalkulation. Erst dann können die Futtermittel mit den jeweiligen Nährstoffgehalten optimiert zugeteilt werden.

Die Höhe der Futteraufnahme wird über physikalische (Pansenfüllung, Passagegeschwindigkeit), chemische (Fettsäuren etc.) und bedarfsabhängige Größen über das Sättigungszentrum des Kleinhirns unwillkürlich gesteuert. Die Einflussgrößen auf die Futteraufnahme können in tierbedingte und fütterungsbedingte Faktoren unterteilt werden.

Tierbedingte Faktoren sind die Rasse, die Laktationsnummer (x-te Laktation der Kuh), das Laktationsstadium (Anzahl an Tagen seit Kalbung), die Lebendmasse und die Milchleistung. Oft bestehen zwischen den einzelnen Faktoren auch Wechselbeziehungen. Die meisten Faktoren stehen in Abhängigkeit zum Laktationstag. Durch die Fütterung, genauer gesagt durch die Kraftfuttermenge, die Futterqualität und das Management, kann ebenfalls die Höhe der Futteraufnahme beeinflusst werden. Ein gutes Fütterungsmanagement ist nur schwer in Zahlen zu fassen. Ständige Anregung zur Futteraufnahme durch Bereitstellung frischer Futterkomponenten ist jedoch Voraussetzung für eine hohe Futteraufnahme.

Die gesamte Futteraufnahme schwankt deutlich zwischen den einzelnen Kühen. Abbildung 7 zeigt, dass die Futteraufnahme bedingt durch die Einflussfaktoren ca. zwischen 11 und 26 kg TM schwankt. Durch Messung einer großen Zahl tierindividueller Futteraufnahmen und gleichzeitiger Feststellung der Größenordnung ihrer Einflussfaktoren konnte eine Gleichung zur Berechnung der Futteraufnahme erstellt werden.

Abbildung 7: Verteilung der Futteraufnahme durch Messung (n=31.865)



Quelle: DLG (2006)

Schon geringfügige Unterschiede in der Futteraufnahme haben großen Einfluss auf die Rationszusammensetzung. Kann die Kuh mehr Futter aufnehmen als angenommen besteht die Gefahr einer Nährstoffüberversorgung und somit der Verfettung. Außerdem könnten eventuell günstigere Futterkomponenten zum Einsatz kommen und so die Futterkosten gesenkt werden. In Folge einer Überschätzung der Futteraufnahme kann es jedoch zu einem Nährstoffmangel beim Tier kommen (DLG-ARBEITSKREIS FUTTER UND FÜTTERUNG, BUNDESARBEITSKREIS DER FÜTTERUNGSREFERENTEN IN DER DLG, 2006).

3.4 Kosten der Fütterung

Im *Milchviehreport Bayern* (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2009) werden die Futterkosten mit den Gesamtkosten verglichen. Die Futterkosten nehmen sowohl auf Ebene der Buchführung (GuV) als auch in der Vollkostenanalyse einen bedeutenden

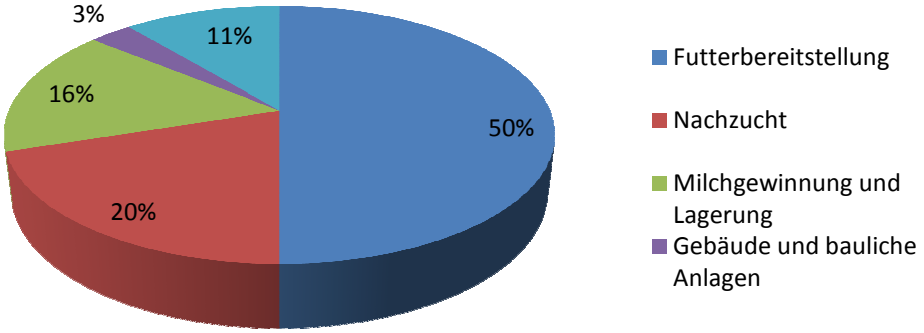
Anteil von 60 % bzw. 48 % ein. Dies verdeutlicht, dass sich Einsparungen im Bereich der Fütterung ganz wesentlich auf die Wirtschaftlichkeit des gesamten Betriebes auswirken.

Trotz der hohen Kosten durch das Grundfutter sollte der Anteil von Kraftfutter in der Ration möglichst gering gehalten werden. Trotzdem ist auch das Einsparungspotential in der Grundfutterproduktion groß. Um die Futtermittelkosten möglichst gering zu halten ist bedarfsgerechte und exakte Kraftfutterzuteilung unumgänglich. Voraussetzung dafür ist ein entsprechendes Futtersystem (z.B. Abruffütterung) sowie die regelmäßige Kontrolle der Fütterung. Eine genaue Kraftfutterzuteilung ist nur bei Kenntnis der Inhaltsstoffe des Grobfutters möglich. Dazu muss eine Grundfutteranalyse durchgeführt werden. Aber auch ein nicht durchdachtes Reduzieren der Kraftfuttermenge und somit eine nicht mehr leistungsgerechte Versorgung der Milchkuh ist nicht sinnvoll (DORFNER, 2008). Eine möglichst hohe Grundfutteraufnahme und eine leistungsgerechte Kraftfutterzuteilung bringen aber auch Kosteneinsparungen außerhalb der Fütterung. So haben Betriebe mit einer Grundfutterleistung von über 4000 kg Milch gegenüber solche unter 1000 kg Milch Vorteile in fast allen produktionstechnischen Kennwerten einschließlich der Fruchtbarkeit und Fitness (u. a. – 11 Tage Zwischenkalbezeit) (BAYRISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2006).

4 Primärer Energiebedarf der Milchviehfütterung

Zur Herstellung von landwirtschaftlichen Gütern ist ein hoher Einsatz an primärer Energie notwendig. In der Milchproduktion wird die meiste Energie für die Futterbereitstellung verwendet (Abbildung 8).

Abbildung 8: Energieaufwand der einzelnen Verfahrensabschnitte in der Milchproduktion

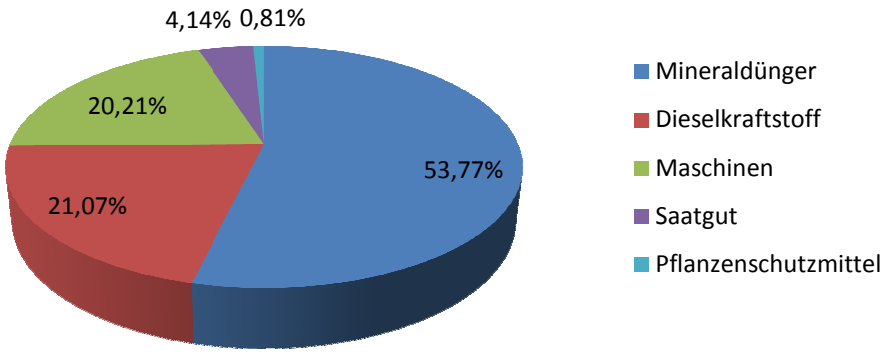


Quelle: KRAATZ (2009)

Der nötige Energieaufwand für die einzelnen Futtermittel ist sehr unterschiedlich. Die Produktion von Grassilage hat einen um 30 % höheren Energiebedarf je produzierten Nährwert in MJ NEL als Maissilage. Weidehaltung spart Energie, Heuproduktion erhöht den Energiebedarf gegenüber der Grassilageherstellung. Der Energieaufwand zur Produktion eines Futtermittels kann durch verschiedene Faktoren, wie unterschiedliche Erträge oder verschieden starke Nährstoffmineralisierung im Boden, stark variieren. Bei Grassilage spielt vor allem die Schnittzahl eine bedeutende Rolle beim Energieaufwand. Wird der Bestand 4- statt 3-mal genutzt steigt der Aufwand um rund 20 % je kg TM (KRAATZ, 2009).

Bei der Herstellung von wirtschaftseigenen Futtermitteln spielen Mineraldünger, Treibstoff und Maschinen eine wesentliche, Saatgut und Pflanzenschutzmittel nur eine untergeordnete Rolle für die Höhe des Energieaufwandes (Abbildung 9) (KRAATZ, 2009).

Abbildung 9: Verteilung des Energieaufwandes bei der Futterbereitstellung (in MJ)



Quelle: KRAATZ (2009)

Die Herstellung von Mineraldüngern ist energieintensiv. Besonders zur Erzeugung von Stickstoffdüngern wird viel Energie verbraucht. Positiv zu vermerken ist, dass der technologische Fortschritt für eine ständige Verbesserung des Herstellungsverfahrens sorgt und der Energiebedarf für die N-Dünger Erzeugung von 1956 bis 1997 um durchschnittlich 3,5 % pro Jahr abgenommen hat. In modernen Anlagen kann für das Jahr 2010 mit einem Energieverbrauch von 30,9 MJ pro kg N für den Dünger gerechnet werden (KRAATZ, 2009). Teilweise wird jedoch durch ältere, sich noch im Betrieb befindlichen Anlagen deutlich mehr Energie verbraucht. Phosphor und Kalium können energieextensiver hergestellt werden. Hierbei sind ca. 10 bzw. 8 MJ für die Produktion von einem kg Reinnährstoff notwendig (GALLER, 2005).

1 bis 2 % des jährlichen Weltenergieverbrauchs wird für die Produktion von Mineraldüngern verwendet. Im Pflanzenbau ist die Energiebilanz jedoch mit 1:4 sehr positiv. Das bedeutet, für den Einsatz von einem MJ können vier MJ in Form von Pflanzen gewonnen werden. Werden Mineraldünger gezielt eingesetzt, so kann zum Beispiel für ein zusätzliches kg N ein Mehrertrag von 10 kg Weizen erwartet werden (Energiebilanz 1:5). In aller Regel steigt auch die Qualität der Ernteprodukte mit zusätzlicher Düngung an. Eine sehr hohe Energiebilanz (1:9 bis 1:18) hat der Pflanzenschutz (GALLER, 2005).

Die Milchleistung hat deutliche Auswirkungen auf den nötigen primären Energiebedarf. So sinkt der Energiebedarf bei einer Leistungssteigerung von 4000 auf 8000 kg Milch von 2,1 auf 1,8 MJ je kg Milch ab. Bei noch höheren Milchleistungen verhindert energieintensiv produziertes Kraftfutter in der Ration ein weiteres Absinken des Energiebedarfs (KRAATZ, 2009).

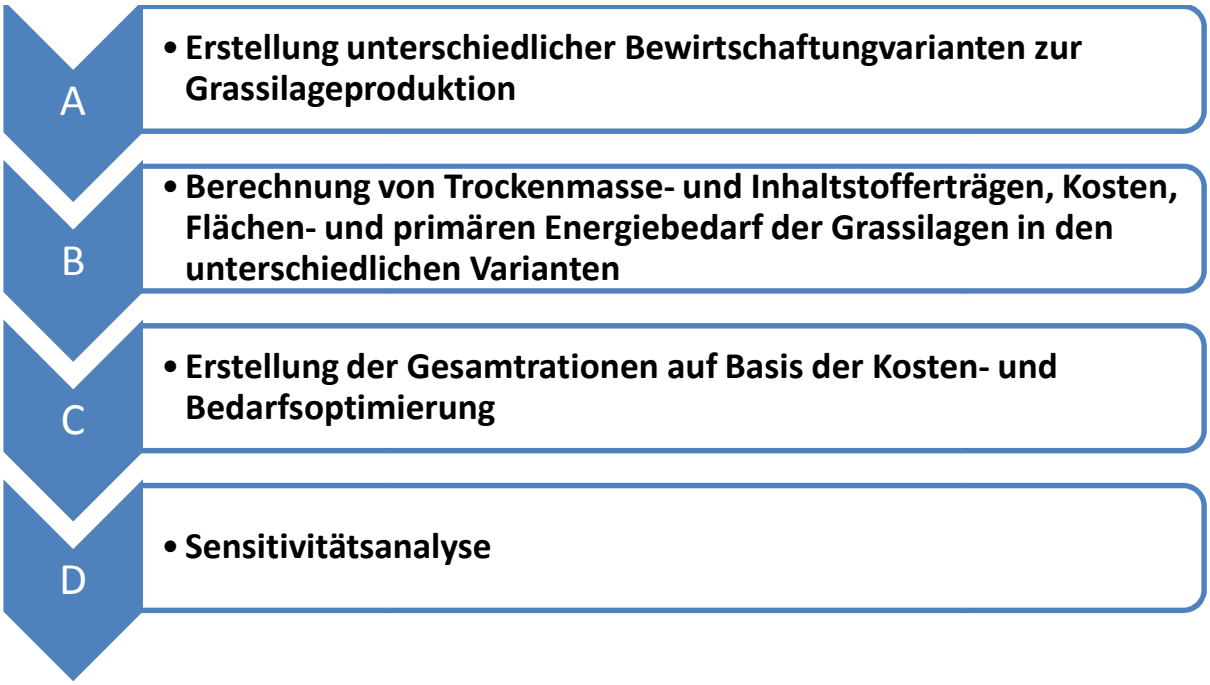
Durch die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern auf die Futterflächen kann ein erheblicher Teil an mineralischen Düngemitteln und somit primärer Energie eingespart werden. Heute

besteht auch die Möglichkeit die Exkremente zur Erzeugung von Biogas zu nutzen und erst später wieder dem Kreislauf zuzuführen.

Kann die Landwirtschaft den Energieverbrauch im Betriebszweig Milchproduktion verringern, ist sie unabhängiger von Preisschwankungen primärer Energieträger. Aber auch die Umwelt könnte somit geschont werden. Werden doch ca. 9 % der Treibhausgase der EU in der Landwirtschaft emittiert. CO_2, welches in der Futterproduktion bei der Erzeugung von Mineraldüngern und beim Verbrauch von Treibstoffen hauptsächlich entsteht, hat mit 65 % den größten Anteil aller Treibhausgase (THG) in der EU (UMWELTBUNDESAMT, 2010).

5 Material und Methoden

In diesem Kapitel wird die Vorgehensweise zur Ermittlung der Futterkosten und der weiteren Ergebnisse dargestellt. Bevor die den Berechnungen zu Grunde liegenden Daten und Methoden detailliert erläutert werden, folgt zunächst ein Überblick:



5.1 A - Erstellung unterschiedlicher Bewirtschaftungsvarianten zur Grassilageproduktion

Die Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten werden an 3 für Österreich typischen Grünlandstandorten überprüft. Die Standorte charakterisieren sich durch die Vegetationsdauer, welche Einfluss auf den Ertrag und die mögliche Schnittzahl hat. Auf Standort A sind 3 Nutzungen, auf Standort B 4 Nutzungen und auf Standort C 5 Nutzungen jeweils im Ähren- /Rispenschieben möglich. Die Nutzung im Ähren- /Rispenschieben stellt an jedem Standort die Standardvariante dar. Die Bewirtschaftungsintensität der Standartvariante kann nun erhöht bzw. verringert werden. In Szenario 1 werden Düngung und Anzahl der Schnitte parallel erhöht bzw. verringert. Szenario 2 beschränkt sich auf Veränderungen der Schnittzahl und Szenario 3 auf die Veränderung der Düngemenge. Jedes Szenario besteht aus 3 Varianten. Diese Varianten veranschaulichen die geringe, mittlere (Standardvariante) bzw. hohe Bewirtschaftungsintensität des jeweiligen Szenarios. Die Standardvariante eines Standortes ist in allen Szenarios gleich.

Bei den Szenarien 1 und 2 wird die Anzahl der Schnitte zwischen den 3 Varianten jeweils um 1 erhöht bzw. gesenkt. Für den Standort B bedeutet dies, dass bei den Varianten mit geringer, mittlerer und hoher Bewirtschaftungsintensität 3, 4 bzw. 5 Nutzungen erfolgen (Szenario 3 am Standort B immer 4 Nutzungen).

Einen Überblick über die einzelnen Bewirtschaftungsvarianten bietet Tabelle 3. Die Varianten am Standort B entsprechen in der N-Düngung und der Schnittzahl einem Versuch von DIEPOLDER & RASCHBACHER (2011b). Für die Standardvarianten an allen 3 Standorten wird die Düngemenge entsprechend den festgelegten Schnittzahlen von BUCHGRABER (2000) übernommen. Die Düngemenge von 140 kg N/ha der mittleren Variante am Standort B ergibt sich sowohl durch den gewählten Versuch als auch durch die Vorgaben von BUCHGRABER (2000). Am Standort A werden 110 kg N/ha, am Standort C 170 kg N/ha in der jeweiligen Standardvariante nach BUCHGRABER (2000) gedüngt. In den Szenarien 1 und 3 weicht die Düngemenge der hohen/niedrigen Bewirtschaftungsintensitäten jeweils um 40 kg N/ha von der mittleren ab. In annähernd gleicher Höhe unterscheidet sich auch die Düngemenge zwischen den einzelnen Varianten im Versuch und somit auch am Standort B. Die in Tabelle 3 grau hinterlegten Varianten werden nicht verwendet. Am Standort A ist eine Verringerung der Schnittzahl nicht sinnvoll, da hier das Futter erst im Vegetationsstadium Überständig geerntet werden würde und somit nicht mehr für die Milchviehfütterung verwendet werden sollte. Für die Erhöhung der Schnittzahl am Standort C (6 Schnitte) stehen zur Berechnung von Ertrag und Inhaltsstoffen zu wenige Daten zur Verfügung. Die Düngemenge variiert zwischen den einzelnen Varianten am Standort B auch im Szenario 2. Diese Differenzen entstanden bereits beim Versuch von DIEPOLDER & RASCHBACHER (2011b) bei der Düngerausbringung. Angepasst an die in Tabelle 3 ausgewiesene N-Düngemenge werden auch Phosphor, Kalium und Kalk entsprechend den *Richtlinien für die sachgerechte Düngung* (BMLFUW, 2006) gedüngt.

Tabelle 3: Düngemenge und Schnittzahl der unterschiedlichen Bewirtschaftungsvarianten an drei verschiedenen Grünlandstandorten

		Szenario 1 Veränderung von Düngung+ Schnittzahl			Szenario 2 Veränderung der Schnittzahl			Szenario 3 Veränderung der Düngung		
Standort A	Kg N/ha		110	150		110	110	70	110	150
	Schnittzahl		3	4		3	4	3	3	3
	UBAG		Ja	Ja		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Standort B	Kg N/ha	94	140	188	141	140	137	97	140	184
	Schnittzahl	3	4	5	3	4	5	4	4	4
	UBAG	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
Standort C	Kg N/ha	130	170		170	170		130	170	210
	Schnittzahl	4	5		4	5		5	5	5
	UBAG	Ja						Ja		

Variante mit …
geringe mittlere hohe Bewirtschaftungsintensität

UBAG… Bei einer Düngemenge von ≤150 kg N/ha (feldfallend) kann die UBAG Prämie bezogen werden

Quelle: Eigene Darstellung

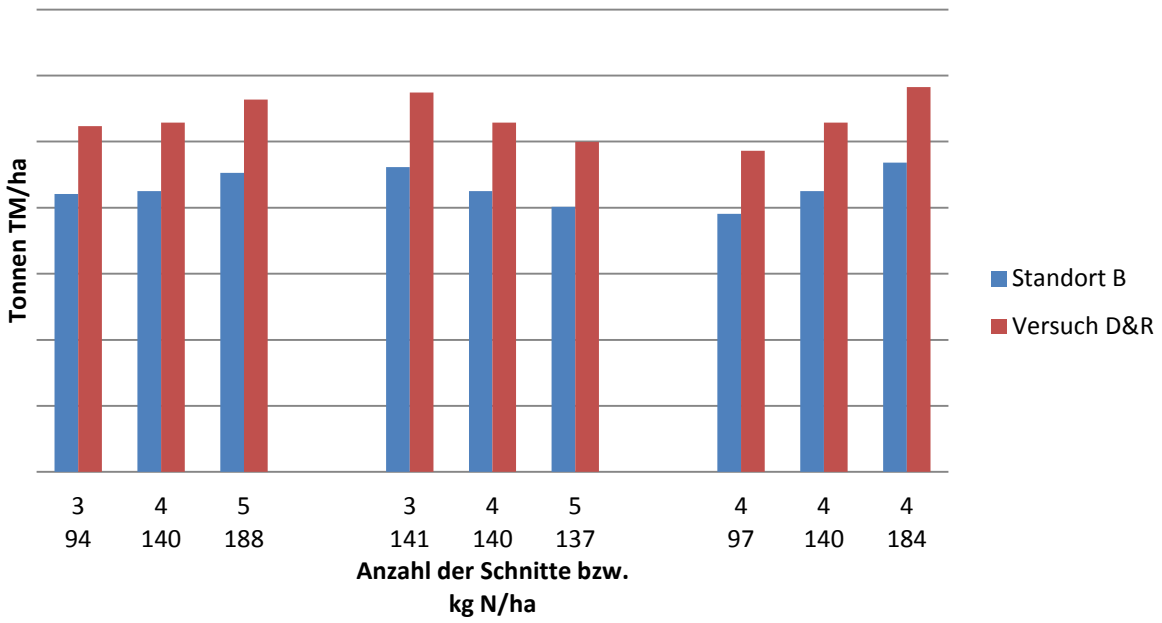
5.2 B - Berechnung von Trockenmasse- und Inhaltstofferträgen, Kosten, Flächen- und primären Energiebedarf der Grassilagen in den unterschiedlichen Varianten

5.2.1 Berechnung von Trockenmasse- und Inhaltsstofferträge

Aus den Versuchsergebnissen von DIEPOLDER & RASCHBACHER (2011b) könnten nun die Trockenmasseerträge für alle Varianten am Standort B direkt übernommen werden. In Österreich werden an 4-Schnitt Standorten mit selber Düngemenge vor allem auf Grund des niedrigeren Weidelgrasanteils etwas geringere Erträge erzielt. Daher wird der Ertrag der Varianten mit mittlerer Bewirtschaftungsintensität entsprechend der jeweiligen Schnittzahl für alle Standorte von BUCHGRABER (2000) übernommen. Die Erträge der hohen bzw. geringen Bewirtschaftungsintensitäten werden im gleichen Verhältnis wie bei DIEPOLDER & RASCHBACHER (2011b) an die mittleren Varianten angepasst. Steigt im Versuch der Ertrag durch eine intensivere Düngung um einen gewissen Prozentsatz, dann weicht der Ertrag der intensiven Variante in Szenario 3 im selben Prozentsatz von der Standardvariante des jeweiligen Standortes ab (Abbildung 10). Für die Standorte A und C wird berücksichtigt, dass die Düngemengen nicht im gleichen Verhältnis wie im Versuch, sondern um den absoluten Wert von 40 kg N/ha verringert bzw. erhöht werden. Im Versuch steigt die Düngemenge in Szenario 3 von der mittleren zur hohe Bewirtschaftungsintensität um 31,5 % (von 140 auf

184 kg N/ha). Im Vergleich dazu steigt die Düngeintensität für Standort C nur um 23,5 % (von 170 auf 210 kg N/ha) Entsprechend dieser geringeren prozentuellen Steigerung der Düngemenge steigt auch der Trockenmasseertrag am Standort C an. In gleicher Weise wird am Standort A, bei Szenario 1 bzw. bei der Verringerung der Düngeintensität vorgegangen.

Abbildung 10: Entwicklung der TM Erträge bei veränderter Bewirtschaftung entsprechend dem Versuch von DIEPOLDER & RASCHBACHER (2011b)



Quelle: Eigene Darstellung

Die Energiedichte der ersten Schnitte des Versuches von DIEPOLDER & RASCHBACHER (2011b) war im Vergleich zu österreichischen Standorten teilweise sehr hoch (> 7 MJ NEL/kg TM). Durch den hohen Weidelgrasanteil muss außerdem von einer höheren Nutzungselastizität (langsamere Abreife des Bestandes) als bei heimischem Grünland ausgegangen werden (BERENDONK & VERHOEVEN, 1997). Daher wird auf eine direkte Ableitung der Energiedichte der einzelnen Varianten aus dem Versuch verzichtet. Bei SCHAUMBERGER (2005) wird die prozentuelle Verteilung der Aufwuchsdauer der einzelnen Schnitte an der gesamten Vegetationsperiode und die Anzahl der Vegetationstage der gewählten drei Standorte beschrieben. Daraus kann für unterschiedliche Varianten mit unterschiedlicher Schnittzahl am selben Standort (gleiche Vegetationsdauer) die Anzahlt der Tage bis zum 1. Schnitt errechnet werden. Durch den Vergleich dieser Varianten kann die Differenz zwischen den ersten Nutzungen in Tagen angegeben werden. Bei einem späteren 1. Schnitt gehen im Vegetationsstadium Ähren-/Rispenschieben pro Tag 0,044 MJ NEL an Energie verloren. Nun kann der Energiegehalt der jeweiligen Varianten errechnet werden. Mit Hilfe der *Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum* (BUCHGRABER et al., 2006)

können die weiteren Inhaltsstoffe an den Energiegehalt der jeweiligen Grassilage angepasst werden.

5.2.2 Berechnung der Einzelkosten der Grassilageproduktion

Um unterschiedliche Bewirtschaftungsintensitäten im Grünland miteinander vergleichen zu können, werden die Einzelkosten (lt. KTBL, 2010) der Grassilageproduktion erhoben. Die Einzelkosten beinhalten sämtliche Kosten, die zur Bereitstellung der Grassilage nötig sind. Berücksichtigt werden Kosten für Maschinen (inkl. Treibstoff), Arbeit, Pflanzenschutz, Pacht, Lagerung und Düngemittel. Lediglich betriebliche Gemeinkosten, also Kosten, die dem Produktionsverfahren nicht direkt zuordenbar sind, werden nicht berücksichtigt. Als einzige Leistung wird die UBAG Prämie (€ 100.-/ha Grünland) in die Kalkulation zur Silagebereitstellung mit einbezogen.

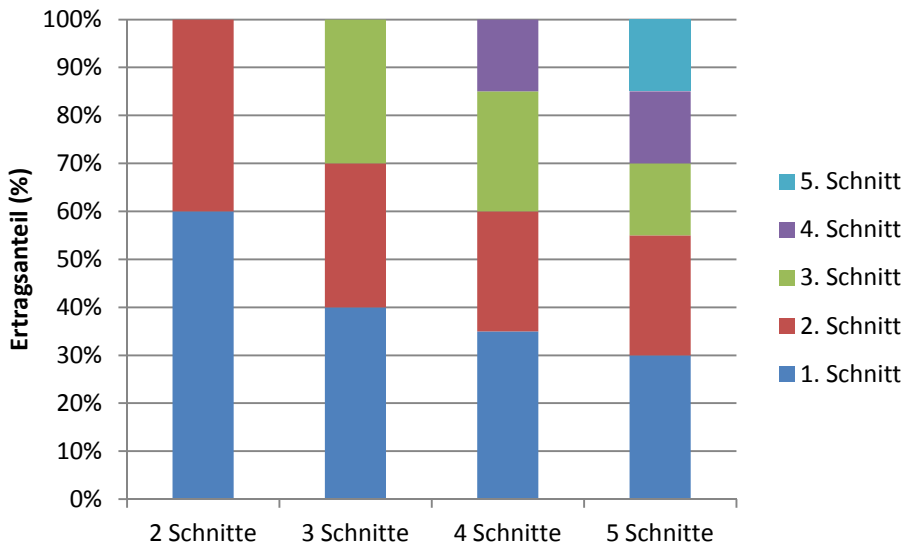
Folgende Daten werden aus *Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung* (BMLFUW, 2008) entnommen: Maschinen Einsatzstunden, Arbeitszeitbedarf, Düngerpreise und Kosten für Pflanzenschutzmittekosten, Traunsteinsilo, Silofolie und –anstrich und Grünlanderneuerung. Dabei wird auf die in dieser Quelle angegebene Bewirtschaftungsform Grünland – Anwelksilage (konventionell) zurückgegriffen.

Die Stundensätze für die eingesetzten Maschinen werden aus den *ÖKL-Richtwerten* (ÖSTERREICHISCHES KURATORIUM FÜR LANDTECHNIK UND LANDENTWICKLUNG, 2011) übernommen. Als Lohnkosten werden € 10.- für eine Arbeitskraftstunde angesetzt. Die Pachtkosten werden je Hektar und Jahr gebunden an den Standort mit € 50.- (Standort A), € 150.- (Standort B) und € 250.- (Standort C) festgelegt. Kosten für die Grünlanderneuerung entstehen nur bei den Bewirtschaftungsvarianten mit erhöhter Schnittzahl gegenüber den Standardvarianten.

Bei der Erhebung der Einzelkosten von Grassilage wird davon ausgegangen, dass die Düngung ausschließlich mit Handelsdünger erfolgt. Die Düngerpreise werden nach den Vorgaben des Katalogs *Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung* (BMLFUW, 2008) übernommen (€ 0,90.-/kg N; € 0,49.-/kg P2O5, € 0,43.-/kg K2O und € 0,14.-/kg CaO).

Auf Grund des deutlichen Ertrags- und Futterqualitätsunterschiedes zwischen dem ersten und den Folgeschnitten werden die Kosten separat ermittelt. Dazu werden aus den einzelnen Jahreshektarerträgen und den bei BUCHGRABER (2000) vorgeschlagenen Ertragsanteilen für die einzelnen Aufwüchse Erträge pro Schnitt berechnet. Die Maschinen- und Arbeitskosten werden je nach Ertrag pro Schnitt und Hektar nach den Vorgaben des BMLFUW (2008) ermittelt.

Abbildung 11: Anteile der einzelnen Aufwüchse zum Jahresertrag



Quelle: Eigene Darstellung nach BUCHGRABER (2000)

Die Kosten der einzelnen Schnitte werden zu Jahreshektarkosten gemäß den Ertragsanteilen (Abbildung 11) zusammengeführt. Die Schnitte unterscheiden sich jedoch kaum nach Kosten, sondern vor allem in den Inhaltsstoffen.

5.2.3 Berechnung des Bedarfs an primärer Energie

Zur Bereitstellung einer Grassilage muss für Düngemittel; Dieseltreibstoff; die Herstellung, Unterhaltung und Entsorgung der Maschinen; die Produktion von Saatgut und die Lagerung primäre Energie aufgewendet werden.

Zuerst muss erhoben werden, wie hoch der Energiebedarf dieser Kategorie je Einheit ist. Tabelle 4 gibt einen Überblick dazu. Anschließend an die Tabelle gibt es detailliertere Erklärungen sowohl zum Energiebedarf je Einheit als auch zur Aufwandsmenge je Hektar. Der primäre Energiebedarf kann danach in Verhältnis zu den jeweiligen Energiegehalten im Futter (MJ/10 MJ NEL) gesetzt werden. Dies erleichtert die Vergleichbarkeit der einzelnen Futtermittel.

Tabelle 4: Primärer Energiebedarf verschiedener Kategorien

Kategorie	Energiebedarf je EH	Anmerkung
Diesel	47,8 MJ/l	
Düngemittel	52,9 MJ/kg N	
Maschinen	93,0 MJ/kg	hier Gewicht Allradtraktor
Fahrsilo	233,0 MJ/t TM	
Saatgut	12,21 MJ/kg	

Quelle: Eigene Darstellung

Wie schon bei der Berechnung der Futterkosten werden auch bei der Erhebung des Energiebedarfs für die Düngung ausschließlich Mineraldünger verwendet. Der Energiegehalt der anfallenden Gülle wird später berücksichtigt. Der Energiebedarf für die Herstellung von Mineraldüngern wird nach den Angaben von MOERSCHNER et al. (2002) berechnet. Für die Herstellung von Harnstoff (59,07 MJ/kg N), AHL (52,33 MJ/kg N) und Kalkammonsalpeter (47,18 MJ/kg N) werden jeweils leicht unterschiedliche Energiemengen gebraucht. Für die Berechnungen in dieser Arbeit wird ein Durchschnittswert von 52,86 MJ/kg N verwendet. Für Phosphor-, Kalium- und Kalkdünge werden Energiebedarfswerte von 18,75 MJ/kg P_2O_5, 10,73 MJ/kg K_2O und 1,72 MJ/kg CaO verwendet. Die Aufwandsmengen an N-Düngemittel werden bereits im Kapitel 5.1 festgehalten.

Um den Energieverbrauch für den Treibstoff zu errechnen wird zuerst die Einsatzdauer der motorisierten Landmaschinen nach *Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung* (BMLFUW, 2008) festgelegt. Die verbrauchte Kraftstoffmenge je Einsatzstunde wird anschließend nach ÖKL Angaben (ÖSTERREICHISCHES KURATORIUM FÜR LANDTECHNIK UND LANDENTWICKLUNG, 2011) bestimmt. Zur Bereitstellung von einem Liter Diesel inkl. Motoröl (2 % vom Treibstoff) bedarf es laut MOERSCHNER et al. (2002) 47,82 MJ/kg an primärer Energie.

Bei der Ermittlung des Energiebedarfs von Futterlagerstätten wird der Energieinput für Stahlbeton und Silofolie berücksichtigt. Nach SIMA (2007) beträgt der Energieaufwand für den armierten Beton eines Fahrsilos 233 MJ/t TM. Die durchschnittliche Verdichtung in einem mit Grassilage gefüllten Silo (189 kg TM/m³) wird aus dem *Abschlussbericht Silageprojekt* (RESCH, 2009) entnommen. Die Silomaße werden ebenfalls von SIMA übernommen um den Bedarf an Silofolie zu ermitteln. Der Energiebedarf für eine PE-Folie wird von SCHOLZ (1997) übernommen. Der Energiegehalt für 1 m² PE-Folie beträgt 13 MJ. Die Nutzungsdauer beträgt für bauliche Anlagen 25 Jahre. Die Menge der anfallenden Grassilagen wird bereits im Kapitel 5.1 festgehalten.

Für die Herstellung, Unterhaltung und Entsorgung landwirtschaftlicher Maschinen werden große Energiemengen benötigt. Für die Erhebung der eingesetzten primären Energie wird die Einsatzdauer jeder einzelnen Maschine nach Vorgaben von *Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung* (BMLFUW, 2008) festgelegt. Die Flächenleistung der Lohnmaschinen, sowie die Nutzungsdauer und die jährliche Auslastung aller Maschinen werden aus den ÖKL-RICHTLINIEN (2011) übernommen. Der Energieaufwand für die einzelnen Maschinentypen wird von SCHOLZ (1997) übernommen. Die dort festgehaltenen Energiebedarfswerte sind in MJ/kg angegeben. Das Eigengewicht der einzelnen Maschinen wird aus Datenblättern verschiedener in Österreich aktiven Landmaschinen Unternehmen übernommen (siehe Anhang, Tabelle 17).

Auch der primäre Energiebedarf zur Bereitstellung des Saatguts wird ermittelt. Im Grünland wird eine Nachsaat nur bei intensiver Schnittnutzung (Vegetationsstadium Schossen) kalkuliert. Für die Bereitstellung von Feinsämereien wird nach MOERSCHNER et al. (2002) ein Energieaufwand von 12,21 MJ/kg berücksichtigt. Bei KRAUTZER et al. (2011) wird eine Saatmenge von 5 kg alle 2 Jahre empfohlen.

In der Grünlandbewirtschaftung kommt es nicht zu einem großflächigen Einsatz von Pflanzenschutzmittel. Meist werden diese nur punktuell auf Problemflächen verwendet (Ampferbekämpfung). Daher wird in dieser Arbeit auf die Berücksichtigung von Pflanzenschutzmittel als Energieaufwand im Grünland verzichtet.

Auf Grund dieser Daten kann der primäre Energiebedarf je Hektar ermittelt werden. Je nach Ertrag und Energiedichte der jeweiligen Variante der Grassilage wird der Energiebedarf in MJ/10 MJ NEL ermittelt.

5.2.4 Ermittlung des Flächenbedarfs

Die Erträge der verschiedenen Bewirtschaftungsvarianten des Grünlandes werden ermittelt. Daraus kann der Flächenbedarf zur Bereitstellung von einem kg TM errechnet werden.

5.3 C – Erstellen der Gesamtration auf Basis der Kosten- und Bedarfsoptimierung

Auf Basis der ermittelten Produktionskosten, des Bedarfs an Futterfläche und primärer Energie und der Futterqualitäten der Grassilagen können nun verschiedene Bewirtschaftungsvarianten mit Hilfe von Rationsberechnungen mit einander verglichen werden. Für jede Variante wird eine eigene Ration berechnet. Die Zusammensetzung der einzelnen Futterkomponenten wird mit dem Ziel möglichst geringer Futterkosten mit Hilfe einer linearen Programmierung optimiert. Gleichzeitig muss der Energie- und Nährstoffbedarf einer Milchkuh gedeckt werden.

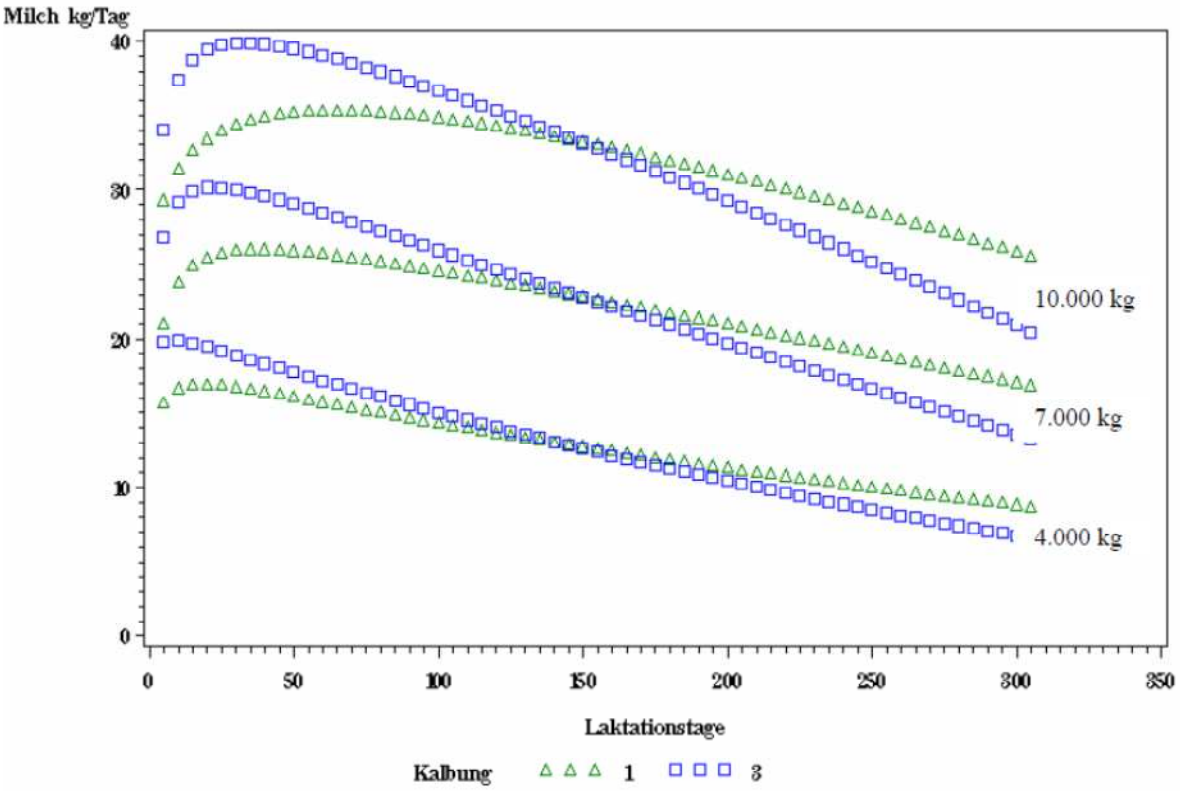
Zuerst wird im folgenden Unterkapitel das Rationsschema dargestellt. Anschließend wird erklärt, wie die Rationskosten und der Bedarf an Futterfläche und primärer Energie der Ration ermittelt werden.

5.3.1 Erstellung des Rationsschemas

Berechnung der Bedarfswerte

Bevor eine Ration erstellt werden kann muss der Energie- und Nährstoffbedarf der Milchkuh festgestellt werden. Die Bedarfswerte ergeben sich aus Erhaltungs- und Leistungsbedarf. Der Erhaltungsbedarf wird auf Basis einer Lebendmasse von 700 kg je Kuh ermittelt. Da keine Leistung einer Kuh oder Herde den Berechnungen zu Grunde liegt, wird auf Vorgaben der BAYRISCHEN LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2006) in Form von Laktationskurven zurückgegriffen (Abbildung 12). Die Grundlage der Laktationskurven sind Daten von Milchleistungskontrollen in Bayern. Regionale Differenzen oder Rassenunterschiede konnten nicht festgestellt werden. Die Daten sind somit auch für österreichische Milchviehbetriebe verwendbar. Diese Laktationskurven unterscheiden sich sowohl in der Milchleistung als auch in der Laktationszahl. Bei Kühen der 1. Laktation zeigt sich eine deutlich flachere Laktationskurve. Für die vorliegenden Berechnungen wird auf eine Laktationskurve für Kühe der 2. Laktation mit einer Milchleistung von 8500 kg pro Jahr zurückgegriffen.

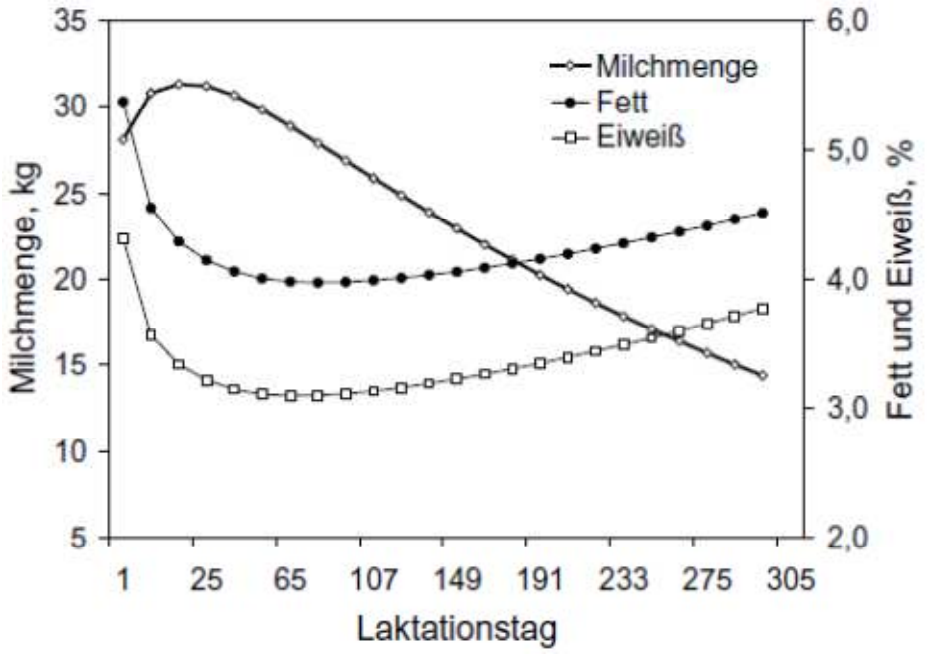
Abbildung 12: Unterschiedliche Laktationskurven in Abhängigkeit von der Milchleistung und der Laktationszahl (grün – erste Laktation, blau – dritte Laktation)



Quelle: BAYRISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2006)

Neben der Milchmenge beeinflussen die Milchinhaltsstoffe den Bedarf der Kuh. Vor allem Milchfett- und Milcheiweißgehalt verändern sich im Verlauf einer Laktation deutlich (MIESENBERGER, 1997, Abbildung 13). Auf dieser Grundlage können nach den Vorgaben von WURM (2010) der Energie- (MJ NEL) und Eiweißbedarf (g nXP) für Erhaltung und Leistung der Kuh berechnet werden.

Abbildung 13: Der Verlauf der Milchinhaltsstoffe während einer Laktation



Quelle: MIESENBERGER (1997)

Die ermittelten Energiebedarfswerte werden um die freiwerdende Energie aus der Körperfettmobilisation am Beginn der Laktation verringert. Als Ausgleich wird in der zweiten Laktationshälfte der Energiebedarf zur Erhöhung der Körperkondition (zum Aufbau neuer Fettreserven) und für das neue Kalb erhöht (DLG-ARBEITSKREIS FUTTER UND FÜTTERUNG, BUNDESARBEITSKREIS DER FÜTTERUNGSREFERENTEN IN DER DLG, 2006) (Tabelle 5).

Tabelle 5: Erlaubte Abweichung der Energieversorgung vom Bedarf im Verlauf einer Laktation

Laktationsabschnitt	Erstlingskühe	Kühe ab 2. Laktation
bis 60. Tag	-10	-10
60. bis 150. Tag	0	0
150. bis 250. Tag	5	0
>250 Tage	10	5

Quelle: DLG (2006)

Um die Futtermittel bedarfsgerecht zuteilen zu können, werden neben Erhaltungs- und Leistungsbedarf an Energie und Eiweiß weitere wichtige Richtwerte (Rohfett, Zucker + unbeständige Stärke, Kraftfutter, ruminale N-Bilanz) für die Rationsberechnung festgelegt (Tabelle 6). Dies ist notwendig um die Wiederkäuergerechtigkeit der Ration sicherzustellen.

Tabelle 6: Richtwerte für eine Wiederkäuer gerechte Rationsberechnung

Rohfasergehalt (XF):	**mind. 16 %**
RNB-Wert (Ruminale N-Bilanz):	0 – 50 g/Tag
Rohfett-Anteil (XL):	max. 4 %
Kraftfutteranteil:	max. 55 %
Zucker plus unbeständige Stärke:	je nach Leistung, max. 250 g/kg TM

Quelle: Eigene Darstellung

Der minimale und maximale Anteil an Zucker und pansenunbeständiger Stärke wird an die Milchleistung nach Vorgabe der *Gruber Tabelle* (BAYRISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2011) angepasst. Die Versorgung mit Mineralstoffen, Spurenelementen und Vitaminen wird auf Grund der geringen Auswirkung auf die Kosten und den Flächen- und primären Energiebedarf der Ration vernachlässigt.

Eingesetzte Futterkomponenten

Neben der jeweiligen Variante der Grassilage wird Maissilage als Grundfutterkomponente in der Ration eingesetzt. Dabei wird das Verhältnis von Gras- zu Maissilage mit 55:45 in der TM festgelegt. Bei Bedarf (Rohfasergehalt unter 16 %) wird Stroh ergänzt. Es kommen zwei Kraftfuttermischungen zu Einsatz. Die Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen ist unabhängig von der jeweiligen Rationsgestaltung. Die „Mischung Energie“ besteht aus 50 % Weizen und 50 % Mais, die „Mischung Eiweiß“ aus 60 % Rapsextraktionsschrot, 20 % Sojaextraktionsschrot und 20 % Rapskuchen (Tabelle 7).

Tabelle 7: Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen *Energie* und *Eiweiß*

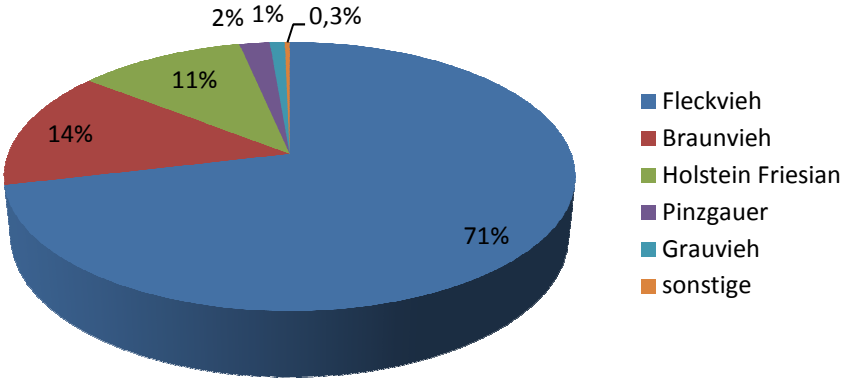
	TM Gehalt		**Mischungsanteil**
	g/kg		%
Futterweizen	880	Mischung Energie	50
Körnermais	880		50
Rapsextraktionsschrot	880	Mischung Eiweiß	60
Sojaextraktionsschrot 44 %	880		20
Rapskuchen 15 % Rohfett	910		20

Quelle: Eigene Darstellung

Berechnung der Futteraufnahme

Um die nötige Energie- und Nährstoffdichte in der Ration berechnen zu können muss das Futteraufnahmevermögen der Kuh ermittelt werden. Je geringer die Dichte durch eine hohe Futteraufnahme sein muss, desto mehr kostengünstige Grundfuttermittel können in der Ration eingesetzt werden. Zur Berechnung der Futteraufnahme wird auf die vom DLG (2006) herausgegebene *Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh* verwendet. Die Grundlage bildet eine Auswertung von verschiedenen Versuchsbetrieben durch eine länderübergreifende Arbeitsgruppe unter der Führung von Dr. Leonhard Gruber (LFZ Raumberg-Gumpenstein). Die daraus resultierenden Funktionen berücksichtigen die im Kapitel 3.3 beschriebenen Faktoren (Laktationsstadium, Milchleistung, Kraftfuttermenge,…), welche die TM-Aufnahme beeinflussen. Auch die Rasse beeinflusst die Futteraufnahme. Auf Grund der großen Bedeutung in Österreich wird die Futteraufnahme für die Rasse Fleckvieh berechnet (Abbildung 14).

Abbildung 14: Zusammensetzung der Kontrollkühe der Milchleistungsprüfung 2010 nach Rassen



Quelle: Eigene Darstellung nach ZAR (2011)

Die angesprochenen Faktoren müssen somit als Grundlage für die Berechnung der Futteraufnahme der jeweiligen Herde oder Einzelkuh zur Verfügung stehen. Die Gleichungen der Schätzformel wurden für verschiedene Anwendungsbereiche angepasst. Unterschieden wurde dabei zum Beispiel zwischen der Futtervorlage als TMR bzw. als getrennte Vorlage und einer heubetonten Fütterung oder der Variante „Standard“. Für die Berechnungen wird die Kombination „getrennte Vorlage“ und „Standard“ gewählt, da somit ein breiter Einsatz von Grassilage möglich und der Kraftfutteranteil besser vergleichbar ist. Außerdem bieten die Schätzgleichungen mit TMR eine geringere Genauigkeit (DLG-ARBEITSKREIS FUTTER UND FÜTTERUNG, BUNDESARBEITSKREIS DER FÜTTERUNGSREFERENTEN IN DER DLG, 2006).

Um die Breite einer gesamten Laktation realistisch darstellen zu können, werden für neun verschiedene Laktationsstadien die Futteraufnahme, der Energie- und Nährstoffbedarf und daraus jeweils eine eigene Ration berechnet. Als Stichtag werden die Laktationstage 15, 30, 50, 80, 125, 175, 225, 275, 325 gewählt. Aus diesen neun, nach Futterkosten optimierten Einzelrationen wird eine Gesamtration berechnet.

5.3.2 Ermittlung der Rationskosten

Kosten der Futtermittelbereitstellung

Die Grassilagekosten der einzelnen Varianten können auf Grundlage der vorangegangenen Kapitel berechnet werden. Die Einzelkosten der Maissilage werden in gleicher Weise wie jene der Grassilagen selbst berechnet. Die Ertragslage wird für Mais nach den *Richtlinien für die sachgerechte Düngung* (BMLFUW, 2006) mit „mittel“ eingestuft und dementsprechend gedüngt. Es wird das Reifestadium „Ende Teigreife“ mit mittlerem Kolbenanteil für die Ernte des Silomaises ausgewählt, denn in diesem Stadium ist die größte Probenzahl in den *Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenland* (BUCHGRABER et al., 2006a) vorhanden. Die Pachtkosten werden mit € 400.- festgelegt. Für den Silomais können € 85.- UBAG Prämie berücksichtigt werden.

Die Kosten der weiteren in der Ration verwendeten Futtermittel (Kraftfutter, Stroh) ergeben sich aus aktuellen Markpreisen (ECKETSBERGER 2011, WINKLER 2011). Der Preis für Stroh wird aus Angaben der Landwirtschaftskammer Niederösterreich (PRIPLATA, 2011) übernommen (Tabelle 8).

Tabelle 8: Agrarrohstoffpreise in Österreich, ab Lager (ausg. Stroh) vom 30.06.2011

	Preis (inkl. USt.)	**Preis (exkl. Ust.)**
	€/Tonne FM	€/kg TM
Futterweizen	264	0,25
Körnermais	264	0,25
Rapsextraktionsschrot	253	0,24
Sojaextraktionsschrot 44 %	354	0,34
Rapskuchen 15 % Rohfett	284	0,26
Stroh in Großballen	125	0,12

Quelle: Eigene Darstellung nach ECKETSBERGER (2011), PRIPLATA (2011) und WINKLER (2011)

Verringerung der Rationskosten um den Wert des Wirtschaftsdüngers

Der jährliche Anfall an Nährstoffen in Form von Gülle wird den RICHTLINIEN FÜR DIE SACHGERECHTE DÜNGUNG (BMLFUW, 2006) entnommen. Damit wird der Wert der täglich anfallenden Gülle pro Rind bzw. je kg Milch errechnet (Kostenersparnis Handelsdünger). Dieser Wert wird um die erhöhten Ausbringungskosten von Wirtschaftsdünger gegenüber Handelsdünger korrigiert. Die Kosten der Ausbringung werden auf Grundlage der *ÖKL-Richtwerte* (2011) erhoben. Die Ausbringung der Gülle erfolgt 1:1 verdünnt mit Wasser. Die Futterkosten der gesamten Ration werden um die festgestellte Kostenveränderung durch Verwendung der eigenen Wirtschaftsdünger angepasst.

5.3.3 Ermittlung des primären Energiebedarfs

Wie schon zuvor für die Grassilage dargestellt (Kapitel 5.2.3), wird der primäre Energiebedarf auch für die anderen Futterkomponenten ermittelt. Einige Details müssen allerdings noch geklärt werden, bevor die Energiebedarfswerte aller Futterkomponenten in der Rationsberechnung zusammengefasst werden können: Außer für die Grassilage werden die mittleren Erträge der Futtermittel, so wie Empfehlungen der Düngemengen aus den *Richtlinien für die sachgerechte Düngung* (BMLFUW, 2006) übernommen. Die Aussaatmenge der jeweiligen Ackerkultur wird aus den Angaben in *Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung* (BMLFUW, 2008) übernommen. Der primäre Energiebedarf für die Bereitstellung des Ackersaatguts liegt lt. MOERSCHNER et al. (2002) und ARMAN (2003) zwischen 3,02 MJ/kg (Weizen) und 10,0 MJ/kg (Soja) (Tabelle 9).

Tabelle 9: Primäre Energiebedarf für Saatgutbereitstellung

	Aussaatmenge	Bereitstellung	Energie Saatgut
	kg	MJ/kg	MJ
Weizen	164	3,0	495,3
Mais	28	3,7	103,6
Raps	3,5	8,4	29,5
Soja	130	10,0	1300,0

Quelle: Eigene Berechnung nach ARMAN (2003), BMLFUW (2008) und MOERSCHNER et al. (2002)

Da sich Maissilage (173 kg TM/m³) gegenüber der Grassilage etwas schlechter verdichten lässt (RESCH, 2009), wird der Siloraumbedarf entsprechend angepasst. Getreide, Eiweißfutterkomponenten und Stroh als Rundballen werden in Lagerhallen gelagert. Als durchschnittliche Lagerhöhe werden 3 m angenommen. Das Raumgewicht der einzelnen Futtermittel wird vom Katalog *Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung*

(BMLFUW, 2008) übernommen. Der Energiebedarf für Errichtung, Unterhaltung und Abtrag der Lagerhallen liegt dafür lt. SCHOLZ (1997) bei 4200 MJ/m².

Bei den Ackerkulturen ist ein primärer Energiebedarf für Bereitstellung von Pflanzenschutzmitteln zu berücksichtigen (Tabelle 10). Die Wirkstoffmengen werden dazu aus *Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung* (BMLFUW, 2008) übernommen. Eine Unterscheidung des Energiebedarfs zur Herstellung verschiedener Wirkstoffe erfolgte nicht. Ein durchschnittlicher Energiebedarf ist lt. MOERSCHNER et al. (2002) mit 274,46 MJ/kg Wirkstoffe zu beziffern.

Einige Feldfrüchte müssen nach der Ernte getrocknet werden. Ein hoher primärer Energieaufwand entsteht bei der Trocknung von Körnermais. Aber auch bei Weizen ist eine Trocknung meist nötig. Die Menge des zu entziehenden Wassers und die dazu benötigte Energie wird einem DLG-Prüfbericht (DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT E. V. , 2004) entnommen. Der Energiebedarf zum Entzug von einem Liter Wasser unterscheidet sich zwischen Weizen (4335 kJ) und Mais (4133 kJ) nur gering (Tabelle 10).

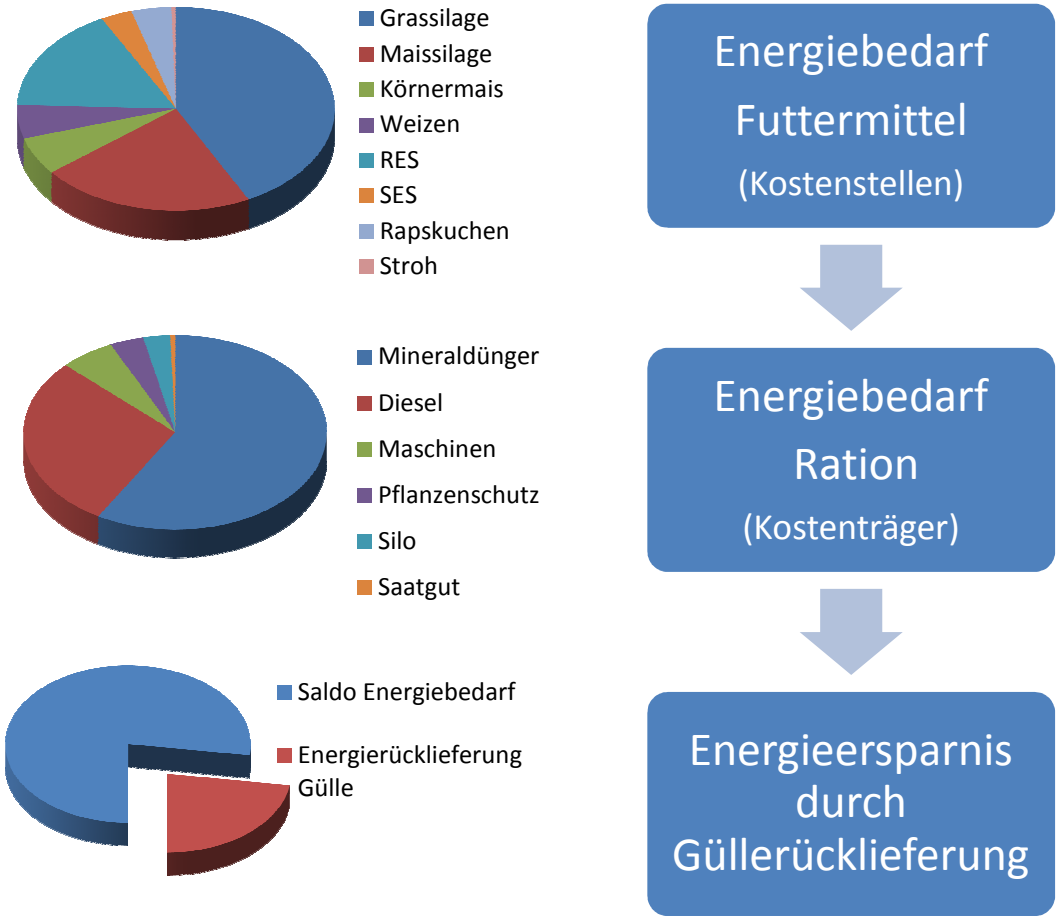
Tabelle 10: Primärer Energiebedarf für Pflanzenschutzmittel und Trocknung

	Wirkstoff-menge	**Energie PSM**		**H2O Gehalt vor und nach Trocknung**	**zu entziehende Wassermenge**	**Energie Trocknung**
	kg	MJ/kg	MJ	%	Liter/ha	MJ
Weizen	3,5	274,5	960,6	17/13,5	211	914,0
Mais	2,5	274,5	686,2	34,5/14,5	2242	9264,5
Raps	2,5	274,5	686,2			
Soja	8	274,5	2195,7			

Quelle: Eigene Berechnung nach DLG (2004)

Bei der Ermittlung des primären Energiebedarfs wird als Düngung ausschließlich Mineraldünger in der Rationsberechnung berücksichtigt. Anschließend wird in gleicher Weise wie bei den Futterkosten die Differenz aus primärem Energiebedarf für die Ausbringung der Gülle und für die Produktion der durch die Gülle ersetzten Mineraldünger dem gesamten primären Energiebedarf der Ration in Abzug gestellt. (Abbildung 15).

Abbildung 15: Ermittlung des primären Energiebedarfs an Hand eines Beispiels



Quelle: Eigene Darstellung

5.3.4 Ermittlung des Flächenbedarfs

Der Flächenbedarf je kg Trockenmasse kann für den Silomais aus den eigenen Berechnungen entnommen werden. Für die weiteren Futtermittel der Ration werden die Erntemengen aus „mittlerer Ertragslage“ entsprechend den RICHTLINIEN FÜR DIE SACHGERECHTE DÜNGUNG (BMLFUW, 2006) übernommen. Der Flächenbedarf je kg Trockenmasse multipliziert mit der Menge des jeweiligen Futtermittels in der Ration ergibt den Flächenbedarf der einzelnen Rationskomponenten.

5.4 D – Sensitivitätsanalyse

Die Futterkosten sind stark abhängig von externen Gegebenheiten. Pacht-, Kraftfutter- und Energiekosten schwanken je nach geografischer Lage des Betriebes und aktueller Marktsituation teilweise stark. In den Sensitivitätsanalysen soll nun herausgefunden werden, wie sich Veränderungen dieser Kosten auf die gesamten Futterkosten am Standort B auswirken. Überprüft werden dabei alle 3 Szenarien. Die Veränderungen von Pacht-, Kraftfutter- und Energiekosten werden jeweils unabhängig voneinander untersucht. Es werden jeweils 3 verschieden Kostenniveaus festgelegt. Die Pachtkosten für den Standort B werden dazu mit € 0.-, € 250.- und € 500.- für das Grünland angenommen. Die Pachtkosten der weiteren Futtermittel werden nicht verändert. Als Energiekosten werden die Kosten für Treibstoff und Düngemittel für die Gras- und Maissilageproduktion bezeichnet. Das mittlere Kostenniveau von Kraftfutter (Tabelle 8) und Energie (Diesel € 1,30.-/Liter; N: € 0,9.-, P_2O_5: € 0,49.-, K_2O: € 0,43.-, CaO: € 0,14.- je kg Reinnährstoff) entspricht jenem der restlichen Arbeit. Ergänzend werden Kraftfutter- und Energiekosten jeweils um je 30 % gesteigert bzw. gesenkt.

Durch die Veränderung von Pacht-, Kraftfutter- und Energiekosten ergeben sich neue Einzelkosten der Futtermittel. Auf dieser Basis werden wiederum für jede Variante einzelne Rationsberechnungen durchgeführt und die verschiedenen Kostenniveaus anschließend grafisch verglichen.

6 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Berechnungen dargestellt. Die Gliederung folgt hier im Aufbau dem Kapitel Material und Methoden. Zu Beginn werden die Trockenmasseerträge des Grünlandes, sowie die Inhaltsstoffe, die Kosten und der Flächen- und primäre Energiebedarf der Grassilageproduktion festgehalten. Anschließend werden die Ergebnisse der Rationsberechnung dargestellt. Im Vordergrund stehen hier die Kosten und der Flächen- und primäre Energiebedarf der gesamten Ration. Aus der Sensitivitätsanalyse ist im Anschluss ersichtlich, wie sich veränderte Pacht- Energie- und Kraftfutterkosten auf die Gesamtkosten der Ration auswirken.

6.1 B - Trockenmasse- und Inhaltstofferträge, Kosten, Flächen- und primärer Energiebedarf der Grassilagen in den unterschiedlichen Varianten

6.1.1 Trockenmasseerträge und Futterinhaltsstoffe der Grassilagevarianten

Im Kapitel Material und Methoden werden die Berechnungen zu den Auswirkungen veränderter Bewirtschaftungsintensitäten auf den Ertrag und den Nährstoffgehalt der Grassilage bereits grundlegend erklärt. In Tabelle 11 werden die Erträge der einzelnen Varianten dargestellt. In Vertretung für die weiteren Nährstoffe wird der Energiegehalt in MJ NEL je kg TM angegeben.

Tabelle 11: Einfluss von Bewirtschaftungsintensität und Standort auf Ertrag und Futterinhaltsstoffe

		Szenario 1			Szenario 2			Szenario 3		
		Veränderung von Düngung+ Schnittzahl			Veränderung der Schnittzahl			Veränderung der Düngung		
Standort A	Kg N/ha		110	150		110	110	70	110	150
	Schnittzahl		3	4		3	4	3	3	3
	Ertrag (t/ha)		7,0	7,6		7,0	6,6	6,3	7,0	7,8
	MJ NEL/kg TM		6,05	6,27		6,05	6,32	6,10	6,05	6,00
Standort B	Kg N/ha	94	140	188[3]	141	140	137	97	140	184[3]
	Schnittzahl	3	4	5	3	4	5	4	4	4
	Ertrag (t/ha)	8,4	8,5	9,1	9,2	8,5	8,0	7,8	8,5	9,4
	MJ NEL/kg TM	5,78	6,05	6,24	5,73	6,05	6,29	6,10	6,05	6,00

Standort C	Kg N/ha	130	170[3]		170[3]	170[3]		130	170[3]	210[3]
	Schnittzahl	4	5		4	5		5	5	5
	Ertrag (t/ha)	10,1	10,0		10,9	10,0		9,4	10,0	10,8
	MJ NEL/kg TM	5,83	6,05		5,78	6,05		6,10	6,05	6,00

Varianten mit…
geringer mittlerer hoher Bewirtschaftungsintensität

Quelle: Eigene Darstellung

Die Erträge der einzelnen Varianten werden vom Standort, der Schnittzahl und der Düngung beeinflusst. Die höchsten Erträge im Grünland sind auf Standorten mit langer Vegetationsdauer bei intensiver Düngung und später Nutzung zu erzielen. Die mittlere Bewirtschaftungsvariante ist am jeweiligen Standort für alle Szenarien gleich. Die Höhe der Inhaltsstoffe der mittleren Varianten ist an allen Standorten gleich, da hier die Bestände jeweils im Ähren- und Rispenschieben bei angepasster Düngung genutzt werden. Die Inhaltsstoffe der Grassilage verändern sich je nach Düngung und Anzahl der Schnitte. Durch intensivere Düngung kommt es zu einer schnelleren Reife des Bestandes. Dadurch steigt der Rohfasergehalt und der Energiegehalt sinkt. Bei einer höheren Schnittzahl werden die Bestände früher genutzt. Somit steigen in diesem Fall Energie- und Eiweißgehalt. Der Rohfasergehalt sinkt gleichzeitig. Unterschiedliche Schnittzahlen wirken sich am Standort A am stärksten aus, da hier jeder zusätzliche Schnitt auf weniger Vegetationstage aufgeteilt werden muss. Somit verkürzt sich die Aufwuchsdauer der einzelnen Schnitte stärker als an Standorten mit langer Vegetationsdauer.

6.1.2 Kosten zur Bereitstellung der Grassilagen

Tabelle 12 zeigt, dass durch den Anstieg der Schnittzahl die Einzelkosten der Grassilageproduktion je kg TM deutlich ansteigen. Werden Grünlandbestände 4-mal oder öfter genutzt, dann ist aus den Berechnungen ersichtlich, dass in diesem Fall, gerade bei den letzten Schnitten, geringe Trockenmasseerträge (< 2 Tonnen/ha) anfallen. Dies führt zu hohen Erntekosten je kg TM. Aus demselben Grund steigen auch die Produktionskosten bei Standorten mit langer Vegetationsdauer. Je mehr Schnitte am jeweiligen Standort (C > B > A) möglich sind, desto höher sind die Produktionskosten je kg TM. An den intensiveren Standorten wird außerdem mit höheren Pachtkosten gerechnet und am Standort C kann die UBAG Prämie nicht mehr bezogen werden. Durch unterschiedliche Düngeintensität werden die Kosten nur geringfügig verändert. Am deutlichsten verändern sich die Kosten wenn die N-Düngemenge über 150 kg N/ha ansteigt und somit die UBAG Prämie nicht mehr lukriert werden kann.

[3] Keine UBAG Prämie bei dieser Variante

Wie schon Tabelle 11 zeigt, steigt die Energiedichte der Grassilage durch häufigere Nutzung. Betrachtet man nun die Produktionskosten je Energieeinheit (€/10 MJ NEL) wird dieser „Qualitätsvorteil“ der früher geernteten Grassilagen berücksichtigt. Trotzdem haben später genutzte Grassilagen weiterhin einen Kostenvorteil durch die bereits genannten Gründe (Tabelle 12).

Tabelle 12: Einfluss von Bewirtschaftungsintensität und Standort auf die Produktionskosten der Grassilagevarianten

		Szenario 1			Szenario 2			Szenario 3		
		Veränderung von Düngung+ Schnittzahl			Veränderung der Schnittzahl			Veränderung der Düngung		
Standort A	N (kg/ha)		110	150		110	110	70	110	150
	Schnittzahl		3	4		3	4	3	3	3
	€/kg TM		0,13	0,16		0,13	0,17	0,13	0,13	0,14
	€/10 MJ NEL		0,22	0,26		0,22	0,27	0,21	0,22	0,23
Standort B	N (kg/ha)	94	140	188[4]	141	140	137	97	140	184[4]
	Schnittzahl	3	4	5	3	4	5	4	4	4
	€/kg TM	0,13	0,15	0,19	0,13	0,15	0,19	0,15	0,15	0,17
	€/10 MJ NEL	0,22	0,25	0,30	0,22	0,25	0,29	0,25	0,25	0,28
Standort C	N (kg/ha)	130	170[4]		170[4]	170[4]		130	170[4]	210[4]
	Schnittzahl	4	5		4	5		5	5	5
	€/kg TM	0,15	0,18		0,15	0,18		0,17	0,18	0,18
	€/10 MJ NEL	0,25	0,30		0,27	0,30		0,28	0,30	0,29

Varianten mit…
geringer mittlerer hoher Bewirtschaftungsintensität

Quelle: Eigene Darstellung

6.1.3 Flächen- und primären Energiebedarf zur Bereitstellung der Grassilagen

In Tabelle 13 wird der Flächen- und primäre Energiebedarf der einzelnen Grassilagevarianten dargestellt. Der Bedarf an primärer Energie wird in MJ/10 MJ NEL der Grassilage ausgewiesen, da somit die unterschiedlichen Futterenergiegehalte der Varianten berücksichtigt werden. Wird das Grünland einmal öfter genutzt, steigt der primäre Energiebedarf um rund 7 %. Entscheidender Grund dafür ist der um 15 bis 23 Liter je Schnitt und Hektar höhere Treibstoffverbrach durch die zusätzlichen Maschineneinsatzstunden. Auch durch zusätzliche Düngung steigt der primäre Energiebedarf je produzierte Energieeinheit an Grassilage an. Grund ist hierbei die geringere Düngereffizienz bei höheren

[4] Keine UBAG Prämie bei dieser Variante

Düngemengen. Können bei geringer Düngeintensität 70 bis 90 kg TM Grassilage je ausgebrachtes kg Stickstoff (N) produziert werden, so sinkt dieser Wert bei intensiver Düngung auf rund 50 kg TM/kg N.

Bei häufigerer Nutzung des Grünlandes sinken die TM-Erträge/ha und der Flächenbedarf zur Produktion von einem kg TM steigt geringfügig an. Durch eine intensivere Düngung können die Erträge gesteigert und somit der Flächenbedarf gesenkt werden. Wie Szenario 1 zeigt,, kann durch eine gesteigerte Intensität von Nutzung und Düngung der Flächenbedarf zur Produktion von einem kg TM verringert werden (Tabelle 13) bei gleichzeitiger Erhöhung der Energiedichte (Tabelle 11).

Tabelle 13: Einfluss von Bewirtschaftungsintensität und Standort auf Flächen- und primären Energiebedarf von Grassilagen

		Szenario 1			Szenario 2			Szenario 3		
		Veränderung von Düngung+ Schnittzahl			Veränderung der Schnittzahl			Veränderung der Düngung		
Standort A	Kg N/ha		110	150		110	110	70	110	150
	Schnittzahl		3	4		3	4	3	3	3
	MJ/10 MJ NEL		4,2	4,9		4,2	4,6	3,6	4,2	4,7
	m²/kg TM		1,6	1,5		1,6	1,7	1,8	1,6	1,5
Standort B	Kg N/ha	94	140	188[5]	141	140	137	97	140	184[5]
	Schnittzahl	3	4	5	3	4	5	4	4	4
	MJ/10 MJ NEL	3,5	4,4	5,1	4,1	4,4	4,7	3,8	4,4	4,9
	m²/kg TM	1,4	1,4	1,3	1,2	1,4	1,4	1,5	1,4	1,2
Standort C	Kg N/ha	130	170[5]		170[5]	170[5]		130	170[5]	210[5]
	Schnittzahl	4	5		4	5		5	5	5
	MJ/10 MJ NEL	3,8	4,5		4,2	4,5		4,1	4,5	4,9
	m²/kg TM	1,1	1,1		1,1	1,1		1,2	1,1	1,1

Varianten mit…
geringer mittlerer hoher Bewirtschaftungsintensität

Quelle: Eigene Darstellung

[5] Keine UBAG Prämie bei dieser Variante

6.2 C – Die Gesamtrationen auf Basis der Kosten- und Bedarfsoptimierung

Aus den Grassilagekosten kann nicht direkt auf die Futterkosten geschlossen werden. Gleiches gilt auch für den Bedarf an Futterfläche und primärer Energie. Der Nährstoffgehalt der Grassilagen ist sehr entscheidend. Der Einsatz von bewirtschaftungsintensiv hergestellten Grassilagen kann durch die Einsparung von teurem Kraftfutter durchaus sinnvoll sein.

In Tabelle 14 werden die Ergebnisse der Rationsberechnungen der einzelnen Bewirtschaftungsvarianten dargestellt. Um den Überblick zur erleichtern wird wiederum die N-Düngemenge und die Schnittzahl der in der Ration verarbeiteten Grünlandbewirtschaftungsvariante festgehalten. Als Ergebnisse werden die Futterkosten, der primäre Energiebedarf und der Flächenbedarf der Gesamtration angeführt.

Tabelle 14: Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten auf die Futterkosten und den Flächen- und primären Energiebedarf einer Milchviehration

		Szenario 1			Szenario 2			Szenario 3		
		Veränderung von Düngung+ Schnittzahl			Veränderung der Schnittzahl			Veränderung der Düngung		
Standort A	kg N/ha		110	150		110	110	70	110	150
	Schnittzahl		3	4		3	4	3	3	3
	€/kg Milch		0,141	0,151		0,141	0,155	0,140	0,141	0,143
	MJ/kg Milch[6]		1,78	1,92		1,78	1,90	1,67	1,78	1,87
	m² ges./kg Milch[7]		1,40	1,34		1,40	1,39	1,45	1,40	1,35
	m² XP/kg Milch[8]		0,55	0,58		0,55	0,59	0,55	0,55	0,56
	m² GL/kg Milch[9]		0,51	0,42		0,51	0,45	0,56	0,51	0,45
Standort B	kg N/ha	94	140	188[10]	141	140	137	97	140	184[10]
	Schnittzahl	3	4	5	3	4	5	4	4	4
	€/kg Milch	0,145	0,147	0,160	0,146	0,147	0,158	0,147	0,147	0,153
	MJ/kg Milch	1,75	1,81	1,95	1,85	1,81	1,90	1,71	1,81	1,90
	m² ges./kg Milch	1,37	1,31	1,27	1,34	1,31	1,31	1,34	1,31	1,28
	m² XP/kg Milch	0,60	0,55	0,58	0,61	0,55	0,58	0,55	0,55	0,56
	m² GL/kg Milch	0,41	0,42	0,35	0,37	0,42	0,39	0,46	0,42	0,38

[6] Primärer Energiebedarf

[7] Gesamter Flächenbedarf

[8] Flächenbedarf zur Kultivierung der eiweißreichen Rationsbestandteile

[9] Bedarf an Grünlandfläche

[10] Keine UBAG Prämie bei dieser Variante

Standort C	kg N/ha	130	170[10]		170[10]	170[10]		130	170[10]	210[10]
	Schnittzahl	4	5		4	5		5	5	5
	€/kg Milch	0,149	0,156		0,153	0,156		0,152	0,156	0,156
	MJ/kg Milch	1,78	1,83		1,85	1,83		1,75	1,83	1,89
	m² ges./kg Milch	1,29	1,25		1,28	1,25		1,26	1,25	1,23
	m² XP/kg Milch	0,59	0,55		0,60	0,55		0,55	0,55	0,56
	m² GL/kg Milch	0,34	0,36		0,32	0,36		0,38	0,36	0,33

Varianten mit…
geringer mittlerer hoher Bewirtschaftungsintensität

Quelle: Eigene Darstellung

6.2.1 Rationskosten

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass eine hohe Bewirtschaftungsintensität im Grünland durch erhöhte Düngung und Schnittzahl höhere Rationskosten (1,3 Cent/kg Milch am Standort B) verursacht (Tabelle 14). Den größeren Anteil an der Kostensteigerung hat der zusätzliche Schnitt, wie Szenario 2 beweist. Hier muss am Standort B mit Mehrkosten von 1,1 Cent/kg Milch gerechnet werden. Neben den hohen Grassilagekosten ist die geringe Rohfaserversorgung über die Grassilage als Grund dafür zu nennen. Durch die nötige Strohbeifütterung zur Strukturversorgung der Milchkuh wird wertvolles Grundfutter verdrängt und der Bedarf an (teurem) Kraftfutter steigt sogar leicht an. Muss Stroh beigefüttert werden sinkt immer die GF – Leistung. Bei gesteigerter Düngemenge (Szenario 3) muss nur im Fall des Überschreitens der N-Düngemenge von 150 kg N/ha (UBAG Prämie) mit deutlichen Mehrkosten gerechnet werden.

Bei einer Unternutzung (geringe Bewirtschaftungsintensität) sinken auf Grund der Kostengünstigen Grassilagen die Futterkosten geringfügig gegenüber der jeweiligen mittleren Bewirtschaftungsvariante. Am deutlichsten sinken die Kosten am Standort C, da hier auch die Grenze von 150 kg N/ha in den Szenarien 1 und 3 unterschritten wird.

Die Kostenunterschiede zwischen den Standorten (bei allen Szenarien) sind vor allem durch unterschiedliche Pachtpreise zu begründen. Standorte mit längerer Vegetationsdauer (= mehr Schnitte) befinden sich oftmals in landwirtschaftlich sehr intensiv genutzten Gebieten mit hohen Pachtpreisen. Der Wert des Grünlandes für den Landwirt hängt aber nicht direkt mit der Vegetationsdauer zusammen. Ökonomisch wertvolles Grünland zeichnet sich hauptsächlich durch eine gute Nährstoffnachlieferung des Bodens, konstante Niederschläge und einen wertvollen Pflanzenbestand für sichere Erträge bzw. durch große und ebene Schläge um den Maschineneinsatz so gering wie möglich zu halten aus. Außerdem zeigen die Berechnungen deutlich, dass auf vielschnittige Flächen die Erträge ab der dritten Nutzung oftmals unter 2 Tonne TM je Schnitt fallen. Dies führt zu hohen Maschinenkosten und primären Energiebedarf.

6.2.2 Primärer Energiebedarf

Durch eine extensive Grünlandbewirtschaftung kann der primäre Energiebedarf grundsätzlich verringert werden (Szenario 1). Durch eine hohe Bewirtschaftungsintensität wird der primäre Energiebedarf zur Bereitstellung der Gesamtration erhöht. Häufigere Nutzung (höherer Kraftstoffverbrauch) und erhöhte Düngemenge tragen hier gleichermaßen dazu bei. Eine Verringerung der Schnittzahl unter das mittlere Bewirtschaftungsniveau (Ernte im Ähren-/Rispenschieben) erhöht allerdings den primären Energiebedarf ebenso, da in dem Fall der Anteil des energieintensiv produzierten Kraftfutters in der Ration deutlich ansteigen würde. Eine weitere Absenkung der Düngemenge unter die Empfehlungen der Literatur (geringe Düngeintensität) wäre allerdings aus Sicht des primären Energiebedarfs durchaus sinnvoll.

Je mehr Schnitte an einem Standort im Ähren-/Rispenschieben möglich sind, desto geringer werden die TM-Erträge der einzelnen Schnitte. Daher steigen mit der Vegetationsdauer der Grünlandstandorte der Treibstoffbedarf und der primäre Energiebedarf je kg Milch.

6.2.3 Flächenbedarf

In Tabelle 14 werden der gesamte Flächenbedarf (m² ges./kg Milch), der Bedarf an Ackerfläche zur Bereitstellung der Eiweißfuttermittel (m² XP/kg Milch) und der Bedarf an Grünlandfläche (m² GL/kg Milch) zur Bereitstellung der jeweiligen Ration dargestellt.

Durch intensivere Bewirtschaftung ist im Szenario 1 eine geringfügige Reduktion (-0,05 m²/kg Milch) des gesamten Flächenbedarfs zu erreichen. Durch die frühgeernteten Grassilagen entsteht allerdings ein Rohfasermangel in der Ration, der durch die Zufütterung von Stroh wieder ausgeglichen werden muss. Grundfutter wird verdrängt. Daher sinkt der Bedarf an Grünlandfläche im Vergleich zur Gesamtfläche bei intensiver Bewirtschaftung überproportional. Im Gegenzug muss der Kraftfutteranteil in der Ration erhöht werden um den Nährstoffbedarf der Kühe decken zu können. Somit steigt die benötigte Eiweißfutterfläche. Der höchste Bedarf an Grünlandfläche (=höchste Grundfutterleistung) und der geringe Bedarf an Eiweißfutterfläche sind immer (Szenario 1 und 2) bei einem Schnittzeitpunkt im Ähren-/Rispenschieben zu erreichen.

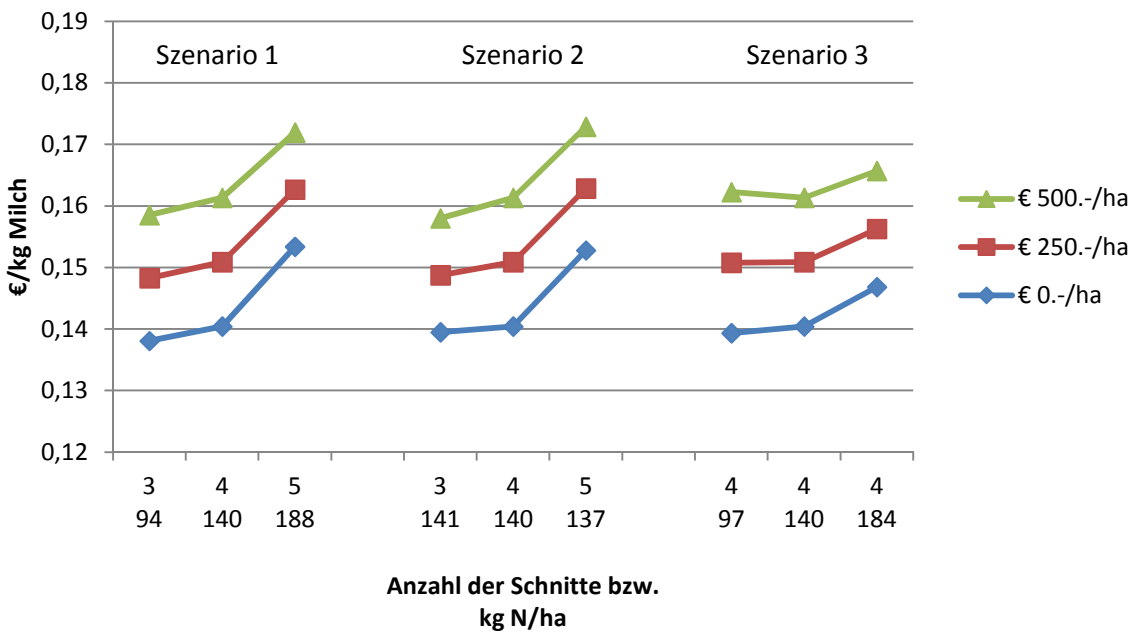
Je intensiver die Düngung im Szenario 3 durchgeführt wird, desto geringer wird der Bedarf an Grünlandfläche und somit der gesamte Flächenbedarf. Da sich die Futterinhaltsstoffe durch eine unterschiedliche Düngung bei gleicher Schnittzahl kaum verändern, bleibt auch der Flächenbedarf zur Bereitstellung der weiteren Futterkomponenten nahezu gleich.

6.3 D - Sensitivitätsanalyse

Verändern sich einzelne Kosten hat dies mehr oder weniger große Auswirkungen auf die Gesamtkosten zur Rationsbereitstellung. In diesem Teilkapitel soll aufgezeigt werden, wie sich veränderte Pacht- Kraftfutter- und Energiekosten auf die gesamten Futterkosten am Standort B auswirken.

Abbildung 16 zeigt die Auswirkungen unterschiedlicher Pachtkosten. Es werden Pachtkosten von € 0.-, € 250.- und € 500.- miteinander verglichen. Um € 250.- höhere Pachtkosten im Grünland führen unter den verwendeten Annahmen der Rationserstellung zu höheren Futterkosten um rund 1 Cent je kg Milch. Für Szenario 2 gilt, dass bei hohen Pachtkosten eine geringere Schnittzahl die Futterkosten am stärksten senkt. Bei hohen Pachtkosten sind hohe Erträge durch den Verzicht auf einen zusätzlichen Schnitt besonders wichtig. Bei Pachtkosten von € 500.- bringt eine Düngeextensivierung, anders als bei geringeren Pachtkosten, keinen Kostenvorteil mehr. In diesem Fall ist eine mittlere Düngeintensität anzustreben, da hier die Maschinenkosten noch vergleichsweise gering sind und die Pachtkosten auf einen größeren Ertrag als bei geringer Düngeintensität aufgeteilt werden können. Je größer der Ertrag (durch intensive Düngung) auf der jeweiligen Grünlandfläche ist, desto geringer wirken sich höhere Pachtkosten auf die Gesamtkosten der Grassilage je kg TM aus.

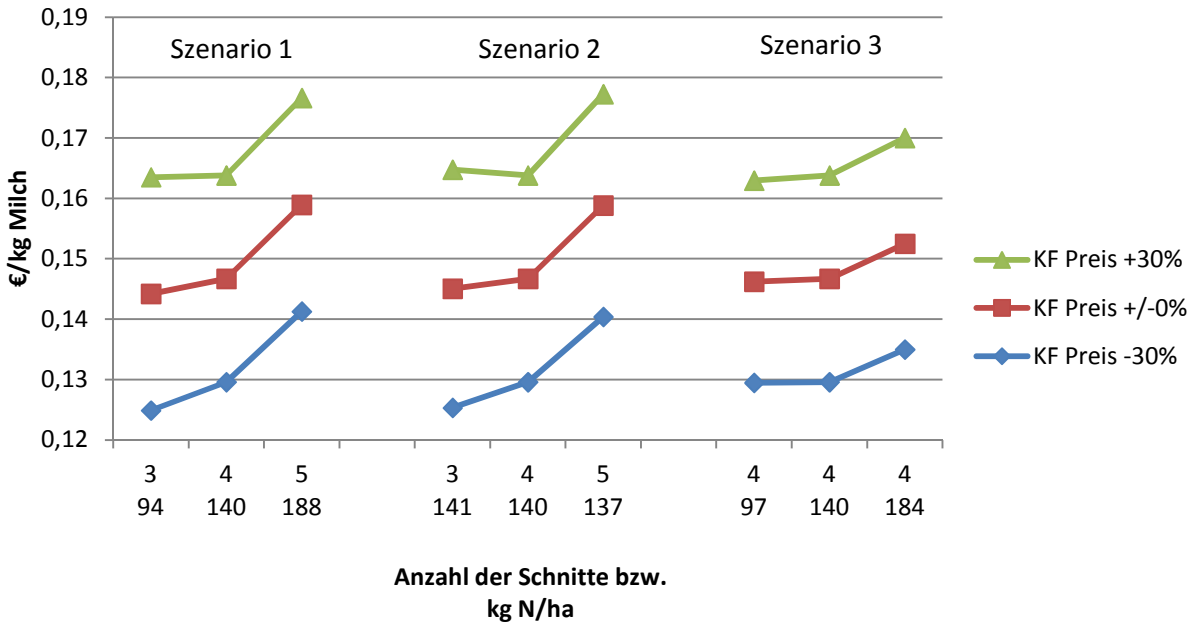
Abbildung 16: Auswirkung unterschiedlicher Pachtkosten auf die Futterkosten



Quelle: Eigene Darstellung

Szenario 2 in Abbildung 17 zeigt, dass mit steigenden Kraftfutterpreisen die Bedeutung einer energie- und nährstoffreichen Grassilage zunimmt. Bringt bei geringen bzw. mittleren Kraftfutterpreisen eine geringe Schnittzahl noch Kostenvorteile, so ist bei hohen Kraftfutterpreisen (+ 30 %) eine Schnittnutzung im Ähren-/Rispenschieben (mittlere Nutzungsintensität) anzustreben. Auch bei hohen Kraftfutterpreisen ist ein 5. Schnitt am Standort B jedoch nicht sinnvoll. Der Nährstoffgehalt der Grassilage wird durch die Düngung nur geringfügig verändert. Daher bleibt auch die Rationszusammensetzung beinahe gleich. Eine hohe Düngeintensität führt somit bei allen angenommen Kraftfutterpreisen zu den höchsten Futterkosten. Die mittlere und die geringe Düngeintensität unterscheiden sich kaum in den Futterkosten. Steigen die Kraftfutterpreise um 30 % an, so erhöhen sich die Futterkosten um 1,7 bis 2 Cent je kg Milch.

Abbildung 17: Auswirkung unterschiedlicher Kraftfutterpreise auf die Futterkosten

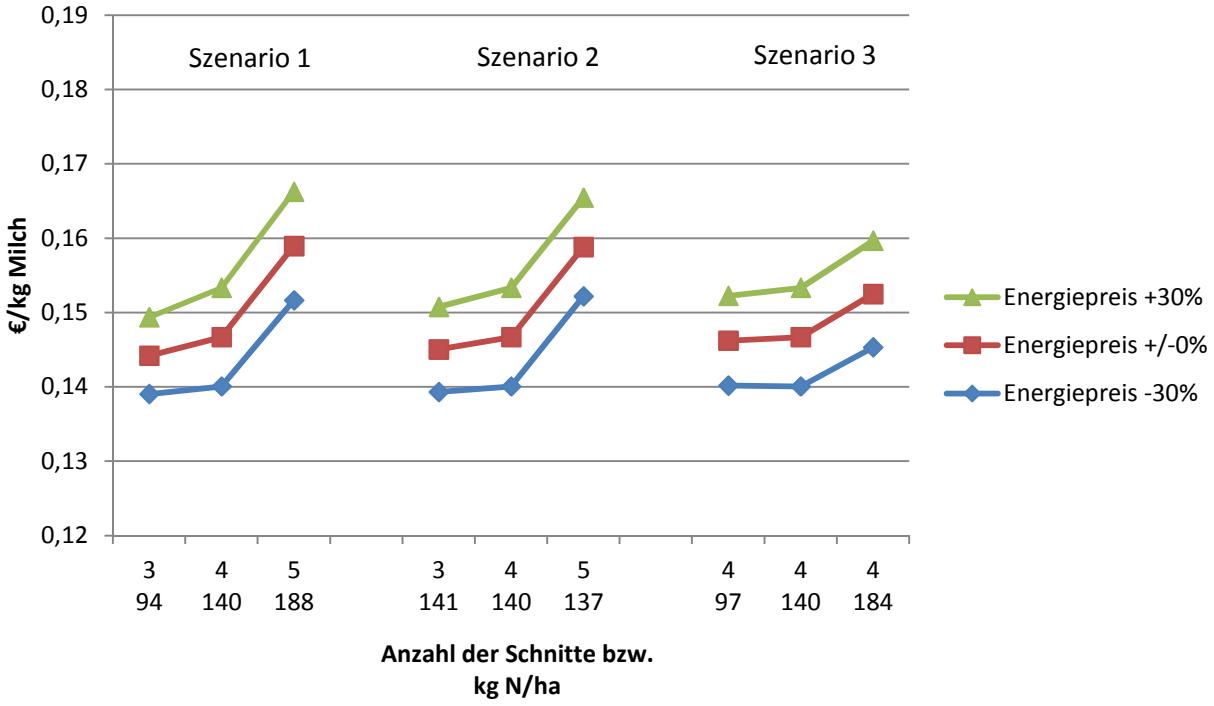


Quelle: Eigene Darstellung

Wie Abbildung 18 verdeutlicht, sind bei extensiver Bewirtschaftung im Grünland, unabhängig von den Energiepreisen, die geringsten Futterkosten zu erzielen. Nur in Szenario 3 ist die mittlere der geringen Düngeintensität bei niedrigen Energiepreisen (- 30 %) vorzuziehen. Auf Grund des geringen Kraftstoffverbrauchs je kg TM bringt eine verringerte Schnittzahl bei hohen Energiepreisen den größten Kostenvorteil. Bei hohen Düngerpreisen sinken die Futterkosten durch eine reduzierte Düngung stärker als bei einem niedrigeren Düngepreisniveau. Die Futterkosten unterscheiden sich zwischen geringer und mittlerer Bewirtschaftungsintensität sowohl in Szenario 2 (Schnittzahl) als auch in Szenario 3 (Düngeintensität) allerdings nur unwesentlich. Eine hohe Bewirtschaftungsintensität führt in

allen Varianten zu den höchsten Futterkosten. Steigen die Treibstoff- und Düngerpreise um 30 %, so steigen die Futterkosten bei gleichen Kraftfutterpreisen um ca. 0,5 bis 0,7 Cent je kg Milch.

Abbildung 18: Auswirkung unterschiedlicher Energiepreise (Düngung + Treibstoff) auf die Futterkosten



Quelle: Eigene Darstellung

7 Diskussion und Schlussfolgerung

7.1 Datengrundlagen und der Methoden

Als Grundlage der Berechnungen dienen Futterwerttabellen, die speziell für den Alpenraum erstellt wurden. Diese Tabellen basieren auf einer großen Anzahl an Stichproben. Alleine vom ersten Aufwuchs der Grassilagen aus Wiesen und Mähweiden wurden 7267 Proben gezogen. Allerdings basieren die Proben nicht auf statistischen Erhebungen. Es liegt die Annahme nahe, dass vor allem Landwirte mit gutem Management ihre Grassilagen beproben ließen und somit die Grünlandbestände in Wirklichkeit noch später geerntet werden.

Die Auswirkungen von veränderter Schnittzahl und Düngemenge auf den Ertrag und die Inhaltsstoffe der Grassilage nehmen großen Einfluss auf die Ergebnisse. Der als Berechnungsgrundlage verwendete Versuch von DIEPOLDER & RASCHBACHER (2011b) wurde über mehrere (10) Jahre durchgeführt. Die darin angegebenen Daten stimmen mit Angaben in vergleichbarer Literatur überein. Bei BERENDONK (2010) wird ein täglicher Verlust der Energiedichte in der Grassilage beim 1. Aufwuchs zwischen 0,035 und 0,06 MJ NEL/kg TM im Vergleich zur vorliegenden Arbeit (0,044 MJ NEL/kg TM) bestätigt. Der angegebene tägliche Ertragszuwachs um den 1. Schnitt liegt bei BERENDONK (2010) mit 0,1 Tonnen/ha ebenfalls auf ähnlichem Niveau als beim Versuch von DIEPOLDER & RASCHBACHER (2011b) mit 0,09 bis 0,13 Tonnen/ha.

Für die Ermittlung der Produktionskosten der Grassilagen wird auf ÖKL Richtwerte (2011) zurückgegriffen. Es werden Vollkosten je Maschineneinsatzstunde übernommen. Bei intensiverer Grünlandbewirtschaftung wird nicht von einer gleichzeitigen Fixkostendegression ausgegangen. Es wird die Annahme getroffen, dass die Maschinen und Geräte bei allen Bewirtschaftungsvarianten gleich gut ausgelastet sind. Viele Grünlandmaschinen werden in Gemeinschaften oder von Lohnunternehmer eingesetzt und erreichen so auch bei einer extensiven Bewirtschaftung durch den einzelnen Landwirt eine gute Auslastung. Außerdem ist davon auszugehen, dass die Landwirte in einem gewissen Maß ihre Maschinenausstattung an den geplanten Einsatz anpassen.

Die Rationsberechnungen basieren auf einer Herdenleistung von 8500 kg Milch/Kuh und Jahr. Bei einem veränderten Leistungsniveau variieren auch die Anforderungen an die Nährstoffdichte im Futter der Kuh. Die dadurch nötige Änderung der Rationszusammensetzung würde sich auch auf die Ergebnisse der Arbeit auswirken. Allerdings würden zusätzliche Rationsvarianten den Rahmen der Arbeit sprengen. Es ist

aber davon auszugehen, dass auch in einem noch höheren Leistungsbereich ein früherer Schnitt der Grünlandflächen nicht sinnvoll wäre. Bei einem höheren Kraftfutterbedarf durch steigende Laktationsleistungen wird die ausreichende Rohfaserversorgung einer Kuh immer schwieriger.

In der Arbeit wird auf Grund des zitierten Versuchs (Diepolder & Raschbacher, 2011b) davon ausgegangen, dass der Rohproteingehalt im Grünlandbestand durch veränderte Düngemengen bei gleichbleibender Schnittzahl unverändert bleibt. Der zusätzliche Rohproteingehalt des Futters durch die vermehrte Düngung wird auf Grund des schnelleren Abreifens des Bestandes ausgeglichen. Auf schlecht nährstoffversorgten Flächen oder bei Umweltbedingungen mit schlechter Nährstoffmobilisation kann es zu geringeren Rohproteingehalten in der Grassilage kommen. Hier kann eine Stickstoffdüngung über dem empfohlenen Maß Abhilfe schaffen und auch wirtschaftlich sinnvoll sein.

7.2 Ergebnisse

Die ermittelten Produktionskosten (Einzelkosten, lt. KTBL (2010)) für Grassilage liegen zwischen € 0,209.- und € 0,312.- je 10 MJ NEL. Bei der Literatursammlung von DEITTERT et al. (2008) werden Vollkosten zwischen € 0,240.- und € 0,300.- je 10 MJ NEL angegeben. Dies zeigt, dass die Produktionskosten durchaus in einem realistischen Bereich liegen, aber auch, dass diese, vor allem bei unterschiedlichen Schnittzahlen, stark schwanken. Je geringer der Ertrag je Schnitt ausfällt, desto höher sind die Kosten, unabhängig vom Gesamtertrag des jeweiligen Standortes. Die große Anzahl an Bewirtschaftungsvarianten bietet somit die Möglichkeit die konkrete Ursache der unterschiedlichen Kosten aufzuzeigen.

In der vorliegenden Arbeit werden Futterkosten der Gesamtration in der Höhe zwischen € 0,140.- und € 0,160.- je kg Milch ausgewiesen. Die Kosten steigen mit zunehmender Bewirtschaftungsintensität. Ein Schnitt im Vegetationsstadium Schossen oder eine Düngeintensität deutlich über dem in der Literatur empfohlenen Maß ist für den Landwirt aus finanzieller Sicht nicht sinnvoll. Aus den Ergebnissen der Vollkostenauswertung der Rinderspezialberatungsringe in Schleswig Holstein (THOMSEN, 2010) werden Futterkosten für 2010 von durchschnittlich € 0,182.- je kg energiekorrigierter Milch (ECM) angegeben. Die Milchleistung lag mit durchschnittlich 8401 kg ECM/Laktation auf einem vergleichbaren Niveau. Die Futterkosten unterschieden sich zwischen den einzelnen Betrieben relativ stark. Die besten 25 % der Betriebe konnten ihre Futterkosten auf € 0,159.- senken. Die Futterkosten der vorliegenden Arbeit und jene der besten Betriebe dieses Rinderspezialberatungsringes stimmen somit gut überein.

Die errechneten primären Energiebedarfswerte sind mit Angaben in der Literatur vergleichbar. Bei KRAATZ (2009) wird der primäre Energiebedarf zur Herstellung einiger Futtermittel dargestellt. Je nach Ertragsklasse variieren die Energiebedarfsangaben bei Silomais zwischen 0,259 und 0,287 MJ je MJ NEL (0,276[11]) und bei Grassilage zwischen 0,301 und 0,388 MJ je MJ NEL (zwischen 0,399 und 0,562[7]). Wie in der vorliegenden Arbeit erhöht sich auch bei KRAATZ (2009) der primäre Energiebedarf zur Grassilageproduktion mit steigender Bewirtschaftungsintensität je MJ NEL. Neben dem primären Energiebedarf für einzelne Futtermittel werden bei KRAATZ (2009) auch Angaben für gesamte Rationen gemacht. Bei reiner Stallhaltung wird ein primärer Energiebedarf zwischen 1,8 und 2,3 MJ/kg Milch angegeben. Aus den eigenen Berechnungen ergeben sich Bedarfswerte zwischen 1,67 und 1,95 MJ/kg Milch.

Die Ergebnisse zum Flächenbedarf der Milchviehfütterung zeigen, dass durch intensivere Grünlandbewirtschaftung das Ausmaß der benötigten Fläche verringert werden kann. Allerdings trifft dies nicht auf den Bedarf an Eiweißfutterfläche zu. Diese ist bei einer Grünlandernte im Vegetationsstadium Ähren-/Rispenschieben ab geringsten. Wenn es das Ziel ist, Sojaimporte zu verringern und heimisches Grünland zu erhalten, so ist ein Schnitt bereits im Schossen nicht sinnvoll.

Aus den Ergebnissen der Arbeit ist ersichtlich, dass unter den gewählten Annahmen eine Überschreitung der Düngeobergrenze der ÖPUL Maßnahme UBAG von 150 kg N feldfallend/ha und damit ein Verzicht auf die Prämie finanziell nicht sinnvoll ist. Dabei wird von einem reinen Grünlandbetrieb ausgegangen. An anderen Standorten würden auch die Ackerflächen bei der Ermittlung der durchschnittlichen Düngemenge je Hektar mit einbezogen werden. Dadurch würde es eventuell zu einer leichten Verschiebung der Düngeobergrenze im Grünland kommen. Allerdings würde sich ein Überschreiten der Grenze auf Grund des zusätzlichen Wegfalls der Ackerprämie in der Höhe von € 80.-/ha noch weniger für den Landwirt lohnen als bei den aktuellen Annahmen.

[11] Primärer Energiebedarf in MJ/MJ NEL der vorliegenden Arbeit

8 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit ist es, die Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten im Grünland auf die Futterkosten, also die Kosten zur Bereitstellung der gesamten Ration, und den Flächen- und primären Energiebedarf in der Milchviehhaltung darzustellen. Aufbauend auf einer eingehenden Literaturrecherche werden die Kosten der einzelnen Futterkomponenten einer Milchviehration bestimmt. Für Kraftfuttermittel und Futterstroh werden dazu aktuelle Marktpreise aus Österreich verwendet. Die Kosten zur Herstellung von Silomais und Grassilage werden für diese Arbeit eigens kalkuliert. Um die Auswirkung unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten im Grünland darstellen zu können werden hierfür verschiedenste Varianten der Grünlandbewirtschaftung durchgerechnet. Diese Varianten unterscheiden sich in der Düngemenge und der Anzahl der Schnitte und somit auch im Ertrag und den Futterinhaltsstoffen. Die Varianten werden an 3 verschiedenen Standorten angewendet, an denen 3, 4 bzw. 5 Schnitte im Ähre- und Rispenschieben möglich sind. Die Produktionskosten für Silomais basieren auf einer für Österreich durchschnittlichen Ertragslage und konventioneller Bodenbearbeitung. Für alle Futterkomponenten werden der primäre Energie- und der Flächenbedarf der Produktion erhoben. Folgendes wird beim Energiebedarf berücksichtigt: Treibstoffen; Düngemittel; Pflanzenschutzmittel; Herstellung, Betrieb und Entsorgung der verwendeten Maschinen; Saatgut; Trocknung und Bereitstellung des Lagerraums. Somit stehen für jede der unterschiedlich bewirtschafteten Grassilagen und für alle weiteren Futterkomponenten die Einzelkosten der Produktion und der Flächen- und primäre Energiebedarf zur Verfügung. Diese Daten werden nun in einer Rationsberechnung verarbeitet. Diese basiert auf einer linearen Programmierung und wird nach den gesamten Futterkosten optimiert.

In den Ergebnissen werden die Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten im Grünland dargestellt. Wird die Anzahl der Schnitte gesteigert, erfolgt die Ernte bereits im Vegetationsstadium Schossen. Durch die steigenden Maschineneinsatzstunden und den sinkenden Ertrag steigen Kosten der Grassilageproduktion deutlich an. Zusätzlich muss der geringe Rohfasergehalt in der Ration durch die Zufütterung von Stroh ausgeglichen werden. Dadurch wird Grundfutter verdrängt und der Kraftfutteranteil muss erhöht werden. Das führt zu höheren Futterkosten der Ration je kg Milch um 1,1 bis 1,4 Cent. Bei verringerter Schnittzahl wird im Vegetationsstadion Beginn Blüte geerntet. Dadurch sinken die gesamten Futterkosten um max. 0,3 Cent/kg Milch. Gleichzeitig sinken aber auch die Mengen wichtiger Inhaltsstoffe in der Grassilage und die Kraftfuttergaben müssen deutlich gesteigert werden. Bei einer verringerten Schnittzahl steigt der notwendige Kraftfuttereinsatz um 33 g je kg Milch am Standort B. Der primäre Energiebedarf zur Bereitstellung der Ration ist beim

Schnitt im Ähren- und Rispenschieben und bei einer extensiven Düngeintensität am geringsten. Der gesamte Flächenbedarf ist bei hoher Bewirtschaftungsintensität am geringsten. Allerdings ist der Bedarf an Eiweißfutterfläche beim Schnitt im Schossen höher als im Ähren-/Rispenschieben. Insgesamt kann gesagt werden, dass die Schnittzahl nur so hoch sein soll, dass der Nährstoffbedarf (Energie und Eiweiß) der Kuh ausreichen gedeckt werden kann. Jeder weitere Schnitt erhöht deutlich die Futterkosten.

Überschreitet die Düngemenge die UBAG – Grenze von 150 kg N feldfallend, so führt dies zu deutlich steigenden Futterkosten. In diesem Fall kann eine Verringerung der Düngeintensität bei entsprechender Flächenausstattung des Betriebes sinnvoll sein.

Um € 500.- höhere Pachtkosten lassen die Futterkosten um bis zu 2,3 Cent je kg Milch steigen. Auch bei hohen Pachtkosten (> € 500.-/ha) ist eine Steigerung der Düngemenge über die Empfehlungen in der Literatur nicht sinnvoll. Verändern sich die Kraftfutterkosten um 30 %, wirkt sich dies mit bis zu 2 Cent auf die Futterkosten je kg Milch aus. Erhöhen sich die Energiepreise (+ 30 %), wird eine extensivere Bewirtschaftung immer sinnvoller.

Die Ergebnisse der Arbeit erlauben die Einschätzung einer günstigen Bewirtschaftungsintensität für einen realen Betrieb. Die in der Arbeit verwendete Rationskalkulation kann mit geringem Aufwand an einzelbetriebliche Gegebenheiten angepasst werden. Neben der kostengünstigsten Rationszusammensetzung können auch primärer Energie- und Flächenbedarf der Ration eines Milchviehbetriebes ermittelt werden.

9 Literatur- und Quellenverzeichnis

AGES. (2008). Informationen zur Verwendung von importierter Soja bzw. Sojaextraktionsschrot als Futtermittel. Abgerufen am 27. 07 2011 von http://www.ages.at/ages/ernaehrungssicherheit/gvo/soja-futtermittel/

Agrarmarkt Austria. (2011). Willkommen bei ÖPUL. Abgerufen am 2011 von http://www.ama.at/Portal.Node/ama/public?gentics.am=PCP&p.contentid=10007.19512

Anacker, G. (2008a). 18. Deutscher Grünlandtag. Abgerufen am 13. 02. 2011 von Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/31542/dt_by_gl_tag_2008_anacker.pdf

Anacker, G. (2008b). Lebensleistung und Nutzungsdauer der Milchkuh - Was kann das Grünland beitragen? Abgerufen am 16. April 2011 von Effiziente Grünlandbewirtschaftung - 22. Allgäuer Grünlandtag: http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe/p_31349.pdf

Arman, B. (2003). Die Ökobilanz zur Abschätzung von Umweltwirkungen in der Pflanzenproduktion – dargestellt anhand von Praxisversuchen zur konservierenden Bodenbearbeitung und von unterschiedlich intensiv wirtschaftenden konventionellen Betrieben. Abgerufen am 15. 06 2011 von Dissertation: http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=970077017&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=970077017.pdf

Auswirkungen der richtigen Düngung. (2005). Von http://www.lfl.bayern.de/iab/gruenland/20170/linkurl_0_38.pdf abgerufen

Bauer, K., Haselberger, W., Priller, H., Raganitsch, G., & Raith, F. (2005). Spezielle Nutztierhaltung (Bd. 2). Graz - Stuttgart: Leopold Stocker Verlag.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. (2009). Milchreport Bayern 2009 - Ergebnisse der Betriebszweigabrechnung. Abgerufen am 25. April 2011 von www.LfL.bayern.de: http://www.lfltest.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_40303.pdf

Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten. (2003). Grünlandbewirtschaftung in Bayern. Abgerufen am 10. 02. 2011 von http://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/aktuell/14647/linkurl_gruenlandwirtschaft2003.pdf

Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft. (2006). Futteraufnahme bei der Milchkuh gezielt abschätzen. Abgerufen am 15. März 2011 von http://www.lfl.bayern.de/ite/rind/17883/index.php

Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft. (2006). Milchreport Bayern 2006 - Kompakt. Abgerufen am 21. März 2011 von http://www.lfl.bayern.de/ilb/tier/30006/linkurl_0_2.pdf

Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft. (2011). Gruber Tabelle. 33. Auflage. Abgerufen am 16. 02 2011 von http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_36967.pdf

Berendonk, C., & Verhoeven, A. (1997). Stickstofffixierungsleistung und Nutzungselastizität von Kleegrasmischungen im Feldfutterbau. Abgerufen am 20. Juli 2012 von http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/37366/41.aggf1997_berendonk_et_al.pdf

Berendonk, K. (2010). Hinweise zur Ermittlung der Schnittreife im 1. Aufwuchs von Dauergrünland und Ackergras 2010. Abgerufen am 13. 05 2012 von http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/pdf/schnittreife-2010.pdf

BMLFUW. (2006). Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Abgerufen am 02. 03 2011 von http://oebg.boku.ac.at/files/rl_sgd.pdf

BMLFUW. (2006). Richtlinien für die sachgerechte Düngung. 6. Auflage. Wien.

BMLFUW. (2008). Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung. Abgerufen am 09. 01 2011 von http://publikationen.lebensministerium.at: http://www.agraroekonomik.at/fileadmin/download/Deckungsbeitraege_und_Daten_2008.pdf

BMLFUW. (2010). Grüner Bericht 2010. Abgerufen am 25. 01. 2011 von http://www.gruenerbericht.at

Bohner, A. (27.-28.. Mai 2003). Floristische Diversität im Spannungsfeld zwischen. 9. Alpenländisches Expertenforum, 27.-28. Mai 2003, S. 29-39.

Börse für landwirtschaftliche Produkte in Wien. (16. Februarw 2011). Amtliches Kursblatt. Wien.

Buchgraber, K. (2000). Wichtige Aspekte für die Bewertung des Grünlandes. Der Sachverständige. Heft 4, S. 151-157.

Buchgraber, K., & Gindl, G. (2004). Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung. 2. Auflage. Leopold Stocker Verlag.

Buchgraber, K., & Schaumberger, A. (2006b). Online-Fachzeitung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Abgerufen am 10. 02. 2011 von http://www.laendlicher-raum.at/article/archive/24627

Buchgraber, K., & Schaumberger, A. (2006c). Grünlandbewirtschaftung in Österreich. Abgerufen am 25. 07 2011 von Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für

Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft: http://www.laendlicher-raum.at/filemanager/download/15672/

Buchgraber, K., Gruber, L., Guggenberger, T., Resch, R., Ringdorfer, F., & Wiedner, G. (Heft 24 2006). Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der fortschrittliche Landwirt, S. Sonderbeilage.

Buchgraber, K., Gruber, L., Guggenberger, T., Resch, R., Ringdorfer, F., & Wiedner, G. (Heft 24 2006a). Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der fortschrittliche Landwirt, S. Sonderbeilage.

Buchgraber, K., Leonhard, G., Alfred, P., Pötsch, E. M., Resch, R., Starz, W., et al. (2008). Futterqualität aus dem Grünland ist wieder mehr wert. Der fortschrittliche Landwirt, S. Sonderbeilage.

Deittert, C., Müller-Lindenlauf, M., Athmann, M., & Köpke, U. (2008). Ökobilanz und Wirtschaftlichkeit ökologisch wirtschaftender Milchviehbetriebe mit unterschiedlicher Fütterungsintensität und Produktionsstruktur. Bonn: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.

Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. . (2004). DLG - Prüfbericht 5360. Abgerufen am 02. 06 2011 von http://www.dlg-test.de/pbdocs/5360.pdf

Diepolder, M., & Raschbacher, S. (Juni 2008). Intensivierung der Grünlandnutzung in Nordbayern. Abgerufen am 12. Juli 2011 von http://www.lfl.bayern.de/iab/gruenland/30952/

Diepolder, M., & Raschbacher, S. (2011a). Erträge, Futterqualität und Nährstoffgehalte des Sickerwassers bei unterschiedlicher Grünlanddüngung. Abgerufen am 25. Mai 2011 von http://www.lfl.bayern.de/iab/gruenland/20049/linkurl_0_20.pdf

Diepolder, M., & Raschbacher, S. (2011b). Leistungsfähiges Grünland und Verzicht auf mineralische Düngung. Abgerufen am 15. August 2011 von http://www.lfl.bayern.de/iab/gruenland/20049/linkurl_0_18.pdf

DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung, Bundesarbeitskreis der Fütterungsreferenten in der DLG. (2006). Schätzung der Futteraufnahme bei der. Abgerufen am 23. 02 2011 von http://www.futtermittel.net/pdf/futteraufnahme_milchkuh06.pdf

DLZ. (2003). Grundfutterleistung rauf - Kosten runter. Abgerufen am 15. 04 2011 von http://www.rind24.com/pics/KA/Grundfutterleistungraufdlz9.pdf

Dorfner, G. (2008). Konkurrenz um Rohstoffe – Konsequenzen für die Rinderhalter. In B. L. (LfL), Milch und Fleisch nachhaltig erzeugen - Nährstoffkreislauf im Griff - Teil 2: Milch und Rindfleisch (S. 13 - 21).

Durst, L. (3. 12 2008). www.aelf-co.bayern.de. Abgerufen am 2. Februar 2011 von Hochschule Weihenstephan-Triesdorf: http://www.aelf-co.bayern.de/tierhaltung/23100/linkurl_3.pdf

Ecketsberger, H. (30. 06 2011). Eferding: Lagerhaus.

Elsässer, M. (2010a). Stickstoff steuert den Bestand. Abgerufen am 15. 02. 2011 von Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf: http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1174961_l1/LAZBW31_Stickstoff.pdf

Elsässer, M. (2010b). Grundsätze ausgewogener Düngung beachten. Abgerufen am 15. 02. 2011 von Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf: http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1174898_l1/LAZBW31_Grunds%C3%A4tze%20ausgewogener%20D%C3%BCngung.pdf

Forum Bio- und Gentechnologie - Verein zur Förderung der gesellschaftlichen Diskussionskultur e.V. (2011). Gentechnisch veränderte Sojabohnen: Anbau weltweit. Abgerufen am 19. April 2011 von transparenz Gentechnik: http://www.transgen.de/anbau/eu_international/201.doku.html

Galler, J. (2005). Positive Energiebilanz. Abgerufen am 08. April 2011 von http://land.lebensministerium.at/article/articleview/30724/1/4989

Galler, J. (12. September 2006). Wie viel Stickstoff braucht das Grünland. Abgerufen am 2. Februar 2011 von Lebensministerium.at: http://land.lebensministerium.at/article/articleview/51298/1/4989/

Gruber, L. (2010). NDF zur Beschreibung der Struktur der Futterration und der Pansenfermentation. Abgerufen am 15. April 2011 von 37. Viehwirtschaftliche Fachtagung: http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index2.php?no_html=1&option=com_fodok&task=download&publ_id=8536

Hertwig, F., & Weise, G. (2009). Reifevorhersage auf dem Grünland. Abgerufen am 15. 08 2011 von http://www.isip.de/coremedia/generator/Inhalt/Nachrichten/Deutschland/Brandenburg/Fachinformationen_20Landwirtschaft/PDF_20und_20WORD/Reifevorhersagung_20Gr_C3_BCnland_2009-05-11,property=Dokument.pdf

Jilg, T. (2010). Effizienzsteigerung in der Milchviehhaltung durch optimale Fütterung. Abgerufen am 18. März 2011 von Infodienst Landwirtschaft - Ernährung - Ländlicher Raum: http://www.landwirtschaft-

bw.info/servlet/PB/show/1302704_l1/LAZBWrh_Effizienzsteigerung%20in%20der%20Milchviehhaltung.pdf

Käding, H., & Petrich, G. (2006). Jährliche Schwankungen der Grünlanderträge. Abgerufen am 2011. März 12 von http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/21695/aggf_2006_kaeding_petrich.pdf

Kraatz, S. (2009). Ermittlung der Energieeffizienz in der Tierhaltung am Beispiel der Milchviehhaltung. Humboldt-Universität zu Berlin: Dissertation.

Krautzer, B., Peratoner, G., Frühwirth, P., Pötsch, E. M., Buchgraber, K., & Galler, J. (6 2011). ÖAG-Saatgutmischungen - Spitzenqualität setzt sich durch. Abgerufen am 20. 06 15 von http://www.oeag-gruenland.at/cms/index.php/component/attachments/download/article/145.html

KTBL. (2010). Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) . Abgerufen am 25. 10 2011 von http://daten.ktbl.de/downloads/dslkr/Leistungs-Kostenrechnung.pdf

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg. (2008). Merkblätter für die Umweltgerechte Landbewirtschaftung Nr. 13 (4. Auflage) Grünland, Wiesen, Weiden, Düngung. Abgerufen am 15. 02. 2011 von http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1162484_l1/LAZBW31_Gr%C3%BCnlandDueng_Merkb_2007_Stand2008.pdf

Landwirtschaftskammer Österreich. (2010). Soja - Eine Kulturpflanze mit Geschichte und Zukunft. Abgerufen am 15. 04 2011 von http://www.soja-aus-oesterreich.at/downloads/Sojabroschuere_2010.pdf

LfL. (2010a). Basisdaten zur Umsetzung der Düngeverordnung. Abgerufen am 2011. 02. 16 von Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/10536/basisdaten2010.pdf

LfL. (2010b). Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland. Gelbes Heft. 9. unveränderte Auflage 2010. Wolnzach: druckhaus kastner.

Mack, G., Zimmermann, A., & Moriz, C. (2009). Wie nachhaltig ist der Kraftfuttereinsatz in der Milchviehhaltung. Abgerufen am 28. April 2011 von Yearbook of Socioeconomics in Agriculture: http://www.sga-sse.ch/dms/agrarwirtschaft/Internetseite/Yearbook/Ausgaben/Yearbook-2009/07_Mack/07-Mack.pdf

Moerschner, J., & Lücke, W. (2002). ENERGY INVESTIGATIONS OF DIFFERENT INTENSIVE RAPE SEED ROTATIONS – A GERMAN CASE STUDY. Abgerufen am

15. 06 2011 von http://www.biomasse-energie.de/pdf/pub/Moerschner_Luecke2002_RapeSeedRotations_suste_book_27-40.pdf

Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung. (2011). Kraftstoffverbrauch in der Land- und Forstwirtschaft. Abgerufen am 29. Juni 2011 von http://media.manila.at/oekl/gems/Kraftstoffverbrauch.pdf

Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung. (2011). online Richtwerte 2011. Abgerufen am 02. 03 2011 von http://www.oekl.at/richtwerteOnline/

Priplata, M. (28. 06 2011). Niederösterreichische Raufutterpreise. Abgerufen am 30. 06 2011 von Landwirtschaftskammer Niederösterreich: http://www.agrarnet.info/parse.php?id=2500%2C1384705%2C1297999%2C2453%2CeF9LRVlXT1JEX0JbMF09MyZpbmxpbmVtb2RlPXByaW50

Resch, R. (2002). 35 Jahre Gumpensteiner Silierversuche. Abgerufen am 16. Mai 2011 von 8. Alpenländisches Expertenforum: http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index.php?option=com_docman&Itemid=100139&task=doc_download&gid=393&lang=de

Resch, R. (2009). Abschlussbericht Silageprojekt. Abgerufen am 12. 02 2011 von Raumberg-Gumpenstein: http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index.php?no_html=1&Itemid=100033&option=com_fodok&task=download&publ_id=8132

Rieder, J. B. (1990). Pflanzenbauversuche in Bayern - Versuchsergebnisse der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBP).

Schaumberger, A. (2005). GIS zur Bestimmung von Grünlanderträgen.

Schaumberger, A., & Formayer, H. (2008). Räumliche Modellierung der thermischen Vegetationsperiode für Österreich. 10. Österreichischer Klimatag (S. p14). Wien: BOKU.

Scholz, V. (1997). Methodik zur Ermittlung des Energieaufwandes pflanzlicher Produkte am Beispiel von Biofestbrennstoffen. Agrartechnische Forschung 3 (S. 11-18). Potsdam: Institut für Agrartechnik Bornim e. V. (ATB).

Schröpel, R. (2008). Grünland bietet viele Reserven. Abgerufen am 15. August 2011 von http://wasser.lebensministerium.at/article/articleview/68842/1/4996#

Sima, D. (November 2007). Kumulierter Energieaufwand in der ökologischen Grundfutterproduktion. Diplomarbeit. Wien: Universität für Bodenkultur.

Spiekers, H. (2008a). 18. Deutscher Grünlandtag. Abgerufen am 13. 02. 2011 von Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/31542/dt_by_gl_tag_2008_spiekers.pdf

Spiekers, H. (11. Juli 2008b). Ansprüche der Milchviehhaltung an das Grundfutter vom Grünland. Abgerufen am 2011. März 13 von Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft - 22. Allgäuer Grünlandtag: http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/31542/dt_by_gl_tag_2008_spiekers.pdf

Statistik Austria. (2008). Agrarstrukturerhebung 2007 (Stichprobe). Abgerufen am 2011. März 15 von http://www.statistik.at: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/bodennutzung/index.html

Steinwidder, A. (2003). Extensive Produktionsalternativen im Grünland mit Rindern. Abgerufen am 14. April 2011 von http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=410&Itemid=53

Thomet, P. (2011). Ressourceneffi ziente Milchproduktion – Welcher Kuhtyp ist geeignet? Abgerufen am 20. 04 2012 von http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=fl%C3%A4chenbedarf%20je%20kg%20milch&source=web&cd=8&ved=0CFoQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.raumberg-gumpenstein.at%2Fc%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26Itemid%3D100034%26task%3Ddoc_download%26gid%3D4300%26lang%3Dde&ei

Thomsen, J. (2010). Ergebnisse der Vollkostenauswertung der Rinderspezialberatungsringe in Schleswig Holstein - Auswertungsjahr 2009/2010. Abgerufen am 12. 05 2012 von http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Tier/Rinder/Rinderreports/Rinderreport_2010.pdf

Ullrich, J., & Dunkler, M. (07. 05 2011). Wachstum ist gerade zu explodiert. Abgerufen am 15. 08 2011 von http://www.lwksh.de/cms/fileadmin/user_upload/Presse/Archiv_2011/BB_1811_07.05.2011/34_Ullrich_Dunker.pdf

Umweltbundesamt. (2010). Klimaschutzbericht 2010. Abgerufen am 2011. Mai 12 von http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0267.pdf

Umweltbundesamt. (2010). Treibhausgasemisssionen 1990 bis 2008. Überblick Sektoren Klimastrategie. Von http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/presse/news_2010/THG_oesterreich_1990-2008.pdf abgerufen

Weiß, J., Pabst, W., Strack, K. E., & Kranz, S. (2005). Tierproduktion. Stuttgart: Parey Verlag.

Wendland, M., & Heigl, L. (2010). Güllekalender. Abgerufen am 16. 02. 2011 von Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/organisch/13239/linkurl_0_0_0_1.pdf

Winkler. (30. 06 2011). Enns, Oberösterreich: Lagerhaus.

Wurm, K. (2010). Grundlagen zur Rationsberechnung für Milchkühe. Abgerufen am 11. April 2011 von http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=3820&Itemid=100014

Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter. (2011). Jahresbericht Ausgabe 2011. Abgerufen am 10. 06 2011 von http://zar.at/filemanager/download/22808/

10 Anhang

Tabelle 15: Futteraufnahme-Schätzgleichungen (Gesamtfutteraufnahme [IT], kg TM je Tag); fixe Faktoren und Koeffizienten in Abhängigkeit vom Laktationstag

Anwendungsbereich			getrennte Vorlage	getrennte Vorlage	TMR	TMR
Futtersituation			Standard	Heu etc.	Standard	Heu etc.
Parameter	Einheit	Gleichung	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 5	Nr. 6
Intercept			3,878	-0,557	2,274	-1,669
Effekt Land x Rasse		FV [D+A]	-2,631	-2,570	-2,169	-2,195
		BS [D+A]	-1,826	-2,006	-1,391	-1,562
		HFm [D+A]	-2,720	-2,604	-1,999	-2,052
		HFh [D+A]	-1,667	-1,573	-0,898	-0,911
		FV [CH]	-0,275	-0,371	-0,315	-0,338
		BS [CH]	-0,882	-0,959	-0,593	-0,692
		HF [CH]	0,000	0,000	0,000	0,000
Effekt der Laktationszahl	n	1	-0,728	-0,767	-0,658	-0,701
		2 - 3	0,218	0,261	0,236	0,270
		≥ 4	0,000	0,000	0,000	0,000
Effekt des Laktationstages	Tag	a	-4,287	-4,224	-5,445	-5,408
		b	4,153	4,088	5,298	5,274
*Modell: a + b * (1 – exp(-c * Laktag))*		c	0,01486	0,01583	0,01838	0,01928
Regressions-koeffizient für Lebendmasse	kg	a	0,0148	0,0142	0,0173	0,0166
		b_1	-0,0000474	-0,0000431	-0,0000514	-0,0000460
Modell: a + b_1(Laktag) + b_2*(Laktag)²*		b_2	0,0000000904	0,0000000763	0,0000000999	0,0000000826
Regressions-koeffizient für Milchleistung	kg	a	0,0825	0,0723	0,2010	0,1895
		b_1	0,0008098	0,0008151	0,0008080	0,0008201
Modell: a + b_1(Laktag) + b_2*(Laktag)²*		b_2	-0,000000966	-0,000001065	-0,000001299	-0,000001385
Regressions-koeffizient für Kraftfutter-Menge	kg TM	a	0,6962	0,6856	-	-
		b_1	-0,0023289	-0,0021353	-	-
Modell: a + b_1(Laktag) + b_2*(Laktag)²*		b_2	0,0000040634	0,0000038023	-	-
Regressions-koeffizient für Kraftfutter-Anteil	% IT	a	-	-	0,0631	0,0613
		b_1	-	-	-0,0002096	-0,0001743
Modell: a + b_1(Laktag) + b_2*(Laktag)²*		b_2	-	-	0,0000001213	0,0000000748
Reg.koeffizient NEL_{GF}	MJ/kg TM	-	0,8580	0,9830	0,6090	0,6606
Reg.koeffizient Heu	% GF	-	-	0,01154	-	0,00848
Reg.koeffizient Maissilage	% GF	-	-	0,00699	-	0,00961
Reg.koeffizient Grünfutter	% GF	-	-	0,00558	-	0,00324
Regressionskoeffizient	g/MJ	XP/NEL	-	0,2053	-	0,2126
XP/NEL-Verhältnis		$(XP/NEL)^2$	-	-0,002266	-	-0,002404
R^2	%	-	86,7	87,0	83,5	83,8
RSD	kg TM	-	1,32	1,30	1,46	1,45
CV	%	-	7,1	7,0	7,9	7,8
Korrekturfaktor	$IT_{korrigiert} = a + b*IT_{predicted}$		$0,47+0,930*IT_p$	$0,38+0,932*IT_p$	$0,71+0,920*IT_p$	$0,67+0,918*IT_p$

Quelle: (DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung, Bundesarbeitskreis der Fütterungsreferenten in der DLG, 2006)

Tabelle 16: Nutzungsdauer und Auslastung landwirtschaftlicher Maschinen

	Auslastung	Nutzungsdauer
	h/Jahr	Jahre
Allradtraktor 55 kW	450	16,7
Allradtraktor 80 kW	450	16,7
Güllefass 7 m³	120	10,0
Schleuderstreuer 800 l	70	8,3
Grünland Nachsägeräte 6 m	100	14,3
Wiesenegge Anbau 6 m	50	11,1
Feldspritzen 800 l, 15 m	125	7,1
Rotormähwerk Frontanbau 2,9m	75	9,1
Rotormähwerk Heckanbau 1,85 m	75	9,1
Kreiselzettwender 8 m	100	11,1
Kreiselschwader 6 m	100	11,1
Kurzschnittladewagen 25 m³	150	10,0
Fahrsiloverteiler 1,4 m	100	10,0
Einachskipper 6 t	150	20,0
Selbstfahrhäcksler - Grundgerät 350 kW	200	7,7
Zusatzgeräte für Selbstfahrhäcksler Pick-up	100	7,7
Zusatzgeräte für Selbstfahrhäcksler reihenlos	100	7,7
Mähdrescher 180 kW	225	10,0
Anbaudrehpflug 4-scharig 140 cm	100	11,1
Saatbeetkombination schwer 5 m	150	10,0
Hackgerät + Reihendüngestreuer 6-reihig	60	10,5
Abschiebewagen 25 m³	150	16,7
Einzelkornsämaschine pneumatisch 6-r.	100	12,5
Rundballenpresse 60 bis 180 cm	150	6,3
Kreiselegge + Sämaschine 3 m	150	10,0
Schwergrubber 2,5 m	100	11,1
Schlegelhäcksler 3 m	130	8,3
Ackerschleppe 5 m	100	14,3
Frontlader 1,2 m	100	11,1

Quelle: Eigene Darstellung nach ÖKL (2011)

Tabelle 17: Energieaufwand für die Herstellung, Nutzung und Entsorgung der eingesetzten Maschinen

	Gewicht	Energieaufwand	
	kg	MJ/kg	MJ/h
Allradtraktor 55 kW	3070	92,5	37,8
Allradtraktor 80 kW	4820	92,5	59,4
Güllefass 7 m³	1800	70,5	105,7
Schleuderstreuer 800 l	240	70,5	29,0
Grünland Nachsägeräte 6 m	1300	72,5	65,9
Wiesenegge Anbau 6 m	600	72,5	78,3
Feldspritzen 800 l, 15 m	600	70,5	47,3
Rotormähwerk Frontanbau 2,9m	855	77,5	97,1
Rotormähwerk Heckanbau 1,85 m	725	77,5	82,4
Kreiselzettwender 8 m	1000	77,5	69,7
Kreiselschwader 6 m	1300	77,5	90,6
Kurzschnittladewagen 25 m³	2180	77,5	112,6
Fahrsiloverteiler 1,4 m	300	77,5	23,2
Einachskipper 6 t	1660	75,5	41,7
Selbstfahrhäcksler - Grundgerät 350 kW	11440	92,5	687,8
Zusatzgeräte für Selbstfahrhäcksler Pick-up	800	92,5	96,2
Zusatzgeräte für Selbstfahrhäcksler reihenlos	1200	92,5	144,3
Mähdrescher 180 kW	10000	92,5	411,1
Anbaudrehpflug 4-scharig 140 cm	1091	72,5	71,1
Saatbeetkombination schwer 5 m	900	72,5	43,5
Hackgerät + Reihendüngestreuer 6-reihig	600	72,5	68,8
Abschiebewagen 25 m³	4600	75,5	138,9
Einzelkornsämaschine pneumatisch 6-r.	900	72,5	52,2
Rundballenpresse 60 bis 180 cm	2500	77,5	206,6
Kreiselegge + Sämaschine 3 m	800	72,5	38,6
Schwergrubber 2,5 m	700	72,5	45,6
Schlegelhäcksler 3 m	1000	77,5	71,5
Ackerschleppe 5 m	1600	72,5	81,2
Frontlader 1,2 m	540	77,5	37,6

Quelle: Eigene Darstellung nach SCHOLZ (1997), ÖKL (2011)