

Hochschule Anhalt

Fachbereich Landwirtschaft, Ökotoxikologie und Landschaftsentwicklung



Bachelorarbeit

Mischgenauigkeit und Strukturbewertung von drei Totalen Mischrationen und deren Überprüfung mittels Stoffwechselanalysen der Milchkühe in der „Agrargenossenschaft im Ohnetal eG Niederorschel“

Name, Vorname	Hünermund, Florian
Matrikelnummer	4056995
Geboren am	07.05.1992
Studiengang	Landwirtschaft
1. Gutachter	Dr. Heiko Scholz
2. Gutachter	Dipl. agr. Ing. Norbert Hermann

Bernburg (Saale), den 27.09.2016

Inhaltsverzeichnis

Bibliografische Beschreibung	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VIII
1. Einleitung	1
2. Literatur	
2.1 Rohfaserversorgung in der Milchviehfütterung	3
2.2 Strukturbewertungen in Milchviehrationen	4
2.3 Weender Analyse	8
2.4 Detergenzien-Analyse	9
2.5 Stoffwechseluntersuchungen	11
2.6 Rationsplanung für Milchkühe	13
2.7 Fütterungstechnik	17
3. Zielstellung	19
4. Material und Methoden	
4.1 Untersuchungsbetrieb Agrargenossenschaft im Ohnetal eG Niederorschel	20
4.2 Tiermaterial	21
4.3 Futtermischwagen	21
4.4 Rationszusammenstellung	22
4.4.1 Rationszusammenstellung Vorbereitergruppe	22
4.4.2 Rationszusammenstellung Frischmelkergruppe	23
4.4.3 Rationszusammenstellung Hochleistungsgruppe	24
4.5 Stoffwechseldaten	26
4.6 Strukturbeurteilung Gras- und Maissilage sowie TMR	26
5. Ergebnisse	28
5.1 Ergebnisse der Futtermitteluntersuchungen	28
5.1.1 Vorbereitergruppe	28
5.1.2 Frischmelkergruppe	29
5.1.3 Hochleistungsgruppe	30

5.2 Ergebnisse über die Aussiebung der Schüttelbox	32
5.3 Ergebnisse Stoffwechseluntersuchungen	33
6. Diskussion	
6.1 Rationsvergleich	36
6.2 Aussiebung der Schüttelbox	40
6.3 Untersuchung Stoffwechseldaten	43
7. Schlussfolgerung	46
8. Zusammenfassung	48
9. Quellenverzeichnis	
9.1 Literaturverzeichnis	49
9.2 Verzeichnis der Internetquellen	50
10. Anhang	54

Bibliographische Beschreibung

Name, Vorname: Hünermund, Florian

Thema der Bachelorarbeit Mischgenauigkeit und Strukturbewertung von drei Totalen Mischrationen und deren Überprüfung mittels Stoffwechselanalysen der Milchkühe in der „Agrargenossenschaft im Ohnetal eG Niederorschel“

2016/ 64 Seiten/ 26 Tabellen/ 12 Abbildungen / 1 Anlage (CD-ROM)

Bernburg: Hochschule Anhalt
Fachbereich Landwirtschaft, Ökotropologie und
Landschaftsentwicklung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Mischgenauigkeit und Strukturbewertung von drei Totalen Mischrationen überprüft. Weiterhin erfolgte eine Überprüfung der Stoffwechselanalyse der Milchkühe. Die Daten und Untersuchungen entstammen der „Agrargenossenschaft im Ohnetal eG Niederorschel“ und wurden im Zeitraum von Anfang März bis Anfang April 2016 erhoben.

Ziel der Arbeit war es, welche Partikelverteilung die Silagen und Totale Mischration der drei untersuchten Gruppen aufzuzeigen. Weiterhin sollte bestimmt werden wie die gerechnete und wahre Ration der drei Gruppen übereinstimmen. Aus der Bewertung der Struktur der Futtermittel und der Totalen Mischrationen sollten Auswirkungen auf die Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung geschlossen werden. Die Ergebnisse der Arbeit sollen praktische Empfehlungen und Hinweise zur weiteren Optimierung der Fütterung im analysierten Unternehmen geben.

Abkürzungsverzeichnis

ADF	Säure-Detergenzien-Faser (acid detergent fibre)
ADL	Säure-Detergenzien-Lignin (acid detergent lignin)
AMR	aufgewertete Mischration
a.p.	ante partum – vor der Geburt
ASAT	Aspartat-Amino-Transferase
BHB	β -Hydroxybutyrat
BILI	Bilirubin
bzw.	beziehungsweise
Ca	Calcium
ca.	circa
CHOL	Cholesterin
Cl	Chlor
cm	Zentimeter
Cu	Kupfer
DCAB	Kationen-Anionen-Bilanz (dietary cation anion balance)
ECM	Energiekorrigierte Milch
FFS	freie Fettsäuren
FM	Frischmasse
g	Gramm
GLDH	Glutamat-Dehydrogenase
HBS	Ketokörper = Hydroxybutyrat
HF	Holstein Friesian

K	Kalium
KAR	Karotin
Kg	Kilogramm
l	Liter
LM	Lebendmasse
m	Meter
ME	umsetzbare Energie
meq	Milliäquivalent
Mg	Magnesium
mg	Milligramm
MJ	Mega-Joule
mm	Milliliter
mmol	Milimol
MW	Mittelwert
N	Stickstoff
n	Anzahl
Na	Natrium
NDF	Neutral-Detergenzien-Faser (neutral detergent fibre)
NEL	Nettoenergie-Laktation
NFC	Nichtfaser-Kohlenhydrate (non-fibre carbohydrates)
NfE	Stickstofffrei Extraktstoffe
nkat	Nanokatal
NSBA	Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung

nXP	nutzbares Rohprotein
P	Phosphor
peNDF	physikalisch effektive Neutral-Detergenzien-Faser
peNDF>8mm	physikalisch effektive Neutral-Detergenzien-Faser - Partikel durch Aussiebung größer als 8 Millimeter
PO4	anorganisches Phosphat
p.p.	post partum – nach der Geburt
RNB	ruminale Stickstoffbilanz
S	Schwefel
Se	Selen
SW	Strukturwert
TM	Trockenmasse
TMR	Totale Mischration
UDP	im Pansen unabbaubares Rohprotein
UREA	Harnstoff
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
XS	Stärke
XZ	Zucker

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Benötigte Anteile an peNDF bei unterschiedlichen TM Aufnahmen und gehalten ruminal abbaubarer Stärke (STEINGASS und ZEBELI, 2008)	7
Abbildung 2:	Abbildung 2: Weender Analyse (Wikipedia)	9
Abbildung 3:	Abbildung 3: Erweiterte Weender Analyse (Degupedia.de / Forum)	10
Abbildung 4:	Futtermischwagen der Agrargenossenschaft Niederorschel	20
Abbildung 5:	Futterbestandteile der Vorbereiterration	23
Abbildung 6:	Futterbestandteile der Frischmelkerration	24
Abbildung 7:	Futterbestandteile der Altmelkerration	24
Abbildung 8:	Futterbestandteile der Hochleistungsration	25
Abbildung 9:	Dreiteilige Schüttelbox	26
Abbildung 10:	Partikelverteilung der Silagen	41
Abbildung 11:	Partikelverteilung der TMR	42
Abbildung 12:	NSBA im Harn der Milchkühe in den 3 Gruppen	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Auswirkungen von Rohfasergehalten in der Ration (Likra, Fachinformation Milchviehfütterung)	3
Tabelle 2:	Empfohlene Strukturwerte in der Ration bei Verschiedenen Milchfettgehalten und Milchleistungen (Hofgut Neumühle.de/Strukturbewertung Milchvieh)	6
Tabelle 3:	Auswirkungen der NSBA-Werte für Laktierende Milchkühe (Tiergesundheits- und Krankheitslehre)	12
Tabelle 4:	Erhaltungsbedarf bei unterschiedlichen Lebendmassen (Institut für Tierernährung/Fütterung Milchkühe)	14
Tabelle 5:	Leistungsbedarf bei unterschiedlichen Milchmengen (GfE 2001)	15
Tabelle 6:	Empfohlene Versorgung mit Mengenelementen (GfE (2001)	17
Tabelle 7:	Untersuchte Tiere der Agrargenossenschaft Niederorschel	21
Tabelle 8:	Untersuchung der Rohnährstoffe der Vorbereiterration	28
Tabelle 9:	Untersuchung der Detergenzienmethode der Vorbereiterration	28
Tabelle 10:	Untersuchung der Mengenelemente und DCAB der Vorbereiterration	29
Tabelle 11:	Untersuchung der Rohnährstoffe der Frischmelkerration	29
Tabelle 12:	Untersuchung der Detergenzienmethode der Frischmelkerration	30
Tabelle 13:	Untersuchung der Mengenelemente und DCAB der Frischmelkerration	30
Tabelle 14:	Untersuchung der Rohnährstoffe der Hochleistungsration	31
Tabelle 15:	Untersuchung der Detergenzienmethode der Hochleistungsration	31
Tabelle 16:	Untersuchung der Mengenelemente und DCAB der Hochleistungsration	31
Tabelle 17:	Verteilung der Futterpartikel nach Zentimeter bei Silagen in Gramm	31

Tabelle 18:	Kalkulation der Gesamteinwaage und der prozentualen Verteilung der Silagen	32
Tabelle 19:	Verteilung der Futterpartikel nach Siebgröße in Gramm bei TMR	33
Tabelle 20:	Kalkulation der Gesamteinwaage und der prozentualen Verteilung	33
Tabelle 21:	Blutstoffwechseluntersuchungen der Vorbereitergruppe	33
Tabelle 22:	Harnuntersuchungen der Vorbereitergruppe	34
Tabelle 23:	Blutstoffwechseluntersuchungen der Frischmelkergruppe	34
Tabelle 24:	Harnuntersuchungen der Frischmelkergruppe	34
Tabelle 25:	Blutstoffwechseluntersuchungen der Hochleistungsgruppe	35
Tabelle 26:	Harnuntersuchungen der Hochleistungsgruppe	35

1. Einleitung

Um in Zeiten der Milchkrise bei immer weiter sinkenden Preisen für Rohmilch und dabei erhöhten Erzeugerkosten einen Milchviehbetrieb wirtschaftlich stabil zu führen, ist eine optimale Tiergesundheit und ein ausgewogenes Fütterungskonzept unabdingbar. Milchleistungen von 1000kg pro Tier und Jahr sind heute keine Seltenheit mehr, jedoch bringen solche Höchstleistungen auch Anforderungen mit sich, um die Tiere auf diesem Leistungsniveau zu halten und dabei die Gesundheit nicht zu vernachlässigen.

Zum Erreichen hoher Milchleistungen ist eine hohe Energiedichte im Futter notwendig, welche nur durch den vermehrten Einsatz von Kraftfutter erreicht werden kann. Bei einem Anstieg leicht fermentierbarer Kohlenhydrate durch Kraftfutter erhöht sich auch das Risiko gesundheitlicher Probleme. Bei zu geringem Grundfuttereinsatz in der Ration wird von der Kuh nicht genügend wiedergekaut, wodurch der pH-Wert im Pansen sinkt und die Gefahr einer Pansenazidose besteht. Diese Form der Erkrankung ist eine der häufigsten bei Milchkühen und führt bei unsachgemäßer oder fehlender Behandlung zum Tod. Der wirtschaftliche Schaden, welcher hieraus besteht, lässt sich jedoch vermeiden, indem die eingesetzten Futtermittel ausreichend Struktur enthalten.

Die einfachste Bewertung von Struktur in der Ration erfolgt über die Rohfaser, welche schon seit über 100 Jahren gebräuchlich ist. Da diese Methode jedoch ungenau ist, wurden in den 1970er Jahren von PIATKOWSKI und HOFFMAN Untersuchungen zum Verzehr- und Wiederkauverhalten von Rindern und Schafen durchgeführt. Dadurch wurde das System der strukturwirksamen Rohfaser entwickelt, welches eine Beschreibung und Einschätzung verschiedener Futtermittel in ihrer Strukturwirksamkeit gibt. Um die Jahrtausendwende wurde von DE BRABANDER et al. (1999, 2002) ebenfalls ein System zur Strukturbeurteilung entwickelt. Beim Strukturwert liegt der Ration ein kritischer Grundfutteranteil zugrunde, ab dem die Zugabe von Kraftfutter zu Grobfuttermitteln einen Strukturmangel verursacht. Im selben Zeitraum wie DE BRABANDER stellte MERTENS ein System vor, bei dem der chemisch analysierte Gehalt an NDF eines Futtermittels mit seinen physikalischen Eigenschaften verknüpft wird. Von all diesen Systemen ist keines das Perfekte zur Beurteilung der Futterstruktur. Die Anwendung des jeweiligen Systems, richtet sich nach dem Anwender und dem Fütterungskonzept.

Als einfache Form der Überprüfung von ausreichend Struktur im vorhandenen Futter hat sich das System der Schüttelbox bewährt. Damit lässt sich die Partikellänge der eingesetzten Futtermittel messen und über die Siebe prozentual ausrechnen, womit sich einfache Rückschlüsse auf das Fütterungskonzept anhand der Wiederkauaktivität geben lassen. Die Versorgung mit Rohfaser wird oft allzu sehr vernachlässigt, obwohl sich durch eine ausreichende Menge in der Gesamtration, viele Fütterungsbedingte Krankheiten vorbeugen lassen.

Ständige Kontrollen der Futtermittel anhand ihrer Inhaltsstoffe und deren Qualität sind für einen Landwirtschaftlichen Betrieb unabdingbar. Die gerechnete Ration für eine Leistungsgruppe und die tatsächlich auf dem Futtertisch ankommende Ration, können sich zum Teil erheblich unterscheiden. Darum sind regelmäßige Untersuchungen ein wichtiger Bestandteil der Betriebskontrolle. Abweichungen können sich bereits bei der Entnahme des Futters und deren Mischung mit anderen Futterkomponenten geben, weswegen die Überprüfung der Technik nicht zu vernachlässigen ist. Beim Einsatz von Futtermischwagen und anderen Dosiereinrichtungen ist darauf zu achten, dass die Struktur nicht zerstört wird und trotzdem eine optimale Mischbarkeit erreicht wird.

Neben einer Untersuchung der Futtermittel lässt sich auch anhand von Stoffwechselproben in Form von Blut und Harn Tests viel über die Gesundheit der Kuh und die Versorgung mit Struktur aussagen. Durch eine an der LLFG Iden zusammen mit der Hochschule Anhalt durchgeführte Studie wurde ermittelt, dass sich eine gerechte für die Kuh notwendige Rohfaseraufnahme in den NSBA Werten im Harn widerspiegelt. Ebenso beeinflussen die Anteile an Raps- und Sojaextraktionsschrot die Kationen-Anionen-Bilanz, welche sich auch in der NSBA bemerkbar machen.

Anhand dieser Parameter und Ergebnisse sollen für die im Unternehmen erhobene Proben und Ergebnisse, Empfehlungen und Hinweise zur weiteren Optimierung des Fütterungskonzept und des Gesundheitsmanagements erhoben werden.

2. Literatur

2.1 Rohfaserversorgung in der Milchviehfütterung

Rohfaser spielt in der Milchviehration eine entscheidende Rolle für die Tiergesundheit. Desweiteren ist es Kühen als Polygastrier möglich, für Monogastrier schwer verdauliche Rohfaser, mithilfe der Pansenmikroben in wertvolles hochverdauliches Protein umzuwandeln. Im Verdauungssystem des Rinds hat Rohfaser zwei wichtige Aufgaben. Durch vorhandene Rohfaser in der Ration wird das Tier zum Wiederkauen angeregt und der damit einhergehenden Speichelproduktion, die im Speichel enthaltenen Elektrolyte sorgen dafür dass der pH-Wert im Pansen im Optimalen Bereich von 6-6,5 bleibt. Eine Ration mit Hohen Kraftfutteranteil und wenig Rohfaser würde zu einem raschen absenken des pH-Wertes führen und einer damit einhergehenden Pansenazidose. Diese beginnt bereits ab einem pH-Wert von <5,5 und ist eine häufig auftretende Fütterungsbedingte Krankheit (STAUFENBIEL 2007). Die zweite wesentliche Bedeutung von Rohfaser liegt in der Bildung von Essigsäure, woraus ein Großteil des Milchfetts gebildet wird. Etwa 70 % des Milchfetts wird aus Essigsäure gebildet. In Europa werden Gehalte von etwa 4 % Milchfett angestrebt. Durch Überprüfung des Milchfettgehalts lässt sich auf den Rohfaseranteil der Ration Rückschlüsse ziehen, so weisen hohe Milchfettgehalte auf hohe Anteile Rohfaser in der Ration hin. Weiterhin kann mit dem Einsatz von Rohfaser die Verteilung der Säuren im Pansen gesteuert werden, ein optimales Verhältnis ist, Essigsäure zu Propionsäure: 3 zu 1 (LIKRA, Fachinformation Milchviehfütterung). In Tabelle 1 werden unterschiedliche Rohfaseranteile und ihre Auswirkungen verdeutlicht

Tabelle 1: Auswirkungen von Rohfasergehalten in der Ration

Hohe Rohfasergehalte	Niedrige Rohfasergehalte
<ul style="list-style-type: none">• Geringere Milchmenge• Verschlechterte Energieversorgung• Geringe Milcheiweißgehalte• Hoher Milchfettgehalt• Relativ viel Essigsäure• Relativ wenig Propionsäure	<ul style="list-style-type: none">• Kurze Verweildauer im Pansen• Relativ niedrige pH-Werte• Schwacher Speichelfluss• Niedriger Milchfettgehalt• Kurzes Wiederkauen• Gefahr von Azidose

Quelle: Likra Fachinformation Milchviehfütterung

2.2 Strukturbewertungen in Milchviehrationen

Zur Aufrechterhaltung der Tiergesundheit bei steigenden Energiekonzentrationen in der Ration ist eine Versorgung des Tiers mit genügend Rohfaser notwendig. Als Problem steht dabei im Raum die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Futters zu bestimmen, sowie die Charakteristika einer Strukturunterversorgung zu erkennen. Im Futtermittel selbst wird häufig der Rohfasergehalt bzw. die Detergenzienfaser untersucht, wobei die Länge und Beschaffenheit eine nicht weniger untergeordnete Rolle spielt. Im physiologischen Sinne zählen Kennzahlen wie Kau- und Wiederkäuaktivität, pH-Wert und Milchfettgehalt. In der Frage zur Strukturbewertung hat es zwar seit einigen Jahren mehrere Vorschläge und Modelle gegeben, jedoch steht im Moment kein Einheitliches und ausgereiftes System zur Verfügung (PRIESMANN und STEINGASS, 2010).

Die wichtigsten und gebräuchlichsten Modelle sollen im nachfolgendem kurz beschrieben werden.

Strukturwirksame Rohfaser

In den 1970er Jahren wurden von HOFFMAN (bei Schafen) und PIATKOWSKI (bei Rindern) Untersuchungen zum Verzehr- und Wiederkauverhalten, zur Wiederkäuaktivität und Speichelbildung sowie zur Pansenfermentation durchgeführt. Diese Messungen führten zur Einführung des Begriffs „strukturwirksame Rohfaser“ HOFFMANN (1990), PIATKOWSKI et al. (1990). Daraus hergehend gilt ein Futtermittel als strukturwirksam wenn, es trocken und in Wasser weitgehend beständig ist und eine Länge von mindestens 8 mm aufweist. Die Bezugseinheit zur strukturwirksamen Rohfaser ist hierbei der Gehalt an Rohfaser. Kauzeitmessungen dienen als Ableitungen zur Strukturwirksamkeit der XF. Als Strukturfaktoren kommen Vegetationsstadium, Futtermitteltyp und Zerkleinerungsgrad zur Anwendung, diese werden mit den XF gehalten Multipliziert. Als Referenzwert wurde ein Multiplikator von 1 für Heu mittlerer Qualität ausgewählt. Als unterster Faktor gilt Kraftfutter mit 0 und Langstroh mit einem Faktor von 1,5. Für kürzere Partikellängen oder geringere XF-Gehalte werden Abstufungen von 0,25 vorgenommen welche als relativ grob gelten. Der Bedarf an SF wird mit 400 g pro 100 kg Lebendmasse angegeben. Daraus ergibt sich das der notwendige Gehalt an SF mit steigender TM Aufnahme zurückgeht, was Ernährungsphysiologisch nur schwer Nachzuvollziehen ist. Ein weiterer Nachteil am System der SF ist das Fehlen von einheitlichen Werten für Futtermittel. So gibt die Gesellschaft für

Ernährungsphysiologie beispielsweise einen Faktor von 1 für 280g XF/kg TM für Grassilage und für 240g XF/kg TM einen Faktor von 0,75.

Im Gegensatz dazu definiert die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft 250g XF/kg TM Grassilage mit einem Faktor von 0,9. Ähnliche Unterschiede zeigen sich auch in anderen Futtermitteln. Desweiteren wird eine Mindestpartikelgrößenverteilung der Gesamtration empfohlen, dabei wird jedoch nicht angegeben wie diese zu bestimmen ist, wodurch sich Probleme für die Praktische Anwendung ergeben. Aufgrund dieser Unterschiede der einzelnen Faktoren für Futtermittel ist Praktische Gebrauch des Systems der SF nicht von Problemen auszuschließen (STEINGASS und ZEBELI, 2011).

Strukturwert

Der Strukturwert wird von DE BRABANDER et al. (1999, 2002) beschrieben und stützt sich auf zahlreiche Versuche seiner Forschungsgruppe mit Milchkühen. Die Ermittlung der Kennzahlen dieses Systems basiert auf Grundlage eines „Kritischen Grundfutteranteils“. Dabei wurde der Kraftfutteranteil zum Grobfuttermittel erhöht und es traten Anzeichen von Strukturmangel in Form von Rückgang der Milchmenge, Verminderung der Futteraufnahme und Milchfettabfall auf. Desweiteren wurden Messungen zu Fress- und Wiederkauaktivität erhoben. Berechnet wird der SW für Grobfuttermittel über die Gehalte an XF und Neutral Detergenzfaser. Neben Grobfuttermitteln erhalten in diesem System auch Kraftfuttermittel einen SW. Nebenbei wird bei Maissilage eine Korrektur abhängig der Häcksellänge vorgenommen. Der SW von Kraftfuttermitteln errechnet sich aus dem Gehalt an XF oder NDF sowie den Anteilen von Stärke, Zucker und beständiger Stärke. Der SW wird als Dimensionslose Zahl angegeben. Berechnet wird er für alle Einzelfuttermittel und anteilig auf die Gesamtration addiert. Eine Kuh welche sich in der 1. - 3. Laktation befindet, eine Milchleistung von 25 kg und Milchfettgehalt von 4,4 g/kg Milch hat und zweimal am Tag Kraftfutter vorgesetzt bekommt, benötigt einen SW von 1 für die Mindestversorgung von Struktur in der Gesamtration. Als Korrektur für Änderungen der Parameter sind folgende Werte zu Beachten:

- $\pm 0,01$ kg Milch über/unter 25 kg
- $\pm 0,005$ g Milchfett unter/über 44 g/kg
- -0,1 bei der Verteilung der Kraftfuttermittelgabe (6 pro Tag bzw. TMR)
- -0,07 in der 4. Laktation
- -0,15 in der 5. Laktation

Aus diesen Informationen lassen sich in Tabelle 2 die Strukturwerte für Kühe von der 1.-3. Laktation ableiten.

Tabelle 2: Empfohlene Strukturwerte in der Ration bei Verschiedenen Milchfettgehalten und Milchleistungen

	Milch kg/Tag			
Milchfettgehalt	15	25	35	45
3,6	0,94	1,04	1,14	1,24
4,0	0,92	1,02	1,12	1,22
4,4	0,90	1,00	1,10	1,20
4,8	0,98	0,98	1,08	1,18

Quelle: Hofgut Neumühle.de/Strukturbewertung Milchvieh

Der Vorteil des Strukturwertes gegenüber der Strukturwirksamen Rohfaser ist, dass dieser die NDF mit einberechnet, womit sich das Strukturlieferungsvermögen der meisten Grobfuttermittel detailliert berechnet werden kann. Außerdem werden auch Kraftfuttermittel in die Rechnung mit einbezogen. Die Rationsberechnung zur Strukturversorgung beim SW ist abhängig von der Höhe der Milchleistung und dem Milchfettgehalt. Aus Ernährungsphysiologischer Sicht ist die steigende Strukturversorgung mit steigender Leistung nachvollziehbar. Eine Absenkung des Strukturbedarfs bei steigendem Milchfettgehalt ist jedoch unsinnig, da bei höherer Futteraufnahme mehr fermentierbare Substanz aufgenommen wird, jedoch nicht im gleichen Umfang wiedergekaut wird. Ebenso ist nicht zu verstehen dass beim SW Kühen ab der 4. Laktation ein geringerer Strukturbedarf zugeschrieben wird (STEINGASS und PRIESMANN, 2010). Berichte aus der Praxis und durch MEYER et al. (2001) haben gezeigt, dass Kühe Struktur mangelsymptome zeigten obwohl der SW noch im rechnerisch optimalen Bereich lagen. Diese Feststellungen belegen dass es beim SW meist zu einer Unterversorgung von Struktur kommt und dieser in der Praxis oftmals nach oben korrigiert werden muss.

Physikalisch effektive NDF

Die Neutral Detergenzienfaser (NDF) ist eine International verwendete Kenngröße zur Beurteilung der Futterstruktur. Die NDF allein berücksichtigt jedoch nur den Gehalt an Rohfaser, wobei die Physikalischen Eigenschaften des Futtermittels nicht berücksichtigt werden. Die Physikalisch effektive NDF (peNDF) ist ein System von MERSTENS (1997,

2000) bei dem der Chemische Gehalt an NDF und die physikalischen Eigenschaften eines Futtermittels in einem System vorliegen. Hiernach beschreibt MERTENS (1997) den Gehalt an NDF in einer Ration bei mindestens 20 % der TM. Dieser Wert errechnet sich aus einem Milchfettgehalt von 3,4 und einem pH-Wert von 6,0 im Pansen. Da der Milchfettgehalt in Deutschland aber meist um die 4 % liegt ist ein Wert von 20 % zu niedrig angesetzt. Außerdem sollte der pH-Wert im Tagesmittel bei >6,15 im Pansen liegen damit keine Gefahr von subklinischen Azidosen ausgeht. Ebenfalls wichtig sind die Gehalte an abbaubarer Stärke, mit höheren Anteilen in der Ration sollten auch die Anteile an peNDF steigen. Der pH-Wert im Pansen steigt mit erhöhten peNDF gehalten bis er ab einem Anteil von 31% peNDF etwa gleich bleibt 6,3 bleibt (STEINGASS und PRIESMANN, 2010). Die nachfolgende Tabelle zeigt die benötigten Anteile an peNDF bei verschiedenen TM-Aufnahmen und gehalten abbaubarer Stärke.

für peNDF_{>8mm}

Stärke (% i. TM)	TM-Aufnahme (kg)				
	18	20	22	24	26
14	12	13	14,5	16	17,5
18	13,5	15	16,5	18	20,5
22	15,5	17	19	21	22*
26	18	20	22	22*	22*
30	20	24	22*	22*	XS red.

pH 6,22 erreicht

pH 6,14 erreicht

* Begrenzung
damit Futteraufnahme
nicht sinkt

Abbildung 1: Benötigte Anteile an peNDF bei unterschiedlichen TM Aufnahmen und gehalten ruminal abbaubarer Stärke (STEINGASS und ZEBELI, 2008)

Mit Blick auf Abbildung 1 lässt sich schlussfolgern das optimale peNDF Gehalte um die 22 % liegen bei einem Milchfettgehalt von 4 %. Die Ermittlung der peNDF lässt sich einfach und vor allem auch ungeübte Personen mithilfe der „Schüttelbox“ bestimmen. Hierbei wird eine Futterprobe in einen dreiteiligen Siebkasten gegeben, die Siebe haben eine Lochgröße von jeweils 19 mm und 8 mm. Die Siebbox wird dann insgesamt 40-mal bewegt (2x5 in jede Richtung). Nach Auswertung der Rückstände in jedem Siebkasten lässt sich eine genaue

Partikelgrößenverteilung von Grobfutter und TMR bestimmen. Mit der peNDF ist die genaueste bedarfsgerechte Ermittlung von Struktur zur Versorgung einer Milchkuh gegeben, da hierdurch sowohl chemische (NDF) als auch physikalische (Partikellänge) Eigenschaften miteinander verbunden sind (STEINGASS, 2010). Zur Rationsplanung sollte die Kenngröße NDF herangezogen werden, Zielwert ist um die 300 g/kg TM (ZEBELI et al. 2007).

2.3 Weender Analyse

Die Weender Analyse (Abbildung 2) ist eine Methode zur Bestimmung der Grundzusammensetzung von Futtermitteln, welche 1864 von Wilhem Henneberg und Friedrich Stohman an der landwirtschaftlichen Versuchstation in Weende nahe Göttingen entwickelt wurde. Zur Ermittlung der einzelnen Futterbestandteile wird das Futter bei 103 °C vier Stunden lang getrocknet bis kein Gewichtsverlust mehr festzustellen ist, wodurch das Wasser entzogen ist. Daraus ergibt sich die Trockenmasse der Futterprobe. Diese wird verbrannt bis nur noch die Rohasche übrig bleibt. Die Rohasche enthält Stoffe wie Sand, Silikate und Mineralstoffe. Aus der Differenz der Rohasche und TM ergibt sich die organische Substanz. Diese unterteilt sich in Rohprotein, Rohfett, Rohfaser und Stickstoff freie Extraktstoffe. Das Rohprotein ist Summe aller Verbindungen welche Stickstoff enthalten. Zur Bestimmung des Rohproteins wird als erstes der Stickstoffgehalt der Probe ermittelt. Meist wird dazu die Kjeldahlsche Stickstoffbestimmung angewendet, danach wird der ermittelte Wert mit 6,25 multipliziert. Dieser Wert ergibt sich aus dem reziproken Wert des typischen N-Gehaltes von Rohprotein (Eiweiß enthält 16% Stickstoff). Der Rohfettgehalt ergibt sich aus dem Teil des Futtermittels, welcher sich in Fettlösungsmitteln wie zum Beispiel Petrolether löst. Darunter fallen neben energiereichen Fetten auch unverdauliche Stoffe wie Harze und Wachse. Zur Ermittlung der Rohfaser wird das Futtermittel mit Säuren und Basen abwechselnd behandelt, bis nur noch der unlösliche fett-, stickstoff- und aschefreie Rückstand übrig bleibt. Hierunter fallen unlösliche Polysaccharide wie Zellulose, Pentosane und Lignin, welche meist Zellwandbestandteile von Pflanzen sind. Als Stickstoff freie Extraktstoffe werden alle Stoffe bezeichnet die nicht in die vorherigen Stoffgruppen einzuordnen sind. Dazu zählen alle Zuckerverbindungen, Stärke, Inulin und gewisse Teile löslicher Gerüstsubstanzen wie Lignin und Pektine. Zur Berechnung der NfE werden die Anteile von XP, XL und XF von der organischen Substanz abgezogen, woraus sich als Differenz die NfE ergibt (WEYRAUCH, 2012).

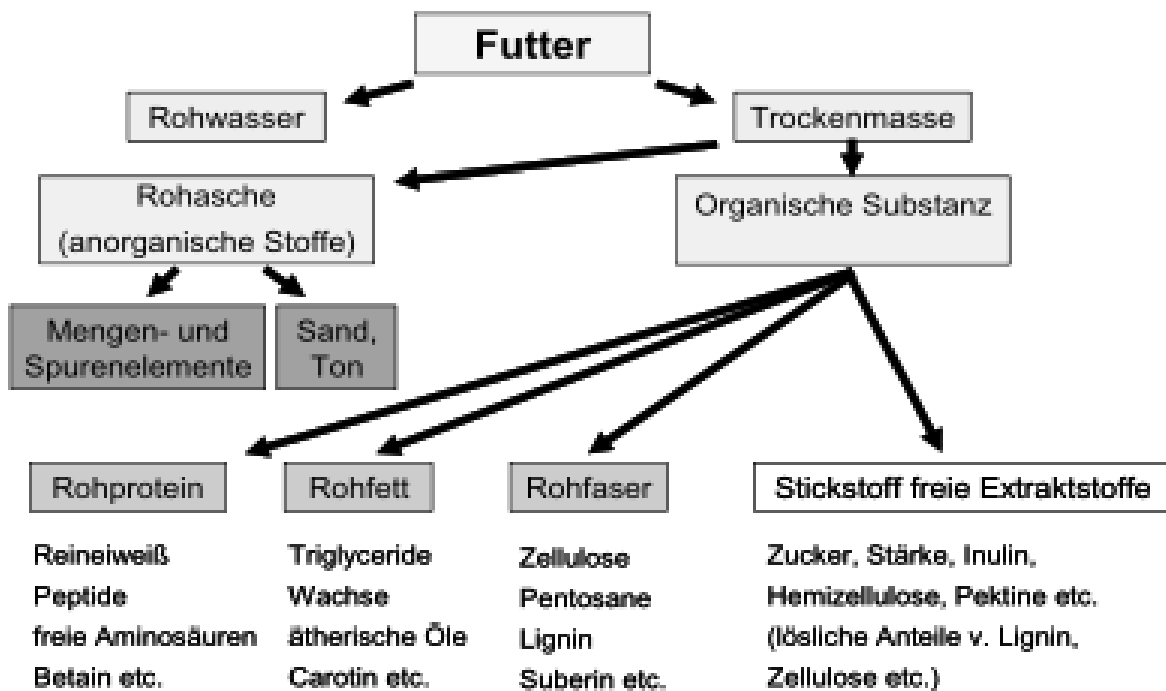


Abbildung 2: Weender Analyse

Quelle: Wikipedia

Die Weender Analyse ist ein standardisiertes System welches eine quantitative Aussage zu den Bestandteilen eines Futtermittels gibt. Sie ist mit heutigen Methoden einfach anzuwenden und wird international einheitlich angewendet. Zu beachten ist das die Analyse keinerlei Aufschluss über die Qualität eines Futtermittels gibt, auch sind die tatsächlichen Gehalte an Mineralstoffen und Spurenelemente in dieser Methode unberücksichtigt. Auch ist die Unterteilung der Kohlenhydrate in Rohfaser und NfE ein Nachteil der dazu führen kann das in bestimmten Fällen die Verdaulichkeit der Rohfaser besser ist als die der NfE (Heimtierwissen, Futtermittelanalyse).

2.4 Detergenzien-Analyse

Eine erweiterte Form der Weender Analyse (Abbildung 3) wurde 1967 von Van Soest entwickelt. Bei dieser Analyse werden die Kohlenhydrate und NfE genau untersucht und in zwei große Gruppen aufgeteilt. Zu der ersten Gruppe den Zellinhaltsstoffen gehören Rohfett, Rohprotein und als Teil der NfE Stärke, Zucker und eine Restgröße vom organischen Rest. Zu

den Zellwandbestandteilen gehören vor allem Strukturkohlenhydrate wie Zellulose, Hemicellulose und Lignin. Diese Gruppe besteht aus der Fraktion der Rohfaser und einem Teil der NfE. Als gesamter Bestandteil der Zellwände gilt der Wert NDF (Neutral Detergent Fibre). Als ADF (Acid Detergent Fibre) wird der Wert bezeichnet, welche die in Säuren Detergenzien unlöslichen Fasern beschreibt. Hierzu zählen Zellulose und Lignin, diese Substanzen gelten als schwer verdaulich. Die Differenz aus NDF und ADF bildet den Wert ADL (Acid Detergent Lignin), dieser Wert umfasst den Hemicelluloseanteil und gilt als gut verdaulich. Die löslichen Kohlenhydrate wie Stärke und Pektine werden als NFC (Nichtfaser-Kohlenhydrate) zusammengefasst und lassen sich nur rechnerisch ermitteln.

$$\text{NFC} = \text{Trockenmasse} - (\text{Rohasche} + \text{Rohprotein} + \text{Rohfett} + \text{NDF})$$

Die NFC werden im Pansen schnell fermentiert und sind eine bedeutende Energiequelle für die Pansenmikroben.

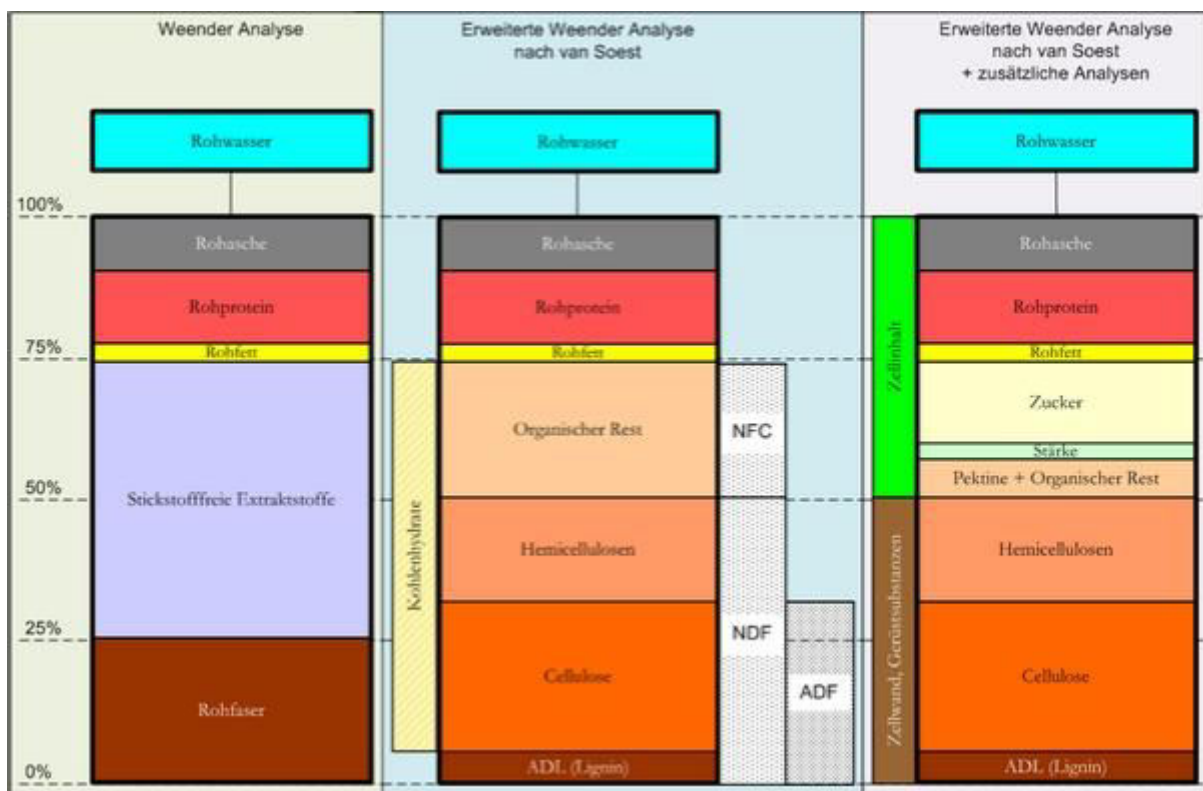


Abbildung 3: Erweiterte Weender Analyse

Quelle: Degupedia.de / Forum

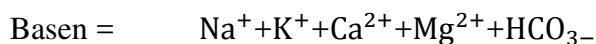
Die erweiterte Weender Analyse hat den Vorteil, dass sie Zellinhaltsstoffe und Zellwandbestandteile in ernährungsphysiologisch bedeutsame Teile auftrennt, wodurch sich eine Milchviehration genauer berechnen und ernährungsphysiologisch wertvoller gestalten

lässt. Durch modernste Technologie und neue Analyseverfahren, wie der Nah-Infrarot-Spektroskopie, lassen sich die organischen Bestandteile genauestens messen und angeben. Durch Zusammenfassung dieser Verfahren lässt sich eine genaue Aussage über den Gehalt von zu untersuchenden Stoffen und deren Wertigkeit im ernährungsphysiologischen Bereich aufstellen (GRUBER 2009).

2.5 Stoffwechseluntersuchungen

Netto-Säure-Basen-Ausscheidung

Als Netto-Säure-Basen-Ausscheidung wird die Differenz der ausgeschiedenen Basen und Säuren im Harn bezeichnet, als Maßeinheit wird mmol/l verwendet. Als Säuren werden Verbindungen bezeichnet, die H⁺-Ionen abgeben. Im Gegensatz dazu stehen Basen, welche H⁺-Ionen aufnehmen. Die Gesamtheit der Säuren und Basen im Harn setzt sich folgendermaßen zusammen:



Zur Ermittlung der NSBA sollten die Proben möglichst schnell nach ihrer Entnahme ins Labor geschickt werden oder alternativ eingefroren werden. Im Labor wird der Wert nach der Titrationsmethode Kutas (1965) ermittelt. Es gibt zwei Untersuchungsmöglichkeiten:

- einfache NSBA

Hierbei erfolgt die Bestimmung unabhängig vom pH-Wert bis zu einem bestimmten Farbumschlag der Probe.

- fraktionierte NSBA

Diese Methode liefert genauere Ergebnisse durch die Titration bis auf einen bestimmten pH-Wert.

Die NSBA gibt Aufschluss darüber, wie sehr die Körper einflussnehmenden Substanzen den pH-Wert bestimmen und damit eine Azidose bzw. alkalotische Belastung herbeiführen. Durch den NSBA Wert lässt sich somit auch eine bedarfsgerechte Strukturversorgung des Tieres ablesen. Durch vermehrten Einsatz strukturwirksamer Rohfaser kaut das Tier häufiger wieder,

was zu einem vermehrten Speichelfluss führt und den pH-Wert in den alkalischen Bereich bringt (VETION, Fütterungscontrolling bei Milchkühen, 2010). Die Empfehlungen für NSBA-Gehalte sind in Tabelle 3 ersichtlich.

Tabelle 3: Auswirkungen der NSBA-Werte für Laktierende Milchkühe

Belastungsgrad	NSBA in mmol/l
Physiologisch	100-200
Geringgradige azidotische Belastung	50-99
Mittelgradige azidotische Belastung	0-49
Hochgradige azidotische Belastung	< 0
Alkalotische Belastung	> 200

Quelle: Tiergesundheits- und Krankheitslehre

Bei kraftfutterreich gefütterten Tieren wie Hochleistungskühen, ist ein Referenzwert von 0-60 mmol/l als unbedenklich anzusehen.

Einen starken Einfluss auf die NSBA übt die DCAB (Dietary Cation Anion Balance) aus. Die DCAB befasst sich mit der Kationen- (Kalium Natrium) und Anionen- (Chlorid Sulfat) Bilanz in der Futterrationsration und wird in meq/kg TM angegeben. Während der Laktation wird ein Positiver Wert von +100 bis +200 meq/kg TM angestrebt. Bei trockenstehenden Tieren ist ein Wert von -100 bis -150 gewünscht. Dadurch soll der Blut- und Harnstoff-pH-Wert absinken, was eine Begünstigung des Mineralstoffhaushalts zur Folge hat und Krankheiten wie Milchfieber und Gebärgparese vorbeugt (ULBRICH et al. 2004).

Die Ermittlung der DCAB erfolgt nach der Formel von OETZEL (2002):

$$\text{DCAB (meq/kg TM)} = (\text{Na}\% \times 435 + \text{K}\% \times 256) - (\text{Cl}\% \times 282 + \text{S}\% \times 624)$$

Futtermittel, welche die DCAB in den positiven Bereich lenken, sind Sojaextraktionsschrot sowie Grünfutter. Rapsextraktionsschrot beeinflussen die DCAB negativ.

Neben der NSBA werden in milchviehhaltenden Betrieben meist weitere Untersuchungen durch Blut- und Harnstoffproben durchgeführt. Zu den wichtigsten Parametern der Stoffwechseluntersuchungen im Blut zählen:

- **Glutamat-Dehydrogenase (GLDH)**
GLDH ist ein Enzym, welches die Oxidation von Glutamat zu α -Ketoglutarat katalysiert. Bei Stoffwechseluntersuchungen dient es zur Aussage über Leberschäden (doccheck.com).
- **Hydroxybutyrat (Ketokörper)**
Längere Hungerzeiten oder Mangel an Glucose führen zu einem Anstieg der Ketokörper im Blut. Bei höheren Ketokörperspiegeln im Blut sinkt der pH-Wert und es besteht die Gefahr einer metabolischen Azidose(doccheck.com).
- **Aspartat-Amino-Transferase (ASAT)**
ASAT ist ein Enzym, welches in Herz- und Skelettmuskelzellen sowie Leber und Nieren vorkommt. Eine Erhöhung von ASAT im Blut weist auf Leberschäden und Verletzungen hin (doccheck.com).
- **Freie Fettsäuren (FFS)**
FFS gelangen durch eingesetzte Nahrungsfette in den Körper und werden von der Leber verstoffwechselt. Eine Erhöhung birgt die Gefahr von Ketose und dem Fettmobilisationssyndrom (medicoconsult.de).

2.6 Rationsplanung für Milchkühe

Grundlage für eine hohe Milchleistung und Gesundheit einer Milchkuh ist eine an die Bedürfnisse des Tieres angepasste Futterration. Zur optimalen Rationsgestaltung müssen mehrere Eckpunkte beachtet werden. Dazu zählen:

- Rasse
- Milchleistung
- Laktationsstadium
- Betriebliche Gegebenheiten
- Milchinhaltstoffe

Ziel der Rationsplanung ist es, die vorhandenen und zugekauften Futtermittel so einzusetzen, dass eine optimale Energieversorgung bei gleichzeitig kostengünstigem Einsatz gewährleistet

ist. Erster Ansatz zur Rationsplanung ist die genaue Kenntnis der Nährstoffgehalte aller einzusetzenden Futtermittel. Um diese Werte zu ermitteln und zu überprüfen sind regelmäßige Futtermitteluntersuchungen durch Labore unabdingbar. Ein wesentlicher Bezugspunkt zur Rationsgestaltung ist die Frage nach dem Energiebedarf. Dieser setzt sich aus dem Erhaltungs- und Leistungsbedarf zusammen. Der Leistungsbedarf ist der Bedarf welcher aufgebracht werden muss, um alle lebenswichtigen Körperfunktionen wie Bewegung, Körpertemperatur oder Stoffwechsel aufrecht zu erhalten. Steht nicht genügend Energie zu Verfügung, werden so lange körpereigene Reserven aufgebraucht, bis keine mehr zur Verfügung stehen.

Die Formel für den Erhaltungsbedarf setzt sich folgendermaßen zusammen:

$$\text{Erhaltung (MJ NEL/Tag)} = 0,293 * \text{kg Lebendmasse}^{0,75}$$

In Tabelle 4 ist ersichtlich, welcher Erhaltungsbedarf bei verschiedenen Lebendmassen notwendig ist.

Tabelle 4: Erhaltungsbedarf bei unterschiedlichen Lebendmassen

Lebendmasse (kg)	Erhaltungsbedarf (MJ NEL/Tag)
500	31,0
550	33,3
600	35,5
650	37,7
700	39,9
750	42,0
800	44,1

Quelle: Institut für Tierernährung/Fütterung Milchkühe

Der Leistungsbedarf bei Milchkühen richtet sich nach der Höhe der Milchleistung und dem Energiegehalt der Milch. Bei einer durchschnittlichen in Deutschland üblichen Milch mit einem Fettgehalt von 4 % und einem Eiweißgehalt von 3,4 % müssen 3,17 ME NEL für die

Erzeugung aufgewendet werden. Eine Kuh mit einer Lebendmasse von 650 kg und einer täglichen Milchmenge von 40 kg benötigt rund 169 ME NEL pro Tag (GfE 2001). Bei abweichenden Fett- und Eiweißgehalten hat sich die Energiekorrigierte Milchmenge (ECM) als gutes Werkzeug zur Berechnung der Rationen bei abweichenden Milchinhaltsstoffen erwiesen.

$$ECM \text{ (kg)} = \frac{\text{Milch(kg)} \times (0,38 \times (\text{Fett}\%)) + 0,21 \times (\text{Eiweiß}\%)) + 1,05}{3,28}$$

Der Bedarf an Energie für verschiedene Milchmengen ist in Tabelle 5 ersichtlich.

Tabelle 5: Leistungsbedarf bei unterschiedlichen Milchmengen

Milchmenge in kg	MJ NEL
10	31,7
15	47,6
20	63,4
25	67,3
30	95,1
35	111
40	126,8
45	142,7

Quelle: (GfE (2001))

Der Einsatz aller Bestandteile einer Ration für Milchkühe muss sorgfältig abgewogen werden und an den jeweiligen Bedarf der Tiere und ihrer Leistung angepasst werden. Ebenso spielt die Gesundheit der Tiere eine wichtige Rolle und wird von der Rationsgestaltung stark beeinflusst. Zu beachten sind einige Parameter um bei steigender Milchleistung und damit einhergehendem Kraftfuttereinsatz die Kuh nicht zu überstrapazieren. So sollte der Anteil an Grobfutter in der Gesamtration in jedem Fall mindestens 60 % beinhalten (LfL Bayern Gruber Tabelle 2015). Dieser Anteil ist wichtig, um die Gesundheit der Kuh bei höheren Kraftfuttermittelanteilen in der Ration zu erhalten. Bei Hochleistungstieren wird der Grobfutteranteil meist unterschätzt und es kann häufig zu Acidosen und anderen Verdauungskrankheiten kommen. Der Rohfasergehalt einer Ration ist bei 16-18 % anzusetzen (2,8-3 kg aus der Grundration), dabei sollten 2/3 strukturwirksame Rohfaser ausmachen. Der Strukturwert sollte mindestens 1,2 in der Gesamtration sein. Zucker und Stärke sollten zusammen nicht über 300 g/kg TM betragen (LfL Bayern Gruber Tabelle 2015). Zum einen

wirkt sich ein zu hoher Wert negativ auf den Pansen pH-Wert aus, wodurch die Gefahr einer Azidose durch verminderten Speichereinfluss besteht. Ein anderer Aspekt ist die begrenzte Verdaulichkeit von Stärke im Pansen. Ein Anteil der Stärke wird bereits im Pansen abgebaut, wodurch ihr volles Energiepotenzial nicht ausgenutzt werden. Bei Milchleistungen um 50 kg pro Tag werden Futtermittel eingesetzt, deren Stärke relativ langsam oder unvollständig im Pansen abgebaut wird. Dadurch erreichen größere Mengen den Dünndarm, wo sie aus energetischer Sicht sinnvoller verstoffwechselt werden. Als Vertreter solcher Futtermittel zählen Sorghum und Mais (KOCH und PRIEST, 2009).

Durch den gestiegenen Energiebedarf bei Hochleistungstieren und der begrenzten Aufnahme von Kraftfutter werden mittlerweile häufig Futterfette in die Ration eingemischt. In fast allen Futtermitteln ist Fett enthalten. So ist bei pflanzlichen Futtermitteln der Anteil meist geringer als bei Erzeugnissen tierischer Herkunft. Bei den häufig zum Einsatz kommenden Ölsaaten ist der Anteil an Fett jedoch beachtlich, weshalb sich diese auch als sehr gute Futterkomponenten eignen. Ziel des Einsatzes von Futterfetten ist hauptsächlich die energetische Aufwertung von Futterrationen. Daneben zählen aber auch noch Faktoren wie technologische Vorzüge bei der Mischfutterherstellung und Fütterungspraxis wie geringere Staubbelastung und geringerer Energiebedarf beim Pelletieren als Argument für den Einsatz von Futterfetten. Die gezielte Einflussnahme auf das Fettsäuremuster tierischer Produkte sorgt beispielsweise für eine bessere Streichfähigkeit der Butter, was durch den Einsatz von Futterfetten erreicht werden kann. Der Einsatz von Fetten in der Ration sollte nicht mehr als 5 % von der TM sein, jedoch kann beim Einsatz pansengeschützter Fette der Anteil bis zu 10 % betragen. Bei höheren Mengen wird der Kohlenhydratabbau im Pansen gestört und es kommt zu einer Verminderung der Futterraufnahme (JEROCH et al., 2008).

Als unentbehrliche Futterbestandteile (obwohl nur in geringen Mengen vorhanden) gelten die Mineralstoffe in einer Futterration. Sie haben im Organismus unterschiedliche Funktionen und bereits geringe Mangelercheinungen können zu schwerwiegenden gesundheitlichen Problemen führen. Im Organismus selbst liegen sie entweder als schwer lösliche Salze vor oder in freier Ionenform. Man unterscheidet dabei je nach Vorhandensein im Organismus zwischen Mengen- und Spurenelementen, der notwendigen Konzentration im Futter oder der biochemischen Funktion. Zu den Mengenelementen zählen Ca, P, Mg, Na, K, Cl, und S. Im Organismus kommen diese Elemente zwischen 0,4 g/kg und 20 g/kg Körpermasse vor. Der Bedarf liegt zwischen 1 und 35 g/kg TM der Futterration. Laut JEROCH et al. (2008), wird die Funktion von Mengenelementen hauptsächlich als Träger biochemischer Reaktionen, dem

Aktivieren und Inhibieren von Stoffwechselprozessen und der Regulation des Elektrolyt- und Wasserhaushaltes beschrieben (Ernährung Landwirtschaftlicher Nutztiere, 2008). Bei einer Überversorgung kann es zu toxischen Erscheinungen und Veränderungen des biochemischen Stoffwechsels kommen. In Tabelle 6 werden die Empfehlungen der Mengenelemente pro kg TM beschrieben.

Tabelle 6: Empfohlene Versorgung mit Mengenelementen

Mengenelement	Empfehlung für die Versorgung pro kg TM in g
Calcium	4-6
Phosphor	3,2-3,6
Natrium	1,2-1,5
Magnesium	2,5-3,0
Kalium	10-12
Chlor	3,5-8,0
Schwefel	1,5-2,0

Quelle: (GfE (2001))

Als Spurenelemente werden Kobalt, Eisen, Iod, Kupfer, Mangan, Selen und Zink bezeichnet. Der Mittlere Gehalt im Organismus liegt mit Ausnahme von Eisen unter 50 mg/kg Körpermasse. Die Funktion von Spurenelementen ist hauptsächlich als Aktivator und Bestandteil von Enzymen. Ebenso wie bei Mengenelementen kann es bei einer Über- oder Unterversorgung zu gesundheitlichen Komplikationen kommen.

2.7 Fütterungstechnik

Neben dem optimalen Ausgleich der Futtermittelration und der bedarfsgerechten Versorgung ist das System der Fütterung ein weiterer wichtiger Aspekt für jeden Betrieb. Durch verschiedene Umweltbedingungen in den Unternehmen unterscheiden sich auch die Fütterungstechniken. Da in einer Ration viele Bestandteile unterschiedlicher Futterkomponenten zusammenkommen, stellt sich als Erstes die Frage, wie Entnahme und Transport geregelt werden. Sind alle Lagerstätten und Ställe auf einem Standort vorhanden, reichen Entnahmegereäte mit kleinerem Fassungsvermögen. Bei weiteren Wegen zwischen

Lagerstätten und Ställen sind Futtermischwagen von Vorteil, die fertige Rationen auch an entferntere Ställe transportieren können. Als Argument für selbstfahrende Futtermischwagen spricht auch, dass diese die einzelnen Komponenten an Ort und Stelle vermischen können. Im Gegensatz zu stationären Mischeinrichtungen können weiterhin verschiedene Standorte angefahren werden. Nicht unüblich ist die Kombination aus beiden Verfahren. So wird beispielsweise der Milchviehstall mit einem stationären Mischer versorgt während die Aufzuchttiere allein vom Futtermischwagen bedient werden. Für die Verteilung des Futters hat sich besonders in der automatischen Fütterung die Bandfütterung oder schienengeführte Fütterung bewährt. Dabei wird die fertig gemischte Ration direkt in Futtertröge oder auf dem Futtertisch abgelegt. Vorteilhaft sind hierbei der geringe Arbeitsaufwand und das vollautomatische Füttern aller Leistungsgruppen. Zu beachten ist jedoch, dass diese Art von Fütterungstechnik einen hohen Investitionsbedarf benötigt und einen höheren Energiebedarf hat. Die Auswahl eines Fütterungssystems hängt immer von der Betriebsgröße sowie dem vorhandenem Betriebsmanagement ab.

Bei der Fütterung von Hochleistungsmilchkühen haben sich anhand der Fütterungsvorlage in der heutigen Zeit verschiedene Systeme entwickelt. Als bekanntestes System zählt die TMR. Hierbei wird Grundfutter, Kraftfutter und Mineralfutter miteinander gemischt und gleichzeitig der Milchkuh zum Verzehr vorgelegt. Dieses Verfahren hat den Vorteil einer einheitlichen Futtermischung, welche den Arbeitsaufwand senkt. Um die Tiere jedoch Individuell ihres Laktationsstatus zu ernähren, ist eine Aufteilung in Gruppen erforderlich. Dies setzt jedoch eine gewisse Herdengröße voraus und ist daher nicht für alle Betriebe geeignet. Bei der AMR werden ebenfalls Grundfutter und Mineralfutter sowie ein kleiner Teil Kraftfutter als einheitliche Ration vorgelegt. Der Großteil an Kraftfutter wird jedoch je nach Bedarf über eine Station zugeteilt. Vorteilhaft ist, dass hierbei keine Gruppen eingeteilt werden müssen, was besonders für kleine Betriebe geeignet ist. Die Gefahr einer separaten Kraftfutterzuteilung besteht darin, dass heftige pH-Wert Schwankungen durch hohe Kraftfuttermengen eine Pansenazidose hervorrufen können (Dr. Georg Wendl, Fütterungstechnik für die Milchviehhaltung 2008).

3. Zielstellung

Die Versorgung der Milchkühe mit ausreichenden Mengen an strukturwirksamen Futterbestandteilen ist eine wesentliche Aufgabe der Rationsgestaltung in den Unternehmen. In den Analysen wurden die Daten auf dem Betrieb „Agrargenossenschaft im Ohnetal eG Niederorschel“ erhoben und ausgewertet. Für die vorliegenden Untersuchungen stehen dabei folgende Fragestellungen im Fokus der Analysen:

1. Welche Partikelverteilung zeigen Grassilage, Maissilage und TMR bei der Nutzung einer dreiteiligen Schüttelbox und welche Rückschlüsse können für das Fütterungskonzept abgeleitet werden?
2. Welche Übereinstimmung kann zwischen der gerechneten Ration und der wahren Ration des Futtermischwagens in Bezug auf den Gehalt der Roh Nährstoffe sowie der Energiegehalte beobachtet werden?
3. Wie wirken sich die Bewertungen der Struktur der Futtermittel und der TMR (Vorbereitungsfütterung, Frischmelker und Hochleistung) auf den Gehalt der NSBA im Harn der Kühe aus?

Aus den Ergebnissen sollen praktische Empfehlungen und Hinweise zur weiteren Optimierung der Fütterung im analysierten Unternehmen abgeleitet werden.

4. Material und Methode

Die in dieser Arbeit verwendeten Daten stammen aus dem Untersuchungsbetrieb der Agrargenossenschaft „im Ohnetal“ eG Niederorschel im Zeitraum Anfang März bis Anfang April 2016 erhoben. Dabei wurden die Futterrationen von jeweils drei verschiedenen Tiergruppen an drei aufeinanderfolgenden Tagen untersucht. Die Untersuchung der Futterproben erfolgte im Labor der „LKS-Landwirtschaftliche Kommunikations- und Service-GmbH“. Desweiteren erfolgte eine Beurteilung der Anwelksilage und Maissilage sowie der TMR der Tiergruppen der Hochleistungs- und Vorbereitungskühe mit Hilfe einer „Schüttelbox“ auf die Verteilung der Partikelgröße. Zusätzlich wurden noch Stoffwechseluntersuchungen in den drei Leistungsgruppen mit Hilfe von Blut- und Harnstofftests durchgeführt.

4.1 Untersuchungsbetrieb Agrargenossenschaft „im Ohnetal“ eG Niederorschel

Die Agrargenossenschaft „im Ohnetal“ eG Niederorschel ist ein Gemischtbetrieb, bestehend aus den Bereichen Pflanzenproduktion, Milchproduktion und Biogasanlage. Im Bereich Pflanzenproduktion wurde im Wirtschaftsjahr 2015 auf insgesamt 1143 ha Weizen, Raps, Gerste, Mais und Bohnen angebaut. Der angebaute Mais wird siliert und als eigenes Futter verwendet, ein Teil wird auch zum Betrieb der Biogasanlage genutzt. Auf etwa 190 ha Grünland wird für den Bereich Milchproduktion Anwelksilage erwirtschaftet.

Der Bereich Milchproduktion umfasst zurzeit etwa 615 Tiere. Dazu zählen derzeit 412 gemolkene Tiere. Der Rest setzt sich aus Färsen, trockenstehenden, und Aufzuchtstieren zusammen. Die Weiblich-Kälber werden als Nachzucht aufgezogen, wobei die Männlichen mit einem Alter von 14 Tagen an Mastbetriebe verkauft werden.

Die Biogasanlage hat eine Leistung von 185 KW und wird mit hofeigener Gülle und Futtermitteln betrieben. Die dabei entstehende Abwärme wird zur Beheizung der Sozialräume des Unternehmens genutzt.

4.2 Tiermaterial

Die untersuchten Tiere des Betriebes sind allesamt Kühe der Rasse Deutsche Holstein. Die Zusammensetzung der drei Tiergruppen ist in Tabelle 7 ersichtlich.

Tabelle 7: Untersuchte Tiere der Agrargenossenschaft Niederorschel

	Vorbereitergruppe	Frischmelkergruppe	Hochleistungsgruppe
Anzahl Tiere	33	132	127
Verweildauer in der Gruppe	3-0 Wochen a.p.	3-10 Tage p.p.	Bis Leistung unter 35 kg Milch pro Tag fällt, oder Gefahr der Verfettung besteht

4.3 Futtermischwagen

der Futtermischwagen der Agrargenossenschaft „im Ohnetal“ eG Niederorschel trägt die Bezeichnung TrioletTriotrac 2-1700 (Abbildung 4). Dieses Modell ist ein Selbstfahrer mit 17 m³ Fassungsvermögen. Der Schneidrahmen kann etwa 30 cm tief in die Silokante einschneiden und besitzt eine Breite von 1,85 m. Die Entnahmehöhe beträgt bis zu 5,10 m. Dadurch können pro Minute etwa 1400 kg Grassilage bzw. 3000 kg Maissilage geladen werden. Die Entladung erfolgt entweder vorneausladend oder per Seite. Im Mischbehälter befinden sich zwei vertikal liegende Dosier- und Mischschnecken. Durch die hohe Geschwindigkeit beim Entladen können bis zu 130 Kühe in 15 Minuten gefüttert werden. Durch das teleskopische Ladesystem mit Schneidkurvenkorrektur soll eine glatte Entnahmefläche geschaffen werden, welche die Futterqualität besonders bei Flachsilos nicht einschränkt. Ebenso ist es mit der Maschine möglich, Futter von Halden oder Schüttbergen zu entnehmen, was sich besonders bei Stroh oder Einzelfutterkomponenten, wie Mais als vorteilhaft zeigt. Ebenfalls ist der Futtermischwagen mit einer Wiegeeinrichtung ausgestattet, welche durch einen USB Stick auch auf den Computer übertragen werden kann, dadurch ist eine exakte Rationsplanung möglich. Um weitere Strecken auch über öffentliche Straßen antreten zu können, ist der Futtermischwagen mit allen dazu benötigten Komponenten, wie Druckluftbremse oder entsprechender Beleuchtung ausgestattet.



Abbildung 4: Futtermischwagen der Agrargenossenschaft Niederorschel

4.4 Rationszusammenstellung

Die Rationszusammenstellung der Leistungsgruppen der Agrargenossenschaft „im Ohnetal“ eG Niederorschel wird von der „TrouwNutricon Deutschland GmbH“ mit Absprache des Betriebs zusammengestellt. Die einzelnen Gruppen werden viermal am Tag über eine Bandfutteranlage gefüttert.

4.4.1 Rationszusammenstellung Vorbereitergruppe

Die Berechnung der Vorbereitergruppe orientiert sich am Erhaltungsbedarf einer 650 kg schweren HF Kuh, welche sich im Zeitraum von 0-3 Wochen vor der Kalbung befindet. (Abbildung 5)

Gesamtration	TS	Gesamt TS	Anteil kg
Grassil.N.orschel 2.Schnitt 15	433	3031	7,000
Maissilage Nied.2015	300	4500	15,000
Trockenschnitzel*	900	450	0,500
Gerste 4 zeilig*	880	440	0,500
Sojaextr.schrot 42% RP*	880	440	0,500
Rapsextraktionsschrot*	880	440	0,500
Wisán	886	266	0,300
Gerstenstroh	860	2150	2,500
Milkinal 21	960	192	0,200
Milki Sincropac Konzentrat	999	50	0,050
		11959	27,050

Abbildung 5: Futterbestandteile der Vorbereiterration

Die Vorbereitergruppe erhält eine Futtevorlage von 27,05 kg pro Tier, dabei sind 11,959 kg Trockensubstanz. Als Grundfutter werden 7 kg Grassilage sowie 15 kg Maissilage aus eigener Herstellung eingesetzt, dazu kommen noch 0,5 kg silierte Trockenschnitzel aus Zuckerrüben, welche zugekauft werden. Dies entspricht einem Grundfutteranteil von etwa 83%. Aus eigenem Anbau werden ebenfalls 0,5 kg geschrotete Gerste zur schnellen Verfügbarkeit von Stärke gefüttert. Als Kraftfutter werden 0,5 kg Sojaextrationsschrot mit 42 % XP sowie 0,5 kg Rapsextrationsschrot und 0,3 kg Wisan verfüttert. Bei Wisan handelt es sich um geschütztes Rapsextrationsschrot, welches durch physikalisch-thermische Behandlung aufgeschlossen wird und damit die Verdaulichkeit verbessert. Als Strukturfutter werden 2,5 kg gehäckseltes Gerstenstroh verwendet. Um die Versorgung mit Mengen- und Spurenelementen sowie Vitaminen ausreichend zu gewährleisten, wird 0,2 kg Milkinal 21 verfüttert. Außerdem befinden sich in der Ration noch 0,05 kg MilkiSincropac Konzentrat. Dabei handelt es sich um aufgeschlossenen Harnstoff, welcher als Stickstoffquelle zur Eiweißbildung im Pansen dienen soll.

4.4.2 Rationszusammenstellung Frischmelkergruppe

In Abbildung 6 ist die Zusammensetzung der Frischmelkerration ersichtlich. Zur Vereinfachung des Fütterungskonzepts des Betriebs und einer gleichzeitigen bedarfsgerechten Ernährung der Gruppe wurde die Ration zu 70 % der Hochleistungsgruppe und 30 % der Altmelkergruppe zusammengestellt. Die einzelnen Komponenten der Altmelkergruppe sind in

Abbildung 7 zu sehen, die der Hochleistungsgruppe in Abbildung 8. Bei der Rationsplanung der Frischmelkergruppe wird von einer 650 kg schweren HF Kuh mit einer Milchleistung von 31kg pro Tag sowie einem Milchfettgehalt von 4% und einem Milcheiweißgehalt von 3,4% ausgegangen.

Nummer	Gesamtration	TS	Gesamt TS	Anteil kg
1033	Niederorschel HL	428	14558	34,000
1034	Niederorschel AM	380	5325	14,000
22	Gerste 4 zeilig*	880	1320	1,500
			21203	49,500

Abbildung 6: Futterbestandteile der Frischmelkerration

Die Rationsplanung der Altmelkerration in Abbildung (...) basiert auf der Leistung einer HF Kuh mit 650 kg Lebendmasse sowie einer Milchleistung von 26 kg pro Tag mit einem Milchfettgehalt von 4,5 % und einem Milcheiweißgehalt von 3,8 %.

Gesamtration	TS	Gesamt TS	Anteil kg
Grassil.1.Schn.2014 Kleinbart	245	980	4,000
Grassil.N.orschel 2.Schnitt 15	433	4330	10,000
Maissilage Nied.2015	300	7200	24,000
Gerstenstroh	860	172	0,200
Biertreber, siliert	262	786	3,000
Gerste 4 zeilig*	880	2640	3,000
Mais*	880	264	0,300
Rapsextraktionsschrot*	880	1408	1,600
Sojaextr.schrot 42% RP*	880	616	0,700
Wisane	886	222	0,250
Mineral Milkinal Niederorschel	980	274	0,280
Milki Sincropac Konzentrat	999	90	0,090
Viehsalz	970	19	0,020
		19001	47,440

Abbildung 7: Futterbestandteile der Altmelkerration

4.4.3 Rationszusammenstellung Hochleistungsgruppe

Bei der Hochleistungsgruppe liegt der Berechnung des Energiebedarfs eine 650 kg schwere HF Kuh zugrunde mit einer durchschnittlichen Milchleistung von 40 kg sowie 3,4 % Eiweiß und 3,9 % Fett. (Abbildung 8)

Gesamtration	TS	Gesamt TS	Anteil kg
Grassil.N.orschel 2.Schnitt 15	433	4763	11,000
Maissilage Nied.2015	300	7800	26,000
Gerstenstroh	860	258	0,300
Gesch. Fett Lactoplus 2000	995	199	0,200
Biertreber, siliert	262	1048	4,000
Trockenschnitzel*	900	1350	1,500
Gerste 4 zeilig*	880	3080	3,500
Mais*	880	1540	1,750
Rapsextraktionsschrot*	880	1320	1,500
Sojaextr.schrot 42% RP*	880	1320	1,500
Wisän	886	665	0,750
Mineral Milkinal Niederorschel	980	294	0,300
Milki Sincropac Konzentrat	999	90	0,090
Futterkalk	980	39	0,040
Viehsalz	970	39	0,040
		23805	52,470

Abbildung 8: Futterbestandteile der Hochleistungsration

Insgesamt erhält jedes Einzeltier der Gruppe 52,47 kg Futter mit einem TM Gehalt von 23,805 kg. Die Gesamtration der Hochleistungsgruppe hat einen Grobfutteranteil von etwa 81 %. Dieser setzt sich aus 11 kg Grassilage des 2. Schnitts sowie 26 kg Maissilage zusammen, hinzu kommen noch 4 kg siliertes Biertreber und 1,5 kg Trockenschnitzel aus Zuckerrüben. Gerstenstroh soll mit 0,3 kg die Strukturversorgung mit Rohfaser aufwerten. Als Kraftfuttermittel werden je 0,5 kg Sojaextraktionsschrot (42% XP) und Rapsextraktionsschrot sowie 0,3 kg Wisan verwendet. Zur weiteren Energieversorgung kommen noch 0,2 kg geschützte Fette hinzu, welche nicht im Pansen abgebaut werden. Zur Versorgung mit ausreichend Stärke werden 3,5 kg Gerste sowie 1,75 kg Mais eingesetzt. Wie in den vorher genannten Rationen werden auch in dieser zwei Milkinal Mischungen zur Versorgung mit Mengen- und Spurenelementen eingesetzt. Zur zusätzlichen Natrium und Calcium Abdeckung werden je 0,04 kg Viehsalz und Futterkalk beigemischt.

4.5 Stoffwechseldaten

Zur Untersuchung der Stoffwechseldaten wurden aus den drei Leistungsgruppen 20 Tiere zufällig und von diesem Blut- sowie Harnproben entnommen. Die Proben wurden mit Hilfe des Tierarztes entnommen und zur Untersuchung zum Thüringer Gesundheitsdienst Labor nach Jena gesendet. Dabei wurden im Harn die Werte für NSBA, Na und K ermittelt. Das Blut wurde auf Ca, PO₄, UREA, FFS, ASAT, BILI, KAR und Se untersucht.

4.6 Strukturbeurteilung Gras- und Maissilage sowie TMR

Die Strukturbeurteilung der Silagen und der TMR der drei zu untersuchenden Gruppen erfolgte mit einer dreiteiligen Schüttelbox. Die Schüttelbox, welche aus einem Kasten mit zwei sieben besteht, lässt eine physikalische Beurteilung des Futters zu. Das Obersieb hat einen Lochdurchmesser von 1,9 cm. Auf diesem Sieb verbleiben alle Futterpartikel mit einer Länge >1,9 cm. Das zweite Sieb hat einen Lochdurchmesser von 0,8 cm, auf diesem Sieb verbleiben alle Futterpartikel mit einer Länge zwischen 0,8 und 1,9 cm. Im unteren Siebkasten sammeln sich die Futterpartikel, welche eine Größe <0,8 cm besitzen (Abbildung 9).



Abbildung 9: Dreiteilige Schüttelbox

Durch Bewegungen in jede Richtung fallen die Futterpartikel je nach Größe in die darunter liegenden Kästen, wodurch am Ende eine prozentuale Größenverteilung des Futters errechnet werden kann. Die Proben wurden dabei direkt vom Futtertisch entnommen, um möglichst genau zu sein.

5. Ergebnisse

5.1 Ergebnisse der Futtermitteluntersuchungen

Die Futtermittel der drei Leistungsgruppen wurden in verschiedenen Kennzahlen auf ihre Gehalte analysiert und jeweils mit der Berechnung verglichen.

5.1.1 Vorbereitergruppe

Bei der Untersuchung der Vorbereiterration konnte eine mittlere Trockenmasse von 380,6 g/kg FM ermittelt werden, diese weicht leicht von der Berechnung ab, welche mit 442,1 g/kg FM angestrebt wird. Bei XP, XF und XL konnten nur geringe Abweichungen zwischen Analyse und Berechnung festgestellt werden. Die Kennzahlen Zucker, Stärke sowie nXP weisen ebenfalls kaum signifikante Unterschiede auf, allenfalls bei Stärke konnte eine leichte Abweichung festgestellt werden. Die RNB und NEL stimmen mit der Berechnung sehr genau überein (Tabelle 8).

Tabelle 8: Untersuchung der Rohnährstoffe der Vorbereiterration

Kennzahl	Analyse	Berechnung
TM (g/kg FM)	380,6 ± 29,1	442,1
XA (g/kg TM)	66 ± 6,5	
XP (g/kg TM)	128 ± 8,1	139,6
XF (g/kg TM)	223 ± 4,3	227,3
XL (g/kg TM)	32 ± 6,2	28,6
Zucker (g/kg TM)	21,3 ± 4,7	31,6
Stärke (g/kg TM)	223 ± 6,0	167,5
nXP (g/kg TM)	137,3 ± 0,5	149,3
RNB (N/kg TM)	-1,5 ± 1,3	-1,54
NEL (MJ/kg TM)	6,1 ± 0,2	6,2

In Tabelle 9 wurden die Analysen der Detergenzienmethode mit den Berechnungen der Ration in der Vorbereiterration verglichen. Der ADL-Gehalt liegt mit 32 g/kg TM in einem sehr niedrigen Bereich. Bei den anderen Kennzahlen konnte bis auf den NDF-Gehalt keine größere Abweichung festgestellt werden. Dieser liegt mit 425 g/kg TM etwas über dem angestrebten Wert.

Tabelle 9: Untersuchung der Detergenzienmethode der Vorbereiterration

Kennzahl	Analyse	Berechnung
NDF (g/kg TM)	425,6 ± 2,89	350
ADF (g/kg TM)	227 ± 9,17	250
ADL (g/kg TM)	32 ± 3,61	
NFC (g/kg TM)	349 ± 4,58	350

Bei der Untersuchung der Mengenelemente und der DCAB der Vorbereiterration sind in Tabelle 10 keine großen Abweichungen festzustellen, alle Unterschiede befinden sich im tolerierbaren Bereich. Die größte Abweichung zeigt Kalium mit lediglich 3,5 g/kg TM.

Tabelle 10: Untersuchung der Mengenelemente und DCAB der Vorbereiterration

Kennzahl	Analyse	Berechnung
Ca (g/kg TM)	5,3 ± 1,22	5,17
P (g/kg TM)	3,12 ± 0,4	2,87
Na (g/kg TM)	2,43 ± 1,3	2,2
Mg (g/kg TM)	2,53 ± 0,86	4,0
K (g/kg TM)	10,7 ± 1,39	14,2
Cl (g/kg TM)	5,07 ± 2,15	7,18
S (g/kg TM)	1,95 ± 0,15	2,09
DCAB (meq/kg TM)	116,3 ± 27,61	126,3

5.1.2 Frischmelkergruppe

Tabelle 11 zeigt die Analyse der Rohnnährstoffe der Frischmelkerration, hierbei gab es kaum nennenswerte Abweichungen zwischen Berechnung und Analyse. So stimmen NEL und RNB sehr genau überein. Einzig beim XL ist eine etwas größere Abweichung zu erkennen, so kann zwischen Berechnung und Analyse ein Unterschied von etwas mehr als 10 g festgestellt werde.

Tabelle 11: Untersuchung der Rohnnährstoffe der Frischmelkerration

Kennzahl	Analyse	Berechnung
TM (g/kg FM)	404 ± 8,66	428,4
XA (g/kg TM)	62,6 ± 2,89	
XP (g/kg TM)	154,6 ± 10,21	163,4
XF (g/kg TM)	175,6 ± 6,11	153,9
XL (g/kg TM)	26,1 ± 19,69	37,7
Zucker (g/kg TM)	32,3 ± 2,88	33,3
Stärke (g/kg TM)	255 ± 37,32	265,7
nXP (g/kg TM)	156 ± 3,6	167,2
RNB (N/kg TM)	-0,3 ± 1,04	-0,52
NEL (MJ/kg TM)	6,9 ± 0,58	7,12

Die Vergleiche der Frischmelkerration der Analysen und Berechnungen der Ration in den Kennzahlen NDF, ADF, ADL und NFC sind in Tabelle 12 zu sehen. Dabei ergaben sich keine größeren Abweichungen zwischen Berechnung und Analyse. Den größten Unterschied weist der NDF-Gehalt mit etwa 50 g/kg TM auf. Beim ADL-Gehalt wurde, wie schon in der Vorbereitergruppe, ein niedriger Wert erreicht.

Tabelle 12: Untersuchung der Detergenzienmethode der Frischmelkerration

Kennzahl	Analyse	Berechnung
NDF (g/kg TM)	370,3 ± 12,42	320
ADF (g/kg TM)	200 ± 9,54	200
ADL (g/kg TM)	29,6 ± 3,79	
NFC (g/kg TM)	376 ± 21,70	400

Die in Tabelle 13 dargestellten Vergleiche zwischen Analyse und Berechnung der Mengenelemente der Frischmelkergruppe haben in ihrer Untersuchung fast gleiche Ergebnisse zwischen Analyse und Berechnung liefern können, hier gibt es keine größeren Abweichungen.

Tabelle 13: Untersuchung der Mengenelemente und DCAB der Frischmelkerration

Kennzahl	Analyse	Berechnung
Ca (g/kg TM)	6,5 ± 0,61	6,7
P (g/kg TM)	4,1 ± 0,15	4,1
Na (g/kg TM)	1,9 ± 0,46	2,4
Mg (g/kg TM)	2,6 ± 0,17	3,2
K (g/kg TM)	10,7 ± 1,21	10
Cl (g/kg TM)	3,7 ± 0,9	3,7
S (g/kg TM)	2,4 ± 0,1	2,0
DCAB (meq/kg TM)	100 ± 26,8	100-200

5.1.3 Hochleistungsgruppe

In der Hochleistungsration stimmen Analyse und Berechnung im Bereich der Rohnährstoffe sehr genau überein, es gibt nur sehr geringe Abweichungen. Die größte Abweichung weist hierbei der Gehalt an TM der Ration auf in der Analyse wurden 407 g/kg FM ermittelt während in der Berechnung von 453,7 g/kg FM ausgegangen wurde (Tabelle 14)

Tabelle 14: Untersuchung der Rohnährstoffe der Hochleistungsration

Kennzahl	Analyse	Berechnung
TM (g/kg FM)	407 ± 22,11	453,7
XA (g/kg TM)	65,6 ± 5,86	
XP (g/kg TM)	156 ± 11,53	167,7
XF (g/kg TM)	170,6 ± 10,26	155,7
XL (g/kg TM)	42,6 ± 4,5	40,5
Zucker (g/kg TM)	32 ± 7,94	35,2
Stärke (g/kg TM)	248,3 ± 28,57	249
nXP (g/kg TM)	158,7 ± 5,13	168,9
RNB (N/kg TM)	-0,37 ± 1,04	-0,2
NEL (MJ/kg TM)	7,1 ± 0,17	7,15

Bei der Hochleistungsration konnte im Vergleich der Detergenzienmethode zwischen Analyse und Berechnung keine besonderen Abweichungen festgestellt werden. Auch der ADL-Gehalt ist sehr gering (Tabelle 15).

Tabelle 15: Untersuchung der Detergenzienmethode der Hochleistungsration

Kennzahl	Analyse	Berechnung
NDF (g/kg TM)	359 ± 16,64	350
ADF (g/kg TM)	186,7 ± 12,01	200
ADL (g/kg TM)	27 ± 1	
NFC (g/kg TM)	376,3 ± 8,74	380

Tabelle 16 zeigt den Vergleich der Mengenelemente der Hochleistungsration zwischen Analyse und Berechnung. Hierbei konnten nur sehr geringe Abweichungen festgestellt werden, auch die DCAB lag mit 106,22 meq/kg TM im geplanten Bereich.

Tabelle 16: Untersuchung der Mengenelemente und DCAB der Hochleistungsration

Kennzahl	Analyse	Berechnung
Ca (g/kg TM)	6,2 ± 0,85	7,2
P (g/kg TM)	4,5 ± 0,32	4,1
Na (g/kg TM)	2,1 ± 0,59	2,5
Mg (g/kg TM)	2,7 ± 0,47	3,3
K (g/kg TM)	10,9 ± 0,7	10
Cl (g/kg TM)	4 ± 0,96	3,7
S (g/kg TM)	2,5 ± 0,12	2,1
DCAB (meq/kg TM)	106,2 ± 22,30	100-200

5.2 Ergebnisse über die Aussiebung der Schüttelbox

Bei der Aussiebung der Schüttelbox mit Grassilage und Maissilage ließen sich in Tabelle 17 folgende Ergebnisse feststellen:

Die meiste Futterpartikel konnten bei der Anwelksilage im oberen Siebkasten mit 290 g festgestellt werden. Bei der Maissilage war mit 860 g die größte Menge im mittleren Siebkasten zu finden.

Tabelle 17: Verteilung der Futterpartikel nach Zentimeter bei Silagen in Gramm.

Partikelverteilung in cm	Anwelksilage	Maissilage
>1,9	290	75
1,9 bis 0,8	100	860
<0,8	35	150

Insgesamt wurden bei der Anwelksilage 425 g durchgeschüttelt. Die prozentuale Verteilung wurde auf die einzelnen Siebkästen gerechnet. Bei der Maissilage ist von den 1085 g am meisten im Mittleren Sieb mit 79 % zu finden (Tabelle 18)

Tabelle 18: Kalkulation der Gesamteinwaage und der prozentualen Verteilung der Silagen.

Partikelverteilung in cm	Anwelksilage	Maissilage
>1,9	68%	6%
1,9 bis 0,8	23%	79%
<0,8	9%	15%
Gesamt in g	425	1085

Bei der Untersuchung der Partikelverteilung der TMR wurde ähnlich wie beim Untersuchen der Silagen vorgegangen. Untersucht wurden die TMR der Hochleistungsgruppe und der Vorbereitergruppe. Die TMR der Frischmelkergruppe wurde in dieser Untersuchung außer Acht gelassen da sie sich in ihrer Partikelverteilung nicht von der der Vorbereitergruppe unterschied.

Tabelle 19 zeigt die Verteilung der TMR der Hochleistungsgruppe und Vorbereitergruppe auf die Siebkästen. Bei den TMR der beiden Gruppen ist eine ähnliche Partikelverteilung zu erkennen einzig beim oberen Siebkasten ist ein größerer Unterschied zu erkennen, so wurden bei der Hochleistungsgruppe 155 g ermittelt während es bei der Vorbereitergruppe 75 g waren.

Tabelle 19: Verteilung der Futterpartikel nach Siebgröße in Gramm bei TMR.

Partikelverteilung in cm	TMR Hochleistungsgruppe	TMR Vorbereitergruppe
>1,9	155	75
1,9 bis 0,8	325	310
<0,8	270	245

Insgesamt wurden bei der TMR der Hochleistungsgruppe 750 g sowie 630 g bei der Vorbereitergruppe eingewogen. Die meisten Futterpartikel sind bei beiden Gruppen im Mittleren Sieb mit je 43 % bei der HI Gruppe bzw. 49 % bei der Vorbereitergruppe zu finden (Tabelle 20).

Tabelle 20: Kalkulation der Gesamteinwaage und der prozentualen Verteilung.

Partikelverteilung in cm	TMR Hochleistungsgruppe	TMR Vorbereitergruppe
>1,9	20%	12%
1,9 bis 0,8	43%	49%
<0,8	37%	39%
Gesamt in g	750	630

5.3 Ergebnisse Stoffwechseluntersuchungen

Bei der Stoffwechseluntersuchung auf Blut der Vorbereitergruppe konnten im Mittelwert nur leichte Abweichungen festgestellt werden. Der UREA und die FSS Werte lagen leicht über dem oberen Grenzwert. Die ASAT hatte die größte Abweichung vom mit 1573 nkat/l bei einer Obergrenze von 1300 nkat/l (Tabelle 21).

Tabelle 21: Blutstoffwechseluntersuchungen der Vorbereitergruppe

Parameter	Mittelwert	unterer Grenzwert	oberer Grenzwert
Ca	2,45 ± 0,68	2,12	2,54
PO4	1,97 ± 0,35	1,55	2,29
UREA	5,63 ± 0,61	2,5	5
FSS	0,42 ± 0,20	0	0,34
ASAT	1573 ± 189,71	0	1300
BILI	3,17 ± 1,8	0	5
KAR	11,1 ± 0	5	25
Se	0,74 ± 0	0,7	1,4

Tabelle 22 veranschaulicht die Harnuntersuchungen der Vorbereitergruppe. Alle Werte lagen im Normalbereich, jedoch ist bei der Natriumkonzentration eine hohe Abweichung zwischen den einzelnen Tieren festzustellen, weshalb die Standardabweichung höher als der Mittelwert ist.

Tabelle 22: Harnuntersuchungen der Vorbereitergruppe

Parameter	Mittelwert	unterer Grenzwert	oberer Grenzwert
NSBA	91,66 ± 33,06	1	150
Na	31,4 ± 42,47	10	150
K	217,78 ± 34,21	100	250

Bei den Blutuntersuchungen der Frischmelker konnten kaum Abweichungen von den jeweiligen Ober- und Untergrenzen festgestellt werden. Lediglich einige Einzeltiere hatten leicht erhöhte Werte in verschiedenen Parametern (Tabelle 23)

Tabelle 23: Blutstoffwechseluntersuchungen der Frischmelkergruppe

Parameter	Mittelwert	unterer Grenzwert	oberer Grenzwert
Ca	2,37 ± 0,11	2	2,54
PO4	1,63 ± 0,199	1,26	2,13
UREA	4,157 ± 0,80	2,5	5
HBS	775,57 ± 193,65	0	900
FSS	0,47 ± 0,16	0	0,62
ASAT	1617 ± 474,23	0	1600
BILI	3,35 ± 1,4	0	7
GLDH	446,07 ± 223,36	0	500
CHOL	5,45 ± 1,25	2	4,5
KAR	11 ± 0	3	25

Die Harnuntersuchungen der Frischmelkergruppe in Tabelle 24 zeigen, dass im Mittel keine Parameter von den Grenzwerten abweichen. Lediglich bei jeweils zwei untersuchten Tieren konnte eine minimale Erhöhung der NSBA bzw. der Kaliumkonzentration festgestellt werden.

Tabelle 24: Harnuntersuchungen der Frischmelkergruppe

Parameter	Mittelwert	unterer Grenzwert	oberer Grenzwert
NSBA	149,14 ± 64,05	50	215
Na	40,61 ± 23,72	10	150
K	227,09 ± 24,02	100	250

Die Blutuntersuchungen der Hochleistungsgruppe wiesen in den ASAT-Werten eine erhöhte Konzentration bei 5 von 7 Tieren auf, was auf eine erhöhte Leberbelastung schließen lässt. Die anderen Parameter lagen alle im Normalbereich oder haben nur geringfügige Abweichungen (Tabelle 25).

Tabelle 25: Blutstoffwechseluntersuchungen der Hochleistungsgruppe

Parameter	Mittelwert	unterer Grenzwert	oberer Grenzwert
Ca	2,43 ± 0,11	2,12	2,54
PO4	2,01 ± 0,28	1,55	2,29
UREA	5,21 ± 0,81	2,5	5
HBS	646,51 ± 102,31	0	900
ASAT	1710,29 ± 442,65	0	1300
BILI	2 ± 0,46	0	5
GLDH	548,63 ± 306,16	0	500
CHOL	6,66 ± 1,12	2,5	6
KAR	15,51 ± 4,45	5	25
Se	1,03 ± 0	0,7	1,4
Cu	10,7 ± 0	10	19

In Tabelle 26 werden die Harnuntersuchungen der Hochleistungsgruppe dargestellt. Im Mittelwert lagen alle Parameter im akzeptablen Bereich. Bei der Natriumkonzentration konnten jedoch zwischen den Einzeltieren Werte zwischen 9,9 und 130,3 mmol/l festgestellt werden, was auf eine unterschiedliche Viehsalzaufnahme schließen lässt.

Tabelle 26: Harnuntersuchungen der Hochleistungsgruppe

Parameter	Mittelwert	unterer Grenzwert	oberer Grenzwert
NSBA	185,71 ± 15,23	107	215
Na	70,47 ± 54,78	10	150
K	232,45 ± 52,09	100	250

6. Diskussion

6.1 Rationsvergleich

Als erste Untersuchung dieser Arbeit soll der Vergleich der drei Rationen im Bezug auf die wahre Ration und gerechnete Ration analysiert werden. Bei der Vorbereitergruppe konnten im Vergleich der Rohnährstoffe folgende Feststellungen getätigt werden. Der TM Gehalt der Ration lag mit 381 g/kg FM unter dem berechneten Wert von 442 g/kg FM. Im Hinblick auf die Futteraufnahme und die Energieversorgung lassen sich jedoch keine Mängel feststellen, weshalb dieser Wert als nicht kritisch zu betrachten ist. Die besten Futteraufnahmen lassen sich im Bereich von 450 g/kg FM bis 500 g/kg FM feststellen (top agrar, 2000). Bei der XA Konzentration der Ration wurden 66 g/kg TM analysiert. Bei der Berechnung wurde für diese Kennzahl kein Wert angegeben, SPIEKERS und POTTHAST (2004) empfehlen für die XA Gehalte bei Grassilage unter 100g/kg TM und bei Maissilage unter 65 g/kg TM an, was in diesem Fall auch erreicht wurde, weswegen hier kein eingreifen von Nöten ist. Bei den Kennzahlen XP, XF und XL konnten im Bezug auf die Berechnung sehr enge Werte der gemischten Ration im Vergleich zur Analyse festgestellt werden. Alle drei Kennzahlen weisen nur wenige Grammunterschied zwischen Berechnung und Analyse auf, was auf eine sehr genau erstellte Ration schließen lässt. Die gefundenen Kennzahlen liegen dabei im Bereich, der von der GfE (2001) empfohlenen Werte .Der in der Ration analysierte Zucker liegt mit 21,3 g/kg TM etwas unter dem berechneten Wert von 31,6 g/kg TM. Im Gegensatz dazu liegt der Stärkegehalt der Ration mit 223 g/kg TM über dem berechneten Wert von 167,5g/kg TM. Da beide Werte zusammen jedoch nicht über 300 g/kg TM kommen, besteht keine Gefahr von Ernährungsproblemen (GfE, 2001). Die nXP liegt mit einem analysierten Wert von 137,33 g/kg TM nahe am berechneten Wert von 149,3 g/kg TM, was damit akzeptabel ist. RNB und NEL haben sehr genaue Übereinstimmungen mit jeweiligen Abweichungen von nur 0,1.

Bei den Vergleichen der Detergenzienmethode ließ sich feststellen, dass der Gehalt an NDF mit 426 g/kg TM über dem berechneten Wert von 350 g/kg TM lag. Da in der Ration jedoch genügend Energie vorhanden ist und die Tiere keine Abmagerung aufzeigen, ist hier nicht mit negativen Konsequenzen zu rechnen, denn erhöhte NDF-Gehalte können die Futteraufnahme reduzieren (STEINGASS und ZEBELI, 2011). Die ADF-und NFC-Gehalte haben fast gleiche Übereinstimmung zwischen Berechnung und Analyse. Die ermittelten Werte lassen nach

diesem Analyseverfahren auf eine ausreichende Strukturversorgung schließen. Der ADL-Gehalt wird möglichst niedrig angestrebt, was in dieser Ration mit 32 g/kg TM auch erreicht wurde (DLG, 2001).

Im Vergleich der Mengenelemente konnten bei den meisten Kennzahlen gleiche Werte festgestellt werden. Einzige Ausnahmen bilden Mg, Cl und K. Bei Magnesium konnte im Labor ein Gehalt von 2,5 g/kg TM ermittelt werden; obwohl 4 g/kg TM für die Ration berechnet sind. Der K Gehalt liegt mit 10,7 g/kg TM noch weiter unter dem Berechneten Wert von 14,2 g/kg TM. Für eine Aussage zu Mangelerscheinungen bei der Vorbereitergruppe müssten weitere Untersuchungen durchgeführt werden. Mit Blick auf die Ration lässt sich bei dieser Analyse jedoch keine Unterversorgung mit den jeweiligen Mengenelementen feststellen. Die DCAB wurde im Labor mit 116,3 meq/kg TM ermittelt, was nah an dem berechneten Wert von 126,3 meq/kg TM liegt. Dieser Wert zeigt sich auch mit Blick auf die NSBA als erwünscht.

Im Rahmen der Untersuchung der Ration der Frischmelkergruppe konnte festgestellt werden, dass sich in den einzelnen Kennzahlen der Roh Nährstoffe kaum Abweichungen feststellen lassen. Die TM hat mit einem Wert von 404 g/kg FM einen höheren Wert als in der Vorbereitergruppe und liegt nah der Berechnung von 428,4 g/kg FM. Der XA Gehalt ist in dieser Ration ebenfalls als niedrig einzuschätzen, was gewünscht ist nach SPIEKERS und POTTHAST (2004) und auf eine saubere Ernte und Erntetechnik der eigenen Futtermittel schließen lässt. Bei XP, XF und XL wurden keine zu großen Abweichungen festgestellt, lediglich der XL Gehalt liegt mit 26,1 g/kg TM etwas unter dem berechneten Wert von 37,7 g/kg TM. Im Gegensatz dazu liegt der XF Gehalt mit 175,6 g/kg TM über dem angestrebten Wert von 153,9 g/kg TM. Da die Energiekonzentration der Ration jedoch im gewünschten Bereich liegt, sind diese Abweichungen akzeptabel. Für Zucker und Stärke wurden in der Analyse fast dieselben Gehalte ermittelt wie in der Berechnung. Beide Kennzahlen bleiben zusammen unter 300 g/kg TM und entsprechen damit den empfohlenen Werten der GfE (2001) und führen zu keinen gesundheitlichen Einschränkungen. Auch bei der nXP konnte mit 156 g/kg TM in der Analyse und 167,2 g/kg TM in der Berechnung eine nur geringe Abweichung festgestellt werden, welche im Rahmen einer normalen Abweichung liegt. Nahezu identisch liegen die RNB und die NEL im Bezug Berechnung und Analyse. Bei der NEL wurde ein Gehalt von 6,9 MJ/kg TM ermittelt, welcher laut Analyse 7,1 MJ/kg TM betragen sollte. Damit entspricht diese Ration in ihren Gehalten größtenteils den berechneten Werten.

In den Vergleichen der Detergenzienmethode wurde bei der Frischmelkerration wie schon bei der vorherigen ersichtlich, dass die NDF Gehalte in der Analyse über der Berechnung liegen. Der angestrebte Wert von 320 g/kg TM wurde mit 370,3 g/kg TM um etwa 50 g/kg TM übertroffen. Da aber auch in dieser Ration genügend NEL vorhanden ist, sollte es zu keinem Energiedefizit kommen. Bei der ADF wurde mit 200 g/kg TM derselbe Wert wie in der Berechnung ermittelt, was auf eine sehr gute Rationszusammensetzung schließen lässt. Ebenso liegt die Abweichung der NFC in einem geringen Bereich, womit die Rohfaserversorgung laut Detergenzienmethode gewährleistet wird (STEINGASS und ZEBELI, 2011). Bei der ADL wurde ein angestrebter niedriger Wert erreicht (DLG, 2001).

Bei der Untersuchung der Mengenelemente wurden die größten Abweichungen bei Na und Mg festgestellt. In der Ration wurden 1,9 g/kg TM analysiert, wobei 2,4 g/kg TM berechnet sind. Mg wird in der Ration mit 3,23 g/kg TM berechnet, dagegen wurden 2,6 g/kg TM ermittelt. Die restlichen Mengenelemente entsprachen bei ihrer Analyse der Berechnung. Eine Erhöhung der Mg und Na Konzentration in der Ration sollte nicht erwogen werden, solange keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen bei den Tieren auftreten, oder diese Mangelerscheinungen zeigen. Die DCAB liegt mit 100 meq/kg TM im empfohlenen Bereich von ULBRICH et al. (2004), wodurch keine Änderungen der Rationsplanung von Nöten sind.

Die Ergebnisse des Vergleichs der Hochleistungsgruppe ergaben einen TM Gehalt von 407g/kg FM, in der Berechnung wird in der Ration von 453,7 g/kg FM ausgegangen. Da der Energiegehalt der Ration und die Futterraufnahme jedoch nicht beeinträchtigt ist, hat dieses Defizit keine weiteren negativen Auswirkungen. Der Anteil an Rohasche war wie bei den beiden vorangegangenen Rationen ebenfalls niedrig mit einem Gehalt von 65,6 g/kg TM, damit ist von einem sauberen Siliervorgang ohne größere Verschmutzung auszugehen. In den Kennzahlen XP, XF, XL wurden Abweichungen von weniger als 10 % festgestellt und damit eine ziemlich genaue Übereinstimmung zwischen Analyse und Berechnung. Dies spricht von einer genauen und sauberen Fütterungsmanagement. Ebenfalls eine genaue Übereinstimmung erreichten Zucker und Stärke Gehalte. Beide Werte wiesen nur minimale Abweichungen auf, so wurde bei Zucker ein Wert von 32 g/kg TM in der Ration analysiert, wobei ein Wert von 35,2 g angestrebt wird. Der Stärkegehalt wurde mit 249 g/kg TM berechnet und ergab in der Analyse 248,3 g/kg TM und damit den gewünschten Wert. Beide Kennzahlen blieben ebenfalls unter dem empfohlenen Literaturwert von 300 g/kg TM (GfE, 2001). Auch nXP und RNB wiesen eine nur unwesentliche Abweichung der berechneten Werte in der Analyse auf.

So wurde der nXP Gehalt mit 158,6 analysiert, welcher nur um etwa 10g vom berechneten Wert abweicht. Die RNB beträgt in der Analyse -0,3 N/kg TM und wird in der Berechnung mit -0,2 N/kg TM angegeben, was einem wünschenswerten Ergebnis entspricht. Der Energiegehalt der Ration hat mit 7,1 MJ/kg TM genaue Übereinstimmung zwischen Analyse und Berechnung und kann damit den hohen Energiebedarf der Hochleistungsgruppe decken.

Im Untersuchungsansatz der Detergenzienmethode konnte festgestellt werden, dass der Gehalt an NDF in der Ration mit 359 g/kg TM mit dem der Berechnung von 350 g/kg TM übereinstimmt und damit der Anteil an Gerüstsubstanzen in der Ration gedeckt ist (DLG, 2001). Der ADF Gehalt liegt mit 186,6 g/kg/ TM etwas unter dem gewünscht Wert von 200g/kg TM, ist damit aber noch im akzeptablen Bereich und es Bedarf damit keinen gegensteuernden Maßnahmen. Ebenfalls erfreulich zeigt sich der niedrige ADL-Gehalt von nur 27 g/kg TM und den damit wenigen schwer verdaulichen Komponenten in der Ration. Die NFC befanden sich mit 376,3 g/kg TM im angestrebten Bereich von 380 g/kg TM und stellen damit eine für die Proteinsynthese ausreichend wertvolle Energiequelle dar (Vilomix Tierernährung, 2008).

Beim Vergleich der Mengenelemente der Ration ließ sich feststellen, dass es kaum zu größeren Abweichungen zwischen gerechneter und wahrer Ration kommt. Die Analyse des Ca wies im Labor einen Wert von 6,2 g/kg TM auf, wobei die Ration mit 7,1 g/kg TM berechnet wird. Solange die Tiere der Gruppe keine Mangelerscheinungen von Ca aufweisen, ist keine Erhöhung in der Rationszusammenstellung von Nöten. Einen ebenfalls etwas niedrigen Wert wies der Magnesium Gehalt mit 2,7 g/kg TM auf. Bei einer Berechnung von 3,3 g/kg TM ist dieser Wert jedoch nicht als kritisch zu betrachten. Im Gegensatz dazu ist der Anteil an S mit 2,5 g/kg TM leicht über dem berechneten Wert von 2,1 g/kg TM, hierbei ist jedoch nicht von gesundheitsgefährdenden Problemen auszugehen. Alle anderen Mengenelemente befanden sich mit unerheblichen Abweichungen im angestrebten Bereich. Auch die DCAB ist 106,2 meq/kg TM im nach Literaturwerten von ULBRICH et al. (2004) im optimalen Bereich für diese Leistungsgruppe.

Abschließend lässt sich mit Blick auf die Rationsvergleiche der drei Gruppen sagen, dass es bei keiner der Gruppen zu größeren Abweichungen kommt. Die Energiegehalte entsprechen damit den errechneten Werten zur des Leistungsbedarfes der Gruppen. Kleinere Abweichungen liegen meist im Toleranzbereich der Labormessung. Somit kann dem Futtermischwagen eine gute Arbeit attestiert werden und eine gute Mischung aller Futterkomponenten für die TMR.

6.2 Aussiebung der Schüttelbox

Zur Untersuchung der Strukturbeurteilung der Silagen mittels der Schüttelbox konnten bei Anwelk- und Grassilage unterschiedliche Ergebnisse festgestellt werden (Abbildung 10). So blieben im oberen Siebkasten 68 % der Gesamtpartikel. Dies ist ein deutlich zu hoher Wert, laut LLH Kassel (Praxistipps zum Einsatz der Schüttelbox, gesehen 2016) sollten im oberen Siebkasten 15-25 % der Futterpartikel verbleiben. Mit diesem Ergebnis wird zwar ein hoher Strukturanteil erreicht, jedoch verleitet das die Kühe während der Futteraufnahme zu selektieren und bevorzugt kleinere Futterbestandteile wie Kraftfutter zu fressen. Zur weiteren Beurteilung sollte das Fressverhalten der Tiere beobachtet werden. Außerdem kann nach dem Fressen der Tiere eine weitere Aussiebung des verbliebenen Futters im Trog erfolgen, finden sich dabei immer noch vermehrt Futterpartikel im oberen Siebkasten, sollte die Silage bei der Ernte kürzer geschnitten werden (top agrar, 2000). Im mittleren Siebkasten befanden sich nach Aussiebung 23 % der Futterpartikel, dieser Wert ist laut Empfehlung (Praxistipps zum Einsatz der Schüttelbox, gesehen 2016) zu niedrig und ergibt sich daraus, dass ein Großteil der Futterpartikel im oberen Siebkasten zu finden sind. Hier hätten sich 30-40 % der Futterpartikel befinden sollen. Im unteren Siebkasten wurden 9 % der Futterpartikel gefunden. Laut Praxistipps zum Einsatz der Schüttelbox (gesehen 2016) ist dies ebenfalls zu wenig, da hier 40-50 % angestrebt werden. Die Gefahr besteht damit auf eine Selektion der Futterbestandteile der Ration und eine verminderte Futteraufnahme, jedoch ist zu beachten, dass durch den Futtermischwagen eine weitere Zerkleinerung der Silage erfolgt. Da die TMR ebenfalls in der Schüttelbox gesiebt wurde, sollte vor einer Empfehlung der Zerkleinerung der Silage erst dieses Ergebnis betrachtet werden, was ebenfalls noch in diesem Kapitel ausgewertet wird.

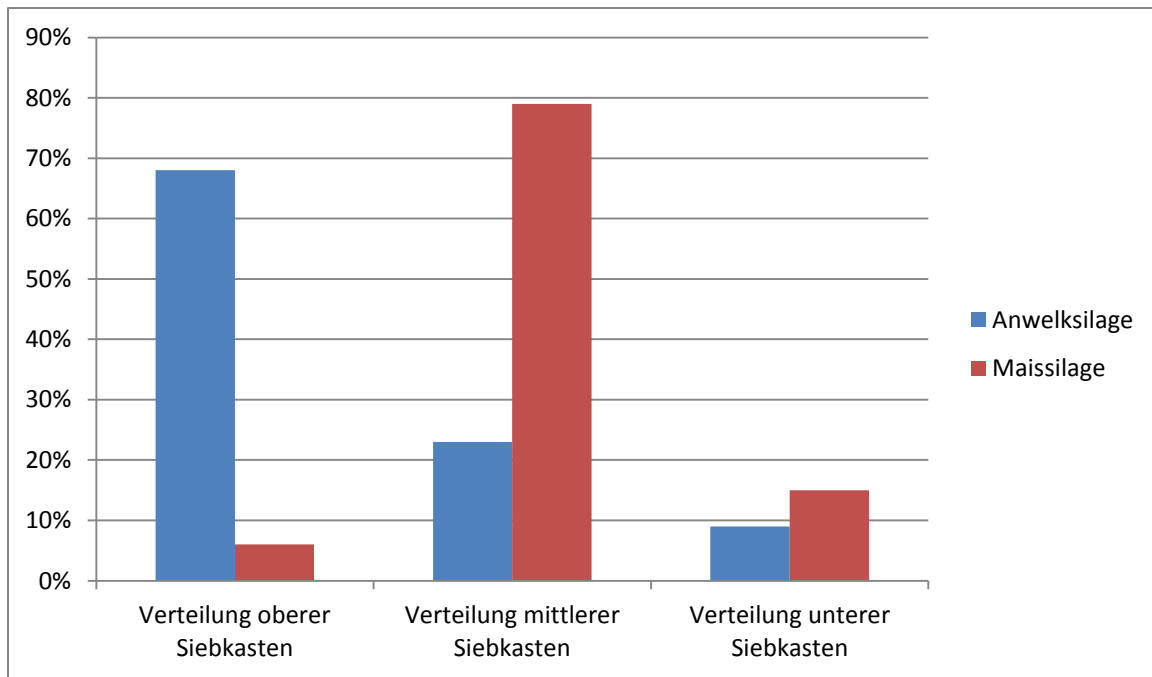


Abbildung 10: Partikelverteilung der Silagen

Vorher soll aber eine Beurteilung der Maissilage erfolgen. Hierbei wurden auf dem oberen Siebkasten 6 % der Futterpartikel gefunden. Laut Praxistipps zum Einsatz der Schüttelbox (gesehen 2016) wären 10-15 % wünschenswert, diese leichte Abweichung sollte jedoch als nicht zu kritisch betrachtet werden. Jeweils auf dem mittleren und unteren Siebkasten sind die empfohlenen Partikelverteilungen 40-50 %.

Im mittleren Siebkasten blieben nach der Aussiebung 79 % und auf dem unteren Siebkasten 15 % der Futterpartikel. Damit ergibt sich eine zu hohe Verteilung auf dem mittleren Siebkasten und eine zu niedrige auf dem unteren Siebkasten, wenn man nach den zuvor genannten Empfehlungen beurteilt. Dieses Ergebnis erweckt auf den ersten Blick, wie bei der Grassilage den Eindruck, dass die Maissilage nicht kurz genug gehäckselt wird. Jedoch sind längere Futterpartikel bei den Silagen erwünscht, da diese durch den Futtermischwagen noch einmal bei der Entnahme vom Silo und der Durchmischung zerkleinert werden. Ebenfalls für eine gute Arbeit während der Ernte spricht, dass die Maiskörner durch den Corncracker ordnungsgemäß zerkleinert werden, so finden sich kaum bis keine ganzen Körner im Kot der Tiere.

Die in Abbildung 11 dargestellten Ergebnisse zur Aussiebung der TMR lassen sich wie folgt beurteilen: Die gewünschte Verteilung der Futterpartikel liegt laut LLH Kassel (Praxistipps zum Einsatz der Schüttelbox) im oberen Siebkasten bei 6-10 %, jedoch sind größere Mengen auch akzeptabel. Dieser Wert wurde bei der Vorbereiterraion mit 12 % erreicht. Die

Hochleistungsration hat mit 20 % ebenfalls einen akzeptablen Wert erreicht, womit die Verteilung beider Rationen im oberen Siebkasten als wünschenswert anzusehen ist. Im mittleren Siebkasten wird eine Verteilung der Futterpartikel von 40-50 % angestrebt, auch das wurde bei beiden Rationen mit jeweils 43 % Hochleistungsration bzw. 49 % Vorbereiterration erreicht. Im unteren Siebkasten werden Werte zwischen 40-60 % der Partikelverteilung angestrebt. Die Vorbereiterration mit 39 % und die Hochleistungsration mit 37 % liegen nur sehr knapp unter diesem Wert und sind damit als akzeptabel einzustufen. Somit zeigen sich bei den TMR eine optimale Verteilung der Länge der Futterpartikel und eine damit ausreichende Versorgung mit Struktur.

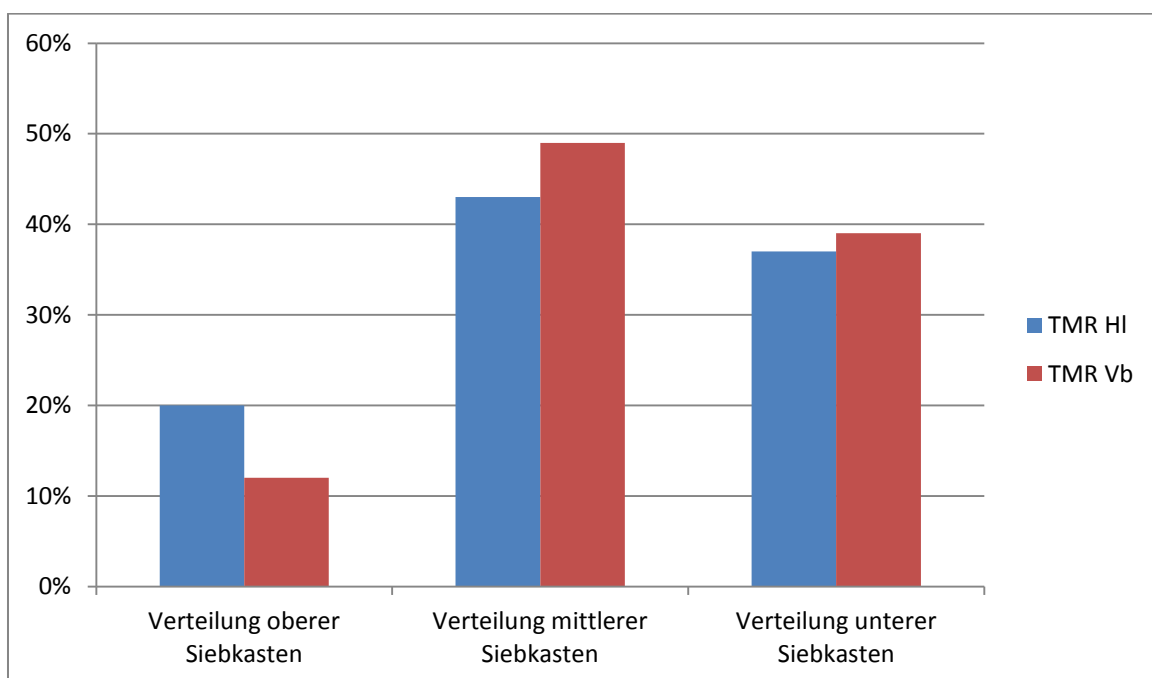


Abbildung 11: Partikelverteilung der TMR

Die Untersuchung der Ergebnisse der Schüttelbox und der Rationsvergleiche zeigen eine ausreichende Versorgung mit Struktur der untersuchten Tiere. Dies wird noch einmal deutlich mit Blick auf die $peNDF_{>8mm}$. STEINGASS und ZEBELI (2014) empfehlen für die ausreichende Strukturversorgung einer laktierenden Kuh bei Stärkegehalten zwischen 22 % und 25 % in der Ration einen notwendigen Gehalt an $peNDF_{>8mm}$ von 22 %. In der Hochleistungsration wurde dieser Wert mit 22,6 % eingehalten. Die Vorbereiter- und Frischmelkerration erreicht einen Gehalt von 25,9 % $peNDF_{>8mm}$ und ist damit nach dem System $peNDF$ ausreichend mit Struktur versorgt. Damit lässt sich sagen, dass durch den Futtermischwagen kein Strukturverlust entsteht und die Tiere des Betriebs ausreichend mit Struktur versorgt werden. Auch die Mischwirksamkeit des Futtermischwagens ist als gut zu

beurteilen, da die wahre und gerechnete Ration übereinstimmen und es keine größeren Abweichungen gibt.

Die Ermittlung der Partikelverteilung der Silagen ergab bei der Grassilage eine hohe Konzentration im oberen Siebkasten, sowie eine hohe Verteilung der Partikel im mittleren Siebkasten bei der Maissilage. Laut Praxistipps zum Einsatz der Schüttelbox (gesehen 2016) ist diese Verteilung nicht im angestrebten Bereich. Da jedoch bei der Aussiebung der TMR bei beiden untersuchten Gruppen die angestrebten Werte derselben Quelle eingehalten wurden und die empfohlenen Werte von STEINGASS und ZEBELI (2014) zum System $\text{peNDF} > 9\text{mm}$ eingehalten werden, ist eine Versorgung mit Struktur in der Ration gewährleistet. Die von ZEBELI et al. (2007) empfohlenen NDF-Gehalte von 300 g/kg TM wurden ebenfalls zur Rationsplanung eingehalten. Damit beweist sich die Strukturschonende Arbeit des Futtermischwagens.

6.3 Untersuchung Stoffwechseldaten

In der Untersuchung der Stoffwechseldaten wurden Blut- und Harnproben der drei Leistungsgruppen untersucht. Dabei soll neben einigen Parametern besonders auf die NSBA und die damit verbundene Strukturversorgung der Kühe eingegangen werden. Im Bereich der Blutuntersuchung konnte in der Vorbereitergruppe eine leichte Erhöhung der FFS festgestellt werden. Vom Labor wird eine Obergrenze von 0,34 mmol/l vorgegeben. Dieser Wert wurde mit 0,42 mmol/l leicht überschritten. Damit besteht ein erhöhtes Risiko für Fettmobilisationssyndrom und Ketose laut TGD-Labor. Um dieses Risiko nicht weiter zu erhöhen, sollte darauf geachtet werden, dass die Kühe vor der Kalbung nicht zu sehr verfetten. Ebenfalls auffällig ist eine Erhöhung der ASAT mit einem Mittelwert von 1573 nkat/l, vom Labor wird eine Obergrenze von 1300 nkat/l. Diese Erhöhung ist Hinweis auf unspezifische Belastung auf dem Bewegungsapparat und die Gebärmutter bzw. äußere Verletzungen. Bei der Frischmelkergruppe wurde einzig beim ASAT-Gehalt eine Erhöhung festgestellt. Im Mittelwert betragen diese 1617,42 nkat/l bei einem oberen Grenzwert von 1600 nkat/l. Allerdings überschreiten nur zwei von sieben Tieren diese Obergrenze, weshalb diese Tiere noch einmal genauer untersucht werden sollten um eine Diagnose zu stellen. Die Gehalte für HBS, FFS, GLDH befinden sich im Mittel alle im angestrebten Bereich. Bei der Hochleistungsgruppe konnte im Bereich der ASAT und GLDH eine Überschreitung der oberen Grenzwerte festgestellt werden. Der ASAT Gehalt wurde mit 1710,28 nkat/l deutlich

überschritten, die Obergrenze liegt bei 1300 nkat/l. Hier ist auch wie bei dem GLDH Wert ersichtlich, dass besonders zwei Einzeltiere stark erhöhte Werte aufzeigen und den Mittelwert der Gruppe erhöhen. Dadurch ergibt sich der Verdacht von Leberschäden weshalb diese Tiere genauer untersucht werden sollten.

Bei der Harnuntersuchung der drei Leistungsgruppen sollte besonders auf die NSBA Bezug genommen werden und damit auf die Strukturversorgung in der TMR der Rationen eingegangen werden. Von GELFERT und STAUFENBIEL (2002) werden die NSBA Werte im Harn von laktierenden Kühen zwischen 103-197 mmol/l angegeben. Trockenstehende haben nach dem Untersuchungslabor einen Toleranzbereich zwischen 1-150 mmol/l. Bei allen drei Gruppen lagen die NSBA Gehalte in ihrem Toleranzbereich (Abbildung 12).

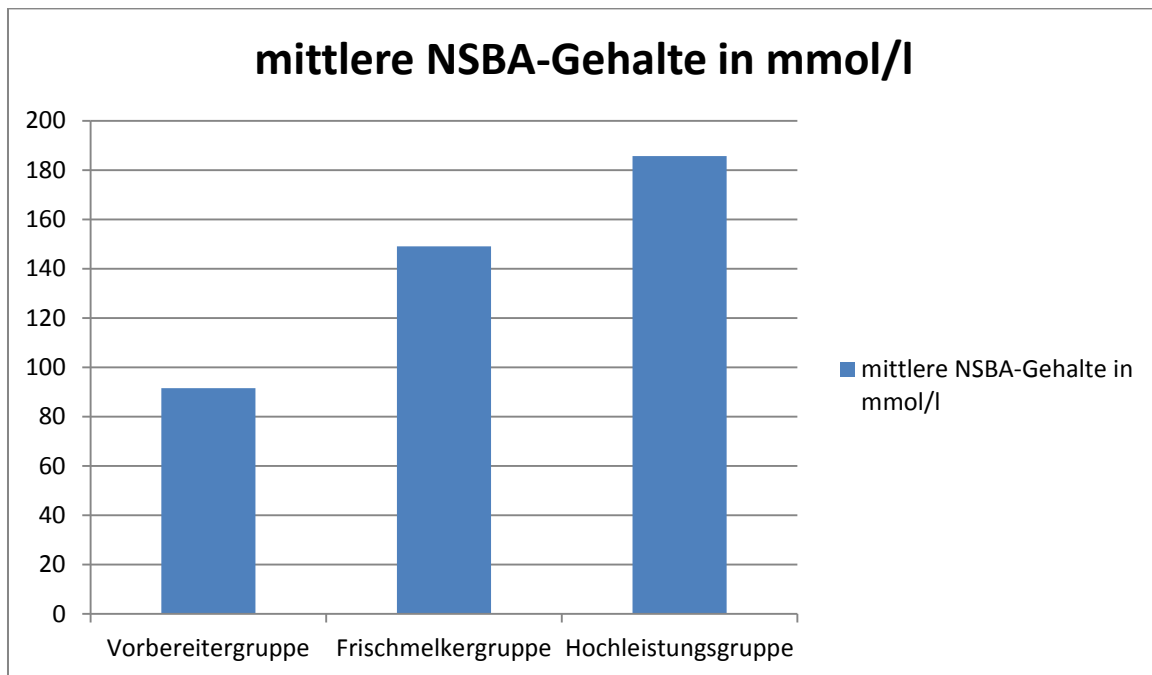


Abbildung 12: NSBA im Harn der Milchkühe in den 3 Gruppen

Eine Untersuchung aus dem Jahr 2012 von SCHOLZ und ENGELHARD (2012) zeigte, dass sich eine wiederkäuergerechte Rohfaseraufnahme in den NSBA-Werten widerspiegelt. So wurden in der Gruppe der geringsten Rohfaseraufnahme einen mittlerer NSBA Wert von 101 mmol/l ermittelt. Mit steigender Rohfaseraufnahme stiegen auch die NSBA-Werte. Ebenso ergibt sich eine Korrelation zwischen DCAB und NSBA. Bei Rationen mit hoher DCAB konnten auch die Höchsten mittleren NSBA-Gehalte festgestellt werden. Die Rationen der in

dieser Arbeit untersuchten Gruppen wiesen alle DCAB Empfehlungen zwischen +100 und +200 meq/kg TM nach (GASTEINER et al., 2006). Ebenso befanden sich die NSBA-Gehalte im gewünschten Bereich, hierdurch ergibt sich, wie schon durch die Auswertung der Schüttelbox festgestellt, eine ausreichende Versorgung aller drei Leistungsgruppen mit Rohfaser.

Aus den Ergebnissen der Harnuntersuchung für die NSBA kann abgeleitet werden, dass im Unternehmen eine ausreichende Versorgung mit Strukturfutter gewährleistet zu sein scheint. Hier besteht daher kein aktueller Handlungsbedarf. Es wird aber empfohlen, dass diese Analysen der NSBA im Harn im halbjährlichen Intervall zur Kontrolle der Fütterung erfolgen könnten.

7. Schlussfolgerung

Aus den vorliegenden Untersuchungen zur Übereinstimmung der gerechneten und der gemischten Rationen, der Bewertung der Strukturversorgung durch die Aussiebungen der TMR mittels einer Schüttelbox und die Analyse ausgewählter Stoffwechselkennzahlen bei Milchkühen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

1. Die Partikelverteilung der Silagen durch die Schüttelbox zeigt bei der Auswertung eine Abweichung von den Literaturwerten. Diese Abweichung kann jedoch als unkritisch betrachtet werden, da keine Alleinvorlage der Silagen an die drei untersuchten Gruppen erfolgt.
2. Ergebnisse der Partikelverteilung der TMR stimmen mit denen der empfohlenen Literaturwerte weitestgehend überein. Es kann deshalb von einer ausreichenden Strukturversorgung der Milchkühe ausgegangen werden, da diese mit dem System der $peNDF_{>8mm}$ abgeglichen wurden und auch hierbei den empfohlenen Literaturwerten entsprechen.
3. Beim Abgleich der gemischten (wahren) und gerechneten Ration konnten nur geringe mittlere Abweichungen festgestellt werden. Die Energiegehalte aller Rationen entsprachen der jeweiligen Planung. Einzelne Abweichungen ließen sich nur im Bereich der TM, der NDF-Gehalte und vereinzelte Mengenelemente feststellen, diese sind jedoch als unkritisch zu betrachten. Damit lässt sich die Arbeit des Futtermischwagens sowie der Bedienung als sehr gut feststellen.
4. Durch die Untersuchungen der NSBA im Harn der Milchkühe ließ sich feststellen, dass die gefundenen Werte in den Referenzbereichen der Literaturangaben bewegen. Daraus kann abgeleitet werden, dass die Strukturversorgung aller drei untersuchten Gruppen als ausreichend zu betrachten sein sollte.

Für weiterführende Untersuchungen bietet sich eine zusätzliche Beurteilung der Kotbeschaffenheit durch Aussiebung sowie die Berechnung des Strukturwertes bzw. der strukturwirksamen Rohfaser in den Rationen an. Im Bereich der Stoffwechseluntersuchungen wird eine genauere Beobachtung auffälliger Tiere durch den betreuenden Tierarzt empfohlen, da sich bei Einzeltieren erhöhte Leberbelastungen feststellen ließen.

8. Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit galt eine Untersuchung des Fütterungskonzept der „Agrargenossenschaft im Ohnetal eG Niederorschel“. Dabei sollte eine Beurteilung der Strukturversorgung durch die TMR und eingesetzten Silagen für die Milchkühe der Vorbereitergruppe, Frischmelkergruppe und Hochleistungsgruppe erfolgen. Desweiteren erfolgte durch Untersuchungen der Ration der drei Leistungsgruppen eine Beurteilung des Futtermischwagens. Ebenso wurden die wahre Ration und gerechnete Ration auf ihre Übereinstimmung untersucht. Als letzter Ansatzpunkt galt eine Beurteilung der Strukturversorgung durch Stoffwechseluntersuchungen des Harns im Bereich der NSBA.

Die ausgewerteten Daten in dieser Arbeit wurden im Zeitraum von Anfang März bis Anfang April 2016 erhoben. Die Analyse der Futtermittelproben erfolgte durch die der „LKS-Landwirtschaftliche Kommunikations- und Service-GmbH“. Die Stoffwechselproben im Bereich Blut und Harn wurden vom Thüringer Gesundheitsdienst Labor in Jena untersucht. Die Auswahl der jeweiligen Proben erfolgte dabei zufällig.

Es ließ sich feststellen dass eine ausreichende Strukturversorgung der drei Leistungsgruppen gewährleistet wird. Die Rationen aller Gruppen entsprechenden in ihren Gehalten den geplanten Werten. Ebenso erfolgt keine Beeinträchtigung durch den Futtermischwagen. Die Auswertung der Stoffwechseluntersuchungen unterstützte ebenfalls die Feststellung einer ausreichenden Strukturversorgung der Milchkühe. Hierbei ließen sich nur einzelne Belastungen im Bereich der Leber bestimmter Tiere feststellen.

Eine ausreichende Strukturversorgung von Milchkühen in diesem Leistungsspektrum ist unabdinglich. Bei Unterversorgungen kommt es schnell zu Krankheiten, wie einer Azidose oder Labmagenverdrehung. Eine regelmäßige Untersuchung der Futtermittel und Tiere sind deshalb notwendig, um Fütterungsfehler zu erkennen und die Gesundheit der Tiere zu gewährleisten.

9. Quellenverzeichnis

9.1 Literaturverzeichnis

DLG (2000): Fütterung der 10000-Liter-Kuh, DLG-Verlags-GmbH 2000

DLG-Information (2001): Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh, DLG-Verlags-GmbH 2001

GFE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder, DLG-Verlags-GmbH 2001

JEROCH, H. et al. (2008): Ernährung Landwirtschaftlicher Nutztiere, Eugen Ulmer GmbH & Co, 1999

KIRCHGEßNER, M. (2004): Tierernährung, DLG-Verlags-GmbH (2004)

MENKE, K., HUSS, W. (1987): Tierernährung und Futtermittelkunde, Eugen Ulmer GmbH & Co, 1987

KRAF, W. und DÜRR, U. (2005): Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin, Schattauer 2005

SPIEKERS, H., POTTHAST, V. (2004): Erfolgreiche Milchviehfütterung, DLG-Verlags-GmbH (2004)

ULBRICH, M. et al. (2004): Fütterung und Tiergesundheit, Eugen Ulmer GmbH & Co, 2004

9.2 Verzeichnis der Internetquellen

DEUTSCHE TIERERNÄHRUNG (2016): Nährstofflexikon;

https://www.deutsche-tiernahrung.de/open/brand_id/8/action/glossary%3Blist/menu/8/letter/N/M/Ws6-AA

DLG-INFORMATION (2006): Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh;

http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/futteraufnahme_milchkuh06.pdf

DOCCECK (2016): <http://flexikon.doccheck.com/de/Glutamatdehydrogenase>

GASTEINER, J. (2016): Auswirkungen des DCAB-Konzeptes auf die Gesundheit von Milchkühen und ihren Kälbern;

<http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/forschungsbereiche/tierhaltung-und-tiergesundheit/alle-projekte/17-dcab.html>

Haidn, B. (2014): Automatische Fütterungssysteme für Rinder-Techniküberblick;

https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/ilt_flyer_et_2.pdf

JOSERA-RIND: Totale Mischration versus aufgewertete Mischration;

<http://www.josera-rind.de/ratgeber/ernaehrung/totale-mischration-vs-aufgewertete-mischration/>

gesehen am 01.09.2016

KOCH, C. und PRIES, M. (2009): Wie viel Stärke braucht die Kuh?;

<http://www.hofgut-neumuehle.de/035.Fachinformationen/01.Rinder/pdfs/2009-staerke-milchkuh.pdf>

LFL (2015): Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen;

http://lw.loel.hs-anhalt.de/images/stories/unterlagen/fuetterung_futterplanung/futterwerttabelle_rind_1.pdf

LWK NIEDERSACHSEN (2013): Strukturausgleich: Stroh oder Luzerneheu;

<http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/752/article/22209.html>

MENGE, J (2009): Bewertung von Futtermitteln und Milchviehrationen anhand von NDF, ADF und NFC; http://www.vilomix.de/pdf_files/tierernaehrung/pdfmenge.pdf

MEYER, U.: Fütterung der Milchkühe;

http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/bitv/zi038400.pdf

gesehen am 03.08.2016

OBERSCHÄTZL, R. und HAIDN, B. (2014): Automatische Fütterungssysteme für Rinder;

http://www.dlg.org/dlg-merkblatt_398.html

ROSSOW, N: Die Energiebilanz der Milchkuh in der Früh lactation;

http://www.portal-rind.de/data/artikel/49/artikel_49.pdf

gesehen am 09.06.2016

SCHOLZ, H. und ENGELHARD T. (2012): Eine Fütterungskontrolle mittels NSBA im Harn kann nur unter Beachtung der Zusammensetzung der Futtermittelration erfolgen!;

http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Fachartikel/Fachartikel_Rind_Nr_2-WEB_01.pdf

STAUFENBIEL, R. (2007): Pansenfermentationsstörung und Pansenazidose-Zwei grundlegende fütterungsbedingte Tiergesundheitsstörungen in der Milchkühhaltung;

<http://www.tgdsachsen-anhalt.de/rind/fachbtrg/005/Prof.Staufenbiel.pdf>

STEINGAS, H. (2012): Nutzung der physikalisch effektiven Neutral-Detergenz-Faser zur Strukturbewertung von Wiederkäuerrationen;

https://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Steingass_13062012l.pdf

TOP AGRAR, (2001): Fütterungsfehler mit der Schüttelbox erkennen;

https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiP3Oe_vKjPAhXkIMAKHfEOBE4QFggjMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.topagrar.com%2Farchiv%2FFuetterungsfehler-mit-der-Schuettelbox-erkennen-145216.html%3Faction%3Ddownload&usg=AFQjCNFs2barnW5KWpPg-VXVqpLpf7o53g&bvm=bv.133700528,d.bGs

TRIOLET (2016): <http://www.triolet.de/>

VETION (2002): Fütterungs-Controlling bei Milchkühen über Harnproben;

http://www.vetion.de/service/print.cfm?aktuell_id=3819

WEYRAUCH, S. (2012): Die Weender Analyse;

<https://www.dr-susanne-weyrauch.de/gesundheit/die-weender-analyse>

10. Anhang

Selbständigkeitserklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Quellen (einschließlich der angegeben oder beschriebenen Software) benutzt habe.

Bernburg, den 27.09.2016

Florian Hünermund

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle ganz besonders bei Herrn Dr. Scholz für die Unterstützung meiner Bachelorarbeit bedanken.

Ebenfalls soll an dieser Stelle Herrn Dipl. agr. Ing. Norbert Hermann gedankt werden der ebenso mit viel Engagement, guten Ratschlägen und Anregungen zum Gelingen dieser Arbeit beitrug.

Sie haben mir mit hilfreichen Denkanstößen und ihrem unermüdlichen Einsatz sehr beim erstellen dieser Arbeit geholfen, was ich keineswegs als selbstverständlich erachte.

Außerdem gilt mein besonderer Dank meinen Eltern Sabine und Karl-Josef, meinem Bruder Marcel sowie allen Freunden. Sie haben mir zur Seite gestanden und den Rücken zur Fertigstellung dieser Arbeit frei gehalten. Somit möchte ich euch an dieser Stelle mein herzlichstes Dankeschön für die Unterstützung während des Studiums aussprechen.