



**Hochschule Anhalt**  
Anhalt University of Applied Sciences

## **Bachelorarbeit**

**Thema:** Analyse der Strukturwirksamkeit der Hochleistungsration in einem Milchviehbetrieb unter Beachtung der Pansenfüllung, der Kotkonsistenz und ausgewählter Leistungskennzahlen

Name, Vorname: Thiele, Christina  
Matrikelnummer: 4065967  
Geboren am: 19.06.1996  
Studiengang: Bachelor Landwirtschaft

1. Gutachter: Prof. Dr. Heiko Scholz
2. Gutachterin: Dr. Kathleen Schlegel

Bernburg (Saale), den 02.02.2021

# Inhaltsverzeichnis

Bibliographische Beschreibung .....	III
Abbildungsverzeichnis .....	IV
Tabellenverzeichnis .....	V
Abkürzungsverzeichnis .....	VI
1 Einleitung .....	1
2 Literatur .....	3
2.1 Futterraufnahme .....	3
2.2 Strukturwirksamkeit des Futters .....	5
2.2.1 Wiederkauen .....	8
2.2.2 Schüttelbox .....	10
2.3 Pansenfüllung .....	11
2.4 Kotkonsistenz .....	12
2.5 Milchinhaltsstoffe .....	14
2.5.1 Milchmenge .....	14
2.5.2 Fettgehalt der Milch .....	16
2.5.3 Eiweißgehalt der Milch .....	19
2.5.4 Fett - Eiweiß - Quotient .....	20
3 Zielstellungen .....	22
4 Material und Methode .....	23
4.1 Agrargenossenschaft Wörlitz e.G. .....	23
4.2 Datenerfassung .....	23
4.3 Datenauswertung .....	25
5 Ergebnisse .....	26
5.1 Partikelgrößenverteilungen im Futter .....	26
5.2 Milchleistungsparameter .....	28
5.3 Wiederkauschläge je Boli und Hungergruben beider Altersgruppen .....	30

5.4	Kotkonsistenzen beider Altersgruppen .....	32
6	Diskussion .....	33
6.1	Interpretation der Partikelgrößenverteilungen im Futter .....	33
6.2	Auswertung der Milchhaltsstoffe .....	35
6.3	Erklärung der gezeigten Hungergruben.....	40
6.4	Deutung der erfassten Kotkonsistenzen .....	42
7	Schlussfolgerung .....	45
8	Zusammenfassung .....	47
9	Literaturverzeichnis .....	49
10	Anhang .....	58
11	Selbständigkeitserklärung .....	69

# Bibliographische Beschreibung

Name, Vorname: Thiele, Christina

Thema: Analyse der Strukturwirksamkeit der Hochleistungsration in einem Milchviehbetrieb unter Beachtung der Pansenfüllung, der Kotkonsistenz und ausgewählter Leistungskennzahlen

2021/ 69 Seiten/ 23 Tabellen/ 11 Abbildungen

Bernburg: Hochschule Anhalt  
Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und  
Landschaftsentwicklung

## Autoreferat

In der vorliegenden Arbeit wird einmal wöchentlich für 3 Wiederholungen die Strukturwirksamkeit des Futters in einer Fütterungsgruppe hochleistender Milchkühe untersucht. Hierbei werden Parameter wie die Füllung der Hungergrube, die Kotkonsistenz, die Wiederkauschläge je Boli und die Milchleistung hinzugezogen. Die Analyse erfolgt in der Agrargenossenschaft Wörlitz e.G. und konzentriert sich auf 10 Tiere, welche nach ihrem Alter untergliedert werden können. Darunter sind 5 Tiere, welche noch nicht die 3. Laktation erreicht haben und 5 Tiere  $\geq 3$  Laktationen. Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen Auskunft über die Strukturwirksamkeit des Futters in der Hochleistungsgruppe geben. Es wird untersucht, ob der Einfluss der Futterstruktur auch bei Tieren in verschiedenen Laktationen ersichtlich ist.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung Trockenmasseaufnahme in Abhängigkeit der Melktage (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020b).....	4
Abbildung 2: Aufbau des Magen - Darm - Traktes Rind (SPEKTRUM.DE, 2001).....	9
Abbildung 3: Laktationskurven bei unterschiedlicher Jahresleistung (SCHWARZ, 2014 nach HUTH, 1995).....	15
Abbildung 4: Entwicklung des Fettgehaltes der Milch in Abhängigkeit der Milchmenge (HÄUSLER, 2020) .....	18
Abbildung 5: Schüttelbox und verwendete Materialien (EIGENE DARSTELLUNG, 2020) .....	24
Abbildung 6: Mittelwerte der prozentualen Partikelgrößenverteilung im vorgelegten Futter .....	26
Abbildung 7: Mittelwerte der prozentualen Partikelgrößenverteilung im Restfutter...	27
Abbildung 8: durchschnittliche Milchmengen in kg beider Altersgruppen an den 3 Untersuchungstagen .....	29
Abbildung 9: Zusammenfassung der Bewertung der Hungergruben bei Altkühen vor und nach der Fütterung über 3 Prüftage.....	30
Abbildung 10: Zusammenfassung der Bewertung der Hungergruben bei Jungkühen vor und nach der Fütterung über 3 Prüftage.....	31
Abbildung 11: Bewertung der Kotkonsistenzen über 3 Untersuchungstage .....	32

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Folgen unzureichender Rohfasergehalte (LIKRA TIERERNÄHRUNG, 2020) .....	7
Tabelle 2: Partikelgrößenverteilung der Frischmasse (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020a).....	10
Tabelle 3: Score der Hungergrube nach ZAAIJER und NOORDHUIZEN (2001).....	11
Tabelle 4: Bewertung der Kotkonsistenz (DLG, 2001) .....	13
Tabelle 5: prozentuale Verteilung des frischen Futters .....	26
Tabelle 6: prozentuale Verteilung des Restfutters.....	27
Tabelle 7: Mittelwerte und Standardabweichungen der Milchleistungsparameter der Altkühe.....	28
Tabelle 8: Mittelwerte und Standardabweichungen der Milchleistungsparameter der Jungkühe .....	28
Tabelle 9: Mittelwerte und Standardabweichungen der Milchmengen in kg beider Altersgruppen an den Untersuchungstagen .....	29
Tabelle 10: Mittelwerte und Standardabweichungen der Wiederkauschläge je Boli beider Altersgruppen .....	30
Tabelle 11: Übersicht über Rohstoffe der Ration (AGRARGENOSSENSCHAFT WÖRLITZ E.G., 2020) .....	58
Tabelle 12: Inhaltsstoffe der Hochleistungsration (AGRARGENOSSENSCHAFT WÖRLITZ E.G., 2020) .....	59
Tabelle 13: bewerteter Body Condition Score.....	60
Tabelle 14: Datenerfassung mittels Schüttelbox im Betrieb (Vorlage) .....	61
Tabelle 15: Datenerfassung mittels Schüttelbox im Betrieb (Restfutter) .....	61
Tabelle 16: Gruppendaten der Milchleistungsprüfungen.....	62
Tabelle 17: Milchleistungsprüfung 14.07.2020.....	63
Tabelle 18: Milchleistungsprüfung 25.08.2020 .....	64
Tabelle 19: Milchleistungsprüfung 16.09.2020.....	65
Tabelle 20: Mittelwerte und Standardabweichungen der Milchleistungsparameter in den 3 Prüfungen.....	65
Tabelle 21: Datenerfassung am 08.09.2020 .....	66
Tabelle 22: Datenerfassung am 15.09.2020 .....	67
Tabelle 23: Datenerfassung am 22.09.2020 .....	68

## Abkürzungsverzeichnis

ADF	saure Detergenzien Faser
ADF <sub>om</sub>	saure Detergenzien Faser organisches Material (nach Veraschung)
ADL	saure Detergenzien Lignin
APD	absorbierbares Protein
aNDF	neutrale Detergenzien Faser nach Amylasebehandlung
aNDF <sub>om</sub>	neutrale Detergenzien Faser nach Amylasebehandlung und Veraschung
BCS	Body Condition Score
cm	Zentimeter (Längenangabe)
FEQ	Fett - Eiweiß - Quotient
g	Gramm
GF	Grundfutter
HB	Halsband
i. d.	in der
IE	internationale Einheiten
kg	Kilogramm (Maßeinheit)
L	Laktation
l	Liter (Volumenangabe)
mg	Milligramm (Maßeinheit)
min	Minute (Zeitangabe)
MJ	Megajoule (Energie)
mm	Millimeter (Längenangabe)
MM	Milchmenge
Mkg	Milchkilogramm
MT	Melktage
NDF	neutrale Detergenzien Faser
NDF <sub>om</sub>	neutrale Detergenzien Faser organisches Material (nach Veraschung)
NEL	Netto - Energie - Laktation
nXP	nutzbares Rohprotein
peNDF <sub>om</sub>	physikalisch effektive neutrale Detergenzien Faser (nach Veraschung)
RNB	Ruminale Stickstoffbilanz
TM	Trockenmasse
TMR	Totale Mischration
TS	Trockensubstanz
UDP	nicht abgebautes Protein
° C	Grad Celsius (Temperaturangabe)
%	Prozent

# 1 Einleitung

Landwirtschaftliche Nutztiere werden vor allem wegen ihrer tierischen Erzeugnisse gehalten. Umso wichtiger ist eine ausgewogene Nahrungsgrundlage der Tiere, um gute Leistungen zu erwarten (KIRCHGEßNER, 2014). Im Laufe der Zeit sind die Ansprüche an die Qualität der Produkte gestiegen, doch wie wird dies umgesetzt? Durch artgerechte Tierernährung kann dieser Aspekt beeinflusst und eine wichtige Grundlage geschaffen werden. Nach Artikel 10 der Europaratsempfehlung für die Haltung von Rindern von 1988 gilt: „Alle Tiere müssen täglich angemessenen Zugang zu geeignetem, nahrhaftem, hygienisch einwandfreiem und vollwertigem Futter sowie zu genügend Wasser ausreichender Qualität haben, damit ihre Gesundheit und ihre körperliche Vitalität voll erhalten bleiben und ihre Verhaltensbedürfnisse sowie ihre ernährungsphysiologischen Bedürfnisse erfüllt werden. Raufutter sollte unter Berücksichtigung des Alters und der physiologischen Bedürfnisse der Tiere täglich in ausreichender Menge angeboten werden“ (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT, 1988). Die Versorgung mit Grobfutter ist ein wichtiger Bestandteil der Milchrindfütterung. Das faserhaltige Futter dient der Energie- und Nährstofflieferung sowie der Sicherung der wiederkäuergerechten Ernährung (PIATKOWSKI et al., 1990).

Die Wiederkäuer, im Speziellen das Milchrind, verdeutlichen den Zusammenhang zwischen den Abläufen im Organismus der Tiere und der Versorgung mit artgerechtem Futter. Nach GRUBER et al. (2007) ist eine ausgeglichene Energiebilanz das Ziel bei der Futteraufnahme der Wiederkäuer. Diese verbrauchen für ihre Prozesse im Körper, wie beispielsweise die Milchproduktion, eine Trächtigkeit oder das Körperwachstum, viel Energie und müssen diese über die Nahrung wieder aufnehmen.

Der Verdauungstrakt der Kuh hat sich im Laufe der Evolution an die jeweilige Nahrung der Spezies angepasst, insbesondere die Anatomie, aber auch das Milieu der nährstoffspaltenden Mikroorganismen. Herbivoren, also Pflanzenfresser, besitzen beispielsweise einen Pansen, um nicht spaltbare organische Nährstoffverbindungen in nutzbare zu zerlegen (STANGL, 2014). Nach STANGL (2014) lässt sich das Rind hinsichtlich des Ernährungstyps als Gras- und Raufutterfresser einordnen. Diese Nahrung hat einen hohen Gras- beziehungsweise Zelluloseanteil. Die Bedeutung der Funktionstätigkeit des Magen - Darm - Traktes wird in der Darstellung der Größenverhältnisse klar. Der Verdauungstrakt hat beim Rind ein Volumen von 330 l (STANGL, 2014). Im Vergleich zur Körperoberfläche liegt nach STANGL (2014) das Verhältnis bei 3 : 1. Diese Dimensionen machen eine intensive und gründliche Verdauung der Pflanzenbestandteile möglich. Nach PIATKOWSKI et al. (1990) zeichnen sich die Verdauungsvorgänge bei Wiederkäuern durch einen großräumigen Vormagenabschnitt und eine längere Verweildauer des Futters im Magen - Darm - Trakt aus. Auch die Kotkonsistenz spiegelt die Prozesse wider.

## Einleitung

Nach STANGL (2014) ist aufgrund der intensiven Nahrungsausnutzung eine einheitliche, breiige Kotkonsistenz zu erwarten. Doch wie gelingt es, dieses komplexe System in Gang zu halten?

Gut konditionierte Kühe mit effizienter Futteraufnahme und hoher Milchleistung sind wünschenswert. Doch um dieses Ziel zu erreichen, werden hohe Ansprüche an das Management im Stall gestellt. Besonders in der Hochleistungsgruppe sind die Ansprüche hoch. Nach HOFFMANN (2011) ist für die artgerechte Ernährung die Strukturwirksamkeit des Futters und die Anwendung gültiger Energie- und Nährstoffbedarfsnormen eine wichtige Voraussetzung. Nach ENGELHARD (2019) ist die Zielstellung der bedarfsgerechten Fütterung der Hochleister auf Folgendes ausgelegt: gute Strukturwirksamkeit, ein hoher Energiegehalt, leistungs- und kostenorientiert sollte sie sein. Die Strukturversorgung hat einen wesentlichen Anteil an der Tiergesundheit der Wiederkäuer. Ist die Ration nicht mit genügend strukturwirksamem Futter ausgestattet, dann kann es zu einer verminderten Pansenfermentation, einem Abfall des Fettgehaltes in der Milch, einem Anstieg somatischer Zellen in der Milch oder Fruchtbarkeitsstörungen kommen (HOFFMANN, 2011). Nach BONSELS (2017) kann die Ration mit folgenden Parametern beurteilt werden: Körperkondition (Body Condition Score), Wiederkauaktivität, Kotbeschaffenheit, Milchmenge und Milchinhaltsstoffe. Die folgende Arbeit zielt auch auf diese Gedankengänge ab. Dabei soll im Wesentlichen die Strukturwirksamkeit der Ration unter Beachtung verschiedener Altersgruppen analysiert werden.

## 2 Literatur

Zur besseren Einordnung der erfassten Werte werden im folgenden Literaturteil Grenzwerte und Prozesse erklärt. Es finden sich immer wieder Zusammenhänge zwischen Futteraufnahme, Wiederkauen und Milchleistung. Zur Kontrolle der Futteraufnahme kann beispielsweise die Beurteilung der Hungergrube eine Hilfestellung geben und zur Bewertung der Futterverwertung die Kotkonsistenz. Viele Faktoren spielen hierbei eine Rolle und müssen beachtet werden. Nach KAMPHUES et al. (2014) soll die Ration ausreichende Anteile an strukturierter Rohfaser enthalten. Diese ist für die Speichelproduktion wichtig und entscheidend für die Pufferkapazitäten und Schichtung im Pansen. Der Abbau der Zellulose hat nach KAMPHUES et al. (2014) einen direkten Einfluss auf die Essigsäureproduktion. Des Weiteren erklärt KAMPHUES et al. (2014), die Strukturwirksamkeit einer Ration lässt sich nur an indirekten Effekten beurteilen. Hierzu zählen beispielsweise die Wiederkauaktivität, der Milchfettgehalt und Veränderungen im Kot.

### 2.1 Futteraufnahme

Die Futteraufnahme spielt eine wichtige Rolle bei der artgerechten Versorgung von Milchkühen. Nach KAMPHUES et al. (2014) dient die Nahrungsaufnahme der Aufrechterhaltung einer ausgeglichenen Energiebilanz. In der Regel wird das Futter im Stall circa 10 bis 15 cm über dem Bodenniveau angeboten. Somit kann eine natürliche Körperhaltung wie beim Grasens auf der Weide erfüllt werden (SCHRADER und MAYER, 2005). Nach LEBZIEN (2005a) bestehen zwischen der Rationszusammensetzung, der Höhe der Futteraufnahme, der Passagerate im Pansen, dem pH-Wert im Pansen und den Pansenmikroben Wechselbeziehungen. Ersichtlich in Abbildung 1 ist eine Steigerung der Laktationstage und damit verbunden eine Zunahme der Trockenmasseaufnahme je kg (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020b).

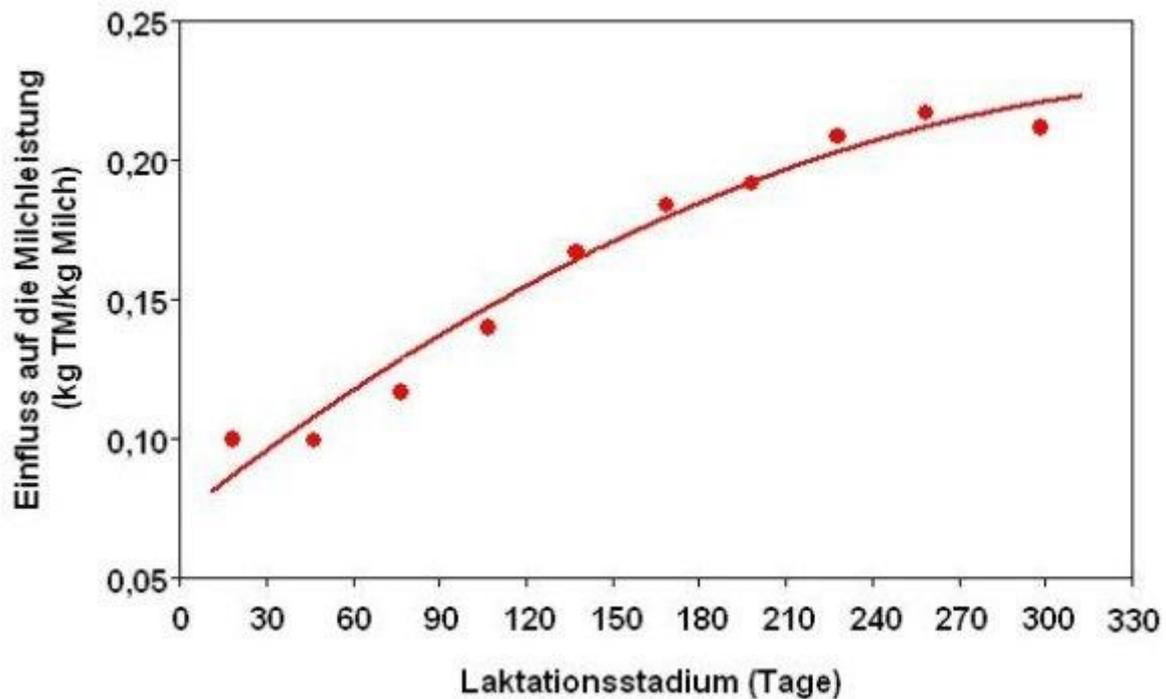


Abbildung 1: Darstellung Trockenmasseaufnahme in Abhängigkeit der Melktage (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020b)

Durch verschiedene Einflussfaktoren kann die Futteraufnahme beeinträchtigt werden. Nach ELITE (2013) können dafür eine Überbelegung der Herde (Probleme für das Tier-/Fressplatzverhältnis), eine mangelnde Futterverfügbarkeit, Krankheiten sowie Hitzestress oder schlechte Belüftung verantwortlich sein. Nach SCHWARZ (2014) wird nach tierbedingten und nutritiven Einflussfaktoren unterschieden. Für die Milchkuh liegt der thermoneutrale Bereich zwischen 4° C und 16° C (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2020). Bereits ab 16° C müssen die Tiere Stoffwechselwärme abgeben und ab 24° C besteht Hitzestress. Abhängig vom Körpergewicht frisst eine Kuh 50 bis 60 kg Frischmasse, das entspricht 13 kg Trockenmasse (SEEWALDT, 2012b). Nach DLG (2006) erhöht sich der Futterbedarf um 1 kg Trockenmasse je Tag, bei Anstieg der Lebendmasse um 100 kg. Nach SCHWARZ (2014) besteht ein enger Zusammenhang zwischen Lebendmasse und Pansenvolumen, woraus die Futteraufnahmekapazitäten schlussfolgern.

Bei den fütterungsbedingten Faktoren ist eine einwandfreie Futterhygiene vorausgesetzt (DLG, 2006). Nach EDER et al. (2014) kann der Futterhygienestatus und damit die Futterhygienesicherheit auf verschiedenen Ebenen durch unterschiedliche Einflüsse tangiert werden. Denkbar wäre eine Verunreinigung mit Pilzen und Mykotoxinen (EDER et al., 2014).

Darüber hinaus sollte die Futtermittelverfügbarkeit gewährleistet sein. Hierfür ist ein Tier-/Fressplatzverhältnis festgeschrieben, was grundsätzlich jedem Tier in der Gruppe mindestens einen Fressplatz zugestehen lässt (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR DEN LÄNDLICHEN RAUM, ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2007).

Um die Futtermittelaufnahme möglichst ungestört zu gewährleisten ist es ratsam, bei Hochleistungsgruppen mehr Fressplätze zur Verfügung zu stellen, damit rangniedrigere Tiere auch Platz am Futtertisch haben. Das oben genannte Verhältnis kann sich auch auf 1,5 : 1 festlegen lassen (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR DEN LÄNDLICHEN RAUM, ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2007).

Die Futtermittelaufnahme hat einen sichtbaren Effekt auf die Pansenfüllung. Die Aufnahme ist umso größer, je schneller der Panseninhalt zwischen den Fresszeiten abnimmt (SCHWARZ, 2014). Die Fressdauer wird nach PIATKOWSKI (1987) durch den Rohfasergehalt und die physikalische Form des Futters (Häcksel, Pellets) bestimmt. Auch SCHWARZ (2014) beschreibt einen Zusammenhang zwischen physikalischen Faktoren zum Pansen beziehungsweise zur Pansenfüllung. Die Passagegeschwindigkeit wird von der Intensität des mikrobiellen Abbaus bestimmt (SCHWARZ, 2014). Hierbei spielen die Pansenmikroben eine wichtige Rolle, welche wiederum von der Speichelproduktion und diese von der Strukturversorgung im Futter abhängig sind (SCHWARZ, 2014). Auch die Verdaulichkeit des Futters hat auch einen entscheidenden Einfluss auf die Verweildauer im Pansen (SCHWARZ, 2014). KAMPHUES et al. (2014) beschreibt die Verdaulichkeit als den Anteil der mit dem Futter aufgenommenen Energie und Nährstoffe, welche nicht mit dem Kot ausgeschieden werden. Nach SCHWARZ (2014) hat hoch verdauliches Futter eine kurze Verweildauer im Pansen. Beeinflusst wird die Verdaulichkeit durch das Tier selbst (Art und Alter), das Futter (Rohfasergehalt) und die Futtermittelbearbeitung (Zerkleinerung) (KAMPHUES et al., 2014).

## 2.2 Strukturwirksamkeit des Futters

Der Organismus des Rindes zeigt sich als komplexes System. Damit die Prozesse im Körper optimal ablaufen können, gilt es, einige Kriterien bei der Fütterung der Tiere zu beachten.

Der Aufbau des Verdauungstraktes spielt hierbei eine wichtige Rolle. Nach STANGL (2014) besitzen Wiederkäuer drei Mägen (Vormagen, Pansen, Labmagen). Damit alle Vorgänge gut ablaufen können, muss der pH-Wert im Pansen stimmen, dieser ist aber in der Regel sehr sauer und kann nur durch das Abschlucken vom Speichel abgepuffert werden. Zu den Funktionen des Speichels gehört also nach LOEFFLER und GÄBEL (2015) das Feuchthalten der Mundschleimhaut und er dient der Erleichterung des Abschluckens der Nahrung. Die darin enthaltenen Hydrogenkarbonate und Phosphate zeigen einen pH-Wert von 8,0.

Diese Puffersubstanzen sind für die Neutralisierung der Fettsäuren in den Vormägen notwendig (LOEFFLER und GÄBEL, 2015). Nach PIATKOWSKI et al. (1990) kann beim Rind eine Speichelmenge von circa 180 bis 220 l pro Tag gemessen werden, vergleichsweise dazu produziert ein Schaf 6 bis 16 l am Tag. Ein Zusammenhang zeichnet sich auch zwischen der Fressgeschwindigkeit und der produzierten Speichelmenge ab. Je schneller das Futter gefressen wird, desto geringer ist die abgegebene Speichelmenge (PIATKOWSKI et al., 1990). Damit die Kuh ausreichend wiederkaut, wird eine gute Strukturversorgung im Futter vorausgesetzt, denn nur eine bestimmte Partikellänge regt die Kuh zum Wiederkauen an. Nach PIATKOWSKI (1987) kann die strukturwirksame Rohfaser auch als wiederkauauslösend erklärt werden. Unter Struktur sind die mechanisch wirksamen Eigenschaften des Futters zu verstehen (SEEWALDT, 2012c). Dazu zählen Partikellänge und Partikelhärte, welche das Wiederkauverhalten und die Pansenmotorik beeinflussen. Grob zerkautes Futter gelangt mit der Regurgitation wieder in die Maulhöhle und wird weiter zerkleinert (PIATKOWSKI, 1987). Untersuchungen haben ergeben, dass nur strukturwirksame Partikel mit einer Länge von mindestens 8 mm die Kuh zum Wiederkauen anregen (DUNKEL, 2013).

Ein wichtiger Faktor für eine gute Tiergesundheit von Milchrindern ist die Rationsgestaltung. Diese muss entsprechend der angestrebten Milchleistung und dem Lebendgewicht ausgelegt sein (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020a). Wichtige Bestandteile müssen in ausreichender Menge vorhanden sein, damit die Prozesse im Organismus ablaufen können. Zu diesen Bestandteilen zählen beispielsweise der Rohfasergehalt, der Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser, Stärke- und Zuckergehalt. Der Bedarf an strukturwirksamer Rohfaser sollte mit der Grundration abgedeckt werden und bei mindestens 60 % liegen (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020a). Der Rohfasergehalt sollte laut LLG SACHSEN ANHALT (2012)  $\geq 155$  g betragen. ENGELHARD (2007) beschreibt diesen als optimal bei 15 bis 17 %, das entspricht 500 g/100 kg Lebendmasse und KAMPHUES et al. (2014) erklärt einen Mindestgehalt von 16 % in der Gesamt-TS als Anforderung an die Strukturversorgung in einer Ration. Nach ENGELHARD (2007) sollte die strukturwirksame Rohfaser bei 10 bis 13 %, das heißt 350 g/100 kg Lebendmasse oder mindestens 115 g liegen (LLG SACHSEN ANHALT, 2012). Auch PIATKOWSKI (1987) beschreibt den optimalen Rohfasergehalt in einer Milchkuhration mit 18 % der Trockensubstanz. Die strukturwirksame Rohfaser soll laut PIATKOWSKI (1987) bei 13 %/kg TM liegen, um eine wiederkaugerechte Ration zu bieten. Die Rohfaser erfüllt im Allgemeinen zwei Aufgaben, zum einen wird aus ihr im Pansen Essigsäure gebildet und zum anderen regt es zum Wiederkauen an (LIKRA TIERERNÄHRUNG, 2020). Aus der produzierten Essigsäure kann dann im weiteren Verlauf das Milchfett gebildet werden. Wichtig ist das Verhältnis zwischen Essigsäure und Propionsäure, welches 3 : 1 betragen soll (LIKRA TIERERNÄHRUNG, 2020).

Nach PIATKOWSKI et al. (1990) würde bei einer rohfaserreichen Ration, welche gleichzeitig zucker- und stärkearm ist, überwiegend Essigsäure produziert werden. Die Mikroorganismen verdauen im Pansen vor allem die Zellulose. Die Propionsäurebildung wird positiv durch die Fütterung von Stärke und die Buttersäurebildung durch Zucker beeinflusst (PIATKOWSKI et al., 1990). Erfolgt die Rohfaserfütterung nicht artgerecht, dann können nach LIKRA TIERERNÄHRUNG (2020) folgende Probleme auftreten (Tabelle1):

*Tabelle 1: Folgen unzureichender Rohfasergehalte (LIKRA TIERERNÄHRUNG, 2020)*

<b>Zu hoher Rohfasergehalt</b>	<b>Zu geringer Rohfasergehalt</b>
- zu lange Verweildauer im Pansen	- kurze Verweildauer im Pansen
- starker Speichelfluss	- schwacher Speichelfluss
- zu hoher pH-Wert im Pansen	- niedriger pH-Wert im Pansen (5-6)
- geringe Milchmenge mit hohem Milchfettgehalt	- hohe Milchmenge mit geringem Fettgehalt

Nach HOFFMANN (2011) können zur Bewertung der Strukturwirksamkeit auch folgende Kennzahlen in Betracht gezogen werden. Die Grobfutteraufnahme sollte zwischen 10 kg TS je Tag und 14 kg TS je Tag liegen. Mit 4,5 - 6 Stunden ist die Fressdauer als ideal einzustufen, wohingegen die Wiederkaudauer mit 6,5 - 8 Stunden beschrieben wird (HOFFMANN, 2011 und PIATKOWSKI, 1987) Die Kauschläge sollten insgesamt bei 55 000 liegen (Fressen und Wiederkauen einberechnet). Nach HOFFMANN (2011) ist die Spanne der Pansenkontraktionen mit 16 - 24/10 min beschrieben und der pH-Wert im Pansen als ideal bei 6,3 bis 6,8 (HOFFMANN, 2011 und PIATKOWSKI, 1987). Die BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020a) erklärt die gewünschte Wiederkaudauer mit 9 bis 12 Stunden.

Für die Berechnung der Strukturwirksamkeit bestehen nach HOFFMANN (2011) zwei Optionen. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der strukturwirksamen Rohfaser und der strukturwirksamen sauren Detergenzienfaser. Letztere gehören zu der Gruppe der Kohlenhydrate und lassen sich mit Hilfe der Detergenzienmethode von VAN SOEST (entwickelt 1967) differenzieren. Dies ist eine wertvolle Methode, da mit der Weender Analyse der Rohfasergehalt bestimmt werden kann, aber nicht die Zellwandbestandteile Zellulose, Hemizellulose und Lignin (RUEGSEGGER und EMMENEGGER, 2012). Diese Kohlenhydrate lassen sich mit diesem Verfahren in drei Gruppen klassifizieren. NDF beinhaltet alle drei Bestandteile, ADF dagegen nur Zellulose und Lignin und ADL besteht nur aus Lignin. Nach BRAND et al. (1997) und DUNKEL (2013) sollte der Gehalt von NDF mindestens 21 % betragen. BRAND et al. (1997) beschreibt auch die Spanne für den ADF-Gehalt, welche zwischen 19 % und 21 % liegen soll.

Deren Faserstruktur ist maßgeblich für die Stimulation des Wiederkauens verantwortlich und für die Passage des Futters durch den Verdauungstrakt (RUEGSEGGER und EMMENEGGER, 2012). Nach SEEWADLT (2012c) gibt die Differenz zwischen NDF und ADF Auskunft über die Verdaulichkeit des Futters. Je niedriger dieser Wert ist, desto schwer verdaulicher ist das Futtermittel (SEEWADLT, 2012c).

Zur Vermeidung von Strukturverlust wurde mit Hilfe von Fütterungsversuchen ein sogenannter Strukturwert ermittelt (SEEWADLT, 2012c). Dieser ist eine Vergleichszahl, um den Mindestanteil von Grundfutter zu erreichen und hilft bei der Rationsplanung. Berechnet wird dieser Wert über verschiedene Formeln im Zusammenspiel mit dem Rohfaseranteil in g/kg (SEEWADLT, 2012c).

Nach SEEWADLT (2012c) kann dieser Strukturwert auch für Kraftfuttermittel angewendet werden. Für die Rationskontrolle sollte der  $peNDF_{om}$  herangezogen werden (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020a). Hier werden die Effekte der Partikelgröße im Zusammenspiel mit den Gehalten an aNDF ermittelt. Auch hierfür ist die Anwendung der Schüttelbox notwendig. Mit folgender Formel wird anschließend der Wert berechnet:

$$peNDF_{om} = (\% \text{ Obersieb} + \% \text{ Mittelsieb} (+ \% \text{ Untersieb})) * \% \text{ aNDF}_{om} \text{ i. d. TM der Gesamtration}/100$$

Der Optimalwert sollte nach der BAYERISCHEN LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020a) bei einer dreiteiligen Schüttelbox bei  $\geq 18\%$  liegen.

### 2.2.1 Wiederkauen

Ein aussagekräftiger Indikator für die Strukturwirksamkeit des Futters ist das Wiederkauen. Wie anfangs schon erwähnt, muss das Futter eine gewisse Partikelgröße haben, damit es zum Wiederkauen anregt. Dies hängt mit dem komplexen Aufbau des mehrhöhligen Magens zusammen (LOEFFLER und GAEBEL, 2015). Neben den drei Vormägen (Haube - Netzmagen, Pansen - Rumen, Psalter - Blättermagen) befindet sich der Labmagen (STANGL, 2014) (siehe Abbildung 2). Ausgekleidet sind die Vormägen mit kutaner Schleimhaut ohne Drüsen (LOEFFLER und GAEBEL, 2015). In den Vormägen befinden sich Mikroorganismen, welche Strukturkohlenhydrate verdauen. Nach PIATKOWSKI et al. (1990) werden die Kohlenhydrate in flüchtige Fettsäuren (Essig-, Propion- und Buttersäure) umgewandelt. Die Aufgaben der Haube konzentrieren sich auf den Auf-, Um- und Abbau von Nahrungsbestandteilen. Der Pansen ist nach LOEFFLER und GAEBEL (2015) mit einem mehrschichtigen Plattenepithel ausgestattet, zur besseren Resorption.

Sogenannte Pansenzotten sorgen für eine Oberflächenvergrößerung. Im weiteren Verlauf erfolgt im Pansen eine Durchmischung der Futterbestandteile. Kleine Bestandteile, welche am Boden der Haube schwimmen, gelangen in den Psalter. Durch die groben Nahrungsbestandteile wird die Regurgitation unterstützt.

Als Regurgitation wird das Hochwürgen des Haubeninhaltes im Zug des Wiederkauens bezeichnet. Die eben schon erwähnten groben Bestandteile werden durch die Regurgitation dann wieder nach oben transportiert und regen die Kuh zum Wiederkauen an. Durch das wiederholte Abschlucken erfolgt dann durch den Speichel die Abpufferung des pH-Wertes. Optimale Bedingung für die Pansenbakterien herrschen bei einem pH-Wert von 6,0 bis 6,5 (LIKRA TIERERNÄHRUNG, 2020). Für den Weitertransport der Nahrung in den Labmagen ist der Psalter verantwortlich (PIATKOWSKI, 1987). Anschließend passiert die Nahrung den Labmagen und wird in den Darmabschnitt transportiert (PIATKOWSKI, 1987).

Nach SWISSGENETICS (2020a) gelten 60 Wiederkauschläge pro Bissen als normal. Nach BOOTZ (2017) sind es zwischen 50 und 70. Die BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020a) beschreibt 50 bis 60 Wiederkauschläge als optimal. Liegen sie darunter, dann kann die aufgenommene Grobfuttermenge zu niedrig oder der Kraftfutteranteil zu hoch sein. Werden mehr Wiederkauschläge gezählt, dann kann ein Überangebot an Futter vorliegen (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020a).

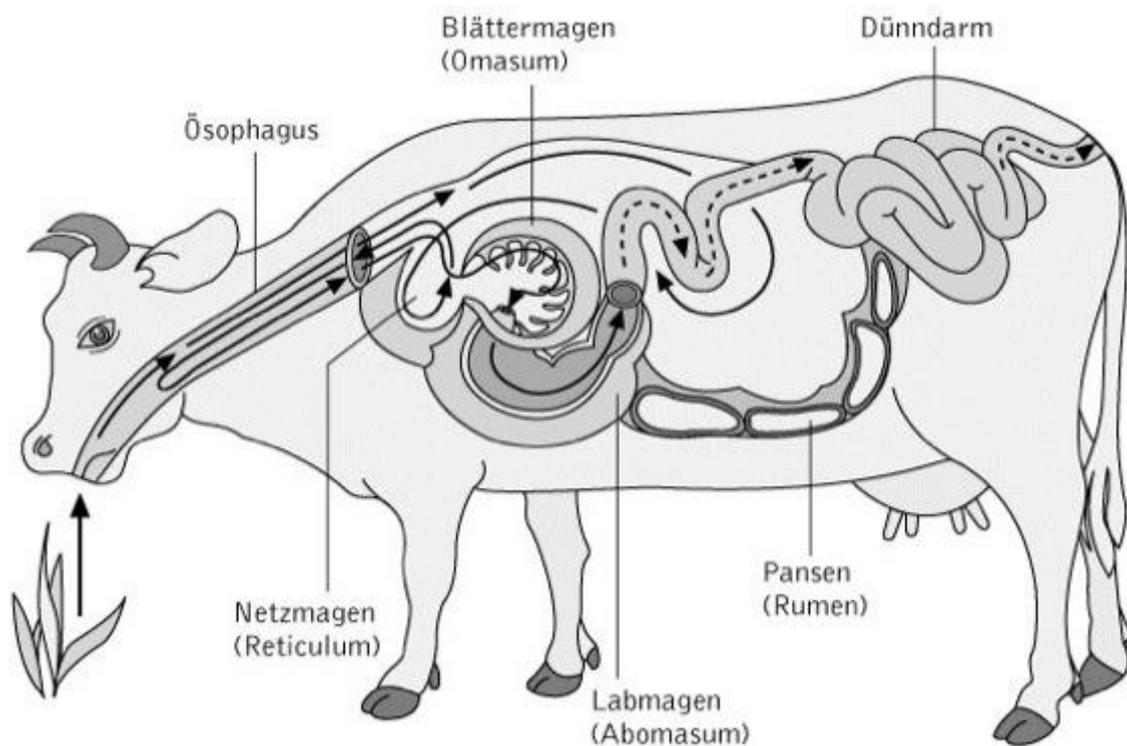


Abbildung 2: Aufbau des Magen - Darm - Traktes Rind (SPEKTRUM.DE, 2001)

Nach SCHRADER und MAYER (2005) beginnt das Wiederkauen etwa 30 bis 60 Minuten nach der Nahrungsaufnahme. Im Verhaltensmuster zeigte sich besonders häufig das Wiederkauen im Liegen, also in Ruhepausen und in den Nachtstunden. Die Wiederkaudauer ist mit 5 bis 9 Stunden am Tag zu kalkulieren. Abhängig ist diese Dauer vom Rohfasergehalt und der Trockenmasseaufnahme (SCHRADER und MAYER, 2005).

### 2.2.2 Schüttelbox

Die Leistungsfähigkeit der Kühe wird maßgeblich durch die Strukturversorgung beeinflusst (BONSELS, 2017). Mit Hilfe der Schüttelbox können verschiedene Punkte bearbeitet und kontrolliert werden. Nach BONSELS (2017) zählen dazu die Mischgenauigkeit sowie Austragegenauigkeit des Mischwagens und die Strukturwirksamkeit der Ration. Die Verteilung der Partikelgrößen im Futter ist aufgrund der anatomischen Gegebenheiten der Wiederkäuer wichtig. Die Anwendung der Schüttelbox erfolgt nach einem festgeschriebenen Schema.

Nach BONSELS (2005) ist ein ebener und fester Untergrund und ein bewegliches Brett (60 x 100 cm) notwendig. Die Schüttelbox wird dann auf das Brett gestellt und eine Probe mit einem ungefähren Umfang von 350 g in die Box gegeben. Die Probe sollte von der Mitte des Futtertisches genommen werden, damit es eine repräsentative Menge darstellt. Hilfreich ist bei der folgenden Schüttlung eine kleine Markierung an einer Seite, um bei den Drehungen nicht durcheinander zu kommen. Jetzt wird fünfmal geschüttelt und die Box anschließend gegen den Uhrzeigersinn gedreht. Dies wird so oft wiederholt, bis 40 Schüttlungen erfolgt sind. Anschließend werden die Mengen der einzelnen Siebgrößen mit einer digitalen Waage ermittelt.

Um die Partikelgrößenverteilung einschätzen zu können, gibt es ideale Aufteilungen innerhalb der Futtermittel. In der Tabelle 2 ist die optimale Verteilung in einer dreiteiligen Schüttelbox dargestellt. Sollten bei der Schüttlung des Restfutters Abweichungen von den aufgezeigten Werten ersichtlich werden, dann ist das ein Zeichen für Mischungenauigkeiten oder fehlende Zerkleinerung der Futterbestandteile (TOPAGRAR, 2001). Die Schüttelbox stellt allerdings nur die Größenverteilung im Futter dar und nicht die Strukturwirkung im Pansen (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020a).

*Tabelle 2: Partikelgrößenverteilung der Frischmasse (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020a)*

<b>Partikelgröße</b>	<b>Maissilage</b>	<b>Grassilage</b>	<b>TMR</b>
<b>&gt; 19 mm</b>	2 - 4 %	10 - 20 %	6 - 10 %
<b>8 bis 19 mm</b>	40 - 50 %	30 - 40 %	30 - 50 %
<b>&lt; 8 mm</b>	40 - 50 %	40 - 50 %	40 - 60 %

## 2.3 Pansenfüllung

Die Pansenfüllung oder auch Hungergrube gibt nach SWISSGENETICS (2020d) Auskunft über den Füllungsgrad des Pansens und somit einen Hinweis auf die Futteraufnahme und Passagegeschwindigkeit. Nach GRUBER et al. (2007) ist für die Füllung des Pansens zum einen die Passage des Futters und zum anderen die Fermentation der Pansenmikroben verantwortlich. Der Pansen befindet sich auf der linken Körperseite zwischen den Rippen, den Querfortsätzen, den Hüfthöckern und der Wirbelsäule (SWISSGENETICS, 2020d). Nach ZAAIJER und NOORDHUIZEN (2001) wird sie mit einem Score von 1 bis 5 bewertet (siehe Tabelle 3). Für die Beurteilung ist ein Blick von hinten auf die linke Körperseite des Tieres ideal. Wichtig ist aber dabei zu beachten, dass die Kuh mit allen vier Beinen auf derselben Höhe steht und auch keine Pansenkontraktion stattfindet, sonst kann die Bewertung der Hungergrube verfälscht werden (BURFEIND et al., 2010). Nach ZAAIJER und NOORDHUIZEN (2001) ist für eine laktierende Kuh mit ausreichender Trockenmasseaufnahme ein Score 3 als optimal zu beurteilen.

*Tabelle 3: Score der Hungergrube nach ZAAIJER und NOORDHUIZEN (2001)*

<b>Score</b>	<b>Beschreibung</b>
<b>1</b>	Tiefe Mulde in der linken Flanke, Hautfalte ab Hüfte vertikal nach unten, seitwärts gesehen verläuft Mulde rechtwinklig, sehr geringe Futteraufnahme → Hinweis auf Erkrankung
<b>2</b>	Haut spannt über Wirbelfortsätzen, Hautfalte ab Hüfte schräg nach vorn zu Rippen, Mulde hinter Rippe handbreit, seitwärts gesehen bildet Mulde abgerundetes Dreieck, bis 1 Woche nach Kalbung tolerierbar → sonst Zeichen für schlechte Futteraufnahme
<b>3</b>	Haut glatt über Wirbelfortsätzen, leichte Mulde hinter Rippen, Kühe mit ausreichender Futteraufnahme
<b>4</b>	Haut über Wirbelfortsätzen, Mulde hinter Rippen fast weg, typisch für Spätlaktation und frühe Trockenstehphase
<b>5</b>	Haut gespannt, Hungergrube voll ausgefüllt, Pansen ist voll, ideal während Trockenstehens

Die Beurteilung der Hungergrube sollte stets unter Berücksichtigung der Melktage erfolgen. Zu Beginn der Laktation kann eine Kuh mit dem Score 1 kurz nach der Kalbung toleriert werden. Zu fortgeschrittener Zeit ist dies allerdings ein Anzeichen für beispielsweise Klauenerkrankungen, eine Pansenübersäuerung oder Infektionen und damit verbunden eine geringe Futteraufnahme (SWISSGENETICS, 2020d).

Nach MÖCKLINGHOFF-WICKE (2014) spiegelt die Hungergrube die Futteraufnahme der letzten 6 bis 8 Stunden wider. Wie schnell der Futterabbau im Pansen erfolgt, wird von der Futterqualität beeinflusst (GRUBER et al., 2007). Die Futterstruktur beeinflusst die Passagerate ebenfalls, denn diese hat durch den Einfluss auf die Speichelbildung indirekt auch einen Einfluss auf die mikrobielle Verdauung (GRUBER et al., 2007).

### 2.4 Kotkonsistenz

Die Kotbewertung kann über drei Wege erfolgen, über das Kotbenotungssystem, die Kotsiebung oder die Beurteilung des Verschmutzungsgrades (THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2018). Nach STANGL (2014) wird ein gewisser Anteil der aufgenommenen Nahrung als Kot ausgeschieden, der Rest wurde verdaut oder absorbiert. Unter diesem Aspekt sollen die unterschiedlichen Konsistenzen bewertet werden. Einflüsse auf die Verdaulichkeit können nach STANGL (2014) Tierart, Futtermenge, Rationszusammensetzung und Zubereitung des Futters sein.

Die aufgenommene Rohfasermenge beeinflusst bei Wiederkäuern maßgeblich die Verdaulichkeit anderer Nährstoffe (STANGL, 2014). Im Kot zeigen sich zuerst die Veränderungen im Pansen sowie in der gefütterten Ration. Somit kann er als Spiegelbild der Fütterung bezeichnet werden (SWISSGENETICS, 2009). Die Rationsberechnung verfolgt das Ziel der artgerechten Fütterung. Ob das Futter zum Wiederkauen anregt und wie es verdaut wird, kann mit der Überprüfung des Kotes hinsichtlich Beschaffenheit, Farbe, Geruch und Konsistenz erfolgen.

Nach SWISSGENETICS (2009) ist die anzustrebende Kotkonsistenz bei laktierenden Kühen mittelbreiig. Auch MAHLKOW-NERGE (2015) definiert eine optimale Kotkonsistenz laktierender Kühe mit dem Score 3. Unter Konsistenz ist das Verhältnis zwischen Feststoffen zum Wasseranteil zu verstehen (MAHLKOW-NERGE, 2015). Zu dünner Kot ist ein Anzeichen für vermehrte Wasseraufnahme oder ein hoher Gehalt an unverdaulichen Futterresten, welche durch Fermentationsstörungen im Pansen nicht richtig verdaut werden können. Diese entziehen der Darmschleimhaut das Wasser und dies äußert sich in Durchfall. Ursachen dafür kann eine protein- oder stärkereiche Ration oder zu wenig Struktur im Futter sein (SWISSGENETICS, 2009). Im Gegenzug zeigt sich durch eine rohfaserreiche Ration ein zu sehr eingedickter Kot. Die Kotbonitur zeigt also die Verdaulichkeit des Futters und wird mit Noten von 1 bis 5 eingestuft (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Bewertung der Kotkonsistenz (DLG, 2001)

<b>Note</b>	<b>Charakterisierung</b>	<b>Ursachen</b>
<b>1</b>	Sehr flüssig, keine Ringe	Zu viel Eiweiß und Stärke, Rohfasermangel
<b>2</b>	Dünnbreilig, geringe Fladenbildung	Siehe Note 1
<b>3</b>	Mittelbreilig, tellergroße Fladen	Ausgewogene Ration
<b>4</b>	Eingedickt bis trocken, keine Ringbildung	Mangel an Eiweiß und Stärke, rohfasereich, vor allem bei Trockenstehern
<b>5</b>	Feste Scheibe	Siehe Note 4, mangelnde Wasseraufnahme

Die Rationsumstellung kann im Kot innerhalb von 12 bis 48 Stunden sichtbar werden und ist somit ein verlässliches Kontrollmittel. Außerdem ist zu beachten, dass Kotveränderungen nicht nur über die Ration bedingt sind, sondern auch durch Krankheiten, wie Virusinfektionen, Bakterien oder Giftstoffe (THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2018). Sonstige Veränderungen der Konsistenz sind nach MAHLKOW-NERGE (2015) auf eine Futterselektion, Mischungenauigkeit in der Ration, zu lange Futterpartikel oder ein zu weites Tier-/ Fressplatzverhältnis zurückzuführen. Erkennbar ist die Selektion des Futters durch Schwankungen in der Kotkonsistenz, unterschiedlich gefüllte Hungergruben und ein auffälliges Fressverhalten (SCHAUMANN, 2016). Letzteres zeigt sich vor allem in einer intensiveren Futteraufnahme nach der Vorlage, hin- und herschieben des Futters („Löcher in das vorgelegte Futter fressen“) sowie Unruhe am Fressgitter (SCHAUMANN, 2016).

Der Futterselektion bei Kühen kann nach DUNKEL (2020) mit einer Kompakt - TMR oder einer Senkung des Trockenmassegehaltes entgegenwirken. Die Kompakt - TMR zeichnet ein vorher in Wasser eingeweichtes Kraftfutter aus. Im Nachhinein werden dann die anderen Grobfutterbestandteile hinzugegeben. Nachteilig ist hierbei eine lange Mischdauer, um eine homogene Ration zu erreichen und damit verbunden ein hoher Arbeitsaufwand. Jedoch zeigten Untersuchungen einen positiven Effekt auf das Fressverhalten der Tiere (DUNKEL, 2020). Auch bei der Trockenmassesenkung wird durch Wasserzugabe selektives Fressen reduziert.

## 2.5 Milchinhaltsstoffe

Als wichtige Leistungskennzahlen gelten die Milchinhaltsstoffe, diese können Auskunft über die Tiergesundheit geben. Nach RICHARDT (2003/2004) dienen sie als Indikatoren für den Ernährungszustand.

Die Grundlage für die Milchinhaltsstoffe bilden verschiedene Nährstoffe. Beispielsweise zeigt sich im Fettgehalt der Milch, ob die Versorgung mit strukturwirksamer Rohfaser ausreichend ist. Dieser ist auf den Kohlenhydratstoffwechsel zurückzuführen. Nach SWISSGENETICS (2020b) wird Zellulose durch essigsäurebildende Bakterien zu Essigsäure umgewandelt. Das Milchfett spiegelt also die Menge an gebildeter Essigsäure im Pansen wider (SWISSGENETICS, 2020b). Die Endprodukte des Abbaus sind nach STANGL (2014) Propionat, Acetat und Butyrat.

Der Eiweißgehalt gibt Aufschlüsse über die Energieversorgung der Tiere und die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein (RICHARDT, 2003/2004). Bestimmt wird er durch den Proteinstoffwechsel. Hier erfolgt eine Umwandlung von Proteinen zu Aminosäuren (LEBZIEN, 2005b). Diese Aminosäuren werden teilweise als essenzielle Nährstoffe von Mikroben aufgenommen oder passieren mit dem unabgebauten Futterprotein (UDP) die Vormägen. Nach LEBZIEN (2005b) wird der überwiegende Teil zu Ammoniak abgebaut. Dieses Abbauprodukt dient als Nahrungsgrundlage der Pansenmikroben, welche wiederum einen Einfluss auf den Milcheiweißgehalt haben (SWISSGENETICS, 2020c).

Je nach Rasse sind andere Erwartungen an die Tiere gebunden. Im untersuchten Betrieb befinden sich Deutsche Holsteins. Dieser milchbetonte Typ ist mit einer genetischen Leistung von 10 000 kg Milch pro Jahr, 4 % Fett und 3,5 % Eiweiß beschrieben (BUNDESVERBAND RIND UND SCHWEIN E.V., 2020).

### 2.5.1 Milchmenge

Die Höhe der erbrachten Milchleistung ist laut SCHWARZ (2014) von den genetischen Veranlagungen abhängig. Der Zeitpunkt in der Laktation hat allerdings auch einen maßgeblichen Einfluss auf die produzierte Menge. Der Laktationsverlauf zeigt eine Kurve mit anfangs steigenden Milchkilogramm bis zur 10. Laktationswoche (Abbildung 3). Anschließend fällt diese, teilweise um die Hälfte, bis zur Trockenstehzeit wieder ab (SCHWARZ, 2014 nach HUTH, 1995).

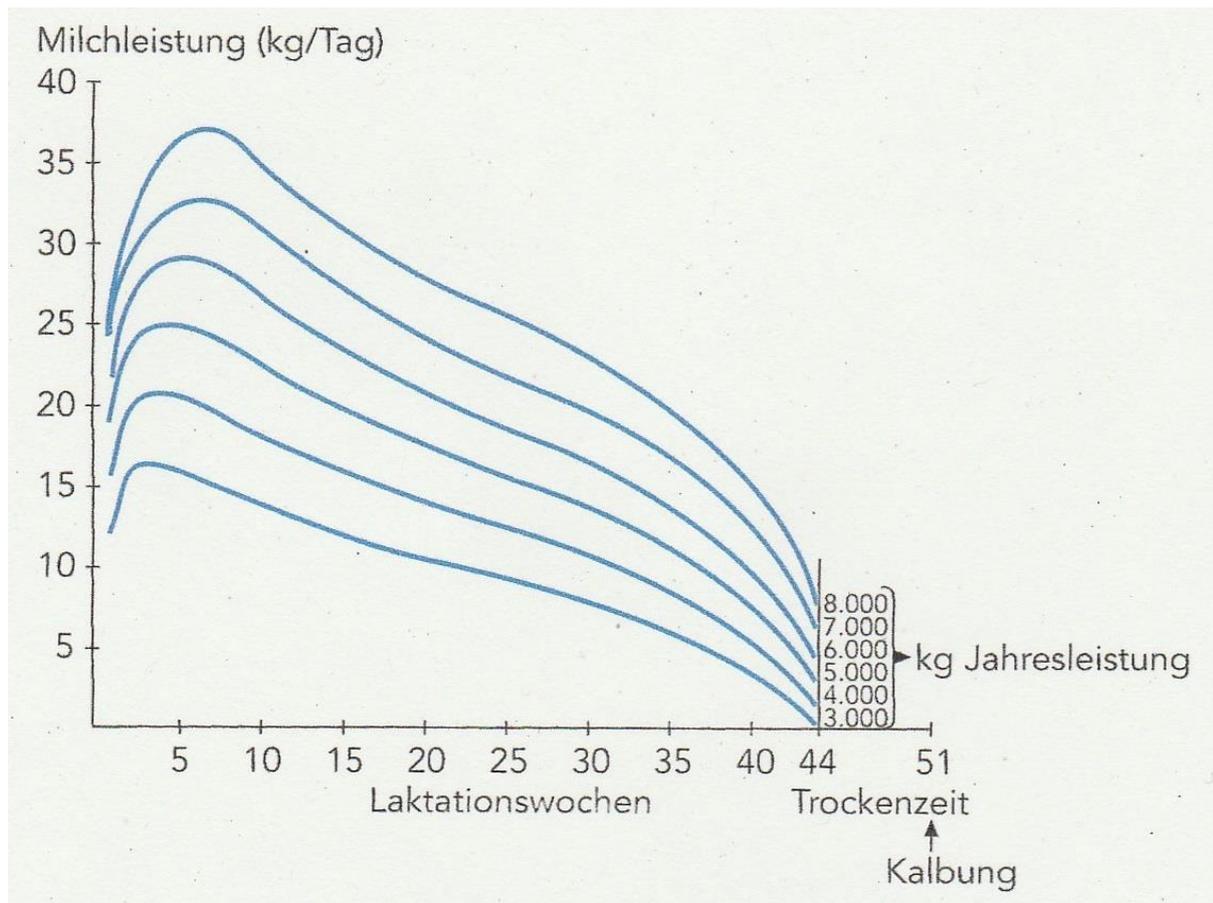


Abbildung 3: Laktationskurven bei unterschiedlicher Jahresleistung (SCHWARZ, 2014 nach HUTH, 1995)

Nicht nur die Genetik hat Einfluss auf die Milchmenge, sondern nach SCHWARZ (2014) auch die Energie- und Nährstoffbereitstellung und die hormonelle Steuerung. Ein wichtiges Hormon namens Prolaktin wird in der Hypophyse (Hirnanhangsdrüse) produziert und hat einen wesentlichen Einfluss auf den Start der Milchproduktion. Im weiteren Verlauf spielen Hormone der Schilddrüse, Wachstumshormone oder Insulin eine wichtige Rolle (SCHWARZ, 2014). Im letzten Drittel der Laktationswochen vermindert sich das Drüsengewebe des Euters, mit der Folge, dass die Milchmenge zurückgeht. Erst zum Zeitpunkt der Kalbung wird dieses dann erneut aufgebaut. Die BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020a) beschreibt unter anderem auch einen Zusammenhang zwischen der produzierten Milchmenge und der Aufnahme von leicht verdaulichen Kohlenhydraten. Für die Milchzuckerbildung ist ein gewisser Anteil an Stärke notwendig, wovon dann die erbrachte Milchleistung abhängt.

Eine Fehlernährung im Hinblick auf eine übermäßige oder ungenügende Energieversorgung spiegelt sich auch in der Milchproduktion wider. Die zu erwartende Milchmenge kann durch einen Energiemangel mit gleichzeitig bedarfsgerechter Proteinzufuhr zurückgehen (SCHWARZ, 2014). Die einzige Ausnahme ist der Zeitraum kurz nach der Kalbung, hier steigt die Milchmenge trotz negativer Energiebilanz. Eine andere Ausgangssituation liegt bei einer bedarfsgerechten Energiezufuhr mit mangelhafter Proteinversorgung vor.

Dies zeigt aber die gleichen Effekte, wie zuvor beschrieben, auch hier ist mit einer negativen Energiebilanz und einem Rückgang der Milchmenge zu rechnen.

Nach PIATKOWSKI (1987) zeigen sich die Laktationskurven je nach Leistung in einem typischen Bild. In den ersten beiden Wochen ist ein steiler Anstieg zu verzeichnen und mit der Zeit fällt der Leistungsbogen wieder. Dieser Bogen verlängert sich mit steigender Jahresleistung. Wünschenswert ist ein flacher Kurvenverlauf, da somit die Milchkuh weniger beansprucht wird, was sich wiederum positiv auf die Tiergesundheit auswirkt. Für die ausgewählten Untersuchungstiere ist nach SCHWARZ (2014, nach HUTH 1995) mit knapp 33 und 34 Laktationswochen eine Milchmenge von mehr als 25 kg pro Tag als gut einzustufen.

Des Weiteren steht die produzierte Milchmenge im Zusammenhang mit den Gehalten der Milchinhaltsstoffe. Nach RICHARDT (2003/2004) nimmt beispielsweise mit steigender Milchmenge der Fettgehalt ab. Bei einer wiederkäuergerechten Fütterung erhöhen sich Fett- und Eiweißgehalt in der Milch (PIATKOWSKI, 1987).

### 2.5.2 Fettgehalt der Milch

Die Milchfettbildung kann durch verschiedene Einflüsse gesteuert werden, darunter zählen genetische Faktoren, das Laktationsstadium und die Fütterung (STANGL, 2014). Der stärkste Faktor ist aber nach STANGL (2014) die Fütterung. Die Zusammensetzung lässt sich aus 50 % aus der Nahrung und 50 % aus der Neusynthese von Fettsäuren erklären. Nach RUNGE und LEHMANN (2020) ist die Zusammensetzung des Milchfettes sehr komplex. In Abhängigkeit der Kettenlänge wird zwischen kurz-, mittel- und langkettigen Fettsäuren unterteilt. Davon sind circa zwei Drittel gesättigt (besitzen keine Doppelbindung) und ein Drittel ungesättigt (RUNGE und LEHMANN, 2020). Diese Unterteilung gibt Aufschlüsse über die Aufgaben der einzelnen Fettsäuren. Beispielsweise zeigen gesättigte Fettsäuren nützliche Nahrungsfaktoren, wie eine Verbesserung des Milieus im Dickdarm. Die Bildung dieser Fettsäuren mit vier bis zwölf Kohlenstoffatomen kann aus Acetat erfolgen (STANGL, 2014). Aus Nahrungsfett werden Fettsäuren mit einer Kettenlänge von über 18 Atomen gebildet (STANGL, 2014). Nach STANGL (2014) ist durch Eigensynthese die Bildung von Myristin- und Palmithinsäure möglich. Um die eben angesprochene Acetatbildung zu fördern, sind stabile Bedingungen im Pansen vorteilhaft. Hier ist vor allem ein pH-Wert im neutralen Bereich wichtig. Fütterungsbezogen gesehen begünstigt eine rohfaserreiche Ration die Bildung des Milchfettes.

Nach PIATKOWSKI (1987) enthält das Milchfett zu 60 % langkettige Fettsäuren, wie Öl- und Stearinsäure, welche aus Futter- und Depotfett stammen. Die restlichen 40 % sind kurzkettige Fettsäuren, diese entstehen aus der im Pansen gebildeten Essigsäure. Die Bildung erfolgt durch eine Essigsäuresynthese im Euter der Kuh, welche auf Grundlage von Zellulose erfolgt (SCHWARZ, 2014). Nach SWISSGENETICS (2020b) spiegelt der Milchfettgehalt die Menge an Essigsäure wider.

## Literatur

Die Synthese erfolgt durch den Abbau von Kohlenhydraten (Rohfaser) im Pansen mittels essigsäurebildender Bakterien. Wichtig für diesen Prozess ist ein stabiler pH-Wert im Pansen (SWISSGENETICS, 2020b). Nach PIATKOWSKI (1987) und HOFMANN (2011) sollte er zwischen 6,3 und 6,8 liegen. Des Weiteren entstehen freie Fettsäuren, welche zu einem pH-Wertabfall führen. Dieser Abfall ist mit einem pH-Wert von 5 bis 6 als kritisch einzustufen (LIKRA TIERERNÄHRUNG, 2020). Umso wichtiger ist das Wiederkauen und somit Abschlucken des Speichels zur Pansenabpufferung. Nur so können die essigsäurebildenden Bakterien bei guten Lebensbedingungen optimal arbeiten.

Niedrige Fettgehalte sind nach SWISSGENETICS (2020b) auf eine ungenügende Strukturversorgung zurückzuführen beziehungsweise eine zu hohe Energiedichte. Als weitere Folgen der Pansenübersäuerung sind Fruchtbarkeits- und Klauenprobleme sowie Stoffwechselstörungen (Ketose) zu nennen.

Ein weiterer Punkt ist die fütterungsbedingte Abnahme des Milchfettgehaltes, was als Milchfettdepression beschrieben ist (STANGL, 2014). Begünstigt wird dies durch eine hohe Konzentration von leicht verdaulichen Kohlenhydraten und einem Mangel an Rohfaser in der Ration, wodurch ein Milchfettabfall  $< 3,00\%$  möglich ist. Stärke und Zucker werden hier zu Propionsäure umgewandelt. Um diesem Abfall entgegen zu wirken, sollte bei der Rationsgestaltung der Gehalt an Stärke und Zucker berücksichtigt werden. Nach KAMPHUES (2017) sollte dieser bei maximal  $30\%/kg$  TM liegen. Zum anderen kann das Verhältnis zwischen Acetat und Propionat zu eng sein und somit steht nicht genügend Acetat für die Milchfettbildung zur Verfügung. Eine andere Erklärung ist die Verschiebung der Pansenflora, wodurch mehr Linolsäureisomere entstehen. Deren hemmende Wirkung auf die Synthese der Fettsäuren führt zum Abfall des Gehaltes (STANGL, 2014).

Im Gegenzug dazu können hohe Fettgehalte auf eine Körperfettmobilisation deuten (SWISSGENETICS, 2020b). Folglich können Fruchtbarkeitsprobleme und ungenügende Futteraufnahme auftreten.

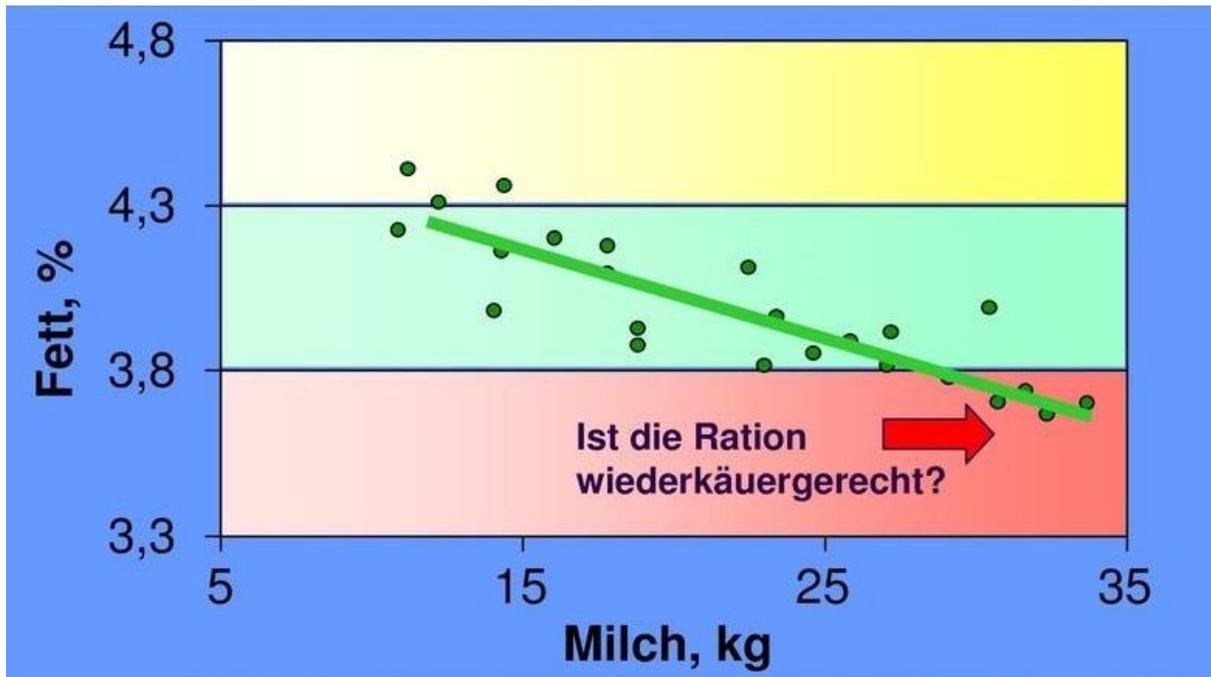


Abbildung 4: Entwicklung des Fettgehaltes der Milch in Abhängigkeit der Milchmenge (HÄUSLER, 2020)

In der Abbildung 4 zeigt sich ein Zusammenhang zwischen steigender Milchmenge und Abnahme des Fettgehaltes (HÄUSLER, 2020). Nach PIATKOWSKI (1987) würde ein hoher Stärkeanteil in der Ration den Fettgehalt senken, im Gegensatz dazu erhöht sich der Gehalt bei geringen Zuckermengen.

Der Kohlenhydratabbau im Pansen erfolgt nach SCHWARZ (2014) von Zellulose zu Essigsäure, während Stärke und Zucker zu Propion- und Buttersäure umgewandelt werden. Die Endprodukte des Abbaus sind nach STANGL (2014) Propionat (Salz der Propionsäure), Acetat (Salz der Essigsäure) und Butyrat (Salz der Buttersäure). Nach LIKRA TIERERNÄHRUNG (2020) liegt das optimale Verhältnis zwischen Essigsäure und Propionsäure bei 3 : 1. SCHWARZ (2014) beschreibt infolge einer stärkereichen Fütterung einen Abfall des Milchfettgehaltes, da das Verhältnis zwischen Essigsäure und Propionsäure enger wird.

Nach LIKRA TIERERNÄHRUNG (2020) sind hohe Fettgehalte durch eine rohfaserreiche Ration begründet. KAMPHUES et al. (2014) beschreibt einen Einfluss der Kohlenhydrate auf den Fettgehalt, hier sind Art und Menge entscheidend. Der Milchfettgehalt steigt bei rohfaserreicher Fütterung (vermehrte Acetatbildung im Pansen) und sinkt bei stärkereicher Fütterung (vermehrte Propionatbildung im Pansen) (KAMPHUES et al., 2014). Zusammenfassend ist zu nennen, dass Milchfett aus Zellulose, Stärke und Zucker entsteht. Die Endprodukte müssen für einen guten Fettgehalt das optimale Verhältnis haben. Nach LIKRA TIERERNÄHRUNG (2020) besteht das Milchfett zu 70 % aus Essigsäure. Somit spielen vor allem die pflanzlichen Gerüststoffe (Rohfaser) eine entscheidende Rolle (SCHWARZ, 2014).

Die Rohfaser erfüllt in diesem Prozess die Stimulation des Wiederkauens und sichert somit die Speichelproduktion, welche wichtig ist, um den pH-Wert im Pansen aufrechtzuerhalten.

### 2.5.3 Eiweißgehalt der Milch

Nach SCHWARZ (2014) ist der Einfluss der Fütterung auf den Eiweißgehalt der Milch, insbesondere auf den Kaseingehalt der Milch, nicht unerheblich. Nach PIATKOWSKI (1987) liegt der Anteil an Kasein im Milcheiweiß bei 80 %, die restlichen 20 % bilden Albumine und Globuline. Der angesprochene Kaseingehalt ist besonders bei der Quark- und Käseproduktion wichtig. Angestrebt wird nach PIATKOWSKI (1987) eine hohe Kasienmenge. Des Weiteren spielt die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein eine wesentliche Rolle (WURM, 2010 und KAMPHUES et al., 2014). Dieses entsteht durch das Mikrobenprotein und das unabgebaute Futterprotein im Pansen. Das Rohprotein liefert nach dem Abbau durch körpereigene Enzyme die für die Milcheiweißsynthese nötigen Aminosäuren. PIATKOWSKI (1987) beschreibt, selbst bei einer Unterversorgung mit verdaulichem Rohprotein um 10 bis 15 % würde der Kaseingehalt bei ausreichender Energieaufnahme unbeeinflusst bleiben. Nach ENGELHARD et al. (2018) wäre für eine 700 kg Kuh mit einem angestrebten Eiweißgehalt von 3,40 % und 40 kg Milch 3 870 g nutzbares Rohprotein in der Ration erforderlich. Errechnet wird dieser Wert durch die Annahmen zum Erhaltungs- und Leistungsbedarf der Tiere. Für die Erhaltung werden 470 g nXP am Tag festgelegt und 85 g je kg Milch mit 3,4 % Eiweiß ist der leistungsabhängige Bedarf. Die Stickstoffbilanz im Pansen ist mit dem Ziel -10 g je Tier/Tag bis +20 g je Tier/Tag beschrieben. Zu hohe RNB - Werte lassen einen Eiweißüberschuss schlussfolgern, wohingegen leicht negative Werte in der Wiederkäuerration als unbedenklich zu bewerten sind (ENGELHARD et al., 2018).

Der Eiweißgehalt der Milch spiegelt die gebildete APD - Menge im Darm wider, welche durch futteraufspaltende Mikroben gebildet wird. Je besser die Lebensbedingung für die Mikroben sind, desto mehr APD kann gebildet werden und desto höher ist der Eiweißgehalt (SWISSGENETICS, 2020c). Für die Ernährung der wichtigen Mikroben ist das Vorhandensein von Rohprotein wichtig. Nach KAMPHUES et al. (2014) sind als Einflussfaktoren auf den Milcheiweißgehalt die Energieversorgung (bestimmt die mikrobielle Proteinsynthese) und die Masse an UDP zu nennen. Niedrige Eiweißgehalte sind ein Indikator für eine unzureichende Energieversorgung im Pansen (PIATKOWSKI, 1987). Nach PIATKOWSKI (1987) können hierfür ursächlich eine verminderte bakterielle Proteinsynthese und die fehlende Energie für die Milcheiweißbildung sein. Folgen dieses Mangels können eine Mobilisation von Körperfettreserven sein, eine Ketose oder Fruchtbarkeitsprobleme. Im Gegenzug dazu kommt es bei einer energiereichen Fütterung zu einem Mikrobewachstum und einem steigenden Eiweißgehalt.

Diese überschüssige Energie lagert sich dann in der nächsten Zeit als Körperfett an. Nach dem LKV BAYERN (2020) sollte der Milcheiweißgehalt zwischen 3,20 % und 3,80 % liegen. Liegt er unterhalb der Grenze, dann leidet das Tier an einem Energiemangel und oberhalb ist es ein Hinweis auf einen Energieüberschuss. Nach PIATKOWSKI (1987) erhöht sich der Milcheiweißgehalt durch Fütterung von leicht verdaulichen Kohlenhydraten, wie Stärke oder Zucker. Ein Abfall des Eiweißgehaltes wird durch eine rohfaserreiche Ration begünstigt (PIATKOWSKI, 1987).

### 2.5.4 Fett - Eiweiß - Quotient

Beim Wiederkäuer ist mit zwei fütterungsbedingten Erkrankungen zu rechnen. Beide können durch den Fett - Eiweiß - Quotienten klassifiziert werden. Nach SEEWALDT (2012a) sollte das Verhältnis Fett- und Eiweißprozent zwischen 1,1 und 1,4 liegen. Liegt der FEQ unter 1,1, dann ist das Tier an einer Azidose erkrankt und über 1,5 an einer Ketose (RICHARDT, 2003/2004). Die Ursache für eine Azidose ist eine Störung der Pansenverdauung. Auslöser hierfür ist eine Pansenübersäuerung durch ein Überangebot an leicht verdaulichen Kohlenhydraten, wie beispielsweise Stärke oder Zucker. Die Ansammlung von Laktat im Pansen kann von den dort lebenden Mikroben nicht verwertet werden (STANGL, 2014). Der Mangel an strukturwirksamer Rohfaser im Zusammenspiel mit einer niedrigen Futteraufnahme begünstigt diesen Prozess. Dadurch wird nicht genügend Speichel abgeschluckt und die Abpufferung im Pansen kann nicht optimal erfolgen. Nach STANGL (2014) führt diese Milchsäureanreicherung zu einer pH-Wertabsenkung und einem Absterben von laktatabbauenden Bakterien. Die Konzentration an flüchtigen Fettsäuren und Milchsäuren steigt an und der pH-Wert fällt unter 5,0 (SCHIPPERS, 2020 und KAMPHUES et al., 2014). Begünstigt wird das durch eine nicht leistungsgerechte Fütterung. Gerade in den ersten Wochen nach der Kalbung ist diese Erkrankung häufig anzutreffen, aber auch im Laufe der Laktation ist das Risiko vorhanden. Weitere Symptome sind die Ausscheidung von unverdauten Futterpartikeln und dünner Kot sowie eine verminderte Tagesmilchmenge (STANGL, 2014). Unbehandelt kann diese Erkrankung zu erhöhter Atem- und Herzfrequenz und damit eine vermehrte Kreislaufbelastung sowie Tod durch Kreislaufversagen führen. Die beschriebenen Krankheitsanzeichen liegen verschiedenen Pathomechanismen zugrunde. Nach STANGL (2014) steigt durch die Laktatanreicherung der osmotische Druck im Pansen, was die Absorption von Wasser verhindert und somit einen Flüssigkeitsmangel in den Gefäßen verursacht. Außerdem kann die Milchsäure lokale Entzündungen verursachen, welche zur Reizung der Pansen- und Darmschleimhaut führen kann. Die Behandlung richtet sich nach dem Schweregrad der Erkrankung, anfangs kann mit einer Umstellung der Ration gearbeitet werden durch vermehrten Einsatz von Heu oder Stroh sowie Puffersubstanzen, wie Natriumbikarbonat (TIERKLINIK GANAL und EWERT, 2020 und KAMPHUES et al., 2014).

Zusammenfassend sind die wichtigen Anzeichen einer Azidose ein Milchfettgehalt  $< 3,60\%$ , wechselnde Kotkonsistenz und ein FEQ  $< 1,1$  (LEXA, 2020).

Eine weitere Stoffwechselstörung ist ebenfalls durch ein unzureichendes Angebot an Futter begünstigt. Bei einem FEQ  $> 1,4$  ist die Kuh an einer Ketose erkrankt. Das weite Verhältnis zwischen dem Fett- und Eiweißgehalt ist durch einen vermehrten Körperfettabbau zu erklären. Die gleichzeitig langsam steigende Milchleistung zeigt dann einen vermehrten Anstieg von Ketonkörpern im Blut. Nach STANGL (2014) baut die Milchkuh bei energetischer Unterversorgung zum Ausgleich das Fettdepot ab. Nicht alle freigesetzten Fettsäuren werden dann zur Milchdrüse transportiert und zum Aufbau des Milchfettes genutzt. Diese Fettsäuren gelangen mitunter in die Leber und werden dort zu Ketonkörpern umgebaut, welche appetitmindernd wirken. Ersichtlich wird diese Erkrankung durch einen Anstieg dieser chemischen Verbindung im Blut, im Harn sowie in der Milch. KAMPHUES et al. (2014) erklärt die vermehrte Bildung von Ketonkörpern durch einen Mangel an Oxalessigsäure, welcher durch eine unzureichende Futteraufnahme entsteht und somit einen Energiemangel zur Folge hat. Symptome können ein Rückgang der Futteraufnahme und Milchleistung, eine Hypoglykämie (niedriger Blutzuckerspiegel), Verdauungsstörungen und Fruchtbarkeitsstörungen sein (STANGL, 2014). Eine weitere Diagnosemöglichkeit ist die Ausatemluft der Tiere, die meistens den typischen Acetongeruch aufweist. Um die Gluconeogenese aufrecht zu halten, wäre als Behandlungsmöglichkeit nach STANGL (2014) die Gabe von Propionat oder Laktat möglich. Damit würde ein positiver Effekt auf den Energiestoffwechsel beabsichtigt werden. Nach KLEE (2017) ist eine Infusion mit Glukose der bevorzugte Behandlungsweg.

### 3 Zielstellungen

Eine ausreichende Strukturversorgung im Futter ist für die Tiergesundheit hinsichtlich der im Pansen ablaufenden Prozesse und die gewünschte Milchleistung wichtig und essenziell. Die Überwachung einer ausreichenden Versorgung mit strukturwirksamen Bestandteilen kann aber anhand zahlreicher Kennzahlen analysiert und bewertet werden. Für die vorliegende Arbeit stehen folgende Fragestellungen im Fokus:

1. Welche Verteilung der Partikelgrößen der vorgelegten TMR sowie des Restfutters der Morgenfütterung können in der Ration der Hochleistungskühe im analysierten Unternehmen bei Nutzung einer Futterschüttelbox beobachtet werden?
2. Kann eine ausreichende Strukturwirksamkeit der TMR über ausgewählte Kennzahlen der Milchhaltsstoffe der Milchkühe abgeleitet werden? Ergeben sich hierbei Unterschiede zwischen den Kühen differenzierter Laktationen?
3. Welche Füllung der Hungergrube (Pansenfüllung) konnte bei den Kühen der Hochleistungsgruppe im Zeitraum etwa 1 Stunde nach der Fütterung ermittelt werden und können Unterschiede zwischen den Jung- und Altkühen beobachtet werden?
4. Welche Kotkonsistenz kann bei den Milchkühen festgestellt werden und zeigen sich hierbei Differenzen zwischen den Jung- und den Altkühen?

Aus den Ergebnissen sollen Erkenntnisse über die Strukturwirksamkeit der Hochleistungsration gewonnen werden. Die Aufmerksamkeit liegt hier auf der Wirkung in unterschiedlichen Altersgruppen und zur Ableitung betrieblicher Verbesserungen.

## 4 Material und Methode

### 4.1 Agrargenossenschaft Wörlitz e.G.

Die Agrargenossenschaft Wörlitz ist ein modernes Unternehmen, welches auf einer Fläche von 2 915 ha im Feldbau und in der Tierproduktion tätig ist. Es ist im Jahr 1990 aus einem Zusammenschluss dreier Produktionsgenossenschaften entstanden. Die Milchviehanlage und die Verwaltung haben ihren Sitz in Vockerode, der Feldbau in Gohrau und die Futtermittelproduktion erfolgt in Griesen. „Leben und arbeiten im Einklang mit der geschützten Natur“, so wird die Philosophie des Unternehmens beschrieben, welches im Biosphärenreservat Mittelelbe gelegen ist.

Die Böden in der Region sind mit einer Ackerzahl von 44 und durchschnittlichen Jahresniederschlägen von 520 mm zu erfassen. Zu den Hauptanbaukulturen zählen Weizen, Raps, Mais, Roggen und Gerste, welche auch zum Teil intern zu Futtermitteln weiterverarbeitet werden. Die am Standort Vockerode stehende Milchviehanlage zählt 660 Tiere der Rasse Deutsche Holstein und deren Nachzucht. Verarbeitet wird die Milch in der betriebseigenen Käseerei (Eröffnung 2018) oder kann am Frischmilchautomaten (Eröffnung 2016) von Verbrauchern käuflich erworben werden. Der Nachhaltigkeitsgedanke wird in Form von Photovoltaikanlagen auf den Dachflächen und einer Biogasanlage gewahrt (AGRARGENOSSENSCHAFT WÖRLITZ E.G., 2020).

### 4.2 Datenerfassung

Die Datenerfassung erfolgt einmal wöchentlich über drei Wochen verteilt. Die Analyse konzentriert sich auf die Strukturverfügbarkeit im Futter einer Hochleistungsgruppe. Zu Beginn wird das Restfutter der Gruppe mit Hilfe einer dreiteiligen Schüttelbox auf die Partikelgrößenverteilung untersucht. Anschließend wird dies ebenfalls mit dem neu vorgelegten Futter nach der Nachmittagsfütterung gemacht. Zur Beurteilung der Partikelverteilung wird das Futter mit einer Schüttelbox geschüttelt. Die Box besteht aus drei Sieben mit unterschiedlich großen Löchern. Je nach Größe der Partikel fallen sie durch die verschiedenen Siebe. Die Futterprobe beträgt circa 350 g und wurde von der Mitte des Futtertisches genommen. Auf einer geraden Oberfläche wird dann das Futter in das oberste Sieb gegeben, eine kleine Markierung am oberen Rand hilft bei der Orientierung während der folgenden Schüttlungen. Anschließend wird fünfmal geschüttelt mit rechts und links circa 17 cm Bewegung und die Box um 90 Grad gedreht. Das wird so oft gemacht, bis 40 Schüttlungen erfolgt sind. Mit jeder Probe werden zwei Schüttlungen durchgeführt und anschließend mit einer Digitalwaage die einzelnen Siebe ausgewogen (siehe Abbildung 5).



Abbildung 5: Schüttelbox und verwendete Materialien (EIGENE DARSTELLUNG, 2020)

Im Zuge der weiteren Analyse wurden 10 Tiere aus der Hochleistungsgruppe hinsichtlich ihres Alters ausgewählt (5 Jungkühe bis zur dritten Laktation und 5 Altkühe  $\geq 3$  Laktationen). Diese Tiere werden mit einem Viehzeichenstift kenntlich gemacht, um einen optimalen Ablauf der Datensammlung zu unterstützen. Augenmerk wird dann auf die Pansenfüllung, durch die Bewertung der Hungergrube (nach ZAAIJER und NOORDHUIZEN) vor und 1 Stunde nach der Fütterung, die Kotkonsistenz (Kotscore, nach der DLG) und das Wiederkauen je Boli, gelegt. Die Wiederkauschläge wurden bei jedem Tier mit 2 bis 3 Zählungen am Untersuchungstag erfasst. Zur besseren Einordnung wird anschließend aus HERDEplus noch die aktuelle Milchleistung der Tiere notiert, vorwiegend die Milchmenge der Einzeltiere am Untersuchungstag und aus den letzten 3 Milchleistungsprüfungen die Milchmenge, die Fett- und Eiweißgehalte und der Fett - Eiweiß - Quotient der Einzeltiere und der Hochleistungsgruppe.

### 4.3 Datenauswertung

Die gesammelten Daten werden anschließend in Microsoft Excel eingepflegt und hinsichtlich des Altersunterschieds der Tiere ausgewertet. Hier erfolgt eine Unterteilung in Jungkühe, welche noch nicht die 3. Laktation erreicht haben und in Altkühe  $\geq 3$ . Laktation. Mit Hilfe der formulierten Zielstellungen soll untersucht werden, ob es in der Strukturwirksamkeit der Hochleistungsration Unterschiede zwischen Tieren verschiedener Laktationen gibt.

Die Futtermenge in den verschiedenen Siebgrößen wurden nach der Auswaage in Prozent umgerechnet und auf ganze Zahlen gerundet. Die Mittelwerte der beiden Schüttlungen wurden ermittelt, auf ganze Zahlen gerundet und grafisch dargestellt. Aus den Milchleistungsprüfungen wurden, unterteilt nach den 10 ausgewählten Alt- und Jungkühen, die Mittelwerte und Standardabweichungen der Fett- und Eiweißgehalte sowie des Fett - Eiweiß - Quotienten ermittelt und auf zwei Kommastellen erfasst. Die Milchmengen werden mit einer Kommastelle aufgenommen, aufgrund der Erfassung in HERDEplus. Eine Bewertung der Gruppenleistung wird nur im Zuge der 3 Milchleistungsprüfungen durchgeführt und aufgrund der Datenverfügbarkeit nicht durch Mittelwerte und Standardabweichungen dargestellt. Die Milchmenge der Gruppe wird durch die Tieranzahl dividiert, um eine durchschnittliche Angabe der Milchkilogramm je Tier zu erhalten. Beim Wiederkaugen je Boli der Einzeltiere wurden die Ergebnisse der Zählungen ebenfalls auf ganze Zahlen gerundet. Aus den Altersgruppen wurde anschließend noch der Mittelwert und die Standardabweichung der Wiederkauschläge je Boli ermittelt. Die Auswertung der erfassten Hungergruben und Kotkonsistenzen erfolgt durch Ermittlung der Häufigkeiten der verschiedenen Scores.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Partikelgrößenverteilungen im Futter

Unter Anwendung einer dreiteiligen Schüttelbox wurden an den 3 Prüftagen jeweils 2 Schüttlungen der repräsentativen Futterprobe durchgeführt. Die Partikelgrößen wurden in Abbildung 6 mit ganzzahlig gerundeten Mittelwerten beider Schüttlungen der einzelnen Siebgrößen grafisch dargestellt. Erkennbar ist, dass zwischen 7 % und 9 % des Vorlagefutters eine Länge von mindestens 19 mm hat. Im mittleren Sieb befinden sich 39 % bis 44 % des Futters und eine Partikellänge von weniger als 8 mm weisen 50 % bis 54 % der Vorlage auf.

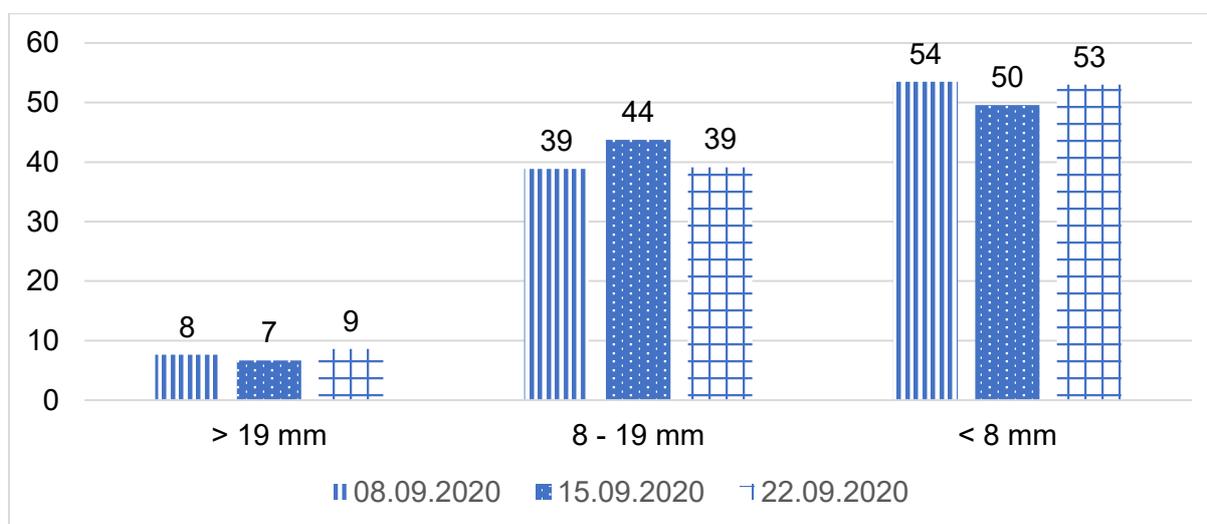


Abbildung 6: Mittelwerte der prozentualen Partikelgrößenverteilung im vorgelegten Futter

Zur besseren Einordnung erfolgt in Tabelle 5 eine prozentuale Darstellung der Partikelverteilung. Hierbei zeigen sich beim frischen Futter Verteilungen zwischen minimal 7 % und maximal 9 % im obersten, 38 % und 44 % im mittleren sowie 49 % und 54 % im untersten Sieb. Die Werte zeigen am Untersuchungstag untereinander nur maximal 2 % Abweichungen.

Tabelle 5: prozentuale Verteilung des frischen Futters

Datum	Schüttlung	Frisch 19 mm	Frisch 8 mm	Frisch unten	Summe
08.09.2020	1	7 %	39 %	54 %	100 %
08.09.2020	2	8 %	39 %	53 %	100 %
15.09.2020	1	7 %	44 %	49 %	100 %
15.09.2020	2	7 %	43 %	50 %	100 %
22.09.2020	1	9 %	38 %	53 %	100 %
22.09.2020	2	8 %	40 %	52 %	100 %

## Ergebnisse

Die Partikelgrößen im Restfutter sind in der Abbildung 7 mit den ganzzahlig gerundeten Mittelwerten der Schüttlungen grafisch dargestellt. Die großen Partikel (> 19 mm Länge) liegen bei den drei Untersuchungstagen zwischen 7 % und 20 %. Futter mit einer Größe zwischen 8 und 19 mm befindet sich mit minimal 35 % und maximal 44 % Anteil im Restfutter. Zwischen 45 % und 50 % des Restfutters besitzen eine Länge von weniger als 8 mm.

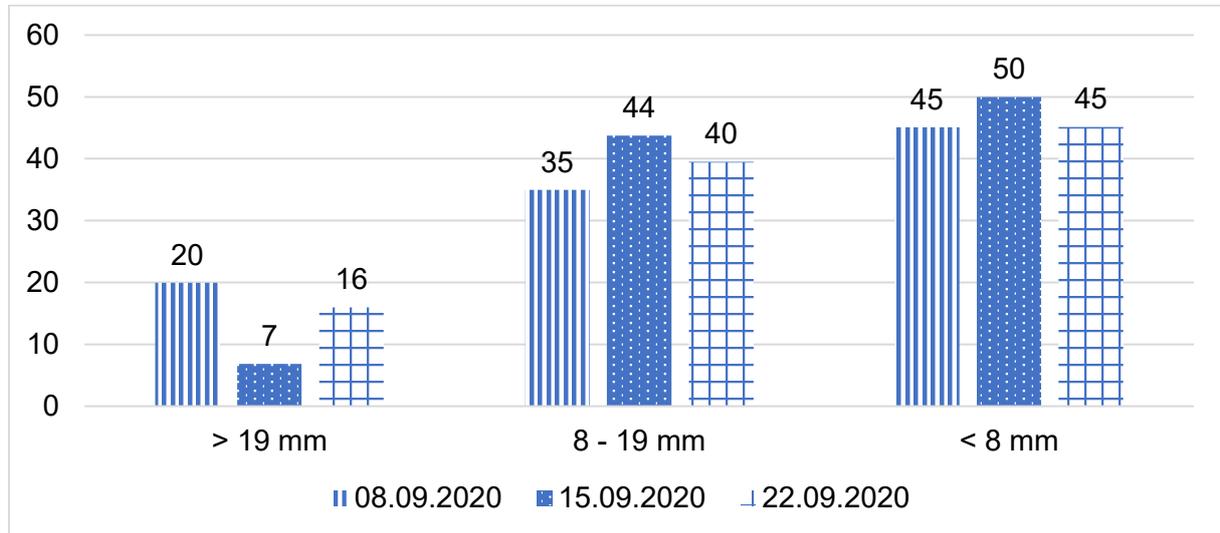


Abbildung 7: Mittelwerte der prozentualen Partikelgrößenverteilung im Restfutter

Wie sich das Restfutter in den 3 Prüftagen in der Schüttelbox prozentual verteilt, zeigt die folgende Tabelle. Die Schwankungsbreite liegt im Untersuchungszeitraum im oberen Sieb zwischen 6 % und 21 %. Partikel mit mindestens 8 mm liegen zwischen 34 % und 44 %. Kleinere Futterbestandteile sammeln sich im unteren Sieb, wo die Werte zwischen 45 % und maximal 50 % liegen (siehe Tabelle 6). Die Abweichungen der ermittelten Mengen an den einzelnen Untersuchungstagen betragen maximal 2 %.

Tabelle 6: prozentuale Verteilung des Restfutters

Datum	Schüttlung	Rest 19 mm	Rest 8 mm	Rest unten	Summe
08.09.2020	1	21 %	34 %	45 %	100 %
08.09.2020	2	19 %	36 %	45 %	100 %
15.09.2020	1	7 %	44 %	49 %	100 %
15.09.2020	2	6 %	44 %	50 %	100 %
22.09.2020	1	16 %	39 %	45 %	100 %
22.09.2020	2	15 %	40 %	45 %	100 %

## 5.2 Milchleistungsparameter

Für die Interpretation der Milchinhaltsstoffe werden die Werte von 3 Milchleistungsprüfungen beurteilt. Zur besseren Einordnung wurden die Mittelwerte und die dazugehörige Standardabweichung der Parameter ermittelt (Tabelle 7). Hierbei erfolgt die Unterteilung nicht nach Einzeltieren, sondern nach Altersgruppen. Die 5 Altkühe ( $\geq 3$ . Laktation) zeigen am 14.07.2020 durchschnittlich 36,9 kg Milch mit einem Fettgehalt von 3,88 %, einem Eiweißgehalt von 3,46 % und einen daraus resultierenden Fett - Eiweiß - Quotient von 1,12. Im nächsten Monat sinkt die Milchmenge der Altkühe auf 32,6 kg, mit 3,78 % Fett und 3,50 % Eiweiß. Die Fett - Eiweiß - Quotienten fällt ebenfalls und liegt bei 1,07. Auch für die letzte erfasste Milchleistungsprüfung am 16.09.2020 wurden entsprechend der Altersgruppen die Mittelwerte und Standardabweichung ermittelt. Die Altkühe zeigen eine Milchmenge von 33,8 kg, mit 3,83 % Fett und 3,56 % Eiweiß. Der Fett - Eiweiß - Quotient liegt bei 1,06.

Tabelle 7: Mittelwerte und Standardabweichungen der Milchleistungsparameter der Altkühe

	<b>Mkg</b>	<b>Fettgehalt in %</b>	<b>Eiweißgehalt in %</b>	<b>FEQ</b>
<b>14.07.2020</b>	36,9 $\pm$ 8,17	3,88 $\pm$ 0,71	3,46 $\pm$ 0,35	1,12 $\pm$ 0,12
<b>25.08.2020</b>	32,6 $\pm$ 11,66	3,78 $\pm$ 1,01	3,50 $\pm$ 0,45	1,07 $\pm$ 0,17
<b>16.09.2020</b>	33,8 $\pm$ 14,58	3,83 $\pm$ 1,01	3,56 $\pm$ 0,41	1,06 $\pm$ 0,18

Die fünf Jungkühe (< 3. Laktation) produzieren am 14.07.2020 dagegen 34,0 kg Milch, mit 4,18 % Fettgehalt und 3,37 % Eiweißgehalt (Tabelle 8). Das Verhältnis zwischen diesen zwei Gehalten liegt bei 1,24. Im nächsten Monat fällt die Milchmenge auf 31,0 kg, die Gehalte von Fett und Eiweiß steigen leicht mit 4,29 % und 3,47 %. Der FEQ liegt bei 1,23. Die Milchmenge ist am 16.09.2020 mit 30,8 kg etwas geringer, bei gleichzeitig weiter steigenden Fett- und Eiweißgehalten mit 4,33 % und 3,57 %. Auch der Fett - Eiweiß - Quotient fällt leicht auf 1,21.

Tabelle 8: Mittelwerte und Standardabweichungen der Milchleistungsparameter der Jungkühe

	<b>Mkg</b>	<b>Fettgehalt in %</b>	<b>Eiweißgehalt in %</b>	<b>FEQ</b>
<b>14.07.2020</b>	34,0 $\pm$ 3,45	4,18 $\pm$ 0,59	3,37 $\pm$ 0,38	1,24 $\pm$ 0,09
<b>25.08.2020</b>	31,0 $\pm$ 8,06	4,29 $\pm$ 0,75	3,47 $\pm$ 0,30	1,23 $\pm$ 0,10
<b>16.09.2020</b>	30,8 $\pm$ 10,19	4,33 $\pm$ 0,89	3,57 $\pm$ 0,30	1,21 $\pm$ 0,23

## Ergebnisse

An den 3 Prüftagen wurden die Milchmengen beider Altersgruppen erfasst und deren Mittelwerte und Standardabweichungen in Tabelle 9 dargestellt. Die Altkühe zeigen hierbei Werte zwischen 31,7 kg und 34,2 kg und die Jungkühe produzieren durchschnittlich zwischen 30,8 kg und 31,0 kg.

Tabelle 9: Mittelwerte und Standardabweichungen der Milchmengen in kg beider Altersgruppen an den Untersuchungstagen

	Altkühe	Jungkühe
<b>08.09.2020</b>	34,2 ± 14,59	31,0 ± 10,01
<b>15.09.2020</b>	33,8 ± 14,57	30,8 ± 10,17
<b>22.09.2020</b>	31,7 ± 14,11	31,0 ± 10,99

Die Abbildung 8 verdeutlicht die durchschnittlich produzierten Milchmengen beider Altersgruppen an den 3 Prüftagen. Die 5 Altkühe ( $\geq 3$  Laktation) zeigen an diesen Tagen insgesamt Werte zwischen 34,2 kg und 31,7 kg. Dagegen ist bei den Jungkühen ein fast konstanter Wert mit 31,0 kg beziehungsweise 30,8 kg erkennbar.

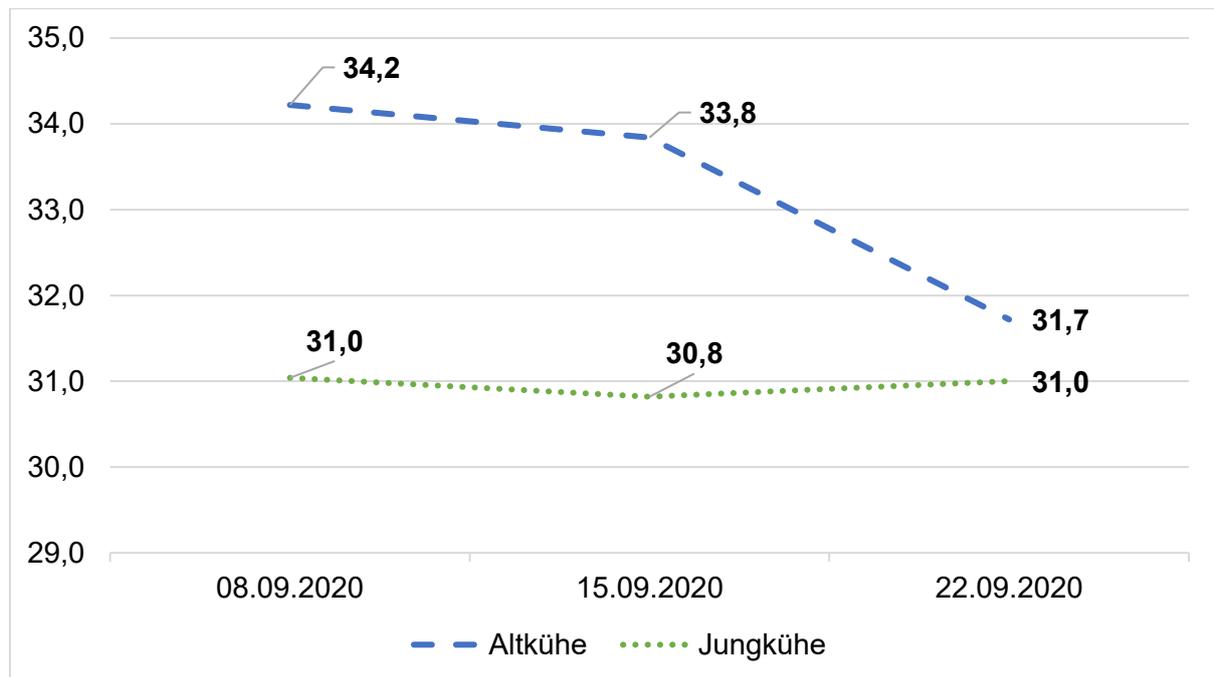


Abbildung 8: durchschnittliche Milchmengen in kg beider Altersgruppen an den 3 Untersuchungstagen

### 5.3 Wiederkauschläge je Boli und Hungergruben beider Altersgruppen

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der erfassten Wiederkauschläge je Boli werden in der Tabelle 10 veranschaulicht. Die fünf Altkühe kauen an jedem Prüftag weniger wieder als die Jungkühe. Im Gesamtbild zeigen die Tiere  $\geq 3$ . Laktation durchschnittlich 70 Schläge je Bissen und die Kühe  $< 3$ . Laktation 74. Minimal werden bei den Altkühen 68 Wiederkauschläge gezählt und bei den Jungkühen 72. Die höchste Wiederkauaktivität ist mit 71 Schlägen bei den Tieren  $\geq 3$  Laktationen und 75 bei den Kühen  $< 3$  Laktationen zu vermerken.

Tabelle 10: Mittelwerte und Standardabweichungen der Wiederkauschläge je Boli beider Altersgruppen

	08.09.2020	15.09.2020	22.09.2020	gesamt
<b>Altkühe</b>	71 $\pm$ 5,63	70 $\pm$ 5,93	68 $\pm$ 3,36	70 $\pm$ 4,84
<b>Jungkühe</b>	75 $\pm$ 5,72	72 $\pm$ 3,49	75 $\pm$ 3,16	74 $\pm$ 4,28

Die 3 Untersuchungstage bringen im Hinblick auf die Bewertung der Hungergrube vor und nach der Fütterung verschiedene Erkenntnisse. Um diese zu verdeutlichen, wurden die erfassten Pansenfüllungen der Altkühe in der Abbildung 9 dargestellt. Bei insgesamt 15 Bewertungen zeigen die meisten Tiere vor der Fütterung eine ausgewogen gefüllte Hungergrube (Score 3, 8 Tiere). Eine Altkuh zeigt einen Score von 1, 4 Tiere einen Score von 2 und 2 Tiere einen Score von 4. Nach der Fütterung gleicht sich das Bild etwas aus und es sind jeweils 5 Tiere mit den Scoren 2 und 3 zu bewerten. Kein Tier zeigt eine voll ausgefüllte Hungergrube (Score 5) und nur ein Tier ist mit dem bedenklichen Score 1 zu verzeichnen. Lediglich 4 Tiere haben nach der Fütterung einen sehr gut gefüllten Pansen (Score 4).

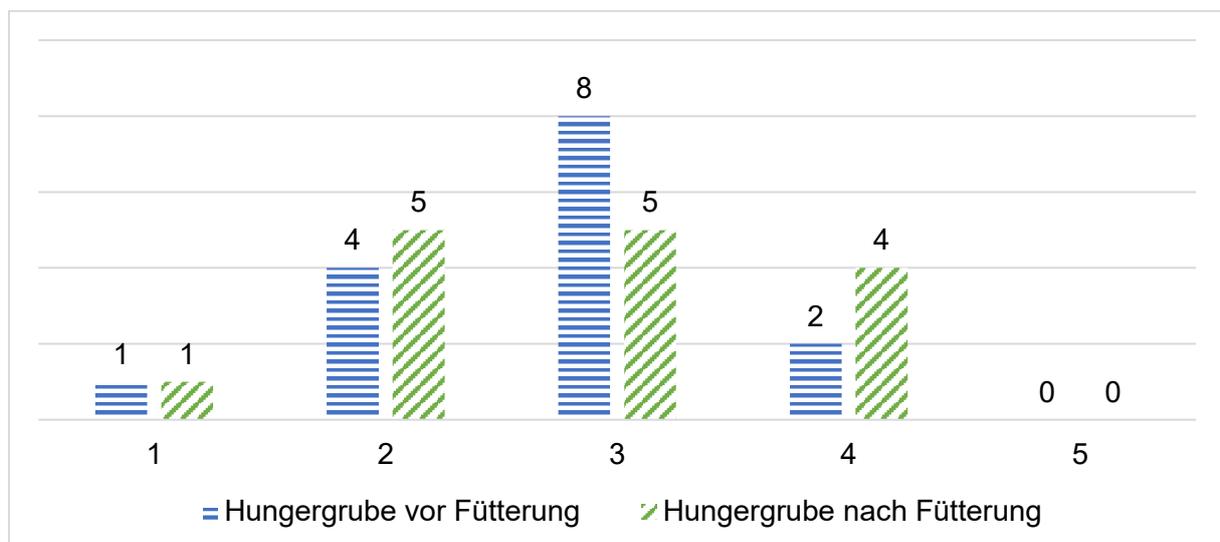


Abbildung 9: Zusammenfassung der Bewertung der Hungergruben bei Altkühen vor und nach der Fütterung über 3 Prüftage

## Ergebnisse

Die Jungkühe zeigen bei der Bewertung der Hungergrube vor und nach der Fütterung viele Tiere mit einem Score 3 (Abbildung 10, 10 Tiere vor der Fütterung und 11 Tiere nach der Fütterung). Wie schon bei den Altkühen zeigen sich auch bei den Kühen < 3. Laktation keine Tiere mit einer übermäßig gefüllten Hungergrube (Score 5). Nur ein Tier befindet sich im Bereich der wenig (Score 2) beziehungsweise bedenklich (Score 1, 3 Tiere vor der Fütterung und 1 Tier nach der Fütterung) gefüllten Hungergrube. Des Weiteren befindet sich eine Jungkuh vor der Fütterung im Score 4 und diese sehr gut gefüllte Hungergrube zeigt sich nach der Fütterung bei 2 Tieren.

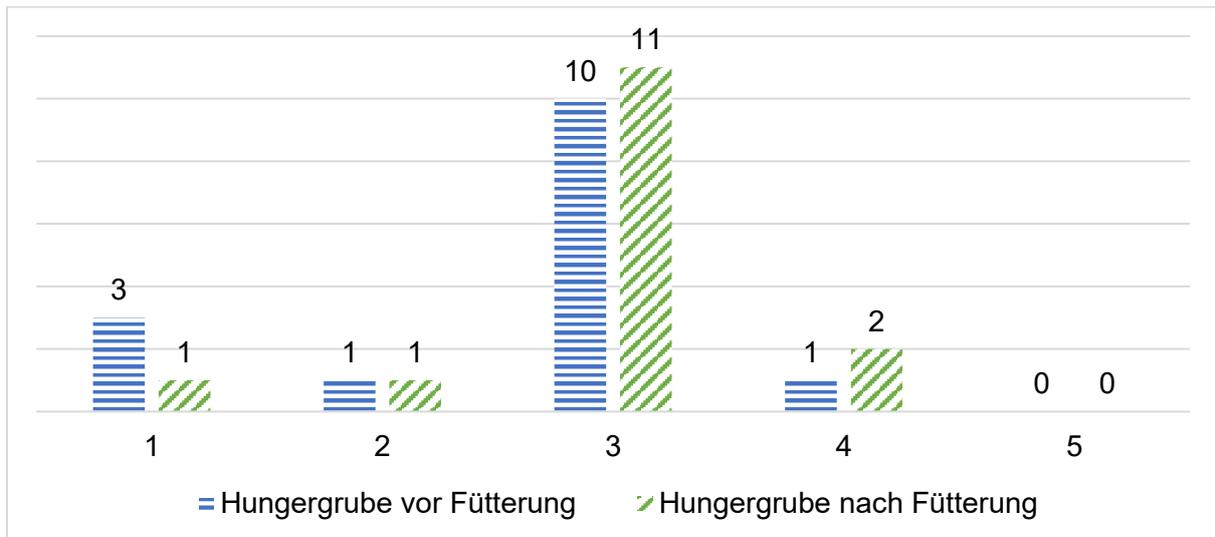


Abbildung 10: Zusammenfassung der Bewertung der Hungergruben bei Jungkühen vor und nach der Fütterung über 3 Prüftage

### 5.4 Kotkonsistenzen beider Altersgruppen

In der Abbildung 11 ist die Anzahl der Tiere unter der Bewertung der Kotkonsistenz mit einem Score zwischen 1 und 5 dargestellt. Zur Beurteilung wurden 12 Bewertungen bei Altkühen und 15 Bewertungen bei Jungkühen durchgeführt. Die Altersunterteilung der Kühe veranschaulicht, dass vor allem die Altkühe eine geringe Fladenbildung (Score 2, 7 Tiere) zeigen. 4 Kühe  $\geq 3$  Laktationen befinden sich im Bereich der mittelbreiigen Kotkonsistenz (Score 3) und ein Tier kann mit einem Score von 4 bewertet werden. Die Jungkühe dagegen erweisen zum überwiegenden Teil eine dünnbreiige (Score 2, 6 Tiere) bis mittelbreiige (Score 3, 7 Tiere) Kotkonsistenz. Jeweils bei einer Kuh  $< 3$  Laktationen kann ein Score von 1 und 4 verzeichnet werden. Kein Tier zeigte eine zu feste Kotkonsistenz (Score 5).

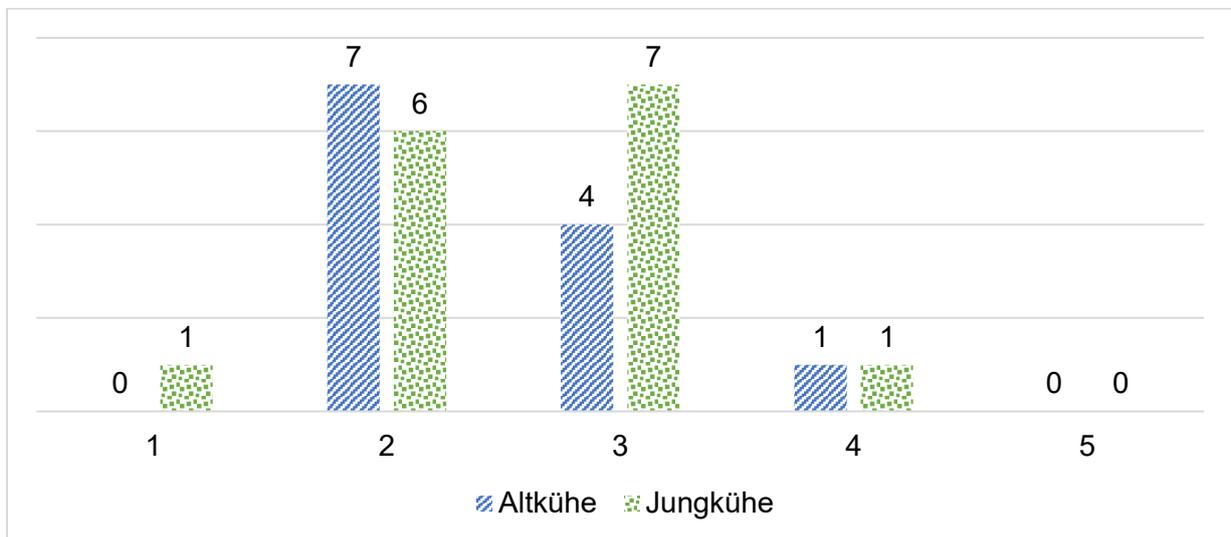


Abbildung 11: Bewertung der Kotkonsistenzen über 3 Untersuchungstage

## 6 Diskussion

### 6.1 Interpretation der Partikelgrößenverteilungen im Futter

Die Bedeutung der artgerechten Fütterung wurde im Laufe dieser Arbeit bereits erläutert. Die BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020a) erklärt, dass die Schüttelbox nur die Größenverteilung des Futters und nicht die Strukturwirksamkeit im Pansen darstellt. Trotzdem ist die Partikelgrößenverteilung im Futter wichtig und hat Einfluss auf die Prozesse im Organismus. In der Abbildung 6 wurden die Mittelwerte des vorgelegten Futters beider Schüttlungen in den einzelnen Siebgrößen ermittelt. Die großen Futterpartikel über 19 mm liegen mit 7 % und 9 % in der optimalen Spanne zwischen 6 % und 10 %. Die mittleren Partikel liegen mit 39 % und 44 % zwischen 30 % und 50 % und die kleinen mit 50 % und 54 % zwischen 40 % und 60 %. Diese zeigen eine homogene und wünschenswerte Verteilung des Vorlagefutters entsprechend der Vorgaben für eine TMR der BAYERSCHEN LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020a) (siehe Tabelle 2). Eine wünschenswerte Strukturversorgung anhand der Partikelgrößen ist nach der Prüfung mit einer dreiteiligen Schüttelbox gegeben. Die Streuung der einzelnen Werte an den Prüftagen ist sehr gering, wodurch die Mengen der ersten Schüttlung bestätigt werden (Tabelle 5).

Die Restfutterbestandteile zeigen jedoch Differenzen auf (siehe Tabelle 6). Das Selektionsverhalten der Tiere zeigt an 2 von 3 Tagen einen größeren Anteil an Partikeln > 19 mm, welche nicht gefressen wurden. Hier liegen die Werte bei 20 % und 16 %, was darauf hindeutet, dass die Tiere vermehrt Partikel aus dem mittleren und unteren Sieb gefressen haben (Abbildung 7). Ideal wäre eine Verteilung in dieser Siebgröße von 6 % bis 10 % (BAYERSCHEN LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020a). Somit wird die wichtige Partikellänge von mindestens 8 mm, welche zum Wiederkauen anregen, weniger aufgenommen (DUNKEL, 2013 und PIATKOWSKI, 1987). Doch es zeigen sich keine erkennbaren Unterschiede in den gezählten Wiederkauschlägen je Boli im Vergleich der Untersuchungstage. Eine Begründung dafür könnte die trotzdem ausreichende Menge an strukturwirksamer Rohfaser sein. Im mittleren Sieb ist eine Verteilung zwischen 35 % und 44 % zu verzeichnen, was nach der BAYERSCHEN LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020a) in der Spanne 30 % bis 50 % liegt. Nach DUNKEL (2013) muss diese mindestens 8 mm lang sein und an beiden Tagen liegen die Werte insgesamt bei 55 % und 56 % (08.09.2020: 20 % und 35 %; 22.09.2020: 16 % und 40 %). Nach der BAYERSCHEN LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020a) sollte dieser Wert (Menge oberes und mittleres Sieb) bei maximal 60 % und minimal 36 % liegen. Unter diesem Aspekt sind die Angaben als hoch einzuordnen, wichtig ist aber die Betrachtung der Verteilung in den Einzelsieben. An diesen beiden Tagen hat die Gruppe mehr Partikel mit einer Länge von 8 mm bis 19 mm gefressen und zu wenig Futterbestandteile > 19 mm.

Im Vergleich dazu ist am 15.09.2020 eine Restfutterangabe von 51 % (7 % und 44 %) zu verzeichnen, wobei der Anteil an langen Futterpartikel geringer ist (7 %). Lediglich an diesem Tag werden mit 7 % die Vorgaben im oberen Sieb erreicht. Gleichzeitig ist eine leichte Steigerung der Partikel mit einer Größe zwischen 8 mm und 19 mm zu erkennen (44 %). Die 50 % im unteren Sieb sind als höchster Wert zu verzeichnen. Mit 45 % wurde die Futtermenge an den anderen Untersuchungstagen ermittelt. Nach der BAYERSCHEN LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020a) ist die Verteilung im unteren Sieb zwischen 40 % und 60 % als gut einzuschätzen. An 15.09.2020 entspricht die Verteilung im Restfutter also den Vorgaben der BAYERISCHEN LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020a) für eine TMR. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Aufnahme von wiederkauauslösenden Partikellängen laut den Ergebnissen der Schüttelbox am 08.09.2020 und 22.09.2020 nicht ideal ist. Diese Werte werden am Futtertisch aber durch alle Tiere der Gruppe beeinflusst. Es wäre möglich, dass die ausgewählten Untersuchungstiere das Futter nicht so stark selektiert haben und deshalb die Wiederkauschläge ausreichend sind, wobei zu bedenken ist, dass die Datenaufnahme nur eine Momentbetrachtung darstellt. Hierbei ist eine geringgradig niedrigere Wiederkauaktivität der Altkühe im Altersvergleich zu erkennen (Tabelle 10). Eine individuelle Futterselektion der Prüftiere ist jedoch nicht ausgeschlossen. Die Streuung der Werte ist, wie schon im Vorlagefutter, sehr gering und bestätigt somit die in der ersten Schüttung aufgezeigten Mengen (Tabelle 5 und 6).

Werden die Partikelgrößen von Vorlagefutter und Restfutter verglichen, dann zeigt sich am 15.09.2020 eine fast identische Größenverteilung (Abbildung 6 und 7). An den anderen beiden Prüftagen haben die Tiere mehr Partikel mit einer Länge von weniger als 8 mm und weniger Futterbestandteile > 19 mm gefressen. Das deutet auf eine vermehrte Futterselektion hin. Nach TOPAGRAR (2001) können die Ursachen dafür eine fehlende Zerkleinerung der Futterbestandteile oder eine ungenügende Mischgenauigkeit sein. Weitere Faktoren der Beeinflussung der Futteraufnahme können auch eine Überbelegung der Gruppe und somit ein nicht optimales Tier-/ Fressplatzverhältnis, woraus eine mangelnde Futtermittelverfügbarkeit resultiert, sein (ELITE, 2013). Nach ELITE (2013) spielen Hitzestress und schlechte Belüftung auch eine wesentliche Rolle. Diese Parameter sind nicht Gegenstand der untersuchten Thematik und sollten im Hinblick auf eine gute Futteraufnahme überprüft werden.

Nach LOEFFLER und GÄBEL (2015) stellen die Haube und der Pansen eine funktionelle Einheit dar und dienen dem mikrobiellen Ab-, Auf- und Umbau der Nahrungsbestandteile. Nur kleine Bestandteile der Nahrung (< 8 mm) schwimmen am Haubenboden und können somit weitergegeben werden. Der Anteil der notwendigen kleinen Partikel entspricht den Anforderungen, welche mit 40 bis 60 % beschrieben sind (BAYERISCHEN LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020a).

Nach PATKOWSKI (1987) kann anschließend der Weitertransport des Nahrungsbreies in den Labmagen und den Darmschnitt erfolgen, wo dieser weiterverwertet wird. Hierfür ist ein ausreichender Anteil an kurzen Futterpartikeln notwendig. Die Tiere nehmen also nicht unbedingt mit jedem Bissen alle Futterkomponenten gleichmäßig auf.

Trotz rechnerisch ausreichender Strukturversorgung in der Vorlage kann kurzfristig ein Strukturmangel entstehen. Ein Rückschluss auf die Wiederkauschläge je Boli ist an den einzelnen Tagen mit unterschiedlicher Aufnahme der Partikellängen nicht zu verzeichnen. Nach SWISSGENETICS (2020a), BOOTZ (2017) und der BAYERISCHEN LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020a) lassen diese Werte in Bezug auf die Wiederkauschläge insgesamt eine gute Strukturversorgung schlussfolgern, jedoch umfasst die Datenerfassung nur einen kleinen Zeitraum und sollte überprüft werden. Die gezeigte Selektion des Restfutters wird außerdem durch die ganze Gruppe beeinflusst. Hier müssen sich die beschriebenen Folgen einer unzureichenden Futteraufnahme nicht zwingend bei den ausgewählten Versuchstieren zeigen. Eine Futterselektion der Versuchstiere kann aber nur im Hinblick auf die Wiederkauschläge je Boli nicht ausgeschlossen werden. Der erwähnte Strukturmangel muss sich des Weiteren nicht in einer Pansenübersäuerung äußern, wenn trotzdem ausreichend strukturwirksame Rohfaser (> 8 mm Partikellänge) aufgenommen wird und die Kuh wiederkauen kann. Jedoch spiegeln die ausgewählten Tiere nur einen kleinen Teil der Gruppe wider, die mitunter zwischen 73 und 97 Tiere beinhalten kann.

### 6.2 Auswertung der Milch Inhaltsstoffe

Die zweite Zielstellung befasst sich mit der erbrachten Milchleistung in Verbindung mit der Strukturwirksamkeit der Ration. Zur besseren Einordnung der Milchleistungen erfolgt in Tabelle 16 (siehe Anhang) erst einmal ein Blick auf die letzten 3 Prüfungen der gesamten Gruppe. Bei Beachtung der unterschiedlichen Tieranzahl sind gute Inhaltsstoffe zu verzeichnen. Nach dem BUNDESVERBAND RIND UND SCHWEIN E.V. (2020) ist ein Fettgehalt von 4,00 % und ein Eiweißgehalt von 3,50 % gewünscht. Mit 3,83 % bis 3,99 % Milchfett liegen die Tiere nur knapp darunter. Auch der Gehalt an Milcheiweiß ist mit 3,42 % und 3,46 % als ausreichend zu bewerten. Gerade der FEQ liegt mit 1,12 und 1,15 nach SEEWALDT (2012a) im Optimalbereich und lässt somit auf eine stabile Stoffwechsellage schlussfolgern. Allein von der Betrachtung der Milchleistung der Gruppe ist eine ausgewogene Futterration mit guter Strukturwirksamkeit zu vermuten.

Bezüglich der Milchmenge zeigen die ausgewählten 10 Tiere nach SCHWARZ (2014, nach HUTH 1995) eine solide Leistung (siehe Tabelle 7 und 8). Hier ist ersichtlich, dass die Altkühe im Mittel mehr Milchkilogramm produzieren, sie liegen im Mittel zwischen 32,6 kg und 36,9 kg.

## Diskussion

Die ausgewählten Jungkühe produzieren bei diesen Milchleistungsprüfungen zwischen 30,8 kg und 34,0 kg. Nicht außer Acht zu lassen ist aber die unterschiedliche Anzahl an Melktagen. Während die Altkühe beispielsweise am ersten Prüftag (Stand: 08.09.2020) im Durchschnitt circa 241 Laktationstage haben, sind es bei den Jungkühen nur 231 Tage. Eigentlich müssten die Jungkühe mit knapp 33 Laktationswochen nach SCHWARZ (2014, nach HUTH 1995) mehr Milch produzieren als die Altkühe (durchschnittlich 34 Laktationswochen). Aber da der Unterschied nur 10 Tage beträgt, ist ihm nicht so große Beachtung zu schenken. Die höhere Milchmenge der Tiere  $\geq 3$ . Laktation ist einerseits mit der Auswahl der Tiere zu begründen. Mitunter zeigen genau die 5 Tiere eine ausgezeichnete Milchmengenproduktion. Für diese These spricht auch die höhere Schwankungsbreite der Standardabweichungen der Milchmengen. Werden die Einzeltiere separat betrachtet, dann zeigt die Kuh mit den meisten Melktagen eine niedrige Milchmenge und die mit den wenigsten produziert eine hohe Milchmenge (siehe Anhang Tabelle 21). Nur bezogen auf die Alterseinteilung ist dieser Effekt nicht ersichtlich, weil er nicht unbedingt an die Laktation an sich gebunden ist, sondern an den Zeitpunkt in der Laktation. Gesamtheitlich kann unter diesem Aspekt kein genereller Rückschluss auf eine höhere Milchmenge bei Altkühen gezogen werden. Auch ein Blick in Abbildung 8 zeigt wünschenswerte Milchmengen an den 3 Prüftagen. Nach SCHWARZ (2014, nach HUTH, 1995, siehe Abbildung 3) sind in diesen Laktationswochen alle Milchmengen über 25 kg/Tag als sehr gut einzuschätzen. Beide Altersgruppen erfüllen an den Untersuchungstagen dieses Kriterium. Auch hier produzieren die Altkühe mit 34,2 kg und 33,8 kg mehr Milch als die Jungkühe (31,0 kg bis 30,8 kg). Nur am letzten Prüftag fallen die Tiere  $\geq 3$ . Laktation auf 31,7 kg. Bei der Datenerfassung gab es an diesem Tag aber keine Veränderungen im Stall, welche dies erklären könnten. Ein Blick in Tabelle 23 (siehe Anhang) zeigt aber im Vergleich zum Prüftag davor keine gravierenden Unterschiede der Einzeltiere, weshalb diesem Aspekt keine übermäßige Aufmerksamkeit zu schenken ist.

Die Strukturwirksamkeit lässt sich nicht direkt durch die Milchmengenproduktion erklären, da diese aufgrund der Milchzuckerbildung vor allem auf die Verfügbarkeit von Stärke angewiesen ist (BAYERISCHE LANDESANTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020a). Die gezeigte Verteilung der Partikelgrößen im Restfutter zeigt keine Einflüsse auf die produzierte Milchmenge an diesem Tag. Dennoch ist die Futterstruktur für den Ablauf der Prozesse im Organismus verantwortlich und hat somit indirekten Einfluss auf die Milchbildung. Die Strukturwirksamkeit der vorgelegten TMR ist an den nach SCHWARZ (2014, nach HUTH 1995) beschriebenen zu erwartenden Milchleistung als gut zu bewerten. Doch warum produzieren die Jungkühe weniger Milch, wenn diese weniger Melktage zählen? Nach dem Ausschlussverfahren kann eine Erklärung für die unterschiedlichen Milchkilogramm der Einfluss der hormonellen Steuerung sein (SCHWARZ, 2014).

Es wäre ratsam, in einer weiteren Untersuchung den hormonellen Status der Jungtiere zu überprüfen, weil dieses Thema nicht Gegenstand der vorgelegten Arbeit ist. Außerdem ist diese Erkenntnis unter dem Aspekt der geringen Tieranzahl zu bewerten. Anhand der 5 ausgewählten Jungkühe kann kein genereller Rückschluss auf eine niedrigere Milchmenge bei Tieren < 3. Laktation gezogen werden.

Die Milchfettbildung zeigt in den Milchleistungsprüfungen bei den Altkühen mit 3,78 % bis 3,88 % einen zu niedrigen Gehalt (Tabelle 7). Nach dem BUNDESVERBAND RIND UND SCHWEIN E.V. (2020) ist bei der Rasse Deutsche Holstein ein Fettgehalt von 4 % gewünscht, dieser wird von den Altkühen nicht erreicht. Die Jungkühe dagegen produzieren mit durchschnittlich zwischen 4,18 % bis 4,33 % etwas zu viel Milchfett und liegen über dem gewünschten Wert (Tabelle 8). Der unterschiedliche Gehalt an Milchfett lässt sich im Zusammenhang mit der steigenden Milchmenge erklären. Nach HÄUSLER (2020) ist mit steigender Milchmenge ein Abfall des Fettgehaltes zu verzeichnen. Dieser Zusammenhang ist in der Tabelle 8 unter Beachtung der sinkenden Milchmenge zu erkennen. Gleichzeitig könnte allerdings auch eine unzureichende Rohfaseraufnahme einen niedrigen Fettgehalt begünstigen (STANGL, 2014, SWISSGENETICS, 2020b und KAMPHUES et al. 2014). In diesem Fall würden nicht genügend Strukturkohlenhydrate für die Essigsäuresynthese zur Verfügung stehen. Ein zu hoher Fettgehalt kann durch ein Überangebot von Rohfaser begünstigt werden (KAMPHUES et al., 2014 und LIKRA TIERERNÄHRUNG, 2020). LIKRA TIERERNÄHRUNG (2020) erklärt die Folgen einer nicht optimalen Rohfaseraufnahme im Zusammenhang mit der Milchmenge und dem Fettgehalt (siehe Tabelle 1). Durch eine geringe Rohfaseraufnahme werden mehr Milchkilogramm produziert mit einem niedrigen Fettgehalt. Genau dieses Bild zeigt sich bei den Altkühen, wohingegen die Wirkung einer hohen Rohfaseraufnahme bei den Jungkühen ersichtlich ist. Nach ENGELHARD (2007) entspricht die Versorgung mit Rohfaser und strukturwirksamer Rohfaser in der Ration den Richtlinien und lässt somit ein ideales Angebot an Futterstruktur schlussfolgern. Eine Vermutung ist, dass die Jungkühe durch eine Selektion des Futters vermehrt lange Futterpartikel aufnehmen oder eine intensivere Futteraufnahme zeigen, wodurch ein Überangebot an Strukturfutter entsteht.

Der Eiweißgehalt sollte nach dem BUNDESVERBAND RIND UND SCHWEIN E.V. (2020) bei 3,5 % liegen. Die Jungkühe zeigen hier im Bereich zwischen 3,37 % und 3,57 % stabile Werte (Tabelle 8). Jedoch zeigen die Tiere  $\geq$  3. Laktation mit 3,46 % bis 3,56 % konstantere Werte (Tabelle 7). Da beide Altersgruppen den Zielwert von 3,50 % annähernd erreichen und die Schwankungen gering sind, scheint die Versorgung mit Rohprotein ausreichend zu sein. Dieses ist nach WURM (2010) und KAMPHUES et al. (2014) die Grundlage für eine optimale Milcheiweißbildung. Daraus lässt sich auch eine ausgewogene Energieversorgung der Tiere schlussfolgern (PATKOWSKI, 1987 und KAMPHUES et al., 2014).

## Diskussion

Die Altersauswertung der 10 Prüftiere zeigt eine hohe Milchproduktion bei den Altkühen, mit einem niedrigeren FEQ. Das zeigt ein enges Verhältnis zwischen Fett- und Eiweißgehalt. Nach SEEWALDT (2012a) liegen die Altkühe an den letzten 2 Milchleistungsprüfungen mit 1,07 und 1,06 unterhalb der kritischen Grenze (Tabelle 7). Demzufolge lässt sich die Gefahr einer Azidose nicht ausschließen (RICHARDT, 2003/2004). Hier ist ursächlich ein Mangel an strukturwirksamer Rohfaser oder eine niedrige Futteraufnahme zu vermuten. Die folgende Pansenübersäuerung kann durch ungenügendes Wiederkauen und somit wenig Speichel zur Abpufferung der Fettsäuren begünstigt werden (SCHIPPERS, 2020). Zum Zeitpunkt der Milchleistungsprüfung ist das beschriebene Krankheitsbild nicht ausgeschlossen. Der Fett - Eiweiß - Quotient der Jungkühe ist dagegen mit 1,21 und 1,24 an der nach SEEWALDT (2012a) beschriebenen Grenze als optimal einzustufen.

Eine bessere Einordnung der eben beschriebenen Milchleistungen der Prüftiere gelingt im Zusammenhang mit der Betrachtung der anfänglich diskutierten Gruppenleistung. Hierbei zeigen die 5 ausgewählten Altkühe ähnliche Fett- und Eiweißgehalte im Vergleich zur Gruppenleistung, wobei der Fettgehalt mit 3,78 % und 3,88 % nach dem BUNDESVERBAND RIND UND SCHWEIN E.V. (2020) als zu niedrig einzustufen ist. Der errechnete FEQ liegt mit 1,06 bis 1,12 in den 3 Milchleistungsprüfungen unter dem Gruppenschnitt und auch an der nach SEEWALDT (2012a) beschriebenen Untergrenze. Hieraus lässt sich eine ungenügende Stabilität in der Stoffwechsellage schlussfolgern. Die 5 Jungkühe dagegen liegen im Fettgehalt und auch im Fett - Eiweiß - Quotienten über dem Gruppenschnitt. Hier werden Fettgehalte von 4,18 % bis 4,33 % erreicht. Daraus resultiert ein FEQ von 1,21 bis 1,24, welcher nach SEEWALDT (2012a) als optimal einzustufen ist. Der Eiweißgehalt beider Altersgruppen ist im Hinblick auf die Gruppenleistung als gut einzuschätzen. Die zufriedenstellende Leistung der Gruppe in den 3 Milchleistungsprüfungen wird bei Betrachtung der Einzeltierleistungen in der Alterseinteilung nur bedingt erreicht. Durch genauere Analyse zeigten sich vor allem 2 Altkühe (HB 403 und HB 1044) und 1 Jungkuh (HB 180 am 16.09.2020) als besorgniserregend (siehe Anhang Tabellen 17 - 19). Die Ergebnisse der Milchleistungsprüfungen stellen aber nur eine Momentaufnahme dar. Es gilt im weiteren Management der Gruppe die Gesundheit der Kühe und die erbrachten Milchinhaltsstoffe zu kontrollieren. Die Analyse der produzierten Milchmengen kann unter dem Aspekt des Vergleiches mit der Gruppenleistung nicht bewertet werden. Die Aussagekraft der Milchmenge in Kilogramm (siehe Anhang Tabelle 16) ist auf die Tieranzahl in der Gruppe bezogen und nicht auf die Einzeltiere. Somit ist die Vergleichbarkeit mit den ermittelten Milchmengen der Altersgruppen nicht gegeben. Eine Umrechnung der Gruppenmilchmenge auf das Einzeltier in der Gruppe zeigt die durchschnittlich produzierte Menge je Tier am Tag der Milchleistungsprüfung. Daraus ergeben sich durchschnittlich zwischen 31,4 kg und 35,4 kg.

## Diskussion

Auf dieser Grundlage zeigen die Altersgruppen eine dem Gruppendurchschnitt zu erwartende Milchmenge. Bezugnehmend auf die erbrachten Milchmengen an den 3 Untersuchungstagen (Abbildung 8) sind fast identische Werte im Vergleich zu den Gruppen- und Einzelleistungen in den Milchleistungsprüfungen zu finden.

Zusammenfassend ist zu den Milchinhaltstoffen der ausgewählten Tiere zu sagen, dass die Altkühe mehr Milchkilogramm produzieren mit einem niedrigen Fett- und einem guten Eiweißgehalt. Die Jungkühe zeigen über diesen Zeitraum eine niedrigere Milchmenge mit einem hohen Fettgehalt. Veranschaulicht wird dieser Aspekt auch in der Altersauswertung der 3 Milchleistungsprüfungen (siehe Anhang Tabelle 20). Die gesamtheitliche Betrachtung der Milchleistungsprüfung hinsichtlich der Altersauswertung macht den Unterschied deutlich. Auffällig ist, dass beide Altersgruppen entweder unter (Altkühe) oder über (Jungkühe) dem gewünschten Fettgehalt von 4 % liegen. Abhängig vom Verdünnungseffekt der Inhaltsstoffe mit steigender Milchmenge (HÄUSLER, 2020) lässt sich der niedrige Fettgehalt der Altkühe auch durch einen Rohfasermangel erklären (KAMPHUES et al., 2014). Der Eiweißgehalt befindet sich nach dem LKV BAYERN (2020) im ganzen Zeitraum im optimalen Bereich beziehungsweise zeigt nur kleine Schwankungen. Nach PIATKOWSKI (1987) und KAMPHUES et al. (2014) kann also geschlossen werden, dass die Energieversorgung der Tiere gut ist, wobei die Überprüfung der Strukturwirksamkeit nur im Hinblick auf den Fettgehalt beurteilt werden kann. Der beschriebene Zusammenhang der fallenden Milchmenge mit steigenden Laktationstagen ist erkennbar (SCHWARZ, 2014 nach HUTH, 1995). Die gezeigten Milchinhaltstoffe der Gruppe in den Milchleistungsprüfungen sind zufriedenstellend. Das spiegelt sich auch in der Analyse des Fett - Eiweiß - Quotienten im Gruppenbild wider. Daraus lässt sich eine wünschenswerte Stoffwechsellage der Gruppe zum Zeitpunkt der Milchleistungsprüfungen schlussfolgern. Die Einzeltierauswertung zeigt dahingehend bei den Altkühen einen zu niedrigen FEQ, was die Gefahr einer Azidose vermuten lässt. Unter Beachtung des Zeitpunktes der Datenerfassung kann nur geschlossen werden, dass die Tiere im augenblicklichen Analysezeitraum aufgrund der ausreichenden Wiederkauschläge je Boli keinen besorgniserregenden Rohfasermangel und somit auch keine Azidose zu vermuten ist. Jedoch sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass die Wiederkauschläge nur eine Momentaufnahme darstellen, deshalb sollte dahingehend noch eine Überprüfung des Wiederkauverhaltens erfolgen, um einen Rohfasermangel wirklich auszuschließen. Zum Zeitpunkt der Milchleistungsprüfungen kann nur auf Grundlage der Inhaltsstoffe diese Stoffwechselerkrankung nicht ausgeschlossen werden.

Hinsichtlich der Beurteilung der Wirksamkeit der Futterstruktur in der Ration sind folgende Zusammenhänge zu beachten: Die Milchmengenbildung beruht auf der Grundlage der Stärkeverfügbarkeit (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2020a) und könnte in Verbindung mit den gezeigten niedrigen Fettgehalten eine Überversorgung schlussfolgern lassen. Diese Behauptung ist aber zu prüfen, da die gezeigten Milchmengen auch durch die Auswahl der Versuchstiere zu begründen sind. Der Milchfettgehalt spiegelt die Rohfaserversorgung wider, wo die Annahme der nicht wünschenswerten aufgenommenen Menge zum Zeitpunkt der Milchleistungsprüfungen aufzustellen ist (STANGL, 2014). PIATKOWSKI (1987) und KAMPHUES et al. (2014) erklären einen Zusammenhang zwischen der Energieversorgung des Tieres und dem Eiweißgehalt in der Milch. Des Weiteren zeigt sich darin die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein (WURM, 2010 und KAMPHUES et al., 2014). Der Eiweißgehalt ist dagegen bei beiden Altersgruppen als optimal einzustufen und lässt eine ausreichende Energieversorgung zum Zeitpunkt der Milchleistungsprüfungen schlussfolgern. Die Strukturwirksamkeit der TMR kann also in Bezug auf die Milchinhaltsstoffe nur über den Fettgehalt abgeleitet werden. Die Futterraufnahme scheint zum Augenblick der Milchleistungsprüfungen bei beiden Altersgruppen nicht optimal zu sein. Die Gruppenleistung zeigt mit Werten zwischen 3,83 % und 3,99 % einen wünschenswerten Fettgehalt und spiegelt somit ein ausreichendes Angebot an Futterstruktur wider. Eine Futterselektion der Versuchstiere ist aufgrund der Schwankungen im Milchfettgehalt zu vermuten.

### 6.3 Erklärung der gezeigten Hungergruben

Die Auswertung der erfassten Hungergruben vor und nach der Fütterung ergaben folgende Ergebnisse: Werden alle Altkühe über diesen Zeitraum der 3 Prüftage betrachtet, dann ist bis auf Note 5 in jedem Bereich mindestens ein Tier zu verzeichnen (Abbildung 9). Eine zunehmende Pansenfüllung nach der Fütterung spiegelt sich in bei insgesamt 15 Einzelbewertungen der Altkühe nur bei 4 Tieren wider. Dies ist innerhalb des Scores aber nur bei 3 Kühen ersichtlich. Eine weniger ausgefüllte Hungergrube ist zum Zeitpunkt der Bewertung bei 3 Altkühen erkennbar. Nach ZAAIJER und NOORDHUIZEN (2001) ist ein Score von 3 bei laktierenden Kühen mit ausreichender Trockenmasseaufnahme wünschenswert. Dieses Ziel erreichen nach der Fütterung nur 5 Tiere. 4 Tiere haben eine etwas zu gefüllte Hungergrube (Score 4) und 5 Tiere haben zu wenig gefressen (Score 2). Eine Altkuh zeigt im Untersuchungszeitraum einen Score von 1. Dies ist nach ZAAIJER und NOORDHUIZEN (2001) ein Indikator für eine sehr geringe Futterraufnahme und könnte somit ein Hinweis auf eine Erkrankung sein. Hier sollte jedoch nicht außer Acht gelassen werden, wie voll der Pansen vor der Fütterung bereits war und wann die Kuh das letzte Mal gefressen hat.

## Diskussion

In Tabelle 21 (siehe Anhang) zeigen sich bereits vor der Fütterung überwiegend gut gefüllte Hungergruben (Score 3). Nach der Fütterung war trotzdem eine Steigerung in den Score 4 zu verzeichnen. Die Altkühe zeigen an den folgenden Untersuchungstagen keine großen Veränderungen der Pansenfüllung. Diese Beobachtung ist dem kurzen Bewertungszeitraum geschuldet, weil mitunter noch nicht alle Tiere am Futtertisch waren. Insgesamt stellen die Bewertung der Hungergruben der Altkühe ein zufriedenstellendes Bild dar, welches aber noch Verbesserungen hinsichtlich der idealen Pansenfüllung erkennen lassen.

Die Jungkühe dagegen bewegen sich bei der Bewertung der Hungergrube mehr im Bereich der Note 3 (Abbildung 10). Nach der Fütterung ist ein positiver Trend zu erkennen, weil sich die Tiere mit einem Score von 1 minimieren und eine kleine Steigerung im Bereich 3 und 4 zu erkennen ist. Es zeigte sich keine Jungkuh mit einem übermäßig gefüllten Pansen (Score 5). Die Hungergruben waren aber auch schon vor der Fütterung ausreichend gefüllt (siehe Anhang Tabellen 21 - 23). Die 15 Altersbewertungen lassen nur 4 Veränderungen im Hinblick auf die zunehmende Pansenfüllung vor der Fütterung erkennen. In der Abbildung 10 zeigt sich die Verbesserung im Score allerdings nur bei 2 Tieren. Eine Abnahme der Pansenfüllung ist nur bei einer Jungkuh erkennbar. Somit ist bereits vor der Fütterung von einem ausreichend gefüllten Pansen auszugehen und das deutet auf ein gutes Fressverhalten hin. 11 Jungtiere befinden sich in dem nach ZAAIJER und NOORDHUIZEN (2001) beschriebenen Bewertungssystem nach der Fütterung im einwandfreien Bereich. Jeweils ein Tier wird nach der Fütterung mit einem Score von 1 und 2 bewertet. Dies deutet zum Zeitpunkt der Datenerfassung auf eine sehr geringe oder schlechte Futteraufnahme hin. 2 Jungkühe haben im Zeitraum 1 Stunde nach der Fütterung einen Score von 4. Hier ist eine intensive Futteraufnahme zu vermuten.

Im Vergleich zu den Altkühen ist somit eine bessere Pansenfüllung zu erkennen, denn hier zeigen sich nur 5 Tiere mit einem Score von 3 nach der Fütterung. Das spiegelt sich auch in den Wiederkauschlägen je Boli wider. Die Jungkühe zeigen mit durchschnittlich 74 Schlägen mehr Wiederkauaktivität als die Altkühe, daraus könnte sich eine größere Futtermenge im Pansen schlussfolgern lassen. Nach SWISSGENETICS (2020d) gibt der Füllzustand der Hungergrube Auskunft über den Füllungsgrad des Pansens und somit einen Hinweis auf die Futteraufnahme und Passagegeschwindigkeit. Nach GRUBER et al. (2007) beeinflusst die Futterstruktur die Passagerate im Pansen und somit die Speichelbildung. Auch SCHWARZ (2014) beschreibt einen Zusammenhang zwischen den physikalischen Faktoren und dem Pansen beziehungsweise der Pansenfüllung. Daraus lässt sich die These aufstellen, dass die Jungkühe durch eine höhere Futteraufnahme mehr wiederkauen und somit mehr Speichel produziert wird.

Dieser Speichel ist für die Pansenmikroben wichtig, welche für die Passagegeschwindigkeit im Pansen verantwortlich sind. SCHWARZ (2014) erklärt, je schneller der Panseninhalt zwischen den Fütterungszeiten abnimmt, desto mehr Futter kann aufgenommen werden.

Nach MÖCKLINGHOFF-WICKE (2014) spiegelt sich die Futterraufnahme circa 6 bis 8 Stunden in der Hungergrube wider. Die geringen Änderungen in Bezug auf die Bewertung vor der Fütterung kann dem kurzen Bewertungszeitraum geschuldet sein. 1 Stunde nach der Fütterung haben beispielsweise noch nicht alle Versuchstiere den Futtertisch aufgesucht oder noch nicht die komplette Menge aufgenommen. Der Zeitraum vor der Fütterung ist ebenfalls nicht unter Beobachtung und gibt keine Auskunft über das Fressverhalten. Dabei scheinen die Jungkühe eine konstantere Futterraufnahme vor der Fütterung zu haben als die Altkühe, weil bereits vor der Nachmittagsfütterung 10 Jungkühe einen Score von 3 haben (Abbildung 10). Bei Betrachtung der Einzeltage scheint während den ersten beiden Prüftagen die Pansenfüllung und somit die Futterraufnahme, im Vergleich zur Bewertung vor der Fütterung, ausgewogen (siehe Anhang Tabellen 21 und 22). Nur am letzten Tag (siehe Anhang Tabelle 23) ist ein leicht negativer Trend zu erkennen. Hier scheint die Futterraufnahme eher verhalten zu sein, was zu einer geringen Pansenfüllung führt. Nach ELITE (2013) können für eine unzureichende Futterraufnahme auch eine Überbelegung der Herde, Krankheiten oder ein nicht optimales Tier-/ Fressplatzverhältnis verantwortlich sein. Es gilt diese Problematik dahingehend zu überprüfen, damit das Fressverhalten der Tiere ausgewogen ist.

Nach der BAYERISCHEN LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020b) ist mit steigenden Laktationstagen eine Zunahme der Trockenmasseaufnahme zu verzeichnen (Abbildung 1). Dies kann in der vorliegenden Arbeit nur anhand der Bewertung der Hungergrube nicht bestätigt werden. Tiere mit wenigen Melktagen zeigen keine geringere Pansenfüllung, jedoch spiegelt diese nicht den Einfluss von Trockenmassekilogramm auf die Milchkilogramm wider.

### 6.4 Deutung der erfassten Kotkonsistenzen

Im Hinblick auf die Futtermittelverwertung wurde auch die Kotkonsistenz in Betracht gezogen. Hierbei zeigt sich in Abbildung 11 eine deutliche Verteilung der beiden Altersgruppen. Es zeigen sich insgesamt 13 Konsistenzen mit dem Score 2 und 11 mit dem Score 3. Somit spiegelt der Großteil der Tiere hinsichtlich der Verdaulichkeit des Futters ein gutes Bild wider. Nach MAHLKOW-NEGRE (2015) und SWISSGENETICS (2009) müsste aber eine laktierende Kuh einen Score von 3 aufweisen. Hier lassen sich noch Verbesserungen in Bezug auf eine mittelbreiige Kotkonsistenz erkennen.

## Diskussion

Im Altersunterschied ist ersichtlich, dass vor allem die Altkühe eine zu dünne Konsistenz aufweisen (7 Tiere mit einem Score 2). Nach der DLG (2001) kann hierfür ursächlich ein Rohfasermangel oder eine Überversorgung mit Stärke und Eiweiß zugrunde liegen. Dünnflüssiger Kot kann nach SWISSGENETICS (2009) durch eine zu hohe Wasseraufnahme oder unverdaute Futterpartikel verursacht werden. Die unverdauten Futterpartikel weisen auf Fermentationsstörungen im Pansen hin, welche durch zu wenig Rohfaser oder Struktur begünstigt werden. 4 Tiere zeigen einen Score von 3, welcher als wünschenswerte Kotkonsistenz beschrieben ist (MAHLKOW-NERGE, 2015 und SWISSGENETICS, 2009). Eine rohfaserreiche Fütterung oder ein Mangel an Eiweiß und Stärke äußert sich nach DLG (2001) in einem Score von 4, womit eine Altkuh bewertet wurde. Die Jungkühe lassen im Gegenzug eine wünschenswerte Verwertung des Futters schlussfolgern, denn hier zeigen sich 7 Tiere mit einer mittelbreiigen Kotkonsistenz. Allerdings wird auch ein Tier mit einem Score 1 bewertet und 6 Tiere mit einem Score von 2. Eine Jungkuh zeigt zudem eine eingedickte bis trockene Kotkonsistenz (Score 4). Kein Tier zeigt im Untersuchungszeitraum eine feste Scheibe als Kotkonsistenz. Dies ist nach der DLG (2001) ein Anzeichen für eine mangelnde Wasseraufnahme sowie eine zu geringe Eiweiß- und Stärkeaufnahme. Außerdem kann in Kombination mit den genannten Faktoren und einer rohfaserreichen Ration ebenfalls ein Score von 5 begünstigt werden. Daraus lässt sich eine ausreichende Wasseraufnahme der Kühe zum Zeitpunkt der Datenerfassung schlussfolgern.

Nicht außer Acht zu lassen ist der Punkt, dass die Erfassung der Kotkonsistenz nicht ganz so einheitlich und wiederholbar möglich ist. Einfach aus der Tatsache heraus, dass die Kotkonsistenz nur bewertet werden kann, wenn das Tier Kot absetzt. Bei der Erfassung spielen also 12 Bewertungen der Altkühe und 15 Bewertungen der Jungkühe eine Rolle. Nichtsdestotrotz der 3 fehlenden Bewertungen zeigt sich eine klare Tendenz.

Veränderungen in der gefütterten Ration und somit im Pansen zeigen sich zuerst im Kot. Nach SWISSGENETICS (2009) wird er als Spiegelbild der Fütterung bezeichnet. Die Verdaulichkeit der aufgenommenen Nahrung kann nach STANGL (2014) unter anderem durch die Rationszusammensetzung und die Zubereitung des Futters beeinflusst werden. Somit spielt auch die aufgenommene Rohfasermenge eine wesentliche Rolle (STANGL, 2014). Unter diesem Aspekt lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen. Vor allem bei den Jungkühen spiegelt sich eine ausgewogene Ration in der Kotkonsistenz wider (überwiegend Score 2 und Score 3). Die Tiere  $\geq 3$ . Laktation zeigen dagegen eine Kotkonsistenz, welche einen Rohfasermangel vermuten lässt (DLG, 2001). Viele Altkühe befinden sich bei der Bewertung der Kotkonsistenz in einem Score 2. Nach MAHLKOW-NERGE (2015) könnte eine abweichende Konsistenz beispielsweise auf Futterselektion oder zu lange Futterpartikel hindeuten. Das Fressverhalten oder die Aufnahme der Partikelgrößen spiegelt sich in der Einzelauswertung der Tiere nicht wider.

## Diskussion

Die starke Selektion am 08.09.2020 und 22.09.2020 hat also nicht unbedingt Einfluss auf die Verwertung des Futters bei den ausgewählten Prüftieren gezeigt. Auch hier sollte der Gedanke beachtet werden, dass die Kotkonsistenz tierindividuell ist und die Ergebnisse der Schüttelbox durch die Gruppe beeinflusst werden. Somit ist aber nicht ausgeschlossen, dass die Versuchstiere trotzdem nicht zu wenig Rohfaser aufnehmen. Die Schwankung in der konsequenten Futteraufnahme hinsichtlich der Füllung der Hungergrube bestätigt einen möglichen Rohfasermangel. Auch hier ist es wieder nur eine Momentaufnahme und sollte im weiteren Fütterungsmanagement kontrolliert werden. Ein Blick auf die Wiederkauschläge je Boli würden diese These bestärken. Die Altkühe kauen im Altersvergleich mit 70 Schlägen etwas weniger wieder als die Jungkühe (siehe Tabelle 10).

Nach DUNKEL (2020) gibt es verschiedene Möglichkeiten einer Futterselektion entgegenzuwirken, beispielsweise durch eine Kompakt - TMR oder eine Senkung des Trockenmassegehaltes. Jedoch muss der arbeitsorganisatorische Aufwand beachtet werden. Es wäre ratsam, die Beobachtung bei den Altkühen zu wiederholen, da die Datenerfassung nur einen kurzen Zeitraum widerspiegelt. Bei weiterbestehender Problematik sollten dahingehend Überlegungen stattfinden.

## 7 Schlussfolgerung

Die Analyse der Strukturwirksamkeit einer Hochleistungsration lassen unter Berücksichtigung der Alterseinteilung nur bedingt Unterschiede feststellen. Im Hinblick auf die gesetzten Zielstellungen ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

1. Die Partikelgrößenverteilung im Vorlagefutter entspricht den Vorgaben für eine dreiteilige Schüttelbox und stellt somit eine gute Grundlage für die Strukturversorgung dar. Nur in den Schüttlungen des Restfutters zeigt sich eine Verschiebung der Partikelgrößenverteilung. Hier haben die Tiere vermehrt Partikel aus dem mittleren und unteren Sieb aufgenommen. Daraus lässt sich eine Futterselektion der Gruppe an zwei Untersuchungstagen ableiten. Hier kann trotz ausreichender Strukturversorgung ein kurzzeitiger Strukturmangel entstehen, weil nicht mit jedem Bissen alle Futterkomponenten gleichmäßig aufgenommen werden.
2. Bei der Strukturwirksamkeit der Milchhaltsstoffe wird ein besonderes Augenmerk auf den Fettgehalt gelegt. Dieser wird vor allem durch die Rohfaseraufnahme beeinflusst. Die Milchleistungsprüfungen zeigen einen zu niedrigen Fettgehalt bei den Altkühen und daraus resultierend einen niedrigen Fett - Eiweiß - Quotienten. Als Ursache hierfür wäre eine Unterversorgung mit Rohfaser denkbar. Die Jungkühe zeigen einen zu hohen Fettgehalt, hier ist eine intensive Rohfaseraufnahme zu vermuten. Den Untersuchungen nach ist zu urteilen, dass die Strukturwirksamkeit der TMR zum Zeitpunkt der Milchleistungsprüfungen nicht optimal sein könnte, wobei die Gruppenleistung ein ausreichendes Angebot an Futterstruktur vermuten lässt. Eine Selektion der Versuchstiere bei der Futteraufnahme ist nicht ausgeschlossen.
3. Die Bewertung der Pansenfüllung zeigt beim Großteil der Tiere einen wünschenswerten Zustand. Jedoch zeigen bei 15 Bewertungen nur 5 Altkühe eine gut gefüllte Hungergrube (Score 3) nach der Fütterung und 5 Tiere eine mäßig gefüllte Hungergrube (Score 2). Die Jungkühe zeigen ein besseres Bild, denn hier verzeichnen 11 Tiere einen Score von 3. Daraus kann geschlossen werden, dass die Jungkühe 1 Stunde nach der Fütterung eine gewünschte Füllung des Pansens haben und somit eine gute Futteraufnahme zeigen. Die Altkühe könnten hingegen etwas mehr Futter aufnehmen, um den angestrebten Score 3 zu erreichen.

## Schlussfolgerung

4. Die Kotkonsistenz zeigt einen leichten Trend für wässrigen Kot. Von insgesamt 27 Bewertungen liegen 13 Tiere im beobachtungswürdigen Bereich (Score 2). Vor allem die Altkühe (7 Tiere) zeigen oft einen Score 2, welcher als dünnbreiig beschrieben wird. Die unverdauten Partikel im Kot sind als Zeichen einer Fermentationsstörung im Pansen zu deuten. Als Ursache kann ein Rohfasermangel vorliegen. Der ideale Score 3 wird von insgesamt 11 Tieren erreicht, wobei 7 Kühe davon zu den Tieren < 3. Laktation zählen. Die Jungkühe spiegeln ein besseres Bild der Kotkonsistenzen und somit der wiederkäuergerechten und strukturwirksamen Ration wider.

## 8 Zusammenfassung

Abschließend ist zu nennen, dass für ein gutes Fütterungsmanagement Parameter wie Futtermittelaufnahme, Milchleistungsdaten, Pansenfüllung, Kotbeschaffenheit und Wiederkauen wichtig sind (ENGELHARD, 2019). Es sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass in der vorliegenden Untersuchung nur ein kurzer Zeitraum der Laktation dieser Versuchstiere beurteilt wurde und somit nur ein kleiner Ausblick auf die momentane Tiergesundheit hinsichtlich Strukturwirksamkeit und Futtermitterverwertung gegeben werden kann. Aber bereits in diesem Abschnitt sind hervorragende Ansätze erkennbar. Die Partikelgrößenverteilung des vorgelegten Futtermittels entspricht den Vorgaben. Die Wiederkauschläge je Boli sind zufriedenstellend, jedoch ist das eine Momentaufnahme und sollte in einer Überprüfung des Wiederkauverhaltens kontrolliert werden. Die Bedingungen einer wiederkäuergerechten Fütterung scheinen erfüllt zu sein. Die Interpretation der Milchhaltsstoffe zeigt gute Leistungen der Tiere. Auffällig hierbei ist ein nicht optimaler Fettgehalt beider Altersgruppen. Eine Ursache für diese Problematik wäre eine nicht optimale Rohfaseraufnahme. Die gezeigte Futtermittelselektion im Restfütterung könnte dies begünstigen, denn es ist nicht auszuschließen, dass diese auch zum Zeitpunkt der Milchleistungsprüfungen gezeigt wurde. Zusätzlich zeigen die Altkühe einen niedrigen FEQ und damit verbunden eine Gefahr für eine Azidose. Die Jungkühe zeigen eine bessere Futtermittelaufnahme im Hinblick auf die Füllung der Hungergrube und Kotkonsistenz. Die Altkühe hingegen könnten das vorgelegte Futter stärker selektieren, wofür eine nicht optimal gefüllte Hungergrube und eine zu dünne Kotkonsistenz sprechen kann. Zusammenfassend zeigen die Altkühe eine ungenügende Aufnahme an Rohfaser. Erkennbar ist das am niedrigen Fettgehalt und niedrigen Fett - Eiweiß - Quotienten zum Zeitpunkt der Milchleistungsprüfungen. Des Weiteren zeigen sie schlechter gefüllte Hungergruben und eine zu dünne Kotkonsistenz. Die Jungkühe wirken hierbei stabiler und zeigen eine gute Strukturwirksamkeit der Ration. Jedoch sind die Auffälligkeiten in den verschiedenen Parametern noch in einem akzeptablen Rahmen und noch nicht besorgniserregend. Eine gute Strukturwirksamkeit der Hochleistungsration im Milchviehbetrieb ist zu vermuten. Beeinflusst wurden die Ergebnisse auch durch die Auswahl der Untersuchungstiere, welche nur bezüglich des Alters erfolgte. Die gezeigten Altersunterschiede lassen sich durch den kleinen Stichprobenumfang nicht manifestieren.

## Zusammenfassung

Das Fütterungsmanagement lebt von ständigen Kontrollen und Verbesserungen, deshalb sollten folgende Maßnahmen im Betrieb eingehalten werden:

- Beobachtung des Wiederkauverhaltens und der Wiederkauschläge je Boli, zur Überprüfung, ob Altkühe wirklich weniger wiederkauen,
- Kontrolle der Kotkonsistenz und Hungergrube der Altkühe,
- Überprüfung Hormonstatus der Jungtiere (im Zuge der wöchentlichen Zuchthygiene) im Hinblick auf höhere Milchmengen,
- Kontrolle Tier-/ Fressplatzverhältnis, um ausgewogene Futteraufnahme zu ermöglichen
- nur kleiner Stichprobenumfang, um Altersunterschiede zu manifestieren → Versuch mit mehreren Tieren und Überprüfung des Fettgehaltes der Altersgruppen,
- Beobachtung Fressverhalten der Gruppe hinsichtlich einer Futterselektion.

## 9 Literaturverzeichnis

AGRARGENOSSENSCHAFT WÖRLITZ E.G. (2020):

*Unternehmen*, <https://agrar-woerlitz.de/agrargenossenschaft-worlitz-eg/>. Abgerufen am 12.08.2020

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020a):

*Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen*, [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/gruber\\_tabelle\\_fuett erung\\_milchkuehe\\_zuchtrinder\\_schafe\\_ziegen\\_lfl-information.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/gruber_tabelle_fuett erung_milchkuehe_zuchtrinder_schafe_ziegen_lfl-information.pdf). Abgerufen am 20.10.2020

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2020b):

*Futteraufnahme der Milchkühe gezielt abschätzen (Teil 1)*, <https://www.lfl.bayern.de/ite/rind/024938/index.php>. Abgerufen am 26.10.2020

BONSELS, T. (2017):

*Praxistipps zum Einsatz der Futterschüttelbox*, <https://llh.hessen.de/tier/rinder/fuetterung-rinder/praxistipps-zum-einsatz-der-futterschuettelbox/>. Abgerufen am 05.10.2020

BONSELS, T. (2005):

LLH Kassel, *Praxistipps zum Einsatz der Futterschüttelbox*, <file:///C:/Users/Sony/AppData/Local/Temp/Futterschuettelbox%20-%20Beratungsinstrumentarien%20richtig%20einsetzen%202005-10-05-2.pdf>. Abgerufen am 05.10.2020

BOOTZ, F. (2017):

LAZBW Aulendorf, *Tiergesundheit im Milchviehstall“-Störungen früh erkennen*, [http://www.rinderpraktiker-bw.de/fileadmin/osrp/redakteur/dateien/LAZBW\\_MILCH\\_check\\_\\_Schreibgeschuetzt\\_.pdf](http://www.rinderpraktiker-bw.de/fileadmin/osrp/redakteur/dateien/LAZBW_MILCH_check__Schreibgeschuetzt_.pdf). Abgerufen am 28.10.2020

BRAND, A.; NOORDHUIZEN, J.; SCHUKKEN, Y. (1997):

*Herd Health and Production Management in Dairy Practice*, Wageningen Academic Publishers, Übersetzung von Nagel, S. vom Landeskontrollverband M-V, <http://www.lkv-mv.de:8080/examples/Information/!Tiergesundheit/%3CFaustregeln%20zur%20Fuetterung.htm>. Abgerufen am 28.10.2020

## Literaturverzeichnis

BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2020):

*Hitzestress bei Kühen*, <https://www.praxis-agrar.de/tier/rinder/hitzestress-bei-kuehen/>.  
Abgerufen am 27.10.2020

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (1988):

*Europäisches Übereinkommen zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen – Empfehlung für das Halten von Rindern*, Artikel 10,  
[https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/\\_Tiere/Tierschutz/Gutachten-Leitlinien/eu-haltung-rinder.pdf;jsessionid=7D587C0632E6FAD533CD30877924469E.internet2841?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Tiere/Tierschutz/Gutachten-Leitlinien/eu-haltung-rinder.pdf;jsessionid=7D587C0632E6FAD533CD30877924469E.internet2841?__blob=publicationFile&v=2). Abgerufen am 22.10.2020

BUNDESVERBAND RIND UND SCHWEIN E.V. (2020):

*Zuchtziel Deutsche Holsteins*, <https://www.rind-schwein.de/brs-rind/brs-zuchtziel-1.html>.  
Abgerufen am 06.10.2020

BURFEIND, O.; SEPULVEDA, P.; KEYSERLINGK, M.; WEARY, D.; VEIRA, D.; HEUWIESER, W. (2010):

*Journal of Dairy Science Vol. 93 No. 8, Technical note: Evaluation of a scoring system for rumen fill in dairy cows*,  
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0022030210003838?token=450C1508B913D3F4BAE9472F2FAC7CFBAA92DC897F66FBCE1A157EE0FF6EA6343323A2068F19084F9AE42764D06165FF>. Abgerufen am 27.10.2020

DLG (2001):

*Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh*, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, DLG-Information 02/2001

DLG (2006):

*Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh*, DLG-Information 01/2006,  
[https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/futteraufnahme\\_milchkuhdlg\\_1\\_06.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/futteraufnahme_milchkuhdlg_1_06.pdf).  
Abgerufen am 26.10.2020

## Literaturverzeichnis

DUNKEL, S. (2013):

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Thüringer Silagetagung, *Auswirkung der Silagequalität auf Tiergesundheit und Leistung*,

<http://www.tll.de/www/daten/veranstaltungen/materialien/fachgespraeche/sil40413.pdf>.

Abgerufen am 28.10.2020

DUNKEL, S. (2020):

Landesamt für Landwirtschaft und ländlichen Raum, Aktueller Futtertipp Rinder, *Futterselektion bei Milchkühen vermeiden*,

[http://www.tll.de/www/daten/publikationen/voe/fuetterungstipp/ptr04\\_20.pdf](http://www.tll.de/www/daten/publikationen/voe/fuetterungstipp/ptr04_20.pdf). Abgerufen am

30.10.2020

EDER, K.; SCHWARZ, F.; ROTH, F. (2014):

DLG- Verlag, *Tierernährung*, 14. Aktualisierte Auflage von Stangl, G.; Schwarz, F.; Roth, F.; Südekum, K. und Eder, K., Seite: 627

EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. (1989):

Journal of Dairy Science Vol.72, No.1, *A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows*,

<https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2889%2979081-0>.

Abgerufen am 21.10.2020

ELITE (2013):

*Controlling – Diese Faktoren beeinflussen die Futteraufnahme!*, <https://www.elite-magazin.de/news/nachrichten/diese-faktoren-beeinflussen-die-futteraufnahme-11264.html>.

Abgerufen am 26.10.2020

ENGELHARD, T. (2019):

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau ZTT Iden, *Lehrgang Hochschule Anhalt „Fütterung und Fütterungskontrolle von Milchkühen“*, durchgeführt am 16.04.2019

ENGELHARD, T. (2007):

Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt, *Milchinhaltsstoffe durch Fütterung beeinflussen – Möglichkeiten, Nutzen und Risiken*, <http://www.tgdsachsen-anhalt.de/rind/fachbtrg/004/HerrEngelhard.pdf>. Abgerufen am 05.10.2020

## Literaturverzeichnis

ENGELHARD, T.; MEYER, A.; BULANG, M. (2018):

Landwirtschaftskammer Niedersachsen, *Wie viel Protein brauchen Kühe mit hoher Milchleistung?*, <https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/752/article/28772.html>. Abgerufen am 20.11.2020

GRUBER, L.; SPIEKERS, H.; GUGGENBERGER, T.; SCHWARZ, F. (2007):

Sonderbeilage Landwirt, *Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen Futteraufnahmeschätzformel – Grundlagen und praktische Anwendung in der Rationsberechnung*, <https://docplayer.org/22611087-Vorhersage-der-futteraufnahme-von-milchkuehen.html>. Abgerufen am 26.10.2020

HÄUSLER, J. (2020):

Institut für Nutztierhaltung, Abteilung für Alternative Rinderhaltung. *Die Interpretation der Milchinhaltsstoffe „Was sagen mir die Milchinhaltsstoffe“*, [https://docplayer.org/docs-images/41/22735324/images/page\\_6.jpg](https://docplayer.org/docs-images/41/22735324/images/page_6.jpg). Abgerufen am 29.10.2020

HOFFMANN, M. (2011):

Sächsischer Landeskontrollverband e.V., Lichtenwalde, Tagungsbericht, *Möglichkeiten und Grenzen der Bewertung der Strukturwirksamkeit von Rationen für Milchkühe*, <https://www.dr-pieper.com/wp-content/uploads/2014/08/Tagungsbericht-2011-03.pdf>. Abgerufen am 12.10.2020

KAMPHUES, J. (2017):

Topagrar online, *Rüben für Rinder: „Toll aber auch gefährlich“*, <https://www.topagrar.com/management-und-politik/news/rueben-fuer-rinder-toll-aber-auch-gefaehrlich-9600711.html>. Abgerufen am 20.10.2020

KAMPHUES, J.; WOLF, P.; COENEN, M.; EDER, K.; ILBEN, C.; KIENZLE, E.;

LIESEGANG, A.; MÄNNER, K.; ZEBELI, Q.; ZENTEK, J. (2014):

M.&H. Schaper GmbH, *Supplemente zur Tierernährung für Studium und Praxis*, 12. Überarbeitete Auflage, Seite: 13, 210, 276-277, 291, 298-299, 302

KIRCHGEßNER, M. (2014):

DLG- Verlag, *Tierernährung*, 14. Aktualisierte Auflage von Stangl, Schwarz, Roth, Südekum und Eder, Seite: 17-18

## Literaturverzeichnis

KLEE, W. (2017):

*Ketose*, <http://www.rinderskript.net/skripten/b9-2.html>. Abgerufen am 07.10.2020

LEBZIEN, P. (2005a):

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, *Rinderzucht und Milcherzeugung: Empfehlungen für die Praxis*, Sonderheft 289, [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/bitv/zi038339.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/zi038339.pdf). Abgerufen am 26.10.2020

LEBZIEN, P. (2005b):

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, *Ernährung und Fütterung des Rindes: 6.1, ernährungsphysiologische Grundlagen*, Veröffentlicht in: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 289, S. 89-101, [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/bitv/zi038398.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/zi038398.pdf). Abgerufen am 09.12.2020

LEXA (2020):

*Pansenazidose*, <https://www.lexa-agrar.de/beratung-service/ratgeber/stoffwechselstoerungen-bei-milchkuehen/pansenazidose>. Abgerufen am 07.10.2020

LIKRA TRERNÄHRUNG (2020):

*Milchviehfütterung*, file:///C:/Users/Sony/AppData/Local/Temp/Likra%20Fachinfo%20Milchviehf%C3%BCtterung.pdf. Abgerufen am 06.10.2020

LKV BAYERN (2020):

Herdenmanagement, *Milchinhaltsstoffe, was können sie uns sagen*, <http://www.lkv.bayern.de/mlp/herdenmanagement.html>. Abgerufen am 29.10.2020

LLG SACHSEN ANHALT (2012):

DLG, *Ausgewählte Orientierungswerte für Energie- und Nährstoffgehalte je kg TM in Rationen für Milchkühe in der Früh lactation und in der Hochleistungsphase*, file:///C:/Users/Sony/AppData/Local/Temp/Bedarfsnormen,%20TMR-Tabellen%20%C3%BCberarbeitet.pdf. Abgerufen am 11.11.2020

LOEFFLER, K. und GÄBEL, G (2015):

Utb, *Anatomie und Physiologie der Haustiere*, 14. Auflage, Seite: 216, 225, 227

## Literaturverzeichnis

Logo der Hochschule Anhalt auf dem Deckblatt:

<https://encrypted->

[tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcT1S3tvv73yun4zoHeMYLcnKWOGZhqj351u1A&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcT1S3tvv73yun4zoHeMYLcnKWOGZhqj351u1A&usqp=CAU). Abgerufen am 28.10.2020

MAHLKOW-NERGE, K. (2015):

dlz Primus Rind, *Kotanalyse Spiegelbild der Fütterung*,

<https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjYq0t9nsAhXlZKQKHytEAIUQFjADegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.agrarheute.com%2Fheftarchive%2Fdlz%2Fdownload%2F12078&usg=AOvVaw2q9cF7ZKq0eiHpKLdV9d98>.

Abgerufen am 29.10.2020

MÖCKLINGHOFF-WICKE, S. (2014):

Landwirtschaftliches Wochenblatt, *Pansenfüllung beurteilen*, <https://www.lw-heute.de/pansenfuellung-beurteilen>. Abgerufen am 20.10.2020

NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR DEN LÄNDLICHEN RAUM, ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2007):

LAVES, Tierschutzdienst, Arbeitsgruppe Rinderhaltung, *Tierschutzleitlinie für die Milchkuhhaltung*,

[file:///C:/Users/Sony/AppData/Local/Temp/milchkuhleitlinie\\_niedersachsen\\_2007.pdf](file:///C:/Users/Sony/AppData/Local/Temp/milchkuhleitlinie_niedersachsen_2007.pdf).

Abgerufen am 26.10.2020

PIATKOWSKI, B. (1987):

*Rinderfütterung*, Eine Fütterungslehre für Rinderproduzenten, VWB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, Seite: 17-18, 20,70,85-87

PIATKOWSKI, B.; GÜRTLER, H.; VOIGT, J. (1990):

*Grundzüge der Wiederkäuer-Ernährung*, Gustav Fischer Verlag Jena, Seite: 9,35,38,66-67

RICHARDT, W. (2003/2004):

Deutsche Vilomix Tierernährung GmbH, *Milchinhaltsstoffe als Indikatoren für die Fütterung und Gesundheit von Milchkühen*, <https://docplayer.org/40010611-Milchinhaltsstoffe-als-indikatoren-fuer-die-fuetterung-und-gesundheit-von-milchkuehen.html>. Abgerufen am

06.10.2020

## Literaturverzeichnis

RUEGSEGGER, H. und EMMENEGGER, J. (2012):

Ufa-revue.ch, *Den Zellwänden auf der Spur*,  
[https://www.ufa.ch/fileadmin/products/ufa/documents/3250032\\_4874\\_de.pdf](https://www.ufa.ch/fileadmin/products/ufa/documents/3250032_4874_de.pdf). Abgerufen am 13.10.2020

RUNGE, G. und LEHMANN, K. (2020):

Milchindustrieverband, *Hintergrundinformationen zu Milchfett*,  
<https://milchindustrie.de/hintergrundinformation-milchfett/>. Abgerufen am 09.12.2020

SCHAUMANN (2016):

Erfolg im Stall, Management 1/2016, *Schluss mit dem Rumgewühle*,  
[https://www.agrarheute.com/sites/default/files/atoms/files/043\\_0116\\_fv.pdf](https://www.agrarheute.com/sites/default/files/atoms/files/043_0116_fv.pdf). Abgerufen am 06.12.2020

SCHIPPERS (2020):

*Akute Pansenazidose*, <https://www.schippers-ms.de/themes/rinder/akute-pansenazidose-t2005/>. Abgerufen am 07.10.2020

SCHRADER, L. und MAYER, C. (2005):

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, *Rinderzucht und Milcherzeugung: Empfehlungen für die Praxis*, Sonderheft 289, [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/bitv/zi038339.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/zi038339.pdf). Abgerufen am 26.10.2020

SCHWARZ, F. (2014):

DLG- Verlag, *Tierernährung*, 14. Aktualisierte Auflage von Stangl, G.; Schwarz, F.; Roth, F.; Südekum, K. und Eder, K., Seite: 373-375, 378-379,381,385,387-388

SEEWALDT, P. (2012a):

MLP Beratungsstelle Nagold - Hochdorf, *Fett/Eiweiß Auswertung*,  
[http://zwseewaldt.net/Seiten/fett\\_eiweiss.html](http://zwseewaldt.net/Seiten/fett_eiweiss.html). Abgerufen am 07.10.2020

SEEWALDT, P. (2012b):

MLP Beratungsstelle Nagold - Hochdorf, *Futterbedarf*,  
<http://www.zwseewaldt.net/Seiten/futterbedarf.html>. Abgerufen am 26.10.2020

## Literaturverzeichnis

SEEWALDT, P. (2012c):

MLP Beratungsstelle Nagold - Hochdorf, *Strukturwert*,  
<http://www.zwseewaldt.net/Seiten/strukturwert.html>. Abgerufen am 28.10.2020

Selbstständigkeitserklärung:

*Hinweise zur Anfertigung einer Projekt- oder Abschlussarbeit*, Team Tierproduktion,  
file:///C:/Users/Sony/AppData/Local/Temp/Hinweise%20zum%20Schreiben%20einer%20Abschlussarbeit\_Stand\_08.11.2019.pdf. Abgerufen am 28.10.2020

SPEKTRUM.DE (2001):

Kompaktlexikon der Biologie, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, *Ruminantia*,  
[https://www.spektrum.de/lexika/images/biok/f3f836\\_w.jpg](https://www.spektrum.de/lexika/images/biok/f3f836_w.jpg). Abgerufen am 05.10.2020

STANGL, G. (2014):

DLG- Verlag, *Tierernährung*, 14. Aktualisierte Auflage von Stangl, G.; Schwarz, F.; Roth, F.;  
Südekum, K. und Eder, K., Seite: 28-30, 35,38,57,85-86,70-73

SWISSGENETICS (2009):

*Was der Kot über die Kuh verrät*, [https://die-fruchtbare-kuh.ch/fileadmin/user\\_upload/customers/swissgenetics/Dokumente/Beratungsartikel/2009/09\\_09\\_d\\_Was\\_der\\_Kot\\_ueber\\_die\\_Kuh\\_verraet\\_Was\\_der\\_Kot\\_ueber\\_die\\_Kuh\\_verraet.pdf](https://die-fruchtbare-kuh.ch/fileadmin/user_upload/customers/swissgenetics/Dokumente/Beratungsartikel/2009/09_09_d_Was_der_Kot_ueber_die_Kuh_verraet_Was_der_Kot_ueber_die_Kuh_verraet.pdf).  
Abgerufen am 19.10.2020

SWISSGENETICS (2020a):

Die fruchtbare Kuh, *Wiederkauen*, <https://die-fruchtbare-kuh.ch/kuhsignale/fuetterung-und-verdauung/wiederkauen/>. Abgerufen am 06.10.2020

SWISSGENETICS (2020b):

Die fruchtbare Kuh, *Das Milchfett und die Pansengesundheit*, <https://die-fruchtbare-kuh.ch/herde/die-herde-kontrollieren/milchfett-gehalt-interpretieren/>. Abgerufen am 06.10.2020

SWISSGENETICS (2020c):

Die fruchtbare Kuh, *Das Milcheiweiss und die Energieversorgung*, <https://die-fruchtbare-kuh.ch/herde/die-herde-kontrollieren/milcheiweiss-gehalt-interpretieren/>. Abgerufen am 07.10.2020

## Literaturverzeichnis

SWISSGENETICS (2020d):

Die fruchtbare Kuh, *Hungergrube*, <https://die-fruchtbare-kuh.ch/kuhsignale/fuetterung-und-verdauung/hungergrube/>. Abgerufen am 20.10.2020

THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2018):

Abschlussbericht, *Verbesserung des Tierwohls – Fütterung*, <http://www.tll.de/www/daten/nutztierhaltung/tw1118.pdf>. Abgerufen am 19.10.2020

TIERKLINIK GANAL und EWERT (2020):

*Stoffwechselstörungen / Pansenazidose*, <https://www.tierklinik-ganal-ewert.de/fuer-grosstierbesitzer/rinder/stoffwechselstoerungen-pansenazidose>. Abgerufen am 07.10.2020

TOPAGRAR (2001):

Fütterung, *Fütterungsfehler mit der Schüttelbox erkennen*, [https://www.topagrar.com/dl/2/9/6/2/1/1/7/TR\\_20\\_24\\_10\\_01.pdf](https://www.topagrar.com/dl/2/9/6/2/1/1/7/TR_20_24_10_01.pdf). Abgerufen am 29.10.2020

WURM, K. (2010):

3. Tierärztetagung Raumberg Gumpenstein 2010, *Fütterungsfehler und ihre Interpretation durch die Milchhaltsstoffe*, [file:///C:/Users/Sony/AppData/Local/Temp/3t\\_2010\\_tagungsband\\_gesamt-1.pdf](file:///C:/Users/Sony/AppData/Local/Temp/3t_2010_tagungsband_gesamt-1.pdf). Abgerufen am 07.10.2020

ZAAIJER, D. und NOORDHUIZEN, J. (2001):

Research Gate, *Dairy cow monitoring in relation to fertility performance*, Irish Veterinary Journal, [https://www.researchgate.net/publication/46633726\\_Dairy\\_cow\\_monitoring\\_in\\_relation\\_to\\_fertility\\_performance](https://www.researchgate.net/publication/46633726_Dairy_cow_monitoring_in_relation_to_fertility_performance). Abgerufen am 07.10.2020

## 10 Anhang

In der Tabelle 11 ist eine Rezeptübersicht über die gefütterte Ration dargestellt. Zuerst wird ein Blick über die verwendeten Futtermittel gegeben. Die Angaben werden in Rohstoffen und den entsprechenden Kilogramm gemacht.

*Tabelle 11: Übersicht über Rohstoffe der Ration (AGRARGENOSSENSCHAFT WÖRLITZ E.G., 2020)*

<b>Rohstoff</b>	<b>Menge in Kilogramm</b>
<b>Maissilage/Hirse</b>	18,0
<b>Luzernesilage</b>	14,0
<b>Wiesenheu</b>	0,5
<b>Pressschnitzel</b>	5,0
<b>Roggen</b>	2,8
<b>Körnermais, geschrotet</b>	3,0
<b>Melasse (Rüben)</b>	0,5
<b>Rapsextraktionsschrot</b>	2,8
<b>Panto - Potent</b>	3,0
<b>Summe</b>	49,6

## Anhang

In der Tabelle 12 sind die detaillierten Inhaltsstoffe der gefütterten Ration aufgeführt. Die Gehalte werden in der jeweils bekannten Einheit angegeben. Als Grundlage der Ration wurden die Inhaltsstoffe unter der Annahme einer 700 kg Milchkuh mit einem angestrebten Fettgehalt von 4,00 % und einem Milcheiweißgehalt von 3,40 % berechnet.

*Tabelle 12: Inhaltsstoffe der Hochleistungsration (AGRARGENOSSENSCHAFT WÖRLITZ E.G., 2020)*

Inhaltsstoff	Gehalt
<b>Gesamt - Trockenmasse</b>	24 006 g
<b>TM - Grundfutter</b>	12139,0 g
<b>NEL</b>	170,50 MJ
<b>NEL/kg TM</b>	7,10 MJ
<b>Rohprotein</b>	3847,13 g
<b>% - Rohprotein/kg TM</b>	16,03 %
<b>UDP von Rohprotein</b>	1187,72 g
<b>% UDP</b>	30,87 %
<b>nXP</b>	3937,12 g
<b>% - nXP/kg TM</b>	16,40 %
<b>RNB</b>	-14,40 g
<b>Milch aus NEL</b>	39,78 l
<b>Milch aus nXP</b>	40,79 l
<b>Rohfaser</b>	3817,15 g
<b>% - Rohfaser/kg TM</b>	15,90 %
<b>Strukturwirksame Rohfaser</b>	2453,62 g
<b>% - strukturwirksame Rohfaser/kg TM</b>	10,22 %
<b>NDF<sub>om</sub></b>	8067,86 g
<b>NDF<sub>om</sub> GF</b>	5130,63 g
<b>% NDF<sub>om</sub>/kg TM</b>	33,61 %
<b>ADF<sub>om</sub></b>	4574,17 g
<b>ADF<sub>om</sub> GF</b>	3258,85 g
<b>% ADF<sub>om</sub>/kg TM</b>	19,05 %
<b>Stärke</b>	5574,30 g
<b>Zucker</b>	1156,26 g
<b>Stärke und Zucker</b>	6730,56 g
<b>% Stärke + Zucker/kg TM</b>	28,04 %
<b>beständige Stärke</b>	1333,98 g
<b>% beständige Stärke/kg TM</b>	5,56 %
<b>Rohfett</b>	1013,09 g
<b>Calcium</b>	192,10 g
<b>Phosphor</b>	96,04 g
<b>Natrium</b>	33,19 g
<b>Magnesium</b>	66,36 g
<b>Vitamin A</b>	166 500 IE
<b>Vitamin D</b>	16 650 IE
<b>Vitamin E</b>	360 mg

## Anhang

Zu Beginn der Datenerfassung wurde im Hinblick auf den Ernährungszustand der Einzeltiere der Body Condition Score bewertet (Tabelle 13). Hierfür wurde nach EDMONSON et al. (1989) eine Bewertungsskala verwendet. Nach ZAAIJER und NOORDHUIZEN (2001) zeigen sich Veränderungen in den Körperkonditionen erst nach Wochen oder Monaten, die Hungergrube dagegen zeigt den aktuellen Füllungsstand des Pansens und somit die Futteraufnahme. Die Tiere liegen im BCS zwischen 2,5 und 4.

*Tabelle 13: bewerteter Body Condition Score*

<b>Halsband</b>	<b>Ohrnummer</b>	<b>Laktation</b>	<b>BCS</b>
<b>434</b>	54355	3	3,5
<b>114</b>	65644	3	4
<b>403</b>	65559	4	3
<b>688</b>	54475	3	3
<b>1044</b>	31309	5	2,75
<b>377</b>	48365	1	2,5
<b>230</b>	48360	1	2,5
<b>821</b>	00465	2	4
<b>440</b>	97316	2	2,5
<b>180</b>	00536	2	3

## Anhang

Die Datenerfassung konzentriert sich auf 3 Prüftage, wobei mit jeweils 2 Schüttlungen die Verteilung der Partikelgrößen im neu vorgelegten Futter untersucht wird (Tabelle 14). In der Summe wurde eine Probe zwischen 333 g und 371 g genommen. Im obersten Sieb zeigt sich eine Verteilung zwischen 24 g und 33 g. Das mittlere Sieb weist Werte zwischen 129 g und 164 g auf. Ganz unten mit weniger als 8 mm Partikellänge liegen die Zahlen zwischen 178 g und 184 g.

*Tabelle 14: Datenerfassung mittels Schüttelbox im Betrieb (Vorlage)*

<b>Datum</b>	<b>Schüttlung</b>	<b>Frisch 19 mm</b>	<b>Frisch 8 mm</b>	<b>Frisch unten</b>	<b>Summe</b>
<b>08.09.2020</b>	1	25 g	131 g	180 g	336 g
<b>08.09.2020</b>	2	26 g	129 g	178 g	333 g
<b>15.09.2020</b>	1	24 g	164 g	183 g	371 g
<b>15.09.2020</b>	2	25 g	158 g	182 g	365 g
<b>22.09.2020</b>	1	33 g	132 g	184 g	349 g
<b>22.09.2020</b>	2	27 g	140 g	179 g	346 g

Die Verteilung des Restfutters kurz vor der Fütterung wurde mit je 2 Schüttlungen untersucht und ist in der folgenden Tabelle 15 in Gramm dargestellt. In der Summe wurde eine Probengröße zwischen 349 g und 370 g genommen. Die groben Futterpartikel über 19 mm liegen zwischen 23 g und 77 g. 123 g und 162 g umfassen hierbei das mittlere Sieb. Im unteren Sieb liegen die Werte zwischen 158 g und 181 g.

*Tabelle 15: Datenerfassung mittels Schüttelbox im Betrieb (Restfutter)*

<b>Datum</b>	<b>Schüttlung</b>	<b>Rest 19 mm</b>	<b>Rest 8 mm</b>	<b>Rest unten</b>	<b>Summe</b>
<b>08.09.2020</b>	1	77 g	123 g	164 g	364 g
<b>08.09.2020</b>	2	67 g	129 g	161 g	357 g
<b>15.09.2020</b>	1	27 g	162 g	181 g	370 g
<b>15.09.2020</b>	2	23 g	158 g	181 g	362 g
<b>22.09.2020</b>	1	58 g	140 g	162 g	360 g
<b>22.09.2020</b>	2	51 g	140 g	158 g	349 g

## Anhang

Die Tabelle 16 zeigt die Ergebnisse der Hochleistungsgruppe in den 3 Milchleistungsprüfungen. Hierbei erfolgt aufgrund der Datenverfügbarkeit nur eine Darstellung der Werte, ohne Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen. Bei unterschiedlicher Anzahl an Prüftieren zeigt sich am 14.07.2020 eine Milchmenge von 3 434 kg, ein Fettgehalt von 3,95 % und ein Eiweißgehalt von 3,42 %. Jedes Tier produziert durchschnittlich 35,4 kg. Der Fett - Eiweiß - Quotient liegt im Juli bei 1,15. Im folgenden Monat geht die Anzahl der Prüftiere zurück und somit ist auch ein Abfall der Milchmenge auf 2 635 kg zu verzeichnen und die Milchmenge/Tier fällt ebenfalls auf 31,4 kg. Fett- und Eiweißgehalt liegen bei 3,99 % und 3,46 %. Der FEQ ist gleich dem Vormonat. Im September sind noch 73 Tiere zur Milchleistungsprüfung in der Gruppe. Hier wird eine Milchmenge von 2 363 kg erreicht, mit 3,83 % Fettgehalt und 3,42 % Eiweißgehalt. 32,4 kg werden im Durchschnitt von den zu diesem Zeitpunkt in der Gruppe befindlichen 73 Tieren produziert. Der Quotient ist mit 1,12 zu verzeichnen.

*Tabelle 16: Gruppendaten der Milchleistungsprüfungen*

<b>Datum</b>	<b>Anzahl Tiere</b>	<b>Milchmenge in kg</b>	<b>MM/Tier in kg</b>	<b>Fettgehalt in %</b>	<b>Eiweißgehalt in %</b>	<b>FEQ</b>
<b>14.07.2020</b>	97	3 434	35,4	3,95	3,42	1,15
<b>25.08.2020</b>	84	2 635	31,4	3,99	3,46	1,15
<b>16.09.2020</b>	73	2 363	32,4	3,83	3,42	1,12

## Anhang

Zur besseren Differenzierung erfolgt eine Darstellung der 3 durchgeführten Milchleistungsprüfungen für die 10 Einzeltiere. Als Parameter werden neben der Identifikation mit Halsband und Ohrnummer, Laktation, die Milchmenge in Milchkilogramm, der Fettgehalt in Prozent sowie Eiweißgehalt und Fett - Eiweiß - Quotient aufgelistet (Tabelle 17). Die Milchmenge liegt zwischen 28,2 kg und 49,2 kg. Der Fettgehalt bewegt sich zwischen 3,03 % und 5,08 % und der Eiweißgehalt in der Spanne von 2,92 % bis 4,04 %. Daraus resultiert der FEQ zwischen 0,97 und 1,37.

*Tabelle 17: Milchleistungsprüfung 14.07.2020*

<b>Halsband</b>	<b>Ohrnummer</b>	<b>Laktation</b>	<b>Mkg</b>	<b>Fettgehalt in %</b>	<b>Eiweißgehalt in %</b>	<b>FEQ</b>
<b>434</b>	54355	3	28,5	4,82	3,85	1,25
<b>114</b>	65644	3	31,5	4,02	3,65	1,10
<b>403</b>	65559	4	49,2	3,34	3,46	0,97
<b>688</b>	54475	3	34,8	4,17	3,40	1,23
<b>1044</b>	31309	5	40,3	3,03	2,92	1,04
<b>377</b>	48365	1	33,9	4,02	3,21	1,25
<b>230</b>	48360	1	35,8	3,64	3,08	1,18
<b>821</b>	00465	2	35,3	5,08	4,04	1,26
<b>440</b>	97316	2	28,2	4,45	3,25	1,37
<b>180</b>	00536	2	37,0	3,72	3,26	1,14

## Anhang

Die Ergebnisse der Milchleistungsprüfung am 25.08.2020 der Einzeltiere des Folgemonats wird in Tabelle 18 dargestellt. Minimal werden 18,1 Milchkilogramm produziert und höchstens 45,2 kg. Der Fettgehalt liegt zwischen 2,40 % und 5,60 % und der Eiweißgehalt zwischen 2,82 % und 4,01 %. Daraus ergibt sich ein FEQ mit einer Spanne von 0,85 bis 1,40.

*Tabelle 18: Milchleistungsprüfung 25.08.2020*

<b>Halsband</b>	<b>Ohrnummer</b>	<b>Laktation</b>	<b>Mkg</b>	<b>Fettgehalt in %</b>	<b>Eiweißgehalt in %</b>	<b>FEQ</b>
<b>434</b>	54355	3	22,1	5,02	3,94	1,27
<b>114</b>	65644	3	18,9	4,41	3,87	1,14
<b>403</b>	65559	4	35,1	3,32	3,53	0,94
<b>688</b>	54475	3	45,2	3,76	3,33	1,13
<b>1044</b>	31309	5	41,6	2,40	2,82	0,85
<b>377</b>	48365	1	29,8	4,05	3,39	1,19
<b>230</b>	48360	1	34,9	3,71	3,27	1,13
<b>821</b>	00465	2	18,1	5,60	4,01	1,40
<b>440</b>	97316	2	32,7	4,07	3,34	1,22
<b>180</b>	00536	2	39,6	4,00	3,36	1,19

## Anhang

Zur besseren Einordnung der Werte werden auch die Ergebnisse der Milchleistungsprüfungen im Prüfmonat am 16.09.2020 berücksichtigt (Tabelle 19). Die Milchmenge liegt hier zwischen 13,1 kg und 51,9 kg. Es wird ein Fettgehalt von mindestens 2,61 % und höchstens 5,36 % produziert. Der Eiweißgehalt ist mit 2,90 % bis 4,08 % auf einem ähnlichen Niveau. Das Verhältnis zwischen Fett- und Eiweißgehalt liegt dahingehend zwischen 0,90 und 1,56.

*Tabelle 19: Milchleistungsprüfung 16.09.2020*

Halsband	Ohrnummer	Laktation	Mkg	Fettgehalt in %	Eiweißgehalt in %	FEQ
434	54355	3	22,7	4,40	3,89	1,13
114	65644	3	15,5	5,24	3,92	1,34
403	65559	4	38,9	3,37	3,61	0,93
688	54475	3	51,9	3,51	3,47	1,01
1044	31309	5	40,0	2,61	2,90	0,90
377	48365	1	33,0	3,70	3,47	1,07
230	48360	1	35,8	5,18	3,31	1,56
821	00465	2	13,1	5,36	4,08	1,31
440	97316	2	33,4	4,03	3,46	1,16
180	00536	2	38,9	3,38	3,51	0,96

Die zusammengefassten Milchleistungen der beiden Altersgruppen, welche in den Tabellen 7 und 8 dargestellt sind, werden durch die in Tabelle 20 gebildeten Mittelwerte und Standardabweichungen dieser Parameter veranschaulicht. Hier zeigen die 5 Altkühe eine Milchmenge von 34,4 kg und die Tiere < 3. Laktation von 32,0 kg. Der Fettgehalt liegt bei 3,83 % und 4,27 % und der Milcheiweißgehalt bei 3,50 % (Altkühe) und 3,47 % (Jungkühe). Die Stoffwechsellage der 10 Tiere zeigt sich bei den 3 Milchleistungsprüfungen durchschnittlich mit einem Fett - Eiweiß - Quotient von 1,08 bei den Altkühen und 1,23 bei den Jungkühen.

*Tabelle 20: Mittelwerte und Standardabweichungen der Milchleistungsparameter in den 3 Prüfungen*

	Mkg	Fettgehalt in %	Eiweißgehalt in %	FEQ
<b>Altkühe</b>	34,4 ± 11,05	3,83 ± 0,85	3,50 ± 0,38	1,08 ± 0,15
<b>Jungkühe</b>	32,0 ± 7,35	4,27 ± 0,70	3,47 ± 0,32	1,23 ± 0,14

## Anhang

Für die Beurteilung der anderen Zielstellungen wurden am Prüftag weitere Daten erfasst, welche in der folgenden Tabelle 21 aufgeführt sind. Auch hier werden zuerst die Altkühe aufgelistet und dann die Jungkühe. Neben der Identifikation gehören hierzu die Bewertung der Hungergrube vor und 1 Stunde nach der Fütterung, der Kotscore (insofern möglich), die Wiederkauschläge je Boli und die entsprechende Milchmenge des Tages. Bei der Bewertung der Hungergrube liegen die Werte vor der Fütterung zwischen 2 und 4, wobei es nach der Fütterung Veränderungen in beide Richtungen gibt, sie liegen dann zwischen 1 und 4. Der Kotscore zeigt im Allgemeinen Werte zwischen 1 und 3. Der Tagesmittelwert des Wiederkauens je Boli liegt bei 73, wobei der niedrigste Wert mit 62 und der höchste mit 80 beschrieben ist. Die Milchmenge des Tages liegt zwischen mindestens 14,3 kg und 53,5 kg. Innerhalb der Laktation befinden die Tiere sich an verschiedenen Punkten, dies ist an der Anzahl der Melktage ersichtlich, welche am 08.09.2020 mit minimal 122 Tage und maximal 427 Tage erfasst wurden.

*Tabelle 21: Datenerfassung am 08.09.2020*

<b>HB</b>	<b>Ohr- nummer</b>	<b>L</b>	<b>Hungergrube vor Fütterung</b>	<b>Hungergrube 1 h nach Fütterung</b>	<b>Kot- score</b>	<b>Wieder- kauen je Boli</b>	<b>Mkg Technik (MT)</b>
<b>434</b>	54355	3	3	4	2	62	22,8 (329)
<b>114</b>	65644	3	3	4	2	69	16,8 (376)
<b>403</b>	65559	4	3	4	/	72	38,5 (194)
<b>688</b>	54475	3	2	2	/	76	53,5 (155)
<b>1044</b>	31309	5	2	1	3	75	39,5 (149)
<b>377</b>	48365	1	4	4	3	80	33,0 (122)
<b>230</b>	48360	1	3	4	1	79	34,5 (130)
<b>821</b>	00465	2	3	3	2	68	14,3 (427)
<b>440</b>	97316	2	2	3	2	79	32,2 (295)
<b>180</b>	00536	2	3	3	3	70	41,2 (179)

## Anhang

Zur Datensicherung erfolgte eine Woche später am 15.09.2020 noch eine Datenerfassung (Tabelle 22). Die Hungergrube zeigte sich hier vor der Fütterung mit einem Score zwischen 1 und 4. Nach der Fütterung lag er zwischen 2 und 3. Die Bewertung der Kotkonsistenz ergab einen Score zwischen 2 und 4. Das durchschnittliche Wiederkauen je Boli dieser 10 Tiere liegt bei 71, mit mindestens 66 und höchstens 80 Schlägen je Bissen. Die produzierte Milchmenge der Untersuchungstiere liegt zwischen 13,1 kg und 51,9 kg.

*Tabelle 22: Datenerfassung am 15.09.2020*

<b>HB</b>	<b>Ohr- nummer</b>	<b>L</b>	<b>Hungergrube vor Fütterung</b>	<b>Hungergrube 1 h nach Fütterung</b>	<b>Kot- score</b>	<b>Wieder- kauen je Boli</b>	<b>Mkg Technik</b>
<b>434</b>	54355	3	3	3	2	66	22,8
<b>114</b>	65644	3	4	3	3	70	15,5
<b>403</b>	65559	4	3	3	2	67	39,0
<b>688</b>	54475	3	2	2	3	80	51,9
<b>1044</b>	31309	5	1	2	2	66	40,0
<b>377</b>	48365	1	3	3	2	74	33,0
<b>230</b>	48360	1	3	3	3	75	35,8
<b>821</b>	00465	2	3	3	2	66	13,1
<b>440</b>	97316	2	1	3	4	72	33,4
<b>180</b>	00536	2	1	3	3	72	38,8

## Anhang

Die dritte Datenerfassung erfolgte am 22.09.2020 und die Ergebnisse sind in der Tabelle 23 dargestellt. Die Hungergrube zeigt einen Score vor und nach der Fütterung zwischen 1 und 4. Auch hier wurde der Kotscore erfasst, insofern es möglich war, und dieser liegt zwischen 2 und 4. Mit 72 Wiederkauschlägen je Boli ist der Mittelwert dieses Prüftages erfasst. Der Höchstwert wurde mit 79 Schlägen je Bissen gezählt und der niedrigste mit 64. Die täglichen Milchkilogramm liegen zwischen 12,8 kg und 46,5 kg.

*Tabelle 23: Datenerfassung am 22.09.2020*

<b>HB</b>	<b>Ohr- nummer</b>	<b>L</b>	<b>Hungergrube vor Fütterung</b>	<b>Hungergrube 1 h nach Fütterung</b>	<b>Kot- score</b>	<b>Wieder- kauen je Boli</b>	<b>Mkg Technik</b>
<b>434</b>	54355	3	4	4	2	68	21,6
<b>114</b>	65644	3	3	3	3	64	12,5
<b>403</b>	65559	4	3	3	/	67	39,2
<b>688</b>	54475	3	2	2	2	73	46,5
<b>1044</b>	31309	5	3	2	4	70	38,8
<b>377</b>	48365	1	3	3	3	71	32,4
<b>230</b>	48360	1	1	1	3	73	33,6
<b>821</b>	00465	2	3	3	2	75	12,8
<b>440</b>	97316	2	3	2	2	77	33,5
<b>180</b>	00536	2	3	3	3	79	42,7

## 11 Selbständigkeitserklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt habe.

Bernburg (Saale), den 02.02.2021

.....

Unterschrift: Christina Thiele