Diplomarbeit

An der Universität für Bodenkultur
Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie
Abteilung für tierische Lebensmittel, Tierernährung und
Ernährungsphysiologie

Experimentelle Untersuchungen zum Einsatz von getrockneter Weizenschlempe und geschütztem Rapsextraktionsschrot in der Milchviehfütterung

Betreuer: Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wilhelm Matthias Windisch
Zweitbetreuer: Univ. Ass. Dipl.-Ing. Dr. Thomas Ettle

vorgelegt von: Karin Weigel
Matrikelnummer: 0240178
Studienkennzahl: H890

Wien, WS 2007/08

Danksagung

Es ist mir ein besonderes Anliegen mich am Beginn meiner Arbeit bei allen Personen zu bedanken, die mich bei der Erarbeitung dieser Diplomarbeit unterstützt haben.

Zuerst geht natürlich mein Dank an Herrn Prof. Windisch für die Überlassung des Themas und die Betreuung. Besonders danken möchte ich auch Herrn Dr. Ettle, der mir für alle meine Fragen zur Verfügung stand und mir wertvolle Tipps zur Erarbeitung des Themas gab.

Außerdem möchte ich Herrn Mag. Hirner für die Hilfe bei der statistischen Auswertung der Milchleistungsdaten und dafür, dass er mir das bei der Arbeit verwendete Statistikprogramm R näher gebracht hat, sehr herzlich danken. Es freut mich auch sehr, dass Herr Mag. Hirner und Herr Gruber mich bei der sprachlichen Überarbeitung meiner Diplomarbeit unterstützten.

Mein Dank gilt natürlich auch allen Personen, die an der landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaft in Wieselburg den Versuch durchgeführt haben. Im Besonderen danke ich Herrn Huber, der mir die Versuchsdaten übermittelt hat und mir alle Fragen bezüglich des Versuchsbetriebs beantwortet hat.

Abschließend möchte ich noch Herrn DI Lins und Herrn DI Schneeberger von der Firma Garant für die bereitwillige Beantwortung meiner Fragen danken und allen Forschenden, die mir ihre Versuchsberichte geschickt haben.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 5

1.1 Pansengeschützte Eiweißfuttermittel 7

2 Material und Methoden 12

2.1 Versuchsaufbau 12

2.2 Rationszusammensetzung und Fütterung 15

2.2.1 Grundfutter 15

2.2.2 Kraftfutter 17

2.3 Statistische Auswertung 20

3 Ergebnisse 22

3.1 Futteraufnahme 22

3.2 Eiweißversorgung 23

3.3 Energieversorgung 26

3.4 Milchleistung 28

3.4.1 Tiere mit besonders hoher Milchleistung 29

3.5 Milchinhaltsstoffe 30

3.5.1 Milcheiweißmenge 30

3.5.2 Milchfettmenge 31

3.5.3 Laktosegehalt 33

3.5.4 Milchharnstoffgehalt 34

3.5.5 Zellzahl 35

3.5.6 pH-Wert 36

3.5.7 Fettfreie Trockensubstanz (FFT) 37

4 Diskussion 38

4.1 Diskussion der Milchleistung 40

4.2 Diskussion der Milchinhaltsstoffe 50

4.2.1 Einfluss auf den prozentuellen Milcheiweißgehalt und die Milcheiweißmenge in kg/Tier und Tag 50

4.2.2 Einfluss auf den Milchfettgehalt und die Milchfettmenge in kg/Tier und Tag 54
4.2.3 Einfluss auf den Laktosegehalt 58
4.2.4 Einfluss auf den Milchharnstoffgehalt 61
5 Schlussfolgerung 64
6 Zusammenfassung 66
7 Summary 67
8 Literatur 68
9 Tabellenanhang ..... A
9.1 Aufteilung der Tiere und Analysenwerte ..... B
9.2 Ergebnistabellen für alle drei Durchgänge ..... E

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematischer Produktionsprozess von Weizenschlempe 9
Abbildung 2: Laufstall an der BVW Wieselburg 14
Abbildung 3: Fischgrätmelkstand 15
Abbildung 4: Milchleistung in kg/Tier, d 41
Abbildung 5: Milcheiweißproduktion in kg/Tier, d 50
Abbildung 6: Milchfettgehalt in kg 55
Abbildung 7: Laktosegehalt in % 58
Abbildung 8: Zellzahlen 59
Abbildung 9. Milchharnstoffgehalt, mg/dl 62

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einteilung der Tiere anhand der Milchleistung und -inhaltsstoffe 13
Tabelle 2: Zusammensetzung der Grundration und analysierte Inhaltsstoffe .. 16
Tabelle 3: Zusammensetzung des Leistungskraftfutters und errechnete Nährstoffgehalte des Leistungskraftfutters 18
Tabelle 4: Grundfutteraufnahme in kg/Tier, d (FM) 20
Tabelle 5: Kraftfutteraufnahme in kg/Tier, d (FM) 20
Tabelle 6: XP-Aufnahme in g/Tier, d 24
Tabelle 7: UDP-Aufnahme in g/Tier, d 25
Tabelle 8: nXP-Aufnahme in g/Tier, d 26
Tabelle 9: Energieversorgung in MJ NEL/Tier, d 27
Tabelle 10: Milchleistung, kg/Tier und Tag 28
Tabelle 11: Tägliche Milchleistung der hochleistenden Versuchskühe (kg/Tier und Tag) 29
Tabelle 14: Milcheiweißproduktion in kg/Tier, d 30
Tabelle 15: Milcheiweißgehalt in % 31
Tabelle 12: Milchfettproduktion in kg/Tier, d 32
Tabelle 13: Milchfettgehalt in % 33
Tabelle 16: Laktosegehalt in % 34
Tabelle 17: Milchharnstoffgehalt, mg/dl 35
Tabelle 18: Zellzahl (in 1.000/ml Milch) 36
Tabelle 19: pH-Wert der Milch 36
Tabelle 20: Fettfreie Trockensubstanz in % 37
Tabelle 21: Nährstoffgehalte von Kraftfuttermitteln (URDL et. al. 2006) 38
Tabelle 22: Vergleich der Nährstoffe verschiedener Futtermittel aus Raps 40

1 Einleitung

In den letzten Jahren wurden durch Fortschritte in der Rinderzucht und -haltung beachtliche Leistungssteigerungen bei Milchkühen erzielt, wodurch es häufig nur noch schwer möglich ist, die Energie- und Proteinversorgung an den steigenden Bedarf anzupassen. Besonders im ersten Laktationsdrittel ist die Futteraufnahme gegenüber dem Energie- und Proteinbedarf zu gering, weshalb die Tiere häufig am Anfang der Laktation Körperreserven mobilisieren müssen.

Um diesem Abbau der Reserven entgegen zu wirken, ist es wichtig zu wissen, dass der Proteinbedarf in stärkerem Ausmaß als der Energiebedarf steigt. Um zu gewährleisten, dass das Tier mehr Protein zur Verfügung hat, genügt es nicht, den Eiweißgehalt der Ration zu erhöhen, sondern es muss die am Duodenum verfügbare Proteinmenge erhöht werden.

Wenn lediglich mehr Eiweißträger der Ration beigemengt werden, wird die Proteinsynthese der Mikroorganismen nicht erhöht. Der Großteil der Nahrungsproteine wird beim Wiederkäuer bereits im Pansen durch Mikroorganismen umgesetzt. Die Proteine werden zuerst in Peptide und anschließend in Aminosäuren aufgespalten, die dann größtenteils weiter zu NH_3 umgewandelt werden. Die entstandenen Peptide, Aminosäuren, ein Teil des Ammoniaks und die NPN-Verbindung werden von den Pansenmikroorganismen zum Aufbau von Körpereiweiß verwendet. Der andere Teil des Ammoniaks wird über die Pansenwand oder aber den Magen-Darmkanal vom Blut absorbiert und anschließend in der Leber in Harnstoff umgewandelt. Ein Teil des Harnstoffs wird über den Harn ausgeschieden, der andere Teil kommt teilweise über den Speichel, teilweise durch die Pansenwand in den Pansen zurück. Damit steht der Harnstoff als zusätzliche N-Quelle im Pansen zur Verfügung. Dieser Zyklus wird als ruminohepatischer Kreislauf bezeichnet und wurde bereits 1968 von HOUPT et al. publiziert.

Die für den Wiederkäuer verfügbare Menge an Protein hängt von zwei Faktoren ab: dem Futterprotein und dem Mikrobenprotein. Die Menge an Mikrobenprotein korreliert sehr stark mit der Energieversorgung, da der für das Mikrobenwachstum notwendige Stickstoff vom abbaubaren Anteil des Futterstickstoffs geliefert wird. Deshalb muss er in der Höhe der zu bildenden Menge von Mikroorganismen aus der Energiezufuhr liegen.

Bei hoher Leistung des Wiederkäuers übersteigt der Bedarf rasch die im Darm zur Verfügung stehende Menge an Mikrobenprotein und daher muss der fehlende Teil aus dem Futterprotein zur Verfügung gestellt werden.

Werden nun die Proteingaben erhöht um die Eiweißversorgung zu gewährleisten, kommt es nicht zu einer höheren Synthese von Mikrobenprotein, sondern zu einer vermehrten Produktion von Ammoniak, der über den Harn ausgeschieden wird. Diesen Verlusten gilt es entgegen zu steuern, da sie sowohl eine enorme Belastung für die Leber als auch für die Umwelt darstellen.

Damit ist klar, dass für den Wiederkäuer das nutzbare Protein (nXP) am Duodenum entscheidend ist und nicht steigende Proteingaben. Damit die verfügbare Proteinmenge am Beginn des Dünndarms dem Bedarf entspricht, muss daher der Anteil an im Pansen nicht abbaubaren Futterrohprotein (UDP) in der Ration erhöht werden. Dazu bietet sich der Einsatz von Futtermitteln mit einem sehr hohen Anteil des UDP am Rohprotein an, oder aber der Einsatz von Futtermitteln bei denen durch technische Bearbeitung die ruminale Abbaubarkeit des Rohproteins herabgesetzt wird (KIRCHGESSNER 2004).

Zum Einsatz von pansengeschützten Futterproteinen gibt es in Österreich und Deutschland kaum Versuche, obwohl ab Herbst 2007 in Österreich zuzüglich zu anderen im Pansen nicht abbaubaren Futtermitteln ca. 170.000 t getrocknete Getreideschlempe aus der Biotreibstoffproduktion zur Verfügung stehen (AGES 2005). Diese Zahlen sind jedoch nach einer Pressemitteilung der AGRANA Be-

teiligungs-AG vom 17.09.2007 zu revidieren, da das Bioethanolwerk Pischelsdorf aufgrund der hohen Preise für Weizen und Mais erst im Frühjahr 2008 in Betrieb genommen wird.

Im Gegensatz dazu wird in den USA bereits seit Jahren in diesem Gebiet geforscht, da bereits 1996 allein in Minnesota 130.000 t an Getreideschlempen produziert wurden (LINN et al. 1996).

In der vorliegenden Arbeit wird der Einsatz von getrockneter Weizenschlempe (Starprot®) und pansengeschütztem Rapsextraktionsschrot (RaPass®) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot dokumentiert mit dem Ziel den Einfluss von erhöhten nXP-Gaben auf die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe zu bestimmen.

1.1 Pansengeschützte Eiweißfuttermittel

Damit die Proteine eines Futtermittels im Pansen nicht oder nur schwer abbaubar sind, werden sie durch technologische Verfahren vor dem Abbau geschützt und stehen so dem Tier direkt im Labmagen und im Darm zur Verfügung. Der Schutz besteht aus einer Behandlung mit Hitze, Formaldehyd oder Tannin. Dadurch sind die Proteine schwerer löslich und dem mikrobiellen Abbau weniger zugänglich, sie sind jedoch im Labmagen enzymatisch abbaubar (KIRCHGESSNER 2004).

Eine Versuchseiweißkomponente die in der vorliegenden Untersuchung eingesetzt wurde, war getrocknete Getreideschlempe. Schlempen sind Nebenprodukte, die bei der Ethanolproduktion entstehen. Dieses Futtermittel wird bereits seit langem verwendet, wenn es als Rest bei der Spirituosenerzeugung übrig blieb. Die Trocknung des Futtermittels blieb zumeist aus, außerdem wurde es selten über den Handel zur Verfügung gestellt. Bereits 1895 wurden an einer landwirtschaftlichen Forschungsstation in Vermont Experimente über den Ein-

satz von Getreideschlempen an Milchkühen dokumentiert. (SCHINGOETHE et al. 2002)

Durch die vermehrte Nachfrage nach alternativen Treibstoffen werden nun in größeren Mengen Schlempen produziert, wobei man je nach Produktionsverfahren zwischen getrockneter Getreideschlempe (distillers dried grains, DDG) und getrockneter Getreideschlempe mit Feinbestandteilen (distillers dried grains with solubles, DDGS) unterscheidet. Meistens wird die zweite Variante in der Fütterung verwendet.

Schlempen können aus einer einzelnen Getreideart oder aber auch aus verschiedensten Getreidemischungen gewonnen werden. Das Getreide, das den größten Anteil an der Zusammensetzung ausmacht, ist meist namensgebend. Häufig verwendete Getreidearten sind Mais (vor allem in den USA), Weizen, Roggen, Gerste, Hirse und Reis. Dadurch, dass Schlempen je nach Gebiet aus unterschiedlichen Pflanzen erzeugt werden, ist die Nomenklatur nicht immer eindeutig und es geht aus der Bezeichnung nicht immer klar hervor aus welcher Kulturpflanze die Schlempe produziert wurde. SCHINGOETHE et. al (2002) gehen davon aus, dass die Ergebnisse aus Fütterungsversuchen, die mit anderen Getreidearten als Mais hervorgebracht werden, sehr ähnlich denen von Maisschlempen sind. Da die meisten Untersuchungen, die weltweit gemacht wurden, sich auf Mais beziehen, werden bei den Ergebnisdiskussionen vieler Forscher oft Versuche mit Maisschlempe als Referenz herangezogen.

Die Qualität der Schlempen ist von mehreren verschiedenen Faktoren abhängig: einerseits wie bereits erwähnt von der Art des eingesetzten Getreides und andererseits auch vom Vermahlungsprozess, der Qualität der Körner, vom Gärungsprozess, der Trocknungstemperatur und von der Menge an Feinbestandteilen, die der Schlempe wieder zugeführt werden.

Die nachfolgende Grafik soll die Produktiontechnik von Schlempen veranschaulichen:

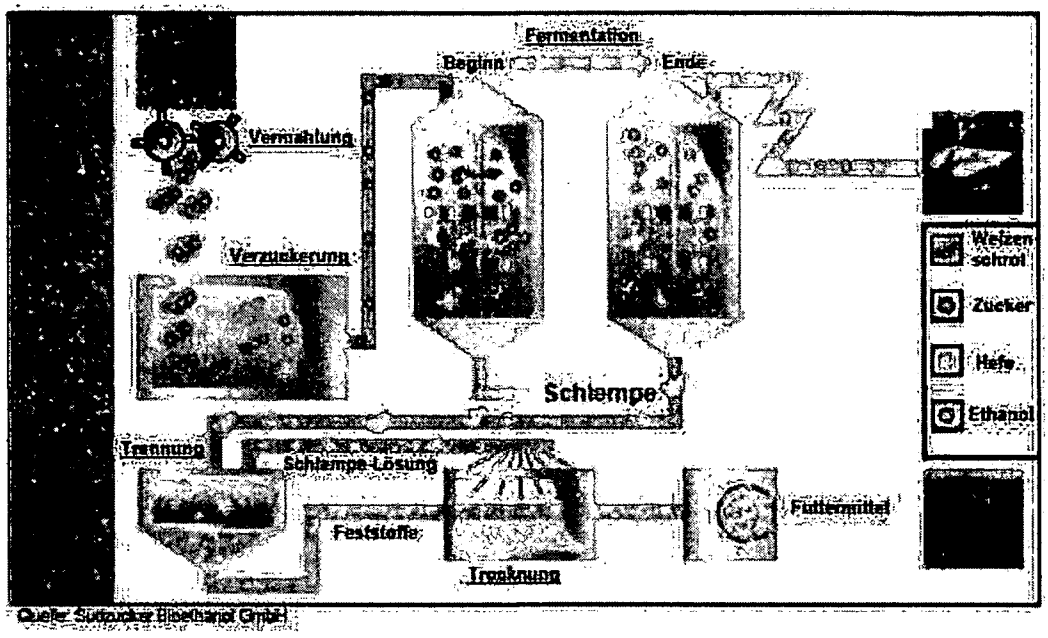

Abbildung 1: Schematischer Produktionsprozess von Weizenschlempe (URDL, 2006)

Zuerst wird das Getreide zu den Mühlen transportiert, wo der Rohstoff gemahlen wird. Anschließend kommt das gemahlene Getreide in den Verflüssigungsbehälter, wo in gemessener Menge Luterwasser aus der Destillationsanlage, Flüssigphase aus der dekantierten Schlempe und Frischwasser eingespeist wird. Die zugesetzten Flüssigkeiten werden mit einem kräftigen Rührwerk mit dem Mahlprodukt vermischt und mittels Dampf auf 65°C erhitzt. Weiters werden noch Verflüssigungsenzyme mit Dosierpumpen hinzugefügt.

Nach diesem ersten Verflüssigungsprozess wird das Substrat in den zweiten Verflüssigungsbehälter gepumpt. In diesem Tank wird das Substrat weiter auf 90 °C erhitzt, um die Stärke mehr zu verflüssigen und die Stärkemoleküle thermisch aufzuschließen. Aus dem zweiten Verflüssigungsbehälter wird das verflüssigte Substrat mit 90°C über einen Wärmetauscher in den Verzuckerungstank überführt und auf 60 °C abgekühlt.

Im Verzuckerungsbehälter befindet sich ein Rührwerk zur intensiven Vermischung von Substrat und Enzymen. Nach einer Verweildauer von ca. 2 Stunden wird die verzuckerte Maische über Wärmetauscher von 60 °C auf 30 °C abgekühlt und in Fermenter gepumpt, wo Pressluft eingeblasen wird um die Hefevermehrung zu optimieren. Bei der Vermehrung der Hefe wird nur im geringen Maße Alkohol gebildet. Bei der Fermentation wird mit Hilfe der Hefe der vorhandene Zucker in Alkohol und Kohlendioxid gespalten, wobei das Kohlendioxyd in die Atmosphäre abgegeben wird. Die Maische wird anschließend in die Maischekolonne gepumpt, wo der Alkohol von der restlichen Flüssigkeit abgetrennt wird und sich schließlich am Kondensator verflüssigt.

Aus der Maischekolonne wird die restliche Maische ohne Alkohol, die so genannte Schlempe, abgepumpt und in einem Dekanter in eine flüssige und eine feste Phase getrennt. Dort wird mittels Zentrifugalkraft der Feststoff (Dekanterkuchen) abgetrennt und weiter in einen Mischer befördert.

Die beim Dekantieren abgeschiedene Dünnschlempe wird zum Teil in die Fermentation rückgeleitet. Der andere Teil wird in die Eindampfanlage weitergeleitet, wo sie mittels Dampf zu Dickschlempe eingedampft wird. Die eingedickte Schlempe wird dann ebenfalls in den Mischer gepumpt. Von diesem Mischer aus wird der Rohrbündeltrockner gespeist, der dieses Gemenge zu hochwertigem Eiweißfuttermittel trocknet (Produktionsprozess BRENNEREI STARREIN).

In diesem Eiweißfuttermittel, das als Nebenprodukt entsteht, reichern sich die anderen Nährstoffe relativ an und das Protein, das durch die Vermehrung der Hefen entsteht, bleibt durch die Trocknung im Futtermittel. Ungefähr ein Drittel der Trockenmasse des Ausgangsprodukts findet sich in Nebenprodukten wieder.

In Österreich hergestellte Getreideschlempen gehören zu den GVO-freien Futtermitteln (vorausgesetzt es werden keine Enzyme verwendet, die mit gentech-

nisch veränderten Mikroorganismen hergestellt wurden) mit einem hohen Anteil an unabbaubarem Protein (URDL et al. 2006).

Schlempen können sowohl frisch als auch getrocknet verwendet werden, wobei man davon ausgehen kann, dass die Inhaltsstoffe bezogen auf die Trockenmasse in etwa gleich sind. Fütterungsversuche zum Vergleich von frischen und getrockneten Schlempen wurden beispielsweise von ANDERSON et al. (2006) durchgeführt, die feststellten, dass keine Unterschiede in der Futteraufnahme und der Milchleistung bestehen.

Prinzipiell ist die Trocknung jedoch vorzuziehen, da das Produkt länger haltbar, die Nährstoffkonzentration höher und die Lagerung einfacher ist. Der Nachteil, der sich bei der Trocknung ergibt, sind der erhöhte Energieaufwand und die damit verbundenen Kosten.

Das zweite Eiweißfuttermittel, das bei vorliegendem Fütterungsversuch verwendet wurde ist RaPass®, ein pansengeschützer Rapsextraktionsschrot (RES). RaPass® ist eine Entwicklung und ein geschützter Name der Raiffeisen HaGe Kiel. Das System beruht auf dem bereits vor 30 Jahren entwickelten amerikanischen Patent für Sojaextraktionsschrot (SoyPass®), das in den USA seit Anfang der 70er Jahre in der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere verwendet wird. Lizenzgeber ist die norwegische Firma Borregaard, der weltweit größte Ligninhersteller. Um die Abbaubarkeit des Proteins im Pansen und im Labmagen stark zu hemmen, wird Holzzucker mit Wasserdampf an das Protein der Futtermittel gebunden. Als Rohstoff für RaPass® kommt Rapsextraktionsschrot oder Rapsexpeller in Frage.

2 Material und Methoden

Der Versuch wurde an der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaft GmbH, Rottenhauser Straße 32, 3250 Wieselburg, an 36 Versuchstieren über drei Durchgänge durchgeführt. Da jedoch im ersten Durchgang Probleme mit der Transponderfütterung auftraten, werden die Ergebnisse des gesamten Versuchs nur im Tabellenanhang wiedergegeben, alle Daten und Zahlen im Hauptteil beziehen sich auf den zweiten und dritten Durchgang, die nun mit Durchgang 1 (DG 1) und Durchgang 2 (DG 2) bezeichnet werden.

2.1 Versuchsaufbau

Der Versuch wurde im Zeitraum vom 21.08.2006 bis 11.03.2007 durchgeführt. In dieser Zeitspanne wurde der Versuch drei Mal wiederholt. Am Beginn jedes Durchganges stand eine Vorperiode von zwei Wochen. In dieser Zeit wurden alle 36 Versuchstiere (je Durchgang) gemeinsam untergebracht und mit der gleichen Futtermischung gefüttert. Nach der Vorperiode wurden die Kühe anhand ihrer Milchleistung, ihrer Milcheiweißleistung und dem Laktationsstand in drei Gruppen eingeteilt (Tabelle 1). Dabei wurde darauf geachtet, dass in jeder Gruppe Tiere mit hohem, mittlerem und niedrigem Leistungsniveau und sowohl Kühe in der ersten als auch in späteren Laktationen sind.

Die drei Gruppen sind:

- Gruppe 1: Versuchsgruppe „RES“: Leistungskraftfutter mit pansengeschütztem Rapsextraktionsschrot. Nach dem von der Firma Borregaard lizenziertem Verfahren wird Rapsschrot mit Holzzucker vermischt und anschließend in einem Fermenter auf 105°C erhitzt. Nach 40 Minuten verlässt das fertige Produkt RaPass® den Fermenter und wird schonend auf Lagertemperatur ab-

gekühlt. Bei diesem Prozess wird eine Pansenstabilität von 70% erreicht. Das verwendete Produkt RaPass® wird von der Firma Garant produziert.

- Gruppe 2: Versuchsgruppe „Weizenschlempe": Leistungskraftfutter mit getrockneter Weizenschlempe. Das verwendete Produkt war Starprot® Weizen, das bei der Bioethanolherstellung in der Brennerei Starrein anfällt.
- Gruppe 3: Versuchsgruppe „SES": Leistungskraftfutter mit Sojaextraktionsschrot (Kontrollgruppe). Es wurde handelsüblicher Sojaextraktionsschrot verwendet, der von der RaiffeisenWareAustria bezogen wurde.

Die Unterschiede der drei Gruppen beziehen sich auf die Kraftfutterzusammensetzung und sind im Kapitel 2.2.2 genauer erläutert.

Tabelle 1: Einteilung der Tiere anhand der Milchleistung und -inhaltsstoffe

	RES Gruppe 1	Schlempe Gruppe 2	SES Gruppe3
Milchmenge in kg/Tier, d	28,2	28,2	28,2
Milcheiweißmenge in kg/Tier, d	1,02	1,04	1,03
Milcheiweißgehalt in %	3,63	3,63	3,63
Milchfettmenge in kg/Tier, d	1,15	1,18	1,14
Milchfettgehalt in %	4,11	4,15	4,07
Laktosegehalt in %	4,85	4,86	4,85
Fettfreie Trockensubstanz (FFT) in %	9,18	9,20	9,19
Laktationsstand (Tag der Laktation)	99	93	87

Im Anschluss an die Vorperiode wurden die Tiere vier Wochen lang mit verschiedenen Kraftfuttermischungen gefüttert, anschließend kam in der Nachperiode (zwei Wochen) wieder die Futtermischung aus der Vorperiode zum Einsatz. Nach Abschluss der Nachperiode wurden die Gruppen wieder aufgelöst und eine Versuchspause von zwei Wochen einberaumt.

Die Kraftfutteraufnahme wurde täglich für jede Kuh aufgezeichnet, während die Grundfutteraufnahme täglich für jede der drei Gruppen festgehalten wurde. Die Tiere, die unter anderem wegen ihrer hohen Milchleistung ausgesucht wurden, wurden mit einem 2x6 Fischgrätmelkstand der Firma Happel gemolken, wobei die Milchmenge automatisch erfasst wurde. Das Gerät wird jährlich überprüft und die Mengenaufzeichnungen werden vom Kontrollverband anerkannt.

Zwei Mal pro Woche (dienstags und freitags) wurden von allen Kühen Milchproben vom Morgen- und Abendgemelk gezogen und im Qualitätslabor NÖ in Gmünd analysiert. Bei diesen Analysen wurden der Milcheiweißgehalt, der Milchfettgehalt, der Laktosegehalt, der Milchharnstoffgehalt, die Fettfreie Trockenmasse, der pH-Wert und die Zellzahlen mittels Kombifossgerät 4000 bestimmt. Außerdem wurde wöchentlich eine Probe der Grundfutter-TMR entnommen und zum Futtermittellabor in Rosenau zur Analyse geschickt, wobei die Trockenmasse, der Rohproteingehalt, der Rohfettgehalt, die Rohfaser, N-freien Extraktstoffe und die Rohasche bestimmt wurden. Die Zusammensetzung des Kraftfutters wurde je Durchgang einmal mittels Weender–Analyse für jede Gruppe bestimmt.

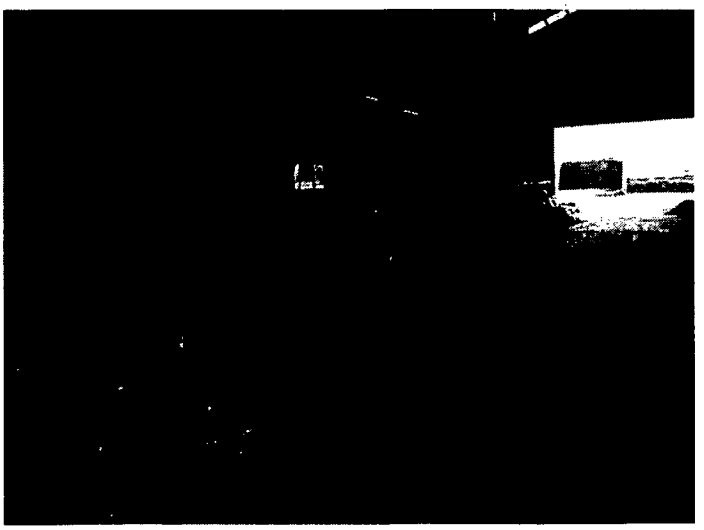

Abbildung 2: Laufstall an der BVW Wieselburg

Die Tiere waren während des Versuches in einem Laufstall mit Vollspalten und befestigten Liegebuchten untergebracht. Es wurden Kühe von der ersten bis zur siebenten Laktation der Rassen Fleckvieh, Braunvieh, Holstein Friesian und Kreuzungen daraus verwendet.

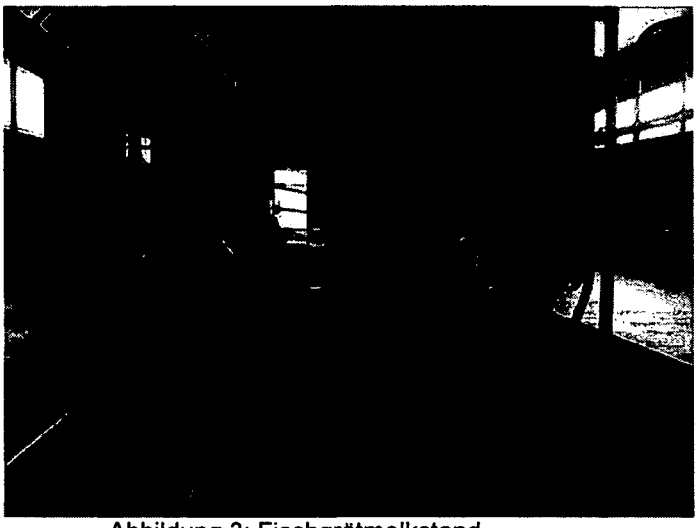

Abbildung 3: Fischgrätmelkstand

2.2 Rationszusammensetzung und Fütterung

2.2.1 Grundfutter

Das Grundfutter wurde zur freien Aufnahme morgens den Kühen mit Hilfe eines Mischwagens vorgelegt und meistens zu Mittag und am Abend noch einmal hingeschoben. Das Gewicht der Ration wurde am Futtermischwagen ermittelt und die Reste wurden am Abend mit einem DataRanger zurück gewogen. Die Futterzuweisung erfolgte gruppenindividuell und betrug etwa 110% des zu erwartenden Verzehrs.

Bei der Zusammensetzung der Grundfutterration wurde darauf geachtet, dass eine ausgeglichene Versorgung mit Eiweiß und Energie erfolgte. Die Versor-

gung mit nXP wurde begrenzt, als Eiweißquellen wurden Erbse und Sonnenblumenschrot gewählt, um kein "Versuchseiweiß" im Grundfutter verwenden zu müssen.

Die Grundfutterzusammensetzung Vorperiode Durchgang 1 wurde bis zum Beginn der Hauptperiode des Durchgangs 1 angewendet.

Die Berechung der Grundration erfolgte auf eine erwartete Trockenmasseaufnahme in der Vorperiode von Durchgang 1 von 14,59 kg (entsprechend 18,3 kg Milch aus dem nXP), während des restlichen Durchgangs 1 von 15,88 kg (entsprechend 19,7 kg Milch aus dem nXP) und während des Durchgangs 2 von 15,97 kg (entsprechend 19,6 kg Milch aus dem nXP). Leistungen, die über die Milchmengen hinausgehen, die durch die aufgewertete Grundration erzielt werden können, wurden durch Verabreichung von Leistungskraftfutter abgedeckt. Die Analysewerte des Grundfutters sind im Anhang (Tabellen III und IV) nachzulesen.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Grundration und analysierte Inhaltsstoffe

Komponente, in % der TM	Vorperiode DG 1	Zeitraum DG1: Haupt- u. Nachperiode	gesamter DG 2
Grassilage	24,4	38,9	36,9
Maissilage	26,0	24,9	26,0
Heu	6,0	2,8	2,8
Stroh	0,0	2,2	5,4
Gerste	13,1	5,5	8,2
Weizen	3,3	1,4	2,7
Erbsen	13,1	9,3	7,1
Sonnenblumenschrot	12,2	13,4	9,4

Fortsetzung Tabelle 2:

Futterkalk	0,7	0,7	0,5
Viehsalz	0,3	0,3	0,3
Rimin Calci (Mineralfutter)	0,9	0,7	0,7
Inhaltsstoffe:			
MJ NEL/kg TM	6,46	6,50	6,38
XP, g/kg TM	143	141	145
nXP, g/kg TM	144	140	139
UDP, % d. XP	25,0	31,8	29,9
RNB	17,7	11,5	24,9
XF, g/kg TM	200	205	185
XS, g/kg TM	246	189	208

2.2.2 Kraftfutter

Die Kraftfutterzuweisung erfolgt mittels Kraftfutterautomat und Transponder. Die Zuteilung der Kraftfuttermenge pro Kuh für die erste Versuchswoche wurde auf Basis der Milchleistung je Einzelkuh in der Vorperiode festgelegt. Für die Kraftfutterzuteilung in den folgenden Wochen wurde ein Milchleistungsabfall von 0,8 kg/Woche unterstellt.

Die Futtermischung wurde so zusammengestellt, dass in der Vor- und Nachperiode alle drei Eiweißquellen zu etwa gleichen Anteilen enthalten waren und eine erhöhte Versorgung mit XP von 20,1% bei 7,1 MJ NEL stattfand. In der Vorperiode wurde für jedes kg Milch, das nicht durch die Grundration erfüttert werden konnte, 0,5 kg des Leistungskraftfutters zugeteilt. In der Nachperiode wurde, unter Unterstellung eines einheitlichen Leistungsabfalls während der Versuchswochen, eine theoretische Milchleistung zu Versuchende kalkuliert

und für diese Menge wurde je kg Milch, das nicht aus dem Grundfutter erfüttert wurde, 0,5 kg Leistungskraftfutter und eine weitere Gabe von 0,5 kg/Tier und Tag zugeteilt. In der Hauptperiode war jeweils nur ein Eiweißfuttermittel je Versuchsgruppe in der Futtermischung. Außerdem wurde durch die gewählten Kraftfuttermischungen eine knappere XP-Versorgung von 16,5% gewährleistet. Zusätzlich zur Grundration wurde in der Versuchsperiode zusätzlich je kg Milch, das nicht durch die aufgewertete Grundration gedeckt war, 0,45 kg des gruppenspezifischen Leistungskraftfutters den Kühen zugeteilt. Die Tiere konnten je nach Leistung mindestens 2 kg und maximal 10 kg Leistungskraftfutter je Tag an der Transponderstation abrufen. Dadurch, dass in den Vor- und Nachperioden das gleiche Kraftfutter für alle Versuchsgruppen eingesetzt wurde, das sowohl SES, Weizenschlempe und RES enthielt, gab es keine drastischen Futterwechsel.

Durch die deutliche Über- bzw. Unterversorgung mit XP während der Versuchphasen sollten die Effekte der einzelnen Eiweißfuttermittel stärker hervortreten. Durch die Überversorgung mit nXP in der Nachperiode sollte kontrolliert werden, ob die angestrebte marginale nXP-Versorgung während der Versuchsperiode tatsächlich erreicht wurde. Die Energieversorgung betrug zu allen Zeitpunkten 7,1 MJ NEL. Die Leistungskraftfutter (Versuchskraftfutter) wurden so kalkuliert, dass bei gleich bleibenden Rohproteingehalten (16,5%) nXP-Gehalte von 18,8; 17,2 und 16,1% in den Rationen für die Versuchsgruppen RES, Weizenschlempe und SES erreicht wurden.

Tabelle 3: Zusammensetzung des Leistungskraftfutters und errechnete Nährstoffgehalte des Leistungskraftfutters

	KF in der Hauptperiode			**VP/NP**
Komponente (% der FM)	**RES**	**Weizenschlempe**	**SES**	
Mais	40,00	40,00	40,00	40,00
Weizen	10,00	10,00	10,00	10,00
gehärtete Fettsäuren	0,39	0,54	0,23	-

Fortsetzung Tabelle 3:

Kalk	0,80	1,24	0,98	1,19
Monocalciumphosphat	-	0,06	0,71	-
Natriumbicarbonat	0,24	0,11	0,22	0,29
Vitamine und Mineralstoffe	0,30	0,30	0,30	0,30
Melasse	4,50	4,50	4,50	4,50
Apfeltrester	-	-	13,45	0,80
Trockenschnitte	12,46	8,56	8,34	1,17
SES	-	-	21,29	10,60
RES	31,31	-	-	15,00
Weizenschlempe	-	34,69	-	16,15
XA	5,4	5,0	5,4	5,3
XP	16,5	16,5	16,5	20,1
XP aus Versuchseiweiß	**63,6**	**64,9**	**60,6**	
XL	3,0	3,6	3,0	2,9
XF	6,0	4,5	6,1	4,4
Stärke	32,2	31,3	32,0	31,7
Zucker	7,1	4,8	6,8	6,0
nXP	18,8	17,2	16,1	20,6
UDP	50	41	39	44
NDF, g	200	209	[1]	173
ADF, g	95	68	[2]	65
MJ NEL	**7,1**	**7,1**	**7,1**	**7,1**
Ca	0,67	0,67	0,68	0,67
P	0,50	0,45	0,48	0,51
Na	0,15	0,16	0,16	0,16

[1] keine Werte für Apfeltrester
[2] keine Werte für Apfeltrester und Weizenschlempe

2.3 Statistische Auswertung

Die Daten wurden zuerst mit Excel vereinfacht und für die täglich erfassten Parameter wie Futteraufnahme, Milchmenge und Milchinhaltsstoffe der wöchentliche Mittelwert pro Tier errechnet. Außerdem wurden drei Kühe, die im Laufe des Versuchs an Mastitis erkrankten von der statistischen Auswertung ausgeschlossen, da als Konsequenz ihrer Erkrankung die Milchleistung stark absank. Es waren zwei Kühe der Gruppe Weizenschlempe im ersten Durchgang und eine Kuh der Gruppe SES ebenfalls im ersten Durchgang vom Ausschluss betroffen.

Der Proteingehalt (XP) und der Trockenmassegehalt (TM) wurden bei der aufgewerteten Grundration wöchentlich und beim Leistungskraftfutter je einmal pro Durchgang analysiert. Das nutzbare Protein (nXP), im Pansen nicht abgebautes Protein (UDP) und die Energieversorgung in MJ NEL wurden anhand der täglichen Futteraufnahme und dieser Futtermittelanalysen (siehe Tabellenanhang) ermittelt, wobei die Rationsberechungen für die fehlenden Werte herangezogen wurden. Alle errechneten Parameter wurden ebenfalls pro Woche und Tier gemittelt.

Diese wöchentlichen Mittelwerte je Kuh wurden in das Statistikprogramm R Version 2.4.1, 2006 von der R Foundation for Statistical Computing (Wien) eingelesen und auf Normalverteilung überprüft. Die Nullhypothese der Gültigkeit des Verteilungsmodells konnte nicht verworfen werden.

Der Zusammenhang zwischen den untersuchten Parametern (z.B. Milchleistung) und den eingesetzten Futtermitteln wurde mit einer einfachen Varianzanalyse mit festen Effekten überprüft. Die unabhängige Variable lag in drei Ausprägungen (Futtermittel) vor. Als abhängige Variablen dienten jeweils Milchleistung, Milchfettmenge, Milcheiweißmenge, Laktose, Zellzahlen, Harnstoffgehalt, pH-Wert und fettfreie Trockensubstanz (FFT). Die Zufallsgröße y_{ij} wird übli-

cherweise als Summe eines für die Stufe i spezifischen Mittelwertes μ_i und eines zufälligen Fehlers e_{ij} interpretiert.

Somit lautet das Modell für die einfache Varianzanalyse:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij} \qquad (i = 1, \ldots, I, \quad j = 1, \ldots, J_i)$$

Für die Frage, ob der Faktor A einen Einfluss auf die abhängige Größe hat, testet man die Nullhypothese:

$$H0_A : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Im vorliegenden Versuch wurde die Nullhypothese auf einem Signifikanzniveau von p=0,05 getestet. Zusätzlich zum p-Wert wird in allen Ergebnistabellen die Standardabweichung (SD) als Streuungsmaß der Zufallsvariablen um den Mittelwert angegeben. Der Mittelwert, der am Ende jeder Tabelle angegeben ist, stellt einen Mittelwert über die Hauptversuchsperiode (Woche 1 bis Woche 4) dar.

3 Ergebnisse

3.1 Futteraufnahme

Das Grundfutter wurde für die gesamte Gruppe vorgelegt. Dadurch konnte nur der gesamte tägliche Verzehr für 12 Tiere/Gruppe bestimmt werden. Das heißt, dass der Verbrauch, der sich aus der Differenz aus Einwaage und Rückwaage zusammensetzte, anschließend durch die Anzahl der Kühe pro Gruppe dividiert wurde. In der Vorperiode nahmen die Gruppen RES und Weizenschlempe zwischen 38,80 und 38,90 kg FM/Tier und Tag auf, während die Gruppe SES mit 38,20 kg FM/Tier und Tag etwas darunter lag (vergleiche Tabelle 4). Zu Beginn des Versuchs sankt bei allen drei Versuchsgruppen die Grundfutteraufnahme um ca. 1,50 kg Frischmasse (FM) pro Kuh ab um dann bis zur dritten Versuchswoche anzusteigen und etwas über dem Ausgangsniveau zu liegen. Im Durchschnitt über die vier Wochen der Hauptperiode nahmen die Tiere der Gruppe 1 etwa 0,50 kg FM/Tier und Tag mehr auf als die Kühe der anderen Gruppen.

Tabelle 4: Grundfutteraufnahme in kg/Tier, d (FM)

	RES Gruppe 1	Weizenschlempe Gruppe 2	SES Gruppe 3
VP	38,91	38,81	38,23
Woche 1	37,04	37,75	36,94
Woche 2	38,94	37,48	38,35
Woche 3	40,46	38,99	39,63
Woche 4	38,85	38,58	38,55
NP	42,97	41,15	41,05
MW	38,82	38,20	38,37

Die Kraftfutteraufnahme ist die Menge an Kraftfutter, die jedes Tier an der Transponderstation abgerufen hat. Wie man durch Tabelle 5 erkennen kann, war die Kraftfutteraufnahme unabhängig vom Eiweißfuttermittel. In der Vorperiode war die Futteraufnahme bei der Gruppe Weizenschlempe etwas höher als bei den anderen Gruppen. Während der vier Versuchswochen haben die Gruppen 2 und 3 ungefähr gleich viel gefressen, während die RES-Gruppe mit 3,47 kg etwas darunter lag. Im Anschluss an den Versuch stieg bei allen Tieren die Fressleistung wieder an, weil den Tieren Kraftfuttermengen, die über den Bedarf hinausgingen, vorgelegt wurden.

Tabelle 5: Kraftfutteraufnahme in kg/Tier, d (FM)

Zeit-punkt	RES Gruppe 1	Weizenschlempe Gruppe 2	SES Gruppe 3	p-Wert
VP	4,70 ± 1,63	4,95 ± 2,11	4,76 ± 2,12	
Woche 1	4,19 ± 1,60	4,32 ± 1,73	4,35 ± 2,07	0,944
Woche 2	3,50 ± 1,86	3,68 ± 1,84	3,68 ± 2,05	0,934
Woche 3	3,16 ± 1,64	3,45 ± 1,74	3,44 ± 1,87	0,821
Woche 4	3,04 ± 1,67	3,12 ± 1,54	3,23 ± 1,74	0,930
NP	3,69 ± 1,73	4,26 ± 1,96	4,07 ± 2,07	0,593
MW	3,47 ± 1,73	3,62 ± 1,75	3,68 ± 1,95	0,713

3.2 Eiweißversorgung

Bei der wöchentlichen Analyse des Grundfutters wurde der Rohproteingehalt bestimmt und für die Berechung herangezogen. Die Werte für UDP und nXP wurden am Anfang jedes Durchgangs errechnet und mit dem wöchentlich ermittelten Trockenmassegehalt abgestimmt. Beim Kraftfutter wurden nur einmal pro Versuchsdurchlauf der Rohproteingehalt und auch der Wassergehalt analysiert, weshalb die nXP und UDP Angaben mit Hilfe von Tabellenwerten (GfE, 1997) aus der Rationszusammensetzung entnommen wurden.

In Tabelle 6 wird die Versorgung mit Rohprotein in g/Tier und Tag dargestellt. Während die Gruppe 3 in der Vorperiode mit 3.600 g XP etwas weniger aufnahm als die Tiere der anderen Gruppen, betrug die Aufnahme während der vier Versuchswochen durchschnittlich 3.203 g/Tag und lag damit deutlich über den anderen Tieren. Die niedrigste XP-Aufnahme hatte die Gruppe Weizenschlempe mit 3.095 g/Tag. Diese niedrigeren Werte lassen sich dadurch erklären, dass die Grundfutteraufnahme der Gruppe Weizenschlempe etwas niedriger war, als die der beiden anderen Gruppen. Im Gegensatz dazu war die Kraftfutteraufnahme der Gruppe SES und die Grundfutteraufnahme der Gruppe RES etwas höher als bei der Gruppe Weizenschlempe. Außerdem konnte bei der Kraftfutteranalyse festgestellt werden, dass der XP-Gehalt beim Leistungskraftfutter der Gruppe Weizenschlempe mit 16,7% in DG 1 und 15,0% in DG 2 unter den analysierten Werten der anderen Gruppen lag. Zu keiner Zeit waren die Unterschiede in der Versorgung mit XP signifikant.

Tabelle 6: XP-Aufnahme in g/Tier, d

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	3.628 ± 336	3.658 ± 416	3.600 ± 428	
Woche 1	2.927 ± 270	2.941 ± 274	2.990 ± 385	0,773
Woche 2	3.512 ± 302	3.365 ± 277	3.532 ± 357	0,157
Woche 3	3.329 ± 262	3.234 ± 254	3.363 ± 321	0,285
Woche 4	2.872 ± 316	2.840 ± 225	2.928 ± 310	0,587
NP	3.270 ± 349	3.263 ± 379	3.231 ± 406	0,933
MW	3.160 ± 260	3.095 ± 243	3.203 ± 329	0,432

Die Aufnahme an ruminal nicht abbaubarem Rohprotein wird in Tabelle 7 gegenüber gestellt und wie bereits bei der XP-Aufnahme ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen. Wie zuvor bei der Rohproteinversorgung wies die Gruppe Weizenschlempe mit einem Durchschnittswert von 1.009 g/Tier niedrigere Werte auf als die anderen Versuchs-

gruppen, die 30-70 g/Tier und Tag mehr aufgenommen haben. Diese geringeren Werte lassen sich wiederum mit der geringeren Grundfutteraufnahme und durch die niedrigeren Analysewerte des Rohproteins des Leistungskraftfutters erklären.

Tabelle 7: UDP-Aufnahme in g/Tier, d

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	1.142 ± 145	1.166 ± 184	1.140 ± 187	
Woche 1	1.033 ± 135	968 ± 111	980 ± 144	0,773
Woche 2	1.196 ± 148	1.095 ± 115	1.143 ± 142	0,051
Woche 3	1.127 ± 128	1.051 ± 104	1.087 ± 128	0,109
Woche 4	981 ± 137	923 ± 86	949 ± 115	0,245
NP	1.107 ± 151	1.118 ± 167	1.104 ± 179	0,959
MW	1.084 ± 130	1.009 ± 101	1.040 ± 128	0,115

In der Vorperiode betrug die nXP-Aufnahme bei allen Tieren des Versuchs zwischen 3.450 und 3.500 g/Tag (siehe Tabelle 8). Wie aufgrund der Kraftfutterzusammensetzung zu erwarten war, sank die nXP-Aufnahme während der vier Versuchswochen rapide ab um in der Nachperiode wieder anzusteigen. Die nXP-Aufnahme belief sich durchschnittlich bei den Gruppen auf 3.041 g/Tag bis 3.140 g/Tag, wobei anzumerken ist, dass die Gruppe 1 immer etwas über den anderen beiden Gruppen lag, was wieder durch die Leistungskraftfutteranalysen und die Grundfutteraufnahme erklärbar ist. Die Unterschiede halten einer statistischen Überprüfung nicht stand.

Tabelle 8: nXP-Aufnahme in g/Tier, d

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	3.486 ± 366	3.508 ± 446	3.450 ± 456	
Woche 1	3.111 ± 304	3.099 ± 301	3.004 ± 355	0,641
Woche 2	3.239 ± 368	3.107 ± 340	3.130 ± 345	0,797
Woche 3	3.324 ± 326	3.218 ± 291	3.227 ± 287	0,876
Woche 4	2.885 ± 308	2.819 ± 314	2.814 ± 338	0,816
NP	3.264 ± 357	3.265 ± 396	3.224 ± 418	0,920
MW	3.140 ± 302	3.061 ± 272	3.043 ± 298	0,789

3.3 Energieversorgung

Bei der Energiezufuhr aus dem Kraftfutter wurde der Energiegehalt von 7,1 MJ NEL laut Rationszusammensetzung veranschlagt, da bei den Laboranalysen der Energiegehalt nicht bestimmt wurde. Die Zusammensetzung des Grundfutters wurde vor jedem Durchgang analysiert, wobei auch der Gehalt an MJ NEL/kg TM errechnet wurde. Diese Werte wurden mit den wöchentlichen Analysen abgestimmt, wo unter anderem die Trockenmasse bestimmt wurde. Die Summe aus der Energieversorgung aus dem Grundfutter und aus dem Kraftfutter ergibt die Energieversorgung in MJ NEL/Tier und Tag.

Tabelle 9: Energieversorgung in MJ NEL/Tier, d

Zeitpunkt	RES Gruppe 1	Weizenschlempe Gruppe 2	SES Gruppe 3	p-Wert
VP	145,9 ± 12,7	146,6 ± 15,6	144,8 ± 16,1	
Woche 1	136,9 ± 11,3	139,1 ± 12,4	137,3 ± 15,6	0,841
Woche 2	144,4 ± 13,7	140,6 ± 14,1	143,5 ± 15,0	0,552
Woche 3	149,1 ± 11,9	144,9 ± 11,7	147,9 ± 12,6	0,488
Woche 4	128,4 ± 12,5	127,6 ± 14,1	129,1 ± 15,7	0,927
NP	142,2 ± 12,0	140,7 ± 13,5	139,2 ± 14,3	0,741
MW	139,7 ± 11,3	137,9 ± 11,1	139,5 ± 13,0	0,841

Wie anhand der Tabelle 9 erkennbar ist, lag die Energieversorgung in der Vorperiode bei allen Tieren auf gleichem Niveau. Da die Futteraufnahme während der vier Hauptversuchswochen absank, war auch die Energieversorgung in dieser Zeitspanne niedriger als in der Zeit davor. Im Mittel über den Versuch wurden die Gruppen 1 und 3 fast gleich mit Energie versorgt, während die Gruppe Weizenschlempe um ca. 2 MJ NEL/Tier und Tag weniger aufnahm. Wie bereits bei den vorherigen Parametern waren die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen statistisch nicht signifikant.

3.4 Milchleistung

Tabelle 10: Milchleistung, kg/Tier und Tag

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	28,2 ± 6,3	28,2 ± 4,9	28,2 ± 5,3	
Woche 1	27,6 ± 6,9	27,5 ± 5,0	27,7 ± 6,1	0,990
Woche 2	26,8 ± 7,2	26,3 ± 5,3	27,3 ± 5,7	0,861
Woche 3	26,6 ± 6,5	25,9 ± 5,0	26,7 ± 5,5	0,860
Woche 4	25,8 ± 6,9	25,3 ± 5,4	25,8 ± 5,7	0,946
NP	25,1 ± 5,8	25,6 ± 5,1	26,0 ± 5,5	0,863
MW	26,7 ± 6,9	26,2 ± 5,1	26,9 ± 5,7	0,930

Wie beim Versuchsaufbau geplant, ist die Milchleistung im Anschluss an die Vorperiode abgesunken und hat sich nach den vier Versuchswochen tendenziell wieder Richtung Ausgangsniveau bewegt. Alle drei Gruppen erbrachten zu Beginn des Versuchs eine ähnliche Leistung von 28,2 kg/Tag, in der ersten Woche sank die Milchmenge bei allen Gruppen etwa gleich ab. In den nächsten 14 Tagen erbrachte die Gruppe „Weizenschlempe" um 0,8 kg weniger Milch als die Gruppe 3, während die Gruppe 1 in der Leistung zwischen den beiden anderen Tiergruppen lag. Am Ende der vier Wochen befanden sich die Gruppen 1 und 3 auf gleichem Niveau bei 25,8 kg, während die Gruppe 2 um 0,5 kg weniger leistete. Die Gruppe von Kühen, der als Eiweißfuttermittel Sojaextraktionsschrot gefüttert wurde, sank im Durchschnitt in der Milchproduktion weniger stark ab als die beiden anderen Gruppen. Die Unterschiede halten einer statistischen Überprüfung jedoch nicht stand.

3.4.1 Tiere mit besonders hoher Milchleistung

Da Auswirkungen von pansengeschützten Eiweißfuttermitteln auf die Milchleistung insbesondere bei Tieren mit hohen täglichen Milchmengen zu erwarten sind, wurde der Median der Milchleistung, der in der Vorperiode bei 26,83 kg/Tier und Tag lag, über alle Gruppen ausgerechnet. Alle Kühe, die eine höhere Leistung als 26,83 kg/Tag erbrachten, wurden nochmals separat ausgewertet. Es waren 10 Tiere der Gruppe RES und je 12 Tiere der Gruppen Weizenschlempe und SES, die über dieses Niveau kamen (Tabelle 11).

Tabelle 11: Tägliche Milchleistung der hochleistenden Versuchskühe (kg/Tier und Tag)

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	33,09 ± 7,19	31,51 ± 3,85	32,13 ± 4,07	
Woche 1	33,06 ± 7,76	30,79 ± 3,40	31,83 ± 5,30	0,657
Woche 2	32,71 ± 7,73	29,94 ± 3,89	31,22 ± 4,98	0,522
Woche 3	31,89 ± 6,73	29,12 ± 4,12	30,27 ± 5,02	0,483
Woche 4	31,32 ± 7,41	28,59 ± 4,43	29,53 ± 4,86	0,523
NP	29,84 ± 5,75	28,87 ± 3,96	29,50 ± 4,87	0,892
MW	32,25 7,16	29,61 4,07	30,71 4,96	0,081

Bei der produktiveren Hälfte der Tiere waren bereits zu Beginn des Versuchs Unterschiede in der Milchleistung festzustellen. Während die Gruppe 1 eine tägliche Milchmenge von 33,09 kg/Tier erbrachte, lag die Milchmenge der Gruppen 2 und 3 um 2,50 bzw. 1,00 kg darunter. Diese Unterschiede blieben während der gesamten Versuchszeit bestehen. Wie bei der Milchleistung von allen Versuchstieren halten diese Unterschiede einer statistischen Überprüfung nicht stand.

3.5 Milchinhaltsstoffe

3.5.1 Milcheiweißmenge

Die tägliche Milcheiweißmenge konnte durch die unterschiedliche Fütterung nicht beeinflusst werden. Bei der Gruppe 2 (Weizenschlempe) fiel die Milcheiweißproduktion in kg etwas rascher ab als bei den anderen Gruppen und erreichte seinen Tiefststand in der letzten Versuchswoche mit 0,92 kg/Tag. Die anderen Tiere erbrachten zu diesem Zeitpunkt eine Leistung von 0,93 kg/Tag. Das Ausgangsniveau konnte aber von keiner der Gruppen wieder erreicht werden, wobei die Schwankungen dieses Parameters innerhalb der einzelnen Gruppen mit einem Höchstwert von 0,12 kg eher gering waren (siehe Tabelle 12). Wie man anhand der p-Werte erkennen kann, waren auch beim Eiweißgehalt in kg/Tier und Tag die Unterschiede, die zwischen den Gruppen auftraten nicht signifikant.

Tabelle 12: Milcheiweißproduktion in kg/Tier, d

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	1,02 ± 0,17	1,04 ± 0,18	1,03 ± 0,16	
Woche 1	0,98 ± 0,18	0,98 ± 0,18	1,00 ± 0,17	0,911
Woche 2	0,95 ± 0,19	0,96 ± 0,18	0,99 ± 0,16	0,682
Woche 3	0,95 ± 0,17	0,96 ± 0,19	0,97 ± 0,16	0,918
Woche 4	0,93 ± 0,28	0,92 ± 0,19	0,93 ± 0,19	0,952
NP	0,94 ± 0,17	0,95 ± 0,19	0,98 ± 0,18	0,766
MW	0,95 ± 0,17	0,95 ± 0,18	0,97 ± 0,17	0,920

Vor der ersten Versuchswoche befanden sich alle drei Gruppen bezüglich des Eiweißgehaltes in Prozent auf dem gleichen Level bei 3,63% (vergleiche Tabelle 13). Während bei den Gruppen 1 und 2 der prozentuelle Proteingehalt zu

Beginn des Versuchs um ca. 0,04 Prozentpunkte sank, konnte sich die Gruppe 3 steigern und lag im Mittelwert der Versuchswochen sogar über dem Ausgangsniveau. Prinzipiell sank der Eiweißgehalt während des Versuchs kaum ab, stieg jedoch in der Nachperiode rasch an und erreichte ein Niveau von über 3,70% bei allen drei Gruppen. Auch bei diesem Parameter waren die Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen vernachlässigbar.

Tabelle 13: Milcheiweißgehalt in %

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	3,63 ± 0,32	3,63 ± 0,30	3,63 ± 0,26	
Woche 1	3,60 ± 0,36	3,59 ± 0,31	3,66 ± 0,27	0,772
Woche 2	3,58 ± 0,40	3,60 ± 0,34	3,64 ± 0,28	0,794
Woche 3	3,58 ± 0,39	3,64 ± 0,29	3,62 ± 0,26	0,817
Woche 4	3,64 ± 0,32	3,64 ± 0,29	3,63 ± 0,27	0,997
NP	3,75 ± 0,34	3,72 ± 0,26	3,72 ± 0,28	0,882
MW	3,60 ± 0,35	3,62 ± 0,30	3,64 ± 0,26	0,908

3.5.2 Milchfettmenge

Die tägliche Milchfettproduktion in kg befand sich am Beginn des Versuchs bei der Gruppe „Weizenschlempe" auf einem geringfügig höheren Niveau als bei den anderen beiden Gruppen. Über die vier Versuchswochen erbrachten alle Tiere im Mittel die gleiche Milchfettmenge von 1,10 kg pro Tag. Besonders auffallend ist, dass die Gruppe 2 viel stärker am Ende des Versuchs absank als die anderen beiden Gruppen, wie man anhand der Daten von Tabelle 14 erkennen kann. Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren nicht signifikant.

Tabelle 14: Milchfettproduktion in kg/Tier, d

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	1,15 ± 0,24	1,18 ± 0,24	1,14 ± 0,22	
Woche 1	1,10 ± 0,24	1,14 ± 0,28	1,14 ± 0,24	0,805
Woche 2	1,08 ± 0,25	1,10 ± 0,22	1,13 ± 0,21	0,799
Woche 3	1,12 ± 0,24	1,13 ± 0,25	1,11 ± 0,18	0,929
Woche 4	1,09 ± 0,23	1,04 ± 0,19	1,09 ± 0,21	0,690
NP	1,04 ± 0,21	1,03 ± 0,19	1,07 ± 0,19	0,760
MW	1,10 ± 0,23	1,10 ± 0,21	1,11 ± 0,19	0,959

Auch der Milchfettgehalt in % war zu Beginn des Versuchs bei der Gruppe mit Tieren, die Weizenschlempe in der Ration hatten, etwas höher als bei den anderen Kühen (siehe Tabelle 15). Bei allen drei Versuchsgruppen konnte eine Steigerung des Milchfettgehalts festgestellt werden. Nach 28 Tagen befand sich der prozentuelle Milchfettgehalt bereits zwischen 0,03 (Weizenschlempe) und 0,28 (SES) Prozentpunkten über dem Ausgangsniveau. In der Nachperiode sank der prozentuelle Milchfettgehalt wieder, wobei der Rückgang in der Gruppe 2 besonders auffällig hoch war. Im Durchschnitt erbrachte die Gruppe 3 die höchste Leistung mit 4,22%. In keiner Woche konnten signifikante Ergebnisse erzielt werden.

Tabelle 15: Milchfettgehalt in %

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	4,11 ± 0,50	4,15 ± 0,46	4,07 ± 0,36	
Woche 1	4,04 ± 0,39	4,20 ± 0,42	4,16 ± 0,39	0,354
Woche 2	4,11 ± 0,48	4,11 ± 0,44	4,17 ± 0,43	0,885
Woche 3	4,20 ± 0,46	4,27 ± 0,34	4,18 ± 0,38	0,723
Woche 4	4,31 ± 0,57	4,18 ± 0,35	4,35 ± 0,46	0,471
NP	4,23 ± 0,53	4,07 ± 0,38	4,14 ± 0,46	0,522
MW	4,16 ± 0,42	4,19 ± 0,27	4,22 ± 0,33	0,872

3.5.3 Laktosegehalt

Der Laktosegehalt der Milch bewegte sich in der Vorperiode bei allen Kühen um 4,85% und blieb bei den Gruppen 2 und 3 auf diesem Niveau. Lediglich in der Gruppe 1 sank der Laktosegehalt und erreicht seinen Tiefststand in der zweiten Woche mit 4,74%. In den darauf folgenden zwei Wochen stieg er wieder an um in der Nachperiode nochmals zu fallen. Im Durchschnitt lag die Gruppe RES mit 4,78% 0,07 Prozentpunkte hinter den beiden anderen Versuchseinheiten (vergleiche Tabelle 16). Diese Unterschiede halten einer statistischen Überprüfung nicht stand.

Tabelle 16: Laktosegehalt in %

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	4,85 ± 0,18	4,86 ± 0,16	4,85 ± 0,16	
Woche 1	4,79 ± 0,21	4,86 ± 0,15	4,84 ± 0,16	0,417
Woche 2	4,74 ± 0,30	4,86 ± 0,15	4,84 ± 0,16	0,142
Woche 3	4,80 ± 0,20	4,86 ± 0,15	4,85 ± 0,16	0,498
Woche 4	4,79 ± 0,17	4,86 ± 0,14	4,85 ± 0,17	0,292
NP	4,76 ± 0,21	4,84 ± 0,11	4,83 ± 0,15	0,202
MW	4,78 ± 0,19	4,86 ± 0,14	4,85 ± 0,16	0,239

3.5.4 Milchharnstoffgehalt

Der Harnstoffgehalt lag vor dem Versuch zwischen 30,0 mg/dl (RES) und 31,7 mg/dl (SES) und blieb während der gesamten vier Wochen bei der Gruppe 3 höher als bei den anderen beiden Gruppen. Den Höchstwert erreichte er in der zweiten Woche mit 35,1 mg/dl und sank anschließend wieder auf 30,4 mg/dl ab. Wie man anhand Tabelle 17 erkennen kann, waren die Werte der Sojagruppe in der vierten Woche signifikant ($p<0,05$) höher als in den beiden anderen Versuchsgruppen. Bereits in der Woche davor waren Tendenzen ($p<0,10$) in diese Richtung zu erkennen.

Tabelle 17: Milchharnstoffgehalt, mg/dl

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	30,0 ± 5,2	30,9 ± 7,9	31,7 ± 6,4	
Woche 1	26,0 ± 8,2	30,1 ± 11,5	29,7 ± 6,6	0,230
Woche 2	32,6 ± 9,4	30,2 ± 9,4	35,1 ± 8,1	0,190
Woche 3	25,4 ± 6,7	26,8 ± 8,6	30,4 ± 7,3	0,076
Woche 4	27,9 ± 4,7[b]	26,4 ± 6,5[b]	31,8 ± 6,2[a]	0,010
NP	29,1 ± 9,2	31,6 ± 11,8	33,0 ± 8,3	0,383
MW	28,0 ± 6,8	28,4 ± 8,7	31,7 ± 6,5	0,173

3.5.5 Zellzahl

Die Zellzahl war zu Beginn bei der Gruppe 1 mit 324.000/ml Milch etwas höher als in der Gruppe 3 mit 98.000/ml Milch. Diese Unterschiede blieben während des ganzen Versuchs bestehen. Wenn man den Durchschnitt über die vier Versuchswochen betrachtet, waren die Zellzahlen der Gruppe Weizenschlempe mehr als doppelt so hoch als die der Gruppe SES und die Zellzahlen der Gruppe RES wiederum doppelt so hoch als die der Gruppe 2. Betrachtet man die Schwankungsbreite, kann man anhand Tabelle 18 erkennen, dass es in der Gruppe RES in der zweiten und dritten Versuchswoche Kühe gegeben haben muss, die wahrscheinlich während einer früheren Laktation an Mastitis erkrankt waren und somit eine höhere Zellzahl aufwiesen. Auch diese Werte stehen in keinem signifikanten Zusammenhang zu einander.

Tabelle 18: Zellzahl (in 1.000/ml Milch)

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	324 ± 836	240 ± 734	98 ± 123	
Woche 1	248 ± 539	253 ± 663	74 ± 59	0,380
Woche 2	510 ± 1.502	186 ± 451	93 ± 134	0,280
Woche 3	362 ± 1.146	123 ± 195	54 ± 39	0,278
Woche 4	186 ± 381	102 ± 136	63 ± 45	0,206
NP	575 ± 1.406	91 ± 89	73 ± 64	0,072
MW	326 ± 860	166 ± 273	71 ± 58	0,263

3.5.6 pH-Wert

Der pH-Wert änderte sich bei keiner Gruppe über den gesamten Versuch und auch davor und danach kaum (siehe Tabelle 19). Es konnte auch kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Tiergruppen festgestellt werden.

Tabelle 19: pH-Wert der Milch

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	6,56 ± 0,05	6,56 ± 0,05	6,56 ± 0,05	
Woche 1	6,54 ± 0,05	6,55 ± 0,05	6,54 ± 0,05	0,929
Woche 2	6,54 ± 0,04	6,55 ± 0,05	6,55 ± 0,04	0,605
Woche 3	6,52 ± 0,08	6,54 ± 0,05	6,55 ± 0,04	0,282
Woche 4	6,53 ± 0,07	6,53 ± 0,05	6,54 ± 0,04	0,649
NP	6,54 ± 0,05	6,53 ± 0,05	6,54 ± 0,03	0,779
MW	6,53 ± 0,05	6,54 ± 0,05	6,55 ± 0,04	0,578

3.5.7 Fettfreie Trockensubstanz (FFT)

Die Fettfreie Trockensubstanz bewegt sich in der Vor- und in der Nachperiode auf ähnlichem Niveau. Während des Versuchs fällt auf, dass die FFT der Gruppe RES stärker abfiel, als die FFT der anderen beiden Gruppen. In der Woche 2 hatte diese Gruppe den niedrigsten Wert mit 9,01%, während die Gehalte der anderen Versuchgruppen nie unter 9,15% sanken (Tabelle 20). Wie bei fast allen Parametern waren auch bei der FFT in Prozent die Unterschiede zwischen den Gruppen nicht signifikant.

Tabelle 20: Fettfreie Trockensubstanz in %

	RES	Weizenschlempe	SES	
Zeitpunkt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	p-Wert
VP	9,18 ± 0,34	9,20 ± 0,29	9,19 ± 0,29	
Woche 1	9,12 ± 0,35	9,15 ± 0,26	9,20 ± 0,27	0,629
Woche 2	9,01 ± 0,59	9,17 ± 0,26	9,19 ± 0,28	0,289
Woche 3	9,11 ± 0,35	9,19 ± 0,25	9,18 ± 0,27	0,617
Woche 4	9,14 ± 0,32	9,19 ± 0,24	9,18 ± 0,27	0,806
NP	9,21 ± 0,35	9,25 ± 0,20	9,25 ± 0,30	0,860
MW	9,09 ± 0,36	9,17 ± 0,24	9,19 ± 0,26	0,511

4 Diskussion

Wie bereits zu Beginn erwähnt, gibt es kaum Versuche, bei denen Weizenschlempe als pansengeschütztes Eiweißfuttermittel eingesetzt wurde, da weltweit betrachtet Maisschlempe eine höhere Relevanz hat. Neben Maisschlempe wurden einige Fütterungsversuche durchgeführt, die als Proteinquelle distillers dried grains plus solubles (DDGS) ohne nähere Angabe des Ausgangsgetreides in der Ration hatten. SPIEKERS et al. (2006) weisen darauf hin, dass die Angabe DDGS ohne weitere Bezeichnung der Getreideart meist auf den Ausgangsrohstoff Mais hinweist. Wohl aus diesem Grund vergleichen auch andere Autoren, wie z.B. URDL et al. (2006), die sich mit Weizenschlempe in der Milchviehfütterung beschäftigten, ihre Ergebnisse mit Fütterungsversuchen, die mit Maisschlempe bzw. DDGS ohne Rohstoffangabe durchgeführt wurden. Auch SCHINGOETHE et al. (2002) gehen davon aus, dass Schlempen verschiedener Getreidearten durchaus vergleichbar sind, deshalb werden auch diese Studien zur Untermauerung der Ergebnisse dieses Versuchs verwendet. Um die Vergleichbarkeit der verschiedenen pansengeschützten Eiweißfuttermittel darzustellen, dient die nachfolgende Tabelle:

Tabelle 21: Nährstoffgehalte von Kraftfuttermitteln (URDL et. al. 2006)

	XP	XL	XF	XX	XA	XS	dOM	ME	NEL	UDP	nXP	RNB
in der TM	g	g	g	g	g	g	%	ML	MJ	%	g	g
Gerste	119	23	52	779	27	604	87	12,93	8,16	25	165	-7
Weizen	138	20	29	794	19	662	89	13,37	8,51	20	172	-5
Mais	106	45	26	806	17	694	86	13,29	8,39	50	164	-9
Gersten-schlempe	283	68	126	467	56	50	67	10,94	6,49	40	206	+12
Weizenschlempe	362	67	97	416	58	33	-	-	-	-	-	-
Starprot Weizen[3]	360	30	70	490	50	20	81	12,10	7,40	60	317	+7

[3] Firmenangabe (STHG – STARREIN, Weitersfeld NÖ)

Fortsetzung Tabelle 21:

Maisschlempe	297	82	104	466	51	92	79	12,68	7,75	50	242	+9
Starprot Mais[1]	290	130	67	461	52	58	89	13,60	8,40	70	306	-3
Sojaextr.-Schrot44	510	15	67	341	67	69	91	13,75	8,63	35	308	+32
Rapskuchen	370	101	128	326	75	0	80	13,06	7,99	30	217	+25

Vergleicht man beispielsweise Weizen mit Starprot Weizen erkennt man, dass der Rohproteingehalt um 220 g/kg TM ansteigt und dafür der Stärkegehalt radikal um 640 g abfällt. Der Rohfasergehalt steigt leicht an, während hingegen der Energiegehalt um 1,10 MJ NEL sinkt. Wichtig sind die Werte für UDP und nXP, die durch thermische Behandlung von Starprot Weizen stark erhöht sind. Außerdem wandelt sich die Ruminale Stickstoffbilanz in den positiven Bereich. Ähnliche Werte ergeben sich für Gerste und Mais, wobei positiv hervorzuheben ist, dass die UDP-Werte von Schlempeprodukten höher als die von Sojaextraktionsschrot sind und sich die nXP-Werte dieser beiden Produkte auf ähnlichem Niveau bewegen.

Wichtig für die vorliegende Arbeit war, in wie weit Weizenschlempe mit Maisschlempe vergleichbar ist. Wie man erkennen kann, weisen die Produkte Starprot Weizen und Starprot Mais einen sehr ähnlichen Gehalt an nXP und UDP auf. Zu beachten ist, dass in den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (DLG, 1997) über den Gehalt an UDP oder nXP von Weizenschlempe keine Angaben gemacht werden. Da aber Weizen und Milo vergleichbare Werte für nXP haben und Schlempe aus Milo mit einem nXP-Wert von 275 g/kg TM knapp über dem Gehalt von Maisschlempe liegt, ist es nahe liegend, dass Mais- und Weizenschlempe durchaus miteinander vergleichbar sind.

Tabelle 22: Vergleich von Nährstoffe von Futtermitteln aus Raps (DLG)

in der TM	XP g	XL g	XF g	MJ NEL	UDP %	nXP g	RNB
RaPass®	300	100	110	7,6	70	302	-0,3
Rapsexpeller	396	50	121	7,6	30	236	+26
Rapsschrot	399	25	131	7,3	25	219	+29

Auch RaPass® hat im Vergleich zu anderen Rapsprodukten einen stark erhöhten Anteil an UDP. Wie man erkennen kann, ist die Zusammensetzung von RaPass® mit der von StarProt Weizen und StarProt Mais vergleichbar.

4.1 Diskussion der Milchleistung

Einer der Parameter, der bei dieser Arbeit untersucht wurde, war die tägliche Milchleistung in kg/Tier. Wie in Abbildung 4 gut zu erkennen, erbrachten zu Beginn des Versuchs alle Gruppen eine ähnliche Leistung und während der vierwöchigen Hauptperiode sank bei allen Tieren die Milchmenge um 2-3 kg/Tier und Tag ab. In der Nachperiode war ein leichter Aufwärtstrend zuerkennen, wobei jedoch zu beachten ist, dass die Unterschiede in der Milchproduktion zwischen den Versuchsgruppen nicht signifikant waren.

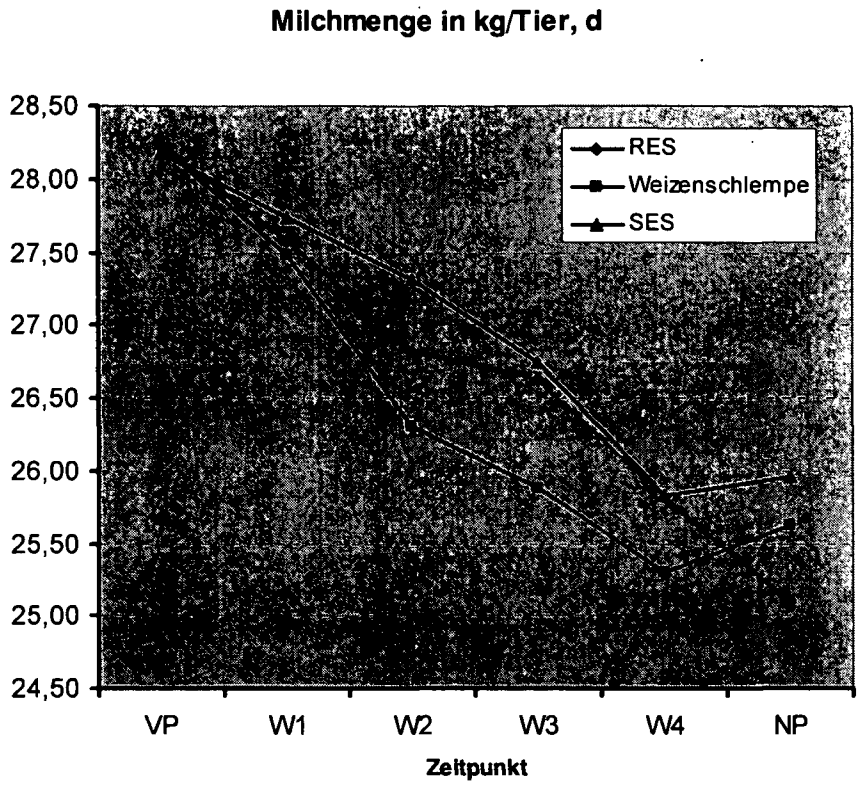

Abbildung 4: Milchleistung in kg/Tier, d

Wenn man den Abfall der Milchmenge mit den Laktationskurven von HUTH und SCHUTZBAR (1995) vergleicht, erkennt man, dass die natürlich Milchmengenreduktion im Laufe der Laktation, die sich zwischen 0,6 und 0,8 kg/Tier und Tag bewegt, beim Einsatz von RES und Weizenschlempe überschritten wird.

Um dieses Absinken der Milchleistung während des Versuchs zu erklären, sollte man die Proteinversorgung dem Proteinbedarf und die Energieversorgung dem Energiebedarf gegenüber stellen.

Beim Errechnen des Proteinbedarfs einer laktierenden Kuh wird als Basis das nutzbare Rohprotein (nXP) am Beginn des Duodenums angenommen. Dieser setzt sich aus dem Nettobedarf für die Erhaltung und dem Nettoproteinbedarf für die Leistung zusammen. Der Proteinbedarf für die Erhaltung ergibt sich aus

den endogenen N-Verlusten über Kot und Harn und den Oberflächenverlusten. Um diesen errechnen zu können ist es erforderlich, die Lebendmasse der Tiere und die Trockenmasseaufnahme zu kennen. Der Erhaltungsbedarf variiert jedoch mit steigender Milchleistung, da dann auch eine erhöhte Futteraufnahme nötig ist und sich somit der endogene Kot-N ändert.

Die Summe aus angesetztem Körperprotein und Milchprotein ergibt den Bedarf für die Leistung. Um diesen Wert zu ermitteln wird der Nettobedarf mit 2,1 multipliziert (GfE 1997). Wenn beispielsweise die Milch einen Eiweißgehalt von 3,6% aufweist, ergibt sich ein Bedarf von nutzbarem Protein am Duodenum von 75,6 g/kg Milch.

Damit die Vergleichbarkeit erhöht wird, sollte der Bedarf an nutzbarem Protein nicht als Gesamtbedarf sondern getrennt für Erhaltung und Leistung angegeben werden. Eine einfache Formel (GfE 1997) ermöglicht die Berechnung des Bedarfs an nutzbarem Rohprotein für eine Kuh mit einer Lebendmasse von 600 kg und mit 3,4% Eiweiß in der Milch:

$$\text{Bedarf an nutzbarem Rohprotein (g/Tag)} = 400 + 82 \times \text{kg Milch}$$

Der Erhaltungsbedarf verschiebt sich pro 50 kg Lebendmasse um 20 g nXP und der Leistungsbedarf pro 0,1% Eiweißgehaltsänderung um 2,1 g nutzbares Rohprotein.

Im vorliegenden Versuch betrug die Lebendmasse der Kühe ca. 650 kg. Über die vier Versuchswochen und über alle drei Gruppen gaben die Kühe im Durchschnitt 26,6 kg Milch/Tier und Tag. Außerdem wurde ein durchschnittlicher Eiweißgehalt der Milch von 3,62% gemessen.

Aus der von der GfE (1997) herausgegebenen Formel kann man einen Erhaltungsbedarf von nXP von 420 g/Tag und einen Leistungsbedarf von 2.293

g/Tag errechnen. Für diesen Versuch wären also im Durchschnitt 2.713 g nXP/Tier und Tag notwendig um die Erhaltung und die Leistung zu sichern.

Wie man anhand der Tabelle 8 jedoch erkennen kann, betrug die durchschnittliche Versorgung mit nXP über alle Versuchsgruppen täglich ca. 3.080 g, obwohl der nXP-Gehalt der Kraftfutterration nach der Vorperiode abgesenkt wurde. Wenn jedoch auch die Grundfutterzusammensetzung betrachtet wird, fällt auf, dass bereits ca. 2.500g nXP aus dem Grundfutter stammen und damit der Bedarf beinahe gedeckt ist.

Wenn man aber bedenkt, dass die Grundfutteraufnahme während des Versuchs im Vergleich mit der Vorperiode nicht oder nur kaum absank, die Kraftfutteraufnahme hingegen um ca. 1,3 kg Frischmasse weniger wurde, kann man errechnen, dass den Tieren ca. 220 g nXP weniger zur Verfügung stand. Während des Versuchs sank außerdem die Milchleistung im Durchschnitt um 1,60 kg/Tier und Tag ab, was einem nXP-Bedarf von ca. 150 g entspricht. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass trotz einer Überversorgung mit nXP, ein geringfügiger Rückgang der Versorgung einen Einfluss auf die Milchleistung hat.

Da durch die nXP-Versorgung das Absinken der Milchmenge nicht ausreichend erklärt werden kann, wird die Energieversorgung noch mitbetrachtet.

Nach der Formel von VAN ES kann der Erhaltungsbedarf einer Kuh folgendermaßen ausgedrückt werden:

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

Wie bereits erwähnt, haben die Kühe eine Lebendmasse von ca. 650 kg und somit einen Erhaltungsbedarf von 37,7 MJ NEL/Tier und Tag.

Der Leistungsbedarf für die Milchproduktion ist im Bewertungssystem Nettoenergie-Laktation (NEL) gleich dem Energiegehalt der Milch und lässt sich über die Milchzusammensetzung errechnen (vergleiche KIRCHGESSNER 2004):

Energie in der Milch = 0,024 x g Eiweiß + 0,039 x g Fett + 0,017 x g Lactose

Durchschnittlich betrug während des vierwöchigen Versuchs der Fettgehalt der Milch 4,19%, der Eiweißgehalt 3,62% und der Laktosegehalt 4,83%. Setzt man diese Werte in die Formel ein, ergibt sich ein Energiegehalt der Milch von 3,32 MJ NEL/kg Milch. Hochgerechnet auf die durchschnittliche Milchleistung von 26,6 kg/Tier und Tag ergibt sich ein Energiebedarf für Erhaltung und Leistung von ca. 126 MJ NEL/Tier und Tag. Durchschnittlich lag die Energieversorgung jedoch bei ca. 139 MJ NEL und somit konnte der Bedarf gedeckt werden und die Tiere wurden sogar leicht überversorgt.

Wie bereits bei der nXP-Versorgung kann der Schluss gezogen werden, dass der Großteil der Energie (ca. 110 MJ NEL) aus dem Grundfutter stammte und nur etwa 30 MJ NEL aus dem Kraftfutter. Da die Grundfutteraufnahme ungefähr gleich blieb, während die Kraftfutteraufnahme leicht absank, können die Schwankungen der Milchmenge durch die abgesunkene Kraftfutteraufnahme erklärt werden.

Der Anstieg der täglichen Milchmenge/Kuh in der Nachperiode lässt sich durch die stark erhöhte Futteraufnahme (sowohl Grund- als auch Kraftfutter) und die damit verbundene höhere Energieaufnahme und nXP-Versorgung erklären.

Um herauszufinden ob und welchen Einfluss die verwendeten Futtermittel auf die Milchleistung hatten, wird bei der Literaturrecherche in dieser Arbeit das Hauptaugenmerk auf Versuche gelegt, die in Österreich oder Deutschland unter ähnlichen Bedingungen stattfanden und bei denen die Futtermittel vergleichbar waren. URDL et al. (2006) haben beispielsweise als Futtermittel sowohl

Starprot Weizen als auch Sojaextraktionsschrot verwendet. Auch DUNKEL (2006) verglich die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe, wenn getrocknete Weizenschlempe oder Sojaextraktionsschrot gefüttert wurde. Alle anderen Quellen behandeln Fütterungsversuche, die hauptsächlich in den USA durchgeführt wurden, wobei die Herkunft der eingesetzten Futtermittel nicht immer klar hervorgeht. Um die Werte von geschütztem RES mit Werten aus der Literatur zu vergleichen, werden die Versuche von ALERT (2004) und DE SOUSA LAMY et al. (2001) genauer beleuchtet.

Wenn man zuerst die Ergebnisse der Milchleistung dieses Versuchs mit anderen Fütterungsversuchen vergleicht bei denen ebenfalls Weizenschlempe eingesetzt wurde, findet man sehr unterschiedliche Ergebnisse.

Wie bereits erwähnt, haben URDL et al. (2006) bei einem Fütterungsversuch drei verschiedene Kraftfutterrationen mit einander verglichen. Zum Einsatz kam eine Mischung mit Rapskuchen und Sojaextraktionsschrot als Eiweißträger, eine Mischung mit Starprot Weizen und eine Mischung mit Starprot Mais als Proteinquelle. Wenn man diese Rationen mit denen des vorliegenden Versuchs vergleicht, fällt auf, dass die Energieversorgung aus dem Kraftfutter zwar mit 8,00 MJ NEL höher ist, die nXP-Versorgung mit 180 g jedoch vergleichbar ist. Sehr ähnlich ist auch die nXP-Aufnahme während des Versuchs, die bei URDL et al. (2006) zwischen 3.200 und 3.300 g/Tag lag. Wie bei dieser Arbeit sind auch bei dem Fütterungsversuch von URDL et al. (2006) in Gumpenstein keine signifikanten Unterschiede bei der Energieversorgung in MJ NEL, bei der nXP-Versorgung und bei der Futteraufnahme aufgetreten. Auch bei der Milchleistung, die bei der Gruppe Starprot Weizen mit 25,91 kg unter der Leistung der Gruppen Raps/Soja mit 26,16 kg und der Gruppe Starprot Mais mit 26,40 kg/Tier und Tag lag, konnten die Autoren keine signifikanten Unterschiede feststellen.

Die gleiche Zielsetzung, die Feststellung des Einflusses von getrockneter Weizenschlempe in einer TMR auf die Milchleistung, die Milchinhaltsstoffe und die Futteraufnahme, hatte auch der Fütterungsversuch von DUNKEL (2006). Auch bei diesem Versuch wurden Tiere anhand ihrer Milchleistung und der Milchinhaltsstoffe in zwei Gruppen zu 60 bzw. 61 Tieren eingeteilt, wobei jedoch die Milchleistung mit ca. 35,5 kg bzw. 36,0 kg/Tier und Tag weit höher war als bei dem vorliegendem Versuch. Die Unterschiede in der Ration der beiden Gruppen bestanden darin, dass die der erste Gruppe 2 kg getrocknete, schwedische Weizenschlempe enthielt und die der andere Gruppe Sojaextraktionsschrot. Dieser Versuch lässt sich sehr schön mit dem hier vorliegenden Fütterungsversuch vergleichen, da die Rationen sowohl im Energiegehalt mit 7,1 MJ NEL als auch im nXP-Gehalt mit 177g/kg TM sehr ähnlich waren. DUNKEL (2006) erhielt jedoch signifikante Unterschiede in der Milchleistung. Die Versuchsleiterin erklärte den Unterschied von 1,2 kg Milch/Tier und Tag den die Soja-Kontrollgruppe mehr leistet, durch den Unterschied in der Milchmenge zu Beginn des Versuchs und durch eine höhere Energieaufnahme der Kontrollgruppe. Obwohl unter den Bedingungen des Experimentes eine statistisch signifikant höhere Milchleistung der Kontrollgruppe erbracht wurde, erklärte die Autorin, dass der Einsatz von getrockneter Weizenschlempe die Milchmenge nicht beeinflusst.

Besonders in den USA wurden viele Versuche durchgeführt, bei denen der Einfluss von distillers dried grains with solubles (DDGS) oder Maisschlempe (CDG) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot auf die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe untersucht wurde. Bei vielen dieser Untersuchungen konnten keine signifikanten Unterschiede in der Milchleistung festgestellt werden, wie bei den Versuchen von MURPHY et al. (1995), LIU et al. (2000), OWEN et al. (1991) oder PALMQUIST et al. (1982). Die Rationen der einzelnen Fütterungsversuche sind etwas schwierig zu vergleichen, da besonderes bei älteren Untersuchungen der nXP-Gehalt noch nicht errechnet wurde. Exemplarisch wurden die Ver-

suche von OWEN et al. (1991) und AL-SUWAIEGH et al. (2002) herausgenommen.

OWEN et al. (1991) haben einen Fütterungsversuch unternommen, bei dem die Ration betreffend der Anteile an Versuchskraftfutter dem vorliegenden Versuch sehr ähnelte. Mit 21,2% Sojaextraktionsschrot in der Trockenmasse war die erste Versuchsgruppe der Gruppe 3 dieses Versuchs annähernd gleich und mit 37,5% DDGS in der TM kann die zweite Gruppe mit der Gruppe 2 des vorliegenden Fütterungsversuchs verglichen werden. Mit einem Rohproteingehalt von 14,6% in der Trockenmasse ist auch die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe vergleichbar. Bei dem Versuch von OWEN et al. (1991) gab es außerdem eine negative und zwei positive Kontrollgruppen. Bei der täglichen Milchmenge pro Kuh konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, obwohl die Gruppe DDGS eine leicht höhere Leistung mit 34,3 kg/Tag als die Gruppe Sojaextraktionsschrot mit 33,8 kg/Tag erbrachte.

Ein Versuch, bei dem als Ausgangsmaterial für die Schlempe einerseits Mais und andererseits Hirse verwendet wurde, haben Al-SUWAIEGH et al. (2002) durchgeführt. Der Rohproteingehalt der beiden Rationen betrug zwischen 18,2% und 18,8% der Trockenmasse. Auch beim direkten Vergleich zweier Schlempenprodukte konnten keine signifikanten Unterschiede in der Milchleistung festgestellt werden.

Santos et al. (1998) verglichen in einer Übersichtsarbeit alle Publikationen, die zwischen 1985 und 1997 im Journal of Dairy Science zum Thema RUP (Rumen Undegradable Protein) herausgegeben wurden. In dieser Zeitspanne wurden 127 Vergleiche von 88 Milchleistungsversuchen, bei denen Sojaextraktionsschrot durch Futtermittel wie CGM (corn gluten meal), DDG (distillers dried grains), DDGS (distillers dried grains with solubles), BDG (brewers dried grains) und diversen Futtermitteln tierischen Ursprungs, wie Blut-, Knochen- oder Federmehl ersetzt wurde, publiziert. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass bei

den Versuchen, bei denen Sojaextraktionsschrot komplett durch DDG oder DDGS ersetzt wurde, die Milchleistung signifikant anstieg. Wenn jedoch DDGS mehr als 36% der Trockenmasse der Ration ausmachte, sank die Milchleistung signifikant ab.

Interessant ist natürlich auch, welche Erfahrungen andere Autoren mit dem Einsatz von pansengeschütztem Rapsextraktionsschrot in der Milchviehfütterung machten. Exemplarisch werden im Anschluss die Versuche von ALERT (2004) und DE SOUSA LAMY et al. (2001) diskutiert, wobei anfangs genauer auf den Versuchsaufbau und auf die Ergebnisse betreffend der Milchleistung eingegangen wird.

ALERT hat im Jahr 2004 einem Versuch im LVG Köllitsch an zwei Kuhgruppen von je 30 Kühen in drei Durchgängen durchgeführt, wobei eine maisbetonte TMR-Grundration und pellettiertes Mischfutter leistungsabhängig und tierindividuell über eine Transponderstation gefüttert wurden. Als Einzelfuttermittel wurden unbehandelter Sojaextraktionsschrot, geschützter Sojaextraktionsschrot (SoyPass®) bzw. geschützter Rapskuchen (RaPass®) eingesetzt, deren Nährstoffgehalt alle vier Wochen analysiert wurde. Zum Vergleich mit dem vorliegenden Versuch war der Energiegehalt der TMR und des Transponderabrufkraftfutters mit 6,8 MJ NEL/kg TM und der nXP-Gehalt mit 155 g/kg TM angegeben. ALERT kam nach Abschluss des Versuchs zum Ergebnis, dass durch den Einsatz von pansengeschützem Rapsexpeller im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot die Milchmenge von 32,50 kg/Tier und Tag auf 33,60 kg/Tier und Tag stieg. Bei der direkten Gegenüberstellung von SoyPass® zu Sojaextraktionsschrot stieg die Milchmenge um 0,70 kg/Kuh und Tag an. Diese Werte waren jedoch nicht signifikant.

Den Einfluss von pansengeschütztem Rapsextraktionsschrot auf die Milchleistung wurde auch von DE SOUSA LAMY et al. (2001) untersucht. Es wurden 42 Holstein Kühe für diesen Versuch verwendet, die im Durchschnitt in ihrer zwölf-

ten Laktationswoche standen. Die Tiere wurden anhand des Abkalbedatums, der früheren Laktationsmenge, der Milchmenge vor dem Versuch und der Milchzusammensetzung gleichmäßig auf zwei Gruppen aufgeteilt. Die Kühe wurden ad libitum mit einer TMR aus Grassilage, Maissilage, Molasse, Weizen und einem Mineralmix gefüttert. Die Unterschiede in der Ration der beiden Gruppen bestanden in der Proteinzusammensetzung. Die Versuchsgruppe erhielt 8% RaPass® und 7,7% eines kommerziellen Sojaprodukts, während die Kontrollgruppe nur das Sojaprodukt erhielt. Im Laufe des zwölfwöchigen Versuchs war die Milchleistung der Raps-Gruppe immer höher als die der Kontrollgruppe. Im Durchschnitt wurden 33,0 kg/Milch pro Tag bei den Tieren mit pansengeschütztem Rapsexpeller in der Ration gemolken, bei den Kühen mit Soja hingegen nur 31,0 kg/Tag. Diese Werte waren bei einem Signifikanzniveau von $p<0,05$ signifikant.

Insgesamt zeigt die Literatur also, dass in der Milchviehfütterung Sojaextraktionsschrot durch Schlempen verschiedenster Herkünfte bis zu einem Rationsanteil, der auch in vorliegendem Fütterungsversuch nicht überschritten wurde, durchaus ohne Leistungseinbussen eingesetzt werden kann. Auch in vorliegender Untersuchung wurde die Milchleistung durch den Ersatz von Sojaextraktionsschrot durch Weizenschlempe nicht beeinflusst, so dass diese Ergebnisse durchaus mit Literaturdaten im Einklang stehen. Allerdings konnte durch den Einsatz von Weizenschlempe, die entsprechend der Rationsberechnung (Tabelle 3) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot eine erhöhte nXP-Versorgung mit sich bringen hätte sollen, auch keine Steigerung der Milchleistung erreicht werden. Die Begründung ist darin zu suchen, dass durch Verschiebungen in der Grund- und Kraftfutteraufnahme zwischen den Versuchsgruppen SES bzw. Weizenschlempe die Versorgung mit nXP trotz unterschiedlicher Gehalte in den Versuchsfuttermitteln durchaus vergleichbar war.

4.2 Diskussion der Milchinhaltsstoffe

4.2.1 Einfluss auf den prozentuellen Milcheiweißgehalt und die Milcheiweißmenge in kg/Tier und Tag

Auch beim Eiweißgehalt in kg und beim prozentuellen Eiweißgehalt konnten keine signifikanten Ergebnisse erzielt werden. Wie die Grafik (Abbildung 5) verdeutlicht, wurde am Beginn des Versuchs ein Eiweißgehalt zwischen 1,02 und 1,04 kg bzw. 3,63% erbracht. Im Verlauf der vier Versuchswochen entwickelten sich die Gruppen RES und Weizenschlempe ähnlich und erbrachten eine durchschnittliche Leistung von 0,95 kg, die SES-Gruppe lag leicht darüber mit 0,97 kg. Im Anschluss an den Versuch stieg der Eiweißgehalt wieder an.

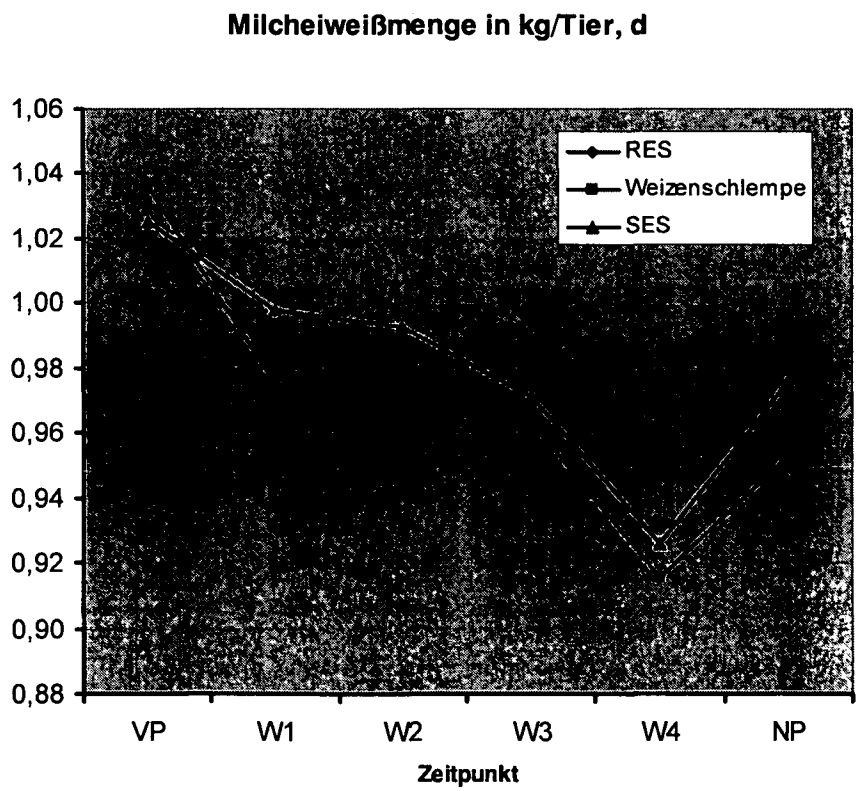

Abbildung 5: Milcheiweißproduktion in kg/Tier, d

Das Absinken der Milcheiweißmenge in kg/Tier und Tag verlief analog mit der Reduktion der Milchmenge, der Anstieg in der Nachperiode ist jedoch nicht auf die Milchleistung zurückzuführen, sondern auf eine Erhöhung des Milcheiweißgehalts in Prozent.

Die Höhe des Milcheiweißgehalts in Prozent wird hauptsächlich von der Energieversorgung bestimmt, aber auch von der Menge an im Pansen nicht abbaubarem Protein (KIRCHGESSNER 2004). Während bei Energiemangel der Proteingehalt der Milch abnimmt, steigt bei hoher Energieversorgung der Eiweißgehalt rasch an, was in der Nachperiode der Fall war. Zusätzlich war die Versorgung mit nXP in der Nachperiode höher als in den vier Versuchswochen.

Die Untersuchungsergebnisse betreffend des Einflusses verschiedener Eiweißfuttermittel auf die Milcheiweißmenge in kg/Tier und Tag sowie den Milcheiweißgehalts in Prozent sind wieder sehr unterschiedlich. Die beiden Versuche aus dem deutschsprachigen Raum von URDL et al. (2006) und DUNKEL (2005), die beide die Untersuchung des Einflusses von Weizenschlempe auf die Milchinhaltsstoffe als Ziel hatten, konnten im Bezug auf den Milcheiweißgehalt keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Futtermittel hervorbringen.

URDL et al. (2006) kommen in ihrem Versuch, bei dem Milchkühen drei verschiedene Futtermischungen mit den Proteinträgern Weizenschlempe, Maisschlempe und Sojaextraktionsschrot bzw. Rapskuchen vorgesetzt wurden, zu dem Ergebnis, dass die Gruppe Weizenschlempe einen Eiweißgehalt von 3,34% erbrachte, die Gruppe Starprot Mais von 3,33% und die Raps/Soja-Gruppe von 3,39%. Die Unterschiede waren mit einem p-Wert von 0,420 nicht signifikant.

Die Versuchsgruppe von DUNKEL (2005), die mit 2 kg Weizenschlempe anstatt 1,7 kg Eiweißträger und 0,4 kg Energieträger gefüttert wurde, konnte einen Eiweißgehalt von 3,51% erzielen, während die Kontrollgruppe 3,53% erreichte.

Obwohl die Anzahl der Publikationen, bei denen kein signifikanter Zusammenhang zwischen pansengeschütztem Futtermittel und der Milcheiweißmenge gegeben ist, überwiegt, gibt es gerade bei diesem Parameter etwas mehr Studien die das Gegenteil belegen als bei allen anderen überprüften Daten wie Milchleistung oder Milchfettmenge. Beispiele dafür finden sich bei MURPHY et al. (1995), OWEN et al. (1991) oder NICHOLS et al. (1998).

Unterschiedliche Ergebnisse für die Milcheiweißleistung bei nur einem Versuch haben PALMQUIST et al. (1982) publiziert. Sie verglichen bei ihrem Fütterungsversuch an Milchkühen eine Ration mit DDGS und eine mit Sojaextraktionsschrot, geriebenem Hafer und hydrolysiertem Fett, wobei sie die Resultate nach den eingesetzten Rassen (Jersey und Holstein) getrennt ausgewerteten. Dabei kamen die Autoren zu dem Schluss, dass bei Tieren die DDGS in der Ration hatten, der Milcheiweißgehalt in kg/Tag niedriger war, diese geringere Leistung jedoch nur bei der Rasse Jersey signifikant war.

Ebenfalls unterschiedliche Ergebnisse veröffentlichten VOSS et al. (1988) im Journal of Dairy Science. Für ihre Studie führten die Autoren zwei Experimente durch, wobei beim ersten Versuch vier Rationen mit unterschiedlichen Eiweißquellen (zwei Sojaprodukte, Maiskleber und DDGS) eingesetzt wurden und beim zweiten Versuch wurde sowohl die Silagezusammensetzung (Mischung aus Luzerne und Mais), als auch die Eiweißquelle (verschiedene Sojaprodukte, DDG, Maiskleber und Harnstoff) variiert. Bei beiden Versuchen lag der Rohproteingehalt der Rationen zwischen 15% und 18,5%. Interessant ist, dass beim ersten Versuch sich die Ergebnisse signifikant unterschieden, beim zweiten jedoch nicht. Beim ersten Versuch lagen die Gruppen mit DDGS als Eiweißquelle mit 2,72% Milcheiweißgehalt bzw. 0,86 kg Milcheiweißmenge pro Tag deutlich

unter den Ergebnissen der Sojagruppen mit 3,14% bzw. 1,17 kg/Tier und Tag. VOSS et al. (1988) begründeten die niedrigere Leistung mit einem niedrigeren Lysingehalt der Maisnebenprodukte und einer geringeren Mikrobenproduktion im Pansen durch die Verwendung dieser Nebenprodukte. Beim zweiten Versuch konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen festgestellt werden, wobei die Tiere mit DDG in der Futtermischung mit einem Proteingehalt der Milch von 2,85% im oberen Bereich der Ergebnisse lagen.

Auch ALERT (2004) konnte keine signifikanten Unterschiede bei seinem Versuch vorweisen, bei dem RaPass® und SoyPass® mit Sojaextraktionsschrot verglichen wurden. Der Eiweißgehalt beim Einsatz von RaPass® stieg um 2,60 kg bzw. um 0,05% an, die Unterschiede halten einer statistischen Überprüfung jedoch nicht stand. Beim direkten Vergleich von SoyPass® und Sojaextraktionsschrot lieferte mit einem Eiweißgehalt von 142,41 kg/Kuh in 120 Tagen bzw. 3,46% die Gruppe SoyPass® die besseren Werte. Der Unterschied von 142,41 kg zu 135,07 kg in 120 Tagen war signifikant.

Keine signifikanten Unterschiede konnten DE SOUSA LAMY et al. (2001) bei ihrem Fütterungsversuch an 42 Holsteinkühen beim Milcheiweißgehalt feststellen. Die Milch der Versuchgruppe, bei der als Eiweißquelle RaPass® und ein Sojaprodukt verwendet wurde, hatte einen Proteingehalt von 3,33% bzw. 1,10 kg/Tag. Die Kontrollgruppe, die nur Soja erhielt, konnte einen Milcheiweißgehalt von 3,34% bzw. 1,05 kg erreichen.

Vergleicht man die Ergebnisse dieses Versuchs mit den Werten der Literatur, kann man sagen, dass die Werte für den Milcheiweißgehalt mit den Literaturwerten konform gehen. In der vorliegenden Studie lag der Milchproteingehalt bei den Tieren mit pansengeschützten Eiweißfuttermitteln in der Ration etwas unter den Werten von Soja, genau wie bei den meisten anderen Versuchen in diesem Bereich. Trotzdem kann Weizenschlempe und auch pansengeschützter

RES in dem Maße, wie die Futtermittel im vorliegenden Versuch der Ration beigemengt wurden, Sojaextraktionsschrot ersetzen, wenn man davon ausgeht, dass die Unterschiede, die beim Milcheiweißgehalt auftraten, durch die geringere Futteraufnahme bedingt sind.

4.2.2 Einfluss auf den Milchfettgehalt und die Milchfettmenge in kg/Tier und Tag

Der Milchfettgehalt in kg betrug während des Versuchs bei der Gruppe mit geschütztem RES im Durchschnitt 1,10 kg bzw. 4,16%, bei der Gruppe mit Weizenschlempe in der Ration 1,10 kg bzw. 4,19% und bei den Tieren, die Sojaextraktionsschrot gefüttert bekamen, 1,11 kg bzw. 4,22%. Die Werte schwankten alle in einem ähnlichen Bereich. Die aufgetretenen Unterschiede waren vernachlässigbar und nicht signifikant.

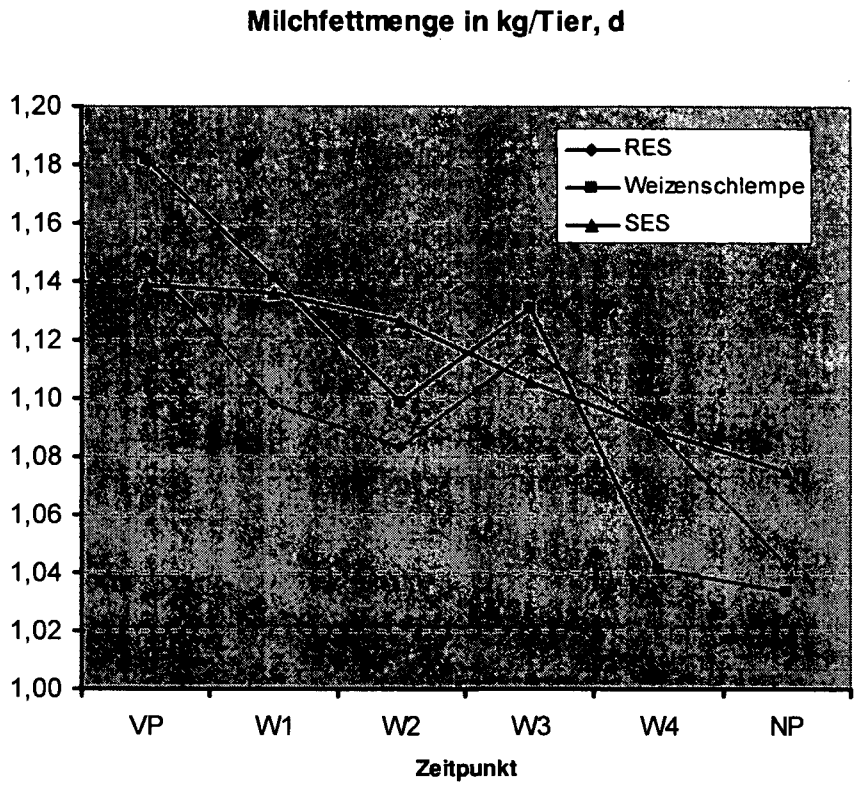

Abbildung 6: Milchfettgehalt in kg

Der Milchfettgehalt wird sehr stark von der Eiweiß- und Energieversorgung bestimmt und hängt somit auch eng mit der Milchleistung zusammen. Bei Eiweißmangelfütterung nimmt zuerst der prozentuelle Milchfettgehalt ab und anschließend sinkt auch die Milchmenge. Eine Änderung der Energieversorgung bei ausreichender Proteinversorgung beeinflusst den Milchfettgehalt nur in geringem Maße (KIRCHGESSNER et al. 1965). Bei diesem Versuch sank der nXP-Gehalt des Kraftfutters während der Hauptperiode von 20,6% auf Werte zwischen 16,1% und 18,8% ab und dadurch sollte der Milchfettgehalt ebenfalls sinken. Die Unterschiede die sich zwischen den einzelnen Gruppen ergeben haben, sind wieder durch die unterschiedliche Futteraufnahme zu erklären.

Um den generellen Einfluss dieser Futtermittel auf den Milchfettgehalt zu erklären, wurde wieder eine eingehende Literaturrecherche durchgeführt. Als An-

haltspunkt für diesen Parameter werden zuerst wieder die beiden Fütterungsversuche von URDL et al. (2006) und DUNKEL (2005) herangezogen.

Bei dem Versuch von URDL et. al. wurde auch der Fettgehalt der Milch untersucht, wobei ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen festgestellt werden konnten. Bei diesem Fütterungsversuch bewegte sich der Milchfettgehalt zwischen 4,43% (Raps/Soja) und 4,48% (Weizenschlempe).

Beim Fütterungsversuch von DUNKEL (2005) bei dem anstatt von Sojaextraktionsschrot, Rapskuchen und geschütztem Rapsextraktionsschrot Weizenschlempe als Eiweißträger eingesetzt wurde, wurde bei der Versuchsgruppe ein Fettgehalt der Milch von 4,10% gemessen. Bei der Kontrollgruppe wurden 4,20% Fett analysiert. Auch bei diesem Experiment wurden keine signifkanten Unterschiede festgestellt.

Bei den Parametern Milchfettgehalt und Milchfettmenge gibt es kaum Studien die signifikante Ergebnisse beinhalten, die Ausnahmen bilden beispielsweise die Fütterungsversuche von LOOSLI et al. (1960) oder der erste Versuch von VOSS et al. (1988).

NICHOLS et al. (1998) verglichen den Einsatz von zwei Futtermischungen auf die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe, wobei die erste Mischung Sojaextraktionsschrot enthielt und die zweite Mischung getrocknete Maisschlempe und Harnstoff. Die Tiere mit der letzt genannten Futtermischung erbrachten eine Milchfettleistung von 1,26 kg/Tag bzw. 3,59% und die anderen Kühe ebenfalls 1,26 kg/Tag jedoch 3,63% Milchfettleistung. Die Unterschiede waren auch bei diesem Versuch nicht signifikant.

Einen weiteren Versuch mit der Zielsetzung die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe zu vergleichen, bei Verwendung verschiedener pansengeschützter

Futtermittel als Eiweißquellen, führten MURPHY et al. (1995) durch. Bei diesem Versuch wurde Sojaextraktionsschrot durch verschiedene Konzentrationen von Maisschlempe ersetzt und dabei erbrachten die Tiere, welche Soja in der Mischung hatten, einen Milchfettgehalt von 3,3% bzw. eine Milchfettmenge von 0,75 kg/Tag und die Tiere der Gruppen mit Maisschlempe 3,5% bzw. 0,80 kg/Tag. Dabei ist anzumerken, dass mit steigendem Gehalt an Maisschlempe, die Milchfettmenge wieder absank. Die Unterschiede waren nicht signifikant.

Bei dem vorliegenden Versuch betrug der Milchfettgehalt der Tiere mit geschütztem RES in der Futterration 4,16% und damit lagen sie zwischen den Ergebnissen der Experimente von ALERT (2004) und denen von DE SOUSA LAMY et al. (2001).

Bei ALERT (2004) betrug der Milchfettgehalt bei der RaPass®-Gruppe als auch bei der Gruppe SoyPass® 4,00%, womit dieser Wert niedriger war, als die Vergleichswerte der Gruppen, die mit Sojaextraktionsschrot gefüttert wurden. Aber auch diese Werte waren nicht signifikant.

Mit einem Fettgehalt von 4,25% erbrachten die Versuchstiere von DE SOUSA LAMY et al. (2001), die mit RaPass® und Soja in der TMR gefüttert wurden, eine signifikant niedrigere Fettleistung als die Kontrollgruppe (nur Soja in der Ration), die mit 4,50% Fett deutlich darüber lag. Die Milchfettmenge unterschied sich auf einem Signifikanzniveau von $p<0,05$ nicht. Es konnte bei der RaPass®-Versuchgruppe ein Wert von 1,36 kg/Tag gemessen werden und bei der zweiten Tiergruppe 1,43 kg/Tag.

Wie man erkennen kann, wurde die Milchfettmenge durch den Einsatz von Weizenschlempe und geschütztem RES nicht beeinflusst und passt von der Entwicklung während des Versuchs sehr gut zu den Werten aus der Literatur.

4.2.3 Einfluss auf den Laktosegehalt

Der Laktosegehalt der einzelnen Gruppen war zu Beginn der sechs Wochen in einem ähnlichen Bereich angesiedelt. Im Laufe des Versuchs fiel auf, dass der Laktosegehalt der Milch der Gruppe, die mit geschütztem RES gefüttert wurde, viel stärker absank, als der der anderen beiden Gruppen (siehe Abbildung 7). Die Milch dieser Gruppe hatte einen durchschnittlichen Gehalt von 4,78%, während der der anderen Gruppen bei ca. 4,85% lag. Es waren aber auch diese Unterschiede nicht signifikant.

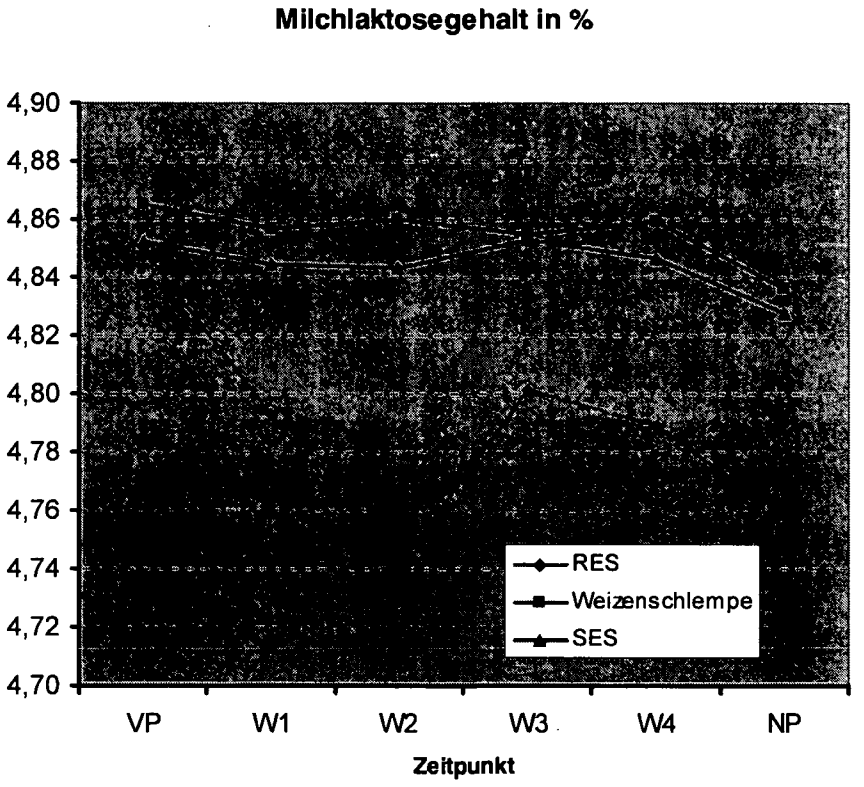

Abbildung 7: Laktosegehalt in %

Der eher starke Abfall des Laktosegehaltes der Milch der RES-Gruppe, lässt sich durch den erhöhten Zellzahlgehalt erklären, der bei manchen Kühen dieser Gruppe gemessen wurde. In der zweiten Versuchswoche ergab sich eine

durchschnittliche Zellzahl von 510 mit einer Standardabweichung von 1.502 bei der Gruppe 1, in der dritten Woche eine Zellzahl von 362 ± 1.146. Zu dieser Zeit sank auch der Laktosegehalt um 0,07 Prozentpunkte ab. Bei Gruppe 2 und 3 war die Zellzahl nicht so hohen Schwankungen unterworfen und blieb bei Gruppe 2 zwischen 100 und 250 und bei Gruppe 3 zwischen 50 und 100. Die Gruppe RES wies jedoch Werte zwischen 180 und 580 auf. Dieser Effekt lässt sich anhand der beiden Grafiken sehr gut nach verfolgen, bei denen sich die Linien für RES genau gegenläufig bewegen.

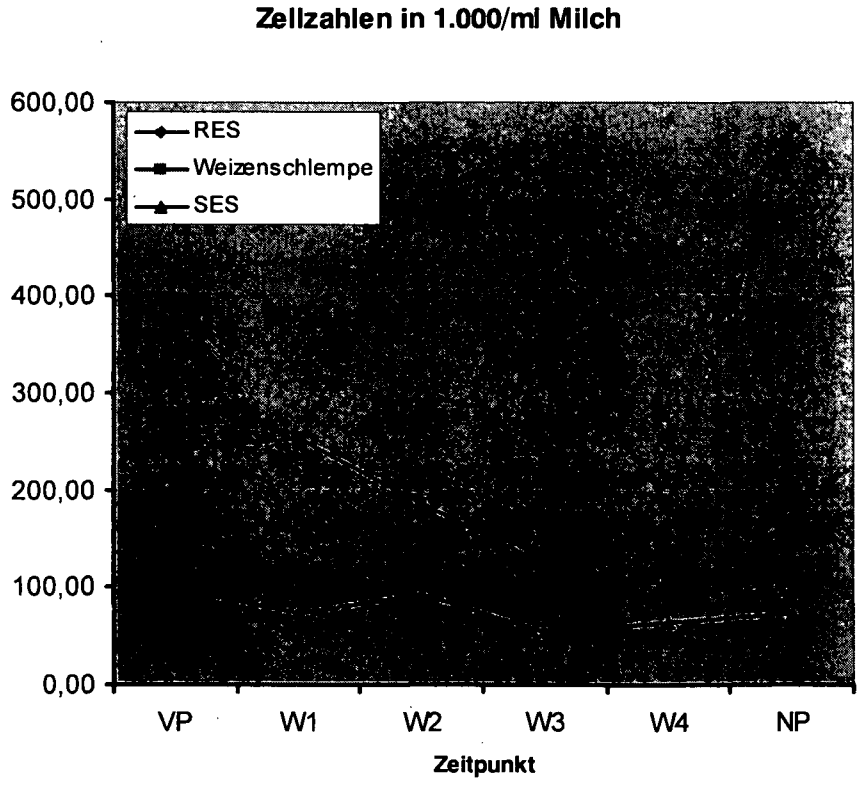

Abbildung 8: Zellzahlen in 1.000/ml Milch

Die Abnahme des Laktosegehalts bei erhöhten Zellzahlen, lässt sich dadurch erklären, dass Milchzucker ein osmotisch wirksamer Milchbestandteil ist. Entsprechend der Laktosesynthese wird mehr oder weniger Wasser aufgenommen und so die Milchmenge beeinflusst. Die osmotischen Verhältnisse können aber

auch über den Chloridgehalt der Milch, der am Ende der Laktation und bei Euterinfektionen ansteigt, gesteuert werden. Wenn also der Chloridgehalt durch Mastitis erhöht ist (und dadurch auch die Zellzahlen), sinkt automatisch der Laktosegehalt ab und somit besteht eine negative Beziehung zwischen diesen beiden Parametern. (BARRY et al. 1953)

Bei der Literaturrecherche fiel auf, dass der Laktosegehalt leider zu den Parametern gehört, die bei Fütterungsversuchen mit pansengeschützten Eiweißfuttermitteln nur selten untersucht wurden.

URDL et. al. (2006) haben auch den Laktosegehalt analysiert, konnten aber auch keine signifikanten Ergebnisse vorweisen. Bei ihrem Experiment bewegte sich der Laktosegehalt zwischen 4,67% (Weizenschlempe) und 4,71% (Soja/Raps). bei einem p-Wert von 0,631.

Beim Großteil der Fütterungsversuche bei denen CDG (corn distillers grains) eingesetzt wurde, konnten keine signifikanten Ergebnisse bezüglich des Laktosegehalts präsentiert werden. Eine Ausnahme bildet der Versuch von OWEN et al. (1991), bei dem wie bereits erwähnt der Einsatz von Sojaextraktionsschrot mit dem von getrockneter Getreideschlempe verglichen wurde. Mit 5,26% Laktosegehalt erbrachte die DDGS-Gruppe eine signifikant höhere Leistung als die Sojagruppe mit 5,12% und die negative Kontrollgruppe mit 5,11%.

Konform mit vielen anderen Studien geht der Versuch von LIU et al. (2000) bei dem bei einer Futtermischung ein Teil der getrockneten Maisschlempe durch Fischmehl und Sojaextraktionsschrot ersetzt wurde und keine signifikanten Unterschiede im Laktosegehalt festgestellt wurden.

Die Ergebnisse im Bezug auf geschütztem RES bei ALERT (2004) fielen ähnlich aus wie bei dem vorliegenden Versuch. Beim direkten Vergleich von RaPass®, SoyPass® und Sojaextraktionsschrot konnten keine Unterschiede bei der

Laktose festgestellt werden, da der Laktosegehalt bei allen Varianten 4,85% betrug.

Der Laktosegehalt der Milch wurde im vorliegenden Versuch weniger von der Fütterung als von den Zellzahlen beeinflusst. Beim Einsatz von Weizenschlempe lagen die Werte für den Milchzucker knapp über den Werten, wenn Soja eingesetzt wurde. Die Unterschiede waren jedoch minimal und wurden wie bei Werten aus der Literatur nur an der zweiten Komastelle sichtbar. Die Höhe des Laktosegehalts im vorliegenden Versuch ist den Werten aus der Literatur sehr ähnlich und der Einsatz von Weizenschlempe in der Milchviehfütterung anstatt Sojaextraktionsschrot ist vom Standpunkt Milchzucker kein Problem.

4.2.4 Einfluss auf den Milchharnstoffgehalt

Der Milchharnstoffgehalt lag zu Beginn des Versuchs bei allen drei Versuchsgruppen zwischen 30 und 32 mg/dl Milch. Wie man anhand der Abbildung 9 erkennen kann, sank dieser Wert in der ersten Versuchswoche bei allen Gruppen ab und erreichte bei den Gruppen RES und SES in der zweiten Woche Werte, die über dem Ausgangsniveau lagen. In der dritten Woche sanken bei allen Gruppen die Milchharnstoffgehalte wieder ab und stiegen bis zur Nachperiode wieder an.

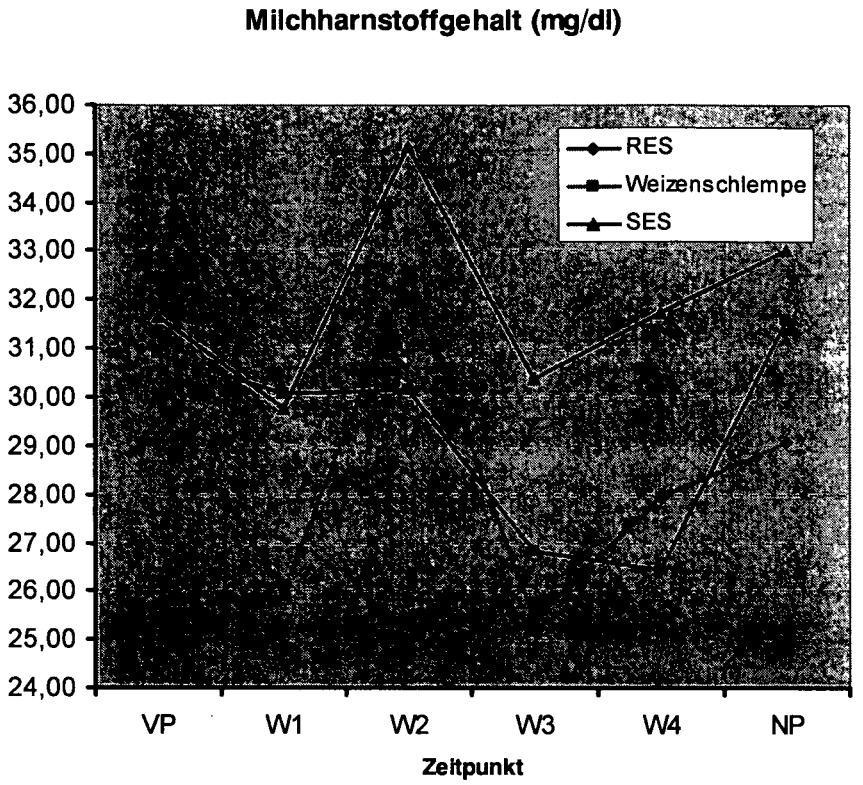

Abbildung 9. Milchharnstoffgehalt, mg/dl

Wie bereits am Anfang erwähnt, wird Harnstoff entweder über den Harn ausgeschieden oder kommt über den ruminohepatischen Kreislauf in den Pansen zurück. Ein kleiner Teil des Harnstoffs geht aber auch in die Milch und kann dort als Milchharnstoff gemessen werden. Im Durchschnitt befanden sich die Tiere zum Zeitpunkt des Versuchs um den 100sten Tag der Laktation und der Milcheiweißgehalt betrug ca. 3,6%. Bei Kühen dieses Laktationsstandes und diesem Milchproteingehalt sollte sich der Milchharnstoffgehalt zwischen 20 und 30 mg bewegen. Bei diesem Versuch wurden keine Werte unter 20 mg/dl Milch gemessen, sehr wohl aber Milchharnstoffgehalte von über 30 mg/dl. Generell sind Werte über 30 mg ein Hinweis auf einen Rohproteinüberschuss (BERGBAUERNBERATUNG).

Es fällt natürlich sofort auf, dass die Milchharnstoffgehalte der Gruppe SES immer über 30 mg/dl Milch lagen und in der zweiten Versuchswoche und in der Nachperiode auch die Werte der anderen beiden Gruppen auf über 30 mg/dl Milch anstiegen. Die XP-Aufnahme in der zweiten Versuchswoche lag bei allen Gruppen zwischen 400 und 600 g über der Aufnahme der ersten Woche und durch diesen raschen Anstieg lässt sich auch der höhere Milchharnstoffgehalt erklären. Bis zum Ende der Versuchsperiode sank die Rohproteinaufnahme wieder ab und stieg in der Nachperiode durch die erhöhte Futteraufnahme stark an.

Die Annahme, dass bei steigender Rohproteinaufnahme der Milchharnstoffgehalt ebenfalls ansteigt, beweisen GRINGS et al. (1992) bei ihrem Versuch. Die Autoren haben Milchkühen Futterrationen mit steigenden Anteilen an Rohprotein angeboten (die Proteinquelle war DDGS). Im gleichen Ausmaß wie der XP-Gehalt der Rationen stieg auch der Milchharnstoffgehalt.

Prinzipiell wird der Milchharnstoffgehalt kaum bei Publikationen angegeben und daher ist dies ein Parameter, bei dem es nur sehr weniger Vergleichswerte gibt. ALERT (2004) hat bei seinem Fütterungsversuch den Milchharnstoffgehalt publiziert, konnte jedoch keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Futtermittel und Milchharnstoffgehalt finden.

Der Milchharnstoffgehalt bewegte sich bei den Gruppen Weizenschlempe und RES im normalen Bereich, nur bei SES lag er etwas hoch. Da kein Zusammenhang zwischen Futtermittel und dem untersuchten Parameter festgestellt werden konnte, sind die beiden pansengeschützten Eiweißfuttermittel ohne weiteres in der Milchviehfütterung einsetzbar.

5 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse des vorliegenden Fütterungsversuchs zeigen, dass kein eindeutiger Einfluss von pansengeschützten Eiweißfuttermitteln auf die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe gegeben ist. Da bei keinem der untersuchten Parameter signifikante Unterschiede zwischen den Futtermitteln getrocknete Weizenschlempe, geschütztem RES und Sojaextraktionsschrot festgestellt wurden, kann man davon ausgehen, dass sowohl Weizenschlempe als auch geschützter RES in der Milchkuhfütterung im gleichen Maße wie Sojaextraktionsschrot eingesetzt werden können und auch als Ersatz für Sojaextraktionsschrot verwendet werden können. Alle Unterschiede, die bei den einzelnen Milchparametern gemessen wurden, sind durch unterschiedliche Futteraufnahmen und die damit verbundene unterschiedliche Versorgung mit Protein und Energie erklärbar. Da auch bei den Tieren, die eine höhere Milchleistung erbrachten, keine signifikanten Unterschiede in der Milchproduktion und bei den Milchinhaltsstoffen festgestellt werden konnten, kann der Grundgedanke, dass pansengeschützte Futtermittel besonders bei hochleistenden Tieren eingesetzt werden sollen, weder bestätigt noch abgelehnt werden.

Bisher war die häufigste Lösung um hohe Leistung zu erzielen, der Einsatz von Sojaextraktionsschrot. Da die Milchproduktion weiter ansteigen wird, wird sich auch der Bedarf an pansengeschützten Futtermitteln erhöhen. Im Jahr 2007 betrug die Sojaanbaufläche 25.013 ha mit einem durchschnittlichen Ertrag von 2,6 t/ha, womit eine Gesamternte von 64.960 t erbracht wurde. Im Jahr 2004/2005 betrug der Export 34.377 t und der Import 39.674 t, wobei als Futter bzw. in der Futtermittelindustrie 38.552 t verwendet wurden. Der Selbstversorgungsgrad liegt bei Sojabohnen bei 108% (STATISTIK AUSTRIA). Da die Sojabohnenanbaufläche ist nicht beliebig erweiterbar ist, sollten rechtzeitig Alternativen vermehrt angeboten werden.

Für die Praxis werden für den Einsatz von Alternativen zu Sojaextraktionsschrot der Marktpreis und die Verfügbarkeit dieser Futtermittel ausschlaggebend sein. Prinzipiell kann man aber sagen, dass wenn man Produkte aus Soja in der Ration ersetzten will, der Einsatz von getrockneter Weizenschlempe deshalb empfehlenswert ist, weil es ein heimisches, gentechnikfreies Produkt ist, das in immer größeren Mengen anfallen wird.

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Effekt von getrockneter Weizenschlempe (Produkt: Starprot®), pansengeschütztem Rapsextraktionsschrot (RES, Produkt: RaPass®) oder Sojaextraktionsschrot (SES) als Eiweißfuttermittel auf die Futteraufnahme, die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe laktierender Milchkühe untersucht. Hierzu wurden 72 Kühe anhand von Milchleistung, Laktationsstand und der Anzahl der Laktationen in drei Versuchsgruppen eingeteilt.

Der Versuch bestand aus 2 Wiederholungen (je 36 Tiere) mit jeweils einer Vorperiode (2 Wochen), einer Hauptperiode (4 Wochen), einer Nachperiode (2 Wochen), sowie 2 Wochen Pause zwischen den beiden Wiederholungen. Alle Tiere erhielten eine aufgewertete Totalmischration auf Basis von Mais- und Grassilage. In der Vor- und der Nachperiode wurde den Tieren einheitlich ein Kraftfutter vorgelegt, das alle drei Eiweißquellen zu gleichen Teilen enthielt (20,1 % Rohprotein (XP)). In der Hauptperiode erhielten die Tiere der jeweiligen Versuchsgruppe ein Kraftfutter mit nur einem der zu testenden Proteinquellen als Eiweißkomponente (jeweils 16,5 % XP and 7,1 MJ NEL/kg). Folgende Parameter wurden ermittelt: Rohnährstoffe im Futter, Futteraufnahme, Versorgung an Energie, XP, nXP und nicht abbaubarem Futterprotein, Milchleistung (Menge, Milcheiweiß, Milchfett, Laktose, fettfreie Trockenmasse), Milchharnstoff, Zellzahlen der Milch, sowie pH-Wert der Milch.

Keine der untersuchten Parameter zeigte eine Reaktion auf die unterschiedlichen Proteinquellen im Kraftfutter mit Ausnahme eines erhöhten Milchharnstoffgehalts am Ende der Versuchsperiode bei Verfütterung von SES. Dies lässt den Schluss zu, dass Sojaextraktionsschrot durch Weizenschlempe und/oder geschütztes Rapsextraktionsschrot unter den Fütterungsbedingungen des vorliegenden Versuchs ohne negative Folgen für die Leistung der Tiere ersetzt werden kann.

7 Summary

The present study compared the effects of distillers dried grains with solubles (DDGS, product: Starprot®), rumen protected rape seed extracts (RES, product: RaPass®) and soy bean extracts (SES) on feed intake, milk yield and milk composition of dairy cows. For this purpose 72 cows were assigned to three groups based on milk yield, number of lactation and days in milk.

The trial consisted in 2 replicates processing 36 cows with each a pre-period (2 weeks), an experimental period (4 weeks), a post-treatment-period (2 weeks) and a 2weeks interval without treatment between the two replicates. All cows were given a total mixed ration based mainly on maize and grass silage. During the pre-period and the post-treatment period all cows were offered uniformly a concentrate containing all three protein sources at equal amounts (20.1% crude protein (CP)). During the experimental period the cows of the respective treatment groups were offered concentrates containing exclusively one of the protein sources under question (each 16.5% total CP and 7.1MJ NEL/kg). The following parameters were recorded: crude nutrient contents of feeds, feed intake, supply with energy, CP, nXP and non degradable CP, milk performance (yield, milk fat, milk protein, lactose, non-fat solids), milk urea concentration, milk cell count, and milk pH.

None of the parameters observed were affected by the different protein sources in the concentrates except for an increase in milk urea content through SES at the end of the experimental period. It s concluded that soy bean extracts may be replaced by DDGS and/or rumen protected rape seed extracts under feeding conditions of the present study without negative impact on the animals' performance.

8 Literatur

ANDERSON J. L., SCHINGOETHE, D. J., KALSCHEUR K. F. und HIPPEN A. R., 2006: Evaluation of Dried and Wet Distillers Grains Included at Two Concentrations in the Diets of Lactating Dairy Cows. Journal of Dairy Science 89: 3133-3142

AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH), 2005: Machbarkeitsstudie zur Auslobung „gentechnikfrei" und Vermeidung von GVO bei Lebensmitteln aus tierischer Erzeugung. Eigenverlag AGES, 281 S.

AGRANA Beteiligungs-AG: AGRANA-Bioethanolwerk Pischelsdorf startet planmäßig mit Testlauf. Pressemitteilung 17/09/2007 (http://www.agrana.com/local/press/913_3121.asp)

ALERT H.-J., 2004: Einsatz von pansenstabilen Aminosäuren und Proteinen in der Fütterung von Hochleistungskühen, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Schriftenreihe 9. Jahrgang Heft 3, S 66-88

AL-SUWAIEGH S., FANNING K. C., GRANT R. J., MILTON C. T. und KLOPFENSTEIN T. J., 2002: Utilization of distillers grains from the fermentation of sorghum or corn in diets for finishing beef and lactating dairy cattle. Journal of Animal Science 80: 1105-1111

BARRY J. M., ROWLAND S. J., 1953: Variations in the ionic and lactose concentrations of milk. Biochemical Journal 54: 575-578

BERGBAUERNBERATUNG, 2003: Milchharnstoffgehalt. www.provincia.bz.it/land-hauswbildung/01/viehwirtschaft/ [13.02.2008]

BIRKELO C. P., BROUK M. J. und SCHINGOETHE D. J., 2004: The Energy Content of Wet Corn Distillers Grains for Lactating Dairy Cows. Journal of Dairy Science 87:1815-1819

BRENNEREI STARREIN Ges.m.b.H.: Das Produktionsverfahren.... www. brennerei-starrein.at/produktion.htm [11.02.2008]

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, Wien 2007: Grüner Bericht 2007; S 30

CARVALHO L. P. F.; CABRITA A. R. J., DEWHURST R. J. VICENTE T. E. J., LOPES Z. M. C. und FONSECA A. J. M., 2006: Evaluation of Palm Kernel Meal and Corn Distillers Grains in Corn Silage-Based Diets for Lactating Dairy Cows. Journal of Dairy Science 89: 2705-2715

DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT, 1997: DLG - Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main

DE SOUSA LAMY E. C. C., WILLIAMS S. P., SALAWU M.B. und HAMMOND C. J., 2001: The utilization of a commercial rapeseed meal product (RaPass®) as a protein supplement for lactating dairy cows. Proceedings of the British Society of Animal Science 2001, 204

DUNKEL S., 2005: Fütterung von getrockneter Weizenschlempe an Milchkühen. http://www.lfl-neu.bayern.de/ite/ [29.08.2007]

GRINGS E. E., ROFFLER R. E. und DEITELHOFF D. P., 1992: Responses of Dairy Cows to Additions of Distillers Dried Grains with Solubles in Alfalfa-Based Diets. Journal of Dairy Science 75: 1946-1953

HAM G. A., STOCK R. A., KLOPFENSTEIN T. J., LARSON E. M., SHAIN D. H. und HUFFMAN E. M., 1994: Wet Corn Distillers Byproducts Compared with Dried Corn Distillers Grains with Solubles as a Source of Protein and Energy for Ruminants. Journal of Animal Science 72: 3246-3257

HELLER d. und POTTHAST V., 1997:Erfolgreiche Milchviehfütterung. 3. Auflage, DLG-Verlag München

HUANG H.-J., CHIOU P. W-S., CHEN C.-R., CHIANG J.-K. und YU B., 1999: Effects of dried rice distillers' and grain supplementation on the performance of lactating cows. Animal Feed Science and Technology 77:303-315

HOUPT T.R. und HOUPT K.A., 1968: Urea nitrogen transfer across the rumen wall. Am. J. Physiol 214: 1303

HUTH F.-W., SCHUTZBAR W., SMIDT D., 1995: Laktation des Rindes. Analyse, Einfluß, Korrektur, 1997. Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart

JEROCH H., DROCHNER W. und SIMON O.1999: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart

KIRCHGESSNER M., 2004: Tierernährung, 11.Auflage. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main

KIRCHGESSNER M., FRIESECKE H. und KOCH G., 1965: Fütterung und Milchzusammensetzung. BLV Bayrischer Landwirtschaftsverlag GmbH, München

LEONARDI C., BERTICS S. und ARMENTANO L. E., 2005: Effect of Increasing Oil form Distillers Grains or Corn Oil on Lactation Performance. Journal of Dairy Science 88: 2820-2827

LINN J.G. and CHASE G., 1996: Using distillers grains in dairy cattle rations. Proc., Professional Dairy Management Conf., Dubuque, IA.

LIU C., SCHINGOETHE J. und STEGEMAN G. A., 2000: Corn Distillers Grains versus Blend of Protein Supplements with or without Ruminally Protected Amino Acids for Lactating Cows. Journal of Dairy Science 83: 2075-2084

LODGE S. L., STOCK R. A., KLOPFENSTEIN T. J., SHAIN D. H. und HEROLD D. W., 1997: Journal of Animal Science 75: 37-43

LOOSLI J. K., WARNER R. G. und HINTZ H. F. 1960: Value of corn distillers dried grains, soybean oil meal, heated soybeans, and soybean oil meal plus starch for milk production. Journal of Dairy Science Vol. 43 No. 6 816-820

MURPHY J. J., CONNOLLY J. F. und McNEILL G. P., 1995: Effects on milk fat composition and cow performance of feeding concentrates containing full fat rapeseed and maize distillers grains on grass-silage based diets. Livestock Production Science 44: 1-11

NICHOLS J. R., SCHINGOETHE F. J., MAIGA H. A., BROUK M.J. und PIEPENBRINK M. S., 1998: Evaluation of Corn Distillers Grains and Ruminally Protects Lysine and Methionine for Lactating Dairy Cows. Journal of Dairy Science 81: 482-491

OWEN F. G. und LARSON L., 1991: Corn distillers dried grains versus soybean meal in lactation diets. Journal of Dairy Science 74: 3972-3979

PALMQUIST D. L. und CONRAD H. R., 1982: Utilization of Distillers Dried Grains Plus Solubles by Dairy Cows in Early Lactation. Journal of Dairy Science 65: 1729-1733

POWERS W. J., VAN HORN H. H., HARRIS B, JR., und WILCOX C. J., 1995: Effects of Variable Sources of Distillers Dried Grains Plus Solubles on Milk Yield and Composition. Journal of Dairy Science 78: 388-396

REUTER L. B., 2003: RES und RaPass-RES® geschützte Rapsprodukte für hohe Milchleistung. Veredlungsproduktion 3/2003

SANTOS F. A. P., SANTOS, J. E.P., THEURER C. B. und HUBER J. T., 1998: Effects of Rumen-Undegradable Protein on Dairy Cow Performance: A 12-Year Literature Review. Journal of Dairy Science 81: 3182-3213

SCHINGOETHE D. J., BROUK M. J. und BIRKELO C. P., 1999: Milk Production and Composition from Cows Fed Wet Corn Distillers Grains. Journal of Dairy Science 82: 574-580

SCHINGOETHE D. J., KALSCHEUR K. F. und GARCIA A. D., 2002: Distillers Grain for Dairy Cattle. Extension Extra 4022 Dairy Science 8/2002

SPIEKERS H., URDL M., PREISSINGER W. und GRUBER L.,2006: Bewertung und Einsatz von Getreideschlempen beim Wiederkäuer. Tagungsband 5. BOKU-Symposium Tierernährung "'Qualitätsmindernde Futterinhaltsstoffe: Bedeutung - Vermeidung - Kontrolle'", 02. November 2006, 25-34

STATISTIK AUSTRIA, 2007: Versorgungsbilanzen: Versorgungsbilanz für Ölsaaten 2005/2006
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/index.html [29.12.2007]

URDL M., GRUBER L., HÄUSLER J., MAIERHOFER G. und SCHAUER A., 2006: Influence of distillers dried grains with solubles (Starprot) in dairy cow feeding. Slovak Journal of Animal Science 39: 43 - 50

URDL M., GRUBER L., HÄUSLER J., MAIERHOFER G. und SCHAUER A., 2006: Einsatz von getrockneten Getreideschlempen (Starprot) in der Milchviehfütterung. Forum angewandte Forschung 05./06.04.2006

URDL M., 2006: Einsatz von getrockneter Weizenschlempe (Starprot) in der Milchviehfütterung. Persönliches Handout zur 33. Viehwirtschaftlichen Fachtagung der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

VON KEYSERLINGK M.A.G., WEURDING E., SWIFT M.L., WRIGHT C.F., SHELFORD J.A. und FISHER L.J., 2005: Effect of adding lignofulfonate and heat to canola screenings on ruminal and intestinal disappearance of dry matter and crude protein. Journal of Dairy Science 80: 215-219

VOSS V. L., STEHR D., SATTER L. D. und BRODERICK G. A., 1988: Feeding Lactating Dairy Cows Proteins Resistant to Ruminal Degradation. Journal of Dairy Science 71: 2428-2439

WRIGHT C.F., VON KEYSERLINGK M.A.G., SWIFT M.L., FISHER L.J., SHELFORD J.A. und DINN N.E., 2005: Heat- and lignosulfonate-treated canola meal as a source of ruminal undegradable protein for lactating Dairy cows. Journal of Dairy Science 88: 238-243

9 Tabellenanhang

Anhangtabelle I: Aufteilung der Kühe nach Rasse ..... B
Anhangtabelle II: Aufteilung der Kühe nach der Laktation ..... B
Anhangtabelle III: Futtermittelanalysen der Grundration Durchgang 1 C
Anhangtabelle IV: Futtermittelanalysen der Grundration Durchgang 2 C
Anhangtabelle V: Analysenwerte der Kraftfuttermischungen ..... D
Anhangtabelle VI: Milchleistung in kg/Tier, d gesamt ..... E
Anhangtabelle VII: Milchfettproduktion in kg/Tier, d gesamt ..... E
Anhangtabelle VIII: Milchfettgehalt in % gesamt ..... F
Anhangtabelle IX: Milcheiweißproduktion in kg gesamt ..... F
Anhangtabelle X: Milcheiweißgehalt in % gesamt ..... G
Anhangtabelle XI: Milchlaktosegehalt in % gesamt ..... G
Anhangtabelle XII: Milchharnstoffgehalt in mg/dl, gesamt ..... H
Anhangtabelle XIII: Zellzahlen gesamt ..... H

9.1 Aufteilung der Tiere und Analysenwerte

Anhangtabelle I: Aufteilung der Kühe nach Rasse

Rassenaufteilung	RES		Weizenschlempe		SES	
(Anzahl der Tiere)	DG 1	DG 2	DG 1	DG 2	DG 1	DG 2
Braunvieh	1	4	3	4	3	4
Fleckvieh	10	6	5	6	8	6
Holstein Friesian	1	1	2			2
Kreuzungstiere		1		2		
Gesamt	24		22		23	

Anhangtabelle II: Aufteilung der Kühe nach der Laktation

Laktation	RES		Weizenschlempe		SES	
(Anzahl der Tiere)	DG 1	DG 2	DG 1	DG 2	DG 1	DG 2
1	1	3	2	2	3	3
2	5	2	4	3	2	3
3	4	3	1	5	3	2
4			1	1		1
5		2	1	1	2	3
6	1	2			1	
7	1		1			
Gesamt	24		22		23	

Anhangtabelle III: Futtermittelanalysen der Grundration Durchgang 1

	VP 1		VP 1		Woche 1		Woche 2	
g/kg	FM	TM	FM	TM	FM	TM	FM	TM
Trockenmasse	508	1000	462	1000	483	1000	498	1000
Rohprotein	79	156	70	152	65	134	86	172
Rohfett	10	19	9	20	10	20	9	18
Rohfaser	88	174	85	183	96	199	125	251
N-freie Extrakts.	297	584	269	583	280	579	239	481
Rohasche	34	67	29	62	33	68	39	78
	Woche 3		Woche 4		NP 1		NP 2	
g/kg	FM	TM	FM	TM	FM	TM	FM	TM
Trockenmasse	495	1000	486	1000	448	1000	416	1000
Rohprotein	73	148	61	126	63	141	66	158
Rohfett	10	21	10	21	9	20	10	23
Rohfaser	102	207	115	236	103	230	81	194
N-freie Extrakts.	273	551	264	543	236	527	230	554
Rohasche	36	73	36	74	37	82	30	72

Anhangtabelle IV: Futtermittelanalysen der Grundration Durchgang 2

	VP 1		VP 1		Woche 1		Woche 2	
g/kg	FM	TM	FM	TM	FM	TM	FM	TM
Trockenmasse	443	1000	408	1000	421	1000	457	1000
Rohprotein	70	158	60	147	56	133	66	145
Rohfett	12	26	10	25	11	26	11	23
Rohfaser	86	193	88	215	90	214	88	192
N-freie Extrakts.	235	531	213	522	222	527	255	557
Rohasche	41	92	37	91	42	100	38	84
	Woche 3		Woche 4		NP 1		NP 2	
g/kg	FM	TM	FM	TM	FM	TM	FM	TM
Trockenmasse	475	1000	374	1000	387	1000	424	1000
Rohprotein	66	139	61	162	50	129	58	136

Fortsetzung Tabelle IV:								
Rohfett	12	25	10	27	9	24	11	25
Rohfaser	94	199	80	214	87	225	57	206
N-freie Extrakts.	261	549	179	478	203	526	239	563
Rohasche	42	89	44	118	37	96	30	70

Anhangtabelle V: Analysenwerte der Kraftfuttermischungen

	SES		RES		Weizenschlempe		VP/NP	
in %	DG 1	DG 2	DG 1	DG 2	DG 1	DG 2	DG 1	DG 2
Rohprotein, XP	18,1	17,7	17,1	16,1	16,7	15,0	20,2	19,8
Rohfett, XL	2,8	2,6	2,9	3,1	3,5	3,7	3,0	2,9
Rohfaser, XF	6,1	5,0	5,9	6,4	4,3	4,3	4,3	3,8
Rohasche, XA	5,4	5,3	5,3	65,3	4,7	5,8	5,0	4,7
Wasser	12,3	12,8	12,8	13,5	12,4	12,7	12,2	12,9

9.2 Ergebnistabellen für alle drei Durchgänge

Im Anschluss befinden sich alle Tabellen, die die Ergebnisse für alle drei Durchgänge gesamt darstellen.

Anhangtabelle VI: Milchleistung in kg/Tier, d gesamt

	RES			Weizenschlempe			SES			
Zeitpunkt	Gruppe 1			Gruppe 2			Gruppe 3			p-Wert
VP	27,70	±	6,20	27,75	±	4,89	27,94	±	5,26	
Woche 1	27,51	±	6,39	27,20	±	5,25	27,75	±	5,85	0,928
Woche 2	26,84	±	6,61	26,15	±	5,34	27,48	±	5,34	0,636
Woche 3	26,68	±	6,14	25,69	±	5,45	26,84	±	5,36	0,658
Woche 4	25,80	±	6,32	25,08	±	5,60	25,96	±	5,39	0,800
NP	25,14	±	5,34	25,01	±	5,25	25,56	±	5,11	0,901
MW	26,71	±	6,33	26,03	±	5,41	27,01	±	5,48	0,355

Anhangtabelle VII: Milchfettproduktion in kg/Tier, d gesamt

	RES			Weizenschlempe			SES			
Zeitpunkt	Gruppe 1			Gruppe 2			Gruppe 3			p-Wert
VP	1,10	±	0,23	1,15	±	0,23	1,11	±	0,20	
Woche 1	1,10	±	0,24	1,14	±	0,28	1,14	±	0,24	0,805
Woche 2	1,07	±	0,24	1,10	±	0,22	1,12	±	0,20	0,629
Woche 3	1,09	±	0,22	1,11	±	0,25	1,10	±	0,18	0,930
Woche 4	1,07	±	0,20	1,05	±	0,21	1,10	±	0,23	0,537
NP	1,03	±	0,19	1,04	±	0,18	1,09	±	0,17	0,390
MW	1,08	±	0,22	1,10	±	0,24	1,11	±	0,21	0,500

Anhangtabelle VIII: Milchfettgehalt in % gesamt

Zeitpunkt	RES Gruppe 1			Weizenschlempe Gruppe 2			SES Gruppe 3			p-Wert
VP	4,00	±	0,51	4,09	±	0,41	3,98	±	0,37	
Woche 1	4,04	±	0,39	4,20	±	0,42	4,16	±	0,39	0,354
Woche 2	4,03	±	0,45	4,17	±	0,44	4,12	±	0,42	0,425
Woche 3	4,10	±	0,45	4,25	±	0,39	4,11	±	0,40	0,232
Woche 4	4,24	±	0,50	4,23	±	0,37	4,20	±	0,44	0,925
NP	4,23	±	0,48	4,21	±	0,45	4,18	±	0,40	0,927
MW	4,10	±	0,46	4,21	±	0,40	4,15	±	0,41	0,126

Anhangtabelle IX: Milcheiweißproduktion in kg gesamt

Zeitpunkt	RES Gruppe1			Weizenschlempe Gruppe 2			SES Gruppe 3			p-Wert
VP	0,99	±	0,18	1,01	±	0,17	1,00	±	0,18	
Woche 1	0,98	±	0,18	0,98	±	0,18	1,00	±	0,17	0,911
Woche 2	0,95	±	0,18	0,94	±	0,17	0,99	±	0,16	0,426
Woche 3	0,95	±	0,17	0,95	±	0,18	0,98	±	0,17	0,771
Woche 4	0,93	±	0,16	0,91	±	0,18	0,97	±	0,21	0,390
NP	0,93	±	0,15	0,94	±	0,17	0,99	±	0,16	0,269
MW	0,95	±	0,17	0,95	±	0,18	0,98	±	0,18	0,143

Anhangtabelle X: Milcheiweißgehalt in % gesamt

	RES			Weizenschlempe			SES			
Zeitpunkt	Gruppe1			Gruppe 2			Gruppe 3			p-Wert
VP	3,54	±	0,31	3,58	±	0,30	3,55	±	0,29	
Woche 1	3,60	±	0,36	3,59	±	0,31	3,66	±	0,27	0,772
Woche 2	3,55	±	0,36	3,57	±	0,34	3,60	±	0,27	0,747
Woche 3	3,57	±	0,35	3,63	±	0,35	3,61	±	0,24	0,725
Woche 4	3,66	±	0,29	3,65	±	0,28	3,63	±	0,25	0,886
NP	3,75	±	0,31	3,76	±	0,30	3,76	±	0,26	0,984
MW	3,59	±	0,34	3,61	±	0,32	3,62	±	0,26	0,751

Anhangtabelle XI: Milchlaktosegehalt in % gesamt

	RES			Weizenschlempe			SES			
Zeitpunkt	Gruppe1			Gruppe 2			Gruppe 3			p-Wert
VP	4,87	±	0,17	4,89	±	0,15	4,89	±	0,16	
Woche 1	4,79	±	0,21	4,86	±	0,15	4,84	±	0,16	0,417
Woche 2	4,80	±	0,27	4,86	±	0,14	4,87	±	0,16	0,247
Woche 3	4,82	±	0,18	4,85	±	0,14	4,87	±	0,15	0,493
Woche 4	4,82	±	0,15	4,86	±	0,13	4,85	±	0,15	0,417
NP	4,76	±	0,21	4,82	±	0,11	4,83	±	0,13	0,116
MW	4,81	±	0,21	4,86	±	0,14	4,86	±	0,15	0,023

Anhangtabelle XII: Milchharnstoffgehalt in mg/dl, gesamt

	RES			Weizenschlempe			SES			
Zeitpunkt	Gruppe1			Gruppe 2			Gruppe 3			p-Wert
VP	30,8	±	4,8	31,3	±	7,2	32,2	±	6,0	
Woche 1	26,0	±	8,2	30,1	±	11,5	29,8	±	6,7	0,230
Woche 2	29,3	±	9,2	27,5	±	9,0	31,5	±	8,8	0,187
Woche 3	24,8	±	5,8	26,1	±	7,7	28,4	±	7,1	0,091
Woche 4	28,1	±	4,3	26,4	±	5,8	29,7	±	6,2	0,052
NP	31,9	±	8,8	33,8	±	10,8	34,5	±	7,5	0,460
MW	27,1	±	7,2	27,5	±	8,4	29,8	±	7,3	0,007

Anhangtabelle XIII: Zellzahlen gesamt

	RES			Weizenschlempe			SES			
Zeitpunkt	Gruppe1			Gruppe 2			Gruppe 3			p-Wert
VP	252	±	691	217	±	621	84	±	104	
Woche 1	247	±	539	252	±	663	74	±	59	0,380
Woche 2	370	±	1.236	197	±	457	126	±	221	0,405
Woche 3	280	±	946	130	±	200	126	±	384	0,481
Woche 4	210	±	410	128	±	207	90	±	122	0,180
NP	458	±	1.171	129	±	152	92	±	109	0,054
MW	277	±	864	177	±	394	104	±	240	0,049