

Universität für Bodenkultur Wien

Interuniversitäres Department für Agrarbiotechnologie



Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und

Ernährungsphysiologie

Diplomarbeit

**Vergleich von geschütztem mit ungeschütztem
Rapsextraktionsschrot im Leistungskraftfutter auf
Milchleistungsparameter von Milchkühen**

eingereicht von

Matthias Schaunitzer

Studienrichtung

Landwirtschaft

Betreuer:

Prof. Dipl. -Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Matthias Windisch

Dipl. -Ing. Dr. nat. techn. Karl Schedle

Wien, im November 2011

Danksagung

Während des Studiums und der Ausarbeitung meiner Diplomarbeit haben mich viele Personen helfend begleitet und unterstützt.

Dafür möchte ich mich ganz herzlich bedanken.

Besonderer Dank gilt:

Herrn Prof. Dipl. Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Matthias Windisch für die Überlassung der interessanten Themenstellung, die konstruktiven Anregungen und Gespräche bei der Versuchsdurchführung und Verfassung dieser Arbeit, sowie für die überaus kompetente und sehr familiäre Begleitung durch das Studium im Bereich der Tierernährung.

Herrn Dipl. Ing. Dr. nat. techn. Karl Schedle für die zuvorkommende und freundschaftliche Betreuung und Unterstützung, welche mit sehr viel Engagement und Enthusiasmus passierte.

Familie Dopler und Familie Eberdorfer, die ihre Betriebe für den Versuch zur Verfügung stellten, aber auch für das hohe Maß an Verständnis für meine Diplomarbeit und die vielen anregenden Fachgespräche.

meinen Eltern, Monika und Engelbert Schaunitzer, die mir die Möglichkeit gaben dieses Studium zu absolvieren, mich dabei nicht nur moralisch, sondern auch finanziell unterstützten und mir den Rücken stärkten.

meinen Freunden, die mich durch die wunderbare Studienzeit begleiteten und mit denen ich viele schöne Stunden verbringen durfte.

meiner Freundin Daniela für ihre liebevolle Unterstützung und die Kraft, die sie mir während dieser Zeit gab.

Inhalt

Danksagung	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einleitung	- 1 -
2 Literatur	- 3 -
2.1 Proteinverdauung beim Rind	- 3 -
2.2 Proteinbedarf und -versorgung bei Milchkühen	- 6 -
2.3 Besonderheiten der Proteinversorgung im Laufe der Laktation	- 9 -
2.4 Möglichkeiten des Schützens von Protein beim Wiederkäuer	- 10 -
2.4.1 Chemische Behandlung	- 12 -
2.4.2 Wärmebehandlung	- 13 -
2.4.3 Tannin	- 13 -
2.4.4 Formaldehyd	- 14 -
2.4.5 Coating	- 15 -
2.5 Eiweißquellen in der praktischen Milchviehfütterung	- 15 -
2.6 Fragestellung des Fütterungsversuchs	- 18 -
3 Material und Methoden	- 20 -
3.1 Versuchsstandorte und Tierhaltung	- 20 -
3.2 Versuchsdauer und Ablauf	- 21 -
3.3 Tiermaterial und Gruppenzuteilung	- 21 -
3.4 Rationsdaten und Fütterung	- 23 -
3.5 Komponenten	- 24 -
3.6 Fütterungstechnik und –Zeit	- 26 -
3.7 Datenerhebung	- 27 -
3.7.1 Milchmenge und Inhaltsstoffe	- 27 -

3.7.2	Kraftfuttermenge	- 29 -
3.8	Statistische Auswertung	- 31 -
4	Ergebnisse	- 32 -
4.1	Futtermittelanalysen	- 32 -
4.2	Kraftfutterraufnahme	- 33 -
4.3	Milchleistung	- 35 -
4.4	Energy Corrected Milk (ECM)	- 37 -
4.5	Milchfettgehalt	- 38 -
4.6	Milcheiweißgehalt	- 40 -
4.7	Milchharnstoffgehalt	- 42 -
5	Diskussion	- 44 -
5.1	Diskussion der Milchleistung	- 44 -
5.2	Diskussion der Milchinhaltsstoffe	- 46 -
6	Schlussfolgerung	- 50 -
7	Zusammenfassung	- 51 -
8	Abstract	- 52 -
9	Literaturverzeichnis	- 53 -

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung des Proteinstoffwechsels beim Wiederkäuer ...	- 5 -
Abbildung 2: Verlauf des Energie- und nXP-Bedarfs je Tier und Tag in Abhängigkeit der Milchleistung	- 8 -
Abbildung 3: Verlauf des Energie- und nXP-Bedarfs je kg Futter-TM in Abhängigkeit der Milchleistung	- 8 -
Abbildung 4: Liegeboxen mit Stroheinstreu	- 20 -
Abbildung 5: Kraftfutterstation mit Fressschale	- 26 -
Abbildung 6: Grundration der Versuchstiere	- 26 -
Abbildung 7: Milchmengenmessgerät des Landeskontrollverband	- 28 -
Abbildung 8: Verlauf der Kraftfutteraufnahme über die gesamte Versuchsperiode	- 34 -
-	
Abbildung 9: Verlauf des Tagesgemelk (kg/Melkung) über die gesamte Versuchsperiode	- 36 -
Abbildung 10: Verlauf der ECM über den gesamten Versuchsperiode.....	- 37 -
Abbildung 11: Verlauf des Milchfettgehaltes über die gesamte Versuchsperiode	- 39 -
Abbildung 12: Verlauf des Milcheiweißgehalt über die gesamte Versuchsperiode-	41 -
Abbildung 13: Verlauf des Milchharnstoffgehaltes über die gesamte Versuchsperiode	- 43 -

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bedarf an nutzbaren Rohprotein am Duodenum und Energiebedarf in Abhängigkeit von der Leistung	- 7 -
Tabelle 2: Gehalte an essenziellen Aminosäuren im Protein von Pansenbakterien und von Milcheiweiß	- 10 -
Tabelle 3: Abbaubarkeit des Futterrohproteins im Pansen	- 11 -
Tabelle 4: Traditionelle Eiweißquellen	- 16 -
Tabelle 5: Gruppenzuteilung der Kühe	- 22 -
Tabelle 6: Grundrationen	- 23 -
Tabelle 7: Ausgleichsfutter	- 24 -
Tabelle 8: Milchleistungskraftfutter ungeschützt/geschützt	- 25 -
Tabelle 9: Milchleistungskraftfutterzuteilung und erwartete Futteraufnahme am Betrieb Eberdorfer	- 29 -
Tabelle 10: Leistungskraftfutterzuteilung und Futteraufnahme am Betrieb Dopler	- 30 -
Tabelle 11: Nährstoffe des Grundfutter	- 32 -
Tabelle 12: Rohnährstoffe des Kraftfutters	- 33 -
Tabelle 13: Kraftfutteraufnahme	- 33 -
Tabelle 14: Milchleistung	- 35 -
Tabelle 15: ECM	- 37 -
Tabelle 16: Milchfettgehalt	- 38 -
Tabelle 17: Milcheiweißgehalt	- 40 -
Tabelle 18: Milchharnstoffgehalt	- 42 -

Abkürzungsverzeichnis

FV	F leck v ieh
HF	H olstein F riesian
KG	K ontroll g ruppe
LKV	L andes k ontroll v erband
MJ	M ega j oule
MLF	M ilch l eistung f utter
NEL	N etto e nergie l aktation
NPN	N icht- P rotein S tickstoff
nXP	N utzbares R oh p rotein am Dünndarm
RES	R ap s extraktion s chrot
RNB	R uminale S tickstoff b ilanz
TM	T rocken m asse
TMR	T otal m ischration
UDP	N icht a bgebautes F utterprotein
VG	V ersuch s gruppe

1 Einleitung

In Österreich standen 2010 knapp 400.000 Kühe auf etwas über 22.000 Milchviehbetrieben unter Milchleistungskontrolle und erreichten fast 330.000 Laktationsabschlüsse. Im Durchschnitt produziert eine Kuh 6841 kg Milch mit einem Fettgehalt von 4,12 % und einem Eiweißgehalt von 3,38 % in einer Laktation. Das ergibt 282 kg Fett und 213 kg Eiweiß (LKV, 2011).

In Österreich gibt es jedoch Betriebe die Leistungen erreichen, die erheblich über den beschriebenen Mengen liegen. Herden mit einer Milchleistung von über 10.000 kg Milch sind Realität. Besondere Tiere können mitunter 20.000 kg Milch erreichen (LKV, 2011).

Die Gestaltung der Fütterung kann die Leistung der Milchkühe maßgeblich beeinflussen. Darum ist ein zielorientiertes Vorgehen mit einer entsprechenden Fütterung für eine erfolgreiche Milchproduktion unabdingbar. Generelle Empfehlungen, die für alle Betriebe gleichermaßen zutreffen, können nicht gegeben werden. Das Fütterungsmanagement hat sich demnach an den einzelbetrieblichen Gegebenheiten auszurichten. Alle Vorgaben haben sich an den hohen Leistungen zu orientieren ohne jedoch Punkte wie Futterkosten, Umweltwirkung und Gesundheit außer Acht zu lassen. Die Erfüllung dieser wichtigen Aspekte erfordert modern denkende und bestens ausgebildete Herdenmanager, welche diese Herausforderungen mit Kompetenz und Weitblick meistern.

Hochleistungskühe gelangen zu Laktationsbeginn an die Grenzen der Proteinversorgung. Herkömmliche Futtermittel liefern zu wenig nXP um die von der Kuh benötigte Menge zu decken. Da im genetischen Programm der Kuh die ausreichende Versorgung des Kalbes als oberste Priorität gespeichert ist, versucht die Kuh die Milchmenge nicht zu reduzieren, sondern bei Energiemangel die Milchinhaltsstoffe zu senken. Das Ergebnis dieses Mechanismus führt letztend zu einer geringeren Rentabilität der Milchproduktion (SPIEKERS u. POTTHAST, 2008).

Mit einer Erhöhung des Gehaltes an pansen geschützten Eiweiß im Futter kann vor allem bei Hochleistungstieren mit Milchleistungen von mehr als 35 kg am Tag eine

bedarfsgerechte Eiweißversorgung sichergestellt werden (TIEFENTHALLER, 2008). Die aufwendigere Produktion eines Futters mit einem hohen Anteil an pansen geschützten Eiweiß schlägt sich in den Herstellungskosten nieder. Nur eine Mehrleistung der Kühe rechtfertigt somit den wirtschaftlichen Einsatz eines solchen Futtermittels.

Ziel dieser experimentellen Arbeit war es, zu prüfen, ob Hochleistungskühe deren Milchleistungsfutter mit einer geschützten Eiweißquelle ausgestattet ist, eine Verbesserungen der Milchleistung sowie der Milchleistungsparametern erzielen.

2 Literatur

Der Proteinstoffwechsel läuft bei Wiederkäuern nach denselben Prinzipien wie bei anderen Säugetieren ab. Alle Säugetiere benötigen eine bestimmte Menge an gewissen Aminosäuren, um aus ihnen körpereigenes Eiweiß zu synthetisieren. Einige dieser Aminosäuren kann der Organismus selbst produzieren, andere wiederum muss das Tier über die Nahrung aufnehmen. Hier spricht man von essentiellen Aminosäuren. Säugetiere sind daher auf das Aminosäurenmuster im Futtermittel angewiesen.

Hier besteht die Besonderheit des Wiederkäuers: Im Gegensatz zu Monogastriden ist der Wiederkäuer in der Lage, essentielle Aminosäuren durch seine Pansenmikroben zu synthetisieren, welche dann am Duodenum zur Verfügung stehen. Mikrogeneiweiß stellt somit die bedeutendste Eiweißquelle des Wiederkäuers dar, der daher nicht auf eine bestimmte Qualität des Futtereiweißes angewiesen ist.

Die Anzahl der Mikroorganismen beträgt in etwa 10^9 bis 10^{11} Bakterien, 10^6 Protozoen und 10^5 Pilzen je Gramm Panseninhalt. Die gesamte Bakterienfrischmasse im Pansen eines Rindes beträgt etwa 3 bis 7 kg. Die Menge und Zusammensetzung der Mikroorganismen hängt sehr stark von der Fütterung ab (JEROCH, DROCHNER, U. SIMON, 2008).

2.1 Proteinverdauung beim Rind

Das Futtereiweiß gelangt durch die Futteraufnahme in den Pansen und wird von den Mikroorganismen dort zum größten Teil abgebaut. Es entstehen als Endprodukte vorwiegend Ammoniak und als Abbauprodukt der Kohlenhydrate flüchtige Fettsäuren. Von der Art des Futterproteins hängt im Wesentlichen die Höhe des Futterproteinabbaues ab. Den Grad des Abbaus bezeichnet man als Abbaubarkeit und wird in Prozent angegeben (SPIEKERS U. POTTHAST, 2004).

Ein Teil des Futterproteins wird im Pansen nicht abgebaut und gelangt unverändert in den Labmagen – Dünndarm – Trakt. Dieses Protein nennt man Durchflussprotein

oder UDP (undegraded Protein). Der UDP-Gehalt kann durch zwei Methoden bestimmt werden. Einerseits durch eine Schnellmethode im Futtermittellabor, zum anderen eine *in situ* Methode mit pansenfistulierten Tieren. Im Rahmen des „Cornell net carbohydrate and protein system (CNCPS)“ der USA wurde die Rohproteinfraktionierung als chemische Methode zur Charakterisierung des Futterrohproteins und Schätzung des Durchflussproteingehaltes etabliert. Über Schätzgleichungen wird mit Hilfe der verschiedenen Proteinfraktionen der Gehalt an UDP für drei ruminale Passageraten (2%, 5% und 8% h⁻¹) kalkuliert. Die *in situ* Methode als gegenwärtige Referenzmethode mit welcher es möglich ist, über Laborergebnisse geschätzte Proteinabbaubarkeiten zu validieren, ist sehr aufwändig und kaum abrufbar (STEINHÖFEL et al., 2008)

Parallel zu den Abbauvorgängen findet auch eine mikrobielle Synthese von Aminosäuren und Proteinen statt. Die Stickstoffquelle stellt Ammoniak dar. Die synthetisierten Bakterien- und Protozoenproteine werden bei der Passage des Labmagen-Dünndarm-Segmentes zur Aminosäurenbedarfsdeckung des Wirtstieres herangezogen. Für die Synthese des Mikrobenproteins können als Ammoniak-Quelle neben dem Futterprotein auch NPN-Verbindungen wie z.B. Ammoniumsalze, Harnstoff und Säureamide genutzt werden (JEROCH et al., 2008)

Ein Teil des im Pansen entstandenen Ammoniaks wird nicht vollständig zur Synthese von Eiweiß genutzt, sondern passiert die Pansenwand oder wird in den nachfolgenden Abschnitten des Gastrointestinaltraktes absorbiert. Ammoniak diffundiert entlang eines Konzentrationsgefälles vom Gastrointestinaltrakt in das Blut. Da Ammoniak zelltoxisch wirkt, wird er in der Leber zu Harnstoff umgewandelt. Teile dieses Harnstoffes werden über den Urin ausgeschieden, gelangen in die Speichelflüssigkeit oder diffundieren zurück in den Pansen. Im Pansen wird der Harnstoff zu Ammoniak umgebaut und steht somit wieder als Stickstoffquelle den Pansenmikroben zur Verfügung. Diesen Kreislauf des Ammoniaks bzw. des Harnstoffes beim Wiederkäuer bezeichnet man als Rumino-Hepatischen-Kreislauf. Diese Besonderheit des Wiederkäuers führt zu einer herausragenden Effizienz im Stickstoffkreislauf. Bei geringer N-Versorgung sinkt die Harnstoffausscheidung über den Urin zugunsten der Harnstoff-Diffusion in den Pansen. Bei mangelnder Kohlenhydratversorgung und gleichzeitig hohen Mengen an Stickstoff steigt die N-Ausscheidung an, da die zur mikrobiellen Eiweißsynthese benötigte Energie fehlt.

(10 bis 30 %) sind Aminosäuren aus dem Futtereiweiß. Ursache ist der starke Abbau von Futtereiweiß im Vormagen durch die bereits erwähnten Mikroben.

Laut GfE (2001, S. 45) sollte neben dem Bedarf der Tiere an nutzbaren Rohprotein am Duodenum die ruminale N-Bilanz (RNB) nicht außer Acht gelassen werden. Die Ruminale Stickstoffbilanz ist ein Maßstab für eine ausreichende Versorgung der Pansenmikroben mit Stickstoff. Die RNB sollte bei null liegen. Bei negativer RNB wurde zu wenig Protein verfüttert, bei positiver zu viel. Ein Mangel an ruminal verfügbarem Stickstoff, der die potentiell rezirkulierbare Menge übersteigt, führt zu einer Beeinträchtigung der Pansenfermentation einschließlich der mikrobiellen Proteinsynthese. Umgekehrt belasten zu hohe Überschüsse an ruminal verfügbarem N Tier und Umwelt. Somit ist eine möglichst ausgeglichene ruminale N-Bilanz (RNB) anzustreben.

2.2 Proteinbedarf und -versorgung bei Milchkühen

Wie bei allen anderen Säugetieren benötigen auch Milchkühe Aminosäuren zur Aufrechterhaltung des Eiweißstoffwechsels und zur Milchbildung. Ziel ist es, die Kuh entsprechend ihres Bedarfes an essentiellen und nichtessentiellen Aminosäuren am Darm zu versorgen.

Nach GfE (2001) gibt das scheinbar verdaute Rohprotein beim Wiederkäuer – d. h., die Differenz zwischen N-Aufnahme mit dem Futter und N-Ausscheidung über den Kot – keine verlässliche Auskunft über das im Dünndarm verfügbare Protein. Da im Pansen sowohl Futterprotein abgebaut als auch Mikrobenprotein aufgebaut wird, weichen die ins Duodenum gelangenden N-Verbindungen hinsichtlich ihrer Menge und Zusammensetzung von denen der Futterration ab. Ferner ist festzuhalten, dass der im Kot ausgeschieden Stickstoff zum überwiegenden Teil aus endogenen Quellen bzw. aus unverdaulichem Mikrobenprotein stammt.

Tabelle 1 zeigt den Bedarf an nXP und Energie in Abhängigkeit der Leistung bei einer Milchkuh mit 650 kg Lebendmasse, 4% Milchfett und 3,4% Milcheiweiß.

Auffällig ist der stärkere Anstieg des Proteinbedarfs in Relation gesehen zum Energiebedarf.

Tabelle 1: Bedarf an nutzbaren Rohprotein am Duodenum und Energiebedarf in Abhängigkeit von der Leistung (Milchkühe mit 650 kg LM, 4% Fett, 3,4% Eiweiß) (GfE, 2001; Kirchgessner et. al., 2008; eigene Bearbeitung)

Milchleistung kg/Tag	Aufnahme Tag kg/Tag	Bedarf nutzbares Rohprotein (nXP) g/Tag	Bedarf Energie MJ NEL/Tag	Bedarf nutzbares Rohprotein (nXP) g/kg TM	Bedarf Energie MJ NEL/kg TM
10	12,5	1230	70	98	5,6
15	14,5	1650	85	114	5,9
20	16,0	2050	101	128	6,3
25	18,0	2460	117	137	6,5
30	20,0	2880	133	144	6,7
35	21,5	3280	149	153	6,9
40	23,0	3680	165	160	7,2
45	24,5	4080	181	167	7,4
50	26,0	4480	197	172	7,6

In der Abbildung 2 und Abbildung 3 sieht man den stärkeren Anstieg des nXP-Bedarfs gegenüber dem Energiebedarf. Die beiden Abbildungen zeigen die Notwendigkeit eines steigenden nXP-Bedarfs bei höheren Leistungen.

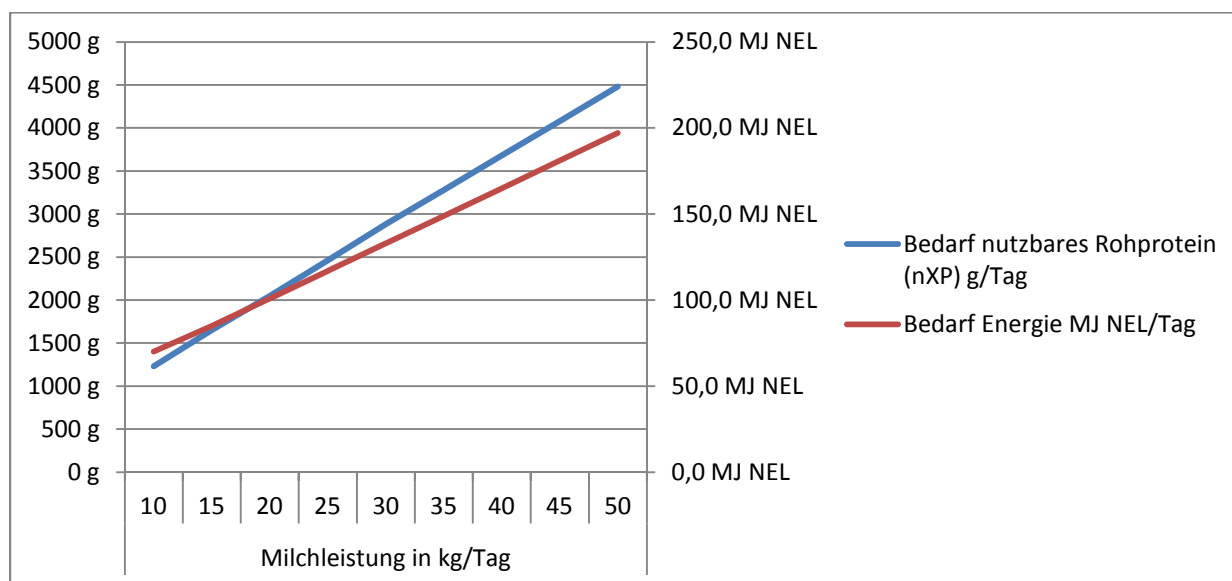


Abbildung 2: Verlauf des Energie- und nXP-Bedarfs je Tier und Tag in Abhängigkeit der Milchleistung

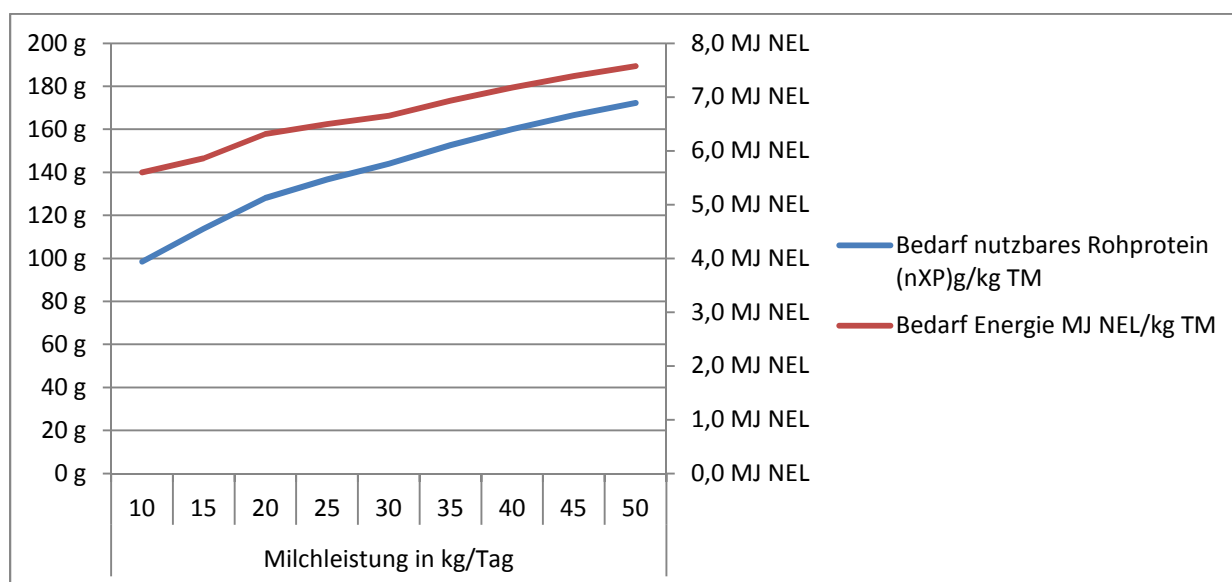


Abbildung 3: Verlauf des Energie- und nXP-Bedarfs je kg Futter-TM in Abhängigkeit der Milchleistung

2.3 Besonderheiten der Proteinversorgung im Laufe der Laktation

Nach KIRCHGESSNER et al. (2008) ist darauf zu achten, dass mit zunehmender Milchleistung der Einzelkühe der Anteil des nichtabgebauten Futterproteins (UDP) in der Ration für die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein an Bedeutung gewinnt. Demnach muss sich im Mittel der Ration die ruminale Abbaubarkeit des Futterrohproteins verringern. Als Anhaltspunkte einer mittleren Abbaubarkeit des Rohproteins in der Gesamtration können etwa 84% bei 20 kg täglicher Milchleistung, 81% bei 25 kg, 79% bei 30 kg und 76% bei 35 kg angegeben werden.

KIRCHGESSNER et al. (2008) beschreiben weiter, dass das Aminosäurenmuster des Bakterienproteins als hochwertig für die Milcheiweißsynthese eingestuft werden kann. Vergleicht man die Zusammensetzung der Aminosäuren von Mikrobeneiweiß mit biologisch hochwertigem Milcheiweiß, so weisen sowohl Bakterieneiweiß als auch Protozoeneiweiß ein für das Tier überaus günstiges Muster an Aminosäuren auf (im einzelnen siehe Tabelle 2). Allerdings kommt bei täglichen Milchleistungen von über 35 – 40 kg der Aminosäurenlieferung aus UDP eine zunehmende Bedeutung zu, sodass das Aminosäurenmuster dieses Proteins mitbestimmend für die Milcheiweißbildung wird. Bei limitierenden Aminosäuren kann in Abhängigkeit von Rationszusammensetzung und Milchleistung eine Rationsergänzung mit pansengeschützten Aminosäuren von Bedeutung sein.

Tabelle 2: Gehalte an essenziellen Aminosäuren im Protein von Pansenbakterien und von Milcheiweiß (Kirchgessner et. al. 2008)

Aminosäuren	Pansenbakterien (g/100 g Protein)	Milch (g/100 g Protein)
Arginin	4,28 – 4,63	3,40
Histidin	1,65 – 2,10	2,82
Isoleucin	4,45 – 6,23	5,12
Leucin	6,65 – 7,89	9,61
Lysin	6,30 – 7,30	7,60
Methionin	1,98 – 2,37	2,43
Cystein	1,05 – 1,35	0,90
Phenylalanin	4,25 – 5,44	4,83
Threonin	4,30 – 6,23	4,37
Tyrosin	5,31 – 5,50	4,88
Valin	5,25 – 5,99	6,22

SPIEKERS und POTTHAST (2004) zeigen die konkrete Möglichkeit zur Beeinflussung der Anflutung einzelner Aminosäuren über das UDP auf. Gegenwärtig empfehlen sie jedoch keine gezielte Optimierung auf Aminosäuren am Darm, da die Möglichkeiten zur Vorhersage von Versorgung und Leistung noch gering sind. Dennoch wird der eine oder andere Effekt in der Praxis auf die Wirkung von Einzelaminosäuren zurückzuführen sein.

2.4 Möglichkeiten des Schützens von Protein beim Wiederkäuer

Bei hohen Milchleistungen müssen demnach vermehrt Proteinquellen zum Einsatz kommen, deren Abbaubarkeit im Pansen gering ist. Durch die geringere mikrobielle Verdauung im Pansen steht mehr Protein für die enzymatische Verdauung im Labmagen und Dünndarm zur Verfügung.

Tabelle 3 zeigt eine Auswahl an Futtermitteln, nach deren Abbaubarkeit des Proteins im Pansen in drei Klassen unterteilt. In der Praxis finden jedoch nicht alle Futtermittel den Einsatz, da die Verfügbarkeit nicht immer gegeben ist.

Tabelle 3: Abbaubarkeit des Futterrohproteins im Pansen (JEROCH et. al., 2008)

Abbaubarkeit des Proteins im Pansen (%)		
65 (55 – 75)	75 (65 – 85)	85 (75 – 95)
Trockengrün	Maissilage	Frischgras
Sojaextraktionsschrot	Sonnenblumenextraktionsschrot	Grassilage
Baumwollsaatextraktionsschrot	Erdnussextraktionsschrot	Heu
Trockenschnitzel	Palmkernextraktionsschrot	Weizen (Korn)
Maiskleber	Rapsextraktionsschrot	Gerste (Korn)
Biertreber	Maiskeimschrot	Ackerbohnen
Mais (Korn)	Hefe	Erbsen

Kirchgessner (2008) beschreibt, dass die Behandlung mit Formaldehyd, Tanninen oder Hitze eine Schutzwirkung mit sich bringt, welche die Löslichkeit der Proteine vermindert. Die Ziele dabei sind hoher Schutz vor mikrobiellem Abbau im Pansen und optimale Verdaulichkeit im proximalen Verdauungssystem durch endogene Proteasen bzw. Peptidasen.

ORSKOV (1986) zeigt folgende Methoden zum Schützen von Protein im Pansen auf:

- Chemische Behandlung
- Hitzebehandlung
- Schutzwirkung durch den Einsatz von Tannin
- Schutzwirkung durch den Einsatz von Formaldehyd
- Coating

2.4.1 Chemische Behandlung

Hier handelt es sich um verschiedene chemische Substanzen, die eine Reduktion des Proteinabbaus im Pansen verursachen. ORSKOV (1986) sieht hier Möglichkeiten des Eingriffes in der Limitierung der Peptidhydrolyse und bei der anschließenden Desaminierung der Aminosäuren.

MIR ET. AL. (1991) beschrieben in einer Studie den erfolgreichen Einsatz im Hinblick auf die Reduzierung des Proteinabbaus im Pansen von mehreren Substanzen, unter anderem von Natronlauge, frischem Rinderblut und Fischhydrolysaten bei In Situ-Versuchen an pansenfistulierten Ochsen.

Den Einfluss von Essig- und Ameisensäure in Vitro auf die unlösliche Trockenmasse und das unlösliche Rohprotein und in Situ auf die 12 h ruminale Abbaubarkeit von Rapsschrot untersuchten MCKINNON ET. AL. (1991). Sie stellten eine Wirkung in Vitro von Ameisensäure auf die unlösliche Trockenmasse und auf das unlösliche Rohprotein fest. Essigsäure wirkte nur auf die unlösliche Trockenmasse. Keine Wirkung stellten sie bei den *in situ*-Versuchen fest.

Den Effekt von Salzsäure, Essigsäure, Ameisensäure und Propionsäure untersuchten KHORASANI ET. AL. (1989). Alle Säurebehandlungen, mit Ausnahme der Salzsäure, zeigten Wirkung hinsichtlich einer geringeren ruminalen Abbaubarkeit ohne negative Folgen einer geringeren intestinalen Verdauung zu haben.

Auch die Studie von VICINI ET. AL. (1983) zeigte bei der Verwendung von Essigsäure eine geringere ruminale Abbaubarkeit von Protein.

Eine Methode um Protein vor ruminalen Abbau zu schützen scheint die Behandlung mit Xylose (Holzzucker) bei Rapsschrot zu sein. WULF und SÜDEKUM (2005) beobachteten eine geringere Ammoniak Konzentration im Pansensaft, was auf einen geringeren Proteinabbau im Pansen schließen lässt.

Eine weitere effektive Möglichkeit Protein im Pansen vor Abbau zu schützen beschreiben MCALLISTER ET. AL. (1993). Rapsschrot mit 5 oder 10% Lignosulfatzusatz reduzierte die ruminale Abbaubarkeit von Rohprotein im Vergleich zu unbehandeltem Rapsschrot signifikant.

2.4.2 Wärmebehandlung

Eine wirksame Möglichkeit Proteine vor ruminalen Abbau zu schützen besteht mit der Erhitzung der Futtermittel. Dieser Effekt beruht auf der Maillard Reaktion, eine nicht-enzymatische Reaktion, die eine irreversible Verbindung zwischen reduzierenden Zucker und freien Aminogruppen von Aminosäuren oder Proteinen eingeht. Eine solche Reaktion macht das Protein weniger angreifbar für die Pansenmikroben je Zeiteinheit und „schützt“ es demnach. LEDL und SCHLEICHER (1990) schließen nicht aus, dass derartige Reaktionen auch zu Nährwertminderungen und toxischen Verbindungen führen können.

Den Einsatz von wärmebehandelten Rapsschrot bei Milchkühen beobachteten DAKOWSKI ET. AL. (1996). Sie untersuchten den Einfluss von verschiedenen Behandlungstemperaturen und Feuchtigkeitsgehalten im Rapsschrot auf die ruminale und intestinale Abbaubarkeit. Beide nehmen mit höheren Temperaturen zu. Sie kommen zur Schlussfolgerung, dass eine Behandlung mit 130°C das Protein nicht überschützt und den Anteil von intestinal verdaulichem Protein erhöht.

Ähnliche Beobachtungen machten MCKINNON ET. AL. (1991). Wärmebehandlung von Rapsschrot bei 125 oder 140°C bei mindestens 10 Minuten führte zu einem in situ reduzierten Trockenmasse- und Rohproteinabbau im Pansen und steigerte die post-ruminale Versorgung.

Die Wirkung der Wärmebehandlung von Sojabohnenschrot ist schon länger bekannt und wird im Versuch von PLEGGE ET. AL. (1985) bewiesen. FALDET ET. AL. (1992) probierten verschiedene Methoden der Wärmebehandlung bei Sojabohnen und stellen große Unterschiede bei der ruminalen Abbaubarkeit fest. Verluste an verfügbarem Lysin hängen von der Intensität der Behandlung ab.

2.4.3 Tannin

Höhere Pflanzen beinhalten den pflanzlichen Sekundärstoff Tannin, welchen die Pflanzen als Abwehrmechanismus für Fraßfeinde entwickelt haben. Nach ORSKOV (1986) beinhalten vor allem Pflanzen, die ziemlich schwer im Pansen abbaubar sind, verhältnismäßig viel Tannin. Der Effekt des Schützens von Protein basiert auf der

geringeren Schmackhaftigkeit und Verdaulichkeit und hängt ab von der Konzentration in den Pflanzen. Das Vorkommen und die Auswirkung von Tanninen in Futterpflanzen erforschte HÄRING (2007).

Nach MCMAHON ET. AL. (2000) interagiert Tannin mit mehreren Stoffen, wie Protein im Futter, Speichel und Mikroben, aber auch mit Enzymen von Mikroben und endogenen Proteinen und beeinflusst dadurch den Verdauungsprozess im Vergleich zu tanninfreien Rationen. Auch beobachteten die Forscher eine vermehrte Anflutung von Protein, besonders essentielle Aminosäuren, am Dünndarm.

Nishimuta et. al. (1974) fand hingegen bei seinem Versuch an labmagenfistulierten Ochsen mit tanninbehandelten Sojaschrot keine Wirkung hinsichtlich der Verringerung des ruminalen Proteinabbaus im Pansen.

2.4.4 Formaldehyd

Die schützende Eigenschaft von Formaldehyd auf das Protein von Futtermitteln im Rinderbereich ist schon länger bekannt. Schon frühe Versuche von SHARMA und INGALLS (1974) zeigten eine geringere Ammoniakkonzentration von formaldehydbehandelten Rapsschrot, was auf eine reduzierte Abbaubarkeit im Pansen schließen lässt.

Bei älteren Versuchen mit formaldehydbehandelten Sojaschrot beobachteten SCHMIDT ET. AL. (1974) einen Rückgang der Verdaulichkeit und werten dies als Indiz dafür, das Futtermittel auch überschützt werden können. VICINI ET. AL. (1983) bestätigte die Wirkung von Formaldehyd bei Sojaschrot, indem ein langsamerer Abbau von Trockenmasse und Rohprotein festgehalten wird. In einer neueren Untersuchung von WULF und SÜDEKUM (2005) fanden auch sie einen geringeren Rohproteinabbau bei Sojabohnen. Die Abbaubarkeit von Rohfett im Pansen lässt sich, nach den beiden Forschern, durch Formaldehyd nicht beeinflussen.

Keinen Effekt auf die Milchproduktion bei Einsatz von formaldehydbehandelten Sojaschrot an laktierende Milchkühe beobachteten WACHIRA ET. AL. (1974) und empfehlen den Einsatz unter Versuchsbedingung somit nicht.

Als eine effektive Methode um Protein vor mikrobiellen Abbau im Pansen zu schützen beschreiben MIR ET. AL. (1984) den Einsatz von Formaldehyd bei Raps- und Sojaschrot. Sie geben aber auch zu bedenken, dass die Verdaulichkeit beider Futtermittel durch die Behandlung abnimmt.

2.4.5 Coating

Unter Coating versteht man die Umhüllung einer Substanz um diese zu schützen. In der Tierernährung werden Futtermittel gecoatet um sie vor Abbau oder zu raschem Abbau im Verdauungstrakt zu schützen. Zusätzlich werden Futtermittel gecoatet, damit sie aufgrund ihrer geringen Schmackhaftigkeit überhaupt aufgenommen werden (z. B. Saure Salze) (JEROCH ET. AL., 2008).

YOSHIMARU ET. AL. (1999) beschrieben eine Methode, in welcher die zu schützende Substanz mit einer Schicht (Mischung aus drei verschiedenen Stoffen) umhüllt wurde. 65% der eingekapselten Substanz überstand den Pansen unverdaut und 85% davon wurden im Labmagen fermentiert.

Dass verschiedene Lipide als Coating-Material funktionieren zeigten MANTEROLA ET. AL. (2001) in ihrer Untersuchung. Sie stellten Beobachtungen an, um Effekte von verschiedenen Konzentrationen der Coating-Materialien Fischöl, Rindertalg und Seife bei pansenfistulierten Ochsen zu sehen.

Eine teilweise erfolgreiche Methode um Aminosäuren vor Abbau im Pansen zu schützen beschrieben SMITH und BOLING (1984) bei Schafen. Das Coating-Material bestand aus einer Matrix aus Maisprotein und Kokosnussöl. Dieses Gemisch lieferte die im Versuch benötigte Menge an Methionin.

2.5 Eiweißquellen in der praktischen Milchviehfütterung

In Tabelle 4 findet man einen Auszug von in heimischen Rinderbetrieben vielfach verwendeten Eiweißquellen. Weizen und Mais stellen an sich keine klassischen Proteinlieferanten dar, werden aber aufgrund ihres häufigen Einsatzes angeführt. Weiter sieht man die Relation in den Nährstoffen zu den herkömmlichen

Eiweißfuttermitteln gut. Neben der erwartungsgemäßen und naturbedingten Differenz in den Nährstoffen, fallen vor allem die Unterschiede beim UDP auf. Diese enormen Unterschiede fordern klare Konsequenzen für die Fütterung. So bedingt der höhere UDP-Wert eine genauere Betrachtung der Aminosäurezusammensetzung. Wie in vorherigen Kapiteln beschrieben kommt bei hohen UDP-Werten der Aminosäurenlieferung über das Futterprotein der Tiere eine wachsende Bedeutung zu. Das Aminosäurenmuster des UDP ist nach KIRCHGESSNER ET. AL. (2008) für die Milcheiweißbildung mitbestimmend. Bei steigenden Einsatzmengen von Futtermittel mit hohen UDP-Gehalten ist ein ausgeglichenes Aminosäurenmuster von besonderer Wichtigkeit.

Tabelle 4: Traditionelle Eiweißquellen (JEROCH ET. AL. 2008; AGRANA, 2011)

Traditionelle Eiweißquellen						
(Angaben bezogen auf Trockenmasse)						
	Soja- extraktions- schrot, ungeschält	Raps- extraktions- schrot	Trocken- Schlempe*	Körner- erbse	Weizen	Mais
TM g	890	890	910	880	880	946
XP g	510	399	346	251	138	106
MJ NEL	8,63	7,31	8,01	8,53	8,51	8,39
nXP g	308	219	277	187	172	164
UDP %	35	25	45	15	20	50
RNB g	32	29	11	10	-5	-9

* Actiprot[®], Fa. Agrana, Tulln, Österreich.

Weichen die relativen Anteile der im Futterprotein enthaltenen Aminosäuren vom Aminosäurenbedarfsmuster ab, führt das zu einer Reduzierung der Aminosäuren- und Proteinverwertung, unabhängig davon, ob sie im Mangel oder Überschuss vorliegen. Limitieren im Mangel aufgenommene Aminosäuren den Eiweißumsatz, so muss der relativ darüber liegende resorbierte Anteil aller anderen Aminosäuren katabolisiert und der Stickstoff über Leber und Niere ausgeschieden werden. Von

einer Aminosäurenimbalance spricht man, wenn das Aminosäurenmuster des aufgenommenen Proteins so stark vom Bedarfsmuster abweicht, dass Verzehrs- und Wachstumsdepressionen auftreten. Mögliche Ursachen von Aminosäurenimbilanzen sind Konzentrationsveränderungen, welche auf die Verzehrsregulation wirken, Konkurrenz von Aminosäuren um Transportsysteme oder die antagonistische Wirkung einzelner Aminosäuren auf andere (JEROCH ET. AL., 2008).

Geschützte Eiweißfuttermittel rechtfertigen durch die hohen nXP- und niedrigen RNB-Werte, aber auch durch ihren höheren Preis nicht einen generellen Einsatz. Der Einsatz macht nach WIEDNER und TIEFENTHALLER (2007) Sinn bei:

- Tagesgemelken über 30 kg
- hohem Anteil an Maissilage
- generell niedrigem Eiweißgehalt
- notwendigen Einsatzmengen von Eiweißfuttermitteln über 1 kg pro Tier und Tag.

Wie schon in den vorigen Kapiteln beschrieben, sind mehrere Herstellungsverfahren verbreitet um Rapsextraktionsschrot und auch Rapskuchen zu schützen. Da die Hersteller unterschiedliche Technologien einsetzen sind die Produkte nur bedingt miteinander vergleichbar. Die Futtermittel werden unter firmenspezifischen Handelsnamen vermarktet.

TIEFENTHALLER (2006) bemerkte bei einer Literaturrecherche, dass die Nährstoffgehalte bei Rapsprodukten stark schwanken. Die beobachteten Werte weichen zum Teil erheblich von den Firmenangaben ab.

Deutsche Futtermittellabors bieten seit längerem die Rohproteinfraktionierung an. Die UDP-Werte wurden für Pansen-Passageraten von 2%, 5% und 8% je Stunde ermittelt. Die Firmenangaben bei den wichtigsten Parametern des geschützten Rapsschrotes aus Österreich (XP 34%, nXP 20,8%), zum Teil auch vom Produkt aus Deutschland (XP 30%; nXP 30,4%), liegen erheblich unter denen von unbehandeltem Rapsschrot (XP 39,9%, nXP 21,9%). Die ermittelten Werte von TIEFENTHALLER (2008) (Probe Österreich XP 37,3%, nXP 22,2%; Probe Deutschland

XP 35,4%, nXP 33,9%) liegen aber deutlich über der Firmenangabe. Zu beachten ist der niedrige RNB-Wert, der den Einsatz in Grassilage betonten Rationen nahe legen würde.

Durch die bedingte Vergleichbarkeit der Produkte aufgrund der unterschiedlichen Herstellungstechnologien muss der Einsatz von geschützten Rapsprodukten individuell berechnet und geprüft werden.

2.6 Fragestellung des Fütterungsversuchs

Ein ressourcenschonender Einsatz von Futtermitteln ist heute aktueller denn je. Die Produktion von Eiweißfuttermittel aus heimischen Rohstoffen stellt sich als schwierig heraus, da diese nur sehr begrenzt verfügbar sind. Europa ist damit auf Importe von Eiweißfuttermittel angewiesen. Diese Tatsache fordert eine effiziente Nutzung des aus der Ölgewinnung stammenden Rapsextraktionsschrotes.

Hoch leistende Milchkühe benötigen eine relativ große Menge an Durchflussprotein (UDP) um ausreichend versorgt zu werden (KIRCHGESSNER et al., 2008).

Konventionelle Futtermittel können diese Menge nur schwer decken. Geschützte Eiweißfuttermittel erhöhen dagegen den UDP-Anteil je kg TM und verschieben damit den Proteinabbau vom Pansen in den Dünndarm (JEROCH et al., 2008). Somit steht dem Tier eine höhere Menge nXP zur Milch- oder/und Eiweißsynthese zur Verfügung.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Rapsextraktionsschrot im Milchleistungsfutter durch einen geschützten Rapsschrot als Testsubstanz ersetzt. Da bei hochleistenden Tieren zu Laktationsbeginn ein Proteindefizit anzunehmen ist, wurden diese Tiere zum Versuch ausgewählt. Durch die Mehrmenge nXP, die der geschützte Rapsextraktionsschrot liefert, sollte demnach das beschriebene Proteindefizit verringert werden und dadurch die Milchleistung, aber vor allem der Milcheiweißgehalt steigen. Neben der Milchleistung und dem Milcheiweißgehalt wurden auch der Milchfett- und Milchharnstoffgehalt beobachtet.

Zusammenfassend, aufgrund der beschriebenen Aspekte, ergaben sich somit für diese wissenschaftliche Arbeit folgende Fragestellungen:

1. Lässt sich die Milchleistung von Milchkühen in der ersten Laktationshälfte durch den Einsatz eines Milchleistungsfutters, ausgestattet mit einer pansengeschützten Eiweißquelle in Form von geschütztem Rapsschrot, steigern?
2. Führt der Einsatz dieses Futtermittel zu einer Veränderung der Milchinhaltsstoffe?

3 Material und Methoden

3.1 Versuchsstandorte und Tierhaltung

Der Versuch fand auf den Praxisbetrieben Hermann Dopler, Aigen 6, 2860 Kirchschlag in der Buckligen Welt und Peter und Barbara Eberdorfer, Pausendorf, Oberer Dorfgrund 7, 8724 Spielberg bei Knittelfeld in der Zeit von 25.02.2009 bis 26.03.2009 statt.

Für den Versuch standen Liegeboxenlaufställe mit je 60 Liegeplätzen und 45 Fressplätzen, sodass ein Fress-/Liegeplatzverhältnis von 1:1,33 herrschte, zur Verfügung. Die Liegeboxen waren bei beiden Ställen als Tiefboxen mit Stroheinstreu ausgeführt (Abbildung 4). Gemolken wurde in einem 2x5 (Betrieb Eberdorfer) bzw. 2x6 (Betrieb Dopler) Fischgrätenmelkstand. Den Tieren am Betrieb Eberdorfer wurde am Tage ein Auslauf in ein angrenzendes Grundstück gewährt.



Abbildung 4: Liegeboxen mit Stroheinstreu

Der Liegeboxenlaufstall am Betrieb Eberdorfer war als Kaltstall mit planbefestigten Laufgängen und Schieberentmistung ausgeführt. Während des Versuches herrschten Temperaturen bis zu 15°C unter null. Die Seitenwände waren mit Curtains verschlossen.

Am Betrieb Dopler standen die Tiere in einem Warmstall mit Spaltenboden. Die Temperaturen sanken nicht unter den Gefrierpunkt.

3.2 Versuchsdauer und Ablauf

Der Versuch dauerte fünf Wochen lang und umfasste insgesamt 36 Tiere (Dopler 16 bzw. Eberdorfer 20). Die Messungen starteten mit der ersten Versuchswoche. Die Adaptionsphase der Tiere dauerte eine Woche lang. Die Kühe befanden sich überwiegend zwischen dem 30. und 200. Laktationstag. Die Gruppeneinteilung erfolgte nur am Papier, die Tiere konnten sich also wie bisher im Laufstall bewegen. Unterschiedliche Rationen wurden nur am Kraftfutterautomat verabreicht. Die Grundration am Fressplatz blieb für beide Gruppen dieselbe. Somit konnten jegliche Umstellungs- und Anpassungsschwierigkeiten (z.B. Abänderung der Rangordnung) vermieden werden.

3.3 Tiermaterial und Gruppeneinteilung

Für die wissenschaftliche Arbeit wurden am Betrieb Eberdorfer Tiere der Rasse Fleckvieh (FV) bzw. am Betrieb Dopler Holstein Friesian (HF) und Kreuzungen aus Fleckvieh und Holstein Friesian (FV x HF) verwendet. Die Versuchstiere entstammten alle aus der eigenen Aufzucht der Betriebe.

Die Gruppeneinteilung erfolgte immer paarweise in die Kontroll- bzw. Gruppe MLF geschützt. Für den Versuch wurden nur Tiere herangezogen, die sich nach dem 30. Laktationstag befanden. Dadurch wurde gewährleistet, den Punkt der höchsten negativen Energiebilanz aufgrund der geringen Futteraufnahme schon passiert zu haben.

Die Tierpaare wurden nach folgenden Punkten –der Reihe nach gewichtet – eingeteilt:

- Milchmenge
- Laktationstag
- Laktationszahl

Das bedeutet, die Tiere eines Paares mussten die idente Milchmenge leisten, bei etwa gleichem Laktationstag und ähnlicher Laktationszahl um für den Versuch

überhaupt berücksichtigt werden zu können. Zusätzlich bildeten nur Erstlings- bzw. Mehrkalbskühe unter sich Paare.

Tabelle 5 zeigt die Versuchstiere beider Betriebe.

Tabelle 5: Gruppeneinteilung der Kühe

Kuh	Nummer	Paar	Laktation	Betrieb	Gruppe	Milchleistung Versuchsbeginn in kg ECM/Tag
Alma	1	1	2	1	Geschützt	30,37
Gloria	2	5	3	1	Geschützt	27,78
Samara	3	6	4	1	Geschützt	24,72
Sani	7	3	4	1	Geschützt	43,82
Sindi	9	4	4	1	Geschützt	36,10
Schotza	10	8	1	1	Ungeschützt	27,66
Fabi	11	5	4	1	Ungeschützt	29,41
Susi	23	4	5	1	Ungeschützt	34,74
Straube	24	2	3	1	Geschützt	23,10
Salome	26	6	1	1	Ungeschützt	22,52
Strausa	27	1	6	1	Ungeschützt	30,89
Schwanda	30	7	1	1	Ungeschützt	29,22
Seide	31	9	1	1	Ungeschützt	22,96
Stanzi	35	8	1	1	Geschützt	21,13
Stramme	36	2	3	1	Ungeschützt	27,19
Irene	38	10	3	1	Ungeschützt	18,71
Fabiola	40	7	1	1	Geschützt	29,17
Narzisse	42	9	1	1	Geschützt	23,92
Speika	44	10	3	1	Geschützt	24,07
Tanja	48	3	6	1	Ungeschützt	42,77
Madonna	2	11	6	2	Geschützt	47,97
Fuchsi	5	13	5	2	Geschützt	36,55
Franzi	6	12	5	2	Ungeschützt	33,52
Sumsi	7	14	5	2	Geschützt	41,22
Magi	10	14	4	2	Ungeschützt	38,26

Rumba	12	15	3	2	Geschützt	30,48
Sigried	13	15	3	2	Ungeschützt	32,17
Flamme	16	11	3	2	Ungeschützt	41,58
Sonne	19	12	2	2	Geschützt	27,82
Flotte	20	13	2	2	Ungeschützt	40,16
Fuchsl	24	16	1	2	Ungeschützt	26,75
Rispe	26	17	1	2	Ungeschützt	29,10
Fanni	27	16	1	2	Geschützt	31,76
Flauschi	28	17	1	2	Geschützt	23,40
Flinte	29	18	1	2	Ungeschützt	25,78
Regina	30	18	1	2	Geschützt	28,59

3.4 Rationsdaten und Fütterung

Die Grundration am Trog war für alle Tiere eines Betriebs (also für beide Gruppen) ident. Die Höhe der Futteraufnahme konnte deshalb nur über die wochenweise Ein- und Auswaage am Futtermischwagen geschätzt werden.

Die Tabelle 6 zeigt die Grundration der beiden Versuchsbetriebe.

Tabelle 6: Grundrationen

Futtermittel in kg FM/Tier/Tag	Betrieb Eberdorfer	Betrieb Doppler
Grassilage	27,00	25,00
Maissilage	14,00	15,00
Ausgleichsfutter *	2,00	1,20
Triticale	0	2,00
Mineralstoff	0,15	0,15
Viehsalz	0,05	0,05
vorgeschätzte TS- Aufnahme	14,6	17,6
Milch kg aus NEL	15,70	20,70
Milch kg aus nXP	18,60	22,60

* Rinderkombi 40H[®]*, Fa. Garant, Pöchlarn. (Zusammensetzung zeigt Tabelle 7)

Für Milchleistungen, die oberhalb der kalkulierten Grundfuttermilchleistung lagen, musste ein Leistungskraftfutter verabreicht werden.

3.5 Komponenten

Die Silagen stammten von den bewirtschafteten Flächen der Landwirte, das Triticale auf dem Betrieb Doppler kam ebenfalls aus eigener Produktion. Vor Versuchsbeginn wurde von allen Silagen eine einfache Weender-Analyse für Wiederkäuer im Labor des Institutes für Tierernährung, Tierische Lebensmittel, und Ernährungsphysiologie der Universität für Bodenkultur durchgeführt.

Das Ausgleichskraftfuttermittel „Rinderkombi 40H“ und die beiden Leistungskraftfuttermittel „MLF ungeschützt“ bzw. „MLF geschützt“ wurden eigens für die wissenschaftlich Arbeit von der Firma Garant (Pöchlarn, Österreich) erstellt. Im Ausgleichsfutter „Rinderkombi 40H“ befand sich kein Rapsprodukt, um die Ergebnisse nicht zu verfälschen. Die Zusammensetzung des Ausgleichsfutter „Rinderkombi 40 H“ und des „MLF ungeschützt/geschützt“ zeigen Tabelle 7 und Tabelle 8.

Tabelle 7: Ausgleichsfutter

Futtermittel	Einheit	Ausgleichsfutter
Sonnenblumenschrot	%	50,0
HP-Soja	%	22,5
Trockenschlempe*	%	20,0
Harnstoff	%	2,0
Kalk, Salz, Premix	%	5,5

* Actiprot®, Fa. Agrana, Tulln, Österreich

Tabelle 8: Milchleistungskraftfutter ungeschützt/geschützt

Futtermittel	Einheit	MLF ungeschützt	MLF geschützt
Mais	%	45,0	45,0
Rapsschrot	%	25,0	0
Geschützter Raps- extraktionsschrot *	%	0	25,0
Weizen	%	10,0	10,0
Sonnenblumen	%	8,6	9,5
Triticale	%	4,2	3,5
Melasse	%	4,0	4,0
Kalk, Salz, Premix	%	3,2	3,0

* Rapass[®], Fa. Garant, Pöchlarn, Österreich.

Im .Futter „MLF geschützt“ wurde der Rapsschrot aus dem Futter „MLF ungeschützt“ durch Rapass (geschützter Rapsextraktionsschrot der Fa. Garant, Pöchlarn, Österreich) ersetzt. Rapass wird nach einem standardisierten und patentierten Verfahren unter Behandlung mit Holzzucker hergestellt. Daraus resultiert ein hoher Schutz vor mikrobiellen Abbau im Pansen bei gleichzeitig hervorragender Verfügbarkeit im Dünndarm. Um gleichen Energie- und Rohproteingehalt der beiden MLF-Sorten zu erhalten, waren bei Sonnenblumen und Triticale leichte Anpassungen notwendig.

Die Kontrolle der Kraftfutteraufnahme erfolgte an der Steuerungseinheit der Kraftfutter-Abrufstation. Am Betrieb Eberdorfer kam eine Station zum Einsatz, am Hof Dopler waren es zwei. Eine Station versorgte etwa 30 Kühe, da aber bereits Kraftfutter in die Grundration eingemischt war, reichte eine Station am Betrieb Eberdorfer aus. Abbildung 5 zeigt eine Kraftfutterstation mit Fressplatz.



Abbildung 5: Kraftfutterstation mit Fressschale

3.6 Fütterungstechnik und -zeit

Die Fütterung des Grundfutters – und ein Teil des Kraftfutters – erfolgte auf beiden Versuchsbetrieben mit einem Futtermischwagen. Zu Beginn wurde der Futtermischwagen mit den Silagen befüllt. Im Anschluss erfolgte die Zugabe von Rinderkombi 40H[®], Triticale (nur Betrieb Dopler) und der Mineralstoffmischung. Nach einer kurzen Mischzeit von etwa 5 bis 10 Minuten wurde der Mischwagen in den Futterbarren der Tiere entleert. Die Fütterung der Tiere benötigte im Gesamten etwa 30 Minuten je Tag. Der Futterwall wurde mehrmals am Tag wieder näher an den Barren geschoben, um so die Fresslust und damit die Futteraufnahme der Tiere zu steigern. Abbildung 6 zeigt die Komponenten der Ration und die fertige Mischung der Versuchstiere.



Abbildung 6: Grundration der Versuchstiere

Die Fütterung auf den Betrieben erfolgte auf den leeren Trog, d.h. wenn Futterreste von etwa 5% erreicht waren, wurde der Barren gesäubert und frisch befüllt. Am Betrieb Eberdorfer war dies meist am Vormittag der Fall. Die Fütterung am Betrieb Dopler erfolgt generell zur Nachmittags-Stallarbeit.

Die Futtermittelanalysen wurden am Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie an der Universität für Bodenkultur durchgeführt.

3.7 Datenerhebung

Auf den Betrieben wurden systematisch die aufgenommen Kraftfuttermengen, sowie die Höhe der Milchleistung und deren Inhaltsstoffe erhoben. Die Betriebe wurden während des Versuches einmal wöchentlich morgens und abends angefahren um die jeweiligen Daten zu erheben.

3.7.1 Milchmenge und Inhaltsstoffe

Die Erhebung der Milchmenge und deren Inhaltsstoffen erfolgte einmal wöchentlich jeweils morgens und abends um allfällige Unterschiede der beiden Melkzeiten oder sonstigen Einflüsse auszuschließen.

Die Erfassung der Milchmenge erfolgte am Betrieb Dopler mit True-Testern. Diese Geräte werden in die Melkanlage eingebaut. Pro Melkzeug ist ein True-Tester notwendig. Die True-Tester leiten mittels genormten Leitungsquerschnittes einen genau definierten Anteil des Milchflusses in ein skaliertes Schauglas. Hier kann nach der Melkung die Milchmenge einfach abgelesen werden (Abbildung 7).



Abbildung 7: Milchmengenmessgerät des Landeskontrollverband

Da über die ganze Melkzeit einer Kuh Milch in dieses Schauglas geleitet wurde, konnte daraus eine repräsentative Probe für weitere Untersuchungen genommen werden. Am Betrieb Eberdorfer war die Melkanlage mit einer automatischen Milchmengenmessung ausgestattet von der die Milchmenge nur abgelesen werden musste, sodass auf die Geräte des LKV verzichtet werden konnte. Jeweils eine Milchprobe je Kuh und Melkung, d.h. zwei Proben je Kuh (eine Morgen- und eine Abendmelkung) wurden wöchentlich zur Untersuchung der Milchinhaltsstoffe an die jeweiligen Labors für Milchleistungsprüfung der Länder Niederösterreich und Steiermark geschickt.

Es wurden folgende Parameter untersucht:

- Milchfettgehalt
- Milcheiweißgehalt
- Milhharnstoffgehalt
- Zellgehalt
- Laktosegehalt

Diese Parameter werden standartmäßig im Rahmen der Milchleistungskontrolle erfasst. Für die vorliegende Studie wurde jedoch nur die Parameter Milchfett-, Milcheiweiß-, und Milhharnstoffgehalt herangezogen.

3.7.2 Kraftfuttermenge

Die Menge des täglich aufgenommenen Kraftfutters wurde am Computer abgelesen. Am Betrieb Eberdorfer erfolgte die Kraftfutteranpassung aufgrund der Vernetzung von automatischer Milchmengenmessung und Abruffütterung selbstständig. Es wurde der PC dementsprechend programmiert und die Futteraufnahme kontrolliert und abgelesen. Da die Betriebe nur einmal pro Woche angefahren wurden, hielten die Landwirte etwaige Besonderheiten (Brunst, niedrige Kraftfutteraufnahme, Lahmheiten, etc.) fest.

Die beiden Milchleistungskraftfuttersorten (ungeschützt bzw. geschützt) wurden für Leistungen oberhalb jener aus der Grundration entsprechend zugeteilt. Die Tabelle 9 und Tabelle 10 zeigen die Zuteilung des Leistungskraftfutters auf den beiden Versuchsbetrieben.

Tabelle 9: Milchleistungskraftfutterzuteilung und erwartete Futteraufnahme am Betrieb Eberdorfer

kg Leistungskraftfutter	Milch aus NEL	Milch aus nXP	Futteraufnahme kg TS
0	15,7	18,6	14,6
1	17,8	20,6	15,5
2	20,0	22,6	16,4
3	22,1	24,6	17,3
4	24,2	26,6	18,2
5	26,4	28,6	19,1
6	28,5	30,6	20,0
7	30,6	32,6	20,9
8	32,8	34,6	21,8

Tabelle 10: Leistungskraftfutterzuteilung und Futteraufnahme am Betrieb Dopler

kg Leistungskraftfutter	Milch aus NEL	Milch aus nXP	Futteraufnahme kg TS
0	17,9	20,2	16,0
1	20,1	22,2	16,9
2	22,2	24,2	17,8
3	24,3	26,2	18,7
4	26,5	28,2	19,6
5	28,6	30,2	20,5
6	30,7	32,2	21,4
7	32,9	34,2	22,3
8	35,0	36,2	23,2

3.8 Statistische Auswertung

Als statistisches Testverfahren wurde eine Varianzanalyse mit dem Faktor Behandlung (2 Stufen; geschützt, ungeschützt) und dem Faktor Tierpaar (18 Stufen) verwendet. Die Parameter Milchmenge, Fettgehalt, Eiweißgehalt und Harnstoffgehalt wurden als Covariable verwendet. Die Auswertung erfolgte mit dem Programm SAS (SAS INST., INC., CARY, NC).

Es ergab sich somit folgendes statistisches Modell:

$$y_{ij} = \mu + \text{Behandlung}_i + \text{Tierpaar}_j + e_{ij}$$

y_{ij} getesteter Beobachtungswert

μ Mittelwert

e_{ij} Restfehler

Als statistisches Signifikanzniveau wurde ein Alpha von $\leq 0,05$ angenommen. Für eine statistische Tendenz wird ein Alpha von $\leq 0,1$ angenommen.

In den Tabellen dieses Abschnittes wird der Begriff SEM verwendet.

SEM..... Standard error of means

4 Ergebnisse

In diesem Abschnitt wird zuerst auf die Ergebnisse der Futtermittelanalysen eingegangen. Danach folgt die Darstellung der erhobenen Daten wie die Futteraufnahme des Kraftfutters, die Milchleistung sowie die Milchinhaltsstoffe samt Harnstoffgehalt.

4.1 Futtermittelanalysen

In Tabelle 11 und Tabelle 12 sind die Ergebnisse der Grundfutter- und Kraftfutteranalysen dargestellt.

Tabelle 11: Nährstoffe (g/kg) des Grundfutter

Nährstoffe in g/kg TS	Grassilage 1. Schnitt Eberdorfer	Maissilage Eberdorfer	Grassilage 2. Schnitt Dopler	Maissilage Dopler
Trockenmasse	286	366	402	307
Rohprotein	124	69	146	72
Rohfett	75	42	40	36
Rohfaser	268	173	246	200
Rohasche	103	37	149	35
Stärke	0	383	0	327
Zucker	20	0	0	10
MJ NEL	6,07	6,78	5,49	6,53
nXP	131	132	124	129
RNB	-1,1	-10,2	3,6	-9,2

Tabelle 12: Rohnährstoffe (g/kg) des Kraftfutters

Ration	Ausgleichsfutter	MLF ungeschützt	MLF geschützt
Trockenmasse	890	897	985
Rohprotein	449	190	192
Rohfett	22	34	32
Rohfaser	140	61	59
Rohasche	90	64	65
Stärke	11	411	417
Zucker	79	59	56

4.2 Kraftfutteraufnahme

Die Auswertung der Kraftfutteraufnahme ist in der Tabelle 13 zusammengestellt. Die Tiere der Gruppe MLF geschützt nahmen über den ganzen Versuch hindurch 0,5kg Kraftfutter je Tag mehr auf, was einem Prozentsatz von 4% entspricht. Der Unterschied konnte aber statistisch nicht abgesichert werden.

Tabelle 13: Kraftfutteraufnahme

Kraftfutter (in kg Futter/Tier und Tag)				
	Rapsextraktionsschrot im Kraftfutter		SEM	p <
	ungeschützt	geschützt		
Versuchswochen 1	4,65	4,60	0,38	0,79
Versuchswochen 2	3,98	4,25	0,43	0,39
Versuchswochen 3	4,14	4,29	0,44	0,64
Versuchswochen 4	3,98	4,17	0,46	0,59
Versuchswochen 5	3,98	4,17	0,46	0,59
Ø Kraftfutteraufnahme	4,15	4,30		

In Abbildung 8 ist die Entwicklung der Kraftfutteraufnahme beider Tiergruppen über die gesamte Versuchsdauer dargestellt. Die Abbildung lässt erkennen, dass die Gruppe MLF ungeschützt während der gesamten Versuchsdauer weniger Kraftfutter aufnahm als die Gruppe MLF geschützt.

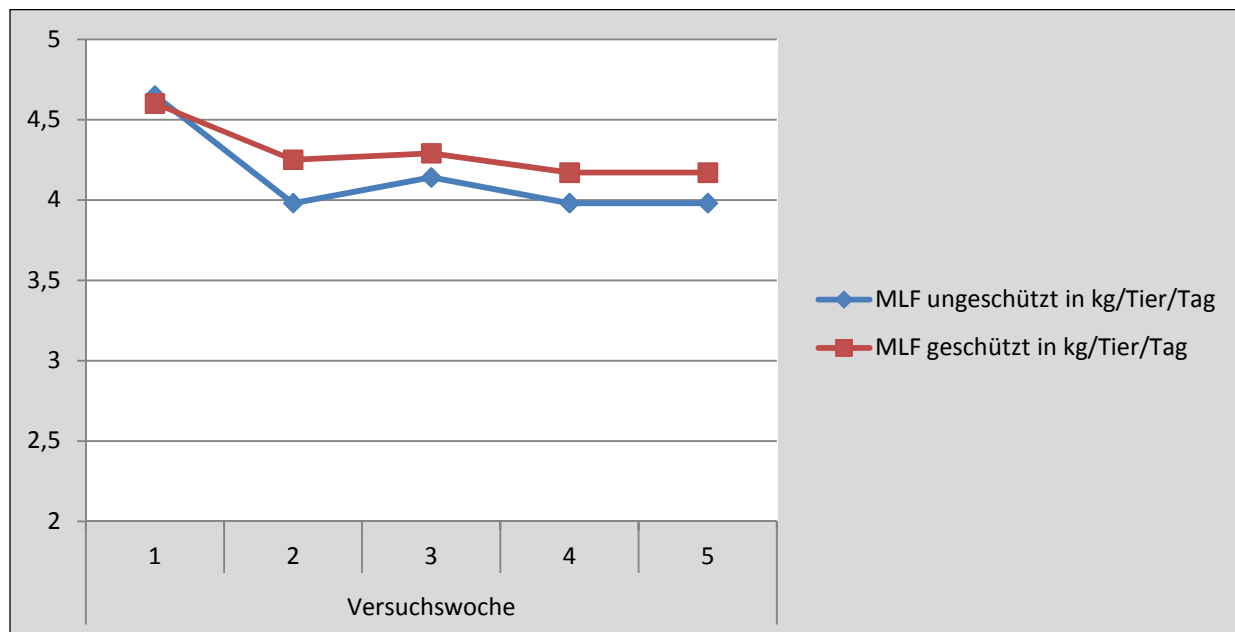


Abbildung 8: Verlauf der Kraftfutteraufnahme (kg/Tag) über die gesamte Versuchsperiode

4.3 Milchleistung

Die Milchleistung der Gruppe MLF geschützt lag im Durchschnitt um 1,0% höher. Tabelle 14 zeigt das Tagesgemelk der beiden Tiergruppen. Auch hier gibt es keinen statistisch abgesicherten Unterschied. Auffallend ist allerdings der Leistungsabfall in der 5. Versuchswoche.

Tabelle 14: Milchleistung

Milchleistung (in kg Milch/Melkung)				
	Rapsextraktionsschrot im Kraftfutter		SEM	p <
	ungeschützt	geschützt		
Versuchswoche 1	29,33	29,33	1,19	1,0000
Versuchswoche 2	28,71	29,71	1,32	0,5120
Versuchswoche 3	28,86	29,66	1,17	0,3512
Versuchswoche 4	28,74	28,76	1,19	0,9797
Versuchswoche 5	26,53	26,94	1,13	0,6281
Ø Milchleistung	28,43	28,88		

Den Verlauf des Tagesgemelks der beiden Tiergruppen zeigt Abbildung 9. Die Unterschiede sind zwar erkennbar, konnten aber statistisch nicht abgesichert werden.

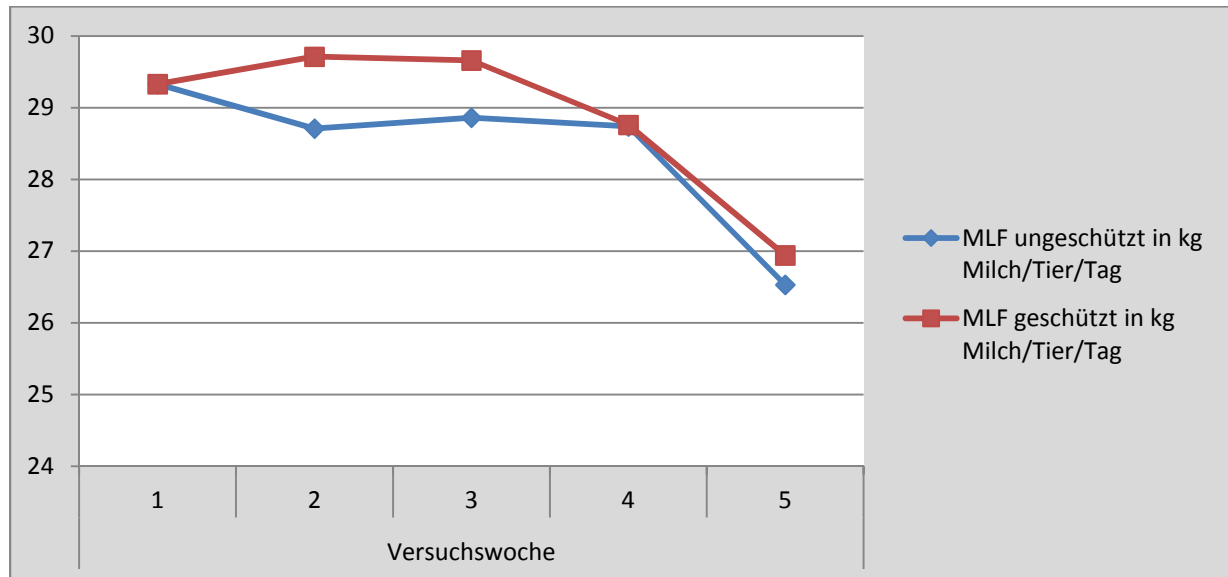


Abbildung 9: Verlauf des Tagesgemelk (kg/Melkung) über die gesamte Versuchsperiode

4.4 Energy Corrected Milk (ECM)

In der Tabelle 15 sehen wir den errechneten Wert der energiekorrigierten Milchleistung. Die Unterschiede zu allen Messzeitpunkten sind zufällig.

Tabelle 15: ECM

ECM (kg Futter/Tier und Tag)				
	Rapsextraktionsschrot im Kraftfutter		SEM	p <
	ungeschützt	geschützt		
Versuchswoche 1	30,74	30,67	1,19	0,6528
Versuchswoche 2	29,42	30,25	1,20	0,5786
Versuchswoche 3	30,13	30,11	1,18	0,9920
Versuchswoche 4	29,70	29,46	1,11	0,8385
Versuchswoche 5	28,16	28,71	1,12	0,6073
Ø ECM	29,63	29,84		

Die Abbildung 10 zeigt den Verlauf der energiekorrigierten Milch über den Versuchszeitraum. Werte der Gruppe MLF ungeschützt schwanken etwas mehr, die Differenzen sind jedoch zufällig.

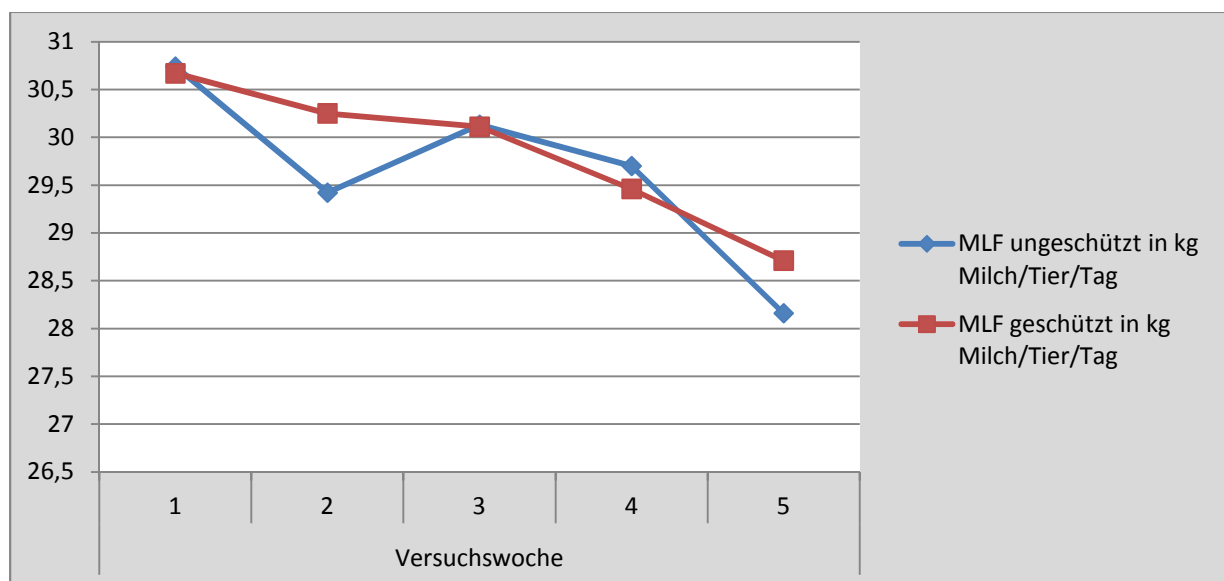


Abbildung 10: Verlauf der ECM (kg/Melkung) über den gesamten Versuchsperiode

4.5 Milchfettgehalt

In der Tabelle 16 ist die Auswertung der Fettgehalte zusammengestellt. Der Unterschied der beiden Gruppen beträgt im Durchschnitt 1,4%. Zu allen Messzeitpunkten fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

Tabelle 16: Milchfettgehalt

Milchfettgehalt (in %)				
	Rapsextraktionsschrot im Kraftfutter		SEM	p <
	ungeschützt	geschützt		
Versuchswoche 1	4,38	4,38	0,08	1,0000
Versuchswoche 2	4,31	4,23	0,08	0,4656
Versuchswoche 3	4,38	4,15	0,07	0,1041
Versuchswoche 4	4,31	4,27	0,09	0,8244
Versuchswoche 5	4,55	4,60	0,09	0,7861
Ø Milchfettgehalt	4,39	4,33		

Die Abbildung 11 zeigt den Verlauf des Milchfettgehaltes über die Versuchsdauer. Der Milchfettgehalt der beiden Tiergruppen driftet in den Versuchswochen 2 und 3 doch etwas auseinander, steigt jedoch parallel von Versuchswoche 4 auf Woche 5 an.

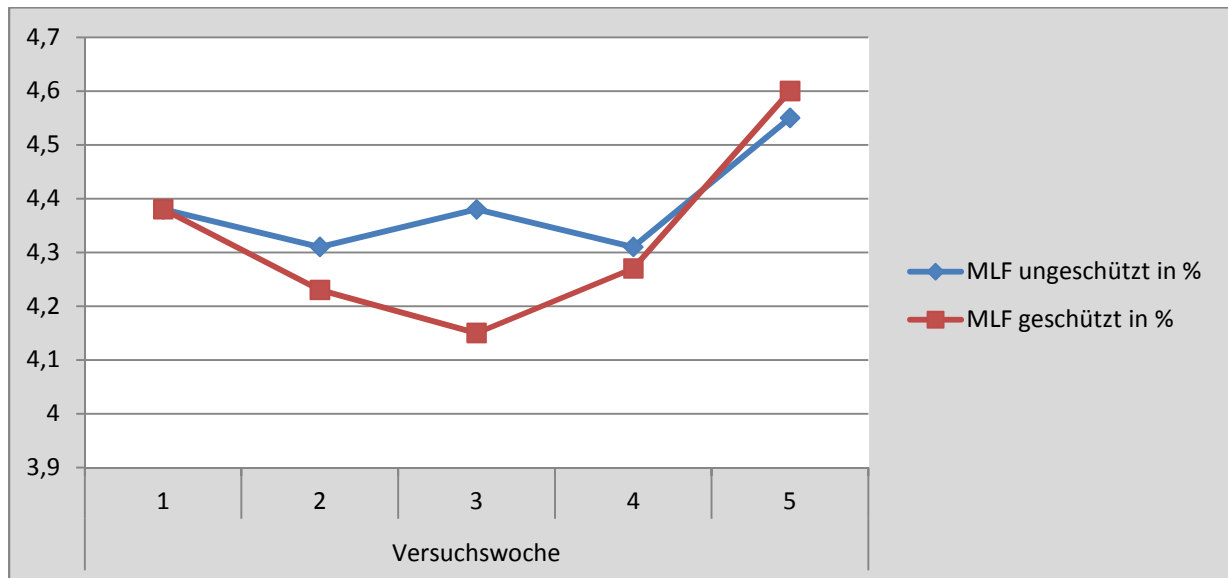


Abbildung 11: Verlauf des Milchfettgehaltes über die gesamte Versuchsperiode

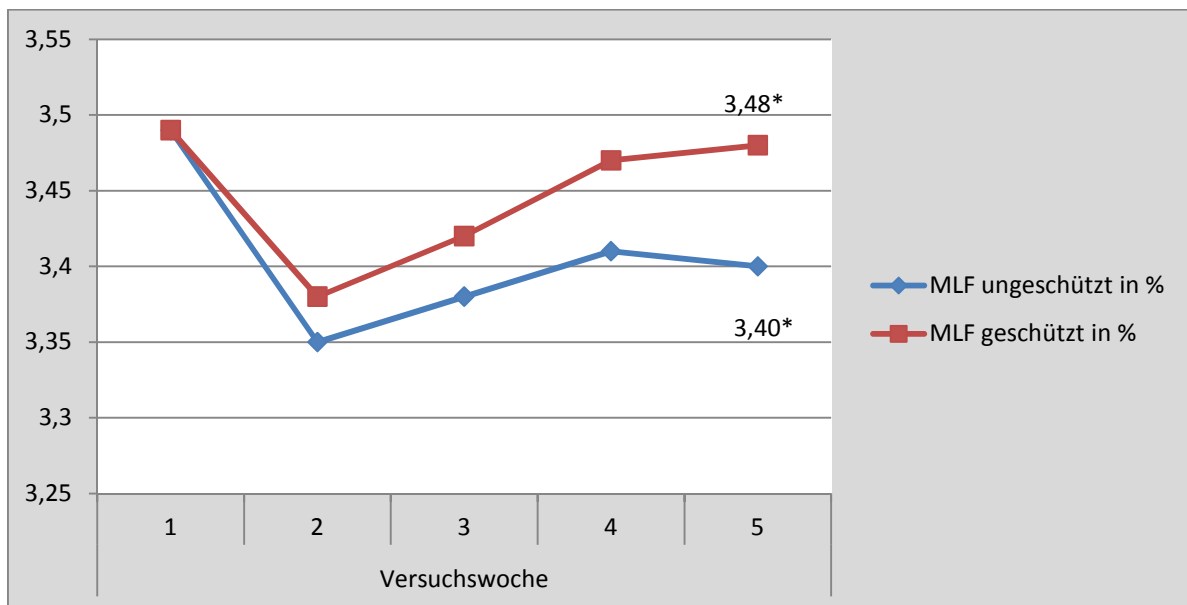
4.6 Milcheiweißgehalt

Die Auswertung des Milcheiweißgehaltes ist in der Tabelle 17 zusammengestellt. In der 5. Versuchswoche produzierten die Tiere der Gruppe MLF geschützt Milch mit einem um 0,08 % höheren Eiweißgehalt als die Gruppe MLF ungeschützt. Mit einem p-Wert von 0,0467 liegt ein signifikanter Unterschied vor. Über den gesamten Versuchszeitraum betrug der Milcheiweißgehalt der Gruppe MLF geschützt um 1,5 % mehr als jener der Gruppe MLF ungeschützt.

Tabelle 17: Milcheiweißgehalt

Milcheiweißgehalt (in %)				
	Rapsextraktionsschrot im Kraftfutter		SEM	p <
	ungeschützt	geschützt		
Versuchswoche 1	3,49	3,49	0,05	1,0000
Versuchswoche 2	3,35	3,38	0,05	0,4534
Versuchswoche 3	3,38	3,42	0,05	0,4143
Versuchswoche 4	3,41	3,47	0,05	0,2806
Versuchswoche 5	3,40	3,48	0,05	0,0467
Ø Milcheiweißgehalt	3,40	3,45		

In Abbildung 12 ist die Entwicklung des Milcheiweißgehaltes beider Tiergruppen dargestellt. Die Abbildung lässt erkennen, dass die Eiweißleistung Gruppe MLF geschützt während der gesamten Versuchsdauer über jener der Gruppe MLF ungeschützt lag.



***= $p < 0,05$: signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsgruppen**

Abbildung 12: Verlauf des Milcheiweißgehalt über die gesamte Versuchsperiode

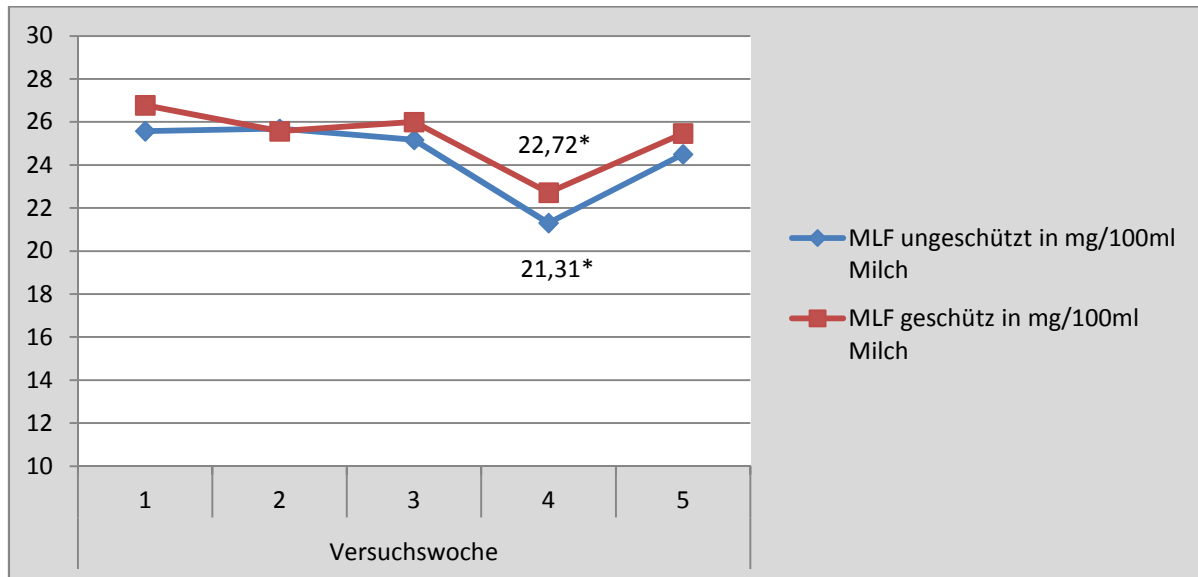
4.7 Milchwarnstoffgehalt

Die Tabelle 18 zeigt die Auswertung des Harnstoffgehalts. In der 4. Versuchswoche zeigte sich ein um 1,41 Punkte und damit tendenziell höherer Milchwarnstoffgehalt der Gruppe MLF geschützt, dies entspricht einem um 7,2% höheren Wert dieser Tiergruppe. Insgesamt lag der Harnstoffgehalt der Gruppe MLF geschützt um 0,31 Punkte bzw. 1,3% höher.

Tabelle 18: Milchwarnstoffgehalt

Harnstoffgehalt (in mg/100ml Milch)				
	Rapsextraktionsschrot im Kraftfutter		SEM	p <
	ungeschützt	geschützt		
Versuchswoche 1	26,18	26,18	0,65	1,0000
Versuchswoche 2	25,91	25,34	0,97	0,7230
Versuchswoche 3	25,73	25,43	0,49	0,7449
Versuchswoche 4	21,31	22,72	0,65	0,0611
Versuchswoche 5	24,49	25,48	0,90	0,5074
Ø Harnstoffgehalt	24,72	25,03		

Die Entwicklung des Milchharnstoffgehaltes beider Tiergruppen ist in Abbildung 13 dargestellt. Die Abbildung lässt nur geringe und keine signifikanten Unterschiede erkennen.



*= $p < 0,10$: tendenzieller Unterschied zwischen den Gruppe

Abbildung 13: Verlauf des Milchharnstoffgehaltes über die gesamte Versuchsperiode

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Milchleistung

Ziel dieser Arbeit war es zu prüfen, ob der Einsatz von einer geschützten Eiweißquelle im Milchleistungsfutter die Milchleistung verändert. Die höhere Versorgung mit nXP durch das Futter mit geschütztem Eiweiß sollte sich in einer gesteigerten Milchleistung niederschlagen.

Als schwieriges Unterfangen stellte sich im Vorfeld dieser Studie die Selektion von Versuchsbetrieben heraus. Um einen ausreichend großen Stichprobenumfang zu erreichen, mussten Betriebe mit entsprechend großer Herde und hoher Leistung ausgesucht werden. Diese Betriebe sind in Österreich dünn gesät. Milchviehbetriebe mit einer eigenen Hochleistungsgruppe, die sich für einen entsprechenden Versuch ausgezeichnet eignen würde, benötigen eine Anzahl von deutlich mehr als 100 Kühen. Solche Herden findet man in Österreich (noch) nicht.

Im Versuch wurde die gemessene Milchmenge mit den Milchinhaltsstoffen ergänzt und als rechnerischer Parameter Energy Corrected Milk (ECM) dargestellt. Die Daten zeigen keine Unterschiede über die gesamte Dauer der Untersuchung zwischen der Gruppe MLF geschützt und der Gruppe MLF ungeschützt. Es konnten allerdings geringe Schwankungen im Laufe des Versuchs beobachtet werden, welche aber zu keinem Zeitpunkt eine Signifikanz aufwiesen. Die Unterschiede sind somit nicht auf das Futter zurückzuführen.

Die Ergebnisse stimmen mit denen von TYMCHUK. ET. AL. (1998) überein. Sie ersetzten in den Versuchsgruppen den im Kraftfutter enthaltenen Rapsschrot allerdings durch geschützte Rapssaate. Insgesamt war die aufgenommene Menge an geschütztem Futter jedoch höher, da die Tiere eine Ration mit 60% Kraftfutter verabreicht bekamen. Das Milchleistungsniveau der Kühe bei TYMCHUK. ET. AL. (1998) war mit 33,3 kg/Tag um einiges höher, sodass bei ihnen eher ein Effekt der geschützten Futtermittel zu erwarten gewesen wäre als in der vorliegenden Studie.

Auch keinen Effekt auf die Milchleistung fanden ALDRICH ET. AL. (1997) in ihrer Studie. Die Forscher ersetzten den in der Ration enthaltenen Rapsschrot in der Kontrollgruppe durch, mit Formaldehyd behandelte Rapssaate. Die Höhe der

Milchleistung lag bei 34,4 kg/Tag der Gruppe MLF ungeschützt und bei 34,6 kg/Tag der Gruppe MLF geschützt.

Die Ergebnisse dieses Versuchs decken sich mit den Ergebnissen von NEVES ET. AL. (2009). Die Rationen in ihrer Untersuchung beinhalteten jeweils 14% ungeschützte oder mit Lignosulfaten geschützte Rapssaat. Dass Neves et. al. (2009) keinen Effekt auf die Milchleistung finden konnten, lag womöglich an der geringen Milchleistung (18,8 kg/Tag bzw. 18,6 kg/Tag) der nur 538 kg schweren HF-Tiere in Brasilien.

Einen Versuch mit einem ähnlichen Milchleistungsniveau (28,7kg/Tag bzw. 29,5 kg/Tag) führten LUNDQUIST ET. AL. (1986) durch. Der Kontroll- und Versuchsgruppe fütterten sie eine Ration mit 15,5% Rohprotein mit je einem Krafftfutteranteil von 60%. In der Versuchsgruppe wurde der ungeschützte Sojaschrot durch mit Formaldehyd behandelten Sojaschrot ersetzt. LUNDQUIST ET. AL. (1986) fanden keine signifikanten Unterschiede bei dem Parameter Milchleistung oder Futteraufnahme. Die Forscher beobachteten allerdings eine tendenziell höhere Persistenz der Tiere mit behandeltem Futter. Der Peak lag allerdings auf gleichem Niveau.

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Arbeiten waren bei WRIGHT ET. AL. (2005) die Tiergruppen, denen geschützter Rapsschrot verabreicht wurden der Kontrollgruppe in puncto Milchleistung überlegen (34,8 kg/Tag vs. 35,3 kg/Tag bzw. 36,6 kg/Tag). Die Forscher setzten eine Ration mit 50% Krafftfutteranteil, welche 17,3% Rohprotein enthielt, ein. Der Rapsschrotanteil betrug allerdings 20%. Der konventionelle Rapsschrot wurde in den beiden Versuchsgruppen durch Hitze-behandelten Rapsschrot bzw. durch Hitze und Lignosulfaten-behandelten Rapsschrot ersetzt. In der hier vorliegenden Arbeit enthielt das Milchleistungsfutter 25% Rapsschrot. Die aufgrund der mäßigen Milchleistungen zugeteilten Mengen an Milchleistungsfutter waren vermutlich zu gering um eine Wirkung auf die Milchleistung hervorzurufen. Die Ergebnisse sprechen für die Theorie von KIRCHGESSNER et al. (2008), insbesondere die steigende Bedeutung von höherem UDP bei Milchleistungen von 35 bis 40 kg/Tag.

JONES ET. AL. (2001) bestätigt die Vermutung, dass Kühe mit mehreren Laktationen erst bei höheren Leistungen einen Effekt als Antwort auf den Einsatz von geschützten Eiweißfuttermitteln zeigen. Die Tiere leisteten 26,8 bzw. 27,1 kg Milch/Tag. Die eingesetzte Menge des Rapskuchens betrug allerdings nur 11% und

mit 15,7 bzw. 15,9% lag der Rohproteingehalt ebenfalls niedrig. Die Forscher bemerkten, dass Erstlingskühe sehr wohl auf das durch Hitzebehandlung geschützte Futtermittel mit einer Mehrleistung reagieren ($p=0,04$).

Zusammenfassend reihen sich die Ergebnisse dieser Arbeit in Untersuchungen anderer Autoren wie LUNDQUIST ET. AL. (1986), ALDRICH ET. AL. (1997), TYMCHUK. ET. AL. (1998) ein. Das Ausbleiben einer Milchleistungssteigerung könnte auf die mäßige Milchleistung und die dadurch ausbleibende, hohe Aufnahme von geschütztem Rapsschrot in Form von Milchleistungsfutter zurückzuführen sein.

5.2 Diskussion der Milchinhaltsstoffe

In Milchviehherden mit hohen Leistungen kann oftmals ein sehr geringer Eiweißgehalt beobachtet werden. Diese Tatsache lässt auf einen Energiemangel schließen, spricht aber auch für eine mangelnde Versorgung mit nXP. In dieser Arbeit war es Ziel zu prüfen ob sich die Milchinhaltsstoffe durch den Einsatz von Milchleistungsfutter, ausgestattet mit pansengeschütztem Rapsextraktionsschrot, beeinflussen lassen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass es nur zu einem Zeitpunkt des Versuches einen signifikanten bzw. tendenziellen Unterschied in den Milchinhaltsstoffen, Milchfettgehalt, Milcheiweißgehalt und Milchwasserstoffgehalt der beiden Vergleichsgruppen gab. Auffallend war zudem der unterschiedliche Verlauf des Milchfettgehaltes im Rahmen der Versuchsdauer. Die Vergleichsgruppen starteten bei gleichem Niveau (4,38 bzw. 4,38%), die Gruppe MLF geschützt fiel danach etwas ab (4,38 bzw. 4,15%) und stieg zum Ende stärker als die Gruppe MLF ungeschützt (4,55 bzw. 4,60%).

In der Literatur findet man dazu sehr unterschiedliche Ergebnisse. So konnten einige Forscher keine Veränderung der Milchinhaltsstoffe nachweisen (WRIGHT ET. AL., 2005; LUNDQUIST ET. AL., 1986; TYMCHUK ET. AL., 1998; NEVES ET. AL., 2009). TYMCHUK ET. AL. (1998) ersetzte den Rapsschrot durch hitze- und formaldehydbehandelte Rapssaaten im Kraftfutter, welches 60% der Ration betrug. Formaldehyd findet ebenfalls Anwendung in der Studie von LUNDQUIST ET. AL. (1986), allerdings mit

Sojaschrot als Eiweißfuttermittel. Der Kraftfutteranteil in der Ration betrug 60% und somit auf gleichem Niveau mit TYMCHUK ET. AL. (1998). Der Eiweißgehalt lag mit 15,5% auf ähnlich hoch wie bei JONES ET. AL. (2001) (15,7% bzw. 15,9%). JONES ET. AL. (2001) verwendeten als Eiweißfuttermittel Rapssaat – geschützt durch Lignosulfaten – mit 14% in der Ration. WRIGHT ET. AL. (2005) fanden trotz des hohen Anteils von geschütztem Rapsschrot in der Ration (20%) keinen Effekt auf die Milchinhaltsstoffe. NEVES ET. AL. (2009) hingegen ersetzte den konventionellen Rapsschrot durch – mit Lignosulfaten präparierter – Rapssaat im Ausmaß von 14% der Gesamtration.

Das Milchleistungsniveau lag bei WRIGHT ET. AL. (2005) und TYMCHUK ET. AL. (1998) bei 35 kg/Tag, bei LUNDQUIST ET. AL. (1986) und NEVES ET. AL. (2009) deutlich unter 30 kg/Tag. KHORASANI ET. AL. (1991) konnte zwar keine Änderung des Milchfettgehaltes beobachten, wiesen aber auf eine deutliche Verschiebung des Fettsäurenmuster zu längerkettigen Fettsäuren hin. Auch JONES ET. AL. (2001) bestätigte eine Abnahme der kurz- und mittelkettigen Fettsäuren. Die Forscher bewiesen zudem eine Abnahme des Milchfettgehaltes, wobei der Rückgang eher auf den hohen Fettgehalt des Rapsschrots zurückgeführt wird als auf die Hitzebehandlung des Futtermittels. Den Rapsschrot reicherten die Forscher mit 1,6% Talg an um den gleichen Fettgehalt zu erlangen wie der Presskuchen. Die Talgsupplementierung bedingt einen tendenziell höheren Milchfettgehalt als der Presskuchen, allerdings nur bei Erstlingskühen. Eine Erklärung für den niedrigeren Fettgehalt könnte ein unzureichender Schutz des Presskuchens vor mikrobiellen Abbau im Pansen sein. Im Gegensatz zu TYMCHUK ET. AL. (1998) konnten ASHES ET. AL. (1992) die Erhöhung vom Milchfett durch den Einsatz von Aldehyd behandelter Rapssaat beweisen. Allerdings wurde das im Rapsschrot enthaltene Fett eingekapselt, das somit vor Lipolyse im Pansen geschützt war und im Intestinaltrakt zur Verfügung stand. Ebenfalls eine Erhöhung des Fettgehalts beobachteten ALDRICH ET. AL. (1997) bei mit Wasserstoffperoxid behandelter Rapssaat. Damit sprechen die Ergebnisse von ASHES ET. AL. (1992) und ALDRICH ET. AL. (1997) für die Theorie, dass durch das Behandeln von Ölsaaten auch das darin enthalten Fett vor Abbau im Pansen geschützt wird und somit zur Umsetzung im Dünndarm zur Verfügung steht.

Nominell gesehen lag der Eiweißgehalt der Gruppe MLF geschützt 0,05%-Punkte über jenen der Gruppe MLF ungeschützt (3,40 bzw. 3,45%). Der Eiweißgehalt beider Vergleichsgruppen blieb im Verlauf des Versuchs konstant, auch der Abstand beider Gruppen zueinander pendelte nur geringfügig und verharrte bei etwa 0,15%-Punkten. Eine Signifikanz in den Differenzen der Vergleichsgruppen wurde allerdings in der 5. Versuchswochen beobachtet (3,40 vs. 3,48; $p=0,467$). ALDRICH ET. AL. (1997) beschreiben einen geringeren Milcheiweißgehalt bei Einsatz von geschützter Rapssaat. Diese Ergebnisse werden von KHORASANI ET. AL. (1991) bestätigt, stehen aber im Gegensatz zu ASHES ET. AL. (1992), LUNDQUIST ET. AL. (1986), NEVES ET. AL. (2009) und TYMCHUK ET. AL. (1998), die keinen Unterschied in der Höhe des Eiweißgehaltes der Milch beobachten. Der Rückgang des Milchproteingehaltes könnte die Folge von einer Umleitung der Energie in Richtung Milchmenge sein. KHORASANI ET. AL. (1991) beobachteten bei steigendem Anteil von gerösteter Rapssaat in der Versuchsration eine lineare Verringerung des Milcheiweißes. Gründe dafür könnte eine reduzierte Verfügbarkeit von Glucose, verringerte Propionsäurekonzentration im Pansen und ein geringerer Plasma- Insulin-Gehalt sein. Hier besteht noch Forschungsbedarf um die genaueren Umstände aufzuklären. Ein gegensätzliches Ergebnis publizierte JONES ET. AL. (2001). In ihrer Untersuchung konnte ein gesteigerter Milcheiweißertrag beim Einsatz von Rapskuchen, der durch Hitzebehandlung vor ruminalem Abbau geschützt wurde, bewiesen werden. Ein signifikanter Unterschied bestand allerdings nur bei erstlaktierenden Kühen und nicht bei Tieren in höheren Laktationen. Diese Tatsache konnte auch in der vorliegenden Studie bestätigt werden. Den Milcheiweißgehalt beeinflusste der hitzebehandelter Rapskuchen nicht. Das Ergebnis unterstreicht, dass Erstlingskühe mehr von UDP-Supplementierungen profitieren als ältere Kühe.

Die Gruppe MLF geschützt zeigte mit 25,03 mg/100 ml Milch den etwas höheren Milchharnstoffgehalt als die Gruppe MLF ungeschützt 24,72 mg/100 ml Milch. Über den Versuchsverlauf gesehen nimmt der Harnstoffgehalt bis zur 4. Versuchswochen ab (21,31 bzw. 22,72) und endet in der 5. Woche mit dem im Durchschnitt errechnet Niveau (24,49 bzw. 25,48). Der Unterschied der Versuchsgruppen im Beobachtungszeitraum zueinander verlief ziemlich genau parallel. Es bestand zu keinem Zeitpunkt ein signifikanter Unterschied.

Signifikant niedriger war bei WRIGHT ET. AL. (2005) der Harnstoffgehalt in der Milch. Dieser Umstand spricht den Forschern nach für einen ausreichenden Schutz vor ruminalen Abbau des Proteins und findet in der Erhöhung der Milchleistung an Ausdruck. Eine positive Korrelation zwischen Rohproteingehalt des Futters und Milchwarnstoffgehalt fanden LUNDQUIST ET. AL. (1986). Der höhere Milchwarnstoffgehalt der Tiere und die Tatsache, dass die Milchleistung nicht stieg ist Indiz dafür, dass der Proteinbedarf bereits gedeckt war. Das könnte Grund für den gleichen bzw. den tendenziell höheren Milchwarnstoffgehalt der Gruppe MLF geschützt in der vorliegenden Arbeit sein.

Der Einsatz von Milchleistungsfutter – ausgestattet mit pansengeschütztem Rapsextraktionsschrot – brachte einige Effekte auf die Milchinhaltsstoffe bei Tieren mit mittlerer Leistung von 25 bis 30 kg/Milch am Tag mit sich. Der Milcheiweißgehalt der Gruppe MLF geschützt konnte durch die Supplementierung von geschütztem Rapsschrot in der 5. Versuchswoche signifikant erhöht werden. Das bestätigt die vermutete zu geringe Eiweißversorgung der Tiere zu Laktationsbeginn. Dagegen spricht allerdings der tendenziell höhere Milchwarnstoffgehalt der Gruppe MLF geschützt in der 4. Versuchswoche. Das kann als Indiz für eine bereits ausreichende Proteinversorgung zu diesem Zeitpunkt gewertet werden.

6 Schlussfolgerung

Grundsätzlich scheint der Einsatz geschützter Proteinträger, in Form von geschütztem Rapsschrot, bei der Fütterung von Hochleistungskühen (Milchleistung von ca. 35 kg und darüber) positive Effekte auf die Milchleistung und Milchinhaltsstoffe zu bewirken.

Eine besondere Stellung scheinen erstlaktierende Tiere einzunehmen. Diese zeigen Effekte schon bei geringerer Milchleistung. Grund dafür könnte das niedrigere TM-Aufnahmevermögen sein. Die erstlaktierenden Kühe nehmen dadurch weniger Energie auf und gelangen bereits bei mäßigen Milchleistungen an die Grenzen der Energieversorgung.

Im Bereich mittlerer Milchleistungen von 25 – 30 kg/Tag, in dem sich die beiden Milchviehherden der Versuchsbetriebe befanden, zeigt die Zugabe von geschützten Protein in dieser Studie keinen Einfluss auf die Milchleistung. Die supplementierten Mengen an geschütztem Rapsschrot und die Milchleistung waren vermutlich zu gering um eine Reaktion auszulösen.

Interessante Ergebnisse konnten jedoch bei den Milchinhaltsstoffen beobachtet werden. So zeigten der Milcheiweiß- und Milchharnstoffgehalt kontroverse Ergebnisse. Der Einsatz von geschütztem Rapsschrot bringt eindeutig eine Erhöhung des Milcheiweißgehaltes mit sich – vorausgesetzt die Tiere haben einen entsprechenden Bedarf und können die gesteigerte nXP-Menge verwerten. Der tendenziell höhere Milchharnstoffgehalt der Gruppe MLF geschützt lässt hingegen auf eine erhöhte Desaminierung und damit auf eine mehr als ausreichende Proteinversorgung zu diesem Zeitpunkt schließen. Der Milchfettgehalt lässt sich durch den Einsatz von geschütztem Rapsschrot nicht beeinflussen.

7 Zusammenfassung

In dieser experimentellen Arbeit war es das Ziel zu prüfen, ob Hochleistungskühe, deren Milchleistungsfutter mit einer geschützten Eiweißquelle ausgestattet ist, eine höhere energiekorrigierte Milchleistung erzielen und inwiefern die Parameter Fett-, Eiweiß-, und Harnstoffgehalt davon beeinflusst werden.

Der Versuch fand auf zwei Praxisbetrieben gleichzeitig statt und umfasste je Betrieb zwei Tiergruppen zu je 8 bzw. 10 Kühen in der ersten Laktationshälfte und dauerte 5 Wochen lang. Unter den Tieren befanden sich erstlaktierende, als auch Kühe mit mehreren Laktationen. Die Versuchsration der Milchkühe bestand aus Grassilage, Maissilage, Ausgleichsfutter, Mineralien und Salz. Im Milchleistungsfutter der Gruppe MLF geschützt wurde der herkömmliche Rapsextraktionsschrot durch geschützten Rapsextraktionsschrot ausgetauscht. Die Grundration nahmen die Tiere ad libitum am Trog auf. Das Milchleistungsfutter verabreichten individuell je nach Milchleistung Futterautomaten.

Beim Parameter energiekorrigierte Milchleistung konnten zwischen den Gruppen keine statistisch abgesicherten Unterschiede festgestellt werden. Das Niveau der energiekorrigierten Milchleistung war mit 29,63 kg der Gruppe MLF ungeschützt und mit 29,84 kg der Gruppe MLF geschützt beinahe völlig identisch. Der Milchfettgehalt unterschied sich mit 4,39% bzw. 4,33% ebenfalls nicht. Die Höhe des Milcheiweißgehaltes mit 3,45% der Gruppe MLF geschützt lag um 1,5% über jenem der Gruppe MLF ungeschützt mit 3,40%. Der Unterschied war jedoch nur zu einem Zeitpunkt signifikant. Es konnten auch keine Unterschiede beim Harnstoffgehalt gefunden werden. Der Wert der Gruppe MLF geschützt lag mit 25,03 mg/100ml Milch wiederum nur geringfügig über dem der Gruppe MLF ungeschützt mit 24,72 mg/100ml. Abgesehen vom Milcheiweißgehalt, konnten in keinem Parameter signifikante Unterschiede nachgewiesen werden. Der Einsatz von geschütztem Rapsschrot erhöht den Milcheiweißgehalt, brachte ansonsten aber keinen zusätzlichen Nutzen bei den geprüften Herden.

8 Abstract

The aim of the present study was to examine the effect of a protected protein source in high-yielding dairy cows on energy-corrected milk yield (ECM) and on the parameters milk fat, milk protein and milk urea content.

The study took place simultaneously on two farms for 5 weeks. It included two experimental groups of animals per farm, with 8 or 10 cows in their first lactation period and cows with multiple lactations. The trial ration of the dairy cows consisted of grass silage, corn silage, complementary feed, minerals and salt. The conventional rapeseed meal was replaced in the dairy feed of the experimental group by protected rapeseed meal. The basic ration could be taken by the animals *ad libitum* at the feeder. The dairy feed was individually given to the cows by automatic feeders, adjusted by their individual milk yield.

No statistically significant differences were found between the groups for the parameter energy-corrected milk yield. The level of energy-corrected milk was 29.63 kg within the control group and 29.84 kg within the experimental group and was therefore almost completely identical. Additionally the milk fat content did not differ both treatments. The milk protein content of 3.45% in the experimental group was 1.5% higher than in the control group (3.40%), however the difference was only significant at a time (week 5). Also for the urea level no differences were found. For the experimental group, the content reached 25.03 mg/100ml milk with only a slightly lower level for the control group (24.72 mg/100ml). Apart from the milk protein content, no significant differences could be detected in any parameters. The use of protected rapeseed meal increases the milk protein content, but otherwise brought no added value within the tested herds.

9 Literaturverzeichnis

Agrana. (2011). *Actiprot - Eiweißfuttermittel aus Österreich.*
http://www.actiprot.at/downloads/ActiProt_Folder.pdf (31.05.2011).

Aldrich, C. G., Merchen, N. R., Drackley, J. K., Fahey Jr., G. C., & Berger, L. L. (1997). *The Effects of Chemical Treatment of Whole Canola Seed on Intake, Nutrient Digestibilities, Milk Production, and Milk Fatty Acids of Holstein Cows.* Journal of Animal Science 75, 512-521.

Ashes, J. R., Vincent Welch, P. S., Gulati, S. K., Scott, T. W., & Brown, G. H. (1992). *Manipulation of the Fatty Acid Composition of Milk by Feeding Protected Canola Seeds.* Journal of Dairy Science 75, 1090-1096.

Dakowski, P., Weisbjerg, M. R., & Hvelplund, T. (1996). *The effect of temperature during processing of rape seed meal on amino acid degradation in the rumen and digestion in the intestine.* Animal Feed Science and Technology 58, 213-226.

Eßl, A. (1987). *Statistische Methoden in der Tierproduktion, eine anwendungsorientierte Einführung.* Wien: Österreichischer Agrarverlag.

Faldet, M. A., Son, Y. S., & Satter, L. D. (1992). *Chemical, In Vitro, and In Vivo Evaluation of Soybeans Heat-Treated By Various Processing Methods.* Journal of Dairy Science 75, 789-795.

GfE. (2001). *Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder.* Frankfurt/Main: DLG-Verlag, 33-56.

Häring, D. A. (2007). *Determinants of tannin concentrations in forage plants. Agronomic potential of tanniferous forage plants.* Dissertation, ETH Zürich.

Jeroch, H., Drochner, W., & Simon, O. (2008). *Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere - 2. Auflage.* Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag KG.

Jones, R. A., Mustafa, A. F., Christensen, D. A., & McKinnon, J. J. (2001). *Effects of untreated an heat-treated canola presscake on milk yield and composition of dairy cows.* Animal Feed Science and Technology.

Khorasani, G. R., Robinson, P. H., & Kennelly, J. J. (1989). *Effect of Chemical Treatment on In Vitro and In Situ Degradation of Canola Meal Crude Protein.* Journal of Dairy Science 72, 2074-2080.

Kirchgessner, M., Roth, F. X., Schwarz, F. J., & Stangl, G. I. (2008). *Tierernährung - Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis - 12. Auflage.* Frankfurt am Main: DLG-Verlags GmbH.

Ledl, F., & Schleicher, E. (1990). *Die Maillard-Reaktion in Lebensmitteln und im menschlichen Körper – neue Ergebnisse zu Chemie, Biochemie und Medizin.* Angewandte Chemie 102, 597-626.

LKV. (2010). *Milchleistungskontrolle.* http://www.lkv.at/fileadmin/PDF_s/mlk.pdf (27.07.2011).

Lundquist, R. G., Oterby, D. E., & Linn, J. G. (1986). *Influence of Formaldehyde-Treated Soybean Meal on Milk Production.* Journal of Dairy Science 69, 1337-1345.

McAllister, T. A., Cheng, K., Beauchemin, K. A., Bailey, D. R., Pickard, M. D., & Gilbert, R. P. (1993). *Use of lignosulfonate to decrease the rumen degradability of canola meal protein.* Canadian Journal of Animal Science.

McKinnon, J. J., Olubobokun, J. A., Christensen, D. A., & Cohen, R. D. (1991). *The influence of heat and chemical treatment on ruminal disappearance of canola meal.* Canadian Journal of Animal Science 71, 773-780.

McMahon, L. R., McAllister, T. A., Berg, B., Majak, W., Acharya, S. N., Popp, J. D., et al. (2000). *A review of the effect of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle.* Canadian Journal of Plant Science 80, 469-485.

Menterola, H. B., Cerda, D. A., & Mira, J. J. (2001). *Protein degradability of soybean meal coated with different lipid substances and its effects on ruminal parameters when included in steer rations.* Animal Feed Science and Technology 92, 249-257.

Mir, Z., Macleod, G. K., Buchanan-Smith, J. G., Grieve, D. G., & Grovum, W. L. (1991). *Methods for protecting soybean and canola proteins from degradation in the Rumen.* Canadian Journal of Animal Science 64, 853-865.

Neves, C. A., dos Santos, W. B., Santos, G. T., da Silva, D. C., Jobim, C. C., Santos, F. S., et al. (2009). *Production performance and milk composition of dairy*

cows fed extruded canola seeds treated with or without lignosulfate. Animal Feed Science and Technology 154, 83-92.

Orskov, E. R. (1986). *Protein Nutrition in Ruminants - Second Edition*. London: Academic Press Limited.

Plegge, S. D., Berger, L. L., & Fahey Jr., G. C. (1985). *Effect of Roasting Temperature on the Proportion of Soybean Meal Nitrogen Escaping Degradation in the Rumen*. *Journal of Animal Science* 61, 1211-1218.

Schmidt, S. P., Benevenga, N. J., & Jorgensen, N. A. (1974). *Effect of Formaldehyde Treatment of Soybean Meal on the Performance of Growing Steers and Lambs*. *Journal of Animal Science* 38, 646-653.

Sharma, H. R., & Ingalls, J. R. (1974). *Effects of treating Rapeseed meal and Casein with Formaldehyde on apparant digestibility and amino acid composition aof rumen digesta and bacteria*. *Canadien Journal of Animal Science* 54, 157-167.

Smith, S. I., & Boling, J. A. (1984). *Lipid Coating as a Mode of Protecting Free Methionine from Ruminal Degradation*. *Journal of Animal Science* 58, 187-193.

Spiekers, H., & Potthast, V. (2004). *Erfolgreiche Milchviehfütterung*. Frankfurt am Main: DLG-Verlags GmbH.

Steinhöfel, O., Krieg, D., Hanschmann, G., Mietke, H., Richardt, W., & Hoffmann, M. (2008). *Untersuchung und Bewertung von Futtermitteln für Wiederkäuer - Eine gemeinsame Empfehlung des Landesarbeitskreises „Futter und Fütterung im Freistaat Sachsen“ 3., überarbeitete Auflage 2008. (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Hrsg.)*

Tiefenthaller, F. (2008). *Einsatz von heimischen Eiweißfuttermitteln in der Milchviehfütterung.* Raumberg-Gumpenstein: Tagung zur tierärztlichen Bestandesbetreuung.

Tymchuk, S. M., Khorasani, G. R., & Kennelly, J. J. (1998). *Effect of feeding formaldehyde- and heat-treated oil seed on milk yield and milk composition.* Canadian Journal of Animal Science 78, 693-700.

Vicini, J. L., Clark, J. H., & Crooker, B. A. (1983). *Effectiveness of Acetic Acid and Formaldehyde for Preventing Protein Degradation in the Rumen.* Journal of Dairy Science 66, 350-354.

Wachira, J. D., Satter, L. D., Brooke, G. P., & Pope, A. L. (1974). *Evaluation of Formaldehyde-Treated Protein for Growing Lambs and Lactating Cows.* Journal of Animal Science 39, 796-807.

Wiedner, G., & Tiefenthaller, F. (2007). *Sonderfuttermittel für Milchkühe.* Graz: Der fortschrittliche Landwirt; Sonderbeilage.

Wright, C. F., von Keyserlingk, M. A., Swift, M. L., Fischer, L. J., Shelford, J. A., & 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, 238-245.

Wulf, M., & Südekum, K.-H. (2005). *Effects of chemically treated soybeans and expeller rapeseed meal on in vivo and in situ crude fat and crude protein disappearance from the rumen.* Animal Feed Science and Technology 118, 215-227.

Yoshimaru, T., Shibata, M., Fukugomori, T., & Matsumoto, K. (1999). *Preparation and Characteristics of Rumen-Bypass Microcapsules for Improvement of Productivity in Ruminants*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47, 554-557.