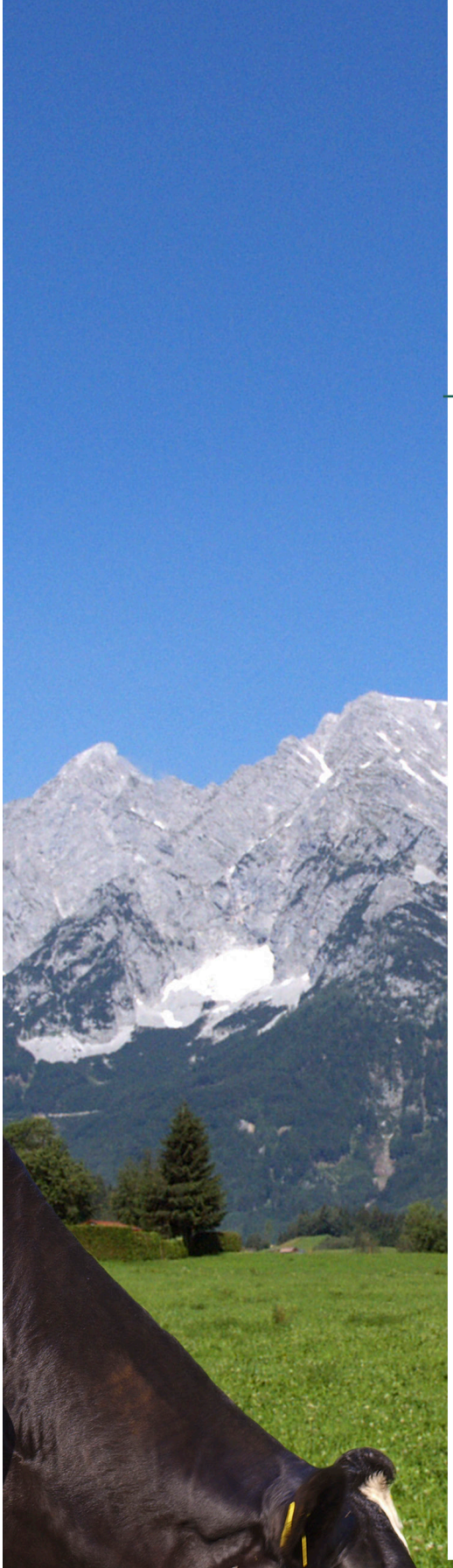

MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH
HBLFA RAUMBERG - GUMPENSTEIN
LANDWIRTSCHAFT

Abschlussbericht
WT Halbtagsweide

Projekt Nr. 3567

Futteraufnahme und Milchleistung von Milchkühen in Stallhaltung bzw. auf Halbtagsweide mit dem Ziel der Einsparung von Proteinkraftfutter

Feed intake and milk production of dairy cows fed indoor and alternatively half a day on pasture considerung the possible reduction of protein concentrates

Projektleitung:
Johann Häusler, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:
PD Dr. Andreas Steinwidder, Daniel Eingang, Johannes Wildling,
Ing. Reinhard Resch, Barbara Steiner, Ing. Josef Kaufmann,
Ing. Markus Gallnböck, ECBHM Dr. Johann Gasteiner,
Dr. Margit Velik, Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber
HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Projektpartner:
Ao.Univ.Prof. Dr. Wilhelm Knaus, DI Katja Bachler
Universität für Bodenkultur Wien

Projektlaufzeit:
2010 – 2014

raumberg-gumpenstein.at

Futteraufnahme und Milchleistung von Milchkühen in Stallhaltung bzw. auf Halbtagsweide mit dem Ziel der Einsparung von Proteinkraftfutter

Feed intake and milk production of dairy cows fed indoor and alternatively half a day on pasture considerung the possible reduction of protein concentrates

Johann Häusler[1*], Andreas Steinwidder[2], Daniel Eingang[1], Johannes Wildling[1], Reinhard Resch[3], Barbara Steiner[4], Josef Kaufmann[4], Markus Gallnböck[2], Johann Gasteiner[5], Margit Velik[1], Leonhard Gruber[1], Wilhelm Knaus[6] und Katja Bachler[6]

Zusammenfassung

Im Jahr 2010 (März - Oktober) stand in Rahmen einer wissenschaftlichen Tätigkeit (WT) an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein die Haltung von Milchkühen auf einer Stunden- (Halbtags-) weide im Mittelpunkt. 16 Milchkühe (Holstein Friesian und Fleckvieh) wurden gleichmäßig auf zwei Gruppen verteilt. Eine dieser beiden Gruppen (Stallgruppe) wurde über den gesamten Versuchszeitraum im Stall gehalten und die andere (Weidegruppe) erhielt nach dem morgendlichen Melken für 6 Stunden Zugang auf eine (Kurzrasen-) Weide. Untersucht wurden die Auswirkungen der Weidehaltung auf Futteraufnahme und Nährstoffversorgung, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe, Zellzahl und Milchfettsäurenmuster. Auch der Aspekt einer möglichen (Protein-) Kraftfuttereinsparung wurde in die Untersuchung mit einbezogen. Die Auswertung der Versuchsdaten erfolgte im Rahmen einer Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur (BACHLER, 2015).

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass sich die beiden Versuchsgruppen in ihrer Gesamtfutteraufnahme mit durchschnittlich 17 kg Trockenmasse (TM) pro Tag nicht voneinander unterschieden, dass aber in der Weidegruppe durch die Aufnahme des nährstoffreicheren Weidefutters (durchschnittlich 7,5 kg TM/Tag) eine bessere Energie- und Proteinversorgung erreicht werden konnte. Dies führte zu einer zweiten Laktationsspitze kurz nach Weideaustrieb (1. Versuchswoche: Weidegruppe: ca. 30 kg Milch/Tag, Stallgruppe: ca. 27 kg Milch/Tag) sowie zu einer besseren Persistenz (Weideende: Weidegruppe: ca. 20 kg Milch/Tag, Stallgruppe: ca. 12 kg Milch/Tag) und damit zu einer signifikant höheren Milchleistung der Weidegruppe (Weidegruppe 3.756 kg ECM (= energiekorrigierte Milch), Stallgruppe 2.975 kg ECM) im Versuchszeitraum. Der Fettgehalt der Milch zeigte keine Unterschiede (Weide: 4,08 %, Stall: 4,10 %). Im Gegensatz dazu waren die Protein- (3,19 % bzw.

Summary

In 2010 (March – October), the Research and Education Centre Raumberg-Gumpenstein in Austria carried out a research on dairy cows, which were held half a day in pasture. The study was conducted with 16 dairy cows (Holstein Friesian and dual-purpose Simmental dairy cows), which were evenly divided into two groups. While the first group was kept in the stable the entire time, the second group (grazing group) had access to a continuous grazing pasture for six hours after the morning milking. The main focus of this study was on the influence of a few hours of pasturing on the parameters feed intake, nutrient supply, milk yield, milk composition and somatic cell count as well as on the fatty acids profile of the milk. A further subject of investigation was the potential of reducing (protein) concentrates. A master's thesis at the University of Natural Resources and Life Sciences (BACHLER, 2015) provided the basic data for this study.

The study showed no differences in total feed intake (on average 17 kg of dry matter (DM) per day), but the grazing group benefited from a better energy and protein supply because the pasture forage contains more nutrients, which led to a second peak of lactation (1st week of experiment: grazing group approximately 30 kg milk and barn group approximately 27 kg milk per day), a better persistence (last week of experiment: grazing group approximately 20 kg and barn group approximately 12 kg milk per day) and eventually to a significantly higher milk yield in the grazing group (grazing group 3,756 kg ECM (= energy corrected milk) and barn group 2,975 kg ECM) in the course of the experiment. While the results did not show any difference in the milk fat contents (grazing group 4.08 % and barn group 4.10 %), the contents of milk protein (3.19 % and 2.94 % respectively) and milk urea (32.2 mg/100 ml and 18.5 mg/100 ml respectively) were significantly higher in the grazing group. The results between the two groups also showed

[1] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, A-8952 Irdning-Donnersbachtal
[2] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning-Donnersbachtal
[3] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, A-8952 Irdning-Donnersbachtal
[4] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Analytische Chemie, A-8952 Irdning-Donnersbachtal
[5] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tierhaltung und Tiergesundheit, A-8952 Irdning-Donnersbachtal
[6] Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien
[*] Ansprechpartner: Johann Häusler, email: johann.haeusler@raumberg-gumpenstein.at

2,94 %) und Harnstoffgehalte (32,2 mg/100 ml bzw. 18,5 mg/100 ml) in der Weidegruppe signifikant höher, während sich die Zellzahlen nicht signifikant voneinander unterschieden. Signifikante Auswirkungen des Weidegrases konnten beim Milchfettsäurenmuster beobachtet werden. Das Verhältnis von gesättigten zu ungesättigten Fettsäuren (Weidegruppe: 73:27, Stallgruppe: 78:22), sowie die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren (Weidegruppe: 1,13 g/100 g FS, Stallgruppe: 0,94 g/100 g FS) und konjugierten Linolsäuren (Weidegruppe: 0,79 g/100 g FS, Stallgruppe: 0,55 g/100 g FS) wurden durch das junge Weidefutter positiv beeinflusst.

Trotz der besseren Nährstoffversorgung war die tägliche Lebendmasseveränderung in der Hauptversuchsperiode in der Weidegruppe (-484 g/Tag) signifikant höher als in der Stallgruppe (-383 g/Tag). Besonders in den Umstellungsphasen (zu Beginn des Vorversuches und zu Weidebeginn) waren hohe Lebendmasseabnahmen zu erkennen.

Aufgrund der höheren Milchleistung der Weidegruppe wurde im Verlauf der Weidezeit – trotz höher angenommener Grundfutterleistung – in der Weidegruppe mehr Energiekraftfutter (EKF) verbraucht als in der Stallgruppe (Weidegruppe: 434 kg TM/Tier, Stallgruppe: 314 kg TM/Tier). Im KF-Aufwand je kg ECM zeigte sich jedoch kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen (Weidegruppe: 134 g FM, Stallgruppe: 135 g FM). Auf Proteinkraftfutter wurde in der Weidegruppe verzichtet, weshalb im Vergleich zur Stallgruppe 59 kg TM Proteinkraftfutter pro Tier eingespart werden konnte. Auch in den Effizienzparametern (Milch-, Futterkonvertierungs- und Energiekonvertierungseffizienz) schnitt die Weidegruppe besser ab als die Stallgruppe. Zudem konnte in der Weidegruppe eine um ca. 29 % höhere Grundfutterleistung erreicht werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen, dass der Einbau von Weidefutter in die Ration Vorteile bringt und großes Potenzial hat. Stunden- oder Halbtagsweiden können auch als Kurzrasenweide geführt werden und sind eine gute Alternative zur ganzjährigen Stallhaltung. Das System eignet sich auch als Einstieg in die Weidehaltung. Dabei muss – bei angepasstem Kraftfuttereinsatz – nicht auf hohe Einzeltierleistungen verzichtet werden. Das junge, nährstoffreiche Weidefutter führt zu einer höheren Grundfutterleistung, wodurch sich bei gleicher Kraftfuttermenge die Milchleistung erhöht oder bei gleicher Milchleistung Kraftfutter, vor allem teures Proteinkraftfutter, eingespart werden kann.

Die ausführlichen Ergebnisse dieser WT können der folgenden Masterarbeit entnommen werden.

Schlagwörter: Halbtagsweide, Kurzrasenweide, Milchleistung, Effizienzparameter, Kraftfuttereinsatz

no significant differences in the somatic cell count, but the intake of pasture forage showed positive effects on the pattern of milk fatty acids. The young pasture forage positively influenced the proportion of saturated and unsaturated fatty acids (grazing group 73:27 and barn group 80:20), as well as the contents of omega-3 fatty acids (grazing group 1.13 g and barn group 0,94 g/100 g fatty acids) and conjugated linol acid (grazing group: 0.79 g and barn group 0.55 g/100 g fatty acids).

Even though the nutrient supply was higher in grazing group, the daily weight losses were higher in this group than in the barn group (-484 g and -383 g per day respectively). High daily weight losses were observed especially during the phases of adjustment (beginning of experiment and beginning of grazing).

The consumption of energy concentrates was higher in grazing group (434 kg and 314 kg DM per day respectively) because of the higher milk yield, but the results between the two groups showed no difference in the concentrate consumption per kg ECM (grazing group 134 g and barn group 135 g FM (fresh matter)). Protein supplements were reduced completely in the grazing group and therefore an amount of 59 kg DM of protein concentrates could be saved in comparison to the barn group. The grazing group was also better in efficiency parameters (milk, feed and energy conversion). Furthermore, the milk yield out of roughage was about 29 % higher in the grazing group than in the barn group.

The results of this study show the great potential of pasture forage and confirm its benefits. Continuous grazing is also possible if the cows are on pasture for only a few hours or half a day. This system can be seen as a good alternative to keeping cows in the stable all year round. In opposition to full time grazing, high milk yields per cow are possible, but the supplementation of concentrates has to be adapted. Young pasture forage with a high content of nutrients has positive effects on the milk yield out of roughage. With the use of the same supplements of concentrates, the milk yield is higher and within the same milk yield it is possible to save concentrates, especially the expensive protein ones.

The following thesis includes the detailed results of the study.

Keywords: half a day on pasture, continuous grazing, milk yield, efficiency parameters, supplementation of concentrates

Weitere Veröffentlichungen

HÄUSLER, J., EINGANG, D., WILDLING, J., 2011: Mit Weide Kraftfutter sparen. Der Fortschrittliche Landwirt (17) 2011, S. 26-27.

STEINWIDDER, A., HÄUSLER, J., 2015: Effiziente Weidehaltung durch betriebsangepasste Weidesysteme und Weidestrategien. Tagungsband der 42. Viehwirtschaftlichen Fachtagung, 139-150.

WEILBUCHNER, M., HÄUSLER, J., 2011: Die wahre Kraft liegt auf der Weide. Ennsseiten, 27.7.11, S. 14-15.

14 Vorträge, davon 2 wissenschaftlich

1 Posterpräsentation bei der Internationalen Weidetagung in Gumpenstein am 07.07.2011

Geplant ist eine wissenschaftliche Publikation in der Züchtungskunde

Abb. 1: **Kurzrasenweide ist auch bei Stunden- oder Halbtagsweide möglich**

Abb. 2: **Bei der Erhebung der individuellen Weidefutteraufnahme erhält jede Kuh eine eigene Koppel.**

Abb. 3-6: **Weideimpressionen**

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Institut für Nutztierwissenschaften

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein

Institut für Nutztierforschung

Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere

Vergleich einer Stall- mit einer Stundenweide-Haltung bei Milchkühen im Verlauf einer Vegetationsperiode

Masterarbeit

Masterstudium Nutztierwissenschaften

Vorgelegt von

Katja Bachler

Betreuer:

Priv. Doz. Dr. Andreas Steinwidder

Johann Häusler

Ao. Univ. Prof. Dr. Wilhelm Knaus

Wien

Juni 2015

DANKSAGUNG

Besonderer Dank gebühren Andreas Steinwidder und Johann Häusler für die Überlassung des Themas, ihre Geduld und die vielen Stunden, die sie investiert haben und mir mit ihrer überaus freundlichen, unkomplizierten und motivierenden Art mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind.

Bei Wilhelm Knaus möchte ich mich besonders für seine wertvollen Inputs und Anregungen beim Erstellen dieser Arbeit und die Unterstützung bei den Vorbereitungen der Präsentationen und anschließenden Diskussionen bedanken.

Ein ganz herzliches Dankeschön gilt auch meinen Studienkollegen, mit denen ich während des Studiums so viele unbeschwerte, lustige und spannende Stunden erleben durfte, an die ich mich immer wieder gerne erinnere.

Zuletzt möchte ich mich aber ganz herzlich bei meiner Familie bedanken:

- bei meinen Eltern, die mich in jeder Hinsicht unterstützt haben
- bei meiner Schwester, die mit mir zusammen das Studium absolviert hat und auf die ich in jeder Situation zählen konnte
- und bei meinem Freund Lorenz, der mit viel Motivation und Freude dafür sorgte, dass neben der gelernten Theorie die Praxis keinesfalls zu kurz kommt und mich bei der Umsetzung neuer Ideen immer unterstützt hat.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

%	Prozent
AK	Arbeitskreis
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
BCS	Body Condition Scoring
CLA	conjugated linoleic acids = konjugierte Fettsäuren
EKF	Energie-Kraftfutter
ECM	Energiekorrigierte Milch
FEQ	Fett-Eiweiß-Quotient
FFS	flüchtige Fettsäuren
FM	Frischmasse
FS	Fettsäure
g	Gramm
GF	Grundfutter
KF	Kraftfutter
kg	Kilogramm
LKV	Landeskontrollverband
mg	Milligramm
MJ	Megajoule
mg	Milliliter
MUFA	monounsaturated fatty acids = einfach ungesättigte Fettsäuren
n-6/n-3	Verhältnis der Omega-6-FS zu Omega-3-FS
NEL	Nettoenergielaktation
nXP	nutzbares Rohprotein
n-3	Omega-3-Fettsäuren
n-6	Omega-6-Fettsäuren
PKF	Protein-Kraftfutter
PUFA	polyunsaturated fatty acids = mehrfach ungesättigte Fettsäuren
RPM	Rising Plate Pasture Meter
SAFA, SFA	saturated fatty acids = gesättigte Fettsäuren

SCS	Somatic Cell Score
T	Trockenmasse
UDP	undegradable protein = pansenbeständiges Protein
vgl	vergleiche
XP	Rohprotein
ZZ	Zellzahl

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung und Ziele der Arbeit 1
2 Literaturübersicht 5
2.1 Biologische Voraussetzungen 5
2.2 Weidehaltung in der Milchviehfütterung 8
2.2.1 Weidestrategie Stundenweide 8
2.2.2 Weidemanagement Kurzrasenweide 9
2.2.2.1 Aufwuchshöhenmessung 9
2.2.2.2 Pflanzenbestand 11
2.2.2.3 Pflegemaßnahmen 12
2.2.2.4 Ertragsleistungen und Nährstoffgehalte 12
2.2.3 Futteraufnahmeverhalten weidender Rinder 13
2.2.4 Umstellungsfütterung bei Wiederkäuern 14
2.2.5 Auswirkungen der Weide auf Milchkühe 15
2.2.6 Auswirkungen der Stunden-/Halbtagsweide auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe 17
2.3 Zusammenhang zwischen Weide und Fettsäuren des Milchfettes 18
2.3.1 Chemische Struktur des Milchfettes 18
2.3.2 Bezeichnung der Fettsäuren 20
2.3.3 Ernährungsphysiologisch bedeutende Fettsäuren im Milchfett 21
2.3.3.1 Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren 22
2.3.3.2 Konjugierte Linolsäuren-CLA 23
2.3.4 Milchfett-Synthese beim Rind 25
2.3.4.1 Biohydrierung im Pansen 25
2.3.4.2 Biosynthese in der Milchdrüse und im Fettgewebe 27
2.3.5 Auswirkungen der Weidehaltung auf das Fettsäurenmuster der Milch 27
2.4 Versuchsergebnisse zu Stunden-/Halbtagsweidehaltung 28
3 Tiere, Material und Methoden 35
3.1 Tiere und Material 35
3.1.1 Versuchsfläche 39
3.1.2 Düngung und Pflege 39
3.2 Methoden 40
3.2.1 Datenerhebung 40

3.2.1.1 Futteraufnahmeerhebung ... 40
3.2.1.2 Pflanzenbestandserhebung und Aufwuchshöhenmessung ... 41
3.2.1.3 Futtermittelanalysen ... 42
3.2.1.4 Milchleistung, Milchinhaltsstoffe, Milchfettsäurenmuster ... 43
3.2.1.5 Lebendmasse und BCS ... 44
3.2.2 Statistische Auswertung ... 45
4 Ergebnisse ... 49
4.1 Futtermittel ... 49
4.1.1 Nährstoffgehalte der eingesetzten Futtermittel ... 49
4.1.1.1 Nährstoffgehalt der im Stall eingesetzten Futtermittel ... 50
4.1.1.2 Nährstoffgehalt des Weidefutters ... 50
4.2 Weidemanagement ... 52
4.3 Futteraufnahme ... 54
4.4 Lebendmasse und BCS ... 57
4.5 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe ... 60
4.5.1 Milchleistung ... 61
4.5.2 Fettgehalt ... 62
4.5.3 Proteingehalt ... 64
4.5.4 Laktosegehalt ... 65
4.5.5 Harnstoff ... 65
4.6 Futtereffizienz ... 66
4.7 Zellzahl ... 69
4.8 Fettsäurenmuster ... 71
4.8.1 Vorversuchs- (Stallfütterungs) Periode ... 72
4.8.2 Hauptversuchs- (Weide) Periode ... 73
5 Diskussion ... 76
5.1 Datengrundlage und statistische Auswertung ... 76
5.2 Futtermittel ... 76
5.3 Weidemanagement ... 78
5.4 Futteraufnahme ... 78
5.5 Lebendmasse und BCS ... 82
5.6 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe ... 84
5.7 Futtereffizienz ... 88
5.8 Zellzahl ... 90

5.9 Fettsäurenmuster 92
6 Schlussfolgerungen 97
7 Zusammenfassung 100
8 Literaturverzeichnis 103
9 Abbildungsverzeichnis 118
10 Tabellenverzeichnis 120
11 Anhang 121

1 Einleitung und Ziele der Arbeit

Das Grünland nimmt mit seinen vielfältigen Nutzungstypen und unterschiedlichen Pflanzengesellschaften in Österreich vor allem im Alpenvorland, den Voralpen und in den Hochalpen eine zentrale Rolle in der landwirtschaftlichen Produktion ein. Insgesamt umfasst das Dauergrünland in Österreich auf Basis der INVEKOS-Daten 50 % (1,44 Mio.ha) der landwirtschaftlichen Nutzfläche (insgesamt 2.879.895 ha), wobei 44 % als intensiv und 56 % als extensiv genutztes Grünland bewirtschaftet werden. Neben der Bereitstellung von wertvollem Grundfutter, erweist sich das Grünland als besonders bedeutend für die Landschafts-, Habitat- und Artenvielfalt in Österreich sowie den vielen ökologischen Funktionen (BMLFUW, 2014).

Mit steigender Milchleistung nimmt der Anteil des Grünlandweidefutters in Milchkuhrationen tendenziell ab, gleichzeitig erhöht sich aber der Einsatz von konserviertem Grund- und Kraftfutter. In Betrieben mit sehr großen Milchviehherden wird häufig gänzlich auf einen Weidegang verzichtet. Dies ist nach Brade (2012) und Meul et al. (2012) vor allem betriebs- und arbeitstechnisch begründet. Die Möglichkeit, stabilere und höhere Leistungen der Milchkühe zu erzielen und damit eine bessere Futtereffizienz zu gewährleisten, ist für viele der Grund, das System der ganzjährigen Stallhaltung zu wählen. Zudem ist die Weidehaltung aufgrund der Flächenknappheit und der größeren Herden sowie des Einsatzes von Automatischen Melksystemen oft nicht mehr bzw. nur mehr eingeschränkt möglich. Auch moderne Stallanlagen und Fütterungstechniken sowie geringere Einflüsse durch die Umwelt (weniger schwankende Umgebungstemperaturen, geringerer Einfluss von Starkregen, etc.) spielen eine Rolle. Generell ist in Mitteleuropa ein Rückgang der Weidehaltung bzw. ein Umstieg auf Halbtags- bzw. Stundenweide zu beobachten (Steinwidder, 2001; Meul et al., 2012).

Andererseits zeigt sich aber, dass in den letzten Jahren unter bestimmten Produktionsbedingungen das Interesse an Weidehaltungssystemen steigt (Van den Pol-van Dasselaar, 2008; Steinwidder et al., 2009; Schori, 2009; Starz, 2011). Gegenüber den Vorjahren kann man einen zunehmenden Trend zu Dauerweiden, aber auch zu Mähwiesen-/weiden (vgl. Abbildungen 1 und 2) erkennen. In Österreich entfallen zurzeit etwa 4,9 % der Grünlandflächen auf Dauerweiden (2009: 4,1 %) und 34,9 % auf Mähwiesen-/weiden (2009: 32,5 %).

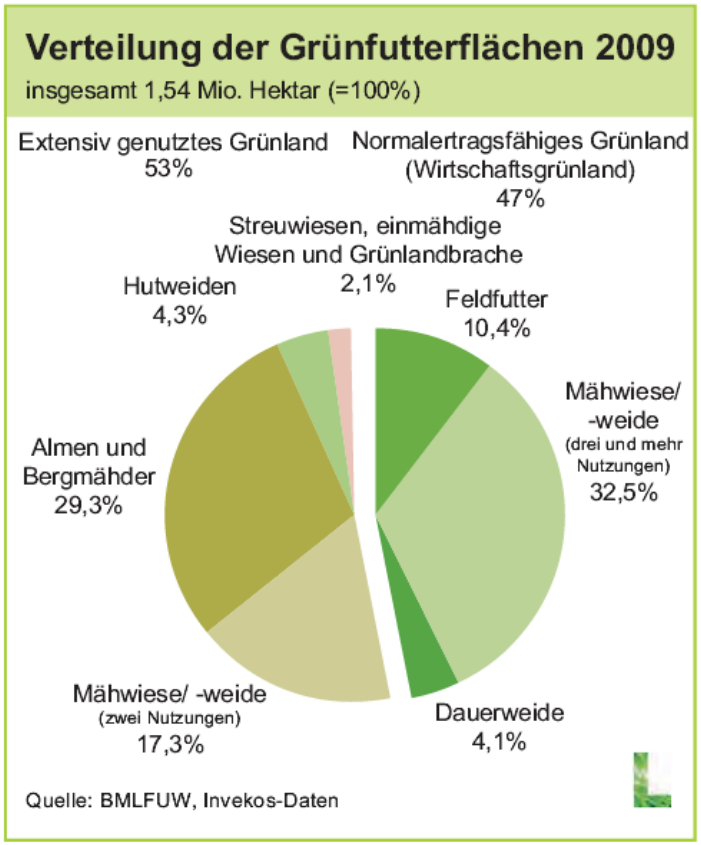

Abbildung 1: Verteilung der Grünfutterflächen 2009 (BMLFUW, 2010)

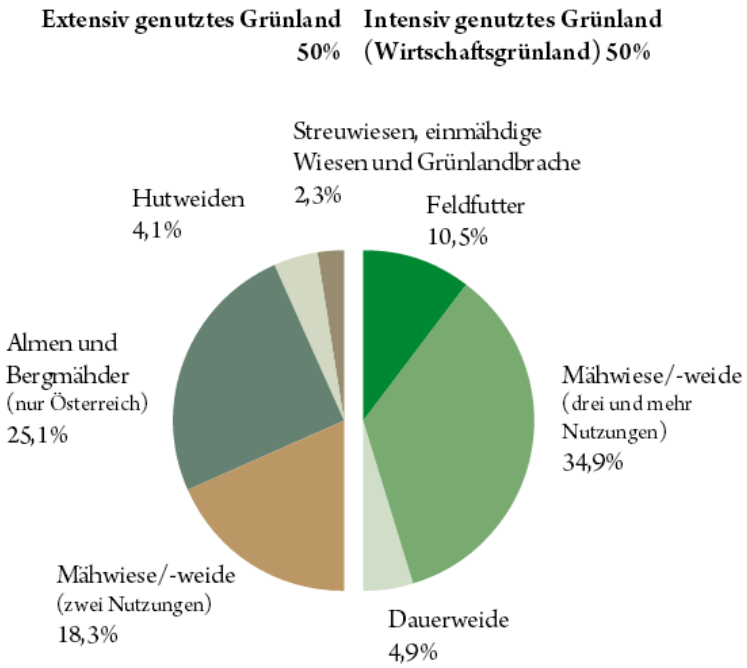

Abbildung 2: Verteilung der Grünfutterflächen 2013 (BMLFUW, 2014)

Die Weidehaltung wird in der Milchrinderhaltung als die ursprünglichste Haltungsform angesehen. Sie kommt den Anforderungen an eine artgerechte Haltung von Rindern

entgegen und ist prägend für weite Teile unserer Kulturlandschaft (Brade, 2012). Besonders steigende Kosten für Energie, Maschinen, Ergänzungsfuttermittel und Futterkonservierung sind Motivation, sich mit der Weidehaltung auseinander zu setzen (Häusler et al., 2009; Steinwidder et al., 2009; Starz et al., 2010; Brade, 2012; Kiefer et al., 2013), denn das Weidefutter stellt eine billige Futtergrundlage dar (Kennedy et al., 2011). Diskussionen bezüglich Treibhausgasemissionen, Klimaschutz, Biodiversität spielen eine weitere wichtige Rolle (Brade, 2012). Abgesehen von diesen Aspekten ist mitunter die begrenzte Verfügbarkeit von Kraftfuttermitteln, hierbei im speziellen Proteinkraftfutter, ein entscheidender Grund, über weidebasierte Produktionssysteme nachzudenken. Würde die Qualität der Gräserbestände vom Feld über die Konservierung bis zum Trog größtenteils erhalten bleiben, bzw. in Form von Weidefutter in die Ration eingebaut werden, könnten Proteinkraftfuttermittel zumindest anteilig ersetzt werden (Meusburger, 2013; Buchgraber, 2014). Hinzu kommt, dass die Weide in der biologischen Wirtschaftsweise seit der neuen EU-Bio-Verordnung ein unverzichtbarer Bestandteil im Produktionssystem (vgl. EU Bio Verordnung 834/2007-Artikel 14) geworden ist.

Einen weiteren Vorteil bietet die Weide in Bezug auf die Möglichkeit ernährungsphysiologisch wertvollere Lebensmittel zu erzeugen, indem unter anderem das Fettsäurenmuster in Milch und Fleisch durch Weidefütterung positiv beeinflusst werden kann (Dewhurst et al., 2006; Elgersma et al., 2006a; Floris et al., 2006). Mittlerweile wird die Weide als Synonym für tiergerechte Haltung auch in der Lebensmittelbranche sehr stark genutzt. Um dem Wunsch der Konsumenten nach natürlichen und naturbelassenen Lebensmitteln nachzukommen, setzen manche Molkereien dies bereits in neuen Produktschienen um (z.B. „Weidemilch“ von Friesland Campina, Arla, Kärntner Milch, u.a.).

Mit der Weidethematik setzten sich viele Arbeitsgruppen auseinander (u.a. Österreich, Schweiz, Luxemburg, Großbritannien und Deutschland) (Van den Pol-van Dasselaar et al., 2008; Spiekers, 2009) und das Potenzial der Weidehaltung für eine effiziente und kostensenkende Produktion bei steigenden Futtermittel- und Haltungskosten wird bereits in vielen Untersuchungen bestätigt. Diese zeigen in vielerlei Hinsicht die Wettbewerbsfähigkeit von unterschiedlichen Weidesystemen und Weidestrategien.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Weidestrategie der Stunden-/Halbtagsweide als Alternative zur ganzjährigen Stallhaltung leisten und basiert auf

einem Versuch, der das System der Stundenweidehaltung in Form einer Kurzrasenweide mit der Stallfütterung während des Verlaufes einer Vegetationsperiode vergleicht. Dabei sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

- Welche Auswirkungen hat die Haltung von Milchkühen auf einer Kurzrasen-Stundenweide auf die Futter- und Nährstoffaufnahme sowie auf die Lebendmasse-Entwicklung?

- Welchen Einfluss hat die Haltung von Milchkühen auf einer Stundenweide auf
  - Milchleistung und -inhaltsstoffe
  - Eutergesundheit
  - Milchfettsäurenmuster

- Lässt sich der Einsatz von Protein-Kraftfutter in der Milchvieh-Fütterung durch eine stundenweise Haltung auf einer Kurzrasenweide ohne Milchleistungsrückgang reduzieren?

Die Ergebnisse dieser Arbeit dienen dazu, das Potenzial von Halbtags- bzw. Stundenweiden als Alternative zur ganzjährigen Stallhaltung darzustellen sowie weitere praxisrelevante Erkenntnisse in Bezug auf intensive Weidesysteme in der stundenweisen Weidehaltung zu erarbeiten. Diese sollen vor allem Betrieben nützlich sein, die beabsichtigen, Weide in ihre Ration bzw. in ihr Produktionssystem zu integrieren, die eingeschränkt Weideflächen zur Verfügung haben und die trotzdem hohe Einzeltierleistungen erzielen wollen.

2 Literaturübersicht

2.1 Biologische Voraussetzungen

Das Rind ist aufgrund seiner evolutionären Anpassung ein Gras- und Raufutterfresser und ist als Wiederkäuer fähig, Grasbestände in wertvolle Lebensmittel wie Milch und Fleisch umzuwandeln (Steinwidder und Knaus, 2007). Um eine stabile Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere sowie eine nachhaltige Produktion zu gewährleisten, ist eine ausgewogene und wiederkäuergerechte Fütterung eine Grundvoraussetzung (Kohl-Parisini und Zebeli, 2012).

Die Besonderheit der Wiederkäuer liegt in ihrem Vormagensystem, welches sich aus dem Pansen, Netz- und Blättermagen zusammensetzt. Daran anschließend kommt erst der eigentliche Magen, der Labmagen. Im Vormagensystem des Wiederkäuers findet man optimale Lebensbedingungen für Kleinlebewesen, sogenannte Pansenmikroben (Bakterien, Einzeller, Pilze), vor. Diese wandeln die faserreiche Nahrung in nutzbare Nährstoffe um. Die Nahrung wird von den Rindern selbst relativ rasch aufgenommen und nur mäßig zerkleinert abgeschluckt. Eine intensivere Zerkleinerung wird erst durch das zeitlich versetzte Wiederkauen erreicht. In den Vormägen befindet sich das Futter ständig in Bewegung und unterliegt einer intensiven mikrobiellen Verdauung (Steinwidder und Knaus, 2007).

Mikroben können auch solche Kohlenhydrate zerlegen, für die andere höher entwickelte Tiere keine Enzyme haben, wie z.B. Cellulose, Hemicellulose, Fructosane und Pektine. Als Endprodukte des mikrobiellen Abbaus entstehen im Wesentlichen Essig-, Propion- und Buttersäure sowie Methan und Kohlendioxid. Menge und Verhältnis der gebildeten flüchtigen Fettsäuren (FFS) hängen unter anderem von der Zustandsform und Zusammensetzung der Ration ab (Kirchgeßner et al., 2004). Eine rohfaserreiche Ration fördert die Bildung von Essigsäure, welche etwa zu 50-70% an der Bildung von Milchfett beteiligt ist. Eine kraftfutterreiche Ration erhöht währenddessen die Gehalte an Propion- und Buttersäure, was wiederum zu einer Senkung des Milchfettgehalts führt (Reis und Combs, 2000).

Durch die Fütterung von leicht verdaulichen Kohlenhydraten häufen sich die FFS im Pansen an und führen zum Absinken des pH-Wertes (Murillo et al., 2000; Knowlton, 2001), was zur Folge hat, dass es zu einer Verschiebung in der Mikrobenzusammensetzung von den weniger säuretoleranten Strukturkohlenhydrate abbauenden Bakterien hin zu den mehr säuretoleranten Spezies kommt (Mills et al.

1999). Wiederkäuer unterscheiden sich von Monogastriden nicht nur in der Kohlenhydratverdauung, auch im Proteinstoffwechsel sind sie einzigartig. Das Futterprotein wird zu 70-80 % von den Pansenmikroben zunächst in Peptide, Aminosäuren und schließlich zu Ammoniak abgebaut, wobei diese dann aus dem entstehenden Ammoniak das Mikrobeneiweiß aufbauen. Das Futterprotein wird jedoch nicht gänzlich zu Ammoniak abgebaut. Bestimmte Bakterien benötigen für ihr Wachstum nicht nur NH_3-Stickstoff, sondern auch Amino-N. Überschüssiger Ammoniak gelangt in die Leber, wird dort in Harnstoff umgewandelt und wird einerseits über den Harn bzw. die Milch ausgeschieden. Andererseits gelangt er über den Speichel wieder zurück in den Pansen, wo er wiederum in Form von Ammoniak als N-Quelle für die Pansenmikroben zur Verfügung steht (ruminohepatischer Stickstoffkreislauf). Voraussetzung für eine erfolgreiche Proteinsynthese ist allerdings eine ausreichende Energiezufuhr (Kirchgeßner et al., 2004).

Etwa 20-30 % des Proteins in der Futterration gelangen als sogenanntes unabgebautes Protein (UDP=undegradable protein) direkt in den Dünndarm. Zusammen bilden das Mikroben- und das unabgebaute Protein das sogenannte nutzbare Protein am Dünndarm, wo es schließlich in Aminosäuren zerlegt wird und den Tieren als Aminosäurenquelle zur Verfügung steht (Stöger et al., 2003; Andratsch, 2009).

Beim Wiederkauvorgang wird das Futter so weit zerkleinert, dass eine möglichst große Angriffsfläche für die weitere Verdauung entsteht. Werden Rinder artgemäß gefüttert, nimmt der Wiederkauvorgang täglich 5-7 Stunden in Anspruch (Stöger et al., 2003). Außerdem werden im Zuge des Wiederkauvorganges große Mengen an Speichel produziert (bis zu 180 Liter täglich), die dazu dienen, die Pansensäuren abzupuffern und einen zu niedrigen pH-Wert im Pansen zu vermeiden (Kirchgeßner, 2004).

Der Stoffwechsel von Milchkühen folgt im Verlauf der gesamten Laktation einer relativ klar umschriebenen metabolischen Leistungskurve. Ernährungsphysiologisch wäre es daher sinnvoll, die Tiere entsprechend ihres individuellen Nährstoffbedarfes während der Laktation zu versorgen. Insbesondere zu Beginn der Laktation erweist sich dies häufig als sehr schwierig, da zu dieser Zeit die Verzehrskapazität an Futter limitierend wirkt. Außerdem ist es in dieser Phase physiologisch normal, Körpersubstanz zu mobilisieren, da die am Ende der vorangegangenen Gravidität

angesammelten Reserven wieder freigesetzt werden. Wird aber viel Körpersubstanz mobilisiert, ist es für die Kuh eine Voraussetzung, diese Depots wieder rechtzeitig aufzufüllen. Milchkühe setzen nach einer Phase der Fehlversorgung nach einigen Wochen den normalen Laktationsverlauf fort. Im Gegensatz zum Wachstumsverlauf von Masttieren gibt es in der Laktation keine „kompensatorische“ Milchleistung. Die Verluste an Milch infolge einer Fehlversorgung können nicht wieder wettgemacht werden (Windisch, 2003).

Eine unzureichende Versorgung mit Nährstoffen kann man an unterschiedlichen Reaktionen der Tiere erkennen. Grundsätzlich sind Fehlernährungen in Fütterungsfehler bezüglich Energie- oder Proteinversorgung oder beidem gleichzeitig zu unterscheiden. Nach Kirchgeßner et al. (2004) lassen sich folgende Reaktionen der Tiere erkennen:

- Energiemangel und bedarfsgerechte Proteinversorgung

Durch die negative Energiebilanz werden Nährstoffe stärker aus Körperreserven mobilisiert, was zu einer Abmagerung der Tiere, zu einem Rückgang in der Milchleistung und zu einer schlechteren Fruchtbarkeit führt.

- Proteinmangel und bedarfsgerechte Energieversorgung

Ähnlich einem Energiemangel führt eine Proteinunterversorgung bei bedarfsgerechter Energieversorgung zum Rückgang der Milchleistung, N-Unterversorgung und Mobilisation von Körperreserven. Auch die Fruchtbarkeit wird negativ beeinflusst.

- Energie- und Proteinmangel

Durch die negative Energie- und N-Bilanz kommt es zu einem sehr schnellen und starken Milchleistungsrückgang und auch die Fruchtbarkeitsleistung wird stark beeinträchtigt.

- Proteinüberschuss bei bedarfsgerechter Energieversorgung

Nach einer Periode von ein bis zwei Wochen, in der die Tiere mit Protein überversorgt werden, aber einer bedarfsgerechten Energieversorgung unterliegen, ist ebenfalls mit einem Leistungsrückgang zu rechnen, welcher auf einen sekundären Energiemangel zurückzuführen ist. Dieser entsteht durch die hohen Aufwendungen

an Energie, die für das Beseitigen der überschüssigen N-Produkte in Form von Harnstoff notwendig sind.

- Energieüberschuss bei bedarfsgerechter Proteinversorgung

Diese Fehlernährung zeigt nur minimale Auswirkungen in der Leistung. Allerdings neigen die Tiere zu Verfettung, schlechterer Fruchtbarkeit und niedrigerer Konzeptionsrate, was sich langfristig ebenfalls negativ auf die Milchleistung auswirken kann.

2.2 Weidehaltung in der Milchviehfütterung

Weidehaltung kann nach verschiedenen Systemen betrieben werden. Einerseits gibt es die intensiven Weidesysteme wie Kurzrasenweide (intensive Standweide), Koppelweide (Umtriebsweide) und Portionsweide (intensive Koppel- oder Umtriebsweide) und andererseits die extensiveren Formen der Standweide, Almweidesysteme oder eine Kombination von Weidesystemen (Mischweidesystem). Grünlandflächen in den Gunstlagen Österreichs bieten die Möglichkeit, intensive Weidesysteme umzusetzen und damit konstante Grundfuttermengen für die Tiere zu liefern (Steinwidder und Starz, 2015). Je nach täglicher Weidedauer und Weidegrasanteil an der Gesamtration unterscheidet man zwischen Vollweide, Ganztags-, Halbtags- oder Stundenweide (Weidestrategien).

2.2.1 Weidestrategie Stundenweide

Definitionsgemäß wird von Stundenweidehaltung gesprochen, wenn sich die Rinder täglich zwischen 2-6 Stunden auf der Weide befinden. Bei entsprechendem Weidefutterangebot liegt die Futteraufnahme bei intensiv weidenden Milchkühen bei etwa 1-2 kg Trockenmasse je Stunde (Steinwidder und Starz, 2015). Bei der Halbtagsweidehaltung werden die Tiere etwa 6-10 Stunden auf die Weide gelassen. Die Tiere nehmen bei dieser Haltungsform etwa 30-65 % der Tagesfutter-Trockenmasse über die Weide auf (entspricht bei Milchkühen in etwa 7-11 kg T/Tag) (Steinwidder, 2014a). Dies kann entweder in Form von Tag- oder Nachtweide durchgeführt werden. Bei Nachtweide muss aber aufgrund des natürlichen Verhaltens mit einem etwas geringeren Aufnahmevermögen als bei Tagweide gerechnet werden (Steinwidder, 2001).

2.2.2 Weidemanagement Kurzrasenweide

Die Kurzrasenweide ist eine sehr intensive Form der Weidehaltung. Durch den ständigen Verbiss und den dauernden Entzug von Weidegras muss die Aktivität der Organismen im Boden und die Sicherstellung eines gesunden Pflanzenbestandes mit den richtigen Managementmaßnahmen gewährleistet werden.

Empfehlungen für Kurzrasenweide (nach AGFF, 1999; Steinwidder, 2014a):

- Raygrasfähige Lage mit intensiv nutzbaren Futtergräsern und dichtem Bestand
- Gute Bodenverhältnisse mit gleichbleibendem Wasserhaushalt
- Möglichst gleichmäßige, zusammenhängende Flächen (keine „Schlauchflächen“) und kein hügeliges Gelände (hier konzentrieren sich die Tiere vorwiegend auf die ebenen Flächen bei der Auswahl ihrer Liegestellen, was zu einer Überdüngung bestimmter Weidestellen und schlechterer Futteraufnahme führen kann)
- Mit dem Weideaustrieb soll im Frühjahr zeitig begonnen und generell mit hohem Weidedruck gearbeitet werden (Eine Regel aus der Praxis: Wenn der erste Betrieb in der Region mit dem Wiesenabschleppen beginnt, dann sollten die Weideflächen bereits überweidet werden)
- Die Weidefläche muss im Vegetationsverlauf mehrmals vergrößert werden können
- Anbringen der Tränkestellen gut durchdenken, um die Ausscheidungen gut zu verteilen und Trittschäden zu vermeiden

Bei Stundenweidehaltung auf einer Kurzrasenweide sollen die Kühe hungrig auf die Weide kommen, damit auf der Weide vorwiegend gefressen und weniger gelegen wird. Damit fallen auch weniger Ausscheidungen auf der Weide an.

2.2.2.1 Aufwuchshöhenmessung

Um ein möglichst gleichbleibendes Weideangebot mit hoher Qualität, stabilem Pflanzenbestand und gleichbleibender Menge sicher zu stellen und minimale Weidefutterverluste gewährleisten zu können, ist die regelmäßige Kontrolle des Pflanzenbestandes sowie die Messung der Aufwuchshöhe erforderlich (Mosimann et al., 1999; Schori, 2009). Sie dient der Schätzung des Futtervorrates und der darauf

aufbauenden Gegenüberstellung von Grasangebot und Futterbedarf der Kühe. Dies ermöglicht sowohl eine Anpassung und Einteilung der Weideflächen als auch eine adäquate Zufütterung von Rau- und/oder Kraftfutter (Mosimann et al., 2008; Schori, 2013).

Die Messung der Wuchshöhe kann mit einem speziellen Aufwuchshöhenmessgerät, einem sogenannten Rising Plate Pasture Meter oder mit Hilfe der Zollstab- oder Deckelmethode, wie sie vor allem in Österreich, Bayern und der Schweiz in der Praxis häufig anzutreffen ist, erfolgen (Schori, 2013; Steinwidder et al., 2014). Je nach Weidesystem sind die Aufwuchshöhen genau festgelegt. Während auf Umtriebs- oder Portionsweiden eine Grashöhe von 15 cm nicht überschritten werden sollte, liegt die Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweiden wesentlich niedriger. Sie beträgt nach AGFF (1999) und Thomet et al. (1999) im Frühjahr zwischen 5-6 cm und im Sommer 6-7 cm (gemessen mit Deckelmethode). Dadurch können eine gute Verdaulichkeit und hohe Energiekonzentrationen aus dem Weidefutter und damit dementsprechende Milchleistungen sichergestellt werden. In der folgenden Abbildung (Abbildung 3) sind die anzustrebenden Aufwuchshöhen der verschiedenen Messmethoden zusammengefasst:

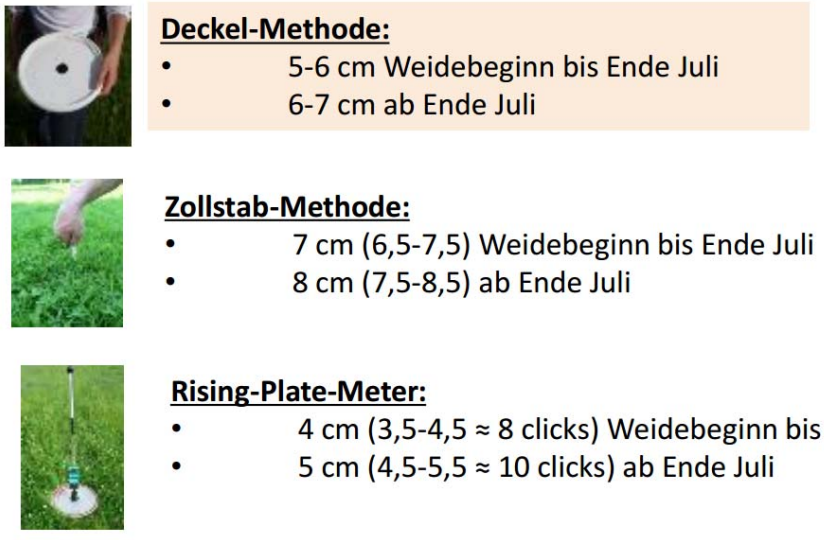

Abbildung 3: Messmethoden für die Aufwuchshöhe von Weiden (Steinwidder, 2014b)

Wächst das Gras bei einer Kurzrasenweide über eine Länge von etwa 9 cm (Deckelmethode) hinaus, sind das Risiko eines Auswachsens des Pflanzenbestandes und eine damit einhergehende Qualitätsminderung sehr groß

(Steinwidder, 2001). Wird der Bestand zu hoch muss die Fläche verkleinert oder der Tierbesatz erhöht werden. Ein zu hoher Bestand würde neben einer verringerten Futteraufnahme der Tiere eine Zunahme an Geilstellen mit sich bringen. Sinkt die Weidehöhe aufgrund von Überweidung oder Trockenheit auf unter 5 cm muss entweder die Weidefläche vergrößert, der Tierbesatz verkleinert oder zugefüttert werden (Starz et al., 2009).

2.2.2.2 Pflanzenbestand

Grundlage für optimale Weidebedingungen ist ein angepasster Pflanzenbestand mit einem ausgewogenen Verhältnis an Gräsern, Leguminosen und Kräutern. Auf Weiden sind vor allem ausläuferbildende Gräser ein wertvoller Bestandteil, da sie im Gegensatz zu Horstgräsern nicht trittempfindlich sind und mit dem ständigen Verbiss der Tiere auf bis zu 3 cm gut zurechtkommen (Steinwidder und Starz, 2015). Horstgräser verlieren durch den Verbiss die Speicherstoffe aus den unteren Triebteilen als auch die Wiederaustriebsstellen, die abgefressen werden. Versuche von Starz et al. (2011) zeigen, dass sich bei einer Nutzungsänderung von Schnitt- auf Weidenutzung der Artenreichtum im Pflanzenbestand verringert. Auch Pötsch et al. (2005) konnten bei einer Untersuchung zur botanischen Vielfalt feststellen, dass auf extensiv genutzten Hutweiden durchschnittlich 54 Arten (max. 105 Arten), auf Kulturweiden durchschnittlich 46 Arten (max. 86 Arten) und auf Mähweiden 38 Arten (max. 64 Arten) gefunden wurden. Intensive Kurzrasenweiden lagen mit ihrem Artenspektrum durchschnittlich bei unter 30 Arten. In klimatisch günstigen Weidegebieten ist meist das Englische Raygras die bestandsbildende Art (Creighton et al., 2010). In unseren Breiten zählen laut Starz et al. (2011) neben dem Englischen Raygras noch das Wiesenrispengras und der Weißklee zu den wertvollsten Hauptpflanzenarten auf der Weide. Wiesenrispe und Weißklee vermehren sich über Ausläufertriebe. Das Englische Raygras ist im Gegensatz dazu grundsätzlich ein Horstgras, durch die Beweidung wird die Seitentriebbildung aber stark angeregt und es bildet ebenfalls Ausläufertriebe (Steinwidder und Starz, 2015). Im Vergleich zu reinen Grasbeständen wirkt sich ein erhöhter Kleeanteil von etwa 20-30 % positiv auf die Futteraufnahme aus, wobei ein Anteil von 30 % nicht überstiegen werden sollte (Pansenblähung). Bei den Kräutern im Pflanzenbestand ist ein Anteil von unter 20 % anzustreben (Starz et al., 2011).

2.2.2.3 Pflegemaßnahmen

Mulchen oder Nachmähen von Weidebeständen ist nach Steinwidder und Starz (2015) bei richtigem Weidedruck und Bestandsführung in der Regel nicht notwendig. Wachsen Geilstellen aus, wird die Fläche mit einem Balkenmäher in ca. 10 cm Höhe an einem heißen Tag abgemäht („toppen“) und anschließend das Schnittgut angewelkt, welches dann von den Weidetieren gefressen wird. Dadurch reduzieren sich die Weideverluste. Balkenmäher bieten dabei den Vorteil, dass sie, im Gegensatz zu Schlägelmulchern, zu keiner Verunreinigung der Fläche durch Verteilung der Kotfladen beitragen. Schlägelmulcher sollten deshalb aufgrund ihres höheren Verschmutzungspotenzials auf Kurzrasenweiden erst im Herbst nach der Weideperiode eingesetzt werden.

Kotstellen auf der Weide stellen in der Regel kein Problem dar. Nach einigen Wochen ist der Kot angerottet und vom Pflanzenbestand „eingewachsen“, was dazu führt, dass die Tiere auch dort wieder fressen (Starz, 2014).

Gedüngt werden können Kurzrasenweiden mit Mistkompost, Rottemist oder aufbereiteter Gülle. Die Festmistausbringung ist nach Empfehlungen aus der Praxis am besten im Herbst nach Weideende durchzuführen. Im Frühling ist eine Startdüngung wichtig. Über den Zeitraum der Wachstumsphase wird ein bis zwei Mal mit kleineren Mengen verdünnter Gülle (8-12 m³/ha) gedüngt. Eine Düngergabe mit Gülle vor Weidebeginn bietet den Vorteil, dass in der Hauptwachstumsphase die direkt verfügbaren Stickstoffteile der Gülle von den Pflanzen sofort aufgenommen und die organischen Stickstoffverbindungen des Mists von den aktiven Bodenlebewesen gut verwertet werden. Damit steht den Pflanzen in der Zeit des größten Futterwachstums im Frühling genügend Nahrung zur Verfügung (Steinwidder und Starz, 2015).

2.2.2.4 Ertragsleistungen und Nährstoffgehalte

Die Ertragsleistungen von Kurzrasenweiden befinden sich je nach Standort und klimatischen Verhältnissen zwischen 6.300 kg T/ha und 13.470 kg T/ha (Thomet et al., 2004; Thomet et al., 2007; Schori, 2009). Steinwidder et al. (2010a) stellten unter Bio-Bedingungen mittlere Jahreserträge von 8.500 kg T/ha fest. Starz et al. (2011) konnten im Vergleich dazu bei einer 4-Schnittnutzung Erträge von 11.800kg T/ha feststellen. Es ist zu bedenken, dass es sich hierbei um Erhebungen im Rahmen

eines Feldversuches handelt und die Ernteerträge nahezu verlustfrei erhoben wurden.

Die Nährstoffkonzentration und das Verhältnis der Inhaltsstoffe zueinander können von Weidegras je nach botanischer Zusammensetzung, physiologischem Zustand und Wachstumsbedingungen unterschiedlich sein (Münger, 2010). Kurzrasenweiden haben jedoch den Vorteil, dass sie während des Jahresverlaufes relativ konstante Nährstoffgehalte aufweisen. Nach Starz et al. (2014) und Steinwidder (2001) liegen die Werte in der Trockensubstanz bei etwa 6,0-6,8 MJ NEL, 18-25 % Rohprotein, 18-22 % Rohfaser und 8-18 % Zucker. In Tabelle 1 sind die Nährstoffgehalte von Weidefutter im Jahresverlauf nach Thomet et al. (2004) dargestellt.

Tabelle 1: Nährwerte des Weidegrases im Vegetationsverlauf (Thomet et al., 2004)

Monat	NEL MJ/kg TM	Rohprotein g/kg TM	Rohfaser g/kg TM
April	7,4	229	131
Mai	6,8	192	172
Juni	6,4	206	215
Juli	6,6	219	211
August	6,6	225	196
September	6,6	267	199
Oktober	6,8	209	170
Mittelwert	**6,8**	**221**	**185**

Bei Untersuchungen von Starz et al. (2010) konnten im Frühjahr Energiegehalte von über 7 MJ NEL/kg T auf Kurzrasenweiden erreicht werden. In Untersuchungen von Ribeiro Filho et al. (2005), Pavlu et al. (2006) und Schori (2009) wurden Rohproteingehalte zwischen 15 und 20 % festgestellt.

2.2.3 Futteraufnahmeverhalten weidender Rinder

Die Futteraufnahme erfolgt bei weidenden Rindern meist in 3 bis 5 Perioden innerhalb von 24 Stunden, wobei die Hauptfressaktivität am frühen Morgen bzw. nach der Frühmelkung und am späten Nachmittag bzw. nach der Abendmelkung zu beobachten ist (Steinwidder und Starz, 2015). In einem Versuch konnte Zeiler (2000) feststellen, dass die Futteraufnahme in den Nachtstunden eingeschränkt und nur eine erhöhte Fressaktivität um Mitternacht zu verzeichnen ist. Steigt die Tagestemperatur an (>25°C), verschiebt sich nach Mc Dowell (1974) die Fressaktivität in die Morgen- und Abendstunden.

Das Weidefutter wird von den Kühen büschelweise aufgenommen, wobei das Gras mit der Zunge umfasst, von den Schneidezähnen gegen die Dentalplatte gepresst und mit einem Kopfschwung abgerissen wird. Während des Grasens bewegt sich die Kuh langsam vorwärts und dreht den Kopf regelmäßig in einem 60-90°-förmigen Kreisbogen hin und her. Dabei können in etwa 20-70 Bissen pro Minute aufgenommen werden (Zeiler, 2000). Die Grünfutteraufnahme ist wesentlich von der Futtermenge je Bissen (Narbendichte, Wuchshöhe) und der Futterqualität aber auch vom Trockenmassegehalt abhängig (Kennedy et al., 2005; Schöbitz et al., 2013; Steinwidder und Starz, 2015). Fällt der Trockenmassegehalt deutlich unter 18 % ab, kann es zu einem Rückgang der Futteraufnahme kommen. Ab einer Aufwuchshöhe von unter 4 cm können die Tiere im Allgemeinen das Gras nur noch eingeschränkt aufnehmen (Steinwidder und Starz, 2015).

2.2.4 Umstellungsfütterung bei Wiederkäuern

Bei Wiederkäuern ist der Pansen-pH ein wichtiger Indikator um optimale Vormagen-Fermentationsverhältnisse und damit die Wiederkäuergerechtheit von Rationen zu beurteilen. Sind die Rationen zu zucker- oder stärkereich bzw. fehlt es an Strukturkohlendhydraten können diese eine subklinische und akute Pansenacidose zur Folge haben. Ebenso problematisch können rasche Umstellungen in der Fütterung sein (O'Grady et al., 2008; Steinwidder et al., 2013). Durch die Änderung in der Ration verändert sich im Pansen die Zusammensetzung der Mikroorganismen. Bis sich die Pansenmikroben an das neue Substrat angepasst haben, dauert es in etwa zwei, bis zur völligen Anpassung etwa sechs Wochen (Schori, 2007). Aufgrund des jungen Weidegrases findet eine intensivere Gärung im Pansen statt und es fällt eine erhöhte Menge an flüchtigen Fettsäuren an. Die Pansenzotten verlängern sich, wodurch die Aufnahmefläche vergrößert wird und die vermehrt produzierten flüchtigen Fettsäuren absorbiert werden können. Wird auf Weidehaltung umgestellt, sollten die Kühe daher anfangs nur stundenweise auf die Weide gelassen und die Kraftfutterfütterung angepasst werden (Schori, 2007; Steinwidder et al., 2013). Untersuchungen auf SARA (subacute rumen acidosis = Subklinische Pansenacidose) bei Weidekühen von Gasteiner et al. (2011) und Steinwidder et al. (2013) bestätigen dies. Die Ergebnisse von Gasteiner et al. (2011) zeigten, dass Milchkühe besonders in der Umstellungsphase auf Weidehaltung einem erhöhten SARA-Risiko ausgesetzt waren und zudem die Anfälligkeit gegenüber subklinischer

Pansenacidose stieg, je höher die Kraftfuttergaben waren. Steinwidder et al. (2013) konnten bei der Umstellung von Stall- auf Weidefütterung ebenfalls Veränderungen im pH-Wert der Vormägen beobachten. Der pH-Wert in der Stallfütterungsperiode war mit 6,44 am höchsten und zeigte auch die geringste H+-Ionenkonzentrationsdifferenz während des Tagesverlaufes. Bei der Umstellung von Stall- auf Stunden- und Halbtagsweide ging der pH-Wert signifikant auf 6,21 zurück. Nach Umstellung auf Vollweide stieg dieser wieder auf 6,36 an. Nach Steinwidder et al. (2013) lag der pH-Wert jedoch in keiner Periode länger als 180 Minuten pro Tag unter 5,8, was nach O'Grady et al. (2008) auf subklinische Pansenacidosebedingungen hinweisen würde.

In diesem Zusammenhang wird bei Kurzrasenweide die Strukturwirksamkeit des Futters häufig in Frage gestellt. Versuche und Erfahrungen aus der Praxis zeigen aber, dass das natürliche Fressverhalten der Kühe auf der Weide durch die gleichmäßigere Futteraufnahme, die geringere Futtermenge pro Bissen und die damit verbundene längere Fresszeit bei angepasster (geringer) Kraftfutterfütterung den Pansen-pH-Wert unterstützt und ein geeignetes Pansen-Milieu sichergestellt werden kann (Münger, 2010; Gasteiner et al., 2011; Steinwidder und Starz, 2015).

2.2.5 Auswirkungen der Weide auf Milchkühe

Weide hat sowohl aus ethologischer als auch aus veterinärmedizinischer Sicht große Bedeutung bezüglich Wohlbefinden der Rinder. Rinder können auf der Weide das normale Liegeplatz-Suchverhalten, das Abliegen und Aufstehen sowie das Einnehmen bequemer Liegepositionen ungehindert ausführen (Van den Pol-van Dasselaar, 2008; Ofner-Schröck, 2011).
Aus Sicht des Futteraufnahmeverhaltens entspricht die Weide nach Schrader und Mayer (2004) dem natürlichen Fressverhalten der Rinder. Das Futter ist auf der Weide weiträumig und homogen verteilt. Dies ermöglicht eine synchrone Nahrungsaufnahme und eine unbeeinträchtigte Futterauswahl. Die Rinder können während der Futteraufnahme die sogenannte „Weideschritt-Stellung" einnehmen, was der natürlichen Verhaltensweise entspricht. Zudem wird es den Tieren ermöglicht, die Individualdistanz zu Herdengenossen einzuhalten und somit soziale Auseinandersetzungen zu vermeiden (Schrader und Mayer, 2004; Ofner-Schröck, 2011). Allerdings sollte man bei Weidegang verstärktes Augenmerk auf die

Klauenpflege legen und dem erhöhten Beobachtungs- und Managementbedarf bezüglich Verhalten der Tiere (z.B. Hitzestress), Eutergesundheit oder Kotkonsistenz gerecht werden. Auch auf Weideparasiten wie Leberegel und Lungenwürmer ist besonders Acht zu geben (Gasteiner, 2005).

Hinsichtlich Außentemperaturen verfügen Rinder über einen sehr hohen Toleranzbereich. Der tierphysiologische, optimale Temperaturbereich, in dem auch die beste Futterverwertung erreicht wird, liegt bei Milchkühen aber zwischen +4°C und +16°C (DLG, 2005). Steigen die mittleren Tagestemperaturen deutlich über 20°C an, kommt es laut Gasteiner zu einem Ungleichgewicht zwischen Wärmeproduktion und Wärmeabgabe. Je höher die Umgebungstemperaturen, desto schwerer wird es für das Tier ein Gleichgewicht zwischen Wärmeproduktion und Wärmeabgabe zu halten, es kommt zu einer Hitzebelastung für die Tiere (Gasteiner et al., 2007; Swiss Genetics, 2007). Der deutliche Anstieg des Leistungsniveaus der Milchkuhrassen der letzten Jahre brachte zwar aufgrund der höheren Wärmeproduktion eine erhöhte Resistenz gegen Kälte, im Vergleich dazu wurden hochleistende Tiere aber anfälliger gegenüber Hitze. Untersuchungen von Tober et al. (2011) und Loebsin et al. (2012) zeigten, dass Tagesmitteltemperaturen von 15°C bei Hochleistungstieren bereits zu erheblichen Wärmebelastungen führen. Steigt die Temperatur über den oberen kritischen Temperaturbereich, wird die Wärmeabgabe durch das Tier gesteigert, um eine Überhitzung zu vermeiden. Um eine artgerechte Weidehaltung sicherzustellen, sind deshalb der ständige Zugang zu Wasser sowie Schatten- bzw. Unterstandmöglichkeiten Voraussetzung.

Ergebnisse von Haskell et al. (2006) und Potterton et al. (2011) zeigten, dass sowohl Lahmheiten als auch Schwellungen der Kniegelenke in Betrieben ohne Zugang zu Weide häufiger auftraten als auf Betrieben mit Weidehaltung. Hernandes-Mendo et al. (2007) untersuchten, ob sich eine 4-wöchige Weidezeit auf das Gangbild auswirken würde und konnten in Bezug auf Klauen- und Beinverletzungen positive Gesundungseffekte innerhalb weniger Wochen feststellen. Der regelmäßige Weidegang hat zudem durch die vermehrte Bewegung der Rinder und durch den Außenklimakontakt einen positiven Einfluss auf Immunsystem, Herz-Kreislauf-System, Calciumstoffwechsel und Fruchtbarkeitsgeschehen (Van den Pol-van Dasselaar, 2008; Ofner-Schröck, 2011; Meul et al., 2012; Burow et al., 2013).

2.2.6 Auswirkungen der Stunden-/Halbtagsweide auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Versuche von Brade (2012) zeigten, dass die Stundenweidehaltung zu einem Rückgang in der Milchleistung von Milchkühen führen kann. Loor et al. (2003) und Morales-Almaràs et al. (2010) konnten dies nicht bestätigen. In ihren Ergebnissen konnte zwar numerisch ein leichter Rückgang der Milchleistung bei Weidehaltung erkannt werden, statistisch wurde aber kein Unterschied festgestellt. Vibart et al. (2008) fanden in einem Versuch ähnliche Ergebnisse. Bei einer vergleichbaren Untersuchung stellten sie hingegen fest, dass ein geringer Weideanteil in der Ration (ca. 11 %) keinen Milchleistungsrückgang mit sich zog, ein höherer Weideanteil (21-35 %) jedoch signifikant niedrigere Milchleistungen brachte. Sayers und Mayne (2001) beobachteten bei einem Weidegang im Frühjahr von 2 Stunden im Vergleich zur TMR-Kontrollgruppe einen Anstieg der Milchleistung.

Für die Auswirkungen der Weide auf die Milchinhaltsstoffe können ebenso wenig generelle Aussagen getroffen werden, wie für die Milchleistung. Während Loor et al. (2003) und Morales-Almaràz et al. (2010) keine statistischen Unterschiede im Proteingehalt (%) sowie Proteinertrag (kg/Tag) zwischen einer TMR- und einer TMR-Weide-Gruppe feststellten, zeigte sich in Untersuchungen von Vibart et al. (2008), dass die Gruppe mit einem Weideanteil von 32 % die höchsten Proteinkonzentrationen zeigte (3,12 %), während die Gruppe mit höherem Weideanteil (41 %) niedrigere Gehalte aufwies (2,84 %). Bargo et al. (2002) beobachteten einen Anstieg der Proteinkonzentration mit steigendem Weideanteil. Im Fettgehalt zeigte sich bei Vibart et al. (2008) ein tendenzieller Anstieg mit steigendem Weideanteil. Nach Steinwidder und Starz (2015) nimmt der Fettgehalt aufgrund der geringeren Strukturwirksamkeit und der damit einhergehenden verringerten Essigsäurebildung im Pansen beim Umstieg von Stall- auf Vollweidefütterung ab. Dies bestätigen Bargo et al. (2002) und Morales-Almaràs et al. (2010). Sie verzeichneten signifikant geringere Fettgehalte bei einem relativ hohen Weideanteil (>12 h).

2.3 Zusammenhang zwischen Weide und Fettsäuren des Milchfettes

Die Fütterung hat neben anderen Faktoren (Rasse, Laktationsstadium, Höhenlage, Haltung, u.v.m.) einen starken Einfluss auf die Zusammensetzung des Milchfettes bzw. des Milchfettsäurenmusters. Die Anteile an Kraft- und Grundfutter sowie der Frischgrasanteil in der Ration spielen eine wichtige Rolle (Dewhurst et al., 2006; Elgersma et al., 2006a; Kalac und Samkovà, 2010).

2.3.1 Chemische Struktur des Milchfettes

Die Abbildung 4 gibt einen Überblick über die durchschnittliche Zusammensetzung von Kuhmilch, wobei das Milchfett mit einem Anteil von ca. 4 % vorhanden ist. Es liegt dabei in Form feinster Tröpfchen mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 3 bis 4 µm vor und man spricht von einer sogenannten natürlichen Öl-in-Wasser-Emulsion. Die einzelnen Fettkügelchen werden von der sogenannten Fettkügelchenmembran umgeben.

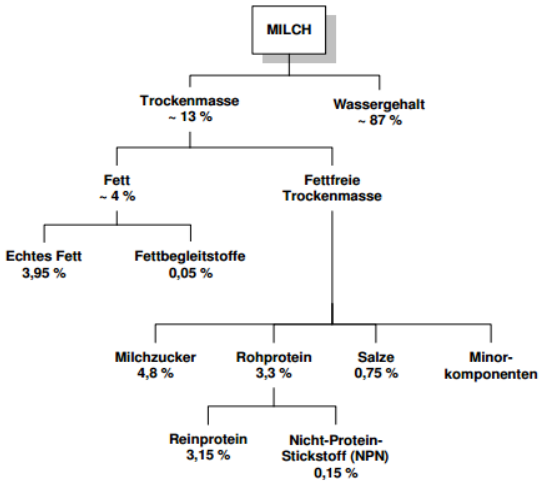

Abbildung 4: Zusammensetzung der Kuhmilch (Plitzner, 2011)

Der Kern der Fettkügelchen ist vorwiegend aus Tri(acyl)glyceriden, den sogenannten eigentlichen Fetten, zusammengesetzt. Diese umfassen 98-99 % des Milchfettes und sind aus Glycerol und drei Fettsäuren (vgl. Abbildung 5) aufgebaut (Pereira, 2014).

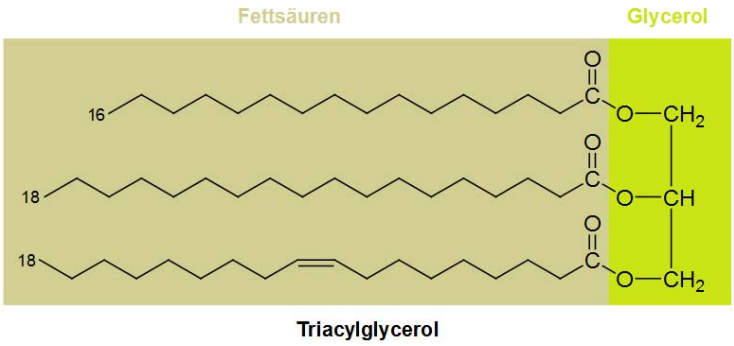

Abbildung 5: Aufbau eines Lipids aus Glycerol und drei Fettsäuren (die in diesem Lipid gebundenen Fettsäuren sind Palmitinsäure, Stearinsäure und Ölsäure)

Die restlichen 2 % des Milchfettes bilden die sogenannten Fettbegleitstoffe, die sich in der Fettkügelchenmembran befinden. Hier handelt es sich vor allem um Phospholipide, Lipoproteine und Cholesterol (Willam und Simianer, 2011; Pereira, 2014).

Die Fettsäuren der Tri(acyl)glyceride lassen sich aufgrund der Bindungsart zwischen den einzelnen Kohlenstoffatomen und der Kettenlänge unterscheiden (Collomb et al., 2000). Sie können sowohl gesättigt als auch ungesättigt sein, wobei bei letzteren eine oder mehrere Doppelbindungen im Molekül vorzufinden sind. Die Länge der Kohlenstoffkette variiert zwischen den einzelnen Fettsäuren und man unterscheidet zwischen kurz-, mittel- und langkettigen Fettsäuren, wobei die gesättigten Fettsäuren in der Regel 4 bis 18 C-Atome umfassen, bei den ungesättigten setzt sich die Kette zumeist aus 16 bis 22 C-Atomen zusammen (Kirchgeßner, 2004).

Die Doppelbindungen der ungesättigten Fettsäuren liegen normalerweise isoliert vor, d.h. zwischen zwei Doppelbindungen liegen mindestens zwei Einfachbindungen (– C = C– C – C = C –) (Ehrlich, 2007). Je nach Art der Doppelbindung wird in eine Trans- bzw. Cis-Konfiguration unterschieden (Collomb, 2000). Trans-Isomere unterscheiden sich dahingehend, dass sich die Wasserstoffatome diagonal gegenüber stehen, also eine „gestreckte“ Form bilden (vgl. Abbildung 6), während sich bei einer Cis-Konfiguration die Molekülreste auf einer Seite der Kohlenwasserstoffkette befinden und sich dadurch eine „geknickte“ Form ergibt. Die Kohlenwasserstoffketten der Trans-Fettsäuren können daher dichter gepackt werden und weisen einen höheren Schmelzpunkt auf als das entsprechende Cis-Isomer. Die etwa 30°-Krümmung verhindert eine dichte Packung der Moleküle. Sie haben daher einen niedrigeren Schmelzpunkt zur Folge (Ehrlich, 2007).

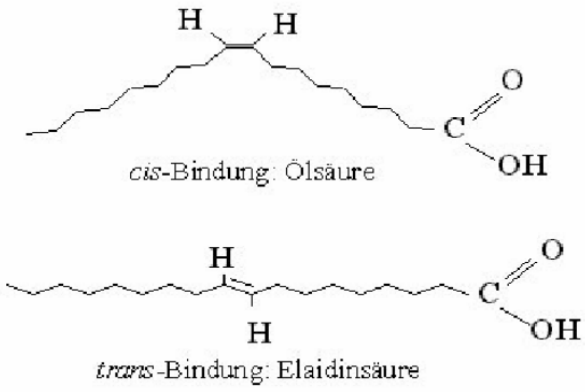

Abbildung 6: Strukturvergleich von Öl- (C 18:1 c9) und Elaidinsäure (C 18:1 t9) (Ehrlich, 2007)

Im Milchfett dominieren die gesättigten Fettsäuren (SAFA=saturated fatty acid) mit einem Anteil von ca. 70 %. Die anderen 30 % bestehen aus einfach ungesättigten (MUFA=monounsaturated fatty acid) und mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA=polyunsaturated fatty acid) (Dewhurst et al., 2006; Morales-Almaràs et al., 2010; Pereira, 2014). Nach Lock und Shingfield (2004) reichen die Gehalte der SAFA von 0,70-0,75, der MUFA von 0,20-0,25 und jene der PUFA betragen ca. 0,05 g/100 g Milchfett.

Die Palmitin- (C 16:0) und Myristinsäure (C 14:0), sowie die Ölsäure (C 18:1 c9) überwiegen im Milchfett gegenüber den anderen Fettsäuren (Lock und Bauman, 2004; Kalac und Samkovà, 2010). Lindmark-Mansson et al. (2003) können dies in ihren Untersuchungen in Schwedischer Milch bestätigen. Hier nehmen die Palmitinsäure mit 30 %, die Myristinsäure mit 11 % und die Stearinsäure (C 18:0) mit 12 % mengenmäßig den größten Anteil ein. Daneben spielen im Milchfett noch die kurzkettigen Fettsäuren wie Butter (C 4:0)- und Caprinsäure (C 10:0) mit einem Anteil von bis zu 11 % eine wichtige Rolle (Kalac und Samkovà, 2010). In der ungesättigten Fettsäurenfraktion finden sich vor allem Ölsäure mit Gehalten zwischen 24-35 %, aber auch die Vaccensäure (C 18:1 t11) mit 2,7 %. Bei den mehrfach-ungesättigten Fettsäuren sind die Linol- (C 18:2 c9,12) und Alpha-Linolensäure (C 18:3 c9,12,15) zu nennen (1,6 % bzw. 0,7 %) (Lindmark-Mansson, 2003; Kalac und Samkovà, 2010).

2.3.2 Bezeichnung der Fettsäuren

Die Bezeichnung der ungesättigten Fettsäuren erfolgt mit Hilfe zweier verschiedener Systeme (vgl. Abbildung 7): entweder nach dem Omega (ώ)- oder Delta (Δ)-System. Bei der Omega-Bezeichnung beginnt man beim apolaren Kettenende (Methylgruppe) zu zählen. Beim System der „Delta“-Nummerierung wird von der Säuregruppe her gezählt und die Stellung der Doppelbindung über die „Delta“-Nummer angegeben.

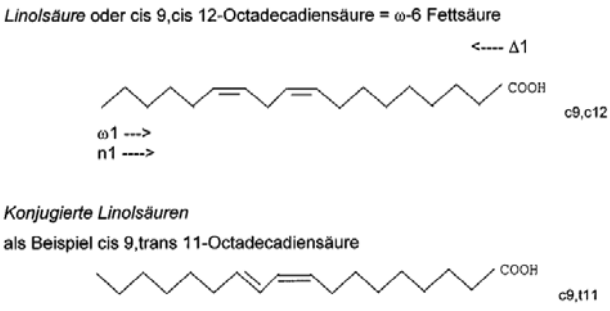

Abbildung 7: Struktur von ungesättigten Fettsäuren (Collomb, 2000)

Beispielsweise befindet sich bei Omega-3-Fettsäuren die erste Doppelbindung am dritten C-Atom vom apolaren Kettenende aus gesehen. Analog dazu weisen Omega-6-Fettsäuren ihre erste Doppelbindung an der sechsten Stelle auf. Hat eine Fettsäure mehrere Doppelbindungen, sind diese jeweils mindestens durch eine Methylengruppe voneinander getrennt. Die sogenannten konjugierten Linolsäuren (CLA=Conjugated linoleic acid) bilden eine Ausnahme (Collomb, 2000). Hier findet sich zwischen den Doppelbindungen nur eine Einfachbindung (– C = C – C = C –) (Ehrlich, 2007).

Zur Bezeichnung der Fettsäuren findet man laut Ehrlich (2007) in der Literatur verschiedene Namen für ein und dieselbe Fettsäure. Einerseits sind bestimmte Fettsäuren unter ihrem Trivialnamen (z.B. Ölsäure) bekannt, andererseits existiert der systematische Name, welcher sich von der Anzahl der C-Atome ableiten lässt (z.B. Octadecenoic, Octadecadienoic). Ebenso können chemische Strukturbezeichnungen verschieden sein. Linolsäure wird z.B. als C18:2 c9c12 oder auch als C18:2 n6 bezeichnet.

2.3.3 Ernährungsphysiologisch bedeutende Fettsäuren im Milchfett

Das Milchfett wird in Bezug auf die menschliche Ernährung immer wieder aufgrund des hohen Gehalts an gesättigten Fettsäuren kritisiert. Allgemein wird eine populationsweite Reduktion in der Aufnahme von gesättigten Fettsäuren (SFA) und Trans-Fettsäuren (TFA) empfohlen (Fernandez und Rodriguez, 2012). Für die menschliche Ernährung sind nach Shingfield et al. (2008) Milch und Milchprodukte die Hauptquellen für C 12:0 (Laurinsäure) und C 14:0 (Myristinsäure) und sind auch wesentlich an der Aufnahme von C 16:0 (Palmitinsäure) und TFA beteiligt, welche als Cholesterin-erhöhend gelten. Währenddessen wird vermutet, dass andere gesättigte Fettsäuren wie C 4:0, C 6:0, C 8:0, C 10:0 und C 18:0 keine negativen Einflüsse auf das Herz-Kreislauf-System haben (Fernandez und Rodriguez, 2012). Bestimmte mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA) sind laut Literatur (Lock und Bauman, 2004; Pereira, 2014) für die menschliche Ernährung von zentraler Bedeutung. Diese können vom Körper nicht selbst synthetisiert und müssen deshalb über die Nahrung aufgenommen werden. Besondere Bedeutung haben in diesem Zusammenhang Omega-6- (n-6) und Omega-3- (n-3) Fettsäuren sowie deren Verhältnis und auch die konjugierten Fettsäuren (CLA).

CLA und Omega-3-Fettsäuren wirken sich positiv auf Herz-Kreislauf- und Immunsystem, Arteriosklerose, Diabetes und Bluthochdruck aus. Außerdem werden ihnen antikanzerogene und entzündungshemmende Eigenschaften und eine unterstützende Funktion im Fettstoffwechsel nachgesagt (Lock und Bauman, 2004; Bhattacharya et al., 2006; Benjamin und Spener, 2009).

2.3.3.1 Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren

Über den Zeitraum der letzten hundert Jahre hat, wie in Abbildung 8 zu sehen ist, die gesamte Fett-Aufnahme, sowie die Aufnahme von SFA, TFA und n-6 stark zugenommen. Nach Simopoulos (2006) liegt das Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren bei etwa 15:1, wobei ein Verhältnis von kleiner 5:1 empfohlen wird (DGE et al., 2008).

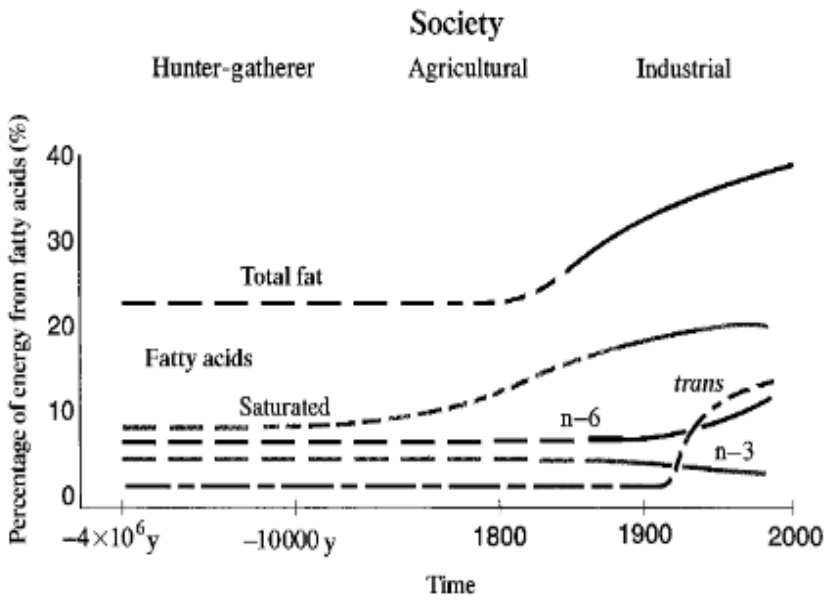

Abbildung 8: Verlauf der Aufnahme von Fett und einzelnen Fettsäuren (Simopoulos, 1999)

Aufgrund der positiven Auswirkungen der Omega-3-Fettsäuren auf gesundheitliche Aspekte (Connor, 2000; Wijendran und Hayes, 2004; Simopoulos, 2006) wird vielfach versucht, die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren (ebenso wie CLAs) zu erhöhen und dadurch wertvollere Lebensmittel, sogenannte „functional-foods“, zu erhalten (Lock und Bauman, 2004; Palmquist et al., 2005; Elgersma et al., 2006b; Benjamin und Spener, 2009; Pereira et al., 2014).

Die in der Milch enthaltenen Omega-3-Fettsäuren liegen zu ca. 90 % in Form von α-Linolensäure (C 18:3 c9,12,15) vor. Die Eicosapentaensäure (EPA, C 20:5) und die

Docosahexaensäure (DHA, C 22:6) sind zwei weitere bedeutende Omega-3-Fettsäuren in Bezug auf ihre ernährungsphysiologisch positiven Auswirkungen (Gebauer, 2006; Elgersma et al., 2006a). EPA und DHA kommen in Milchprodukten nur in sehr geringen Mengen vor. Nach Lock und Bauman (2004) beschränkt sich der Anteil auf <0,1 % der gesamten Fettsäuren in der Milch. Einer der Gründe für die geringen Anteile im Milchfett dürfte die eingeschränkte Transfer-Fähigkeit im Pansen durch die Biohydrierung sein.
Wiederkäuerprodukte sind zwar nicht die Hauptquellen für Omega-3-Fettsäuren in der menschlichen Ernährung (hier sind Fischöle, Fischnebenprodukte und bestimmte pflanzliche Öle, wie etwa Lein-, Walnuss- oder Rapsöl sowie verschiedene Gemüsesorten wie Spinat und Mangold bedeutender), dennoch stellen sie wertvolle Omega-3-Fettsäuren-Quellen dar (Lock und Bauman, 2004; Elgersma et al., 2006a; Gebauer et al., 2006; Velik et al., 2013).

Omega-6-Fettsäuren sind in ihrem Bau den Omega-3-Fettsäuren sehr ähnlich, haben aber vielfach unterschiedliche Eigenschaften. Linolsäure (C 18:2 cis9,12) und Arachidonsäure (C 20:4) sind die bedeutendsten der Omega-6-Fettsäuren (Simopoulos, 1999). Diese mehrfach ungesättigten Fettsäuren werden einerseits für den Aufbau von Zellmembranen benötigt, zum anderen sind Omega-3 und Omega-6-Fettsäuren für die Bildung von Gewebshormonen, sogenannte Eicosanoide (z.B. Prostaglandine, Prostazykline, Thromboxane, Leukotriene) wichtig. Die jeweiligen Eicosanoide stehen aber meist in antagonistischer Wirkung. Während Eicosanoide aus Omega-3-Fettsäuren gefäßerweiternd wirken, die Blutgerinnung hemmen und eine gewisse entzündungshemmende Wirkung aufweisen, wirken Eicosanoide der Omega-6-Fettsäuren stark gefäßverengend, fördern die Blutgerinnung und verstärken Entzündungsreaktionen. Im Zusammenhang mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind sowohl die Gefäßerweiterung als auch die Gerinnungshemmung und damit das Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren von großer Bedeutung (Simopoulos, 1999; Benjamin und Spener, 2009).

2.3.3.2 Konjugierte Linolsäuren-CLA

Die konjugierten Linolsäuren (CLA) sind eine weitere Gruppe der Milchfettsäuren, mit denen Milchprodukte immer wieder angepriesen werden (Lock und Bauman, 2004; Elgersma et al., 2006a; Dewhurst, 2006). CLA ist ein Sammelbegriff für alle Isomere

der Linolsäure (C 18:2), die nicht isolierte, sondern konjugierte Doppelbindungen (vgl. 2.3.2 Bezeichnung der Fettsäuren) an den Positionen 9, 11 bzw. 10, 12 oder 7, 9 besitzen (White et al., 2001; Lock und Bauman, 2004).

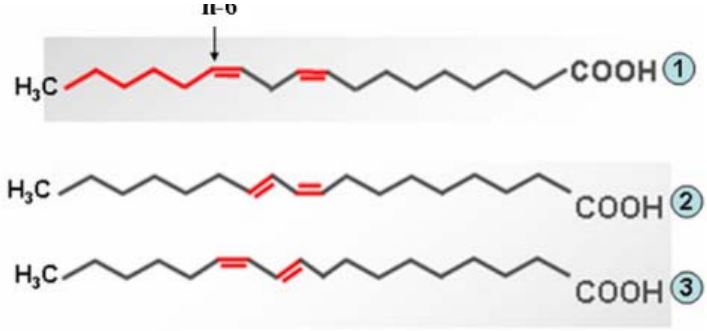

Abbildung 9: Chemische Struktur der Linolsäure (1) und deren Isomere c9t11 (2) und t10c12 (3) (Benjamin und Spener, 2009)

CLA können entweder in Cis- oder Trans-Form konfiguriert sein und sind somit eine besondere Gruppe der Trans-Fettsäuren. Im Gegensatz zu den anderen Trans-Fettsäuren wirken sich CLA, wie bereits erwähnt, positiv auf den Stoffwechsel aus (White et al., 2001; Dewhurst et al., 2006; Elgersma et al., 2006b).

Zu den verschiedenen CLA-Isomeren werden etwa die c9t11, c9c11, t9t11, t9c11, c10c12, c10t12, t10c12, t10t12 und t7c9, gezählt (Collomb, 2002). Das c9t11-Isomer (Rumensäure) ist mit rund 75-90 % jenes, das am häufigsten vorkommt (Lock und Bauman, 2004). Als weitere bedeutende CLA-Isomere werden in der Literatur einerseits die c10t12-Säure diskutiert (Collomb, 2002; Kalac und Samkovà, 2010) und andererseits das t7c9-Isomer (Lock und Bauman, 2004) erwähnt. Konjugierte Fettsäuren kommen in Pflanzen und deren Fetten nur in Spuren vor und gelangen überwiegend aufgrund der mikrobiellen Hydrierung der ungesättigten Linol- und Linolensäure im Pansen (vgl. 2.3.4 Milchfett-Synthese beim Rind) in Wiederkäuerprodukte. Daher sind Wiederkäuerprodukte wie Milch und Fleisch die Hauptquelle für CLA in der menschlichen Ernährung (White et al., 2001; Palmquist et al., 2005; Dewhurst, 2006; Elgersma et al., 2006a; Gebauer et al., 2006; Velik et al., 2013; Pereira, 2014). Nach Lock und Bauman (2004) und Pereira (2014) sind Milchprodukte mit ca. 70-75 % an der täglich empfohlenen Aufnahme an CLA beteiligt. Dabei ist es gleichgültig, ob Rohmilch oder weiterverarbeitete Milchprodukte konsumiert werden, denn der CLA-Gehalt bleibt bei der Verarbeitung und Haltbarmachung der Milch unverändert (Lock und Bauman, 2004).

2.3.4 Milchfett-Synthese beim Rind

In der Milch sind bislang ca. 400 verschiedene Fettsäuren identifiziert worden, wobei allerdings nur 15 in Anteilen von mehr als 1 % vorkommen (Collomb et al, 2002; Lock und Bauman, 2004; Weiß, 2005; Velik et al., 2013). Diese Fettsäuren für die Milchfettbildung stammen zu je einem Drittel direkt aus dem Futter, aus der Biohydrierung im Pansen oder der Biosynthese im Fettgewebe und der Milchdrüse (Collomb, 2002; Weiß, 2005). Die gesättigten Fettsäuren werden vorwiegend aus den kurzen Fettsäuren (Essig-, Propion- und Buttersäure) als Ergebnis der Pansenfermentation aufgebaut. Der Großteil der langen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren können vom Rind nicht selbst synthetisiert werden und müssen deshalb als essentielle Fettsäuren über die Nahrung aufgenommen werden (Kay et al., 2004; Weiß, 2005; Moralez-Almaràs et al., 2010; Kalac und Samkovà, 2012).

2.3.4.1 Biohydrierung im Pansen

Die Triglyceride aus dem Futter werden im Zuge der Verdauung durch Wiederkäuer zum Großteil im Pansen durch extrazelluläre Lipasen hydrolisiert. Die kurzkettigen Fettsäuren werden bereits im Pansen absorbiert. Langkettige Fettsäuren werden weiter zum Dünndarm transportiert und erst dort aufgenommen. Ungesättigte Fettsäuren unterliegen im Pansen einer teilweisen Hydrierung. Es findet aber keine Totalhydrierung statt, wonach nicht nur gesättigte Fettsäuren gebildet werden. Etwa 5 % der ungesättigten Fettsäuren gelangt ohne Hydrierung in den Labmagen und weiter in den Dünndarm und können als ungesättigte Fettsäuren des Futters in Wiederkäuerprodukte eingebaut werden (Weiß, 2005).

Zusätzlich wird bei gewissen Fettsäuren die Position der Wasserstoffgruppen an den Doppelbindungen verändert. Darunter versteht sich eine Umwandlung von den sogenannten Cis-Isomeren, wie sie im Pflanzenfett dominieren, in Trans-Isomere, sowie eine Änderung von der isolierten in die konjugierte Form (Koch und Schöne, s.a.; Kirchgeßner, 2004).

In den Abbildungen 10 und 11 ist die Biohydrierung im Pansen am Beispiel der Linol- und α-Linolensäure dargestellt.

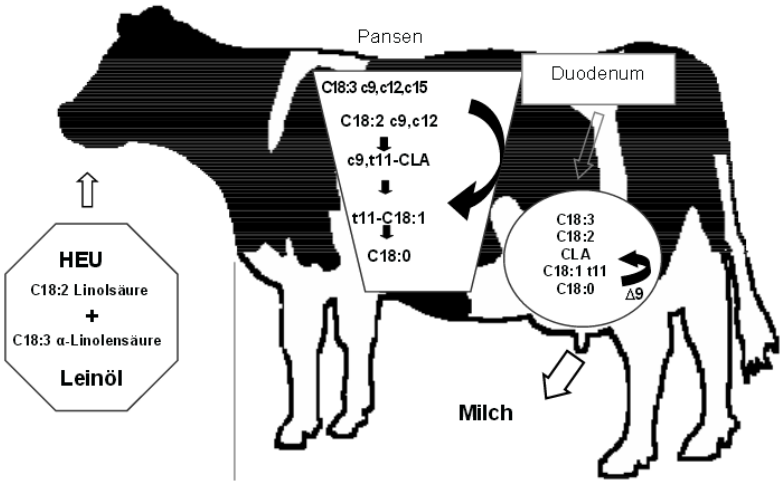

Abbildung 10: Biohydrierung von PUFA im Wiederkäuer (Flachowsky, 2007)

Die Bakterien, die für die Biohydrierung im Pansen verantwortlich sind, lassen sich in zwei Gruppen einteilen, wobei eine fähig ist, Linolsäure (C 18:2 c9,12) und α-Linolensäure (C 18:3 c9,12,15) zu trans-Vaccensäure (C 18:1 t11) zu hydrieren (vgl. Abbildung 11 Group A) und die andere Gruppe Cis- und Trans-Isomere der ungesättigten Fettsäuren zu Stearinsäure (C 18:0) umzubauen (vgl. Abbildung 11 Group B).

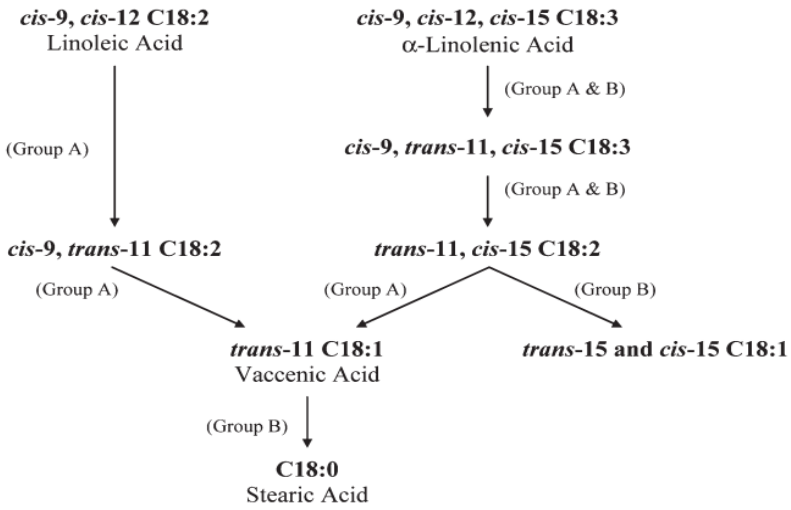

Abbildung 11: Biohydrierung der Linol- und Linolensäure im Pansen (Lock und Bauman, 2004)

Durch die Biohydrierung der Linolsäure zu trans-Vaccensäure entsteht in einem Zwischenschritt die c9t11 CLA, welche zum Teil auch direkt ohne Umwandlung in das Milch- und Körperfett gelangt und somit dem Pansen entgeht (Collomb et al., 2002; Lock und Bauman, 2004).

2.3.4.2 Biosynthese in der Milchdrüse und im Fettgewebe

Im Verdauungskanal und in der Milchdrüse können die vorhin beschriebenen Fettsäuren aus der Pansenhydrierung, vor allem die Stearinsäure (C 18:0), mit den dort vorhandenen Desaturasen teilweise desaturiert werden (Umwandlung von gesättigten in ungesättigte Fettsäuren durch „Einbauen“ einer Doppelbindung). Deshalb ist die Ölsäure (C 18:1) im Milchfett die mengenmäßig wichtigste ungesättigte Fettsäure. Das Milchdrüsengewebe hat aber auch die besondere Eigenschaft, das Enzym Thioesterase-II zu bilden, welches den Abbruch einer Fettsäurensynthese bei einer Kettenlänge von bereits 10-16 C-Atomen ermöglicht. Diese gesättigten Fettsäuren können im Organismus kaum desaturiert werden und machen damit einen wesentlichen Teil der gesättigten Fettsäuren im Milchfett aus (Collomb et al., 2002).

Wie bereits erwähnt ist das Isomer c9t11 die primäre konjugierte Linolsäure im Milchfett. Im Weidegras ist die α-Linolensäure mit einem Anteil von 50-75 % neben der Linol- und Palmitinsäure die bedeutendste Fettsäure (Elgersma et al., 2006a). Es ist aber im Gegensatz zur Linolsäure nicht möglich, dass aus dieser α-Linolensäure direkt das Isomer c9t11 durch Biohydrierung entstehen kann.

Die c9t11-CLA wird mit Hilfe der delta 9-Desaturase im Euter- und Körpergewebe aus der trans-Vaccensäure (C 18:1 t11), einem Biohydrierungszwischenprodukt sowohl der α-Linolensäure als auch der Linolsäure, synthetisiert. Die Hauptquelle für die c9t11-CLA bei Kühen unter Weidebedingungen ist nach Untersuchungen von Kay et al. (2002) die Biosynthese in der Milchdrüse.

Versuche haben gezeigt, dass durch den Einsatz der Sterculiasäure, die die Aktivität der delta-9-Desaturase hemmt, der Gehalt an CLA im Fettsäurenmuster der Milch um 71 % reduziert wurde (Kay et al., 2002).

2.3.5 Auswirkungen der Weidehaltung auf das Fettsäurenmuster der Milch

Art und Menge des Grund- und Kraftfutters in der Wiederkäuerration haben einen entscheidenden Einfluss auf die Zusammensetzung des Fettsäurenmusters in tierischen Produkten. Generell erhöhen grundfutterbetonte Futterrationen und vor allem frisches Gras den Gehalt an ungesättigten und konjugierten Fettsäuren, sowie den Anteil der Omega-3-Fettsäuren in Milch und Fleisch (Hoffmann et al., s.a.; Dewhurst et al., 2006; Elgersma et al., 2006b; Floris et al., 2006). Dies wurde in

zahlreichen Fütterungsversuchen bestätigt (Morel, 2005; Bargo et al., 2006; Collomb et al., 2006; Häusler, 2008; Morales-Almaràs, 2010). Chilliard et al. (2001) haben herausgefunden, dass sich die CLA-Gehalte in der Milch bei der Umstellung von Stall- auf Weidefütterung bereits nach fünf Tagen maximiert haben.

Futterzusatzstoffe, wie Fette, Öle oder ölhaltige Samen, haben ebenso einen Einfluss wie indirekt auch die Wirtschaftsweise (konventionell oder biologisch), Jahreszeit, geographische Lage, Höhenlage oder die genetische Ausstattung der Tiere. Außerdem spielen die Energiebilanz oder auch tierindividuelle Einflüsse eine Rolle (Chouinard et al. 2001; Collomb et al., 2001; White et al., 2001; Schroeder et al., 2004; Elgersma et al., 2006a; Murphy et al. 2008).

2.4 Versuchsergebnisse zu Stunden-/Halbtagsweidehaltung

Vibart et al. (2008) verglichen in zwei Versuchen (Herbst und Frühjahr) eine Herde von 30 Holstein-Kühen unter verschiedenen Fütterungsregimen. Der erste Versuch wurde ab Mitte Oktober über einen Zeitraum von 8 Wochen durchgeführt. Die Kühe wurden in vier verschiedene Gruppen eingeteilt, wobei die erste Gruppe (6 Tiere) mit einer zu 100 % auf Maissilage basierenden Ganzmischration gefüttert wurde (TMR) und keinen Zugang zu Weide hatte. Bei den anderen drei Gruppen wurde die TMR-Fütterung mit einem Weidegang (Raygras) kombiniert, sodass der Anteil der Weide an der Tagesration 21, 32 bzw. 41 % (Trockenmasse-Basis) betrug. Vor Versuchsbeginn wurde allen Versuchstieren eine Woche lang eine TMR gefüttert. Die Vorlage der TMR erfolge in Abhängigkeit der jeweiligen Menge zu je einem Drittel nach der Morgenmelkung und zu je zwei Drittel nach der Abendmelkung. Nach dem morgendlichen Melkgang kamen die drei Weidegruppen gemeinsam für ca. 7 Stunden (8:00-15:00) auf die Weide.

Der zweite Versuch wurde im Frühjahr von März bis Mai durchgeführt. Der Versuchsaufbau entsprach jenem des 1. Versuches, wobei die Anteile des Weidefutters an der Tagesration bei 11, 21 und 35 % (Trockenmasse-Basis) lagen.

Im Herbstversuch konnte festgestellt werden, dass die Gesamt-Futteraufnahme in der TMR-Gruppe mit 25,8 kg/Tag im Vergleich zu den anderen drei Gruppen, die sich kaum voneinander unterschieden (21,8 vs. 21,6 vs. 21,6 kg T/Tag), tendenziell am höchsten war. Die Weidefutteraufnahme nahm mit steigendem Weideanteil (21, 32 und 41 %) kontinuierlich zu (4,6 vs. 7,1 vs. 9,2 kg T/Tag) während sich die TMR-

Aufnahme demzufolge signifikant verringerte (17,3 vs. 14,7 vs. 12,4 kg T/Tag). In der Lebendmasse unterschieden sich die 4 Gruppen numerisch insofern, als die TMR-Gruppe zwischen 5. und 8. Versuchswoche an Gewicht verlor (durchschnittlich -4 kg) während die Weidegruppen an Gewicht zunahmen. Die Veränderungen der Körperkondition (BCS) ließen eine signifikante Zunahme mit steigendem Weideanteil erkennen.

In der Milchleistung sowie den Milchinhaltsstoffen konnten, außer im Proteingehalt und der Zellzahl, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Der Proteingehalt war in der Gruppe mit einem Weideanteil von 32 % mit 3,12 % am höchsten, in der Gruppe mit einem Weideanteil von 41 % am niedrigsten (2,84 %). Die niedrigste Zellzahl wurde in der TMR-Gruppe festgestellt (etwa 38.000 Zellen/ml Milch). Die Weidegruppen lagen mit ihren Zellgehalten bei ca. 100.000 Zellen und darüber. Vergleicht man die Milch-Harnstoffwerte lagen alle vier Gruppen zwischen 12 und 14 mg/dl.

Je höher die Weidefutteraufnahme war, desto niedriger war der Anteil der gesättigten Fettsäuren (TMR: 63,1 g/100 g Fettsäuren; 41 % Weide-Anteil: 57,1 g/100 g). Dagegen erhöhte sich der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren mit steigendem Weideanteil linear (TMR: 31,0 g/100 g, 41 % Weide-Anteil: 35,4 g/100 g).

Die Ergebnisse des Versuches im Frühjahr brachten ähnliche Ergebnisse. Die Futteraufnahme war mit jener im 1. Versuch vergleichbar.

Die Milchleistungsergebnisse unterschieden sich hingegen vom Herbst-Versuch. Die Weidegruppe mit dem geringsten Weideanteil (11 %) produzierte mit 34,0 kg FCM höhere Milchmengen als die TMR-Gruppe (32,3 kg FCM/Tag). Die anderen beiden Weidegruppen lagen bei einem Wert von 29,8 kg FCM/Tag (Weideanteil 21%) bzw. 30,8 kg FCM/Tag (Weideanteil 35%). Vergleicht man die Fettgehalte der Milch, kann man erkennen, dass es im Frühjahrs-Versuch einen ansteigenden Trend mit steigendem Weidegehalt gab. Während im Proteingehalt keine signifikanten Unterschiede festgestellt wurden, sank der Proteinertrag (kg/Tag) ebenso wie der Milchharnstoff-Gehalt mit steigendem Weideanteil signifikant ab.

Hinsichtlich der Zellzahl lag, wie im Herbst-Versuch, die TMR-Gruppe numerisch am niedrigsten. Die Veränderungen im Fettsäurenmuster zeigten ein ähnliches Bild wie im vorigen Versuch, auch wenn die Unterschiede etwas geringer waren.

Loor et al. (2003) untersuchten den Einfluss einer Halbtagsweidehaltung zu zwei unterschiedlichen Tageszeiten im Vergleich zu einer 100 %-igen TMR-Ration. Für

eine Versuchsperiode von 6 Wochen wurden dazu 30 Kühe auf drei Gruppen aufgeteilt. Eine Gruppe erhielt eine 100 %-ige TMR-Ration, die anderen beiden Gruppen hatten zusätzlich für jeweils 8 Stunden Zugang zu einer Weide, wobei die eine in den Morgenstunden (3:00 bis 11:00) auf der Weide war (PAM) und die andere am Abend (PPM, 15:00 bis 22:00). Den Ergebnissen zufolge wiesen die TMR-Kühe eine höhere Trockenmasseaufnahme (25,2 kg/Tag) auf, als die PAM- (19,9 kg/Tag) und die PPM-Gruppe (16,4 kg/Tag). Im Gegensatz dazu ließen sich für die Milchmenge pro Tag keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen, ebenso wenig wie für die Fett- und Eiweißgehalte der Milch. Die Milch der Kühe, die nur mit einer TMR gefüttert wurden, zeigte generell höhere Werte bei den nicht konjugierten Fettsäuren, während die Anteile der konjugierten Fettsäuren in den Weidegruppen signifikant höher waren (8,7 mg/g Fettsäuren bei PAM bzw. 9,8 mg/g bei PPM). In der TMR-Gruppe wurde ein Gehalt von 5,8 mg/g Fettsäuren beobachtet. Dasselbe Bild zeigte sich bei den Omega-3-Fettsäuren. Während die TMR-Tiere einen durchschnittlichen Wert von 5,4 mg/g Fettsäuren aufwiesen, lagen die PPM-Gruppe um ca. 37 % (7,4 mg/g) und die PAM-Gruppe sogar um ca. 60 % (8,7 mg/g) höher ($P<0,01$).

Sayers und Mayne (2001) untersuchten in Irland mit Holstein-Kühen den Einfluss von restriktiver Silagefütterung und unterschiedlichen Weideaufwuchshöhen bei einem Frühjahrs-Weideaustrieb. In der Vorversuchsperiode wurden alle Kühe mit Grassilage zur freien Aufnahme und Kraftfutter gefüttert. Die Versuchsgruppe wurde unterteilt in eine Kontrollgruppe, in welcher die Kühe die gesamte Versuchszeit im Stall mit Grassilage ad-libitum gefüttert wurden, in zwei Gruppen (A55 und A40) mit ad-libitum-Zugang zu Grassilage und Zugang zu Weide für 2 Stunden zwischen 9:00 und 11:00 Uhr mit einer durchschnittlichen Aufwuchshöhe von 55 mm (Gruppe A55) bzw. 40 mm (Gruppe A40) und in weitere zwei Gruppen mit restriktivem Zugang zu Grassilage (80 % T-Basis jener Menge der ad-libitum-Gruppen) und wiederum Zugang zu Weide für 2 Stunden einerseits bei 55 mm (Gruppe R55) bzw. 40 mm (Gruppe R40) Aufwuchshöhe. Alle Tiere bekamen zusätzlich 6 kg Kraftfutter pro Tag. In der Gesamt-Futteraufnahme befanden sich alle Gruppen annähernd im gleichen Bereich zwischen 15 und 16 kg T/Tag, wobei in den Weidegruppen zwischen 2,9 (A40) und 5,1 kg (R55) Weidefutter-Trockenmasse aufgenommen wurden. Die tägliche Milchleistung war in allen Gruppen mit Weidezugang signifikant höher

als jene der Stallgruppe. Die Weidetiere konnten im Durchschnitt um 2,6 kg mehr Milch pro Tag produzieren als die Kontrolltiere (28,4 vs. 25,9 kg Milch/Tag). Innerhalb der Weidegruppen konnten keine signifikanten Unterschiede im Milchertrag festgestellt werden. Neben der täglichen Milchmenge, hatte die Stundenweidehaltung auch einen signifikanten Einfluss auf den Milchproteinertrag. Während die Weidetiere durchschnittlich 847 g/Tag erreichten, lag der Proteinertrag der Stallgruppe im Durchschnitt bei 707 g/Tag. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass sich ein früher Weideaustrieb positiv auf die Milchleistung und die Trockenmasseaufnahme auswirkt.

Bargo et al. (2002) verglichen drei verschiedene Fütterungsstrategien und deren Einflüsse auf die Leistung von Milchkühen sowie die Veränderungen im Fettsäurenmuster. Die drei Fütterungsstrategien unterschieden sich insofern, als sich diese in Weide plus Kraftfutter (PC - pasture plus concentrate), Weide plus TMR (PTMR - pasture plus TMR) und Totale Mischration (TMR) unterschieden. Der Versuch wurde mit 45 Holstein-Kühen über einem Versuchszeitraum von 19 Wochen (Mai - Oktober) durchgeführt. Die Weidegruppen hatten Weidezugang in einem Ausmaß von ca. 15 kg T/Tag (PTMR) bzw. 30 kg T/Tag (PC). Die Tiere der PTMR-Gruppe waren tagsüber zwischen den Melkzeiten auf der Weide, gemeinsam mit jenen der PC-Gruppe, die aber im Gegensatz dazu auch in der Nacht auf der Weide gehalten wurden und nur zu den Melkungen in den Stall kamen. Über Nacht wurde den PTMR-Tieren nach der Abendmelkung 17 kg TMR (T) pro Kuh vorgelegt. Die Ration setzte sich in der PC-Gruppe mit etwa 60 % Weide und 40 % Kraftfutter (T-Basis), in der PTMR-Gruppe aus 30 % Weide, 61 % TMR und 9 % Kraftfutter und in der TMR-Gruppe aus 100 % TMR zusammen, wobei hier das Grundfutter:Kraftfutter-Verhältnis bei 50:50 lag, während die beiden Weidegruppen ein Verhältnis in der Ration von 60:40 aufwiesen (T-Basis).
Die durchschnittlichen Trockenmasse-Aufnahmen waren in der TMR- und PTMR um 5,1 bzw. 3,6 kg/Tag signifikant höher als bei den PC-Tieren (21,6 kg/Tag). Für die Weidefutteraufnahme ergaben sich für die PC-Strategie ein Wert von 12,9 kg/Tag und 7,5 kg/Tag für die PTMR-Fütterungsstrategie.
In der Milchleistung lagen die TMR-Kühe mit durchschnittlich 38,1 kg Milch pro Tag am höchsten. Diese Gruppe produzierte um 19 % mehr Milch (6,1 kg/Tag) als die Kühe der PTMR-Gruppe und um 33 % mehr Milch (9,6 kg/Tag) als die Tiere der PC-

Fütterungsstrategie. Vergleicht man die Milchinhaltsstoffe miteinander, war der Fettgehalt in der Milch von PTMR- und TMR-Kühen höher als in der Milch der PC-Gruppe (3,35 % bzw. 3,30 % versus 3,13 %). Im Milchproteingehalt zeigte die TMR-Fütterungsgruppe signifikant höhere Werte (3,33 %) als die PC-Gruppe (3,23 %), die Gruppe der PTMR lag dazwischen. Bei der Zellzahl ließen sich keine Unterschiede feststellen. Der durchschnittliche Milchharnstoffgehalt lag bei den Tieren der PC-Fütterungsstrategie mit durchschnittlich 15 mg/dl signifikant am höchsten, gefolgt von den PTMR-Kühen mit 12 mg/dl. Am niedrigsten war der Harnstoffgehalt bei den TMR-Kühen.

Beim Lebendgewicht stellte man fest, dass sich die PC- und PTMR-Gruppe im Mittelwert der Lebendmasse mit 620 bzw. 631 kg von der TMR-Gruppe mit durchschnittlich 675 kg unterschieden. Ähnliche Ergebnisse konnten bei der Differenz zwischen Anfangs- und Endmessung beobachtet werden. Die TMR-Gruppe wies eine Zunahme von 76 kg auf und lag damit signifikant über der PC-Gruppe (+27 kg) und der PTMR-Gruppe (+40 kg).

Bezüglich BCS lag der Unterschied zwischen Anfangs- und Endmessung bei der PC-Gruppe bei -0,20, während die TMR-Gruppe einen Wert von +0,19 zeigte. Die PTMR-Tiere waren in ihren BCS-Werten im Verlauf der Versuchsperiode relativ konstant.

Im selben Versuch von Bargo et al. (2002) wurde auch der Einfluss auf das Fettsäurenmuster der Milch ermittelt. Die Ergebnisse ergaben, dass sich die Gehalte an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren mit steigendem Weideanteil verringerten (kurzkettig: 11,3 vs. 10,6 vs. 9 g/100 g FS, mittelkettig: 40,5 vs. 39,3 vs. 36,5 g/100 g FS). Die Gehalte an langkettigen Fettsäuren waren in der PC-Fütterung währenddessen höher (53,8 g/100 g Fettsäuren) als bei TMR-Fütterung (47,7 g/100 g). Die Milch der PTMR-Gruppe wies einen Wert von 49,8 g/100 g Fettsäuren auf. Vergleicht man die Gehalte an gesättigten und ungesättigten Fettsäuren der Milch, so war der Gehalt an gesättigten Fettsäuren bei der PC-Fütterungsstrategie niedriger (55,5 g versus 59,2 g bzw. 60,1 g) und der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren höher (43,9 g versus 40,31 g bzw. 38,6 g/100 g) als in den PTMR- und TMR-Gruppen. Besonders deutlich war die Veränderung in den CLA-Gehalten zu erkennen. Kühe, die mit höheren Mengen an Weidefutter und weniger Kraftfutter gefüttert wurden, erreichten Werte, die um 42 % bzw. 105 % höher lagen als die Gehalte in der Milch von Kühen der PTMR- und TMR-Gruppen.

Bei einem Versuch von Morales-Almaràs et al. (2010) wurden 15 Kühe mit einer Totalmischration (TMR00) ad libitum bzw. in Kombination mit Weide (Koppelweide) gefüttert, wobei die Weidedauer entweder 12 h (TMR12) oder 6 h (TMR06) betrug.
Die Trockenmasse-Aufnahme an TMR ging mit steigendem Weideanteil signifikant zurück. Die Ergebnisse für den Verlauf der Lebendmasse zeigten keine Unterschiede zwischen den Gruppen.
Bezüglich Milchertrag und Milchproteingehalt konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Milch der TMR12-Gruppe wies jedoch einen geringeren Fettgehalt und einen geringeren Anteil an gesättigten Fettsäuren (69,4 g versus 71,4 g/100 g Fettsäuren) auf, als Milch der Gruppe TMR00. Während die Ergebnisse zeigten, dass es bei den kurzkettigen Fettsäuren im Milchfett keine Unterschiede zwischen den drei Gruppen gab, unterschied sich der Anteil an mittel- und langkettigen Fettsäuren im Milchfett der Weide-Gruppen signifikant von jenem in der TMR00-Gruppe. Die Gehalte an mittelkettigen Fettsäuren lagen in der TMR00 bei 52,7 g/100 g Fettsäuren, in der TMR06 und TMR12-Gruppe bei 50,3 bzw. 48,9 g/100 g Fettsäuren. Die Werte für die langkettigen Fettsäuren lagen bei 38,5 g (TMR00), 40,5 g (TMR06) bzw. 41,4 g/100 g Fettsäuren (TMR12). Mit zunehmender Weidedauer (TMR00 - TMR06 - TMR12) stieg der CLA-Gehalt der Milch signifikant (0,30 vs. 0,42 vs. 0,60 g/100 g Fettsäuren). Zusätzlich war der Omega-3-FS-Anteil in der TMR06 Gruppe ca. doppelt und in der TMR12-Gruppe ca. dreimal so hoch als in der Milch der TMR00-Tiere. Das Verhältnis der ungesättigten zu den gesättigten Fettsäuren stieg mit steigendem Weideanteil.
Morales-Almaràs et al. (2010) schließen daraus, dass bei 6-stündigem Zugang zu Weide zu einer Reduktion der T-Aufnahme kommt, aber kein signifikanter Rückgang der Milchleistung erwartet werden muss. Zusätzlich lässt sich das Fettsäurenmuster schon durch einen geringen Weidefutteranteil positiv verändern.

Elgersma et al. (2004) verglichen im Gegensatz zu den vorigen Versuchen nicht verschiedene Fütterungsstrategien miteinander, sondern untersuchten den Einfluss der Umstellung von Weidefütterung auf eine Gras-/Maissilage-Ration. Im ersten Versuch wurden in einer Versuchsperiode von insgesamt 15 Tagen die Veränderungen im Fettsäurenmuster der Milch, der Milchmenge und –inhaltsstoffe und die T-Aufnahme von 6 Holstein Kühen am Tag 0, 2, 6 und 14 nach der Umstellung analysiert. In den zweiten Versuch war eine Gruppe von 12 Kühen

eingebunden und die Daten wurden am Tag 0 und 4 nach der Umstellung von Weidegras auf Silagefütterung erhoben. Den Ergebnissen zufolge konnten im ersten Versuch keine Änderungen in der T-Aufnahme und Milchproduktion festgestellt werden. Der Milchfettgehalt stieg jedoch nach der Umstellung von Frischgras- auf Silagefütterung von 43,7 g/kg am Tag 0 auf 54,9 g/kg Milch am Tag 14. Bereits am 2. Tag waren die Veränderungen im Milchfettsäurenmuster deutlich zu erkennen. Die größten Unterschiede wurden bei C 14:0 (von 89 g am Tag 0 auf 117 g/kg Milchfett am Tag 14), C 16:0 (226-348 g/kg), C 18:0 (110-88 g/kg) und C 18:1 c9 (238-170 g/kg) festgestellt. Auch die konjugierte Linolsäure (CLA) unterschied sich am Tag 0 mit einem Gehalt von 24 g/kg Milchfett von Tag 14 mit einem Gehalt von 4 g/kg. In den ersten 2 Tagen konnten die größten Veränderungen festgestellt werden, während in der Zeit vom 6. bis zum 14. Tag im Vergleich dazu nur mehr geringe Veränderungen bemerkt wurden. Diese Ergebnisse wurden im zweiten Versuch bestätigt und die Autoren kommen zu dem Schluss, dass das Milchfettsäurenmuster der Milch von grasenden Kühen aus ernährungsphysiologischer Sicht wertvoller sei, als jenes der Milch von Kühen mit Silage-Fütterung.

3 Tiere, Material und Methoden

Die Daten wurden im Rahmen des Projektes „Futteraufnahme und Milchleistung von Milchkühen in Stallhaltung bzw. auf Halbtagsweide unter Berücksichtigung einer möglichen Proteinkraftfuttereinsparung“ der HBLFA Raumberg-Gumpenstein erhoben. Das Projekt wurde im Zeitraum einer Vegetationsperiode (März-Oktober 2010) durchgeführt.

Standortdaten

Lage: 710 m Seehöhe

Jahresniederschlag: 1000-1200 mm

Jahrestemperatur: durchschnittlich 7°C

3.1 Tiere und Material

Die Milchviehherde, bestehend aus 16 Milchkühen der Rassen Fleckvieh (5) und Holstein (11), wurde in zwei Gruppen eingeteilt, in eine sogenannte Stall- und in eine Weidegruppe. Bei der Auswahl der Tiere wurde darauf geachtet, dass sie nach Möglichkeit zwischen Dezember 2009 und März 2010 abgekalbt haben (saisonale Abkalbung). Die Aufteilung in zwei gleichwertige Gruppen (vgl. Tabellen 2 und 3) basierte auf den kuhindividuellen Daten für Milchleistung, Rasse, Laktationstag bei Weidebeginn sowie der Laktationszahl, wobei besonders auf eine gleichmäßige Verteilung der erstlaktierenden Kühe geachtet wurde.

Tabelle 2: Stallgruppe (Leistungsdaten vor Versuchsbeginn nach denen die Tiereinteilung erfolgte)

Name	Ohrmarken-Nr.	Rasse	Abk.dat.	LT WB[1]	LZ[2]	Milch kg/Tag	Fett %	Eiweiß %	ECM kg/Tag
Gralli	303256914	HF	04.04.2010	15	1	23,6	4	3,2	23,2
Sieglinde	579794109	FV	22.02.2010	56	2	28,8	4,08	2,95	28,1
Elfe	798239907	HF	22.02.2010	56	4	37,4	4	2,92	36,0
Gröbi	579811109	HF	17.02.2010	61	2	32,0	3,61	2,74	29,0
Ernestine	579803109	HF	13.02.2010	65	2	36,9	4,3	2,8	36,6
Dubble	579783709	HF	03.01.2010	106	2	24,1	5,13	2,92	26,5
Oktavia	579805309	HF	23.12.2009	117	2	22,9	4,43	3,1	23,5
Sigrid	954270972	FV	17.12.2009	123	4	29,2	4,06	3,24	29,0

[1]LT WB=Laktationstag zu Weidebeginn, [2]LZ=Laktationszahl

Tabelle 3: Weidegruppe (Leistungsdaten vor Versuchsbeginn nach denen die Tiereinteilung erfolgte)

Name	Ohrmarken-Nr.	Rasse	Abk.dat.	LT WB[1]	LZ[2]	Milch kg/Tag	Fett %	Eiweiß %	ECM kg/Tag
Hofdame	579812209	FV	10.03.2010	40	2	21,1	4,41	3,45	22,1
Olsena	579809709	HF	03.03.2010	47	2	32,7	3,57	2,91	29,8
Hocker	579781509	FV	20.02.2010	58	2	31,4	4,64	3,07	32,9
Osita	798240207	HF	07.02.2010	71	4	35,0	4,57	3,05	36,4
Damiana	579797409	HF	04.02.2010	74	2	37,8	4,22	2,81	37,1
Neurose	303249114	HF	06.01.2010	103	1	26,3	3,89	2,84	24,9
Juliane	527499947	FV	28.12.2009	112	6	28,0	3,84	3,19	26,9
Nagasaki	303243414	HF	22.12.2009	118	1	24,7	3,77	2,72	22,8

[1]LT WB=Laktationstag zu Weidebeginn, [2]LZ=Laktationszahl

Vor dem Weidebeginn (19. April 2010) wurde die gesamte Versuchsherde über vier Wochen mit derselben Ration gefüttert (Vorversuchsperiode). Die Leistungs- und Futteraufnahmedaten wurden in dieser Phase bereits tierindividuell erhoben und eigens ausgewertet. Da diese Ergebnisse nicht genauer analysiert werden, sondern nur als Zusatzinformation dienen und in der Ergebnisinterpretation und –Diskussion darauf Bezug genommen wird, werden die wichtigsten Kennzahlen hier kurz aufgelistet (Tabelle 4). Wie die Ergebnisse zeigen, unterschieden sich die Versuchsgruppen vor Beginn des Weideversuchs weder in den Futteraufnahme- noch in den Leistungsdaten oder Effizienzparametern signifikant voneinander.

Tabelle 4: LS Means und P-Werte für Vorversuchs- (Stallfütterungs-) Periode (27 Tage)

Merkmal		Gruppe Stall	Gruppe Weide	s_e	P-Wert
Tiere	n	8	8		
Tage	n	27	27		
Laktationswoche zu Versuchsbeginn		7	7		
Lebendmasse	kg	610	640	5,37	0,157
BCS	Punkte	3,06	3,25	0,06	0,358
Milchleistung					
Milch	kg/Tag	29,0	28,0	1,96	0,632
ECM	kg/Tag	28,1	27,3	2,67	0,702
Fett	kg/Tag	1,18	1,14	0,19	0,728
Eiweiß	kg/Tag	0,84	0,84	0,06	0,887
Fett	%	4,06	4,05	0,58	0,976
Eiweiß	%	2,91	3,00	0,12	0,248
FEQ		1,40	1,36	0,21	0,635
Laktose	%	4,82	4,86	0,08	0,483
Harnstoff	mg/100ml	16,6	18,3	3,36	0,269
Zellzahl	x 1000	406	200	0,99	0,561
Futterbedarf (Vorversuchsperiode)					
Heu	kg T	86,4	90,0	12,12	0,654
GS	kg T	239,0	251,2	30,18	0,520
EKF	kg T	134	127	27,71	0,687
PKF	kg T	31	28	9,83	0,652
KF	kg T	165	156	37,37	0,676
Gesamtfutteraufnahme	kg T	491	496	53,82	0,861
Grundfutterleistung (Vorversuchsperiode)					
Milch aus KF[1]	kg	486	457	109,69	0,676
Milch aus KF (AK)[2]	kg	393	367	87,37	0,641
GFL	kg	215	249	81,01	0,503
GFL (AK)	kg	308	339	70,33	0,484
GFL	%	33	37	12,35	0,551
GFL (AK)	%	42	48	11,43	0,403
Futteraufwand je kg ECM					
EKF	g FM/kg ECM	215	202	0,04	0,556
PKF	g FM/kg ECM	47	42	0,01	0,549
KF	g FM/kg ECM	286	256	0,02	0,403
Milcheffizienz	kg ECM/LM^{0,75}	0,22	0,21	0,02	0,870
Futterkonvertierungseffizienz	kg ECM/kg T	1,44	1,42	0,09	0,713
Energiekonvertierungseffizienz	kg ECM/MJ NEL	0,24	0,23	0,00	0,944

[1]Berechnung über die Energieaufnahme aus Kraftfutter, [2]Berechnungsmethode der Arbeitskreise Milchvieh (vgl. Kapitel 4.6)

Der Hauptversuch startete mit Weidebeginn (19.04.2010) und ab diesem Tag wurden die Rationen in den beiden Gruppen, wie in Tabelle 5 dargestellt, unterschiedlich gestaltet. Diese stellten dabei Rationen eines Grünlandbetriebes mit restriktivem Kraftfuttereinsatz dar. Sowohl die Stall- als auch die Weidegruppe befanden sich zum Zeitpunkt des Weidebeginns durchschnittlich in der 11 Laktationswoche.

Tabelle 5: Rationszusammenstellung

Futtermittel	**Vorversuchsperiode**	**Hauptversuchsperiode**	
		Stallgruppe	Weidegruppe
Grundfutter (kg T)			
Heu	2 x 2 kg (abends und morgens)	2 x 2 kg (abends und morgens)	2 kg (morgens)
Silage	ad libitum	ad libitum	ad libitum
Kraftfutter (kg FM)			
Energie-Kraftfutter (EKF)	< 15 kg Milch kein EKF darüber 1 kg EKF/2 kg erzeugter Milch	< 15 kg Milch kein EKF darüber 1 kg EKF/2 kg erzeugter Milch	< 16 kg Milch kein EKF darüber 0,875 kg EKF/2 kg erzeugter Milch
Protein-Kraftfutter (PKF)	< 19 kg Milch kein PKF darüber pro kg erzeugter Milch 0,125 kg EKF durch PKF ersetzt	< 19 kg Milch kein PKF darüber pro kg erzeugter Milch 0,125 kg EKF durch PKF ersetzt	kein PKF
Mineralstoffe u. Spurenelemente	bedarfsgerecht		

Die Kraftfuttermischung setzte sich wie folgt zusammen:

Tabelle 6: Kraftfutterzusammensetzung

Energiekraftfutter	**Proteinkraftfutter**
30% Gerste 30% Mais 30% Weizen 10% Trockenschnitte	100% Rapsextraktionsschrot

Während die Stallgruppe ganztägig im Stall gehalten wurde, kam die Weidegruppe nach dem morgendlichen Melken auf die Weide (ca. 7:00 Uhr). In den ersten drei Weidetagen wurde die Weidezeit der 8 Weidetiere schrittweise von 2 auf 4 Stunden verlängert. Danach folgten bis Weideende (3. Oktober 2010) täglich 6 Stunden Weidegang (7:00 bis 13:00 Uhr).

3.1.1 Versuchsfläche

Eine langjährige Dauerweide diente als Versuchsfläche. Der Pflanzenbestand setzte sich durchschnittlich aus den Hauptarten Wiesenrispe (20 Flächen-%), Englisches Raygras (20 Flächen-%) und Weißklee (26 Flächen-%) zusammen (vgl. Anhang XI und XII). Sie wurde in Form einer Kurzrasenweide geführt. Die gesamte Fläche war jedoch in drei Schläge aufgeteilt (Abbildung 12). Auf der Koppel 18/19 fanden vier Mal während der Versuchsperiode die Weidefutteraufnahme-Erhebung statt. Ansonsten dienten die Koppel 3/6 und die Koppel Steinfeld (ges. ca. 3 ha) als Weidefläche. Je nach gemessener Aufwuchshöhe wurde die Weidefläche verkleinert bzw. vergrößert. Die Zielaufwuchshöhe (gemessen mittels Rising Plate Meter) lag bei 3,5-4,0 cm.

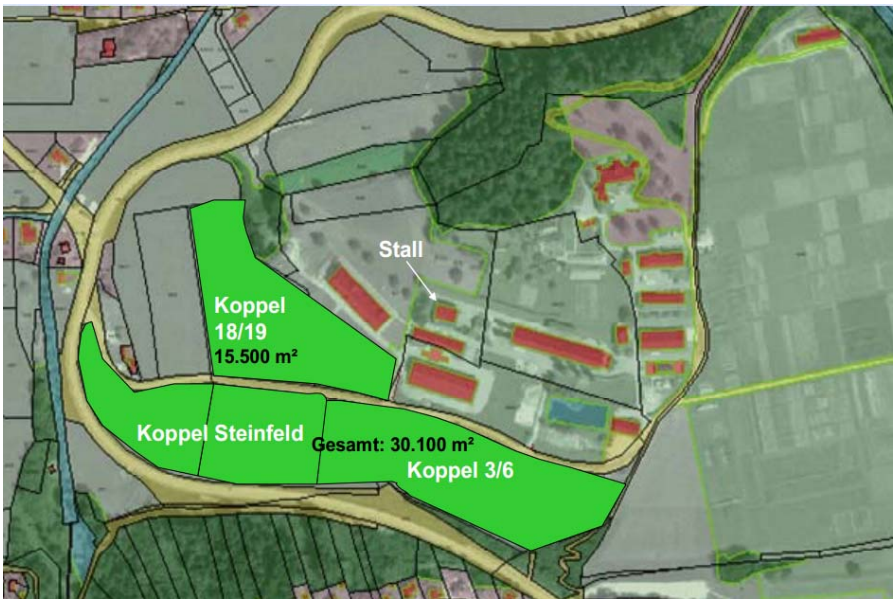

Abbildung 12: Versuchsfläche

3.1.2 Düngung und Pflege

Vor Weidebeginn wurde auf den Weideflächen 100 kg Hyperkorn pro ha ausgebracht. Während der Weidesaison wurden die Flächen jeweils zweimal mit Jauche gedüngt (ca. 7,5 m³/ha), wobei die Düngung jeweils dann erfolgte, wenn

diese Flächen gerade nicht beweidet und auch entsprechende Niederschläge erwartet wurden.
Nicht beweidete Flächen mit einer entsprechenden Wuchshöhe wurden gemäht und zur Futterkonservierung verwendet. Überständige Geil- und Weidestellen wurden auf eine Stoppellänge von ca. 10 cm abgemäht („toppen“). Das Schnittgut verblieb auf der Koppel, wo es von den weidenden Tieren aufgenommen wurde.

3.2 Methoden

3.2.1 Datenerhebung

3.2.1.1 Futteraufnahmeerhebung

Die Futteraufnahme im Stall wurde tierindividuell sowohl in der Vorversuchs- als auch Hauptversuchsperiode erfasst. Mit Hilfe eines Barrenteilers (Anbindehaltung bis 2011) konnte eine Einzeltierfütterung durchgeführt und die Futteraufnahmen exakt erhoben werden. Für die Stallgruppe galt dies für die gesamte Versuchszeit. Für die Weidegruppe konnten die Futteraufnahmen von Grassilage, Heu, Kraftfutter und Mineralstoffe ebenfalls exakt erfasst werden, die Weidefutteraufnahme wurde allerdings nur zu fünf Perioden (5 Tage lang) mit Hilfe der Differenzschnittmethode ermittelt (Schätzmethode).
Diese erfolgte für alle 8 Weidetiere gemeinsam, da eine tierindividuelle Erhebung der Weidefutteraufnahme einerseits sehr arbeitsintensiv und andererseits aufgrund des hohen technischen und analytischen Aufwandes sehr teuer gewesen wäre. Die Futteraufnahme bildet daher den Durchschnitt aller 8 Tiere.
Bei der Differenzschnittmethode wurde so vorgegangen, dass direkt neben der Fläche, die für den jeweiligen Erhebungstag als Weidefläche vorgesehen war, ein repräsentativer Streifen mit dem Motormäher auf Bisshöhe (etwa 3 cm) abgemäht, das Futter gewogen und die Trockenmasse und in Folge dessen die Aufwuchsmenge bestimmt wurden. Diese Aufwuchsmenge wurde für die beweidete Fläche angenommen. Nach der Beweidung wurden die Weidereste unverzüglich auf derselben Höhe wie der Probestreifen abgemäht, wiederum gewogen und auf Trockenmasse bestimmt. Die Differenz der beiden Wiegungen stellte die durchschnittliche Futteraufnahme der 8 Weidetiere dar.

Um einen tierindividuellen Wert für die Weidefutteraufnahme zu erhalten, wurde zusätzlich auch auf die Schätzung mittels Energiebedarf zurückgegriffen (Erhaltung+Leistung). Aus der Differenz zwischen Energiebedarf und der bereits aufgenommenen Energiemenge über Grassilage, Heu und Kraftfutter wurde die Futter- und Nährstoffaufnahme über das Weidefutter abgeleitet. Der Energiebedarf wurde dabei aus dem Erhaltungsbedarf, der Milchleistung, der Lebendmasseveränderung und dem Energiebedarf für die Trächtigkeit errechnet (GFE, 2001). Ein erhöhter Erhaltungsbedarf aufgrund der Weidefütterung (im Ausmaß von 15 %) wurde dabei nicht berücksichtigt. Zur Berechnung der Weidefutteraufnahme wurde mit dem Durchschnittswert der Energiekonzentration des Weidefutters über den Weideverlauf (vgl. 4.1.1) gearbeitet. Für die statistische Auswertung sowie grafischen Darstellungen wurden die errechneten Weidefutteraufnahmen verwendet.

3.2.1.2 Pflanzenbestandserhebung und Aufwuchshöhenmessung

Der Pflanzenbestand wurde zweimal während der Versuchsperiode (Juni und Oktober) erhoben. Die Weideaufwuchshöhe wurde alle drei bis vier Tage mit einem speziellen Aufwuchshöhenmessgerät, einem sogenannten Rising Plate Pasture Meter, gemessen. Beim Rising Plate Pasture Meter handelte es sich hierbei um ein mechanisches Zählgerät, das mit Hilfe einer Platte, die einen gewissen Druck auf den Pflanzenbestand ausübt, die Aufwuchshöhe in sogenannten Clicks misst. Ein Click am Zählgerät entspricht dabei 0,5 cm Aufwuchshöhe. Die Aufwuchshöhe kann auch mittels Zollstab bzw. mittels Zollstab in Kombination mit einem Plasikdeckel, der in der Mitte gelocht ist, ermittelt werden. Die Aufwuchshöhe der eingezäunten Weidefläche wurde während der Beweidung unterschiedlich oft (je nach Größe min. 15-25 pro Flächeneinheit) erhoben und daraus der Mittelwert errechnet.
Um die verschiedenen Messmethoden miteinander vergleichen zu können, werden Näherungsformeln verwendet (Steinwidder und Starz, 2015):

Y cm Zollstab * 0,56 entspricht ca. X cm Rising Plate Pasture Meter
Y cm Zollstab * 0,79 entspricht ca. X cm Plastik-Deckel-Methode
Y cm Rising Plate Pasture Meter * 1,34 entspricht ca. X cm Plastik-Deckel-Methode
Y cm Plastik-Deckel-Methode * 0,75 entspricht ca. X cm Rising Plate Pasture Meter

Aufgrund der Aufwuchshöhenmessung lässt sich mit Hilfe einer Standardformel auf die Weidedichte, die dem Gesamtfutterangebot der Weide in kg T/ha ab Bodenoberfläche entspricht, rückschließen. Abhängig ist diese von Pflanzenbestand, Trockenmassegehalt, Vegetationsstadium und der angewandten Messmethode.
Die Angabe des Gesamtfutterangebotes wird vor allem in Neuseeland praktiziert und wurde bereits in mehreren wissenschaftlichen Arbeiten publiziert, um das Weidefutterangebot der Weiden vergleichen zu können. Zu beachten ist jedoch, dass es sich hierbei um das Weidefutterangebot ab Bodenoberfläche handelt, die Kühe durch ihr natürliches Fressverhalten allerdings auf nur ca. 3 cm Grashöhe verbeißen können (Steinwidder und Starz, 2015). Delagarde et al. (2011) beschreibt Gleichungen zur Umrechnung des Futterangebotes auf unterschiedliche Ernte-Futteraufwuchshöhen. Je nach Messeinheit wird in folgende zwei Formeln unterschieden:

Gesamtfutterangebot ab Bodenoberfläche in kg T/ha = RPM clicks * 140 + 500
Gesamtfutterangebot ab Bodenoberfläche in kg T/ha = RPM cm * 280 + 500

In dieser Arbeit wurde für die Berechnung des Gesamtfutterangebotes ab Bodenoberfläche mit Hilfe der zweiten Formel gearbeitet.

3.2.1.3 Futtermittelanalysen

Zur Bestimmung des Futterwertes wurden Analysen im Chemischen Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Nährstoff- (Weender, Gerüstsubstanzen, Mineralstoffe und Spurenelemente) und Energiegehalte der konservierten Futtermittel (Heu, Grassilage) wurden aus vierwöchigen Sammelproben ermittelt. Der Trockenmassegehalt, sowohl der Ein- als auch der Rückwaage der Silage sowie der Rückwaage des Heus wurden täglich einmal, jener der Einwaage des Heus alle 7 Tage bestimmt. Die Trockenmassegehalte dienten als Grundlage zur Rationsanpassung, die wöchentlich vorgenommen wurde. Die Nährstoffgehalte (Weender, Gerüstsubstanzen, Mineralstoffe- und Spurenelemente) des Kraftfutters wurden aus einer achtwöchigen Sammelprobe erhoben. Die Berechnung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie bzw. an Netto-Energielaktation des Grundfutters erfolgte nach den Formeln der GfE (1998) auf der Grundlage des Gehaltes an Rohnährstoffen sowie der Enzymlöslichkeit (ELOS) nach der Cellulase-

Methode (De Boever et al. 1986). Die Energiebewertung in MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) des Weidefutters wurde mittels Regressionsformel der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie mit Hilfe der analysierten Nährstoffgehalte errechnet, wobei bei der Berechnung in 1. Aufwuchs und Folgeaufwüchse unterschieden wurde (GfE, 1998).
Zusätzlich wurde beim Grünfutter aufgrund des hohen Verschmutzungsgrades infolge der geringen Mähtiefe bei der Ernte mit dem Mäher und des damit verbundenen höheren Erdanteils (Resch et al., 2014) eine Korrektur der Energie- und Nährstoffgehalte auf einen Rohaschegehalt von 90 g/kg T vorgenommen.

3.2.1.4 Milchleistung, Milchinhaltsstoffe, Milchfettsäurenmuster

Die Milchleistung der einzelnen Kühe wurde täglich während der Morgen- und Abendmelkung erfasst. Der Gehalt an Milchinhaltsstoffen (Fett, Eiweiß, Laktose), Zellzahl und Milchharnstoffgehalt wurden im Milchprüflabor St. Michael (LKV), Steiermark analysiert.

Für die Bestimmung des Fettsäurenmusters der Milch wurde an zwei Terminen (vor Weidebeginn: 14. April; in der Weidezeit: 12. Mai) Proben genommen und die Analysen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt.
In der vorliegenden Arbeit werden die Fettsäurengehalte als qualitative Einheit (g/100 g Fettsäuren) angegeben. In der Literatur findet man immer wieder die quantitative Form (g/100 g Milchfett), weshalb hier die Umrechnungsformel nach Schreiber (2002) angeführt wird:

g Fettsäure/100 g Milchfett = (g Fettsäure/100 g Gesamtfettsäuren) * 87,5 %[1]

Nach Lock und Bauman (2004) gibt es über 20 verschiedene Isomere von CLA die natürlich in der Milch vorkommen. Aus ernährungsphysiologischer Sicht und des mengenmäßig höchsten Anteils von 75-90 % der gesamten CLA kommt der cis-9, trans-11 CLA die größte Bedeutung zu. Aufgrund dessen wurde in den Untersuchungen nur die cis-9, trans-11 CLA berücksichtigt.
Die Daten wurden für den jeweiligen Probentag (1 bzw. 2) ausgewertet und dargestellt. Die zwei Probentage lagen am 23. Tag des Vorversuchs (14.04.2010)

[1] der Anteil des Glycerinrestes macht durchschnittlich 12,5 % des gesamten Fettmoleküls aus

und 24. Tag (12.05.2010) des Hauptversuchs. Außerdem wurden sogenannte Delta-Werte berechnet, um Veränderungen zwischen der Vorversuchs- (Stallfütterungs-) Periode (erster Probentag) und der Hauptversuchs- (Weidefütterungs-) Periode (zweiter Probentag) feststellen zu können. Die analysierten Fettsäuren (-gruppen) sind in Tabelle 7 überblicksmäßig aufgezählt.

Tabelle 7: Übersicht zu den analysierten Fettsäuren

Gesättigte FS[1] (SFA)		Einfach-ungesättigte FS[1] (MUFA)	Mehrfach-ungesättigte FS[1] (PUFA)	
C 4:0	C 17:0	C 14:1	C-18:2 c9,12	Omega-6 (n-6)
C 5:0	C 18:0	C 15:1	C-18:2 t9,12	
C 6:0	C 19:0 anteiso	C 16:1 c9	C-18:3 c6,9,12	
C 7:0	C 19:0	C 17:1	C-20:2	
C 8:0	C 20:0	Σ C 18:1 trans	C-20:3 c8,11,14	
C 10:0	C 21:0	C 18:1 c9	C-20:4	
C 12:0	C 22:0	C 18:1 c11	C-18:3 c9,12,15	Omega-3 (n-3)
C 13:0	C 23:0	C 20:1	C-20:3 c11,14,17	
C 14:0	C 24:0	C 24:1	C-20:5	
C 15:0 anteiso			C-22:5 c7,10,13,16,19	
C 15:0 iso				
C 15:0				
C 16:0 iso			CLA c9t11	
C 16:0				
C 17:0 anteiso				
C-17:0 iso				

[1]Fettsäure

3.2.1.5 Lebendmasse und BCS

Die Erfassung der Lebendmasse der Tiere erfolgte sowohl in der Vorversuchsperiode als auch im Hauptversuch einmal wöchentlich nach der Morgenmelkung durch Wiegung. Die Beurteilung der Körperkondition (5-Punkte Skala; 5 Punkte – extrem

fett, 1 Punkt extrem abgemagert; 0,25 Punkteabstufungen) wurde 14-tägig immer durch dieselben vier Personen ausgeführt. Der Verlauf der Lebendmassekurven wird in der Ergebnisdarstellung einerseits mit Hilfe von Regressions-Werten, die im Excel-Programm erstellt wurden, dargestellt und andererseits basieren die Lebendmassekurven auf den Schätzungen mittels Wilmink-Funktion (vgl. 3.2.2 Statistische Auswertung).

3.2.2 Statistische Auswertung

Nachdem die Daten in Microsoft Excel aufbereitet wurden, erfolgte die statistische Datenauswertung mit dem Statistikprogramm SAS 9.1.3. Vor der Auswertung wurden die Daten mit der Prozedur UNIVARIATE auf Normalverteilung getestet. Bei nicht normalverteilten Datensätzen (Fettsäuren: Probentag 1: C 16:1, c9; C 19:0 anteiso, C 19:0, C 23:0; Probentag 2: kurzkettige FS, C 16:0, mittelkettige FS, C 17:0, C 20:1, langkettige FS, Delta-Werte: C 21:0, C 22:6, langkettige FS) wurde die Berechnung der statistischen Kennzahlen mit logarithmierten Datensätzen durchgeführt.
Die Zellzahlwerte entsprachen ebenfalls keiner Normalverteilung. Deshalb erfolgte eine logarithmische Transformation der Zellzahl zum Linear Somatic Cell Score (SCS) (Zuchtdata, 2014a):

$$SCS = \log2 (Zellzahl /100.000) + 3$$

Eine Zellzahl von 25.000 entspricht einem SCS von 1, eine Zellzahl von 50.000 einem SCS von 2, eine Zellzahl von 100.000 einem SCS von 3, usw. In der Ergebnisdarstellung wurden wieder die originalen Zahlen verwendet.

Um die Milchleistungen auf Basis ihres Energiegehaltes je kg Milch vergleichen zu können, wurde die Milchleistung auf einen Fettgehalt von 4 % und einen Eiweißgehalt von 3,4 % umgerechnet. Dies entspricht einem Energiegehalt von 3,28 MJ je kg Milch. Die Berechnung dieser sogenannten Energiekorrigierten Milchleistung (ECM) erfolgte nach folgender Formel (GFE, 2001):

$$ECM (kg) = Milch (kg) \times [0,38 \times (Fett \%) + 0,21 \times (Eiweiß \%) + 1,05]/3,28$$

Für die statistische Auswertung wurden die Kurven der Lebendmasse und Körperkondition (BCS) mit Hilfe der Wilmink-Funktion (Wilmink, 1987), wie auch bei Roche et al. (2006), modelliert.

Für die statistische Auswertung wurde die gesamte Versuchsperiode in zwei Abschnitte geteilt, die getrennt voneinander untersucht wurden. Einerseits wurden die zu untersuchenden Merkmale innerhalb der Vorversuchsperiode (Stallfütterungsperiode, bis 18.04.2010) auf Unterschiede geprüft, andererseits wurde die Hauptversuchsperiode (Weideperiode, ab 19.04.2014) auf Signifikanzen untersucht.

Für den Vergleich der Daten Futteraufnahme (Heu, Grassilage, Kraftfutter), Lebendmasse und Körperkondition (BCS), Futtereffizienz, Milchleistung bzw. Milchinhaltsstoffe (Fett, Eiweiß, Laktose, Harnstoff) und Zellzahl über den Verlauf der Hauptversuchsperiode wurde die SAS Prozedur MIXED (Freiheitsgrad-Approximation ddfm=kr) für wiederholte Messungen verwendet. Mit dem Tukey-Range Test wurden Signifikanzen zwischen den LS Means getestet.
Neben dem fixen Effekt der Rasse und Gruppe wurden die fixen Effekte der Laktationsgruppe sowie die Versuchswoche in das Modell genommen. Um den Effekt unterschiedlicher Laktationsstadien zu Weidebeginn zu korrigieren, wurde der Laktationstag zu Weidebeginn als kontinuierliche lineare und quadratische Co-Variable mit ins Modell genommen.
Folgendes Modell wurde für die Auswertung unterstellt:

$$\text{MODELL 1: } Y_{ijk} = \mu + R_i + G_j + LAKGRU_k + R_i*G_j + R_i*VW + G_j*VW + b1*Laktag + b2*Laktag^2 + e_{ijk}$$

Y_{ijk}	= Beobachtungswert der abhängigen Variable
μ	= gemeinsame Konstante für alle Y_{ijk}
R_I	= fixer Effekt der Rasse i mit i = HF oder FV
G_j	= fixer Effekt der Gruppe j mit j = Stall oder Weide
$LAKGRU_k$	= fixer Effekt der Laktationsgruppe k mit k = 1, 2 oder >2
R_i*G_j	= Wechselwirkung zwischen Rasse und Gruppe
R_i*VW	= Wechselwirkung zwischen Rasse und Versuchswoche

G_j*VW = Wechselwirkung zwischen Gruppe und Versuchswoche
b1, b2 = Regressionskoeffizienten
Laktag = kontinuierlicher Effekt des Laktationstages zu Weidebeginn (linear, quadratisch)
e_{ijk} = Restkomponente von Y_{ijk}

Als Subjekt der wiederholten Messungen (repeated Statement) wurde eine Kuh innerhalb der Versuchswochen definiert (Kovarianzstuktur: Typ cs). Die Wechselwirkung zwischen Gruppe und Laktationsgruppe war nicht signifikant und wurde deshalb aus dem Modell genommen.

Bei der Auswertung der Futteraufnahmedaten, sowie Milchleistung und Milchinhaltsstoffe und der Futtereffizienzparameter über die gesamte Periode wurde mit der SAS Prozedur GLM gearbeitet, da hier keine wiederholten Messungen vorhanden waren.

MODELL 2: $Y_{ijk} = \mu + R_i + G_j + LAKGRU_k + R_i*G_j + b1*Laktag + b2*Laktag^2 + e_{ijk}$

Y_{ijk} = Beobachtungswert der abhängigen Variable
μ = gemeinsame Konstante für alle Y_{ijk}
R_I = fixer Effekt der Rasse i mit i = HF oder FV
G_j = fixer Effekt der Gruppe j mit j = Stall oder Weide
$LAKGRU_k$ = fixer Effekt der Laktationsgruppe k mit k = 1, 2 oder >2
R_i*G_j = Wechselwirkung zwischen Rasse und Gruppe
b1, b2 = Regressionskoeffizienten
Laktag = kontinuierlicher Effekt des Laktationstages zu Weidebeginn (linear, quadratisch)
e_{ijk} = Restkomponente von Y_{ijk}

Nicht signifikante Wechselwirkungen wurden wiederum aus dem Modell genommen.

Für den Vergleich des Fettsäurenmusters der Milch wurde ebenfalls die SAS Prozedur MIXED zur Anwendung gebracht. Die Auswertung erfolgte getrennt für den jeweiligen Probentag (Probentag 1: einheitliche Fütterung und Probentag 2:

differenzierte Fütterung). Es wurden die fixen Effekte der Rasse, Gruppe und Laktationsgruppe berücksichtigt und die Laktationswoche zu Weidebeginn als Co-Variable ins Modell integriert:

MODELL 3: $Y_{ijk} = \mu + R_i + G_j + LAKGRU_k + LAKWO + e_{ijk}$

Y_{ijk}	= Beobachtungswert der abhängigen Variable
μ	= gemeinsame Konstante für alle Y_{ijk}
R_I	= fixer Effekt der Rasse i mit i = HF und FV
G_j	= fixer Effekt der Gruppe j mit j = Stall und Weide
$LAKGRU_k$	= fixer Effekt der Laktationsgruppe k mit k = 1, 2 und >2
LAKWO	= Laktationswoche zu Weidebeginn
e_{ijk}	= Restkomponente von Y_{ijk}

Da die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen fixen Effekten nicht signifikant waren, wurden sie nicht berücksichtigt.
Zusätzlich wurden für die einzelnen Fettsäuren- und Fettsäuregruppen die Veränderungen (Delta-Werte) zwischen 1. und 2. Probentag berechnet und ausgewertet. Hier wurde ebenfalls Modell 3 verwendet, allerdings wurde die Regressionsvariable aus dem Modell genommen.

Die Ergebnisse sind als Least Square Means (LS Means) der Gruppen, Residualstandardabweichungen (s_e) und P-Werte dargestellt. Unterschiede wurden bei einem P-Wert von <0,05 als signifikant und bei einem P-Wert von >0,05 und <0,1 als tendenziell angenommen.

4 Ergebnisse

Im ersten Teil der Ergebnisse wird auf die Analyse der einzelnen Futtermittel Heu, Grassilage, Kraftfutter und Weidegras sowie auf die Weideführung eingegangen. Danach werden die Futteraufnahme, der Verlauf der Lebendmasse und der Milchleistung sowie Milchinhaltsstoffe (Fett, Protein, Laktose und Harnstoff), ausgewählte Futtereffizienz-Parameter als auch die Zellzahlverläufe dargestellt. Abschließend werden die Auswertungen der Fettsäurenanalyse der Milch erläutert.

4.1 Futtermittel

4.1.1 Nährstoffgehalte der eingesetzten Futtermittel

In Tabelle 8 sind die durchschnittlichen Energie- und Nährstoffgehalte der im Stall eingesetzten Futtermittel sowie des Weidegrases dargestellt. Die Werte stellen die Durchschnittswerte der Analysenergebnisse aus den jeweils vier- (Heu, GS) bzw. achtwöchigen (KF) Sammelproben dar.

Tabelle 8: Nährstoff- und Energiegehalt der Futtermittel

		Grassilage	Heu	Energie-KF	Protein-KF	Weidefutter	Weidefutter korrigiert
T	g/kg FM	367	**837**	869	891	159	159
XP	g/kg T	134	118	109	363	188	198
XF	g/kg T	289	276	49	161	213	224
XL	g/kg T	32	21	25	18	30	32
XX	g/kg T	431	505	788	383	435	457
XA	g/kg T	110	79	29	75	135	90
NDF	g/kg T	504	528	180	308	435	457
ADF	g/kg T	334	316	63	245	258	271
ADL	g/kg T	42	36	12	99	33	35
Energie							
ME	MJ/kg T	9,28	9,17	13,24	11,78	9,59	10,47
NEL	MJ/kg T	5,46	5,36	8,42	7,17	5,91	6,35
Mineralstoffe							
Ca	g/kg T	9,56	8,18	1,54	8,80	9,87	9,39
P	g/kg T	3,96	2,52	3,38	11,24	5,23	4,98
Mg	g/kg T	4,30	3,36	1,26	6,14	3,88	3,69
K	g/kg T	25,0	16,8	8,3	14,9	25,6	24,36
Na	g/kg T	0,34	0,33	0,65	0,08	0,59	0,56
Cu	mg/kg T	11	10	4	7	13	12
Mn	mg/kg T	124	133	24	64	108	103
Zn	mg/kg T	34	28	24	56	37	35

4.1.1.1 Nährstoffgehalt der im Stall eingesetzten Futtermittel

Die Energiegehalte von Grassilage und Heu waren relativ konstant und wiesen Energiewerte von 5,46 (±0,3) bzw. 5,36 (±0,1) MJ NEL/kg T (Heu) auf. Die Rohproteingehalte betrugen 13 % (±10,1) bzw. 12 % (±14,4) XP in der T und lagen damit deutlich unter jenem von Weidefutter. Die Rohfaserwerte für Grassilage und Heu lagen bei 29 bzw. 28 % (Basis T). Bei den Ca-Gehalten in der Grassilage konnte ein tendenzieller Anstieg von 8,5 g/kg T zu Versuchsbeginn auf 10,1 g/kg T festgestellt werden. Die Ca-Werte von Heu unterlagen einer mehr oder weniger großen Schwankungsbreite zwischen 6,6 und 10,0 g/kg T. Die P-Werte verhielten sich auf relativ gleichem Niveau und lagen durchschnittlich bei 3,96 g (Grassilage) bzw. 2,52 g/kg T (Heu).
Die Energie- und Rohproteingehalte des Energiekraftfutters waren bei etwa 8,42 (±0,04) MJ NEL und 11 % (±4,1) XP (Basis T) einzuordnen. Der Rapsextraktionsschrot wies Werte von 7,17 (±0,1) MJ NEL und 36 % XP (±10,3) in der T auf.

4.1.1.2 Nährstoffgehalt des Weidefutters

Der durchschnittliche Energiegehalt des Weidefutters der Kurzrasenweide lag bei 6,3 (± 0,3) MJ NEL (Basis T). Die höchste Energiekonzentration konnte zu Beginn der Vegetationszeit, in der Zeit des maximalen Graswachstums (ca. Mitte Mai), verzeichnet werden (vgl. Abbildung 13). Hier konnten 6,7 MJ NEL (in der T) analysiert werden, in Folge ging der Energiegehalt im Juni auf durchschnittlich 6,0 MJ NEL zurück, um im Juli und August wieder etwas zu steigen (6,3 bzw. 6,4 MJ NEL) und schließlich zu Weideende 6,3 MJ NEL (Basis T) zu erreichen. In Abbildung 13 ist neben dem Verlauf von Protein- und Rohfasergehalt, sowie XP/NEL-Verhältnis, jener des Energiegehaltes von Weidefutter über die Dauer der Weidephase dargestellt.

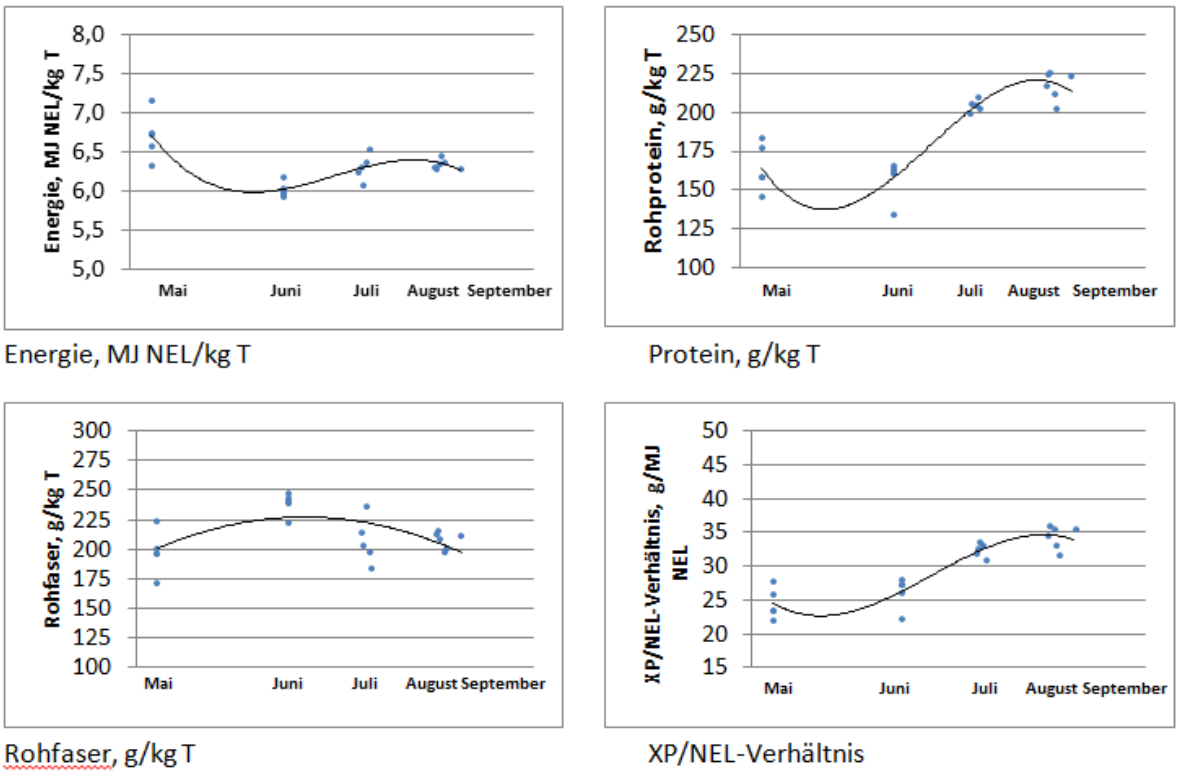

Abbildung 13: Veränderung der Weidefutterqualität im Vegetationsverlauf

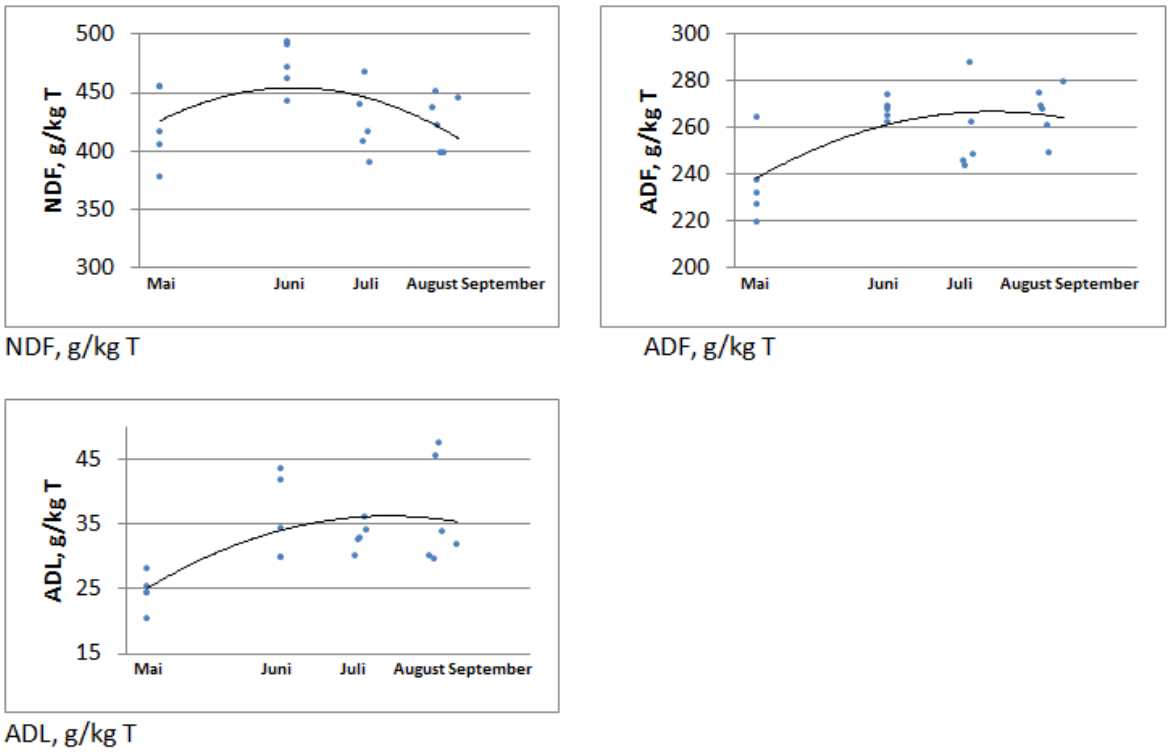

Abbildung 14: Veränderung des Gehaltes an Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, ADL) im Vegetationsverlauf

Im Gegensatz zum Energiegehalt nahm der Rohproteingehalt des Weidefutters im Vegetationsverlauf kontinuierlich zu. Im Durchschnitt lag der XP-Gehalt bei 19 %,

wobei die Werte in den ersten Vegetationsmonaten ca. 15-16 % betrugen und bis Weideende auf 22 % (Basis T) anstiegen.
Die Rohfasergehalte der Kurzrasenweide beliefen sich im Durchschnitt auf etwa 21 % und etablierten sich im Vegetationsverlauf zwischen 18 und 23 %, wobei im Juni die höchsten XF-Gehalte gemessen wurden (Basis T). Ein ähnliches Bild zeigten auch die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF und ADL). Diese waren während der Sommermonate am höchsten und nur im Frühjahr und Herbst auf niedrigerem Niveau (vgl. Abbildung 14).

4.2 Weidemanagement

Die Aufwuchshöhenmessung wurde zwei bis drei Mal wöchentlich mittels Rising Plate Pasture Meter durchgeführt.
In Abbildung 15 lässt sich der Verlauf der Grasaufwuchshöhe der Kurzrasenweide von Weidebeginn (19. April) bis Weideende (3. Oktober) erkennen. Die durchschnittliche Grasaufwuchshöhe lag im Vegetationsverlauf bis Ende Juli bei 3,66 cm (RPM) und ab Ende Juli bis zum Ende der Weidezeit bei 3,68 cm (RPM).

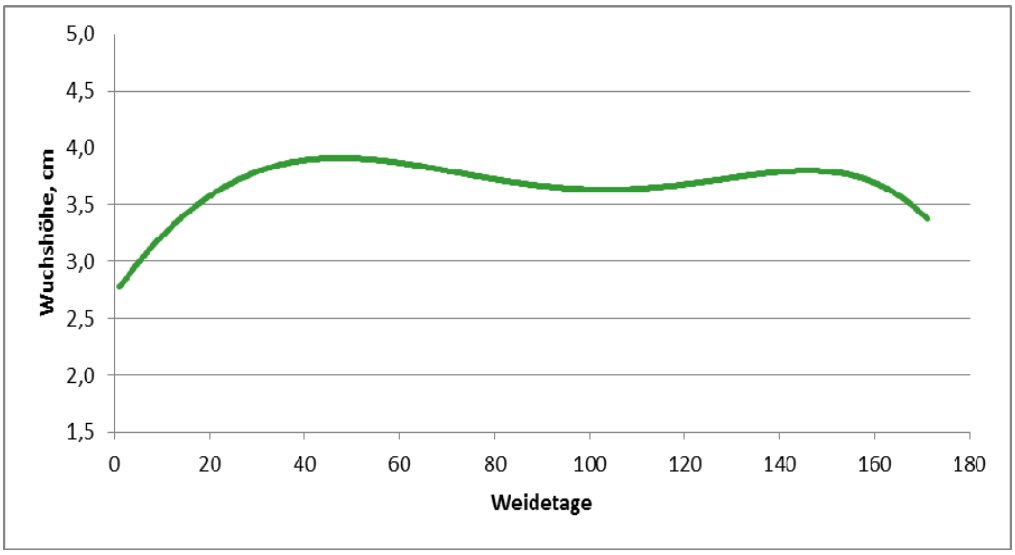

Abbildung 15: Verlauf der Weideaufwuchshöhe

Der Verlauf der Grasaufwuchshöhe entsprach über die Dauer der Weidezeit etwa einem täglichen Gesamtfutterangebot ab Boden zwischen 1.250 und 1.600 kg T/ha (vgl. Abbildung 16). Es handelt sich hier um einen theoretischen Wert, da die Kuh nicht unter eine Aufwuchshöhe von etwa 3 cm grasen kann.

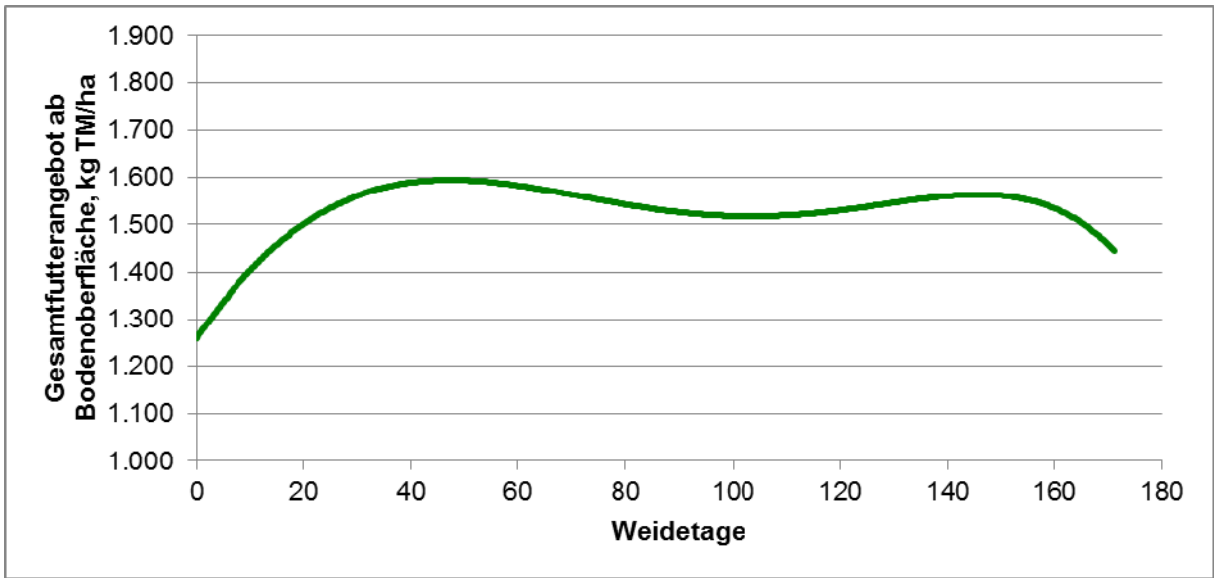

Abbildung 16: Verlauf des Gesamtfutterangebotes ab Bodenoberfläche

Aufgrund der gemessenen Aufwuchshöhen während der Vegetationsperiode wurde die Fläche entsprechend adaptiert, d.h. verkleinert, wenn die durchschnittliche Aufwuchshöhe zu hoch (über 7 cm) wurde, bzw. vergrößert, wenn die durchschnittlich gemessene Höhe von 3,5 cm unterschritten wurde.

Über den Vegetationsverlauf wurde eine durchschnittliche Weidefläche von ca. 1.500 m²/Kuh benötigt, wobei im Frühjahr (bis ca. Mitte Mai) aufgrund des geringeren Graswachstums rund 2.200 m² bereitgestellt werden mussten. In der Hauptwachstumsphase (Mitte Mai bis Mitte August) konnte diese auf durchschnittlich 1.300 m² reduziert werden. Im Herbst (ab Mitte August bis Weideende) musste wieder auf ca. 1.600 m² erweitert werden. In der Abbildung 17 sind die benötigten Weideflächen für alle 8 Weidetiere in ha bzw. pro Kuh in m² während der Vegetationszeit dargestellt.

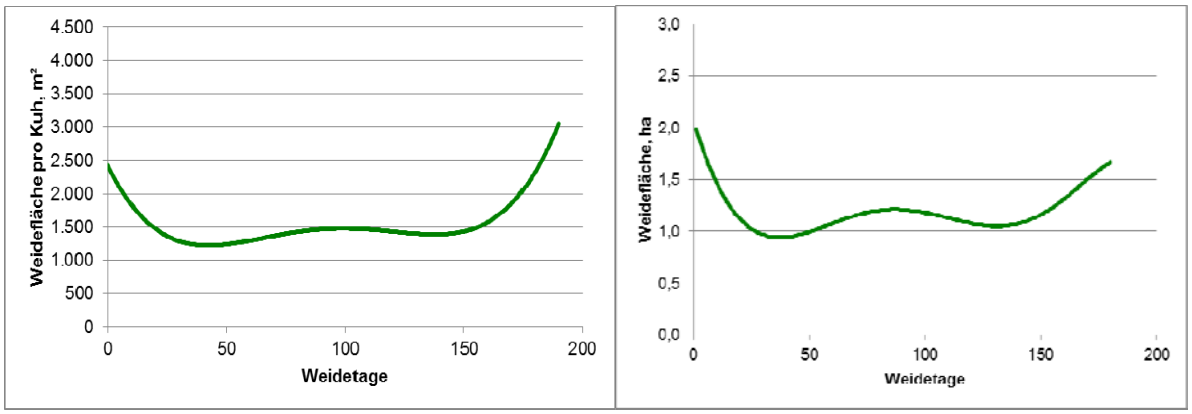

Abbildung 17: Weidefläche pro Kuh in m² (linke Abbildung) und Weidefläche gesamt in ha (rechte Abbildung)

4.3 Futteraufnahme

Den Ergebnissen betreffend Futteraufnahme liegen einerseits Daten zugrunde, die direkt erfasst werden konnten (Futteraufnahme von Heu, Grassilage und Kraftfutter im Stall), andererseits basieren sie auf erhobenen bzw. berechneten Daten (siehe Kapitel 3.2.1.1). In Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Futteraufnahme pro Tag sowie über die gesamte Hauptversuchsperiode (Weideperiode) zusammengefasst.

Tabelle 9: Futteraufnahme pro Tag und während der gesamten Hauptversuchs- (Weide-) Periode (168 Tage) (Angaben in kg T)

	Gruppe			
	Stall	**Weide**	**s_e**	**P-Wert**
Grundfutteraufnahme pro Tag				
Heu	3,79	2,00	0,20	<,001
Grassilage	11,36	4,83	1,00	<,001
Weide (errechnet)	0,00	7,45	1,04	<,001
Kraftfutteraufnahme pro Tag				
EKF	1,98	2,59	0,58	0,044
PKF	0,38	0,07	0,19	<,001
KF	2,36	2,66	0,71	0,365
Gesamtfutteraufnahme	17,5	16,9	1,27	0,325
Grundfutteraufnahme - Hauptversuchsperiode				
Heu	635	337	10,5	<,001
Grassilage	1.905	811	160,3	<,001
Weide (errechnet)	0	1.252	139,5	<,001
Kraftfutteraufnahme - Hauptversuchsperiode				
EKF	313	434	148,9	0,214
PKF	59	12	30,3	0,036
KF	371	446	170,1	0,485
Gesamtfutteraufnahme	2.911	2.845	240,2	0,660

Die tägliche Gesamtfutteraufnahme (Durchschnitt aller Tiere und aller Weidetage) lag in der Stallgruppe bei 17,5 kg Trockenmasse, in der Weidegruppe bei 17,0 kg, wobei sich die Aufnahmen an Heu zwischen 3,8 kg (Stall) bzw. 2,0 kg (Weide) und jene von

Grassilage zwischen 11,3 kg (Stall) bzw. 4,8 kg (Weide) befanden. Zudem deckte die Weidegruppe etwa 50 % des Grundfutterbedarfes über die Weide, was in etwa 7,5 kg T/Tag entsprach. In den Abbildungen 18 und 19 ist der Verlauf der Gesamtfutteraufnahme aufgeschlüsselt in die jeweiligen Rationskomponenten mit Hilfe eines Flächendiagramms dargestellt. Die Gesamtfutteraufnahmen beider Gruppen lagen während der gesamten Versuchszeit täglich unter 20 kg T, mit Ausnahme der ersten Weidewoche (Versuchswoche 5), in dieser lag die Weidegruppe knapp darüber.

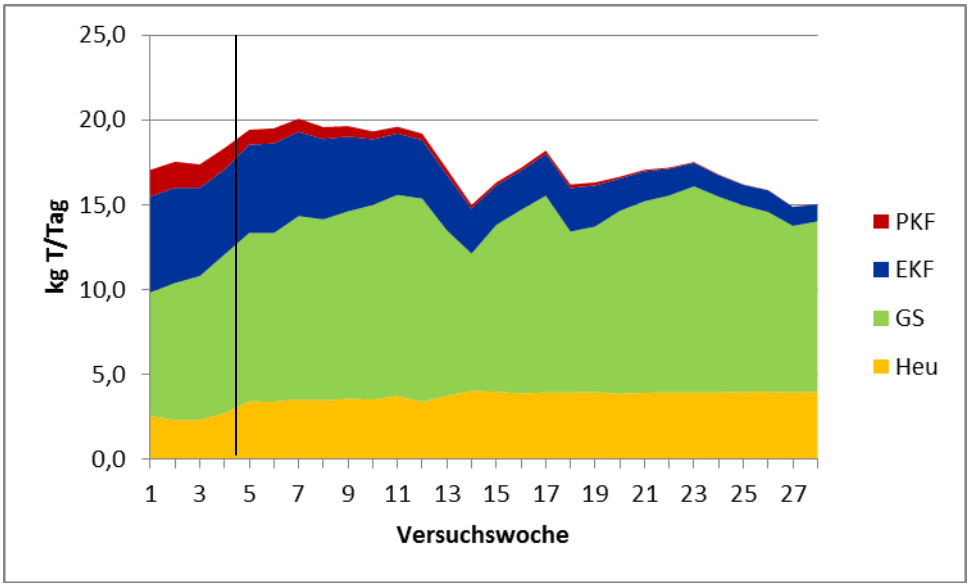

Abbildung 18: Verlauf Gesamtfutteraufnahme - Stallgruppe

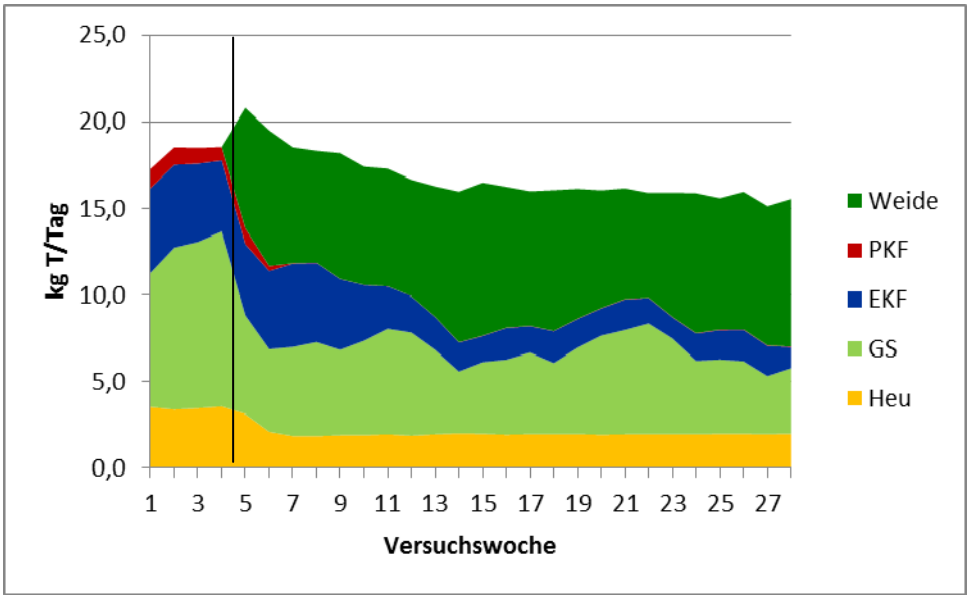

Abbildung 19: Verlauf Gesamtfutteraufnahme - Weidegruppe

Die Weidefutteraufnahme lag im Bereich zwischen 5,9 und 8,8 kg T/Tag. Der Vergleich der Weidefutter-Aufnahmeerhebungen über die Differenzschnittmethode mit der über den Energiebedarf berechneten Weidefutteraufnahme zeigte, dass mit Ausnahme der Erhebung im August die Differenz bei durchschnittliche 0,6 kg T (von 0,2-1,1 kg T) lag (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10: Vergleich Futteraufnahme auf der Weide (kg T/Tag)

	Mai	Juni	Juli	August	September	Mittelwert
Erhebung (Differenzschnitt-methode)	5,87	8,21	8,19	9,30	8,34	7,98
Berechnung (GFE, 2001)	6,94	7,59	7,99	6,75	7,96	7,45

Wird die tägliche Grundfutteraufnahme über die Weidetage (168 Tage) aufaddiert, ergibt sich für die Stallgruppe ein Futteraufwand an Heu von ca. 635 kg, für Grassilage 1.905 kg T pro Tier. Pro Weidetier war eine um etwa die Hälfte geringere Menge an konserviertem Futter nötig (337 kg Heu und 810 kg T Grassilage) und etwa 1.252 kg T Weidefutter.

Der restliche Nährstoffbedarf wurde mit Kraftfutter (Energie- und Proteinkraftfutter) gedeckt. Pro Tier und Tag wurden 2,0 kg T (Stallgruppe) und 2,6 kg T (Weidegruppe) Energiekraftfutter (EKF) aufgenommen. Den Ergebnissen aus der statistischen Auswertung zufolge unterschied sich der EKF-Aufwand pro Tier und Tag signifikant voneinander (P=0,044), im EKF-Verbrauch über die gesamte Weideperiode sind jedoch keine Signifikanzen festzustellen. Numerisch hat aber auch hier die Weidegruppe mit 434 kg EKF um 39 % mehr an Energiekraftfutter je Tier verbraucht als die Stallgruppe. Gegenteilig verhielt sich hierzu die Proteinkraftfutter (PKF)-Aufnahme, da in der Weidegruppe vollständig auf PKF verzichtet wurde (die 12 kg T pro Kuh ergaben sich aus jenen Mengen, die in der ersten Weidewoche als Übergangsfütterung angeboten wurden). Bei der Stallgruppe belief sich die aufgenommene Menge auf 375 g T pro Tier und Tag, was zu einer Gesamtmenge von etwa 59 kg (T) pro Tier über die gesamte Weideperiode führte.

4.4 Lebendmasse und BCS

Die Auswertung der Lebendmasse der beiden Fütterungsgruppen zeigte, dass die Stalltiere mit einer tendenziell niedrigeren Lebendmasse (622 kg) in den Versuch starteten als die Weidetiere (647 kg). Bis zum Weidebeginn verlor die Weidegruppe signifikant mehr an Gewicht, wodurch bei der Weidegruppe am ersten Tag des Weidegangs eine Lebendmasse von 616 kg festgestellt wurde. Sie unterschied sich zu diesem Zeitpunkt nur mehr numerisch von der Stallgruppe (598 kg).

Tabelle 11: Lebendmasse, -veränderung und BCS in der Vor- (Stallfütterungs-) und Hauptversuchs- (Weide-) Periode

		Gruppe			
Vorversuchsperiode		**Stall**	**Weide**	**s_e**	**P-Wert**
Lebendmasse					
Versuchsbeginn	kg	622	647	4,28	0,085
Lebendmasseverlust	kg	24	31	15,4	0,016
Tageszunahmen	g	-913	-1162	0,58	0,018
Durchschnitt	kg	610	635	5,37	0,157
BCS					
BCS_1.Vorversuchswoche	FV	3,42	3,74	0,03	0,414
BCS_1.Vorversuchswoche	HF	2,76	3,03	0,03	0,374
BCS_Durchschnitt		3,06	3,25	0,06	0,358
Hauptversuchsperiode					
Lebendmasse					
1.Woche (Weidebeginn)	kg	598	616	30,7	0,348
Versuchsende (Weideende)	kg	534	535	33,1	0,942
Lebendmasseverlust	kg	64	81	24,3	0,279
Tageszunahmen	g	-385	-484	0,14	0,287
Durchschnitt	kg	579	570	7,63	0,432
BCS					
BCS_1. Woche	FV	3,27	3,16	0,14	0,332
BCS_1. Woche	HF	2,43	2,59	0,14	0,098
BCS_Versuchsende	FV	3,19	2,95	0,01	0,195
BCS_Versuchsende	HF	2,15	2,51	0,01	0,036
BCS_Durchschnitt		2,90	2,88	0,06	0,762

Im Verlauf der Lebendmasse konnte man feststellen, dass in der Vorversuchsperiode ein starker Lebendmasseverlust sowohl in der Weide- als auch in der Stallgruppe auftrat (vgl. Abbildungen 20 und 21). Hier lagen die wöchentlichen Verluste in der Weidegruppe bei durchschnittlich 8,5 kg (Stallgruppe ca. 5 kg pro Woche).

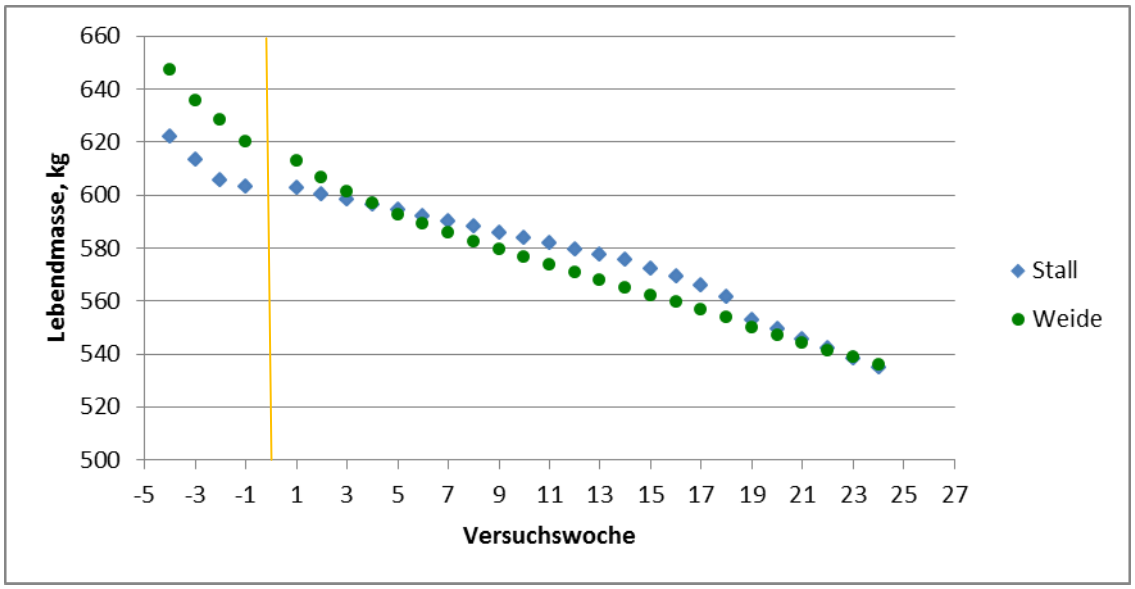

Abbildung 20: Verlauf der Lebendmasse über die gesamte Versuchsperiode (Wilmink-Werte)

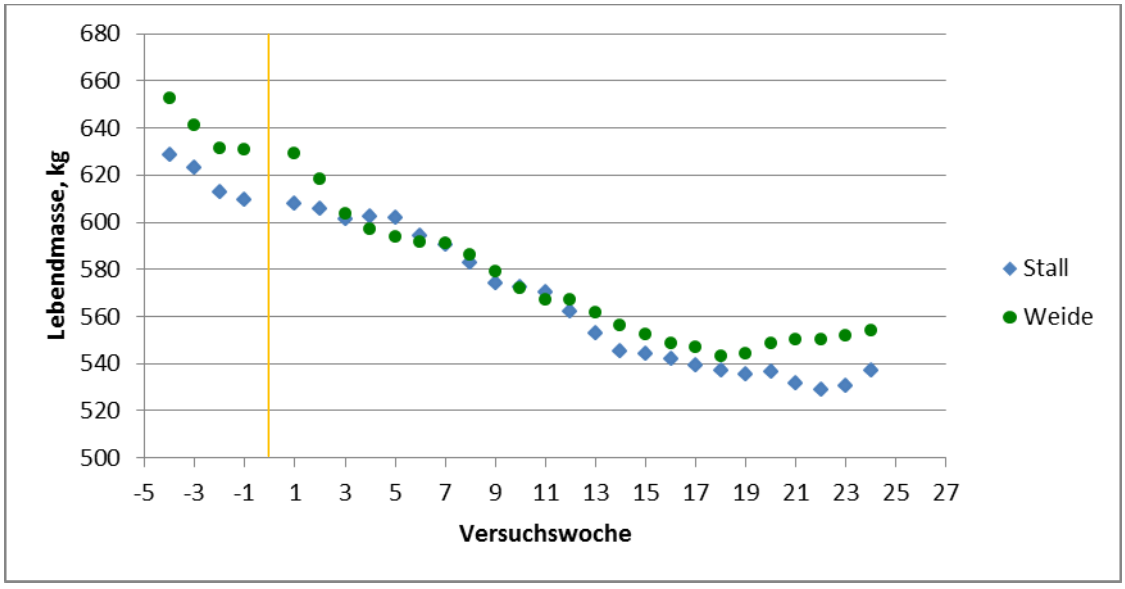

Abbildung 21: Verlauf der Lebendmasse über die gesamte Versuchsperiode (Regressions-Werte)

Bis zum Beginn des Weideaustriebes verloren die Weidetiere mit -31 kg signifikant mehr an Lebendmasse als die Stalltiere (-24 kg).

Erst ab der 5. Hauptversuchswoche (Ende Mai) stellten sich die Tiere beider Gruppen bis Weideende auf einen Gewichtsverlust von durchschnittlich etwa 3 kg/Woche ein. Ab diesem Zeitpunkt verlief die Lebendmasse der beiden Gruppen auf

etwa gleichem Niveau und das Gewicht zu Weideende betrug im Durchschnitt ca. 535 kg.

Im Verlauf der Lebendmasse-Kurve auf Basis der Regressions-Werte (vgl. Abbildung 21) nahm die Weidegruppe in den letzten Weidewochen etwas an Gewicht zu, während die Stallgruppe ab der 20. Woche noch mal stärker an Lebendmasse verlor und erst zwei Wochen vor Weideende mit der Gewichtszunahme begann. Die Lebendmasse in der letzten Weidewoche betrug hier in der Stallgruppe 540 kg und in der Weidegruppe 557 kg.

Wird die Differenz zwischen Weidebeginn und –ende errechnet, ergab sich für die Weidegruppe mit 0,48 kg ein signifikant höherer täglicher Lebendmasseverlust als in der Stallgruppe und damit eine um etwa 26 % höhere Gewichtsabnahme (-81 kg vs. -64 kg, P=0,279).

Die Auswertung der BCS-Daten zeigte keine signifikanten Gruppenunterschiede (P=0,769), zwischen den Rassen wurden jedoch signifikante Unterschiede festgestellt. Deshalb wurde die grafische Darstellung der BCS-Verläufe innerhalb der Weide- und Stallgruppe in die beiden Rassen (FV und HF) aufgegliedert (vgl. Abbildung 22).

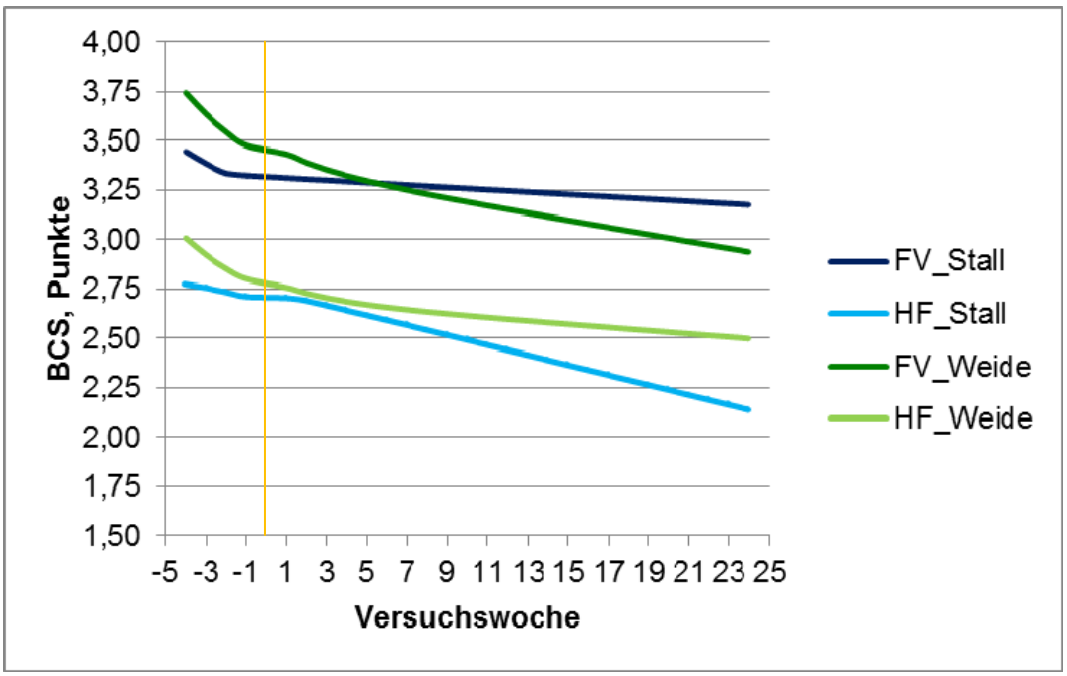

Abbildung 22: Verlauf der Körperkonditionen über die gesamte Versuchsperiode

Zu Versuchsbeginn (Versuchswoche -4) lag die Rasse Fleckvieh bei einem BCS zwischen 3,5 (Stallgruppe) und 3,75 (Weidegruppe), die Holstein-Tiere befanden sich ca. 0,75 Punkte darunter bei 2,75 (Stallgruppe) und 3,00 (Weidegruppe). Am Beginn

der Hauptversuchsperiode (Weidebeginn) zeigten sich die Gruppen innerhalb der Rassen auf etwa gleichem Niveau. Bei den Fleckvieh-Kühen konnte ein BCS von 3,25-3,50 festgestellt werden, bei den HF-Kühen 2,75. Bis zum Weideende änderte sich die Körperkondition der FV-Kühe in der Stallgruppe nur geringfügig und sank auf 3,25, die Weidetiere der Rasse Fleckvieh lagen etwas darunter bei ca. 3,00. Bei den HF-Tieren verhielt es sich genau umgekehrt. Hier zeigten die Ergebnisse bei der Weidegruppe am Ende der Weidezeit einen signifikant höheren BCS-Wert von 2,50, während die Stallgruppe mehr als 0,5 BCS-Punkte verlor und sich in der letzten Versuchswoche bei unter 2,25 befand.

4.5 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

In Tabelle 12 sind die LS Means, die Residualstandardabweichung sowie die dazugehörigen P-Werte der Milchleistung und –inhaltsstoffe der Hauptversuchs- (Weide-) Periode angeführt. Sie können mit den Werten der Vorversuchsperiode in Tabelle 4 in Kapitel 3.1 verglichen werden.

Tabelle 12: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe während der Hauptversuchs- (Weide-) Periode (168 Tage)

		Gruppe			
		Stall	Weide	s_e	P-Wert
Tiere	n	8	8		
Tage	n	168	168		
Laktationswoche zu Weidebeginn		11	11		
Milch	kg	3.040	3.780	2,86	0,032
ECM	kg	2.975	3.756	1,00	0,028
Fett	kg/Tag	0,78	0,93	0,17	0,090
Protein	kg/Tag	0,53	0,72	0,06	0,009
Fett	%	4,10	4,08	0,61	0,939
Protein	%	2,94	3,19	0,13	0,022
FEQ		1,41	1,28	0,21	0,067
Laktose	%	4,68	4,73	0,09	0,478
Harnstoff	mg/100ml	18,5	32,2	4,23	<,001

4.5.1 Milchleistung

Die Weidegruppe erreichte während der gesamten Weidezeit eine durchschnittliche ECM-Leistung von 3.756 kg und erzielte damit eine Mehrleistung von 781 kg ECM (3,28 MJ je kg Milch) gegenüber der Stallgruppe (2.975 kg ECM, P=0,028). Ohne Energiekorrektur war die Differenz zwischen den beiden Gruppen geringfügig niedriger und betrug durchschnittlich 740 kg Milch (Stallgruppe: 3040 kg, Weidegruppe: 3.780 kg, P=0,032).

Sieht man sich den Verlauf der Milchleistungskurven der beiden Gruppen an (vgl. Abbildung 23), erkennt man bei der Weidegruppe einen deutlichen Milchleistungsanstieg ab Weidebeginn. Während in der Vorversuchszeit die tägliche Milchleistung von anfangs 29 kg auf 26 kg sank, zeigte sich in der 2. Weidewoche ein zweiter Leistungshöhepunkt mit durchschnittlich 30 kg/Tag. Ab diesem Zeitpunkt sank die Leistung der Tiere bis zur 1. Juniwoche (7. Versuchswoche) auf 21 kg ab. Diese Leistung (± 1 kg) konnten die Tiere dann bis Anfang Oktober halten.

Die Stallgruppe verlor hingegen durchschnittlich ca. 0,8 kg Milch pro Woche bis Mitte Juni und die tägliche Milchleistung sank von anfangs 30 kg auf 18,5 kg ab. In diesem Leistungsbereich blieben die Tiere für ca. 5 weitere Wochen, bevor die Milchmenge bis Versuchsende gleichmäßig auf 12,5 kg abfiel.

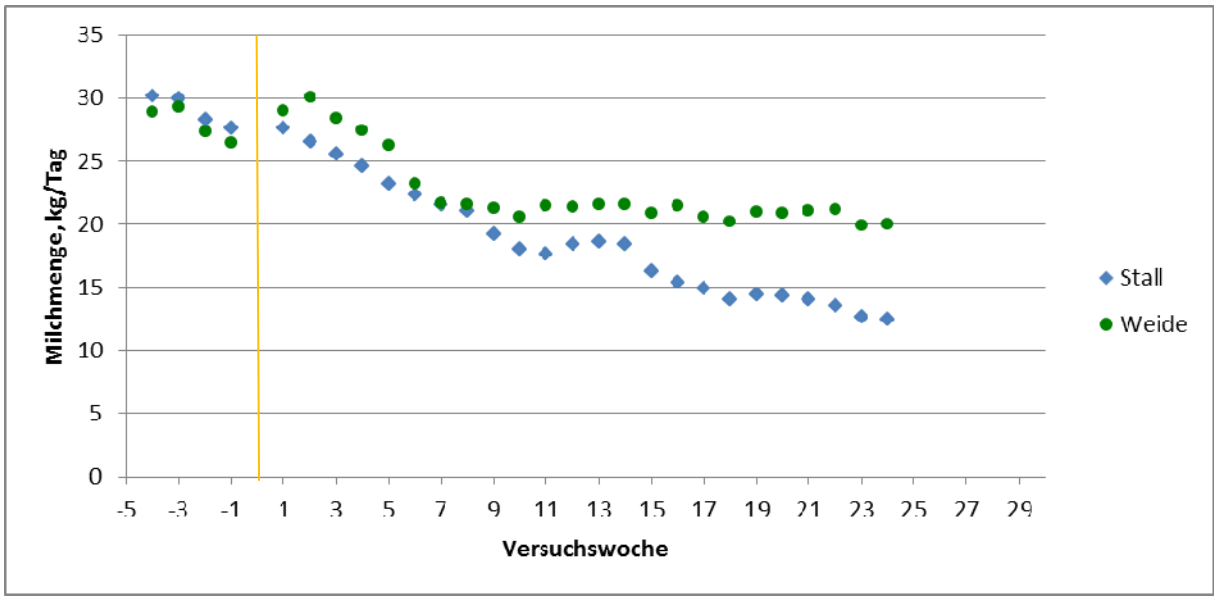

Abbildung 23: Verlauf der Milchleistung

Der Verlauf der ECM-Kurven zeigt ein ähnliches Bild (vgl. Abbildung 24).

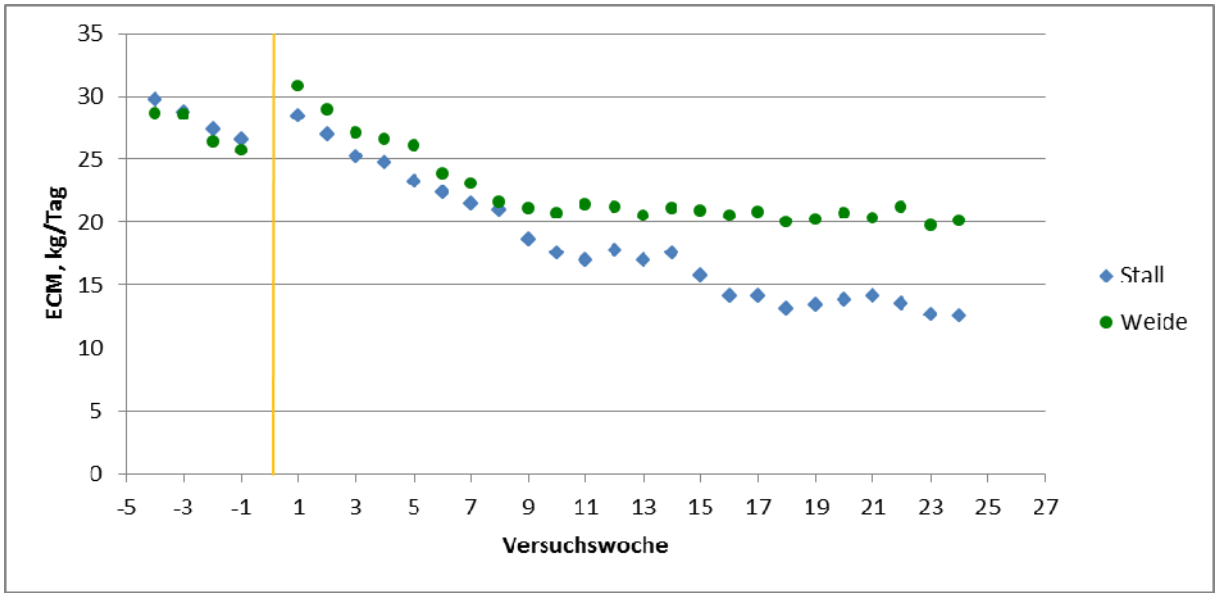

Abbildung 24: Verlauf der ECM-Leistung

Allerdings wies hier auch die Stallgruppe aufgrund der ansteigenden Fettgehalte (vgl. 4.6.2 Fettgehalt) einen 2. Leistungsanstieg zum Zeitpunkt des Weidebeginns auf. Danach glichen die ECM-Kurven in ihrem Verlauf jenen der nicht energiekorrigierten Milch/Tag.

4.5.2 Fettgehalt

Beim Fettgehalt konnten während der Hauptversuchsperiode zwischen den beiden Gruppen keine statistisch gesicherten Unterschiede festgestellt werden (P=0,939). Auch numerisch unterschieden sich die Fettgehalte mit durchschnittlich 4,10 bzw. 4,08 % nicht voneinander und lagen damit im Vergleich zur Vorversuchszeit in beiden Gruppen um 0,04 Prozent-Punkte höher (vgl. Abbildung 25). Die produzierte Fettmenge in g/Tag lag in der Weidegruppe mit 928 g tendenziell über jener der Stalltiere (775 g/Tag). Damit war die tägliche Fettproduktion in der Weidegruppe um durchschnittlich 19 % und in der Stallgruppe um 34 % geringer als in der Vorversuchsperiode (einheitliche Stallfütterung).

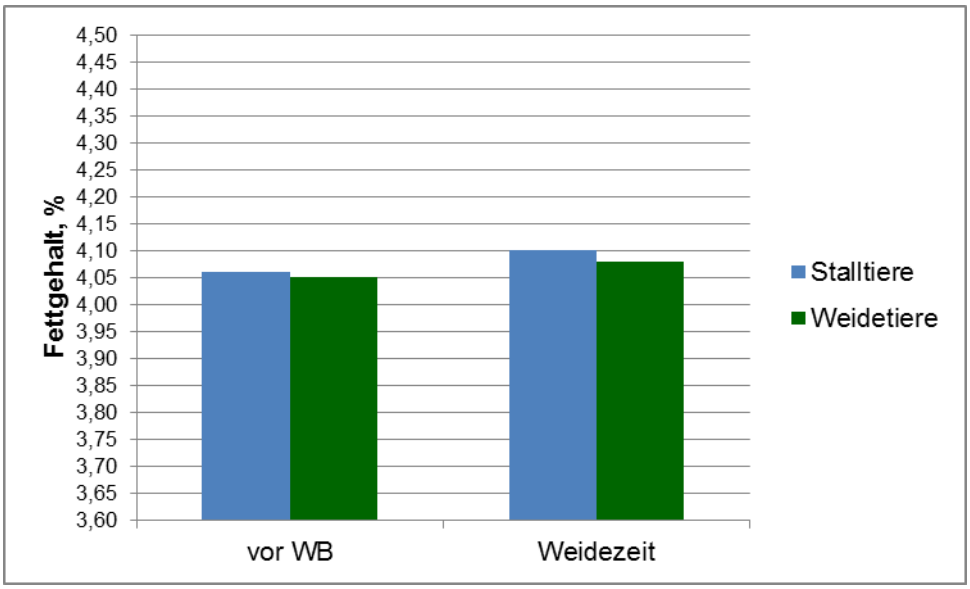

Abbildung 25: Milchfettgehalt vor Weidebeginn (WB) und in der Weidezeit (Hauptversuchsperiode)

Vergleicht man die Verlaufskurven der Fettgehalte beider Gruppen (vgl. Abbildung 26), so ist festzustellen, dass beide in der Hauptversuchsperiode zum Teil stark schwankten.

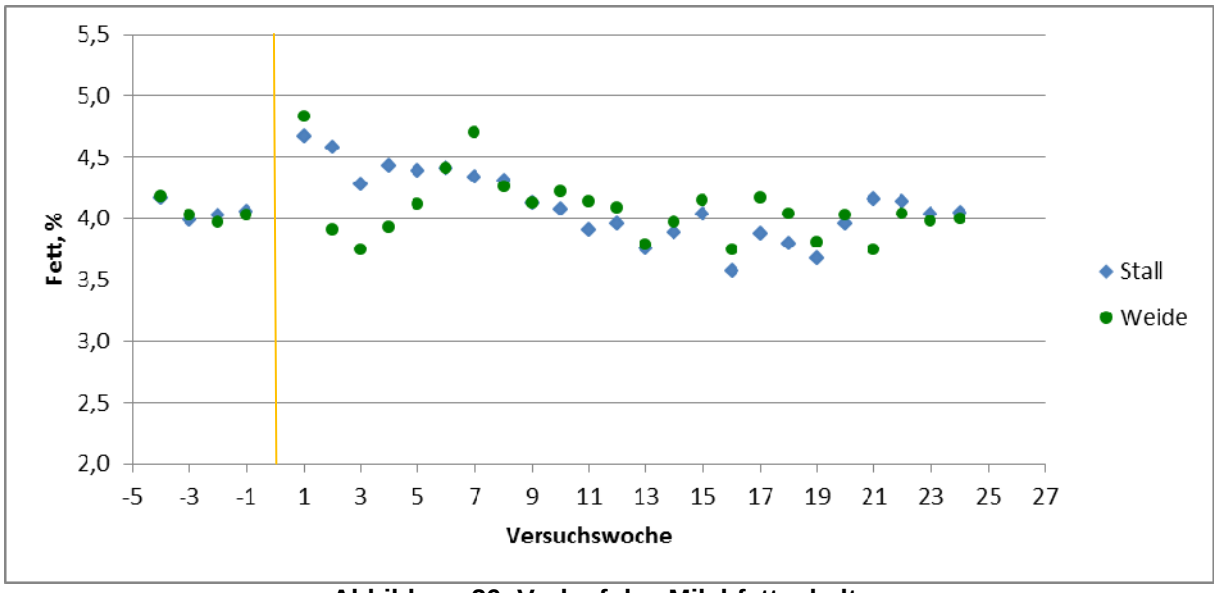

Abbildung 26: Verlauf des Milchfettgehaltes

Während die Milchfettgehalte vor Weideaustrieb in beiden Gruppen zwischen 4,0 und 4,2 % lagen, fielen sie bei den Weidetieren nach einem starken Anstieg in der 2. Weidewoche (4,8 %) auf 3,9 % ab. Mitte Juni zeigte sich in der Verlaufskurve ein neuerlicher Höhepunkt mit 4,7 %. Danach pendelte sich der Milchfettgehalt zwischen 3,8 und 4,2 % ein. Die Gehalte der Stallgruppe nahmen einen ähnlichen Verlauf und stiegen trotz ähnlicher Ration wie in der Vorperiode auf 4,7 %. Ab der 2. Woche des

Hauptversuches pendelten sich die Werte im Bereich von 4,3 % ein und stimmten ab etwa Anfang/Mitte Juni (8. Woche) mit jenen der Weidegruppe überein.

4.5.3 Proteingehalt

Im Gegensatz zum Fettgehalt lag der Proteingehalt der Weidemilch signifikant (P=0,022) um 0,25 Prozentpunkte über jenem der Stalltiere (3,19 % vs. 2,94 %). Betrachtet man die zwei Fütterungsperioden vor und nach Weidebeginn, so lässt sich erkennen, dass sich der Eiweißgehalt in der Stallgruppe kaum veränderte (2,91 % vs. 2,94 %), währenddessen jener der weidenden Tiere um durchschnittlich 0,19 Prozentpunkte anstieg.

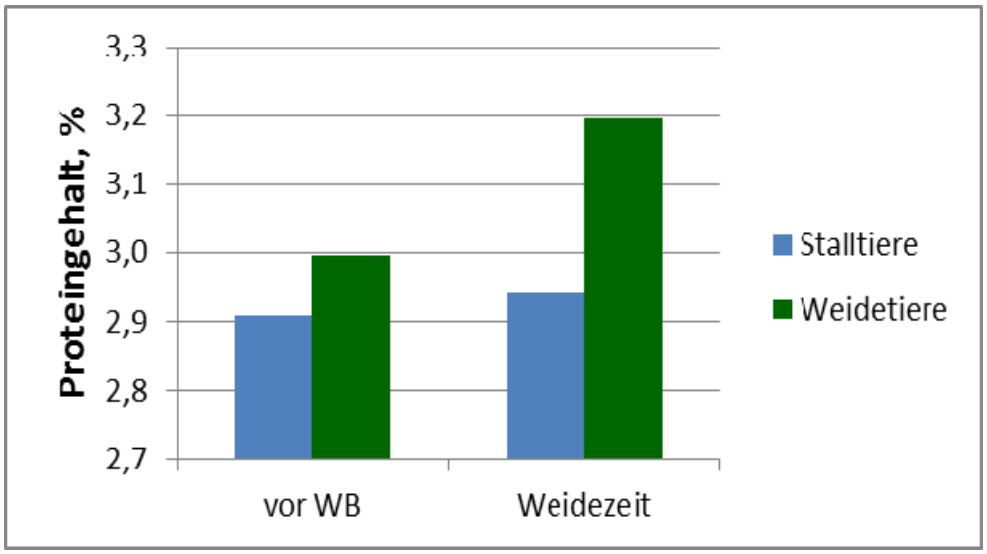

Abbildung 27: Milchproteingehalt vor Weidebeginn (WB) und in der Weidezeit (Hauptversuchsperiode)

In Abbildung 28 ist der Einfluss des Weidebeginns auf den Verlauf des Proteingehaltes deutlich ersichtlich. Während der Proteingehalt der Stalltiere gleichmäßig von 2,92 auf ca. 2,75 % in der 3. Woche des Hauptversuches fiel, stieg er bei den Weidetieren ab der 2. Weidewoche stark an und lag bis zur 7. Weidewoche (Anfang Juni) bei ca. 3,2 %. Danach fiel er kurzfristig um 0,2 Prozentpunkte ab und stieg ab der 13. Weidewoche (Mitte Juli) stetig auf bis zu 3,55 % bis zum Weideende Anfang Oktober an.

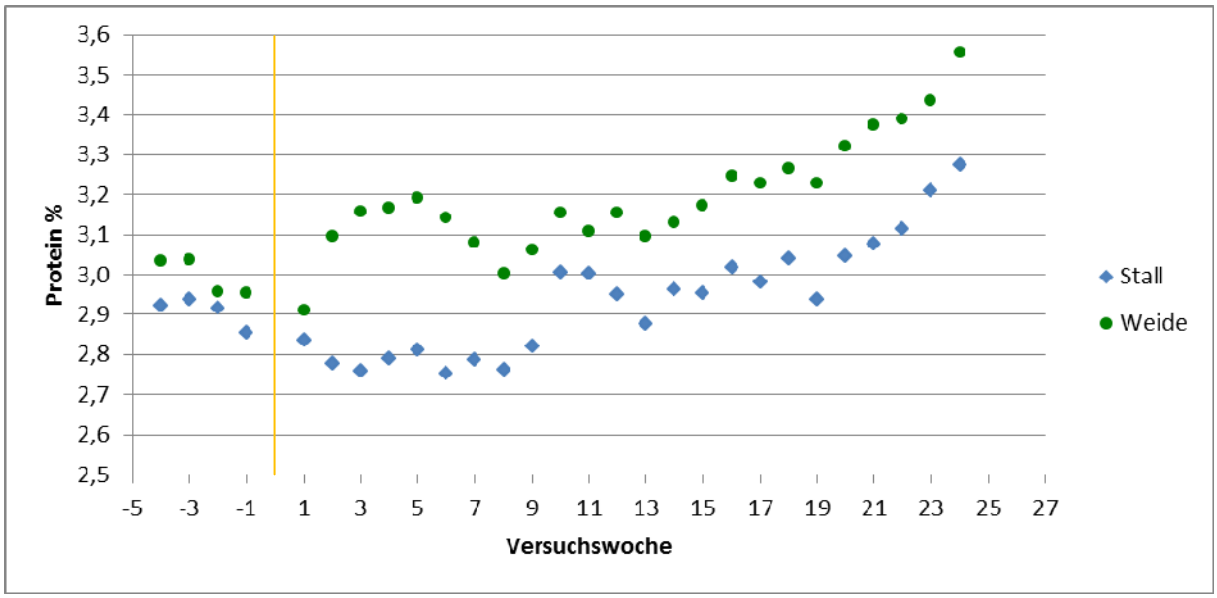

Abbildung 28: Verlauf des Milchproteingehaltes

Ab Mitte Juni begannen sich auch die Milchproteingehalte der Stallgruppe zu erhöhen und verliefen parallel steigend zur Kurve der Weidetiere. Zu Versuchsende lagen die Milchproteingehalte in dieser Gruppe bei 3,27 %.

4.5.4 Laktosegehalt

Die Gruppen zeigten im Laktosegehalt der Milch keinen statistisch gesicherten Unterschied (P=0,478). Numerisch lag der Laktosegehalt der Stallgruppe etwas unter jenem der Weidegruppe (4,68 % vs. 4,73 %). Somit verringerten sich die Werte ausgehend von der einheitlichen Stallfütterungsperiode mit 4,82 % in der Stall- und 4,86 % in der Weidegruppe.

4.5.5 Harnstoff

In der Hauptversuchsperiode wurden signifikante Unterschiede im Milchharnstoffgehalt festgestellt. Lag der durchschnittliche Gehalt in der Milch der Weidegruppe vor Weidebeginn auf 18 mg/100ml, so stieg er in der Weidezeit auf durchschnittlich 33 mg/100ml an und war damit mehr als doppelt so hoch als der Milchharnstoff der Stallgruppe (15 mg/100 ml).

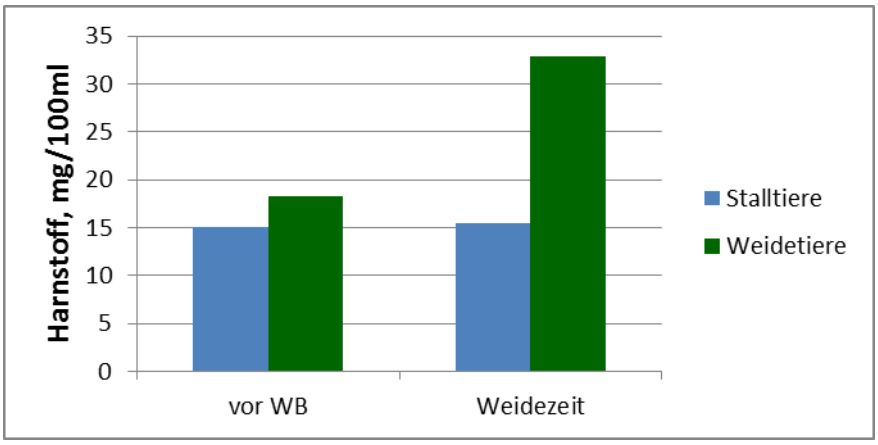

Abbildung 29: Milchharnstoffgehalte vor Weidebeginn (WB) und in der Weidezeit (Hauptversuchsperiode)

In den Wochen 19 und 25 wurden sogar Werte von etwa 40 mg/100 ml erreicht. Ab Mitte Mai (5. Versuchswoche) stiegen die Werte bis Weideende generell auf über 25 mg/100 ml an und wiesen ab Anfang Juni Gehalte im Bereich von 35 mg/100 ml Milch auf. Die Milchharnstoffgehalte der Stallgruppe veränderte sich hingegen kaum. Diese lagen während der gesamten Versuchsperiode zwischen 15 und 20 mg/100 ml.

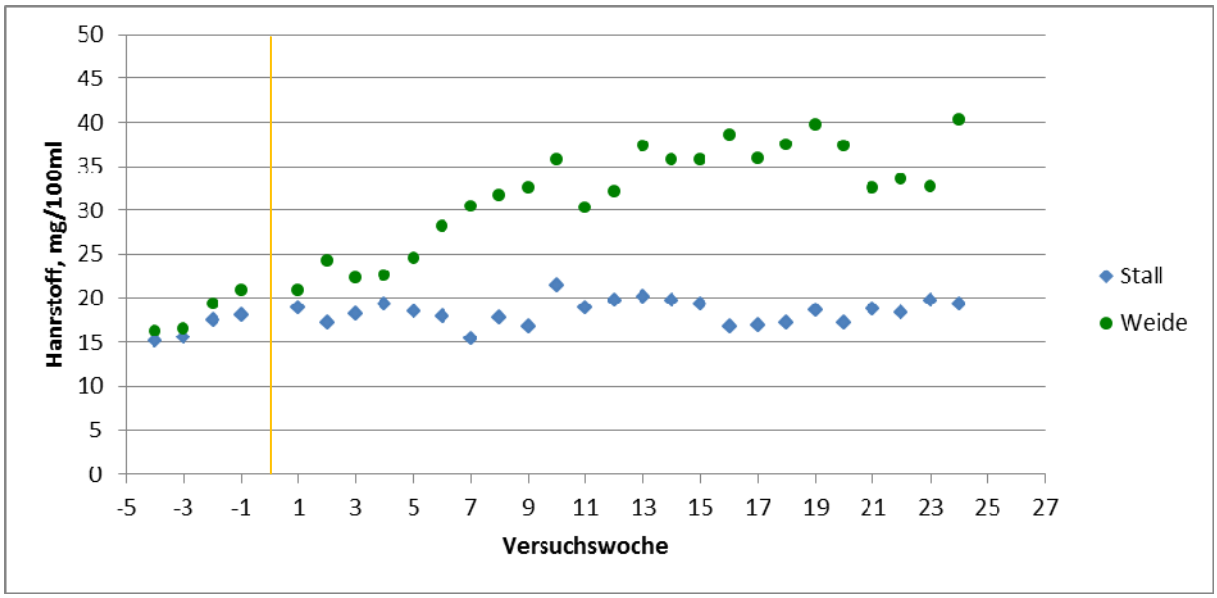

Abbildung 30: Verlauf der Milchharnstoffwerte

4.6 Futtereffizienz

In diesem Zusammenhang wurden die Grund- und Kraftfutterleistungen der Stall- und Weidegruppe gegenübergestellt, wobei diese einerseits über die Energieaufnahme aus Kraftfutter berechnet wurden unter der Annahme, dass je 3,28 MJ NEL aus dem

Kraftfutter für die Erzeugung von 1 kg ECM benötigt werden. Andererseits wurde die Methode der Arbeitskreise Milchvieh angewendet, indem von der ECM-Gesamtleistung 1,7 kg Milch je kg eingesetztem Kraftfutter (Annahme: Energiegehalt von 7 MJ NEL je kg Kraftfutter-Frischmasse) abgezogen wurden (BMLFUW, 2012).

Tabelle 13: Grund- und Kraftfutterleistung in der Hauptversuchs- (Weide-) Periode (168 Tage)

Grund-/Kraftfutterleistung pro Tier		Gruppe Stall	Gruppe Weide	s_e	P-Wert
ECM aus KF[1]	kg	1092	1318	500,7	0,477
ECM aus KF (AK)[2]	kg	870	1050	398,8	0,477
GFL	kg	1883	2438	265,8	0,009
GFL (AK)	kg	2105	2707	251,8	0,004
GFL	%	65	66	10,3	0,969
GFL (AK)	%	73	73	8,18	0,969

[1]Berechnung über die Energieaufnahme aus Kraftfutter, [2]Berechnungsmethode der Arbeitskreise Milchvieh

Die Weidetiere produzierten nach beiden Berechnungsmethoden signifikant höhere Milchmengen aus dem Grundfutter als die Gruppe der Stalltiere und erreichten mit ca. 2.400 kg bzw. 2.700 kg (AK) über den Verlauf der Weideperiode eine um ca. 30 % höhere Milchleistung aus dem Grundfutter. In Abbildung 31 sind die Verläufe der Tages-Grundfutterleistungen beider Gruppen nach beiden Berechnungsmethoden dargestellt. Besonders auffallend war der Anstieg der Milchleistung der Weidegruppe (nach beiden Berechnungsmethoden) in den ersten beiden Weidewochen auf 15 kg bzw. 19 kg (AK) Milch aus dem Grundfutter, während die Stallgruppe in dieser Zeit knappe 11 bzw. 14 kg (AK) produzierte.

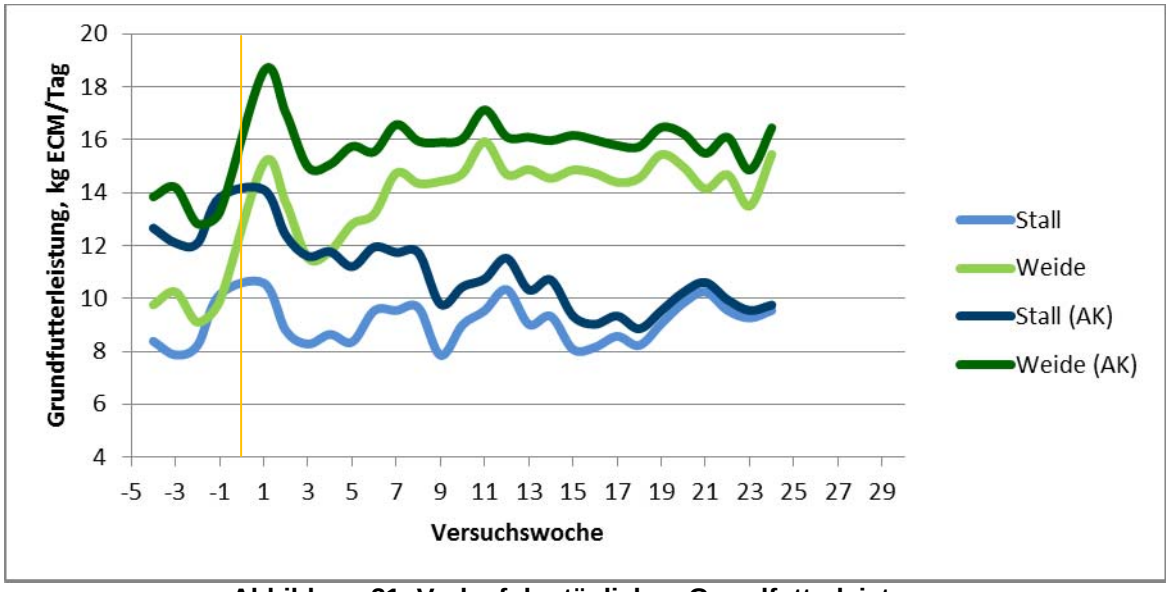

Abbildung 31: Verlauf der täglichen Grundfutterleistung

In ihrer prozentuellen Grundfutterleistung (Anteil der Grundfutterleistung an der Gesamtmilchleistung) ließen sich keine Unterschiede feststellen. Hier erreichten beide Gruppen GF-Milchleistungen von 65 % bzw. 73 % (AK).

Hinsichtlich der Kraftfuttereffizienz (g KF/kg ECM) waren in der Gesamt-KF-Menge und in der Menge an EKF pro Kilogramm ECM keine signifikanten Unterschiede festzustellen. Sowohl die Stall- als auch die Weidegruppe benötigten für die Produktion eines Kilogramms ECM im Durchschnitt ca. 135 g Kraftfutter, davon entfielen in der Stallgruppe in etwa 86 % auf Energiekraftfutter (116 g/kg ECM).

Tabelle 14: Verschiedene Effizienzparameter

		Gruppe			
		Stall	**Weide**	**s_e**	**P-Wert**
Kraftfutteraufwand pro kg ECM					
EKF	g FM /kg ECM	115,6	130,3	0,03	0,493
PFK	g FM /kg ECM	19,1	3,4	0,01	0,010
KF	g FM /kg ECM	134,7	133,7	0,04	0,969
Milcheffizienz	g ECM /kg $LM^{0,75}$	159,8	193,0	0,03	0,081
Futterkonvertierungseffizienz	kg ECM/kg T	1,02	1,32	0,12	0,003
Energiekonvertierungseffizienz	kg ECM/MJNEL	0,19	0,38	0,00	<0,01

Durch den Verzicht auf PKF in der Weidegruppe unterschied sich diese Gruppe im Aufwand an PKF/kg ECM signifikant (P=0,010) von der Stallgruppe. Da in der ersten Weidewoche auch die Weidetiere noch PKF als Übergangsfütterung erhielten, ergab sich ein Proteinkraftfutterverbrauch von 3,4 g je kg ECM.

Beim Vergleich der beiden Gruppen hinsichtlich ihrer Milcheffizienz bezogen auf die metabolische Lebendmasse (g ECM/ kg $LM^{0,75}$), ergab sich im Gegensatz zur Kraftfuttereffizienz ein tendenzieller Vorteil (P=0,081) der Weidetiere. Diese konnten pro Kilogramm metabolischer Lebendmasse eine ECM-Menge von 193 g ermelken, während die Stallgruppe mit 160 g tendenziell darunter lag. Auch in der Futterkonvertierungseffizienz schnitt die Weidegruppe mit einer signifikant höheren Effizienz von 1,32 kg ECM/kg T besser ab, als die Stallgruppe mit 1,02 kg ECM/kg T. In der Energiekonvertierungseffizienz (kg ECM/errechnete MJ NEL-Aufnahme)

zeigten sich ebenfalls signifikante Differenzen zwischen den beiden Gruppen (0,38 kg ECM/MJ NEL für die Weidegruppe versus 0,19 kg ECM/MJ NEL für die Stallgruppe).

4.7 Zellzahl

Für die statistische Auswertung der Zellzahlen (ZZ) wurden die erhobenen Daten in den sogenannten SCS (Somatic Cell Score) umgerechnet, da die Werte nicht normal verteilt waren. Die P-Werte basieren daher auf den Datensätzen der SCS-Werte. Für die Darstellung der Ergebnisse in den Tabellen und Abbildungen wurde allerdings wieder auf die originalen Zahlen zurückgegriffen.

Tabelle 15: Zellzahlen (x1000 Zellen/ml) während der Vor- und Hauptversuchsperiode

	Gruppe			
Zeitpunkt/-raum	**Stall**	**Weide**	**s_e**	**P-Wert**
1. Vorversuchswoche	253	276	123,5	0,937
Vorversuchsperiode (Durchschnitt)	406	200	0,99	0,561
1. Hauptversuchswoche (Weidebeginn)	85	26	48,1	0,738
Versuchsende (Weideende)	318	122	254,7	0,275
Hauptversuchsperiode (Durchschnitt)	247	106	0,99	0,331

Sowohl die Stall- als auch die Weidegruppe wiesen während des gesamten Versuches (Vorversuch und Weideperiode) durchschnittliche Zellgehalte von über 100.000 Zellen/ml Milch auf, wobei die Zellzahlen der Stallgruppe in beiden Versuchsperioden ca. doppelt so hoch waren wie jene der Weidegruppe. Wie in Abbildung 32 ersichtlich, verringerte sich der Zellgehalt in der Hauptversuchsperiode in beiden Versuchsgruppen im Vergleich zur Vorversuchszeit um bis zu 47 % von 406.000 (Stallgruppe) auf 247.000 bzw. 200.000 (Weidegruppe) auf 106.000 Zellen/ml Milch.

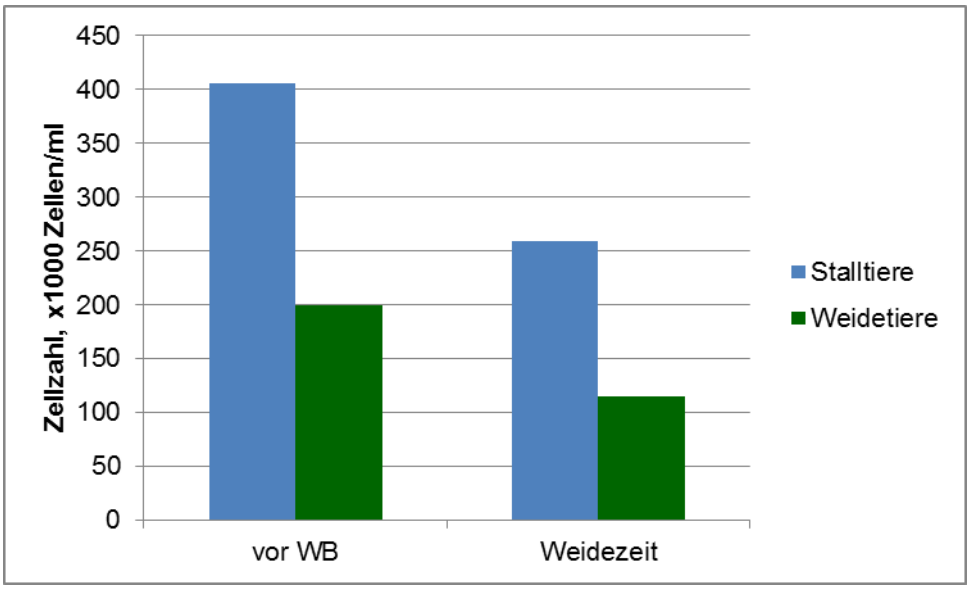

Abbildung 32: Zellzahlgehalte vor Weidebeginn und in der Weidezeit (Hauptversuchsperiode)

Zu Weidebeginn wurden Zellgehalte von 85.000 bzw. 26.000 Zellen/ml Milch festgestellt.

In den Verlaufskurven der Einzeltiere wurden individuell immer wieder kurzfristige Anstiege über zwei bis drei Tage beobachtet werden.

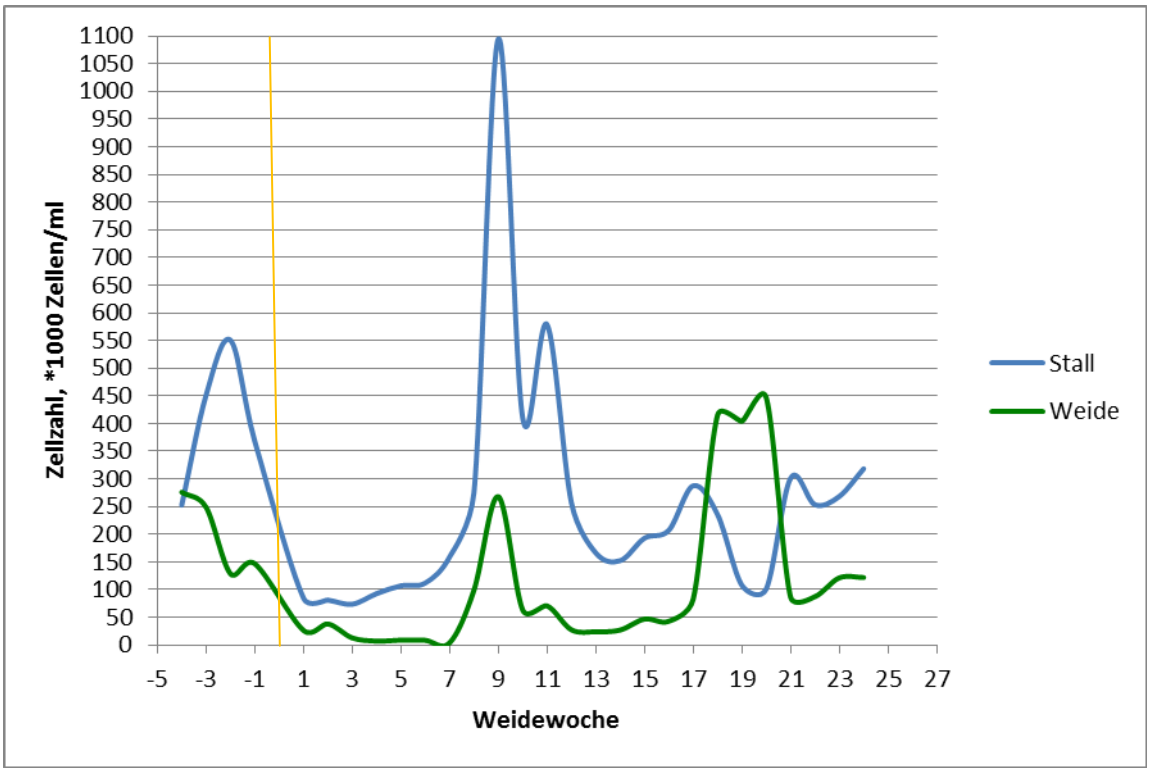

Abbildung 33: Verlauf der Zellzahlgehalte

Etwa Mitte Juni konnte über einen Zeitraum von etwa 2 (Weidegruppe) bis 4 Wochen (Stallgruppe) ein genereller Anstieg der Zellzahlen festgestellt werden (vgl. Abbildung

33). In der Weidegruppe wiederholte sich dies Ende August für weitere 2 bis 3 Wochen. Ansonsten schwankten die ZZ der Weidegruppe im Bereich zwischen 6.000 und 90.000 Zellen/ml Milch.

4.8 Fettsäurenmuster

Die Ergebnisdarstellung beschränkt sich auf die in der Literatur beschriebenen bedeutenderen Fettsäuren (FS) und Fettsäurengruppen in der Milch. Aufgrund des geringen Umfangs an Probeziehungen wird in diesem Teil der Arbeit auch auf die Werte der Vorversuchsperiode eingegangen und im Kapitel 5.8 genauer interpretiert und diskutiert.

Die Zusammensetzung der einzelnen Fettsäuregruppen wird im Kapitel 3.2.1.4 tabellarisch dargestellt. Die Ergebnisse für die gesamten analysierten Fettsäuren können in den Tabellen im Anhang nachgelesen werden.

Tabelle 16 und 17 geben einen Überblick über die LS Means (g/100 g FS) ausgewählter Fettsäuren und -gruppen, deren Residualstandardabweichung und die dazugehörigen P-Werte vor (Probentag 1 - Vorversuchsperiode) und in der Weidephase (Probentag 2 - Hauptversuchsperiode). In Tabelle 18 ist dargestellt, wie sich die Werte der einzelnen Fettsäuren (-gruppen) zwischen Probentag 1 und 2 veränderten (Delta-Werte).

Tabelle 16: Milchfettsäurengehalte in der Vorversuchsperiode (Probentag 1)

Fettsäuren/ -gruppen, g/100 g FS	**Gruppe**		s_e	**P-Wert**
	Stall	**Weide**		
Kurzkettige FS	19,0	20,4	1,48	0,097
Mittelkettige FS	47,0	46,5	2,26	0,697
Langkettige FS	30,7	30,0	2,69	0,622
SFA	78,1	78,0	2,26	0,965
MUFA	18,7	18,7	2,12	0,967
PUFA	3,24	3,24	0,27	0,974
n-6	1,84	1,81	0,16	0,686
n-3	0,95	0,96	0,07	0,841
n-6/n-3	1,95	1,90	0,12	0,425
CLA c9, t11	0,45	0,48	0,07	0,407

Tabelle 17: Milchfettsäurengehalte in der Hauptversuchsperiode (Probentag 2)

Fettsäuren/ -gruppen, g/100 g FS	**Gruppe**			
	Stall	**Weide**	**s_e**	**P-Wert**
Kurzkettige FS	18,8	19,8	0,03	0,187
Mittelkettige FS	45,7	41,0	0,03	0,014
Langkettige FS	31,7	35,4	0,04	0,052
SFA	77,7	72,7	1,71	0,092
MUFA	19,2	23,3	1,81	0,129
PUFA	3,09	4,00	0,13	0,034
n-6	1,68	2,04	0,14	0,197
n-3	0,94	1,13	0,00	0,001
n-6/n-3	1,85	1,82	0,15	0,897
CLA c9, t11	0,55	0,79	0,12	0,004

Tabelle 18: Veränderungen der Milchfettsäurengehalte (Delta-Werte) von der Erhebung im Vorversuch zur Hauptversuchserhebung

Fettsäuren/ -gruppen, g/100 g FS	**Gruppe**			
	Stall	**Weide**	**s_e**	**P-Wert**
Kurzkettige FS	-0,45	-0,49	1,10	0,937
Mittelkettige FS	-1,28	-5,25	2,51	0,014
Langkettige FS	1,62	5,52	2,86	0,029
SFA	-1,68	-4,33	2,64	0,023
MUFA	1,70	3,63	2,38	0,044
PUFA	-0,01	0,71	0,34	0,003
n-6	-0,11	0,20	0,17	0,006
n-3	0,00	0,20	0,11	0,009
n-6/n-3	-0,14	-0,16	0,17	0,807
CLA c9, t11	0,10	0,32	0,10	0,002

4.8.1 Vorversuchs- (Stallfütterungs) Periode

In der Vorversuchsperiode (einheitliche Stallfütterung) wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede in den untersuchten Fettsäuren (-gruppen), außer der C 17:0, festgestellt. Vor Versuchsbeginn dominierte sowohl bei den Stall- als auch bei den Weidetieren die Gruppe der mittelkettigen Fettsäuren mit ca. 47 % (47,0 bzw. 46,5

g/100 g Fettsäuren), gefolgt von den langkettigen mit 31 % (30,7 bzw. 30,0 g/100 g). Den geringsten Anteil machten die kurzkettigen Fettsäuren aus (19,0 bzw. 20,4 g/100 g), die vorwiegend aus der C 4:0 (Buttersäure), C 6:0 (Capronsäure), C 10:0 (Caprinsäure) und der C 12:0 (Laurinsäure) gebildet wurden. In der Gruppe der mittelkettigen Fettsäuren findet man hauptsächlich die Palmitin- (C 16:0) und Myristinsäure (C 14:0), die zusammen etwa 93 % dieser Gruppe abbildeten. Die Gruppe der langkettigen Fettsäuren setzte sich hauptsächlich aus Fettsäuren zusammen, die kaum einen Anteil von 5 % erreichten. Eine Ausnahme bildeten die Ölsäure (C 18:1 c9) mit einem Anteil von ca. 50 % an allen langkettigen Fettsäuren in beiden Gruppen und die Stearinsäure (C 18:0) mit einem Anteil von 29 % in der Stall- bzw. 27 % in der Weidegruppe.

Die Werte für gesättigte, einfach-ungesättigte und mehrfach-ungesättigte Fettsäuren lagen in beiden Gruppen im Durchschnitt bei 78 g (SFA), 19 g (MUFA) bzw. 3 g (PUFA)/100 g Fettsäuren. Der durchschnittliche CLA-Gehalt (CLA c9t11) betrug in der Stallgruppe 0,45 g/100 g Fettsäuren, in der Weidegruppe lag er bei 0,48 g/100 g Fettsäuren. Auch die Werte der Omega-6- und Omega-3-FS lagen annähernd gleich hoch (Stallgruppe: 1,84 bzw. 0,95 g/100 g FS, Weidegruppe: 1,81 bzw. 0,90 g /100 g FS).

4.8.2 Hauptversuchs- (Weide) Periode

Im Gegensatz zur Vorversuchsperiode zeigten sich im Hauptversuch teilweise signifikante Unterschiede im Gehalt an Milchfettsäuren. Bei den kurzkettigen Fettsäuren zeigten sich keine Veränderungen, während der Anteil der mittelkettigen FS in der Weidegruppe signifikant geringer und jener der langkettigen Fettsäuren tendenziell höher war als in der Stallgruppe. Obwohl in der Gesamtsumme der kurzkettigen Fettsäuregruppe kein statistischer Unterschied festzustellen war (Stall: 18,8 g/100 g FS; Weide: 19,8 g/100 g), unterschieden sich einzelne kurzkettige Fettsäuren statistisch voneinander, wie etwa die C 8:0, C 10:0 und C 12:0 und tendenziell auch die C 4:0 und C 7:0 (P=0,052 bzw. P=0,054). Betrachtet man hierzu die Delta-Werte (Veränderung von der Erhebung in der Vorversuchsperiode zur Erhebung im Hauptversuch) bei den einzelnen kurzkettigen Fettsäuren, dann zeigten sich jedoch mit Ausnahme der Buttersäure (C 4:0) keine signifikanten Unterschiede in der Veränderung.

Die Gruppe der mittelkettigen Fettsäuren der Weidegruppe war in Summe in der Weidegruppe um 5,3 g niedriger (41 g/100 g) als in der Stallgruppe, wobei dies hier vorwiegend auf den signifikanten Rückgang der Palmitinsäure (C 16:0) zurückzuführen war. Der Gehalt der Myristinsäure (C 14:0), die zweithäufigste Fettsäure der mittelkettigen FS, ging von der 1. bis zur 2. Probenziehung sowohl in der Stall- als auch in der Weidegruppe etwas zurück.

Insgesamt erhöhten sich die langkettigen Fettsäuren in der Milch der Weidegruppe von der Vorperiode zur Hauptperiode um ca. 20 % (6 g/100 g FS) auf 35 g/100 g FS. Hier unterschieden sich sowohl die Linolsäure (C 18:2 c9,12), Alpha-Linolensäure (C 18:3 c9,12,15), EPA (C 20:5) als auch die konjugierte Linolsäure mit signifikant höheren Werten in der Weidegruppe als in der Stallgruppe. Die CLA-Gehalte wiesen in der Stallgruppe Werte von 0,55 g und in der Weidegruppe 0,79 g/100 g FS auf.

Die Omega-6-Fettsäurengruppe verringerte sich in der Stallgruppe und stieg in der Weidegruppe gegenüber der ersten Probenziehung auf 2,04 g/100 g FS an. Bei den Omega-3-Fettsäuren konnte ein ähnliches Verhalten beobachtet werden. Die Werte in der Stallgruppe gleichen jenen der 1. Untersuchung (0,94 g/100 g FS), während in der Weidegruppe bei der 2. Untersuchung die durchschnittlichen Gehalte um 20 % höher waren (1,13 g/100 g FS). Beim Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren lässt sich kein statistischer Gruppenunterschied erkennen.

Für die gesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren zeigten sich tendenziell bis signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Die Gehalte an SFA waren in der Milch der Weidetiere um 6 % niedriger als in der Stallgruppe mit 77,68 g/100 g FS. Hingegen waren die PUFA-Werte um 30 % höher (4,00 g/100 g FS) während sich der MUFA-Gehalt zwischen den beiden Gruppen statistisch nicht unterschied, numerisch konnte aber in der Weidegruppe ein ebenfalls höherer Gehalt festgestellt werden (23,30 vs. 19,21 g/100 g FS).

Weiters konnten in der Weideperiode signifikante Unterschiede in den Gehalten der C 13:0, C 15:0 anteiso, C 17:0 iso, C 20:0, C 21:0, C 22:0, C 23:0 und C 24:0 zwischen den beiden Gruppen gefunden werden.

Die Delta-Werte, also die Veränderungen zwischen den Werten der ersten Probenziehung und jenen der zweiten bestätigen zum Großteil die signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen am 2. Probentag. Es konnten sowohl bei den mittel- und langkettigen Fettsäuren als auch bei den gesättigten, einfach-ungesättigten und mehrfach-ungesättigten Fettsäuren signifikante Unterschiede

gefunden werden. Die Veränderungen der SFA, MUFA und PUFA der Stallgruppe lagen im Bereich zwischen -1,68 g und +1,69 g/100 FS. In der Weidegruppe sanken die SFA-Gehalte um 4,33 g und die Gehalte der MUFA und PUFA stiegen um 3,63 g bzw. 0,71 g/100 g FS. Die Veränderungen der mittel- und langkettigen Fettsäuren betrugen in der Stallgruppe -1,28 g bzw. +1,62 g/100 g FS und in der Weidegruppe -5,25 g bzw. +5,52 g/100 g FS. Signifikante Unterschiede fanden sich auch in den Veränderungen der CLA. So war festzustellen, dass sich die Gehalte in der Stallgruppe um lediglich +0,10 g änderten, während die Weidegruppe eine Zunahme von +0,32 g/100 g FS verzeichnete. Ähnliche Unterschiede zeigten sich bei den Veränderungen der Omega-6- und Omega-3-Fettsäuren. In der Stallgruppe verringerten sich die Gehalte an Omega-6-Fettsäuren (-0,11 g/100 g FS), während jene an Omega-3-Fettsäuren gleich blieben. In der Weidegruppe stiegen beide Werte um 0,20 g/100 g FS an. Weitere signifikante Unterschiede konnte man bei den Fettsäuren C15:0 anteiso, C 16:0, C 16:0 iso, C 17:0 iso, C 18:0 (Stearinsäure), C 18:2 cis 9,12 (Linolsäure), C 18:2 t9,12,15, C 18:3 cis 9,12,15 (α-Linolensäure), C 19:0 anteiso, C 20:0, C 20:3 cis 8,11, C 20:5, C 21:0, C 22:0, C 23:0, C 24:0 und bei den C 18:1 Trans-Fettsäuren erkennen.

5 Diskussion

5.1 Datengrundlage und statistische Auswertung

In der vorliegenden Arbeit wurden die Ergebnisse einer Milchkuhgruppe, die im Laufe der Vegetationsperiode Zugang zu einer Kurzrasen-Stundenweide hatten, mit einer Stallhaltungsgruppe verglichen. Dabei muss beachtet werden, dass die Anzahl von 8 Tieren je Gruppe einen eher geringen Umfang für einen diesbezüglichen Versuch bildete.

Das Problem, das sich in Verbindung mit relativ kleinen Stichprobenumfängen ergibt, ist, dass bei Merkmalen, welche hohe Streuungen zeigen, selbst numerisch große Gruppenunterschiede statistisch nicht abgesichert werden können.

Bei der Interpretation der Futteraufnahmedaten muss berücksichtigt werden, dass die Ergebnisse der Weidefutteraufnahme nicht auf tierindividuell erhobenen Daten sondern auf berechneten Werten (Energiebedarf) basieren und diese in die Kennzahlen Gesamtfutteraufnahme, Grund- und Kraftfutterleistung sowie Futter- und Energiekonvertierungseffizienz einflossen.

5.2 Futtermittel

Insgesamt sind die Qualität der konservierten Futtermittel Grassilage und Heu als durchschnittlich bis gut einzustufen. Auch die Rohfaserwerte lagen im Normalbereich zwischen 26 und 32 % (bezogen auf T; Buchgraber und Gindl 2004). Die aus den Analyseergebnissen ermittelten Energie- und Nährstoffgehalte stimmten mit anderen in diesem Produktionsgebiet erhobenen Werten überein (Häusler et al., 2009; Velik et al., 2013; Gruber et al., 2015).
Wie bereits viele Untersuchungen zeigten, wies auch im vorliegenden Versuch das Weidefutter der Kurzrasenweide im Vergleich zu den konservierten Futtermitteln einen hohen Energie- und Rohproteingehalt auf. Mit durchschnittlich 6,4 MJ NEL bzw. 190 g XP/kg T lagen die Werte in der Energiekonzentration um 16-18 % bzw. in der Rohproteinkonzentration um 40-60 % über dem der konservierten Futtermittel Grassilage und Heu. Im Frühjahr wurden Maximalwerte von 6,7 MJ NEL/kg T

erreicht. Dies ist in etwa mit dem Energiegehalt von Hafer zu vergleichen und liegt über jenem von Maissilagen (DLG-Futterwerttabellen, 1997). Die Energiegehalte im Futter der Kurzrasenweide decken sich mit Ergebnissen aus anderen Versuchen in diesem Gebiet (Häusler et al. 2009; Starz et al., 2010; Steinwidder et al., 2010 a, b) und lagen etwas unter jenen von Pries und Menke (2011) mit dokumentierten Energiegehalten von 7,44 MJ NEL/kg T im Frühjahr und 6,60 MJ NEL/kg T im Herbst (Nord-Rhein-Westfalen). Auch bei Versuchen in der Schweiz konnten Energiegehalte einer Kurzrasenweide von 6,8 – 7,2 MJ NEL/kg T erreicht werden (Thomet et al., 2004). Der Rohproteingehalt lag in der vorliegenden Untersuchung - trotz des hohen Leguminosenanteils von 30-35 % (vgl. Anhang XI und XII) - mit 19 % (in der T) etwas unter vergleichbaren Versuchsergebnissen (Starz et al., 2014) die sich im Bereich von ca. 21 % in der T befanden. Schori (2009) stellte bei Untersuchungen zu Kurzrasenweide hingegen Rohprotein-Gehalte von nur 16-17 % in der T fest. Bei Münger (2005) zeigten die Rohproteingehalte während der Weidesaison einen sehr großen Schwankungsbereich zwischen 150 und 250 g/kg T. In allen angeführten Untersuchungen wurden der Energie- und Proteingehalt vom Pflanzenbestand bestimmt. Je höher der Gräseranteil, desto höher waren die Energiegehalte und je höher der Leguminosenanteil, desto höher waren die Rohproteingehalte.

Die analysierten Rohfaser-Gehalte stimmten mit jenen von Steinwidder (2010a) überein. Rohprotein-, Energie- und Rohfaserverläufe über den Zeitraum der Weideperiode sind den Verlaufskurven aus den Untersuchungen von Starz (2013) ähnlich, jedoch auf etwas niedrigerem Niveau. Im Frühjahr waren die Energie- und Rohproteinkonzentrationen bei 6,7 MJ NEL/kg T und 16 % in der T (Starz, 2013: 7,1 MJ NEL/kg T bzw. 21 % in der T), fielen im Sommer ab und stiegen im Verlauf bis Weideende wieder auf 6,3 MJ NEL/kg T bzw. 22 % in der T (Starz, 2013: 7,0 MJ NEL bzw. 23 %). Die Kurve des Rohfasergehaltes verhielt sich genau umgekehrt, wobei der Anstieg über den Sommer auf die jahreszeitlich unterschiedliche Halmbildungstendenz der Gräser zurückzuführen sein dürfte (Steinwidder und Starz, 2015). Wenn man die Werte für Lignin (ADL) betrachtet, dann wiesen diese von Juni bis August die höchsten Werte auf.

Die Ca- und P-Gehalte der Kurzrasenweide waren im Vergleich zu Häusler (2009) mit durchschnittlich 9,9 bzw. 5,2 g/kg T noch höher und befanden sich insgesamt auf sehr hohem Niveau.

5.3 Weidemanagement

Insgesamt entsprach die Weideführung als auch die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes der Weide den Vorgaben und Empfehlungen einer ordnungsgemäß geführten Kurzrasenweide (Thomet et al., 1999; LFL, 2013; Steinwidder und Starz, 2015).
Die Aufwuchshöhe ist für die optimale Weideführung der wichtigste Parameter (Mosimann et al., 1999; Schori, 2009; Steinwidder, 2014). Die durchschnittliche Grasaufwuchshöhe bis Ende Juli lag mit 3,66 cm (2,65-4,63 cm) im Empfehlungsbereich von 3,5-4,5 cm (~8 RPM-clicks). Mit durchschnittlich 3,68 cm (2,85-4,64 cm) war sie ab Ende Juli jedoch etwas unter der empfohlenen Höhe von 4,5-5,5 cm (~10 clicks) (Steinwidder, 2014b; Schori, 2013). Die Ergebnisse lassen sich aber mit anderen Untersuchungen vergleichen, wo die durchschnittliche Aufwuchshöhe auf Kurzrasenweiden zwischen 3,7 und 5,2 cm lag (Häusler et al., 2009; Steinwidder et al., 2010b; Horn et al., 2013; Starz et al., 2013).

Ein Gesamtfutterangebot von etwa 1.500 kg T/ha entsprach jenen Ergebnissen von Steinwidder et al. (2010b), deren Werte sich im Bereich zwischen 1.500 – 2.300 kg T/ha befanden. Mit dem vorhandenen Futterangebot konnten in der Hauptwachstumsphase etwa 8 Kühe pro ha gehalten werden, während im Frühjahr und Herbst bis zu ca. 2 ha an Gesamtweidefläche bereitgestellt werden mussten. Damit lag der Flächenbedarf in dem Bereich, der von Steinwidder und Starz (2015) für Stundenweidehaltung empfohlen wird. Im Vergleich dazu würde man bei einer Ganztagsweide in etwa 4-5 Kühe/ha in der Hauptwachstumsphase und ab Ende August ca. 3-1 Kühe/ha halten können.

5.4 Futteraufnahme

Bei der Gesamtfutteraufnahme konnten keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt werden. Demgegenüber berichten Sayers und Mayne (2001), Van den Pol-van Dasselaar et al. (2008), Morales-Almaràz et al. (2010) und Schöbitz et al. (2013) bei Stundenweiden von höheren Futteraufnahmen der Weidegruppen gegenüber den TMR-Gruppen. In der vorliegenden Arbeit unterschied sich die Gesamtfutteraufnahme der Weidegruppe (über 20 kg T/Tier) lediglich in der ersten

Weidewoche numerisch von jener der Stallgruppe, in der die Gesamtfutteraufnahme knapp unter 20 kg T/Tier lag (vgl. Tabelle 21). Bargo et al. (2002) und Vibart et al. (2008) konnten ebenfalls keine Steigerung in der Gesamtfutteraufnahme beobachten. Sie verzeichneten signifikant höhere Gesamtfutteraufnahmen bei 100%-iger TMR-Fütterung im Vergleich zu Versuchsgruppen, die stundenweisen Zugang zu Weide hatten.

Mit durchschnittlich 7,5 kg Weidefutteraufnahme (Basis T) lag die Weidegruppe im Bereich vorangegangener Untersuchungen, wo Weidefutteraufnahmen zwischen 5 und 9 kg T bei Stundenweidehaltung festgestellt wurden (Bargo et al., 2002; Vibart et al., 2008; Morales-Almaráz, 2010). Steinwidder und Starz (2015) sprechen von Weidefutteraufnahmen zwischen 1 und 2 kg Trockenmasse je Stunde.

Möglicherweise hätte eine höhere Weidefutteraufnahme durch zweimaligen Weidegang (jeweils morgens und abends nach dem Melkgang) erreicht werden können, da die Hauptfressaktivität weidender Rinder in den frühen Morgen- und Abendstunden liegt, während von ca. 11 bis 15 Uhr generell eine geringere Graseaktivität beobachtet werden kann. Zudem wären zwei Weidegänge aus pansenphysiologischer Sicht günstiger als ein Weidegang (Steinwidder und Starz, 2015). Eventuell hätte eine höhere Weidefutteraufnahme auch durch eine höhere Weideaufwuchshöhe ab Ende Juli bzw. die Fütterung einer noch geringeren Energiekraftfutter-Menge erzielt werden können. Beobachtungen von Vibart et al. (2008), Pries et al. (2004 und 2011) zeigen nämlich, dass höhere Mengen an KF ineffizient wirken und zudem Weidefutter verdrängen.

Insgesamt lagen beide Gruppen in der Hauptversuchsperiode mit ca. 17 kg T/Tag unter den Gesamtfutteraufnahmen in ähnlichen Versuchen. Hier finden sich Mengen zwischen 20 und 26 kg T/Tag (Bargo et al., 2002; Loor et al., 2003; Vibart et al., 2008; Morales-Almaràz et al., 2010). Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass sich die Versuchstiere in diesen Untersuchungen in einem insgesamt höheren Leistungsbereich befanden. Die durchschnittliche Milchleistung lag in diesen Arbeiten über die Dauer der jeweiligen Versuchsperiode bei mind. 25 kg/Tag, zudem wurden konzentriertere Rationen mit höheren Kraftfutteranteilen vorgelegt. Die hier vorliegenden Gesamtfutteraufnahmen sind aber mit Daten von Sayers und Mayne (2001), deren Gesamtfutteraufnahmen zwischen 14 und 18 kg T/Tier und Tag lagen, vergleichbar und sie befinden sich über jenen von Schöbitz et al. (2013).

Der Vergleich der Weidefutteraufnahmeerhebungen über die Differenzschnittmethode mit der über den Energiebedarf geschätzten Weidefutteraufnahme zeigt, dass mit Ausnahme der Erhebung im August nur geringe Abweichungen auftraten. Dies spricht einerseits für eine gute Qualität der Futteraufnahmeerhebung und bedeutet andererseits eine gute Absicherung der über den Energiebedarf errechneten Futteraufnahmen. Die großen Abweichungen im August waren möglicherweise auf Erhebungsfehler bei der Differenzschnittmethode (Häusler, persönliche Mitteilung) zurückzuführen.

Hinsichtlich des Kraftfutterverbrauchs konnte festgestellt werden, dass der tägliche EKF-Verbrauch in der Weidegruppe zwar signifikant über jenem der Stallgruppe lag, sich die beiden Gruppen in der Gesamt-Energiekraftfutter-Menge über die Dauer des Hauptversuches aber nicht unterschieden. Die große Streuung der beobachteten Werte liefert eine Erklärung, warum hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen gefunden wurden.
Der Kraftfutterverbrauch lag in der Weidegruppe über die Dauer des Hauptversuches zwar höher als jener der Stalltiere, aber, wie im Versuchsplan vorgesehen, erhielten die Weidetiere im Verhältnis zur Mehrleistung weniger Kraftfutter (0,875 kg statt 1 kg Kraftfutter-FM pro 2 kg Milchmehrleistung ausgehend von einer täglichen Leistung von 16 statt 15 kg Milch). Während die tägliche ECM-Leistung der Weidegruppe etwa 23 % über jener Leistung der Stalltiere lag, war der KF-Anteil pro Tier und Tag nur um 13 % höher (Rationstrockenmasse). Dies führte dazu, dass sich die Tiere bezüglich ihres gesamten KF-Einsatzes pro kg ECM statistisch nicht voneinander unterschieden (Stallgruppe: 135 g FM/kg ECM, Weidegruppe: 134 g FM/kg ECM). Insgesamt wurden zwar in der Weidegruppe um ca. ein Fünftel mehr Kraftfutter eingesetzt, mit durchschnittlich 3,1 kg FM/Tier und Tag lag die tägliche Kraftfuttermenge aber deutlich unter der empfohlenen maximalen Grenze von 5-8 kg FM (Pries et al., 2004; Steinwidder und Starz, 2015) bei Stundenweidehaltung. Auch bei Einzeltieren wurden in der Weidefütterungsphase diese Grenzwerte nicht überschritten. Versuche von Vibart et al. (2008) zeigten, dass bei steigendem Einsatz von Weide zwar die Milchleistung sinkt, jedoch in deutlich geringerem Ausmaß als der Bedarf bzw. die Aufnahme an Kraftfutter bzw. TMR zurückgeht. Während der Kraftfutteranteil in der Fütterungsgruppe mit einem Weideanteil von 45 % um beinahe die Hälfte zurück ging, zeigte sich in der täglichen Milchleistung lediglich eine Differenz zur TMR-Gruppe von -4 kg. Pries et al. (2004) untersuchten dazu die

Ergänzungswirkung von zwei verschiedenen KF-Niveaus zu Halbtagsweide. Dabei konnten sie feststellen, dass die erhöhte Kraftfuttermenge von +1,5 kg T/Tag (4,2 vs. 5,7 kg T) im Gegensatz zur Stallfütterungsperiode keinen signifikanten Einfluss auf die Milchleistung zeigte, die (errechnete) Weidefutteraufnahmen jedoch von 5,5 auf 3,5 kg T/Tier zurückgingen. Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Weideversuchen aus dem Haus Riswick überein, die ergaben, dass Kraftfuttergaben von über 6 kg/Tag keine zusätzliche Milchleistung der Milch bringen.

In der Weidegruppe setzte sich das eingesetzte Kraftfutter zu 97 % aus EKF zusammen. Aufgrund der hohen Nährstoffgehalte der Kurzrasenweide konnte trotz hoher Milchleistungen von über 25 kg Milch in den ersten Weidewochen durch den stundenweisen Weidegang völlig auf den Einsatz von Proteinkraftfutter verzichtet werden. Dies deckt sich mit Empfehlungen von Schori (2007) und Steinwidder (2012), die aufgrund der hohen Rohproteingehalte des jungen Weidegrases eine energiebetontere und eiweißreduzierte Kraftfutterergänzung zu Weidebeginn empfehlen. Der Verlauf der Milchharnstoffwerte bestätigt dies. Laut Steinwidder und Starz (2015) kann auf eine Proteinergänzung bei Weidegang verzichtet werden, wenn die Milchharnstoffwerte über 20 mg/100 ml liegen. Die durchschnittlichen Milchharnstoffwerte lagen im vorliegenden Fall in den ersten Weidewochen knapp über der empfohlenen Grenze. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob auch bei Hochleistungskühen mit einer Milchleistung von 30-40 kg Milch pro Tag eine völlige Einsparung des Proteinkraftfutters in Kombination mit Stundenweidehaltung möglich wäre. Wenn man hierzu die Einzelwerte jener Kühe betrachtet, die über dem Durchschnitt der täglichen Milchleistung lagen und z.T. über 35 kg pro Tag leisteten, fällt auf, dass bei diesen Tieren in der ersten Weidephase ebenfalls Harnstoffwerte von bzw. über 20 mg/100 ml Milch nachgewiesen wurden und damit dem Durchschnittsbereich der gesamten Weidegruppe entsprachen. In der Literatur sind im speziellen bezüglich Proteinkraftfuttereinsparung sehr wenige Daten zu finden. Aber sowohl Pries et al. (2004) als auch Vibart et al. (2008) konnten eine ineffiziente Wirkung ab einer bestimmten Menge an KF bei Stunden-/Halbtagsweide feststellen und wiesen gleichzeitig auf eine KF-Einsparung bei gleichbleibender Milchleistung hin. Neben der ineffizienten Wirkung hoher KF-Ergänzungen bei Weidegang ist in diesem Zusammenhang die Grundfutterverdrängung durch das Kraftfutter zu berücksichtigen. Nach Spiekers und Potthast (2004) und Kirchgeßner et al. (2004) tritt eine Grundfutterverdrängung bei Kraftfuttergaben über 4 kg ein. Kleinmans und

Potthast (1984) konnten bereits Grundfutterverdrängungen bei KF-Gaben unter 4 kg feststellen. Nach Gruber (2007) geht mit steigender Kraftfutteraufnahme die Aufnahme an Grundfutter im Ausmaß von 0,51 kg T/kg T Kraftfutter zurück. Entscheidend sind hier vor allem die Rationsgestaltung und die Fütterungstechnik aber auch die Energiekonzentration des eingesetzten Grundfutters. Gehen Hochleistungskühe auf die Weide, beträgt die Kraftfuttermenge über 6 kg je Kuh und Tag und wird diese zu den Melkzeiten gefüttert, ist die Verdrängung nach Kirchgeßner (2004) besonders hoch und kann auf bis zu 1 kg Grobfutter-Trockenmasse je kg Kraftfutter-Trockenmasse ansteigen.

5.5 Lebendmasse und BCS

Vergleicht man die modellierten Werte mit den dokumentierten Lebendmasse-Erhebungen (vgl. Abbildungen 20 und 21), so erkennt man, dass durch die Verwendung der Wilmink-Funktion eine Glättung der Verlaufskurve stattfand und damit eine gleichmäßigere Lebendmasseabnahme zugrunde gelegt wird.

In beiden Verlaufskurven (Wilmink- und Regression-Werte) sieht man jedoch in der Weidegruppe zusätzlich zum starken Gewichtsverlust zu Versuchsbeginn einen starken Einbruch ab der Weidephase. Die Stalltiere nahmen hingegen gleichmäßiger ab. Der starke Abfall in der Weidegruppe zu Weidebeginn könnte allerdings in der Methode der Gewichtserhebung begründet sein, da die Tiere in der Weidezeit vor dem Austrieb auf die Weide gewogen wurden und ihnen zuvor lediglich 2 kg Heu gefüttert wurden. Währenddessen wurde den Tieren in der Vorversuchsperiode die volle Ration bereits vor der Wiegung vorgelegt (Häusler und Steinwidder, persönliche Mitteilung).
Nach Weiß et al. (2005) sind Kühe mit einer guten Körperkondition in der Lage, im ersten Laktationsdrittel 30-50 kg Körpermasse in Form von Fett einzuschmelzen, ohne gesundheitliche Schäden davon zu tragen. Betrachtet man die Lebendmasse-Verlaufskurven sowohl der Stall- als auch der Weidegruppe lagen diese deutlich darüber. In diesem Zusammenhang stellte Martens (2012) nicht unwesentliche Veränderungen in den letzten Jahren fest. Bei Milchkühen ist mit einer negativen Energiebilanz nach der Abkalbung zu rechnen, da die erforderliche Futteraufnahme langsamer ansteigt als die Milchleistung. Im Hinblick auf die frühe Laktation bedeutet

dies, dass die Milchsekretion (Ernährung des Kalbes) gegenüber anderen Funktionen Priorität hat. Dieses physiologische Reaktionsvermögen hat sich aber, wie Untersuchungen zeigen, quantitativ verändert und Martens (2012) spricht von einer Tendenz, dass immer mehr Reserven in kürzerer Zeit mobilisiert werden. Tamminga et al. (1997) stellten eine Körpermobilisation von ca. 42 kg in 2 Monaten fest. Van den Top et al. (2005) zeigten sogar eine Abnahme des Körpergewichts von 118 kg in 4 Wochen und bei Van Straten et al. (2009) lagen sie bei über 200 kg. Auch die Zeitspanne einer Negativen Energiebilanz hat sich verändert. Bei Bulang et al. (2006) und Van Straten et al. (2009) erstreckte sie sich auf mehr als 100 Tage. Nach Friggens et al. (2007) ist diese genetische Veranlagung, Reserven zu mobilisieren, bei Holstein-Kühen stärker ausgeprägt.

Betrachtet man die Lebendmasseverläufe der einzelnen Kühe, so waren vor allem jene im oberen Leistungsbereich betroffen. Die Umstellung auf die Versuchs-Ration und die zum Teil zu niedrige Energieversorgung werden als Hauptursachen für die Mobilisation von Körperreserven vermutet.

Sieht man sich vergleichbare Lebendmasse-Verlaufskurven an, liegt der Nadir meist um die 7. Laktationswoche (Dillon, 2006; Ledinek, 2014). Im vorliegenden Versuch begannen die Tiere im Durchschnitt erst deutlich später mit der Gewichtszunahme. Dies deutet darauf hin, dass die Energieunterversorgung deutlich länger andauerte und liefert möglicherweise auch die Erklärung, weshalb einige Tiere beider Gruppen nicht wieder trächtig wurden.

Die Ergebnisse der Körperkonditionsbeurteilung deuten ebenfalls darauf hin. Roche et al. (2009) und Kritzinger et al. (2013) empfehlen am 100. Tag nach der Abkalbung bei Fleckvieh-Kühen einen BCS-Wert von etwa 3,5 (3,25-3,75). Bei Holstein-Friesian-Kühen liegt der Optimalbereich am 100. Tag nach der Abkalbung bei etwa 2,75 (2,5-3,0). Ab Beginn des 3. Laktationsdrittels (etwa 200. Tag) sollten die Kühe ihre Fettdepots wieder auffüllen und zum Zeitpunkt der Abkalbung eine BCS-Benotung von etwa 3,5 (Holstein) und 4.0 (Fleckvieh) aufweisen (Roche et al., 2009; Kritzinger et al., 2013).

Neuere Studien weisen aber darauf hin, dass sich die durchschnittlich als optimal einzustufenden BCS-Werte in den letzten Jahren durch die Zucht (mehr Milch) nach unten verändert haben dürften. Demnach sollte um die Abkalbung eine Kondition von 3,00 bis 3,25 angestrebt werden (Butler, 2014; Drackley und Cardoso, 2014). Bei Fleckviehkühen sollte die Körperkondition nicht mehr als 3,25-3,50 liegen. Je

geringer die Körperreserven zu Beginn der Laktation sind, desto niedriger ist die Einsatzleistung und umso höher die Futteraufnahme. In Folge ist die Energieunterversorgung geringer und die Tiere sind einer geringeren Belastung ausgesetzt (Häusler, persönliche Mitteilung). Damit liegt der jetzige Optimalbereich für grundfutter- sowie kraftfutterbetonte Milchviehfütterungsstrategien etwa 0,5 Punkte unter den bisherigen Empfehlungen. Als besonders entscheidend wird jedoch angeführt, dass die Körperkondition dann zu Laktationsbeginn nur um maximal 0,5 Punkte bis zum BCS-Tiefpunkt absinkt (Butler 2014, Drackley und Cardoso 2014).
Demnach befanden sich die FV-Kühe in der Stall- als auch Weidegruppe im Empfehlungsbereich. Die Kühe der Rasse Holstein-Friesian lagen vermutlich zum Zeitpunkt der Abkalbung etwas unter 3,00, wenn man bedenkt, dass sie zu Weidebeginn durchschnittlich 2,70 (Stallgruppe) bzw. 2,76 (Weidegruppe) aufwiesen. Die Gruppe der HF-Stalltiere und die der FV-Weidegruppe sanken von Weidebeginn um mehr als 0,5 Punkte bis zum Ende der Weidezeit. Die Holstein-Tiere sowohl in Stall-, als auch Weidegruppe befanden sich insgesamt auf eher niedrigem BCS-Niveau und bestätigen die Körperfettmobilisationen, die an den Lebendmasse-Verlaufskurven, als auch am Verlauf der Milchinhaltsstoffe beobachten wurden.

5.6 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Der Einfluss der Weide auf die Milch- und ECM bzw. FCM-Leistung wird in der Literatur verschieden beschrieben. Vibart et al. (2008) konnten in ihrem Versuch mit Herbstweide bezüglich Milchleistung aus statistischer Sicht keine Unterschiede feststellen. Numerisch lagen die Weidegruppen etwa 1-4 kg/Tag unter jener Leistung der TMR-Gruppe. Anders verhielt sich dies bei Frühjahrsweide, wo sich die Milch- als auch FCM-Leistung innerhalb der Gruppen signifikant voneinander unterschieden, wobei jene Gruppe mit einem Weideanteil von 21 % die höchsten Leistungen erbrachte und jene mit 41 % am niedrigsten lag. Bei Stundenweideversuchen von Bargo et al. (2002) und Loor et al. (2003) lagen die Weidegruppen mit ihren Leistungen auf gleichem Niveau bzw. unter jenen der Kühe ohne Weidezugang.
Im Gegensatz dazu konnte im vorliegenden Versuch die Weidegruppe gegenüber der Stallgruppe eine um 740 bzw. 780 kg höhere durchschnittliche Milch- bzw. ECM-Leistung über den Verlauf der Weideperiode erzielen. Besonders auffallend war der neuerliche Anstieg der Milchmenge der Weidegruppe etwa eine Woche nach

Weidebeginn. Lag die Milchleistung pro Tag vor dem Austrieb auf die Weide noch bei etwa 27,5 kg, erreichten die Tiere nach dem Austrieb im Durchschnitt knapp 31 kg/Tag und hatten damit eine zweite Laktationsspitze. Währenddessen wiesen die Stalltiere einen gleichmäßigen Rückgang der Milchmenge auf. Vergleichbar konnten Dillon und Crosse (1994) und Mayne und Laidlaw (1995) einen zweiten Anstieg der Milchleistung durch Weidefütterung bestätigen. Auch Sayers und Mayne (2001) verzeichneten eine signifikante Mehrleistung von Weidetieren von etwa 2,6 kg/Kuh und Tag bei einem Weidegang von zwei Stunden im Vergleich zu Tieren in Stallhaltung mit Silagefütterung.

Dieser Milchleistungsanstieg der Weidetiere zu Weidebeginn lässt sich einerseits auf die kurzfristig höheren T-Aufnahmen, die auf die höheren XP-Gehalte in der Ration zurückzuführen sind (Sinclair et al., 2014) und andererseits mit dem höheren Energie- und Proteingehalt des Weidegrases (6,3 MJ NEL/kg T bzw. 19% XP in der T) im Vergleich zur Stallration (5,4 MJ NEL/kg T bzw. 13% XP in der T) erklären (Garcia und Holmes, 1999; Sayers und Mayne, 2001; Steinwidder et al., 2011; Horn et al., 2013).

Ab Beginn der Sommermonate verlief die Milchleistungskurve der Weidegruppe bis Weideende relativ konstant und befand sich zwischen 20 bis 22 kg Milch pro Tag. Die Stallgruppe hingegen lag bereits ab der 9. Woche unter der Milchleistung von 20 kg pro Tag und befand sich zum Ende der Weideperiode ca. 40 % unter der Leistung der Weidegruppe. Die bessere Persistenz der Weidegruppe ist in dem durchgehend höheren Energie- und Proteingehalt des Weidefutters begründet und ist auch auf den höheren Einsatz von Energiekraftfutter und damit der deutlich besseren Energie- und bedingt durch den höheren Rohproteingehalt des Weidefutters auch besseren Proteinversorgung zurückzuführen. Bei gleicher Grundfutteraufnahme verzeichneten die Weidetiere eine höhere Energie- und Proteinaufnahme, wodurch sich die Grundfutterleistung erhöhte.

Betrachtet man den Verlauf der Milchleistung, ist erkennbar, dass die Stalltiere im Durschnitt die angenommene Milchleistung von 15 kg pro Tag aus dem Grundfutter schon ab der 17. Woche (Mitte August) unterschritten, da die erwarteten Grundfutterqualitäten nicht ganz erreicht wurden. Sie erhielten daher im Gegensatz zur Weidegruppe kein Kraftfutter mehr. Der Einfluss des Laktationsabschnittes dürfte hier keine Bedeutung haben, da sich beide Gruppen zu diesem Zeitpunkt im Durchschnitt in der 28. Laktationswoche befanden. Der mit 1 kg angenommene

Unterschied (Stallgruppe: 15, Weidegruppe: 16 kg) in der Grundfutterleistung erwies sich als zu gering. Hier hätte man in der Praxis mit einer höheren Kraftfuttergabe entgegensteuern können, während eines laufenden Versuches können jedoch festgelegte Rahmenbedingungen nicht verändert werden. Die Energieunterversorgung der Stallgruppe kann man neben dem starken Leistungsabfall auch aus dem Lebendmasseverlust sowie aus den immer wiederkehrenden ansteigenden Milchfettgehalten (Fettmobilisation) und den niedrigen Milcheiweißgehalten ersehen.
Die durchschnittliche Milchleistung pro Tag lag mit 18,6 in der Stallgruppe und 22,6 kg in der Weidegruppe in etwa um ein Viertel bis beinahe die Hälfte niedriger als in ähnlichen Versuchen (Bargo et al., 2002; Loor et al., 2003; Vibart et al., 2008), die Milchleistungen von über 30 kg/Tag verzeichneten. Einerseits lagen hier Grundfutterrationen mit höheren Nährstoffgehalten und höhere Kraftfuttermengen bzw. –anteilen zu Grunde und andererseits waren die Versuchsperioden kürzer. Zudem wurde in oben angegebenen Versuchen ausschließlich mit Hochleistungskühen der Rasse Holstein-Friesian auf einem deutlich höheren Leistungsniveau gearbeitet. Im vorliegenden Versuch sollte die durchschnittliche österreichische Milchkuh (7.200 kg Milch mit 4,13 % Fett und 3,41 % Eiweiß), der eine durchschnittliche, typisch österreichische Ration zugrunde gelegt wurde, abgebildet werden.

Der Milchfettgehalt stieg in der Weidegruppe zunächst bis zur 2. Weidewoche rasant auf 4,8 % an, was auf die Körperfettmobilisation aufgrund der Futterumstellung zurückzuführen ist (Roche et al., 2009). In der dritten Weidewoche sank der Gehalt auf unter 4 % (vgl. Abbildung 26). Nach Münger (2003) und Steinwidder und Starz (2015) ist dies nicht vorwiegend auf den vielfach diskutierten Strukturmangel des Weidefutters zurückzuführen, sondern vielmehr auf die hohen Gehalte an ungesättigten Fettsäuren im Gras und die damit einhergehende verringerte Essigsäureproduktion im Pansen (Steinwidder und Starz, 2015), die hauptsächlich für die Milchfettbildung verantwortlich ist (Kirchgeßner, 2004). Im Verlauf der Weidephase ließen sich mehr oder weniger große Schwankungen im Milchfettgehalt erkennen. Dies konnte bereits in anderen Versuchen beobachtet werden (Galler, 1997; Steinberger et al., 2012). In der Weidegruppe dürften die z.T. sehr starken Schwankungen unter anderem mit der Futteraufnahmemenge an Grassilage bzw. Weide zusammenhängen. Vergleicht man den Verlauf der Milchfettkurve mit jenem

der Futteraufnahme (siehe Abbildung 19), so kann man erkennen, dass bei einer höheren Aufnahme von Grassilage (bis +2 kg T) auch der Milchfettgehalt stieg, während die Weidefutteraufnahme und damit die Aufnahme an ungesättigten Fettsäuren sanken.
Entgegen den Erwartungen schwankten jedoch auch die Milchfettgehalte der Stallgruppe. Zum einen könnten die unregelmäßigen Gehalte auf Energiemangel und Körperfettmobilisation zurückzuführen sein. Darauf weist auch der Proteingehalt als auch der FEQ hin. Die Qualität des Grundfutters spielte hier eine wichtige Rolle. Der durchschnittliche Energiegehalt der Grassilage lag im Mai-Juli bei 5,6 MJ NEL/kg T, im August bei 5,3 MJ NEL/kg T, im September sogar unter 5 MJ NEL/kg T, was sich sichtlich auf die Energieversorgung und Milchleistung ausgewirkt haben dürfte. Andererseits könnten aber auch fütterungstechnische Einflussfaktoren (z.B. bei nässerer Silage ist aufgrund des höheren Wassergehalts die Strukturwirksamkeit eingeschränkt) oder andere Umweltfaktoren (Unruhe im Stall, unterschiedliche Melkzeiten, Hitzestress) für Milchfettschwankungen verantwortlich sein (Galler, 1997).

Der Milchproteingehalt der Stallgruppe verlief den Erwartungen gemäß relativ konstant. Das Ansteigen zu Laktationssende ist nach Rossow (2003) normal. Ebenso wurde mit einer verstärkten Proteinsynthese der Weidegruppe ab Beginn der Weidephase gerechnet. Nach Rossow (2003) kann ein um 1 % höheres Angebot an Rohprotein bei ausreichender Energieversorgung den Proteingehalt in der Milch um ca. 0,02 %-Punkte steigen lassen. In diesem Versuch lag der Anstieg des Milchproteingehalts von der 1. bis zur 2. Weidewoche bei 0,18 %-Punkten. Das würde bedeuten, dass die Menge an angebotenem Protein in der Ration zu Beginn der Weidephase um ca. 9 % höher lag als in der Stallration. Da dies aufgrund der Rohproteingehalte der verfütterten Futtermittel nicht möglich gewesen sein kann, lässt sich ableiten, dass im Falle von Proteinmangel dieser Anstieg auch noch höher sein kann. Die Milchprotein-Konzentration von durchschnittlich 3,19 % über den Verlauf der Weideperiode befand sich im Bereich ähnlicher Versuche (Loor et al., 2003; Morales-Almaràz, 2010). Bei den Ergebnissen von Bargo et al. (2002) und Vibart et al. (2008) lagen die Werte von Weidegruppen unter 3% und sind mit den Proteingehalten der Stallgruppe (2,94 %) vergleichbar.
In starkem Zusammenhang mit dem Proteingehalt steht die Harnstoffkonzentration der Milch, die das Proteinangebot im Verhältnis zur Energieversorgung widerspiegelt

(Rossow, 2003). Der starke Anstieg der Harnstoffgehalte ab Juli ist in den steigenden Rohproteingehalten des Weidefutters zu suchen und weist auf eine positive RNB-Bilanz hin. Dies wurde auch im Versuch von Häusler (2009) beobachtet, wo ab Juli RNB-Werte bis etwa +11,5 g N/kg T dokumentiert wurden und stellt einen typischen Verlauf unter Weidebedingungen dar (Plesch et al., 2013; Steinwidder et al., 2010b; Steinwidder und Starz, 2015). Obwohl die Harnstoffwerte zwischen 15 und 30 mg/100 ml (Stöger et al., 2003) liegen sollten, ziehen kurzzeitig erhöhte Milchharnstoffwerte bei Weidehaltung nach Erfahrungen aus der Praxis (Steinwidder und Häusler, 2004; Steinwidder und Starz, 2015) keine negativen Auswirkungen nach sich. Bei Vollweidehaltung steigen die Harnstoffgehalte sogar bis 50 mg/100 ml und manchmal darüber. Zu beachten ist hier allerdings, dass die Tiere bereits vor dem Erreichen der hohen Harnstoffkonzentration wieder trächtig geworden sind, denn hohe Harnstoffwerte stehen in negativer Korrelation mit der Fruchtbarkeit (Buri, 2012).

5.7 Futtereffizienz

Trotz nahezu gleich hoher Aufnahme an Grundfutter-TM in beiden Gruppen, zeigten die Weidetiere eine signifikant höhere Milchleistung aus dem Grundfutter. Die insgesamt um ca. 30 % höhere Grundfutterleistung ist daher vor allem auf die höheren Energie- und Nährstoffgehalte des Weidefutters zurückzuführen (Steinwidder und Starz, 2015). Besonders in der ersten Weidewoche ist der Einfluss der Weide auf die Grundfutterleistung deutlich auszumachen (vgl. Abbildung 31).

Die errechnete tägliche Grundfutterleistung der Weidetiere lag in den Bereichen vorangegangener Untersuchungen. Wiesinger (2008) geht aufgrund von Modellrechnungen von einer möglichen täglichen Grundfutterleistung von rund 15 kg ECM aus, wobei eine ausgeglichene Energieversorgung vorausgesetzt wird. Gruber et al. (1998) stellten in ihrem Versuch eine tägliche Grundfutterleistung von 15,5 kg ECM fest. Nach Kirchgeßner (2004) reicht eine Grundfutterration auf Energiebasis für 14 kg (Heu und Grassilage) bis maximal 16 kg (Ration inklusive Maissilage) Milch. Ertl (2012) gab in seiner Arbeit sogar Grundfutterleistungen von 17,1 kg ECM bei einer kraftfutterfreien Fütterung an. Bei reiner Vollweidefütterung können zu Vegetationsbeginn Grundfutterleistungen von 20-25 kg Milch pro Tag erreicht werden (Steinwidder und Starz, 2015). Die Stallgruppe lag mit ihrer produzierten Milch aus

dem Grundfutter etwas unter vergleichbaren Ergebnissen, was einerseits mit einer den Erwartungen nicht entsprechenden Grundfutterqualität und andererseits mit der damit verbundenen unzureichenden Energieversorgung zusammenhängen dürfte.

In Anbetracht der wesentlichen Bedeutung zusätzlicher Effizienzparameter in der heutigen Zeit (Thomet, 2004; Steinwidder, 2009) wurden verschiedene Kennzahlen für die beiden Gruppen berechnet. Viele Ergebnisse zeigen, dass schwere Kühe im Mittel konzentriertere (zumeist kraftfutterbetontere) Rationen benötigen, um die gleiche Futterkonvertierungseffizienz zu erzielen. Laut Steinwidder (2009) ist davon auszugehen, dass schwerere Kühe in der Futtereffizienz abfallen bzw. die Milch stärker aus den Körperreserven ermolken wird. Vergleicht man die beiden Versuchsgruppen Stall und Weide in Bezug auf Lebendmasse, so waren über den Verlauf der Hauptversuchszeit keine Unterschiede festzustellen (durchschnittlich 579 vs. 570 kg). In der Futterkonvertierungseffizienz lag aber die Weidegruppe mit 1,32 kg ECM/kg T signifikant höher als die Stallgruppe (1,02 kg ECM/kg T). Nach Thomet (2002) sollte in der spezialisierten Milchproduktion eine FKE von zumindest 1,2 erreicht werden. Vibart et al. (2008) konnten ebenfalls höhere FKE der Weidegruppen im Vergleich zur TMR-Gruppe feststellen. Thomet und Piccand (2011) sprechen von Futterkonvertierungs-Effizienzen bei Weidefutter im Frühjahr von über 1,5 kg ECM/kg Trockenmasse. Wird das Futter konserviert, geht Energie verloren, sodass Silage und Dürrfutter bei FKE von etwa 1 kg ECM/kg T liegen. Die, aufgrund einer ungenügenden Nährstoffversorgung, verhältnismäßig niedrige Milchleistung der Stalltiere zog die schlechteren Effizienzergebnisse nach sich. Auch die tendenziell bessere Effizienz der Weidetiere pro Kilogramm metabolischer Lebendmasse könnte auf den größeren Energiemangel der Stalltiere und die verstärkt aus der Körperfettmobilisation produzierte Milch zurückzuführen sein.

Hätte man in diesem Versuch der mangelnden Energieversorgung der Stalltiere mit höheren Kraftfuttergaben entgegengewirkt, hätten die Tiere vermutlich leichter mit den täglichen Milchleistungen der Weidetiere mithalten können. Der Gesamtverbrauch an Energie- und Proteinkraftfutter wäre aber im Zuge dessen gestiegen und hätte die Differenz zum EKF-Verbrauch der Weidetiere womöglich verkleinert bzw. ausgeglichen, aber jene beim PKF weiter erhöht. Davon ausgehend hätten die Weidetiere mit einem geringeren KF-Verbrauch pro Kilogramm ECM punkten können.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Aussagen von Vibart et al. (2008) und Pries et al. (2004) bezüglich der KF-Einsparung bestätigt werden können, die Menge an erspartem PKF aus diesem Versuch allerdings im unteren Bereich einzuordnen ist. Die vorliegenden Ergebnisse geben jedoch Hinweise darauf, dass der Einbau von Weidefutter in die Ration in Form einer Stundenweidehaltung vor allem auch für intensive Betriebe mit höheren Einzeltierleistungen und erhöhtem Anteil an Proteinkraftfutter in der Ration interessant sein könnte. Wären nämlich die Stalltiere bedarfsgerecht mit PKF versorgt worden, hätte sich die eingesparte PKF-Menge (ca. 46 kg) vermutlich vergrößert. Weiterführende Untersuchungen zum Einsatz von Stundenweidehaltung in Hochleistungsherden bezüglich Proteinversorgung, (P)KF-Einsparung und Weidemanagement wären hierzu sicherlich nützlich und sinnvoll.

5.8 Zellzahl

Der Zellzahlgehalt der Milch gilt als Indikator für die Eutergesundheit der Kuh (Striezel, 2005; Lambertz et al., 2014). Nach DVG (2002) und Striezel (2005) liegt die somatische Zellzahl eutergesunder Kühe unter einem Wert von 100.000 Zellen/ml Milch. Ab einem Zellgehalt von 150.000 Zellen/ml im Gesamtgemelk kann von einer Störung der Eutergesundheit und einem Verdacht auf Mastitis gesprochen werden. Der Zellgehalt der Stallgruppe lag im Durchschnitt über den gesamten Versuchszeitraum bei über 250.000 Zellen/ml Milch. Damit lag die ZZ über der durchschnittlichen ZZ der österreichischen Betriebe, die im Jahr 2014 bei Fleckvieh ca. 180.000 und bei der Rasse Holstein ca. 235.000 betrug (Zuchtdata, 2014b). Die Gründe hierfür können vielfältig sein. Mastitis ist eine Faktorenkrankheit und wird sowohl vom Tier, der Umwelt als auch von Erregern beeinflusst. Aufgrund der unterschiedlichen Zusammenhänge ist es unmöglich *die eine* Ursache zu finden bzw. erfolgsgarantierende Behandlungen oder die erfolgreiche Vermeidungsstrategie der Mastitis zu empfehlen (Striezel, 2005). Dass die Milch der Stalltiere im Durchschnitt sowohl in der Vorversuchs- als auch Hauptversuchsperiode doppelt so hohe Zellgehalte aufwies als die Milch der Weidetiere, ist statistisch gesehen nicht auf den Einfluss der Weide zurückzuführen, sondern auf die ZZ von Einzeltieren. Bei Betrachtung der ZZ-Verläufe einzelner Stallkühe lässt sich erkennen, dass die ZZ innerhalb der Tiere sehr variierten und die durchschnittliche Gesamt-ZZ der Gruppe von Einzeltieren mit sehr hohen ZZ-Gehalten während der gesamten

Versuchsperiode in die Höhe getrieben wurde. Währenddessen fanden sich in der Weidegruppe immer wieder nur einzelne Ausreißer über den Verlauf von einigen Tagen, an denen die ZZ erhöht (> 150.000 Zellen/ml) war. Nach Striezel (2005) sind kurzfristig erhöhte Zellgehalte bis 250.000 akzeptabel. Bei länger anhaltenden hohen Zellgehalten empfiehlt er, mit geeigneten Behandlungsmaßnahmen einzugreifen.

Die Reduktion der Zellgehalte von der Vorversuchsperiode auf die Weideperiode sowohl in der Stall- als auch in der Weidegruppe stehen den Aussagen von Norman et al., 2000; Bouraoui et al., 2002 und Olde Riekerink et al., 2007 entgegen, die von einem generellen Anstieg der ZZ während der Sommermonate ausgehen. Bouraoui et al. (2002) beschreiben einen Anstieg auf 450.000 Zellen vom Frühling bis zum Sommer.

Im vorliegenden Versuch konnte in beiden Gruppen eine Reduktion um etwa 50 % verzeichnet werden. Die höheren ZZ zu Versuchsbeginn könnten einen Hinweis auf bereits infizierte Euter in der Trockenstehzeit geben (Striezel, 2005). Die sehr hohen ZZ einzelner Versuchstiere zu Versuchsbeginn deuten darauf hin. Andererseits könnten die hohen ZZ in der Milch zu Versuchsbeginn eine Reaktion der Tiere auf die Umstellungsfütterung widerspiegeln, wobei hier Tiere mit gesunden Eutern laut Striezel (2005) weniger empfindlich reagieren, während Kühe mit bereits gestörter Eutergesundheit einen rasanten Anstieg der ZZ zur Folge haben können. Dies ließ sich auch in der Umstellungsphase der Weidetiere zu Weidebeginn beobachten, wo Einzeltiere kurzfristig eine erhöhte ZZ aufwiesen. Die immer wiederkehrenden kurzfristig erhöhten ZZ könnten als Reaktion auf erhöhte Temperaturen und den damit verbundenen Hitzestress zurückzuführen sein. Die länger anhaltende Phase mit generell hohen Zellgehalten im August (17.-20. Versuchswoche) dürften mit der Hitzewelle in diesem Zeitraum (ZAMG, 2010) zusammenhängen, denn die große körperliche Belastung bei Hitzestress lässt die Zellzahl in der Milch steigen (Lambertz et al., 2014).

Während der Einfluss der Weide auf die Zellzahl beim Vergleich dieser beiden Gruppen nicht bestätigt werden konnte, gibt es einige Untersuchungen, die einen positiven Einfluss der Weide auf die Eutergesundheit feststellen. Vor allem in Verbindung mit erhöhten Temperaturen wird dies immer wieder erwähnt. Lambertz et al. (2014) verglichen die Auswirkungen auf den SCS (somatic cell score) zweier Stallhaltungssysteme (Kalt- und Warmstall) jeweils mit und ohne Zugang zu Weide und verwendete dazu den THI (Temperature-humidity index), der üblicherweise als

Indikator für Hitzestress Verwendung findet. Die Ergebnisse zeigten, dass steigende THI-Werte in Zusammenhang mit steigenden SCS in den Stallhaltungssystemen ohne Weidezugang standen. Goldberg et al. (1992) und Van den Pol-van Dasselaar (2008) sprechen ebenfalls von einem positiven Trend in Richtung Reduktion von Euterproblemen bei Weidegang. Im Gegensatz dazu zeigen die Ergebnisse von Simensen (1976) einen Anstieg im SCC (somatic cell count) von Kühen, die auf der Weide gehalten wurden, während im Wert der Stalltiere keine Veränderung wahrzunehmen waren. Die EFSA (European Food Safety Authority) fasste zusammen, dass die Auswirkungen von Weidehaltung auf den SCC unklar ist, die Weide aber generell das Risiko von Euterproblemen verringert (EFSA, 2009). Eine generelle Aussage ist hier jedoch schwierig, da die ZZ von vielen Einflussfaktoren abhängig ist. Erfahrungen aus der Praxis lassen aber vermuten, dass bei einer Vielzahl der österreichischen Stallungen die Weidehaltung eine Entlastung der Tiere hinsichtlich der ZZ wäre (Häusler, persönliche Mitteilung).

5.9 Fettsäurenmuster

Die Minima und Maxima der Fettsäurengehalte der Milch in der Vorversuchs-/Stallfütterungsperiode legen den Schluss nahe, dass es zwischen den einzelnen Werten der beiden Gruppen bereits vor Weidebeginn eine mehr oder weniger große Streuung im Fettsäurenmuster gab. Die statistische Auswertung zeigte jedoch, dass sich die Fettsäurengruppen und die einzeln angeführten Fettsäuren am 1. Probentag zwischen der Stall- und Weidegruppe, mit Ausnahme der C 17:0, nicht unterschieden und die Unterschiede auf zufällige Einflüsse zurückzuführen waren. Die Untersuchungsergebnisse der Hauptversuchs-/Weideperiode lassen deutliche signifikante Einflüsse der Weide erkennen. Überblicksmäßig lässt sich feststellen, dass sich mit Weidebeginn die Anteile von gesättigten FS, wie in der Literatur beschrieben, zu Gunsten der ungesättigten FS veränderten. Außerdem deckten sich die Ergebnisse mit den Aussagen von Loor et al. (2003), Dewhurst et al. (2006); Vibart et al. (2008) und Kalac und Samkovà (2010), die eine Zunahme an Omega-3-Fettsäuren, CLA sowie trans-Fettsäuren feststellten.

Milch von Weidetieren hat ein deutlich höheres Verhältnis zwischen ungesättigten und gesättigten Fettsäuren (Elgersma et al., 2006a). Während das Verhältnis bei den Stalltieren 0,29:1 betrug, lag es bei den Weidetieren bei 0,38:1. Im Vergleich dazu

finden sich bei Morales-Almaràs et al. (2010) Verhältnisse von 0,40:1 (TMR), 0,42:1 (6-Stundenweide) und 0,44:1 (12-Stundenweide), wobei hier beachtet werden muss, dass in den vorgelegten Rationen die Anteile an langkettigen ungesättigten Fettsäuren (hoher Prozentanteil an Maissilage) insgesamt sehr hoch waren (> 39 g/100 g FS). Auch Vibart et al. (2008) dokumentierten höhere Gehalte an ungesättigten Fettsäuren. Die Ergebnisse lagen im Bereich zwischen 32 und 35 g/100 g FS bei einem Weideanteil von 21-41 % (bezogen auf T). Velik et al. (2015) fand in Milch aus Grassilage- bzw. Heu-Rationen Gehalte zwischen 21,5 und 22,8 g/100 g FS.

Mit anderen Studien übereinstimmend, nahm die Weide Einfluss auf die gesättigten Fettsäuren C 4:0, C 6:0, C 14:0 und C 16:0. Besonders auffallend war das Verhalten der Palmitinsäure (C 16:0), deren Gehalte sich vom 1. auf den 2. Probentag bei der Weidegruppe im Gegensatz zur Stallgruppe (31,1 g/ 100 g FS) um 18 % auf 25,6 g/100 g verringerten. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Vibart et al. (2008), der C 16:0-Gehalte von 32,1 g/100 g FS in der TMR-Gruppe bzw. 27,8 g/100 g FS in der Gruppe mit einem TMR:Weide-Verhältnis von 68:32 feststellte. Einen tendenziellen Rückgang an gesättigten Fettsäuren durch steigende Weideanteile in der Fütterung bestätigt auch der Versuch von Morales-Almaràs et al. (2010), wo sich die Werte von 71,4 g/100 g FS bei reiner TMR-Fütterung auf 70,5 g/100 g FS bei 6-Stunden-Weide bzw. 69,4 g/100 g FS bei 12-Stunden-Weide reduzierten. Eine Reduktion der gesättigten Fettsäuren steht in engem Zusammenhang mit der Wirkung von Milchprodukten auf die menschliche Gesundheit. Nach Elgersma et al. (2006a) tragen Milchprodukte in den USA 15-20 % der gesamten Fettaufnahme, 25-33 % zur gesamten Aufnahme an gesättigten Fettsäuren und etwa 15 % zur gesamten Cholesterinaufnahme bei. Vor allem der Rückgang der Palmitinsäure (C 16:0) ist positiv zu beurteilen, denn besonders die Myristin- (C 14:0) und Palmitinsäure (C 16:0) werden in negative Verbindung mit einem steigenden LDL-Cholesteringehalt gebracht (Elgersma et al., 2006b).

Im Gras finden sich hauptsächlich Alpha-Linolensäure, Linolsäure sowie Palmitinsäure, die zusammen bis zu 95 % des gesamten Fettsäuregehaltes ausmachen (Elgersma et al., 2006a). Der größte Anteil entfällt dabei mit rund 50-75 % auf die Linolensäure. In Milch von Kühen, die unter Vollweidebedingungen gehalten wurden, konnten bereits zwei- bis dreimal so hohe Alpha-Linolensäure-

Werte (C 18:3 c9,12,15) festgestellt werden, als bei reiner TMR-Fütterung (Kay et al., 2005; Schroeder et al., 2005). Auch Loor et al. (2003) stellten bei einer 7-Stundenweide mit 8,7 mg/g FS um 60 % höhere Omega-3-Werte fest als bei reiner TMR-Fütterung. Dieser hohe Anstieg der n-3-FS konnte im vorliegenden Weideversuch nicht festgestellt werden. Allerdings ließen sich statistisch gesicherte Anstiege bei der Alpha-Linolensäure und den gesamten Omega-3-Fettsäuren bestätigen (+0,20 g/100 g Fettsäuren in der Weidegruppe).

Parallel zur Linolensäure verzeichnete die Linolsäure (C 18:2 c9,12) in der Weidegruppe in etwa den mengenmäßig selben Anstieg (+0,16 g). Dies ist vorerst etwas verwunderlich, da im Weidegras, wie bereits erwähnt, die Alpha-Linolensäure im Vergleich zur Linolsäure dominiert, während im Mais hohe Gehalte an Linolsäure vorzufinden wären (Elgersma et al., 2006a). Es wird jedoch vermutet, dass sich die Gehalte der Alpha-Linolen- und Linolsäure im Weidegras auf ähnlichem Niveau befanden und zudem die Vorgänge in der Biohydrierung nicht genau nachvollziehbar sind, bei denen sowohl die Linol- als auch Linolensäure mehr oder weniger stark im Pansen weiter umgewandelt werden.

Durch den Anstieg der Linol- und der Linolensäure sind auch die höheren Gehalte der Vaccensäure erklärbar, die sich in der Weidegruppe um 0,32 g auf 2,24 g/100 g FS erhöhten und damit um 11 % über jenen der Stalltiere lagen. Der Grund hierfür liegt in der Biohydrierung im Pansen, wo Bakterien im Stande sind, sowohl Linol- als auch Linolensäure zu Vaccensäure (C 18:1 t11) umzuwandeln. Diese kann wiederum weiter in Stearinsäure (C 18:0) umgebaut werden, was einen signifikanten Anstieg der Stearinsäuregehalte um 1,2 g auf 9,5 g/100 g FS bei den Weidetieren mit sich brachte (Lock und Bauman, 2004).

Für den Anstieg der Ölsäure in der Stallgruppe (trotz gleicher Fütterungsbedingungen) könnte möglicherweise die Energieunterversorgung verantwortlich sein. Nach Kirchgeßner et al. (2008) nimmt bei Energiemangel durch Abbau von körpereigenen Fetten der Anteil von C-18-Fettsäuren zu. Eine mögliche Energieunterversorgung wurde bereits in den vorangegangenen Kapiteln besprochen.

Nach Elgersma et al. (2006a) stehen Vaccen- und Rumensäure in engem Zusammenhang. Die Gehalte der Vaccensäure sind in der Regel 2-2,5 Mal so hoch als jene der Rumensäure (CLA c9t11). In diesem Versuch wurden die gesamten Trans-Vaccensäuren zusammengefasst. Diese lagen in etwa 3-4 Mal über jenen der

CLA c9t11. Etwa 70 % der Rumensäure haben ihren Ursprung in der Umwandlung der Vaccensäure (mit Hilfe der Delta-9-Desaturase) in der Milchdrüse. Aufgrund vieler vorangegangener Untersuchungen (Loor et al., 2003; Bargo et al., 2006; Morales-Almaràz et al., 2010) war ein Anstieg der CLA c9t11 ab Weidebeginn zu erwarten. Mit einem um 0,26 g/100 g FS höheren Gehalt als in der Milch der Stallgruppe lag die Weidemilch mit insgesamt 0,79 g/100 g FS im mittleren Bereich der Ergebnisse anderer Versuche. Loor et al. (2003) und Bargo et al. (2006) stellen Werte von >0,85 g/100 g FS fest. Vibart et al. (2008) und Morales-Almaràs et al. (2010) lagen wiederum in einem Bereich zwischen 0,35-0,60 g/100 g FS.

Besonders PUFAs, Omega-3-Fettsäuren und Konjugierte Linolsäuren spielen aus ernährungsphysiologischer Sicht eine bedeutende Rolle. Sie werden in der heutigen Zeit als sogenannte „functional food components“ bezeichnet und lassen dem Produkt eine gesundheitlich positive Wirkung zukommen (Lock und Bauman, 2004; Benjamin und Spener, 2009). Die Ergebnisse aus dem Milchfettsäurenmuster-Vergleich der Stall- und Weidegruppe lassen erkennen, dass bereits durch einen eher gering einzustufenden Weideanteil (6 Stunden Weidezeit) das Fettsäurenmuster der Milch positiv beeinflusst werden kann. Der Anteil an gesättigten Fettsäuren kann mehr oder weniger stark gesenkt, und jener an ungesättigten Fettsäuren, sowie an Omega-3-Fettsäuren und konjugierten Fettsäuren erhöht werden. Dies bietet Möglichkeiten in der (Direkt-)-Vermarktung mit ernährungsphysiologisch wertvoller Milch und weiterverarbeiteten Produkten punkten bzw. an verschiedenen Qualitätsprogrammen teilnehmen zu können (z.B. Weidemilch-Projekt von Kärntner Milch) und entspricht dem derzeitigen Trend nach gesundheitsfördernden Lebensmitteln.

Allerdings sind die Unterschiede im Milchfettsäurenmuster in der vorliegenden Untersuchung als eher gering einzustufen. Darüber hinaus sollten die Aussagen über eine stärkere gesundheitsfördernde Wirkung der Weidemilch relativiert werden, da das Fettsäurenmuster nicht nur vom Grasanteil in der Ration abhängig ist, sondern auch vom Kraftfutter- und Maissilageanteil der Ration und zum Teil von Faktoren wie Rasse, Haltung, Höhenlage und dergleichen beeinflusst wird. Collomb et al. (2002), die das Fettsäurenmuster von Almmilch untersuchten, fanden mit Werten von 1,8-2,7 g FS bzw. 1,7-2,4 g/100g FS deutlich höhere CLA- und Omega-3-Werte als hier im vorliegenden Versuch ermittelt wurden. Die hier vorliegenden Ergebnisse basieren allerdings auf sehr reduziertem Datenmaterial. Um sichere Aussagen bezüglich des

Verhaltens des Fettsäurenmusters bei Kurzrasenweide treffen zu können, wäre es sinnvoll, den Verlauf der Fettsäurengehalte der gesamten Weidezeit zu analysieren und mit dem Milchfettsäurenmuster von Stallhaltungstieren zu vergleichen. In Österreich ist die Qualität von Lebensmitteln im internationalen Vergleich auf höchstem Niveau. Vielfach ist zu lesen, dass die Differenzierung hinsichtlich Qualität aufgrund der hohen Standards immer bedeutender werden könnte, wenn es darum geht, Produkte so gut als möglich zu vermarkten. Baars (2012) berichtet beispielsweise von einer angedachten Änderung in der Bewertung der Milchpreise in der Schweiz. Neue Methoden bieten Möglichkeiten, verschiedene Biofettsäurenmarker zu analysieren, aufgrund derer Preisdifferenzierungen stattfinden könnten. Einige Studien haben sich bereits mit der Analyse des Marketingpotenzials der Weidemilch auseinandergesetzt (Hellberg-Bahr et al., 2009; Schleyer et al., 2013; Zühlsdorf et al., 2014). Sie erwähnten nicht nur den gesundheitlichen Mehrnutzen für den Konsumenten, sondern die Stärken der Weidemilch vor allem auch im Zusammenhang mit dem Umweltschutz und dem bedeutenden Aspekt der Erhaltung der Landschaft sowie dem positiven Einfluss der Weidehaltung auf das Tierwohl und die natürliche Haltung. Dadurch werde bei vielen Konsumenten, die Bereitschaft mehr Geld für Weidemilch auszugeben, geweckt (Hellberg-Bahr et al., 2009; Schleyer et al., 2013; Zühlsdorf et al., 2014). Der Aspekt einer (Protein-)Kraftfuttereinsparung, die in der vorliegenden Untersuchung aufgezeigt wurde, könnte im Marketing zusätzlich von Bedeutung sein. All das könnte einen Anreiz schaffen, sich mit Alternativen zur ganzjährigen Stallhaltung auseinanderzusetzen und die Chancen, die die Weidehaltung mit sich bringt, zu nutzen.

6 Schlussfolgerungen

In den letzten Jahren haben auch in der Milchviehhaltung Weidehaltungssysteme zunehmend an Bedeutung gewonnen, wodurch sich der Forschungsbedarf zu diesem Thema erhöht hat. Die vorliegende Arbeit beschäftigte sich mit der Strategie der Stundenweidehaltung von Milchkühen auf einer Kurzrasenweide im Vergleich zur ganztägigen Stallhaltung.

Die Ergebnisse entsprachen im Wesentlichen jenen, die in der einschlägigen Literatur angegeben werden. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der Gesamtfutter-Trockenmasse-Aufnahme (17 kg T/Tag). Die Weidefutteraufnahmen der Weidegruppe lagen zwischen 5,9 und 8,8 kg T/Tag (34-52 % der Gesamt-Trockenmasse-Aufnahme/Tag). Durch Änderungen im Weidemanagement (zweimaliger Weidegang jeweils morgens und abends nach dem Melkgang) oder durch eine noch stärkere Reduzierung der Energiekraftfutter-Menge der Weidegruppe, sowie durch etwas höhere Weideaufwuchshöhen ab Ende Juli hätten möglicherweise höhere Weidefutteraufnahmen und noch höhere Grundfutterleistungen erreicht werden können.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass das System der Kurzrasenweide nicht nur, wie vielfach angewendet, als Vollweidehaltung praktizierbar ist, sondern auch problemlos als Stundenweidehaltung umgesetzt werden kann. Nicht nur die Ergebnisse hinsichtlich Milchleistung können dies bestätigen, auch Weideaufwuchshöhen-Verlauf, Pflanzenbestand, Nährstoffgehalte und das Futterangebot stimmten mit Ergebnissen aus vorangegangen Untersuchungen und Empfehlungen zu ordnungsgemäß geführten Kurzrasenweiden überein.

Beide Gruppen zeigten im Versuchsverlauf einen relativ hohen Lebendmasseverlust (Körperfettmobilisation), was auf eine z.T. mangelnde Energieversorgung, bedingt durch relativ niedrige Kraftfuttermengen (aufgrund einer absichtlich restriktiven KF-Zuteilung) und einer den Erwartungen nicht entsprechenden GF-Qualität, zurückzuführen ist. Besonders deutlich zeigte sich der Lebendmasseverlust zu Versuchsbeginn und in der Weidegruppe auch in der Umstellungsphase auf das Weidefutter.

In der Weidegruppe konnte aufgrund der hohen Nährstoffgehalte der Weide eine höhere Energie- und Proteinversorgung festgestellt werden. In Folge erhöhte sich die tägliche ECM-Leistung um ca. 24 % (22,5 vs. 18,2 kg ECM/Tag). Wie schon in

anderen Versuchen waren besonders die sogenannte zweite Laktationsspitze und die bessere Persistenz der Weidetiere auffallend. Damit ergab sich eine Mehrleistung von ca. 780 kg ECM der Weidetiere gegenüber der Stallgruppe über den Verlauf der Weidezeit. Sowohl die Protein- als auch die Harnstoffgehalte der Milch lagen in der Weidegruppe signifikant höher als in der Stallgruppe. Die Weidegruppe wies Harnstoffwerte zwischen 20 und 40 mg/100 ml Milch auf. Die Protein- und Harnstoff-Verlaufskurven deuten bei gleichem Kraftfuttereinsatz auf eine höhere Nährstoffversorgung der Weidegruppe hin.

Zudem erreichte die Weidegruppe mit ca. 16 kg (nach der Berechnungsmethode der AK Milch) eine signifikant höhere Milchleistung aus dem Grundfutter als die Stallgruppe. Dieses Ergebnis und auch weitere Ergebnisse aus der Literatur lassen den Schluss zu, dass sich durch die höheren Nährstoffgehalte des Weidefutters die Grundfutterleistung erhöht.

Zudem zeigten die Ergebnisse, dass trotz Verzicht auf Proteinkraftfutter die Weidegruppe keinen Milchleistungsrückgang aufwies, sondern sogar eine höhere Milchleistung erreichte als die Stallgruppe, was auf das Proteinkraftfuttereinsparungspotential der Stundenweide hinweist. Über die Dauer der Hauptversuchsphase konnten in der Weidegruppe gegenüber der Stallgruppe pro Tier eine Menge von 47 kg Proteinkraftfutter eingespart werden.

Aufgrund des immer stärkeren Interesses an verschiedenen Effizienzparametern wurden in der vorliegenden Arbeit die Milcheffizienz (g ECM je kg metabolischer LM), Futterkonvertierungseffizienz (kg ECM je kg Trockenmasse) und die Energiekonvertierungseffizienz (kg ECM je MJ NEL errechneter Energieaufnahme) berechnet. In allen drei Effizienzparametern zeigten sich für die Weidegruppe tendenziell bis signifikant bessere Werte als für die Stallgruppe.

Die positiven Einflüsse des Weidegangs auf die Zellzahl und Eutergesundheit, wie in der Literatur vielfach berichtet, konnten in diesem Versuch statistisch nicht bestätigt werden. Die Zellzahl reduzierte sich aber numerisch um ca. 50 % gegenüber der Vorversuchsperiode und damit entgegen den Aussagen einiger Untersuchungsergebnisse, die von einer steigenden ZZ in den heißen Sommermonaten berichten. Da jedoch die Tierzahl (8 Tiere je Gruppe) ziemlich niedrig war, könnte hier möglicherweise der Einzeltierfaktor verantwortlich für dieses Ergebnis gewesen sein.

Auf den positiven Einfluss des Weidefutters auf das Milchfettsäurenmuster wird in wissenschaftlichen Artikeln vielfach hingewiesen. Die vorliegenden Ergebnisse deuten auch bei Stundenweidehaltung auf ein günstigeres Fettsäurenmuster der Milch hin. Für ernährungsphysiologisch bedeutende Fettsäuren(-gruppen) wie etwa mehrfach-ungesättigte Fettsäuren, CLA oder Omega-3-Fettsäuren zeigten sich tendenziell bis signifikant höhere Gehalte in der Milch der Weidegruppe. Die Veränderungen zur Vorversuchsperiode sowie die Unterschiede zur Stallgruppe sind zwar im moderaten Bereich einzuordnen, jedoch weisen die Ergebnisse darauf hin, dass schon durch einen eher gering einzustufenden Weideanteil (6 Stunden) ein verbessertes Fettsäurenmuster in Weidemilch erreicht werden kann.

7 Zusammenfassung

Durch die Intensivierung in der Landwirtschaft und die immer höheren Milchleistungen war in der Milchviehhaltung ein genereller Rückgang in der Weidehaltung zu beobachten. Im Verlauf der letzten Jahre hat aber unter bestimmten Produktionsbedingungen (z.B. biologische Landwirtschaft, Low Input-Systeme,…) das Interesse an der Weidehaltung wieder zugenommen. Sowohl aus ökonomischer als auch ökologischer Sicht gewinnt die Weidehaltung an Bedeutung. Steigende Kosten für Energie und Maschinen, Futterkonservierung und auch Kraftfutter, sowie dessen zum Teil begrenzte Verfügbarkeit, insbesondere von Proteinkraftfutter, stellen nur einige der Ursachen dafür da.

Die vorliegende Arbeit verglich über den Verlauf einer Vegetationsperiode zwei Milchviehgruppen miteinander. Eine Gruppe wurde ganztägig im Stall gehalten und die zweite Gruppe wurde nach dem morgendlichen Melkgang für 6 Stunden auf die Kurzrasenweide geführt. Gleichzeitig wurde mit Beginn des Weidegangs in der Weidegruppe auf die Fütterung von Proteinkraftfutter verzichtet. Ziel der Untersuchung war es, die beiden Gruppen hinsichtlich Futteraufnahme, Nährstoffversorgung, Milchleistung und Milchinhaltsstoffen, ausgewählte Futtereffizienz-Parameter sowie Zellzahl und Milchfettsäurenmuster zu vergleichen und ein unter Umständen mögliches Kraftfuttereinsparungspotenzial aufzuzeigen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass sich die beiden Versuchsgruppen in ihrer Gesamtfutteraufnahme mit durchschnittlich 17 kg T/Tag nicht voneinander unterschieden, dass aber in der Weidegruppe durch die Aufnahme von Weidefutter (7,5 kg T/Tag) eine bessere Energie- und Proteinversorgung erreicht werden konnte. Dies führte zu einer zweiten Laktationsspitze in der Milchleistung der Weidegruppe in den ersten Wochen des Weidegangs (Weidegruppe: ca. 30 kg Milch/Tag während der zweiten Laktationsspitze, Stallgruppe: 27 kg Milch/Tag) und zu einer besseren Persistenz bis Weideende (Weidegruppe: ca. 20 kg Milch/Tag Stallgruppe: ca. 12 kg Milch/Tag), was zu einer signifikanten Mehrleistung der Weidegruppe gegenüber der Stallgruppe im Verlauf der Weidezeit führte (3.756 vs. 2.975 kg ECM). Im Milchfettgehalt unterschieden sich die beiden Gruppen nicht voneinander (Stall: 4,10 %, Weide: 4,08 %), während die Protein- und Harnstoffwerte

in der Weidegruppe signifikant höher waren (2,94 vs. 3,19 % bzw, 18,5 vs. 32,2 mg/100 ml).
Aufgrund der höheren Milchleistung lag der Energiekraftfutter (EKF)-Verbrauch der Weidegruppe im Verlauf der Weidezeit höher (Stallgruppe: 314 kg T/Tier, Weidegruppe: 434 kg T/Tier). Im KF-Aufwand je kg ECM zeigte sich jedoch kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen (Stallgruppe: 135 g FM, Weidegruppe: 134 g FM). Auf Proteinkraftfutter wurde in der Weidegruppe verzichtet, während in der Stallgruppe in der Hauptversuchszeit 59 kg T/Tier eingesetzt wurden. In den Effizienzparametern (Milch-, Futterkonvertierungs- und Energiekonvertierungs-effizienz) schnitt die Weidegruppe besser ab. Zudem konnte sie eine um ca. 29 % höhere Grundfutterleistung als die Stallgruppe erreichen.

Die tägliche Lebendmasseveränderung lag in der Hauptversuchsperiode in der Weidegruppe (-484 g/Tag) signifikant höher als in der Stallgruppe (-383 g/Tag). Besonders in den Umstellungsphasen (Umstellung auf den Versuch und in der Weidegruppe Umstellung auf Weidebeginn) waren hohe Lebendmasseabnahmen zu erkennen.

In der Zellzahl, als Indikator für die Eutergesundheit, wurden statistisch sowohl in der Vorversuchs-, als auch in der Hauptversuchsperiode keine Unterschiede beobachtet. Numerisch wies die Stallgruppe aber etwa doppelt so hohe Werte auf als die Weidegruppe (Stallgruppe: 247.000 Zellen/ml, Weidegruppe: 106.000 Zellen/ml).

Im Milchfettsäurenmuster der Weidegruppe konnten deutliche Einflüsse des Weidefutters auf den Gehalt an kurz-, mittel- und langkettigen Fettsäuren, das Verhältnis von gesättigten zu ungesättigten Fettsäuren (Stallgruppe: 78:22, Weidegruppe: 73:27), sowie den Gehalt an Omega-3-Fettsäuren (Stallgruppe: 0,94 g/100 g FS, Weidegruppe: 1,13 g/100 g FS) und konjugierten Linolsäuren (Stallgruppe: 0,55 g/100 g FS, Weidegruppe: 0,79 g/100 g FS) festgestellt werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen, dass der Einbau von Weidefutter in die Ration Vorteile bringt und großes Potenzial hat. Stunden- oder Halbtagsweiden sind auch als Kurzrasenweide möglich und können als Alternative zur ganzjährigen Stallhaltung praktiziert oder auch als Einstieg in die Weidehaltung

umgesetzt werden. Dabei muss – bei angepasstem Kraftfuttereinsatz – auf hohe Einzeltierleistungen nicht verzichtet werden. Das junge, nährstoffreiche Weidefutter führt zu einer höheren Grundfutterleistung, wodurch sich bei gleicher Kraftfuttermenge die Milchleistung erhöht oder bei gleicher Milchleistung Kraftfutter, vor allem teures Proteinkraftfutter, einsparen lässt.

8 Literaturverzeichnis

AGFF (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues), 1999: Kurzrasenweide - Intensivstandweide, Merkblatt 1b Agrarforschung, 16: 436-441.

Agroscope (2014): Zusammensetzung des Milchfettes. http://www.agroscope.admin.ch/milchfett/index.html?lang=de. (letzter Zugriff: 13.02.2014).

Andratsch, A. (2009): Untersuchungen zum Energie-und Proteinstoffwechsel sowie zur Fruchtbarkeit bei Milchrindern in Tirol. Dissertation. Universität Leipzig, Leipzig. 121 S.

Baars, T. (2012): Chance für Schweizer Biomilch. Bioaktuell, 8: 12-13.

Bargo, F.; Muller, L.D.; Delahoy, J.E. und Cassidy, T.W. (2002): Performance of High Producing Dairy Cows with Three Different Feeding Systems Combining Pasture and Total Mixed Rations. J. Dairy Sci., 85: 2948–2963.

Beeker, W.; Berendonk, C.; Spiekers, H.; Rodehutscord, M.; Tholen, E., und Pries, M. (2006): Weide ja oder nein?. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder-und Schweinefütterung. 60-63.

Benjamin, S. und Spener, F. (2009): Conjugated linoleic acids as functional food: an insight into their health benefits. Nutr Metab, 6 (36): 1-13. DOI:10.1186/1743-7075-6-36.

Bhattacharya, A.; Banu, J.; Rahman, M.; Causey, J. und Fernandes, G. (2006): Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. J Nutr Biochem, 17:789–810.

BMLFUW (2010): Grüner Bericht 2010, Bericht über die Situation der österreichischen Land-und Forstwirtschaft. 51. Auflage, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien: 336 S.

BMLFUW (2012): Milchproduktion 2011. Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen Milchproduktion in Österreich. Bundesministerium für Land– und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien: 56 S.

BMLFUW (2014): Grüner Bericht 2014, Bericht über die Situation der österreichischen Land-und Forstwirtschaft. 55. Auflage, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien: 326 S.

Bouraoui, R.; Lahmar, M.; Majdoub, A.; Djemali, M. und Belyea., R. (2002): The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. Animal Research, 51:479–491.

Brade, W. (2012): Weidehaltung von Milchkühen. Milchpraxis, 2: 26-30.

Bramley, E.; Lean, I. J.; Fulkerson, W. J.; Stevenson, M.A.; Rabiee, A. R. und Costa, N. D. (2008): The definition of acidosis in dairy herds pre-dominantly fed on pasture and concentrates. Journal of Dairy Science, 91 (1): 308-321.

Buchgraber, K. und Gindl, G. (2004): Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung. 2. völlig neu bearbeitete Auflage. Leopold Stocker Verlag 2004. ISBN 3-7020-1073-4.

Buchgraber, K. (2014): Protein in der fütterung im Besonderen für das Raufutter verzehrende Vieh in Österreich. Tagungsband: Wintertagung, 2014. HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 19-24.

Bulang, M.; Kluth, H.; Engelhard, T.; Spilke, J. und Ro-Dehutscord, M. (2006): Studies on the use of lucerne silage source for high-milk-producing dairy cows. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 90: 89-102.

Buri, S. (2012): Harnstoff steigt – Fruchtbarkeit sinkt. Swissgenetics 8 (12).

Burow, E.; Thomesen, P.T.; Sørensen, J.T. und Rousing, T. (2011): The effect of grazing on cow mortality in Danish dairy herds. Preventive Veterinary Medicine, 100 (3-4): 237-241.

Burow, E.; Rousing, T.; Thomsen, P.T.; Otten, N.D. und Sorensen, J.T. (2013): Effect of grazing on the cow welfare of dairy herds evaluated by a multidimensional welfare index. Animal, 7 (5): 834-842.

Butler, S.T. (2014): Nutritional management to optimize fertility of dairy cows in pasture-based systems. Animal, 8 (1): 15-26.

Chemgapedia (2015): Aufbau und Abbau von Fetten. http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/stoffwechsel/fette.vlu.html (letzter Zugriff: 23.04.2014).

Chilliard, Y.; Ferlay, A. und Doreau, M. (2001): Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids . Livestock Production Science, 70: 31-48.

Chouinard, P.Y.; Corneau, L.; Butler, W.R.; Chilliard, Y.; Drackley, J.K. und Bauman, D.E. (2001): Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk fat. Journal of Dairy Science, 84: 680-690.

Collomb, M.; Eyer, H.; Sieber, R. (2000): Chemische Struktur und physiologische Bedeutung der Fettsäuren und anderer Bestandteile des Milchfettes. FAM-Information 410. Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld. Bern. S 27.

Collomb, M.; Bütikofer, U.; Sieber, R.; Bosset, J.O. und Jeangros, B. (2001): Conjugated linolic acid and trans fatty acid composition of cow's milk fat produced in lowlands and highlands. Journal of Dairy Research, 68: 519-523.

Collomb, M.; Bütikofer, U.; Sieber, R.; Jeangros, B. und Bosset, J.O. (2002): Composition of fatty acids in cow`s milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of switzerland using high-resolution gas chromatography. International Dairy Journal, 12: 649-659.

Collomb, M.; Schmid, A.; Sieber, R.; Wechsler, D. und Ryha¨nen, E.L. (2006): Conjugated linoleic acids in milk fat: Variation and physiological effects. International Dairy Journal, 16: 1347–1361.

Connor, W.E. (2000): Importance of n-3 Fatty Acids in Health and Disease, The American Journal of Clinical Nutrition., 71: 171–175.

Creighton, P., Kennedy, E., Gilliland, T., Boalnd, T.M., O'Donovan, M. (2010): The effect of sward Lolium perenne content and defoliation method on seasonal and total dry matter production. Grassland Science in Europe, 15: 904-906.

De Boever, J.L.; Cottyn, B.G.; Buysse, F.X.; Walnman, T.W. und Vanacker, J.M. (1986): The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. Animal Feed Science and Technology, 14: 203-214.

Delagarde, R.; Faverdin, P.; Baratte, C. und Peyraud, J.L. (2011): GrazIn: A model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 2. Prediction of intake under rotational and continuously stocked grazing management. Grass Forage Science, 66: 45–60.

Dewhurst, R.J.; Shingfield, K.J.; Lee, M.R.F. und Scollan, N.D. (2006): Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. Animal Feed Science and Technology, 131: 168-206.

DGE, ÖGE, SGE und SVE (Hrsg.) (2008): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Neuer Umschau Buchverlag, Frankfurt/Main.

Drackley, J.K. und Cardoso, F.C. (2014): Prepartum and postpartum nutritional management to optimize fertility in high-yielding dairy cows in confined TMR systems. Animal, 8 (1): 5-15.

DVG [Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft] (2002):
Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Bestandsproblem. Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e.V., 4. Aufl., Gießen.

Dietl, W. und Lehmann, J. (2004): Ökologischer Wiesenbau – Nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, 136 S.

Dillon, P.; Buckley, F.; Connor, P.O.; Hegarty, D. und Rath, M. (2003): A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production. 1. Milk production, live weight, body condition score and DM intake. Livestock Production Science. 83: 21-33.

DLG (Hrsg.) (2005): Vermeidung von Wärmebelastungen für Milchkühe, Merkblatt 336. Frankfurt am Main. http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/merkblaetter/dlg-merkblatt_336.pdf (letzter Zugriff: 14.04.2014).

EFSA (European Food Safety Authority) (2009): Scientific opinion of the panel on Animal Health and Welfare on a request from the European Commission on the welfare of cows. The EFSA Journal 1143, 1-38. http://www.ama.at/Portal.Node/public?gentics.am=PCP&p.contentid=10007.20053

Ehrlich, M. (2006): Fettsäurenzusammensetzung (CLA, Omega-3-Fettsäuren) und Isotopensignatur (C) der Milch ökologischer und konventioneller Betriebe und Molkereien. Diplomarbeit. Uni Kassel.

Elgersma, A.; Tamminga, A.S. und Ellen, G. (2006a): Modifying milk composition through forage. Animal Feed Science and Technology, 131: 207-225.

Elgersma, A.; Wever, A.C. und Nałęcz-Tarwacka, T. (2006b): Grazing versus indoor feeding: effects on milk quality. Grasland Science in Europe, 11: 419-427.

Flachowsky, G. (2007):Futter und Fütterung unter Aspekten der Nachhaltigkeit-Leistung, Produktqualität, Effizienz und Umweltwirkungen. DLG-Fachtagung „Herausforderungen Nutztierfütterung“,FAL Braunschweig. https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/flachowsky.pdf (letzter Zugriff: 13.04.2014).

Floris, R.; Dekker, R.; Slangen, C. und Ellen, G. (2006): Influence of pasture feeding and stall feeding on CLA and other fatty acids in bovine milkfat. Australian Journal of Dairy Technology, 61 (1): 13-20.

Friggens, N.C.; Berg, P.; Thielgaard, P.; Korsgaard, I.R.; Ingvartsen, K.L.; Løvendahl, P. und Jensen, J. (2007): Breed and parity effects on energy balance profiles through lactation: Evidence of genetically driven body energy change. Journal of Dairy Science, 90: 5291-5305.

Galler, J. (1997): Warum schwanken Milchfettprozente? Der Alm- und Bergbauer, 5: 141-144.

Garcia, S.C. und Holmes, C.W. (1999): Effects of time of calving on the productivity of pasture based dairy systems: A review. New Zealand Journal of Agricultural Research 42 (3): 347-362. DOI: 10.1080/00288233.1999.9513384

Gasteiner, J. (2005): Tiergesundheitliche Aspekte der Vollweidehaltung von Milchkühen. Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 17-21.

Gasteiner, J.; Eingang, D.; Sonnleitner, L. und Steinwidder, A. (2007): Hitzestress bei Milchkühen unter Weidebedingungen. Bautagung, Zukunftsorientierte Stallbaulösungen für die Rinder- und Schweinehaltung. HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 83-88.

Gasteiner, J.; Guggenberger, T.; Fallast, M.; Rosenkranz, S.; Häusler, J. und Steinwidder, A. (2011): Continuous and long term measurement of ruminal pH in grazing dairy cows by an indwelling and wireless data transmitting unit. Proc. of 16th Symposium of the European Grassland Federation: 244-246.

Gebauer, S.K.; Psota, T.L.; Harris, W.S. und Kris-Etherton, P.M. (2006): .n–3 Fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. American Journal of Clinical Nutrition, 83: 1526-1535.

Goldberg, J.J.; Wildman, E. E.; Pankey, J.W.; Kunkel, J.R.; Howard, D.B. und Murphy, B.M. (1992): The influence of intensively managed rotational grazing and confinement housing on bulk tank milk quality and udder health. Journal of Dairy Science, 75: 96-104.

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) – Ausschuss für Bedarfsnormen (1998): Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen. Proceedings oft he Society of Nutrition Physiology., 7: 141-150.

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) – Ausschuß für Bedarfsnormen (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag Frankfurt, 136 S.

Greimel, M. (1999): Ganzjahresstallhaltung im Vergleich zur Weidehaltung aus betriebswirtschaftlicher Sicht. Tagungsbericht 5. Alpenländisches Expertenforum, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 79-80.

Gruber, L.; Pries, M.; Schwarz, F.J.; Spiekers, H. und Staudacher, W. (2006): Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh. DLG (Hrsg.). 1/2006. 29 S.

Gruber, L. (2007): Zur Effizienz des Kraftfuttereinsatzes in der Milchviehfütterung - Eine Übersicht. http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/publikationen/downloadsveranstaltungen/viewdownload/1612-2336-naehrstoffmobilisation-waehrend-laktation/18350-zur-effizienz-des-kraftfuttereinsatzes-in-der-milchviehfuetterung-eine-uebersicht.html (letzter Zugriff: 13.10.2014)

Gruber, L.; Resch, R.; Schauer, A.; Steiner, B. und Fasching, C. (2015): Einfluss verschiedener Heutrocknungsverfahren auf den Futterwert von Wiesenfutter im Vergleich zur Silierung. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2015. Tagungsband HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 57-66.

Haskell, M.J.; Rennie, L.J.; Bowell, V.A.; Bell, M.J. und Lawrence, A.B. (2006): Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. Journal of Dairy Science, 89 (11): 4259-4266.

Häusler, J.; Guggenberger, T.; Resch, R. und Wildling, J. (2008): Ergebnisse zur Ergänzungsfütterung bei Ganztagesweidehaltung von Milchkühen. Tagungsband: 4. Fachtagung für biologische Landwirtschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 81-96.

Häusler, J.; Resch, R.; Gruber, L.; Steinwidder, A.; Pötsch, E. und Guggenberger, T. (2009): Einfluss der Ergänzungsfütterung auf Futteraufnahme und Milchleistung bei Milchviehhaltung von Milchkühen. Tagungsband 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 99-128.

Hellberg-Bahr, A.; Steffen, A. und Spiller, N. (2009): Marketingpotentiale für Weidemilch. Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie Band 21(1): 3-12.

Hernandes-Mendo, O.; Von Keyserlingk, M.A.G., Veira, D.M. und Weary, D.M. (2007): Effects of pasture on lameness in dairy cows (review). Journal of Dairy Science: 1209-1214.

Hoffmann, A.; Steingass, H.; Trieglaff, D.; Bürkert, M. und Rodehutscord, M. (s.a.): Einfluss der Fütterung auf den Gehalt an funktionellen Fettsäuren im Milchfett.

Horn, M.; Steinwidder, A.; Pfister, R. und Zollitsch, W. (2013): Interactions between calving season and cattle breed in a seasonal Alpine organic and low-input dairy system. Livestock Science, 153: 135-146.

Kalač, P. und Samková, E. (2010): The effects of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: A review. Czech Journal of Animal Science, 55 (12): 521–537.

Kay, J.K.; Mackle, T.R.; Auldist, M.J.; Thomson, N.A.; Baumann, D.E. (2002): Endogenous synthesis of cis9trans11 conjugated linoleic acid in dairy cows fed fresh pasture. Journal of Dairy Science, 87: 369-378.

Kennedy, E.; O'Dnovan, M.; Murphy, J.P.; Delaby, L. und O'Mara, F. (2005): Effects of grass pasture and concentrate-based feeding systems for spring-calving dairy cows in early spring on performance during lactation. Grass and Forage Science, 60: 310-318.

Khol-Parisini, A. und Zebeli, Q. (2012): Die Milchkuh im Spannungsfeld zwischen Leistung, Gesundheit und Nährstoffeffizienz. Tagungsband 39. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2012, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 43 – 50.

Kiefer, L., Bahrs, E. und Over, R. (2013): Vorzüglichkeit der ökologischen Weidemilchproduktion im Kontext steigender Kraftfutterpreise. In: Neuhoff, D.; Stumm, C.; Ziegler, S.; Rahmann, G.; Hamm, U. und Köpke, U. (Hrsg.): Ideal und Wirklichkeit - Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung. Tagungsband 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn: 500-503.

Kirchgeßner, M. (2004): Tierernährung. 11. überarbeitete Auflage. DLG-Verlags-GmbH. Frankfurt am Main.

Kritzinger, F.; Schoder, G. und Mader, C. (2013): Gesund und Fit – bringt optimale Leistung! BCS – Body Condition Scoring für Holstein. Anleitung zur regelmäßigen Konditionsbeurteilung für Holstein. LWK Oberösterreich, Landwirtschaftliche Fachschule Vöcklabruck, Tierarztpraxis Vöcklamarkt und Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf (Hrsg.). Hammerer GmBH&Co KG, Ried im Innkreis.

Knaus, W. und Velik, M. (2005): Eiweißversorgung der Milchkuh – Grundlagen und Konsequenzen für die praktische Fütterung. Tagungsband Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 41-45.

Knowlton, K.F. (2001): High grain diets for dairy cattle. Department of Dairy Science, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, USA. http://www2.dasc.vt.edu/faculty/knowlton/HighGrainDietsforDairyCattle.pdf (letzter Zugriff: 24.06.2014).

Koch, A. und Schöne, F. (s.a.): Linolsäuren (Konjugierte Linolsäuren (CLA) im Milchfett und ihre Anreicherung über die CLA) im Milchfett und ihre Anreicherung über die Fütterung - eine Bestandsaufnahme. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. 10 S. http://www.tll.de/ainfo/pdf/lino0103.pdf (letzter Zugriff: 13.04.2014).

Koch, B. (1996): Die Weide – Grundlagen, Weidesystem und Umtriebsweide für Milchkühe. Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futter-baus (AGFF) Merkblatt, 4. Auflage. FAL Zürich-Reckenholz.

Lambertz, C.; Sanker, C. und Gauly, M. (2014): Climatic effects on milk production traits and somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. Journal of Dairy Science, 97 (1):319–329.

Lindmark-Mansson, H.; Fonden, R. und Pettersson, H.E. (2003): Composition of Swedish dairy milk. International Dairy Journal, 13:409–425.

Lock, A.L. und Bauman, D.E. (2004): Modifying Milk Fat Composition of Dairy Cows to Enhance Fatty Acids Beneficial to Human Health. Lipids, 39 (12): 1197-1206.

Lock, A.L. und Shingfield, K.J. (2004): Optimising milk composition. In: Kebreab, E.; Mills, J.; Beever, D.E. (Hrsg): Dairing – Using Science to Meet Consumers' Needs. Occ. Pub. 29. The British Society of Animal Science: 107-188.

Loebsin, C.; Tober, O.; Fiedler, M. and Schröter, K. (2012): Hitzestress bei Milchrindern und Möglichkeiten der Minderung. In: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (Hrsg.): Beiträge zur Milchproduktion, Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, 49: 64-72.

Loor, J.J.; Soriano, F.D.; Lin, X.; Herbein, J.H.; Polan, C.E. und Mansson, H.L. (2008): Grazing allowance after the morning or afternoon milking for lactating cows fed a total mixed ration (TMR) enhancestrans11-18:1 andcis9,trans11-18:2 (rumenic acid) in milk fat to different extents. Animal Feed Science and Technology, 109: 105–119.

Mc Dowell, R.E. (1974): Improvement of Livestock Production in Warm Climates. Livestock Science, 1 (2): 225-226.

Meul, M.; Van Passel, S.; Fremaut, D. und Haesaert, G. (2012): Higher sustainability performance of intensive grazing versus zero-grazing dairy systems. Agronomy for Sustainable Development, 32: 629–638.

Meusburger, C. (2013): Eiweiß aus Wiesenfutter und Feldfutter – bedarfsdeckend, gesund und kostengünstig. Tagungsband Viehwirtschaftliche Fachtagung, 2013. Raumberg-Gumpenstein: 83-88.

Mills, J.A.N.; France, J. und Dijkstra, J. (1999): A review of starch digestion in the lactating dairy cow and proposals for a mechanistic model: 1. Dietary starch characterisation and ruminal starch digestion. Journal of Animal Feed Science, 8 (3): 291-340.

Morales-Almara`z, E.; Soldado, A.; Martinez-Fernandez, A.; Dominguez-Vara, I.; de la Roza-Delgado, B. und Vicente, F. (2010): Improving the fatty acid profile of dairy cow milk by combining grazing with feeding of total mixed ration. Journal of Dairy Science,77: 225-230.

Morel, I.; Wyss, U. und Collomb, M. (2006): Grünfutter- oder Silagezusammensetzung und Milchinhaltsstoffe. Agrarforschung, 13 (6): 228-233.

Mosimann, E.; Troxler, J.; Münger, A. und Vogel, R. (1999): Schätzung des Futterertrages durch Messung der Pflanzenhöhe. Agrarforschung, 6 (5): 189-192.

Mosimann, E.; Münger, A.; Schori, F. und Pitt, J. (2008): Wei-den von Milchkühen: Hilfsmittel unterstützten die Weideführung. Agrarforschung, 15: 384-389.

Münger, A. (2010): Ergänzungsfütterung zur Weide bei Milchkühen. Merkblatt für die Praxis. Alp aktuell 36. Forschungsanstalt Agroscope.

Murillo, M.; Castro, H.L.; Sanchez, J.F.; Vasqzez, M.S.; Cuz, J.; Alvaez, E.G. und Zinn, R.A. (2000): Interaction of forage level and fibrolytic enzymes on digestive function in cattle. Proceedings, *Western Section*, American *Society* of *Animal Science*: 324-326.

Murphy, J.J.; Coakley, M. und Stanon, C. (2008): Supplementation of dairy cows with a fish oil containing supplement and sunflower oil to increase the CLA content of milk produced at pasture. Livestock Science., 116: 332-337.

Norman, H.D.; Miller, R.H.; Wright, J.R. und Wiggans, G.R. (2000): Herd and state means for somatic cell count from dairy herd im-provement. Journal of Dairy Science 83:2782–2788.

O'Grady, L.; Doherty, M. L. und Mulligan, F.J. (2008): Subacute rumen acidosis in grazing Irish dairy cows. The Veterinary Journal, 176 (1): 44-49.

Ofner-Schröck, E. (2011): Auslauf und Weide sind gut und gesund für das Rind. Bauernzeitung (15).

Olde Riekerink, R.G.M.; Barkema, H.W. und Stryhn, H. (2007): The effect of season on somatic cell count and the incidence of clinical mastitis. Journal of Dairy Science 90:1704–1715.

Palmquist, D.L.; Beaulieu, A.D. und Barbano, D.M. (1993): Feed and animal factors influencing milk fat composition. Journal of Dairy Science, 76 (6): 1753-1771.

Palmquist, D.L.; Lock, A.L.; Shingfield, K.J. und Bauman, D.E. (2005): Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans (review). Advances in Food and Nutrition Research, 50: 179-217.

Pavlu, V.; Hejcman, M.; Pavlu, L.; Gaisler, J. und Nezerkova,P. (2006): Effect of continuous grazing on forage quality, quantity and animal performance. Agriculture, Ecosystems and Environment, 113: 349-355.

Pereira, P.C. (2014): Milk nutriniol composition and its role in human health. Nutrition, 30: 619-627.

Plesch, G.; Wittmann, M. und Laser, H. (2013): Harnstoffgehalte in der Milch in Abhängigkeit von den Rohporteingehalten in Aufwüchsen bei Kurzrasenweide. 185-189. http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/aggf_2013_plesch_et_al.pdf (letzter Zugriff, 13.01.2015).

Plitzner, C. (2011): Reguläre Milchinhaltsstoffe. Vorlesungsunterlagen Milchwirtschaft. Universität für Bodenkultur. Unveröffentlichte Literatur.

Pötsch, E.M. und Blaschka, A. (2003): Abschlussbericht über die Auswertung von MAB-Daten zur Evaluierung des ÖPUL hinsichtlich Kapitel VI.2.A „Artenvielfalt“. Gumpenstein, 37 S.

Pötsch, E.; Resch, R. und Greimeister, W. (2005): Aspekte zur Vollweidehaltung von Milchkühen in Bezug auf Boden, Pflanze und Ökologie. Tagungsband Fachtagung für Biologische Landwirtschaft 2005, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 67 S.

Potterton, S.L.; Green, M.J.; Harris, J., Millar, K.M.; Whay, H.R. und Huxley, J.N. (2011): Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in freestall-housed UK dairy herds. Journal of Dairy Sciance, 94 (6): 2952-2963.

Pries, M.; Schiborra, A.; Spiekers, H. und Verhoeven, A.
(2004): Einfluss des Kraftfutterniveaus in der öko-logischen Milchviehhaltung. URL: http://www.oekolandbau.nrw.de/pdf/Tierhaltung/Milchkuehe/ Kraftfutterniveau.pdf (letzter Zugriff: 24.04.2014).

Pries, M. und A. Menke (2011): Futterbewertung: Verdaulichkeit von Frischgras aus dem System der Kurzrasenweide. In: Riswicker Ergebnisse, 1: 16–20. http://www.landwirtschaftskammer.de/riswick/pdf/ergebnisse_futterwertpruefung/ ergebnisse-futterwertpruefung-2010.pdf (letzter Zugriff: 23. Mai 2014).

Pries, M. (2011): Mehr Milch aus Gras – optimaler Einsatz des Grundfutters. http://www.dlr.rlp.de/internet/global/themen.nsf/28fd0aad703279efc12570050048c399/9b360a2336550927c12578460027c284/$FILE/Pries_Mehr-Milch-aus-Gras.pdf (letzter Zugriff: 13.10.2014).

Pulido, R. G.; Munoz, R.; Lemarie, P.; Wittwer, F.; Orellana, P. und Waghorn, G.C. (2009): Impact of increasing grain feeding frequency on production of dairy cows grazing pasture. Livestock Science, 125: 109-114.

Reis, R.B. und Combs, D.K. (2000): Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. Journal of Dairy Science, 83 (12): 2888-2898.

Resch, R.; Frank, P.; Stögmüller, G.; Tiefenthaller, F.; Peratoner G.; Adler, A.; Gasteiner, J. und Pötsch, E.M. (2014): Futterverschmutzung mit Erde – Ursache, Erkennung und Auswirkungen. Der fortschrittliche Landwirt Sonderbeilage.

Ribeiro Filho, H.M.N.; Delagarde, R. und Peyraud, J.L. (2005): Herbage intake and milk yield of dairy cows grazing perennial ryegrass swards or white clover/perennial ryegrass swards at low. And medium-herbage allowances. Animal Feed Science and Technology 119: 13-27. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2004.12.009.

Roche, J.R.; Friggens, N.C. und Kay, J.K. (2009): Invited review:Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. Journal of Dairy Science, 92:5769–5801.doi: 10.3168/jds.2009-2431.

Rossow, N. und Richardt, W. (2003): Nutzung der Ergebnisse der Milchleistungsprüfung für die Fütterungs- und Stoffwechselkontrolle. Data Service Paretz GmbH. http://www.portal-rind.de/index.php?module=Downloads&func=prep_hand_out&lid=2229 (letzter Zugriff: 23.02.2015).

Sayers, H.J. und Mayne, C.S. (2001): Effect of early turnout to grass in spring on dairy cow performance. Grass and Forage Science, 56: 259-267.

Schleyer, A.; Lorleberg, W. und Mergenthaler, M. (2013): Steigerung der landwirtschaftlichen Wertschöpfung durch Produkte aus Weidehaltungssystemen. Forschungsberichte des Fachbereichs Agrarwirtschaft Soest, Nr. 30: 88 S.

Schöbitz, J.; Ruiz-Albarràn, M.; Balocchi, O.A.; Wittwer, F und Pulido, R.G. (2013): Effect of increasing pasture allowance and concentrate supplementation on animal performance and microbial protein synthesis in dairy cows. Arch Med Vet, 45: 247-258.

Schori, F. (2007): Übergangsfütterung im Frühling und Herbst. Merkblatt für die Praxis. Alp aktuell 2007 (27).

Schori, F. (2009): Weidebesatzstärken: Auswirkungen auf Milchleistung und Grasqualität. Agrarforschung, 16: 436-441.

Schori, F. (2013): Die Wuchshöhe von Weiden und Wiesen messen. Merkblatt für die Praxis. Nr. 48. Herausgeber: Agroscope Liebefeld-Posieux ALP-Haras. http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/einzelpublikation/index.html?lang=en&aid=30075&pid=29922 (letzter Zugriff: 12.02.2014).

Schrader, L. und Mayer C. (2004): Aspekte der Tiergerechtheit bei der Weidehaltung von Rindern. In: Ressourcenschonende Grünlandnutzung. Zukunftsorientierte Tierhaltung. Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“. Tagungsband, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn: 32-39.

Schreiber, M. (2002): Gehalt an konjugierten Linolsäuren (CLA) in österreichischer Trinkmilch unterschiedlicher Provenienz. Universität Wien, Wien, Diplomarbeit.

Schroeder, G.F.; Gagliostro, G.A.; Barga, F.; Delahoy, J.E. und Muller, L.D. (2004): Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture - a review. Livestock Production Science, 86: 1-18.

Shingfield, K.J.; Chilliard, Y.; Toivonen, V.; Kairenius, P. und Givens, D.I. (2008): Trans Fatty Acids and Bioactive Lipids in Ruminant Milk. Bioactive Components of Milk. Advances in Experimental Medicine and Biology, 606: 3-65.

Simensen, E. (1976): Milk somatic cells in dairy cows kept on pasture or confined indoors during the summer. Nordisk Veterinaer Medicin, 28:603–609.

Simopoulos, A. (1999): Essential fatty acids in health and chronic disease. The American Journal of Clinical Nutrition, 70: 560-569.

Simopoulos, A. (2006): Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. Biomedicine & Pharmacotherapy, 60: 502-507.

Sinclair, K.D.; Garnsworthy, P.C.; Mann, G.E. und Sinclair, L.A. (2014): Reducing dietary protein in dairy cow diets: implications for nitrogen utilization, milk production, welfare and fertility. Animal, 8 (2): 262-274.

Spiekers, H. und Potthast, V. (2004): Erfolgreiche Milchviehfütterung. 4. völlig neu überarbeitete Auflage. DLG-Verlag: 304-306.

Spiekers, H. (2009): Vorwort. Internationale Weidetagung 2009. Tagungsband LFL Grub: 7.

Starz, W.; Steinwidder, A. und Pfister, R. (2009): Vollweide-Weidemanagement. Sonderbeilage Vollweide Teil 2. ÖAG-Info 6/2009: 1-12.

Starz, W.; Steinwidder, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2010): Ergebnisse zur Kurzrasenweide im Vergleich zur Schnittnutzung. Tagungsband Fachtagung für Biologische Landwirtschaft 2010, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 5-18.

Starz, W.; Pfister, R., Rohrer, H. und Steinwidder, A. (2011): Einfluss unterschiedlicher Beweidungsformen auf Boden und Pflanzenbestand in der Biologischen Landwirtschaft. Zwischenbericht, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 1-14.

Starz, W.; Kreuzer, J; Steinwidder, A.; Pfister, R. und Rohrer H. (2013): Kurzrasen- und Koppelweide auf einem trockenheitsgefährdeten Dauergrünlandstandort. Tagungsband Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2013, HBLFA Raumberg-Gumpenstein:103 – 106.

Starz, W. (2014): Weideinfos. Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein. http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/forschungsbereiche/bio-landwirtschaft-und-biodiversitder-nutztiere/pflanze/biogruenland/weideinfos-gruenland/332-fors-bio-landwirtschaft-und-biodiversit/pflanze/gruenland/weideinfos.html?layout=blog&start=10 (letzter Zugriff, 12.01.2014).

Starz, W.; Steinwidder, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2014): Inhaltsstoffe des Futters auf Dauerweiden im inneralpinen Klimaraum. Tagungsband Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 105 – 108.

Stehle, P. (2007): Ernährungsphysiologischer Wert von Fettsäuren in der Humanernährung, Tagungsband: Der besondere Wert graslandbasierter Milch / Les particularités du lait produit á base d'herbages. Agroscope Liebefeld Posieux. 57 – 65.

Steinberger, S.; Rauch, P.; Spiekers, H.; Hofmann, G. und Dorfner, G. (2012): Vollweide mit Winterabkalbung: Ergebnisse von Pilotbetrieben. Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, 5: 102 S.

Steinwidder, A. (2001): Aspekte zur Weidehaltung von Milchkühen. Tagungsband 28. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 53-68.

Steinwidder, A. und Häusler, J. (2004): Vollweidehaltung–wie wird gefüttert? Der fortschrittliche Landwirt, 20: 10-11.

Steinwidder, A. und Knaus, W. (2007): Wiederkäuergemäße Fütterung – die Besonderheiten der Verdauung beim Rind. Sonderbeilage. Der fortschrittliche Landwirt (5): 1-8.

Steinwidder (2009): Modellrechnungen zum Einfluss der Lebendmasse von Milchkühen auf Futtereffizienz und Kraftfutterbedarf. In: Mayer, J.; Alföldi, T.; Leiber, F.; Dubois, D.; Fried, P.; Heckendorn, F.; Hillmann, E.; Klocke, P.; Lüscher, A.; Riedel, S.; Stolze, M.; Strasser, F.; van der Heijden, M. und Willer, H. (Hrsg.). Tagungsband, 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau: 30-33. http://orgprints.org/13900/1/Steinwidder_13900.pdf (letzter Zugriff: 21.01.2015).

Steinwidder, A.; Starz, W.; Podstatzky, L.; Pfister, R. und Kirner, L. (2009): Vollweide-Betriebsmanagement, Tiergesundheit und Wirtschaftlichkeit in der Milchwirtschaft. ÖAG-Info 6/2009: 1-20.

Steinwidder, A.; Starz, W.; Podstatzky, L.; Kirner, L.; Pötsch, E.M.; Pfister, R. und Galnböck, M. (2010a): Low-Input Vollweidehaltung von Milchkühen im Berggebiet Österreichs – Ergebnisse von Pilotbetrieben bei der Betriebsumstellung. Züchtungskunde, 82: 241-252.

Steinwidder, A.; Starz, W.; Podstatzky, L.; Gasteiner, J.; Pfister, R.; Gallnböck, M. und Rohrer H. (2010b): Ergebnisse zum Einfluss der Abkalbesaison auf Milchkühe bei Vollweidehaltung. Fachtagung für Biologische Landwirtschaft 2010. HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 51-72.

Steinwidder, A.; Pfister R.; Rohrer, H.; Horn, M. und Gasteiner, J. (2013): Einfluss der Umstellung von Stall- auf Weidefütterung auf den Vormagen pH-Wert von Milchkühen. Fachtagung für biologische Landwirtschaft: 1-3.

Steinwidder, A. (2014 a): Weidesysteme. Weideinfos. Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein.http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/forschungsbereiche/bio-landwirtschaft-und-biodiversitder-nutztiere/332-fors-bio-landwirtschaft-und-biodiversit/pflanze/gruenland/weideinfos/2027-kurzrasenweide.html) (letzter Zugriff: 18.02.2014)

Steinwidder, A. (2014 b): Weidepflanzenwachstum und Weidesysteme. Vorlesungsunterlage „Weidebasierte Rinderproduktionssysteme“. Unveröffentlicht.

Steinwidder, A.; Starz, W. und Pfister, R. (2014): Aufwuchshöhenmessung. Informationsmaterial zur Weidehaltung. HBLFA Raumberg-Gumpenstein. http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/publikationen/downloadsveranstaltungen/viewdownload/1673-2347-biokurzrasenweide-nachsaat/13251-aufwuchshoehenmessung.html (letzter Zugriff: 13.02.2014).

Steinwidder, A. und Starz, W. (2015): Gras dich fit! Leopold Stocker Verlag. Graz. 300 S.

Stöger, E.; Zollitsch, W. und Knaus, W. (2003): Ökologische Rinderfütterung. Agrarverlag Leopoldsdorf. 121 S.

Swiss genetics (2007): Hitze stresst die Kühe. Heft 05/07. http://www.swissgenetics.ch/Management.233.0.html?&no_cache=1...%E2%80%8E (letzter Zugriff: 14.04.2014).

Tamminga, S.; Luteijn, P.A. und Meijer, G.G.M. (1997): Changes in composition and energy content of live weight in dairy cows with time after parturition. Livestock Production Science, 52: 31-38.

Thomet, P.; Hadorn, M.; Jans, F.; Troxler, J.; Perler, O. und Meili, E. (1999): Kurzrasenweide – Intensivstandweide. Arbeits-gemeinschaft zur Förderung des Futterbaus (AGFF) Merkblatt, 2. Auflage, FAL Zürich-Reckenholz.

Thomet, P.; Rätzer, H. und Durgiai, B. (2002): Effizienz als Schlüssel für die wirtschaftliche Milchproduktion. Agrarforschung, 9: 404-409.

Thomet, P., Leuenberger, S., Blättler, T. (2004): Projekt Opti -Milch: Produktionspotenzial des Vollweidesystems. Agrarforschung 11, 336-341.

Thomet, P; Stettler, M.; Hadorn, M. und Mosimann, E. (2007): N-Düngung zur Lenkung des Futterangebotes von weiden. Agrarforschung, 14. 472-477.

Thomet, P. und Piccand, V. (2011): Effiziente Milchproduktion – Welcher Kuhtyp ist geeignet? Tagungsband, 38. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg Gumpenstein: 11-18.

Tober, O.; Sanftleben, P. and Loebsin, C. (2011): Untersuchungen telemetrisch erfassbaren Verhaltens sowie ausgewählter physiologischer und Stallklimaparameter bei Hochleistungskühen unter den Bedingungen moderner Außenklima-Laufstallhaltung zur Schaffung von Managementhilfen und Optimierung der Tierumwelt. Forschungsbericht 1/12, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei. Mecklenburg-Vorpommern.

Van den Pol-van Dasselaar, A.; Vellinga, T.V.; Johansen, A. und Kennedy, E. (2008): To graze or not to graze, that's the question. In: Biodiversity and Animal Feed. Future Challenges for Grassland Production. Hopkins, A.; Gustafsson, T.; Bertilsson, J; Dalin, G.; Nilsdotter-Linde, N. und Spörndly, E. (Hrsg.). Grassland Science in Europe, 13: 706-716.

Van den Top, A.M.; van Tol, A.; Jansen, H.; Geelen, M.J. und Beynen, A.C. (2005): Fatty liver in dairy cows post partum is associated with decreased concentration of plasma triacylglycerols and decreased activity of lipoprotein lipase in adipocytes. Journal of Dairy Research, 72: 129-137.

Van Straten, M.; Friger, M. und Shpigel, N.Y. (2009): Events of elevated somatic cell counts in high-producing dairy cows are associated with daily body weight loss in early lactation. Journal of Dairy Science, 92: 4386-4394.

Velik, M.; Breitfuss, S.; Urdl, M. und Hackl, A. (2013): Fettsäurenmuster von österreichischer Vollweide-, Alm- und Supermarkt-Milch sowie von Milch aus Heu- bzw. Maissilage Rationen. Tagungsband, Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2013, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 1 – 2.

Velik, M., Gruber, L. und Kaufmann, J. (2015): Einfluss von Gras-Konservierungsverfahren auf das Milch-Fettsäurenmuster. Tagungsband Viehwirtschaftliche Fachtagung 2015, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 75-80.

Vibart, E.; Fellner, V.; Burns, J.C.; Huntigton, G.B. und Green, J.T. (2008): Performance of lactating dairy cows fed varying levels of total mixed ration and pasture. Journal of Dairy Research, 75: 471–480.

Wehrmüller, K.; Jakob, E.; Maurer, J.; Ryffel, S. und Schaeren, W. (s.a.): Zusammensetzung von Kuh-, Ziegen- und Schaftmilch im Vergleich. Der besondere Wert graslandbasierter Milch. Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-3003 Bern. http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/einzelpublikation/index.html?pubdownload=NHzLpZeg7t,lnp6I0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2rZpnG3s2Rodeln6h1dYJ2gXuNn,aknp6V2tTIjKbXoKimjZucmJWriKfo (letzter Zugriff: 20.10.2014).

Weiß, D. (2005): Bedeutung der Fettsäurezusammensetzung von Milch und Rindfleisch für die menschliche Ernährung - Einflussmöglichkeiten durch die Fütterung. Literaturübersicht im Rahmen des Projektes Omega 3 Herzmilch. http://www.region-aktiv-chiemgau-inn-salzach.de/sites/default/files/doc/fettsaurezusammensetzung.pdf (letzter Zugriff: 15.02.2014).

White, S.L.; Betrand, J.A.; Wade, M.R.; Washburn, S.P.; Green, J.T.jr. und Jenkins, T.C. (2001): Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. Journal of Dairy Science, (84): 2295-2301.

Wiesinger, M. (2008): Modellrechnungen zur Energie- und Proteinversorgung bei Bio-Milchkühen der Rasse Fleckvieh. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien.

Wijendran, V. und Hayes, K.C. (2004): Dietary n-6 and n-3 Fatty Acid Balance and Cardiovascular Health, Annual Review of Nutrition, 24: 597–615.

Wilmink, J.B.M. (1987): Adjustment of Test-Day Milk, Fat and Protein Yield for Age, Season and Stage of Lactation. Livestock Production Science, 16: 335–348.

Windisch, W. (2003): Fehlernährung laktierender Milchkühe und ihre Wirkung auf Stoffwechsel und Leistung. Tagungsband 2, BOKU-Symposium Tierernährung, Wien: 1-6.

Zeiler, Eva (2000): Einfluss von Weide- oder Stallhaltung auf die Grünfutteraufnahme von Milchkühen. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur. Wien

Zuchtdata (2014a): Jahresbericht. 78 S. http://zar.at/Downloads/Jahresberichte/ZuchtData-Jahresberichte.html (letzter Zugriff: 15.01.2015).

Zuchtdata (2014b): Milchleistungskontrolle 2014. http://zar.at/Zahlen---Fakten.html (letzter Zugriff: 03.Jänner 2015).

Zühlsdorf, A.; Kühl, S.; Spiller, A. (2014): Marketingtrend Weidemilch - Milchviehhaltung der Zukunft aus Verbrauchersicht. Nachhaltigkeit, 5: 4-6. http://www.uni-goettingen.de/de/document/download/84898111776eafffa5988576647a4ff5.pdf/Marketingtrend%20Weidemilch.pdf.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verteilung der Grünfutterflächen 2009 (BMLFUW, 2010) 2
Abbildung 2: Verteilung der Grünfutterflächen 2013 (BMLFUW, 2014) 2
Abbildung 3: Messmethoden für die Aufwuchshöhe von Weiden (Steinwidder, 2014b) 10
Abbildung 4: Zusammensetzung der Kuhmilch (Plitzner, 2011) 18
Abbildung 5: Aufbau eines Lipids aus Glycerol und drei Fettsäuren 18
Abbildung 6: Strukturvergleich von Öl- (C 18:1 c9) und Elaidinsäure (C 18:1 t9) (Ehrlich, 2007) 19
Abbildung 7: Struktur von ungesättigten Fettsäuren (Collomb, 2000) 20
Abbildung 8: Verlauf der Aufnahme von Fett und einzelnen Fettsäuren (Simopoulos, 1999) 22
Abbildung 9: Chemische Struktur der Linolsäure 24
Abbildung 10: Biohydrierung von PUFA im Wiederkäuer (Flachowsky, 2007) 26
Abbildung 11: Biohydrierung der Linol- und Linolensäure im Pansen (Lock und Bauman 2004) 26
Abbildung 12: Versuchsfläche 39
Abbildung 13: Veränderung der Weidefutterqualität im Vegetationsverlauf 51
Abbildung 14: Veränderung der Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, ADL) im Vegetationsverlauf 51
Abbildung 15: Verlauf der Weideaufwuchshöhe 52
Abbildung 16: Verlauf des Gesamtfutterangebotes ab Bodenoberfläche 53
Abbildung 17: Weidefläche pro Kuh in m² (linke Abbildung) und Weidefläche gesamt in ha (rechte Abbildung) 53
Abbildung 18: Verlauf Gesamtfutteraufnahme - Stallgruppe 55
Abbildung 19: Verlauf Gesamtfutteraufnahme - Weidegruppe 55
Abbildung 20: Verlauf der Lebendmasse über die gesamte Versuchsperiode (Wilmink-Werte) 58
Abbildung 21: Verlauf der Lebendmasse über die gesamte Versuchsperiode (Regressions-Werte) 58
Abbildung 22: Verlauf der Körperkonditionen über die gesamte Versuchsperiode 59
Abbildung 23: Verlauf der Milchleistung 61
Abbildung 24: Verlauf der ECM-Leistung 62

Abbildung 25: Milchfettgehalt vor Weidebeginn (WB) und in der Weidezeit (Hauptversuchsperiode) 63
Abbildung 26: Verlauf des Milchfettgehaltes 63
Abbildung 27: Milchproteingehalt vor Weidebeginn (WB) und in der Weidezeit (Hauptversuchsperiode) 64
Abbildung 28: Verlauf des Milchproteingehaltes 65
Abbildung 29: Milchharnstoffgehalte vor Weidebeginn (WB) und in der Weidezeit (Hauptversuchsperiode) 66
Abbildung 30: Verlauf der Harnstoffwerte 66
Abbildung 31: Verlauf der Grundfutterleistung/Tag 67
Abbildung 32: Zellzahlgehalte vor Weidebeginn und in der Weidezeit (Hauptversuchsperiode) 70
Abbildung 33: Verlauf der Zellzahlgehalte 70

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Nährwerte des Weidegrases im Vegetationsverlauf (Thomet et al., 2004) 13
Tabelle 2: Stallgruppe (Leistungsdaten vor Versuchsbeginn nach denen die Tiereinteilung erfolgte) 35
Tabelle 3: Weidegruppe (Leistungsdaten vor Versuchsbeginn nach denen die Tiereinteilung erfolgte) 36
Tabelle 4: LS Means und P-Werte für Vorversuchs- (Stallfütterungs-) Periode (27 Tage) 37
Tabelle 5: Rationszusammenstellung 38
Tabelle 6: Kraftfutterzusammensetzung 38
Tabelle 7: Übersicht zu den analysierten Fettsäuren 44
Tabelle 8: Nährstoff- und Energiegehalt der Futtermittel 49
Tabelle 9: Futteraufnahme pro Tag und während der gesamten Hauptversuchs- (Weide-) Periode (168 Tage) (Angaben in kg T) 54
Tabelle 10: Vergleich Futteraufnahme auf der Weide (kg T/Tag) 56
Tabelle 11: Lebendmasse, -veränderung und BCS in der Vor- (Stallfütterungs-) und Hauptversuchs- (Weide-) Periode 57
Tabelle 12: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe während der Hauptversuchs- (Weide-) Periode (168 Tage) 60
Tabelle 13: Grund- und Kraftfutterleistung in der Hauptversuchs- (Weide-) Periode (168 Tage) 67
Tabelle 14: Verschiedene Effizienzparameter 68
Tabelle 15: Zellzahlen (x1000 Zellen/ml) während der Vor- und Hauptversuchsperiode 69
Tabelle 16: Milchfettsäurengehalte in der Vorversuchsperiode (Probentag 1) 71
Tabelle 17: Milchfettsäurengehalte in der Hauptversuchsperiode (Probentag 2) 72
Tabelle 18: Veränderungen der Milchfettsäurengehalte (Delta-Werte) von der Erhebung im Vorversuch zur Hauptversuchserhebung 72

11 Anhang

Anhang I: LS Means und P-Werte der Futteraufnahme für die Vorversuchs- (Stallfütterungs-) Periode (27 Tage)

		LS Means				P-Werte[3]							
Parameter	**Einheit**	**Stall**	**Weide**	**se[1]**	**SEM[2]**	**R**	**Gr**	**Lakgru**	**R*Gr**	**R*VW**	**Gr*VW**	**Laktag**	**Laktag (quadr.)**
Heu	kg T	3,19	3,32	0,449	0,21	0,435	0,650	0,796	0,644	0,105	0,074	0,007	0,014
Grassilage	kg T	8,74	9,20	0,982	0,56	0,794	0,556	0,031	0,669	0,013	0,013	0,106	0,235
EKF	kg FM	6,17	5,69	0,369	0,55	0,267	0,513	0,058	0,121	0,011	0,006	0,117	0,069
EKF	kg T	4,99	4,73	0,470	0,44	0,386	0,670	0,055	0,090	0,133	0,332	0,012	0,009
PKF	kg FM	1,39	1,24	0,139	0,19	0,261	0,558	0,071	0,133	0,136	0,040	0,127	0,075
PKF	kg T	1,15	1,04	0,137	0,16	0,303	0,633	0,064	0,108	0,719	0,536	0,036	0,024
KF	kg FM	7,56	6,93	0,478	0,74	0,265	0,524	0,061	0,124	0,030	0,005	0,119	0,071
KF	kg T	6,16	5,80	0,585	0,60	0,361	0,659	0,056	0,093	0,264	0,377	0,015	0,011
Gesamtfutteraufnahme	kg T	18,07	18,30	1,587	0,92	0,774	0,860	0,032	0,202	0,155	0,056	0,004	0,007
Vorversuchsperiode													
Heu	kg T	86,36	89,77	12,123	5,52	0,367	0,654	0,862	0,688			0,007	0,012
GS	kg T	238,96	251,21	30,185	13,75	0,532	0,520	0,036	0,546			0,050	0,111
EKF	kg FM	154,45	146,41	31,891	14,52	0,387	0,687	0,076	0,113			0,020	0,018
EKF	kg T	134,22	127,23	27,714	12,62	0,387	0,687	0,076	0,113			0,020	0,018
PKF	kg FM	34,84	31,72	11,035	5,03	0,296	0,652	0,087	0,135			0,058	0,045
PKF	kg T	31,04	28,26	9,832	4,48	0,296	0,652	0,087	0,135			0,058	0,045
KF	kg FM	191,95	179,46	42,727	19,46	0,329	0,641	0,078	0,122			0,040	0,032
KF	kg T	165,26	155,49	37,373	17,02	0,360	0,676	0,077	0,117			0,026	0,022
Gesamtfutteraufnahme	kg T	490,59	496,46	53,816	24,51	0,928	0,861	0,039	0,177			0,004	0,006

[1]se= Residualstandardabweichung, [2]SEM=Standartfehler; [3]R= Rasse, Gr=Gruppe, Lakgru=Laktationsgruppe, VW=Versuchswoche, Laktag=Laktationstag zu Weidebeginn (linear und quadratisch)

Anhang II: LS Means und P-Werte der Futteraufnahme in der Hauptversuchs- (Weide-) Periode (168 Tage)

		LS Means				P-Werte[3]							
Parameter	**Einheit**	**Stall**	**Weide**	**se[1]**	**SEM[2]**	**R**	**Gr**	**Lakgru**	**R*Gr**	**R*VW**	**Gr*VW**	**Laktag**	**Laktag (quadr.)**
Heu	kg T	3,79	2,00	0,196	0,02	0,485	<,001	0,762	0,551	<,001	<,001	0,629	0,597
Grassilage	kg T	11,36	4,83	0,998	0,36	0,843	<,001	0,174	0,049	0,217	<,001	0,274	0,221
Weide	kg T	0,00	7,45	1,035	0,21	0,034	<,001	0,593	0,007	0,003		0,754	0,755
EKF	kg FM	2,28	2,98	0,663	0,26	0,207	0,044	<.0001	0,909	0,005	<,001	0,056	0,013
EKF	kg T	1,98	2,59	0,576	0,22	0,207	0,044	<.0001	0,909	0,005	<,001	0,056	0,013
PKF	kg FM	0,43	0,08	0,218	0,06	0,673	0,000	0,001	0,282	0,011	<,001	0,017	0,006
PKF	kg T	0,38	0,07	0,192	0,05	0,673	0,000	0,001	0,282	0,011	<,001	0,017	0,006
KF	kg FM	2,70	3,06	0,809	0,30	0,243	0,365	<,001	0,757	0,021	<,001	0,035	0,008
KF	kg T	2,36	2,66	0,707	0,26	0,244	0,378	<,001	0,754	0,022	<,001	0,034	0,008
Gesamtfutteraufnahme	kg T	17,47	16,94	1,266	0,40	0,779	0,325	<,001	0,813	0,221	<,001	0,010	0,003
Weideperiode													
Heu	kg T	634,90	336,65	10,460	4,76	0,449	<,001	0,714	0,432			0,548	0,510
GS	kg T	1905,16	810,47	160,259	72,99	0,853	<,001	0,327	0,146			0,362	0,313
Weide	kg T	0,00	1251,54	139,456	63,51	0,193	<,001	0,825	0,112			0,823	0,823
EKF	kg FM	359,74	499,36	171,329	78,03	0,403	0,214	0,067	0,724			0,238	0,140
EKF	kg T	312,62	433,94	148,885	67,81	0,403	0,214	0,067	0,724			0,238	0,140
PKF	kg FM	65,79	14,02	34,062	15,51	0,638	0,036	0,075	0,330			0,101	0,067
PKF	kg T	58,62	12,49	30,349	13,82	0,638	0,036	0,075	0,330			0,101	0,067
KF	kg FM	425,54	513,38	195,045	88,83	0,414	0,477	0,060	0,628			0,187	0,108
KF	kg T	371,24	446,43	170,050	77,45	0,415	0,485	0,060	0,626			0,186	0,108
Gesamtfutteraufnahme	kg T	2911,32	2845,10	240,235	109,41	0,958	0,660	0,027	0,731			0,105	0,062

[1]se= Residualstandardabweichung, [2]SEM=Standartfehler; [3]R= Rasse, Gr=Gruppe, Lakgru=Laktationsgruppe, VW=Versuchswoche, Laktag=Laktationstag zu Weidebeginn (linear und quadratisch)

Anhang III: LS Means und P-Werte für Lebendmasse und Körperkondition (BCS) in der Vorversuchs- (Stallfütterungs-) Periode (27 Tage) und Hauptversuchs- (Weide-) Periode (168 Tage)

		LS Means				P-Werte[3]							
Parameter	**Einheit**	**Stall**	**Weide**	**se[1]**	**SEM[2]**	**R**	**Gr**	**Lakgru**	**R*Gr**	**R*VW**	**Gr*VW**	**Laktag**	**Laktag (quadr.)**
Lebendmasse - Vorversuchsperiode													
Durchschnitt Vorversuchsperiode	kg	610,09	635,18	5,366	14,68	0,004	0,157	0,005	0,884	<,001	<,001	0,262	0,341
Versuchsbeginn	kg	622,13	647,21	4,275	16,33	0,004	0,085	0,010	0,693			0,241	0,305
Vor Weidebeginn	kg	600,15	620,83	2,282	14,20	0,008	0,304	0,004	0,966			0,261	0,332
Lebendmasseverlust bis Weidebeginn	kg	24,35	31,20	15,393	7,01	0,169	0,016	0,813	0,148			0,324	0,306
Tageszunahmen	g	-913	-1162	0,583	265,33	0,177	0,018	0,810	0,162			0,340	0,321
Lebendmasse - Hauptversuchsperiode													
Durchschnitt	kg	578,58	570,39	7,626	7,89	<,001	0,432	<,001	<,001	<,001	<,001	0,001	0,001
1.Woche (Weidebeginn)	kg	597,56	616,04	30,700	13,98	0,008	0,348	0,004	0,894			0,270	0,343
Versuchsende (Weideende)	kg	533,52	535,02	0,997	15,09	0,018	0,942	0,010	0,076			0,224	0,239
Lebendmasseverlust	kg	64,04	81,02	24,260	11,05	0,747	0,279	0,695	0,031			0,771	0,656
Tageszunahmen	g	-385	-484	0,144	65,41	0,740	0,287	0,700	0,028			0,765	0,650
BCS - Vorversuchsperiode													
Durchschnitt		3,06	3,25	0,059	0,15	0,011	0,358	0,902	0,835	<,001	<,001	0,239	0,270
Versuchsbeginn		3,09	3,39	0,032	0,18	0,024	0,249	0,900	0,925			0,187	0,208
Vor Weidebeginn		3,02	3,13	0,015	0,14	0,011	0,558	0,905	0,778			0,351	0,401
BCS – Hauptversuchsperiode													
Durchschnitt		2,90	2,88	0,063	0,06	<,001	0,762	0,314	0,005	0,003	<,001	0,006	0,008
1.Woche (Weidebeginn)		2,85	2,88	0,141	0,06	<,001	0,700	0,677	0,057			0,027	0,040
Versuchsende (Weideende)		2,67	2,73	0,006	0,09	<,001	0,627	0,667	0,018			0,095	0,115

[1]se= Residualstandardabweichung, [2]SEM=Standartfehler; [3]R= Rasse, Gr=Gruppe, Lakgru=Laktationsgruppe, VW=Versuchswoche, Laktag=Laktationstag zu Weidebeginn (linear und quadratisch)

Anhang IV: LS Means und P-Werte für Milchleistung und Milchinhaltsstoffe in der Vorversuchs- (Stallfütterungs-) Periode (27 Tage)

		LS Means				P-Werte[3]							
Parameter	**Einheit**	**Stall**	**Weide**	**se[1]**	**SEM[2]**	**R**	**Gr**	**Lakgru**	**R*Gr**	**R*VW**	**Gr*VW**	**Laktag**	**Laktag (quadr.)**
Milch	kg	29,01	27,99	1,959	1,63	0,197	0,632	0,055	0,404	0,148	0,649	0,111	0,066
ECM	kg	28,11	27,33	2,666	1,57	0,222	0,702	0,054	0,569	0,753	0,696	0,176	0,106
Fett	kg/Tag	1,18	1,14	0,189	0,08	0,267	0,728	0,148	0,771	0,822	0,876	0,215	0,147
Eiweiß	kg/Tag	0,84	0,84	0,057	0,04	0,358	0,887	0,012	0,453	0,622	0,309	0,459	0,269
Fett	%	4,06	4,05	0,584	0,22	0,909	0,976	0,697	0,547	0,641	0,948	0,782	0,749
Eiweiß	%	2,91	3,00	0,120	0,06	0,160	0,248	0,101	0,487	0,035	0,164	0,005	0,007
FEQ		1,40	1,36	0,208	0,07	0,498	0,635	0,401	0,643	0,649	0,984	0,327	0,383
Laktose	%	4,82	4,86	0,084	0,052	0,706	0,483	0,962	0,158	0,124	0,303	0,438	0,424
Harnstoff	mg/100 ml	18,28	20,20	3,365	1,58	0,482	0,269	0,169	0,370	0,261	0,178	0,256	0,373
Zellzahl	x1000	406	200	0,991	217,18	0,407	0,561	0,183	0,709	0,130	0,642	0,331	0,342
Vorversuchsperiode													
Milch	kg	724,97	723,51	0,007	44,549	0,523	0,981	0,067	0,290			0,003	0,003
ECM	kg	700,86	706,44	1,000	37,585	0,547	0,914	0,032	0,344			0,002	0,002

[1]se= Residualstandardabweichung, [2]SEM=Standartfehler; [3]R= Rasse, Gr=Gruppe, Lakgru=Laktationsgruppe, VW=Versuchswoche, Laktag=Laktationstag zu Weidebeginn (linear und quadratisch)

Anhang V: LS Means und P-Werte der Milchleistung und Milchinhaltsstoffe in der Hauptversuchs- (Weide-) Periode (168 Tage)

		LS Means				P-Werte[3]							
Parameter	**Einheit**	**Stall**	**Weide**	**se[1]**	**SEM[2]**	**R**	**Gr**	**Lakgru**	**R*Gr**	**R*VW**	**Gr*VW**	**Laktag**	**Laktag (quadr.)**
Milch	kg	18,55	22,60	1,824	1,24	0,311	0,038	0,129	0,398	0,010	<,001	0,156	0,086
ECM	kg	18,19	22,46	2,560	1,29	0,339	0,036	0,084	0,309	0,736	<,001	0,133	0,075
Fett	kg/Tag	0,78	0,93	0,169	0,06	0,294	0,090	0,088	0,307	0,998	<,001	0,110	0,065
Eiweiß	kg/Tag	0,53	0,72	0,058	0,04	0,723	0,009	0,107	0,325	<,001	<,001	0,294	0,185
Fett	%	4,10	4,08	0,607	0,20	0,756	0,939	0,788	0,509	0,944	<,001	0,547	0,563
Eiweiß	%	2,94	3,19	0,134	0,07	0,067	0,022	0,259	0,879	<,001	<,001	0,291	0,252
FEQ		1,41	1,28	0,210	0,05	0,106	0,067	0,874	0,372	0,309	<,001	0,145	0,142
Laktose	%	4,68	4,73	0,093	0,05	0,581	0,478	0,943	0,380	<,001	<,001	0,239	0,293
Harnstoff	mg/100 ml	18,46	32,19	4,229	0,874	0,179	<,001	0,024	0,017	<,001	<,001	0,166	0,179
Zellzahl	x1000	247	106	0,994	113,23	0,860	0,331	0,847	0,305	<,001	<,001	0,476	0,522
Weideperiode													
Milch	kg	3039,81	3779,96	2,861	215,182	0,262	0,032	0,182	0,280			0,129	0,070
ECM	kg	2975,37	3756,29	1,000	220,633	0,277	0,028	0,117	0,206			0,105	0,058

[1]se= Residualstandardabweichung, [2]SEM=Standartfehler; [3]R= Rasse, Gr=Gruppe, Lakgru=Laktationsgruppe, VW=Versuchswoche, Laktag=Laktationstag zu Weidebeginn (linear und quadratisch)

Anhang VI: LS Means und P-Werte verschiedener Effizienzparameter in der Vorversuchs- (Stallfütterungs-) Periode (27 Tage)

		LS Means				P-Werte[3]					
Parameter	**Einheit**	**Stall**	**Weide**	**se[1]**	**SEM[2]**	**R**	**Gr**	**Lakgru**	**R*Gr**	**Laktag**	**Laktag (quadr.)**
Grund-/Kraftfutterleistung											
Milch aus KF[4]	kg	485,92	457,26	109,693	51,20	0,360	0,676	0,077	0,117	0,026	0,022
Milch aus KF (AK[5])	kg	392,51	366,97	87,371	39,79	0,329	0,641	0,078	0,122	0,040	0,032
Grundfutterleistung	kg	214,95	249,18	81,013	38,72	0,519	0,503	0,766	0,212	0,323	0,409
Grundfutterleistung (AK)	kg	308,36	339,47	70,334	32,03	0,595	0,484	0,616	0,362	0,041	0,059
Grundfutterleistung	%	32,66	37,29	12,351	6,70	0,642	0,551	0,457	0,136	0,207	0,193
Grundfutterleistung (AK)	%	41,55	47,64	11,431	5,21	0,409	0,403	0,406	0,260	0,489	0,688
Kraftfuttereffizienz											
EKF	g FM/kg ECM	215	202	0,734	16,06	0,688	0,556	0,528	0,139	0,233	0,225
PKF	g FM/kg ECM	47	42	0,013	6,02	0,535	0,549	0,308	0,138	0,156	0,135
KF	g FM/kg ECM	289	256	0,056	25,46	0,409	0,403	0,406	0,260	0,489	0,688
Milcheffizienz	g ECM /kg $LM^{0,75}$	217	211	0,030	23,67	0,834	0,870	0,451	0,495	0,017	0,015
Futterkonvertierungseffizienz	kg ECM/kg T	1,44	1,42	0,094	0,12	0,370	0,713	0,263	0,581	0,584	0,308
Energiekonvertierungseffizienz	kg ECM/MJNEL	0,24	0,23	0,000	0,03	0,650	0,944	0,472	0,979	0,627	0,455

[1]se= Residualstandardabweichung, [2]SEM=Standartfehler; [3]R= Rasse, Gr=Gruppe, Lakgru=Laktationsgruppe, Laktag=Laktationstag zu Weidebeginn (linear und quadratisch),
[4] Berechnung über Energieaufnahme aus Kraftfutter, [5]Berechnungmethode der Arbeitskreise Milchvieh (vgl. 4.6)

Anhang VII: LS Means und P-Werte verschiedener Effizienzparameter in der Hauptversuchs- (Weide-) Periode (168 Tage)

		LS Means				P-Werte[3]					
Parameter	**Einheit**	**Stall**	**Weide**	**se[1]**	**SEM[2]**	**R**	**Gr**	**Lakgru**	**R*Gr**	**Laktag**	**Laktag (quadr.)**
Grund-/Kraftfutterleistung											
Milch aus KF[4]	kg	1092,38	1317,88	500,695	233,74	0,414	0,477	0,060	0,628	0,187	0,108
Milch aus KF (AK[5])	kg	870,16	1049,78	398,839	181,65	0,414	0,477	0,060	0,628	0,187	0,108
Grundfutterleistung	kg	1882,99	2438,42	265,813	123,04	0,627	0,009	0,531	0,157	0,556	0,544
Grundfutterleistung (AK)	kg	2105,21	2706,51	251,792	114,68	0,404	0,004	0,883	0,101	0,253	0,199
Grundfutterleistung	%	65,42	65,67	10,271	4,79	0,846	0,969	0,074	0,955	0,287	0,171
Grundfutterleistung (AK)	%	72,45	72,65	8,182	3,73	0,846	0,969	0,074	0,955	0,287	0,171
Kraftfuttereffizienz											
EKF	g FM/kg ECM	116	130	0,034	15,41	0,896	0,493	0,078	0,844	0,363	0,219
PKF	g FM/kg ECM	20	3	0,008	3,52	0,397	0,010	0,086	0,571	0,131	0,089
KF	g FM/kg ECM	135	134	0,040	18,22	0,846	0,969	0,074	0,955	0,287	0,171
Milcheffizienz	g ECM /kg $LM^{0,75}$	160	193	0,030	12,64	0,163	0,081	0,242	0,355	0,130	0,085
Futterkonvertierungseffizienz	kg ECM/kg T	1,02	1,32	0,117	0,14	0,167	0,003	0,686	0,141	0,304	0,210
Energiekonvertierungseffizienz	kg ECM/MJNEL	0,19	0,38	0,001	0,01	0,455	<,001	0,302	0,042	0,306	0,311

[1]se= Residualstandardabweichung, [2]SEM=Standartfehler; [3]R= Rasse, Gr=Gruppe, Lakgru=Laktationsgruppe, Laktag=Laktationstag zu Weidebeginn (linear und quadratisch),
[4] Berechnung über Energieaufnahme aus Kraftfutter, [5]Berechnungmethode der Arbeitskreise Milchvieh (vgl. 4.6)

Anhang VIII: LS Means und P-Werte der analysierten Fettsäuren (-gruppen) in der Vorversuchs (Stallfütterungs-) Periode (Probentag 1)

	LS Means				P-Werte[3]			
Fettsäuren (-gruppe), g/100 g FS	**Stall**	**Weide**	**s_e[1]**	**SEM[2]**	**R**	**Gr**	**Lakgru**	**Lakwo**
C 4:0	7,26	7,68	0,863	0,348	0,719	0,366	0,500	0,307
C 5:0	0,04	0,04	0,010	0,004	0,691	0,708	0,542	0,976
C 6:0	3,08	3,35	0,269	0,108	0,073	0,079	0,121	0,131
C 7:0	0,02	0,02	0,005	0,002	0,584	0,928	0,924	0,891
C 8:0	1,66	1,84	0,193	0,078	0,076	0,106	0,039	0,042
C 10:0	3,35	3,64	0,511	0,206	0,175	0,298	0,034	0,039
C 12:0	3,53	3,77	0,607	0,245	0,288	0,461	0,089	0,114
kurzkettige FS	19,03	20,42	1,479	0,596	0,198	0,097	0,133	0,162
C 13:0	0,08	0,08	0,017	0,007	0,739	0,973	0,486	0,635
C 14:0	11,78	12,59	1,056	0,426	0,120	0,168	0,100	0,453
C 14:1	0,83	0,87	0,185	0,075	0,010	0,710	0,313	0,032
C 15:0 anteiso	0,62	0,62	0,072	0,029	0,150	0,991	0,105	0,673
C 15:0 iso	0,25	0,24	0,027	0,011	0,228	0,646	0,020	0,535
C 15:0	1,08	1,04	0,123	0,049	0,634	0,535	0,254	0,921
C 16:0 iso	0,21	0,23	0,030	0,012	0,729	0,368	0,543	0,850
C 16:0	32,11	30,82	1,551	0,625	0,916	0,141	0,101	0,013
mittelkettige FS	46,96	46,49	2,258	0,910	0,349	0,697	0,652	0,087
C 16:1 c9	1,51	1,44	0,106	0,159	0,891	0,758	0,232	0,417
C 17:0 anteiso	0,37	0,38	0,041	0,016	0,948	0,924	0,372	0,693
C 17:0 iso	0,42	0,40	0,037	0,015	0,100	0,465	0,302	0,896
C 17:0	1,16	1,06	0,084	0,034	0,054	0,043	0,019	0,354
C 17:1	0,27	0,25	0,059	0,024	0,407	0,604	0,678	0,884
C 18:0	8,98	8,23	0,858	0,346	0,623	0,119	0,047	0,033
C 18:1 c9	14,99	15,06	1,900	0,766	0,247	0,944	0,874	0,955
C 18:1 c11	0,46	0,46	0,074	0,030	0,043	0,850	0,852	0,336
C 18:2 c9,12	1,36	1,32	0,127	0,051	0,234	0,534	0,145	0,452
C 18:2 t9,12	0,30	0,31	0,034	0,014	0,326	0,728	0,889	0,265
C 18:3 c6,9,12	0,01	0,02	0,002	0,001	0,246	0,717	0,163	0,400
C 18:3 c9,12,15	0,77	0,78	0,057	0,023	0,032	0,810	0,052	0,067
C 19:0 anteiso	0,13	0,13	0,027	0,003	0,499	0,859	0,054	0,771
C 19:0	0,11	0,10	0,034	0,004	0,077	0,135	0,001	0,009
C 20:0	0,13	0,12	0,012	0,005	0,406	0,367	0,014	0,053
C 20:1	0,06	0,06	0,005	0,002	0,275	0,538	0,634	0,057
C 20:2	0,03	0,03	0,003	0,001	0,409	0,608	0,003	0,189
C 20:3 c8,11,14	0,04	0,04	0,008	0,003	0,768	0,970	0,589	0,750
C 20:3 c11,14,17	0,01	0,01	0,002	0,001	0,051	0,372	0,172	0,096
C 20:4	0,09	0,10	0,015	0,006	0,120	0,624	0,136	0,199
C 20:5	0,08	0,08	0,008	0,003	0,017	0,888	0,239	0,144
C 21:0	0,02	0,02	0,002	0,001	0,318	0,713	0,012	0,068
C 22:0	0,05	0,05	0,005	0,002	0,477	0,926	0,008	0,087

Anhang VIII: LS Means und P-Werte der analysierten Fettsäuren (-gruppen) in der Vorversuchs (Stallfütterungs-) Periode (Probentag 1)

	LS Means				P-Werte[3]			
Fettsäuren (-gruppe), g/100 g FS	**Stall**	**Weide**	**s_e[1]**	**SEM[2]**	**R**	**Gr**	**Lakgru**	**Lakwo**
C 22:5 c7,10,13,16,19	0,08	0,08	0,010	0,004	0,019	0,335	0,143	0,055
C 23:0	0,02	0,02	0,059	0,001	0,027	0,600	0,006	0,819
C 24:0	0,03	0,04	0,004	0,002	0,706	0,336	0,016	0,589
C 24:1	0,07	0,08	0,025	0,010	0,318	0,739	0,502	0,923
CLA c9t11	0,45	0,48	0,071	0,029	0,095	0,407	0,335	0,991
Σ C 18:1 trans	1,98	1,92	0,216	0,087	0,176	0,609	0,675	0,502
langkettige FS	30,74	30,03	2,689	1,084	0,148	0,622	0,489	0,385
n-6	1,84	1,81	0,158	0,064	0,196	0,686	0,197	0,366
n-3	0,95	0,96	0,065	0,026	0,014	0,841	0,071	0,025
n-6/n-3	1,95	1,90	0,120	0,048	0,207	0,425	0,054	0,191
SFA	78,08	78,03	2,256	0,909	0,231	0,965	0,915	0,882
MUFA	18,65	18,70	2,119	0,854	0,300	0,967	0,861	0,770
PUFA	3,24	3,24	0,266	0,107	0,068	0,974	0,377	0,256

[1]se= Residualstandardabweichung, [2]SEM=Standartfehler; [3]R= Rasse, Gr=Gruppe, Lakgru=Laktationsgruppe, Lakwo=Laktationswoche zu Weidebeginn

Anhang IX: LS Means und P-Werte der analysierten Fettsäuren (-gruppe) in der Hauptversuchs-(Weide-) Periode (Probentag 2)

	LS Means				P-Werte[3]			
Fettsäuren (-gruppe), g/100 g FS	**Stall**	**Weide**	**s_e[1]**	**SEM[2]**	**R**	**Gr**	**Lakgru**	**Lakwo**
C 4:0	7,97	7,20	0,649	0,266	0,727	0,052	0,076	0,871
C 5:0	0,04	0,04	0,010	0,004	0,778	0,488	0,964	0,819
C 6:0	3,19	3,22	0,234	0,096	0,443	0,826	0,888	0,984
C 7:0	0,02	0,02	0,005	0,002	0,211	0,054	0,533	0,738
C 8:0	1,61	1,82	0,153	0,063	0,143	0,027	0,153	0,477
C 10:0	2,92	3,64	0,373	0,153	0,111	0,005	0,028	0,202
C 12:0	3,00	3,79	0,457	0,187	0,092	0,010	0,042	0,398
kurzkettige FS	18,81	19,81	0,029	0,536	0,235	0,187	0,594	0,483
C 13:0	0,07	0,09	0,014	0,006	0,226	0,024	0,364	0,440
C 14:0	11,47	12,03	1,126	0,461	0,159	0,377	0,184	0,973
C 14:1	0,80	0,86	0,201	0,082	0,013	0,617	0,286	0,018
C 15:0 anteiso	0,65	0,80	0,093	0,038	0,386	0,013	0,932	0,581
C 15:0 iso	0,27	0,29	0,039	0,016	0,597	0,486	0,232	0,687
C 15:0	1,08	1,09	0,082	0,033	0,767	0,872	0,564	0,628
C 16:0 iso	0,23	0,24	0,035	0,014	0,963	0,643	0,485	0,552
C 16:0	31,14	25,58	0,033	0,887	0,868	0,001	0,591	0,034
mittelkettige FS	45,72	40,97	0,029	1,171	0,497	0,014	0,398	0,069
C 16:1 c9	1,47	1,46	0,392	0,160	0,634	0,981	0,559	0,830
C 17:0 anteiso	0,39	0,44	0,048	0,020	0,545	0,065	0,499	0,097
C 17:0 iso	0,43	0,49	0,045	0,019	0,191	0,034	0,407	0,266
C 17:0	1,21	1,13	0,036	0,040	0,643	0,168	0,110	0,274
C 17:1	0,30	0,30	0,073	0,030	0,450	0,983	0,800	0,402
C 18:0	8,86	9,49	0,928	0,380	0,757	0,233	0,322	0,051
C 18:1 c9	16,55	18,67	2,407	0,985	0,321	0,133	0,594	0,368
C 18:1 c11	0,40	0,41	0,076	0,031	0,303	0,846	0,781	0,338
C 18:2 c9,12	1,28	1,46	0,122	0,050	0,212	0,021	0,350	0,454
C 18:2 t9,12	0,31	0,35	0,037	0,015	0,071	0,057	0,666	0,488
C 18:3 c6,9,12	0,01	0,02	0,002	0,001	0,655	0,003	0,397	0,774
C 18:3 c9,12,15	0,77	0,93	0,088	0,036	0,306	0,007	0,309	0,798
C 19:0 anteiso	0,13	0,14	0,010	0,004	0,528	0,059	0,043	0,873
C 19:0	0,12	0,12	0,014	0,006	0,595	0,720	0,097	0,403
C 20:0	0,12	0,14	0,011	0,004	0,657	0,043	0,634	0,216
C 20:1	0,06	0,06	0,038	0,002	0,639	0,735	0,497	0,174
C 20:2	0,03	0,03	0,004	0,002	0,729	0,361	0,994	0,232
C 20:3 c8,11,14	0,04	0,05	0,008	0,003	0,747	0,164	0,153	0,594
C 20:3 c11,14,17	0,02	0,02	0,003	0,001	0,539	0,857	0,160	0,373
C 20:4	0,08	0,09	0,012	0,005	0,533	0,155	0,968	0,678
C 20:5	0,08	0,09	0,011	0,004	0,248	0,027	0,928	0,848
C 21:0	0,02	0,02	0,001	0,000	0,713	0,001	0,046	0,031
C 22:0	0,05	0,06	0,004	0,002	0,285	0,001	0,113	0,751

Anhang IX: LS Means und P-Werte der analysierten Fettsäuren (-gruppe) in der Hauptversuchs-(Weide-) Periode (Probentag 2)

	LS Means				P-Werte[3]			
Fettsäuren (-gruppe), g/100 g FS	**Stall**	**Weide**	**s_e[1]**	**SEM[2]**	**R**	**Gr**	**Lakgru**	**Lakwo**
C 22:5 c7,10,13,16,19	0,08	0,09	0,015	0,006	0,092	0,148	0,189	0,423
C 23:0	0,02	0,02	0,003	0,001	0,197	0,006	0,172	0,726
C 24:0	0,03	0,04	0,004	0,001	0,104	0,001	0,052	0,737
C 24:1	0,05	0,04	0,017	0,007	0,722	0,330	0,413	0,810
CLA c9t11	0,55	0,79	0,116	0,047	0,076	0,004	0,369	0,993
Σ C 18:1 trans	2,01	2,24	0,270	0,110	0,318	0,147	0,325	0,336
langkettige FS	31,67	35,38	0,043	1,326	0,400	0,052	0,419	0,166
n-6	1,68	2,04	0,139	0,116	0,730	0,197	0,588	0,497
n-3	0,94	1,13	0,004	0,003	0,058	0,001	0,139	0,001
n-6/n-3	1,85	1,82	0,145	0,121	0,875	0,897	0,588	0,360
SFA	77,68	72,69	1,705	1,424	0,552	0,092	0,846	0,250
MUFA	19,21	23,30	1,814	1,514	0,542	0,129	0,885	0,327
PUFA	3,09	4,00	0,127	0,106	0,442	0,034	0,726	0,114

[1]se= Residualstandardabweichung, [2]SEM=Standartfehler; [3]R= Rasse, Gr=Gruppe, Lakgru=Laktationsgruppe, Lakwo=Laktationswoche zu Weidebeginn

Anhang X: LS Means und P-Werte der analysierten Delta-Werte (Differenz zwischen 1. und 2. Probentag)

	LS Means				P-Werte[3]			
Fettsäuren (-gruppe), g/100 g FS	**Stall**	**Weide**	**s_e[1]**	**SEM[2]**	**R**	**Gr**	**Lakgru**	**Lakwo**
C 4:0	0,68	-0,51	0,780	0,317	0,945	0,017	0,152	0,68
C 5:0	-0,01	0,00	0,014	0,006	0,617	0,429	0,742	-0,01
C 6:0	0,08	-0,10	0,213	0,087	0,069	0,144	0,078	0,08
C 7:0	-0,00	0,00	0,011	0,005	0,731	0,591	0,832	-0,00
C 8:0	-0,08	0,01	0,178	0,072	0,283	0,370	0,379	-0,08
C 10:0	-0,50	0,04	0,584	0,237	0,710	0,114	0,496	-0,50
C 12:0	-0,60	0,06	0,667	0,271	0,972	0,089	0,511	-0,60
kurzkettige FS	-0,45	-0,49	1,101	0,447	0,501	0,937	0,331	-0,45
C 13:0	0,01	0,01	0,021	0,008	0,068	0,458	0,467	0,01
C 14:0	-0,45	-0,46	0,952	0,387	0,691	0,982	0,690	-0,45
C 14:1	-0,04	0,02	0,110	0,045	0,926	0,364	0,949	-0,04
C 15:0 anteiso	0,01	0,18	0,098	0,040	0,658	0,010	0,414	0,01
C 15:0 iso	0,02	0,04	0,029	0,012	0,798	0,129	0,828	0,02
C 15:0	0,00	0,06	0,100	0,041	0,490	0,310	0,312	0,00
C 16:0 iso	0,02	0,01	0,045	0,018	0,875	0,840	0,212	0,02
C 16:0	-0,83	-5,11	2,066	0,839	0,821	0,003	0,467	-0,83
mittelkettige FS	-1,28	-5,25	2,512	1,021	0,748	0,014	0,690	-1,28
C 16:1 cis9	-0,01	-0,00	0,166	0,068	0,816	0,953	0,470	-0,01
C 17:0 anteiso	0,01	0,06	0,064	0,026	0,611	0,194	0,827	0,01
C 17:0 iso	0,02	0,08	0,042	0,017	0,810	0,012	0,911	0,02
C 17:0	0,06	0,07	0,072	0,030	0,056	0,936	0,656	0,06
C 17:1	0,04	0,04	0,056	0,023	0,863	0,919	0,534	0,04
C 18:0	-0,05	1,18	0,477	0,194	0,073	0,001	0,076	-0,05
C 18:1 c9	1,71	3,38	2,202	0,895	0,895	0,182	0,715	1,71
C 18:1 c11	-0,05	-0,06	0,069	0,028	0,156	0,739	0,353	-0,05
C 18:2 c9,12	-0,10	0,14	0,141	0,057	0,837	0,009	0,907	-0,10
C 18:2 t9,12	0,01	0,05	0,031	0,013	0,127	0,023	0,562	0,01
C 18:3 c6,9,12	-0,00	0,00	0,004	0,002	0,855	0,061	0,252	-0,00
C 18:3 c9,12,15	-0,01	0,16	0,093	0,038	0,748	0,008	0,884	-0,01
C 19:0 anteiso	-0,01	0,01	0,010	0,004	0,290	0,036	0,447	-0,01
C 19:0	0,01	0,02	0,014	0,006	0,567	0,197	0,648	0,01
C 20:0	-0,00	0,01	0,010	0,004	0,126	0,010	0,028	-0,00
C 20:1	-0,00	-0,00	0,005	0,002	0,408	0,627	0,215	-0,00
C 20:2	-0,00	-0,00	0,003	0,001	0,374	0,111	0,010	-0,00
C 20:3 c8,11,14	0,00	0,01	0,005	0,002	0,962	0,032	0,048	0,00
C 20:3 c11,14,17	0,00	0,01	0,009	0,004	0,604	0,310	0,839	0,00
C 20:4	-0,01	-0,00	0,012	0,005	0,188	0,322	0,082	-0,01
C 20:5	-0,00	0,01	0,008	0,003	0,359	0,003	0,566	-0,00
C 21:0	-0,00	0,00	0,004	0,002	0,902	0,039	0,636	-0,00
C 22:0	-0,00	0,01	0,006	0,003	0,217	0,009	0,104	-0,00

Anhang X: LS Means und P-Werte der analysierten Delta-Werte (Differenz zwischen 1. und 2. Probentag)

	LS Means				P-Werte[3]			
Fettsäuren (-gruppe), g/100 g FS	**Stall**	**Weide**	**s_e[1]**	**SEM[2]**	**R**	**Gr**	**Lakgru**	**Lakwo**
C 22:5 c7,10,13,16,19	0,00	0,01	0,009	0,004	0,921	0,143	0,668	0,00
C 23:0	-0,00	0,00	0,003	0,001	0,032	0,027	0,232	-0,00
C 24:0	-0,00	0,00	0,004	0,002	0,071	0,010	0,162	-0,00
C 24:1	-0,02	-0,03	0,020	0,008	0,142	0,218	0,091	-0,02
CLA c9t11	0,10	0,32	0,095	0,038	0,257	0,002	0,500	0,10
Σ C 18:1 trans	0,00	0,32	0,182	0,076	0,464	0,013	0,463	0,00
langkettige FS	1,62	5,52	2,863	1,163	0,636	0,029	0,977	1,62
n-6	-0,11	0,20	0,165	0,067	0,712	0,006	0,812	-0,11
n-3	0,00	0,20	0,114	0,047	0,848	0,009	0,913	0,00
n-6/n-3	-0,14	-0,16	0,170	0,070	0,585	0,807	0,311	-0,14
SFA	-1,68	-4,33	2,635	1,070	0,880	0,023	0,757	-1,68
MUFA	1,70	3,63	2,381	0,967	0,828	0,044	0,726	1,70
PUFA	-0,01	0,71	0,337	0,137	0,658	0,003	0,956	-0,01

[1]se= Residualstandardabweichung, [2]SEM=Standartfehler; [3]R= Rasse, Gr=Gruppe, Lakgru=Laktationsgruppe, Lakwo=Laktationswoche zu Weidebeginn

Anhang XI: Pflanzenbestand Weide „Steinfeld“

	04.06.2010	08.10.2010
Projektive Deckung in %	99	99
offener Boden in %	1	1
Wuchshöhe in cm	44	24
Gräser in Gewichtsprozent	67	75
Leguminosen in Gewichtsprozent	18	15
Kräuter in Gewichtsprozent	15	10

Name der Pflanze dt.	Name der Pflanze lat.	Pflanzenbestand in %	
Knaulgras	Dactylis glomerata	5	4
Rotstraußgras	Agrostis capillaris		2
Acker-Quecke	Elymus repens	3	2
Wiesen-Schwingel	Festuca pratensis	6	5
Englisches Raygras	Lolium perenne	25	32
Wiesen-Lieschgras	Phleum pratense	2	0,3
Einjahrs-Rispe	Poa annua	0,7	1
Wiesen-Rispe	Poa pratensis	20	25
Läger-Rispe	Poa supina	3	4
Gemeine-Rispe	Poa trivialis	8	5
Goldhafer	Trisetum flavescens	1	0,3
Gräser gesamt		74	81
Weißklee	Trifolium repens	20	18
Leguminosen gesamt		20	18
Echte Schafgarbe	Achillea millefolium	2	2
Spitzlappiger Frauenmantel	Alchemilla vulgaris	0,3	0,3
Gänseblümchen	Bellis perennis	0,7	0,3
Wiesen-Glockenblume	Campanula patula	0,3	
Gew. Hirtentäschel	Capsella bursa-pastoris	0,1	0,1
Gew. Hornkraut	Cerastium holosteoides	0,7	0,7
Scharfer Hahnenfuß	Ranunculus acris	0,7	0,3
Kriech-Hahnenfuß	Ranunculus repens	12	4
Wiesen-Sauerampfer	Rumex acetosa	0,7	0,7
Gras-Sternmiere	Stellaria graminea	0,7	
Vogelmiere	Stellaria media	0,3	
Gew. Löwenzahn	Taraxacum officinale agg.	2	2
Große Brennessel	Urtica dioica	1	1
Feld-Ehrenpreis	Veronica arvensis	0,3	0,3
Gamander-Ehrenpreis	Veronica chamaedrys	0,7	0,3
Quendel-Ehrenpreis	Veronica serpyllifolia	0,3	0,3
Spitzwegerich	Plantago lanceolata		0,3
Breitwegerich	Plantago major		0,7
Kräuter gesamt		23	13
Gesamtdeckung in %		117	112
Artenanzahl		27	27

Anhang XII: Pflanzenbestand Weide „Koppel 18/19“

	04.06.2010	08.10.2010
Projektive Deckung in %	99	99
offener Boden in %	1	1
Wuchshöhe in cm	49	18
Gräser in Gewichtsprozent	57	53
Leguminosen in Gewichtsprozent	28	35
Kräuter in Gewichtsprozent	15	12

Name der Pflanze dt.	Name der Pflanze lat.	Pflanzenbestand in %	
Knaulgras	Dactylis glomerata	8	5
Rotstraußgras	Agrostis capillaris		0,3
Acker-Quecke	Elymus repens	4	5
Wiesen-Schwingel	Festuca pratensis	15	6
Englisches Raygras	Lolium perenne	12	12
Wiesen-Lieschgras	Phleum pratense	3	0,3
Einjahrs-Rispe	Poa annua	0,7	0,3
Wiesen-Rispe	Poa pratensis	15	18
Läger-Rispe	Poa supina	2	3
Gemeine-Rispe	Poa trivialis	10	5
Gräser gesamt		70	55
Weißklee	Trifolium repens	30	35
Leguminosen gesamt		30	35
Echte Schafgarbe	Achillea millefolium	2	2
Spitzlappiger Frauenmantel	Alchemilla vulgaris	0,3	
Gänseblümchen	Bellis perennis	1	2
Gew. Hirtentäschel	Capsella bursa-pastoris	0,3	
Gew. Hornkraut	Cerastium holosteoides	0,7	0,3
Echte Gundelrebe	Glechoma hederacea	0,3	0,3
Wiesen-Löwenzahn	Leontodon hispidus	0,3	2
Breit-Wegerich	Plantago major	0,7	0,3
Scharfer Hahnenfuß	Ranunculus acris	0,3	1
Kriech-Hahnenfuß	Ranunculus repens	10	6
Wiesen-Sauerampfer	Rumex acetosa	0,7	1
Gew. Löwenzahn	Taraxacum officinale agg.	2	3
Feld-Ehrenpreis	Veronica arvensis	0,7	
Quendel-Ehrenpreis	Veronica serpyllifolia	0,7	0,3
Kräuter gesamt		20	18
Gesamtdeckung in %		120	108
Artenanzahl		24	22