

# Ergebnisse zur Ergänzungsfütterung bei Ganztagesweidehaltung von Milchkühen

Johann Häusler<sup>1\*</sup>, Thomas Guggenberger<sup>2</sup>, Reinhard Resch<sup>3</sup> und Johannes Wildling<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wurde in einem Fütterungsversuch mit 32 Milchkühen das Thema Ergänzungsfütterung zur Weidehaltung behandelt.

Die unterschiedliche Ergänzungsfütterung in den vier Versuchsgruppen brachte einen signifikanten Einfluss auf die Milch-, Fett- und Eiweißleistung. In der Vollweidegruppe konnte eine Milchleistung von 6.778 kg ECM ermolken werden. Durch die Beifütterung von Kraftfutter und Maissilage erhöhte sich die Milchleistung, die Ergänzung von Heu führte zu einem Milchleistungsabfall, wobei dies auf die schlechtere Milchleistung in der Weidephase zurückzuführen war. Die Ergänzungsfütterung mit Kraftfutter brachte im Gegensatz zur Fütterung von Maissilage, keine Erhöhung der Milchleistung in der Weidephase.

Bei Vollweide lag der durchschnittliche Harnstoffgehalt bei etwa 55 mg/ 100 ml. Die Zufütterung von Heu führte zu einer leichten Reduktion dieses Wertes, deutlicher konnten die Werte durch die Beifütterung von Maissilage bzw. Kraftfutter gesenkt werden.

Die unterschiedliche Ergänzungsfütterung hatte nur leichte Verschiebungen im Fettsäuremuster der Milch zu Folge. Die Vollweide- und die Heugruppe zeichneten sich durch einen höheren Anteil an ungesättigten Fettsäuren, CLAs und Omega-3-Fettsäuren (ALA, EPA u. DHA) und damit ein günstigeres Fettsäuremuster aus.

Das unterschiedliche Laktationsstadium brachte keinen signifikanten Einfluss auf Milchmenge und Milchinhaltstoffe. Während die tatsächliche Jahresmilchleistung von Beginngruppe 1 ausgehend zurückging, stiegen in gleichem Ausmaß die Milchinhaltstoffe, so dass die Milchleistung nach ECM in allen Beginngruppen mit Ausnahme der Beginngruppe 3 gleich hoch war. Je später die Kühe abkalbten, desto höher war die Milchleistung in der Weidephase. So konnte in der Beginngruppe 1 in dieser Phase eine Milchmenge von fast 5.000 kg! ECM ermolken werden.

### Schlagwörter:

Vollweide, Kurzrasenweide, Ergänzungsfütterung, Fettsäuremuster

## Summary

In an experiment in Raumberg-Gumpenstein with 32 dairy cows the topic supplementary feeding to pasture was treated.

The different supplementary feeding in four experimental groups brought a significant influence on the performance of milk, fat and protein. In full pasture group a milk yield of 6,778 kg ECM could be gained. The additional feeding of maize silage increased the milk yield, the addition of hay resulted, due to the lower milk yield in the pasture phase, in less milk. The supplementary feeding with concentrates brought, in contrast to the supplementation of maize silage, no increase in milk production during the pasture phase.

The content of urea in full pasture group was at about a level of 55 mg/ 100 ml. The additional feeding of hay brought a slight reduction while the addition of maize silage and concentrates led to a higher reduction of this value.

Only slight effects on fatty acid pattern of the milk could be found. The milk of the groups full pasture and hay was characterized by a higher proportion of unsaturated fatty acids, CLAs and Omega-3-fatty acids (ALA, EPA and DHA) and thus a more favourable fatty acid pattern.

The different days of lactation in the four beginning groups brought no significant effect on milk and milk ingredients. While effective yearly milk yield decreased from Group 1 to 4, the milk ingredients increased, so that the milk yield in ECM was, except in beginning group 3, at the same level. Cows, which calved later, showed a higher performance in pasture phase. The cows of group 1 brought a milk yield of almost 5,000 kg! ECM during pasture.

### Key words:

full pasture, short grass pasture, supplementary feeding, fatty acid pattern

<sup>1</sup> Institut für Nutztierforschung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning

<sup>2</sup> Institut für Artgemäße Tierhaltung und -gesundheit, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning

<sup>3</sup> Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning

\* Johann Häusler: johann.hauesler@raumberg-gumpenstein.at

## 1. Einleitung

Obwohl ökonomische Berechnungen zeigen, dass bei Weidehaltung die Futterkosten im Vergleich zur Vorlage von konserviertem Futter verringert werden können, ist in Mitteleuropa ein Rückgang der Weidehaltung bei Milchkühen zu beobachten.

Durch die Umstellung der arbeitsintensiven Portionsweide auf moderne Intensivweiden (Kurzrasen- bzw. Koppelweide) aber auch durch steigende Kraftfutterpreise präsentiert sich die Weidehaltung als durchaus interessante Alternative zur ganzjährigen Stallhaltung. Die Weidehaltung vermittelt dem Konsumenten nicht nur das Bild einer besonders artgerechten Tierhaltung, sondern erhöht nachgewiesenermaßen auch die Produktqualität. In der modernen Ernährung spielen beispielsweise die Omega-3-Fettsäuren eine immer größere Rolle. Durch mehr als 2.000 Studien mit Omega-3-Fettsäuren weiß man heute, dass sie nicht nur die Gerinnungsfähigkeit des Blutes beeinflussen, sondern auch den Blutdruck und den Gehalt an Blutfetten (Triglyzeriden) senken, den Herzschlag verbessern, das Risiko an Alzheimer zu erkranken absenken und eine Rolle bei der Behandlung von Depressionen spielen. Omega-3-Fettsäuren sind auch in der Kuhmilch enthalten, wobei der größte Teil in Form einer Vorstufe, der alpha-Linolensäure (ALA), vorliegt. Eine weitere ebenfalls für die menschliche Ernährung wichtige Fettsäuregruppe sind die CLAs (konjugierte Linolsäuren). Den CLAs werden Krebs, Arterienverkalkung, Diabetes und Thrombose hemmende Wirkungen zugeschrieben und auch sie sind in Kuhmilch zu finden.

Neben vielen Vorteilen bringt die Weidehaltung natürlich auch einige Probleme bzw. Nachteile mit sich. So steigt beispielsweise während der Weidezeit der Harnstoffwert, zu rasche Umstellungen auf die Weide können im Frühjahr Pansenacidosen verursachen, es gibt Schwankungen in der Futteraufnahme und im Nährstoffgehalt des Futters und natürlich können bei Vollweide durch den geringeren Nährstoffinput auch nur niedrigere Milchleistungen ermolken werden.

Aus all diesen Gründen stand die Frage nach einer gezielten und optimierten Ergänzungsfütterung bei Weidehaltung im Mittelpunkt eines Projektes, das am LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt wurde.

## 2. Versuchstiere und Methoden

### 2.1 Versuchsplan

Von 2005 bis 2007 wurde in einem Projekt des Institutes für Nutztierforschung des LFZ Raumberg-Gumpenstein mit insgesamt 32 Milchkühen das Thema Ergänzungsfütterung intensiv behandelt. Um das Weidefutter optimal auszunutzen zu können, wurden dafür Kühe, die in den Monaten Jänner bis spätestens Anfang Mai abkalbten, ausgewählt, wobei darauf geachtet wurde, dass die Kühe sowohl bezüglich der Rasse und der Laktationszahl als auch bezüglich der Leistung und des Abkalbetermines möglichst gleichmäßig auf die 4 Gruppen verteilt wurden.

Die Versuchsperiode begann 10 Tage vor dem errechneten Abkalbetermin. Bis zum 56. Laktationstag, der bei den

meisten Kühen noch in die Winterfütterungsperiode hineinfiel, wurden alle Kühe gleich gefüttert. Neben Heu (4 kg Trockenmasse (T)) und Grassilage (jeweils 1. Schnitt, gute Qualität) wurde in dieser Periode auch Maissilage (3,5 kg T pro Tag) und Kraftfutter (max. 7 kg Frischmasse (FM) pro Tag und max. 2 kg FM pro Teilgabe) eingesetzt. Danach unterschied sich das Fütterungsregime der 4 Gruppen. Ab Beginn der Vegetationszeit (1. Austrieb zwischen 12.4. im Jahr 2007 und 20.4., 2006) kamen die Tiere aller 4 Gruppen gemeinsam auf die Weide. Als Weidesystem wählte man eine intensive Standweide (Kurzrasenweide). Dieses System zeichnet sich durch eine gleichmäßig hohe Qualität des Weidefutters und darüber hinaus durch einen geringen Material- und Arbeitszeitbedarf aus.

In den Gruppen Kontrolle (Vollweide), Heu und Maissilage wurde etwa 600 kg (FM) Kraftfutter pro Kuh und Laktation eingesetzt. In der Kraftfuttergruppe wurde diese Menge auf ca. 1.200 kg pro Laktation verdoppelt. Die Zusammensetzung des Kraftfutters änderte sich mit dem Weideaustrieb. Während im Winter auch Eiweißkomponenten (Soja- und Rapsextraktionsschrot) eingesetzt wurden, bestand das Sommerkraftfutter ausschließlich aus Energiekomponenten, wobei wegen des Acidoserisikos vor allem auch ein höherer Anteil pansenschonender Komponenten (Körnermais, Trockenschnitte, Weizenkleie) in die Mischung eingebaut wurde (Tabelle 1).

Ab dem 56. Laktationstag veränderte sich die Rationszusammensetzung in den vier Gruppen. In den Gruppen Vollweide, Heu und Maissilage wurde die Kraftfuttergabe schrittweise reduziert und mit dem 120. Laktationstag gänzlich eingestellt. Heu und Maissilage wurde mit Ausnahme jener Gruppen, die durchgehend diese Futtermittel verabreicht bekamen, nur bis zum 91. Laktationstag verfüttert. Die Grassilage wurde ab Weidebeginn schrittweise durch Weidefutter ersetzt. Von Ende Mai bis Anfang September erhielt die Vollweidegruppe – mit Ausnahme jener Kühe, die sehr spät abkalbten – ausschließlich Weidefutter. Um Strukturproblemen vorzubeugen, wurde allerdings bis Ende Mai und ab Anfang September ebenso wie in der Kraftfuttergruppe jeweils 1 kg T (Trockenmasse) Heu pro Mahlzeit verabreicht. Während also in der Vollweidegruppe während der Sommermonate ausschließlich Weidefutter verfüttert wurde, wurde in jeweils einer Gruppe das Weidefutter zusätzlich durch Heu (durchgehend 3,5 kg T pro Tag), Maissilage (max. 3,5 kg T pro Tag) und Kraftfutter (durchschnittlich 3,5 kg T pro Tag) ergänzt. Zur Mineralstoffversorgung erhielten alle Kühe täglich jeweils 70 g Ramin Stabil und 30 g Viehsalz (Abbildung 1).

Tabelle 1: Kraftfutterzusammensetzung

| Komponente            | Winter Anteil | Sommer Anteil |
|-----------------------|---------------|---------------|
| Gerste                | 20 %          | 25 %          |
| Mais                  | 21 %          | 35 %          |
| Weizen                | 12 %          | 15 %          |
| Trockenschnitte       | 10 %          | 15 %          |
| Kleie                 | 10 %          | 10 %          |
| Sojaextraktionsschrot | 20 %          |               |
| Rapsextraktionsschrot | 7 %           |               |
| Gesamt                | 100 %         | 100 %         |

| Gruppe                    | Versuchsbeg. bis 56. Lakt.tag | 57.- 98.Tag   | 99.- 120. Tag     | 121.- 150.Tag         | 151.- 250. Tag        | 251.- 280.Tag        | 251.- 305.Tag               |  |
|---------------------------|-------------------------------|---|-------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|--|
| <b>Kontrollgruppe</b>     | 4 kg T                        | pro Woche<br>0,5 kg T/d                                   |                   |                       |                       | ab 1.9. 2 kg t / Tag |                             |  |
|                           | 3,5 kg T                      | pro Woche<br>0,5 kg T/d                                   |                   |                       |                       |                      |                             |  |
|                           | ad libitum<br>bis Weidebeginn | freie Aufnahme von Weidebeginn bis Vegetationsende        |                   |                       |                       |                      | ad libitum<br>ab Weideende  |  |
|                           | 0,3 bis 7 kg FM               | pro Woche minus 1 kg FM/d                                 |                   |                       |                       |                      |                             |  |
| <b>Gruppe Heu</b>         | 4 kg T                        | 4 kg T bis zum 63. Laktationstag, 64. - 305. Tag 3,5 kg T |                   |                       |                       |                      |                             |  |
|                           | 3,5 kg T                      | pro Woche<br>0,5 kg T/d                                   |                   |                       |                       |                      |                             |  |
|                           | ad libitum<br>bis Weidebeginn | freie Aufnahme von Weidebeginn bis Vegetationsende        |                   |                       |                       |                      | ad libitum<br>ab Weideende  |  |
|                           | 0,3 bis 7 kg FM               | pro Woche minus 1 kg FM/d                                 |                   |                       |                       |                      |                             |  |
| <b>Gruppe Maissilage</b>  | 4 kg T                        | pro Woche<br>0,5 kg T/d                                   |                   |                       |                       |                      | 2kg T / Tag<br>ab Weideende |  |
|                           | 3,5 kg T / Tag                | 3,5 kg T / Tag  | 3,5 kg T / Tag    | 3,5 kg T / Tag        | 3 kg T / Tag          | 2,5 kg T / Tag       | 2kg T / Tag                 |  |
|                           | ad libitum<br>bis Weidebeginn | freie Aufnahme von Weidebeginn bis Vegetationsende        |                   |                       |                       |                      | ad libitum<br>ab Weideende  |  |
|                           | 0,3 bis 7 kg FM               | pro Woche minus 1 kg FM/d                                 |                   |                       |                       |                      |                             |  |
| <b>Gruppe Kraftfutter</b> | 4 kg T                        | pro Woche<br>0,5 kg T/d                                   |                   |                       |                       | ab 1.9. 2 kg t / Tag |                             |  |
|                           | 3,5 kg T                      | pro Woche<br>0,5 kg T/d                                   |                   |                       |                       |                      |                             |  |
|                           | ad libitum<br>bis Weidebeginn | freie Aufnahme von Weidebeginn bis Vegetationsende        |                   |                       |                       |                      | ad libitum<br>ab Weideende  |  |
|                           | 0,3 bis 7 kg FM               | von 7 FM<br>auf 6 kg FM                                   | 5 kg FM / Tag     | 4 kg FM<br>bis 180.T. | 3 kg<br>bis 220; 2 kg | 1 kg<br>bis 260. Tag |                             |  |
|                           | <b>Heu</b>                    | <b>Maissilage</b>   | <b>Grassilage</b> | <b>Kraftfutter</b>    | <b>Weidefutter</b>    |                      |                             |  |

Abbildung 1: Versuchsplan

In der Stall- (Winter-)fütterungszeit wurden die Tiere in Anbindehaltung (Halsrahmen) auf Mittellangstand mit Gummimatten und Gitterrost gehalten. Während der Weidezeit kamen die Tiere nur zur Melkung und zur Verabreichung des jeweiligen Ergänzungsfuttermittels in den Stall (ca. 1,5 - 2 Stunden pro Mahlzeit), die restliche Zeit, also mehr als 20 Stunden, verbrachten sie auf der Weide.

Insgesamt standen rund 7 ha Weideflächen zur Verfügung. Die Weideflächen wurden 4-mal und zwar im Herbst (15 m<sup>3</sup> Gülle pro ha), im Frühjahr (10 m<sup>3</sup> Jauche pro ha) und auch während der Vegetationszeit (2-mal jeweils 7,5 m<sup>3</sup> Jauche pro ha) gedüngt. Zusätzlich wurde im Frühjahr 150 kg Hyperkorn pro ha auf die Flächen ausgebracht. Auf eine Weidepflege wurde weitgehend verzichtet, die Weiden wurden lediglich im Frühjahr gestriegelt u. nach Bedarf – meist einmal im Laufe der Weidesaison – bei trockenem Wetter mit einem hoch eingestellten Motormäher (10 cm Schnitthöhe) „getopt“. Jene Flächen, die am Beginn nicht für die Weide benötigt wurden, wurden bis zu 3-mal gemäht und als Winterfutter geerntet.

Während der Winterfütterungszeit wurden die Futterraufnahmen tierindividuell erhoben, wobei Kraftfutter, Maissilage und Heu fix vorgegeben wurden und die Grassilage ad libitum aufgenommen werden konnte. Während der Weidezeit konnten nur die Ergänzungsfuttermittel und die Mineral-

stoffe tierindividuell verabreicht werden, die Weidefutteraufnahme soll in der weiteren Auswertung indirekt über die Tierleistungen (Milchleistung, Erhaltung, Mobilisation) und die Ernteerträge mit Hilfe von Kalkulationen ermittelt werden. Dabei lassen sich dann auch Rückschlüsse auf die Nährstoffversorgung und die Nährstoffkreisläufe ziehen. Neben der täglichen Ermittlung der Milchleistung und der Milchinhaltsstoffe wurde einmal pro Jahr das Fettsäuremuster der Milch (geplant waren 4 Termine) ermittelt und ab dem 22. Laktationstag bis zur erfolgreichen Belegung alle 3 Tage der Progesteronwert der Milch bestimmt. Die Tiere wurden wöchentlich gewogen und alle 2 (zu Laktationsbeginn) bzw. 3 Wochen (ab dem 4. Laktationsmonat) die Körperkondition beurteilt. Alle 3 Wochen wurden jeweils mittwochs um ca. 7:30 Uhr Blutproben gezogen und auf ihren Gehalt an Harnstoff, Creatinin, Tbil (Gesamtbilirubin), GOT (Glutamat-Dehydrogenase), GGT (Gamma-Glutamyl-Transferase),  $\beta$ -HBS ( $\beta$ -Hydroxybuttersäure), FFS (Frei Fettsäuren), Ca, P, Mg und Glucose untersucht. Zur Ermittlung der Gesundheits- und Fruchtbarkeitsparameter (Besamungsindex, Zwischenkalbezeit u. dgl. mehr) wurden alle Erkrankungen, Behandlungen und Belegungen aufgezeichnet und zusätzlich in den Laktationswochen 1, 8, 20, 32 und 42 die Klauengesundheit kontrolliert bzw. bei Bedarf eine funktionelle Klauenpflege durchgeführt. Zwei

Mal pro Weidezeit wurden mit Hilfe von pansenfistulierten Ochsen, die parallel zu den Versuchskühen gehalten wurden, die Auswirkungen der Rationen auf die Pansenflora und das Fettsäuremuster im Pansen kontrolliert.

## 2.2 Ertragsfeststellung und Weideführung

Bei der Ertragsfeststellung (auf ausgezäunten Flächen, die von der Abteilung für Grünlandmanagement und Kulturlandschaft bis zu neun Mal gemäht wurden) konnte im Durchschnitt der Jahre ein Ertrag von rund 8.200 kg Trockenmasse ermittelt werden. Die vorgegebene Fläche wurde mit Hilfe von GPS – Technologie (GeoXH) bei einer Messgenauigkeit von +/- 30 cm vermessen. Aufgrund der Fläche und des Besatzes wurden der Flächenbedarf und die Besatzstärke ermittelt.

Die Messung der Aufwuchshöhe war der wichtigste Parameter bei der Weideführung. Sie wurde zwei Mal pro Woche mit Hilfe eines Aufwuchshöhenmessgerätes (Filip's Folding Plate Pasture Meter) ermittelt. Angestrebt wurde dabei eine Aufwuchshöhe von rund 4 cm, das entspricht in etwa einer Aufwuchshöhe von 7 - 8 cm gemessen mit dem Zollstab (bei den Kontrollmessungen in den letzten beiden Versuchsjahren wurde auf einer Teilfläche ein Faktor von 0,53 ermittelt). Die Weidefläche wurde in Folge entsprechend adaptiert, d. h. entweder verkleinert oder vergrößert. Im Mittel der Jahre konnten pro Kuh Weideflächen zwischen ca. 2.000 m<sup>2</sup> (ab etwa Mitte Mai bis Anfang Juni) bis über 6.000 m<sup>2</sup> im Herbst ermittelt werden (Abbildung 2).

## 2.3 Futtermittelanalysen

Der Rohnährstoffgehalt (Weender, Gerüstsubstanzen, Mineralstoffe und Spurenelemente, Energiebewertung mit Hilfe der Cellulase-Methode) der konservierten Futtermittel (Heu, Grassilage, Maissilage, Kraftfutter) wurde aus vierwöchigen Sammelproben ermittelt. Der Trockenmassegehalt der Einwaagen wurde von den Silagen täglich und von Heu und Kraftfutter aus einer wöchentlichen Sammelprobe ermittelt. Der T-Gehalt der Rückwaagen wurde täglich erfasst. Diese T-Gehalte dienen als Grundlage zur Rationsanpassung, die wöchentlich vorgenommen wurde.

Auf der Weide wurden die Futterproben bei jedem der bis zu neun Ernteterminen nicht nur von den ausgezäunten Parzellen, sondern parallel dazu auch direkt von den Weideflächen gezogen und im Labor untersucht. Zur Energiebewertung

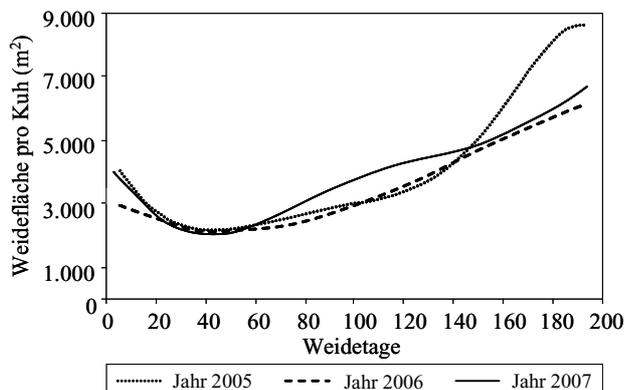


Abbildung 2: Weidefläche pro Kuh in m<sup>2</sup>

wurde hier von der Abteilung für Grünlandmanagement und Kulturlandschaft auch mit der Methode Tilley und Terry gearbeitet.

## 2.4 Ökonomische Berechnungen

Nach der Endauswertung des Versuches – bis jetzt wurden lediglich die Leistungsdaten und die Wirkung der Ergänzungsfütterung ausgewertet – sollen neben den ökonomischen Berechnungen auch die Nährstoffkreisläufe und damit die Ökologie durchleuchtet werden.

## 2.5 Versuchsauswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm LSMLMW PC-1 Version (HARVEY, 1987) nach folgendem Modell:

|              |   |   |
|--------------|---|---|
| $\mu$        | = | gemeinsame Konstante  |
| $J_i$        | = | fixer Effekt des Jahres,<br>$i = 2005, 2006, 2007$                |
| $G_j$        | = | Versuchsgruppe, $j = 1, 2, 3, 4$                                  |
| $P_k$        | = | Fütterungsperiode, $k = 1, 2, 3$                                  |
| $B_l$        | = | Abkalbezeitpunkt, $l = 1, 2, 3, 4$                                |
| $(G*P)_{jk}$ | = | Interaktion zwischen Versuchsgruppe $j$ und Fütterungsperiode $k$ |
| $(G*B)_{jl}$ | = | Interaktion zwischen Versuchsgruppe $j$ und Abkalbezeitpunkt $l$  |
| $E_{ijkl}$   | = | Restkomponente  |

## 3. Ergebnisse

Der Versuch wurde dem Versuchsplan entsprechend durchgeführt. Im Folgenden wird ausführlich auf die tierischen Leistungen und die Auswirkungen der Ergänzungsfütterung eingegangen. Die noch fehlenden Auswertungen werden im Endbericht publiziert.

### 3.1 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

#### 3.1.1 Laktationsleistungen und Milchinhaltsstoffe

Wie bereits bei der Erläuterung des Versuchsplanes angeführt, kamen die Versuchstiere in unterschiedlichen Laktationsstadien auf die Weide. Bei der Gruppeneinteilung wurde allerdings darauf geachtet, dass die Anzahl der Laktationstage beim Weideaustrieb in allen Gruppen etwa gleich ist. Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, wurden die Tiere im Durchschnitt der Gruppen zwischen dem 54. und 59. Tag ausgetrieben, wobei die Streuung relativ groß war. Aus diesem Grund wurde bei der Auswertung eine zusätzliche Klasse „Beginn“ eingeführt. Bei der Aufteilung der Beginnzeiten (= Tage von der Abkalbung bis zum Weideaustrieb) wurde eine Unterteilung in wiederum 4 Gruppen vorgenommen, wobei sich die durchschnittlichen Laktationstage pro Beginngruppe um ca. 28 Tage (4 Wochen) erhöhten. Daraus ergab sich, dass die Tiere der Beginngruppe 1 im Frühjahr durchschnittlich bereits mit dem 15. und die Tiere der Beginngruppe 4 erst mit dem 97. Laktationstag ausgetrieben wurden.

Bei der Auswertung der Daten wurde neben der Gruppe auch das Jahr und der Zeitpunkt der Abkalbung (Beginn) berücksichtigt.

**Tabelle 2: Durchschnittliche Laktationstage in den einzelnen Beginngruppen**

| Beginn             | Gruppe    |      |            |       | Mittelwert |
|--------------------|-----------|------|------------|-------|------------|
|                    | Vollweide | Heu  | Maissilage | KF    |            |
| 1                  | 16,0      | 13,5 | 17,0       | 13,0  | 14,9       |
| 2                  | 39,5      | 47,5 | 44,0       | 40,0  | 42,8       |
| 3                  | 68,5      | 68,5 | 64,5       | 83,5  | 71,3       |
| 4                  | 93,5      | 95,5 | 100,5      | 100,0 | 97,4       |
| Mittelwert         | 54,4      | 56,3 | 56,5       | 59,1  | 56,6       |
| Standardabweichung | 29,3      | 30,0 | 30,5       | 34,5  | 30,9       |

Da in diesem Projekt vor allem die Weidephase im Mittelpunkt des Interesses stand, wurde eine Trennung zwischen Vor- (Stall-)phase und Weidephase vorgenommen. Neben diesen Basisklassen wurde versucht, die Wechselwirkungen zwischen diesen Klassen, also Gruppe x Beginn, Phase x Gruppe bzw. Phase x Beginn und Phase x Gruppe x Beginn herauszuarbeiten. Da sich jedoch, bedingt durch die zu geringe Tieranzahl, in diesen Untergruppen keine gesicherten Ergebnisse ablesen ließen, wurde im folgenden auf eine Interpretation der Wechselwirkungen Gruppe x Beginn und Phase x Gruppe x Beginn verzichtet.

Aus *Tabelle 3a* wird ersichtlich, dass die Versuchstiere im Durchschnitt eine Milchleistung von 6.658 kg ECM erzielten. Das Versuchsjahr hatte weder einen signifikanten Einfluss auf die Milchmenge noch auf die Milchinhaltsstoffe.

### 3.1.2 Auswirkungen der unterschiedlichen Ergänzungsfütterung auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Die unterschiedliche Ergänzungsfütterung in den vier Versuchsgruppen brachte erwartungsgemäß einen signifikanten Einfluss auf die Milchleistung in ECM, aber auch auf die

Jahresfett- und Jahreseiweißleistung. Während auch beim durchschnittlichen Fettgehalt signifikante Wert gefunden wurden, konnten weder beim Eiweiß- noch beim Harnstoffgehalt signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ermittelt werden. Die Vollweidegruppe brachte es auf eine Milchleistung von 6.778 kg ECM (6.367 kg Milch mit 4,66 % Fett und 3,28 % Eiweiß). Durch die Beifütterung von Maissilage während der Weidezeit erhöhte sich die Milchleistung auf 7.089 kg ECM (6.570 kg Milch mit 4,76 % Fett und 3,33 % Eiweiß), die Beifütterung von zusätzlichem Kraftfutter (+ ca. 600 kg FM) brachte eine Milchleistung von 6.966 kg ECM (6.652 kg Milch mit 4,47 % Fett und 3,35 % Eiweiß). Eine Ergänzungsfütterung mit Heu führte zu einem Rückgang der Milchleistung auf 5.798 kg ECM (5.770 kg Milch mit 4,26 % Fett und 3,10 % Eiweiß). Wie bereits erwähnt war der Fettgehalt mit 4,66 bzw. 4,76 % in den Gruppen Vollweide bzw. Mais am höchsten. In der Kraftfuttergruppe konnte ein Fettgehalt von 4,47 % und in der Heugruppe ein Gehalt von 4,26 % erzielt werden. Obwohl auch der Eiweißwert in der Heugruppe mit 3,10 % deutlich hinter jenen der anderen Gruppen (Vollweidegruppe: 3,28 %; Maisgruppe: 3,33 %; Kraftfuttergruppe: 3,35 %) lag, konnte – allerdings mit einem Bestimmtheitsmaß von nur 37 % – kein signifikanter Einfluss festgestellt werden. Auch beim Harnstoffwert, der von 32,1 mg/ 100 ml in der Vollweidegruppe, über 30,0 in der Heu- und 29,4 in der Maisgruppe auf 27,7 mg/ 100 ml in der Kraftfuttergruppe zurückging, konnte kein signifikanter Unterschied entdeckt werden.

### 3.1.3 Auswirkungen der unterschiedlichen Laktationsstadien auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Das unterschiedliche Laktationsstadium brachte – bei einem Bestimmtheitsmaß von über 63 % – keinen signifikanten

**Tabelle 3a: Milchleistung und Tiergewichte in Abhängigkeit der Gruppe**

|                      |           | Ø      | Jahr   |        |        |           | Gruppe |            |        |  |
|----------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------|------------|--------|--|
|                      |           |        | 2005   | 2006   | 2007   | Vollweide | Heu    | Maissilage | KF     |  |
| Tieranzahl           | n         |        | 10     | 11     | 11     | 8         | 8      | 8          | 8      |  |
| Laktationstag        | n         | 150    | 154    | 148    | 149    | 153       | 141    | 153        | 154    |  |
| Laktationszahl       | n         | 2,5    | 3,4    | 2,3    | 2,0    | 2,7       | 2,6    | 2,4        | 2,5    |  |
| Leistung/Periode     |           |        |        |        |        |           |        |            |        |  |
| Milchleistung        | kg        | 6.340  | 6.750  | 6.189  | 6.081  | 6.367     | 5.770  | 6.570      | 6.652  |  |
| Milchleistung ECM    | kg        | 6.658  | 6.969  | 6.613  | 6.392  | 6.778     | 5.798  | 7.089      | 6.966  |  |
| Fett                 | kg        | 288    | 302    | 289    | 273    | 297       | 246    | 312        | 298    |  |
| Eiweiß               | kg        | 206    | 210    | 204    | 204    | 208       | 178    | 218        | 221    |  |
| Laktose              | kg        | 297    | 317    | 291    | 283    | 294       | 269    | 312        | 312    |  |
| Leistung/Tag         |           |        |        |        |        |           |        |            |        |  |
| Milchleistung        | kg        | 21,2   | 22,1   | 21,0   | 20,5   | 20,8      | 20,6   | 21,6       | 21,7   |  |
| Milchleistung ECM    | kg        | 22,2   | 22,8   | 22,4   | 21,5   | 22,2      | 20,7   | 23,3       | 22,7   |  |
| Fett                 | %         | 4,54   | 4,46   | 4,66   | 4,49   | 4,66      | 4,26   | 4,76       | 4,47   |  |
| Eiweiß               | %         | 3,26   | 3,12   | 3,32   | 3,36   | 3,28      | 3,10   | 3,33       | 3,35   |  |
| Laktose              | %         | 4,69   | 4,69   | 4,72   | 4,65   | 4,63      | 4,67   | 4,75       | 4,69   |  |
| Zellzahl             | x 1.000   | 179    | 150    | 183    | 203    | 223       | 202    | 162        | 129    |  |
| Harnstoff            | mg/100 ml | 29,8   | 33,4   | 27,4   | 28,6   | 32,1      | 30,0   | 29,4       | 27,7   |  |
| Erhaltung            |           |        |        |        |        |           |        |            |        |  |
| Lebendgewicht        | kg        | 605    | 607    | 592    | 615    | 624       | 594    | 596        | 605    |  |
| Tageszunahmen Mittel | g/Tag     | -33,4  | -116,8 | 18,6   | -2,1   | 41,2      | -82,3  | -48,1      | -44,4  |  |
| Gewichtszunahme      | g/Tag     | 249,9  | 276,7  | 246,8  | 226,3  | 296,2     | 256,9  | 194,1      | 252,6  |  |
| Gewichtsabnahme      | g/Tag     | -283,4 | -393,4 | -228,2 | -228,4 | -254,9    | -339,2 | -242,2     | -297,1 |  |

Einfluss auf Milchmenge und Milchinhaltsstoffe. Zu beobachten war allerdings, dass die tatsächliche Jahresmilchleistung von 6.482 kg in der Beginngruppe 1 auf 6.197 bzw. 6.224 kg in den Beginngruppen 3 und 4 zurückging. Im gleichen Ausmaß stiegen aber – mit Ausnahme der Beginngruppe 3 – die Milchinhaltsstoffe von 4,44 % Fett und 3,24 % Eiweiß in Beginngruppe 1 auf 4,73 % Fett und 3,42 % Eiweiß in Beginngruppe 4, so dass die Milchleistung nach ECM in den Beginngruppen 1, 2 und 4 mehr oder weniger gleich hoch war (6.734, 6.830 bzw. 6.739 kg). Nur die Beginngruppe 3 lag mit 6.329 kg um etwa 500 kg ECM niedriger (Tabelle 3b).

### 3.1.4 Auswirkungen der einzelnen Phasen auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Wie aus Tabelle 4a ersichtlich, wurden in der Vor- (Stall-)phase mit einer täglichen Milchleistung von 26,66 kg, einem Fettgehalt von 4,79 % und einem Eiweißgehalt von 3,2 % eine Milchleistung von 1.736 kg ECM ermolken. In der doch deutlich längeren Weidephase brachte man es mit einer durchschnittlichen täglichen Milchmenge von 21,61 kg und einem Fett- bzw. Eiweißgehalt von 4,48 bzw. 3,29 % auf eine Leistung von 4.315 kg ECM. Während in der Vorphase ein durchschnittlicher Harnstoffgehalt von 19 mg/100 ml gemessen wurde, lag er in der Weidephase bei durchschnittlich 36 mg/100 ml.

#### 3.1.4.1 Auswirkungen der unterschiedlichen Ergänzungsfütterung auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe in den einzelnen Fütterungsphasen

Untersucht man die Auswirkungen der unterschiedlichen Ergänzungsfütterung auf die Milchleistung in den einzelnen Phasen, so lassen sich trotz eines hohen Bestimmtheits-

maßes keine signifikanten Unterschiede feststellen. Die Milchleistung nach ECM unterscheidet sich in der Vorphase in den Gruppen Vollweide, Heu und Maissilage nur um 60 kg. In der Kraftfuttergruppe lag hingegen die Milchleistung mit 1.892 kg ECM um ca. 200 kg über jener der anderen Gruppen, obwohl bis zum 56. Laktationstag alle Versuchsgruppen gleich gefüttert wurden. Die Milchleistung in der Weidephase wiederum war in den Gruppen Vollweide, Mais und Kraftfutter auf einem ähnlichen Niveau, wobei sie in der Maisgruppe mit 4.659 kg ECM noch um 180 bzw. 260 kg höher lag als in der Vollweide- bzw. Kraftfuttergruppe. In der Heugruppe konnte hingegen nur eine Milchleistung von 3.715 kg ECM, das sind um rund 750 kg weniger als in der Kraftfutter- und Vollweidegruppe und um fast 950 kg weniger als in der Maisgruppe ermolken werden. In der Weidephase waren die Eiweißgehalte mit 3,36 bzw. 3,40 % in der Mais- und der Kraftfuttergruppe am höchsten, signifikant erhöht waren diese Werte jedoch nicht. Ähnlich ist es beim Harnstoffgehalt. Während in der Vorperiode alle 4 Gruppen ähnliche Harnstoffwerte zeigten (zwischen 17 mg/100 ml in der Kraftfuttergruppe und 20,5 mg/100 ml in der Heugruppe), unterschieden sich die Harnstoffwerte in der Weidephase stärker. So ging der durchschnittliche Harnstoffgehalt der Milch von der Vollweidegruppe mit 38,7 mg/100 ml, über 36,2 in der Heugruppe auf 34,5 in der Mais- und 32,8 in der Kraftfuttergruppe zurück.

#### 3.1.4.2 Auswirkungen der unterschiedlichen Abkalbetermine auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe in den einzelnen Fütterungsphasen

Die unterschiedlichen Abkalbzeiten schlugen sich deutlich auf die Milchleistungen in den einzelnen Phasen nieder. Je früher die Kühe abkalbten, desto höher war die Milchleistung in der Vorphase. Während die Vorphase unterschiedlich lange dauerte, war die Weidephase immer gleich

Tabelle 3b: Milchleistung und Tiergewichte in Abhängigkeit des Laktationsstadiums (Beginn)

|                      |           | Beginn |        |        |        | Jahr  | Gruppe | Statistik |       | Std   | R <sup>2</sup> |
|----------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-----------|-------|-------|----------------|
|                      |           | 1      | 2      | 3      | 4      |       |        | Beginn    |       |       |                |
| Tierzah              | n         | 8      | 8      | 8      | 8      |       |        |           |       |       |                |
| Laktationstag        | n         | 155    | 154    | 147    | 144    | 0,333 | 0,002  | 0,020     | 6     | 0,830 |                |
| Laktationszahl       | n         | 2,6    | 3,2    | 2,4    | 2,1    | 0,476 | 0,972  | 0,647     | 1,6   | 0,505 |                |
| Leistung/Periode     |           |        |        |        |        |       |        |           |       |       |                |
| Milchleistung        | kg        | 6.482  | 6.457  | 6.197  | 6.224  | 0,584 | 0,232  | 0,904     | 889   | 0,510 |                |
| Milchleistung ECM    | kg        | 6.734  | 6.830  | 6.329  | 6.739  | 0,709 | 0,041  | 0,771     | 877   | 0,635 |                |
| Fett                 | kg        | 290    | 299    | 270    | 294    | 0,693 | 0,037  | 0,730     | 43    | 0,664 |                |
| Eiweiß               | kg        | 209    | 209    | 195    | 213    | 0,935 | 0,014  | 0,650     | 25    | 0,634 |                |
| Laktose              | kg        | 304    | 296    | 292    | 295    | 0,510 | 0,130  | 0,951     | 38    | 0,559 |                |
| Leistung/Tag         |           |        |        |        |        |       |        |           |       |       |                |
| Milchleistung        | kg        | 21,0   | 21,0   | 21,2   | 21,6   | 0,751 | 0,827  | 0,985     | 2,7   | 0,479 |                |
| Milchleistung ECM    | kg        | 21,8   | 22,2   | 21,6   | 23,3   | 0,820 | 0,307  | 0,853     | 2,7   | 0,569 |                |
| Fett                 | %         | 4,44   | 4,63   | 4,34   | 4,73   | 0,549 | 0,050  | 0,488     | 0,34  | 0,690 |                |
| Eiweiß               | %         | 3,24   | 3,24   | 3,16   | 3,42   | 0,492 | 0,307  | 0,608     | 0,28  | 0,372 |                |
| Laktose              | %         | 4,69   | 4,59   | 4,73   | 4,74   | 0,743 | 0,438  | 0,331     | 0,15  | 0,435 |                |
| Zellzahl             | x 1.000   | 181    | 199    | 169    | 166    | 0,883 | 0,527  | 0,969     | 133   | 0,376 |                |
| Harnstoff            | mg/100 ml | 30,2   | 31,7   | 29,7   | 27,8   | 0,134 | 0,284  | 0,492     | 4,3   | 0,622 |                |
| Erhaltung            |           |        |        |        |        |       |        |           |       |       |                |
| Lebendgewicht        | kg        | 596    | 589    | 611    | 623    | 0,788 | 0,759  | 0,780     | 60    | 0,411 |                |
| Tageszunahmen Mittel | g/Tag     | 60,3   | -101,9 | -48,3  | -43,8  | 0,585 | 0,664  | 0,522     | 199,3 | 0,465 |                |
| Gewichtszunahme      | g/Tag     | 279,6  | 224,4  | 269,6  | 226,0  | 0,866 | 0,427  | 0,877     | 118,6 | 0,386 |                |
| Gewichtsabnahme      | g/Tag     | -219,4 | -326,3 | -317,9 | -269,8 | 0,155 | 0,437  | 0,344     | 126,4 | 0,595 |                |

Tabelle 4a: Einfluss der Ergänzungsfütterung (Gruppe) auf Milchleistung und Gewichtsentwicklung in Vor- und Weidephase

|                            |           | Phase  |          | Vollweide | Vorphase Gruppe |            |        | Vollweide | Weidephase Gruppe |            |        |
|----------------------------|-----------|--------|----------|-----------|-----------------|------------|--------|-----------|-------------------|------------|--------|
|                            |           | Vorph. | Weideph. |           | Heu             | Maissilage | KF     |           | Heu               | Maissilage | KF     |
| Tierzahl                   | n         | 32     | 32       | 8         | 8               | 8          | 8      | 8         | 8                 | 8          | 8      |
| Leistung/Periode           |           |        |          |           |                 |            |        |           |                   |            |        |
| Milchleistung              | kg        | 1.630  | 4.135    | 1.503     | 1.645           | 1.564      | 1.807  | 4.266     | 3.708             | 4.335      | 4.230  |
| Milchleistung ECM          | kg        | 1.736  | 4.315    | 1.694     | 1.648           | 1.708      | 1.892  | 4.480     | 3.715             | 4.659      | 4.407  |
| Leistung/Tag               |           |        |          |           |                 |            |        |           |                   |            |        |
| Milchleistung              | kg        | 26,7   | 21,6     | 27,3      | 26,6            | 26,2       | 26,5   | 21,8      | 20,3              | 22,4       | 22,0   |
| Milchleistung ECM          | kg        | 28,6   | 22,6     | 30,3      | 27,1            | 28,9       | 28,3   | 22,9      | 20,3              | 24,2       | 22,9   |
| Fett                       | %         | 4,79   | 4,48     | 5,03      | 4,41            | 4,92       | 4,79   | 4,59      | 4,22              | 4,73       | 4,40   |
| Eiweiß                     | %         | 3,20   | 3,29     | 3,27      | 3,07            | 3,25       | 3,23   | 3,29      | 3,12              | 3,36       | 3,40   |
| Laktose                    | %         | 4,78   | 4,66     | 4,75      | 4,76            | 4,86       | 4,74   | 4,60      | 4,63              | 4,73       | 4,67   |
| Zellzahl                   | x 1.000   | 199    | 187      | 233       | 250             | 159        | 152    | 243       | 203               | 173        | 129    |
| Harnstoff                  | mg/100 ml | 19,4   | 35,6     | 19,5      | 20,6            | 20,4       | 17,0   | 38,7      | 36,2              | 34,5       | 32,8   |
| Erhaltung                  |           |        |          |           |                 |            |        |           |                   |            |        |
| Lebendgewicht              | kg        | 627    | 590      | 655       | 625             | 617        | 612    | 608       | 577               | 584        | 592    |
| Tageszunahmen Mittel       | g/Tag     | -875,9 | 77,7     | -1031,5   | -859,8          | -885,4     | -727,1 | 129,1     | 16,4              | 72,2       | 93,1   |
| Gewichtszunahme            | g/Tag     | 31,1   | 253,2    | -4,3      | 33,7            | 34,3       | 60,7   | 282,3     | 248,5             | 205,3      | 276,6  |
| Gewichtsabnahme            | g/Tag     | -907,0 | -175,5   | -1027,2   | -893,4          | -919,7     | -787,8 | -153,2    | -232,1            | -133,1     | -183,5 |
| Leistungsverteilung Phasen |           |        |          |           |                 |            |        |           |                   |            |        |
| Milchleistung              | %         | 25,8   | 65,5     | 23,9      | 29,1            | 24,3       | 25,9   | 67,0      | 64,6              | 66,0       | 64,3   |
| Milchleistung ECM          | %         | 26,1   | 65,1     | 24,4      | 29,3            | 24,6       | 26,1   | 66,5      | 64,3              | 65,7       | 63,9   |
| Fett                       | %         | 26,7   | 64,6     | 25,1      | 29,9            | 25,1       | 26,7   | 66,1      | 63,9              | 65,3       | 63,1   |
| Eiweiß                     | %         | 24,9   | 65,8     | 23,2      | 28,3            | 23,5       | 24,7   | 67,0      | 64,7              | 66,3       | 65,0   |
| Laktose                    | %         | 26,4   | 65,2     | 24,6      | 29,7            | 24,7       | 26,4   | 66,8      | 64,2              | 65,8       | 64,2   |

lang, d. h. die geringere Milchmenge in der Weidephase war eine Folge der niedrigeren Tagesmilchleistung in den Beginngruppen 3 und 4. So konnten von den Tieren der Beginngruppe 1 mit einer durchschnittlichen Milchmenge von 26,3 kg ECM fast 5.000 kg! (4.928 kg) ECM während der Weidephase ermilchen werden, während die Tiere der Beginngruppe 4 mit einer durchschnittlichen Milchmenge von 19,5 kg ECM nur eine um 1.200 kg ECM (3.747 kg) niedrigere Weidemilchleistung erbrachten. Dafür zeichneten sich die Tiere der Beginngruppen 3 und 4 durch höhere Eiweißgehalte der Milch aus (Tabelle 4b).

### 3.1.5 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe im Verlauf der Weidesaison

Trotz augenscheinlicher Unterschiede zwischen den Gruppen konnten, mit Ausnahme des Eiweißgehaltes (allerdings nur mit einem Bestimmtheitsmaß von 49 %), keine signifikanten Werte gefunden werden, allerdings lassen sich doch gewisse Tendenzen herauslesen.

#### 3.1.5.1 Milchleistung im Verlauf der Weidesaison

Die tägliche Milchleistung nach ECM lag in den Gruppen Vollweide, Mais und Kraftfutter auf einem ähnlichen Niveau, während die Heugruppe während der gesamten Weidezeit deutlich darunter lag. In Abbildung 3 sind die Laktationskurven der einzelnen Gruppen dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass am Beginn der Weidezeit die Milchleistungen über 30 kg ECM lagen und sich gegen Ende um rund 15 kg ECM einpendelten.

#### 3.1.5.2 Fettgehalt im Verlauf der Weidesaison

Abbildung 4 zeigt die relativ großen Schwankungen beim Fettgehalt und zwar in allen Gruppen. Am konstantesten zeigte sich der Fettgehalt in der Vollweidegruppe, der

abgesehen von einem Abfall um ca. 0,5 % rund um den 40. Weidetag, in weiterer Folge durchgehend auf dem gleichen Niveau blieb. Dieser Abfall war in allen Gruppen zu beobachten und dürfte mit der Stoffwechselsituation aber auch der Strukturversorgung der Kühe zusammen hängen. Während die Fettgehalte der Heu- und der Kraftfuttergruppe mehr oder weniger parallel auf dem gleichen Niveau verliefen, war der durchschnittliche Fettgehalt in der Maisgruppe immer am höchsten.

#### 3.1.5.3 Eiweißgehalt im Verlauf der Weidesaison

Abbildung 5 zeigt, dass die Eiweißgehalte nicht so starken Schwankungen unterlagen wie die Fettgehalte. Die Kurven laufen mehr oder weniger parallel, wobei die Eiweißwerte der Kraftfuttergruppe am höchsten lagen. Auch die Maisgruppe konnte im Verlauf der Weidesaison durchaus akzeptable Werte rund um 3,3 % Eiweiß vorweisen und nur knapp dahinter lag erstaunlicherweise die Vollweidegruppe. Deutlich unter den Verlaufskurven der anderen Gruppen lag die Heugruppe, die über weite Bereiche kaum Werte über 3 % Eiweiß vorweisen konnte.

#### 3.1.5.4 Fett/Eiweiß-Quotient im Verlauf der Weidesaison

Die Fett/Eiweiß-Quotienten in Abbildung 6 liegen weitgehend zwischen 1,2 und 1,5, also im Normbereich. In allen Gruppen leicht erhöht sind die Fett/Eiweiß-Quotienten zu Weidebeginn. Hier waren auch teilweise Werte über 1,5, das sind Werte, die eine stärkere Stoffwechselbelastung anzeigen, zu beobachten. Nicht unerwähnt sollte man die eher niedrigen Fett/Eiweiß-Quotienten der Kraftfuttergruppe lassen. Die Werte lagen im Durchschnitt doch deutlich unter jenen der anderen Gruppen, gelegentlich sogar unter einem Wert von 1,2.

Tabelle 4b: Einfluss des Abkalbetermines (Beginn) auf Milchleistung und Gewichtsentwicklung in Vor- und Weidephase

|                        | n       | Vorphase<br>Beginn |        |        |        | Weidephase<br>Beginn |        |        |       | Phase | Phase x<br>Gruppe | Phase x<br>Beginn | STD   | R <sup>2</sup> |
|------------------------|---------|--------------------|--------|--------|--------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-------------------|-------------------|-------|----------------|
|                        |         | 1                  | 2      | 3      | 4      | 1                    | 2      | 3      | 4     |       |                   |                   |       |                |
| Tierzahl               | 8       | 8                  | 8      | 8      | 8      | 8                    | 8      | 8      | 8     |       |                   |                   |       |                |
| Leistung/Periode       |         |                    |        |        |        |                      |        |        |       |       |                   |                   |       |                |
| Milchleistung          | 598     | 1.284              | 1.916  | 2.721  | 4.748  | 4.430                | 3.845  | 3.517  | 0,000 | 0,261 | 0,000             | 553               | 0,890 |                |
| Milchleistung ECM      | 630     | 1.409              | 1.935  | 2.969  | 4.928  | 4.623                | 3.963  | 3.747  | 0,000 | 0,188 | 0,000             | 577               | 0,889 |                |
| Leistung/Tag           |         |                    |        |        |        |                      |        |        |       |       |                   |                   |       |                |
| Milchleistung          | 21,2    | 29,2               | 27,7   | 28,6   | 25,1   | 22,5                 | 20,2   | 18,6   | 0,000 | 0,880 | 0,002             | 4,5               | 0,511 |                |
| Milchleistung ECM      | 23,0    | 32,2               | 28,4   | 30,9   | 26,3   | 23,2                 | 21,2   | 19,5   | 0,000 | 0,889 | 0,005             | 5,1               | 0,540 |                |
| Fett                   | 4,94    | 4,96               | 4,45   | 4,80   | 4,48   | 4,45                 | 4,46   | 4,54   | 0,037 | 0,886 | 0,549             | 0,54              | 0,378 |                |
| Eiweiß                 | 3,35    | 3,19               | 3,02   | 3,25   | 3,26   | 3,19                 | 3,31   | 3,41   | 0,163 | 0,823 | 0,183             | 0,24              | 0,355 |                |
| Laktose                | 4,73    | 4,68               | 4,83   | 4,86   | 4,70   | 4,62                 | 4,64   | 4,68   | 0,004 | 0,865 | 0,320             | 0,14              | 0,389 |                |
| Zellzahl<br>x 1.000    | 352     | 152                | 176    | 115    | 165    | 204                  | 185    | 194    | 0,763 | 0,934 | 0,128             | 146               | 0,237 |                |
| Harnstoff<br>mg/100 ml | 19,5    | 20,0               | 20,0   | 18,1   | 34,6   | 36,2                 | 36,9   | 34,7   | 0,000 | 0,667 | 0,981             | 5,7               | 0,758 |                |
| Erhaltung              |         |                    |        |        |        |                      |        |        |       |       |                   |                   |       |                |
| Lebendgewicht          | 606     | 619                | 628    | 656    | 582    | 574                  | 598    | 608    | 0,026 | 0,908 | 0,949             | 61                | 0,259 |                |
| Tageszunahmen          | -1036,2 | -1252,6            | -624,6 | -590,2 | 64,6   | -27,0                | 191,2  | 82,0   | 0,000 | 0,624 | 0,165             | 373,0             | 0,718 |                |
| Gewichtszunahme        | 15,2    | -0,3               | 68,8   | 40,8   | 220,8  | 189,2                | 320,4  | 282,2  | 0,000 | 0,547 | 0,840             | 108,9             | 0,629 |                |
| Gewichtsabnahme        | -1051,4 | -1252,3            | -693,4 | -631,0 | -156,2 | -216,2               | -129,3 | -200,2 | 0,000 | 0,690 | 0,056             | 334,6             | 0,662 |                |
| Leistungsverteilung    |         |                    |        |        |        |                      |        |        |       |       |                   |                   |       |                |
| Phasen                 |         |                    |        |        |        |                      |        |        |       |       |                   |                   |       |                |
| Milchleistung          | 8,9     | 19,1               | 32,4   | 42,8   | 75,4   | 68,0                 | 63,9   | 54,6   | 0,000 | 0,202 | 0,000             | 5,2               | 0,957 |                |
| Milchleistung ECM      | 9,0     | 20,1               | 32,0   | 43,3   | 74,9   | 67,0                 | 64,3   | 54,2   | 0,000 | 0,263 | 0,000             | 5,4               | 0,952 |                |
| Fett                   | 9,3     | 21,0               | 32,4   | 44,1   | 74,8   | 66,3                 | 64,1   | 53,4   | 0,000 | 0,314 | 0,000             | 5,7               | 0,945 |                |
| Eiweiß                 | 8,6     | 19,1               | 30,3   | 41,7   | 74,5   | 67,3                 | 65,4   | 55,8   | 0,000 | 0,230 | 0,000             | 5,2               | 0,958 |                |
| Laktose                | 8,9     | 19,4               | 33,3   | 43,8   | 75,9   | 68,3                 | 63,0   | 53,7   | 0,000 | 0,224 | 0,000             | 5,5               | 0,951 |                |

### 3.1.5.5 Harnstoffgehalt im Verlauf der Weidesaison

Die Proteinuberversorgung und damit die teilweise sehr hohen Harnstoffwerte auf der Weide waren einer der Hauptgründe, diesen Versuch durchzuführen. Obwohl keine signifikanten Werte gefunden werden konnten, dürften sich doch gewisse Trends abzeichnen. So treten bei Vollweide Harnstoffwerte auf, die zwischen 50 bis 70 mg/100 ml liegen, wobei in unserem Versuch der durchschnittliche Spitzenwert bei etwa 55! mg (Einzelwerte waren deutlich darüber) lag. Die Zufütterung von Heu brachte eine leichte Reduktion dieses Wertes, deutlicher konnten die Werte durch die Beifütterung von Maissilage bzw. Kraftfutter gesenkt werden. Allerdings lagen auch bei der Ergänzungsfütterung mit Kraftfutter (durchschnittlich 3,5 kg FM/ Tag) die Werte noch bei ca. 40 mg/100 ml, also doch noch deutlich über dem Grenzwert von 30 mg/100 ml (Abbildung 7).

### 3.1.7 Einfluss der unterschiedlichen Ergänzungsfütterung auf das Fettsäuremuster der Milch

Im Rahmen des vorliegenden Projektes sollten auch die Auswirkungen der unterschiedlichen Erganzungsfuttermittel auf das Fettsäuremuster der Milch ermittelt werden. Geplant war die Untersuchung von Proben aus jeweils vier Terminen jedes Versuchsjahres. Leider musste aus Kostengründen (die Proben wurden von Dr. Daniel Weiß am Wissenschaftszentrum Weihenstephan untersucht) die Anzahl der Proben reduziert werden und so wurden jeweils nur die Proben des August-Termines der drei Versuchsjahre ausgewertet (Tabelle 5).

Die Auswirkungen der unterschiedlichen Ergänzungsfütterung auf das Fettsäuremuster werden in der Tabelle 5 und in den Abbildungen 8 bis 10 dargestellt. Wie zu erwarten sind die Unterschiede zwischen den vier Weidegruppen relativ gering, es konnten nur tendenzielle Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Abbildung 8 zeigt, dass sich der Anteil der gesättigten Fettsäuren ausgehend von der Vollweidegruppe bis hin zur Kraftfuttergruppe tendenziell leicht erhöht. Im Gegensatz dazu nimmt der Anteil der ungesättigten – und zwar der einfach und mehrfach ungesättigten – Fettsäuren ab. Der Gehalt der ungesättigten Fettsäuren ist in der Vollweidegruppe tendenziell am höchsten.

Etwas deutlicher wird der Unterschied beim Anteil der CLAs, dem Omega-3 – und Omega-6-Fettsäuregehalt sowie beim Verhältnis Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren. Während die CLA-Gehalte der Vollweide-, Heu- und Kraftfuttergruppe auf einem ähnlich hohen Niveau waren, wurde in der Maisgruppe ein

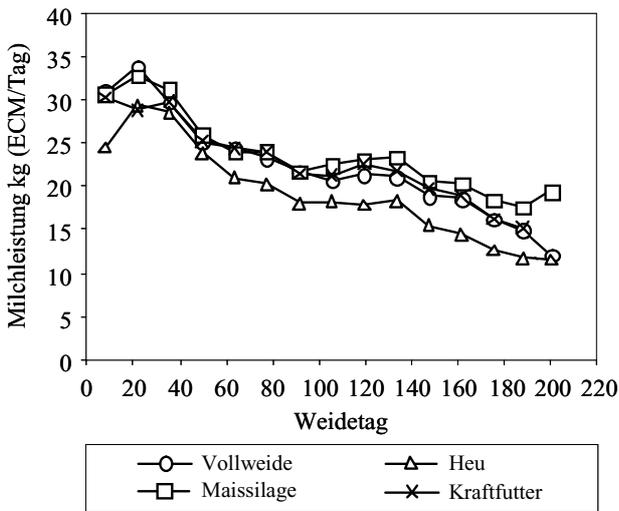


Abbildung 3: Milchleistung (kg ECM) im Verlauf der Weidesaison

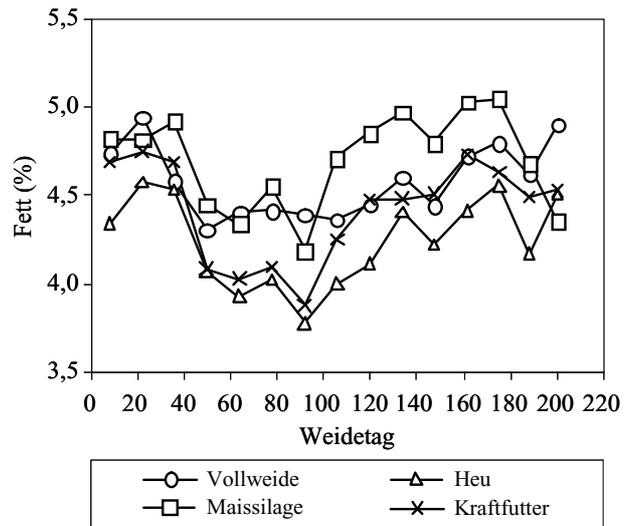


Abbildung 4: Fettgehalt der Milch im Verlauf der Weidesaison

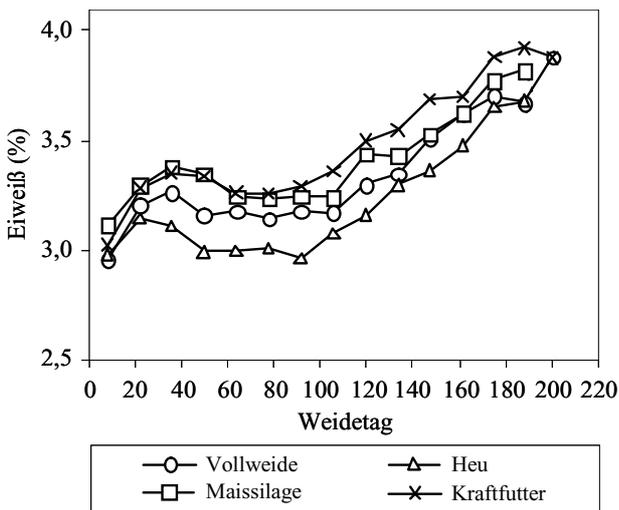


Abbildung 5: Eiweißgehalt der Milch im Verlauf der Weidesaison

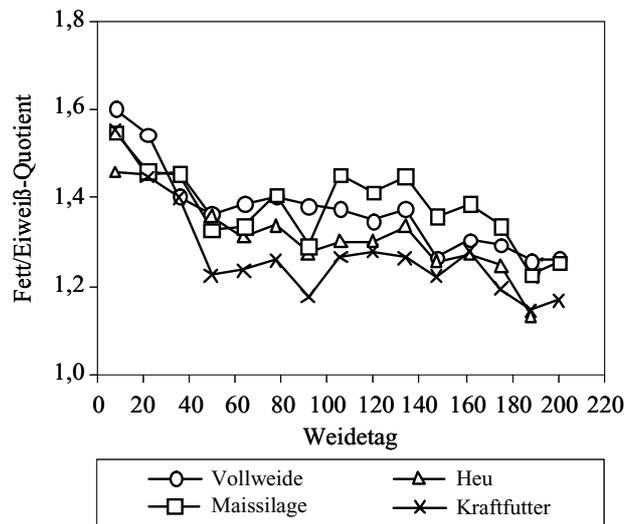


Abbildung 6: Fett/Eiweiß-Quotient (FEQ) im Verlauf der Weidesaison

um ca. 25 % niedrigerer Wert festgestellt. Die Omega-3-Fettsuregehalte der Vollweide- bzw. Heugruppe lagen um ca. 20 bzw. fast 40 % höher als in der Mais- bzw. Kraftfuttergruppe. Die Omega-6-Fettsuregehalte waren in allen Gruppen auf einem ähnlichen Niveau, lediglich die Maisgruppe zeigte einen um ca. 10 % niedrigeren Wert. Daraus resultieren ähnliche Omega-6:Omega-3-Fettsäuren-Verhältnisse in den Gruppen Vollweide, Mais und Kraftfutter, wobei alle Werte deutlich unter der Grenze von 5:1 lagen. Den deutlich niedrigsten Wert wies die Heugruppe mit einem Verhältnis von 1,14:1 auf (Abbildung 9).

Für die menschliche Ernährung entscheidend ist vor allem der Gehalt an „echten“ Omega-3-Fettsäuren (EPA, DHA). In Abbildung 10 werden deshalb die Omega-3-Fettsäuren aufgeschlüsselt. Hier zeigt sich deutlich, dass mit steigendem Kraftfutter- und Silomaisanteil sowohl der Anteil an ALA als auch an echten Omega-3-Fettsäuren zurückgeht. Wiederum besonderes gut schnitt auch hier die Heugruppe

ab. Die Milch dieser Gruppe enthielt sowohl den höchsten Gehalt an alpha-Linolensäure als auch an EPA u. DHA. Beide Werte lagen um ca. 30 % über jenen der Kraftfutter- und Maisgruppe.

### 3.2 Lebendmasse und Gewichtsentwicklung

Bei der Entwicklung der Lebendmassen und den Tagesab- bzw. -zunahmen konnten mit Ausnahme der Werte in den einzelnen Phasen keine statistisch gesicherten Unterschiede ermittelt werden (Tabellen 3a und 3b). Insgesamt entsprachen die Tiere mit durchschnittlich 605 kg den Anforderungen, die man an Weidekuhe stellt – sie waren eher kleiner und leichter. Während der Versuchsperiode verloren die Tiere durchschnittlich täglich 33 g an Gewicht. Umgerechnet auf die Laktation bedeutet das, dass sie zu Versuchsende um etwa 10 kg leichter waren als zu Beginn des Versuches. Allerdings unterschieden sich die einzelnen Jahre. Während 2005 die Tiere im Schnitt 117 g/Tag abnahmen (ca. 35 kg

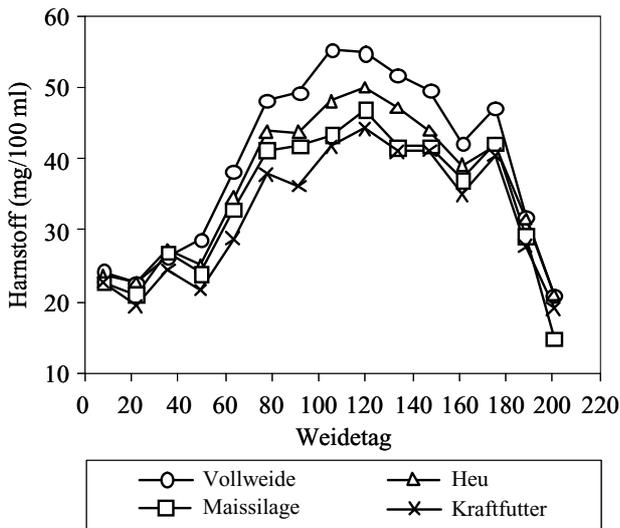


Abbildung 7: Harnstoffgehalt im Verlauf der Weidesaison

Tabelle 5: Auswirkungen der unterschiedlichen Ergänzungsfütterung auf das Fettsäuremuster der Milch

|                                 | Vollweide | Heu   | Maissilage | KF    |
|---------------------------------|-----------|-------|------------|-------|
| Gesatigte Fettsäuren (SFA)    | 63,24     | 64,50 | 66,32      | 65,06 |
| Einfach ungesatigte FS (MUFA)  | 27,03     | 25,78 | 25,52      | 26,06 |
| Mehrfach ungesatigte FS (PUFA) | 5,64      | 5,46  | 4,54       | 5,14  |
| Summe ungesatigte FS           | 32,67     | 31,24 | 30,07      | 31,20 |
| trans-Fettsäuren               | 4,74      | 4,36  | 4,22       | 4,45  |
| Essentielle Fettsäuren         | 2,47      | 2,55  | 2,13       | 2,19  |
| Konjugierte Linolsäuren (CLA)  | 2,70      | 2,46  | 1,98       | 2,51  |
| Summe n3                        | 1,17      | 1,37  | 1,01       | 0,98  |
| Summe n6                        | 1,66      | 1,56  | 1,45       | 1,54  |
| Verhältnis n6/n3               | 1,45      | 1,14  | 1,46       | 1,59  |
| alpha-Linolensäure             | 1,059     | 1,177 | 0,913      | 0,862 |
| Summe Omega-3-FS                | 0,212     | 0,254 | 0,181      | 0,183 |
| Eicosapentaenoic                | 0,081     | 0,097 | 0,077      | 0,072 |
| Docosahexaenoic                 | 0,131     | 0,157 | 0,104      | 0,111 |

Lebendgewicht weniger zu Versuchsende), erreichten sie 2007 wieder annähernd ihr Anfangsgewicht (- 2 g/Tag) bzw. legten im Jahr 2006 um ca. 6 kg zu (ca. 19 g/Tag).

Die Tabellen 3a und 3b bzw. die Abbildungen 11 und 12 zeigen die Auswirkungen der unterschiedlichen Ergänzungsfütterung auf die Lebendgewichtsentwicklung. Während die Tiere in den Gruppen Mais und Kraftfutter täglich um etwas mehr als 40 g abnahmen (ungefähr 12 kg weniger zu Versuchsende), legten die Tiere in der Vollweidegruppe im Mittel genau um etwa diesen Wert zu. In der Heugruppe verloren die Tiere während des Versuchszeitraumes im Schnitt etwa 80 g/Tag, also ungefähr 24 kg. Auffallend ist der etwas flachere Gewichtsverlauf in der Maissilagegruppe, die Tiere nahmen am Beginn durchschnittlich weniger ab (- 242 g/Tag) aber am Ende dafür auch weniger rasch zu (+ 194 g/Tag) als die Tiere der anderen Gruppen.

Die Tiere der Kraftfuttergruppe speckten in der Vorphase im Mittel am wenigsten ab (Tabelle 4a). Die Abnahmen in den anderen Gruppen lagen auf einem ähnlichen Niveau, wobei sie in der Vollweidegruppe mit 1.031 g/Tag am höchsten waren. Allerdings kompensierten das die Tiere der Vollweidegruppe in der Weidephase, wo sie im Mittel um 129 g/Tag wieder zunahmten und dadurch am Ende ein höheres Gewicht als zu

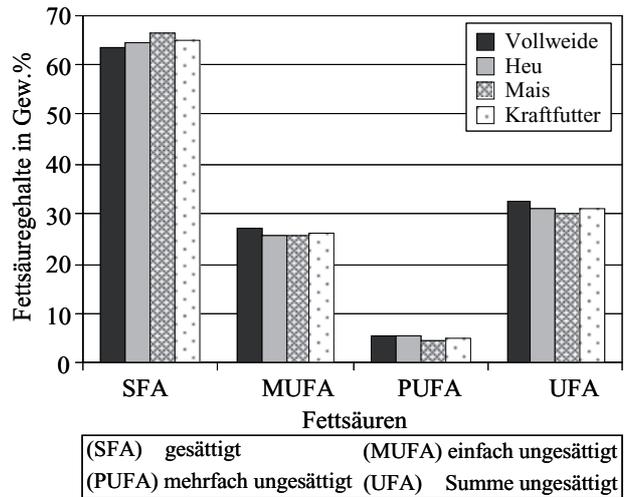


Abbildung 8: Anteil der gesatigten und ungesatigten Fettsäuren am Gesamtfettgehalt der Milch

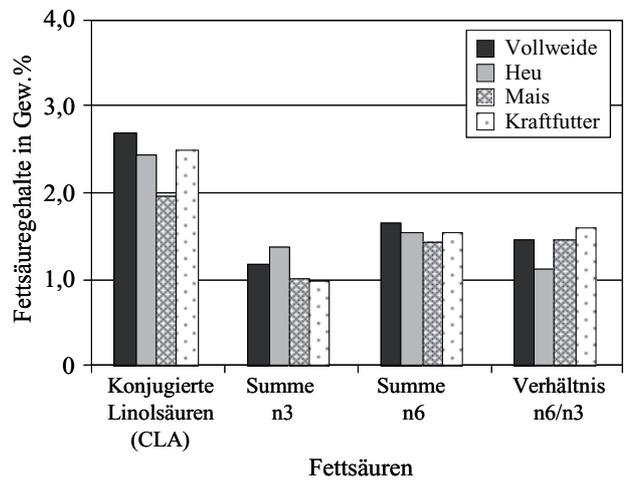


Abbildung 9: Anteil von CLAs, Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren am Gesamtfettgehalt der Milch

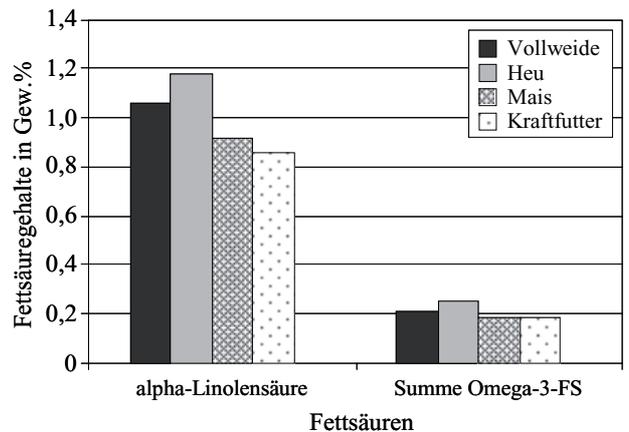


Abbildung 10: Anteil der alpha-Linolensäure und der echten Omega-3-Fettsäuren (DHA u. EPA) am Gesamtfettgehalt der Milch

Versuchsbeginn aufwiesen. Zum Unterschied zu den anderen Gruppen (Maissilagegruppe 72 g, Kraftfuttergruppe 93 g) legten die Tiere der Heugruppe in der Weidephase kaum zu (16 g/Tag).

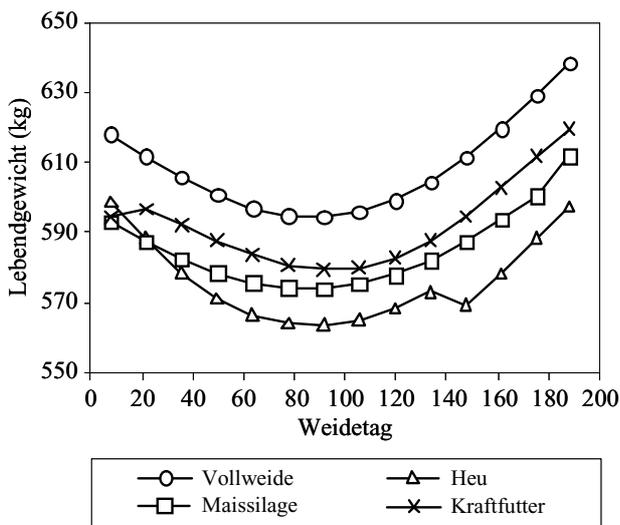


Abbildung 11: Lebendgewicht im Verlauf der Weidesaison

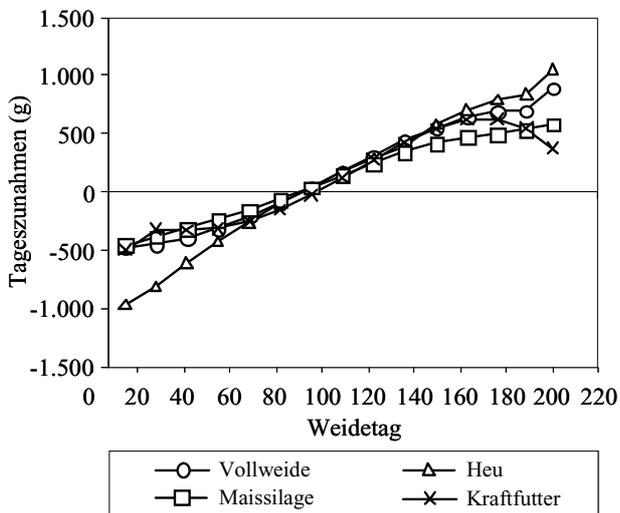


Abbildung 12: Tageszunahmen im Verlauf der Weidesaison

Bei den unterschiedlichen Beginnzeiten konnte die Beginngruppe 1 als einzige der 4 Beginngruppen einen Gewichtszuwachs (+ 60 g/Tag = ca. 18 kg Gewichtszuwachs) während der Versuchsperiode erzielen. Deutlich nahmen die Tiere in Gruppe 2 (- 102 g/Tag) ab, während die Tiere der Beginngruppen 3 und 4 mit 48 bzw. 44 g auf einem ähnlichen Niveau (Tabelle 3b) lagen. Allerdings zeigte eine Aufspaltung in Vor- (Stall-)phase und Weidephase, eine starke Auswirkung der unterschiedlichen Abkalbeterminen auf die Gewichtsentwicklung in den einzelnen Phasen (Tabelle 4b). Während die Tiere der Beginngruppen 3 und 4, also jener Gruppen, in denen die Tiere früher abkalbten, nur einen Gewichtsverlust von rund 600 g/Tag zeigten, waren die Abnahmen in der Vorphase in den Gruppen 1 und 2 mit 1.036 g bzw. 1.253 g fast doppelt so hoch. Die Zunahmen in der Weidephase streuten stark. So gab es in der Beginngruppe 2 sogar in der Weidephase im Durchschnitt noch einen Gewichtsverlust (- 27 g/Tag), während die Tiere der Beginngruppen 1 und 4 im Schnitt leicht zunahmen (65 g bzw. 82 g/Tag) und die Tiere der Beginngruppe 3 deutlich stärker zulegten (191 g/Tag).

## 4. Diskussion

Obwohl ökonomische Berechnungen zeigen, dass bei Weidehaltung die Futterkosten im Vergleich zur Vorlage von konserviertem Futter verringert werden können (GREIMEL, 1999), ist in Mitteleuropa ein Rückgang der Weidehaltung bzw. der Umstieg auf Halbtags- bzw. Stundenweide bei Milchkühen zu beobachten. Laut KL-OVER und MULLER (1998) sind mit Ganztagsweide keine hohen Einzeltierleistungen möglich. Ursachen dafür dürften sowohl die begrenzte Nährstoffdichte, die jahreszeitlichen Schwankungen der Nährstoffkonzentration und die Schwierigkeit einer gezielten Beifütterung als auch die physikalischen und physiologischen Grenzen in der Weidefuturaufnahme und die klimatisch bedingten Futteraufnahmeschwankungen sein (MAYNE und PEYRAUD, 1996, UNGAR, 1996, ZEILER, 2000).

Im vorliegenden Versuch konnte in der Vollweidegruppe mit einer Kraftfuttermenge von rund 600 kg Frischmasse (verabreicht bis zum 120. Laktationstag) eine Milchleistung von 6.778 kg ECM ermolken werden. Die Beifütterung von Maissilage während der Weidezeit erhöhte die Milchleistung auf 7.089 kg ECM und die Beifütterung von Kraftfutter (600 kg FM) während der Weidezeit brachte eine Milchleistung von 6.966 kg ECM. Eine Ergänzungsfütterung mit Heu führte zu einem Rückgang der Milchleistung auf 5.798 kg ECM. Diese Werte waren signifikant und decken sich gut mit den Berechnungen der INRA (1989), die ergaben, dass aus Grünfutter bzw. Weide Milchleistungen bis zu 6.000 kg ermolken werden können.

Das volle Potential der Weide wird sichtbar, wenn man sich die Milchmenge in den einzelnen Phasen ansieht. Die Milchleistungen nach ECM in der Vorphase unterschieden sich mit Ausnahme der Kraftfuttergruppe kaum (nur ca. 60 kg ECM), die Tiere wurden laut Plan bis zum 56. Laktationstag auch gleich gefüttert. In der Kraftfuttergruppe lag die Milchleistung mit 1.892 kg ECM um ca. 200 kg über jener der anderen Gruppen. Die Ursache dürfte in den unterschiedlichen Abkalbeterminen liegen. Da ein Teil der Kühe bereits Anfang Jänner abkalbte und damit erst nach dem 100. Laktationstag auf die Weide kam, war die Kraftfuttermenge in dieser Gruppe ab dem 56. Laktationstag höher und dies führte zur Erhöhung der Milchleistung in der Vor- (Stall-)periode. In den anderen Gruppen wurde die Kraftfuttererganzung nämlich bereits ab dem 56. Laktationstag reduziert und mit dem 120. Tag überhaupt eingestellt.

Die Milchleistung in der Weidephase spiegelt das wahre Potential der Weide wieder. In rund 200 Weidetagen (204 im Jahr 2005 und 193 in den Jahren 2006 und 2007) konnten in der Vollweidegruppe 4.480 kg ECM ermolken werden, das entspricht einer täglichen Milchleistung von mehr als 22 kg ECM. Durch die Beifütterung von Silomais während der Weidezeit konnte die Milchmenge um 180 kg ECM erhöhet werden, während die Beifütterung von Kraftfutter einen negativen Effekt auf die Milchleistung (-75 kg ECM) hatte und die Beifütterung von Heu die Milchmenge in der Weidezeit um mehr als 750 kg ECM reduzierte. Erwähnenswert ist, dass die durchschnittliche Milchmenge während der Weidephase in allen 4 Gruppen über 20 kg ECM lag.

Diese Ergebnisse decken sich mit den Beobachtungen einer Schweizer Untersuchung (MÜNGER, 2007). Darin wird behauptet, dass die Effizienz der Ergänzungsfütterung sehr stark vom Grasangebot (Futterquantität und -qualität), vom Versorgungsniveau der Tiere aber auch von der Eigenschaften des Ergänzungsfutters (Nährstoffdichte und Nährstoffzusammensetzung) abhängt.

In unserem Fall führte die Zufütterung von Heu in der Weidephase sowohl zu einem Rückgang der Milchmenge, als auch zu einem niedrigeren Eiweißgehalt (3,10% gegenüber 3,28 % bei Vollweide) der Milch. Beides sind Indizien für eine schlechtere Energieversorgung dieser Gruppe. Auch die Lebendgewichtskurve der Heugruppe zeigt eine deutlichere Gewichtsreduktion als die der anderen Gruppen. Die Tiere dieser Gruppe konnten in der Weidephase im Schnitt nur um 16 g/Tag zulegen, während die Tiere der anderen Gruppen zwischen 72 und 129 g/Tag zunahmen. Auch die durchschnittliche Gewichtsabnahme war höher, am Beginn der Weidezeit nahmen die Tiere dieser Gruppe bis zu einem Kilogramm pro Tag ab. Durch die Beifütterung von Heu wird vermutlich mehr Weidefutter verdrängt als Heu zusätzlich aufgenommen wird und durch den zusätzlich niedrigeren Energiegehalt des Heus (ca. 5,7 MJ NEL gegenüber ca. 6,5 MJ NEL) führt dies neben der niedrigeren Gesamtfutteraufnahme auch zu einer niedrigeren Energiekonzentration der Ration und damit verbunden zu einer stärkeren Stoffwechselbelastung der Kühe. Klarheit wird möglicherweise die Auswertung der Blutproben bringen.

MÜNGER führt als Faustregel für den Einsatz von Kraftfutter eine Milchleistungssteigerung von 1 kg Milch pro kg Kraftfutter an, wobei er durchaus eine große Variationsbreite einräumt. In unserem Versuch konnte durch den Einsatz von Kraftfutter auch durch sehr gutes Fütterungsmanagement die Milchleistung nicht bzw. nur geringfügig gesteigert werden. Der Einsatz von 600 kg zusätzlichem Kraftfutter brachte lediglich eine Erhöhung der Laktationsleistung um ca. 200 kg ECM gegenüber der Vollweidegruppe. Wie allerdings bereits oben angeführt, stammen diese 200 kg zusätzliche Milch nicht aus der Weide-, sondern aus der Vor- (Stall-)phase. Während der Weidephase konnte die Milchleistung durch zusätzliches Kraftfutter nicht gesteigert werden. In der Vor-(Stall-)phase wurde als Grundfutter Heu (4 kg T), Maissilage (3,5 kg T) und Grassilage (ad libitum) eingesetzt. Die höhere Kraftfutterergänzung ab dem 56. Laktationstag führte zu einer relativ geringen Grundfuttermverdrängung, die Energiekonzentration der Ration stieg und das führte zu einer leichten Erhöhung der Milchmenge. Während der Weidephase wurde aber durch den Einsatz von zusätzlichem Kraftfutter hoch energetisches Weidefutter verdrängt und zwar vermutlich mehr, als zusätzliches Kraftfutter eingesetzt wurde. Dies führte dazu, dass während der Weidephase durch den Einsatz von Kraftfutter die Milchmenge nicht erhöht werden konnte. Auch MÜNGER konnte in einigen Fällen durch eine höhere Kraftfuttergabe keine Erhöhung der Milchmenge feststellen, während er in anderen Versuchen durchaus eine Milchleistungssteigerung notieren konnte. Er behauptet, dass bei gutem Grasangebot die Produktionsreaktion der Kuh auf zusätzliches Kraftfutter abnimmt und das dürfte auch im vorliegenden Projekt der Fall gewesen sein. Ein weiterer Grund für den geringen

Kraftfuttereffekt dürfte in latent aufgetretenen Acidosen zu suchen sein. Es ist bekannt, dass zusätzliches Kraftfutter in Kombination mit jungem, zuckerreichem Weidefutter sehr leicht diese Erkrankung hervorrufen kann. Bei der Untersuchung des Pansensaftes von pansenfistulierten Ochsen, die parallel zu den Kühen in den einzelnen Versuchsgruppen gehalten wurden, konnten allerdings keine großen Unterschiede im pH-Wert festgestellt werden. Da jedoch mittlerweile die Untersuchungsmethoden verfeinert wurden (elektronischer Pansensensoren), sollten weitere Untersuchungen vorgenommen werden. Unterstützt wird die oben aufgestellte Behauptung durch die niedrigsten Fett/Eiweiß-Quotienten in der Kraftfuttergruppe. Im Verlauf der Weidesaison wurden dabei Durchschnittswerte ermittelt, die teilweise unter 1,2 lagen und FEQs unter 1,1 bis 1,2 können als Indikatoren für latente Pansenacidosen gewertet werden.

Die Zufütterung von Maissilage brachte eine Erhöhung der Milchmenge nach ECM um ca. 300 kg, wobei diese Erhöhung vor allem auf die besseren Milchinhaltsstoffe während der Weidephase (4,73 % Fett u. 3,36 % Eiweiß) zurückzuführen war. Die höheren Eiweißgehalte der Mais- aber auch der Kraftfuttergruppe in der Weidephase deuten auf eine bessere Nährstoffversorgung dieser beiden Gruppen hin. Sie lassen vermuten, dass die Versorgungssituation während der Weidezeit in der Maisgruppe am besten war. Durch die Beifütterung von Maissilage wurde vermutlich weniger Weidefutter verdrängt als in der Heu- und Kraftfuttergruppe. Zusätzlich hat die Maissilage einen ähnlich hohen Energiegehalt wie das Weidefutter, liefert im Gegensatz zu Kraftfutter ausreichend strukturiertes Futter und verbessert durch den niedrigen Rohproteingehalt das Energie/Protein-Verhältnis der Ration. Die gute energetische Versorgung wird auch beim Verlauf der Lebendgewichte während der Weidesaison sichtbar. Die Maisgruppe zeigt die flacheste Verlaufskurve, d. h. die Tiere nahmen im Verlauf der Weidephase am wenigsten ab, allerdings auch am wenigsten zu. Sie lieferten daher auch die höchste Milchmenge am Ende der Weideperiode. Das günstigere Energie/Protein-Verhältnis wird im Harnstoffgehalt sichtbar.

Während die durchschnittlichen Harnstoffgehalte der Milch in der Vollweidegruppe teilweise über 55 mg/100 ml (Einzelwerte waren deutlich darüber) lagen, konnten durch die Zufütterung von Heu diese Werte leicht und zwar um rund 5 mg gesenkt werden. Deutlicher gesenkt wurden sie durch die Beifütterung von Maissilage bzw. Kraftfutter und zwar um rund 10 - 15 mg/100 ml. Allerdings lagen auch bei der Ergänzungsfütterung mit Kraftfutter (durchschnittlich 3,5 kg FM/Tag) die Werte noch bei ca. 40 mg/100 ml also doch noch deutlich über dem Grenzwert von 30 mg/100 ml. Würde man die Harnstoffwerte auf diesen Grenzwert absenken wollen, müsste man im Stall mehr als in diesem Versuch vorgesehen war zufüttern, wobei aus bereits oben genannten Gründen eine Erhöhung der Kraftfuttermenge kontraproduktiv wäre. Sie würde unweigerlich zu einem stärkeren Auftreten von Pansenacidosen und damit zu Leistungseinbußen führen. Zielführender erscheint die Erhöhung der Maissilage-ration bzw. eine kombinierte Ergänzungsfütterung mit Maissilage und Kraftfutter. Allerdings würden all diese Maßnahmen zu einer Reduktion

der Weidefuttermittelaufnahme und damit verbunden zu einer Erhöhung der Futterkosten führen.

Das unterschiedliche Laktationsstadium brachte, wie bereits oben erwähnt keinen signifikanten Einfluss auf Milchmenge und Milchinhaltsstoffe. Zu beobachten war allerdings, dass die tatsächliche Jahresmilchleistung in den Beginngruppen 1 und 2 um rund 200 kg höher war, als in den Beginngruppen 3 und 4. Da aber die Milchinhaltsstoffe um ca. 0,3 % Fett bzw. 0,2 % Eiweiß niedriger waren, unterschied sich die Milchleistung nach ECM in den Beginngruppen 1, 2 und 4 kaum. Nur die Beginngruppe 3 lag um etwa 500 kg ECM niedriger. Berücksichtigt man die geringe Tieranzahl, lässt sich aber doch daraus ablesen, dass die Tiere höhere Milchmengen allerdings mit niedrigeren Milchinhaltsstoffen brachten, wenn sie später abkalbten und damit bereits frischlaktierend auf die Weide kamen. Die unterschiedlichen Abkalbbezeiten schlugen sich deutlich auf die Milchleistungen in den einzelnen Phasen wieder. Je früher die Kühe abkalbten, desto höher war die Milchleistung in der Vorphase, während die Milchleistung in der Weidephase zurückging. So konnten von den Tieren der Beginngruppe 1 mit einer durchschnittlichen Milchmenge von 26,3 kg ECM fast 5.000 kg! (4.928 kg) ECM während der Weidephase ermilken werden, während die Tiere der Beginngruppe 4 mit einer durchschnittlichen Milchmenge von 19,5 kg ECM nur 3.747 kg ECM produzierten. Dafür zeichneten sich die Tiere der Beginngruppen 3 und 4 durch höhere Eiweißgehalte der Milch aus. Dies ist einerseits ein Zeichen für eine bessere Energieversorgung der Tiere und wirkt sich zusätzlich positiv auf den Milchpreis aus. Diese Behauptung lässt sich mit der Gewichtsentwicklung in den einzelnen Phasen teilweise untermauern. Während die Tiere der Beginngruppen 3 und 4, also jener Gruppen, in denen die Tiere früher abkalbten, nur rund 600 g/Tag abnahmen, waren die Abnahmen in der Vorphase in den Gruppen 1 und 2 mit 1.036 g bzw. 1.253 g fast doppelt so hoch. Bedingt durch die unterschiedliche Dauer der Phasen lässt sich bei der Gewichtsentwicklung allerdings nur schwer eine Interpretation ableiten. So ist die Dauer der Vorphase in den Beginngruppen 1 und 2 wesentlich kürzer und die Tiere nehmen unmittelbar nach der Abkalbung am stärksten ab. Eventuell könnte man, wie bereits oben festgestellt, den Schluss ziehen, dass das junge, energie- (zucker-) aber auch eiweißreiche Weidefutter sehr „milchtreibend“ ist, was dazu führt, dass die Tiere sehr rasch gute Milchleistungen zeigen. Sie aber energetisch in dieser Zeit stärker unterversorgt sind, was auf Kosten der Substanz geht.

Bei der Untersuchung des Fettsäuremusters konnte festgestellt werden, dass sich der Anteil der gesättigten Fettsäuren ausgehend von der Vollweidegruppe bis hin zur Kraftfuttergruppe tendenziell leicht erhöht, während der Anteil der ungesättigten Fettsäuren abnimmt. Der Gehalt der ungesättigten Fettsäuren ist in der Vollweidegruppe tendenziell am höchsten. Während die Omega-3-Fettsäuregehalte der Vollweide- bzw. Heugruppe um ca. 20 bzw. fast 40 % höher als in der Mais- bzw. Kraftfuttergruppe lagen, lagen die Omega-6-Fettsäuregehalte, mit Ausnahme der Maisgruppe, wo sie etwa 10 % niedriger waren, auf einem ähnlichen Niveau. Das Omega-6:Omega-3-Fettsäuren-Verhältnis war in allen Gruppen unter 1,5:1 und mit

1,14:1 in der Heugruppe am niedrigsten. Untersucht man Milch von Kühen aus der intensiven Stallhaltung, so zeigt sich, dass der CLA-Gehalt der Vollweidegruppe rund das Fünffache und der Omega-3-Fettsäuregehalt (inkl. alpha-Linolensäure) mehr als das Doppelte des jeweiligen Gehaltes von intensiv im Stall gefütterten Kühen beträgt, während der Omega-6-Fettsäuregehalt um fast 30 % niedriger ist. Mit steigendem Kraftfutter- und Silomaisanteil geht der Anteil an alpha-Linolensäure aber auch an echten Omega-3-Fettsäuren zurück. Die höchsten Gehalte dieser Fettsäuren wurden in der Heugruppe gefunden. Beide Werte lagen um ca. 30 % über jenen der Kraftfutter- und Maisgruppe. Vergleicht man hierzu wieder Milch von intensiv gefütterten Kühen, so enthält diese Milch nur mehr etwas weniger als die Hälfte an alpha-Linolensäure und nur mehr in etwa ein Drittel des EPA- u. DHA-Gehaltes der Heugruppe. Interessant ist, dass im Projekt die Heugruppe tendenziell noch besser abschnitt als die Vollweidegruppe und sowohl einen höheren Omega-3-Fettsäuren-Gehalt als auch einen niedrigeren Omega-6-Gehalt und somit ein niedrigeres Omega-6:Omega-3-Fettsäurenverhältnis aufwies. Allerdings zeigt die Menge von nur 3,5 kg T des jeweiligen Ergänzungsfutters zusätzlich zur Weide insgesamt nur geringe Auswirkungen auf das Fettsäuremuster der Milch. Anhand des Ergebnisses lässt sich aber ableiten, dass die Art der Konservierung (Grün- oder Weidefutter, Silage oder Heu) einen vergleichsweise geringen Einfluss auf das Fettsäuremuster hat. Einen wesentlich größeren Einfluss hat der Anteil des Wiesenfutters in der Gesamtration, so führen hohe Anteile von Kraftfutter und Maissilage zu einer eindeutigen Verschlechterung des Fettsäuremusters. Dies deckt sich mit mehreren Publikationen, die zu diesem Thema gemacht wurden. So fanden beispielsweise auch WEISS et al. (2005) in ihrer Untersuchung heraus, dass der Anteil von Silomais und Kraftfutter die größte Auswirkung auf die Zusammensetzung des Fettsäuremusters mit sich bringt. Sie behaupten auch, dass Kraftfuttermengen bis 10 % an der Gesamttrockenmasseaufnahme keine Auswirkungen auf die Fettsäurezusammensetzung mit sich bringen.

## 5. Schlussfolgerungen

- Beachtet man die Umstellungsphase im Frühjahr – langsame Anpassung an die Weideration – lässt sich bei Vollweide kein erhöhtes Acidoserisiko feststellen. Diese Aussage sollte allerdings mit Hilfe verfeinerter Untersuchungsmethoden überprüft werden.
- Die Zufütterung von Heu in der Weidephase führt sowohl zu einem Rückgang der Milchmenge, als auch vor allem zu einem niedrigeren Eiweißgehalt der Milch.
- Eine Ergänzungsfütterung mit Maissilage erhöht die Milchmenge und führt, bedingt durch die geringere Stoffwechselbelastung zu stabileren Milchinhaltsstoffen.
- Durch den Einsatz von Kraftfutter kann bei sehr gutem Weidemanagement die Milchleistung nur geringfügig gesteigert werden. Im vorliegenden Versuch konnte durch den Einsatz von 600 kg zusätzlichem Kraftfutter lediglich eine Milchleistungssteigerung von ca. 200 kg ECM gegenüber der Vollweidegruppe erzielt werden.

- Die Zufütterung von Kraftfutter in der Weidephase erhöht das Acidoserisiko. Die Beifütterung von Kraftfutter reduziert die Weidefuturaufnahme stärker als die Zufütterung von Maissilage. Dies führt zu einer schlechten Kraftfuttermehrfach bei Weidehaltung, wobei die Effizienz besser wird, wenn die Qualität der Weide abnimmt. Da inzwischen die Untersuchungsmethoden verfeinert wurden (elektronischer Pansensensor), sollte diese Frage noch weiter abgeklärt werden.
- Bei gleicher Ration und gleicher Kraftfuttermehrfachversorgung brachten die unterschiedlichen Abkalbetermine keinen signifikanten Einfluss auf die Milchleistung. Es scheint sich jedoch abzuzeichnen, dass Tiere, die relativ spät abkalben und damit bereits in der Hochlaktation auf die Weide kommen, höhere Milchleistungen allerdings mit niedrigeren Milchinhaltsstoffen erzielen als Tiere, die bereits im Jänner abkalben.
- Hohe Einzeltierleistungen erfordern eine frühe Abkalbung und eine weitgehend bedarfsgerechte Fütterung im Stall – allerdings muss dabei deutlich mehr Kraftfutter eingesetzt werden, als dies hier im vorliegenden Versuch der Fall war. Darüber hinaus sinkt dadurch die auf der Weide ermolkenen Milchmenge!
- Hohe Weidemilchleistungen verlangen einen eher späten Abkalbetermin. Da eine Kraftfütterung zusätzlich zur Weide nur eingeschränkt möglich ist, geht das auf Kosten der Jahresmilchmenge, allerdings können rund 5.000 kg ECM aus dem billigen Weidefutter ermolken werden!
- Grundfutterbetonte Rationen und vor allem Vollweide führen zu einem höheren Anteil an ungesättigten Fettsäuren, CLAs und Omega-3-Fettsäuren und damit zu einem günstigeren Fettsäuremuster.
- Je mehr man den Maissilage- bzw. Kraftfutteranteil in der Ration erhöht, desto ungünstiger wird das Fettsäuremuster der Milch. Der Anteil der gesättigten Fettsäuren steigt, während der Anteil der ungesättigten Fettsäuren, CLAs und Omega-3-Fettsäuren sinkt.
- Zur Absicherung der oben aufgestellten Hypothesen ist noch die Auswertung der Blutproben und die Kalkulation der Futtermehrfachnahmen erforderlich.

## 6. Zusammenfassung

Von 2005 bis 2007 wurde in einem Fütterungsversuch mit insgesamt 32 Milchkühen im Institut für Nutztierforschung des LFZ Raumberg-Gumpenstein das Thema Ergänzungsfütterung intensiv behandelt. Für diesen Versuch ausgewählt wurden Kühe, die in den Monaten Jänner bis spätestens Anfang Mai abkalbten, wobei darauf geachtet wurde, dass die Kühe sowohl bezüglich der Rasse und der Laktationszahl als auch bezüglich der Leistung und des Abkalbetermines möglichst gleichmäßig auf die 4 Gruppen verteilt wurden.

Bis zum 56. Laktationstag wurden alle Kühe gleich gefüttert. Neben Heu (4 kg Trockenmasse) und Grassilage (jeweils 1. Schnitt, gute Qualität) wurde in dieser Periode auch Maissilage (3,5 kg T pro Tag) und Kraftfutter (max. 7 kg Frischmasse pro Tag und max. 2 kg FM pro Teilgabe) eingesetzt. Erst danach änderte sich das Fütterungsregime

in den 4 Gruppen. Ab Beginn der Vegetationszeit kamen die Tiere aller 4 Gruppen gemeinsam auf die Weide. Als Weidesystem wurde eine intensive Standweide (Kurzrasenweide) gewählt.

In den Gruppen Kontrolle (Vollweide), Heu und Maissilage wurde bis zum 120. Laktationstag 600 kg (FM) Kraftfutter pro Kuh und Laktation eingesetzt. In der Kraftfuttergruppe wurde diese Menge auf 1.200 kg verdoppelt. Während die Tiere der Vollweidegruppe in den Sommermonaten ausschließlich geweidet wurden, erhielten die Tiere der anderen Gruppen entweder zusätzlich Heu (durchgehend 3,5 kg T pro Tag), Maissilage (max. 3,5 kg T pro Tag) oder Kraftfutter (durchschnittlich 3,5 kg T pro Tag).

Die unterschiedliche Ergänzungsfütterung in den vier Versuchsgruppen brachte einen signifikanten Einfluss auf die Milch-, Fett- und Eiweißleistung. Die Vollweidegruppe brachte es auf eine Milchleistung von 6.778 kg ECM. Durch die Beifütterung von Maissilage während der Weidezeit erhöhte sich die Milchleistung auf 7.089 kg ECM, die Beifütterung von zusätzlichem Kraftfutter (ca. 600 kg FM) brachte eine Milchleistung von 6.966 kg ECM. Eine Ergänzungsfütterung mit Heu führte zu einem Rückgang der Milchleistung auf 5.798 kg ECM.

Die Milchleistung nach ECM unterschied sich in der Vorphase in den Gruppen Vollweide, Heu und Maissilage nur um 60 kg. In der Kraftfuttergruppe lag hingegen die Milchleistung mit 1.892 kg ECM um ca. 200 kg über jener der anderen Gruppen. Die Milchleistung in der Weidephase wiederum war in den Gruppen Vollweide, Mais und Kraftfutter auf einem ähnlichen Niveau, wobei sie in der Maisgruppe mit 4.659 kg ECM noch um 180 bzw. 260 kg höher lag als in der Vollweide- bzw. Kraftfuttergruppe. In der Heugruppe konnte in dieser Phase hingegen nur eine Milchleistung von 3.715 kg ECM ermolken werden. Mit 3,36 bzw. 3,40 % waren in der Weidephase die Eiweißgehalte in der Mais- und der Kraftfuttergruppe am höchsten.

Während in der Vorperiode alle 4 Gruppen ähnliche Harnstoffwerte zeigten (zwischen 17 mg/100 ml in der Kraftfuttergruppe und 20,5 mg/100 ml in der Heugruppe), unterschieden sich die Harnstoffwerte in der Weidephase stärker. So ging der durchschnittliche Harnstoffgehalt der Milch von der Vollweidegruppe mit 38,7 mg/100 ml, über 36,2 in der Heugruppe auf 34,5 in der Mais- und 32,8 in der Kraftfuttergruppe zurück. Obwohl keine signifikanten Werte gefunden werden konnten, dürften sich doch gewisse Trends abzeichnen. So traten bei Vollweide im Lauf der Weidesaison Harnstoffwerte auf, die sich zwischen 50 bis 70 mg/100 ml bewegten, der durchschnittliche Spitzenwert lag bei etwa 55 mg! Die Zufütterung von Heu brachte eine leichte Reduktion dieses Wertes, deutlicher konnten die Werte durch die Beifütterung von Maissilage bzw. Kraftfutter gesenkt werden. Allerdings wurden auch bei der Ergänzungsfütterung mit Kraftfutter noch Werte um ca. 40 mg/100 ml gefunden.

Die unterschiedliche Ergänzungsfütterung brachte leichte Verschiebungen im Fettsäuremuster der Milch. Die Vollweide- und die Heugruppe zeichneten sich durch einen höheren Anteil an ungesättigten Fettsäuren, CLAs und Omega-3-Fettsäuren (ALA, EPA u. DHA) und somit einem

günstigeren Fettsäuremuster aus. Die Beifütterung von Maissilage und Kraftfutter führte zu einer Erhöhung des Gehaltes an gesättigten Fettsäuren, während der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren, CLAs und Omega-3-Fettsäuren tendenziell sank. Bedingt durch die relativ geringe Menge an Ergänzungsfuttermitteln fiel die Verschiebung im Fettsäuremuster allerdings relativ gering aus.

Das unterschiedliche Laktationsstadium brachte keinen signifikanten Einfluss auf Milchmenge und Milchinhaltsstoffe. Zu beobachten war allerdings, dass die tatsächliche Jahresmilchleistung von 6.482 kg in der Beginngruppe 1 auf 6.197 bzw. 6.224 kg in den Beginngruppen 3 und 4 zurückging. Im gleichen Ausmaß stiegen aber die Milchinhaltsstoffe, bis hin zur Gruppe 4 so dass die Milchleistung nach ECM in den Beginngruppen 1,2 und 4 mehr oder weniger gleich hoch war. Nur die Beginngruppe 3 lag um etwa 500 kg ECM niedriger. Die unterschiedlichen Abkalbbezeiten schlugen sich deutlich auf die Milchleistungen in den einzelnen Phasen nieder. Je früher die Kühe abkalbten, desto höher war die Milchleistung in der Vorphase, während die Milchleistung in der Weidephase zurückging. So konnten von den Tieren der Beginngruppe 1 mit einer durchschnittlichen Milchmenge von 26,3 kg ECM fast 5.000 kg! ECM während der Weidephase ermolken werden, während die Tiere der Beginngruppe 4 mit einer durchschnittlichen Milchmenge von 19,5 kg ECM nur eine um 1.200 kg ECM (3.747 kg) niedrigere Weidemilchleistung allerdings mit einem etwas höheren Gehalt an Milchinhaltsstoffen erbrachten.

## 7. Literatur

- BUTRIS, G.Y. und C.J.C. PHILLIPS, 1987: The effect of herbage surface water and the provision of supplementary forage on intake and feeding behaviour of cattle. *Grass and Forage Sci.* 42, 259-264.
- CAIRD, L. und W. HOLMES, 1986: The prediction of voluntary intake of grazing dairy cows. *J. agric. Sci. Camb.* 107, 43-54.
- COMBELLAS, J. und J. HODGSON, 1979: Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 1. The effects of variation in herbage allowance in a short-term trial. *Grass and Forage Sci.* 34, 209-214.
- CUSHNAHAN, A. et al., 1994: zitiert nach MAYNE und PEYRAUD (1996).
- DE BRABANDER, D.L., J.L. DE BOEVER, J.M. VANACKER, C.V. BOUCQUE und S.M. BOTTERMAN, 1999: Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition. Ed. P.C. GARNSWORTHY und J. WISMAN, Nottingham University Press, Rec. Adv. Anim. Nutr. 1999, 111-145.
- DEMMENT, M.W., J.L. PEYRAUD und E.A. LACA, 1995: Herbage intake at grazing: a modelling approach. Proc. IVth Intern. Symp. Nurtr. of Herbivores, 11.-15 Sept 1995, Clermont-Ferrand, 121-141.
- GREIMEL, M., 1999: Ganzjahresstallhaltung im Vergleich zur Weidehaltung aus betriebswirtschaftlicher Sicht. 5. Alpenländisches Expertenforum, 18.-19.März 2000. BAL-Tagungsbericht, 79-80.
- GRUBER, L., T. GUGGENBERGER, A. STEINWIDDER, A. SCHAUER und J. HÄUSLER, 2001: Prediction of feed intake of dairy cows by statistical models using animal and nutritional factors. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 10, 125.
- HARVEY, W.R., 1987: User's Guide for LSMLMW PC-1 Version, mixed model least-squares and maximum likelihood computer program, Ohio State University, 59. S.
- HOLDEN, L.A., L.D. MULLER, G.A. VARGA und P.J. HILLARD, 1994: Ruminant digestion and duodenal nutrient flows in dairy cows consuming grass as pasture, hay or silage. *J. Dairy Sci.* 77, 3034-3042.
- INRA, 1989: Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables. (Ed.: R. Jarrige) Institut National de la Recherche Agronomique, INRA Paris, 389 S.
- KLOVER, E.S. und L.D. MULLER, 1998: Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 81, 1403-1411.
- KOHLER, S., T. BLÄTTLER, K. WANNER, H. SCHÄUBLIN, C. MÜLLER und P. SPRING, 2004: Projekt Opti-Milch: Gesundheit und Fruchtbarkeit der Kühe. *Agrarforschung* 11, 80-85.
- MANUSCH, P., 1992: Untersuchungen zur Futteraufnahme und Milchleistung von Kühen bei Weidegang bzw. Grasfütterung im Stall. Dissertation der Technischen Universität München, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, 145 S.
- MAYNE, C. und J.L. PEYRAUD, 1996: Recent advances in grassland utilization under grazing and conservation. *Grassland and Land use systems.* 16th EGF Meeting 1996, 347-360.
- MEIJS, J.A.C. und J.A. HOEKSTRA, 1984: Concentrate supplementation of grazing dairy cows. 1. Effect of concentrate intake and herbage allowance on herbage intake. *Grass and Forage Sci.* 39, 59-66.
- MÜNGER, A., 2003: Intensive Milchproduktion und maximale Weidenutzung: Möglichkeiten, Grenzen, spezielle Fütterungsaspekte. Tagungsband 30. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 65-70.
- MÜNGER, A., 2007: Energiebetonte Kraftfütterergänzung zu Vollweide. Vortrag ALP-Tagung 2007.
- ROHR, K., 1976: Futteraufnahme und Nährstoffversorgung von Milchkühen bei Weidegang bzw. Grünfütterung. Übers. Tierernähr. 4, 133-154.
- STEHR, W. und M. KIRCHGESSNER, 1975: Zum Einfluß von Angebot und Nährstoffgehalt des Grases auf die Futteraufnahme von Milchkühen auf der Weide. *Bayr. Landw. Jahrbuch* 52, 285-291.
- STEINWIDDER A., 2003: Aspekte zur Weidehaltung von Milchkühen. Tagungsband 28. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 53-68.
- THOMET, P., S. LEUENBERGER und T. BLÄTTLER (2004): Projekt Opti-Milch: Produktionspotential des Vollweidesystems. *Agrarforschung* 11, 336-341.
- UNGAR, E.D., 1996: Ingestive Behavior. In: *The Ecology and Management of Grazing Systems.* Ed. J. Hodgson u. A.W. Illius. CAB International, 185-218.
- WEISS, D., MEISEL, I., KIENBERGER, H. und EICHINGER, H., 2005: Fettsäuremuster im Milchfett in Abhängigkeit der gewählten Fütterungsstrategie. Vortrag.
- ZEILER, E. E., 2000: Einfluss von Weide- oder Stallhaltung auf die Grünfütteraufnahme von Milchkühen; Diplomarbeit.