



Lehr- und Forschungszentrum  
Landwirtschaft  
[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

# Abschlussbericht

## Vollweide und Abkalbung

Projekt Nr. 100332

### Vollweidehaltung von Bio-Milchkühen im Berggebiet Österreichs - Einfluss des Abkalbezeitpunkts auf die Milchleistung, Nährstoffversorgung sowie ökonomische und ökologische Parameter

Pasture-based organic dairy cow systems in mountain regions of Austria - Impact of calving season on milk yield, nutrient supply as well as economical and ecological parameters

**Projektleitung:**

Dr. Andreas Steinwider, LFZ Raumberg-Gumpenstein

**Projektmitarbeiter:**

DI Walter Starz,  
Dr. Leopold Podstatzky,  
Dr. Johann Gasteiner,  
Rupert Pfister,  
Ing. Markus Gallnböck,  
Hannes Rohrer  
alle LFZ Raumberg-Gumpenstein

**Projektlaufzeit:**

2007 – 2010



[lebensministerium.at](http://lebensministerium.at)

[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

## Inhaltsverzeichnis

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Inhaltsverzeichnis .....                               | 2  |
| Zusammenfassung .....                                  | 4  |
| Summary .....                                          | 4  |
| 1. Einleitung .....                                    | 5  |
| 2. Tiere, Material und Methoden .....                  | 5  |
| 2.1 Versuchstiere und Abkalbegruppen .....             | 6  |
| 2.2 Fütterung bei ausschließlicher Stallhaltung .....  | 6  |
| 2.3 Fütterung in der Weidezeit .....                   | 6  |
| 2.4 Fruchtbarkeitsmanagement und Laktationsdauer ..... | 7  |
| 2.5 Datenerfassung .....                               | 7  |
| 2.5.1 Futteraufnahmeerhebung .....                     | 7  |
| 2.5.2 Futtermittelanalysen und Energiebewertung .....  | 7  |
| 2.5.3 Milchleistung, Lebendmasse und BCS .....         | 8  |
| 2.5.4 Stoffwechselparameter .....                      | 8  |
| 2.6 Ökonomische Bewertung .....                        | 8  |
| 2.7 Statistische Auswertung .....                      | 8  |
| 3. Ergebnisse .....                                    | 9  |
| 3.1 Futtermittel .....                                 | 9  |
| 3.2 Milchleistung .....                                | 10 |
| 3.3 Rationszusammensetzung und Futterbedarf .....      | 11 |
| 3.4 Lebendmasseveränderung und Körperkondition .....   | 13 |
| 3.5 Harn- und Blutparameter .....                      | 15 |
| 3.6 Tiergesundheit und Fruchtbarkeit .....             | 21 |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 3.7 Ökonomische Beurteilung der Ergebnisse ..... | 21 |
| 3.8 Nährstoffbilanzierung.....                   | 21 |
| 4. Diskussion .....                              | 22 |
| 5. Schlussfolgerungen.....                       | 24 |
| 6. Literaturverzeichnis.....                     | 24 |



**Versuchsherde des LFZ Raumberg-Gumpenstein am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb Moarhof zu Weidebeginn**

# Vollweidehaltung von Bio-Milchkühen im Berggebiet Österreichs - Einfluss des Abkalbezeitpunktes auf die Milchleistung, Nährstoffversorgung sowie ökonomische und ökologische Parameter

Andreas Steinwidder<sup>1\*</sup>, Walter Starz<sup>1</sup>, Leopold Podstatzky<sup>1</sup>, Johann Gasteiner<sup>1</sup>, Rupert Pfister<sup>1</sup>,  
Markus Gallnböck<sup>1</sup> und Hannes Rohrer<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Bei „Low-Cost“-Vollweidehaltung von Milchkühen wird eine optimale Verwertung des Weidefutters angestrebt. Ein wichtiges Managementkriterium ist dabei die Abstimmung des Abkalbezeitpunktes auf die Vegetationsperiode. In der vorliegenden Untersuchung wurden die Effekte des Abkalbezeitpunktes auf die weidebasierte Milchproduktion im Berggebiet untersucht. Es wurden dazu 33 Milchkühe der Versuchsherde des Bio-Lehr- und Forschungsbetriebes Moarhof drei Versuchsgruppen zugeteilt. Das durchschnittliche Abkalbedatum der Gruppe 1 war der 17. November, der Gruppe 2 der 25. Dezember und der Gruppe 3 der 20. Februar. In der Stallfütterungsperiode erhielten die Tiere eine Grünlandration aus Heu und Grassilage sowie eine restriktive milchleistungsabhängige Kraftfutterergänzung. Die Tiere wurden von Anfang April bis Ende Oktober (202 bzw. 203 Tage 2008 bzw. 2009) auf einer Kurzrasenweide gehalten, wovon 177 Tage auf Tag- und Nachtweide (Vollweide) entfielen. In der Vollweidezeit erhielten Kühe unter 28 kg Tagesmilchleistung kein Kraftfutter und über einer Milchleistung von 32 kg max. 2 kg FM Kraftfutter als Ergänzung zu 1,5 kg FM Heu und Weidefutter. Die Weidefutterproben wiesen in den Versuchsjahren im Mittel einen Energiegehalt von 6,4 ( $\pm 0,33$ ) MJ NEL und einen Rohproteingehalt von knapp 22 % ( $\pm 3$ ) je kg Trockenmasse auf.

Die durchschnittliche Laktationsdauer (299 auf 284 Tage) und die Milchfettmenge ging signifikant und die energiekorrigierte Milchleistung tendenziell von Gruppe 1 bis Gruppe 3 zurück. Die Milchleistungen der Gruppen 1–3 lagen pro Laktation bei 6.300, 5.974 und 5.449 kg ECM, 6.360, 6.135 und 5.727 kg Milch, 261, 245 und 217 kg Fett bzw. 200, 189 und 178 kg Eiweiß. Im Gegensatz zu Gruppe 3 zeigten die Tiere der Gruppen 1 und 2 zu Weidebeginn einen zweiten Milchleistungsanstieg.

Der Kraftfutteraufwand pro Kuh verringerte sich signifikant von Gruppe 1 über Gruppe 2 bis Gruppe 3 von 11 % (669 kg T/Jahr bzw. 652 kg T/Laktation) über 9 % (541 kg T/Jahr bzw. 525 kg T/Laktation) auf 6 % (373 kg T/Jahr bzw. 349 kg T/Laktation) an der Jahresration und der Weidefutteranteil stieg von 43 % über 46 % auf 50 % der Gesamt-T-Aufnahme pro Jahr an.

Bei den Tieren der Gruppe 3 wurde zu Laktationsbeginn die stärkste Lebendmasse- und BCS-Abnahme festge-

## Summary

Dairy productions from pastoral systems aim to implement a location-adjusted low-cost and low-input strategy. Peak performances per animal are deliberately not strived for. One general goal is to achieve a high grazed pasture portion in the total annual feeding ration. The season and distribution of calving (e.g. autumn, winter, spring) have major effects on pastoral milk production systems (herd management, feed demand, milk yield etc.). Therefore an experiment with 33 dairy cattle was conducted to compare the effects of calving season on components of pasture-based systems in mountainous region of Austria.

Three calving herds with a mean calving date of 17 November (group 1), 25 December (group 2) and 20 February (group 3) were compared. During winter period the cows were kept in a stable and fed with grass silage, hay and a restrictive amount of concentrate. In the years 2008 and 2009 the cows grazed pasture for 202 or 203 days respectively from beginning of April to end of October (177 day and night grazing days in both years). The pasture area was grazed continuously at an average sward height of 4.7 cm (RPM), the energy and crude protein content of pasture was 6.4 ( $\pm 0,33$ ) MJ NEL and 22 ( $\pm 0,3$ ) % CP per kg DM.

Delayed calving date to the beginning of the vegetation period depressed lactation length and milk fat yield significantly and energy-corrected-milk yield was reduced in a tendency. The average lactation yields (kg) were as follows: 6,300, 5,974 and 5,449 (ECM), 261, 245 and 217 (fat) 200, 189 and 178 (protein) for groups 1, 2 and 3 respectively. At the beginning of the grazing period the cows of group 1 and 2 showed a second milk peak. From group 1 to 3 the fed concentrate amount per cow decreased from 669 to 373 kg DM and the grazed pasture proportion increased from 43 to 50 % of total feeding ration per year.

At the beginning of the lactation period cows in group 3 lost higher amounts of live weight and body condition than in groups 1 and 2. The calving date had no effects on reproductive performance and animal health. However, at the beginning of grazing season the contents of beta-hydroxy-butyric acid, free fatty acids and aspartate transaminase were highest in blood samples of group 3. Economic calculations showed no differences between

<sup>1</sup> LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning

\* Dr. Andreas Steinwidder: [andreas.steinwidder@raumberg-gumpenstein.at](mailto:andreas.steinwidder@raumberg-gumpenstein.at)



stellt. Die Fruchtbarkeitsergebnisse sowie die Anzahl an tierärztlichen Behandlungen wurden vom Abkalbezeitpunkt nicht signifikant beeinflusst. Die höchsten  $\beta$ -HB-, FFS- und Aspartat-Amino-Transferase-Gehalte wurden zu Weidebeginn in Gruppe 3 festgestellt, welche sich zu diesem Zeitpunkt in der Hochlaktationsphase befanden.

Der Abkalbezeitpunkt hatte keine signifikanten Einflüsse auf die ökonomischen Ergebnisse. Die signifikant geringeren Futterkosten in Gruppe 3 wurden durch die ebenfalls geringeren Milcherlöse aufgehoben. Der Grundfutterflächenbedarf nahm von Gruppe 1 bis Gruppe 3 zu.

**Schlagwörter:** Vollweide, Abkalbezeitpunkt, Milchviehhaltung, Biologische Landwirtschaft

## 1. Einleitung

Bei „Low-Input-“ bzw. „Low-Cost-Vollweidehaltung“ versuchen Milchviehbetriebe durch beste Nutzung des Weidefutters eine kostengünstige Bewirtschaftungsstrategie umzusetzen. Dabei wird auf alles was in der Produktion hohe Kosten verursacht weitestgehend verzichtet. Hohe Einzeltierleistungen werden aus Kostengründen nicht angestrebt und können bei alleiniger Weidefütterung weder erzielt noch ausgefüttert werden. Ein wichtiges Managementkriterium ist dabei die Abstimmung der Abkalbung der Milchkühe auf die Vegetationsperiode (saisonale Abkalbung).

In Grünlandgunstlagen mit langen Vegetationsperioden (Neuseeland, Irland etc.) erfolgt die Abkalbung der weidetauglichen Kühe überwiegend kurz vor bzw. zu Vegetationsbeginn. Im Grünlandgebiet Österreichs ist die Vegetationsperiode im Vergleich dazu deutlich kürzer. Darüber hinaus bestehen auch hinsichtlich der Zuchtausrichtung Unterschiede im Durchschnitt sind die österreichischen Milchkühe größer und schwerer und es wird eine höhere Tages- und Jahresmilchleistung angestrebt. Die Weidefutteraufnahme ist im Gegensatz zur Stallhaltung mit 16–20 kg T pro Tier und Tag begrenzt (vergl. Steinwider und Starz, 2006). Daher mobilisieren Hochleistungstiere bei alleiniger Weidefütterung zu Laktationsbeginn mehr Körperreserven, was zu Stoffwechselbelastungen führen kann.

Wenn mit den in Österreich vorhandenen Kühen in der Vegetationsperiode eine „Low-Input“ Vollweidehaltung angestrebt wird, dann könnte eine Vorverlegung des Abkalbezeitpunkts in den Spätherbst bzw. Frühwinter und eine gezielte Stallfütterung in den ersten Laktationsmonaten Vorteile hinsichtlich Nährstoffversorgung und Leistung mit sich bringen und Stoffwechselbelastungen zum Weideaustrieb minimieren. Demgegenüber muss bei dieser Strategie aber mit einem Rückgang des Weidegrasanteils in der Gesamtjahresration und einem Anstieg im Kraftfutteraufwand und in den Futterkosten gerechnet werden.

Im Forschungsprojekt sollten die Einflüsse des Abkalbezeitpunkts auf die Vollweidehaltung von Milchkühen im Berggebiet untersucht werden.

groups, because feeding cost and milk proceeds decreased from group 1 to 3. However, forage consumption increased from group 1 to 3.

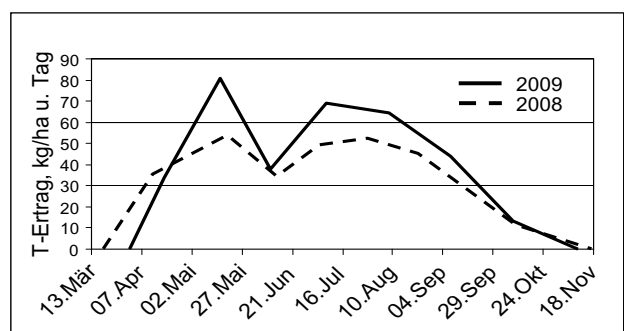
**Keywords:** calving date, pastur based dairy systems, dairy production, organic farming

## 2. Tiere, Material und Methoden

Der Versuch wurde am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb des LFZ Raumberg-Gumpenstein in A-8951 Trautenfels auf einer Seehöhe von 680 m durchgeführt (Breite: 47° 31' 03" N; Länge: 14° 04' 26" E). Tabelle 1 gibt einen Überblick über Klimadurchschnittsdaten der zum Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb Moarhof (A-8951 Trautenfels) nächstgelegenen Klimastation „Gumpenstein“ in A-8952 Irdning, die über einen Zeitraum von 30 Jahren ermittelt wurden.

**Tabelle 1: Klimadaten der zum Forschungsbetrieb nächstgelegenen Klimamessstationen in Irdning (Mittelwert 1971-2000, ZAMG, 2001)**

| Zum Betrieb nächstgelegene Messstation | °C Tagesmittel | °C absolutes Maximum | °C absolutes Minimum | Frosttage (<0°C) | Sommertage ( $\geq 25^\circ\text{C}$ ) | Heiße Tage ( $\geq 30^\circ\text{C}$ ) | Niederschlagssumme mm | 10 mm Niederschlag | Schneedecke 1 cm |
|----------------------------------------|----------------|----------------------|----------------------|------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| Gumpenstein/Irdning                    | 7,0            | 34,0                 | -25,0                | 132,0            | 44,2                                   | 5,5                                    | 1014                  | 31,8               | 98,2             |



**Abbildung 1: Weidefutterzuwachs in den Versuchsjahren 2008 und 2009 (Starz und Pfister, 2009)**

In Abbildung 1 sind die Weidefutterzuwachskurven für die Jahre 2008 und 2009 bei simulierter Kurzrasenweidenutzung am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb dargestellt (Starz und Pfister, 2009). Die Vegetationsperiode erstreckt sich dabei von etwa Ende März bis Anfang November, wobei der

höchste tägliche Weidezuwachs von Mai bis August auftrat. Am Standort kann bei Kurzrasenweidenutzung unter Bio-Bedingungen von einem mittleren Jahresertrag von 8.500 kg T (7.500 – 9.500 kg) ausgegangen werden.

## 2.1 Versuchstiere und Abkalbegruppen

Aus der Versuchsherde am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb Moarhof des LFZ Raumberg-Gumpenstein wurde in den Jahren 2007 bis 2009 insgesamt 33 Milchkühe entsprechend ihrem Abkalbezeitpunkt ausgewählt und den drei Abkalbegruppen (1, 2, 3) zugeteilt. Der Abkalbezeitraum erstreckte sich in Versuchsgruppe 1 vom 3. November bis 8. Dezember, in Versuchsgruppe 2 vom 10. Dezember bis 9. Jänner und in Versuchsgruppe 3 vom 19. Jänner bis 1. April. Für die Versuchsgruppen 1-3 ergaben sich folgende durchschnittliche Abkalbedaten: 17. November, 25. Dezember und 20. Februar (Tabelle 2). Ein Tier, welches ursprünglich der Gruppe 3 zugeteilt war, kalbte verfrüht ab, weshalb auf die Versuchsgruppe 2 12 und die Versuchsgruppe 3 10 Tiere entfielen.

Tabelle 2: Versuchsplan

| Gruppen         | 1                                | 2                             | 3                        |
|-----------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Ø Abkalbetag    | 17. November                     | 25. Dezember                  | 20. Februar              |
| Abkalbezeitraum | Anfang November – Mitte Dezember | Mitte Dezember – Mitte Jänner | Mitte Jänner – Ende März |
| Tierzahlg       | 11                               | 12                            | 10                       |

Tabelle 3: Daten der Kühe bei Versuchsbeginn

| Gruppe                         | 1    | 2   | 3   |
|--------------------------------|------|-----|-----|
| Rassenverteilung <sup>1)</sup> |      |     |     |
| BS Anzahl                      | 3    | 5   | 5   |
| HF Anzahl                      | 1    | 3   | 2   |
| HF <sub>L</sub> Anzahl         | 7    | 4   | 3   |
| Laktationszahl                 | Zahl | 2,4 | 2,7 |
| 1. Laktation Anzahl            | 6    | 3   | 3   |
| 2. Laktation Anzahl            | 1    | 3   | 3   |
| 3. und mehr Laktation Anzahl   | 4    | 6   | 4   |

<sup>1)</sup> BS = Brown Swiss, HF = Holstein Friesian, HF<sub>L</sub> = Holstein Friesian Lebensleistungslinienzucht

Von den Versuchstieren entfielen 13 auf die Rasse Brown Swiss (BS) und 20 auf die Rasse Holstein Friesian (HF). Hinsichtlich der Zuchtausrichtung können die BS-Tiere dem durchschnittlichen Zuchtziel des Braunviehs in Österreich zugeordnet werden (Tabelle 3). Demgegenüber wird in der Zucht der HF-Tiere am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb seit 2005 in Zusammenarbeit mit O. Univ. Prof. i.R. Dr. Alfred Haiger eine Lebensleistungslinienzucht nach Bakels umgesetzt (Bakels, 1981; Haiger, 2005). Bakels wählte für seine Zuchtplanung im Jahr 1958 drei miteinander nicht verwandte HF-Linien (A, B, C: A=Echo-Linie; B=Patsy-Bar-Pontiac-Linie; C=Zimmermann-Linie) aus und ließ auch Osbornale Ivanhoe als Seitenlinie (D) gelten. Das Auswahlkriterium war eine hohe Lebensleistung (von ca. 100.000 kg) bei möglichst vielen Vorfahren und Seitenverwandten. Die Nachkommen der alten europäischen Dauerleistungskühe, die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vorwiegend aus Nordholland und Norddeutschland in die USA importiert wurden, unterscheiden sich hinsichtlich geringerer Lebendmasse, Spätreife und geringerer Jahresmilchleistung vom derzeit typischen HF-Milchrind. Von den 20 HF-Versuchstieren können 14 Versuchstiere der Lebensleistungslinienzucht (mittlerer „Genanteil-Lebensleistungslinienzucht“  $\geq 75\%$ ) zugeordnet werden.

Die durchschnittliche Laktationsanzahl der Versuchstiere lag im Versuchszeitraum bei 2,7 Laktationen (12 erst- bzw. 7 zweitlaktierende Kühe und 12 Kühe mit drei und mehr Laktationen), wobei diese von Versuchsgruppe 1 bis 3 von 2,4 über 2,8 auf 3,0 leicht anstieg.

Zu Laktationsbeginn wurden die Tiere einheitlich gehalten und gefüttert. Bei der statistischen Auswertung wurde die ECM-Leistung zu Laktationsbeginn (5. bis 15. Laktationstag) als Regressionsvariable, zur Verringerung möglicher Leistungsunterschiede, mitberücksichtigt. Auf Grund der beschränkten Kuhanzahl der Herde wurde der Versuch in zwei Wiederholungen (Jahre 2007/2008; 2008/2009) durchgeführt.

## 2.2 Fütterung bei ausschließlicher Stallhaltung

Die Kühe wurden in einem Liegeboxenlaufstall mit tierindividuellen Einzelfressplätzen (CALAN System) gehalten. Mit Hilfe der elektronisch gesteuerten Tore konnte die Einzeltierfütterung durchgeführt werden. In der Stallfütterungsperiode (01.11.2008 – 14.04.2009 bzw. ab 03.11.2009) erhielten die laktierenden Kühe täglich eine Ration bestehend aus Heu (4 kg FM in Wiederholung 1 und 5 kg FM in Wiederholung 2; 2. Aufwuchs, Dauergrünland) und Grassilage (1. Aufwuchs Dauergrünland) zur freien Aufnahme (zumindest 5 % Futterrest). Die Rationsanpassung erfolgte dreimal wöchentlich tierindividuell mit Hilfe eines Rationsprogramms. Die Zusammensetzung der Grundfütterration entsprach in den letzten drei Wochen vor der Abkalbung dem der laktierenden Kühe. Das Kraftfutter (KF) wurde entsprechend dem Laktationsstadium bzw. der Leistung und der Jahreszeit zugeteilt. Vor der Abkalbung erhielten die Kühe kein Kraftfutter. Zu Laktationsbeginn erfolgte bei ausschließlicher Stallfütterung eine einheitliche Kraftfuttersteigerung beginnend von 1 kg FM am ersten Laktationstag auf 8 kg FM am 21. Laktationstag (KF kg FM/Tier und Tag =  $0,35 \times \text{Laktationstag} + 0,55$ ). Nach dem 21. Laktationstag wurde die Kraftfuttermenge bei Stallhaltung leistungsbezogen zugeteilt. Unter 18 kg durchschnittlicher Tagesmilchleistung, an drei aufeinanderfolgenden Tagen gemessen, erhielten die Kühe kein Kraftfutter. Bei höheren Tagesmilchleistungen wurden je 2 kg Milchmehrleistung 1 kg FM Kraftfutter zusätzlich zum Grundfutter zugeteilt, wobei jedoch maximal 8 kg FM Kraftfutter je Kuh und Tag eingesetzt wurde. Die Kraftfüttergabe erfolgte am Einzelfressplatz zu jeweils 4 Teilgaben pro Tag.

Das Kraftfutter setzte sich in der Stallperiode aus 20 % Körnermais, 52 % Gerste, 5 % Hafer, 20 % Erbsen und 3 % einer handelsüblichen Mineralstoffmischung (Rindamin GM: 12 % Ca, 8 % P, 8 % Na, 3 % Mg sowie Vitamine und Spurenelemente) zusammen. Zusätzlich hatten die Tiere im Laufstall Zugang zu Minerallecksteinen (Viehsalz und Mineralleckmasse).

## 2.3 Fütterung in der Weidezeit

Die Weidehaltung erfolgt auf Basis eines betriebsangepassten Kurzrasenweidehaltungssystems mit einer Grasaufwuchshöhe von Ø 4,7 cm (3,5-6,5 cm; ermittelt mit dem Rising Plate Meter; 7-13 RPM-Clics).

Dies entsprach einem täglichen Gesamtfutterangebot zwischen 1.500-2.300 kg TM/ha (Gesamtfutterangebot ab Bodenoberfläche (kg TM/ha) = Anzahl der RPM-Clicks x 140 + 500 kg). Die Umstellung auf die Weidehaltung und -fütterung erfolgte schonend und zeitig im Frühjahr. Die Weidedauer wurde kontinuierlich von Stundenweide (Weidebeginn: 12.04.2008 bzw. 15.04.2009) über Tagweide (19.04.2008 bzw. 22.04.2009) auf Tag- und Nachtweidehaltung (30.04.2008 und 30.04.2009) verlängert. Zu Weidebeginn (Stunden- bzw. Halbtagsweide) wurde die Grassilagegabe reduziert und die Kraftfuttergabe, auch bei Kühen mit einer Tagesmilchleistung über 24 kg, auf max. 4 kg FM begrenzt. Bei Milchleistungen die darunter lagen, erfolgte die Kraftfütterzuteilung entsprechend den Vorgaben der Stallfütterungsperiode. Bei Umstellung auf Tag- und Nachtweidehaltung (jeweils 30. April) wurde die Grassilagefütterung beendet und die Heuvorlage auf 1,5 kg FM pro Tier und Tag eingeschränkt. Kühe mit einer Tagesmilchleistung unter 28 kg erhielten ab diesem Zeitpunkt kein Kraftfutter mehr, zwischen 28 und 30 kg Tagesmilchleistung wurde 1 kg und mit einer Tagesmilchleistung über 30 kg Milch 2 kg FM Kraftfutter pro Tier und Tag gefüttert. Die Kraftfuttergabe erfolgte am Einzelfressplatz zu jeweils 2 Teilgaben pro Tag. Das Kraftfutter setzte sich in der Weideperiode aus 30 % Körnermais, 56 % Gerste, 10 % Hafer und 4 % einer handelsüblichen Mineralstoffmischung (Tetamin: 11 % Ca, 5 % P, 9 % Na, 11 % Mg sowie Vitamine und Spurenelemente) zusammen. Die Kühe kamen bei Tag- und Nachtweidehaltung zweimal täglich von 6:00-8:00 Uhr bzw. 16:00-18:00 Uhr zur Melkung bzw. Aufnahme des Ergänzungsfutters in den Stall. Ab Beginn der Weideperiode erfolgte keine tierindividuelle Erfassung der Futteraufnahme. Im Herbst (24.10.2008 bzw. 24.10.2009) wurde von Tag- und Nachtweidehaltung auf Tagweidehaltung umgestellt und mit der Ergänzung von Heu bzw. Grassilage begonnen. Am 01.11. 2008 bzw. 03.11.2009 wurde die Weidehaltung beendet. Zu Laktationsende und in der Trockenstehzeit erhielten die Kühe 4 kg FM Heu und Grassilage zur freien Aufnahme tierindividuell vorgelegt. Die Weidedauer betrug im Jahr 2008 203 Tage und im Jahr 2009 202 Tage, wovon jeweils 177 Tage auf Tag- und Nachtweidehaltung entfielen.

## 2.4 Fruchtbarkeitsmanagement und Laktationsdauer

Am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb wird eine saisonale Vollweidestrategie mit verlängerter Abkalbsaison umgesetzt. Der angestrebte Abkalbbezeitraum erstreckt sich von November bis Anfang April. Entsprechend dem Versuchsplan wurde in den Versuchsjahren der Belegezeitraum ausgeweitet. Brünstige Tiere wurden frühestens ab der 6. Laktationswoche besamt. Wenn Kühe bis zum 80. Laktationstag keine Brunst zeigten, erfolgt eine tierärztliche Kontrolle. Kühe, die nach dem 15. Juli eine Brunst zeigten, wurden nicht mehr belegt. Diese Tiere gingen entweder nach 305 Laktationstagen ab oder wurden frühestens ab dem 15. Jänner des Folgejahres neuerlich belegt.

Bei Unterschreitung einer Tagesmilchleistung von 8 kg bzw. zumindest 45 Tage vor der errechneten neuerlichen

Abkalbung wurden die Kühe trocken gestellt. Zur Berechnung der Laktationsdauer und der Laktationsleistung wurde bei Kühen, die eine über 305 Tage hinaus gehende Laktationsdauer aufwiesen, die bis zum 305. Laktationstag erhobene Milchleistung zur Auswertung herangezogen. Bei Kühen mit einer Laktationsdauer unter 305 Tagen wurde zur Berechnung der Jahresmilchleistung die Milchleistung auf 305 Tage, unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Tagesmilchleistung der Laktation, hochgerechnet. Da der Zeitpunkt der Trächtigkeit den Verlauf der Milchleistung beeinflusst, wurde bei der statistischen Auswertung der Effekt der Trächtigkeit (Trächtigkeitsgruppe 1-3) berücksichtigt (Zwischenkalbezeiten in Trächtigkeitsgruppen 1, 2, 3: <365, 365-435, >435 bzw. nicht trächtig).

## 2.5 Datenerfassung

### 2.5.1 Futteraufnahmeerhebung

Von der Abkalbung bis zum Weideaustrieb wurden die Versuchstiere entsprechend dem Versuchsplan gefüttert, die Rationsanpassung erfolgte dreimal wöchentlich. Die Futteraufnahme der Einzelkomponenten und damit die Gesamtfutteraufnahme wurde tierindividuell von Montag-Morgen bis Samstag-Morgen erhoben und auf die gesamte Woche hochgerechnet. Ab Weidebeginn und in der Trockenstehzeit konnte die Gesamtfutteraufnahme nicht erhoben werden. In diesen Phasen wurde die Futter- und Nährstoffaufnahme über den Energiebedarf der Tiere („ad libitum Futter“: Weide bei Weidehaltung bzw. Grassilage bei Stallhaltung) abgeschätzt. Zur Berechnung des Energiebedarfs wurde die Milchleistung (Menge, Inhaltsstoffe), die Lebendmasseveränderung der Kühe, das Trächtigkeitsstadium und ein erhöhter Erhaltungsbedarf bei Weidehaltung (+ 15 %) berücksichtigt (GfE, 2001). Für die 60-tägige Trockenstehzeit wurde ein Energiebedarf von 4.400 MJ NEL je Kuh unterstellt. Zur Berechnung des Futterbedarfs in der Laktationsphase wurde bei Kühen, die eine über 305 Tage hinaus gehende Laktationsdauer aufwiesen, die bis zum 305. Laktationstag errechnete Futteraufnahme zur Auswertung herangezogen. Bei Kühen mit einer Laktationsdauer unter 305 Tagen wurde die Futteraufnahme auf 305 Tage, unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Futteraufnahme in der Laktation, hochgerechnet. Der Jahresfutterbedarf errechnete sich aus dem Futterbedarf der Laktation und dem der Trockenstehzeit.

### 2.5.2 Futtermittelanalysen und Energiebewertung

Der Nährstoffgehalt (Weender-Rohnährstoffe, Gerüstsubstanzen, Mineralstoffe und Spurenelemente) der Grassilage sowie des Heus und der Kraftfutterkomponenten wurden jeweils aus einer 6-wöchigen Sammelprobe bestimmt. Der Trockenmassegehalt der Grassilage wurde täglich und der des Heus bzw. des Kraftfutters 14-tägig bestimmt. Zur Beschreibung der Weidefutterqualität wurden Proben einer siebenmal jährlich schnittgenutzten simulierten Kurzrasenweide bei einer Aufwuchshöhe von durchschnittlich 8,5 cm (Rising Plate Meter) herangezogen (Starz und Pfister, 2009). Die Berechnung des Energiegehalts der Kraftfuttermischungen erfolgt mit Hilfe der analysierten Nährstoffgehalte unter Berücksichtigung der gewichteten Verdauungskoeffizienten der DLG-Futterwerttabelle (DLG, 1997). Die



Verdaulichkeit der organischen Masse der Heu- und Grassilageproben wurde auf Basis der DLG-Futterwerttabelle, unter Berücksichtigung der Rohrnährstoffgehalte, errechnet und zur Energiebewertung herangezogen (Gruber et al., 1997). Vergleichbar mit den Ergebnissen von Schneider und Bellof (2009) ergaben sich aus durchgeführten in vitro-Verdaulichkeitsanalysen des Weidefutters unrealistisch niedrige Verdaulichkeitskoeffizienten. Entsprechend den Ergebnissen von Schneider und Bellof (2009) erfolgte die Energiebewertung der Weidefutterproben mit Hilfe der Gleichungen der GfE (1998).

### 2.5.3 Milchleistung, Lebendmasse und BCS

Die Milchleistung der Kühe wurde täglich erfasst. Der Gehalt an Milchinhaltsstoffen (Fett, Eiweiß, Laktose, Zellzahl, Milhharnstoffgehalt) wurden dreimal wöchentlich tierindividuell im Milchlabor St. Michael (LKV) analysiert.

Die Tiere wurden einmal wöchentlich nach der Morgenmelkung gewogen. Die Beurteilung der Körperkondition (5-Punkte Skala; 5 Punkte – extrem fett, 1 Punkt extrem abgemagert; 0,25 Punkteabstufungen) erfolgten 14-tägig immer durch dieselbe Person.

### 2.5.4 Stoffwechselparameter

Jede tierärztliche Behandlung wurde aufgezeichnet. Zur speziellen Beschreibung der Stoffwechselsituation der Kühe in den Wochen vor und nach dem Weideaustrieb wurden wiederholt Blut- und Harnproben genommen. Die Blut- und Harnabnahme erfolgte nach der Morgenmelkung zwischen 8:00 und 9:30 Uhr. Das Blut wurde mittels Vacutainer System an der Schwanzvene genommen und nach der Gerinnung zentrifugiert. Das Serum wurde bei  $-18^{\circ}\text{C}$  bis zur Untersuchung eingefroren. Es wurde auf Mineralstoffe (Kalzium, Phosphor und Magensium), Stoffwechselparameter (Harnstoff, Totalbilirubin, GGT, AST,  $\beta\text{HB}$ , FFS) und Elektrolyte (Natrium, Kalium) untersucht. Der Harn wurde als Spontanharn gewonnen und in 50 ml Probegefäßen aufgefangen.

Anschließend wurde er ebenfalls bei  $-18^{\circ}\text{C}$  bis zur Untersuchung eingefroren. Untersucht wurde mittels der fraktionierten Netto-Säure-Basen Ausscheidung. Durch Titration wurden die Basen, Säuren und  $\text{NH}_4^+$  bestimmt. Daraus wurde die Netto-Säure-Basen Ausscheidung ermittelt. Um die Abhängigkeit von Diuraseschwankungen, die als variierende Harnmenge die NSBA beeinflusst, zu eliminieren, wurde der Basen-Säuren-Quotient ermittelt.

## 2.6 Ökonomische Bewertung

Die Beurteilung der ökonomischen Auswirkungen der unterschiedlichen Abkalbestrategien erfolgte anhand der im Versuch festgestellten Futteraufnahme- und Milchleistungsdaten (Jahresgruppenmittelwerte), wobei die Differenz von Milcherlösen und Futterkosten errechnet wurde. In einem zusätzlichen Berechnungsschritt wurden die ökonomischen Auswirkungen des Abkalbezeitpunkts bei einer unterstellten Milchfettquote (6.000 kg Fett/Betrieb) und jährlichen Stallplatzkosten von 300 Euro je Kuh beurteilt. Mögliche Auswirkungen auf die Tiergesundheit, die Arbeitszeit, den Kälberanfall sowie sonstige Kosten und Erlöse wurden nicht berücksichtigt.

Der Milcherlös wurde anhand des Bio-Milchpreisschemas der Ennstal Milch KG von Mai 2009 bis April 2010 errechnet. Bei der Berechnung des Milcherlöses wurden die jahreszeitliche Verteilung sowie die jeweiligen Gehalte an Milchinhaltsstoffen berücksichtigt. In diesem Zeitraum lag der Bio-Milchkaufpreis (4,2 % Fett, 3,4 % Eiweiß, S-Qualität, 10.000 kg Liefermilch/Monat) in den Monaten Mai bis Oktober 2009 bei 34 – 37 Cent und von September 2009 bis April 2010 zwischen 36 und 40 Cent (inkl. Mehrwertsteuer) je kg Milch. Die Wintermilchzuschläge in den Monaten Oktober bis März von 2 Cent je kg Milch sind darin berücksichtigt. Von der produzierten Jahresmilchmenge wurde jeweils 70 kg Milch (Biestmilch bzw. Verlustmilch) abgezogen. Für das Kraftfutter wurden Kosten von 39 Cent je kg Trockenmasse unterstellt. Bei den Grundfutterkosten wurden zwei alternative Berechnungsansätze gewählt. In Variante 1 wurden nur variable Grundfutterkosten (Heu 3,9 Cent/kg T, Grassilage 3,5 Cent/kg T, Weide 1,8 Cent/kg T) und in Variante 2 Grundfutturvollkosten (Heu: 18 Cent/kg T; Grassilage 15 Cent/kg T, Weide 9 Cent/kg T) unterstellt.

## 2.7 Statistische Auswertung

Der gesamte Versuch wurde mit dem Statistikprogramm SAS 9.2 ausgewertet. In den Ergebnistabellen sind die Least Square Means (LS-Means) der Versuchsgruppen sowie die Residualstandardabweichungen ( $s_e$ ) und die P-Werte angegeben. Unterschiede wurden bei einem P-Wert von  $< 0,05$  als signifikant und bei einem P-Wert von  $> 0,05$  und  $< 0,10$  als tendenziell angenommen. Für den paarweisen Vergleich wurde der adjustierte Tukey-Range-Test verwendet. Die Daten im Versuchsverlauf (Laktationswochengruppen) wurden mit der MIXED Prozedur (Freiheitsgrad-Approximation  $\text{ddfm}=\text{kr}$ ) für wiederholte Messungen nach folgendem Modell ausgewertet:

$$M1: Y_{ijklmno} = \mu + G_i + R_j + L_k + W_l + T_m + V_n + G_i * V_n + K_o + \epsilon_{ijklmno}$$

$Y_{ijklmno}$  = Beobachtungswert

$\mu$  = gemeinsame Konstante

$G_i$  = fixer Effekt der Gruppe i,  $i = 3$

$R_j$  = fixer Effekt der Rasse j,  $j = 3$

$L_k$  = fixer Effekt der Laktationsgruppe k,  $k = 3$

$W_l$  = fixer Effekt der Wiederholung l,  $l = 2$

$T_m$  = fixer Effekt der Trächtigkeitsgruppe m,  $m = 3$

$V_n$  = fixer Effekt der Laktationsabschnitt,  $n = 21$

$G_i * V_n$  = Interaktion zwischen Gruppe i und Laktationsabschnitt

$K_o$  = Kontinuierliche Kovariable ECM-Leistung zu Laktationsbeginn

$\epsilon_{ijklmno}$  = Rest- oder Zufallskomponente

Als Subjekt der wiederholten Messungen (repeated Statement) wurde eine Kuh innerhalb Wiederholung definiert (Kovarianzstruktur: Typ autoregressiv  $\text{ar}(1)$ ). Weitere Wechselwirkungen zwischen den fixen Effekten wurden getestet und waren nicht signifikant.

Die Laktations- bzw. Jahresergebnisse wurden mit der MIXED Prozedur nach folgendem Modell ausgewertet:



$$M2: Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + L_k + W_l + T_m + K_n + \varepsilon_{ijklmn}$$

$Y_{ijklmn}$  = Beobachtungswert

$\mu$  = gemeinsame Konstante

$G_i$  = fixer Effekt der Gruppe  $i$ ,  $i = 3$

$R_j$  = fixer Effekt der Rasse  $j$ ,  $j = 3$

$L_k$  = fixer Effekt der Laktationsgruppe  $k$ ,  $k = 3$

$W_l$  = fixer Effekt der Wiederholung  $l$ ,  $l = 2$

$T_m$  = fixer Effekt der Trächtigkeitsgruppe  $m$ ,  $m = 3$

$K_n$  = Kontinuierliche Kovariable ECM-Leistung zu Laktationsbeginn

$\varepsilon_{ijklmn}$  = Rest- oder Zufallskomponente

Die Wechselwirkungen zwischen den fixen Effekten wurden getestet und waren nicht signifikant. Der Tukey Range Test wurde verwendet, um Signifikanzen zwischen den LS-Means zu testen. Nicht normal verteilte Daten wurden transformiert bzw. mit der Wilcoxon-Prozedur (Kruskal-Wallis-Test) ausgewertet.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Futtermittel

In Tabelle 4 ist der durchschnittliche Nährstoffgehalt der Futtermittel angeführt.

Der Nährstoffgehalt der Grassilage und des Heus entsprachen dem einer mittleren Grundfutterqualität im Berggebiet. Der Energiegehalt der Grassilage bzw. des Heus lagen bei  $5,8 (\pm 0,2)$  bzw.  $5,4 (\pm 0,3)$  MJ NEL und der Rohproteingehalt bei knapp  $15 (\pm 1,5)$  bzw.  $12 (\pm 0,5)$  je kg T. Für die Kraftfuttermischungen ergab sich ein Energiegehalt von  $7,8 (\pm 0,1)$  bzw.  $7,7 (\pm 0,1)$  MJ NEL und ein Rohprotein-

Tabelle 4: Nährstoff- und Energiegehalt der Futtermittel (je kg Trockenmasse)

|                      |         | Gras-silage | Heu  | KF Winter | KF Sommer | Weide-futter |
|----------------------|---------|-------------|------|-----------|-----------|--------------|
| T                    | g/kg FM | 452         | 826  | 923       | 876       | 165          |
| XP                   | g       | 147         | 119  | 127       | 129       | 216          |
| XF                   | g       | 270         | 272  | 54        | 52        | 211          |
| XL                   | g       | 38          | 23   | 26        | 22        | 28           |
| XX                   | g       | 442         | 495  | 742       | 735       | 438          |
| XA                   | g       | 103         | 91   | 52        | 62        | 107          |
| NDF                  | g       | 483         | 524  | 239       | 205       | 421          |
| ADF                  | g       | 323         | 308  | 66        | 66        | 254          |
| ADL                  | g       | 38          | 45   | 17        | 13        | 33           |
| UDP                  | g       | 22          | 24   | 32        | 40        | 32           |
| nXP                  | g       | 129         | 122  | 160       | 162       | 149          |
| RNB                  | g       | 2,8         | -0,4 | -5,3      | -5,3      | 10,7         |
| <b>Energie</b>       |         |             |      |           |           |              |
| ME                   | MJ      | 9,77        | 9,20 | 12,47     | 12,30     | 10,60        |
| NEL                  | MJ      | 5,78        | 5,39 | 7,83      | 7,73      | 6,39         |
| <b>Mineralstoffe</b> |         |             |      |           |           |              |
| Ca                   | g       | 10,3        | 8,2  | 4,7       | 7,1       | n. a.        |
| P                    | g       | 4,7         | 4,0  | 6,6       | 6,3       | n. a.        |
| Mg                   | g       | 2,6         | 2,5  | 4,1       | 2,9       | n. a.        |
| K                    | g       | 22,8        | 21,0 | 9,0       | 8,8       | n. a.        |
| Na                   | g       | 0,48        | 0,42 | 2,99      | 3,65      | n. a.        |
| Cu                   | mg      | 12          | 8    | 69        | 56        | n. a.        |
| Mn                   | mg      | 94          | 62   | 93        | 143       | n. a.        |
| Zn                   | mg      | 33          | 27   | 221       | 225       | n. a.        |

gehalt von  $13 (\pm 0,3)$  je kg T. Der Eiweißgehalt des im Winter eingesetzten Kraftfutters lag unter dem aus Tabellenwerken errechneten Wert. Die Weidefutterproben der simulierten Kurzrasenweidefläche wiesen in den Versuchsjahren im Mittel einen Energiegehalt von  $6,4 (\pm 0,33)$  MJ NEL und

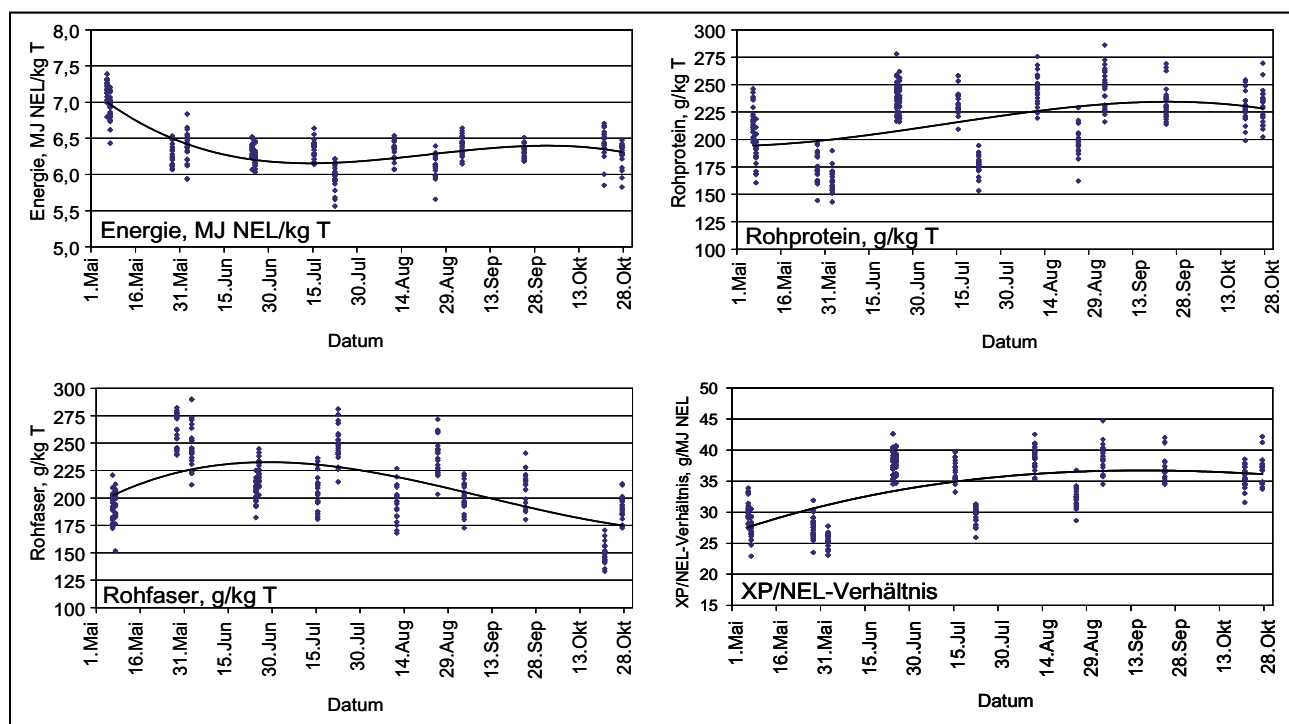


Abbildung 2: Veränderung der Weidefutterqualität im Jahresverlauf

einen Rohproteingehalt von knapp 22 % ( $\pm 3$ ) je kg Trockenmasse auf. Die Abbildung 2 zeigt den Verlauf der Energie-, Rohprotein und Rohfaserkonzentration sowie des XP/NEL-Verhältnisses im Jahresverlauf für diese Futterproben. Zu Weidebeginn wurden die höchsten Energiekonzentrationen sowie die geringsten Rohproteingehalte festgestellt.

### 3.2 Milchleistung

In Tabelle 5 sind die Milchleistungsergebnisse pro Laktation angegeben. Im Vergleich zu den Gruppen 1 und 2 wurden in Gruppe 3 eine größere Anzahl an Kühen auf Grund geringerer Milchleistung zu Laktationsende bereits vor dem 305. Laktationstag trocken gestellt, sodass sich in der Laktationsdauer signifikante Gruppendifferenzen ergaben. Die Milchfettleistung ging signifikant von 261 auf 217 kg und die ECM-Leistung tendenziell von 6.300 auf 5.449 kg von Gruppe 1 bis Gruppe 3 zurück. Im Milchfettgehalt wurde ebenfalls ein tendenzieller Rückgang von Gruppe 1 bis Gruppe 3 festgestellt. Bei der Umrechnung der Milchleistungen auf 305 Laktationstage zeigten sich vergleichbare Tendenzen, wobei jedoch die Gruppenunterschiede weniger deutlich ausgeprägt waren. Wenn bei der statistischen Auswertung an Stelle der Gruppeneinteilung die kontinuierliche Variable „Abkalbezeitpunkt vor Weidebeginn in Tagen“ verwendet wurde, dann zeigten sich vergleichbare Ergebnisse. Tendenzuell ( $P=0,074$ ) stieg die ECM-Jahresleistung linear um 6,7 kg und der Milchfettgehalt numerisch ( $P=0,102$ ) um

0,03 % an, wenn der Abstand zwischen Abkalbedatum und Weidebeginn um einen Tag zunahm. Die Grundfutterleistung der Kühe lag je nach Berechnungsvariante zwischen 4.600 und 5.150 kg je Kuh und Jahr. Unter Berücksichtigung der Laktationsleistung (kürzere Laktationsdauer in Gruppe 3) und der Energieaufnahme aus dem Kraftfutter, ging die ECM-Grundfutterleistung von Gruppe 1 bis Gruppe 3 leicht zurück (4.711 kg auf 4.598 kg je Kuh und Jahr). Wurde zur Berechnung der Grundfutterleistung das Schema der Milchviehharbeitskreisberatung in Österreich angewandt (1,7 kg Milch/kg KF FM), dann verringerte sich die Grundfutterleistung von 5.040 auf 4.775 kg. Bei einer Laktationsdauer von 305 Tagen lagen alle drei Gruppen auf vergleichbarem Grundfutterleistungsniveau (4.810-4.912 kg berechnet nach NEL-Aufnahme über das KF; 5.149-5.100 kg berechnet nach AK-Milch je Kuh und Jahr). In den Abbildungen 3 und 4 sind die Milchleistungsergebnisse der Versuchsgruppen im Laktationsverlauf bzw. zu Weidebeginn dargestellt. Zu Laktationsbeginn (Stallfütterungsperiode) wurden die Tiere einheitlich gefüttert. Im Durchschnitt der jeweiligen Versuchsgruppen kamen die Kühe der Gruppe 1 in der 21. ( $\pm 3$ ) der Gruppe 2 in der 15. ( $\pm 3$ ) und der Gruppe 3 in der 7. ( $\pm 5$ ) Laktationswoche auf die Weide. Diese Haltungs- und Fütterungsumstellung spiegelte sich auch im Milchleistungsverlauf wider. Wie Abbildung 3 zeigt, stieg die Milchleistung in den Gruppen 1 und 2 mit Weidebeginn über 3 Wochen an und lag bis etwa zur 8. Weidewoche über dem zu erwartenden

Tabelle 5: Milchleistung in der Laktation

|                                      |           | Gruppe (G)         |                     |                    | s <sub>e</sub> | P-Werte <sup>1)</sup> |        |       |       |       |        |
|--------------------------------------|-----------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------|-----------------------|--------|-------|-------|-------|--------|
|                                      |           | 1                  | 2                   | 3                  |                | G                     | Ra     | L     | WH    | T     | Ko     |
| Tiere                                | Anzahl    | 11                 | 12                  | 10                 |                |                       |        |       |       |       |        |
| Lebendmasse                          | kg        | 594                | 550                 | 571                | 39             | 0,071                 | <0,001 | 0,028 | 0,801 | 0,255 | 0,107  |
| Tageszunahmen                        | g/Tag     | -57 <sup>b</sup>   | 12 <sup>ab</sup>    | 131 <sup>a</sup>   | 109            | 0,015                 | 0,026  | 0,074 | 0,672 | 0,216 | 0,326  |
| <b>Milchleistung-Laktation</b>       |           |                    |                     |                    |                |                       |        |       |       |       |        |
| Laktationsdauer                      | Tage      | 299 <sup>a</sup>   | 297 <sup>a</sup>    | 284 <sup>b</sup>   | 9              | 0,019                 | 0,545  | 0,205 | 0,002 | 0,000 | 0,040  |
| Milch                                | kg        | 6.360              | 6.135               | 5.727              | 703            | 0,258                 | 0,080  | 0,254 | 0,360 | 0,002 | 0,002  |
| Milch pro Tag                        | kg        | 21,3               | 20,7                | 20,1               | 2,2            | 0,568                 | 0,040  | 0,130 | 0,953 | 0,699 | 0,003  |
| ECM                                  | kg        | 6.300              | 5.974               | 5.449              | 305            | 0,068                 | 0,156  | 0,378 | 0,210 | 0,054 | 0,000  |
| ECM pro Tag                          | kg        | 21,1               | 20,1                | 19,2               | 2,1            | 0,209                 | 0,120  | 0,218 | 0,694 | 0,603 | 0,001  |
| Fett                                 | kg        | 260,9 <sup>a</sup> | 245,3 <sup>ab</sup> | 217,1 <sup>b</sup> | 28,1           | 0,026                 | 0,145  | 0,742 | 0,133 | 0,066 | 0,000  |
| Eiweiß                               | kg        | 200,2              | 189,0               | 178,4              | 0,0            | 0,149                 | 0,216  | 0,085 | 0,374 | 0,035 | 0,001  |
| Fett                                 | %         | 4,10               | 4,00                | 3,79               | 0,29           | 0,091                 | 0,010  | 0,277 | 0,150 | 0,833 | 0,060  |
| Eiweiß                               | %         | 3,15               | 3,08                | 3,11               | 0,17           | 0,612                 | 0,061  | 0,562 | 0,597 | 0,758 | 0,902  |
| Laktose                              | %         | 4,64               | 4,64                | 4,65               | 0,15           | 0,994                 | 0,931  | 0,832 | 0,192 | 0,738 | 0,396  |
| Zellzahl                             | x 1000    | 119                | 94                  | 66                 | 11             | 0,219                 | 0,280  | 0,202 | 0,008 | 0,601 | 0,494  |
| Harnstoff                            | mg/100 ml | 25,2 <sup>b</sup>  | 28,8 <sup>a</sup>   | 31,2 <sup>a</sup>  | 2,1            | <0,001                | <0,001 | 0,888 | 0,717 | 0,462 | 0,346  |
| <b>Milchleistung - 305 Lak. Tage</b> |           |                    |                     |                    |                |                       |        |       |       |       |        |
| Milch                                | kg        | 6.505              | 6.301               | 6.117              | 680            | 0,568                 | 0,040  | 0,130 | 0,953 | 0,699 | 0,003  |
| ECM                                  | kg        | 6.441              | 6.134               | 5.821              | 326            | 0,209                 | 0,120  | 0,218 | 0,694 | 0,603 | 0,001  |
| Fett                                 | kg        | 266,6              | 251,9               | 231,9              | 28,5           | 0,097                 | 0,154  | 0,591 | 0,473 | 0,595 | <0,001 |
| Eiweiß                               | kg        | 204,8              | 193,8               | 190,6              | 19,0           | 0,334                 | 0,144  | 0,025 | 0,960 | 0,470 | 0,002  |
| Fett                                 | %         | 4,10               | 4,00                | 3,79               | 0,29           | 0,091                 | 0,010  | 0,277 | 0,150 | 0,833 | 0,060  |
| Eiweiß                               | %         | 3,15               | 3,08                | 3,12               | 0,14           | 0,612                 | 0,061  | 0,562 | 0,597 | 0,758 | 0,902  |

<sup>1)</sup> G=Gruppe, R=Rasse, L=Laktationsgruppe, T=Trächtigkeitsgruppe, WH=Wiederholung, KO=Ko-Variable ECM-Leistung zu Laktationsbeginn

**Tabelle 6: Rationszusammensetzung und Futterbedarf in der Laktation bzw. pro Jahr** (305 Laktationstage + 60 Tage Trockenstehzeit)

|                                |                 | Gruppe (G)         |                     |                    | s <sub>e</sub> | P-Werte <sup>1)</sup> |       |       |        |       |        |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------|-----------------------|-------|-------|--------|-------|--------|
|                                |                 | 1                  | 2                   | 3                  |                | G                     | Ra    | L     | WH     | T     | Ko     |
| Tiere                          | Anzahl          | 11                 | 12                  | 10                 |                |                       |       |       |        |       |        |
| <b>Futterbedarf Laktation</b>  |                 |                    |                     |                    |                |                       |       |       |        |       |        |
| Heu                            | kg T            | 784 <sup>a</sup>   | 692 <sup>b</sup>    | 643 <sup>b</sup>   | 40             | <0,001                | 0,730 | 0,050 | <0,001 | 0,029 | 0,814  |
| Grassilage                     | kg T            | 1.608 <sup>a</sup> | 1.277 <sup>b</sup>  | 1.102 <sup>b</sup> | 254            | 0,003                 | 0,893 | 0,269 | 0,042  | 0,067 | 0,628  |
| Weidefutter                    | kg T            | 2.315 <sup>b</sup> | 2.725 <sup>a</sup>  | 2.800 <sup>a</sup> | 211            | <0,001                | 0,135 | 0,362 | 0,002  | 0,011 | <0,001 |
| Kraftfutter                    | kg T            | 652 <sup>a</sup>   | 525 <sup>ab</sup>   | 349 <sup>b</sup>   | 142            | 0,003                 | 0,192 | 0,152 | 0,998  | 0,865 | 0,726  |
| Weidefutter                    | % der T v. Ges. | 43 <sup>b</sup>    | 52 <sup>a</sup>     | 57 <sup>a</sup>    | 4,1            | <0,001                | 0,828 | 0,390 | 0,185  | 0,475 | 0,011  |
| Kraftfutter                    | % der T v. Ges. | 12 <sup>a</sup>    | 10 <sup>ab</sup>    | 7 <sup>b</sup>     | 2,4            | 0,004                 | 0,321 | 0,408 | 0,331  | 0,603 | 0,708  |
| <b>Futterbedarf pro Jahr</b>   |                 |                    |                     |                    |                |                       |       |       |        |       |        |
| Heu                            | kg T            | 1.075 <sup>a</sup> | 981 <sup>b</sup>    | 957 <sup>b</sup>   | 32             | <0,001                | 0,280 | 0,043 | <0,001 | 0,551 | 0,230  |
| Grassilage                     | kg T            | 1.830              | 1.780               | 1.668              | 209            | 0,359                 | 0,735 | 0,038 | 0,003  | 0,210 | 0,579  |
| Weidefutter                    | kg T            | 2.670 <sup>b</sup> | 2.856 <sup>ab</sup> | 3.046 <sup>a</sup> | 249            | 0,032                 | 0,237 | 0,380 | 0,120  | 0,227 | <0,001 |
| Kraftfutter                    | kg T            | 669 <sup>a</sup>   | 541 <sup>ab</sup>   | 373 <sup>b</sup>   | 146            | 0,004                 | 0,189 | 0,128 | 0,720  | 0,874 | 0,886  |
| Grundfutter                    | kg T            | 5.575              | 5.617               | 5.671              | 295            | 0,827                 | 0,194 | 0,034 | 0,017  | 0,252 | 0,006  |
| Gesamtfutter                   | kg T            | 6.244              | 6.158               | 6.044              | 317            | 0,509                 | 0,050 | 0,007 | 0,036  | 0,329 | 0,009  |
| Weidefutter                    | % der T v. Ges. | 43 <sup>b</sup>    | 46 <sup>ab</sup>    | 50 <sup>b</sup>    | 3              | 0,001                 | 0,974 | 0,438 | 0,553  | 0,366 | 0,008  |
| Kraftfutter                    | % der T v. Ges. | 11 <sup>a</sup>    | 9 <sup>ab</sup>     | 6 <sup>b</sup>     | 2              | 0,003                 | 0,296 | 0,351 | 0,330  | 0,648 | 0,757  |
| <b>Futteraufwand je kg ECM</b> |                 |                    |                     |                    |                |                       |       |       |        |       |        |
| Gesamtfutter                   | kg T/kg ECM     | 0,98               | 1,01                | 1,06               | 0,08           | 0,220                 | 0,434 | 0,370 | 0,538  | 0,734 | 0,001  |
| Grundfutter                    | kg T/kg ECM     | 0,88 <sup>b</sup>  | 0,93 <sup>ab</sup>  | 0,99 <sup>a</sup>  | 0,09           | 0,059                 | 0,322 | 0,408 | 0,448  | 0,909 | 0,002  |
| Kraftfutter                    | g T/kg ECM      | 104 <sup>a</sup>   | 88 <sup>ab</sup>    | 66 <sup>b</sup>    | 20             | 0,005                 | 0,381 | 0,405 | 0,438  | 0,362 | 0,143  |
| Weide                          | kg T/kg ECM     | 0,42 <sup>b</sup>  | 0,47 <sup>a</sup>   | 0,53 <sup>a</sup>  | 0,04           | 0,001                 | 0,701 | 0,212 | 0,355  | 0,371 | 0,175  |

<sup>1)</sup> G=Gruppe, R=Rasse, L=Laktationsgruppe, T=Trächtigkeitsgruppe, WH=Wiederholung, KO=Ko-Variable ECM-Leistung zu Laktationsbeginn

Milchleistungsverlauf. Obwohl die Tiere der Gruppe 3 bei Weidebeginn von der Kraftfutterrestriktion stärker betroffen waren als die Gruppen 1 und 2, konnten in den Laktationswochen 7-15 in der Milchleistungspersistenz keine wesentlichen Unterschiede festgestellt werden. Ab der 15. Laktationswoche lag jedoch die Milchleistung der Gruppe 3 bis Laktationsende auf tieferem Niveau. Die Umstellung auf Weidehaltung führte bei allen Versuchsgruppen zu einem Rückgang des Milchfettgehalts. Die Milch der Tiere der Versuchsgruppe 3 wies in der ersten Laktationshälfte die geringsten Fett- und Eiweißgehalte auf. Bei allen Versuchsgruppen zeigten sich im August mit 40-50 mg/100 ml die höchsten Milchwasserstoffgehalte. Milchwasserstoffgehalte über 30 mg/100 ml traten in Gruppe 3 im Durchschnitt ab der 13. Laktationswoche, in Gruppe 2 ab der 21. und in Gruppe 1 ab der 26. Laktationswoche auf.

### 3.3 Rationszusammensetzung und Futterbedarf

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse zur Rationszusammensetzung bzw. zum Futterbedarf dargestellt. In der Laktationsphase zeigten sich bei allen Futterkomponenten signifikante Gruppeneinflüsse. Von Gruppe 1 bis Gruppe 3 ging der Bedarf an konserviertem Grundfutter signifikant zurück und stieg der Weidefutteranteil signifikant von 43 % über 52 % auf 57 % an. Die eingesetzte Kraftfuttermenge je Kuh und Laktation ging von 652 kg T in Gruppe 1 auf 349 kg in Gruppe 3 zurück, was einem Kraftfutteranteil von 12 bzw. 7 % entsprach. Die Gruppenunterschiede zum Futterbedarf pro Jahr waren ebenfalls signifikant, jedoch weniger deut-

lich ausgeprägt. Von Gruppe 1-3 stieg der Weidefutteranteil von 43 auf 50 % an und der Kraftfutteranteil ging von 11 auf 6 % an der Jahres-T-Aufnahme zurück. Wenn bei der statistischen Auswertung an Stelle der Gruppeneinteilung die kontinuierliche Variable „Abkalbezeitpunkt vor Weidebeginn in Tagen“ verwendet wurde, dann zeigten sich vergleichbare Ergebnisse.

Der Weidefutteranteil verringerte sich signifikant linear um 0,09 % (4,5 kg T pro Kuh und Jahr) und der Kraftfutteranteil an der Jahresration stieg signifikant um 0,06 % (4,1 kg T/Kuh und Jahr) an, wenn der Abstand zwischen Abkalbedatum und Weidebeginn um einen Tag zunahm. In Abbildung 5 ist die durchschnittliche Rationszusammensetzung der Versuchsgruppen im Laktationsverlauf bzw. zu Weidebeginn grafisch dargestellt.

Die Dauer der Kraftfuttermenge wurde entsprechend dem Versuchsplan, neben der Milchleistung, vom Zeitpunkt des Weidebeginns (bzw. Abkalbezeitpunkt) beeinflusst. Im Mittel erhielten die Kühe der Versuchsgruppe 1 bis zur 25. Laktationswochen, die der Gruppe 2 bis zur 21. und die der Gruppe 3 bis zur 15. Laktationswoche Kraftfutter. Nach der Umstellung auf Tag- und Nachtweidehaltung („Vollweide“) erhielten praktisch nur mehr die hochleistenden Kühe in Gruppe 3 eine geringe Kraftfuttermenge (max. 2 kg FM). Die Abbildungen zur Rationszusammensetzung zeigen, dass die Tiere der Gruppen 1 noch in der Weidezeit in die Trockenstehphase kamen. Demgegenüber waren die Kühe der Gruppe 3 in der Stallfütterungsphase im Herbst noch laktierend und der Trockenstehzeitpunkt in Gruppe 2 fiel im Mittel sehr gut mit dem Weideende zusammen.

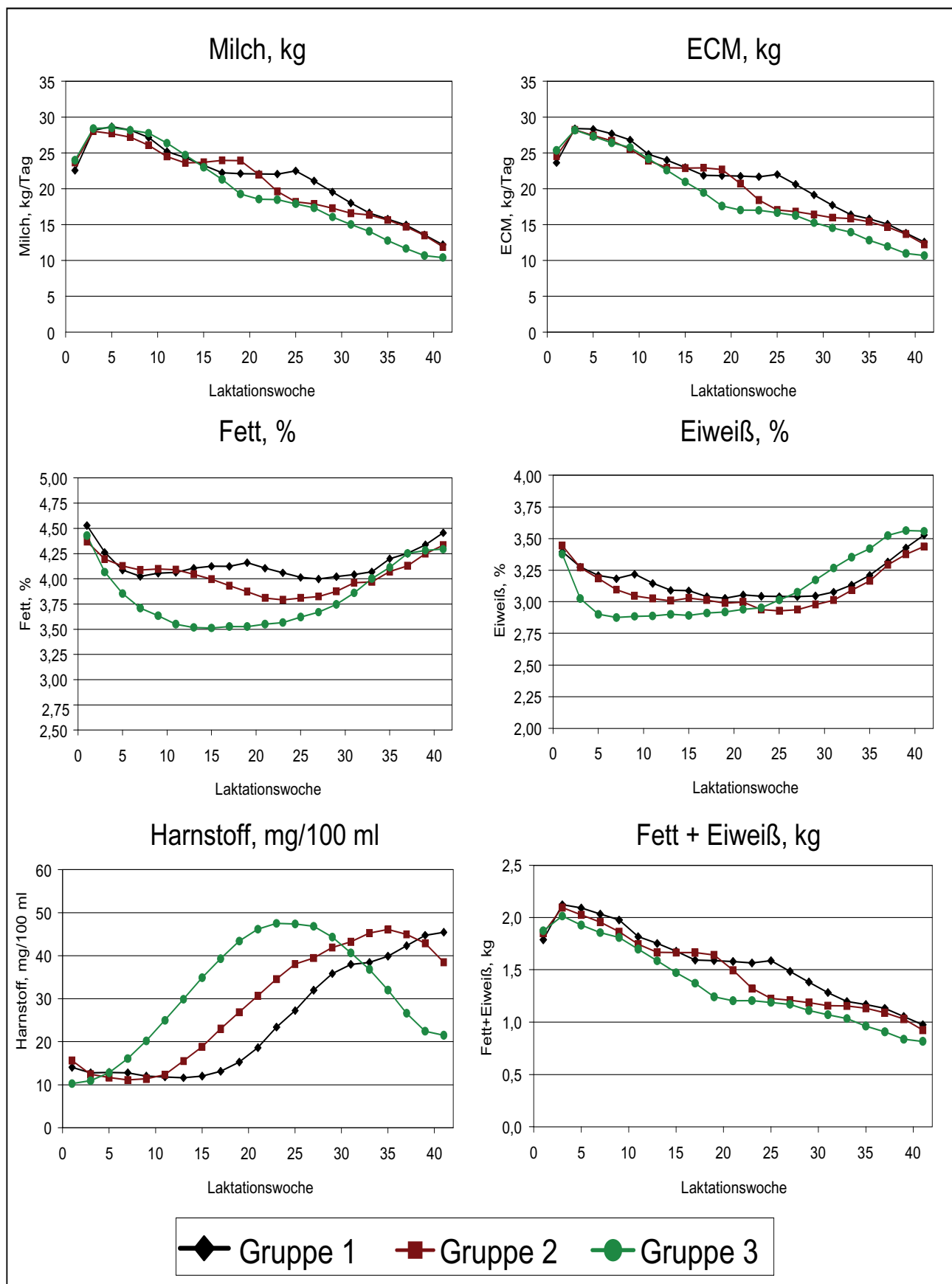


Abbildung 3: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe im Laktationsverlauf



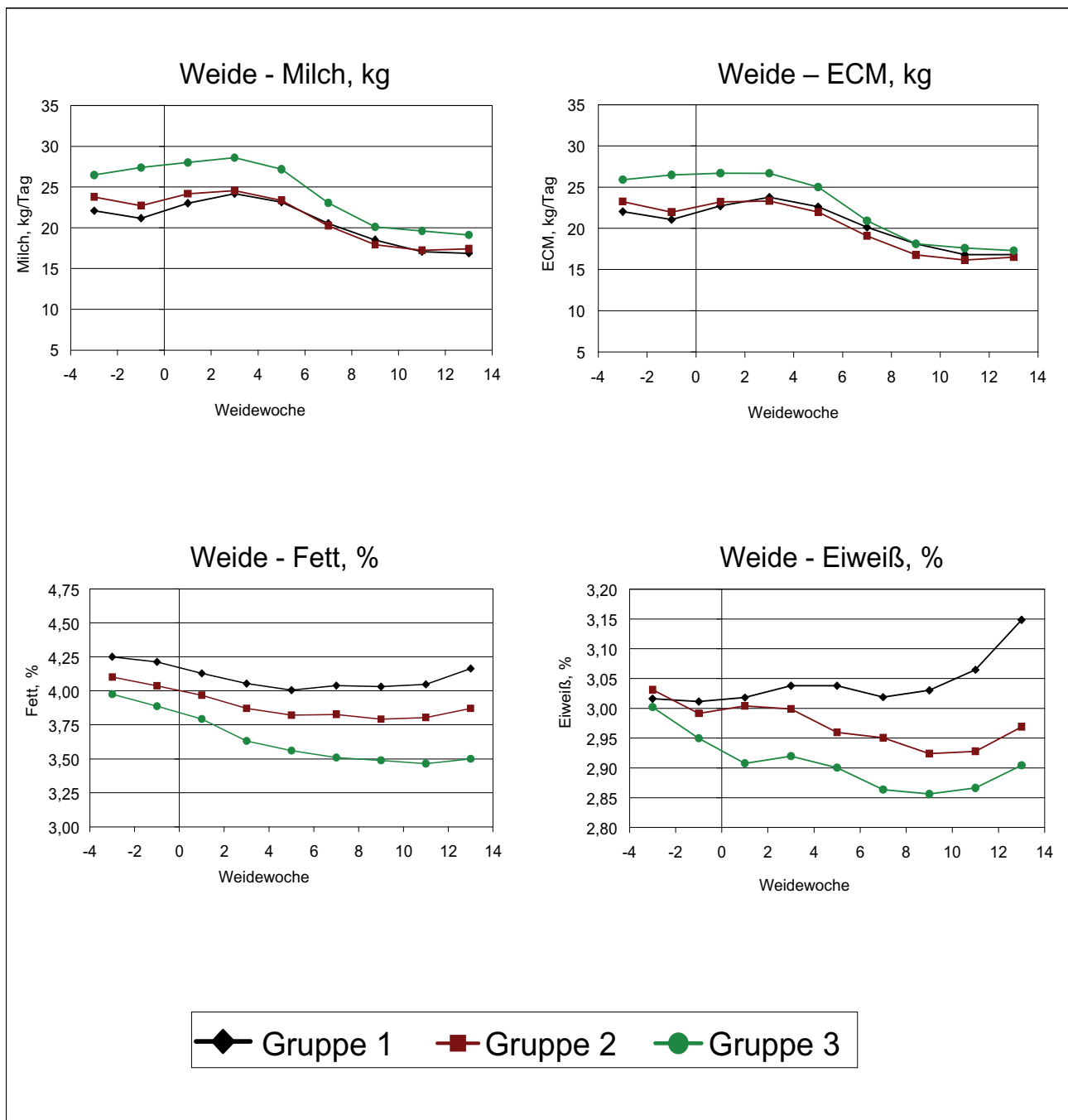


Abbildung 4: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe zu Weidebeginn

### 3.4 Lebendmasseveränderung und Körperkondition

Im Laktationsverlauf unterschied sich die durchschnittliche Lebendmasse (LM) tendenziell zwischen den Versuchsgruppen (Tabelle 5). Die Tiere der Versuchsgruppe 1 zeigten in der Laktation leicht negative Zunahmen (-57 g) und lagen damit signifikant unter den Tieren der Versuchsgruppe 3, die positive tägliche Zunahmen (131 g) erreichten. In Abbildung 6 sind die Ergebnisse zur Lebendmasse- bzw. Körperkonditionsveränderung im Laktationsverlauf bzw. zu Weidebeginn grafisch dargestellt. Im Durchschnitt

verloren die Kühe vom 7. Laktationstag bis zum Lebendmasseminimum in allen Gruppen zwischen 50–60 kg. Die Tiere der Gruppe 3 nahmen in den ersten Laktationswochen am stärksten an LM ab und erreichten das Minimum nach etwa 100 Laktationstagen (15. Laktationswoche). Anschließend lagen die täglichen Zunahmen dieser Tiere über denen der anderen Versuchsgruppen.

In den Gruppen 1 und 2 zeigte sich über einen längeren Zeitraum (26. bzw. 21. Laktationswoche bzw. 5. Weidewoche) eine LM-Abnahme.

Die Körperkondition der Tiere lag zu Laktationsbeginn im Mittel bei knapp 3 Punkten.

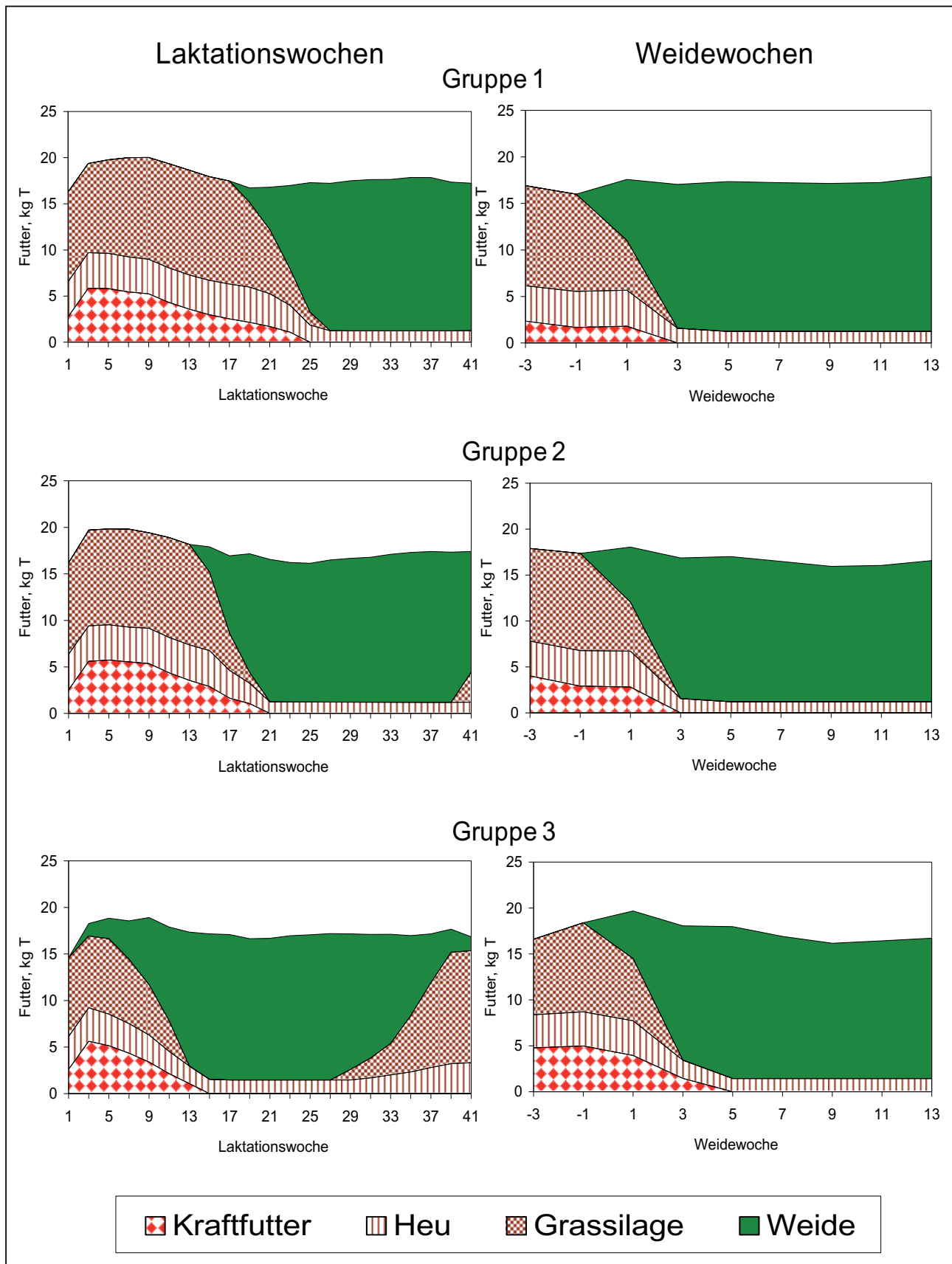


Abbildung 5: Rationszusammensetzung im Laktationsverlauf (links) bzw. zu Weidebeginn (rechts) im Mittel der Versuchsgruppen

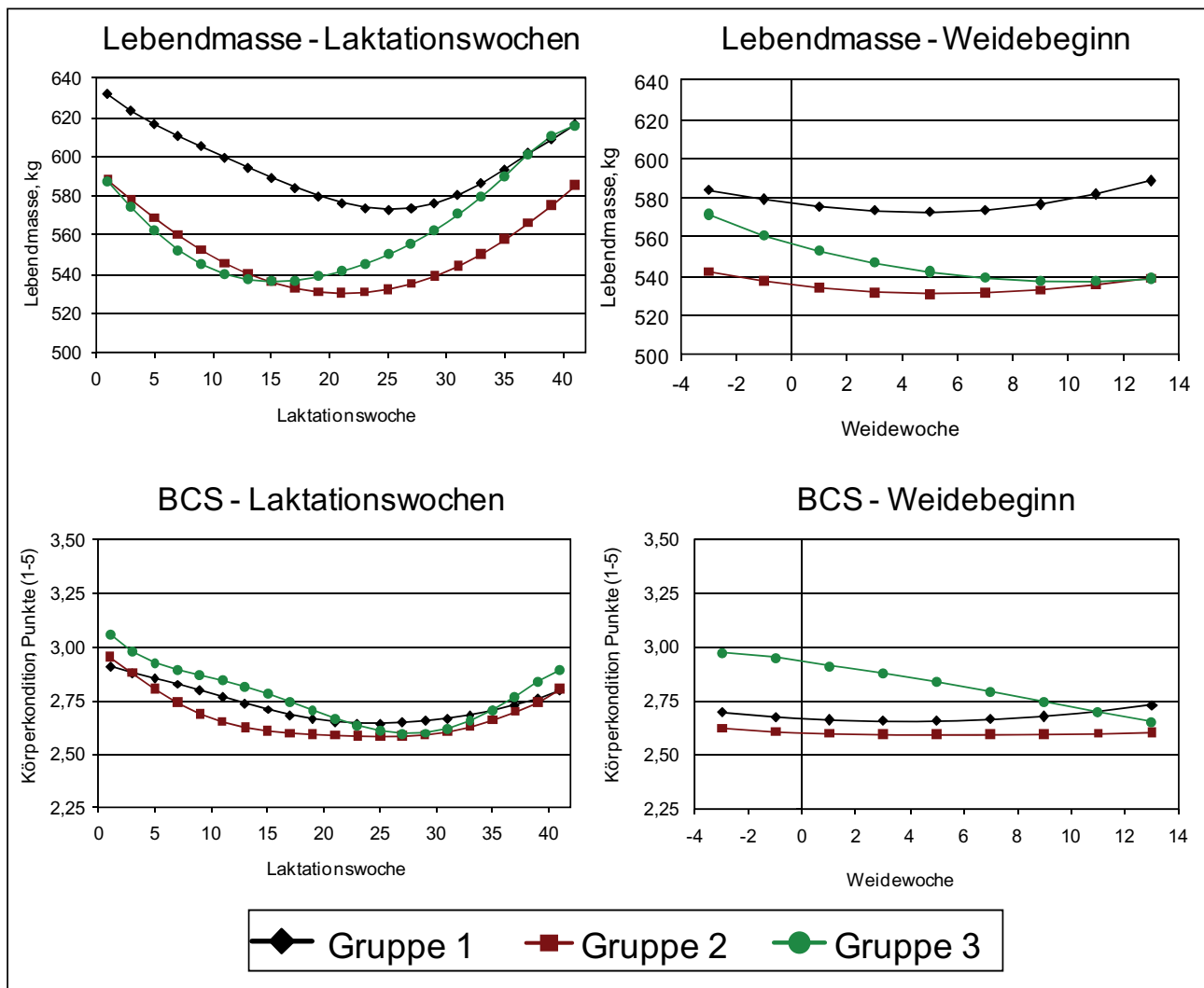


Abbildung 6: Lebendmasse und Körperkondition im Laktationsverlauf bzw. zu Weidebeginn

Die Kühe der Gruppen 1 und 2 verloren im Durchschnitt bis zur 23. Laktationswoche etwa 0,4 BCS-Punkte. In Versuchsgruppe 3 verloren die Kühe im Mittel etwas stärker (0,5 BCS-Punkte) und über einen längeren Zeitraum (27. Laktationswoche) an Körperkondition. Beim Trockenstellen lag die Körperkondition im Bereich von 2,8–3,0 Punkten.

In den ersten Weidewochen erreichten die Kühe der Gruppe 1 und 2 den BCS-Tiefpunkt während die Kühe der Gruppe 3 deutlich an Körperkondition abnahmen.

### 3.5 Harn- und Blutparameter

In den Abbildungen 7–9 sind die Ergebnisse der Blut- und Hamuntersuchungen zu Weidebeginn dargestellt. Abbildungen 10–11 zeigen die Blutparameter zu Laktationsbeginn (Laktationswoche 3 bis 15). In allen Gruppen stieg der Harnstoffgehalt der Blutproben zu Weidebeginn von etwa 4 auf 8–10 mg/dl an und es zeigten sich keine signifikanten Gruppendifferenzen (Abbildung 7). Bei den P-Gehalten war in den ersten fünf Weidewochen in allen Gruppen ein leichter Rückgang (Niveau: 1,6–1,4 mmol/l) festzustellen, wobei in dieser Zeit die Normwerte (1,6–2,3 mmol/l) auch

leicht unterschritten wurden, im Anschluss daran stiegen die P-Gehalte wieder an. Die Versuchsgruppe 3 lag in den P-Gehalten zu Weidebeginn geringfügig, jedoch nicht signifikant, unter den Vergleichsgruppen. Der Ca-Gehalt lag zu Weidebeginn konstant, mit durchschnittlich 2,3 mmol/l, im unteren Bereich der Normen (2,3–3,0 mmol/l). Nur in der ersten Weidewoche zeigten sich signifikante Gruppenunterschiede ( $P=0,001$ ; Gruppe 1-2). Der Magnesiumgehalt stieg zu Weidebeginn in allen Gruppen leicht an und lag mit Durchschnitt mit 1,1 mmol/l immer im Normbereich (0,8–1,3 mmol/l).

Zu Weidebeginn stiegen die Total-Bilirubinwerte leicht an, lagen jedoch in allen Gruppen mit 1,8–4,1  $\mu\text{mol/l}$  im Normbereich. Total-Bilirubin-Werte über 5  $\mu\text{mol/l}$  weisen auf Belastungen des Leberstoffwechsels hin. Auch die Gehalte an Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT) lagen im Normbereich ( $<50 \text{ IU/l}$ ) und wiesen auf keine Belastungen bzw. Erkrankungen der Leber hin. Der Normbereich der Aspartat-Amino-Transferase (AST bzw. GOT) wird mit  $<80 \text{ IU/l}$  angegeben. Der AST-Gehalt stieg in den Gruppen 1 und 2 zu Weidebeginn leicht an und lag hier im Bereich von 70–80 IU/l.

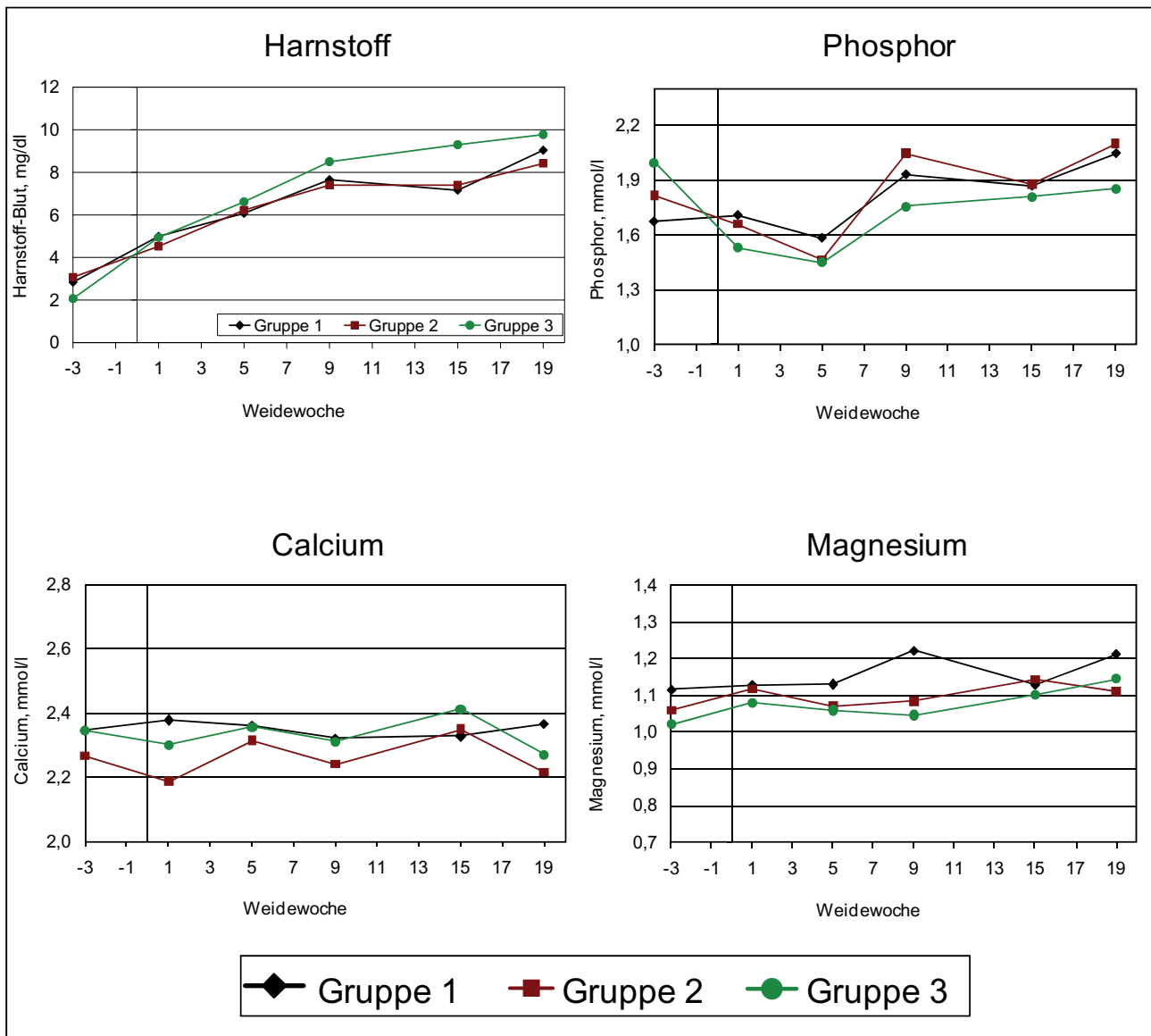


Abbildung 7: Harnstoff- und Mineralstoffgehalt der Blutproben zu Weidebeginn

Die Tiere der Versuchsgruppe 3 lagen numerisch (nicht signifikant) über den Gruppen 1 und 2 und überschritten damit den Normbereich mit 80-90 IU/l geringfügig. Die Tiere der Gruppe 3 befanden sich zu diesem Zeitpunkt in der Hochlaktation und wiesen bereits vor Weidebeginn die höchsten AST-Gehalte auf. Die Gehalte an freien Fettsäuren (FFS) und an Beta-Hydroxy-Buttersäure ( $\beta$ -HB) dienen bei Milchkühen als Indikatoren für starke Körperfettmobilisation bzw. subklinische Ketosen.  $\beta$ -HB-Gehalte über 1 mmol/l bzw. FFS-Gehalte über 0,3 (0,6) mmol/l weisen auf katabole Zustände hin. Die hochlaktierenden Tiere der Versuchsgruppe 3 zeigten in der ersten Weidewoche die höchsten  $\beta$ -HB- und FFS-Gehalte und lagen auch über dem angegebenen Normbereich. Bei den FFS-Gehalten lag die Gruppe 3 bis zur 15. Laktationswoche numerisch (nicht signifikant) über den Vergleichsgruppen. Unabhängig von den Versuchsgruppen deuten die FFS- und  $\beta$ -HB-Gehalte auf eine erhöhte Körpersubstanzmobilisation zu Weidebeginn hin. Die Gehalte an Kreatinin (Nierenfunktions-

parameter) lagen im Normbereich und unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Versuchsgruppen. In den untersuchten Harnproben wurde ein pH-Wert zwischen 8,2 und 8,5 festgestellt. Es zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede. Die Untersuchung des Harns auf die Netto-Säuren Basenausscheidung (NSBA) dient der Beurteilung einer möglichen Übersäuerung des Stoffwechsels. Um die Abhängigkeit von Diuraseschwankungen (Beeinflussung der Harnmenge und damit der NSBA) zu eliminieren, wird üblicherweise der Basen-Säure-Quotient (BSQ) zur Interpretation herangezogen. Eine Abnahme des BSQ weist auf azidotische und eine Zunahme auf alkalotische Belastungen hin. Die BSQ-Werte stiegen in der ersten Weidewoche leicht an variierten jedoch insgesamt zu Weidebeginn und zwischen den Versuchsgruppen nur geringfügig. Starke Veränderungen des Ammoniumstickstoffs (Werte über 10) werden bei akuten Azidosen beschrieben. Bei den Untersuchungen fielen moderate Erhöhungen zu Weidebeginn auf.



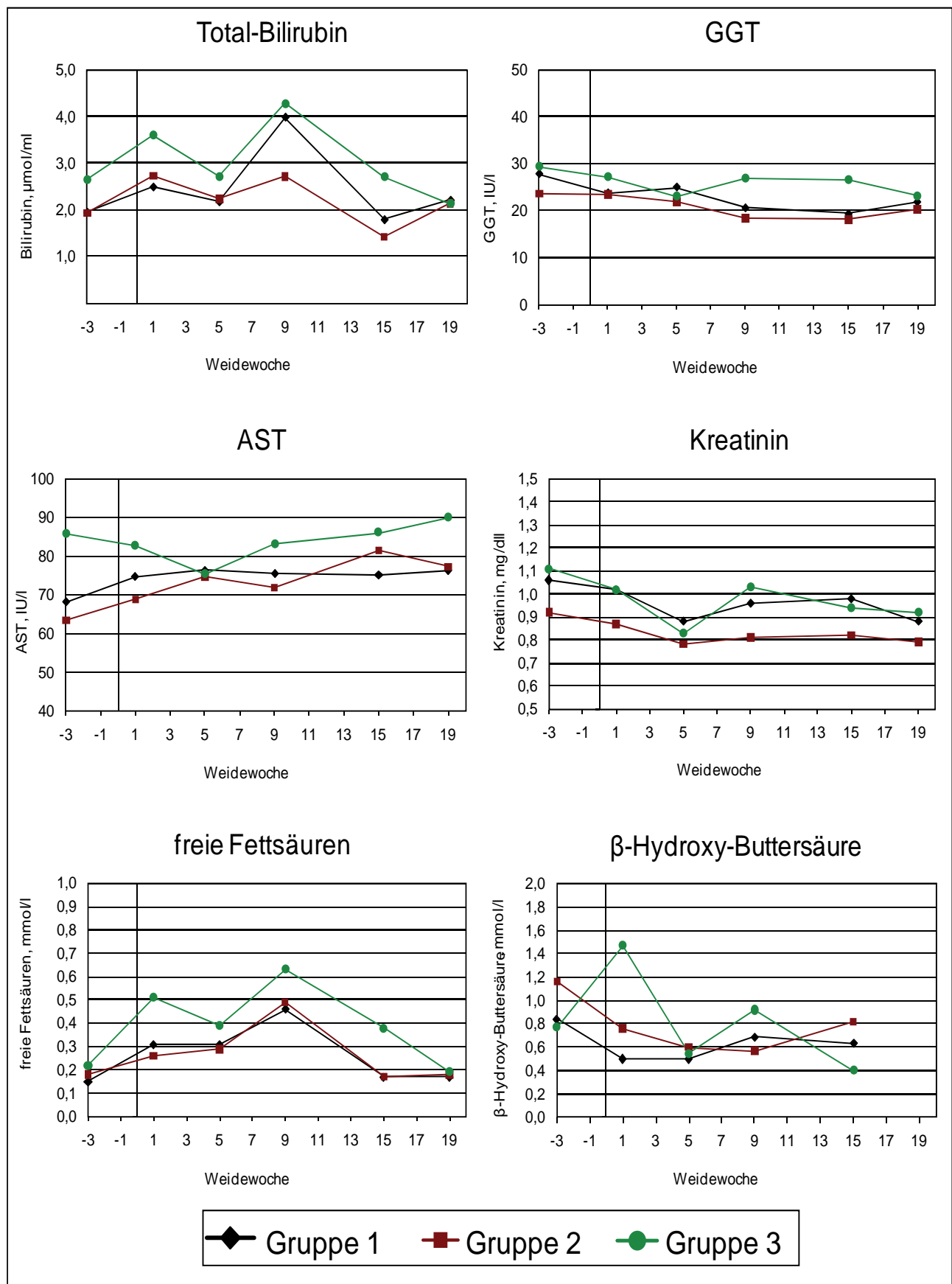


Abbildung 8: Blut - Stoffwechselfparameter zu Weidebeginn

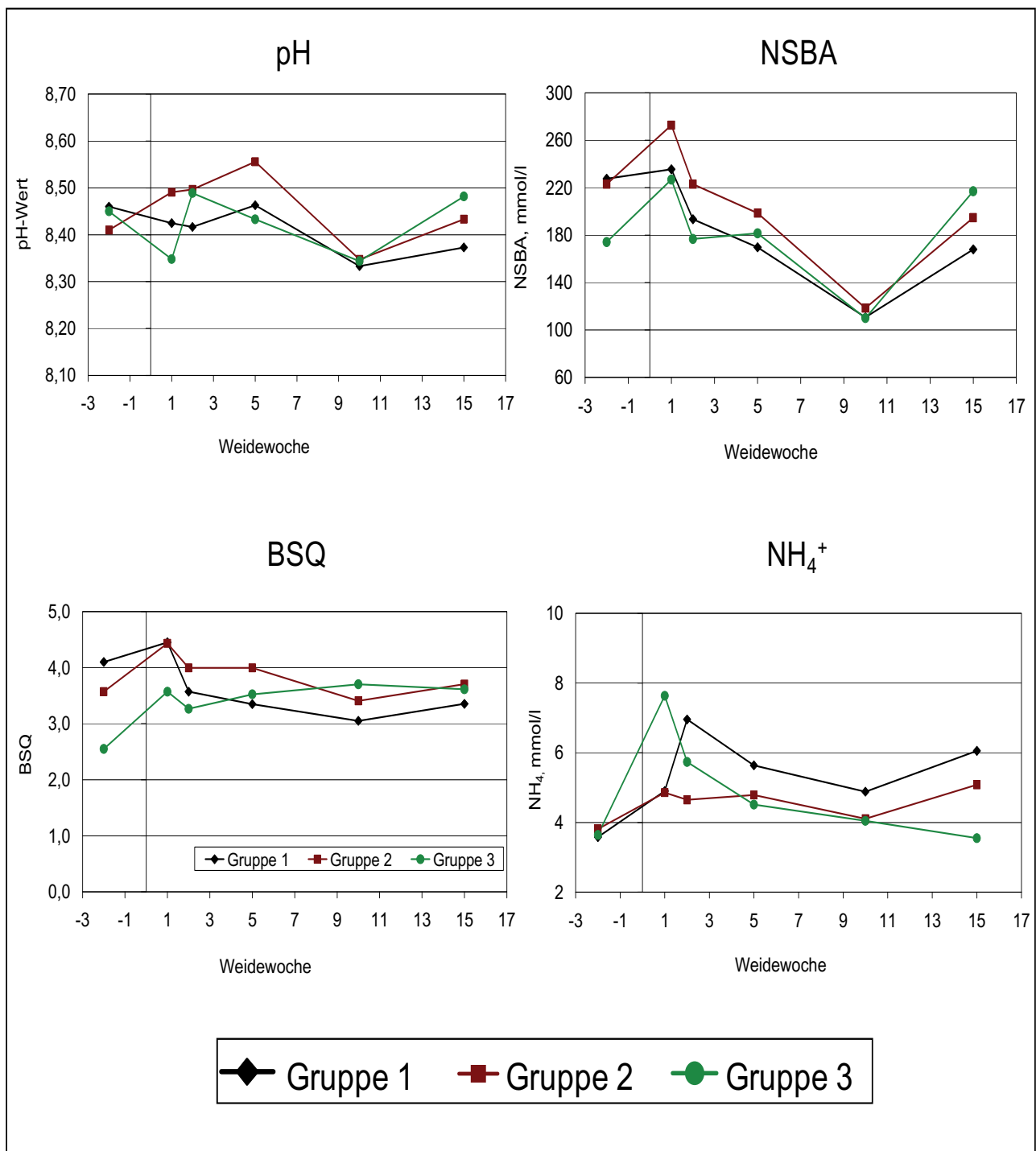


Abbildung 9: Stoffwechselfparameter im Harn

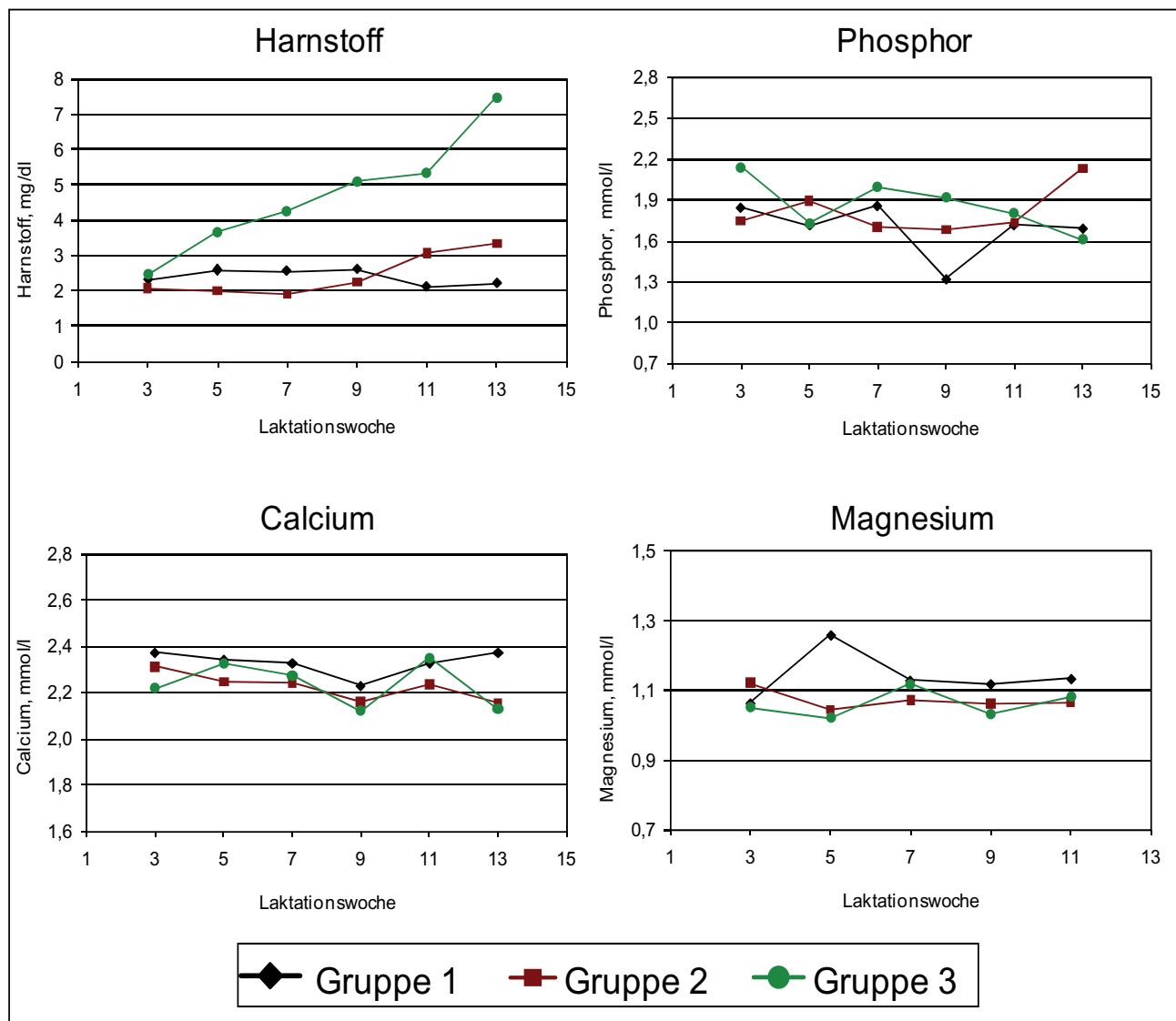


Abbildung 10: Harnstoff- und Mineralstoffgehalt der Blutproben zu Laktationsbeginn

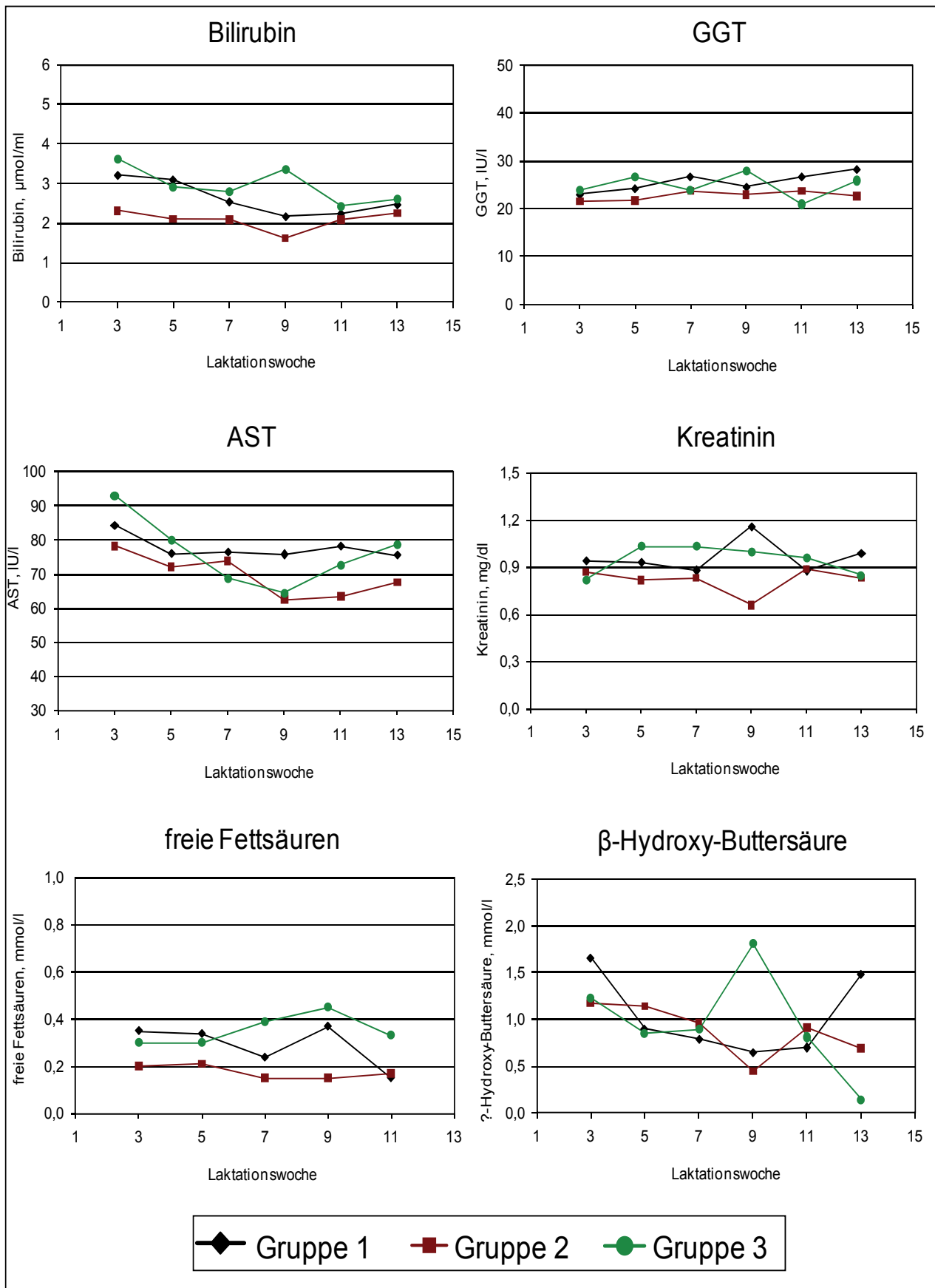


Abbildung 11: Blut - Stoffwechselparameter zu Laktationsbeginn



Tabelle 7: Tierärztliche Behandlungen sowie Fruchtbarkeitsergebnisse

|                                     |              | Mittel | Gruppen |     |     |
|-------------------------------------|--------------|--------|---------|-----|-----|
|                                     |              |        | 1       | 2   | 3   |
| Tiere                               | Anzahl       |        | 11      | 12  | 10  |
| Tierärztliche Behandlungen          | Anzahl/Kuh   | 0,42   | 0,6     | 0,5 | 0,1 |
| Stoffwechsel-/Milchfieberbehandlung | Anzahl/Kuh   | 0,06   | 0,2     | 0,0 | 0,0 |
| Euterbehandlungen                   | Anzahl/Kuh   | 0,18   | 0,2     | 0,3 | 0,0 |
| Anteil trächtige Kühe               | % aller Kühe | 85     | 91      | 83  | 80  |
| Rastzeit (alle Kühe)                | Tage         | 69     | 75      | 77  | 52  |
| Güstzeit (trächtige Kühe)           | Tage         | 77     | 68      | 91  | 72  |
| Trächtig ab Laktationstag           | Lak. Tag     | 74     | 68      | 82  | 72  |
| Trächtig bis 77. Laktationstag      | % aller Kühe | 61     | 73      | 58  | 50  |
| Trächtig bis 98. Laktationstag      | % aller Kühe | 64     | 82      | 58  | 50  |
| Besamungsindex - trächtige Kühe     | Besamungen   | 1,2    | 1,0     | 1,1 | 1,5 |
| Besamungsindex - alle Kühe          | Besamungen   | 1,3    | 1,1     | 1,4 | 1,5 |
| Zwischenkalbezeit                   | Tage         | 365    | 352     | 381 | 361 |

### 3.6 Tiergesundheit und Fruchtbarkeit

Tabelle 7 zeigt die Mittelwerte der erforderlichen tierärztlichen Behandlungen sowie die Fruchtbarkeitsergebnisse der einzelnen Gruppen.

Insgesamt waren im Versuchszeitraum bei den 33 Versuchstieren 14 tierärztliche Behandlungen notwendig. Davon entfielen fünf Behandlungen auf Mastitis, jeweils zwei Behandlungen auf eine Infektion im Maulbereich, auf Verletzungen sowie auf Behandlungen wegen eines eingewachsenen Hornes und eine Behandlung wegen Milchfieber sowie eine Geburtseinleitung und ein Nachgeburtverhalten. Es konnten diesbezüglich keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt werden. Bei den Fruchtbarkeitsergebnissen wurden ebenfalls keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt. Der Anteil der trächtigen Kühe lag bei 85 %, bei einer durchschnittlichen Rast- bzw. Güstzeit von 69 bzw. 77 Tagen. Bis zum 98. Laktationstag waren 64 % aller Kühe oder 72 % der erfolgreich belegten Kühe trächtig. Im Durchschnitt wurden 1,3 Besamungen pro Kuh durchgeführt. Die Zwischenkalbezeit der Tiere lag bei 365 Tagen, wobei 21 % bzw. 14 % der Kühe eine Zwischenkalbezeit über 400 bzw. 420 Tage aufwiesen.

### 3.7 Ökonomische Beurteilung der Ergebnisse

Wie Tabelle 8 zeigt, ging der Wintermilchanteil (Preiszuschläge 2 Cent/kg) von Gruppe 1 bis Gruppe 3 signifikant (52 über 43 auf 30 %) zurück.

Im Milcherlös je kg Liefermilch bzw. je Kuh und Jahr zeigte sich ebenfalls ein rückläufiger Trend, der jedoch auf Grund der Streuung statistisch nicht abgesichert werden konnte. Die variablen bzw. fixen Futterkosten gingen signifikant von Gruppe 1 bis Gruppe 3 zurück. Ursachen dafür waren der abnehmende Kraftfutter- und der zunehmende Weidefuttereinsatz. Sowohl bei Berücksichtigung variabler als auch fixer Futterkosten gingen diese von Gruppe 1 bis Gruppe 3 signifikant zurück. Dadurch verringerten sich auch die Futterkosten je kg Milch.

Die fixen Futterkosten je kg Milch gingen von 14,8 auf 13,7 Cent von Gruppe 1 bis Gruppe 3 zurück. Wurden beim Grundfutter nur die variablen Kosten berücksichtigt

so gingen die Futterkosten von 6,3 auf 4,8 Cent je kg Milch zurück. Wie die Ergebnisse zeigen, unterschied sich der Differenzbetrag zwischen Milcherlös und Futterkosten (fix bzw. variabel) je Kuh und Jahr nicht signifikant zwischen den Versuchsgruppen.

Der geringere Milcherlös in Gruppe 3 wurde durch die geringeren Futterkosten nahezu ausgeglichen, sodass nur ein numerisch rückläufiger Trend von Gruppe 1 bis Gruppe 3 erkennbar war. Unter Berücksichtigung der fixen Grundfutterkosten ging der Differenzbetrag von 1.288 Euro über 1.210 auf 1.184 Euro je Kuh und Jahr zurück. In einem weiteren Schritt wurden zusätzlich auch die Stallplatzkosten und eine MilCHFettquote von 6.000 kg je Betrieb unterstellt. Zur Erfüllung der Fettquote stieg damit die notwendige

Kuhanzahl von 23 in Gruppe 1 auf 27 Kühe in Gruppe 3 an. Damit erhöhten sich die Stallplatzkosten signifikant von 6.892 Euro in Gruppe 1 auf 8.131 Euro je Betrieb und Jahr in Gruppe 3. Auf Grund der höheren Kuhanzahl ergab sich aber auch ein Anstieg im Differenzbetrag von Milcherlös und fixen Futterkosten. Daher zeigten sich auf Betriebsebene, auch unter Berücksichtigung der Stallplatzkosten, keine signifikanten ökonomischen Gruppenunterschiede. Numerisch schnitt in diesem Fall sogar die Versuchsgruppe 3 am günstigsten ab.

In diesem Zusammenhang muss aber auch berücksichtigt werden, dass der Grundfutterflächenbedarf von Gruppe 1 bis Gruppe 3 zunahm. Bei einem unterstellten Grünlandfuterertrag von 8.000 kg T je ha (aufgenommen von Tieren; unabhängig von der Nutzungsform wie Weide oder konserviert) würde beispielsweise der Grünlandflächenbedarf von 16,0 auf 19,3 ha je Herde ansteigen.

Demgegenüber ginge der Flächenbedarf für das Kraftfutter (bei 4.000 kg T Nettoertrag je ha = aufgenommen von Tieren) von 3,8 ha in Gruppe 1 auf 2,5 ha in Gruppe 3 zurück.

### 3.8 Nährstoffbilanzierung

Die Ergebnisse des vorliegenden Versuchs zeigen, dass auch im Berggebiet bei Spätherbst- bzw. Winterabkalbung von Milchkühen und Vollweidehaltung ein Weidefutteranteil an der Gesamtjahresration von 43 bis 50 % in der Milchviehhaltung erreicht werden kann. Bei weidebasierter Rinderhaltung sinkt der Energiebedarf (Treibstoff, Maschinen etc.) und kann auch der Kraftfuttereinsatz reduziert werden.

In der vorliegenden Untersuchung lag der Kraftfuttereinsatz je nach Versuchsgruppe bei 350–650 kg T je Tier und Jahr (=400–750 kg FM) und die Grundfutterleistung je nach Berechnungsvariante im Bereich von 4.600 bis 5.150 kg. In Tabelle 9 ist eine Nährstoffbilanzierung für Phosphor und Stickstoff je Kuh bzw. je ha angeführt. Dabei wurde der N- und P-Export aus dem Betrieb über die Milch bzw. das Kalb (42 kg) sowie der LM-Zuwachs der Kuh (10 kg/Laktation) berücksichtigt. Nährstoffverluste (Düngung, Auswaschung etc.) wurden nicht bewertet. Als Betriebsimportquellen wurden, wie im biologisch wirtschaftenden Grünlandmilchviehbetrieb typisch, das Kraftfutter, Stroh

Tabelle 8: Ökonomische Bewertung

|                                                                          |                           | Gruppe        |               |               | s <sub>e</sub> | P-Wert |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------|
|                                                                          |                           | 1             | 2             | 3             |                |        |
| Milch pro Jahr (305 Lak. Tage)                                           | kg/Kuh u. Jahr            | 6.505         | 6.301         | 6.117         | 680            | 0,568  |
| Wintermilchanteil (1.Okt.-31.Mai)                                        | % der Liefermilch         | 52            | 43            | 30            | 4              | <0,001 |
| Milchfett                                                                | %                         | 4,10          | 4,00          | 3,79          | 0,29           | 0,091  |
| Milcheiweiß                                                              | %                         | 3,15          | 3,08          | 3,12          | 0,14           | 0,612  |
| Milcherlös je kg                                                         | Cent/kg                   | 35,4          | 34,1          | 33,6          | 1,9            | 0,196  |
| <b>Milcherlös je Kuh (Liefermilch)</b>                                   | <b>Euro/Kuh u. Jahr</b>   | <b>2.257</b>  | <b>2.121</b>  | <b>2.026</b>  | 215            | 0,145  |
| <b>Berücksichtigung variable Grundfutterkosten:</b>                      |                           |               |               |               |                |        |
| Kraftfutter + variable Grundfutterkosten (ohne Verluste)                 | Euro/Kuh u. Jahr          | 415           | 363           | 296           | 58             | 0,003  |
| <b>Differenzbetrag (Milcherlös – KF- u. var. GF-Kosten)</b>              | <b>Euro/Kuh u. Jahr</b>   | <b>1.842</b>  | <b>1.758</b>  | <b>1.730</b>  | 190            | 0,550  |
| <b>Berücksichtigung fixe Grundfutterkosten:</b>                          |                           |               |               |               |                |        |
| Kraftfutter + fixe Grundfutterkosten (ohne Verluste)                     | Euro/Kuh u. Jahr          | 969           | 911           | 842           | 67             | 0,007  |
| <b>Differenzbetrag (Milcherlös – KF- u. var. GF-Kosten)</b>              | <b>Euro/Kuh u. Jahr</b>   | <b>1.288</b>  | <b>1.210</b>  | <b>1.184</b>  | 179            | 0,543  |
| <b>Berücksichtigung Stallplatzkosten u. 6000 kg Fettquote</b>            |                           |               |               |               |                |        |
| notwendige Kuhanzahl für Fettquote                                       | Kühe/Quote                | 23,0          | 24,6          | 27,1          | 2,9            | 0,049  |
| Stallplatzkosten (300 Euro/Kuh und Jahr)                                 | Euro/Quote u. Jahr        | 6.892         | 7.382         | 8.131         | 882            | 0,049  |
| <b>Differenzbetrag: (Milcherlös - fixe Futter- und Stallplatzkosten)</b> | <b>Euro/Quote u. Jahr</b> | <b>22.702</b> | <b>22.386</b> | <b>23.966</b> | 3.022          | 0,845  |

(0,4 kg/Tag im Jahresschnitt) und die Mineralstoffergänzung für die Milchkühe eingesetzt. Nährstoffeinträge über nasse Deposition, Leguminosen, N-Fixierung und Nachlieferungen aus dem Gestein wurden nicht berücksichtigt, sind jedoch bei der Ergebnisinterpretation zu beachten.

Wie die Ergebnisse zeigen liegt ohne Berücksichtigung eines P-Eintrags über Niederschläge bzw. der Nachlieferung aus dem Gestein und ohne Berücksichtigung von P-Verlusten bei der Düngung pro Tier bzw. Grünlandfläche eine leicht negative P-Bilanz vor. Da sich der Kraftfuttereinsatz in den Gruppe stärker als die Milchleistung unterschied, ergaben sich auch signifikante Gruppenunterschiede.

Vergleichbare Ergebnisse wurden auch in der N-Bilanz errechnet. Ohne Berücksichtigung der Leguminosen N-Fixierung, der nassen Deposition sowie N-Verluste bei der Düngung lag eine negative N-Bilanz von -22 bis -27 kg je ha Grünlandfläche vor. Diese leicht negative Stickstoffbilanz kann mit einem guten Düngermanagement und einem ausgewogenen Pflanzenbestand ausgeglichen werden.

Tabelle 8: Ökologische Bewertung

|                 |        | Gruppe |       |       | s <sub>e</sub> | P-Wert |
|-----------------|--------|--------|-------|-------|----------------|--------|
|                 |        | 1      | 2     | 3     |                |        |
| Kühe je ha      | Anzahl | 0,70   | 0,70  | 0,71  | 0,04           | 0,827  |
| P-Import        | kg/Kuh | 6,0    | 5,1   | 4,0   | 1,0            | 0,004  |
| P-Export        | kg/Kuh | 6,5    | 6,3   | 6,1   | 0,6            | 0,568  |
| P-Bilanz je Kuh | kg/Kuh | -0,5   | -1,1  | -2,1  | 0,7            | 0,002  |
| P-Bilanz je ha  | kg/ha  | -0,7   | -1,6  | -2,9  | 0,9            | 0,001  |
| N-Import        | kg/Kuh | 19,1   | 16,5  | 13,0  | 3,0            | 0,004  |
| N-Export        | kg/Kuh | 34,1   | 32,4  | 32,0  | 3,1            | 0,370  |
| N-Bilanz je Kuh | kg/Kuh | -15,0  | -15,9 | -19,0 | 3,0            | 0,059  |
| N-Bilanz je ha  | kg/Kuh | -21,5  | -22,7 | -26,7 | 3,5            | 0,041  |

#### 4. Diskussion

Wie bereits die Ergebnissen von Steinwider et al. (2010a,b) und Häusler et al. (2009) zeigen, wies auch in der vorliegenden Untersuchung das Weidefutter im Berggebiet einen hohen Energie- und Rohproteingehalte auf (6,4 MJ NEL bzw. 22 % XP/kg T) und lag damit in der Energiekonzentration um 10-20 % bzw. in der Rohproteinkonzentration um 40-80 % über dem des konservierten Grünlandfutters, welches im Stall gefüttert wurde (5,4-5,8 MJ NEL bzw. 12-15 % XP je kg T). Bei weidebasierter Milchviehhaltung hat der Abkalbezeitpunkt einen entscheidenden Einfluss auf den Futterbedarf sowie die Höhe und den Verlauf der Milchleistung der Kühe (Dillon et al., 1995; Garcia et al., 1998; Auld et al., 1997 und 1998; Garcia und Holmes, 1999; Häusler et al., 2009). Bei der Beurteilung der Effekte des Abkalbezeitpunkts auf die Milchleistung und die Zusammensetzung der Jahresfütterration muss neben der genetischen Veranlagung der Tiere die mögliche jährliche Weidedauer und das Ergänzungsfütterungsregime berücksichtigt werden. Aus einer Literaturübersicht zum Einfluss des Abkalbezeitpunkts bei Vollweidehaltung von Milchkühen in Weidegunstlagen ziehen Garcia und Holmes (1999) den Schluss, dass bei entsprechender Ergänzungsfütterung zu Laktationsbeginn und Frühjahrsabkalbungen ein früher Abkalbezeitpunkt (Winter) im Vergleich zu einem verspäteten Termin (Frühling) günstiger hinsichtlich Laktationsdauer und Milchleistung ist. Bei Herbstabkalbung muss mit einem höheren Ergänzungsfutterbedarf über den Winter gerechnet werden und es zeigen sich zumeist geringere Tagesmilchhöchstleistungen im ersten Laktationsabschnitt. Demgegenüber erreichen diese Tiere im Vergleich zu Frühjahrsabkalbern eine höhere Jahresmilchleistung. Dieser Effekt ist auf die im Mittel längere Laktationsdauer und

die höhere Milchleistung zu Laktationsende zurückzuführen. Aus einem umsetzungsorientierten Forschungsprojekt zur Vollweidehaltung bei Winterabkalbung (Schwerpunkt Dezember bis Februar) ziehen Steinberger et al. (2009) in Bayern ein erstes positives Resümee. Die Autoren gehen davon aus, dass die Winterabkalbung optimal zu den bayrischen Standortbedingungen passt, da die Zuchtausrichtung hier bei den gängigen Rassen in Richtung Maximierung der Einzeltierleistung und somit möglichst hoher Milchleistung je Stallplatz verlief. Die damit verbundenen hohen Kosten für Mechanisierung und Gebäude können demnach über höherleistende Tiere besser verwertet werden. Darüber hinaus ist die Weidedauer in Bayern mit 7-8 Monaten beschränkt und die höherleistenden Tiere können zu Laktationsbeginn bei Stallhaltung leistungsgerechter versorgt werden. Weiters wird bei Winterabkalbung positiv hervorgehoben, dass die Besamung in der Stallhaltungsperiode (Februar, März) durchgeführt werden kann und dass das Weideende im Herbst sehr gut mit dem Trockenstellen der Tiere zusammen fällt.

In der vorliegenden Untersuchung konnten die Tiere von Mitte April bis Anfang November über 202 bzw. 203 Tage (6,6 Monate) auf der Weide gehalten werden, wobei 177 Vollweidetage (=Tag- und Nachtweidetage; 5,8 Monate) erreicht wurden. Dies deckt sich auch mit Praxisergebnissen in Österreich, wo auf Vollweidepionierbetrieben im Berggebiet die Weidedauer je nach Seehöhe und Klimabedingungen zwischen 155 und 215 Tagen pro Jahr variierte (Steinwider et al., 2010a). Entsprechend dem Versuchsplan erhielten die Kühe bei Stallhaltung konserviertes Grünlandfutter (Heu und Grassilage) mittlerer Qualität und eine entsprechend den Bio-Bedingungen übliche restriktive leistungsabhängige Kraftfuttergabe (unter 18 kg Milch kein Kraftfutter, darüber 1 kg Kraftfutter je 2 kg Mehrmilch jedoch max. 8 kg FM/Kuh u. Tag). Mit Weidebeginn wurde die Grundfutter- und Kraftfuterergänzung deutlich reduziert. In der Vollweidezeit (Mai bis Mitte Oktober) erhielten alle Kühe 1,5 kg Heu je Kuh und Tag. Kühe mit einer Tagesmilchleistung von 28-30 kg bekamen nur mehr 1 kg FM Kraftfutter und mit einer Milchleistung über 30 kg 2 kg FM Kraftfutter pro Tier und Tag ergänzt. Von Versuchsgruppe 1 bis 3 sank die durchschnittliche Zahl der Laktationstage bis zum Weidebeginn, im Durchschnitt waren die Kühe in den Gruppen 1, 2 und 3 zu Weidebeginn in der 21. ( $\pm 3$ ) 15. ( $\pm 3$ ) bzw. 7. ( $\pm 5$ ) Laktationswoche. Daher waren die Tiere der Gruppe 3 von der Kraftfuterereinschränkung zu Weidebeginn am stärksten betroffen bzw. fiel der Weidebeginn in die Phase mit der höchsten Milchleistung. Dies wirkte sich deutlich auf den Verlauf der Laktationskurve und die Milchinhaltsstoffe aus. Vergleichbar mit den Ergebnissen von Garcia et al. (1998) zeigte sich in Gruppe 1 und 2 zu Weidebeginn ein zweiter Milchleistungsanstieg. In Gruppe 3 wurde dieser Effekt nicht festgestellt. Vor allem von der 15. Laktationswoche bis Laktationsende lagen in Folge die Milchleistung und Milchinhaltsstoffe in Gruppe 3 am tiefsten, sodass im Durchschnitt in dieser Gruppe auch vermehrt Kühe bereits vor dem 305. Laktationstag trockengestellt werden mussten. Auch der Rückgang im Milchfettgehalt, der ab Weidebeginn in allen Gruppen festgestellt wurde, wirkte sich auf die Jahresleistung in Gruppe 3 deutlicher

als in den Gruppen 1 und 2 aus. Die Tiere der Gruppe 3 befanden sich zu Weidebeginn in der Hochlaktation und verloren in den ersten Laktationswochen auch am stärksten an Lebendmasse und Körperkondition. Dies spiegelte sich zu Weidebeginn teilweise auch in den Blutparametern wider. Im Mittel wiesen die Tiere der Gruppe 3 zu Weidebeginn die höchsten  $\beta$ -HB-, FFS- und AST-Gehalte auf. Hinsichtlich Kraftfuterereinsatz zeigte sich von Gruppe 1 bis 3 erwartungsgemäß ein signifikanter Rückgang. Da in Gruppe 3 die Hochlaktationsphase mit dem Weidebeginn zusammen fiel, waren die Tiere dieser Gruppe von der Kraftfutererestriktion zu Weidebeginn am stärksten betroffen. Bei Vollweidehaltung kann je nach Leistungsniveau, Qualität und tolerierten Futterresten im Durchschnitt eine Weidefutereraufnahme von 15-17 kg T pro Tag erreicht werden. Mayne und Peyraud (1996) berichten von maximalen Grasfutereraufnahmen auf der Weide von 19-20 kg T.

Da neben ökonomischen auch aus pansenphysiologischen Gründen die Ergänzung des Weidefutters mit Kraftfutter zu begrenzen ist, müssen Kühe mit hohen Tagesmilchleistungen daher verstärkt Nährstoffe mobilisieren. Wie eine Literaturübersicht von Steinwider und Starz (2006) zeigt, muss mit steigender Einzeltierleistung bei Vollweidehaltung mit einer stärkeren Stoffwechselbelastung gerechnet werden und können sich die Fruchtbarkeitsergebnisse dadurch verschlechtern. Evans et al (2006) stellten bei der Auswertung von Leistungskontrolldaten fest, dass sich unter saisonalen Frühjahrsabkalbbebedingungen (Jänner bis Juni) in Irland bei jahreszeitlich späterem Abkalbetermin die Zwischenkalbezeit und die Nutzungsdauer verschlechterten. In der vorliegenden Untersuchung waren auf Grund der beschränkten Tieranzahl hinsichtlich Tiergesundheit und Fruchtbarkeit keine signifikanten Gruppenunterschiede feststellbar. Die Lebendmasse-, BCS- und Milchleistungsergebnisse lassen jedoch Vorteile der Vorverlegung des Abkalbzeitpunkts bei milchbetonten Tieren erkennen. In Übereinstimmung mit Literaturangaben (vergl. Literaturübersicht Garcia und Holmes, 1999) führte dies jedoch zu einer signifikanten Verringerung des Weidefuteranteils an der Jahresration. Um Futterkosten zu reduzieren kalben daher in Weidegunstlagen (Neuseeland etc.) die Milchkühe konzentriert im Spätwinter bis beginnendem Frühling ab und gleichzeitig wird auf hohe Einzeltierleistungen weniger Wert in der Zuchtausrichtung gelegt. Mit dieser Strategie sind Weidefuteranteile an der Gesamtjahresration von 85–95 % in Weidegunstlagen erzielbar (Dillon, 2006). Auf einem Schweizer Milchviehbetrieb im Mittelland erreichten Thomet et al. (2004) bei Umsetzung einer vergleichbaren Weidestrategie einen Weidefuteranteil von 62–70 % an der Gesamtjahresration. Im Berggebiet Österreichs stellten Steinwider et al., (2010a,b) bei kürzerer Vegetationsdauer auf vier Vollweidepionierbetrieben einen Weidefuteranteil von 41–61 % an der Jahresration der Milchkühe fest. In der vorliegenden Arbeit lag der Weidefuteranteil in vergleichbarem Bereich und stieg von Gruppe 1 (43 %) bis Gruppe 3 (50 % der T der Jahresration) signifikant an. Da die Vegetationsdauer im Berggebiet kürzer ist, waren die Gruppenunterschiede in der Laktationsphase deutlicher als auf Jahresebene ausgeprägt (43, 52 und 57 % für Gruppe 1, 2 und 3). Daraus kann auch schlussgefolgert werden,



dass bei weiterer Verschiebung des Abkalbezeitpunkts in Richtung Sommer mit einem Rückgang des Weidefutteranteils an der Jahresration gerechnet werden müsste. In der vorliegenden Untersuchung fiel das Trockenstellen mit dem Weideende am besten in Gruppe 2 zusammen. Demgegenüber mussten die spätlaktierenden Tiere der Gruppe 3 im Herbst über einen langen Zeitraum noch mit konserviertem Futter versorgt werden und war eine Rationsumstellung noch während der Laktation notwendig.

Bei den ökonomischen Auswertungen wurden die Milcherlöse, Futter- und Stallplatzkosten berücksichtigt und es zeigten sich keine wesentlichen Gruppenunterschiede. Die signifikant höheren Futterkosten der Gruppe 1 im Vergleich zu Gruppe 3 wurden durch den höheren Milcherlös (Milchleistung und Wintermilchzuschlag) ausgeglichen. Auch wenn zusätzlich die Stallplatzkosten berücksichtigt wurden zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede. Demgegenüber erhöhte sich der Grundfutter- und Weidefutterbedarf von Gruppe 1 bis 3.

Bei der Nährstoffbilanzierung zeigte sich in allen Gruppen eine leicht negative N- und P-Bilanz welche von Gruppe 1 bis 3 zunahm. Die Stickstoffbilanz wird bei einem guten Düngermanagement und einem ausgewogenen Pflanzenbestand ausgeglichen. Hinsichtlich Phosphor sind unter Berücksichtigung der Bodenvorräte, Bodenaktivität und der Pflanzenbestandszusammensetzung gegebenenfalls Ergänzungsdüngernmaßnahmen notwendig.

## 5. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass bei optimaler Weideführung auch im Berggebiet über 5-7 Monate eine hohe Grundfutterqualität erreicht werden kann. Durch die Wahl des Abkalbezeitpunkts werden Rationszusammensetzung, Nährstoffversorgung, Milchleistung und Betriebsmanagement wesentlich beeinflusst. Die Abkalbe- und Belegezeit müssen daher auf die Betriebsbedingungen bestmöglich abgestimmt werden.

- Bei schwerpunktmäßiger **Abkalbung von November bis Mitte Dezember** muss im Vergleich zu einer späten Abkalbung mit einem geringeren Weidefutteranteil und einem höheren Kraftfutterbedarf und damit höheren Futterkosten gerechnet werden. Demgegenüber erzielten die Tiere dieser Gruppe die höchste Fett- und tendenziell auch die höchste ECM-Leistung. Weiters war auch der Anteil an Wintermilch am höchsten. Der Grundfutter- und Weideflächenbedarf war in dieser Gruppe am geringsten. Die Belegung der Kühe wurde in der Stallhaltungsphase durchgeführt und das Trockenstellen der Kühe fiel in die Weidezeit und damit nicht mit dem Weideende zusammen. Zu Weidebeginn zeigten die Kühe einen zweiten Milchleistungsanstieg.
- Die Gruppe 2 mit schwerpunktmäßiger **Abkalbung von Mitte Dezember bis Ende Jänner** unterschied sich im Weidefutteranteil und im Kraftfuttereinsatz nicht signifikant von Gruppe 3 und fiel in der Milchleistung trotz numerisch geringerem Kraftfuttereinsatz nicht von Gruppe 1 ab. Die Belegungen der Kühe waren bis zur Umstellung auf Vollweidehaltung nahezu abgeschlossen und das Trockenstellen fiel sehr gut mit dem Weideende

zusammen. Zu Weidebeginn zeigten die Kühe einen zweiten Milchleistungsanstieg.

- Bei einer **schwerpunktmäßigen Abkalbung der Kühe in den Monaten Februar und März** (Gruppe 3) wurden der höchste Weidefutteranteil und der geringste Kraftfutteranteil an der Jahresration festgestellt. Die durchschnittliche Laktationsdauer und die Milchfettmenge lag jedoch signifikant und die energiekorrigierte Milchleistung tendenziell tiefer. Die Lebendmasse-, BCS- und Milchleistungsuntersuchungsergebnisse sowie teilweise die Blutparameter weisen auf Nachteile in der Nährstoffversorgung zu Weidebeginn hin. Für hochleistende Milchkühe dürfte daher ein dem Weideaustrieb naher Abkalbezeitpunkt weniger gut geeignet sein. In Gruppe 3 wurden die Belegungen der Kühe überwiegend in die Weidezeit durchgeführt. Die Tiere standen im Winter trocken, das Trockenstellen fiel jedoch nicht mit dem Weideende zusammen. Die Futterkosten aber auch die Milcherlöse (Milchleistung, Wintermilchzuschlag) waren in dieser Gruppe am geringsten und der Bedarf an Grundfutter- und Weideflächen am höchsten.

## 6. Literaturverzeichnis

- AULDIST, M.J., B.J. WALSCH und N.A. THOMSON (1997): Effects of time-of-calving on dairy production. *Proc. Of the New Zealand Soc. Of Animal Production* 57, 204.
- AULDIST, M.J., B.J. WALSCH und N.A. THOMSON (1998): Seasonal and lactational influence on bovine milk composition in New Zealand. *Journal of Dairy Research* 65, 401-411.
- BAKELS, F. (1981): Rinderzucht auf Lebensleistung. Vortragsmanuskript, Besamungsstation Uelzen.
- DILLON, P., (2006): Achieving high dry-matter intake from pasture with grazing dairy cow. In: *Fresh herbage for dairy cattle* (Ed. A. Elgersma, J. Dijkstra and S. Tamminga).
- DILLON, P., C. CROSSE, G. STAKELUM und F. FLYNN (1995): The effect of calving date and stocking rate on the performance of spring-calving dairy cows. *Grass and Forage Science* 50, 286-299.
- DLG - Deutsche-Landwirtschafts-Gesellschaft (1997): Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. erweiterte u. überarbeitete Auflage, DLG-Verlag Frankfurt, 212 S.
- EVANS, R.D., M. WALLACE, D.J. GARRICK, P. DILLON, D.P. BERRY und V. OLORI (2006): Effects of calving age, breed fraction and month of calving on calving interval and survival across parities in Irish spring-calving dairy cows. *Livestock Science* 100, 216-230.
- GARCIA S.C. und C.W. HOLMES (1999): Effects of time of calving on the productivity of pasture-based dairy systems: A review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 42, 347-362.
- GARCIA S.C., F.J. CAYZER, C.W. HOLMES und A. MAC DONALD (1998): The effect of calving season on milk production. A system study. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 1998, Vol. 58, 61-63.
- GFE - Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag Frankfurt, 136 S.
- GFE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (1998): Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen.

- Proc. Soc. Nutr. Physiol., 7, 141–150.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER und G. WIEDNER (1997): Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer.
- HAIGER, A. (1995): Naturgemäße Tierzucht bei Rindern und Schweinen. Zukunft Bio Landwirtschaft, AV Buch, 144 S.
- HÄUSLER, J., R. RESCH, L. GRUBER, A. STEINWIDDER, E. PÖTSCH und T. GUGGENBERGER (2009): Einfluss der Ergänzungsfütterung auf Futteraufnahme und Milchleistung bei Weidehaltung von Milchkühen. Bericht zur 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2009, 99–128.
- MAYNE, C. und J.L. PEYRAUD (1996): Recent advances in grassland utilization under grazing and conservation. Grassland and Land use systems. 16<sup>th</sup> EGF Meeting 1996, 347–360.
- SCHNEIDER, S. und G. BELLOF (2009): Energetischer Futterwert von Grünaufwuchs für die Rinderfütterung von der Kurzrasenweide. Internationale Weidetagung 28.04-29.04 2009 Grub, Schriftenreihe LFL 8/2009, 9–13.
- STARZ, W. und R. PFISTER (2009): Auswirkungen der Grünlandnachsatz in einer Kurzrasenweide bei biologischer Bewirtschaftung. DAFNE-Zwischenbericht Projekt Nr. 100230/1, 12 S.
- STEINBERGER, S., P. RAUCH und H. SPIEKERS (2009): Vollweide mit Winterkalbung. Schriftenreihe der LfL 8, 42–47.
- STEINWIDDER, A. und W. STARZ (2006): Sind unsere Kühe für die Weide noch geeignet? 13. Freilandtagung 28.09.2006, Tagungsband, 37–43.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, L. PODSTATZKY, L. KIRNER, E.M. PÖTSCH, R. PFISTER und M. GALLNBÖCK (2010a): Changing towards a seasonal low-input pastoral dairy production system in mountainous regions of Austria – results from pilot farms during reorganization. Proceedings of the 23<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation (EGF) Kiel, Germany August 29<sup>th</sup> – September 2<sup>nd</sup> 2010, 1012–1014.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, L. PODSTATZKY, L. KIRNER, E.M. PÖTSCH, R. PFISTER und M. GALLNBÖCK (2010b): Low-Input Vollweidehaltung von Milchkühen im Berggebiet Österreichs – Ergebnisse von Pilotbetrieben bei der Betriebsumstellung. Züchtungskunde 82, 241–252.
- THOMET, P., S. LEUENBERGER und T. BLÄTTLER (2004): Projekt Opti-Milch: Produktionspotential des Vollweidesystems. Agrarforschung 11, 336–341.
- ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2001): Klimadaten von Österreich 1971–2000, CD.