



MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWEERTES
ÖSTERREICH

HBLFA RAUMBERG-GUMPENSTEIN
LANDWIRTSCHAFT

Abschlussbericht Systemvergleich

Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 100968 / 1

Systemvergleich – Einfluss von Vollweide- oder Stallfütterung auf die Milchproduktion im Berggebiet Österreichs

Comparison of dairy farming systems – Effect of barn or
pasture feeding on milk production in Alpine Regions

Projektleitung:

Priv.-Doz. Dr. Andreas Steinwider, Bio-Institut der
HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

DI Walter Starz, Rupert Pfister, Hannes Rohrer,
Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Projektlaufzeit:

2014 – 2017

raumberg-gumpenstein.at



INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	5
Summary	5
1 Einleitung	6
2 Material und Methode	6
2.1 Systemvergleich	7
2.1.1 Grünlandflächen	7
2.1.2 Silageernte	7
2.1.3 Weidefläche	8
2.1.4 Flächenbedarf	8
2.1.5 Düngung	8
2.1.6 Versuchstiere	9
2.2 Weide-Aufwuchshöhenversuch	10
2.3 Futteranalytik	10
2.3.1 Wirtschaftliche Berechnungen	11
2.4 Statistische Auswertungen	11
2.4.1 Systemvergleich	11
2.4.2 Weide-Aufwuchshöhenversuch	11
3 Ergebnisse	11
3.1 Weide-Aufwuchshöhenversuch	11
3.1.1 Pflanzenbestand	11
3.1.2 Mengen- und Qualitätserträge	13
3.1.3 Koppel und Kurzrasen im Vergleich	13
3.2 Systemvergleichsversuch	16
3.2.1 Futterqualität	16
3.2.2 Futter- und Nährstoffverluste bei der Silagebereitung und Verfütterung im Stall	16
3.2.3 Futteraufnahme, Nährstoffkonzentration und Lebendmasse	17
3.2.4 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe	18

3.2.5 Flächenleistung20

4 Diskussion 21

4.1 Weide-Aufwuchshöhenversuch 21

4.2 Systemvergleichsversuch 23

6 Schlussfolgerungen 27

5.1 Weide-Aufwuchshöhenversuch 27

5.2 Systemvergleichsversuch 27

4 Zusammenfassung 27

7 Literatur 29

8 Tabellenanhang..... 29



Systemvergleich - Einfluss von Vollweide- oder Stallfütterung auf die Milchproduktion im Berggebiet Österreichs

Andreas Steinwider^{1*}, Walter Starz¹, Hannes Rohrer¹ und Rupert Pfister¹

Kurzfassung

In grünlandbasierter Milchviehhaltung wird eine hohe Grundfutterflächenleistung angestrebt. In einem Versuch wurde die Flächeneffizienz der Milchproduktion bei Vollweidehaltung (VW) bzw. Silage-Stallfütterung ohne Kraftfutterergänzung (S-KF0) bzw. mit Kraftfutterergänzung (S-KF+) im Berggebiet Österreichs über drei Jahre mit insgesamt 63 Kühen verglichen.

Darüber hinaus wurde in einem simulierten Weideversuch der Effekt der Aufwuchshöhe (7 bzw. 10 cm) auf Futterqualität und Ernteertrag untersucht. Dabei konnten keine Ertragsunterschiede zwischen den Nutzungen (4-Schnitte, Koppel- und Kurzrasenweide) festgestellt werden. Dieser lag knapp über 10.000 kg T/ha. Dagegen lieferte die Kurzrasenweide mit 2.156 kg XP/ha die signifikant höchsten Rohproteinerträge gegenüber der Koppelweide (2.012 kg XP/ha) und der Vierschnittvariante (1.744 kg XP/ha).

Im Systemvergleichsversuch mit Kühen wurde bei Vollweidehaltung ein höherer Grundfutter-Nettoertrag als bei der Silagebereitung festgestellt. Die Versuchsdauer betrug in der VW-Gruppe 155 Tage, für die Tiere der Gruppe S-KF0 reichte das Grundfutter für 139 Tage und in der Gruppe S-KF+ für 150 Tage. Im gesamten Versuchszeitraum lag die Milchleistung von der Gruppe S-KF+ mit 2.798 kg signifikant über S-KF0 mit 2.309 kg ECM pro Kuh. Für die VW-Gruppe ergab sich eine Leistung von 2.511 kg ECM pro Kuh. In der mittleren täglichen Milchleistung lag die Gruppe S-KF+ mit 18,7 kg ECM signifikant über S-KF0 mit 16,6 und VW mit 16,2 kg ECM. Die Milchflächenleistung je ha Grundfutterfläche lag in der Gruppe S-KF+ mit 9.690 kg signifikant über der Gruppe S-KF0 mit 7.931 kg ECM. Die VW-Gruppe erzielte im Versuchszeitraum 8.637 kg ECM/ha und lag damit dazwischen. Bei Allokation der ECM-Leistung auf die Gesamtfutterfläche (inkl. Bio-Kraftfutteranbaufläche) wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt, die VW Gruppe erzielte hier numerisch die höchste ECM-Gesamtflächenleistung. Die Differenz zwischen Milcherlösen und Futterkosten lag in der Gruppe VW bezogen auf eine Kuh bzw. pro Hektar Grundfutterfläche signifikant über der von S-KF0, die Gruppe S-KF+ lag jeweils dazwischen.

Schlagwörter: Milchviehhaltung, Biologische Landwirtschaft, Vollweide, Stallfütterung, Systemvergleich

Abstract

In pasture based dairy production systems, a high level of milk production per hectare is a major goal. In the project, three milk production systems “barn feeding with grass silage – group S-KF0”, “barn feeding with grass silage plus concentrate supplementation – group S-KF+” and “pasture feeding on a continuous grazing system without supplementation – group VW” were compared, including 63 cows over three vegetation periods in the mountain area of Austria. Furthermore, in a simulated pasture experiment, the effects of pasture growth height (7 cm: continuous grazing; 10 cm: rotational grazing; 15 cm: 4-times cutting system) on pasture feed quality and grass yield were investigated. There were no differences in DM yields between the three tested permanent grassland utilizations with about 10,000 kg DM ha⁻¹. The simulated continuous grazing system showed significantly higher crude protein yields in comparison to the rotational grazing and the 4-times cutting system. In the feeding experiment with cows the grazing system achieved higher net forage yields in comparison to the grass silage production system. Therefore, the average experimental period lasted 155 days in group VW and 150 and 139 days in groups S-KF+ and S-KF0, respectively. During the entire experimental period, the milk yield of the S-KF+ group was significantly higher (2,798 kg ECM/cow and period) than in S-KF0 (2,309 kg ECM). The yield from cows in group VW was in between (2,511 kg ECM/cow and period). The mean daily milk production per cow in group S-KF+ (18.7 kg ECM/day) was significantly higher than in group S-KF0 (16.6 kg ECM) and VW (16.2 kg ECM). The milk yield per ha forage area increased significantly from group S-KF0 (7,931 kg ECM/ha forage area) to S-KF+ (9,690 kg ECM/ha). The milk production of cows in group VW (8,637 kg ECM/ha forage area) was in between and did not differ significantly from the silage groups. When the ECM performance was allocated to the total fodder area (incl. arable land for concentrate production), no significant group differences were found. The group VW achieved numerically the highest overall ECM production per ha total fodder area. The difference between the milk revenues and the feed costs (per cow and per hectare) in group VW was significantly higher than in group S-KF0, the cows in group S-KF+ were in between.

Keywords: dairy farming systems, barn feeding, pasture, organic farming

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: PD Dr. Andreas Steinwider, andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at

1. Einleitung

Eine effiziente Flächennutzung und kostengünstige Produktion sind die Basis für eine wirtschaftliche Milchviehhaltung. Bei Vollweidehaltung von Milchkühen versuchen Betriebe eine standortangepasste „Low Cost“ bzw. „Low Input“ Strategie umzusetzen. Dies erreicht man durch Vereinfachung der Produktionstechnik unter Ausnutzung des natürlichen Futterwachstums (Vollweide, saisonale Abkalbung) und Minimierung des Einsatzes von Technik, Hilfsstoffen, Zukauffutter und auch Arbeitszeit. Es wird eine konsequente Minimierung des Aufwandes und Deckung der Jahresration so weit wie möglich mit dem billigsten Futter „Weidegras“ angestrebt. In Neuseeland, Australien und auch Irland wird diese Strategie in großem Ausmaß umgesetzt. Versuchsergebnisse aus der Schweiz und Österreich zeigen, dass auch in Grünlandlagen im Alpengebiet die Vollweidehaltung mit Erfolg umgesetzt werden kann (Blättler et al. 2004, Durgjai et al. 2004, Kohler et al. 2004, Stähli et al. 2004, Steinwider und Starz 2007, Steinwider und Starz, 2015, Thomet et al. 2004). Eine hohe Bedeutung hat dabei eine effiziente Weidehaltung. Bei optimaler standortangepasster Nutzung ist das Weidefutter hoch verdaulich und darüber hinaus auch das preiswerteste Futtermittel. Um dies bestmöglich zu nutzen, wird der Abkalbezeitpunkt bzw. die Laktation auf die Vegetationsperiode abgestimmt. Darüber hinaus wird in der Vegetationszeit praktisch keine Ergänzungsfütterung durchgeführt und ein hoher Weidedruck angestrebt. Damit wird versucht die Weidefuttermittelverluste konsequent zu minimieren um eine hohe Flächenleistung zu erreichen. Eine hohe Einzeltierleistung steht dabei nicht im Vordergrund, da ein negativer Zusammenhang zwischen Einzeltierleistung und Flächenproduktivität besteht (vergl. McCarthy et al. 2011).

Bei Stallfütterungssystemen muss im Gegensatz zu einer effizienten Weidehaltung mit höheren Futtermittelverlusten (Ernte bis Barren) gerechnet werden (Starz et al. 2011). Demgegenüber kann bei Stallfütterung durch Kombination unterschiedlicher Aufwüchse sowie Ergänzungsfütterung eine bedarfsangepasste und konstantere Fütterung erreicht werden. Darüber hinaus ist hier, im Gegensatz zur Weidehaltung, die Futtermittelaufnahme nicht durch die begrenzte tägliche Weidebissaktivität bzw. Futtertrockenmasseaufnahme pro Bissen eingeschränkt. In einem Kurzzeitversuch verglichen Kolver und Muller (1998) Weide bzw. TMR gefütterte Milchkühe hinsichtlich Futtermittelaufnahme und Milchleistung. In dieser Untersuchung erzielte die TMR Gruppe eine signifikant höhere Tagesmilchleistung. Die Flächenproduktivität wurde dabei nicht untersucht. In einem Schweizer Forschungsprojekt (Hofstetter et al. 2011, Gazzarin et al. 2011, Wyss et al. 2011) wurde auf einem Betrieb ein Systemvergleich zwischen Vollweidehaltung bzw. TMR-Stallfütterung durchgeführt. In der TMR Gruppe wurden jeweils zur Hälfte Holstein Friesian bzw. Schweizer Braunvieh und in der Weidegruppe jeweils Schweizer Braunvieh und Schweizer Fleckvieh gehalten. Die milchbetontere TMR-Versuchsgruppe erreichte auf Grund der bedarfsangepassten Fütterung und des Eiweißkraftfuttermittelzukaufes ebenfalls eine höhere Einzeltierleistung (ECM: 9.608 bzw. 5.681 kg) und auch eine höhere Flächenproduktivität (ECM/ha LN: 12.717 bzw. 10.307 kg/ha) und günstigere Futtermittelverwertung als die Vollweidegruppe. Die Haltung, Fütterung und die tiefere Produktionsintensität der Wei-

deherde führte zu besseren Fruchtbarkeitskennzahlen im Vergleich zur Stallherde. Wolfthaler et al. (2017) führten darauf aufbauend wirtschaftliche Untersuchungen unter österreichischen Rahmenbedingungen durch. Unter passenden Betriebsgegebenheiten erzielte die Vollweidehaltung, insbesondere wenn eine biologische Wirtschaftsweise unterstellt wurde, günstigere ökonomische Ergebnisse. Auch in der Netto-Lebensmittelproduktion schneiden weidebetonte Strategien bei reduziertem Kraftfuttermittelverbrauch günstiger als intensive Fütterungssysteme ab (Steinwider et al. 2017).

Starz et al. (2011) untersuchten im Berggebiet Österreichs die Futterqualität und den Ertrag von Dauergrünlandflächen bei Weide- oder Schnittnutzung. Die Untersuchung zeigte, dass die reine Betrachtung der Brutto-Ernteerträge (ohne Verluste) effiziente und verlustarme Systeme wie die Kurzrasenweide benachteiligt. Unter Berücksichtigung üblicher Ernte-, Konservierungs- und Futtermittelverluste (10 % bei Kurzrasenweide, 25 % bei Silierung) wurden in beiden Systemen vergleichbare Trockenmasseerträge erzielt. Die Netto-Energieerträge des Kurzrasenweidesystems waren tendenziell und die Rohproteinerträge signifikant höher als bei Schnittnutzung. Zur Erfassung der Futterqualitäten und Verluste sowie zur Beurteilung des tatsächlichen Milch-Produktionspotentials sollten daher im vorliegenden Projekt die Systeme direkt mit Milchkühen über drei Jahre geprüft werden.

Darüber hinaus sind Kurzrasen- und Koppelweide zwei bedeutende und intensive Grünlandnutzungsformen für ein weidebasiertes Fütterungssystem. Beide zeichnen sich als effiziente und arbeitssparende Weideformen aus und eignen sich ideal für mitteleuropäische Standorte mit ausreichend Niederschlägen. Doch nicht überall sind diese optimalen Bedingungen gegeben. Gerade intensiv genutzte Dauerweiden sind, für einen gleichmäßigen Ertrag, auf eine kontinuierliche Wasserversorgung angewiesen. In diesem Zusammenhang wird beschrieben, dass auf trockenheitsgefährdeten Standorten die Koppelweide günstiger als die Kurzrasenweide einzustufen ist (Thomet und Blättler 1998). Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Kurzrasen- und der Koppelweide ist die durchschnittliche Bestandeshöhe (Käch et al. 2014, Steinwider und Starz, 2015, Thomet und Hadorn, 1996) während der Vegetationsperiode sowie beim Bestoßen der Fläche. Wird bei der Kurzrasenweide versucht die durchschnittliche Aufwuchshöhe während der Weideperiode annähernd konstant zu halten, so ist das zentrale Steuerungselement bei der Koppel die angestrebte Zielaufwuchshöhe beim Auftrieb (Undersander et al. 2002) am ersten Beweidungstag. Eine wesentliche Frage in der vorliegenden Untersuchung war es zu klären, wie sich beide Weidesysteme im inneralpinen Ostalpen-Klimaraum hinsichtlich Ertrag und Futterqualität bewähren und mit welchen Leistungen im jeweiligen System zu rechnen ist.

2. Material und Methode

Der Versuch wurde am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (A-8951 Stainach-Pürgg) auf einer Seehöhe von 680 m über NN durchgeführt (Breite: 47° 31' 03" N; Länge: 14° 04' 26" E; Klima 30-jähriges Mittel 1981-2010 (ZAMG, 2011): Temperatur 8,2°C, Niederschlag 1056 mm/Jahr, Vegetationsperiode Ende März bis Anfang November). Die Klimadaten in den drei

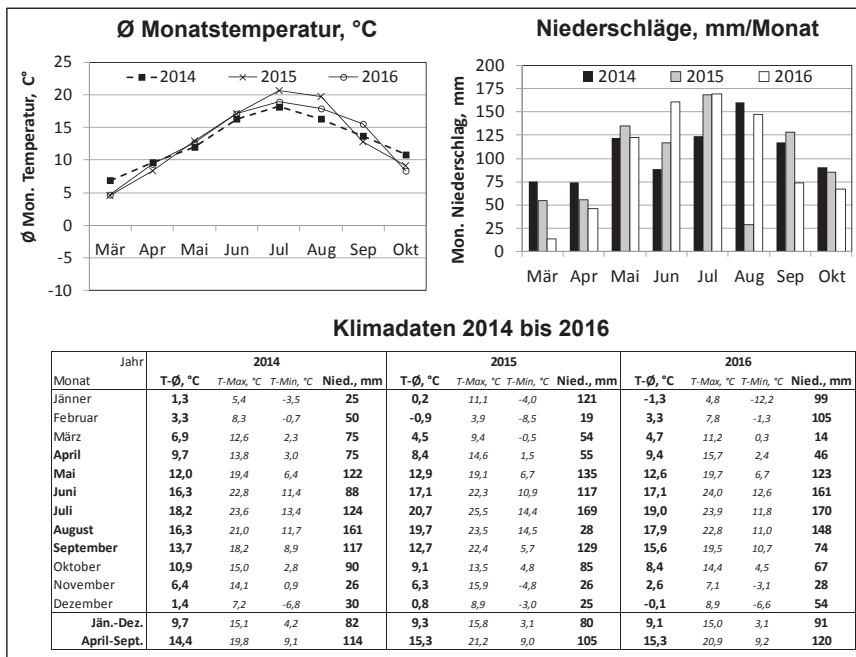


Abbildung 1: Klimadaten in den drei Untersuchungsjahren

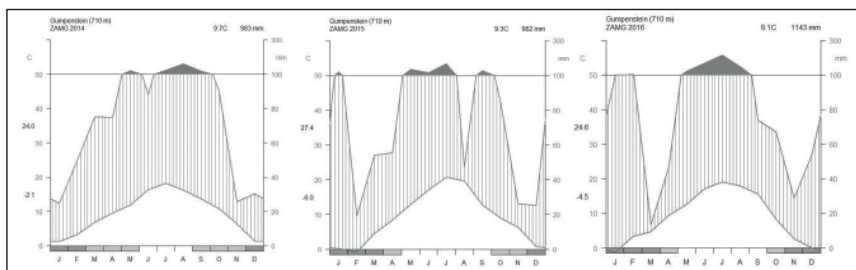


Abbildung 2: Klimadiagramme der ZAMG für den Standort Gumpenstein in den Jahren 2014-2016

Versuchsjahren sind in Abbildung 1 dargestellt.

2.1 Systemvergleich

Im Versuch wurde die Flächeneffizienz der Milchproduktion bei Vollweidehaltung bzw. Stallfütterung verglichen. Um den Effekt der Kraftfuttermittellieferung bei Stallfütterung zu berücksichtigen, erhielten jeweils die Hälfte der Stalltiere kein Kraftfutter (S-KF0) bzw. Kraftfutter nach Norm (S-KF+). Die Vollweidetiere wurden ausschließlich mit Weidefutter auf einer Kurzrasenweide versorgt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Versuchsplan

	Vollweide		Stall	
	VW	S-KF0	S-KF+	
Jahre	3	3	3	
Milchkühe pro Jahr, N	7	7	7	
Kühe insgesamt, N	21	21	21	
Fütterung ¹	ausschließlich Kurzrasenweide	ausschließlich Grassilage	Grassilage + Kraftfutter ³	
Versuchsdauer				
Monate/Jahr ²	5	5	5	

¹Mineralstoffergänzung zusätzlich nach Bedarf

²Vollweidegruppe: Mitte April – Mitte September; Stallgruppen zeitlich versetzt: November – April

³Milchleistungsangepasste Kraftfütterergänzung (KF kg FM/Tier u. Tag = 0,5 x kg Tagesmilch – 8; max. jedoch 8,5 kg FM/Tier u. Tag).

2.1.1 Grünlandflächen

Für die Untersuchungen wurden drei Dauergrünlandflächen herangezogen, wobei ca. 2/3 dieser Flächen in den Vorversuchsjahren als Weideflächen und 1/3 als Schnitt-/Weideflächen (Weide: Sommer u. Herbst) genutzt wurden. Jede der drei Grünlandflächen wurde in drei gleiche Teilstücke geteilt. Im ersten Versuchsjahr wurde die Weidevariante zufällig dem jeweiligen Teilstückdrittel zugeteilt. In den zwei Folgejahren wanderte das jeweils beweidete Teilstück innerhalb der Fläche weiter, sodass nach den drei Versuchsjahren jeder Flächenanteil einmal als Weide und zweimal über die Schnittvariante (Silagegruppen) genutzt wurde.

Die schon längerfristig als Kurzrasenweide genutzten zwei Weideflächen wurden während der letzten 10 Jahre intensiv mit Weidegräsern (Englisches Raygras und Wiesenrispengras) nachgesät. Dabei wurden auf der gesamten Fläche pro Jahr in etwa 10 kg/ha aufgewendet. Auf der dritten Fläche wurde hingegen die Übersaat nicht so intensiv betrieben, da sie nicht als primäre Weidefläche diente, sondern als Intensivschnittweide. Da jedoch alle drei Grünlandflächen intensiv genutzt wurden, war das Englische Raygras auch auf dieser Höhenlage von 680 m dominierend.

2.1.2 Silageernte

Die Schnittflächen für das Futter der Stallgruppen wurden viermal jährlich im Ähren-Rispenschieben bei einer Schnitthöhe von 5,1 ($\pm 0,50$) cm, gemessen mit dem Rising Plate Pasture Meter (RPM: „Rising Plate Pasture Meter“; Jenquip, Feilding, NZ, Auflagengewicht 6,8 kg/m², Auflagenfläche 35 cm Durchmesser), als Anwelk-Ballensilage geerntet. Das Futter wurde dazu zu Mittag ohne Mähauflbereitung gemäht, einmal gewendet, am Folgetag geschwadet und bei einem angestrebten Trockenmassegehalt von 35-45 % mit einer variablen Rundballenpresse geerntet (theoretische Schnitthöhe 6 cm) und anschließend sechsfach gewickelt. Es wurde kein Siliermittel zugesetzt. Die RPM-Aufwuchshöhe am Erntetag lag bei 15,4 ($\pm 2,52$) cm. Dies entspricht einem errechneten T-Brutto-Ertrag pro Schnitttermin von 2896 (± 669) kg T/ha (Futterangebot/ha in kg T = $cm_{RPM} \times 280 + 500$). Die Erntetermine für die vier Schnitte lagen im Mittel am 8. Mai (05.05.2014, 11.05.2015, 09.05.2016), 21. Juni (16.06.2014, 25.06.2015, 22.06.2016), 5. August (07.08.2014, 04.08.2015, 03.08.2016) und 16. September (17.09.2014, 16.09.2015, 13.09.2016). Die Flächengröße für die Silagegewinnung entsprach zu jedem Schnitttermin der entsprechenden aktuellen Weideflächengröße.

Zu jedem Schnitttermin wurden auf repräsentativen Beprobungsflächen (1,5 x 4 m) Grünfütterertrags- und Futterqualitätsuntersuchungen in jeweils vierfacher Wiederholung

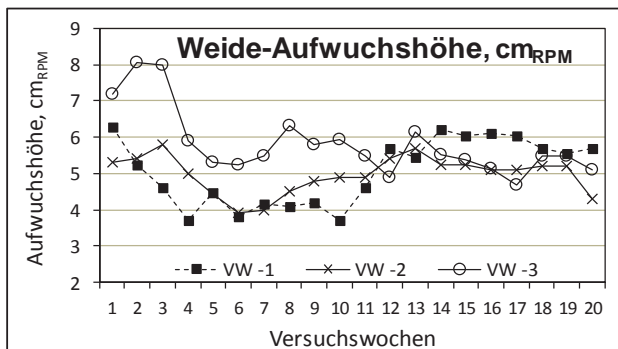


Abbildung 3: Futter-Aufwuchshöhe auf der Kurzrasenweide im Versuchsverlauf in den drei Versuchsjahren (Messung mit dem „Rising Plate Pasture Meter“)

durchgeführt. Dazu wurde das Grünfutter der Parzellen schonend mit einem Motormäher bei einer Schnitthöhe von 5 cm geschnitten und umgehend beprobt und der Bruttoertrag ermittelt.

Nach dem Pressen des angewelkten Futters wurden alle Ballen gewogen und von diesen repräsentative Mischfuttermaterialproben für jedes Feldstück gezogen. 10-15 Wochen nach der Ernte wurden die Silageballen neuerlich gewogen und repräsentative Silagemischfutterproben je Feldstück und Aufwuchs gezogen.

2.1.3 Weidefläche

Die Weideflächen wurden von den jeweils 7 Weidekühen in jedem Versuchsjahr als Kurzrasenweiden bei einer durchschnittlichen Weidefutter-Aufwuchshöhe von 5,3 ($\pm 0,81$) cm_{RPM} genutzt (Abbildung 3). Dies entspricht einem T-Futterangebot ab Boden von 1900-2040 kg T/ha (berechnet mit der Formel: Futterangebot/ha in kg T = $\text{cm}_{\text{RPM}} \times 280 + 500$) bzw. einem Futterangebot ab 3 cm_{RPM} von 250 bis 380 kg T/ha (berechnet mit der Formel: Futterangebot/ha in kg T = $0,92 \times \text{Futterangebot ab Boden} - 1499$). Zu Vollweidebeginn lag die Aufwuchshöhe je nach Versuchsjahr zwischen 5,2 und 7,2 cm. Im ersten Versuchsjahr betrug die Aufwuchshöhe von Mai bis Mitte Juni nur 4 cm. Im zweiten Versuchsjahr wurden Aufwuchshöhen im Bereich von 4 cm nur kurzzeitig Anfang Juni und im Herbst festgestellt. Im dritten Weidejahr schwankten die Aufwuchshöhen weniger stark und lagen nach der Weidebeginnphase nahezu immer im Bereich zwischen 5 und 6 cm.

Die Aufwuchshöhe jeder Fläche wurde wöchentlich mit dem RPM gemessen und dementsprechend die Weideflächengrö-

ße im Vegetationsverlauf angepasst (vergrößert). Es erfolgte auf jeder Fläche 30 repräsentative RPM-Messungen und es wurden dabei auch Geilstellen anteilmäßig miterfasst. Bei Flächenerweiterungen wurde die Zusatzfläche immer ab dem Folgetag des vorangegangenen Schnittermins der Weidegruppe zugerechnet. Die Versuchskühe kamen nach jeder Melkung im Rotationsprinzip auf eine der drei Weideversuchsflächen.

Der Weide-Versuchsbeginn lag im Mittel am 14. April (09.04.2014, 22.04.2015, 11.04.2016). Durchschnittlich am 16. September (17.09.2014, 16.09.2015, 13.09.2016) wurde der Weideversuch bei einer Versuchsdauer von 155 Tagen beendet. Hier wurde eine der Ernteschnitthöhe übliche Weide-Restaufwuchshöhe angestrebt. Die Schnitthöhe der Silageernteflächen lag beim letzten Erntetermin bei durchschnittlich 4,8 (3,8-5,5) cm, die Restaufwuchshöhe auf den Weideparzellen bei 4,7 (4,3-4,9) cm.

Der Ertrag und die Qualität bei Weidehaltung wurden mit Hilfe einer simulierten Kurzrasenweide bzw. Koppelweide mit Weidekörben (siehe unten) ermittelt.

2.1.4 Flächenbedarf

In Tabelle 2 ist der durchschnittliche Grünland-Flächenbedarf pro Kuh bzw. die mittlere Besatzstärke (Kühe/ha Grünland) für die Versuchsperiode in den drei Versuchsjahren und im Durchschnitt angeführt. Im Mittel lag der Grünland-Flächenbedarf bei 0,29 ha/Kuh bzw. wurden 3,5 Kühe je ha gehalten. Wie Abbildung 4 zeigt, ging der Tierbesatz von Versuchsbeginn (Mitte April) von 5,0-6,2 auf 2,9-3,6 zu Versuchsende (Mitte September) zurück.

2.1.5 Düngung

Alle Weide- bzw. Silage-Versuchsflächen wurden jeweils im Herbst einheitlich mit 20 kg N/ha über (12 m^3/ha) Rindermistkompost gedüngt. Im Frühjahr erfolgte zu Vegetationsbeginn auf allen Varianten und Versuchsflächen eine Güllegabe, entsprechend 30 kg N/ha (ca. 12 m^3 verdünnte

Tabelle 2: Flächenbedarf pro Kuh bzw. Besatzstärke pro ha Grünland

Jahr	Vollweide		Silagenutzung	
	ha/Kuh	Kühe/ha	ha/Kuh	Kühe/ha
2014	0,30	3,3	0,30	3,3
2015	0,31	3,2	0,30	3,3
2016	0,26	3,8	0,27	3,7
Mittelwert	0,29	3,5	0,29	3,5

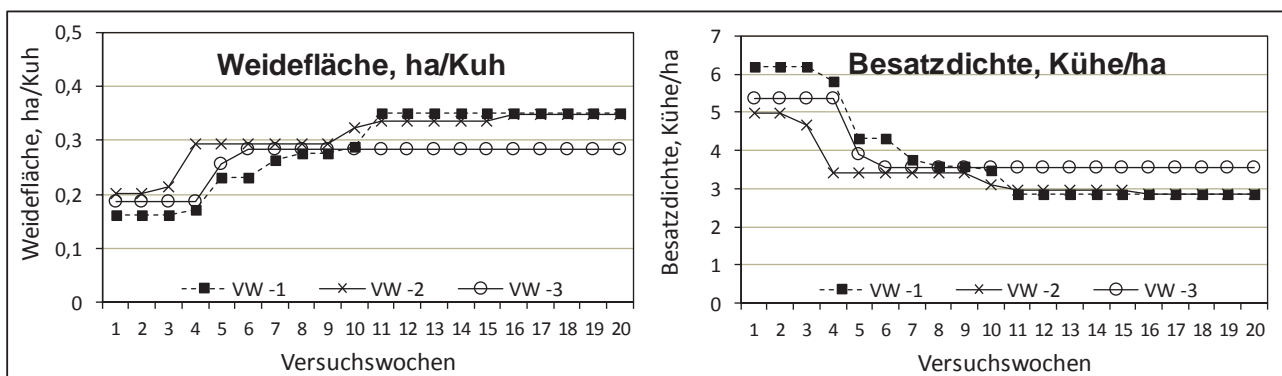


Abbildung 4: Weideflächenbedarf und Besatzdichte im Vegetationsverlauf in den Versuchsjahren

Gülle je ha). Die Kurzrasenweideflächen wurden nacheinander im Juni einmal mit verdünnter Gülle, entsprechend 20 kg N/ha (ca. 9 m³/ha), bei Regenwetter gedüngt. Danach wurde die gedüngte Teilfläche für zumindest 5 Tage nicht beweidet. Um die feldfallenden N-Ausscheidungen der Weidetiere in der Weidegruppe entsprechend zu berücksichtigen, wurde auf den Schnittflächen eine um 100 kg höhere jährliche N-Düngung pro Hektar über verdünnte Gülle durchgeführt. Dazu wurden auf den Schnittflächen nach dem 1., 2. und 3. Schnitt jeweils 40 kg Gülle-N (ca. 15m³ verdünnter Gülle) pro ha gedüngt. Diese Düngegabe erfolgte nach der Schnittnutzung jeweils auch auf den Weideerweiterungsflächen.

2.1.6 Versuchstiere

In den Jahren 2014, 2015 und 2016 wurden aus der Versuchsherde insgesamt 63 Milchkühe entsprechend der Laktationszahl, der Rasse und dem Abkalbezeitpunkt ausgewählt und drei Versuchsgruppen (Vollweide (VW), Stall ohne Kraftfutter (S-KF0), Stall mit Kraftfutter S-KF+) gleichmäßig zugeteilt. Die durchschnittliche Laktationsanzahl der Versuchstiere lag im Versuchszeitraum bei 2,8 ($\pm 1,9$) Laktationen. Auf die Versuchsgruppen entfielen 37 Holstein Friesian-, 15 Fleckvieh- und 11 Braunvieh-Kühe. Die Versuchskühe kamen im Durchschnitt am 46. ($\pm 11,9$) Laktationstag in den Versuch. Die Versuchsperiode der Weidegruppe wurde zeitlich vorgezogen, die Stallgruppen befanden sich im folgenden Winter im Versuch und erhielten ausschließlich die auf den Versuchsflächen in der vorangegangenen Vegetationsperiode geernteten Silagen. Die Weideperiodenlänge richtete sich nach den Witterungsbedingungen im jeweiligen Jahr, die Fütterungsversuchsdauer in den Stallgruppen ergab sich aus dem jeweils zur Verfügung stehenden Silagefutterangebot und betrug in den Gruppen VW 155 ($\pm 5,8$) Tage, S-KF0 139 ($\pm 34,1$) Tage und S-KF+ 150 ($\pm 32,6$) Tage. Die Stallgruppen wurden in einem Liegeboxenlaufstall mit Auslauf gehalten. Mit Hilfe des Calan-Systems hatte jedes Tier einen individuellen Fressplatz, wo auch die Grundfutteraufnahme täglich individuell durch Ein- und Rückwaage ermittelt werden konnte. Die Kraftfutterergänzung erfolgte über eine Transponderstation mit individueller Erfassung der aufgenommenen KF-Menge. Die Weidetiere wurden zweimal täglich im Melkstand des Versuchsstalls gemolken, erhielten hier jedoch kein Ergänzungsfutter. Die Melkzeit der Tiere lag zwischen 5:00-6:30 Uhr und 16:00-17:30 Uhr. Unter Berücksichtigung der Ein- und Austriebszeiten waren die Weidetiere etwa 20 Stunden pro Tag auf der Kurzrasenweide.

Fütterung

In den ersten drei Laktationswochen wurden alle Versuchskühe im Stall einheitlich mit 3 kg FM Heu (Dauergrünland 2. Aufwuchs) sowie Grassilage (Dauergrünland 1. Aufwuchs) zur freien Aufnahme in einem Calan-Fütterungssystem gefüttert. Die Kraftfutterergänzung wurde vom 1.-21. Laktationstag kontinuierlich von 2 auf 6 kg T pro Kuh und Tag unabhängig von der Milchleistung erhöht. Die Milchleistung von Laktationswoche 2 und 3 wurde bei der Auswertung der Daten als Co-Variable berücksichtigt. Nach dem 21. Laktationstag erfolgte, bis zum Beginn der Übergangsfütterung auf die Versuchsrationen, eine leistungsbezogene Kraftfutterergänzung (KF kg FM/Tier u. Tag = 0,5 x kg Tagesmilch – 18; max. jedoch 8,5 kg FM/Tier u. Tag). 14 Tage vor dem jeweiligen Fütterungsversuchsbeginn wurde

mit einer Übergangsfütterung auf die Folgeration begonnen. In allen Gruppen wurde dazu das Heu aus der Ration genommen. In der Gruppe VW wurde der Weidefütterungsanteil durch Verlängerung der Kurzrasenweidezeit schrittweise erhöht und gleichzeitig der Kraftfuttereinsatz bis 5 Tage vor Versuchsbeginn ausgeschliffen. In diesem Zeitraum wurden die Kühe noch nicht auf den späteren Weideversuchsflächen geweidet. Bei den Kühen der Gruppe S-KF0 wurde im Übergangszeitraum das Kraftfutter ebenfalls bis 5 Tage vor Versuchsbeginn auf 0 kg reduziert, in Gruppe S-KF+ wurde weiterhin das Kraftfutter milchleistungsbezogen zugeteilt. Im jeweiligen Fütterungsversuchszeitraum wurden die Weidekühe auf einer Kurzrasenweide (3 Weideflächen im ständigen Rotationsprinzip) bei einer angestrebten Grasaufwuchshöhe von 5 cm_{RPM} geweidet. Auf den Weideflächen standen immer sauberes Wasser (Ringleitung mit Kipp-Tränken), Viehsalz- und Mineralleckmasse sowie Schattenplätze zur Verfügung.

Die Kühe der Stallgruppen erhielten als Grundfutter ausschließlich die Versuchsgrassilagen, wobei in den ersten Versuchswochen die höherverdaulichen Aufwüchse 1 und 4 und später die Aufwüchse 2 und 3, entsprechend der Erntemenge, in Rationsgängen zur freien Aufnahme vorgelegt wurden. Um ad libitum Bedingungen zu erreichen, wurde die Futtermittelmenge täglich individuell angepasst (3-5 % Futterrest). Restfuttermengen wurden zurückgewogen, Restfutter minderer Qualität wurde verworfen, die Futterreste guter Qualität wurden wieder bei der jeweiligen Gruppe eingesetzt. In der Gruppe S-KF+ erfolgte eine Kraftfutterzuteilung entsprechend der Milchleistung (KF kg FM/Tier u. Tag = 0,5 x kg Tagesmilch – 18; max. jedoch 8,5 kg FM/Tier u. Tag). Das gemahlene Kraftfutter setzte sich aus 52 % Gerste, 20 % Körnermais, 5 % Hafer und 23 % Erbsen zusammen und wurde über einen Transponder (maximal 2 kg Kraftfutter pro Teilgabe) zugeteilt. Die Tiere hatten im Stall ständig Zugang zu Viehsalz- und Mineralleckmasse (Calsea-Phos) und erhielten zusätzlich 40 g pro Tag einer Mineralstoffmischung (Rindamin GM) über das Grundfutter gestreut.

Bei den Stallgruppen wurde die Futtermittelaufnahme für jede Rationskomponente täglich tierindividuell erhoben. Die Weidefutteraufnahme der Weidetiere wurde über den Energiebedarf der Tiere und den Energiegehalt des Weidefutters im Versuchsverlauf abgeschätzt. Der Energiebedarf der Weidetiere leitete sich aus der Milchleistung, dem Erhaltungsbedarf, der Lebendmasseveränderung sowie dem Weideaktivitätsbedarf (+ 15 % des Erhaltungsbedarfs) ab (GfE 2001). Der Energiegehalt des Weidefutters wurde aus dem Weidefutter-Aufwuchshöhenversuch (siehe unten), bei Ernte zum Zeitpunkt der niedrigen Aufwuchshöhe, herangezogen.

Milchleistung, Wiegungen, BCS und Rückenfett-Ultraschallmessungen

Die Milchleistung der Kühe wurde täglich erfasst. Der Gehalt an Milchinhaltsstoffen (Fett, Eiweiß, Laktose, Harnstoff) sowie die Zellzahl wurden dreimal wöchentlich tierindividuell analysiert. Die Tiere wurden wöchentlich nach der Morgenmelkung gewogen. Der BCS und die Rückenfettdicke (Ultraschallmessung) wurden vierzehntägig erfasst. Jede Tierbehandlung wurde aufgezeichnet, brünstige Tiere wurden frühestens ab der 6. Laktationswoche besamt.

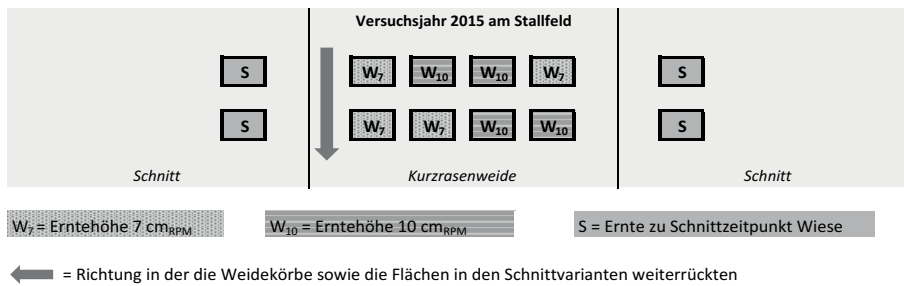


Abbildung 5: Versuchsdesign des Aufwuchshöhenversuches für jede der drei Flächen, am Beispiel des Stallfeldes im Jahr 2015 – je nach Fläche und Versuchsjahr änderte sich das Segment der Kurzrasenweide

Flächenleistung

Die Futter- und Nährstoffaufnahme sowie die Milchleistung je ha Grundfutter bzw. Gesamtfutter wurden für den Versuchszeitraum kuhindividuell berechnet. Für das Kraftfutter wurde, in Anlehnung an das Bio-Ertragsniveau in Österreich, ein Flächenbedarf von 3,57 m²/kg T unterstellt (Grüner Bericht, 2016; Resl und Brückler 2017). Da die Kühe im Versuchszeitraum im Mittel Lebendmasse abgebaut haben, wurde in einer Zusatzberechnungsvariante die LM-Differenz in der Milchflächenleistung berücksichtigt. Dazu wurde die ECM-Leistung entsprechend der LM-Abnahme (je kg Abnahme -6,41 kg ECM; GfE 2001) reduziert.

2.2 Weide-Aufwuchshöhenversuch

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde auf den drei als Kurzrasenweide genutzten Flächen auch der Einfluss von zwei unterschiedlichen Weideaufwuchshöhen auf die Futterqualität und den Ertrag geprüft. Dazu wurden zwei Wuchshöhen (7 und 10 cm_{RPM}) in Weidekörben simuliert. Diese sollten das System Kurzrasenweide (7 cm_{RPM}) und die Koppelweide (10 cm_{RPM}) repräsentieren. Pro Weidefläche wurden 8 Weidekörbe (vier je Wuchshöhe mit einer Grundfläche von 1 x 1 m) aufgestellt und mit den in den Schnittflächen befindlichen vier Probe-Schnittstreifen ergab sich so eine einfaktorielle, randomisierte Anlage. Die Anlage hatte somit zwei Zeilen und sechs Spalten (siehe Abbildung 5).

Auf jeder der drei Flächen sowie in jedem der drei Versuchsjahre änderte sich die Lage der Schnitt- und Kurzrasenweidebereiche, wodurch sich aber das grundsätzliche Versuchsdesign nicht änderte. Die Beprobung der Schnittstreifen wurde bereits oben beschrieben und erfolgte in der Regel am Tag vor bzw. am selben Tag des Schnittes auf den Silageernteflächen. Bei der Interpretation der Ergebnisse in der Schnittvariante muss beachtet werden, dass der Futterzuwachs nach dem vierten Erntetermin nicht mehr erfasst wurde.

Vor den Schnitten in den Schnittwiesenstreifen und in den Weidekörben wurde immer die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes erhoben. Dazu kam die Flächenprozent-schätzung auf Grundlage der wahren Deckung (Schechtner, 1958) zur Anwendung. Bei der wahren Deckung handelt es sich um jene Fläche, die von der Pflanzenbasis eingenommen wird. Erhoben wurden bei jeder Aufnahme das gesamte Artenspektrum an Gräsern, Leguminosen und den übrigen Kräutern sowie der Anteil der Lücken im Bestand.

Bei der Ertragsfeststellung auf den als Kurzrasenweide genutzten Bereichen, wurden Weidekörbe mit einer

Grundfläche von jeweils 1 m² eingesetzt. Dabei wurde die simulierte Kurzrasenweide-Variante (7 cm_{RPM}) in allen drei Versuchsjahren acht Mal pro Jahr und die simulierte Koppelweide-Variante (10 cm_{RPM}) sechs Mal pro Jahr geschnitten. Zur Ermittlung der Bestandeshöhe in den Weidekörben und der damit festgelegten Erntezeitpunkte wurde die Wuchshöhe des Weißklee mit dem Meterstab an 8 Stellen im Weidekorb erhoben.

Für die Ernte wurde zuerst um die Weidekörbe mit elektrischen Handscheren die Körbe freigeschnitten, damit kein Futter von außerhalb des Weidekorbes miterhoben wurde. Danach erfolgte das Entfernen der Weidekörbe und die tatsächliche Aufwuchshöhe wurde mit Hilfe des Filip's electronic plate pasture meter gemessen. Die Ernte der Parzellen wurde mit elektrischen Handgartenschern (Akku betriebene Einhandscheren von Makita) durchgeführt. Die Scheren verfügten über einen Metallbügel, der einen gleichmäßigen Abstand zum Boden sicherstellte und so zu einer theoretischen Schnitthöhe von 3 cm führte. Das Erntegut von jeder Parzelle wurde frisch am Feld gewogen und aus einem Teil des Materials unmittelbar danach die Trockenmasseproben gezogen. Diese kamen über 48 Stunden bei 105 °C in den Trockenschrank am Bio-Institut. Der restliche Teil der Frischprobe gelangte zur schonenden Trocknung in das hauseigene Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (siehe Kapitel 2.3).

Nach der Ernte der jeweiligen Wuchshöhe wanderten die Weidekörbe, wie in Abbildung 5 dargestellt, auf einen neuen Bereich in der Weide. Bevor die Körbe auf die neue Fläche kamen, wurde diese noch mit denselben Scheren auf die theoretische Schnitthöhe von 3 cm abgemäht. Da beide Weidevarianten unterschiedliche Erntezeitpunkte hatten, waren nicht immer alle Weidekörbe in derselben Linie, wie zum Start im Frühling. Die Position der Weidekörbe innerhalb des Versuchsdesigns blieb aber immer gleich. Die Streifen in den beprobten Schnittwiesen des Versuches wanderten ebenfalls weiter und wurden zum jeweiligen Schnitzeitpunkt auf der Höhe der Weidekörbe mittels Motormäher bei einer theoretischen Schnitthöhe von 5 cm geerntet (siehe Kapitel 2.1 – Unterkapitel Silageernte). Für die Erstellung der Futterzuwachskurven wurden die geernteten Mengenerträge je Termin und Weidevariante herangezogen. Die gemessene Menge wurde dabei durch die Anzahl der Wachstumsstage seit der letzten Ernte dividiert und so die durchschnittlichen Tageszuwächse ermittelt. Die Festsetzung des Vegetationsbeginns und des Vegetationsendes erfolgte nach Schaumberger (2011). Nach dieser wird der Vegetationsbeginn mit den ersten fünf aufeinander folgenden Tagen im Frühling definiert, wo die Tagesdurchschnittstemperatur 5 °C überschreitet.

2.3 Futteranalytik

Die chemischen Analysen der bei 30 °C schonend getrockneten Futtermittel erfolgten nach den Methoden der Alva (1983). Die Weender Nährstoffe und Van Soest-Gerüst-

substanzen wurden mit Tecator-Geräten analysiert. Die Berechnungen der Energiegehalte der Kraftfuttermischung und der Grassilagen erfolgten mit Hilfe der analysierten Nährstoffgehalte unter Berücksichtigung der gewichteten Verdauungskoeffizienten der DLG-Futterwerttabelle (DLG, 1997). Entsprechend den Ergebnissen von Schneider und Bellof (2009) erfolgte die Energiebewertung der Weidefuttermitteln mit Hilfe der GfE-Gleichungen aus dem Jahre 1998 (GfE, 1998). Zur Bestimmung des Gär säuregehaltes der Grassilagen wurden bei der Silageballenbeurteilung Mischproben gezogen, tiefgekühlt gelagert und der Gär säuregehalt gaschromatographisch bestimmt. Die Silage-Qualitätspunkte wurden entsprechend der DLG (2006) errechnet. Der Trockenmassegehalt (T) der Futterproben wurde mit Hilfe der Brabender-Schnellmethode (55 °C, 2 Tage) ermittelt. Im Fütterungsversuch wurden der T-Gehalt der Grassilagen täglich und der des Kraftfutters monatlich erfasst. Der T-Gehalt der Grassilagen wurde entsprechend dem Vorschlag von Weissbach und Kuhla (1995) hinsichtlich der Verluste an flüchtigen Stoffen bei der Trockenmassebestimmung korrigiert.

2.3.1 Wirtschaftliche Berechnungen

Die Beurteilung der ökonomischen Auswirkungen der unterschiedlichen Strategien erfolgte anhand der im Versuch festgestellten Futteraufnahme- und Milchleistungsdaten (Jahresgruppenmittelwerte), wobei die Differenz von Milcherlösen und Futterkosten errechnet wurde. Mögliche Auswirkungen auf die Gesamtlaktationsleistung, Arbeitszeit, die Tiergesundheit, den Kälberanfall, die Zuchtvieh Erlöse sowie sonstige Kosten und Erlöse wurden nicht berücksichtigt. Der Milcherlös wurde anhand des Bio-Milchpreisschemas der Ennstal Milch KG von April 2017 bis August 2017 errechnet. Bei der Berechnung des Milcherlöses wurden die jeweiligen Gehalte an Milch Inhaltsstoffen berücksichtigt.

Für das Bio-Kraftfutter wurden Kosten von 45,7 Cent je kg Trockenmasse unterstellt. Die Grundfutterkosten wurden mit dem AWI-Deckungsbeitragsmodul für Bio-Ballensilage (4 Schnitte) sowie für eine Kurzrasenweide berechnet (Gahleitner, persönliche Mitteilung 2017). Es wurden variable Grundfutterkosten von 20,16 Cent pro kg T der Grassilage und 11,97 Cent pro kg T für Kurzrasenweidefutter unterstellt. Da die Kühe im Versuchszeitraum im Mittel Lebendmasse abgebaut haben, wurde in einer Zusatzberechnungsvariante die LM-Differenz berücksichtigt. Es wurden die Futterkosten entsprechend der LM-Abnahme in jenem Ausmaß erhöht, wie der Futteraufwand für das „Wiederauffüllen der Reserven“ entsprechend dem Energiebedarf für die Zunahme notwendig gewesen wäre (GfE, 2001). Es wurde dazu eine Winterfütterung mit den oben angeführten Grassilagekosten (20,16 Cent/kg T) unterstellt.

2.4 Statistische Auswertungen

2.4.1 Systemvergleich

Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 ausgewertet. Der jeweilige Verlauf von Milchleistung, Milchinhaltstoffgehalt, Lebendmasse (LM) und BCS wurde mit einem gemischten Modell ausgewertet (Prozedur: Mixed; fixe Effekte: Gruppe, Rasse, Jahr, Laktation, Gruppe x Jahr; Ko-Variablen: Laktationstag zu Versuchs-

beginn, Milchleistung zu Laktationsbeginn; zufälliger Effekt: Tier innerhalb der Rasse; wiederholte Messung; Freiheitsgrad-Approximation $ddfm=kr$). Für Variable ohne wiederholte Messungen enthielt das Modell nur die oben genannten fixen und zufälligen Effekte, sowie die Ko-Variablen. Die Ergebnisse werden als Least-Square-Means, Residualstandardabweichung (s_e) und P-Werte für Gruppe, Jahr und deren Wechselwirkung (Gruppe x Jahr) dargestellt. Für den paarweisen Gruppenvergleich wurde der adjustierte Tukey-Range-Test verwendet.

2.4.2 Weide-Aufwuchshöhenversuch

Die Residuen der Daten wurden auf Normalverteilung und Varianzhomogenität untersucht und bestätigt. Für die statistische Auswertung wurde ebenfalls die MIXED-Prozedur (Programm SAS 9.4) verwendet. Die Daten wurden in zwei Kategorien ausgewertet. Zuerst wurden die Jahreswerte der drei Nutzungen (Schnitt, Kurzrasen- und Koppelweide) herangezogen und in einem weiteren Schritt wurde noch jede Weidenutzung für sich nach den Terminen während der Versuchsjahre ausgewertet.

Die fixen Effekte (Nutzungsform, Fläche, Versuchsjahr und bei der zweiten Auswertungsvariante der Termin) sowie die Wechselwirkungen bildeten das statistische Modell. Die waagrechten Zeilen und die senkrechten Spalten der Versuchsanlage wurden als zufällig (random) angenommen. Das Signifikanzniveau wurde mit $P < 0,05$ gewählt. Bei der Darstellung der Ergebnisse werden die Least-Square-Means (LSMEANS) sowie der Standardfehler (SEM) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LSMEANS wurden ebenfalls mittels Tukey-Test vorgenommen. Die Kennzeichnung signifikanter Unterschiede erfolgte mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben.

3. Ergebnisse

3.1 Weide-Aufwuchshöhenversuch

In den Ergebnissen werden zur einfacheren Lesbarkeit der drei Hauptvarianten die Kurzbezeichnungen Schnitt (Schnittwiesenstreifen-Variante), Koppel (Koppelweide-Variante 10 cm_{RPM}) und Kurzrasen (Kurzrasenweide-Variante, 7 cm_{RPM}) in den Abbildungen und Tabellen verwendet.

3.1.1 Pflanzenbestand

Die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes wies zwischen den Nutzungen keine gravierenden Unterschiede auf (Tabelle 3). Die weidetypischen Grasarten Englisches Raygras (*Lolium perenne*) und Wiesenrispengras (*Poa pratensis*) wurden in ihrem Auftreten im Bestand nicht durch die Nutzung beeinflusst. Nur tendenzielle Unterschiede wurden bei der wenig wertvollen Grasart Gemeine Rispse (*Poa trivialis*) festgestellt, die numerisch mit knapp über 5 Flächen-% die höchsten Anteile bei der Schnittnutzung einnahm. Signifikante Unterschiede wurden bei der Lägerripse (*Poa supina*) beobachtet, die höhere Anteile bei den als Weide genutzten Parzellen einnahm. Die übrigen Gräser, die als Restliche Gräser (Ausläufer Straußgras, *Agrostis stolonifera*; Kammgras, *Cynosurus cristatus*; Knäulgras, *Dactylis glomerata*; Wiesenlischgras, *Phleum pratense*; Wiesenschwingel, *Festuca pratensis*) in einer Gruppe zusammengefasst wurden, zeigten als Summe signifikante

Tabelle 3: Zusammensetzung der Pflanzenbestände als Flächenprozent-Anteile im Mittel der Versuchsjahre für die drei Nutzungen (Schnittwiese, Kurzrasen- und Koppelweide)

Parameter	Einheit	Schnitt	SEM	Nutzung				P-Werte		
				Koppel	SEM	Kurzrasen	SEM	Nutzung	Jahr	Nutzung x Jahr
Lücken	Flächen-%	0,4	0,18	0,4	0,15	0,7	0,13	0,194	0,518	0,711
Gräser	Flächen-%	79,7	0,90	77,7	0,74	77,4	0,64	0,117	<0,001	0,498
Englisches Raygras	Flächen-%	44,2	0,84	42,0	0,69	42,7	0,60	0,115	<0,001	0,639
Wiesenrispengras	Flächen-%	15,0	0,41	15,6	0,34	16,1	0,29	0,106	<0,001	0,022
Gemeine Rispe	Flächen-%	5,1	0,77	4,5	0,63	3,2	0,54	0,099	0,877	0,559
Lägerrispe	Flächen-%	1,8 ^b	0,29	4,8 ^a	0,24	4,9 ^a	0,21	<0,001	0,004	0,021
Restliche Gräser	Flächen-%	13,5 ^a	0,43	10,8 ^b	0,35	10,5 ^b	0,30	<0,001	<0,001	0,906
Leguminosen	Flächen-%	13,2	0,81	13,0	0,66	12,4	0,57	0,710	<0,001	0,699
Kräuter	Flächen-%	6,7 ^b	0,51	8,9 ^a	0,41	9,4 ^a	0,36	<0,001	0,736	0,529

Tabelle 4: Zusammensetzung der Pflanzenbestände als Flächenprozent-Anteile im Mittel der Versuchsjahre und Nutzungen für die drei unterschiedlichen Flächen (Beifeld, Stallfeld und Querfeld)

Parameter	Einheit	Standort				SEM	Standort	P-Werte	Standort x Nutzung
		Beifeld	Stallfeld	Querfeld	SEM				
Lücken	Flächen-%	0,4 ^b	0,2 ^b	0,9 ^a	0,15	0,001	0,240		
Gräser	Flächen-%	80,9 ^a	74,5 ^b	79,5 ^a	0,77	<0,001	0,328		
Englisches Raygras	Flächen-%	43,2 ^b	38,2 ^c	47,5 ^a	0,72	<0,001	0,114		
Wiesenrispengras	Flächen-%	21,1 ^a	17,6 ^b	8,1 ^c	0,35	<0,001	<0,001		
Gemeine Rispe	Flächen-%	0,9 ^b	0,9 ^b	11,1 ^a	0,65	<0,001	0,767		
Lägerrispe	Flächen-%	3,7	3,6	4,3	0,25	0,093	0,971		
Restliche Gräser	Flächen-%	12,1 ^b	14,2 ^a	8,5 ^c	0,36	<0,001	<0,001		
Leguminosen	Flächen-%	10,4 ^b	16,6 ^a	11,6 ^b	0,69	<0,001	0,240		
Kräuter	Flächen-%	8,3	8,7	8,0	0,43	0,510	0,522		

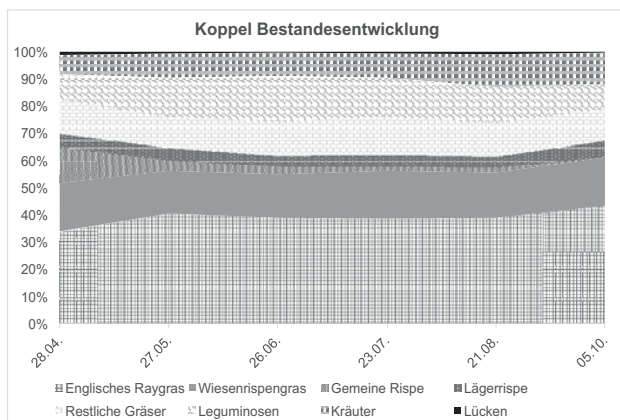
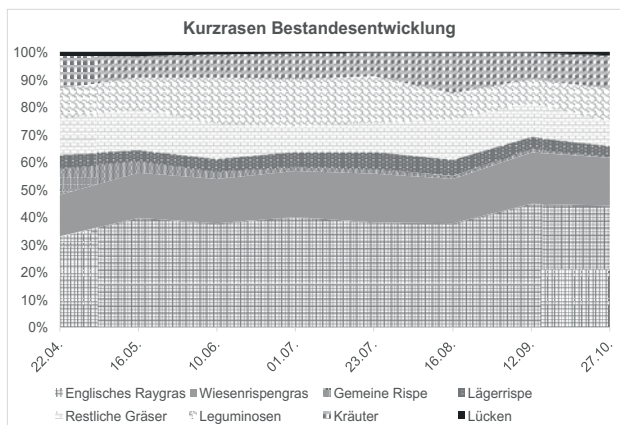


Abbildung 6: Bestandesentwicklung in Flächen-% der beiden simulierten Weidenutzungen (oben Koppelweide und unten Kurzrasenweide) im Mittel der Versuchsjahre zu den jeweiligen Boniturzeitpunkten vor den jeweiligen Nutzungen (bei Koppel 6 und bei Kurzrasen 8)

Unterschiede, wobei diese Gruppe mit 13,5 Flächen-% die höchsten Anteile in der Schnittnutzung hatte. Der Leguminosenanteil wurde nicht durch die Nutzung beeinflusst. In dieser Artengruppe war ausschließlich der Weißklee (*Trifolium repens*) vorhanden. Demgegenüber wurden auf der Schnittnutzung im Mittel um 2,4 Flächen-% signifikant weniger Kräuter festgestellt. Dabei waren unter den Kräutern die wesentlichen Arten der Gewöhnliche Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), der Kriechende- (*Ranunculus repens*) und der Scharfe Hahnenfuß (*Ranunculus acris*).

Zeigte die Nutzung noch keine bis kaum signifikante Effekte auf die Bestandeszusammensetzung, so wurden deutliche Unterschiede zwischen den drei Versuchsflächen erhoben (Tabelle 4). Im Mittel aller Bonituren war der Flächenanteil vom Englischen Raygras auf allen drei Flächen signifikant unterschiedlich und befanden sich zwischen 38 Flächen-% am Stallfeld und 48 Flächen-% am Querfeld. Das Wiesenrispengras nahm die höchsten Flächenanteile am Beifeld (21 Flächen-%) und Stallfeld (18 Flächen-%) ein. Bei der Gemeinen Rispe wurde der signifikant höchste Flächenanteil mit 11 Flächen-% auf dem Querfeld beobachtet und fehlte fast gänzlich auf dem Stall- und Beifeld.

Bei der Betrachtung der Bestandesveränderung innerhalb des Weidesystems im Vegetationsverlauf war die Konkurrenz der einzelnen Arten bei der Simulation der Koppel nicht so deutlich ausgeprägt, wie bei der Kurzrasenweide (Abbildung 6). Bei beiden Weidesystemen ging der anfänglich höhere Anteil der Gemeinen Rispe ab der zweiten Nutzung stark zurück und spielte im weiteren Verlauf keine Rolle mehr. Das Englische Raygras war in beiden Systemen das bedeutendste Gras und erreichte bis zum Spätsommer Bestandesanteile von 40 Flächen-%. Neben dem Englischen Raygras war das Wiesenrispengras mit durchschnittlich 17 Flächen-% das zweitwichtigste Gras. Mit den durchschnittlichen 13 Flächen-% des Weißklee nahmen

Tabelle 5: Mengen-(T) und Qualitätserträge (XP und NEL) sowie die durchschnittlichen Erntehöhen und die Futterdichten der drei Nutzungen im Mittel der Versuchsjahre

Parameter	Einheit	Schnitt	SEM	Nutzung		SEM	Kurzrasen	SEM	P-Werte	
				Koppel	SEM				Nutzung	Jahr
T-Ertrag	kg/ha	10.729	226	10.482	218	10.273	213	0,234	<0,001	0,011
XP-Ertrag	kg/ha	1.744 ^c	56	2.012 ^b	54	2.156 ^a	52	<0,001	0,013	0,217
NEL-Ertrag	MJ NEL/ha	67.095	1.503	67.597	1.451	67.299	1.422	0,958	<0,001	0,009
Höhe vor Ernte	cm _{RPM}	13,4 ^a	0,12	10,1 ^b	0,12	7,6 ^c	0,12	<0,001	<0,001	<0,001
Höhe nach Ernte	cm _{RPM}	4,8 ^a	0,05	3,8 ^b	0,05	3,4 ^c	0,05	<0,001	<0,001	<0,001
Futterdichte	kg T/cm _{RPM}	318 ^b	7,6	318 ^b	7,4	336 ^a	7,2	0,012	0,017	0,653

diese drei Arten fast 70 % der Fläche ein.

3.1.2 Mengen- und Qualitätserträge

Die mit dem Rising plate meter (RPM) vor den Schnitten erhobenen Bestandeshöhen unterschieden sich signifikant je nach Nutzung (Tabelle 5). Dabei wurde die angepeilte Zielhöhe bei der Koppel mit 10,1 cm_{RPM} fast punktgenau erreicht. Lediglich bei der Simulation der Kurzrasenweide war die durchschnittliche Bestandeshöhe im Mittel bei 7,6 cm_{RPM} und somit um 0,6 cm_{RPM} höher als geplant. Auch bei den Resthöhen nach der Ernte waren signifikante Unterschiede bei allen drei Nutzungen feststellbar. Hier unterschieden sich deutlich das Schnittsystem (4,8 cm_{RPM}) zu den Weidenutzungen (3,8 und 3,4 cm_{RPM}). Dabei war die Restschnitthöhe nach der Ernte der simulierten Kurzrasenweide-Parzellen mit 0,4 cm_{RPM} signifikant niedriger als die der Koppel. Bei der Futterdichte war die Kurzrasenweide mit 336 kg T/cm_{RPM} signifikant am höchsten.

Die Mengenerträge werden als Ernteerträge dargestellt, die als praktisch verlustfrei erhobenes Grünfutter oberhalb der Schnitthöhe gelten. Bei diesen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Nutzungen festgestellt werden (Tabelle 5 und Abbildung 7). Da versuchstechnisch das frisch gemähte und zusammen-gerechte Gras unmittelbar auf der Fläche gewogen wurde, handelt es sich bei den Ernteerträgen um nahezu verlustfrei ermittelte Erträge. In allen drei Varianten wurden Erträge über 10.000 kg/ha T gemessen. Der Effekt der einzelnen Versuchsjahre war hoch signifikant. In diesem Zusammenhang war auch die Wechselwirkung aus Versuchsjahr mal Nutzung signifikant (Abbildung 8). Hier sticht das erste Versuchsjahr (2014) heraus, wo die Kurzrasenweide numerisch mit 11.668 kg T/ha den höchsten Ertrag in allen Versuchsjahren und Nutzungsformen erreichte. Dieser Ertrag der Kurzrasenweide war, innerhalb der Weidevarianten, signifikant höher als in den übrigen beiden Versuchsjahren (2015 und 2016).

Auf Seiten der Qualitätserträge konnten bei den Rohprotein-erträgen (XP) signifikante Unterschiede zwischen allen drei Nutzungen gemessen werden (Tabelle 5). Die Kurzrasenweide erreichte dabei mit 2.156 kg XP/ha den signifikant höchsten Ertrag. Dagegen war der XP-Ertrag bei der Koppel um 6,7 % und bei der Schnittnutzung um 18,1 % geringer. Beim Energieertrag hingegen konnte kein Unterschied beobachtet werden, der im Mittel aller Varianten bei ca. 67.300 MJ NEL/ha lag.

3.1.3 Koppel und Kurzrasen im Vergleich

Obwohl zwischen der Simulation der Koppel- und der Kurzrasenweide keine Unterschiede bei den Jahreserträgen (Tabelle 5) festgestellt wurden, zeigten die Futterzuwachs-

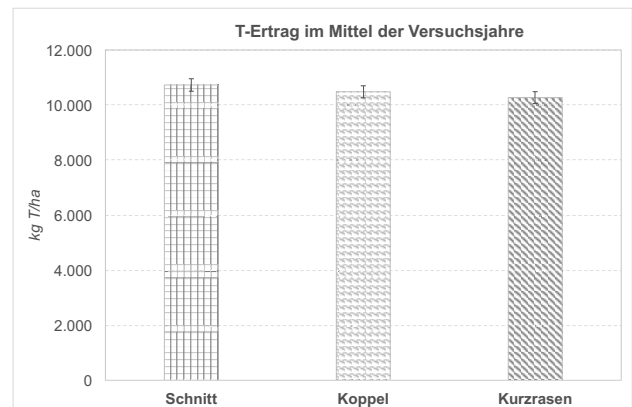


Abbildung 7: Mengenertrag in kg T/ha der drei untersuchten Grünlandnutzungsformen (Schnitt, Koppelweide und Kurzrasenweide) im Vergleich

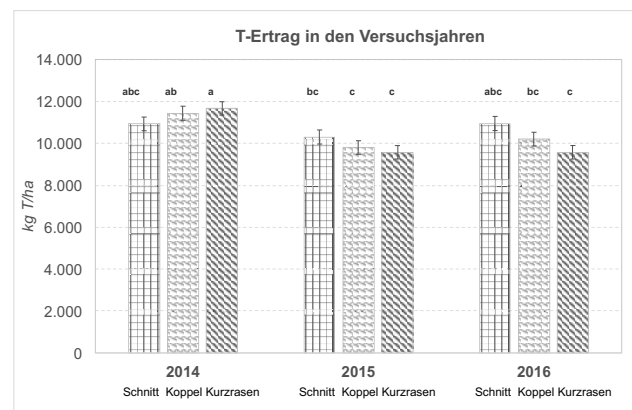


Abbildung 8: Mengenertrag der drei Nutzungsformen (Schnitt, Koppelweide und Kurzrasenweide) in den drei Versuchsjahren (2014-2016)

kurven (Abbildung 9) zwischen beiden Weidenutzungen deutliche Unterschiede. Bei Betrachtung der Futterzuwachskurven fällt auf, dass es bei der als Kurzrasenweide genutzten Variante stark ausgeprägte Jahresunterschiede gab. Dagegen verliefen die Kurven bei der Koppel in allen Jahren relativ ähnlich. Bei der Kurzrasenweidenutzung lag der höchste Futterzuwachs (29.07.2014: 79,3, 07.08.2015: 84,8 und 15.04.2016: 74,6 kg T/ha und Tag) in jedem der drei Versuchsjahre zu einem anderen Zeitpunkt. Bei der Koppel wurden nicht die kurzfristig hohen Futterzuwächse (19.05.2014: 61,6, 31.07.2015: 59,6 und 01.07.2016: 61,3 kg T/ha und Tag) wie bei der Kurzrasenweide erreicht, dafür war das Futterwachstum über die gesamte Vegetationsperiode und in allen Versuchsjahren relativ regelmäßig bei um die 60 kg T/ha und Tag (Mai-August).

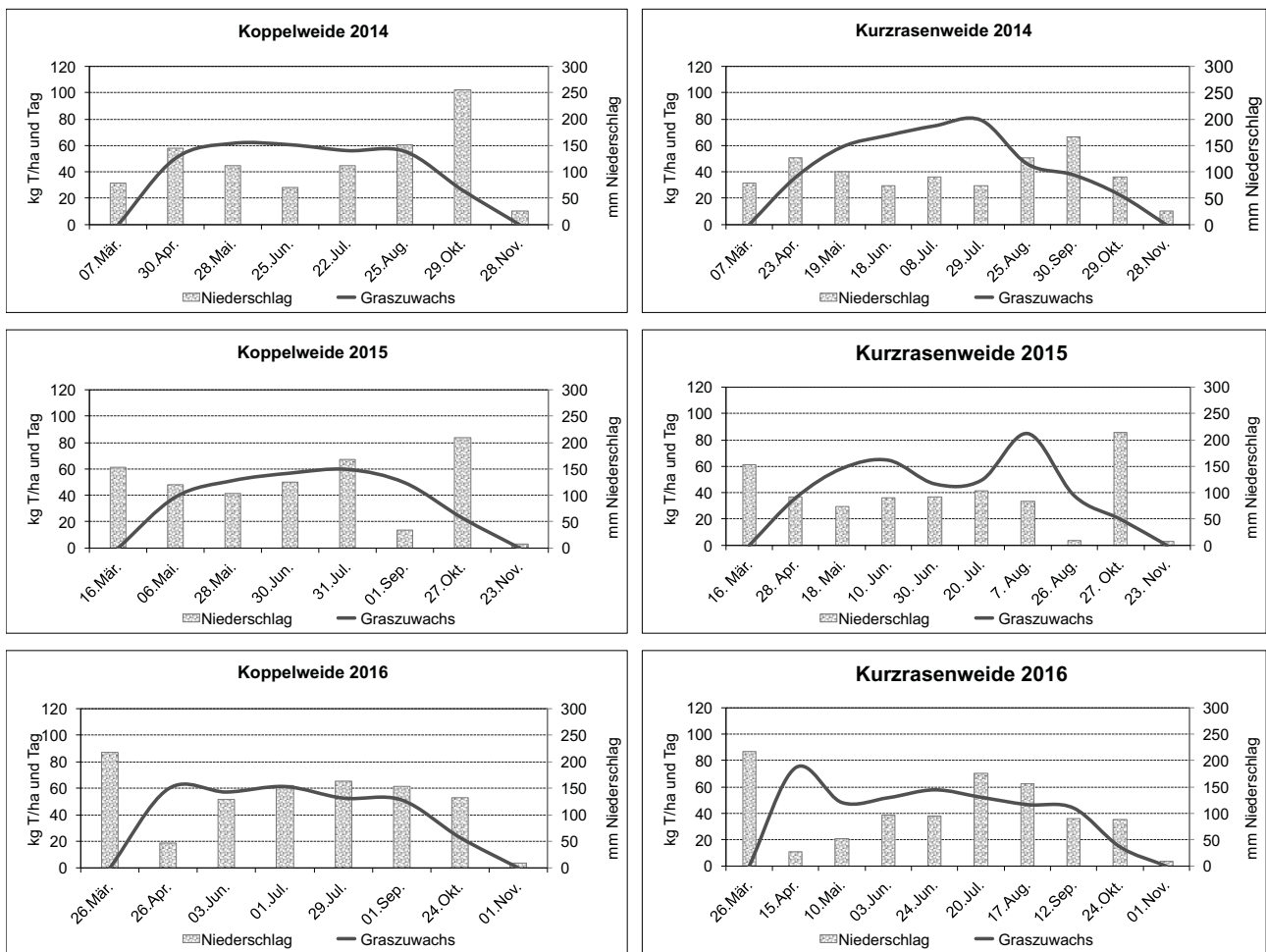


Abbildung 9: Futterzuwachskurven der simulierten Weidesysteme Koppel und Kurzrasen für die drei Versuchsjahre mit den Niederschlagssummen von einem zum nächsten Erhebungstermin (Niederschlagssumme beim ersten Termin im März sind die aufsummierten Niederschläge vom 1. Jänner des jeweiligen Jahres)

Tabelle 6: Rohrnährstoff-, Gerüstsubstanz- und Energiegehalte der drei Nutzungen im Mittel der Jahre und aller Ernten

Parameter	Einheit	Schnitt	SEM	Nutzung				P-Werte		
				Koppel	SEM	Kurzrasen	SEM	Nutzung	Jahr	Nutzung*Jahr
T-Gehalt	g/kg FM	189	1,6	190	1,6	190	1,5	0,807	<0,001	<0,001
XA-Gehalt	g/kg T	93 ^b	0,5	95 ^{ab}	0,5	95 ^a	0,5	0,033	0,234	0,461
XP-Gehalt	g/kg T	161 ^c	1,7	192 ^b	1,6	209 ^a	1,6	<0,001	<0,001	<0,001
XL-Gehalt	g/kg T	25,7 ^c	0,13	27,3 ^b	0,12	28,4 ^a	0,12	<0,001	<0,001	<0,001
XF-Gehalt	g/kg T	234 ^a	0,8	209 ^b	0,8	196 ^c	0,8	<0,001	<0,001	0,009
XX-Gehalt	g/kg T	486 ^a	2,0	478 ^b	1,9	472 ^c	1,9	<0,001	<0,001	<0,001
OM-Gehalt	g/kg T	871	0,7	870	0,6	870	0,6	0,153	0,457	0,035
NFC-Gehalt	g/kg T	422	2,2	417	2,1	415	2,0	0,070	<0,001	<0,001
NDF-Gehalt	g/kg T	445 ^a	1,7	413 ^b	1,7	398 ^c	1,7	<0,001	<0,001	0,164
ADF-Gehalt	g/kg T	298 ^a	1,2	270 ^b	1,2	252 ^c	1,2	<0,001	<0,001	<0,001
ADL-Gehalt	g/kg T	33,8 ^a	0,2	31,7 ^b	0,2	29,7 ^c	0,2	<0,001	<0,001	<0,001
Energie-Gehalt	MJ NEL/kg T	6,25 ^c	0,01	6,45 ^b	0,01	6,55 ^a	0,01	<0,001	<0,001	0,001

Die Kurzrasenweide reagiert dagegen sehr sensibel auf niederschlagsärmere Perioden während der Wachstumszeit. Besonders sticht dabei das Jahr 2015 heraus, mit einer dreiwöchigen Sommertrockenheit im August. Hatte zuvor die Kurzrasenweide noch den höchsten Futterzuwachs, brach dieser mit der Trockenheit ein und erholte sich im Anschluss nicht mehr. Dem gegenüber traten bei der Koppelweide keine so ausgeprägten Hochzuwachphasen auf und der Futterzuwachs verlief gleichmäßiger. Nicht nur zwischen der Schnitt- und den beiden Wei-

denutzungen konnten signifikante Unterschiede in den Inhaltsstoffen festgestellt werden, sondern auch zwischen den Weidevarianten Koppel und Kurzrasen (Tabelle 6). Dabei erzielte die Kurzrasenweide die signifikant höheren Werte bei Rohprotein (209 g/kg T), Rohfett (28,1 g/kg T) und Energie (6,55 MJ NEL/kg T) im Vergleich zur Koppel (XP 192 g/kg T; XL 27,3 g/kg T; Energie 6,45 MJ NEL/kg T). Gegengleich waren die Gehalte an Faserstoffen bei der Kurzrasenweide signifikant geringer als bei der Koppel. Ähnlich war das Bild auch bei den Mineralstoffen und

Tabelle 7: Konzentrationen an Mineralstoffen und Spurenelementen der drei Nutzungen im Mittel der Jahre und aller Ernten

Parameter	Nutzung Einheit	P-Werte		Koppel	SEM	Kurzrasen	SEM	Nutzung	Jahr	Nutzung x Jahr
		Schnitt	SEM							
P-Gehalt	g/kg T	4,6 ^b	0,03	4,5 ^b	0,03	4,7 ^a	0,03	<0,001	<0,001	<0,001
K-Gehalt	g/kg T	27,1 ^b	0,27	26,6 ^b	0,26	28,1 ^a	0,25	0,001	<0,001	0,001
Ca-Gehalt	g/kg T	8,6	0,08	8,7	0,08	8,6	0,08	0,832	0,168	0,087
Mg-Gehalt	g/kg T	2,7 ^b	0,03	2,8 ^a	0,02	2,8 ^a	0,02	<0,001	<0,001	<0,001
Na-Gehalt	mg/kg T	327 ^c	20,4	425 ^a	20,1	367 ^b	19,8	<0,001	<0,001	<0,001
Cu-Gehalt	mg/kg T	8,3 ^c	0,06	9,5 ^b	0,06	10,4 ^a	0,06	<0,001	<0,001	0,003
Mn-Gehalt	mg/kg T	51,7 ^c	1,18	59,0 ^b	1,11	69,8 ^a	1,06	<0,001	<0,001	0,119
Zn-Gehalt	mg/kg T	29,2 ^c	0,74	79,6 ^a	0,70	74,8 ^b	0,67	<0,001	<0,001	<0,001

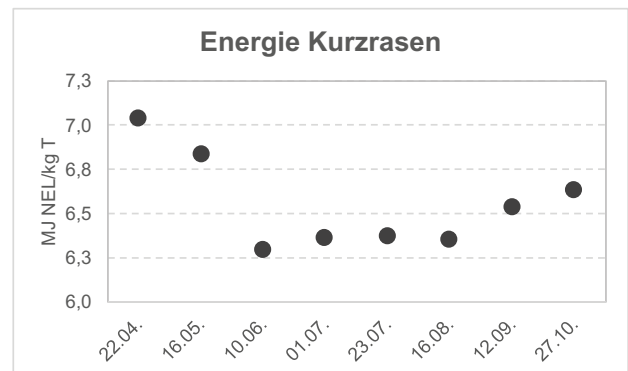
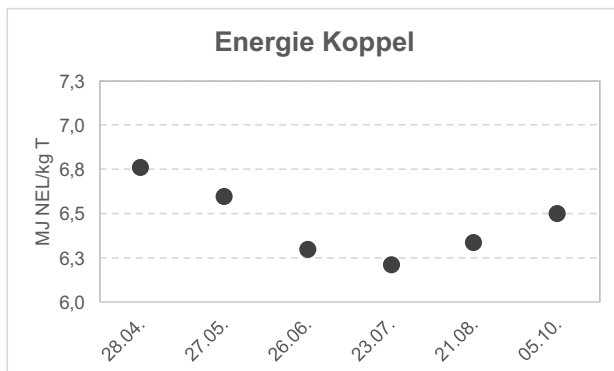
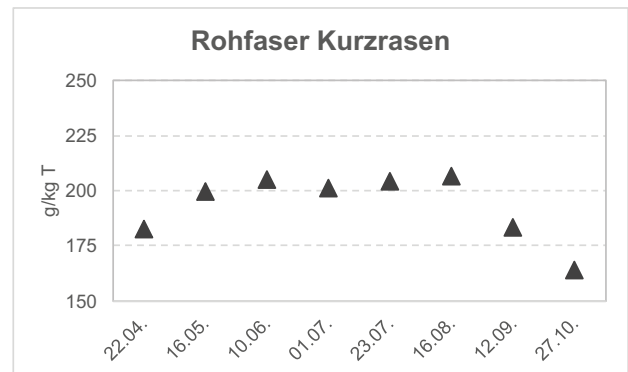
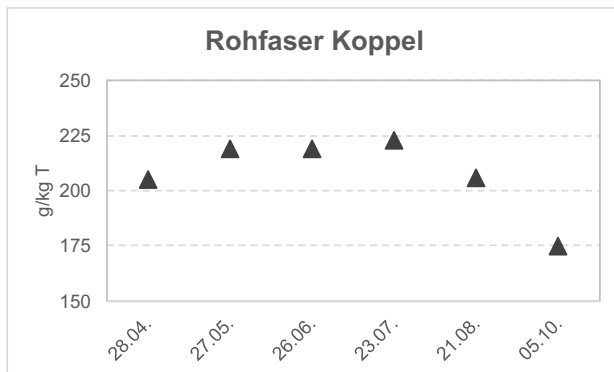
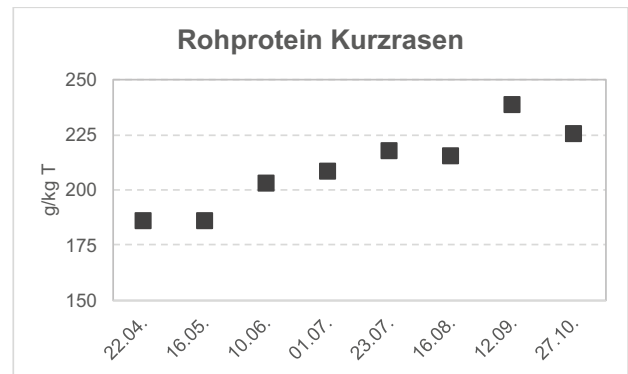
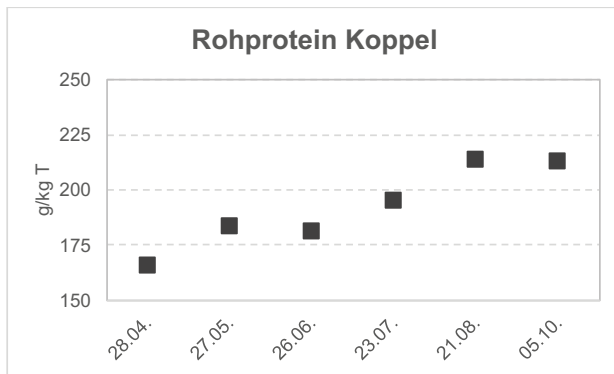


Abbildung 10: Rohprotein, Rohfaser und Energiegehalte des Futters der Koppel- und Kurzrasen-Variante im Mittel der Versuchsjahre zu den jeweiligen Ernten

Spurenelementen (Tabelle 7). Bei Phosphor, Kalium, Kupfer und Mangan zeigte die Kurzrasenweide die höchsten Konzentrationen. Dagegen waren die Werte bei Natrium und Zink in den Futterproben der Koppel höher als die der Kurzrasenweide.

Bei Betrachtung ausgewählter Inhaltsstoffe während der Weideperiode konnten zwischen Koppel- und Kurzrasen-

weide Ähnlichkeiten im Verlauf beobachtet werden (Abbildung 10). Die Rohproteingehalte stiegen in beiden Weidesystemen von 165 (Koppel) bzw. 186 (Kurzrasen) auf 213 (Koppel) bzw. 232 g/kg T (Kurzrasen) an, wobei die Kurzrasenweide jeweils um 9 % über der Koppel lag. Bei der Rohfaser verhielt es sich umgekehrt. Hier lag das Futter der Kurzrasenweide in den Gehalten um 7 % niedriger als

Tabelle 8: Nährstoff-, Energie-, Mineralstoffgehalt der Futtermittel sowie Gärqualitätsparameter der Silagen (Mittelwerte, je kg Trockenmasse)

Art	Grassilage				Weidefutter								Krafftutter
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	
Aufwuchs													
Trockenmasse (T), g	367	448	408	369	186	183	180	176	179	184	188	202	867
Rohasche (XA), g	100	109	122	117	98	101	102	97	97	98	97	95	27
Rohprotein (XP), g	160	137	160	177	198	196	214	215	225	225	242	227	137
Rohfett (XL), g	36	32	34	36	29	28	30	30	30	30	29	28	25
Rohfaser (XF), g	226	260	249	219	190	207	213	209	212	214	190	169	54
N-freie Extr. (XX), g	478	462	434	451	482	467	437	444	430	429	437	477	758
ADF, g	268	308	307	264	246	265	271	271	277	276	244	216	67
NDF, g	394	445	417	381	402	426	418	416	423	427	398	366	189
ADL, g	24	33	36	26	24	26	32	34	36	33	32	30	10
NFC, g	310	277	266	289	273	249	236	242	224	220	234	285	623
Netto-Energie, MJ NEL	6,53	5,70	5,71	6,02	7,04	6,83	6,30	6,36	6,37	6,35	6,53	6,63	8,03
Nutzb. Rohpr. (nXP), g	143	128	131	138	147	146	147	148	149	149	154	155	167
RNB, g	2,6	1,4	4,7	6,3	8,2	8,1	10,8	10,8	12,2	12,2	14,1	11,4	-4,9
Mineralstoffe													
P, g	3,9	3,9	4,5	4,5	4,8	4,8	4,8	4,8	5,1	5,1	4,9	4,4	4,0
K, g	28,8	25,5	26,2	27,3	30,4	29,6	31,5	28,7	28,4	29,3	27,5	22,6	6,5
Ca, g	7,6	8,9	10,5	9,8	7,4	7,3	9,4	9,3	9,9	9,6	9,5	9,0	1,0
Mg, g	2,2	2,6	3,2	3,0	2,4	2,5	3,0	2,9	3,2	3,0	3,3	3,0	1,4
Na, mg	340	271	353	548	294	267	262	284	302	430	610	777	112
Cu, mg	8	8	11	10	9	9	10	10	12	12	12	11	6
Mn, mg	65	85	100	93	63	66	74	71	68	76	78	88	26
Zn, mg	28	29	34	33	60	72	64	67	84	90	85	119	40
Gärqualität-Silagen													
Essig-+Prop.-Säure, % T	1,02	0,95	0,99	1,20									
Buttersäure, % T	0,44	0,43	0,38	0,26									
Milchsäure, % T	3,05	3,59	3,26	3,56									
pH-Wert	4,84	4,71	5,04	4,91									
DLG-Punkte	82	85	79	89									

bei der Koppel. Der grundsätzliche Verlauf von steigenden Fasergehalten im Frühling und abnehmender Faser im Herbst war in beiden Weidenutzungen gegeben (Abbildung 10). Gegengleich dazu verliefen die Energiegehalte, wobei die Kurzrasenweide im Frühling bei 7,04 und die Koppel bei 6,76 MJ NEL/kg T startete, über den Sommer auf 6,35 (Kurzrasen) bzw. 6,28 MJ NEL/kg T (Koppel) abfiel, um dann im Herbst wieder auf 6,63 (Kurzrasen) bzw. 6,49 MJ NEL/kg T (Koppel) anzusteigen.

3.2 Systemvergleichsversuch

3.2.1 Futterqualität

In Tabelle 8 sind die Ergebnisse zu den Weide- und Silagefuttermitteln im Mittel über die Versuchsjahre für die unterschiedlichen Aufwüchse bzw. Erntetermine sowie für das Kraftfutter angeführt. Die Nährstoffgehalte der Futtermittel für die jeweiligen Versuchsjahre sind im Tabellenanhang angeführt. Der Rohproteingehalt der Silagen lag im Mittel bei 158 g und der Energiegehalt bei 5,99 MJ NEL/kg T. Die Gärqualität kann entsprechend den DLG-Punkten (79-89) mit „gut“ beurteilt werden. Die höchsten Energiegehalte wurden jeweils im ersten Aufwuchs und die höchsten Rohproteingehalte im 4. Aufwuchs ermittelt. Der 2. und 3. Aufwuchs zeigte in jedem Jahr die höchsten Strukturkohlenhydratgehalte. Zu Versuchsbeginn erhielten die Tiere der Stallgruppen daher jeweils eine ertragsliquote Mischung aus dem höherverdaulichen 1. und 4. Aufwuchs. Wenn diese Aufwüchse verfüttert waren, wurde eine Mischung aus dem 2. und 3. Aufwuchs eingesetzt. Im Vergleich zur Grassilage lagen der Rohprotein- und Energiegehalt der Weidefuttermittel von den simulierten Kurzrasenweideparzellen mit 218 g XP und 6,55 MJ NEL deutlich höher. Die höchsten

Energiegehalte wurden immer zu Vollweidebeginn und die niedrigsten von Mitte Mai bis Mitte August festgestellt. Das Kraftfutter für die Versuchsgruppe S-KF+ wies im Mittel einen Energiegehalt von 8,0 MJ NEL und einen Rohproteingehalt 137 g/kg T auf.

3.2.2 Futter- und Nährstoffverluste bei der Silagebereitung und Verfütterung im Stall

In Tabelle 9 sind die Ergebnisse zu den erhobenen Futter- und Nährstoffverlusten bei der Silagebereitung und Futtervorlage für die unterschiedlichen Ernte- bzw. die Futtervorlagestufe angeführt. Dabei ist zu beachten, dass für die Bestimmung des Bruttoertrages auf Parzellenversuche in vierfacher Wiederholung zurückgegriffen wurde. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass durch das Umlegen der handgeernteten Parzellenergebnisse auf die Gesamtfläche (z.B. Randeffekte) die Verluste von der Stufe Grünfutter bis gewickeltes Futter mit 22 % möglicherweise überschätzt wurden. Durch den Gärprozess kam es im Mittel zu T-Verlusten von 8 % und Energie- bzw. Rohproteinverlusten von 10 %. Die erhobenen Futtervorlageverluste (vergorene Silage – tatsächlich gefressene Silage) lagen in Summe bei 5 %.

Im Durchschnitt führte dies zu Trockenmasse- und Energie- bzw. Eiweißverlusten von 32, 34 bzw. 33 %. Die Verluste an Energie- und Rohprotein korrelierten stark mit den T-Verlusten, die Energie- und XP-Konzentrationen im Futter verringerte sich nur um durchschnittlich 2 % bzw. 3 %. Unterstellt man, auf Grund der möglicherweise nicht zu 100 % repräsentativen Brutto-Parzellenertragsfeststellung, um 10 % geringere Futterverluste bei der Futterwerbung, dann errechnen sich im Mittel trotzdem Gesamtverluste von

Tabelle 9: Futter- und Nährstoffverluste bei der Silagegewinnung und Futtervorlage in % (Dreijährige Mittelwerte sowie Minimal- und Maximalwerte in den Versuchsjahren)

	Erntestufen				
	Grünfütter ¹⁾ - gewickeltes Futter	gewickeltes Futter - vergorenes Futter	vergorenes Futter - gefressenes Futter	Grünfütter ¹⁾ - gefressenes Futter	gewickeltes Futter- gefressenes Futter
T-Verlust (T kg), %	22	8	5	32	13
Min-Max	17,5-29,2	6,9-9,9	2,9-8,7	27,3-39,8	11,1-15,0
Energie-Verlust ²⁾ (MJ NEL), %	22	10	5	34	15
Min-Max	17,4-27,8	8,6-11,9	2,9-8,6	29,3-39,7	13,0-16,4
Rohprotein-Verlust ³⁾ (g XP), %	22	10	5	33	15
Min-Max	20,5-22,9	7,1-9,8	2,9-8,5	29,9-37,4	10,0-21,2

¹⁾ Grünfütterertrags- und Nährstoffgehaltsfeststellung: Parzellenversuche auf den Flächen in jeweils vierfacher Wiederholung

²⁾ Energiekonzentrationsverlust je kg T: 3 % von Erntestufe Grünfütter bis gefressenes Futter

³⁾ XP-Konzentrationsverlust je kg T: 2 % von Erntestufe Grünfütter bis gefressenes Futter

Tabelle 10: Futteraufnahme, Nährstoffkonzentration und Lebendmasse (Fütterungsgruppen) sowie P-Werte und Residualstandardabweichungen

	Gruppen			s _e	Gruppe	P-Werte Jahr	Gruppe x Jahr
	S-KF0	S-KF+	VW				
Versuchsdauer, Tage	139	150	155				
Tiere, N	21	21	21				
Futteraufnahme							
Grundfutter ¹⁾ , kg T	14,10	13,19	13,96	0,901	0,108	0,006	0,784
Krafftutter, kg T	0 b	1,54 a	0 b	0,482	<,001	0,025	0,008
Gesamtfutter, kg T	14,10 ab	14,72 a	13,96 b	1,068	0,002	<,001	0,417
Nährstoffkonzentration							
Energie, MJ NEL/kg T	5,87 c	6,08 b	6,49 a	0,491	<,001	<,001	0,006
XP, g/kg T	162 b	159 c	213 a	2,3	<,001	<,001	<,001
nXP, g/kg T	133 c	136 b	149 a	0,9	<,001	<,001	0,003
XF, g/kg T	253 a	234 b	203 c	3,9	<,001	<,001	0,003
NDF, g/kg T	431 a	408 c	416 b	4,8	<,001	<,001	0,001
ADF, g/kg T	304 a	281 b	264 c	4,4	<,001	<,001	<,001
NFC, g/kg T	256 b	292 a	233 c	8,1	<,001	0,004	0,004
Energieaufnahme							
Energie ¹⁾ , MJ NEL/Tag	82,8 b	89,5 a	90,6 ab	6,89	0,012	<,001	0,318
Lebendmasse							
Ø Lebendmasse, kg	561 b	584 a	530 b	12,1	<,001	<,001	0,038
Tageszunahmen, g	-306 a	-273ab	-102 b	123,5	0,024	0,159	0,440
Nährstoffbedarfsdeckung							
Energie – MJ NEL, %	96	95	99	6,5	0,554	0,005	0,097
nXP, %	115 b	110 b	124 a	5,5	<,001	<,001	0,028

¹⁾ Grassilage bzw. Weidefutter; Weidefutteraufnahme aus Nährstoffbedarf für Erhaltung, Milchleistung, LM-Veränderung, Trächtigkeit und Weideaktivität sowie Energiekonzentration im Weidefutter errechnet

zumind. 20-25 % im Zuge der Ernte, Futterkonservierung und Futtervorlage.

3.2.3 Futteraufnahme, Nährstoffkonzentration und Lebendmasse

In Tabelle 10 sind die Ergebnisse für die Futtergruppen und im Tabellenanhang für die Wechselwirkung (Gruppe x Jahr) angeführt. In Abbildung 11 und Abbildung 12 sind Futteraufnahme- und Rationskriterien sowie die LM, BCS- und Rückenfettdicke-Veränderungen der Versuchskühe im Versuchsverlauf dargestellt.

Die Versuchsdauer lag in der Weidegruppe bei 155 Tagen. Für die Silagegruppe ohne Krafftutterergänzung (S-KF0) reichte das Grundfutter im Mittel für 139 Tage, die Versuchsdauer war damit um 10 % kürzer als in Gruppe VW. Bei Silagefütterung und leistungsabhängiger Krafftutterergänzung (S-KF+) betrug die Versuchsdauer 150 Tage, was einer um 3 % kürzeren Versuchsdauer im Vergleich zur Vollweidegruppe (VW) entsprach. Die Krafftutteraufnahme lag in S-KF+ bei durchschnittlich 1,5 kg T und ging im Versuchsverlauf von knapp 3 auf 0,5 kg T pro Tier und Tag zurück. Die

Grundfutteraufnahme unterschied sich mit 14,7 bzw. 14,1 kg T/Tag numerisch zwischen den beiden Silagegruppen S-KF0 bzw. S-KF+. Die mittlere Grundfutterverdrängung durch Krafftutter lag bei 0,60. Die Weidefutteraufnahme wurde über den Energiebedarf und die LM-Veränderung der Tiere errechnet und lag im Mittel bei 14 kg T. Die Nährstoffkonzentrationen in den Gesamtrationen unterschieden sich entsprechend den oben angeführten Nährstoffgehalten der Futtermittel signifikant zwischen den Futtergruppen. Die Energie- und XP-Konzentration war bei Vollweidehaltung am höchsten und der Rohfaser- und ADF-Gehalt am geringsten. In der täglichen Energieaufnahme lag die Gruppe S-KF0 mit 83 MJ NEL signifikant unter S-KF+ mit 90 MJ und Gruppe VW mit 91 MJ. In der Lebendmasse lagen die Kühe der Gruppe S-KF+ mit 584 kg signifikant über den anderen beiden Gruppenmittelwerten mit 561 kg in S-KF0 und 530 kg in VW.

Die Tiere der Silagegruppen nahmen von Versuchsbeginn bis Versuchsende durchgehend leicht an Lebendmasse ab. Die VW-Tiere verloren bis Versuchsmitte im Vergleich zu den anderen Gruppen stärker an Lebendmasse, nahmen

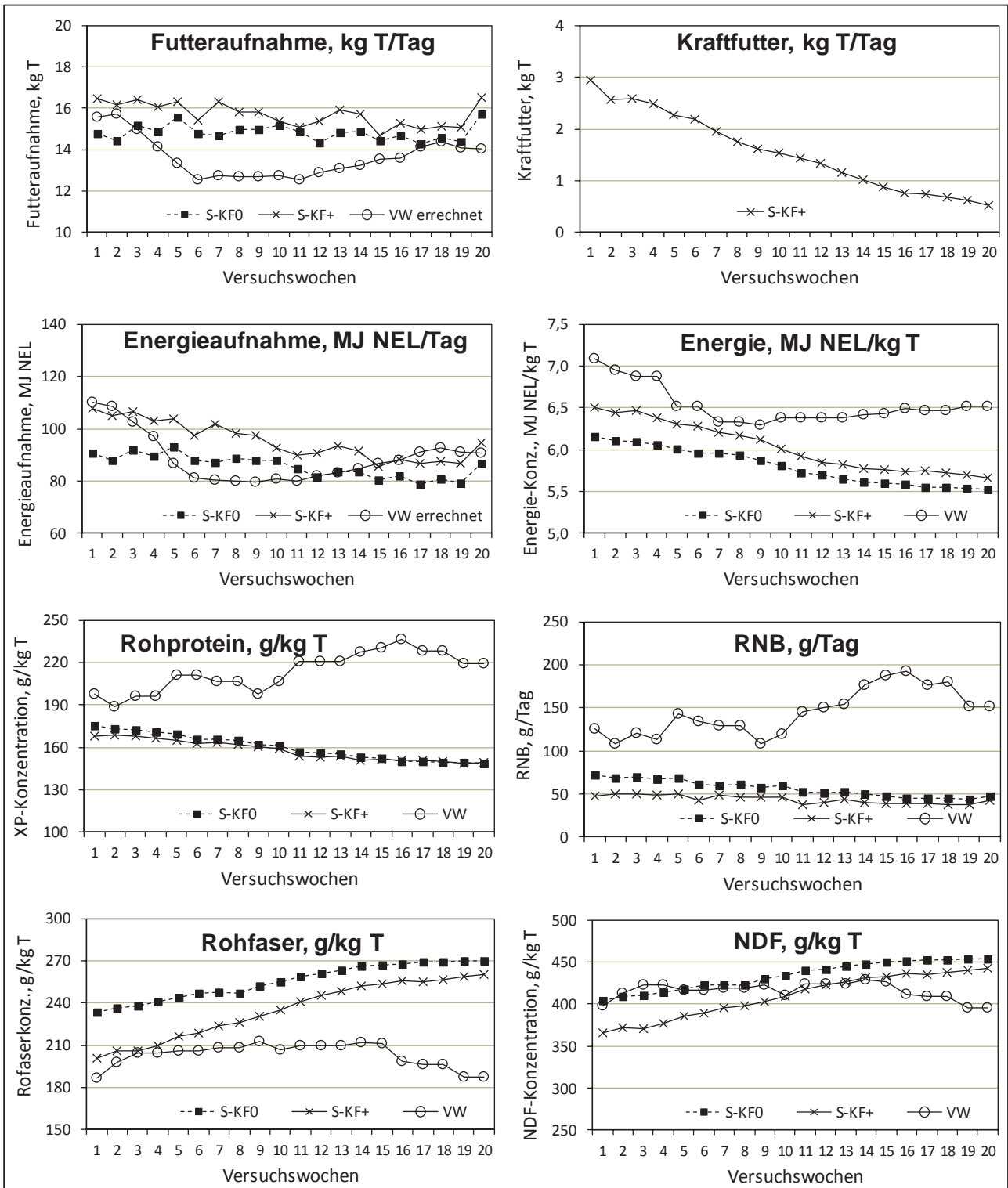


Abbildung 11: Futteraufnahme und Rationskriterien im Versuchsverlauf (Versuchswoche 1-20)

aber ab Versuchswoche 14 bis Versuchsende wieder zu. Vergleichbare Verläufe zeigten sich auch für die Rückenfettdicke. In der Körperkondition wurde demgegenüber auch in der Gruppe VW bis zu Versuchsende eine Abnahme dokumentiert. In den durchschnittlichen Tageszunahmen über die gesamte Versuchsperiode lag die Silagegruppe ohne Kraftfutterergänzung mit -306 g/Tag signifikant tiefer als die Vollweidekühe mit -102 g/Tag und die Gruppe S-KF+ lag mit -273 g dazwischen.

3.2.4 Milchleistung und Milch Inhaltsstoffe

In Tabelle 11 sind die Milchleistungsergebnisse für die Futtergruppen und im Tabellenanhang für die Wechselwirkung Gruppe x Jahr angeführt. Die Milchleistungsverläufe im Versuchszeitraum sind in Abbildung 13 dargestellt. Im gesamten Versuchszeitraum ging die Milchleistung von Gruppe S-KF+ bis S-KF0 signifikant von 2.798 kg auf 2.309 kg ECM zurück. Die VW-Gruppe lag mit 2.511 kg ECM dazwischen. Auch in der Milch- sowie der Fett- und Ei-

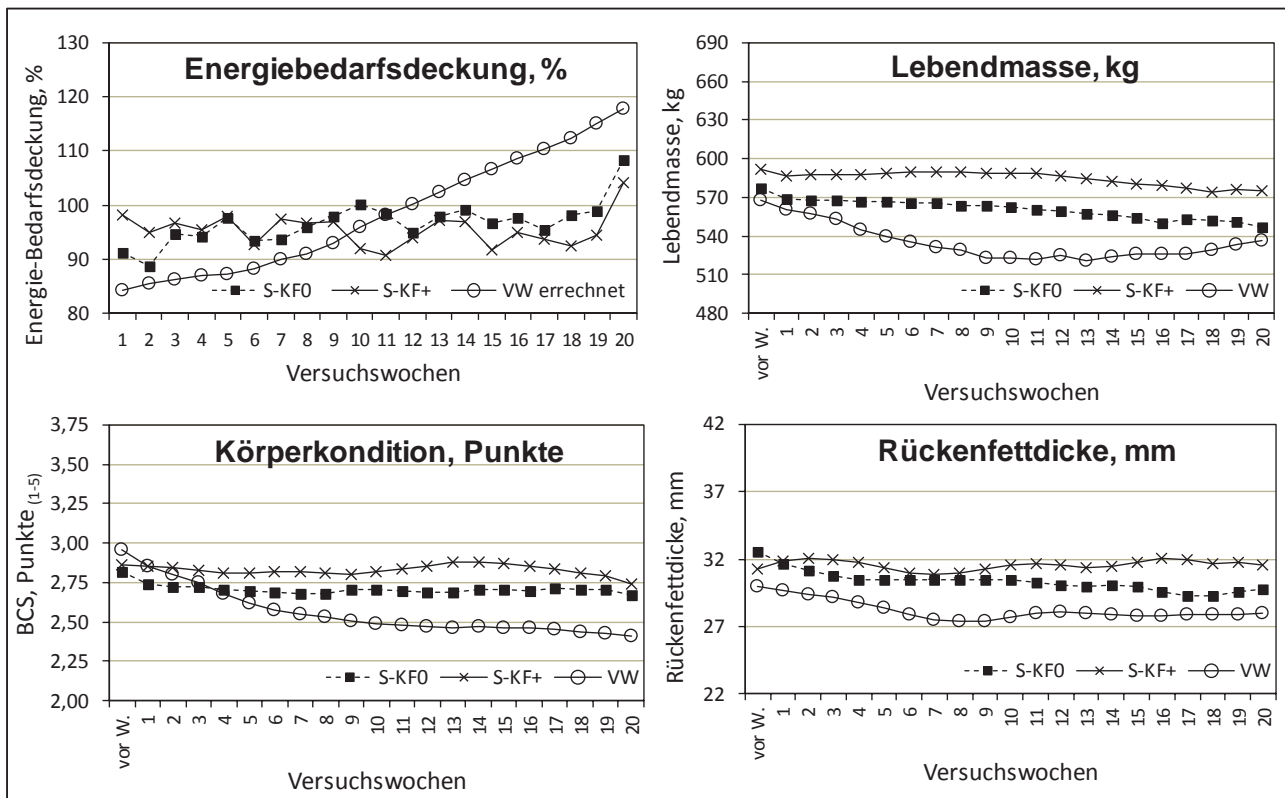


Abbildung 12: Energiebedarfsdeckung, Lebendmasse, BCS und Rückenfettdicke im Versuchsverlauf (Woche vor Versuch und Versuchswochen 1-20)

Tabelle 11: Milchleistung (Fütterungsgruppen) sowie P-Werte und Residualstandardabweichungen

	S-KF0	Gruppen S-KF+	VW	s_e	Gruppe	P-Werte Jahr	Gruppe x Jahr
Versuchsdauer, Tage	139	150	155				
Milchleistung - Gesamt pro Kuh							
ECM, kg	2.309 ^b	2.798 ^a	2.511 ^{ab}	393,2	0,020	0,867	0,243
Milch, kg	2.408 ^b	2.851 ^a	2.555 ^{ab}	388,1	0,037	0,828	0,234
Fett, kg	95 ^b	118 ^a	105 ^{ab}	16,8	0,024	0,830	0,221
Eiweiß, kg	69 ^b	86 ^a	81 ^{ab}	12,8	0,010	0,719	0,341
Milchleistung - Versuchstag pro Kuh							
ECM, kg/Tag	16,6 ^b	18,7 ^a	16,2 ^c	1,11	<,001	<,001	<,001
Milch, kg/Tag	17,3 ^b	19,1 ^a	16,5 ^c	1,20	<,001	<,001	<,001
Fett, %	3,96	4,15	4,10	0,176	0,139	0,507	0,031
Eiweiß, %	2,86 ^c	3,00 ^b	3,19 ^a	0,074	<,001	<,001	0,008
Laktose, %	4,68 ^{ab}	4,71 ^a	4,61 ^b	0,028	0,006	<,001	0,980
Milchharnstoff, mg/100 ml	24 ^b	24 ^b	43 ^a	1,6	<,001	<,001	0,066
Zellzahl, x1000	102	78	113	61,2	0,238	0,165	0,731

weißleistung (kg) wurden über die gesamte Versuchsperiode betrachtet vergleichbare Gruppenunterschiede festgestellt. Auf Grund der unterschiedlichen Versuchsdauer zeigten sich bei den Tagesmittelwerten andere Gruppendifferenzen. Die Vollweidetiere lagen in der Milch- und ECM-Leistung pro Tag mit 16,2 bzw. 16,5 kg signifikant tiefer als die Silagegruppen. Die ECM-Leistung der Gruppe S-KF+ war mit 18,7 kg auch signifikant über der Gruppe S-KF0 welche 16,6 kg erreichte. Bei einem mittleren Kraftfuttereinsatz von 1,54 kg T lag die Kraftfuttermittelwerteffizienz bei 1,37 kg. Berücksichtigt man die in der Gruppe S-KF+ längere Versuchsdauer und berechnet man die Kraftfuttermittelwerteffizienz über die Versuchsperiode, dann lag diese im Mittel bei 2,1 kg ECM/kg T Kraftfutter.

Im Milchlaktose- und Zellzahlgehalt wurden keine signifikanten

Gruppenunterschiede festgestellt. Der Milcheiweißgehalt stieg von Gruppe S-KF0 mit 2,86 % über S-KF+ mit 3,00 % bis VW mit 3,19 % signifikant an. Auch im Milchharnstoffgehalt lag die VW-Gruppe über den Silagegruppen, demgegenüber ergab sich in der VW-Gruppe mit 4,61 % der geringste Milchlaktosegehalt.

Im Verlauf der Milchleistung (Abbildung 13) zeigte sich in den Silagegruppen ein linearer Milchleistungsabfall. Demgegenüber wurde bei den Weidekühen zu Vollweidebeginn ein deutlicher Milchleistungsanstieg festgestellt. Fünf Wochen nach Versuchsbeginn fiel die Milchleistung jedoch bereits unter die Gruppe S-KF0 ab und blieb dann bis Versuchsende unter dieser Gruppe. Der Milcheiweißgehalt zeigte bis Versuchsmitte einen vergleichbaren Verlauf, zu Versuchsende stieg dieser jedoch in VW wieder deutlich an.

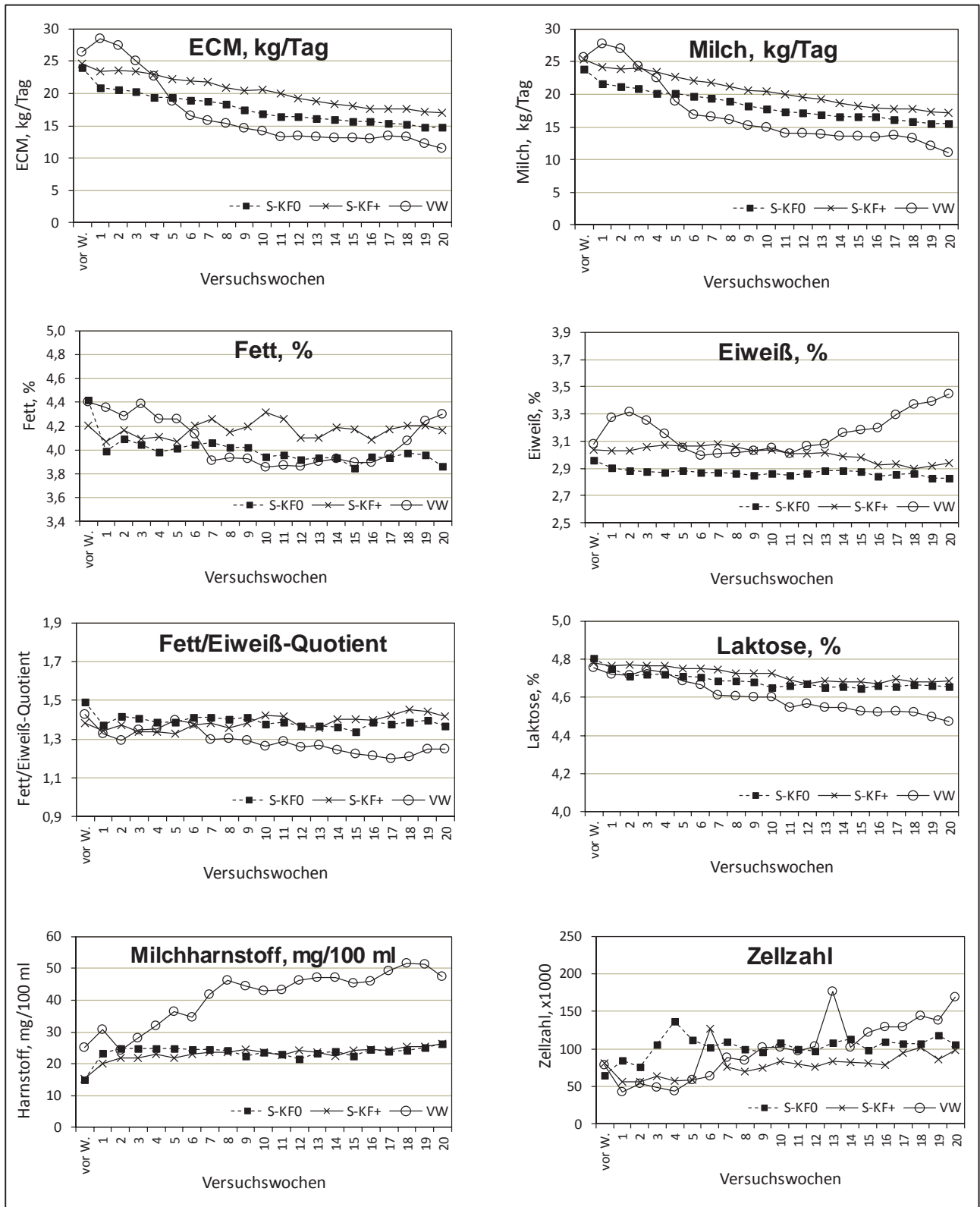


Abbildung 13: Milchleistung und Milch Inhaltsstoffe im Versuchsverlauf (Woche vor Versuch und Versuchswochen 1-20)

Der Milchfettgehalt lag in der VW-Gruppe zu Versuchsbeginn und Versuchsende über den beiden anderen Gruppen, fiel dann in den Versuchswochen 7-18 (Weidemonate August bis Mitte September) unter 4 % ab. Nach dem ersten Versuchsdrittel fiel der Laktosegehalt der Milch in VW zunehmend von den beiden Silagegruppen ab, gleichzeitig

stieg in diesem Zeitraum der Milchharnstoffgehalt in Gruppe VW deutlich an.

3.2.5 Flächenleistung

In der gemessenen Grundfutter-, Energie- und Rohproteinaufnahme je ha Grünlandfläche lagen die Silagegruppen

auf gleichem Niveau (Tabelle 12). Die über den Energiebedarf und die Energiekonzentration im Weidefutter errechnete Weidefutteraufnahme war für Trockenmasse bzw. Energie je Hektar numerisch um 9 bzw. 20 % höher als in den Silagegruppen. Die Rohproteinaufnahme stieg pro ha Grünlandfläche signifikant von etwa 1.100 in den Silagegruppen auf knapp 1.600 kg pro Hektar bei Vollweidehaltung (+45 %) an.

Die Milchflächenleistung je ha Grundfutterfläche betrug in Gruppe S-KF+ 9.690 kg ECM und war signifikant über der Gruppe S-KF0 mit 7.931 kg ECM.

Die Vollweidegruppe lag dazwischen und erzielte im Versuchszeitraum 8.637 kg ECM/ha. Auch wenn die Lebendmasseabnahme der Tiere im Versuchszeitraum berücksichtigt wurde, blieben die Gruppeneffekte grundsätzlich bestehen. Die ECM-Flächenleistung reduzierte sich je nach Gruppe um etwa 300 bis 900 kg. Die Differenzen zwischen der Gruppe VW (8.300 kg ECM) und S-KF0 (7.037 kg) wurden numerisch größer und zwischen S-KF+ (8.864 kg ECM/ha) und VW geringer.

Bei Allokation der ECM-Leistung auf die Gesamtfutterfläche (inkl. Kraftfutteranbaufläche) wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt.

Die Gruppe VW lag sowohl mit als auch ohne Berücksichtigung der Lebendmasseveränderung numerisch um etwa 5-20 % in der Flächenleistung über den Silagegruppen. Die numerisch geringste Gesamtfutterleistung wurde für S-KF+ errechnet.

3.2.5 Milcherlös und Futterkosten

Bei Silagefütterung und Kraftfutterergänzung wurden mit 1.448 Euro im Vergleich zur reinen Silagefütterung mit 1.195 Euro signifikant höhere Milcherlöse je Kuh festgestellt (Tabelle 13). Die Weidegruppe lag mit 1.307 Euro dazwischen. Die Futterkosten stiegen, sowohl bei Berücksichtigung der LM-Veränderungen als auch ohne Berücksichtigung, von Gruppe VW über S-KF0 bis hin zu S-KF+ signifikant an. Der Differenzbetrag zwischen den Milcherlösen und den Futterkosten lag in Gruppe VW bezogen auf eine Kuh bzw. pro Hektar Grundfutterfläche signifikant über der Silagegruppe ohne Kraftfutterergänzung (S-KF0), die Gruppe S-KF+ lag jeweils dazwischen.

Der Differenzbetrag zwischen Milcherlösen und Futterkosten pro ha Grundfutterfläche stieg bei Berücksichtigung der LM-Veränderung im Versuchszeitraum von 2.638 in Gruppe S-KF0 über 3.188 in S-KF+ auf 3.530 in VW an. Bezogen auf den Versuchstag schnitt die Gruppe S-KF+ je Kuh signifikant besser als S-KF0 ab, die Gruppe VW lag dazwischen und unterschied sich nicht signifikant von den Silagegruppen.

4. Diskussion

4.1 Weide-Aufwuchshöhenversuch

Obwohl die Nutzung des Dauergrünlandes als Schnittwiese oder Dauerweide unterschiedliche Wirkungen auf die Entwicklung der Pflanzenbestände hat (Johnson und Parsons

Tabelle 12: Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Milchleistung je Hektar (Fütterungsgruppen) sowie P-Werte und Residualstandardabweichungen

	Gruppen			s _e	Gruppe	P-Werte	
	S-KF0	S-KF+	VW			Jahr	Gruppe x Jahr
Futter- und Nährstoffaufnahme je ha Grundfutterfläche							
Grundfutteraufnahme ¹⁾ , kg T/ha GF	6.830	6.878	7.448	1.083,4	0,507	<,001	0,893
Energie aus Grundfutter, MJ NEL/ha GF	40.189	40.346	48.325	6.755,4	0,047	0,001	0,865
XP aus Grundfutter, kg/ha GF	1.106 ^b	1.104 ^b	1.582 ^a	193,8	<,001	0,005	0,893
Milchflächenleistung je ha Grundfutterfläche							
ECM/ha Grundfutter, kg/ha GF	7.931 ^b	9.690 ^a	8.637 ^{ab}	1.402,0	0,017	0,024	0,198
ECM/ha Grundfutter <i>LM-Dif. berücksichtigt</i> , kg/ha GF	7.037 ^b	8.864 ^a	8.300 ^{ab}	1.533,4	0,030	0,063	0,285
Milchweiß, kg/ha GF	238 ^b	299 ^a	275 ^{ab}	45,5	0,008	0,029	0,284
Milchfett+Milchweiß, kg/ha GF	567 ^b	702 ^a	632 ^{ab}	104,1	0,014	0,024	0,204
Milchflächenleistung je ha Gesamtfutterfläche							
ECM/ha Gesamtfutterfläche, kg/ha GES	7.931	7.598	8.637	1.304,9	0,214	0,297	0,036
ECM/ha Gesamtfutterfläche <i>LM-Dif. berücksichtigt</i> , kg/ha GES	7.037	6.906	8.300	1.362,0	0,143	0,500	0,095
Fett+Eiweiß, kg/ha Ges	567	550	632	94,3	0,192	0,284	0,031

1) Grassilage bzw. Weidefutter; Weidefutteraufnahme aus Nährstoffbedarf für Erhaltung, Milchleistung, LM-Veränderung, Trächtigkeit und Weideaktivität sowie Energiekonzentration im Weidefutter errechnet

Tabelle 13: Wirtschaftliche Berechnungen (Fütterungsgruppen) sowie P-Werte und Residualstandardabweichung

	S-KF0	S-KF+	VW	P-Werte		Gruppe	Jahr	Gruppe x Jahr
				se				
Erlöse								
Milcherlös je kg Milch, Cent/kg	49,4 ^b	50,9 ^{ab}	51,7 ^a	0,89		0,004	0,017	0,010
Milcherlös-Versuchszeitraum, Euro/Kuh	1.195 ^b	1.448 ^a	1.307 ^{ab}	201,8		0,019	0,889	0,252
Futterkosten								
Futterkosten, Euro/Kuh	389 ^b	497 ^a	262 ^c	70,9		<,001	0,017	0,139
Futterkosten <i>LM-Dif. berücksichtigt</i> , Euro/Kuh	425 ^b	529 ^a	276 ^c	66,0		<,001	0,001	0,059
Milcherlös abzüglich Futterkosten								
Milcherlös - Futterkosten, Euro/Kuh	805 ^b	955 ^{ab}	1040 ^a	150,3		0,009	0,477	0,122
Milcherlös - Futterkosten <i>LM-Dif. berücksichtigt</i> , Euro/Kuh	771 ^b	922 ^{ab}	1027 ^a	151,2		0,007	0,327	0,152
Milcherlös - Futterkosten <i>LM-Dif. berücksichtigt</i> , Euro/ha GF	2.638 ^b	3.188 ^a	3.530 ^a	536,1		0,006	0,098	0,082
Milcherlös - Futterkosten <i>LM-Dif. berücksichtigt</i> , Euro/Kuh u. Tag	5,9 ^b	6,7 ^a	6,4 ^{ab}	0,40		0,002	<,001	<,001

1985), wurden in der vorliegenden Untersuchung keine größeren Unterschiede festgestellt. Versuche, die bereits am selben Standort durchgeführt wurden (Starz et al. 2011, 2010, 2017a) zeigten hingegen deutliche Unterschiede zwischen Schnitt- und Weidenutzung auf. In diesen Untersuchungen wurde in den beweideten Varianten in der Regel ein höherer Anteil von Weißklee, Englisch Raygras und Wiesenrispengras festgestellt, was ebenfalls das Ergebnis einer Schweizer Weide-Untersuchung (Thomet et al. 2000) war. Eine mögliche Ursache, warum in dem vorliegenden Versuch keine Unterschiede festgestellt wurden, könnte in der methodischen Anlage des Versuches selbst liegen. Bei den vorhin erwähnten Untersuchungen wurde die Weidenutzung über mehrere Jahre auf ein und derselben Fläche durchgeführt. Im aktuellen Versuch wurde jedes neue Versuchsjahr ein neuer Flächenteil beweidet, der im vorherigen Jahr als Vierschnitt-Wiese genutzt wurde. Dies könnte auch eine Ursache dafür sein, weshalb keine Unterschiede in der Bestandeszusammensetzung zwischen den drei Nutzungen festgestellt wurden. Der Einfluss der vorjährigen Schnittnutzung lässt sich bei der Bestandesentwicklung innerhalb der Koppel- und Kurzrasenweide erkennen. In beiden Weidevarianten konnte zu Vegetationsbeginn die für die Weide untypische Gemeine Ripse beobachtet werden, die jedoch im weiteren Vegetationsverlauf bei beiden Weidenutzungen fast gänzlich zurückgedrängt wurde. Bei einer intensiven und dauernden Beweidung wird diese von den Weidetieren vertreten und ausgerissen (Steinwider und Starz 2015). Deutliche Unterschiede zeigten hingegen die drei für diesen Versuch herangezogenen Flächen. Hier zeigte sich, dass die Gemeine Ripse nur am Querfeld in einem nennenswerten Flächenausmaß vertreten war, welches in den Jahren vor dem Versuch hauptsächlich als Vierschnitt-Wiese genutzt wurde. Diese Grasart fehlte auf den langjährig als Dauerweiden genutzten Flächen Beifeld und Stallfeld. Auf diesen beiden war aber der Flächenanteil des Wiesenrispengrases signifikant höher als am Querfeld. Der Grund hierfür dürfte in der mehrjährigen Übersaat mit Wiesenrispengras auf den beiden Dauerweiden liegen. Dass sich intensive Beweidung mit einer begleitenden Übersaat von Wiesenrispengras positiv auf die Erhöhung der Flächenanteile dieser Grasart auswirkt, konnte bereits in einem am Bio-Institut durchgeführten Versuch beobachtet werden (Starz et al. 2013b). Diese Ergebnisse unterstreichen aber auch den positiven Effekt von Über- bzw. -Nachsaaten zur Bestandeslenkung im Dauergrünland (Huguenin-Elie et al. 2006).

Die nach dem Versuchsdesign geplanten unterschiedlichen Wuchshöhen bei der Ernte wurden erreicht und waren eine Voraussetzung für die Simulation der Koppel- und Kurzrasenweide. Bei der Erhebung der Restfutterhöhe nach der Ernte wurden signifikante Unterschiede zwischen allen drei Nutzungen gemessen. Eine mögliche Erklärung dafür könnte in der Methode der Höhenmessung liegen. Das verwendete Paster plate meter (RPM) hat ein definiertes Gewicht, mit dem es auf den Bestand drückt. Da in der vorliegenden Untersuchung die simulierte Kurzrasenweide bei den Beerntungen die signifikant geringsten Rohfaserwerte hatte, dürften auf den Parzellen mehr Blätter- und weniger Stängelmaterial vorhanden sein, was gegenüber der Platte des RPM mehr nachgibt und zu der um $0,4 \text{ cm}_{\text{RPM}}$ geführt haben dürfte. Diese Interpretation würde sich auch mit Ergebnissen von Ribeiro Filho et al. (2005) decken, wo

unterschiedliche Weidehöhen einen Einfluss auf die auf der Fläche zurückbleibende Restfuttermenge hatten. Ebenfalls hatte in dieser Studie die niedrigere Weidehöhe auch die niedrigeren Fasergehalte (ADF).

Bei den bereits erwähnten und am Versuchsstandort durchgeführten Versuchen (Starz et al. 2011, 2010, 2017a) wurde in den Kurzrasenweidevarianten ein signifikant geringerer Ernteertrag als bei einer Vierschnittnutzung festgestellt. Demgegenüber zeigten die beiden simulierten Weidesysteme in der vorliegenden Untersuchung keinen mengenmäßigen Ertragsunterschied zur Vierschnittnutzung. Eine mögliche Erklärung für dieses Ergebnis könnte in der Nutzung der drei Flächen vor Versuchsbeginn liegen. Zwei der drei Versuchsflächen (Beifeld und Stallfeld) wurden schon langjährig als Kurzrasenweiden genutzt und während dieser Zeit intensiv mit weideangepassten Grasarten und ertragreichen Sorten (Wiesenrispengras und Englisch Raygras) nachgesät. Dabei wurden in den acht Jahren vor Versuchsbeginn in Summe etwa 100 kg/ha (mit max. 10 kg/ha pro Nachsaat) nachgesät. Ein weiterer Einfluss auf den Jahres-Trockenmasseertrag dürfte auch durch den vierten Schnitttermin bei der als Wiese genutzten Variante gegeben sein. Die beiden Weidevarianten hatten den letzten Erntetermin im Oktober und die Schnittwiesenvariante im September. Da ein späterer vierter Schnitt die Futterqualität negativ beeinflussen würde und ein fünfter Schnitt ökonomisch nicht sinnvoll wäre, kann der unterschiedliche Erntezeitraum der drei Varianten als systembedingte Tatsachen interpretiert werden. Bei Betrachtung der Mengenerträge in den einzelnen Versuchsjahren fällt auf, dass 2014 die beiden Weidevarianten numerisch über der Schnittnutzung lagen. In den folgenden beiden Versuchsjahren kehrte sich dieses Bild numerisch um und die Schnittnutzung zeigte die numerisch höchsten Erträge. Trotzdem waren die Mengenerträge der drei Nutzungsvarianten innerhalb eines Jahres nicht signifikant unterschiedlich. Eine mögliche Ursache für diesen drehenden Effekt bei den Weideerträgen könnte darin liegen, dass 2015 und 2016 die Weidebereiche auf einem im Vorversuchsjahr geschnittenen Bereich waren. Da bei Schnittnutzung die Triebanzahl gegenüber einem beweideten Bestand abnimmt (Johnson und Parsons 1985), könnte dieser Effekt das veränderte Ertragsbild von Schnitt- und Weidenutzung in den Jahren 2015 und 2016 gegenüber 2014 erklären. Generell lagen die Mengenerträge in diesem Versuch mit durchschnittlich 10.495 kg T/ha unter den Erträgen, wie sie in Schweizer Versuchen mit Mengenerträgen von 13.000 kg T/ha bis 15.000 kg T/ha erhoben wurden (Käch et al. 2014, Thomet et al. 2007). Diese im Schweizer Mittelland durchgeführten Versuche, befanden sich auf Standorten mit einer längeren Vegetationsperiode und wurden teilweise mit zusätzlichem mineralischem Stickstoff gedüngt (Thomet et al. 2007). Trotzdem sind auch im ostalpinen Klimaraum hohe Qualitätserträge von knapp über 2.000 kg XP/ha erreichbar.

Signifikant höhere Rohproteingehalte in Futterproben der Kurzrasenweide konnten ebenfalls bei Pulido und Leaver (2003) festgestellt werden. Die durchschnittlichen 222 g/kg T lagen etwas über den in diesem Versuch ermittelten 209 g XP/kg T . Dafür wurde in der britischen Studie der idente Rohproteingehalt für die Koppel, wie in dem aktuellen Versuch, ermittelt (jeweils 192 g/kg T). Die Energiedichte erreichte in der vorliegenden Untersuchung im Frühling

sehr hohe Werte von 7,04 (Kurzrasen) und 6,76 MJ NEL/kg T (Koppel), viel aber bei beiden Weidenutzungen zum Zeitpunkt des ersten Schnittes im Juni auf 6,3 MJ NEL/kg T. Im Gegenzug erreichten zu diesem Zeitpunkt die Werte an Rohfaser (XF) mit 205 (Kurzrasen) und 219 g/kg T (Koppel) deutlich höhere Werte als im Frühling (Kurzrasen: 183 g/kg T und Koppel: 205 g/kg T). Diese Beobachtung ist ebenfalls nicht neu und wurde in den Weideversuchen am Bio-Institut schon mehrfach gemessen (Starz et al. 2011, 2010, 2017a). Diese Tatsache dürfte hauptsächlich auf die jahreszeitlich unterschiedliche Halmbildungstendenz der Gräser zurückzuführen sein. In Gunstlagen, wo auch spätreife Englisch Raygras Sorten verwendet werden, wurden im Vergleich zu den vorliegenden Ergebnissen geringere jahreszeitliche Schwankungen festgestellt (Thomet und Hadorn 1996).

Der Einfluss des Weidesystems auf die Futterzuwachskurven wurde schon in zwei weiteren Versuchen (Starz et al. 2013a, 2017b) am Bio-Institut untersucht. In diesen Versuchen wurden ähnliche Zusammenhänge zwischen der Ertragsentwicklung und den in der Zeitperiode gefallenen Niederschlägen beschrieben. In der vorliegenden Arbeit brach das Futterwachstum nach einer niederschlagsarmen Periode stark ein. Das kühlere Klima der Ostalpen und die damit einhergehende kürzere Vegetationsperiode hat auch zur Folge, dass die Höhe des Futterwachstums im Westalpenraum (Thomet und Blättler 1998), aber auch in anderen und klimatisch günstigeren Weidegebieten Europas (Thomet et al. 2011), auf einem deutlich höheren Niveau liegen. Wie die vorliegende Untersuchung verdeutlicht ist nicht der Jahresniederschlag oder die Niederschlagssumme in der Vegetationsperiode eine angemessene Maßzahl für das Potential eines Weidestandortes. Gerade beim System der Kurzrasenweide ist die Niederschlagsmenge während des jeweiligen Monats für ein optimales Futterwachstum entscheidend. Die Koppelweide, mit all ihren zu beachtenden Managementmaßnahmen, reagiert in solchen Perioden toleranter.

4.2 Systemvergleichsversuch

Die Grünland-Flächenproduktivität wird wesentlich von den Standortbedingungen (Klima, Vegetationsdauer etc.) und der Bewirtschaftung (Düngung, Ernte etc.) beeinflusst. Der vorliegende Versuch wurde auf einem Grünlandbetrieb im Berggebiet Österreichs auf einer Seehöhe von 680 m über NN durchgeführt. Bei einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 8,2 °C und Niederschlägen von 1.056 mm/Jahr erstreckt sich die Vegetationsperiode von Ende März bis Anfang November (ZAMG 1981-2010, ZAMG 2001). Da sowohl zu Beginn als auch am Ende der Vegetationsperiode üblicherweise keine ganztägige Weidehaltung umgesetzt wird (vergl. Steinwider et al. 2011), dauerte der Versuch in der Vollweide-Versuchsgruppe von Mitte April bis Mitte September über durchschnittlich 155 Vollweidetage. Der Futterzuwachs ab Vegetationsbeginn wurde zu Weidebeginn bzw. bei der ersten Schnittnutzung für die Silagegruppen mitgenutzt. Zu Vollweideende wurde auf den schnittgenutzten Varianten der 4. Aufwuchs geerntet und gleichzeitig der Versuch in der Vollweidegruppe beendet. In beiden Varianten wurde dabei zu Versuchsende eine vergleichbare Restfutteraufwuchshöhe angestrebt und mit 4,8 bzw. 4,7 cm in der Silage- bzw. Vollweidevariante auch erreicht. Der Futterzuwachs ab Mitte September bis Vegetationsende wurde

in keiner Versuchsvariante mitberücksichtigt. Würde man die standortüblichen Herbstfüttererträge (Starz et al. 2017b) unterstellen, dann wären die jeweiligen Milchweideleistungen je Tier um etwa 10-15 % und die Milchflächenleistungen jeweils um etwa 5-10 % zu erhöhen.

Entsprechend dem Verlauf des aktuellen Weidefutterzuwachses müssen bei Weidehaltung die Flächengrößen im Jahresverlauf angepasst werden (Steinwider u. Starz, 2015). Um eine exakte Vergleichbarkeit der Versuchsvarianten zu erreichen, wurde in allen Versuchsgruppen immer die gleiche aktuelle Flächengröße über Weide bzw. Silage genutzt. Erweiterungsflächen wurden jeweils einheitlich bewirtschaftet und einen Tag nach der vorangegangenen Schnittnutzung beiden Systemen hinsichtlich Flächengröße zugeschlagen. Der Versuch wurde darüber hinaus auf drei möglichst homogenen Dauergrünlandflächen umgesetzt, wobei jeweils 1/3 der Fläche beweidet und 2/3 davon schnittgenutzt wurden. Die Weidefläche „wanderte“ jedes Jahr innerhalb der jeweiligen Versuchsfläche weiter, sodass in den drei Versuchsjahren jedes Flächendrittel auch einmal beweidet wurde. Die Grunddüngung aller Flächen erfolgte in gleicher Höhe über Kompost- und verdünnte Gülle. Um die feldfallenden N-Ausscheidungen der Weidetiere in der Weidegruppe entsprechend zu berücksichtigen, wurde auf den Schnittflächen eine um 100 kg höhere jährliche N-Düngung pro Hektar über Gülle durchgeführt. Bei der Silagebereitung wurden vier Schnitte umgesetzt, wobei jeweils eine hohe Futterqualität und minimale Ernteverluste angestrebt wurden. Die RPM-Aufwuchshöhe lag am Erntetag bei 15,4 ($\pm 2,52$) cm. Umgelegt auf die in der Praxis übliche „Plastik-Deckelmethode“ bei der Aufwuchshöhenmessung würde dies etwa einer Aufwuchshöhe von 20-21 cm (RPM cm \times 1,34) und dem Vegetationsstadium „Ähren-Rispenschieben“ entsprechen (Steinwider u. Starz 2015). Im Mittel über alle Jahre und Aufwüchse lag der Energiegehalt der in Form von Ballen konservierten Grassilagen bei 5,99 MJ NEL/kg T und der Rohproteingehalt bei 158 g. Entsprechend den üblichen Nährstoffgehalten Österreichischer Dauergrünland-Silagen und den Gärparametern kann die Qualität als gut beurteilt werden (Resch et al. 2006; DLG 2006). Zu Versuchsbeginn erhielten die Tiere der Stallgruppen jeweils eine ertragsliquote Mischung aus dem höherverdaulichen 1. und 4. Aufwuchs. In den Silagegruppen wurde der Versuch jeweils beendet, wenn der jeweilige Silagevorrat vollständig verbraucht war. Daraus ergab sich in den Versuchsgruppen eine unterschiedlich lange Versuchsdauer von 155 Tagen in der Vollweidegruppe (VW), von 150 Tagen in der Grassilagegruppe mit Kraftfutterergänzung (S-KF+) und von 139 Tagen in der Grassilagegruppe ohne Kraftfutterergänzung (S-KF0). Diese Unterschiede in der Versuchsdauer spiegeln die unterschiedlichen Futterverluste und Futteraufnahmeergebnisse sowie die Ergänzungsfütterung in S-KF+ wider. Der Versuch startete in allen Gruppen zu Mitte des 2. Laktationsmonats (46. Laktationstag) wobei die Versuchskühe zu Laktationsbeginn einheitlich gefüttert wurden. Zwei Wochen vor Versuchsbeginn wurden die Tiere jeweils gleitend auf die Rationsgestaltung in der Versuchsperiode umgestellt, das Futter von den Versuchsflächen (Silagen bzw. Kurzrasenweide) wurde aber erst ab Versuchsbeginn genutzt.

In der Untersuchung wurden auch die Futterverluste bei der Silageernte erhoben. Von der Stufe „Grünfütter bis gewickeltes Futter“ wurden im Mittel T-Verluste von 22 %

errechnet. Dabei ist zu beachten, dass für die Bestimmung des Brutto-Grünfütterertrages nicht die Gesamtfläche erfasst werden konnte, sondern auf Ertragszahlen in Parzellenversuchen in vierfacher Wiederholung zurückgegriffen wurde. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass durch das Umlegen der schonend handgeernteten Parzellenergebnisse auf die Gesamtfläche die T-Verluste von der Stufe „Grünfütter – gewickeltes Futter“ mit 22 %, möglicherweise durch nicht repräsentative Beprobungsflächen bzw. Randeffekte, überschätzt wurden. Resch et al. (2016) berichten von T-Verlusten bei der Feldfutter-Silageernte (von Erntestufe „Mähwerkmahd bis Schwad“) von 3-4 % und bei Luzernsilageernte von 14-15 %. Nach Dulphy (1987) ist beim Anwelken von Grünlandfutter, je nach Trockenmassegehalt und Futterart, von Feldverlusten im Bereich von 5-10 % auszugehen. Unter Berücksichtigung dieser Literaturergebnisse und Beachtung methodischer Unterschiede sowie des jungen blattreichen Pflanzenbestandes, könnte eine Überschätzung der Verluste auf dieser Erntestufe (5-10 %) aufgetreten sein. Im Gärprozess (Ballen frisch – vergorener Silageballen) traten im Mittel 8 % T-Verluste auf. Köhler et al. (2013) stellten diesbezüglich auf Praxisbetrieben für Grassilagen vergleichbare Verluste mit durchschnittlich 7 % (-2 bis + 26 %) fest. Wie in der vorliegenden Arbeit berichtet Köhler (2015) ebenfalls von Futtevorlageverlusten (vergorenes Futter – gefressenes Futter) im Ausmaß von 5 %. Über die gesamte Futterbereitungskette wurden im vorliegenden Versuch Trockenmasse-, Energie- bzw. Rohproteinverluste von 32, 34 bzw. 33 % festgestellt. Im Vergleich dazu berichtet Köhler (2015) von 29 % T-Verlusten. Unterstellt man, auf Grund der möglicherweise nicht zu 100 % repräsentativen Brutto-Parzellenertragsfeststellung, um etwa 10 % geringere Futteververluste bei der Futterwerbung (Grünfütter – gewickeltes Futter), dann lagen im Mittel immer noch Gesamtverluste an T, Nettoenergie und Rohprotein von 20-25 % vor. Die Trockenmasseaufnahme der Kühe je ha Grundfutterfläche von Vegetationsbeginn bis Mitte September (Erntetermin 4. Aufwuchs) lag in den Gruppen S-KF0 und S-KF+ bei 6.830 bzw. 6.878 kg T auf vergleichbarem Niveau. Bei Berücksichtigung von Ernteverlusten von 20 % bzw. 25 % würde dies Brutto-Trockenmasseerträgen von durchschnittlich 8.538 bzw. 9139 kg/ha oder Futteververlusten von 1.713 bzw. 2.285 kg/ha entsprechen. Dies würde Energie- bzw. Rohproteinverlusten von etwa 10.000-13.500 MJ NEL bzw. 276-368 kg Rohprotein pro ha entsprechen. Die Weideverluste wurden in der vorliegenden Arbeit nicht direkt erfasst. Wie bei Horn et al. (2014) beschrieben, wurde die Weidefutterraufnahme nicht erhoben, sondern aus dem Energiebedarf (Milch, Trächtigkeit, LM-Veränderung, Weideaktivität) und dem aktuellen Energiegehalt des Weidefutters (Parzellenversuch niedrige Aufwuchshöhe) errechnet.

Die so errechnete Weidefütter-, Energie- und Rohproteinaufnahme lag im Versuchszeitraum bei 7.448 kg T, 48.325 MJ NEL und 1.582 kg XP pro Hektar. Stellt man diese Ergebnisse den oben beschriebenen Bruttoerträgen der Silagegruppen gegenüber, dann würden sich Trockenmasseverluste von 13 bis 19 % und Energieverluste von 4 bis 10 % ergeben. Die Rohproteinaufnahme über die Weide lag demgegenüber höher als der oben beschriebene Rohprotein-Bruttoertrag auf den Schnittflächen (+7 bis 15 %). Dies ist auf deutliche Unterschiede in der Nährstoffkonzentration des Schnitt- bzw. Weidefutters zurückzuführen. Die Rohprotein- und Ener-

giegehalte der Weidefütterproben lagen nämlich mit 218 g XP und 6,55 MJ NEL deutlich höher als die Gehalte in den Grassilagen. Vergleichbar mit den Ergebnissen von Starz et al. (2014) wurden auch hier die höchsten Energiegehalte zu Weidebeginn und die niedrigsten von Mitte Mai bis Mitte August festgestellt. Preis und Menke (2011) untersuchten simulierte Kurzrasenweideproben in Verdauungsversuchen mit Hammeln hinsichtlich Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und Energiegehalt. Wie die Nährstoffgehalte variierte auch die Verdaulichkeit der organischen Masse zwischen den Jahreszeiten. Im Frühjahr zeigte sich mit 84 % die höchste Verdaulichkeit der OM. Die aus den verdaulichen Nährstoffen berechneten Energiegehalte lagen etwas höher, zeigten aber einen vergleichbaren Verlauf. Sie betragen im Frühjahr 7,44 MJ NEL, im Sommer 6,41 und im Herbst 6,60 MJ NEL/kg T (Preis und Menke 2011).

Neben der Futterqualität beeinflusst bei Weidehaltung auch das Futterangebot die Futteaufnahme, Milchleistung und Flächenproduktivität. In der vorliegenden Arbeit wurde auf Kurzrasenweidehaltung zurückgegriffen. Zur Erzielung einer hohen Flächenproduktivität wurde ein hoher Tierbesatz bzw. geringe Weideaufwuchshöhe angestrebt. Wenn der Tierbesatz auf Kurzrasenweiden zu gering ist, nimmt die Selektion der Tiere zu, beginnen zunehmend Weideflächenbereiche auszuwachsen, wird der Futtezuwachs weniger gut genutzt und steigen die Futteverluste an (vergl. Delgarde et al. 2001). Wie bei Steinwider und Starz (2015) beschrieben, kann es demgegenüber bei einem Überbesatz und zu geringer Weidefütter-Aufwuchshöhe zu einer reduzierten Weidefütteraufnahme und Milchleistung pro Kuh kommen. Dabei spielen Futtermenge pro Bissen und die begrenzte Bissanzahl pro Tag eine wichtige Rolle. In der vorliegenden Untersuchung wurde eine mittlere RPM-Weidefütter-Aufwuchshöhe von 5,0-5,5 cm angestrebt. Im Durchschnitt wurde dieser Zielbereich mit 5,3 cm erreicht, schwankte jedoch im Vegetationsverlauf und zwischen den Jahren (Abbildung 14). Insbesondere im ersten Versuchsjahr lag die Aufwuchshöhe von Mai bis Mitte Juni nur im Bereich von 4 cm, im zweiten Jahr wurden Aufwuchshöhen unter 5 cm nur kurzzeitig von Ende Mai bis Anfang Juni und im Herbst festgestellt. Im dritten Weidejahr schwankten die Aufwuchshöhen weniger stark und lagen nach der Weidebeginnphase nahezu immer im Bereich zwischen 5 und 6 cm. Die tägliche Milchleistung der VW-Kühe lag im Mittel über die 155 tägige Versuchsperiode bei 16,2 kg und damit signifikant unter den Silagegruppen, welche in Gruppe S-KF0 bzw. S-KF+ bei kürzerer Versuchsdauer von 139 bzw. 150 Tagen 16,6 bzw. 18,7 kg ECM molken. Die Milchleistungen der Silagegruppen gingen im Versuchsverlauf nahezu linear zurück, demgegenüber zeigten die VW-Kühe in den ersten Vollweidewochen einen deutlichen Anstieg. Sowohl das Futterangebot als auch die hohe Weidefütterqualität in diesem Zeitraum liefern eine Erklärung dafür. Vergleichbare Effekte wurden auch von Steinwider et al. (2011) bei Spätwinter-Abkalbung beschrieben. Nach der 5. Vollweidewoche fiel jedoch die Milchleistung der VW-Kühe unter jene der Silagegruppen ab, obwohl die Energie- und Rohproteinkonzentration in der Ration über jener der Silagegruppen lag. Eine mögliche Ursache dafür stellt das im Mittel knappe Futterangebot (geringe Aufwuchshöhe) in diesem Zeitraum dar. Wie Abbildung 14

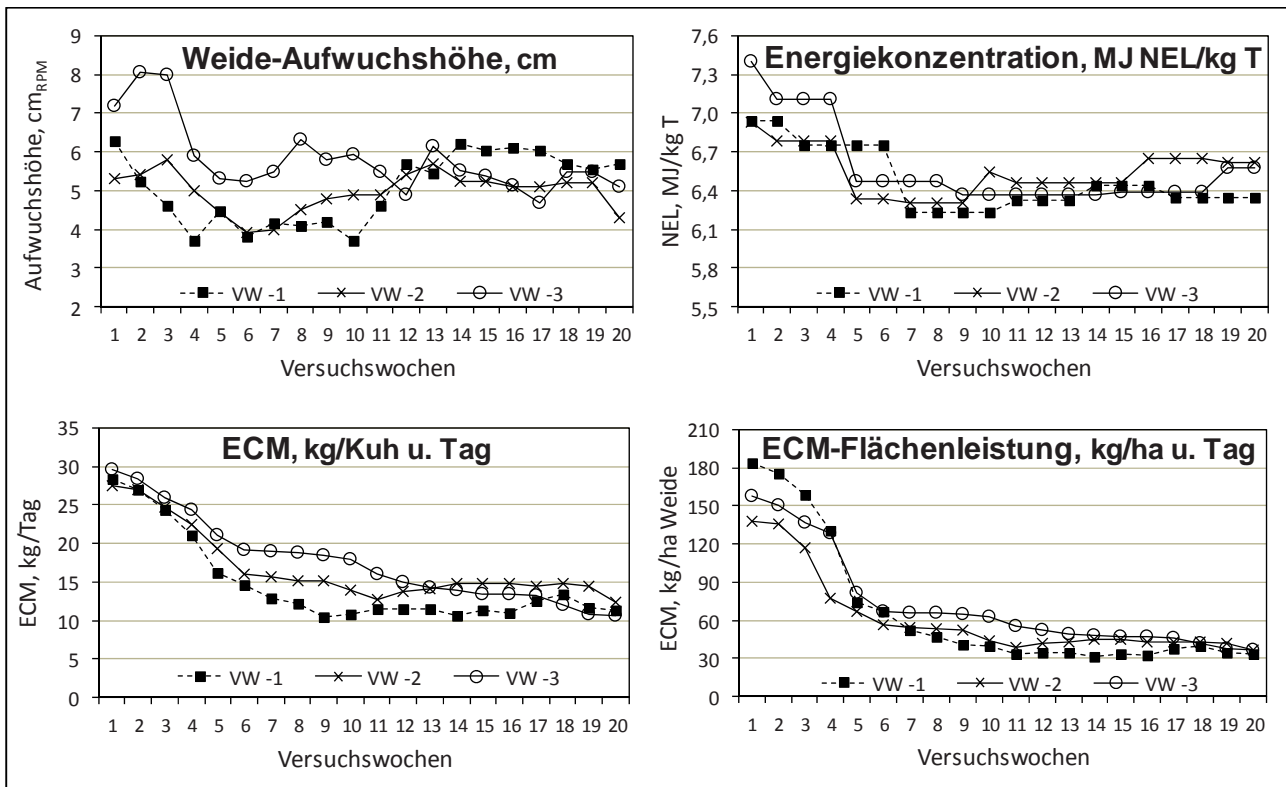


Abbildung 14: Weide-Aufwuchshöhe, Energiekonzentration des Weidefutters, Milchleistung je Kuh bzw. ECM-Flächenleistung im Versuchsverlauf der 3 Weideperioden

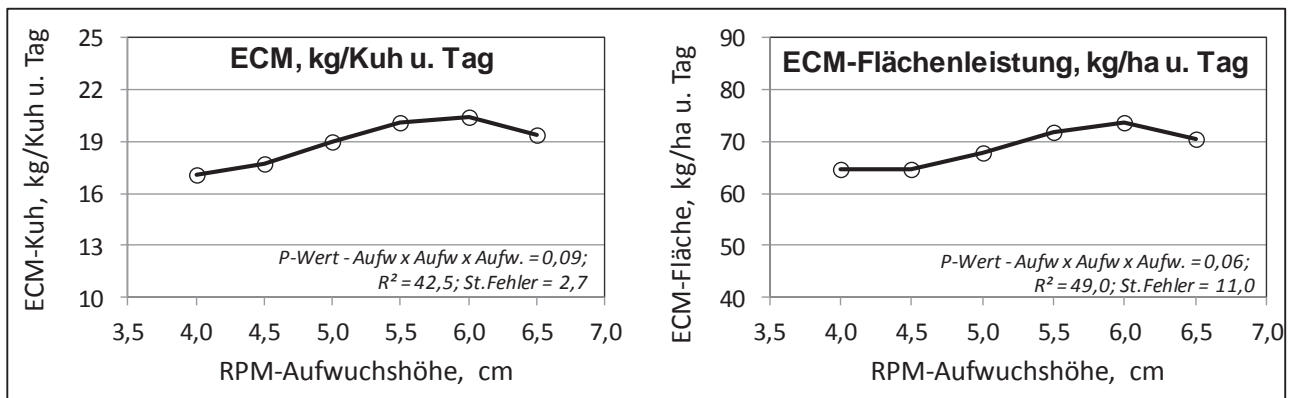


Abbildung 15: Zusammenhang zwischen Weidefutteraufwuchshöhe und ECM-Leistung pro Kuh bzw. pro Hektar von Versuchswoche 5 bis 15 (Multiple Regressionsauswertung unter Berücksichtigung von: Laktationstag, Energiekonzentration des Weidefutters, Aufwuchshöhe kubisch; Darstellung für: 80. Laktationstag und 6,4 MJ NEL/kg T)

zeigt, trat dieser Milchleistungseffekt im ersten Jahr, wo die Weidefutteraufwuchshöhe ab Ende Mai gering war, am deutlichsten auf. Im 3. Versuchsjahr lag die Aufwuchshöhe darüber und wurde dieser Effekt praktisch nicht festgestellt. Der Zusammenhang zwischen der Aufwuchshöhe und der Milchleistung pro Tier bzw. pro ha für den Zeitraum vom 2. bis 4. Vollweidemonat ist in Abbildung 15 dargestellt. Es zeigt sich, dass unter einer Aufwuchshöhe von 5,5-6 cm mit einem Rückgang der Milchleistung sowohl pro Kuh als auch pro Hektar zu rechnen ist. In diesem Zusammenhang ist auch zu beachten, dass die Anzahl der Kot- und Harnstellen im Weideverlauf zunehmen und damit diese Weideflächenanteile vorübergehend nicht bzw. nur bedingt genutzt werden. Dies verringert indirekt die „effektive Weidefläche“ und beschleunigt den Rückgang der Aufwuchshöhe in den

Zwischenbereichen. Die Auswertung hat gezeigt, dass Aufwuchshöhen über 6 cm demgegenüber zu keiner Leistungssteigerung mehr führen, sondern das Risiko, dass Weideflächenbereiche uneinheitlich bzw. nicht mehr effizient genutzt werden, erhöht. Insbesondere in Grünlandregionen mit uneinheitlicher Topografie bzw. uneinheitlichem Pflanzenbestand, wie man dies oft im Grünland-Berggebiet antrifft, muss dies besonders bei Kurzrasenweidehaltung bedacht werden. Zu geringer Tierbesatz erhöht jedenfalls die Futterverluste und verringert die Flächeneffizienz (vergl. McCarthy et al. 2011).

Die Energieversorgung der Weidetiere zeigt sich auch im Milcheiweißgehalt sowie in der Lebendmasse-, Rückenfett- und BCS-Entwicklung. Obwohl die Weidetiere im letzten Versuchszeitraum bereits wieder an Lebendmasse zunah-

men, blieb die tägliche Milchleistung unter dem Niveau der Silagegruppen. Der niedrigere Milchlaktosegehalt sowie der höhere Milchlaktosegehalt der Weidetiere weisen auf eine im Herbst unausgeglichene Ration und damit möglicherweise begrenzte Milchsynthese hin (Rigout et al. 2002). Obwohl die durchschnittliche Tagesmilchleistung der VW-Kühe unter jener der Silagegruppen lag, unterschied sich die Milchleistung über die gesamte Versuchsperiode, auf Grund der längeren Versuchsdauer (weniger Verluste, höher Nettofuttermenge etc.) nicht von diesen. Die ECM-Leistung lag in Gruppe S-KF+ mit 2.798 kg signifikant über S-KF0 mit 2.309 kg ECM pro Kuh, die VW-Gruppe lag mit 2.511 kg ECM dazwischen.

Im Mittel über die gesamte Versuchsperiode erzielten die Tiere der Silagegruppen S-KF0 und S-KF+ eine ECM-Leistung von 18,7 kg bzw. 16,6 kg. Bei einem mittleren Kraftfuttereinsatz von 1,54 kg T/Tag lag die Grundfuttermenge bei 0,60 und die Kraftfuttermenge bei 1,37 kg Milch pro kg T Kraftfutter. Die Verdrängung des Grundfutters als auch die Steigerung der Milchleistung durch Kraftfutter wird wesentlich von der Energiebilanz der Milchkuh, der Kraftfuttermenge, der Kraftfuttermenge (Pansenstoffwechsel), dem Laktationsstadium und in Fütterungsversuchen auch von der Dauer der Untersuchung (Lebendmasseveränderungen) beeinflusst (vergl. Gruber 2007; Gruber 2009). Bei Energiemangel ist von einer hohen Kraftfuttermenge und einer geringen Grundfuttermenge auszugehen.

Die Kraftfütterwirkung im Bereich der Normfütterung lässt demnach eine Milchleistungssteigerung von 0,8 bzw. 1,0 kg ECM pro kg T Kraftfutter erwarten. Mit steigendem Energieniveau geht die Kraftfütterwirkung von 2,3 auf 0,5 kg ECM pro kg T Kraftfutter zurück (Gruber 2009). Wie die Ergebnisse zur Energiebedarfsdeckung, der Lebendmasse-, BCS- und Rückenfedtdicke-Entwicklung zeigen, waren die Kühe im Versuchszeitraum in einer leicht negativen Energiebilanz, was die Höhe der Kraftfuttermenge im Durchschnitt der drei Versuchsjahre erklärt. Berücksichtigt man bei der Berechnung der Kraftfuttermenge demgegenüber die längere Versuchsdauer in Gruppe S-KF+ und führt die Berechnung auf Basis der Gesamtversuchsdauer durch, dann lag die KF-Effizienz, bedingt durch den Grundfuttereinsparungseffekt, in Gruppe S-KF+ bei 2,1 kg ECM/kg T Kraftfutter.

Da sich die Kuhanzahl je ha Grundfutterfläche (GF) zwischen den Versuchsgruppen nicht unterschied, waren die

Gruppeneffekte in den Milchflächenleistungen je ha Grundfutterfläche ähnlich wie jene der Gesamt-Milchleistungen pro Kuh. Die ECM-Leistung je ha Grundfutterfläche lag in Gruppe S-KF+ mit 9.690 kg signifikant über der Gruppe S-KF0 mit 7.931 kg ECM/ha GF.

Die Vollweidegruppe lag dazwischen und erzielte im Versuchszeitraum 8.637 kg ECM/ha GF. Bei Berücksichtigung der Lebendmasseabnahme der Tiere im Versuchszeitraum verringerte sich die Flächenleistung je nach LM-Abnahme in den Gruppen um etwa 300 bis 900 kg ECM. Die Differenzen zwischen der Gruppe VW (8.300 kg ECM) und S-KF0 (7.037 kg) wurden numerisch größer und zwischen S-KF+ (8.864 kg ECM/ha) und VW geringer (Abbildung 16). Da bei Kraftfuttereinsatz in Gruppe S-KF+ auch Fläche verbraucht bzw. „zugekauft“ wird, wurde die Milchleistung in einem zweiten Schritt auch auf die Gesamtfutterfläche umgelegt.

Dazu wurde für 100 kg T Kraftfutter, unter Berücksichtigung durchschnittlicher Bio-Erträge in Österreich, ein Flächenbedarf von 357 m² unterstellt (Grüner Bericht, 2016; Resl und Brückler 2017).

Bezogen auf die Gesamtfläche wurden auf Grund der jährlichen Streuung keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt, die VW-Gruppe lag jedoch numerisch über den Silagegruppen (Abbildung 17). Diese Ergebnisse decken sich nicht mit jenen von Hofstetter et al. (2011). Die Autoren verglichen hier in einem anderen Versuchsansatz auf „Betriebsebene“ und über drei volle Jahre, eine Vollweideherde mit einer TMR-Stallgruppe. Hier erreichte die milchbetontere Stallgruppe eine höhere Einzeltierleistung als auch eine höhere ECM-Flächenleistung als die Vollweidetiere. Wolfthaler et al. (2017) führten darauf aufbauend wirtschaftliche Untersuchungen unter österreichischen Rahmenbedingungen durch. Unter passenden Betriebsgegebenheiten erzielte die Vollweidehaltung, insbesondere wenn eine biologische Wirtschaftsweise unterstellt wurde, günstigere ökonomische Ergebnisse. Auch die vorliegenden ökonomischen Berechnungen weisen, trotz geringerer Einzeltiertagesleistung, auf die Konkurrenzfähigkeit der Vollweidegruppe hin. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass in der vorliegenden Arbeit ausschließlich der Differenzbetrag aus den Bio-Erlösen und Futterkosten im Versuchszeitraum errechnet wurde. Mögliche Auswirkungen auf die Gesamtlaktationsleistung, Zuchtviehlerlöse, Arbeitszeit, Tiergesundheit sowie sonstiger Kosten und Erlöse sind dabei nicht erfasst.

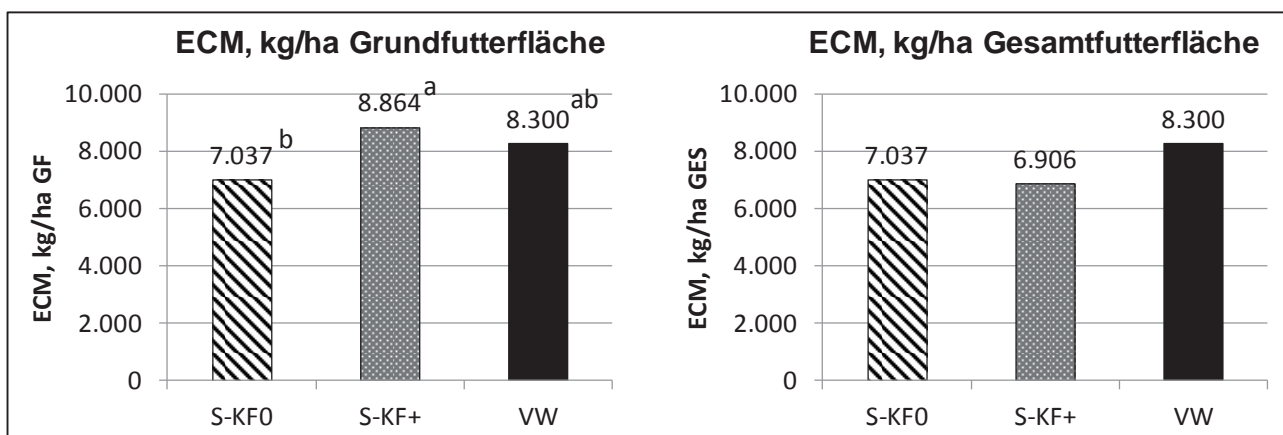


Abbildung 16: ECM-Flächenleistung je ha Grundfutter- bzw. Gesamtfutterfläche in den Versuchsgruppen (LM-Veränderung der Tiere berücksichtigt)

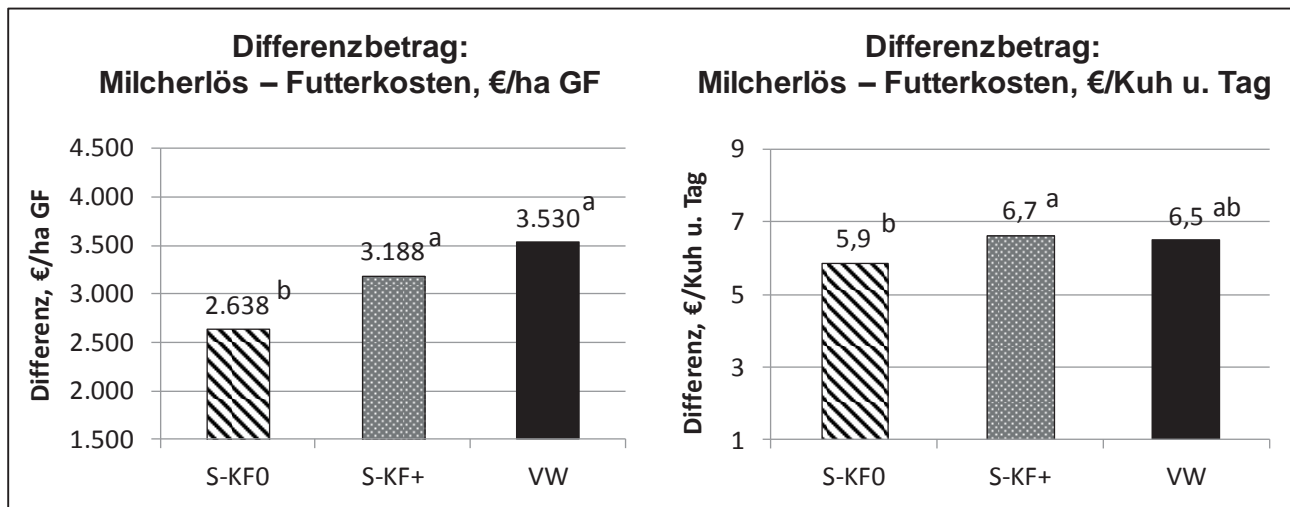


Abbildung 17: Differenzbetrag aus Milcherlös und Futterkosten je ha Grundfutterfläche (links) bzw. je Kuh und Versuchstag (rechts) (LM-Veränderung der Tiere berücksichtigt)

5. Schlussfolgerungen

5.1 Weide-Aufwuchshöhenversuch

- Regelmäßige und bestandeserhaltende Nachsaaten auf der Weide halten den Bestand dicht und stellen die Basis für einen optimalen Weideertrag dar.
- Das Englische Raygras kann sich bei intensiver Weidenutzung mit hohen Flächenanteilen behaupten und ist neben dem Wiesenrispengras und dem Weißklee ein wichtiger Partner für ein funktionierendes Weidesystem.
- Wird das Weidesystem optimal auf dem Betrieb umgesetzt, dann ist mit gleich hohen Mengenerträgen als bei Schnittnutzung zu rechnen. Sowohl die Kurzrasenweide als auch die Koppelweide sind beide zu empfehlende Weidesysteme, sofern die Besonderheiten eines jeden Systems in der Weideführung beachtet und an die jeweiligen Betriebsverhältnisse angepasst werden.
- Keine landwirtschaftliche Kultur in Mitteleuropa stellt pro Hektar so viel Rohprotein zur Verfügung wie das Grünland, welches über den Wiederkäuer veredelt für den Menschen als Nahrung zur Verfügung steht. Dabei übertrifft in der Grünland-Rohproteinbereitstellung die Weide die Schnittnutzung.
- Diese hohen Rohproteinmengen auf der Weide sind auch das Resultat eines optimalen Weißkleebestandes, der einen Großteil des Stickstoffs über die Knöllchenbakterien in das Grünlandsystem holt. Daher kann die Weide auch als das „Klee gras des Dauergrünlandes“ bezeichnet werden. Weide trägt damit langfristig zu einer Stickstoffoptimierung auf Bio-Betrieben bei.

5.2 Systemvergleichsversuch

- Aus den vorliegenden Daten sowie Ergebnissen der Literatur können Futtertrockenmasse-, Energie- und Rohproteinverluste von zumindest 20 % bei der Grassilagebereitung erwartet werden.
- Bei Vollweidehaltung wurde im Vergleich zur Grassilagebereitung ein höherer Grundfutter-Nettoertrag

(Trockenmasse, Energie und insbesondere Rohprotein) festgestellt.

- Im Vergleich zur Stallfütterung schwankte die Tagesmilchleistung der Vollweidekühe im Laktationsverlauf stärker und lag auch im Mittel auf tieferem Niveau. Zu Vollweidebeginn zeigte sich in allen Jahren in der Weidegruppe ein deutlicher Milchleistungsanstieg. Diese Milchleistung ging jedoch, insbesondere in jenen Jahren, wo die Aufwuchshöhe ab dem 2. Vollweidemonat unter 5,5 cm lag, deutlich zurück und blieb im weiteren Versuchsverlauf auch auf tieferem Niveau als in den Vergleichsgruppen.
- Hinsichtlich Milch-Grundfutterflächenleistung lag die Vollweidegruppe, trotz geringerer Tagesmilchleistungen, auf Grund des höheren Netto-Futterangebots und der damit verbundenen längeren Versuchsdauer, numerisch über der Silage-Gruppe, welche kein Kraftfutter erhielt. Die Kraftfutter-Silagegruppe lag in der Milch-Grundfutterflächenleistung numerisch über der Vollweidegruppe und signifikant über der Silagegruppe ohne Kraftfutterergänzung. Bezogen auf die Gesamt-futterfläche (inkl. Ackerfläche für das Bio-Kraftfutter) schnitt die Vollweidegruppe in der Milchflächenleistung numerisch am besten ab.
- Die ökonomischen Berechnungen zu den Milcherlösen und Futterkosten im Versuchszeitraum weisen auf die Konkurrenzfähigkeit der Weidehaltung bei passenden Betriebsbedingungen hin.
- Maßnahmen zur Verringerung des Milchleistungsabfalls im Anschluss an das erste Vollweidemonat können einen wichtigen Beitrag zur weiteren Verbesserung der Vollweidehaltung leisten. Im Versuch wurde diesbezüglich ein deutlicher Effekt der Aufwuchshöhe des Pflanzenbestandes festgestellt.

6. Zusammenfassung

In der grünlandbasierten Milchviehhaltung wird eine hohe Grundfutterflächenleistung angestrebt. Im vorliegenden Versuch wurde die Flächeneffizienz der Milchproduktion bei Vollweidehaltung (VW) bzw. Silage-Stallfütterung (S) im Berggebiet Österreichs mit 63 Milchkühen über drei

Jahre am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb Moarhof der HBLFA Raumberg-Gumpenstein verglichen. Um den Effekt der Kraftfutterversorgung bei Silagefütterung zu berücksichtigen, erhielten jeweils die Hälfte der Stalltiere kein Kraftfutter (S-KF0) bzw. Kraftfutter nach Norm (S-KF+; KF kg FM/Tier u. Tag = $0,5 \times \text{kg Tagesmilch} - 18$; max. jedoch 8,5 kg FM/Tier u. Tag). Die Vollweidetiere (VW) wurden über die Vollweideperiode gantztägig ausschließlich mit Weidefutter auf einer Kurzrasenweide bei einer mittleren RPM-Aufwuchshöhe von $5,3 (\pm 0,81)$ versorgt. Die Dauergrünlandflächen wurden dazu gedrittelt, wobei in jedem Versuchsjahr $1/3$ der Fläche über die Vollweideperiode als Kurzrasenweide genutzt wurde. Die restliche Fläche wurde jeweils als Grassilage bei einer mittleren RPM-Wuchshöhe von $15,4 (\pm 2,52)$ über 4 Schnitte genutzt und in Form von Silageballen konserviert und in den Wintermonaten gleichmäßig den Silagefütterungsgruppen zugeteilt. Die Größe der Silageernteflächen entsprach bei jedem Schnittermin dem aktuellen Weideflächenbedarf der VW-Gruppe. Die Grunddüngung aller Flächen erfolgte in gleicher Höhe. Um die feldfallenden N-Ausscheidungen der Weidetiere in der Weidegruppe entsprechend zu berücksichtigen, wurde auf den Schnittflächen eine um 100 kg/ha höhere jährliche N-Düngung über Gülle nach den jeweiligen Schnitten durchgeführt. Aus der Versuchsherde wurden insgesamt 63 Milchkühe entsprechend der Laktationszahl, der Rasse und dem Abkalbezeitpunkt ausgewählt und den drei Versuchsgruppen gleichmäßig zugeteilt. Die Versuchskühe kamen im Durchschnitt am 46. ($\pm 11,9$) Laktationstag in den Versuch. Die Versuchsperiode der Weidegruppe wurde zeitlich vorgezogen, die Stallgruppen befanden sich im folgenden Winter im Versuch und erhielten als Grundfutter ausschließlich die auf den Versuchsflächen in der vorangegangenen Vegetationsperiode geernteten Ballensilagen. Die Weideperiodenlänge richtete sich nach den Witterungsbedingungen im jeweiligen Jahr, die Fütterungsversuchsdauer in den Stallgruppen ergab sich aus dem jeweils zur Verfügung stehenden Silagefutterangebot. Die Futteraufnahme der Stalltiere wurde täglich individuell erfasst, die Weidefutteraufnahme wurde aus dem Energiebedarf der Tiere errechnet. Die Milchleistung wurde täglich, die Milchinhaltsstoffgehalte dreimal wöchentlich, die Lebendmasse wöchentlich und der BCS sowie die Rückenfettdicke zweiwöchentlich erfasst. Zur Berechnung der Milch-Flächenleistung wurde die erhobene ECM-Leistung sowohl auf die benötigte Grundfutterfläche als auch auf die errechnete Gesamtfutterfläche (inkl. Bio-Ackerflächenbedarf für das Kraftfutter) umgelegt. Im Versuchszeitraum ergab sich ein mittlerer Grünlandflächenbedarf pro Kuh von 0,29 ha, pro 100 kg T Kraftfutter wurde ein Bio-Ackerflächenbedarf von 357 m² in Gruppe S-KF+ angenommen.

Dieser Versuch wurde auch dazu genutzt die Bestände, Erträge und Futterqualitäten des Dauergrünlandes zu erheben. Dazu wurden sowohl die als Vierschnittwiesen genutzten Flächenbereiche als auch die nach dem System der Kurzrasenweide genutzten Fläche beprobt. Die Flächenbereiche mit der Kurzrasenweide wurden dazu genutzt zwei Weidesysteme (Kurzrasen- und Koppelweide) zu simulieren. Zur Erhebung der Weidebestände und Futtererträge wurden Weidekörbe von 1 m² Grundfläche verwendet, wobei die Simulation der Kurzrasenweide 8-Mal und die der Koppelweide 6-Mal pro Jahr mit Akkuhandscheren abgemäht wurde. Die

Pflanzenbestände zeigten keinen großen Unterschied in der Artenzusammensetzung. Das Englische Raygras konnte Flächenanteile von knapp über 40 % in allen drei Nutzungen erreichen. Deutlicher fiel dagegen der Unterschied in der Bestandeszusammensetzung auf den drei Standorten aus, was auf unterschiedliche Nutzungen vor Versuchsbeginn zurückzuführen ist. Im Mittel der drei Versuchsjahre konnte zwischen den drei Nutzungsvarianten kein Unterschied im Mengenertrag festgestellt werden. Dabei erreichten alle Varianten einen Ertrag von knapp über 10.000 kg/ha (Schnitt: 10.729 kg T/ha; Koppel: 10.482 kg T/ha; Kurzrasen: 10.273 kg T/ha). Dagegen lieferte die Kurzrasenweide mit 2.156 kg XP/ha die signifikant höchsten Rohproteinträge gegenüber der Koppelweide (2.012 kg XP/ha) und der Vierschnittvariante (1.744 kg XP/ha). Die Futterzuwachskurven unterschieden sich zwischen den beiden Weidenutzungen, wobei die Kurzrasenweide ausgeprägte unterschiedliche Zuwachsraten während der Vegetationsperiode aufwies. Bei der Kurzrasenweidenutzung lag der höchste Futterzuwachs (29.07.2014: 79,3, 07.08.2015: 84,8 und 15.04.2016: 74,6 kg T/ha und Tag) in jedem der drei Versuchsjahre zu einem anderen Zeitpunkt. Bei der Koppel wurden nicht die kurzfristig hohen Futterzuwächse (19.05.2014: 61,6, 31.07.2015: 59,6 und 01.07.2016: 61,3 kg T/ha und Tag) wie bei der Kurzrasenweide erreicht, dafür war das Futterwachstum über die gesamte Vegetationsperiode gleichmäßiger.

Der Rohproteingehalt der Silagen lag im Mittel bei 158 g und der Energiegehalt bei 5,99 MJ NEL/kg T. Im Vergleich zur Grassilage lagen der Rohprotein- und Energiegehalt der Weidefutterproben von den simulierten Kurzrasenweideparzellen mit 218 g XP und 6,55 MJ NEL deutlich höher. Die höchsten Energiegehalte wurden immer zu Weidebeginn und die niedrigsten von Mitte Mai bis Mitte August festgestellt. Die Futterverluste bei der Werbung, Konservierung und Verfütterung der Silage lagen im Mittel bei 32 %. Die Versuchsdauer betrug in der Weidegruppe 155 ($\pm 5,8$) Tage. Für die Silagegruppe ohne Kraftfutterergänzung (S-KF0) reichte das Grundfutter im Mittel für 139 ($\pm 34,1$) Tage, die Versuchsdauer war damit um 10 % kürzer als in Gruppe VW. Bei Silagefütterung und leistungsabhängiger Kraftfutterergänzung (S-KF+) betrug die Versuchsdauer 150 ($\pm 32,6$) Tage, was einer um 3 % kürzeren Versuchsdauer im Vergleich zur Vollweidegruppe (VW) entsprach. Die Kraftfutteraufnahme lag in S-KF+ bei durchschnittlich 1,5 kg T und ging im Versuchsverlauf von knapp 3 auf 0,5 kg T pro Tier und Tag zurück. Die Grundfutteraufnahme unterschied sich mit 14,7 bzw. 14,1 kg T/Tag numerisch zwischen den beiden Silagegruppen S-KF0 bzw. S-KF+. Die mittlere Grundfuttermverdrängung durch Kraftfutter lag bei 0,60. Die errechnete Weidefutteraufnahme betrug im Mittel 14 kg T. In der Lebendmasse lagen die Kühe der Gruppe S-KF+ mit 584 kg signifikant über den anderen beiden Gruppen mit 561 kg in S-KF0 und 530 kg in VW. Die Tiere der Silagegruppen nahmen von Versuchsbeginn bis Versuchsende durchgehend leicht an Lebendmasse ab. Die VW-Tiere verloren bis Versuchsmitte im Vergleich zu den anderen Gruppen stärker an Lebendmasse, nahmen aber ab Versuchswoche 14 bis Versuchsende wieder zu. Im gesamten Versuchszeitraum erzielte die Gruppe S-KF+ mit 2.798 kg eine signifikant höhere ECM-Leistung pro Kuh als die Gruppe S-KF0 mit 2.309 kg ECM. Für die VW-Gruppe ergab sich eine Leistung von 2.511 kg ECM

pro Kuh. Auf Grund der unterschiedlichen Versuchsdauer lag die ECM-Leistung pro Tag mit 16,2 kg in VW signifikant tiefer als in den Silagegruppen. Die ECM-Leistung der Gruppe S-KF+ war mit 18,7 kg auch signifikant über der Gruppe S-KF0, welche 16,6 kg erreichte. Die Milchflächenleistung je ha Grundfutterfläche war in Gruppe S-KF+ mit 9.690 kg signifikant über der Gruppe S-KF0 mit 7.931 kg ECM. Die Vollweidegruppe lag dazwischen und erzielte im Versuchszeitraum 8.637 kg ECM/ha. Bei Allokation der ECM-Leistung auf die Gesamtfutterfläche (inkl. Bio-Kraftfutteranbaufläche) wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt, die VW Gruppe erzielte hier numerisch die höchste Gesamflächenleistung. Der Differenzbetrag zwischen den Milcherlösen und den Futterkosten war in Gruppe VW bezogen auf eine Kuh bzw. pro Hektar Grundfutterfläche signifikant über S-KF0, die Gruppe S-KF+ lag jeweils dazwischen. Die ökonomischen Berechnungen zu den Milcherlösen und Futterkosten weisen auf die Konkurrenzfähigkeit der Weidehaltung bei passenden Betriebsbedingungen hin. Maßnahmen zur Verringerung des Milchleistungsabfalls im Anschluss an das erste Vollweidemonat können einen wichtigen Beitrag zur weiteren Verbesserung der Vollweidehaltung leisten. Im Versuch wurde diesbezüglich ein deutlicher Effekt der Weideaufwuchshöhe festgestellt.

7. Literatur

- Blättler, T., B. Durgjai, S. Kohler, P. Kunz, S. Leuenberger, H. Menzi, R. Müller, H. Schäublin, P. Spring, R. Stähli, P. Thomet, K. WanneR und A. Weber (2004): Projekt Opti-Milch: Zielsetzungen und Grundlagen. *Agrarforschung* 11, 80-85.
- Baur, I., M. Dobricki und M. Lips (2010): Einstellungen zu Hochleistungs- und Vollweidestrategie. *Agrarforschung Schweiz* 1 (9), 326-333.
- Delagarde, R., P. Faverdin, C. Baratte und J.L. Peyraud (2011): GrazIn: A model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 2. Prediction of intake under rotational and continuously stocked grazing management. *Grass Forage Sci.* 66, 45-60.
- DLG (Deutsche-Landwirtschafts-Gesellschaft) (1997): Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. erweiterte u. überarbeitete Auflage, DLG-Verlag Frankfurt, 212 S.
- DLG (Deutsche-Landwirtschafts-Gesellschaft) (2006): Grobfutterbewertung. Eil B – DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf Basis der chemischen Untersuchungen. *DLG-Information* 2/2006, 4 S.
- Dulphy, J.P. (1987): Fenaïson – pertes en cours de récolte et de conservation. In: Demarquilly, C. 1987: *Le fourrages secs: récolte, traitement, utilisation*, INRA, Paris, 103-124.
- Durgjai, B. und R. Müller (2004): Projekt Opti-Milch: Betriebswirtschaftliche Planungen. *Agrarforschung* 11, 280-285.
- Gahleitner, G. (2017): AWI-Deckungsbeiträge und Kalkulationen – Bio-Grassilage bzw. Kurzrasenweide (persönliche Mitteilung Gahleitner, G: 04.09.2017)
- Gazzarin, C., H.J. Frey, R. Petermann und M. Höltschi (2011): Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain. Weide- oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), 418-423.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuß für Bedarfsnormen) (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag Frankfurt, 136 S.
- Gruber L. (2007): Einfluss der Kraftfutteraufnahme und Leistung von Milchkühen. 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung von 19.-20. April 2007, Tagungsband HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 35-51.
- Gruber L. (2009): Zur Effizienz des Kraftfüttereinsatzes in der Milchviehfütterung – eine Übersicht. <http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/publikationen/downloadsveranstaltungen/viewdownload/1789-3432-wt-entw-futteraufnahmeschaetzformelmilchkuehe/14151-zur-effizienz-des-kraftfüttereinsatzes-in-der-milchviehfütterung-eine-uebersicht.html> (14.09.2017)
- Grüner Bericht (2016): Bericht über die Situation der Österreichischen Land- und Forstwirtschaft im Jahr 2015. 57. Auflage, Herausgeber Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Wien, 263 S.
- Hofstetter, P., H.J. Fey, R. Petermann, W. Gut, L. Herzog und P. Kunz (2011): Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain. Stallhaltung versus Weidehaltung – Futter, Leistung und Effizienz. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), 402-411.
- Horn, M., A. Steinwidder, W. Starz, R. Pfister und W. Zollitsch (2014): Interactions of calving season and cow type in a seasonal Alpine organic and low-input dairy system. *Livest. Prod. Science* 160, 141-150.
- Huguenin-Elie, O., C. Stutz, A. Lüscher und R. Gago (2006): Wiesenverbesserung durch Übersaat. *Agrarforschung* 13 (10), 424-429.
- Johnson, I.R. und A.J. Parsons (1985): Use of a model to analyse the effects of continuous grazing managements on seasonal patterns of grass production. *Grass and Forage Science* 40 (4), 449-458.
- Käch, S., J. Pitt und D. Eastes (2014): Professionelles Umtriebsweidesystem für Milchkühe. Grasland- und weidebasierte Milchproduktion. In: Reidy, B., B. Gregis und P. Thomet (Edt.) *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion*. Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Band 16. 91-97.
- 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.
- Kolver, 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.
- Köhler, B. (2015): Effiziente Futterwirtschaft und Nährstoffflüsse in Futterbaubetrieben. Foliensatz. http://www.google.at/url?sa=t&rcrct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwijiILUjKLWAhWBuRQKHQgACNwQFggrMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.landwirtschaft-mv.de%2Fserviceassistenz%2Fdownload%3Ffid%3D1590077&usq=AFQjCNHsA-JSO0u8pzGFZXpN4uO_uV-BCA (13.09.2017)
- Köhler, B., M. Diepolder, J. Ostertag, S. Thurner und H. Spiekers (2013): Dry matter losses of grass and maize silages in bunker silos. *Agricultural and Food Science* 22, 145-150.
- 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.
- McCarthy, B., L. Delaby, K.M. Pierce, F. Journot und B. Horan (2011): Meta-analysis of the impact of stocking rate on the productivity of pasture-based milk production systems. *Animal* 5, 784-794.
- Pries, M. und A. Menke (2011): Futterbewertung: Verdaulichkeit von Frischgras aus dem System der Kurzrasenweide. In: *Riswick Ergebnisse* 1/2011. LZ Haus Riswick, Kleve, 16-20. http://www.landwirtschaftskammer.de/riswick/pdf/ergebnisse_futterwertpruefung/ergebnisse-futterwertpruefung-2010.pdf (13.09.2017).

- Pulido, R.G. und J.D. Leaver (2003): Continuous and rotational grazing of dairy cows – the interactions of grazing system with level of milk yield, sward height and concentrate level. *Grass and Forage Science* 58 (3), 265-275.
- Resch, R., T. Guggenberger, G. Wiedner, A. Kasal, K. Wurm, L. Gruber, F. Ringdorfer und K. Buchgraber (2006): Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. *Der Fortschrittliche Landwirt*. 84: 1-20.
- Resch, R., G. Huber, A. Pöllinger (2016): Test der Pickup-Schwadertechnologie hinsichtlich erdiger Futtermittelverschmutzung, Rechverluste, Schwadform und Flächenleistung. Abschlussbericht Forschungsprojekt „Pickup-Schwader“ Nr. 3638 (DaFNE 101069), 26 S.
- Resl, T. und M. Brückler (2017): Erträge des österreichischen Biolandbaus im Vergleich zu konventioneller Produktion. https://www.ages.at/download/0/0/1732e6c689dc9e9c1114ade14a1d2d58a635d417/fileadmin/AGES2015/Service/AGES-Akademie/2016-10-13_Foodsecurity.at/2016_10_13_Thomas_Resl_BIO_Mengenertr%C3%A4ge_FOOD-SECURITY_Fachtagung_final.pdf (04.09.2017)
- Ribeiro Filho, H.M.N., R. Delagarde und J.L. Peyraud (2005): Herbage intake and milk yield of dairy cows grazing perennial ryegrass swards or white clover/perennial ryegrass swards at low- and medium-herbage allowances. *Animal Feed Science and Technology* 119 (1–2), 13-27.
- Rigout S., S. Lemosquet, J.E. van Eys, J.W. Blum und H. Rulquin (2002): Duodenal glucose increases glucose fluxes and lactose synthesis in grass silage-fed dairy cows: *Journal of Dairy Sci.* 85, 595-606.
- Schaumberger, A. (2011): Räumliche Modelle zur Vegetations- und Ertragsdynamik im Wirtschaftsgrünland. Technische Universität Graz, Institut für Geoinformation, 264 S.
- Stähli, R., F. Merk-Lorez und A. Weber (2004): Projekt Opti-Milch: Zusammenarbeit in Erfahrungsgruppen. *Agrarforschung* 11, 378-383.
- Schechtner, G. (1958): Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels „Flächenprozentenschätzung“. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau*, 105(1), 33-43.
- Starz, W., A. Steinwider, R. Pfister und H. Rohrer (2011): Vergleich zwischen Kurzrasenweide und Schnittnutzung unter ostalpinen Klimabedingungen. 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis - Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen, Verlag Dr. Köster, 16.-18.03.2011, 93-96.
- Starz, W., J. Kreuzer, A. Steinwider, R. Pfister und H. Rohrer (2013a): Ernte- und Qualitätserträge einer simulierten Kurzrasen- und Koppelweide bei trockenheitsgefährdetem Dauergrünland. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung - Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, Verlag Dr. Köster, 05.-08.03.2013, 176-179.
- Starz, W., A. Steinwider, R. Pfister, und H. Rohrer (2013b): Etablierung von Wiesenrispengras in einer 3-schnittigen alpinen Dauerweide mittels Kurzrasenweide. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung, Bonn, 05.-08.03.2013, 146-149.
- Starz, W., A. Steinwider, R. Pfister und H. Rohrer (2014): Ertrag und Futterqualität auf Weiden im bayerischen und österreichischen Alpenvorland sowie im inneralpinen Raum. In: Wiesinger, K., K. Cais und S. Obermaier: *Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern, Öko-Landbau-Tag*, Tagungsband, 49-55.
- Starz, W., A. Steinwider, R. Pfister und H. Rohrer (2010): Continuous grazing in comparison to cutting management on an organic meadow in the eastern Alps. *Grassland in a changing world - Proceedings of the 23th General Meeting of the European Grassland Federation*, Kiel, 15, 1009-1011.
- Starz, W., A. Steinwider, R. Pfister und H. Rohrer (2017a): Ertrag und Futterqualität bei Weide- und Schnittnutzung im ostalpinen Berggebiet. 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ökologischen Landbau weiterdenken - Verantwortung übernehmen - Vertrauen stärken - Hochschule Weinstephan-Triesdorf, Freising, Verlag Dr. Köster, 07.-10.03.2017, 206-209.
- Starz, W., A. Steinwider, C. Weißenbach, R. Pfister und H. Rohrer (2017b): Einfluss der Weideaufwuchshöhe auf Ertrag und Zuwachsleistung im Berggebiet. 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ökologischen Landbau weiterdenken - Verantwortung übernehmen - Vertrauen stärken - Hochschule Weinstephan-Triesdorf, Freising, Verlag Dr. Köster, 07.-10.03.2017, 228-229.
- Steinwider, A. und W. Starz (2007): Ergebnisse bei der Umstellung auf Vollweidehaltung von Bio-Milchkühen im österreichischen Berggebiet. In: Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau „Zwischen Tradition und Globalisierung“. Universität Hohenheim, 20.-23. März 2007, Band 2, 529-532.
- Steinwider, A. und W. Starz (2015): Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen. Leopold Stocker Verlag, 300 S.
- Steinwider, A., H. Frey, P. Hofstetter, C. Gazzarin und W. Starz (2017): Stall- und weidebasierte Milchproduktionssysteme – Analysen zur Lebensmittelkonversionseffizienz. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Tagungsband, 484-487.
- Steinwider, A., W. Starz, L. Podstatzky, J. Gasteiner, R. Pfister, H. Rohrer und M. Gallnböck (2011): Einfluss des Abkalbezeitpunktes von Milchkühen auf Produktionsparameter bei Vollweidehaltung im Berggebiet. *Züchtungskunde*, 83, (3) S. 203–215.
- Thomet, P. und M. Hadorn (1996): Futterangebot und Milchproduktion auf Kurzrasenweiden. *Agrarforschung* 3 (10), 505-508.
- Thomet, P. und T. Blättler (1998): Graswachstum als Grundlage für die Weideplanung. *Agrarforschung* 5 (1), 25-28.
- Thomet, P., M. Hadorn, J. Troxler und B. Koch (2000): Entwicklung von Raigras/Weissklee-Mischungen bei Kurzrasenweide. *Agrarforschung* 7 (5), 218-223.
- Thomet, P., M. Stettler, M. Hadorn und E. Mosimann (2007): N-Düngung zur Lenkung des Futterangebotes von Weiden. *Agrarforschung* 14 (10), 472-477.
- Thomet, P., E. Cutullic, W. Bisig, C. Wuest, M. Elsässer, S. Steinberger und A. Steinwider (2011): Merits of full grazing systems as a sustainable and efficient milk production strategy. *Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions - Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation*, Irtdning, 16, 29.-31.08.2011, 273-285.
- Undersander, D.J., B. Albert, D. Cosgrove, D. Johnson und P. Peterson (2002): *Pastures for profit: A guide to rotational grazing*: Cooperative Extension Publications, University of Wisconsin-Extension.
- Weissbach, F. und S. Kuhla (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfutter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. *Übers. Tierernähr.* 23, 189–214.
- Wolfthaler, J., A. Steinwider, H. Frey, P. Hofstetter, C. Gazzarin, S. Kirchwegger und J. Kantelhardt (2017): Stall- und weidebasierte Milchproduktionssysteme - Modellbetriebsanalysen zur Wirtschaftlichkeit unter österreichischen Produktionsbedingungen. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Tagungsband, 480-483.
- Wyss, U., J. Mauer, H.J. Frey, T. Reinhard, A. Bernet und P. Hofstetter (2011): Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain. Aspekte zur Milchqualität und Saisonalität der Milchlieferung. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), 412-417.
- ZAMG-Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2011): Klimadaten von Österreich 1981-2010, CD.

8. Tabellenanhang

Tabelle 14: Nährstoff-, Energie- und Mineralstoffgehalt der Grassilagen sowie des Kraftfutters in den Versuchsjahren 1-3 (je kg Trockenmasse)

Jahr	Grassilage												Kraftfutter		
	2014				2015				2016				2014	2015	2016
Aufwuchs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
T, g	377	385	340	413	374	579	505	339	351	381	377	355	875	864	861
XA, g	100	101	114	117	103	105	107	109	98	121	145	125	26	27	27
XP, g	160	148	153	176	161	132	172	185	158	130	156	170	127	137	146
XL, g	36	35	34	35	37	29	35	37	36	31	34	35	24	25	26
XF, g	233	263	268	222	235	246	235	213	209	271	244	223	50	59	53
XX, g	472	453	431	450	464	487	451	456	498	446	421	447	772	752	749
ADF, g	275	305	322	265	286	301	298	258	243	319	301	271	65	72	63
NDF, g	383	434	435	376	425	446	406	376	374	456	411	390	182	204	181
ADL, g	21	30	39	22	29	32	34	30	21	35	34	27	11	9	9
NFC, g	322	282	265	296	275	287	280	292	334	261	254	280	640	607	621
NEL, MJ	6,45	5,77	5,61	5,99	6,40	5,83	5,96	6,15	6,74	5,50	5,55	5,91	8,02	8,02	8,04
nXP, g	142	131	129	137	141	130	136	141	146	124	127	135	165	167	170
RNB, g	2,8	2,8	3,8	6,2	3,1	0,5	5,6	7,1	1,9	1,0	4,6	5,6	-6,0	-4,9	-3,8
Ca, g	7,9	9,3	10,4	9,4	7,4	8,8	10,6	9,7	7,4	8,6	10,6	10,3	0,9	0,9	1,1
P, g	4,2	4,3	4,9	4,5	3,9	3,9	4,5	4,5	3,6	3,6	4,2	4,6	3,7	4,1	4,2
K, g	30,8	28,1	25,8	28,2	27,3	23,3	25,2	25,3	28,2	25,1	27,7	28,5	6,8	6,1	6,5
Mg, g	2,3	2,8	3,5	2,9	2,2	2,5	3,0	3,0	2,1	2,4	3,0	3,1	1,3	1,4	1,6
Na, mg	371	290	441	550	286	224	222	533	362	300	397	561	129	111	95
Cu, mg	9	9	11	11	8	8	10	10	8	8	11	10	5	5	6
Mn, mg	72	80	106	118	63	76	63	70	59	98	130	91	34	20	26
Zn, mg	28	29	34	32	27	29	31	32	28	28	38	35	35	40	44

Tabelle 15: Nährstoff-, Energie- und Mineralstoffgehalt der Weidefutterproben je kg Trockenmasse (simulierte Kurzrasenweide)

Jahr Termin	2014								2015								2016							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
T, g	206	185	196	163	174	201	197	214	173	167	200	191	171	186	187	213	180	199	144	173	192	164	182	178
XA, g	96	104	104	99	93	101	95	94	99	101	103	91	100	93	99	94	99	97	99	101	98	99	96	95
XP, g	170	191	194	220	232	200	217	215	206	206	216	225	245	264	276	225	219	190	232	201	199	211	234	239
XL, g	26	25	26	27	29	27	26	28	28	28	27	28	31	28	28	29	33	31	36	34	31	34	34	26
XF, g	197	217	224	225	221	208	196	173	204	216	208	191	201	222	180	172	169	188	207	210	214	212	193	162
XX, g	511	461	451	420	410	459	451	475	462	447	442	465	424	385	417	479	472	493	419	447	457	442	444	477
ADF, g	249	271	280	290	281	276	244	222	253	274	271	246	270	270	237	207	236	250	262	276	281	282	250	220
NDF, g	422	448	443	452	437	428	402	362	420	436	401	380	412	439	395	372	363	393	409	416	420	415	397	364
ADL, g	20	27	36	39	42	39	32	30	27	22	30	30	33	26	31	26	26	29	30	33	35	35	32	34
NFC, g	286	230	233	201	209	244	260	300	246	230	252	276	212	175	202	279	286	288	225	247	252	241	240	276
NEL, MJ	6,90	6,70	6,18	6,28	6,39	6,30	6,47	6,59	6,91	6,77	6,32	6,53	6,45	6,45	6,64	6,60	7,32	7,03	6,40	6,28	6,28	6,31	6,49	6,69
nXP, g	144	143	143	146	148	145	149	152	147	146	148	153	154	154	160	155	152	148	150	145	146	147	153	158
RNB, g	4,3	7,7	8,3	11,9	13,4	8,8	10,9	10,2	9,5	9,7	11,0	11,4	14,7	17,6	18,4	11,2	10,7	6,8	13,1	9,0	8,6	10,3	12,9	12,9
Ca, g	7,2	7,0	9,2	9,9	10,3	9,9	9,5	7,7	7,3	7,7	9,9	8,9	10,4	8,6	8,8	10,1	7,8	7,3	9,0	9,0	9,1	10,3	10,1	9,1
P, g	4,4	4,8	4,7	5,2	5,3	4,9	4,6	4,1	5,0	4,9	5,0	4,7	5,7	5,5	5,3	5,0	5,1	4,8	4,8	4,4	4,2	4,9	5,0	4,2
K, g	28,3	30,5	32,5	28,7	30,3	30,1	29,1	24,9	30,3	28,7	28,6	25,6	26,8	31,5	28,2	19,5	32,7	29,6	33,3	31,8	28,1	26,2	25,2	23,4
Mg, g	2,1	2,3	2,9	3,5	3,3	2,7	2,9	2,8	2,6	2,8	3,4	2,6	3,6	3,1	3,4	3,5	2,4	2,4	2,8	2,5	2,8	3,3	3,4	2,8
Na, mg	219	220	169	303	246	305	491	474	261	287	336	328	372	334	613	1143	403	294	282	223	289	650	726	714
Cu, mg	9	10	10	12	14	13	12	12	9	9	10	10	13	12	13	11	10	8	10	9	10	13	12	10
Mn, mg	51	68	58	69	77	83	102	120	61	74	82	53	53	67	62	85	76	58	84	92	74	77	70	60
Zn, mg	66	90	61	71	89	103	109	129	52	68	67	65	76	76	65	126	61	56	63	63	86	92	82	102

Tabelle 16: Futteraufnahme, Nährstoffkonzentration und Lebendmasse (Gruppe x Jahr)

Gruppe	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW
Versuchsjahr	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Versuchsdauer, Tage	166	177	161	113	122	147	139	150	156
Tiere, N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Futteraufnahme									
Grundfutter ¹⁾ , kg T	13,52	11,97	13,62	14,46	14,42	13,80	14,51	13,75	14,47
Krafffutter, kg T	0,00	0,79	0,00	0,00	1,48	0,00	0,00	2,35	0,00
Gesamtfutter, kg T	13,52	12,75	13,62	14,46	15,90	13,80	14,51	16,10	14,47
Nährstoffkonzentration									
Energie, MJ NEL/kg T	5,83	5,93	6,42	6,00	6,20	6,56	5,82	6,12	6,49
XP, g/kg T	162	161	199	167	163	230	159	153	211
nXP, g/kg T	132	133	146	135	139	152	131	136	149
XF, g/kg T	265	255	211	242	223	197	251	224	201
NDF, g/kg T	435	424	434	428	404	407	429	396	406
ADF, g/kg T	313	302	272	298	274	254	302	269	265
NFC, g/kg T	257	276	224	261	298	230	249	302	245
Energieaufnahme									
Energie ¹⁾ , MJ NEL/Tag	78,8	75,6	87,5	86,8	98,6	90,5	84,4	98,5	93,9
Lebendmasse									
Ø Lebendmasse, kg	538	558	503	582	602	531	563	592	556
Tageszunahmen, g	-371	-371	-58	-199	-205	-105	-347	-243	-144
Nährstoffbedarfsdeckung									
Energie – MJ NEL, %	96	97	101	90	87	98	103	102	98
nXP, %	118	117	125	107	99	123	120	115	123

¹⁾ Grassilage bzw. Weidefutter; Weidefutteraufnahme aus Nährstoffbedarf für Erhaltung, Milchleistung, LM-Veränderung, Trächtigkeit und Weideaktivität sowie Energiekonzentration im Weidefutter errechnet

Tabelle 17: Milchleistung (Gruppe x Jahr)

Gruppe	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW
Versuchsjahr	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Versuchsdauer, Tage	166	177	161	113	122	147	139	150	156
Milchleistung - Gesamt pro Kuh									
ECM, kg	2.572	2.565	2.406	2.177	2.911	2.452	2.177	2.918	2.675
Milch, kg	2.739	2.690	2.447	2.227	2.869	2.550	2.258	2.995	2.669
Fett, kg	107	108	101	92	123	100	87	124	113
Eiweiß, kg	75	76	78	66	91	81	65	90	86
Milchleistung – Versuchstag									
ECM, kg/Tag	15,5	14,5	14,9	19,3	23,9	16,7	15,7	19,5	17,1
Milch, kg/Tag	16,5	15,2	15,2	19,8	23,6	17,3	16,3	20,0	17,1
Fett, %	3,91	4,01	4,14	4,13	4,30	3,93	3,85	4,13	4,24
Eiweiß, %	2,74	2,82	3,18	2,95	3,19	3,16	2,89	3,01	3,23
Laktose, %	4,62	4,66	4,56	4,68	4,73	4,62	4,72	4,75	4,66
Milchharnstoff, mg/100 ml	25	25	44	25	23	45	22	23	39
Zellzahl, x1000	109	122	123	95	42	100	102	71	115

1) Weidefutteraufnahme aus Nährstoffbedarf für Erhaltung, Milchleistung, LM-Veränderung, Trächtigkeit und Weideaktivität sowie Energiekonzentration im Weidefutter errechnet

Tabelle 18: Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Milchleistung je Hektar (Gruppe x Jahr)

Gruppe	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW
Versuchsjahr	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Futter- und Nährstoffaufnahme je ha Grundfutterfläche									
Grundfutteraufnahme ¹⁾ , kg T/ha GF	7.430	7.005	7.349	5.491	5.944	6.459	7.568	7.685	8.537
Energie aus Grundfutter, MJ NEL/ha GF	43.316	40.644	47.280	33.115	35.933	42.254	44.135	44.461	55.442
XP aus Grundfutter, kg/ha GF	1.202	1.134	1.457	915	981	1.493	1.202	1.196	1.794
Milchflächenleistung je ha Grundfutter									
ECM/ha Grundfutter, kg/ha GF	8.488	8.417	7.964	7.192	9.692	7.882	8.113	10.962	10.067
ECM/ha Grundfutter LM-Dif. berücksichtigt, kg/ha GF	7.227	7.132	7.769	6.781	9.237	7.604	7.104	10.223	9.528
Milcheiweiß, kg/ha GF	247	253	253	219	306	256	247	338	316
Milchfett+Milcheiweiß, kg/ha GF	598	600	583	519	714	573	584	792	739
Milchflächenleistung je ha Gesamtfutterfläche									
ECM/ha Gesamtfutterfläche, kg/ha GES	8.488	7.328	7.964	7.192	8.122	7.882	8.113	7.346	10.067
ECM/ha Gesamtfutterfläche LM.Dif. berücksichtigt, kg/ha GES	7.227	6.292	7.769	6.781	7.779	7.604	7.104	6.646	9.528
Fett+Eiweiß, kg/ha Ges	598	523	583	519	598	573	584	529	739

¹⁾ Grassilage bzw. Weidefutter; Weidefutteraufnahme aus Nährstoffbedarf für Erhaltung, Milchleistung, LM-Veränderung, Trächtigkeit und Weideaktivität sowie Energiekonzentration im Weidefutter errechnet

Tabelle 19: Wirtschaftliche Berechnungen (Gruppe x Jahr)

Gruppe	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW
Versuchsjahr	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Erlöse									
Milcherlös je kg Milch, Cent/kg	48,7	49,5	51,6	50,4	52,5	51,0	49,2	50,6	52,4
Milcherlös-Versuchszeitraum, Euro/Kuh	1.331	1.332	1.247	1.123	1.506	1.291	1.130	1.507	1.384
Futterkosten									
Futterkosten, Euro/Kuh	450	482	264	321	430	249	397	580	273
FutterkostenLM.Dif. berücksichtigt, Euro/Kuh	500	530	274	338	449	261	436	609	294
Milcherlös abzüglich Futterkosten									
Milcherlös - Futterkosten, Euro/Kuh	883	853	977	804	1080	1039	728	931	1.104
Milcherlös - FutterkostenLM.Dif. berücksichtigt, Euro/Kuh	833	805	969	787	1061	1028	693	901	1.085
Milcherlös - FutterkostenLM.Dif. berücksichtigt, Euro/ha GF	2.744	2.638	3.205	2.597	3.532	3.303	2.574	3.396	4.081
Milcherlös - FutterkostenLM.Dif. berücksichtigt, Euro/Kuh u. Tag	5,2	4,7	5,5	7,2	9,1	6,9	5,4	6,1	6,8