

## Koppel- oder Kurzrasenweide?

Walter Starz<sup>1\*</sup>, Hannes Rohrer<sup>1</sup>, Rupert Pfister<sup>1</sup> und Andreas Steinwidder<sup>1</sup>

### Zusammenfassung

Die Nutzung des Dauergrünlandes als Weide hat in den Alpen eine über Jahrhunderte lange Tradition. Gerade in Regionen wie im Klimaraum der Ostalpen, mit einem hohen Anteil an biologisch bewirtschafteten und rinderhaltender Grünlandbetrieben, gewinnt aktuell die Weidehaltung wieder mehr an Bedeutung. Für die meisten Betriebe stellt sich aber die Frage, welches Weidesystem ist optimaler.

Die Umsetzung moderner Weidesysteme, wie die Kurzrasen- und Koppelweide im Klima der Ostalpen und unter Bedingungen der Biologischen Landschaft bildete die Grundlage für den durchgeführten Versuch.

Der inneralpine Versuchsstandort (Breite 47° 31' 03" N und Länge 14° 04' 27") des Bio-Institutes in Trautenfels liegt auf einer Seehöhe von 680 m (Jahresdurchschnittstemperatur 6,9 °C und Jahresniederschlag 1.142 mm). Zwei Weidenutzungen, die Kurzrasen- (**KU**) und die Koppelweide (**KO**), bildeten die Varianten. Diese wurden mittels Weidekörben simuliert und je nach Versuchsdefinition 6-8 Mal im Jahr abgemäht.

Im Versuchszeitraum stiegen die Flächenanteile von *Lolium perenne* in beiden Varianten von anfänglich 33 (2014) signifikant auf 49 % (2016) an. Die an das Berggebiet optimal angepasste Art *Poa pratensis* erreichte Anteile von 16-17 % und wies ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen **KU** und **KO** auf.

Sowohl bei **KU** als auch bei **KO** wurden die signifikant höchsten täglichen TM-Zuwächse (56-64 kg TM/ha und Tag) im Sommer von Anfang Juni bis Anfang August ermittelt.

Bei den Mengenerträgen konnten keine Unterschiede zwischen Variante **KU** (10.281 kg TM/ha und Jahr) und **KO** (10.494 kg TM/ha und Jahr). Die XP-Gehalte bei Variante **KU** stiegen von 186 g/kg TM im Frühling bis auf 238 g/kg TM im Spätsommer bzw. 226 g/kg TM im Herbst an. Variante **KO** verzeichnete ebenfalls einen signifikanten Anstieg von 163 g XP/kg TM im Frühling bis auf 215 g XP/kg TM im Herbst.

Weidesysteme, wie die Kurzrasen- oder Koppelweide, können unter ostalpinen Klimabedingungen hohe Mengenerträge und Futterqualitäten bereitstellen. Somit ist weniger die Frage des Weidesystems als vielmehr das die Umsetzung des optimalen Managements (Weideplanung, Nachsaat, Düngung und Weidepflege) entscheidend.

Schlagwörter: Biologische Landwirtschaft, Kurzrasenweide, Koppelweide, Dauergrünland, Pflanzenbestand, Trockenmasse-Zuwachs, Ertrag, Futterqualität

<sup>1</sup> HBFLA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

\* Ansprechpartner: Dr. Walter Starz, email: walter.starz@raumberg-gumpenstein.at

### Summary

The use of permanent grassland for grazing has a centuries-old tradition in the Alps. Especially in regions such as the climate region of the Eastern Alps, with a high proportion of organically managed and cattle-raising grassland farms, grazing is currently gaining in importance again. However, for most farms the question arises which grazing system is more efficient. The implementation of modern grazing systems, such as continuous and rotational grazing in the climate of the Eastern Alps and under conditions of the organic farming formed the basis for the trial carried out.

The inner-Alpine experimental site (latitude 47° 31' 03" N and longitude 14° 04' 27") of the Organic-Institute in Trautenfels (Styria) is located at an altitude of 680 m above sea level (annual average temperature 6.9 °C and annual precipitation 1,142 mm).

Two grazing systems, continuous (**KU**) and rotational grazing (**KO**) formed the variants. These were simulated by using grazing cages and mowed 6-8 times a year, depending on the experimental definition.

During the trial period, the area percentage of *Lolium perenne* in both variants increased significantly from 33 % in the beginning (2014) to 49 % (2016). The species *Poa pratensis*, which is optimally adapted to the mountain area, reached 16-17 % and also did not show significant differences between **KU** and **KO**. For both **KU** and **KO**, the significantly highest daily DM growth (56-64 kg DM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) were determined in summer from early June to early August. There was no difference in yield between variant **KU** (10,281 kg DM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) and variant **KO** (10,494 kg DM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>). The crude protein (CP) contents of variant **KU** showed a significant increase from 186 g kg<sup>-1</sup> DM in spring to 238 g kg<sup>-1</sup> DM in late summer and 226 g kg<sup>-1</sup> DM in autumn. Variant **KO** also showed a significant increase from 163 g CP kg<sup>-1</sup> DM in spring to 215 g CP kg<sup>-1</sup> DM in autumn.

Grazing systems, such as continuous or rotational grazing, can provide high yields and forage quality under Eastern Alpine climate conditions. Therefore, the question of the grazing system is less important than the implementation of optimal management (grazing planning, reseeding, fertilization and grazing treatment).

Keywords: organic farming, continuous grazing, rotational grazing, permanent grassland, species composition, dry matter growth, yield, forage quality

## Einleitung

Betriebe, die mit der Weide beginnen oder ihr bestehendes Weidesystem optimieren wollen, stehen vor der Frage Koppel- oder Kurzrasenweide? Beide Systeme sind für eine intensive Nutzung ausgelegt und können grundsätzlich in der Rinder-, Schafe oder Ziegenhaltung eingesetzt werden.

Die Weidesysteme Kurzrasen- und Koppelweide lassen sich am besten anhand ihrer Bestandeshöhe sowie der Weidebesatzdauer beschreiben. Bei der Kurzrasenweide (intensive Standweide) erfolgt eine durchgehende und kontinuierliche Beweidung während der Vegetationsperiode. Die Weidegröße bzw. der Tierbesatz werden jedoch im Vegetationsverlauf entsprechend der aktuellen Weidefutterzuwachskurve angepasst, sodass die angestrebte Zielaufwuchshöhe eingehalten wird. Beim Koppelsystem wird nach einer kurzfristigen Beweidung konsequent eine weidefreie Ruhezeit eingehalten und die jeweilige Weidekoppel erst dann wieder beweidet, wenn die angestrebte Ein-

triebs-Aufwuchshöhe erreicht wird. Je nach Weideaufwuchshöhen-Messmethode wird die Kurzrasenweide kontinuierlich zwischen 5 und 8 cm geführt. Beim Koppelweidesystem wird, je nach Messmethode und Nutzungsintensität, eine Eintriebs-Aufwuchshöhe zwischen 8 und 20 cm angestrebt. Unabhängig davon soll am letzten Beweidungstag einer Koppel eine geringe Reststoppelhöhe (unter 5 cm) erreicht werden (Steinwider und Starz, 2015).

Obwohl bei der Kurzrasen- und der Koppelweide unterschiedlich häufig die Blätter und Triebe über das Fressverhalten der Tiere entfernt werden, wurden in Versuchen zu den beiden Weidesystemen wenige Unterschiede in der Zusammensetzung der Bestände festgestellt. Stejskalová et al. (2013) untersuchten über fünf Jahre beide Systeme bei der Beweidung mit Mastrindern in Berglagen der Tschechischen Republik. Die Autoren stellten zwar signifikante Unterschiede in der durchschnittlichen Weideaufwuchshöhe fest, es zeigten sich jedoch keine Unterschiede in der Bestandszusammensetzung. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch in der Schweiz festgestellt (Thomet et al., 2000). Die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes unterschied sich nicht, es wurde jedoch unabhängig vom Weidesystem in allen angesäten Mischungen eine Abnahme von *Trifolium repens* beobachtet. Lagen die Bestandes-Anteile zu Beginn des Versuches noch bei 25-35 % (Anteile am Gesamtbestand), nahmen diese nach vier Jahren auf 10-13 % ab. Dieser Rückgang wird von den Autoren des Schweizer Versuches auf die verwendeten Sorten zurückgeführt. Großblättrige Sorten an *Trifolium repens* zeigen im Schnittsystem eine deutlich bessere Performance als kleinblättrige Sorten (Thomet et al., 2000). Bei intensiver Beweidung (kontinuierliche Entblätterung) trat ein gegensätzlicher Effekt ein. Kleinblättrige Sorten zeigten bei intensiver Beweidung eine stärkere Konkurrenzfähigkeit sowie Ausdauer (Brock, 1988). Bei der Koppelweide kann bei uneinheitlicher Geländeform oder aber auch bei unterschiedlicher Pflanzenbestandszusammensetzung in Weideteilbereichen eine gezieltere Lenkung der Tiere und Steuerung der Weidefutternutzung erreicht werden. Dadurch kann beispielweise bei alpinen Weiden die Biodiversität erhalten und gefördert werden (Perotti et al., 2018). Untersuchungen in Neuseeland zeigten, dass sich bei Koppelweide mit Rindern der *Trifolium repens* besser entwickeln konnte als bei der Beweidung mit Schafen (Davies, 2001). Dieser Effekt wird zurückgeführt auf eine hohe Besatzdichte und das tiefere Abgrasen durch Schafe. So gingen die Anteile an *Trifolium repens* bei hohen Besatzdichten bei Beweidung mit Schafen deutlicher als bei geringer Dichte zurück (Cull und Wilkins 1982).

Hohe Erträge und Futterqualitäten auf kontinuierlich genutzten Dauerweiden sind nur bei regelmäßiger Kontrolle des Futterzuwachses und der sich somit ergebenden Anpassung der Weideflächengröße realisierbar. Je nach Region, Standort, Klima, Bestandszusammensetzung, Weidemanagement und Weideintensität ergeben sich im Vegetationsverlauf unterschiedliche hohe Futterzuwachsraten. Dabei können in Gunstlagen die täglichen Weidefutterzuwächse während des üblichen Hauptwachstums im Frühling bei 80 bis fast 100 kg TM/ha und Tag liegen (Glassey, 2011). Auch in Gunstlagen des Westalpen-Vorlandes können im Frühling (Anfang Mai) von bis zu 105 kg TM/ha und Tag erreicht werden (Hofstetter et al., 2014). Während des Sommers (Juli bis Mitte September) konnten am selben Standort immer noch Trockenmassezuwächse von durchschnittlich 80 kg TM/ha und Tag beobachtet werden. Selbst in den inneralpinen und somit rauerer klimatischen Gebieten können noch Zuwächse von 50 bis 80 kg TM/ha und Tag gemessen werden (Thomet et al., 2011).

Die Weidegunstregionen Neuseelands zeichnen sich durch eine deutlich verlängerte Vegetationsperiode aus und so sind unter diesen klimatischen Bedingungen Trockenmasseerträge von 18.000 bis 20.400 kg/ha möglich (Macdonald et al., 2008). Diese in einem dreijährigen Versuch mit dem System Koppelweide erhobenen Erträge erbrachten Rohproteinerträge von 3.989 bis 4.650 kg/ha und Energieerträge von 198.528 bis 232.492 MJ ME/ha. Diese hohen Erträge können unter europäischen Bedingungen, in Folge der kürzeren Vegetationsperiode und der europäischen Düngervorschriften, nicht realisiert werden und gerade in den Grünlandgebieten Mitteleuropas muss hier mit deutlich ge-

ringeren Erträgen gerechnet werden. In einer Schweizer Studie, die sich dem Vergleich von Stall- und Weidefütterung widmete, konnte bei Kurzrasenweidenutzung ein Jahresertrag von 14.200 kg TM/ha erzielt werden (Hofstetter et al., 2014). Dagegen liegen die Erträge beim Kurzrasenweide-System im Ostalpenraum auf einem geringeren Niveau und erreichen z.B. im bayrischen Alpenvorland Erträge von 6.300 bis 11.000 kg TM/ha und Jahr (Steinberger und Spiekers, 2014). Käch et al. (2014) erzielten bei Anwendung des Koppelweidesystems im Durchschnitt eines fünfjährigen Versuches Trockenmasseerträge von 10.000 kg/ha. Dabei gilt es anzumerken, dass dieser Versuch auf einem Gunststandort in der Westschweiz unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft durchgeführt wurde. Als Koppelweidesystem wurde dafür das der Lincoln University aus Neuseeland (LUDF: Lincoln University Dairy Farm) angewendet, welches versucht das Weidefutter in jeder Koppel effizient und mit geringen Verlusten zu nutzen. Ältere Untersuchungen im Nord-Osten der USA ermittelten bei Koppelweide einen Jahresertrag von 6.950 bis 8.250 kg TM/ha, auf einer *Poa pratensis* dominierten Fläche (Kanneganti und Kaffka, 1995).

Im internationalen Vergleich zeigten sich nur geringe Unterschiede in den beiden Systemen Koppel- und Kurzrasenweide. Ob sich diese Feststellungen auch auf das Klimagebiet der Ost-Alpen übertragen lassen, wurde in einem Versuch am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein von 2014-2016 untersucht.

## Material und Methoden

Der biologisch bewirtschaftete Versuchsbetrieb des Bio-Instituts der HBLFA Raumberg-Gumpenstein befindet sich in der politischen Gemeinde Stainach-Pürgg (Ortsteil Trautenfels) im steirischen Ennstal. Der Dauergrünlandbetrieb (Breite 47° 31' 03" N und Länge 14° 04' 27") verfügt über 37,3 ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Der inneralpine Versuchsstandort des Bio-Institutes in Trautenfels liegt auf einer Seehöhe von 680 m (Hofstelle). Im langjährigen Mittel von 1981-2010, wurden an der 3 km Luftlinie entfernten Wettermessstation der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Irnding, eine Jahresdurchschnittstemperatur von 6,9 °C sowie eine jährliche Niederschlagsmenge von 1.142 mm gemessen.

Während der Versuchsperiode von 2014 bis 2016 konnte eine um durchschnittlich 2,5 °C wärmere Jahresdurchschnittstemperatur gemessen werden (Tabelle 1). Die mittlere Niederschlagssumme lag mit 1.011 mm/Jahr etwas unter dem langjährigen Mittel.

Tabelle 1: Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlagsmenge für den Zeitraum 2007-2016 am Standort der Wetterstation in Irnding/Gumpenstein (Quelle ZAMG)

Jahr	Temperatur	Niederschlag	Vegetationsbeginn	Vegetationsende	Vegetationsdauer
2014	9,7	982	07.03.	28.11.	266
2015	9,3	963	16.03.	23.11.	252
2016	9,1	1.088	26.03.	01.11.	220

## Versuchsdesign

Für den Versuch Bio-Weidesysteme standen drei als Kurzrasenweide genutzte Teilflächen des Bio-Instituts zur. Dabei handelte es sich um das Beifeld (Versuchskoordinaten Breite 47° 31' 01" N und Länge 14° 04' 34" E), das bereits oben beschriebene Stallfeld (Versuchskoordinaten Breite 47° 30' 60" N und Länge 14° 04' 20" E) und das Querfeld (Versuchskoordinaten Breite 47° 30' 55" N und Länge 14° 4' 19" E). Vor Versuchsbeginn wurden das Beifeld und das Stallfeld (mit Ausnahme des Teilbereiches für den Versuch Bio-Mähweide) als Dauerweide (in Form von Kurzrasenbeweidung) genutzt. Über einen Zeitraum von 10 Jahren wurden auf diesen beiden Flächen jährlich durchschnittlich 10 kg/ha und Jahr -Grassaatgut (hauptsächlich Sorten von *Lolium perenne* und *Poa pratensis*)

nachgesät. Das Querfeld wurde vor Versuchsbeginn in erster Linie als Schnittwiese genutzt, welche nach dem zweiten Aufwuchs meist für die Beweidung herangezogen wurde. Auf dieser Fläche erfolgten in den 10 Jahren davor lediglich zwei Nachsaaten mit jeweils 10 kg/ha und Jahr (übliche Nachsaatmischungen für Vielschnittwiesen).

Dieser Versuch war so aufgebaut, dass jede Fläche in drei gleich große Teilstücke gegliedert wurde. Dabei wurden immer zwei Teile als 4-Schnittwiese und das dritte Teilstück als Kurzrasenweide genutzt (Abbildung 1). Diese in Summe drei Kurzrasenweide-Teilflächen wurden in der Weideperiode von sieben Bio-Milchkühen des Betriebes rotierend bestoßen. Um das abnehmende Graswachstum im Laufe der Vegetationsperiode zu kompensieren, wurde die Fläche für die Weidekühe am Querfeld entsprechend vergrößert.

Auf den Kurzrasenweideflächen waren immer jeweils acht Weidekörbe in zwei Reihen zu je vier Körben positioniert (Abbildung 1). Mit diesen wurde hier das System Kurzrasen- und Koppelweide simuliert und jede der beiden Varianten wurde vierfach wiederholt. Zur Simulation der beiden Weidesysteme wurden zwei unterschiedliche Ernte-Aufwuchshöhen miteinander verglichen. Dabei kam eine niedrige Ziel-Aufwuchshöhe von 7 cm (Simulation Kurzrasenweide KU) und eine Höhe von 10 cm (Simulation Koppelweide KO) zur Anwendung. Zur Festlegung des jeweiligen Erntetermins wurde die Weide-Aufwuchshöhe mit Hilfe eines Meterstabes durchgeführt, wobei die Messung durch den Weidekorb an 10 *Trifolium repens* Pflanzen erfolgte. Wurde im Mittel aller Weidekörbe die jeweilige Zielhöhe der Variante erreicht, erfolgte die Beerntung dieser Weidekörbe. Nach der Beerntung der jeweiligen Variante wurden die Weidekörbe neu positioniert (die Randomisation für jede Fläche wurde im selben Jahr beibehalten). Somit bewegte sich die komplette Versuchsanlage zeitversetzt (unterschiedliche Erntezeitpunkte für KU und KO) auf der jeweiligen Teilfläche in einer Richtung weiter (Abbildung 1). Die Schnittvariante 4S wird in der vorliegenden Darstellung nicht betrachtet.

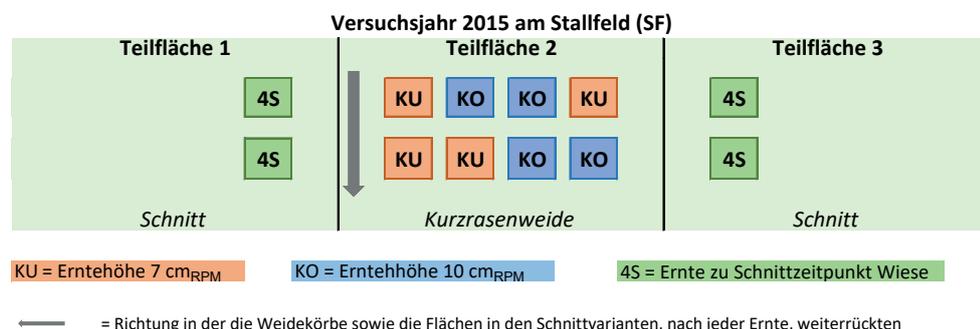


Abbildung 1: Beispiel der Randomisation des Versuches auf der Fläche Stallfeld im Versuchsjahr 2015

## Düngung

Die Düngung aller Versuchsfelder erfolgte für alle Nutzungen nach demselben Schema. In erster Linie erfolgte die Düngung über Gülle, die mit einem 4.000 Liter Güllefasses mittels Prallteller (Möscha-Verteiler) auf jeder Teilfläche ausgebracht wurde (Tabelle 2). Im Herbst wurden alle Teilflächen einheitlich mit der festgesetzten Stickstoffmenge über Kompost gedüngt. Die Weideflächen (Teilfläche Weidenutzung) wurden der Reihe nach im Juni mit verdünnter Gülle (mit Regenwasser im Verhältnis 1:1), entsprechend 20 kg N/ha (in etwa 10 m<sup>3</sup>/ha) gedüngt. Diese Düngung auf den Weideflächen erfolgte in einer Niederschlagsperiode, im Anschluss daran wurde die gedüngte Teilfläche für zumindest 5 Tage nicht beweidet. Vor jedem Ausbringtermin wurde eine Analyse des Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumgehaltes des jeweiligen Wirtschaftsdüngers (Gülle und Mistkompost) im chemischen Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die analysierten Stickstoffgehalte und Einsatzmengen ergaben die festgesetzten Ausbringmengen entsprechend den Versuchsvorgaben und die Werte für Phosphor und Kalium ergaben sich als Folge dieser definierten Stickstoffmenge (Tabelle 2).

Tabelle 2: Ausgebrachte Nährstoffmenge (in kg/ha) für Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) über Gülle bzw. Mistkompost (ausschließlich zum Zeitpunkt Herbst) je Nutzungsform (Schnitt- oder Weidenutzung) auf den Teilflächen pro Versuchsjahr (2014-2016)

Nutzung	Nährstoff	Frühling	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	Herbst	Summe
Weide- nutzung	N	30	0	20	0	20	<b>70</b>
	P	6	0	4	0	18	<b>28</b>
	K	38	0	29	0	51	<b>118</b>

## Pflanzenbestand

Für die Bonitur der Pflanzenbestände wurde die Methode der wahren Deckung (Schechtner, 1958) herangezogen. Bei der wahren Deckung erfolgt für jede Pflanzenart eine Schätzung der von Pflanze bewachsenen Bodenoberfläche. Diese in Flächenprozent, bezogen auf 1 m<sup>2</sup> Bodenoberfläche, erfassten Anteile können dabei in Summe maximal 100 % erreichen. Dabei fließen auch die Lücken (sichtbarer offener Boden) in Prozent ein. Bei der Darstellung und Interpretation der Ergebnisse werden in der vorliegenden Arbeit die Flächenprozent als Einheit % angegeben. Die Beurteilung der Artenzusammensetzung erfolgte einerseits auf Artengruppen- und andererseits auch auf Artenebene. Bei der Artengruppenschätzung wurde neben dem Lückenanteil der Gräser, Leguminosen und der Anteil der übrigen Kräuter erhoben. Dabei wurde zuerst der Anteil an Lücken ermittelt, gefolgt von den Leguminosen und in weiter Folge die Summe der Kräuter. Der Rest auf 100 % ergab somit rechnerisch die Gräser. Bei der Einschätzung der einzelnen Arten wurde wieder nach demselben Prinzip vorgegangen und zuerst jene Arten mit der geringsten Flächendeckung bestimmt. Damit die Konzentration hauptsächlich auf die optische Bewertung des Bestandes gelegt werden konnte, wurde eine mit Formeln versehene Exceldatei angelegt. Die Eintragung der ermittelten Artengruppen bzw. Arten wurde auf einem iPad durchgeführt.

## Ertrag

Zur Beprobung der beiden simulierten Weidevarianten (**KU** und **KO**) wurde der Zeitpunkt der Ernte anhand der definierten Zielaufwuchshöhe (**KU** 7 cm und **KO** 10 cm) bestimmt. Dadurch ergaben sich in jedem Versuchsjahr für Variante **KU** acht und für Variante **KO** sechs Nutzungen. Bevor die Beerntung der 1 m<sup>2</sup> großen Weidekörbe erfolgte, wurde das Futter an der Außenseite der Körbe, wie beim Versuch Bio-Mähweide, mittels Handgartenschere eingekürzt. Nach Abnahme des jeweiligen Weidekorbs erfolgte die Messung der aktuellen Futter-Aufwuchshöhe in den Parzellen mittels Filip's electronic plate meter (RPM). Dieses aus Neuseeland stammende Weide-Aufwuchshöhenmessgerät (Plattendurchmesser = 35,5 cm) gilt als standardisiertes Instrument zur Messung der durchschnittlichen Wuchshöhe auf Weideflächen. Je Parzelle (1 m<sup>2</sup>) wurden 10 Messungen vorgenommen und der am Display abgebildete Mittelwert in Clicks (1 Click = 0,5 cm) als durchschnittliche Bestandeshöhe notiert. Nach dieser Messung erfolgte die eigentliche Ernte mit Hilfe von elektrischen Handscheren. Diese hatten standardmäßig einen Gleitbügel, der eine gleichmäßige Schnitthöhe (theoretische Schnitthöhe von 2,5 cm) sicherstellte. Das Erntegut einer jeden Parzelle wurde mit einem Handrechen schonend zusammengefasst und in einem Kübel gesammelt. Der Frischmasseertrag wurde mit einer Hängewaage erfasst. Daraus wurde eine Mischprobe (500-1.000 g) gezogen und in einen Kunststoff sack gefüllt. Im Anschluss erfolgte die rasche Weiterbearbeitung der frischen Proben (TM-Bestimmung bzw. schonende Trocknung), wie oben bereits beschrieben wurde. Auf den abgeernteten Weideparzellen wurden nochmals mit dem RPM (ebenfalls 10 Einzelmessungen je Parzelle) die reale Schnitthöhe bestimmt. Nach der Ernte erfolgte eine Neupositionierung der Weidekörbe auf einer entsprechend vorgemähten Fläche (mit denselben elektrischen Handscheren wie bei der Ernte, theoretische Schnitthöhe 2,5 cm). Dabei wurde die gesamte Versuchsanlage nach einem definierten Plan um fünf Meter

weiter gerückt (Abbildung 1). Da die beiden Weide- Versuchsvarianten unterschiedliche Ernte-Wuchshöhen und damit Erntezeitpunkte aufwiesen, rückten die Weidekörbe der Versuchsanlage zeitversetzt weiter. Zu jedem Erntetermin einer Weidevariante wurden jedoch immer alle drei Versuchsflächen (Beifeld, Querfeld und Stallfed) am selben Tag geerntet und beprobt.

### **Trockenmassezuwachs**

Für die Berechnung der Trockenmasse-Zuwächse wurden alle Trockenmasse-Erträge aller Termine einer jeden Variante und für jedes Versuchsjahr herangezogen. In einem ersten Schritt wurde nach Schaumberger (2011) für das jeweilige Jahr das Datum des Vegetationsbeginns und -endes berechnet. Im Vegetationsverlauf wurden ab Vegetationsbeginn, in einem Abstand von jeweils 28 Tagen, regelmäßige Zwischentermine gesetzt und für diese Termine der aktuelle tägliche Trockenmasse-Zuwachs (in kg TM/ha) für alle Versuchsvarianten errechnet. Dazu wurden die Trockenmasse-Zuwachskurven aus den Ernteerträgen zwischen den jeweiligen Ernteterminen der Versuchsvarianten berechnet und auf die einheitlichen Zwischentermine umgelegt. Zusätzlich wurden auch die gemessenen Niederschlagsmengen zwischen den Terminen aufsummiert.

### **Weidefutterinhaltsstoffe**

Die Bestimmung der Futterinhaltsstoffe erfolgte im Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Wie bereits vorhin beschrieben wurde das frische Material der Parzellen in Kunststoffsäcke gegeben und dieses Material (500-1.000 g FM) gelangte innerhalb weniger Stunden nach der Ernte in die Trocknungsanlage des Labors, wo das frische Futter über 48 Stunden bei 45 °C schonend getrocknet wurde. Die Analysen der Inhaltsstoffe erfolgten nach den Methoden der ALVA (1983). Aus dem gemahlten Futter wurden die Rohnährstoffe mittels Weender Analyse (TM, XA, OM, XP, XL, XF und XX) und die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF und ADL) nach Van Soest (1994) mittels Tecator-Geräten analysiert. Für die Bestimmung der Mineralstoffe (P, K, Ca, Mg und Na) und Spurenelemente (Cu, Mn, Zn und Fe) wurde die Rohasche mittels Säurebehandlung aufgeschlossen und am ICP (Inductively Coupled Plasma) bestimmt. In Folge der Ergebnisse von Schneider und Bellof (2009) erfolgte die Energiebewertung der Weidefutterproben mit Hilfe der GfE-Gleichungen (GfE, 1998). Da für die Energieberechnung zwei unterschiedliche Formeln angegeben wurden, wurden für das Weidefutter bei den ersten beiden Aufwüchsen die Formel 1. Aufwuchs ( $14,06 - 0,0137 * XF + 0,00483 * XP - 0,0098 * XA$ ) und ab dem 3. Weideaufwuchs die Formel Folgeaufwüchse ( $12,47 - 0,00686 * XF + 0,00388 * XP - 0,02335 * XA$ ) herangezogen. Damit für alle ausgewerteten Futterproben dieselbe Berechnungsgrundlage verwendet wurde, erfolgte auch die Energiebewertung der Futterproben aus den Schnittparzellen mit Hilfe der GfE-Gleichungen (GfE, 1998).

### **Statistik**

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 als lineares gemischtes Modell (Proc Mixed). Die Testung der Daten auf Normalverteilung und Varianzhomogenität erfolgt als graphischer Output (ODS Graphics) eines Allgemeinen Linearen Modells (Proc GLM). Für diesen Test wurden die Residuen herangezogen, die eine Normalverteilung sowie Varianzhomogenität der Daten bestätigten. Bei der Auswertung der Daten waren die Variante bzw. der Termin, der Standort das Versuchsjahr und die Wechselwirkungen die fixen Effekte. Die Versuchsspalte und die Versuchszeile sowie deren Wechselwirkung wurden als zufällige Effekte (random) angenommen.

Das Signifikanzniveau wurde mit  $p < 0,05$  gewählt. Bei der Darstellung der Ergebnisse werden die Least Square Means (LS Means) sowie der Standardfehler (SEM) und die Residualstandardabweichung (se) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LS Means erfolgte mittels Tukey-Tests. Die Kennzeichnung signifikanter Unterschiede erfolgt mit unterschiedlichen Buchstaben (a b c bzw. A B C).

Tabelle 3: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Kurzrasenweide-Variante (KU) zu den acht Ernteterminen, den drei Versuchsstandorten und den drei Erhebungsjahren sowie statistische Kennzahlen (alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	Termin (T)								S <sub>e</sub>	p-Wert				
	1	2	3	4	5	6	7	8		T	S	J	T x J	T x S
Lücken	1,5 <sup>a</sup>	1,5 <sup>a</sup>	1,0 <sup>abc</sup>	0,7 <sup>abc</sup>	0,2 <sup>c</sup>	0,4 <sup>bc</sup>	0,4 <sup>bc</sup>	1,2 <sup>ab</sup>	1,38	<0,001	<0,001	0,064	<0,001	0,001
	SEM 0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27						
Leguminosen	10,5 <sup>d</sup>	11,6 <sup>cd</sup>	17,0 <sup>a</sup>	16,8 <sup>ab</sup>	16,4 <sup>abc</sup>	9,4 <sup>d</sup>	8,7 <sup>d</sup>	12,0 <sup>bcd</sup>	6,76	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001
	SEM 1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13						
Kräuter	11,9 <sup>ab</sup>	7,6 <sup>b</sup>	8,1 <sup>b</sup>	9,1 <sup>b</sup>	8,7 <sup>b</sup>	14,4 <sup>a</sup>	9,3 <sup>b</sup>	11,7 <sup>ab</sup>	6,50	<0,001	0,342	0,021	0,001	0,001
	SEM 1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16						
Gräser	76,0 <sup>ab</sup>	79,2 <sup>ab</sup>	73,9 <sup>b</sup>	73,3 <sup>b</sup>	74,6 <sup>b</sup>	75,7 <sup>ab</sup>	81,5 <sup>a</sup>	75,0 <sup>ab</sup>	9,18	0,002	0,001	0,001	<0,001	0,001
	SEM 1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54						
<i>Lolium perenne</i>	33,2 <sup>d</sup>	39,7 <sup>bc</sup>	37,8 <sup>cd</sup>	40,1 <sup>abc</sup>	37,7 <sup>cd</sup>	37,8 <sup>cd</sup>	44,8 <sup>a</sup>	44,1 <sup>ab</sup>	7,11	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM 1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20						
<i>Poa trivialis</i>	10,1 <sup>a</sup>	4,3 <sup>b</sup>	3,0 <sup>bc</sup>	1,8 <sup>cd</sup>	2,1 <sup>cd</sup>	1,1 <sup>cd</sup>	1,7 <sup>cd</sup>	0,7 <sup>d</sup>	2,98	<0,001	<0,001	0,257	<0,001	<0,001
	SEM 0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50						
<i>Poa supina</i>	4,6 <sup>ab</sup>	3,9 <sup>b</sup>	4,5 <sup>ab</sup>	5,4 <sup>ab</sup>	6,0 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	4,2 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>b</sup>	2,62	0,001	0,783	0,027	0,002	<0,001
	SEM 0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44						
<i>Poa pratensis</i>	15,0 <sup>b</sup>	16,6 <sup>ab</sup>	16,0 <sup>ab</sup>	16,5 <sup>ab</sup>	17,5 <sup>ab</sup>	16,0 <sup>ab</sup>	18,6 <sup>a</sup>	17,4 <sup>ab</sup>	4,45	0,033	<0,001	<0,001	0,001	0,001
	SEM 0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95						
Sonstige Gräser	13,5 <sup>ab</sup>	14,9 <sup>a</sup>	12,7 <sup>abc</sup>	9,5 <sup>cd</sup>	10,4 <sup>bcd</sup>	14,8 <sup>a</sup>	12,2 <sup>abcd</sup>	8,9 <sup>d</sup>	4,69	<0,001	0,012	<0,001	0,028	0,002
	SEM 1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32						

Abkürzungen:

Termin 1: 22. April, Termin 2: 15. Mai, Termin 3: 10. Juni, Termin 4: 30. Juni, Termin 5: 23. Juli, Termin 6: 16. August, Termin 7: 12. September, Termin 8: 26. Oktober

p-Wert: Signifikanzwert; SEM: Standardfehler, see Residualstandardabweichung; abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante, des Standortes bzw. der Jahre

Tabelle 4: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Koppelweide-Variante (KO) zu den sechs Ernteterminen, den drei Versuchsstandorten und den drei Erhebungsjahren sowie statistische Kennzahlen (alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	Termin (T)						s <sub>e</sub>	p-Wert				
	1	2	3	4	5	6		T	S	J	T x J	T x S
Lücken	1,1	0,6	0,3	0,0	0,8	0,3	2,02	0,180	0,188	0,688	0,106	0,295
SEM	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34						
Leguminosen	9,4	13,6 <sup>bc</sup>	16,7 <sup>abc</sup>	14,3 <sup>a</sup>	13,0 <sup>abc</sup>	9,1 <sup>c</sup>	7,55	<0,001	0,010	0,027	<0,001	0,411
SEM	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33						
Kräuter	7,1	9,0 <sup>c</sup>	8,5 <sup>bc</sup>	8,9 <sup>bc</sup>	12,1 <sup>a</sup>	11,4 <sup>ab</sup>	4,51	<0,001	0,066	0,008	<0,001	0,010
SEM	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89						
Gräser	82,5	76,8 <sup>a</sup>	74,5 <sup>ab</sup>	76,9 <sup>ab</sup>	74,1 <sup>b</sup>	79,3 <sup>ab</sup>	8,36	0,001	0,002	0,017	0,002	0,066
SEM	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47						
<i>Lolium perenne</i>	34,1	41,2 <sup>b</sup>	39,4 <sup>a</sup>	39,0 <sup>a</sup>	39,2 <sup>a</sup>	43,6 <sup>a</sup>	7,15	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
SEM	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40						
<i>Poa trivialis</i>	13,4	4,3 <sup>a</sup>	3,1 <sup>b</sup>	1,3 <sup>cd</sup>	1,7 <sup>cd</sup>	0,6 <sup>d</sup>	2,99	<0,001	<0,001	0,007	<0,001	<0,001
SEM	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50						
<i>Poa supina</i>	4,9	4,3 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>b</sup>	4,5 <sup>ab</sup>	4,3 <sup>ab</sup>	5,7 <sup>a</sup>	2,27	0,031	0,770	<0,001	<0,001	<0,001
SEM	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39						
<i>Poa pratensis</i>	17,7	15,5 <sup>a</sup>	15,8 <sup>b</sup>	17,9 <sup>a</sup>	16,7 <sup>ab</sup>	17,6 <sup>a</sup>	3,95	0,035	<0,001	<0,001	<0,001	0,009
SEM	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79						
Sonstige Gräser	12,4	11,6	12,3	14,2	12,3	11,8	4,72	0,247	0,007	<0,001	0,007	0,026
SEM	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87						

Abkürzungen:

Termin 1: 30. April, Termin 2: 30. Mai, Termin 3: 28. Juni, Termin 4: 27. Juli, Termin 5: 29. August, Termin 6: 26. Oktober

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, se: Residualstandardabweichung, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante, des Standortes bzw. der Jahre

## Ergebnisse

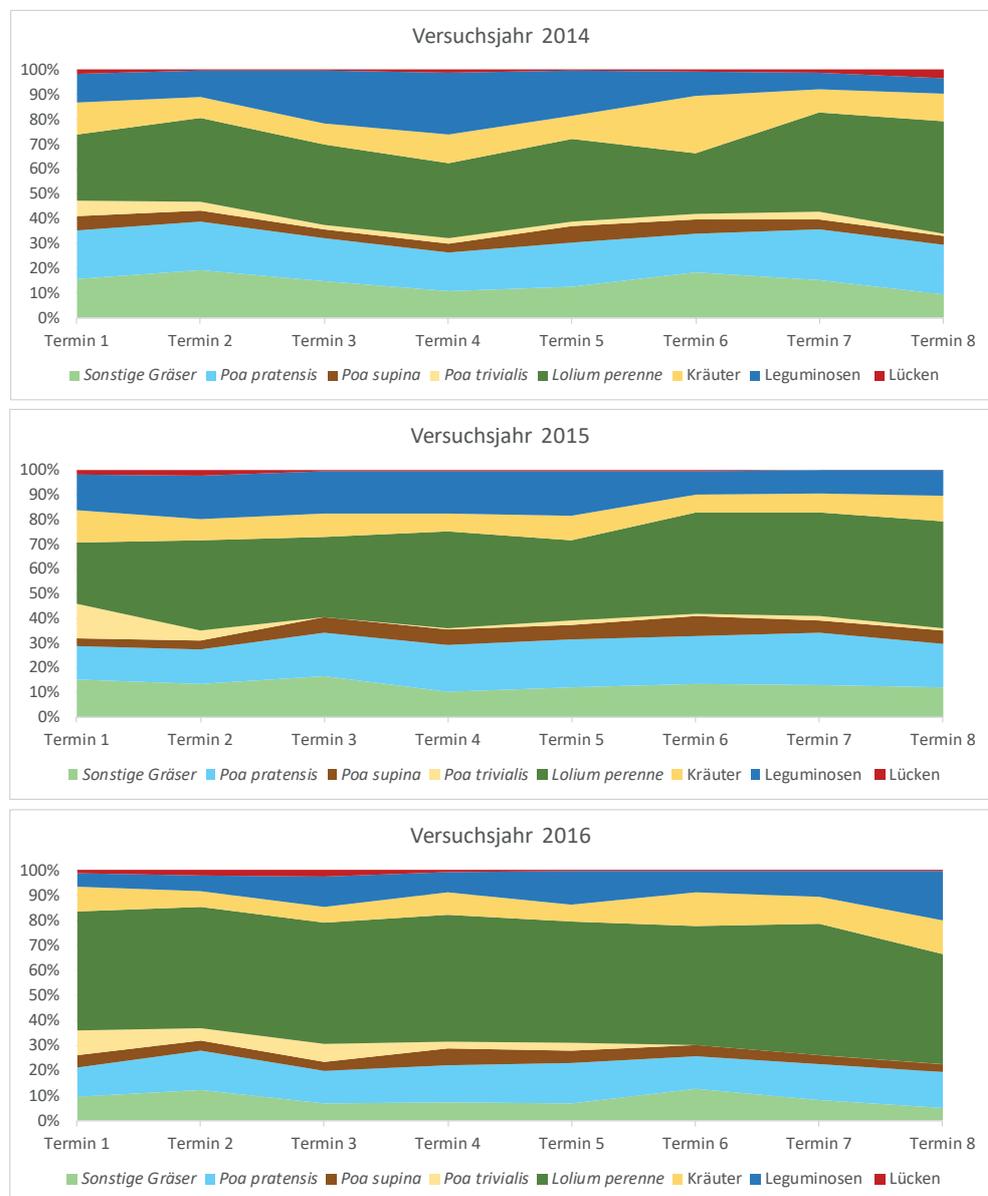
Aus der umfangreichen Untersuchung werden in den Ergebnissen die Entwicklung der Pflanzenbestände, die Trockenmassezuwächse, die Mengen- und Qualitätserträge sowie die Futterinhaltsstoffe der beiden getesteten Varianten KU und KO dargestellt.

### Pflanzenbestand

Folgend werden ausgewählte Ergebnisse zu den Termineffekten (Vegetationsverlaufseffekte) getrennt für die Weidevarianten (KU und KO) dargestellt. Es zeigten sich hinsichtlich Pflanzenbestand signifikante Termineffekte, wobei bei der Interpretation aber auch die teilweise signifikanten Wechselwirkungen mit den anderen Versuchsfaktoren zu beachten sind (Tabelle 3 und Tabelle 4).

Zwischen den Nutzungsterminen traten für jede Grasart bzw. die Artengruppen sowohl in Variante KU als auch in Variante KO signifikante Unterschiede auf. In beiden Weidenutzungen trat ausschließlich die Leguminose *Trifolium repens* auf. Dessen Flächenanteile

Abbildung 2: Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Kurzrasenweide-Variante (KU) zu den acht Erhebungsterminen in den drei Erhebungsjahre 2014, 2015 und 2016 (Wechselwirkung T x J; alle Werte in Flächenprozent, Termin 1: 22. April, Termin 2: 15. Mai, Termin 3: 10. Juni, Termin 4: 30. Juni, Termin 5: 23. Juli, Termin 6: 16. August, Termin 7: 12. September, Termin 8: 26. Oktober)



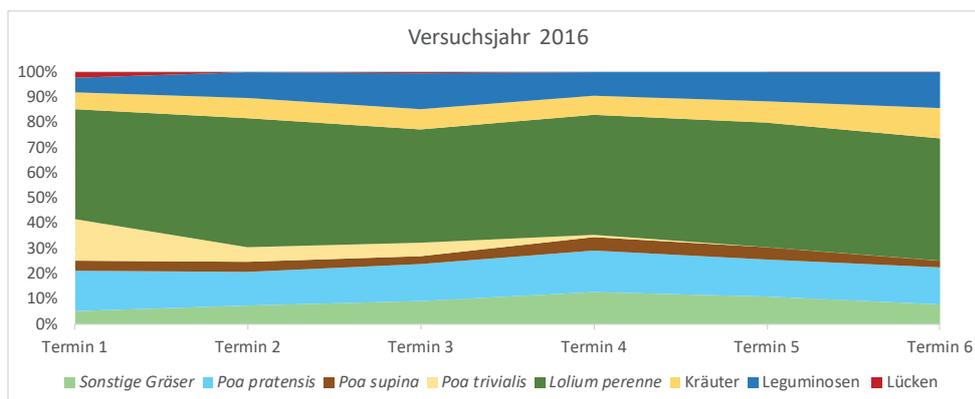
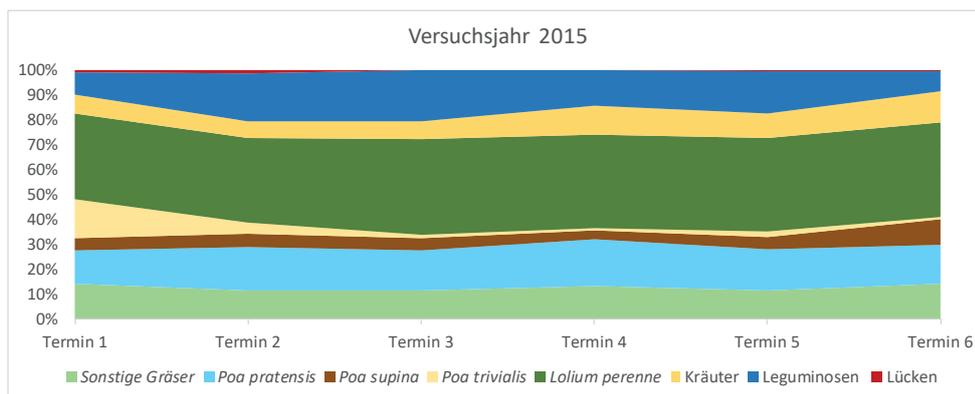
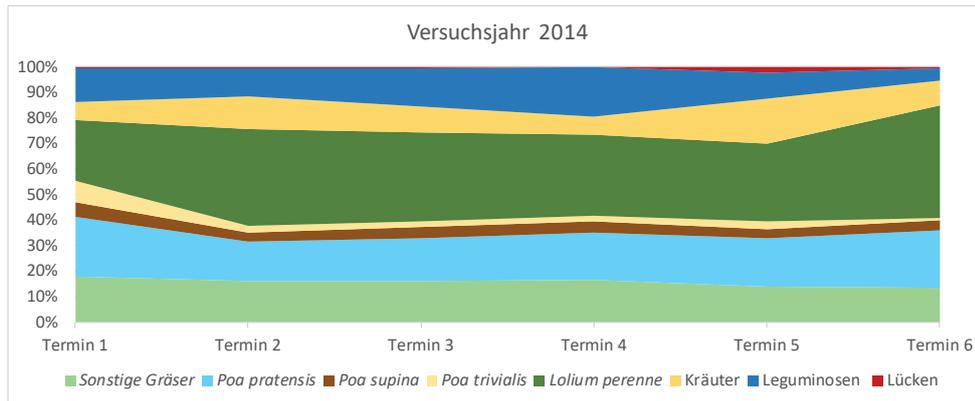


Abbildung 3: Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Koppelweide-Variante (KO) zu den sechs Erhebungsterminen in den drei Erhebungsjahre 2014, 2015 und 2016 (Wechselwirkung T x J; alle Werte; in Flächenprozent, Termin 1: 30. April, Termin 2: 30. Mai, Termin 3: 28. Juni, Termin 4: 27. Juli, Termin 5: 29. August, Termin 6: 26. Oktober)

schwankten über das Jahr bei Variante KU zwischen 8,7 und 17,0 und bei Variante KO zwischen 9,1 und 16,7 % (Tabelle 3 und Tabelle 4). Sowohl in Variante KU als auch in Variante KO war die Grasart *Lolium perenne* am stärksten vertreten. Ihre Flächenanteile schwankten zwischen 33,2 und 44,8 % in Variante KU sowie zwischen 34,1 und 43,6 % in Variante KO. *Poa pratensis*, als zweite für den Standort wichtige Grasart, erreichte in etwa halb so hohe Flächenanteile (KU 15,0 bis 18,6 Flächen- & KO 15,5 bis 17,9 %) wie *Lolium perenne*. Die beiden im Wirtschaftsgrünland eher unerwünschten Grasarten *Poa trivialis* und *Poa supina* erreichten in beiden Nutzungsvarianten KU und KO generell niedrige Flächenanteile. Obwohl signifikante Unterschiede beobachtet wurden, fielen diese in geringen numerischen Flächenanteilen aus.

Die Entwicklung der Bestände während des Versuchszeitraumes verlief in den Weidevarianten KU und KO ähnlich (Abbildung 2 und Abbildung 3). Über die Jahre konnte eine leichte Abnahme des Flächenanteils an Kräutern festgestellt werden, wovon in erster Linie die Artengruppe der Gräser profitierte. Innerhalb dieser Artengruppe war es besonders *Lolium perenne*, das gerade im letzten Versuchsjahr 2016 signifikant höhere

Anteile im Mittel des Jahres einnahm (Tabelle 3 und Tabelle 4). Diese Entwicklung war in beiden Weidevarianten so gut wie ident (KU 48,4 Flächen % und KO 47,7 %). Markant ist ebenso die Entwicklung von *Poa trivialis*, vor allem im zweiten und dritten Versuchsjahr (Abbildung 2 und Abbildung 3). In beiden Varianten lag der Flächenanteil zum ersten Erhebungstermin noch bei 10-15 % und ging bereits beim zweiten Termin deutlich zurück. Im weiteren Vegetationsverlauf erreichte *Poa trivialis*, sowohl in Variante KU als auch in Variante KO, vernachlässigbare Flächenanteile.

Tabelle 5: Tägliche Trockenmassezuwächse der beiden Weidenutzungsvarianten, den drei Standorten, den drei Versuchsjahren und zu den ermittelten Terminen in der Vegetationsperiode sowie statistische Kennzahlen

Parameter	Einheit	Variante (V)		Standort (S)			Jahr (J)			s <sub>e</sub>
		KU	KO	BF	QF	SF	2014	2015	2016	
Trockenmassezuwachs	kg TM/ha und Tag	49,2	49,3	49,5 <sup>b</sup>	44,3 <sup>c</sup>	53,8 <sup>a</sup>	53,1 <sup>a</sup>	45,8 <sup>b</sup>	48,8 <sup>b</sup>	12,4
SEM		1,51	1,53	1,61	1,61	1,61	1,61	1,64	1,63	

p-Wert						
V	S	J	T	V x J	V x S	V x T
0,914	<0,001	<0,001	<0,001	0,211	0,652	0,050

Parameter	Einheit	Termin (T)						
		1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs	kg TM/ha und Tag	47,8 <sup>b</sup>	48,0 <sup>b</sup>	59,2 <sup>a</sup>	57,7 <sup>a</sup>	59,8 <sup>a</sup>	47,2 <sup>b</sup>	25,0 <sup>c</sup>
SEM		1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95

Abkürzungen:

Varianten: KU (Kurzrasenweide) und KO (Koppelweide); Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

Termin: 1 (13.04.), 2 (11.05.), 3 (08.06.), 4 (06.07.), 5 (03.08.), 6 (31.08.) und 7 (28.09.)

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, se: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante, des Standortes, der Jahre bzw. der Termine

## Trockenmassezuwachs

Zwischen den beiden Weidenutzungsformen (KU und KO) konnte bei den durchschnittlichen Trockenmassezuwachsrate (TM-Zuwachs) kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Tabelle 5). Auch die numerischen Werte waren mit 49,2 (KU) und 49,3 (KO) kg TM/ha und Tag so gut wie ident. Signifikante Unterschiede zeigten sich hingegen für die Versuchsflächen sowie die Versuchsjahre. Das Stallfeld erreichte mit 53,8 kg TM/ha und Tag die höchsten TM-Zuwächse. Mit 53,1 kg TM/ha und Tag wurden im ertragsstarken ersten Versuchsjahr (2014) auch die höchsten Zuwachsrate gemessen. Im Vegetationsverlauf zeigten sich die höchsten täglichen TM-Zuwächse von Anfang Juni

Abbildung 4: Trockenmassezuwachs-Kurven (TM-Zuwachs; Vegetationsbeginn 16.03. und Vegetationsende 17.11.) der beiden Varianten (KU und KO) sowie die Niederschlagssummen von einem zum nächsten Termin (Niederschlagssumme beim ersten Termin im März sind die aufsummierten Niederschläge ab 1. Jänner)

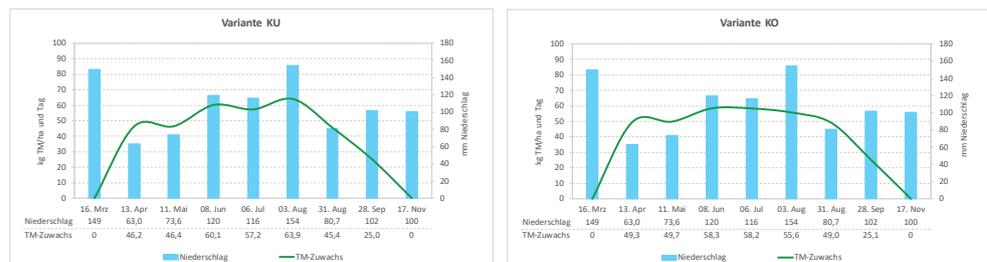




Abbildung 5: Trockenmassezuwachs-Kurven (TM-Zuwachs) der beiden Weidevarianten KU (links) und KO (rechts) in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) sowie die Niederschlagssummen von einem zum nächsten Termin (Niederschlagssumme beim ersten Termin zu Vegetationsbeginn sind die aufsummierten Niederschläge ab 1. Jänner)

bis Anfang August. Hier wurden, im Mittel beider Weidenutzungen, TM-Zuwächse von 57,7 bis 95,8 kg TM/ha und Tag erreicht.

Die im statistischen Modell berücksichtigte Wechselwirkungen zwischen Variante und Termin lag mit einem  $p$ -Wert von 0,05 an der Signifikanz-Grenze (Tabelle 5). Wie auch Abbildung 4 zeigt, traten bei der Kurzrasenweidenutzung (KU) zwischen Anfang Juni und Anfang August stärkere Zuwachsschwankungen als bei der Koppelweidenutzung (KO) auf. Numerisch lag die Variante KU Anfang August, im Mittel aller Versuchsjahre, mit 63,9 kg TM/ha und Tag am höchsten. Zu Vegetationsbeginn und im Frühling wiesen jedoch beide Varianten annähernd idente Werte auf (Abbildung 4). Dies war sowohl bei der simulierten Kurzrasenweide KU als auch bei der simulierten Koppelweide KO beobachtbar.

Wie Abbildung 5 zeigt, bestanden zwischen den Versuchsjahren deutliche Unterschiede in der Niederschlagsverteilung. Die Trockenmassezuwachs-Kurven beider Weidevarianten zeigten eine deutliche Reaktion auf die Niederschläge, wobei für die Variante KU raschere und stärkere Reaktionen auf die Niederschlagsmengen als in Variante KO erkennbar sind. Die Zuwächse der Variante KU lagen beispielsweise im Jahr 2014 Anfang Juni noch bei 63,0, sanken Anfang Juli auf 48,4 ab und stiegen danach wieder auf 67,1 kg TM/ha und Tag an. Im selben Zeitraum konnte in Variante KO ein deutlich gleichmäßigeres Wachstum festgestellt werden, die TM-Zuwächse lagen bei 53,6 (Anfang Juni), 57,4 (Anfang Juli) und danach bei 58,5 kg TM/ha und Tag. Auch der jährliche Vergleich der Trockenmassezuwachs-Kurven innerhalb der Varianten weist auf konstantere Wachstumsbedingungen bei Koppelweide (KO) hin.

## Mengen- und Qualitätsertrag

Die mit dem Filip's electronic plate meter (RPM) erhobenen Erte-Aufwuchshöhen (Angabe in  $\text{cm}_{\text{RPM}}$ ) zeigten die durch die Versuchsvorgaben zu erwartenden und signifikanten Variantenunterschiede (Tabelle 6). Das durch die Platte komprimierte Futter wies in Variante KU eine Aufwuchshöhe von 7,6  $\text{cm}_{\text{RPM}}$  und KO von 10,0  $\text{cm}_{\text{RPM}}$

Table 6: Trockenmasse- und Qualitätserträge, sowie durchschnittliche Rohprotein- und Energiegehalte für die zwei Weidenutzungen (KU und KO), die drei Versuchsstandorte und die drei Versuchsjahre mit sowie statistische Kennzahlen (gesamte Erträge und Werte für die Varianten KU und KO bis zum Ende der Vegetationsperiode)

Parameter	Einheit	Variante (V)		Standort (S)				Jahr (J)			s <sub>e</sub>	p-Wert					
		KU	KO	BF	GF	SF	2014	2015	2016	V		S	J	V x S	V x J	S x J	
Trockenmasseertrag SEM	kg TM/ha	10,281	10,494	10,514 <sup>b</sup>	9,297 <sup>c</sup>	11,351 <sup>a</sup>	11,556 <sup>a</sup>	9,704 <sup>b</sup>	9,902 <sup>b</sup>	1,096	0,415	<0,001	<0,001	0,931	0,431	0,001	
		250	250	281	281	281	281	281	281	281	0,048	<0,001	0,017	0,871	0,318	<0,001	
Rohprotein-ertrag SEM	kg/ha	2,160	2,038	2,159 <sup>b</sup>	1,727 <sup>c</sup>	2,412 <sup>a</sup>	2,218 <sup>a</sup>	2,076 <sup>ab</sup>	2,003 <sup>b</sup>	256	0,048	<0,001	0,017	0,871	0,318	<0,001	
		48,4	48,4	57,0	57,0	57,0	57,0	57,0	57,0	57,0	<0,001	<0,001	<0,001	0,188	0,053	<0,001	
Rohprotein-gehalt SEM	kg TM/ha	210	194	205 <sup>b</sup>	187 <sup>c</sup>	213 <sup>a</sup>	189 <sup>c</sup>	214 <sup>a</sup>	202 <sup>b</sup>	6,63	<0,001	<0,001	<0,001	0,188	0,053	<0,001	
		1,10	1,10	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	<0,001	<0,001	<0,001	0,931	0,378	<0,001	
Energieertrag SEM	MJ NEL/ha	67,331	67,826	68,390 <sup>b</sup>	60,138 <sup>c</sup>	74,209 <sup>a</sup>	74,334 <sup>a</sup>	63,291 <sup>b</sup>	65,111 <sup>b</sup>	6,875	0,762	<0,001	<0,001	0,931	0,378	<0,001	
		1,472	1,472	1,679	1,679	1,679	1,679	1,679	1,679	1,679	<0,001	0,001	<0,001	0,062	0,003	0,022	
Energiegehalt SEM	MJ NEL/kg TM	6,55	6,45	6,49 <sup>b</sup>	6,48 <sup>b</sup>	6,52 <sup>a</sup>	6,40 <sup>c</sup>	6,54 <sup>b</sup>	6,56 <sup>a</sup>	0,01	<0,001	0,001	<0,001	0,062	0,003	0,022	
		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	0,049	0,005	0,003	
Wuchshöhe SEM	cm <sub>RPM</sub>	7,57	10,0	9,06 <sup>a</sup>	7,99 <sup>b</sup>	9,31 <sup>a</sup>	9,76 <sup>a</sup>	8,13 <sup>b</sup>	8,47 <sup>b</sup>	0,65	<0,001	<0,001	<0,001	0,049	0,005	0,003	
		0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	<0,001	<0,001	<0,001	0,049	0,005	0,003	
Futterdichte SEM	kg TM/h u. cm <sub>RPM</sub>	337	317	311 <sup>b</sup>	338 <sup>a</sup>	331 <sup>a</sup>	334	320	326	29,1	0,008	0,007	0,299	0,446	0,716	0,500	
		5,95	5,98	6,83	6,81	6,81	6,81	6,81	6,83	6,81	0,008	0,007	0,299	0,446	0,716	0,500	

Abkürzungen:

Varianten: KU (Kurzrasenweide) und KO (Koppelweide); Standort: BF (Beifeld), GF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

cm<sub>RPM</sub>: Messung mittels Pasture Plate Meter (RPM)

p-Wert: Signifikanzwert; SEM: Standardfehler; se: Residualstandardabweichung; abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante, des Standortes bzw. der Jahre

auf. Auch zwischen den Standorten zeigten sich unterschiedliche Ernte-Aufwuchshöhen. Das Querfeld (QF) lag im Mittel aller Varianten, Jahre und Erntetermine mit 8,0 cmRPM signifikant tiefer als das Beifeld und das Stallfeld. Die Wuchshöhen innerhalb der Varianten variierten etwas zwischen den Jahren, es wurden jedoch die bei der Versuchsplanung angestrebten Differenzen zwischen den Varianten eingehalten.

Die TM-Jahreserträge der beiden Weidenutzungsvarianten **KU** (10.281 kg TM/ha) und **KO** (10.494 kg TM/ha) lagen auf vergleichbarem Niveau und unterschieden sich nicht signifikant. Signifikante Unterschiede ergaben sich hingegen zwischen den Versuchsstandorten und den Versuchsjahren und es zeigte sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen den Versuchsfaktoren Standort und Jahr (Tabelle 6).

Die Rohproteinерträge lagen in Variante **KU** mit 2.160 kg/ha signifikant höher als in Variante **KO** mit 2.038 kg/ha (Tabelle 6). Vergleichbar zum TM-Ertrag zeigten sich auch im Energieertrag zwischen den Weidevarianten keine Differenzen. Die geringere Energiekonzentration in **KO** im Vergleich zu **KU** wurde durch den numerisch höheren TM-Ertrag in **KO** kompensiert.

Für beide Weidevarianten (**KU** und **KO**) zeigten sich zwischen den jeweiligen Versuchsjahren signifikante Ertragsunterschiede (Tabelle 6). So erreichten beide Varianten im ersten Versuchsjahr 2014, mit über 11.000 kg TM/ha, die numerisch höchsten Gesamterträge. 2015 und 2016 lagen diese unter 10.000 kg/TM ha (Abbildung 6). Im ertragsstarken Versuchsjahr 2014 wurden demgegenüber in beiden Weidevarianten numerisch niedrigere Rohprotein- und Energiegehalte festgestellt.

## Futterinhaltsstoffe

Die in das statistische Modell aufgenommenen Versuchsfaktoren Termin, Standort und Jahr zeigten, bis auf wenige Ausnahmen, in der Versuchsvariante **KU** signifikante Effekte auf die angeführten Parameter. Hierbei muss aber berücksichtigt werden, dass auch die Wechselwirkung von Termin x Jahr für alle getesteten Parameter signifikant war (Tabelle 7).

In den Versuchsjahren 2014 und 2016 schwankte der XP-Gehalt zwischen den Beprobungsterminen deutlich, wobei über alle Jahre hinweg ein steter Anstieg im Vegetationsverlauf erkennbar war. Im Versuchsjahr 2014 erreichte die Variante **KU** im Frühling (Termin 1) mit 155 g/kg TM den niedrigsten XP-Gehalt und zum 5. Termin im Juli wurde mit 219 g/kg TM der signifikant höchste XP-Gehalt ermittelt. Im Versuchsjahr 2015 wurde demgegenüber ein anderer Verlauf festgestellt, hier zeigte sich vom Frühling bis Ende August (Termin 7) ein nahezu linearer Anstieg, bevor der XP-Gehalt zum letzten Beprobungstermin im Oktober von 273 g/kg TM (Termin 7) auf 221 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 8) signifikant abfiel. 2016 wurde während der Vegetationsperiode ein signifikanter Anstieg des XP-Gehaltes von Termin 1 (211 g/kg TM) bis Termin 8 (242 g/kg TM) festgestellt. In diesem Jahr lagen die XP-Gehalte Mitte Mai sowie während des Sommers unter 20 %.

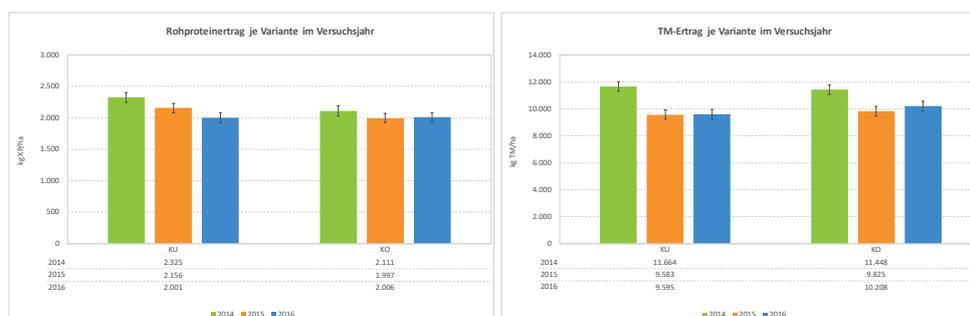


Abbildung 6: Trockenmasse- (links) und Rohproteinерtrag (rechts) der zwei Weidenutzungen (**KU** und **KO**) in den drei Versuchsjahren (2014-2016, Wechselwirkung V x J, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM)

Tabelle 7: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Kurzrasenweide-Variante KU während der Vegetationsperiode (Termin), für die drei Versuchsstandorte sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

Parameter	Einheit	Termin (T)								s <sub>e</sub>	p-Wert			
		1	2	3	4	5	6	7	8		T	S	J	T x J
Wuchshöhe SEM	cm	9,0 <sup>a</sup>	8,5 <sup>ab</sup>	8,4 <sup>ab</sup>	7,4 <sup>bc</sup>	7,4 <sup>bc</sup>	8,1 <sup>ab</sup>	6,5 <sup>c</sup>	5,3 <sup>d</sup>	1,56	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27					
TM SEM	g/kg FM	199 <sup>ab</sup>	194 <sup>abc</sup>	190 <sup>cde</sup>	182 <sup>e</sup>	185 <sup>de</sup>	192 <sup>bcd</sup>	190 <sup>bcde</sup>	202 <sup>a</sup>	12,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		2,26	2,19	2,18	2,14	2,14	2,16	2,21	2,41					
XA SEM	g/kg TM	94,5 <sup>abc</sup>	96,9 <sup>ab</sup>	98,2 <sup>a</sup>	93,8 <sup>abc</sup>	93,5 <sup>bc</sup>	94,5 <sup>abc</sup>	93,5 <sup>abc</sup>	91 <sup>c</sup>	6,41	0,002	0,716	0,848	<0,001
		1,13	1,10	1,09	1,07	1,07	1,08	1,11	1,22					
OM SEM	g/kg TM	872 <sup>ab</sup>	869 <sup>bc</sup>	866 <sup>c</sup>	869 <sup>bc</sup>	871 <sup>abc</sup>	871 <sup>abc</sup>	871 <sup>ab</sup>	875 <sup>a</sup>	7,01	<0,001	0,025	0,016	<0,001
		1,23	1,20	1,19	1,17	1,17	1,18	1,21	1,33					
XP SEM	g/kg TM	186 <sup>e</sup>	185 <sup>e</sup>	203 <sup>d</sup>	208 <sup>cd</sup>	218 <sup>bc</sup>	215 <sup>bc</sup>	238 <sup>a</sup>	226 <sup>b</sup>	14,3	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		2,63	2,56	2,54	2,50	2,50	2,51	2,58	2,82					
XL SEM	g/kg TM	279 <sup>bcd</sup>	26,9 <sup>d</sup>	28,5 <sup>abc</sup>	28,7 <sup>ab</sup>	29,2 <sup>a</sup>	28,4 <sup>abc</sup>	28,7 <sup>ab</sup>	27,5 <sup>cd</sup>	1,34	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
		0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,26					
XF SEM	g/kg TM	183 <sup>b</sup>	200 <sup>a</sup>	205 <sup>a</sup>	201 <sup>a</sup>	204 <sup>a</sup>	206 <sup>a</sup>	183 <sup>b</sup>	164 <sup>c</sup>	10,0	<0,001	0,949	<0,001	<0,001
		1,77	1,71	1,70	1,67	1,67	1,68	1,72	1,89					
XX SEM	g/kg TM	509 <sup>a</sup>	491 <sup>b</sup>	465 <sup>cd</sup>	468 <sup>c</sup>	455 <sup>d</sup>	456 <sup>d</sup>	456 <sup>d</sup>	492 <sup>b</sup>	15,7	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		3,09	3,01	2,99	2,95	2,95	2,97	3,03	3,28					
NFC SEM	g/kg TM	454 <sup>a</sup>	435 <sup>b</sup>	409 <sup>c</sup>	409 <sup>c</sup>	392 <sup>d</sup>	396 <sup>d</sup>	404 <sup>cd</sup>	447 <sup>ab</sup>	16,6	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		2,91	2,83	2,81	2,76	2,76	2,78	2,85	3,14					
NDF SEM	g/kg TM	387 <sup>bc</sup>	410 <sup>a</sup>	402 <sup>a</sup>	401 <sup>ab</sup>	408 <sup>a</sup>	412 <sup>a</sup>	385 <sup>c</sup>	357 <sup>d</sup>	19,4	<0,001	0,571	<0,001	<0,001
		3,53	3,43	3,41	3,35	3,35	3,37	3,45	3,78					
ADF SEM	g/kg TM	238 <sup>c</sup>	256 <sup>b</sup>	261 <sup>ab</sup>	261 <sup>ab</sup>	267 <sup>a</sup>	267 <sup>a</sup>	235 <sup>c</sup>	209 <sup>d</sup>	12,6	<0,001	0,196	<0,001	<0,001
		2,22	2,16	2,14	2,11	2,11	2,12	2,18	2,39					
ADL SEM	g/kg TM	23,9 <sup>e</sup>	25,4 <sup>de</sup>	31,1 <sup>bc</sup>	32,6 <sup>ab</sup>	34,9 <sup>a</sup>	32,4 <sup>ab</sup>	30,4 <sup>bc</sup>	28,0 <sup>cd</sup>	4,43	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
		0,78	0,76	0,75	0,74	0,74	0,74	0,76	0,84					
ME SEM	MJ ME/kg TM	11,4 <sup>a</sup>	11,2 <sup>b</sup>	10,5 <sup>d</sup>	10,6 <sup>cd</sup>	10,6 <sup>cd</sup>	10,6 <sup>cd</sup>	10,8 <sup>c</sup>	10,7 <sup>cd</sup>	0,36	<0,001	0,001	0,003	<0,001
		0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07					
NEL SEM	MJ NEL/kg TM	7,03 <sup>a</sup>	6,83 <sup>b</sup>	6,29 <sup>f</sup>	6,37 <sup>ef</sup>	6,38 <sup>e</sup>	6,35 <sup>ef</sup>	6,55 <sup>d</sup>	6,65 <sup>c</sup>	0,11	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02					

Abkürzungen: Termin: 1 (22.04), 2 (15.05), 3 (10.06), 4 (30.06), 5 (23.07), 6 (16.08), 7 (12.09) und 8 (26.10.)

p-Wert: Signifikanzwert; SEM: Standardfehler, se: se: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test 'Tukey-Kramer' jeweils innerhalb der Termine bzw. der Jahre

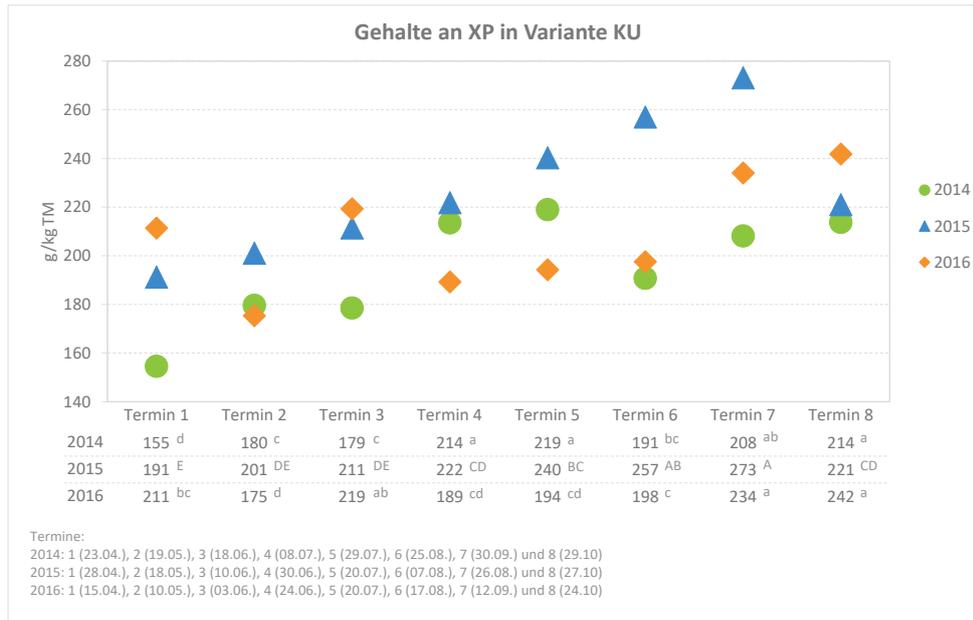


Abbildung 7: Rohprotein-Gehalte der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)

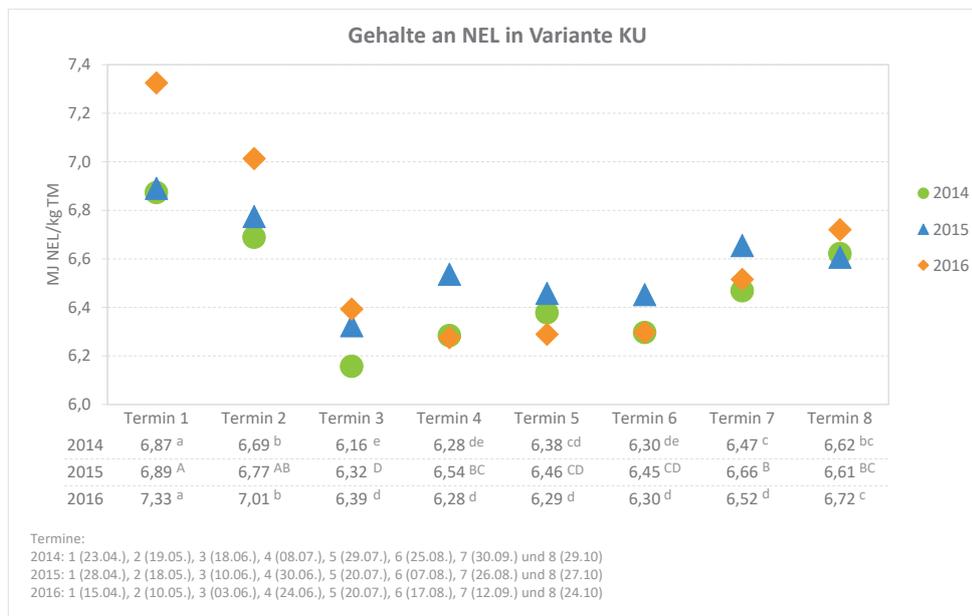


Abbildung 8: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation (errechnet aus den Rohnährstoffen mittels Regression) der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Im Versuchsjahr 2016 wurden im Frühling nach der Regressionsmethode mit 7,33 MJ NEL/kg TM (Termin 1) und 7,01 MJ NEL/kg TM (Termin 2) die in der Versuchszeit höchsten Energie-Gehalte festgestellt. Besonders deutlich zeigte sich ein Rückgang der Energie-Gehalte vom zweiten auf den dritten Termin. Hier muss berücksichtigt werden, dass bei der Errechnung mittels der Regressionsgleichungen (GfE, 1998) zwei unterschiedliche Formeln zur Anwendung kamen. Für den ersten und zweiten Nutzungstermin wurde die Regression für den 1. Aufwuchs herangezogen und ab dem dritten Nutzungstermin die Formel für die Folgeaufwüchse verwendet. In den Sommermonaten (Termin 3-6) bewegten sich die Energie-Gehalte in der Variante KU zwischen 6,16 MJ NEL/kg TM (Termin 3, 2014) und 6,54 MJ NEL/kg TM (Termin 4, 2015). Zum Ende der Vegetationsperiode (Termin 7 und 8) hin stiegen die Energie-Gehalte wieder an und erreichten hier mit 6,72 MJ MJ NEL/kg TM (Termin 8, 2016) den höchsten Wert.

Die Gehalte an Rohprotein in der als Koppelweide (Tabelle 8) genutzten Variante

Tabelle 8: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Koppelweide-Variante KO während der Vegetationsperiode (Termin), für die drei Versuchsstandorte sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

Parameter	Einheit	Termin (T)						s <sub>e</sub>	p-Wert			
		1	2	3	4	5	6		T	S	J	T x J
Wuchshöhe	cm	14,0	9,5	10,1	9,3	9,8	7,2	1,71	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		SEM	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30					
TM	g/kg FM	202	176	204	172	201	199	14,4	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
		SEM	3,83	3,01	2,99	3,04	2,99					
XA	g/kg TM	91,6	98,2	88,5	93,8	96,4	96,2	5,72	<0,001	0,001	0,727	<0,001
		SEM	1,50	1,15	1,14	1,16	1,14					
OM	g/kg TM	875	864	879	867	870	870	6,46	<0,001	<0,001	0,502	<0,001
		SEM	1,75	1,38	1,37	1,39	1,37					
XP	g/kg TM	163	184	185	196	214	215	16,0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		SEM	4,06	3,10	3,07	3,13	3,08					
XL	g/kg TM	26,7	27,0	26,7	25,8	29,0	28,6	1,39	<0,001	0,003	<0,001	<0,001
		SEM	0,35	0,26	0,26	0,26	0,26					
XF	g/kg TM	206	219	213	223	206	174	10,1	<0,001	0,056	<0,001	<0,001
		SEM	2,39	1,69	1,68	1,71	1,68					
XX	g/kg TM	513	472	487	462	455	487	18,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		SEM	4,68	3,61	3,58	3,64	3,58					
NFC	g/kg TM	458	405	428	396	386	440	20,3	<0,001	<0,001	0,321	<0,001
		SEM	4,96	3,63	3,60	3,66	3,61					
NDF	g/kg TM	417	433	402	424	404	368	20,1	<0,001	0,002	<0,001	<0,001
		SEM	4,77	3,38	3,35	3,41	3,36					
ADF	g/kg TM	260	285	271	288	274	220	13,1	<0,001	0,011	<0,001	<0,001
		SEM	3,11	2,21	2,19	2,23	2,19					
ADL	g/kg TM	25,8	33,6	33,8	35,8	33,1	27,7	3,38	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		SEM	0,85	0,64	0,63	0,64	0,63					
ME	MJ ME/kg TM	11,0	10,9	10,5	10,4	10,5	10,8	0,15	<0,001	0,394	<0,001	<0,001
		SEM	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03					
NEL	MJ NEL/kg TM	6,73	6,60	6,29	6,21	6,33	6,51	0,11	<0,001	0,471	<0,001	<0,001
		SEM	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02					

Abkürzungen: Termin: 1 (30.04.), 2 (30.05.), 3 (28.06.), 4 (27.07.), 5 (29.08.) und 6 (26.10.)

p-Wert: Signifikanzwert; SEM: Standardfehler; se: Residualstandardabweichung; abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Termine bzw. der Jahre

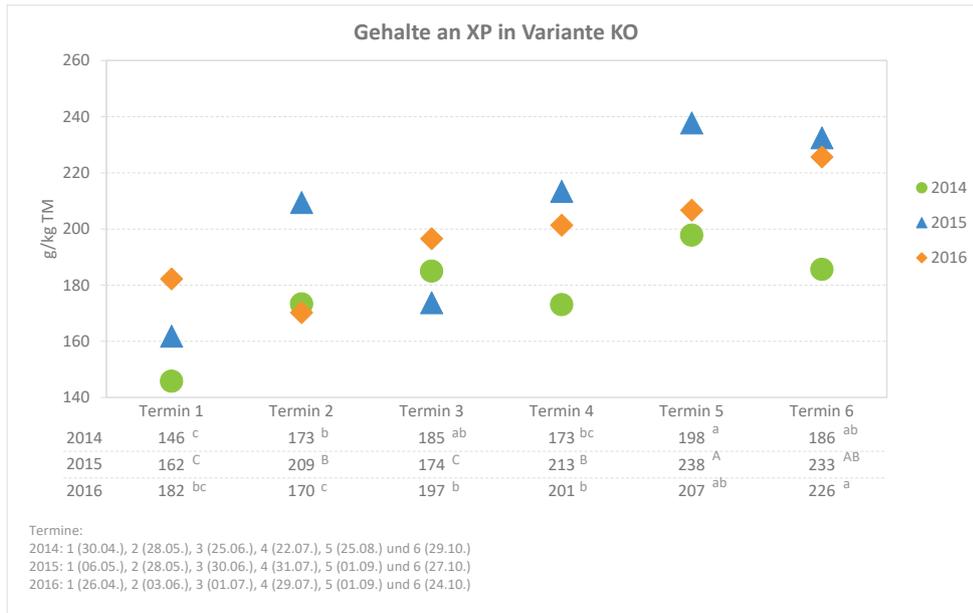


Abbildung 9: Rohprotein-Gehalte der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)

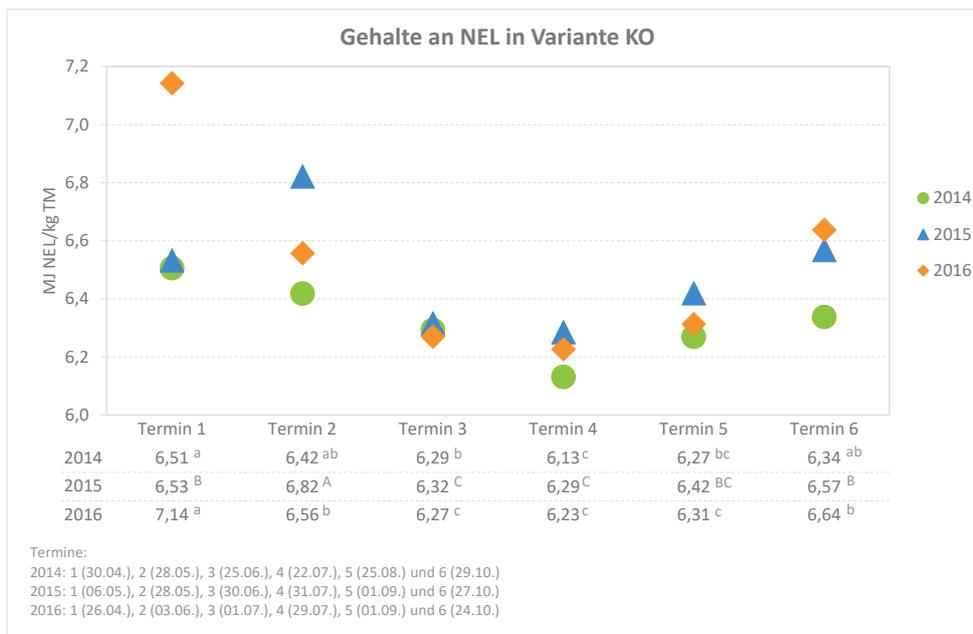


Abbildung 10: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation (errechnet aus den Rohnährstoffen mittels Regression (REG)) der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)

(KO) zeigten mehr oder weniger große Schwankungen zwischen den Versuchsjahren (Abbildung 9). Trotzdem lässt sich, wie auch bei der simulierten Kurzrasenweide KU oben beschrieben, der Trend von steigenden XP-Gehalten während der Vegetationsperiode erkennen (Tabelle 8). Generell waren die XP-Gehalte in der simulierten Koppel-Variante KO auf einem niedrigeren Niveau als bei Variante KU. Das erste Versuchsjahr (2014) lieferte mit 177 g/kg TM die signifikant niedrigsten XP-Gehalte, es wurde ein signifikanter Anstieg des Rohproteins von 146 g/kg TM (Termin 1) auf 198 g/kg TM (Termin 5) bzw. 186 g/kg TM (Termin 6) ermittelt. Die Futterproben der weiteren Versuchsjahre 2015 und 2016 zeigten vor allem im Herbst deutlich höhere XP-Gehalte, Anfang September (Termin 5) wurde 2015 der numerisch höchste Wert von 238 g/kg TM gemessen. Im letzten Versuchsjahr kam es zu einem signifikanten Anstieg des XP-Gehaltes von 182 g/kg TM (Termin 1) auf 226 g/kg TM (Termin 6).

Mit Ausnahme der ersten beiden Erntetermine unterschieden sich die Energie-Gehalte, ermittelt mit der Regressionsmethode, zwischen den Versuchsjahren nur geringfügig (Abbildung 10). Beim ersten Termin lagen die Energiegehalte in den Jahren 2014 und 2015 mit 6,51 MJ NEL/kg TM (2014) und 6,53 MJ NEL/kg TM (2015) auf vergleichbarem Niveau. Demgegenüber wurde 2016 mit 7,14 MJ NEL/kg TM ein deutlich höherer Energie-Gehalt errechnet. Auch beim zweiten Nutzungstermin Ende Mai bzw. Anfang Juni wurden NEL-Gehalte zwischen 6,42 MJ NEL/kg TM (2014) und 6,82 MJ NEL/kg TM (2015) ermittelt. Ab dem dritten Termin wurden zwischen den Jahren deutlich geringere Unterschiede der Energiegehalte festgestellt. Bis Ende Juli (Termin 4) fielen die NEL-Gehalte auf 6,29 MJ NEL/kg TM (2015) bis 6,13 MJ NEL/kg TM (2014) ab. Nachfolgend stiegen die Gehalte wieder an und erreichten mit durchschnittlich 6,51 MJ NEL/kg TM Werte, welche etwa auch im Frühling (Termin 1) festgestellt wurden (2014-2015).

## Diskussion

Eine Erklärung für den raschen Rückgang von *Dactylis glomerata* bei intensiver Weidenutzung könnte in der hochfrequenten Entblätterung und der damit einhergehenden häufig notwendigen Blattneubildung liegen. *Dactylis glomerata* zeigt gegenüber weidetoleranten Arten wie *Lolium perenne* eine längere Blattlebensdauer (Ryser und Urbas, 2000). Aber auch der horstförmige Wuchs könnte für *Dactylis glomerata* nachteilig bei einer intensiven Weidenutzung sein. Die Triebe des in Schnittwiesen dominanten Horstes können nicht so flach am Boden geführt werden, wie beispielsweise bei *Lolium perenne*, und so gehen bei einer kontinuierlichen Beweidung die Speicherorgane des Grases, die Blattscheiden, vielfach verloren, was zu einer längeren ‚Pay-back Time‘ führen kann (Schnyder, 2006). Ebenso dürfte *Dactylis glomerata* nicht in der Lage sein, die Blattlebensdauer bei häufiger Nutzung zu reduzieren, wie dies beispielsweise bei *Lolium perenne* oder *Poa pratensis* der Fall ist (Schleip et al., 2013). Die Nicht-Angepasstheit von *Dactylis glomerata* an eine regelmäßige und intensive Weidenutzung dürfte somit von mehreren wachstumsbedingten Faktoren bestimmt werden.

Durch die intensive Beweidung konnte eine weitere Reduktion bei der Grasart *Poa trivialis* festgestellt werden. Diese Art gilt in der Grünlandnutzung als unerwünscht und wurde schon vor Jahrzehnten als Problemgras definiert (Froud-Williams et al., 1986, Hilton et al., 1984). Es wird von den Tieren nicht gerne aufgenommen (Geruch/Geschmack/Verschmutzung), weist ein geringes Ertragspotenzial auf und ist darüber hinaus sehr trockenheitsgefährdet. *Poa trivialis* verfügt über ein flaches Wurzelsystem und wächst bevorzugt auf nährstoffreichen und gut mit Wasser versorgten Standorten (Mühlberg, 1965). Das flache Wurzelsystem dieser Art wirkt bei Trockenheit nachteilig, da *Poa trivialis* großflächig ausfällt und somit keinen Ertrag mehr liefert.

Im Versuchszeitraum (2014-2016) konnten auf den drei Flächen und im Mittel aller Varianten noch deutlichere Zunahmen von *Lolium perenne* dokumentiert werden. So stieg der Anteil im Mittel beider Untersuchten Varianten (KU und KO) von 33 (2014) signifikant auf 49 % (2016) an. Für einen Dauergrünlandstandort auf knapp 700 m Seehöhe sind diese Anteile als sehr hoch einzustufen, da *Lolium perenne* grundsätzlich eine mangelnde Winterhärte aufweist (Berone et al., 2008, Hofgaard et al., 2006). Am Versuchsstandort lag die Jahresdurchschnittstemperatur im langjährigen Mittel bei 6,9 °C (1981-2010). Im Versuchszeitraum beider Untersuchungen (2007-2016) lag die Jahresmitteltemperatur zwischen 8,9 (2007) und 9,7 °C (2014) und somit um mehr als 2 °C über dem langjährigen Mittel. Ebenso konnten in dieser Zeit keine durchgehend geschlossenen Schneedecken über 120 Tage beobachtet werden (Schneesammelrisiko). Darüber hinaus wurden am Versuchsstandort auch Nachsaaten mit bedeutenden Saatgutanteilen an *Lolium perenne* durchgeführt. Gerade *Lolium perenne* kann mittels Nachsaat gut in bestehenden Beständen etabliert werden, was bereits Huguenin-Elie et al. (2006) zeigen konnten.

*Lolium perenne* zählte in den gemäßigten Klimazonen (hier besonders in Westeuropa, Australien und Neuseeland) immer schon zu den dominantesten Grasarten (Wilkins und Humphreys, 2003). Die vorliegenden Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass bedingt durch die zu beobachtenden Klimaveränderungen *Lolium perenne* auch im ostalpinen Berggebiet an Bedeutung gewinnen könnte. In der Biologischen Landwirtschaft müsste die stärkere Etablierung dieser Art auch im Düngermanagement (z.B. abgestufter Wiesenbau) berücksichtigt werden.

Im Berggebiet zählt *Poa pratensis* auf Grund seiner Winterhärte und des Futterwerts zu den wertvollsten und ebenfalls intensiv nutzbarsten Weidegräserarten. Grundsätzlich ist die Etablierung von *Poa pratensis* in ein bestehendes Dauergrünland als schwierig einzustufen. Das Gras besitzt eine langsame Jugendentwicklung und reagiert empfindlich auf eine zu starke Konkurrenz während der Etablierungsphase (Lehmann, 1995). Wird die Konkurrenzsituation durch andere Arten jedoch im Jugendstadium deutlich reduziert, dann kann sich auch *Poa pratensis* gut entwickeln und stabil im Bestand halten (Bryan et al., 2000). Zwischen den Nutzungen (KU und KO) zeigten sich keine Variantenunterschiede und die Anteile an *Poa pratensis* lagen im Mittel der Varianten zwischen 16 und 17 %. Die Erklärung dafür, dürfte an zwei Faktoren festzumachen sein. Zum einen wurde in den Jahren vor dem Versuch eine regelmäßige Nachsaat vorgenommen (wie bereits oben bei *Lolium perenne* beschrieben), und zum anderen wurde die Fläche für die Schnittnutzung 4S vor Versuchsbeginn – und im Versuchsverlauf ebenfalls zumindest einmal in den drei Jahren (2014-2016) – als Kurzrasenweide genutzt. Auch Huguenin-Elie et al. (2006) konnten bestätigen, dass eine Nachsaat mit *Poa pratensis* gerade bei Weidenutzung gut funktioniert. Im Schnitt genutzten Dauergrünland ist eine Nachsaat mit *Poa pratensis* oft wenig erfolgreich. Durch den regelmäßigen Verbiss der Tiere und dem damit kurz gehaltenen Bestand auf intensiv genutzten Weideflächen dürfte so die sonst spärliche Jugendentwicklung von *Poa pratensis* positiv beeinflusst werden. Warum die Anteile von *Poa pratensis* in den beiden Varianten (KU und KO) nicht höher waren, obwohl diese Art an das raue Klima der Ostalpen optimal angepasst wäre (Suter et al., 2002), dürfte an der starken Dominanz von *Lolium perenne* gelegen sein (Bryan et al., 2000).

Sowohl bei Variante KU als auch bei KO konnten die signifikant höchsten täglichen TM-Zuwächse (56-64 kg TM/ha und Tag) im Sommer von Anfang Juni bis Anfang August ermittelt werden. In den typischen Weideregionen Europas (beispielsweise in Irland oder der Schweiz) lassen sich hingegen deutlich höhere TM-Zuwächse erzielen. So konnten unter irischen Klimabedingungen, auf einem *Lolium perenne* dominierten und 5 Jahre zuvor angesäten Weidebestand, deutlich höhere Zuwachsleistungen von bis zu 100 kg TM/ha und Tag ermittelt werden (Ganche et al., 2015). In dieser irischen Studie zeigte sich aber auch die für den Standort typische längere Vegetationsperiode (Februar bis Oktober), da bereits im April TM-Zuwächse von 52 kg TM/ha und Tag erreicht wurden. Auch im westalpinen Alpenvorland der Schweiz lassen sich hohe TM-Zuwächse auf Weideflächen erzielen. Thomet et al. (2011) ermittelten Anfang Mai Zuwächse von bis zu 85 kg TM/ha und Tag und im Sommer (Juli bis Anfang September) konnten noch immer TM-Zuwächse von um 70 kg TM/ha und Tag festgestellt werden. Wobei in einzelnen Jahren im Schweizer Mittelland auch TM-Zuwächse von knapp über 120 kg TM/ha und Tag bereits Mitte bis Ende April erzielt wurden (Thomet et al., 2007). In weiterer Folge haben auch die Tierbesätze auf der Fläche und damit die Weideintensität Auswirkungen auf die TM-Zuwächse. So konnten in einem Weideversuch in Mittel-Deutschland sowohl bei einem hohen Tierbesatz (3,1 GVE/ha mit Zielaufwuchshöhe 6 cm) und niedrigem Tierbesatz (1,8 GVE/ha mit Zielaufwuchshöhe 12 cm) im Frühling TM-Zuwächse von 100-120 kg TM/ha und Tag gemessen werden (Şahin Demirbağ et al., 2009). Diese sanken folgend stark bis auf 20 kg TM/ha und Tag bei der Variante mit niedrigem Tierbesatz ab. Im Gegensatz dazu konnten in der Variante mit dem hohen Tierbesatz teilweise doppelt so hohe TM-Zuwächse noch erreicht werden. Şahin Demirbağ et al. (2009) führen dies darauf zurück, dass auf der intensiver genutzten Kurzrasenweide mehr junge Pflanzen vorhanden waren, die dadurch eine höhere Photosyntheserate aufwiesen.

Ein weiterer Faktor, der die geringeren TM-Zuwächse im Frühling in den Varianten **KU** und **KO** erklären kann, ist die Wasserversorgung über die Niederschläge. Während der gesamten Versuchszeit (2014-2016) wurden in den beiden Monaten März und April, im Vergleich zum langjährigen Mittel (März 82 l und April 57 l), in fast allen Jahren unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen gemessen. Die Pflanzen des Grünlandes zählen zu den wasserbedürftigen Kulturen, welche bei auftretendem Trockenheitsstress unmittelbar mit einem eingeschränkten Wachstum reagieren (Durand et al., 1995). Dauert die Trockenperiode über einen längeren Zeitraum an, hat dies auch einen reduzierenden Effekt auf die jährlich gebildete oberirdische Biomasse (Hoover und Rogers, 2016). Hoover et al. (2014) stellten in Versuchen mit künstlich erzeugten Trockenzeiten (Reduktion der Jahresniederschlagsmenge um 66 %) eine Verringerung in der jährlichen Netto-Biomasseproduktion von 20-60 % fest. Dabei reagierte die Gruppe der Kräuter mit einer mengenmäßigen Reduktion von 76 % stärker als die Gruppe der Gräser, deren Rückgang bei 45 % lag. Betrachtet man die jeweiligen TM-Zuwachskurven der vorliegenden Versuche in den unterschiedlichen Versuchsjahren, dann sind deutliche Verlaufsunterschiede feststellbar und es zeigt sich auch ein Zusammenhang mit der jeweiligen Niederschlagsmenge. Dies deckt sich auch mit der Untersuchung von Grace et al. (2018), wo sich in jedem Versuchsjahr differenzierte TM-Zuwachskurvenverläufe zeigten. Lagen die Zuwächse im Versuchsjahr 2015 Mitte Mai beim *Lolium perenne* Reinbestand noch bei 60 kg TM/ha und Tag so reagierten diese auf die niedrigen Niederschläge im Juni mit einem starken Rückgang der Zuwächse auf etwa 20 kg TM/ha und Tag.

Wie Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen und auch der Literatur zeigen, muss bei Kurzrasenweidehaltung daher im Vergleich zum Koppelsystem mit stärkeren Differenzen zwischen den TM-Zuwachskurven unterschiedlicher Jahre gerechnet werden (Grace et al., 2018, Thomet et al., 2007). Bei Kurzrasenweide wird der Pflanzenbestand häufiger verbissen und somit ist auch die mittlere Aufwuchshöhe geringer. Dies kann sich oberirdisch auf die Bodenbeschattung und im Wurzelbereich auf die Wurzelbildung auswirken. Pereyra et al. (2017) konnten diesbezüglich in ihrer Untersuchung klare Effekte bei unterschiedlich intensiv beweideten Weideparzellen ermitteln. So war an Weidestellen mit einem hohen Tierbesatz (niedrige Bestandeshöhe) eine geringere Wurzeldichte in den oberen 10 cm Boden als bei extensiv beweideten Bereichen (höhere Bestandeshöhe) feststellbar. Ebenfalls zeigten sich Effekte bei der Evapotranspiration. Diese war in den Bereichen mit hohen Tierbesätzen (niedrige Bestandeshöhe) höher als in den extensiv beweideten (höhere Bestandeshöhe) Stellen. Vergleichbare Effekte auf das Wurzelsystem wurden auch von Starz et al. (2013) festgestellt.

Im Vergleich zu den in Weidegunstregionen erzielbaren Jahreserträgen liegen die in dem vorliegenden Versuch ermittelten Jahreserträge in den Weidevarianten **KU** und **KO** auf niedrigerem Niveau. So stellten Macdonald et al. (2008) auf einem neuseeländischen Versuchsstandort und einem mit *Lolium perenne* und *Trifolium repens* dominierten Weidebestand einen etwa doppelt so hohen Jahresertrag von 18.048 bis 20.394 kg TM/ha fest. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse müssen dazu jedenfalls die Klima- und Düngungsbedingungen berücksichtigt werden. Der neuseeländische Versuchsstandort wies eine nahezu 12-monatige Vegetationsperiode auf und es wurden hier zusätzlich zu den tierischen Ausscheidungen noch 200 kg N/ha und Jahr mineralisch ergänzend gedüngt. Darüber hinaus müssen methodische Unterschiede bei der Ertragsfeststellung bedacht werden. Macdonald et al. (2008) ernteten in ihrer Arbeit die gesamte oberirdische Biomasse. Die Autoren gaben jedoch auch zusätzlich die Erträge an verzehrtem Weidefutter an, diese Koppelweideerträge lagen zwischen 12.098 bis 20.394 kg TM/ha und Jahr. Auch im klimatisch begünstigten Irland lassen sich sehr hohe Erträge auf Weideflächen erreichen. Ganche et al. (2015) erzielten auf einem *Lolium perenne* dominierten Bestand bei Koppelweidenutzung (Schnitthöhe der Futterproben bei 2,7-3,5 cm) einen Jahresertrag von 13.560 bis 16.300 kg TM/ha und Jahr. Auch hier muss das hohe mineralische N-Düngungsniveau von 250 kg N/ha und Jahr bei der Interpretation mitberücksichtigt werden. Eine neuere irische Untersuchung stellte in einem rein aus

*Lolium perenne* bestehenden Weidebestand eine Jahresertrag von 9.891 kg TM/ha fest (Grace et al., 2018). Obwohl dieser eingesäte Bestand mit 163 kg N/ha und Jahr mineralischen N versorgt wurde, waren die Erträge des von Schafen nach dem System der Koppelweide tatsächlich genutzten Bestandes faktisch ident mit den Jahreserträgen der Varianten **KU** und **KO** im vorliegenden Versuch. Grace et al. (2018) säten in ihrer Weideuntersuchung auch noch weitere Mischungen für die Beweidung an und stellten für jene aus *Lolium perenne* (70 %) und *Trifolium repens* (30 %) einen Ertrag von 9.120 kg TM/ha und Jahr fest. Eine weitere Saatgutmischung setzte sich aus sechs unterschiedlichen Gras- und Krautarten zusammen und erreichte mit 10.329 kg TM/ha und Jahr die signifikant höchsten Mengenerträge in dieser Studie. Diese speziell zusammengestellte Mischung setzte sich aus aktuellen Zuchtsorten von *Lolium perenne* (28 %), *Phleum pratense* (28 %), *Trifolium repens* (18 %), *Trifolium pratense* (18 %), *Plantago lanceolata* (5 %) und *Cichorium intybus* (5 %) zusammen. Dieses Ergebnis weist auch auf die Bedeutung passender Arten und Sorten hinsichtlich Ertragsbildung, -stabilität und -sicherheit hin. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch in anderen Studien festgestellt (Sanderson et al., 2007, Skinner et al., 2006, Tilman et al., 2001).

Studien, die in der Schweiz unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft durchgeführt wurden, lieferten hinsichtlich der Weideerträge ein differenziertes Bild. So zeigten sich bei Koppelweiden auf einer Höhenlage von 800-900 m Jahreserträge zwischen 6.276 und 8.439 kg TM/ha (Schori, 2009). In einem zweiten Versuch, im klimatisch begünstigten Schweizer Alpenvorland auf knapp über 400 m Seehöhe, stellten Käch et al. (2014) in den Jahren nach der Umstellung auf Biologische Wirtschaftsweise von 2012-2013 im Mittel 10.880 kg TM/ha und Jahr fest. Als Weideform wurde hier ein intensives Koppelsystem, entsprechend den Vorgaben der Lincoln University Dairy Farm (LUDF), angewandt. Dabei erfolgt eine hochfrequente und nur sehr kurzzeitige die Beweidung, wobei auf geringe Futterverluste besonderer Wert gelegt wird.

Was die Unterschiede zwischen den beiden Weidenutzungsformen Koppel- und Kurzrasenweide betrifft, so zeigen verschiedene Studien bei ausgeglichener Wasserversorgung nur einen geringen bis keinen Effekt auf den TM-Jahresertrag (Hofstetter et al., 2014, Käch et al., 2014, Kanneganti und Kaffka, 1995, Macdonald et al., 2008, Steinberger und Spiekers, 2014). Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung. Wie bereits oben diskutiert, muss jedoch in trockenen Jahren bzw. auf trockenheitsgefährdeten Standorten bei Kurzrasenweide mit stärker schwankenden bzw. eingeschränkten Erträgen während der Weideperiode gerechnet werden.

Die beiden beweideten Varianten (**KU** und **KO**) zeigten einen signifikanten Anstieg der XP-Gehalte während der Weideperiode. In Variante **KU** stiegen die XP-Gehalte von 186 g/kg TM im Frühling bis auf 238 g/kg TM im Spätsommer bzw. 226 g/kg TM im Herbst an. Variante **KO** zeigte, auf einem etwas niedrigeren Niveau, dasselbe Bild und die XP-Gehalte stiegen ebenfalls signifikant von 163 g/kg TM im Frühling bis auf 215 g/kg TM im Herbst an. In einer Studie von Kennedy et al. (2007) wurde Mitte Mai bei einer Eintriebshöhe von 14-15 cmRPM in die Koppel ein XP-Gehalt von 229 g/kg TM und bei einer Eintriebshöhe von 18-19 cmRPM ein Gehalt von 188 g/kg TM ermittelt. Bei der nächsten Messperiode Ende Juni wurden die Milchkühe dann in beiden Gruppen bei einer einheitlichen Aufwuchshöhe von 12-14 cmRPM aufgetrieben, wobei hier kein Unterschied im XP-Gehalt mehr feststellbar war. Jedoch waren die Gehalte mit 250 g/kg TM höher als gut einen Monat zuvor. Auch Hofstetter et al. (2014) stellten bei der Beprobung einer Kurzrasenweide im klimatisch begünstigten Raum des Schweizer Alpenvorlandes eine Zunahme des XP-Gehaltes während der Weideperiode fest. Im April wurden 258 g/kg TM gemessen und im Sommer (August) stiegen die Gehalte auf 279 g/kg TM an. Auf einem klimatisch weniger günstigen Schweizer Standort lagen die XP-Gehalte bei einer mittleren Aufwuchshöhe von 15 cm<sub>RPM</sub> im Juni bei 148-172 g/kg TM, stiegen dann bis zum August hin auf 164-179 g/kg TM an (Schori und Mürger, 2014). Isselstein et al. (2007) ermittelte auf mehreren ungedüngten Dauerweiden in Europa (UK, DE, FR und IT) niedrige XP-Gehalte. Diese lagen im Mittel des dreijährigen Versuches bei 122-154 g/

kg TM. Grace et al. (2018) ermittelten in ihrer Untersuchung bei einem Reinbestand aus *Lolium perenne* eine Zunahme der XP-Gehalte von 184 (Frühling) über 172 (Sommer) bis auf 214 g/kg TM (Herbst). Dagegen reagierte eine sechs Arten-Mischung (Zusammensetzung siehe oben unter Kapitel 7.3) mit einem leichten Rückgang der XP-Gehalte im Sommer. Wurden im Frühling noch 198 g XP/kg TM ermittelt, sanken diese im Sommer auf 176 g XP/kg TM ab, bevor sie im Herbst wieder über den Gehalt des Weidefutters vom Frühling auf 217 g XP/kg TM anstiegen. Diese Beobachtung von Grace et al. (2018) wurde auch bei Variante **KO** in einzelnen Jahren während der Sommermonate gemessen. Darüber hinaus lässt sich feststellen, dass einige Studien deutliche höhere XP-Gehalte als in der vorliegenden Untersuchung ermittelten (Ganche et al., 2015, Hofstetter et al., 2014, Kennedy et al., 2006, Kennedy et al., 2007). Eine mögliche Erklärung für diese hohen XP-Gehalte könnte im Management der Versuche sowie in der methodischen Ermittlung des XP-Gehaltes liegen. Grundsätzlich ist es der Klee im Dauergrünland, der für ein Mehr an bereitgestelltem Protein im Futter verantwortlich ist (Sanderson, 2010). In den beschriebenen Studien (Ganche et al., 2015, Hofstetter et al., 2014, Kennedy et al., 2006, Kennedy et al., 2007) waren die Bestände sehr Gräser dominiert, wurden aber auch mit 166-250 kg N/ha und Jahr mineralisch (zusätzlich zu den tierischen Ausscheidungen) gedüngt. Die methodische Ermittlung des XP erfolgt üblicherweise zuerst als Ermittlung des Gesamt-N in der Futterprobe und aus diesem Wert wird mit der Multiplikation des Faktors 6,25 der XP-Gehalt errechnet (ALVA, 1983). In einer Untersuchung von Thomet et al. (2007) wurden Weideflächen zusätzlich mit mineralischem N gedüngt und in den analysierten Futterproben konnten höhere Nitrat-Gehalte als in den nicht gedüngten Varianten bestimmt werden. Darin dürfte auch eine Erklärung für die hohen XP-Gehalte und XP-Erträge in den oben beschriebenen Studien liegen.

Die durchschnittlichen Energiegehalte der Variante **KU** lagen signifikant über denen der Variante **KO**. In Variante **KU** konnten 6,55 MJ NEL/kg TM und in Varianten **KO** 6,45 MJ NEL /kg TM ermittelt werden. Beim Verlauf der Energiegehalte in der Vegetationsperiode zeigte sowohl Variante **KU** als auch **KO** einen nahezu identen Verlauf. Im neuseeländischen Klimagebiet ermittelten Macdonald et al. (2008) durchschnittliche Energiedichten im Futter der Koppelweide von 11,0-11,4 MJ ME/kg TM. Variante **KU** lagen hier mit 10,8 MJ ME/kg TM sowie Variante **KO** mit 10,7 MJ ME/kg TM leicht darunter. Deutlich höhere Energiegehalte wurden in einer britischen Untersuchung auf einem *Lolium perenne* dominiertem Weidebestand ermittelt. Pulido und Leaver (2003) nahmen in ihrer Untersuchung Proben direkt von der beweideten Fläche. Sie versuchten dabei jene Weidebereiche zu ernten, wie sie auch von den Tieren abgefressen wurden. Diese als Hand gepflückte bezeichneten Proben erreichten Energiekonzentrationen von 12,3 MJ ME/kg TM. Dabei zeigte das Weidesystem Kurzrasen- oder Koppelweide keinerlei Unterschiede. Im Rahmen der Untersuchung von Pulido und Leaver (2003) wurden aber auch Schnittproben von den beiden Weidesystemen genommen, die etwas niedrigere Gehalte von 11,8 MJ ME/kg TM aufwiesen. Daraus lässt sich schließen, dass die Ergebnisse des vorliegenden Versuches ebenfalls leicht unter denen der von Tieren tatsächlich aufgenommenen Qualitäten liegen.

Einen ähnlichen Verlauf der Energiegehalte, wie in Variante **KU**, wurde auch bei Thomet und Hadorn (1996) in ihrer Untersuchung auf acht Schweizer Betrieben festgestellt. Im Mittel aller Standorte wurden bei der Nutzung als Kurzrasenweide im Frühling Energiegehalte von unter 7 MJ NEL/kg TM erreicht. Bis zum Mai sanken diese auf knapp unter 6,5 MJ NEL/kg TM bevor sie dann Mitte Juli wieder auf über 6,5 MJ NEL/kg TM anstiegen. In einem ebenfalls in der Schweiz durchgeführten Versuch wurden auf biologisch bewirtschafteten Koppelweideflächen im Juni und August Energiegehalte von jeweils 6,0 MJ NEL/kg TM gemessen (Schori und Münger, 2014). Der Abfall der Energie während des Sommers lässt sich als Folge der Entwicklung der Fasergehalte im Weidefutter interpretieren. Für die Kalkulation der Energiegehalte stellen entweder die XF oder die NDF einen entscheidenden Faktor dar. Daher sind die gegengleichen Verläufe von Faser- und Energiegehalten nahezu eine logische Konsequenz.

## Schlussfolgerungen

Abschließend lässt sich schlussfolgern, dass die Weidehaltung im Klima des Ostalpenraumes und unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft ein leistungsfähiges System zur Nutzung des Dauergrünlandes darstellt. Die Weide fügt sich optimal in den Betriebskreislauf am Bio-Betrieb ein und stellt gleichzeitig ein wichtiges Bindeglied zu den Konsumentinnen und Konsumenten dar. Diese tiergerechte Haltungsform entspricht in hohem Maße den Vorstellungen der Gesellschaft. Weidehaltung ist weniger eine Herausforderung, sondern viel mehr eine Chance für den nachhaltigen Erhalt der Betriebe und des Dauergrünlandes. Eine optimal umgesetzte Weide trägt zur ökonomischen Absicherung von Betrieben bei, da sie das preiswerteste Grundfutter zur Verfügung stellt und geringere externe Kosten verursacht als die Hochleistungsstrategie. Ökonomisch überlebensfähige Betriebe garantieren auch eine nachhaltige Bewirtschaftung des alpinen Dauergrünlandes. Dazu zählt auch der Erhalt von extensiven und artreichen Beständen, die auf eine arttypische Bewirtschaftung angewiesen sind.

Ausblickend lässt sich festhalten, dass für den Erfolg einer ertragreichen Weide weniger die Frage des Weidesystems (Kurzrasen- oder Koppelweide) als vielmehr das Management (Weideplanung, Nachsaat, Düngung und Weidepflege) entscheidend ist. Dabei muss der regelmäßigen Kontrolle der Aufwuchshöhe ganz besonderes Augenmerk geschenkt werden. Die wöchentliche Messung der Wuchshöhe mittels dafür vorgesehener Hilfsmittel macht es möglich, Tierbesätze und Trockenmasse-Zuwächse aufeinander abzustimmen. Nur über diese nicht invasive Ertragsfeststellung lässt sich das Weidefutter optimal über die Wiederkäuer verwerten und macht darüber hinaus eine optimale Planung der Kurzrasen- und Koppelweide erst möglich.

Das Dauergrünland der Ostalpen ist eine vom Menschen geschaffene Kulturlandschaft, für die die Weidenutzung immer schon zentral war. Nur wenn die Bewirtschaftung in Form einer abgestuften Grünlandnutzung umgesetzt wird, lässt sich die Multifunktionalität des Dauergrünlandes als Futtergrundlage und Naturraum erhalten. Die Weide muss hier wieder mehr in den Mittelpunkt rücken und das Wissen, wie dieses System in der modernen Nutzung optimal umgesetzt werden kann, weiterverbreitet werden.

*Eine detaillierte und umfassendere Darstellung der hier beschriebenen Ergebnisse finden sich in folgender Dissertationsschrift:*

*Starz, W. (2020): Weidehaltung von Rindern im alpinen Raum Österreichs – eine moderne und innovative Betriebsstrategie, Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien, 195 S.*

## Literaturverzeichnis

**ALVA (1983):** Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Journal (Issue).

**Berone, G.D.; Lattanzi, F.A.; Agnusdei, M.G. und Bertolotti, N. (2008):** Growth of individual tillers and tillering rate of *Lolium perenne* and *Bromus stamineus* subjected to two defoliation frequencies in winter in Argentina. Grass and Forage Science 63 (4), 504-512.

**Brock, J.L. (1988):** Evaluation of New Zealand bred white clover cultivars under rotational grazing and set stocking with sheep. Proceedings of the New Zealand Grassland Association, New Zealand Grassland Association., 203-206 S.

**Bryan, W.B.; Prigge, E.C.; Lasat, M.; Pasha, T.; Flaherty, D.J. und Lozier, J. (2000):** Productivity of Kentucky Bluegrass Pasture Grazed at Three Heights and Two Intensities

Published as West Virginia Agric. and Forestry Exp. Stn. Sci. Paper no. 2694. Agronomy Journal 92 (1), 30-35.

**Curl, M.L. und Wilkins, R.J.** (1982): Frequency and severity of defoliation of grass and clover by sheep at different stocking rates. Grass and Forage Science 37 (4), 291-297.

**Davies, A.** (2001): Competition between Grasses and Legumes in Established Pastures. In Tow und Lazenby (Eds.): Competition and succession in pastures, CABI, 63-83.

**Durand, J.-L.; Onillon, B.; Schnyder, H. und Rademacher, I.** (1995): Drought effects on cellular and spatial parameters of leaf growth in tall fescue. Journal of Experimental Botany 46 (9), 1147-1155.

**Froud-Williams, R.J.; Hilton, J.R. und Dixon, J.** (1986): Evidence for an endogenous cycle of dormancy in dry stored seeds of *Poa trivialis* L. New Phytologist 102 (1), 123-131.

**Ganche, E.; O'Donovan, M.; Delaby, L.; Boland, T.M. und Kennedy, E.** (2015): Does post-grazing sward height influence sward characteristics, seasonal herbage dry-matter production and herbage quality? Grass and Forage Science 70 (1), 130-143.

**GfE** (1998): Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen, 7, Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, 141-150.

**Glasse, C.B.** (2011): Summer pasture yield variation in a central Waikato location from 1979 to 2010: implications for pasture persistence. Journal 15 (Issue), 15-20.

**Grace, C.; Boland, T.M.; Sheridan, H.; Lott, S.; Brennan, E.; Fritch, R. und Lynch, M.B.** (2018): The effect of increasing pasture species on herbage production, chemical composition and utilization under intensive sheep grazing. Grass and Forage Science 73 (4), 852-864.

**Hilton, J.R.; Froud-Williams, R.J. und Dixon, J.** (1984): A relationship between phytochrome photoequilibrium and germination of seeds of *Poa trivialis* L. from contrasting habitats. New Phytologist 97 (3), 375-379.

**Hofgaard, I.S.; Wanner, L.A.; Hageskal, G.; Henriksen, B.; Klemsdal, S.S. und Tronsmo, A.M.** (2006): Isolates of *Microdochium nivale* and *M. majus* Differentiated by Pathogenicity on Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) and in vitro Growth at Low Temperature. Journal of Phytopathology 154 (5), 267-274.

**Hofstetter, P.; Frey, H.J.; Gazzarin, C.; Wyss, U. und Kunz, P.** (2014): Dairy farming: indoor v. pasture-based feeding. The Journal of Agricultural Science 152 (6), 994-1011.

**Hoover, D.L. und Rogers, B.M.** (2016): Not all droughts are created equal: the impacts of interannual drought pattern and magnitude on grassland carbon cycling. Global Change Biology 22 (5), 1809-1820.

**Hoover, D.L.; Knapp, A.K. und Smith, M.D.** (2014): Resistance and resilience of a grassland ecosystem to climate extremes. Ecology 95 (9), 2646-2656.

**Huguenin-Elie, O.; Stutz, C.J.; Lüscher, A. und Gago, R.** (2006): Wiesenverbesserung durch Übersaat. Agrarforschung 13 (10), 424-429.

**Isselstein, J.; Griffith, B.A.; Pradel, P. und Venerus, S.** (2007): Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 1. Nutritive value of herbage and livestock performance. *Grass and Forage Science* 62 (2), 145-158.

**Käch, S.; Pitt, J. und Eastes, D.** (2014): Professionelles Umtriebsweidesystem für Milchkühe. *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion, Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Band 16, 21.-22.08.2014, 91-97.*

**Kanneganti, V.R. und Kaffka, S.R.** (1995): Forage availability from a temperate pasture managed with intensive rotational grazing. *Grass and Forage Science* 50 (1), 55-62.

**Kennedy, E.; O'Donovan, M.; Murphy, J.P.; O'Mara, F.P. und Delaby, L.** (2006): The effect of initial spring grazing date and subsequent stocking rate on the grazing management, grass dry matter intake and milk production of dairy cows in summer. *Grass and Forage Science* 61 (4), 375-384.

**Kennedy, E.; O'Donovan, M.; Murphy, J.P.; Delaby, L. und O'Mara, F.P.** (2007): Effect of Spring Grazing Date and Stocking Rate on Sward Characteristics and Dairy Cow Production During Midlactation. *Journal of dairy science* 90 (4), 2035-2046.

**Lehmann, J.** (1995): Wie lässt sich das Wiesenrispengras fördern? *Agrarforschung* 2 (2), 53-56.

**Macdonald, K.A.; Penno, J.W.; Lancaster, J.A.S. und Roche, J.R.** (2008): Effect of Stocking Rate on Pasture Production, Milk Production, and Reproduction of Dairy Cows in Pasture-Based Systems. *Journal of dairy science* 91 (5), 2151-2163.

**Mühlberg, H.** (1965): Wuchsformenstudien in der Familie Poaceae Die Wuchsformen der mitteldeutschen Poa-Arten. *Feddes Repertorium* 71 (1-3), 188-217.

**Pereyra, D.A.; Bucci, S.J.; Arias, N.S.; Ciano, N.; Cristiano, P.M.; Goldstein, G. und Scholz, F.G.** (2017): Grazing increases evapotranspiration without the cost of lowering soil water storages in arid ecosystems. *Ecohydrology* 10 (6), e1850.

**Perotti, E.; Probo, M.; Pittarello, M.; Lonati, M.; Lombardi, G. und Hölzel, N.** (2018): A 5-year rotational grazing changes the botanical composition of sub-alpine and alpine grasslands. *Applied Vegetation Science* 21 (4), 647-657.

**Pulido, R.G. und Leaver, J.D.** (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.

**Ryser, P. und Urbas, P.** (2000): Ecological significance of leaf life span among Central European grass species. *Oikos* 91 (1), 41-50.

**Şahin Demirbağ, N.; Röver, K.-U.; Wrage, N.; Hofmann, M. und Isselstein, J.** (2009): Herbage growth rates on heterogeneous swards as influenced by sward-height classes. *Grass and Forage Science* 64 (1), 12-18.

- Sanderson, M.** (2010): Nutritive Value and Herbage Accumulation Rates of Pastures Sown to Grass, Legume, and Chicory Mixtures. *Agronomy Journal* 102 (2), 728-733.
- Sanderson, M.A.; Goslee, S.C.; Soder, K.J.; Skinner, R.H.; Tracy, B.F. und Deak, A.** (2007): Plant species diversity, ecosystem function, and pasture Management - A perspective. *Canadian Journal of Plant Science* 87 (3), 479-487.
- Schaumberger, A.** (2011): Räumliche Modelle zur Vegetations- und Ertragsdynamik im Wirtschaftsgrünland. Technische Universität Graz, Institut für Geoinformation, 292 S.
- Schechtner, G.** (1958): Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels „Flächenprozentschätzung“. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 105 (1), 33-43.
- Schleip, I.; Lattanzi, F.A. und Schnyder, H.** (2013): Common leaf life span of co-dominant species in a continuously grazed temperate pasture. *Basic and Applied Ecology* 14 (1), 54-63.
- Schneider, S. und Bellof, G.** (2009): Zum energetischen Futterwert von Grünaufwuchs für die Rinderfütterung von der Kurzrasenweide. Internationale Weidetagung 2009 „Vollweidehaltung – Umsetzung in der Praxis mit begleitender Beratung“, Grub, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 28.-29.04.2009, 9-13.
- Schnyder, H.** (2006): Physiologische und morphologische Grundalgen zum Regenerationsvermögen der Gräser. In Haber et al. (Eds.): *Rundgespräche der Kommission für Ökologie*, Band 31 - Gräser und Grasland: Biologie-Nutzung-Entwicklung, 31, Bayerische Akademie der Wissenschaften, München, 39-46.
- Schori, F.** (2009): Weidebesatzstärken: Auswirkung auf Milchleistung und Grasqualität. *Agrarforschung* 16 (11-12), 436-441.
- Schori, F. und Münger, A.** (2014): Intake, feed conversion efficiency and grazing behaviour of two Holstein cow strains in a pasture-based production system under organic farming in Switzerland. *Organic Agriculture*, 1-12.
- Skinner, R.H.; Sanderson, M.A.; Tracy, B.F. und Dell, C.J.** (2006): Above- and Below-ground Productivity and Soil Carbon Dynamics of Pasture Mixtures Mention of trade names or commercial products in this publication is solely for the purpose of providing specific information and does not imply recommendation or endorsement by the USDA. *Agronomy Journal* 98 (2), 320-326.
- Starz, W.; Kreuzer, J.; Steinwidder, A.; Pfister, R. und Rohrer, H.** (2013): 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.
- Steinberger, S. und Spiekers, H.** (2014): Weidebasierte Milchproduktion in Bayern. *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion*, Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 16, 102-106.

**Steinwidder, A. und Starz, W.** (2015): Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen, Leopold Stocker Verlag, Graz.

**Stejskalová, M.; Hejčmanová, P.; Pavlů, V. und Hejčman, M.** (2013): Grazing behavior and performance of beef cattle as a function of sward structure and herbage quality under rotational and continuous stocking on species-rich upland pasture. *Animal Science Journal* 84 (8), 622-629.

**Suter, D.; Briner, H.-U.; Mosimann, E. und Stévenin, L.** (2002): Wiesenrispengras Pegasus: neue Sorte mit Bestnoten. *Agrarforschung* 9 (9), 376-379.

**Thomet, P. und Hadorn, M.** (1996): Futterangebot und Milchproduktion auf Kurzrasenweiden. *Agrarforschung* 3 (10), 505-508.

**Thomet, P.; Hadorn, M.; Troxler, J. und Koch, B.** (2000): Entwicklung von Raigras/Weissklee-Mischungen bei Kurzrasenweide. *Agrarforschung* 7 (5), 218-223.

**Thomet, P.; Stettler, M.; Hadorn, M. und Mosimann, E.** (2007): N-Düngung zur Lenkung des Futterangebotes von Weiden. *Agrarforschung* 14 (10), 472-477.

**Thomet, P.; Cutullic, E.; Bisig, W.; Wuest, C.; Elsaesser, M.; Steinberger, S. und Steinwidder, A.** (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, Gumpenstein, Austria, 29th-31st August, 2011, Agricultural Research and Education Center (AREC) Raumberg-Gumpenstein, 273-285 S.

**Tilman, D.; Reich, P.B.; Knops, J.; Wedin, D.; Mielke, T. und Lehman, C.** (2001): Diversity and Productivity in a Long-Term Grassland Experiment. *Science* 294 (5543), 843-845.

**Van Soest, P.J.** (1994): Nutritional ecology of the ruminant, Cornell University Press, Ithaca.

**Wilkins, P.W. und Humphreys, M.O.** (2003): Progress in breeding perennial forage grasses for temperate agriculture. *The Journal of Agricultural Science* 140 (2), 129-150.

