

Universität für Bodenkultur Wien

**Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Institut für Nutztierwissenschaften**

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein

Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere

***Vergleich unterschiedlicher Aufwuchshöhen
hinsichtlich Produktivität intensiver
Weidesysteme auf einem niederschlagsreichen
inneralpinen Standort***

Masterarbeit

Masterstudium Nutzpflanzenwissenschaften

Vorgelegt von

Christoph Weißenbach

Betreuer:

Priv. Doz. Dr. Andreas Steinwider

DI Walter Starz

Ao. Univ. Prof. Dr. Wilhelm Knaus

Wien

Jänner 2018

Danksagung

Zu Beginn möchte ich mich bei meinen drei Betreuern Andreas Steinwider, Walter Starz und Willi Knaus für die ausgesprochen wertschätzende und motivierende Betreuung bedanken.

Bei Walter Starz und Andreas Steinwider und dem Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein für die Überlassung des Themas, den jederzeit zur Verfügung stehenden Rat, die vielzähligen Besprechungen bzw. Telefonate und besonders für ihre unkonventionelle und freundschaftliche Art der Betreuung.

Als Schnittstelle und Betreuer von Seiten der Universität für Bodenkultur möchte ich mich recht herzlich bei Willi Knaus für die intensiven, sehr wohlwollenden und anregenden Diskussionen und Gespräche vor Präsentationsterminen und während der Arbeit bedanken. Sie haben mir durch Ihre genaue und konstruktiv kritische Art Blickwinkel auf meine Arbeit eröffnet, die mir oft sehr weiter geholfen haben.

Einen besonderen Dank möchte ich auch an meine engsten Freunde und StudienkollegInnen richten. Mit euch durfte ich viele schöne Erlebnisse im und um das Studium erleben die ich nicht missen möchte. Ebenso habt ihr mich durch Tipps und Tricks rund um meine Masterarbeit bestmöglich unterstützt.

Abschließend möchte ich mich bei meiner Familie, und ganz besonders bei meinen Eltern für die Ermöglichung des Studiums und für die große Unterstützung während dieser Zeit bedanken. Danke, dass ihr mich meinen Weg auf meine Art habt gehen lassen.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit eidesstattlich, diese Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt zu haben. Die aus fremden Quellen wörtlich oder inhaltlich übernommenen Formulierungen und Gedanken sind als solche gekennzeichnet.

Diese schriftliche Arbeit wurde noch an keiner anderen Stelle vorgelegt.

Datum

Unterschrift

Anmerkung:

Aufgrund besserer Lesbarkeit wurde auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Schreibweisen verzichtet. Alle personenbezogenen Formulierungen sind für beide Geschlechter gültig.

Abstract

The current trend in European and North American dairy production goes towards high-input/high-output systems. However, in grassland regions like the alpine foothills, grassland based milk production systems are an interesting and well regarded alternative. To optimize grassland productivity, the objective of this work was to compare the effect of three different grazed sward heights on their qualitative and quantitative yields. The field trial was carried out in 2013 at the Organic-Institute, AREC Raumberg-Gumpenstein, Austria on a permanent grazed grassland area. The three tested sward heights simulated intensive grazing systems like continuous or rotational grazing. It was a fully randomised trial with two blocks of 12 plots of 1 m² each, on two fields. Three different grazing heights (8/10/12 cm) were measured in grazing cages on a dairy pasture. The botanical composition of the pasture showed no significant differences in species groups and important species between the simulated three grazing heights. Over-all the species groups showed 74 % grass, 16 % legumes and 10 % herbs. Important grazing systems species were *Lolium perenne* 29 %, *Poa pratensis* 22 % and *Trifolium repens* 16 %. On average the medium (66 kg DM ha⁻¹ d⁻¹) and high sward height (67 kg DM ha⁻¹ d⁻¹) showed a significant higher grass growth rate than the low height (57 kg DM ha⁻¹ d⁻¹). The low sward height produced the highest average forage energy (6.5 MJ NEL kg⁻¹ DM) and forage crude protein content (207 g CP kg⁻¹ DM). Compared to the low sward height the area-specific energy yield was significantly higher for the medium and high sward height. For area-specific crude protein yield there were no significant differences between tested heights, with values around 2,240 kg CP ha⁻¹ year⁻¹. Calculated potential producible milk and meat yields showed a significant advantage for the medium (13,584 kg milk and 1,200 kg meat ha⁻¹ y⁻¹) and high sward heights (13,584 kg milk and 1,224 kg meat ha⁻¹ y⁻¹) relative to the low sward height (11,549 kg milk and 1,034 kg meat ha⁻¹ y⁻¹). In conclusion, the medium and high sward heights had a high animal production potential. Under optimal conditions all simulated heights can offer cheap feed of high quality and quantity.

Abkürzungsverzeichnis

ADF	säurelösliche Detergentienfaser
ADL	säurelösliches Lignin
AWH	Aufwuchshöhe
BS	Besatzstärke
BSH	Besatzstärke hoch
BSN	Besatzstärke niedrig
BV	Braunvieh
cm RPM	Rising Plate Meter Zentimeter
DOM	Verdauliche organische Masse
DXL	Verdauliches Rohfett
DXF	Verdauliche Rohfaser
EB	Erhaltungsbedarf
ET	Erntetermin
FV	Fleckvieh
GEB	Gesamtenergiebedarf
GRV	Grauvieh
h	hoch
HF	Holstein Friesian
HFL	Holstein Friesian Lebensleistungszucht
K	Kalium
LAI	Leaf Area Index
LB	Leistungsbedarf
LM	Lebendmasse
LSMEAN	Least Square Means
m	mittel
n	niedrig
NDF	neutrale Detergentienfaser
OM	organische Masse
P	Phosphor
PI	Pinzgauer
RPM	Rising Plate Meter
SEM	Standardfehler
TGZ	Tageszunahme
XF	Rohfaser
XP	Rohprotein

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	8
1.1	Ziele und Forschungsfragen	9
1.2	Literaturübersicht	10
1.2.1	Grünland in Österreich, der Schweiz und Bayern.....	10
1.2.2	Beschreibung des Kurzrasen- und Koppelweidesystems.....	11
1.2.3	Der optimale Weidepflanzenbestand.....	12
1.2.3.1	Wiesenrispe / <i>Poa pratensis</i> L.....	14
1.2.3.2	Englisches Raygras / <i>Lolium perenne</i>	15
1.2.3.3	Untergeordnete Weidegräser	16
1.2.3.4	Weißklee / <i>Trifolium repens</i>	16
1.2.3.5	Problempflanzen in Weiden	18
1.2.4	Qualitätsparameter für Weidegras.....	19
1.2.5	Ertrags- und Leistungspotential von Weidesystemen.....	23
1.2.6	Produktivitätsparameter.....	25
2	Tiere, Material und Methodik.....	31
1.3	Beschreibung des Versuchsstandortes.....	31
1.4	Versuchsaufbau	33
1.5	Versuchsablauf und Datenerhebung.....	35
1.5.1	Bestimmung des optimalen Erntetermins	35
1.5.2	Bonitur des Pflanzenbestands	36
1.5.3	Versetzung der Weidekörbe und Vorbereitung der neuen Parzellen...	37
1.5.4	Leaf-Area-Index Messung	38
1.5.5	Messung der Bestandeshöhe	38
1.5.6	Versuchsernte	38
1.5.7	Ertrag und Nährstoffanalyse des geernteten Futters.....	39
1.6	Statistische Auswertung.....	39
1.6.1	Modellrechnung zum potentiellen Milchertrag	41
1.6.2	Modellrechnung zum potentiellen Fleischertrag	43
3	Ergebnisse	44
1.6.3	Pflanzenbestand.....	45
1.6.4	Produktivitätsparameter.....	47
1.6.5	Quantitäts- und Qualitätserträge verschiedener Futteraufwuchshöhen im Vergleich.....	51

1.6.5.1	Inhaltsstofferträge.....	51
1.6.5.2	Inhaltsstoffgehalte im Jahresdurchschnitt	51
1.6.5.3	Inhaltsstoffgehalte im Vegetationsverlauf.....	52
1.6.5.4	Potentieller Milch- und Fleischertrag	55
4	Diskussion.....	56
1.6.6	Pflanzenbestand.....	56
1.6.7	Produktivitätsparameter.....	58
1.6.8	Quantitätserträge pro Fläche.....	60
1.6.9	Nährstoffgehalte im Weidefutter	62
1.6.10	Potentieller Milch- und Fleischertrag pro Hektar.....	65
5	Schlussfolgerungen.....	66
6	Zusammenfassung.....	68
I.	Abbildungsverzeichnis:.....	71
II.	Tabellenverzeichnis.....	71
III.	Literaturverzeichnis:	73

1 Einleitung

Grünland hatte in der Milchviehhaltung für viele Jahrhunderte eine sehr große Bedeutung. Durch die Intensivierung der Milchviehhaltung mit größeren und höher spezialisierten Betrieben hat sich die Bedeutung von Grünland im Produktionsprozess Milchviehhaltung gewandelt (Kristensen et al., 2005). Kohnen et al. (2014) gehen sogar so weit, dass sie die Verdrängung der Weidehaltung durch den strukturellen Wandel in der Milchproduktion ab 1980 datieren. Nach ihrer Meinung hatten und haben Arbeitseffektivität, Verhältnis zwischen Milch- und Kraftfutterpreis, Entwicklungen in der Tiergenetik und Fütterungstechnik, aber auch die europäische Förderungspolitik Einfluss auf die Entwicklung zur modernen, intensiven Landwirtschaft. Vorrangige Erfolgskriterien dieser Systeme sind Milchleistung pro Arbeitskraft und pro Stallplatz. Die Weidehaltung kann in solch einem System ihre Vorteile als umweltschonendes und tierwohlförderndes System auf kostengünstiger Futterbasis nicht oder nur bedingt ausspielen. Das Hauptziel dieser Arbeit ist zu analysieren mittels welcher Grasaufwuchshöhe, in einem intensiven Weidesystem, möglichst viel Milch oder Fleisch aus Weidegras produziert werden kann. Am treffendsten beschreiben Thomet et al. (2011) und Knaus (2009) die momentane Entwicklung. Der aktuelle Trend in der Milchviehhaltung in Europa und Nord Amerika geht klar in Richtung Milchoutput orientierter Kuh und Ganzjahresstallfütterung mit optimierten Totalmischrationen (TMR), welche aus den Hauptkomponenten Maissilage, Grassilage und Kraftfutter bestehen. Graslandbasierte Milchproduktionssysteme in Ländern des Alpenvorlandes verlieren kontinuierlich an Bedeutung und auch im Bergland wird durch Hochleistungszucht und Einsatz von viel billigem Kraftfutter versucht Hochleistungskühe zu halten. Für die Zukunft geben Thomet et al. (2011) Milchviehbetrieben den Rat in Grünlandregionen mehr auf die Nutzung von betriebseigenen Ressourcen zu setzen, um das Potential der weidebasierten Milcherzeugung auf Seiten der Produktion und Vermarktung zu nutzen. Steinwider und Häusler (2015) beschreiben für Österreich bereits eine leichte Zunahme der Beachtung und Bedeutung von Weidehaltung bei Rindern in den letzten Jahren, was genau dem Gegenteil des allgemeinen Trends entspricht. Ähnlich beschreiben Reidy und Ineichen (2014) die Situation in der Schweiz. Sie sprechen anhand wissenschaftlicher Studien von einer Zunahme der Bedeutung von graslandbasierter Milchproduktion. In den letzten Jahren vermehrt durchgeführte wissenschaftliche Untersuchungen zum Thema Vollweidehaltung in

den Voralpen und Alpengebieten der Schweiz, Österreichs, Bayerns und Baden-Württembergs beschreiben bei betriebs- und standort- angepassten Umsetzungsstrategien auch in diesen Regionen ein hohes Erfolgspotential (Steinwigger und Starz, 2015). In Österreich, der Schweiz und anderen Regionen gilt Weidegras als sehr preiswertes Futter (Thomet et al., 2014, Starz et al., 2009, Zimmermann, 2006) bzw. als das preiswerteste Futter! Es ist jedoch zu beachten, dass dies nur bei effizienter Nutzung gilt. In Regionen wie dem Alpenvorland stellen weidebetonte Milchproduktionssysteme eine optimale Möglichkeit dar, die Standortvorteile für ein reichliches und regelmäßiges Graswachstum optimal zu nutzen (Münzer, 2003).

1.1 Ziele und Forschungsfragen

Mit der vorliegenden Arbeit soll ein konkreter Beitrag zur Beurteilung des futterbaulichen und produktionstechnischen Leistungspotentials alpiner Dauerweidestandorte geleistet werden. Folgende Forschungsfragen sollen im Rahmen dieser Arbeit beantwortet werden:

- Wie unterscheidet sich die Bestandeszusammensetzung auf Dauerweiden bei unterschiedlichen Weideaufwuchshöhen auf einem niederschlagsreichen, inneralpinen Standort?
- Haben unterschiedliche Aufwuchshöhen bei Weidenutzung einen Einfluss auf die Mengen- und Qualitätserträge von Dauerweidebeständen auf einem niederschlagsreichen, inneralpinen Standort?
- Bei welcher Aufwuchshöhe können die höchsten potentiellen Flächenerträge an Milch oder Fleisch erzielt und somit auch die höchste Flächeneffizienz erreicht werden?

1.2 Literaturübersicht

1.2.1 Grünland in Österreich, der Schweiz und Bayern

Im Dreiländereck Österreich, Bayern bzw. Deutschland und der Schweiz haben Dauergrünlandflächen einen hohen Stellenwert. Laut Grünem Bericht 2015 werden österreichweit ca. 1,36 Mio. ha Dauergrünlandflächen bewirtschaftet, das entspricht 55 % der Landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN), wobei davon rund 40 % Intensivgrünland und 60 % extensiv genutztes Grünland sind.

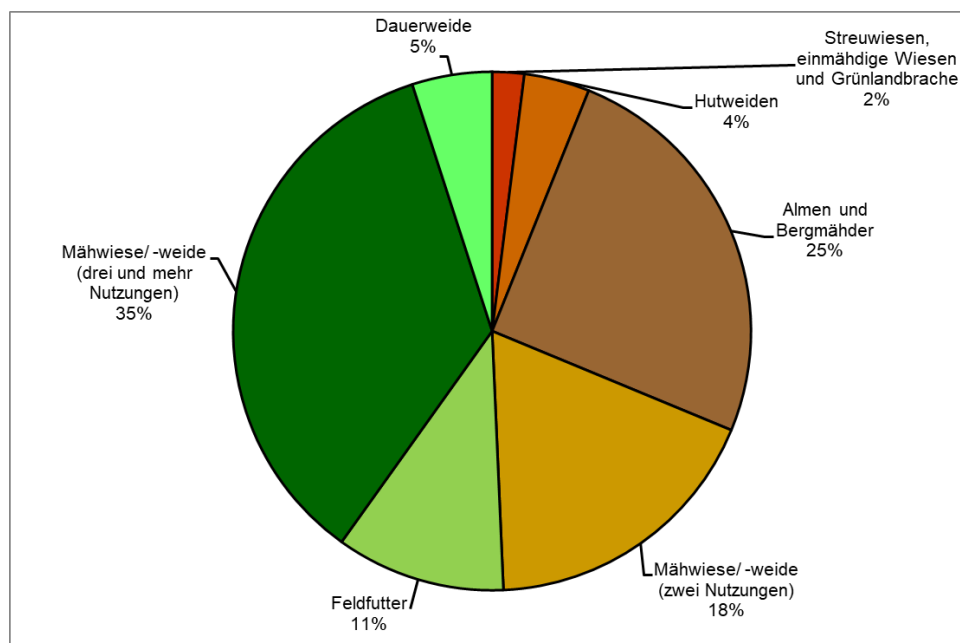


Abbildung 1: Verteilung der Grünlandflächen Österreichs (BMLFUW, 2015)

Das Intensivgrünland (50 %) setzt sich aus Feldfutter, mehrschnittigen Mähwiesen und Weiden zusammen, das extensiv genutzte Grünland (50 %) aus Mähwiesen und Weiden mit zweimaliger Nutzung, Almen und Bergmähdern, Hutweiden und Streuwiesen (siehe Abbildung 1). In Österreich sind in den Bundesländern Vorarlberg (36,3 %), Salzburg (26,7 %) und Tirol (20,5 %) die Grünlandanteile bezogen auf die LN am höchsten (BMLFUW, 2015). In der Schweiz entfallen 71 % der LN auf Grünlandflächen, davon werden ca. 12 % als Kunstwiesen und 58 % als Naturwiesen bewirtschaftet (BLW, 2016). Das Schweizer Agrargesetz definiert in der landwirtschaftlichen Begriffsverordnung den Begriff Kunstwiese eine als Wiese angesäte Fläche, die innerhalb einer Fruchtfolge während mindestens einer Vegetationsperiode bewirtschaftet wird (Schweizer-Bundesrat, 1989, Abschn. 3, Art. 18).

Laut bayerischem Agrarbericht 2014 beträgt der reine Grünlandanteil in Bayern 33,7 % der gesamten Agrarfläche, wobei davon 20 % mindestens einmal beweidet werden (BayStMELF, 2014).

1.2.2 Beschreibung des Kurzrasen- und Koppelweidesystems

Unter Kurzrasenweide oder intensiver Standweide wird im deutschsprachigen Raum die permanente Beweidung einer Fläche mit konsequent hohem Weidedruck bei einer Aufwuchshöhe von 5-6 cm im Frühjahr und 6-7 cm (Deckel-Messmethode) im Sommer verstanden (Steinwider und Starz, 2015). Thomet und Hadorn (1996) aber auch Münger (2003) beschreiben eine mittlere anzustrebende Bestandeshöhe von 6-8 cm (Zollstab-Messmethode) für Kurzrasenweiden in der Schweiz. Die Weidefläche wird in max. 4 Schläge unterteilt, welche wechselnd mit maximal einer Woche Ruhezeit bestoßen werden. Um den hohen Weidedruck zu erreichen sind bei Vollweidehaltung in der Hauptwachstumsphase 4-6 GVE/ha und ab Ende August 4-2 GVE/ha Tierbesatz notwendig. Der Weidedruck ist an das Graswachstum bestmöglich anzupassen, sodass Pflegemaßnahmen wie Mulchen nicht notwendig werden. Dieses intensive Weidesystem hat hohe Ansprüche an den Standort. Uneinheitliche Geländeformen sind eher weniger geeignet. Gute Bodenverhältnisse und genügend und gleichmäßig verteilte Niederschläge für optimales Graswachstum sind sehr wichtig (Steinwider und Starz, 2015).

Unter Koppel- oder Umtriebsweide wird im deutschsprachigen Raum ein System verstanden, bei dem die gesamte Weidefläche eines Betriebes in Koppeln mit ähnlicher Größe unterteilt wird. Die Koppeln werden nacheinander abgegrast. In der Milchviehhaltung wird eine Besatzzeit von max. 3-4 Tagen je Koppel angestrebt. Die Weideaufwuchs-Zieleingangshöhe sollte zwischen 8-12 cm (max. 15 cm) liegen. Beim Verlassen der Koppeln sollte auf 3-5 cm Reststoppelhöhe abgegrast sein, da ansonsten Reststoppelmaterial aufgebaut wird und Pflegemaßnahmen nötig werden. Ebenso steigt die Gefahr von Futtermitteln an. Im Koppelsystem können Düngemaßnahmen sehr einfach nach dem Koppelwechsel in der Ruhezeit durchgeführt werden (Steinwider und Starz, 2015). Die mittlere österreichische und schweizer Besatzstärke in Praxisversuchen bewegt sich um 2-3 Kühe pro ha (Steinwider und Starz, 2015, Schori, 2009). Neuseeländische Weideversuche zeigen Besatzstärken bis 4,3 Kühe pro ha (Macdonald et al., 2008).

Das Lincoln University Dairy Farm- (LUDF) Koppelweidesystem stellt ein intensives und höchst produktives Weidesystem aus Neuseeland für Milchkühe dar. Dabei ist das Hauptziel die Aufwuchshöhe möglichst gut im Griff zu haben und den Grasbestand wie eine Ackerkultur zu führen und Weidereste zu vermeiden. Käch-Pitt und Pitt (s.a.) haben dazu den Leitsatz: „Wir trainieren die Kühe, nicht die Kühe uns Bauern“. Wöchentliche Flächenbegehungen mit gleichzeitiger Aufwuchshöhenmessung mit dem Rising-Plate-Meter (RPM) geben einen Überblick über den momentanen Biomassevorrat. Aus den Daten wird ein Futtervorratskeil für alle Koppeln errechnet und daraus die Entscheidung der Koppelwahl abgeleitet. Täglich oder halbtäglich werden neue Koppeln zugeteilt. Die Zielabtriebshöhe ist mit 3,5 cm (7 clicks RPM, siehe Kapitel 1.5.5) festgelegt. Die Zieleingangshöhe wird wöchentlich neu aus dem Tagesbedarf der Herde und der Rotationsdauer berechnet. Um die Zielabtriebshöhe zu erreichen, sollte die Zieleingangshöhe zwischen 7-9 cm (14-19 clicks RPM) liegen, um nicht einen unnötig hohen Weidedruck auf die Kühe auszuüben. Die Rotationsdauer wird an die 3-Blattbildung des Englischen Raygrases angepasst. Im Frühjahr und Herbst ist sie etwa 28 Tage, in der Wachstumsspitze etwa 18 Tage und während des Sommers etwa 21 Tage. Bei zu hohem Futterzuwachs wird die Koppel erneut beweidet oder es erfolgt ein Konservierungsschnitt ohne vorherige Beweidung. Die Schnitthöhe sollte ebenfalls auf der Zielabtriebshöhe erfolgen (Käch et al., 2014, Käch-Pitt und Pitt, s.a.). Eines der formulierten Weideziele der Lincoln University Dairy Farm in Neuseeland ist es pro ha 200 GJ ME, oder 16 t TM mit einer durchschnittlichen Energiemenge von 12,5 MJ ME/kg TM zu ernten (SIDDC, s.a.).

1.2.3 Der optimale Weidepflanzenbestand

In Österreich sind intensiv beweidete Standorte hauptsächlich Dauergrünlandstandorte. In der Schweiz, Neuseeland und anderen Regionen werden Kunstwiesen (Wechselwiesen) für die intensive Nutzung gezielt angelegt. Dies hat Einfluss auf die Bestandeszusammensetzung und Sortenwahl. Dietl und Lehmann (2004) beschreiben ausgewogene Pflanzengemeinschaften von Wiesen und Weiden bestehend aus 50-70 % Gräsern und 30-50 % Kräutern und Leguminosen.

Auf intensiv genutzten Weiden im mitteleuropäischen Klima bilden zwei Gräser und eine Leguminose die Hauptarten (Englisches Raygras *Lolium perenne*, Wiesenrispe *Poa pratensis* und Weißklee *Trifolium repens*). Bei Gräsern gibt es zwei verbreitete

Wuchsstrategien, welche sehr entscheidend für die Eignung zur Weidenutzung sind. Horstgräser und ausläufertreibende Gräser. Gräser mit lockeren Horsten nehmen eine Mittelstellung zwischen beiden Wuchsformen ein. Horstgräser müssen in ihrer Lebensdauer von 6-8 Jahren aussamen, um überdauern zu können. Durch intensive Beweidung werden horstbildende Gräser zurückgedrängt und Weidepflanzenbestände mit Englischem Raygras (*Lolium perenne*), Wiesenrispe (*Poa pratensis*) und Weißklee (*Trifolium repens*) gewinnen an Bedeutung. Der Pflanzenbestand sollte zu 80 % aus den drei Hauptarten bestehen, wobei Weißklee maximal 30 % ausmachen sollte (Steinwigger und Starz, 2015). Mosimann et al. (2014) beschreiben den optimalen Weidepflanzenbestand mit 60-80 % Gräsern und 20-40 % Leguminosen. Die Hauptrolle spielt dabei das Englische Raygras, untergeordnet haben die Wiesenrispe, der Rotschwengel (*Festuca rubra* L.), das Fioringras (*Agrostis stolonifera* L.) und das Kammgras (*Cynosurus cristatus*) als Bildner einer dichten Grasnarbe eine Bedeutung. Zu den Weideleguminosen zählen die Autoren als erstes den Weißklee, da dieser gut an die intensive Weidenutzung angepasst ist. Der Schotenklee (*Lotus corniculatus*) wird als nicht blähend beschrieben. Weitere gern gefressene Weide-Leguminosen sind die Luzerne (*Medicago sativa*) und der Rotklee (*Trifolium pratense*). Diese drei Arten können sich aber bei einer intensiven Weidenutzung nicht dauerhaft im Bestand halten. In einer Untersuchung von Schleip et al. (2013) wurde beobachtet, dass die Blattlebensdauer von Englischem Raygras, Wiesenrispe, Wiesenlöwenzahn (*Taraxacum officinale*) und Weißklee unter intensiver Beweidung verkürzt ist. Dadurch können sie rascher neue grüne Blätter bilden und sind damit besser an den ständigen Verbiss auf der Weide angepasst (Steinwigger und Starz, 2015). Thomet et al. (2000b) belegten in einem Weidesystemvergleich von Koppel- und Kurzrasenweide mit verschiedenen Saatgutmischungen auf einem Kunstwiesenstandort, dass das Weidesystem auf die Entwicklung des Pflanzenbestandes keinen beziehungsweise nur einen sehr geringen Einfluss hat. Starz et al. (2013a) beschreiben für einen trockenheitsgefährdeten Dauergrünlandstandort in Österreich ebenfalls keine Unterschiede zwischen Kurzrasen- und Koppelweidesystem.

1.2.3.1 Wiesenrispe / *Poa pratensis* L.

Im alpinen Raum zählt die Wiesenrispe mit dem Englischen Raygras zu den bedeutendsten narbenbildenden Gräsern ertragreicher intensiv genutzter Mähweiden und Weiden (Lehmann, 1995, Suter et al., 2002, Suter et al., 2007, Suter et al., 2013, Suter et al., 2014). Steinwider und Starz (2015) bezeichnen sie als das bedeutendste Weidegras im alpinen Raum Österreichs. Gute Winterhärte, Toleranz gegenüber länger anhaltender Schneedecke und bessere Anpassung an das raue Klima machen sie zur Alternative zum Englischen Raygras auf nicht Raygras fähigen Standorten.



Abbildung 2: Wiesenrispengras-Weißkleepflanzenbestand unter Beweidung (Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, 2016)

Mit unterirdischen Ausläufern kann sie eine dichte und trittfeste Grasnarbe bilden und ist dadurch optimal angepasst an die intensive Weide- und Vielschnittnutzung in Gunst- und Tallagen bis in die Almregion (Lehmann, 1995, Nösberger und Moser, 1988, Steinwider und Starz, 2015). In der biologischen Landwirtschaft wird die Wiesenrispe dadurch zum wichtigen Partner zur Regulation unerwünschter Kräuter (Starz et al., 2013d). Ihre langsame Jungendentwicklung und Konkurrenzschwäche gegenüber anderen Arten erschweren die rasche Etablierung im Bestand. Um eine stärkere Ausbreitung im Bestand und höhere Ertragsanteile zu erreichen muss die Bestockung und Entwicklung von Rhizomen gefördert werden. Dies passiert auf Kosten konkurrenzstärkerer Partner im Bestand. Eine frühe intensive nicht zu tiefe Nutzung durch Beweidung oder Schnitt fördert die Bestockung und Rhizombildung

der Wiesenrispe (Nösberger und Moser, 1988). Durch vegetative Vermehrung mittels Kriechtrieb Bildung ist die Wiesenrispe nicht auf Versamung angewiesen. Der Kriechtrieb wird beim Erscheinen der ersten grünen Blätter vom Haupttrieb unabhängig und es bildet sich eine neue Einzelpflanze (Nyahoza et al., 1973, Felix Nyahoza et al., 1974, F. Nyahoza et al., 1974). Die Wiesenrispe ist eine sehr nutzungselastische Grasart (Starz et al., 2013c), welche ihr Wachstum an die Nutzungsintensität anpassen kann (Schleip et al. 2013).

1.2.3.2 **Englisches Raygras / *Lolium perenne***

International in Neuseeland (Chapman et al., 2016), Nordirland, England (Gilliland et al., 2007) und in der milden, feucht-gemäßigten Klimazone ist das Englische Raygras das wichtigste Gras der intensiven Schnittwiesen und Weiden. In den Gunstlagen des Alpenvorlands und der alpinen Täler kommt es verbreitet natürlich vor. Das Englische Raygras besitzt unter den Raygräsern die stärkste Ausdauer und höchste Winterhärte. Es hat jedoch hinsichtlich Temperatur und Wasserversorgung hohe Ansprüche. Die Auswinterungsgefahr durch starke Kahlfröste und Schneeschimmelpilze unter lange anhaltenden Schneedecken, bei nicht gefrorenem Boden, ist in Höhenlagen groß (Steinwider und Starz, 2015, Suter et al., 2012, Suter et al., 2014).



**Abbildung 3: Englisches Raygras unter Beweidung
(Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, 2016)**

Das Englische Raygras gehört zu den Mittelgräsern und ist durch seine dunkel glänzende Blattunterseite, eine stark gerillte Blattoberseite und ein gefaltetes jüngstes Blatt gut erkennbar. Unter Beweidung wird es zur Nebentriebbildung angeregt und es entstehen lockere polsterförmige Horste, die sich auch ohne Versamung langfristig erhalten können. Wobei es auf Weidestandorten durch einen polsterartigen Wuchs mit kurzen im Boden verlaufenden Bestockungstrieben Reservestoffe einlagern kann und dadurch vor Schneeschimmelbefall besser geschützt ist als auf Schnittwiesen. Eine gute Anpassung an intensive Nutzung und Düngung macht es zu einem ertrag- und inhaltsstoffreichen Futtergras (Steinwider und Starz, 2015).

1.2.3.3 Untergeordnete Weidegräser

Der Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*) und das Kammgras (*Cynosurus cristatus*) werden in Publikationen intensiver Weidesysteme nicht unter den wichtigsten Gräsern genannt. Sie haben jedoch in alpinen Regionen ihre regionale Bedeutung und nehmen im Bestand wesentliche Anteile ein. Das Kammgras ist in niederschlagsreichen Gebieten vom Tal bis in die Almregionen auf mäßig trockenen bis feuchten Standorten mit guter Nährstoffversorgung zu finden. Es bildet kleine ausdauernde Horste und kommt in Kammgras-Dauerweiden und weniger intensiv genutzten Mähwiesen vor. Um überdauern zu können muss es sich laufend versamen. Der Futterwert der Blätter gilt als wertvoll (Dietl und Jorquera, 2007). Der Wiesenschwingel gehört zu den mehrjährigen Horst bildenden winterharten Obergräsern und ist vielfältig verwendbar. In Deutschland kommt er als Futtergras hauptsächlich auf weniger intensiv genutzten Grünlandstandorten vor. Bei frühem intensivem Schnitt und unter intensiven Weidebedingungen nimmt der Ertragsanteil gravierend ab. Hohe N-Gaben führen auf wüchsigen Standorten ebenfalls zur Verdrängung. Als ganze Pflanze ist der Wiesenschwingel sehr wertvoll, ertragreich und durch seine Schmackhaftigkeit wird er von den Tieren gerne gefressen (Mielke und Wohlers, 2016). Diese beiden Arten und auch das Wiesenlieschgras

1.2.3.4 Weißklee / *Trifolium repens*

Der Weißklee ist die wichtigste und die vorherrschende Leguminose intensiv genutzter Dauerweiden und Wiesen Mitteleuropas (Boller et al., 2007, Buchgraber und Gindl, 2009, Steinwider und Starz, 2015, Suter et al., 2013). Er ist die einzige Leguminose welche sich durch ihre spezielle Wuchsform längerfristig in

Dauergrünlandbeständen mit mehr als drei Nutzungen halten kann. Andere Leguminosen wie der Rotklee (*Trifolium pratense*) oder der Hornklee (*Lotus corniculatus*) gehen bei einer Intensivierung über zwei Schnitte zurück. Bei der Mahd oder bei Verbiss durch Weidetiere werden bei Weißklee lediglich die Blattspreiten und Blattstiele entfernt. Der am Boden wachsende Kriechtrieb wird nur wenig geschädigt und die Pflanze kann sich so schnell regenerieren. Intensive Nutzung und ein niedriger Bestandkurzern fördert, durch Licht- und Platzangebot, die Ausbreitung des Weißklee. Eine regelmäßige, durch die Wuchsform bedingte Verjüngung macht eine Vermehrung durch Samen nicht notwendig. Somit ist er die ideale Kleeart für die Weide (Suter et al., 2013, Steinwider und Starz, 2015).



Abbildung 4: Weißklee im Weidebestand
(Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, 2016)

Da bei der Mahd oder beim Verbiss durch Weidetiere lediglich die Blattspreiten und Blattstiele erfasst werden, ist die Futterqualität gleichbleibender, und der Weißklee ist gegenüber Beständen mit Rotklee oder Luzerne nutzungselastischer (Suter et al., 2013). Als Leguminose leistet er einen bedeutenden Beitrag zum Eiweißgehalt im Futter und fördert durch seine Schmackhaftigkeit den Verzehr von Weidefutter (Steinwider und Starz, 2015). Steinwider und Starz (2015) betonen, dass Flächenprozentanteile über 30 % zu einem erhöhten Blährisiko der Weidetiere vor allem bei Koppel- oder Portionsweide führen. Eine flächige Ausbreitung kann über eine gut entwickelte Grasnarbe in Kombination mit nutzungsgepasser Düngung verhindert werden. Biologisch bewirtschaftete Dauerweiden weisen tendenziell höhere Weißkleeanteile auf. Die Knappheit von Wirtschaftsdünger kann zu einer an

die intensive Nutzung nicht angepassten Versorgung mit Stickstoff der Gräser führen, wodurch der Weißklee einen Vorteil hat (Steinwigger und Starz, 2015).

1.2.3.5 Problempflanzen in Weiden

Die Lägerrispe (*Poa supina*) und das Ausläuferstraußgras (*Agrostis stolonifera*) sind Gräser die sich durch fehlende wertvolle Futtergräser im Bestand ausbreiten können. Sie besitzen oberirdische Kriechtriebe mit denen sie sich in lückigen Weiden schnell flächig ausbreiten können. Das Ausläuferstraußgras bildet wie die Gemeine Rispe (*Poa trivialis*) in Schnittwiesen einen dichten verfilzten muffigen Bestand, welcher von den Tieren nur ungern gefressen wird. Thomet (2005) erwähnt auf einer Dauerweide unter langjähriger Kurzrasenweidenutzung einen sehr dichten Bestand mit Neigung zur zeitweisen Verfilzung. Er sieht aber eine Zunahme von Ausläuferstraußgras als nicht problematisch, da die Verunkrautung auf intensiv genutzten Dauerweiden kein Problem darstellt. Die Lägerrispe ist ein für hochalpine Weiden über der Baumgrenze typisches Gras. Sie tritt dort auf nährstoffreichen intensiv beweideten Flächen auf. Sie kann aber auch auf intensiv genutzten Dauerweiden im Tal größere Bestandesanteile ausmachen, wenn die wertvollen Weidegräser fehlen oder durch zu geringe Düngung geschwächt sind. Starker Lägerrispenbesatz ist von der Ferne optisch, durch oberflächlich liegende ausgerupfte Grasbüschel, gut erkennbar. Die Tiere rupfen beim Weiden Graswurzeln und Bodenteile aus und werfen diese aufgrund der geringen Schmackhaftigkeit wieder aus. Im Gegensatz zur Lägerrispe stellt die Gemeine Rispe, in intensiven Dauerweiden, kein Problem dar. Sie wird bei intensiver Beweidung leicht von den Tieren ausgerissen oder der labile Wurzelfilz von den Klauen zertreten, wodurch ihr Bestandesanteil deutlich zurückgeht. Stark mit Gemeiner Rispe belastete Schnittwiesen können so durch intensive Beweidung in Kombination mit einer Übersaat von wertvollen Weidegräsern saniert werden. Kräuter insbesondere Problemkräuter nehmen auf intensiv genutzten Dauerweiden einen geringen Anteil ein. Eine dichte und gut entwickelte Grasnarbe führt von selbst zu einem geringen Kräuteranteil. Bei regelmäßiger Beweidung im sehr frühen Vegetationsstadium werden Kräuter einfach mitgefressen. Hoher Weidedruck zwingt die Tiere zu selektionslosem Fressen des Weidebestandes. Bei gleichzeitiger Übersaat können so stark mit Stumpfbältrigem Ampfer (*Rumex obtusifolius*) verseuchte Flächen saniert werden. Trittverträgliche Kräuter wie Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), Breitwegerich (*Plantago major*), Kriechender Günsel (*Ajuga reptans*), Kleine Brunelle (*Prunella vulgaris*) und Wiesenlöwenzahn

(*Taraxacum officinale*) tragen solange sie keine größeren Flächenanteile einnehmen zur Artenvielfalt bei (Starz et al., 2010, 2011, Steinwider und Starz, 2015).

1.2.4 Qualitätsparameter für Weidegras

Im Vergleich zu konserviertem Futter sind die Qualität und das Angebot des Weidefutters meistens weniger gut bekannt und nicht immer einheitlich. Unter optimalen Bedingungen gewachsenes und im idealen Stadium verwertetes Weidefutter ist ein Futtermittel von hoher Qualität, welches bei der Bewertung des gesamten Futterwertes höher einzustufen ist als gebräuchliche Ergänzungsfuttermittel in der Milchviehfütterung (Münger, 2010). Die Weide hat von den alpinen Grünland-Nutzungsformen als Alleinstellungsmerkmal, die höchsten Eiweißmengen und Eiweißkonzentrationen zur Verfügung stellen zu können. Eiweißerträge auf dem Niveau der Körnererbse sind in gewissen Stadien möglich (Starz et al., 2014b). Auf Kurzrasenweiden stellten Steinwider und Starz (2015) doppelt so hohe Proteinerträge, wie ein Hektar Bio-Sojabohne in Österreich erbringen kann, fest. In der Praxis können jedoch verschiedene Einflussfaktoren wie ungünstige Weidebedingungen, Wetter, Weidemanagement, veränderte Grasqualität im Vegetationsverlauf aufgrund wechselnder botanischer Zusammensetzung und der Wechsel der Stadien der verschiedenen Futterpflanzen die Futterqualität negativ beeinflussen. Auch die Anhäufung von totem Pflanzenmaterial durch Weidereste führt zu einer Qualitätsminderung (Münger, 2003). Schubiger et al. (1998) stellten bei einem Vergleich von 15 Grasarten fest, dass das Englische Raygras mit Abstand die höchsten Energiegehalte erbringen kann und, dass der Energiegehalt unabhängig von der Jahreszeit bei allen Grasarten mit fortschreitendem Entwicklungszustand bzw. zunehmendem Alter abnimmt. Im Vergleich mehrerer Jahre entdeckten Sie einen Zusammenhang zwischen der Witterung (Temperatur, Sonneneinstrahlung und Niederschläge) und dem Energiegehalt der Gräser. Wechselhaftes und kühles Wetter bewirkte eine Steigerung des Energiegehaltes um 0,3 bis 0,8 MJ NEL/kg TM, wohingegen hohe Temperaturen zu einer Abnahme von 0,5 bis 0,7 MJ NEL/kg TM führten. Münger A. (2003) konnte auf einem intensiv nutzbaren Schweizer Kunstwiesenstandort in den Westalpen keine gewichtbaren Unterschiede zwischen Kurzrasen und Koppelweide hinsichtlich Futterqualität (geprüft auf XP, XF und Zuckergehalt) feststellen. Eine Ausnahme bildet der Rohfasergehalt in der TM, welcher im Kurzrasensystem häufiger unter den Richtwert von 15-18 % sank. Pulido und Leaver (2003) stellten in England, ebenfalls unter intensiven Bedingungen, bei

Beprobung mittels bodenebenen Schnitt keine signifikanten Unterschiede zwischen Kurzrasenweide und Koppelweide bei den Parametern Energiegehalt, XP, NDF und ADF fest. Die gepflückten Proben zur Simulation einer weidenden Kuh, zeigten signifikante Systemunterschiede hinsichtlich XP- und NDF-Gehalt auf. Ebenso wurde bei beiden Systemen die Auswirkung der Schnitthöhe auf den Nährstoffgehalt verglichen. Es zeigte sich, dass die Schnitthöhe nur bei den Schnittproben eine Auswirkung auf den NDF-Gehalt hatte. Die gepflückten Proben zeigten keine Signifikanz. Wechselwirkungen zwischen Weidesystem und Bestandeshöhe zeigten keinen signifikanten Unterschied. Thomet und Hadorn (1996) unterstellen der Kurzrasenweide im Gegensatz zu anderen in der Milchviehhaltung praktizierten Weidesystemen eine stabilere und weniger schwankende Futterqualität. Neben relativ kurzen Zeitperioden sprechen sie nur von geringfügigen Systemunterschieden zwischen Kurzrasen- und Koppelweide. Starz et al. (2013a, 2013b) stellten auf einem trockenheitsgefährdeten österreichischen Standort in den Sommermonaten eine Überlegenheit des Koppelweidesystems im NEL- und XP-Gehalt fest. Jedoch zeigte das Koppelweidesystem einen größeren Abfall der Konzentrationen in der Vegetationsmitte als das Kurzrasenweidesystem.

1.2.4.1.1 Übersicht der wichtigsten Inhaltsstoffe (MJ NEL, XP)

Unter alpinen Standortbedingungen beschreiben Resch et al. (2006) Futter von Kulturweiden folgendermaßen. Sie stellten Energiegehalte zwischen 5,9-6,2 MJ NEL/kg TM, 157-210 g XP/kg TM und 177-248 g XF/kg TM fest. Untersuchungen von intensiver genutzten Dauergrünlandbeständen unter denselben Klimabedingungen zeigten ein höheres Leistungspotential. Starz et al. (2014b, 2011) stellten in einer mehrjährigen Versuchsreihe bei Kurzrasenweide Gehalte zwischen 6,2-7 MJ NEL/kg TM, 175-236 g XP/kg TM und 180-240 g XF/kg TM fest.

Nach Thomet und Hadorn (1996) kann für die Sommerfütterung auf Kurzrasenweide in den Schweizer Westalpen sogar mit Durchschnittswerten um 6,5 MJ NEL/kg TM, 170-220 g XP/kg TM und 170-210 g XF/kg TM gerechnet werden. Wobei im Frühjahr und Herbst höhere Energiewerte möglich sind. Auf Natur- und Kunstwiesen mit sehr hohem Weißkleeanteil konnten sogar Gehalte von 240-270 g XP/kg TM ermittelt werden, welche vor allem in den Monaten Juli bis September zu beobachten waren. Die Autoren bewerteten auch den Systemunterschied Kurzrasen- und Koppelweide und stellten aus internationalen und eigenen Versuchen fest, dass der

systembedingte Unterschied, abgesehen von kurzen Perioden nicht nennenswert groß ist.

Pries und Menke (2011) konnten bei einem Fütterungsversuch von Kurzrasenweidefutter an Hammeln, Proteingehalte von 210-231 g XP/kg TM feststellen.

Pulido und Leaver (2003) stellten Energiewerte um 11,8 MJ ME/kg TM und 161 g XP/kg TM in der Variante mit bodenebenem Schnitt fest. Es zeigte sich keine Signifikanz des Weidesystems und der Bestandeshöhe. In der gepflückten Variante wurden Energiewerte um 12,3 MJ ME/kg TM und 222 g XP/kg TM bei Kurzrasenweide und 192 g XP/kg TM bei Koppelweide gemessen. Der Parameter Energiegehalt zeigte keine Signifikanz bezüglich Weidesystem und Bestandeshöhe. Im Proteingehalt ergaben sich jedoch signifikante Unterschiede zwischen den Weidesystemen, aber nicht zwischen den Bestandeshöhen 5-7 cm und 7-9 cm.

1.2.4.1.2 Faserstoffe (XF, NDF, ADF, ADL)

Thomet und Hadorn (1996) stellten in einem Versuch mit 8 Schweizer Kurzrasenweidebetrieben Rohfasergehalte zwischen 170 und 210 g/kg TM fest. Starz et al. (2014b) beschreiben inneralpine österreichische Kurzrasenweiden im Vergleich dazu mit Werten zwischen 180 bis 240 g XF/kg TM, 365-449 g NDF/kg TM, 216-274 g ADF/kg TM und 26-34 g ADL/kg TM. Es konnte beobachtet werden, dass der Rohfasergehalt in der TM vom 1. Erntetermin von 19 % auf 24 % zum zweiten Termin (Ende Mai) anstieg, den Sommer über bei 22 % blieb und erst ab Spätsommer bis Herbst wieder auf 17 % absank. Ähnlich verhielten sich auch die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, ADL). Im inneralpinen Raum lässt sich der Anstieg der Strukturkohlenhydrate zur Vegetationsmitte hin, durch die Frühreife der am Standort vorkommenden Vegetation und verstärkte Halmbildung bei Gräsern, beziehungsweise Fruchtstandbildung trotz intensiver Beweidung zu diesem Zeitpunkt, erklären. Starz et al. (2014b) begründen unterschiedliche Faserstoffgehalte anhand des oben genannten Versuchs von Thomet und Hadorn (1996). Sie führen geringe jahreszeitliche Schwankungen von der Inhaltstoffgehalte auf die in Gunstlagen mögliche Verwendung spätreifer Englisch Raygras Sorten zurück. Ein Schweizer Alpiner Besatzstärkenversuch bei Koppelweide unter Biobedingungen zeigte einen signifikanten Einfluss der Besatzstärke auf den XF- und NDF-Gehalt. Die Variante mit der niedrigeren Besatzstärke zeigte signifikant höhere Gehalte (Schori, 2009).

Pulido und Leaver (2003) stellten im Systemvergleich ähnliche Werte (450-524 g NDF/kg TM) wie Schori (2009) fest. Es zeigt sich jedoch, dass die von Pulido und Leaver beschriebenen, hauptsächlich aus *Lolium perenne* bestehenden Weidebestände, höhere Faserstoffgehalte aufweisen, als die von Starz et al. (2014b) beschriebenen Weidebestände, in denen der Weißklee eine wesentliche Bestandekomponente bildete. Münger (2003) beschreibt den Weißkleeanteil als ausschlaggebend für den Rohfasergehalt, besonders da dieser im Verlauf des Sommers im Bestand zunimmt. Das NRC (2001) weist auf den großen Einfluss der Faserstoffkohlenhydrate auf die Höhe des Energiegehaltes hin. Für Hochleistungsmilchkühe führen Sie einen NDF-Grenzwert von 250-330 g/kg TM als Minimum an. Milchkühe mit niedrigerer Leistung benötigen nach Angaben des NRC (2001) weniger Energie und sollten über ihre Ration mehr NDF erhalten.

1.2.4.1.3 Mineralstoffe (P, K)

Starz et al. (2014a) stellten in einem mehrjährigen Weideversuch im bayrischen- und österreichischen Alpenvorland sowie im inneralpinen Raum sehr hohe Phosphorgehalte (P) von über 4 g/kg TM in Weidefutter fest. Im jahreszeitlichen Verlauf wurde ein Anstieg des P-Gehaltes auf allen Versuchsstandorten bis zum Herbst beobachtet. Kessler et al. (1999) stellten bei Untersuchungen von Schweizer Kurzrasen- und Koppelweiden fest, dass sich Kurzrasenweiden im Mengenelementgehalt nur unwesentlich von Koppelweiden unterscheiden. Es konnten allgemein ähnliche Werte wie für Wiesenfutter nach Schweizer Futterwerttabellen erzielt werden. Es wurden Phosphorgehalte von 4,1-5 g/kg TM festgestellt. Im Futter der Kurzrasenweiden war tendenziell mehr P zu finden. Schori (2009) konnte bei unterschiedlichen Besatzstärken der Koppelweide keine signifikanten Unterschiede im Phosphorgehalt nachweisen. Es wurden durchschnittliche Phosphorgehalte von 4,4 g/kg TM gemessen. Im Unterschied dazu reagierte der Kaliumgehalt auf die Besatzstärke pro ha. Bei geringerer Besatzstärke sanken die Werte im Weidefutter signifikant ab. Je nach Besatzstärke wurden K-Gehalte zwischen 21,8 und 41,8 g/kg TM gemessen. Unter inneralpinen Bedingungen stellten Steinwigger und Starz (2015) auf Kurzrasenweiden rund 23 g K/kg TM fest. Kuusela (2006) stellte in beweideten Klee-grasmischungen Mineralstoffgehalte von 4,0 g P/kg TM und 32,9 g K/kg TM fest.

1.2.5 Ertrags- und Leistungspotential von Weidesystemen

Wie am Beginn des Kapitels 1.2.4 „Qualitätsparameter für Weidegras“ erwähnt, hängt die Grasqualität von vielen Umwelt und Managementfaktoren ab. Geringere Nährstoffgehalte beeinflussen somit auch die möglichen Hektarerträge bezüglich Energie und Eiweiß und in weiterer Folge von Milch und Fleisch. Mit Vollweidesystemen, unter Anwendung von Kurzrasen oder Koppelweide, können nicht nur in Irland oder Neuseeland hohe Flächenerträge an Milch erzielt werden (Thomet, 2005). Vollweideprojekte in der Schweiz bestätigen die außergewöhnliche Leistungsfähigkeit des Grünlands im Alpenraum. Es wird dabei auf die unbedingte Notwendigkeit eines hohen Tierbesatzes hingewiesen und daraus folgende Futterkonkurrenz zwischen den weidenden Tieren aufmerksam gemacht. Dadurch wird ein Großteil der aufwachsenden Biomasse zu Milch und Fleisch veredelt (Thomet, 2005). Hofstetter et al. (2014) zeigten in einem Versuch „Stallfütterung vs. weidebasierter Fütterung“ die Leistungsfähigkeit des Grünlandes in Schweizer Gunstlage auf. Sie ermittelten in einem koppelbasierten Kurzrasenweidesystem 14,2 t TM/ha, 89.460 MJ NEL/ha (errechnet aus Basisdaten) und 3.692 kg XP/ha (errechnet). Die Weideherde produzierte daraus 9.039 kg Milch/ha bei 1,9 Kühen pro ha Weidefläche. Steinberger und Spiekers (2014) beschreiben die Leistung bayrischer Vollweidesysteme unter Kurzrasenweide mit 40-70 gefressenen GJ NEL/ha bei einem mittleren Energiegehalt von 6,5 MJ NEL/kg TM. Die Kurzrasenweideflächen erbrachten je nach Standort einen Trockenmasseertrag von 6,3 bis 11 t TM/ha. Im Dreijahresschnitt wurden zwischen 6.000-12.000 kg Milch pro ha Weidefläche produziert. Ein Koppelweide-Besatzstärkenversuch von Macdonald et al. (2008) in Neuseeland zeigte um einiges höhere Ertragswerte bei höherem Intensitätsniveau. Im dreijährigen Versuch konnte bei Besatzdichten zwischen 2,2 bis 4,3 Kühen pro ha Trockenmasseerträge von 18,0 bis 20,4 t/ha, Energieerträge von 198.528 bis 232.492 MJ ME/ha (errechnet) und 3.989 bis 4.650 kg XP/ha (errechnet) ermittelt werden. Daraus ergaben sich Milcherträge zwischen 11.071 bis 14.828 kg Milch pro ha. Käch et al. (2014) zeigten in einem 5-jährigen Versuch unter Anwendung des Koppelweidesystems der Lincoln University Dairy Farm (LUDF) die hohe Ertragsfähigkeit des Westschweizer Gunstlagenstandortes Gampelen auf. Durchschnittlich wurden Trockenmasseerträge von über 10 t TM/ha und Milcherträge um 15.000 kg Milch/ha und Jahr ermittelt. Beim Vergleich verschiedener Besatzstärken unter Biobedingungen im Schweizer Bergland zeigte

sich, dass bei höherer Besatzstärke die Weide effizienter genutzt wird. Es wurden Trockenmasseerträge von 6,3-8,4 t TM/ha, 37,7-50,6 GJ NEL/ha (errechnet) und je nach Besatzstärke (BS, H -hoch, N -niedrig) 1.280 ±188 kg XP/ha bei BSH, sowie 1.185 ±175 kg XP/ha (errechnet) bei BSN ermittelt. Die BS zeigte einen signifikanten Einfluss auf den Proteingehalt im Futter, jedoch nicht auf den Energiegehalt. Der Milchflächenertrag war bei der hohen BS mit 45,4 kg/ha und Tag signifikant höher gegenüber der niedrigen BS mit 39,8 kg/ha und Tag. Bei durchschnittlich 213 Weidetagen ergeben sich 9.670 kg und 8.477 kg Milch/ha und Jahr (eigene Berechnung nach Schori, 2009). Münger (2003) spricht in einem 3-jährigen Schweizer Koppelweideversuch von möglichen Hektarleistungen von 10.000-12.000 kg Milch, wobei davon rund 80% rein aus Weide stammen. Zwei Schweizer Kurzrasenweide-Pionierbetriebe konnten bei durchschnittlich 11-12 t/ha Trockenmasseertrag der Weide im 12-Jahresschnitt kontinuierlich Leistungen um 12.000 kg Milch pro ha aufweisen (Thomet et al., 2014). Durch mehrere Versuche im Alpenraum und darüber hinaus wird bestätigt, dass zwischen dem Koppel- und Kurzrasenweidesystem unter optimalen Weidebedingungen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Milch-Produktionspotentials herrschen (Münger und Jans, 2001, Münger, 2003, Thomet et al., 2000a, Thomet, 2005, Pulido und Leaver, 2003). Trotzdem erzielt die Koppel tendenziell höhere Milchleistungen pro Fläche als das Kurzrasenweidesystem (Münger, 2003, Münger und Jans, 2001). In einem Schweizer Mastochsenversuch von Thomet und Hadorn (2000a) wurden Flächenleistungen an Lebendgewichtszunahme pro ha bei Kurzrasenweide von 1.075 kg und bei Koppelweide von 1.169 kg festgestellt. Die Tageszunahmen zeigten knapp keinen signifikanten Unterschied (P-Wert = 0,060) mit 0,906 kg/d bei Kurzrasenweide und 0,985 kg/d bei Koppelweide im Durchschnitt über die gesamte Weideperiode. Werden jedoch einzelne Abschnitte gesondert betrachtet, so ergaben sich sehr wohl Unterschiede. Von Weidebeginn bis Mitte Sommer lagen die Tageszunahmen (TGZ) von Kurzrasen- und Koppelweide zwischen 1.000-1.300 g ohne signifikanten Unterschied. Ab August waren in der Kurzrasenweide nur mehr Zunahmen zwischen 500-700 g/Tag und Tier gegenüber der Koppelweide mit 700-900 g/Tag und Tier möglich. Über die ganze Weidesaison zeigte sich ein Unterschied von rund 8 % zu Gunsten der Koppelweide, welcher jedoch über die Versuchsdauer einen P-Wert (0,06) knapp an der Signifikanzgrenze aufwies. Thomet und Hadorn (2000a) stellten anhand einer Literaturanalyse fest, dass in der Fleischproduktion der

durchschnittliche Unterschied mit 5,5 % zwar gering ist, aber die Kurzrasenweide im Mittel nicht das gleiche Potential wie die Koppelweide erbringen kann.

1.2.6 Produktivitätsparameter

Der Leaf Area Index (LAI) oder zu Deutsch Blattflächenindex ist ein Maß für die Vitalität und das Wachstum von Pflanzen auf unserem Planeten. Er ist ein wichtiger Parameter für Landoberflächenprozesse und für die Festlegung von Parametern in Klimamodellen. Der LAI repräsentiert die Masse an Blattmaterial in einem Ökosystem und ist geometrisch definiert als die Gesamtfläche des photosynthetischen Blattgewebes pro m^2 Bodenfläche (Gobron, 2008). Beispielhaft dargestellt bedeutet ein LAI von 1, dass 1 m^2 Bodenoberfläche genau von 1 m^2 Blattfläche bedeckt wird. Ryan et al. (2010) beschreiben bei einem Koppelweideversuch in Moorpark Irland den starken Zusammenhang zwischen Trockenmasseertrag und LAI mit einem Korrelationskoeffizienten R^2 von 0,76. Sie beschreiben ebenfalls einen signifikanten Einfluss des Endes der Weideperiode und des Zeitpunktes der Probennahme auf den LAI.

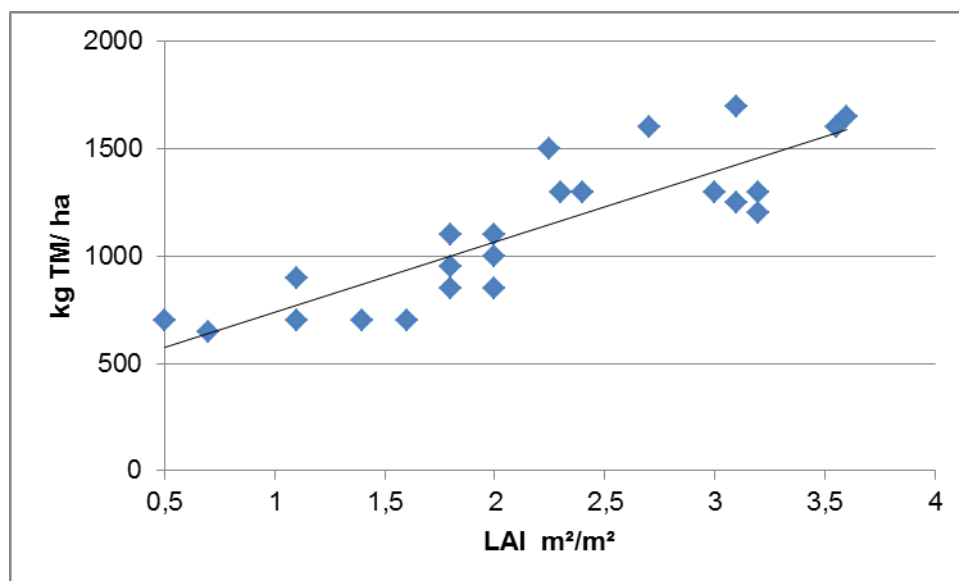


Abbildung 5: Zusammenhang von Trockenmasseertrag und LAI (Ryan et al., 2010)

Parsons und Johnson (1988) beschreiben keinen Zusammenhang des LAI mit der photosynthetischen Aktivität des Weidegrases. In der Ruhephase zeigten Koppelweiden einen markanten Anstieg des LAI aufgrund eines Anstieges der Blattfläche über alle Blattalterskategorien. Bei Kurzrasenweiden wurde bei LAI 1 festgestellt, dass alle Blattalterskategorien mit ähnlichem Anteil vertreten waren. Im

gesamten Jahr wurde eine Abnahme der kontinuierlich wachsenden Blätter festgestellt. Bei weniger intensiver Kurzrasenweide mit LAI 3 war kein saisonaler Trend erkennbar. Das Verhältnis der Blätter L1/L2/L3 war 20 % / 40 % / 40 %. Die größten Differenzen zwischen Kurzrasen und Koppelweide ergaben sich aufgrund der unterschiedlichen Blattflächen und den unterschiedlichen photosynthetischen Potential bei gleichem LAI-Wert. In allen Fällen war das größere photosynthetische Potential pro LAI-Einheit des Koppelweidebestandes zu 25 % auf den Rotationseffekt des Weidesystems zurückzuführen.

Die Futterdichte beschreibt die stehende Futtermenge in kg TM pro ha und cm Aufwuchshöhe (AWH). Die Futterdichte ist abhängig vom Pflanzenbestand, der Jahreszeit und der AWH. Je höher der Anteil von Horstgräsern im Bestand, desto geringer ist die Futterdichte. Rasenbetonte Pflanzenbestände sind durchschnittlich dichter als Horstgras betonte. Auch der Gräseranteil hat einen großen Einfluss auf die Futterdichte. Pflanzenbestände mit geringerem Gräseranteil sind weniger dicht als solche mit höherem Gräseranteil. Auch der Vegetationszeitpunkt hat einen Einfluss. Die Futterdichte steigt üblicherweise vom Frühjahr zum Sommer hin an und sinkt im Herbst unter den Frühjahrswert ab. Mit steigender Aufwuchshöhe nimmt die Futterdichte in den oberen Horizonten im Vergleich zur Basis ab (Steinwigger und Starz, 2015). Steinwigger und Starz (2015) beschreiben bei Messungen mit dem RPM (\varnothing 35 cm, 6,8 kg/m²) auf Koppelweiden Werte zwischen 180-240 kg TM je cm AWH und Extremwerte von min. 140 bzw. max. 260 kg TM je cm AWH. Bei simulierter Kurzrasenweide konnten sie 239-408 kg TM je cm AWH messen. Wobei die Werte der Koppelweide den zu Beginn beschriebenen Verlauf hatten. Die Kurzrasenweide zeigte zu Vegetationsbeginn einen TM-Anstieg und im Mai einen kurzen Einbruch. Im Sommer stieg sie bis Mitte August auf max. 408 kg TM je cm AWH an und sank zum Vegetationsende auf 311 kg TM je cm AWH und stieg gegen Ende Oktober nochmals auf 356 kg TM je cm AWH an. Ribeiro et al. (2005) beschreiben auf Französischen Portionsweiden (AWH 10-15 cm nach RPM 30*30cm, 4,5 kg/m²) Futterdichten im einem Englisch Raygrasbestand um 230 kg TM je ha/cm AWH und in einer Weißklee-Raygrasmischung 249-276 kg TM je ha/cm AWH. Die Wüchsigkeit eines Weidestandortes wird mit dem Trockenmassezuwachs kg TM pro ha und Tag angegeben. Mosimann et al. (2008) stellen in Abbildung 6 den typischen Graszuwachs von Schweizer Kuhweiden unter verschiedensten

Standortbedingungen dar. Ein dem Versuchsstandort dieser Arbeit ähnlicher Standort in der Schweiz wird folgendermaßen beschrieben: Er liegt in der Gunstlage bis 700 m Seehöhe, der Boden ist tiefgründig und es herrscht feuchtes Klima. In der Vorweideperiode, von Mitte März bis Mitte April wuchsen 10-65 kg TM-Zuwachs/ha und Tag zu. Im Frühjahr, von Mitte April bis Mitte Mai wuchsen 75-100 kg TM-Zuwachs/ha und Tag zu. Im Sommer, zwischen Mitte Mai bis Ende August, wuchsen 55-80 kg TM-Zuwachs/ha und Tag zu. Gegen Ende der Vegetation, von September bis Anfang November wuchsen 50-0 kg TM-Zuwachs/ha und Tag zu. Insgesamt erbrachte der Standort rund 12,8 t TM-Ertrag pro ha und Jahr.

Höhe	Boden	Klima	1. Periode												2. Periode												3. Periode												4. Periode												Jahresertrag (t TM/ha)
			März			April			Mai			Juni			Juli			August			September			Oktober			Nov.																								
			20	27	3	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13														
< 700 m	tiefgründig	feucht	10	25	45	55	65	75	90	100	100	90	80	70	60	55	55	60	60	60	60	60	60	60	60	60	55	50	45	40	35	30	30	30	25	20	15	5	12,9												
< 700 m	tiefgründig	trocken	5	15	30	45	60	75	90	95	90	75	60	50	40	35	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	35	40	40	35	30	25	20	15	5	0	9,4												
< 700 m	flachgründig	feucht	5	15	25	35	50	65	80	85	80	65	55	45	40	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	30	30	25	20	15	10	5	0	8,7														
< 700 m	flachgründig	trocken	5	15	25	35	50	60	75	80	75	60	45	35	25	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	20	25	30	30	25	20	15	10	5	0	6,4													
< 900 m	tiefgründig	feucht	5	15	25	35	45	60	75	85	90	85	65	55	50	45	45	45	50	50	50	50	50	45	45	40	40	35	35	30	30	30	25	20	15	10	0	10,5													
< 900 m	tiefgründig	trocken	5	10	20	30	40	50	75	80	85	80	60	50	40	35	30	30	30	30	30	25	20	20	20	20	25	30	30	30	30	30	25	20	15	10	5	0	8,0												
< 900 m	flachgründig	feucht	5	10	15	25	40	55	60	65	70	65	60	50	40	35	30	30	30	35	35	35	35	35	35	30	30	30	30	30	30	20	20	20	15	10	5	0	8,0												
< 900 m	flachgründig	trocken	5	10	15	20	30	45	55	60	65	60	55	45	35	30	25	20	15	10	10	10	10	10	10	15	15	15	20	20	20	20	20	20	15	10	5	0	5,9												
< 1100 m	glach	trocken	5	15	25	40	55	65	70	75	70	75	70	65	50	45	40	40	40	45	45	45	45	45	45	40	40	35	30	25	20	20	15	10	5	0	0	8,4													
< 1100 m	ungünstig		5	10	20	35	50	55	60	65	65	55	45	35	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	25	25	25	25	20	20	15	10	5	0	0	6,3														

Perioden:  Vorweide  Frühling  Sommer  Herbst

Abbildung 6: Graszuwachs auf Schweizer Kuhweiden unterteilt nach Standorteigenschaften (Mosimann et al., 2008)

Thomet und Blättler (1998) verglichen das Graswachstum von Kurzrasen- und Umtriebsweiden eines Schweizer Mittellandstandortes (siehe Abbildung 7). Sie stellten dabei ähnliche Zuwächse in beiden Systemen fest. Zu Vegetationsbeginn lag der Zuwachs um 40 kg TM/ha und Tag. Eine Trockenphase im April bremste das Wachstum der Kurzrasenweide stärker als das der Umtriebsweide. Von Ende April bis Anfang Juni stiegen die Tageszuwächse leicht über 80 kg TM/ha und Tag an. Zur Vegetationsmitte konnte ein kontinuierliches Absinken auf ca. 40 kg TM/ha und Tag beobachtet werden. Ab Ende Juli bis Anfang September erfolgte ein nochmaliger Anstieg auf rund 60 kg TM/ha und Tag. Danach wurde ein kontinuierlicher Abfall bis zum Vegetationsende beobachtet.

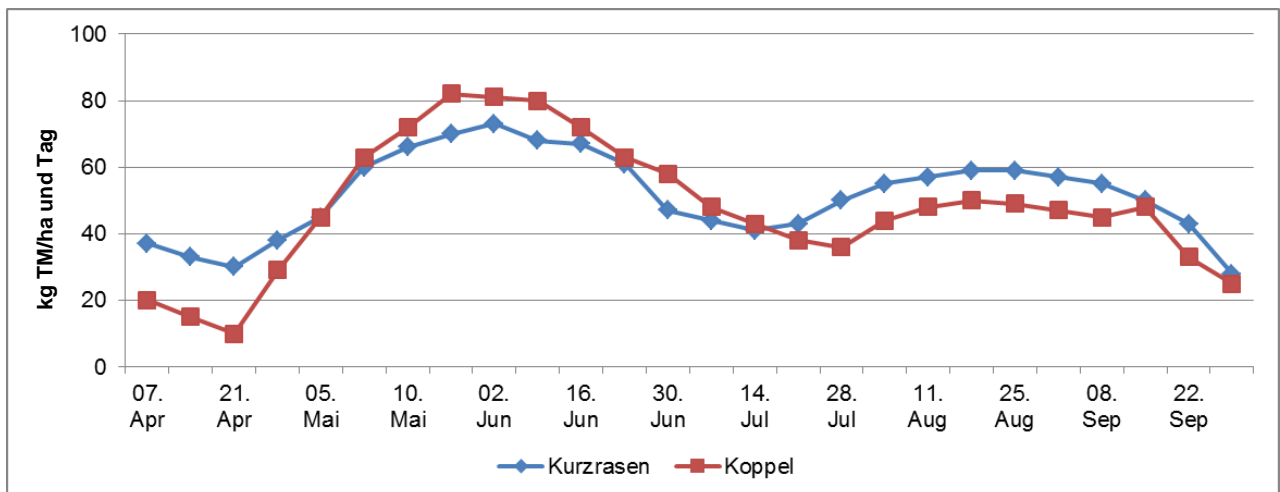


Abbildung 7: Graszuwachskurven von Kurzrasen- und Koppelweidenutzung im Vergleich (Thomet und Blättler, 1998)

Im Vergleich dazu erbrachte ein Schweizer Berglandstandort unter Bio-Bedingungen einen geringeren TM-Tageszuwachs. Wobei Schori (2009) dies auf die Höhenlage der Weiden, die Düngungsintensität, die Einschränkungen in der Biologischen Landwirtschaft und den Pflanzenbestand zurückführte. Starz et al. (2013b) stellten auf einem österreichischen Dauergrünlandstandort unter Trockenheit einen maximalen Graszuwachs bei Koppelweide von 65 kg TM/ha und Tag und bei Kurzrasenweide von 50 kg TM/ha und Tag fest. Insgesamt war die Kurzrasenweide der Koppelweide im Graswachstum von Mai bis Oktober deutlich unterlegen. Sie führten die Überlegenheit der Koppelweide auf ein günstigeres Mikroklima im Bestand und eine bessere Rückhaltung des Evaporationswassers zurück. Käch et al. (2014) demonstrierten unter Anwendung des neuseeländischen LUDF-Systems die

hohe potentielle Leistungsfähigkeit von Weiden in Schweizer Gunstlagen (siehe Abbildung 8).

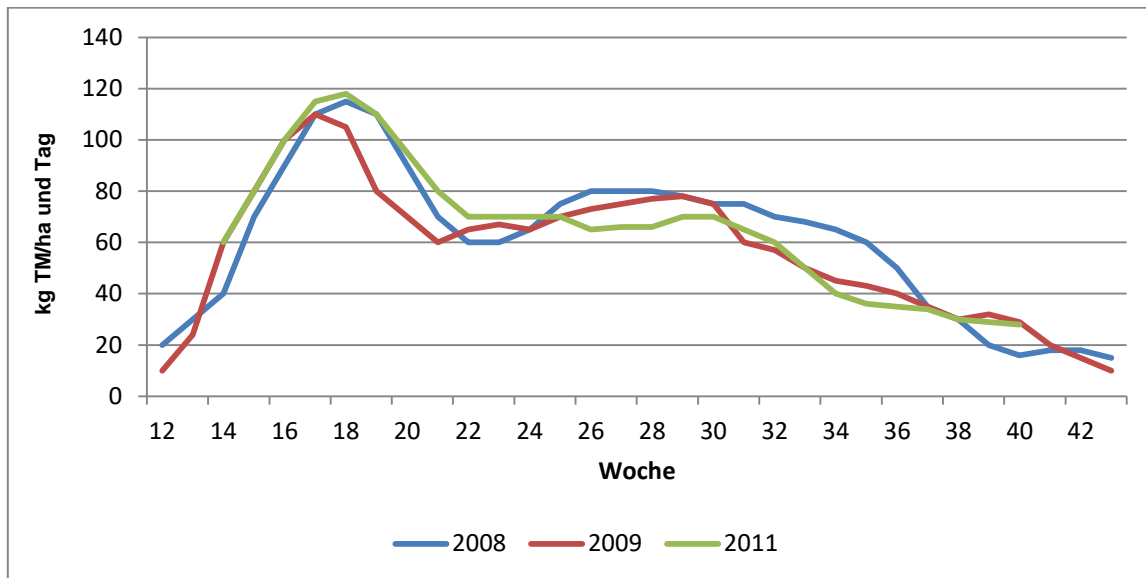


Abbildung 8: Graszuwachskurve im LUDF-System auf einem Schweizer Standort (Käch et al., 2014)

Sie erreichten im dreijährigen Durchschnitt maximale Tageszuwächse von ca. 120 kg TM/ha und Tag zu Vegetationsbeginn. In den Sommermonaten pendelte sich der Zuwachs um 60-80 kg TM/ha und Tag ein und sank zu Vegetationsende unter 20 kg TM/ha und Tag ab. Macdonald et al. (2008) ermittelten ähnliche Werte in Hamilton Neuseeland mit Englisch Raygras-Weißkleewiden wie auf durchschnittlichen Weiden in der Schweiz von Thomet und Blättler (1998). Ergänzend muss erwähnt werden, dass bei Macdonald et al. (2008) ganzjährig beweidet wurde, und mit bis zu doppelt so hohem Tierbesatz pro ha gearbeitet wurde.

2 Tiere, Material und Methodik

Der Versuch zur vorliegenden Arbeit wurde im Jahr 2013 durchgeführt und 2015 bis 2017 ausgewertet. Im Unterschied zu vielen anderen Arbeiten wurden bei diesem Versuch die Parzellen nur kurzzeitig vor dem Verbiss der weidenden Milchkuhherde durch Weidekörbe geschützt und blieben im weiteren Vegetationsverlauf in der effektiv beweideten Fläche. Thomet und Blättler (1998) beschreiben, dass sich die Zuwachskurven der Vier-Wochen-Schnittintervallmethode nach Corral und Fenlon (1978) grundsätzlich von denen permanent beweideter Flächen besonders bei Kurzrasenweiden unterscheiden. Die unterschiedliche Nutzungsart von Schnitt- und Weidenutzung im Frühjahr hat einen wesentlichen Einfluss auf den Zuwachsverlauf von Weidegras. Das übliche Maximum des Frühjahrswachstums verläuft auf Weideflächen weniger sprunghaft und flacher als bei Schnittflächen. Frühjahrstrockenheit zeigt demgegenüber bei Weideflächen einen stärker ausgeprägten Einfluss auf den TM-Zuwachs als auf Schnittflächen.

Deshalb wurde im vorliegenden Versuch die Probenahme aus nur kurzzeitig geschützten Weideparzellen (Weideschutzkörben) dem etablierten Vier-Wochen-Schnittintervallsystem nach Corral und Fenlon (1978) vorgezogen.

1.3 Beschreibung des Versuchsstandortes

Der Versuch hat im Jahr 2013 auf zwei langjährigen Weidestandorten am „Moarhof“, dem Versuchsbetrieb des Instituts für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere an der HBLFA für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, stattgefunden. Die Versuchsflächen wurden seit ca. 10 Jahren als Weide genutzt. Während dieses Zeitraumes wurden in Summe ca. 80 kg/ha Saatgut als Übersaat ausgebracht. Es wurden Wiesenrispengras und Englisches Raygras als Einzelkomponenten sowie Eigenmischungen dieser beiden Arten während der Vegetationszeit übergesät. Aufgrund des höheren Weißkleeanteils erfolgte eine im Vergleich zu anderen Versuchen moderate Stickstoffdüngung im März und Juni. Es wurden 2 mal 15 m³/ha verdünnte Rindergülle mit 25 kg rein N/ha ausgebracht. Zusätzlich erfolgte noch eine Kompostgabe von 15 m³/ha im Herbst. Da es sich beim Versuchsbetrieb um einen Biobetrieb handelt, war wie in der EU Bioverordnung 834/2008 und Durchführungsverordnung 889/2009 erläutert, bei 170 kg N/ha die Obergrenze der Zusatzdüngung erreicht.

Die Weidefläche wurde (177 d Stallfeld, 193 d Beifeld) mit einem Tierbesatz von 3,1 GVE/ha während der Weidezeit und über das gesamte Jahr berechnet mit 1,7 GVE/ha und Jahr bestoßen.

Standort Koordinaten der beiden Versuchsflächen:

Beifeld: 47° 31' 2" N, 14° 4' 34" E

Stallfeld: 47° 30' 60" N, 14° 4' 20" E

Allgemeine Klimadaten:

- 670 m Seehöhe
- 7 °C Jahresdurchschnittstemperatur
- 1.014 mm ø Jahresniederschlag
- Vegetationsbeginn 09.04.2013
- Vegetationsende 19.11.2013

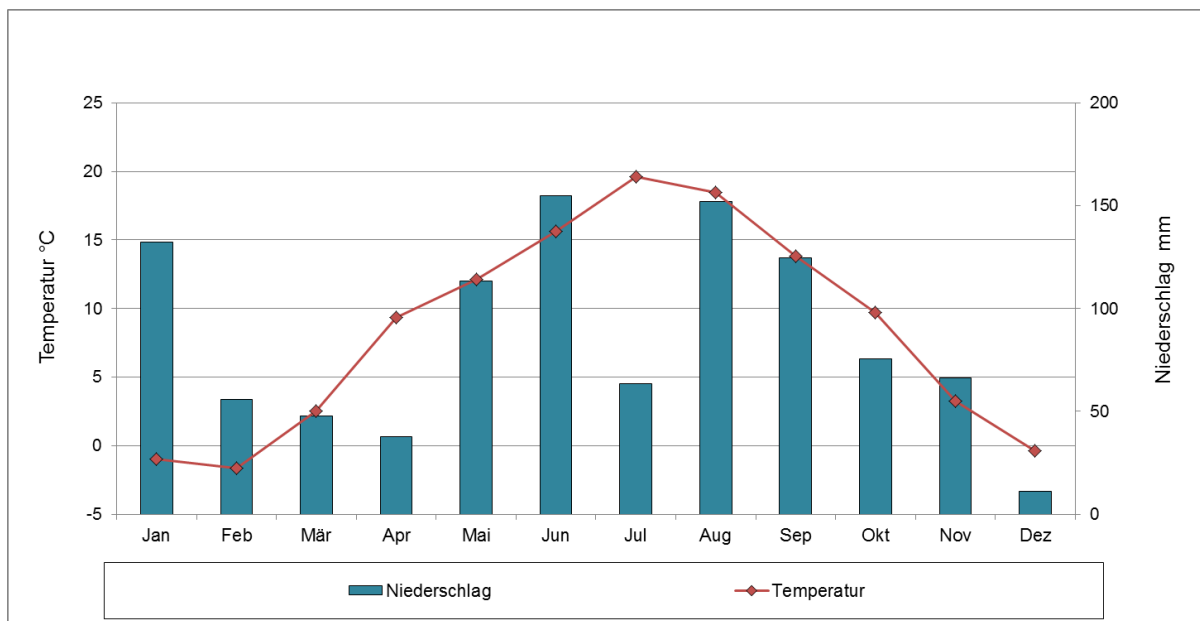


Abbildung 9: Langjährige Wetterdaten (1971-2000) der Wetterstation an der HBLFA Raumberg Gumpenstein (Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, 2016)

Boden am Versuchsstandort:

Der Bodentyp am Versuchsstandort war eine Felsbraunerde mit mittlerer Gründigkeit. Laut Bodenanalyseergebnissen betrug der durchschnittliche pH-Wert 6,5 der Humusgehalt 8,1 % und der Tongehalt 12,4 %.

1.4 Versuchsaufbau

Der Versuch war als vollständig randomisierte Anlage auf zwei nebeneinander liegenden Weideflächen (Beifeld und Stallfeld) angelegt. Die Planung der Versuchsanordnung wurde mit der SAS Anwendung FELD VA II (Moll, 2011) konzipiert. Die jeweiligen 1 m² großen Einzelparzellen wurden mittels Weideschutzkörben während des Versuchszeitraumes vorübergehend vor Verbiss der weidenden Milchkuhherde geschützt. Im Versuchsdesign waren drei verschiedene Varianten der Aufwuchshöhe (AWH) vorgesehen. Die AWH gemessen mit dem Filips Rising-Plate-Meter (RPM, siehe Kapitel 1.5.5) definierte die Varianten:

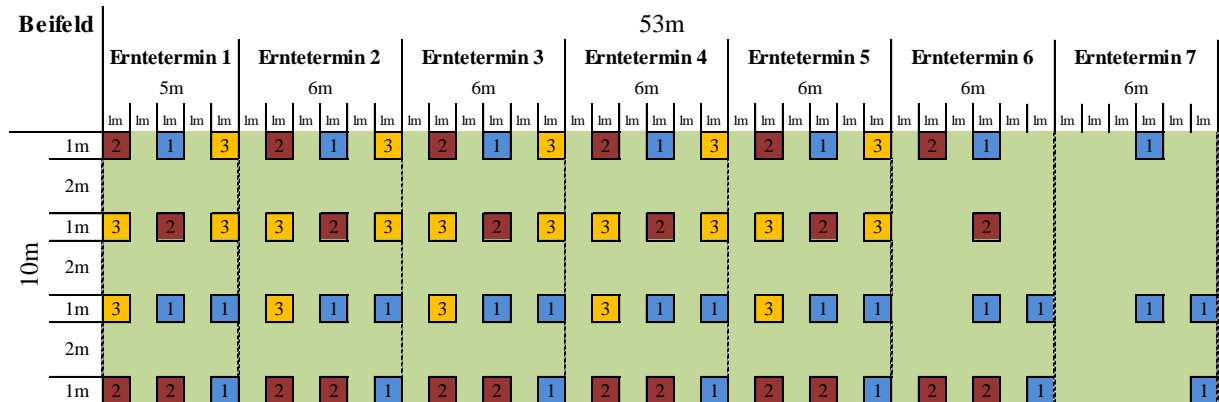
Variante 1: Aufwuchshöhe niedrig (Ø 8 cm AWH),

Variante 2: Aufwuchshöhe mittel (Ø 10 cm AWH)

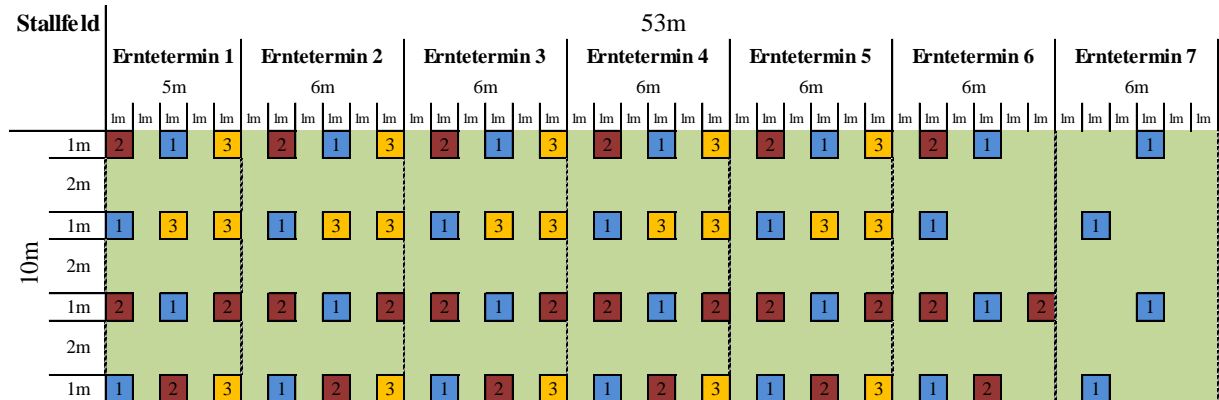
Variante 3: Aufwuchshöhe hoch (Ø 12 cm AWH).

Auf jeder der beiden Versuchsflächen Beifeld und Stallfeld befanden sich pro Variante jeweils 4 Wiederholungen. Dies ergab insgesamt 12 Einzelparzellen pro Feld, welche wie in Abbildung 10 angeordnet waren. Die Versuchsparzellen wanderten nach erfolgter Ernte von West nach Ost um 6 m weiter.

Die Rotation soll anhand eines Beispiels folgend erklärt werden. Am 25.04.2013 erreichten die Parzellen der Variante 1 die Zielaufwuchshöhe für die 1. Ernte (Erntetermin 1). Die Weideschutzkörbe wurden auf der Fläche Erntetermin 1 abgenommen, zeitgleich auf der Fläche Erntetermin 2 die Parzellenstandorte vorbereitet, abgemäht und dadurch auf „0“ gesetzt und dann die Körbe hier aufgestellt. Danach wurden wie in den weiteren Kapiteln beschrieben die Parzellen der Variante 1 geerntet. Derselbe Ablauf erfolgte bei jeder Ernte der drei AWH.



Variante 1:	Aufwuchshöhe niedrig
Variante 2:	Aufwuchshöhe mittel
Variante 3:	Aufwuchshöhe hoch



Variante 1:	Aufwuchshöhe niedrig
Variante 2:	Aufwuchshöhe mittel
Variante 3:	Aufwuchshöhe hoch

Abbildung 10: Versuchsplan Beifeld und Stallfeld

1.5 Versuchsablauf und Datenerhebung

Der auf den folgenden Seiten beschriebene Versuchsablauf wurde auf allen Versuchspartzellen zum jeweiligen Erntetermin (ET) völlig ident wiederholt.

Tabelle 1: Erntetermine im Jahresverlauf

	niedrig	mittel	hoch
1. Erntetermin	25. Apr.	02. Mai	10. Mai
2. Erntetermin	14. Mai	29. Mai	17. Juni
3. Erntetermin	18. Juni	03. Juli	24. Juli
4. Erntetermin	16. Juli	06. Aug.	04. Sep.
5. Erntetermin	16. Aug.	04. Sep.	23. Okt.
6. Erntetermin	20. Sep.	23. Okt.	
7. Erntetermin	23. Okt.		

Tabelle 2: Vegetations- und Weidedaten im Versuchszeitraum

		Stallfeld	Beifeld
Vegetationsbeginn	Frühjahr	09. Apr.	09. Apr.
Weidebeginn		14. Apr.	17. Apr.
Weideende	Herbst	08. Okt.	27. Okt.
Vegetationsende		19. Nov.	19. Nov.
Weidetage		177	193

1.5.1 Bestimmung des optimalen Erntetermins

Zur Abschätzung des optimalen Erntezeitpunktes erfolgte einmal wöchentlich eine Aufwuchshöhenmessung des Weißklees mittels Meterstabmethode. Dabei wird nach Schori (2013) die nicht verdichtete Aufwuchshöhe (AWH) mit einem Meterstab gemessen. Die Messperson lässt dabei einen Finger entlang des Meterstabes nach unten gleiten und notiert den Wert bei dem die Blätter oder Stängel des Pflanzenbestandes berührt werden. Für den Versuch wurde die Meterstabmethode nach Schori (2013) angepasst, um ohne Abnehmen der Weideschutzkörbe die AWH von oben durch das Gitter messen zu können. Dieser Vorgang wurde 10-mal pro Parzelle wiederholt und alle gemessenen Werte als Mittelwert dargestellt. Der Weißklee wurde als Indikatorpflanze ausgewählt, da er optisch gut sichtbar ist und die durchschnittliche angestrebte AWH gemessen mittels RPM widerspiegelt. Bei

jedem Erntetermin wurde die AWH des zu erntenden Bestandes auch mit dem RPM erfasst.

1.5.2 Bonitur des Pflanzenbestands

Zur Bonitur des Pflanzenbestandes wurde die Flächenprozentschätzung nach Schechtner (1958) verwendet. Die Bonitur der Parzellen erfolgte meist 1 bis 3 Tage vor der Ernte. Die Bewertung der einzelnen vorkommenden Hauptgruppen und Hauptarten sowie der Lücken erfolgte als Prozentanteil von 100 %. Die Hauptgruppen waren definiert als Bestandeslücke, Gräser, Kräuter und Leguminosen. Die Hauptarten ergaben sich aus den Bestandes bildenden Arten. Die nicht dominierenden Arten, welche als Summe durchschnittlich unter 5 % lagen, wurden als Rest-Gras und Rest-Kräuter zusammengefasst. Unter Restgras wurden Gemeine Rispe (*Poa trivialis*), Knautgras (*Dactylis glomerata*), Quecke (*Agropyron repens*), Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*), Wiesenlieschgras (*Phleum pratense*), Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*) und Rot Straußgras (*Agrostis capillaris*) zusammengefasst, und unter Restkraut Breitwegerich (*Plantago major*), Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*), Frauenmantel (*Alchemilla xantochlora*), Gamander-Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*), Quendelblättriger Ehrenpreis (*Veronica serpyllifolia*), Gänseblümchen (*Bellis perennis*), Gundelrebe (*Glechoma hederacea*), Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*), Stumpfblättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*), Kriechender Günsel (*Ajuga reptans*), Kriechendes Fingerkraut (*Potentilla reptans*), Augentrost (*Euphrasia species*), Gewöhnliches Hornkraut (*Cerastium fontanum subsp. vulgare*), Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*). Die Bonitur wurde direkt auf dem Feld in eine Excel Vorlage am iPad eingetragen.

In Tabelle 3 sind die von Starz et al (2014b) über 6 Jahre ermittelten durchschnittlichen Boniturdaten der Versuchsflächen dargestellt.

Tabelle 3: Bestandeszusammensetzung am Versuchsstandort 2007-2012 (Starz et al., 2014b)

Hauptartengruppe	Arten	Flächenprozentanteil
Gräser		69
	<i>Wiesenrispe</i>	20
	<i>Englisches Raygras</i>	22
	<i>Wiesenschwingel</i>	5
	<i>Kammgras</i>	5
	<i>Wiesenlieschgras</i>	2
	<i>Lägerrispe</i>	8
	<i>Ausläuferstraußgras</i>	4
Leguminosen		19
	<i>Weissklee</i>	19
Kräuter		12
	<i>Kriechender Hahnenfuß</i>	4
	<i>Wiesenlöwenzahn</i>	3

1.5.3 Versetzung der Weidekörbe und Vorbereitung der neuen Parzellen

Vor Abnahme des Weideschutzkorbes wurde mit der Grasschere das Gras im Bereich rund um den Weideschutzkorb gekürzt und entfernt (siehe Abbildung 11, Bild 1), danach wurde der Weideschutzkorb abgenommen und versetzt. Die neue Versuchsparzelle wurde vor dem Aufsetzen des Weideschutzkorbes mittels Grasschere auf Anfangsniveau (Reststoppelhöhe 3-4 cm) gebracht, um nur den Aufwuchs ab diesem Zeitpunkt zu messen.



Abbildung 11: Versuchsernte

LAI-Messung

RPM- Messung

1.5.4 Leaf-Area-Index Messung

Die Leaf-Area-Index (LAI) Messung erfolgte mittels Accu PAR LP-80 LAI Ceptometer (siehe Abbildung 11, Bild 2). Pro Parzelle wurden 5 LAI Messungen jeweils im mittleren Bereich der Parzelle (min. Randabstand 15 cm) durchgeführt. Dazu wurde die Messsonde am Boden aufliegend in den Bestand eingeführt und durch Drücken der Enter-Taste die Messung ausgelöst. Die Messergebnisse wurden nach allen Messungen über eine PC-Schnittstelle ausgelesen.

1.5.5 Messung der Bestandeshöhe

Die genaue Messung der Bestandeshöhe war der letzte Schritt vor der eigentlichen Versuchsernte. Dazu wurde ein genormtes Filip's electronic plate pasture meter (RPM) verwendet (siehe Abbildung 11, Bild 3). Das verwendete RPM hat einen genormten Plattendurchmesser von 35 cm und übt eine Belastung von 6,8 kg/m² auf die Grasnarbe aus (Steinwider and Häusler, 2015). Pro Parzelle erfolgten 10 gleichmäßig verteilte Einzelmessungen, vor und nach der Ernte. Daraus wurde dann die geerntete Grashöhe als Differenz berechnet. Vom Gerät wird die Bestandeshöhe in „Clicks“ ausgegeben, wobei ein „Click“ 0,5 cm Bestandeshöhe entspricht. Vom RPM wird selbstständig der Mittelwert der 10 Messungen gebildet, dieser konnte dann abgelesen und notiert werden.

1.5.6 Versuchsernte

Durch die eigentliche Versuchsernte sollte der Tierverbiss simuliert werden. Dazu erfolgte die Grasernte mittels MAKITA Elektrograsscheren (siehe Abbildung 12) auf eine durchschnittliche Reststoppelhöhe von 3-4 cm. Die Vorbereitung der neuen Parzellen erfolgte ebenfalls mit MAKITA Elektrograsscheren.



Abbildung 12: Versuchsernte mit MAKITA-Akkugrasschere

1.5.7 Ertrag und Nährstoffanalyse des geernteten Futters

Der gesamte Frischmasseaufwuchs pro Parzelle wurde geerntet und gewogen. Unmittelbar danach wurden auch die Proben für die Trockenmassebestimmung gezogen. Diese wurden 48 h bei 105 °C im Trockenschrank getrocknet und aus den Wiegeergebnissen der Trockenmassegehalt berechnet. Der Rest der geernteten Frischmasse wurde im hauseigenen Labor schonend getrocknet und mittels erweiterter Weender-Analyse die Rohnährstoffgehalte und Mineralstoffgehalte analysiert. Die Energiebewertung in MJ Nettoenergie-Laktation wurde mit Hilfe von selbst ermittelten Verdauungskoeffizienten errechnet. Die Bewertung der Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe wurde mit Hilfe von Gleichungen, abgeleitet aus Daten von Verdauungsversuchen aus Österreich und Deutschland (Gruber et al., 1997), durchgeführt [DOM (%) = $((0,687 - 0,00115 \cdot (\text{g XF je kg OM} - 305,9)) \cdot 100$; DXF (%) = $((0,689 - 0,001069 \cdot (\text{g XF je kg OM} - 305,9)) \cdot 100$; DXL (%) = $((0,164 - 0,004639 \cdot (\text{g XF je kg OM} - 305,9)) \cdot 100$].

1.6 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der normalverteilten und varianzhomogenen Daten erfolgte mit SAS 9.4 nach der MIXED Prozedur auf einem Signifikanzniveau von $P < 0,05$. Als fixer Effekt wurden die Variante (Aufwuchshöhe), die Fläche und je nach Modell der Erntetermin sowie die Wechselwirkungen Variante*Feld, Variante*Erntetermin und Variante*Feld*Erntetermin in das Modell aufgenommen. Die Lage der Parzellen in den Spalten und Zeilen der Versuchsanlage wurden als zufällig (random) angenommen. Zur Darstellung der Ergebnisse wurden die Least

Square Means (LSMEANS) der Parameter sowie der Standardfehler (SEM) angegeben. Die paarweisen LSMEANS Vergleiche wurden mit dem Tukey-Test vorgenommen und signifikante Unterschiede ab einem P-Wert <0,05 mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet.

Statistisches MODELL 1: $Y_{ij} = \mu + V_i + F_j + V_i * F_j + e_{ij}$

Modell 1 wurde für die Auswertung der Jahreserträge verwendet.

Y_{ijk}	= Beobachtungswert der abhängigen Variable
μ	= gemeinsame Konstante für alle Y_{ijk}
V_i	= fixer Effekt der Variante
F_j	= fixer Effekt des Feldes
$V_i * F_j$	= Wechselwirkung zwischen Variante und Feld
e_{ijk}	= Restkomponente von Y_{ijk}

Statistisches MODELL 2: $Y_{ijk} = \mu + V_i + F_j + ET_k + V_i * F_j + V_i * ET_k + V_i * F_j * ET_k + e_{ijk}$

Modell 2 wurde für die Auswertung der Ergebnisse pro Erntetermin (Inhaltsstoffverläufe, Bonitur Daten) verwendet.

Y_{ijk}	= Beobachtungswert der abhängigen Variable
μ	= gemeinsame Konstante für alle Y_{ijk}
V_i	= fixer Effekt der Variante
F_j	= fixer Effekt des Feldes
ET_k	= fixer Effekt des Erntetermins
$V_i * F_j$	= Wechselwirkung zwischen Variante und Feld
$V_i * ET_k$	= Wechselwirkung zwischen Variante und Erntetermin
e_{ijk}	= Restkomponente von Y_{ijk}

Auszug Auswertung Syntax Proc. MIXED:

```
proc mixed data = sasuser.weide;
class var feld erntetermin reihe spalte ;
model Abhängige Variable= var feld erntetermin var*feld var*erntetermin
var*feld*erntetermin;
lsmeans var*erntetermin/pdiff adjust=tukey;
random reihe spalte reihe*spalte;
run;
```


1.6.1 Modellrechnung zum potentiellen Milchertrag

Für die Annahmen einer durchschnittlichen Weidemilchkuh des inneralpinen Raumes wurden Daten eines mehrjährigen Vollweideversuches unter Bio-Bedingungen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein verwendet (Horn et al., 2013).

Als Lebendmasse wurden 570 kg pro Kuh und 5.800 kg Jahresmilchleistung pro Kuh angenommen. Für die Lebendmasseschwankung im Laktationsverlauf wurden 11 % als Mittel von Versuchsergebnissen der Braunvieh (BV) und Hollstein aus Lebensleistungszucht (HFL) Kühen am Bioversuchsbetrieb Moarhof angenommen (Horn et al., 2013). Die LM-Zunahme pro Laktation mit 12 kg wurde aus Schlachtkuhgewichten berechnet (Horn, 2011, unveröffentlichte Daten). Um möglichst praxisnah zu sein, wurden die LM-Differenzen der Rassen Fleckvieh (FV), Hollstein (HF), Braunvieh (BV), Pinzgauer (PI) und Grauvieh (GRV) gemittelt. Durch Subtraktion wurde die Gewichts Differenz zwischen der 1. und 4. Laktation bestimmt und ein Mittelwert daraus errechnet. Es wurde gezielt die Zeitspanne zwischen 1. und 4. Laktation gewählt, da dies die durchschnittliche Lebensdauer österreichischer Milchkühe mit 3,76 Jahren oder 3,87 Laktationen widerspiegelt (ZuchtData, 2016). Der zusätzliche Erhaltungsbedarf für erhöhte Bewegungsaktivität wurde nach Literaturwerten von GfE (2001) und Mürger et al. (2014) mit 15 % angenommen. Ebenso wurde der Milchenergiegehalt mit 3,2 MJ NEL/kg nach GfE (2001) berücksichtigt und der Gehalt an Inhaltsstoffen der Milch aus Literaturwerten von Weidestudien (Gazzarin und Piccand, 2011, Steinwider et al., 2010) angenommen. Für die Weidetage wurden die am Standort Moarhof im mehrjährigen Durchschnitt tatsächlich ermittelten 205 d eingesetzt (Horn et al., 2013). Die Modellkalkulation Milch erfolgte nach den Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 2001).

Modellrechnung:

$$\text{Erhaltungsbedarf (EB)} \left[\frac{\text{MJ NEL}}{\text{a}} \right] = 0,293 * LM^{0,75} * 365$$

$$\text{Energiebedarf für LM Schwankung (ELMS)} \left[\frac{\text{MJ NEL}}{\text{a}} \right] = LG * 0,1 * 5 \text{ MJ NEL/kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Energiebedarf für LM – Zunahme (ELMZ)} \left[\frac{\text{MJ NEL}}{\text{a}} \right] \\ = LM - \text{Zunahme pro a} * 25,5 \text{ MJ NEL/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Energiebedarf für Trächtigkeit (ET)} \left[\frac{\text{MJ NEL}}{\text{a}} \right] \\ = 13 \text{ MJ NEL/d} * 21 \text{ d} + 18 \text{ MJ NEL/d} * 21 \text{ d} \end{aligned}$$

$$\text{Erhöhter Energiebedarf Weide (eEW)} \left[\frac{\text{MJ NEL}}{\text{a}} \right] = EB * 0,15 * \text{Weidetage}$$

$$\text{Leistungsbedarf (LB)} \left[\frac{\text{MJ NEL}}{\text{a}} \right] = \text{Milchenergiegehalt} * \text{Jahresmilchleistung}$$

$$\text{Gesamtenergiebedarf (GEB)} \left[\frac{\text{MJ NEL}}{\text{a}} \right] = EB + ELMS + ELMZ + ET + eEW + LB$$

$$GEB \left[\frac{\text{MJ NEL}}{\text{d}} \right] = \frac{GEB \left[\text{MJ} \frac{\text{NEL}}{\text{a}} \right]}{365}$$

$$\text{Milchleistung pro Durchschnittstag} = 6500 \text{ kg/365 d}$$

$$GEB / \text{kg Milch inkl. Erhaltung etc.} = \frac{GEB \text{ pro d}}{\text{Milchleistung pro Durchschnittstag}}$$

$$\text{Potentieller Milchertrag} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] = \frac{\text{MJ NEL Ertrag pro ha}}{\text{Energiegesamtbedarf pro kg Milch}}$$

1.6.2 Modellrechnung zum potentiellen Fleischertrag

Für den Mastochsen wurden, wie für die Modellrechnung zum potentiellen Milchertrag, praxisnahe Werte aus der Literatur übernommen.

Als LM zu Mastbeginn wurden 150 kg und zu Mastende 675 kg angenommen. Weiters wurden tägliche Zunahmen von 750 g angenommen (Steinwider, 2012). Der zusätzliche EB für außergewöhnliche Bewegungsaktivität wurde nach GfE (1995) mit 15 % festgelegt. Für die Weidetage wurden die am Standort Moarhof im mehrjährigen Durchschnitt ermittelten 205 d eingesetzt (Horn et al., 2013).

Um eine möglichst grünlandbasierte Fütterung in der Mast zu simulieren wurden die Regressionsformen nach Steinwider (2012) zur Berechnung des Gesamtenergiebedarfs (GEB) verwendet. Die Berechnung des Erhaltungsbedarfs (EB) erfolgte nach den Empfehlungen der GfE (1995).

Modellrechnung:

$$GEB \left[\frac{MJ ME}{d} \right] = 76,56 + 0,11254913 * (LM - 389,0) - 0,00010462 * (LM - 389,0)^2 + 0,01882715 * (TZ - 888,0) + 0,00002994 * ((LM * TZ) - 337800)$$

$$GEB \left[\frac{MJ ME}{a} \right] = GEB \left[\frac{MJ ME}{d} \right] * 365$$

$$EB \left[\frac{MJ ME}{d} \right] = 0,53 * LM^{0,75}$$

$$eEW \left[\frac{MJ ME}{a} \right] = EB \left[\frac{MJ ME}{d} \right] * 0,15 * Weidetage$$

$$GEB \text{ incl. Weide} = GEB \left[\frac{MJ ME}{a} \right] + eEW \left[\frac{MJ ME}{a} \right]$$

$$GEB \text{ Durchschnittstag} \left[\frac{MJ ME}{d} \right] = GEB \text{ incl. Weide} / 365$$

$$GEB \text{ pro kg LG - Zunahme incl. Erhaltung} = \frac{GEB \text{ Durchschnittstag}}{\text{durchschnittl. TGZ}}$$

3 Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Boniturergebnisse, Inhaltsstoffgehalte und Erträge, die in den Analysen ermittelt wurden, sowie die daraus errechneten produzierbaren potentiellen Milch- und Fleischerträge präsentiert. Die Einzelergebnisse beziehen sich entweder pro Erntetermin (ET) oder pro Jahr (Weideperiode).

Zu Beginn dieser Arbeit waren drei Zielaufwuchshöhen festgelegt worden. Für die niedrige AWH 8 cm, für die mittlere AWH 10 cm und für die hohe AWH 12 cm.

Tabelle 4: Zielaufwuchshöhen und tatsächliche Erntehöhen im Vergleich, gemessen mit dem RPM

Parameter		AWH			SEM	P-Wert	
		niedrig	mittel	hoch		AWH	AWH*Feld
Zielaufwuchshöhe	cm	8,0	10,0	12,0			
Erntehöhe	cm RPM	8,4 ^c	10,2 ^b	12,4 ^a	0,3	<0,001	0,165

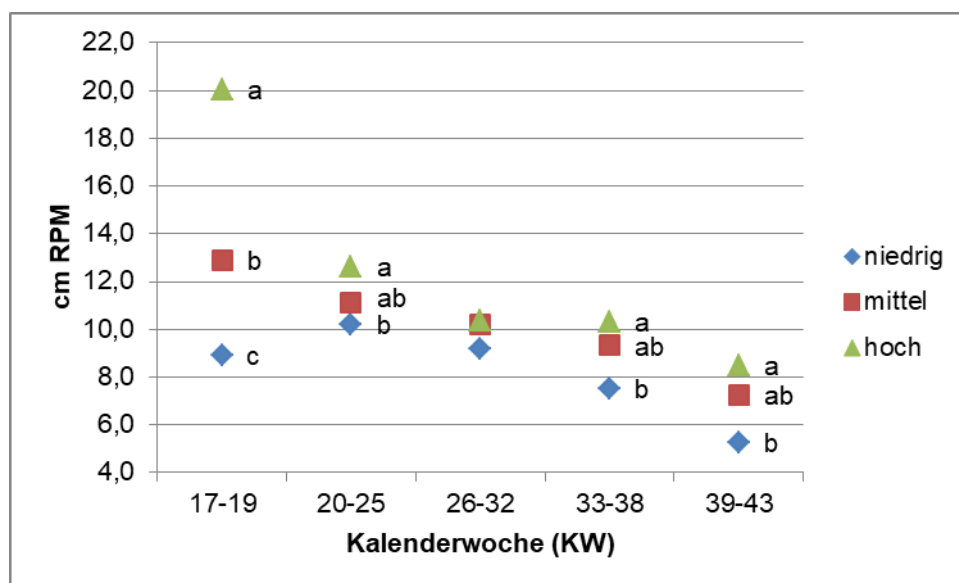


Abbildung 13: Vergleich der Aufwuchshöhen in der Vegetation

Die mit dem Filips Rising-Plate-Meter (RPM) ermittelten verdichteten Erntehöhen lagen nahe der festgelegten Zielaufwuchshöhen. Es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen allen AWH (siehe Tabelle 4). Somit wurde das Versuchsziel der Simulation verschiedener Aufwuchshöhen erreicht. Die Parzellen der niedrigen AWH wurden durchschnittlich mit 8,4 cm RPM geerntet, die Parzellen der mittleren AWH mit 10,2 cm RPM und die Parzellen der hohen AWH mit 12,4 cm RPM. Zu

Vegetationsbeginn zeigten sich, wie in Abbildung 13 dargestellt, die größten Unterschiede in der Aufwuchshöhe zwischen den Varianten. Über die Vegetationszeit näherten sich die einzelnen Varianten einander an. Bis auf den Erntetermin in Woche 26 bis 32 konnten immer signifikante Unterschiede zwischen der niedrigen, mittleren und hohen AWH festgestellt werden, wobei die mittlere AWH eine Mittelstellung einnahm. Sie war bis auf den 1. Erntetermin nicht signifikant unterscheidbar von den anderen AWH.

1.6.3 Pflanzenbestand

Der Pflanzenbestand wurde als Jahresmittelwert aus den Einzelwerten der Erntetermine errechnet. Angaben erfolgen als Flächenprozentanteil, wobei im Text und in den Tabellen Flächen-% als Einheit verwendet wurde.

In Tabelle 5 sind die auf den zwei Weidestandorten durchschnittlich pro AWH vorkommenden Artengruppen und Hauptarten aufgelistet. Die Bestände setzten sich aus relativ ähnlichen Hauptartengruppen zusammen. Zwischen den AWH schwankte der Gräseranteil um $\pm 0,2$ %, der Leguminosenanteil um $\pm 0,9$ % und Kräuteranteil $\pm 0,4$ %. Die AWH zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Artengruppen. Die Lücke nahm über alle AWH gesehen einen Anteil von 0,2 ($\pm 0,2$) % ein.

Tabelle 5: Boniturergebnisse nach AWH angegeben als Flächenprozentanteil von 100 %

Parameter	AWH				P-Wert			
	niedrig	mittel	hoch	SEM	AWH	ET	Feld	AWH*ET
Gräser	74,2	74,2	73,8	0,8	0,899	<0,001	0,006	0,262
<i>Engl. Raygras</i>	28,5	29,5	28,7	0,8	0,634	<0,001	<0,001	<0,001
<i>Wiesenrispe</i>	22,8	22,4	21,7	0,7	0,494	<0,001	<0,001	0,004
<i>Kammgras</i>	3,7 ^{ab}	3,0 ^b	4,3 ^a	0,2	0,002	<0,001	<0,001	<0,001
<i>Wiesenschwingel</i>	3,8	3,5	4,3	0,3	0,059	<0,001	<0,001	<0,001
<i>Ausläuferstraußgras</i>	5,3	4,8	5,8	0,5	0,228	<0,001	<0,001	0,002
<i>Lägerrispe</i>	5,6	6,1	5,6	0,3	0,413	<0,001	<0,001	<0,001
<i>Restgras</i>	4,5 ^{ab}	4,9 ^a	3,2 ^b	0,6	0,050	0,538	<0,001	<0,001
Leguminosen	15,0	16,1	16,8	0,9	0,278	<0,001	<0,001	<0,001
<i>Weißklee</i>	15,0	16,1	16,8	0,9	0,278	<0,001	<0,001	<0,001
Kräuter	10,2	9,8	9,4	0,7	0,539	<0,001	<0,001	0,039
<i>Kriechender Hahnenfuß</i>	2,6	2,3	2,2	0,3	0,320	<0,001	<0,001	0,006
<i>Wiesensilberzahn</i>	2,9 ^b	3,7 ^a	3,8 ^a	0,4	0,034	0,003	<0,001	<0,001
<i>Restkraut</i>	4,6 ^a	3,7 ^{ab}	3,5 ^b	0,3	0,023	<0,001	<0,001	0,004
Lücke	0,3^a	0,1^b	0,1^{ab}	0,1	0,016	0,640	0,004	0,045

Das Englische Raygras, die Wiesenrispe und der Weißklee, als die wichtigsten Weidepflanzenarten, nahmen gemeinsam rund 67,2 ($\pm 0,8$) % ein. Es zeigte sich keine signifikante Auswirkung der AWH auf ihren Flächenanteil. Der Weißklee war die einzige vorkommende Leguminose auf den Weideflächen. Andere, ebenso wertvolle Grasarten, wie der Wiesenschwingel und das Kammgras erreichten Anteile von 3,9 ($\pm 0,4$) % und 3,65 ($\pm 0,65$) %. Problemgräser und Kräuter wie das Ausläuferstraußgras, die Lägerrispe und der kriechende Hahnenfuß nahmen 5,3 ($\pm 0,5$) %, 5,9 ($\pm 0,3$) % und 2,4 ($\pm 0,2$) % ohne signifikante Unterschiede der AWH ein. Unter Restgras wurden Gemeine Rispe, Knaulgras, Quecke, Rasenschmiele, Wiesenlieschgras, Wiesenfuchsschwanz und Rot Straußgras zusammengefasst. Unter Restkraut fielen Breitwegerich, Frauenmantel, Gamander-Ehrenpreis, Gänseblümchen, Gundelrebe, Quendelblättriger Ehrenpreis, Schafgarbe, Scharfer Hahnenfuß, Stumpfblättriger Ampfer, Günsel, Kriechendes Fingerkraut, Spitzwegerich, Augentrost, Hornkraut und Ackerkratzdistel. Einzeln wiesen diese Arten nur einen sehr niedrigen Flächenprozentanteil von ca. 1 % auf. Im Vergleich der AWH zeigte sich ein größerer signifikanter Unterschied im Pflanzenbestand zwischen den Feldern und Ernteterminen als zwischen den AWH.

Tabelle 6: Boniturergebnisse der Versuchsfelder, angegeben als Flächenprozentanteil von 100%

Parameter	Feld			P-Wert	
	Beifeld	Stallfeld	SEM	Feld	AWH*Feld
Gräser	79,1	69,1	0,7	<0,001	0,078
<i>Engl. Raygras</i>	33,9	23,9	0,6	<0,001	0,566
<i>Wiesenrispe</i>	25,0	19,7	0,6	<0,001	<0,001
<i>Kammgras</i>	2,3	5,0	0,2	<0,001	0,042
<i>Wiesenschwingel</i>	3,2	4,5	0,2	<0,001	<0,001
<i>Ausläuferstraußgras</i>	2,9	7,7	0,4	<0,001	0,001
<i>Lägerrispe</i>	7,7	3,9	0,3	<0,001	0,368
<i>Restgras</i>	4,0	4,3	0,5	0,538	0,321
Leguminosen	13,4	18,5	0,7	<0,001	0,001
<i>Weißklee</i>	13,4	18,5	0,7	<0,001	0,001
Kräuter	7,1	12,4	0,6	<0,001	0,006
<i>Kriechender Hahnenfuß</i>	1,2	3,5	0,2	<0,001	0,566
<i>Wiesenlöwenzahn</i>	3,0	4,0	0,3	0,003	0,602
<i>Restkraut</i>	3,0	4,9	0,2	<0,001	0,003
Lücke	0,2	0,1	0,1	0,640	0,457

In Tabelle 6 sind die separat betrachteten Ergebnisse der beiden Versuchsweideflächen dargestellt. Am Beifeld war der Grasanteil um 10 % höher, der

Leguminosenanteil um 5,1 % geringer und der Kräuteranteil ebenfalls um 5,3 % geringer als am Stallfeld. Bei den Gräsern zeigten das Englische Raygras und die Wiesenrispe den größten Unterschied zwischen den Flächen mit um 10 und 5,3 % höheren Anteilen am Beifeld. Die erhöhten Anteile an Englischem Raygras und Wiesenrispe zeigten sich in niedrigeren Anteilen von Kammgras, Wiesenschwingel, Ausläuferstraußgras und Restgras im Feldervergleich. Allein die Lägerrispe wies im Vergleich am Beifeld einen um 3,8 % höheren Anteil auf. Der Leguminosen- und Kräuteranteil war am Beifeld ebenfalls signifikant geringer.

1.6.4 Produktivitätsparameter

Die zu Beginn dieser Arbeit festgelegten Zielaufwuchshöhen wurden von allen drei AWH siehe Tabelle 7 erreicht. Die Reststoppelhöhe bewegte sich ebenfalls in dem anfangs festgelegten Bereich von 3-4 cm. Es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen niedrig und mittel, und niedrig und hoch, jedoch nicht zwischen mittel und hoch. Die niedrige AWH wurde im Jahresdurchschnitt um 0,3 cm tiefer geerntet als die anderen beiden AWH. Der Netto-Aufwuchs zeigt signifikante Unterschiede zwischen allen AWH. Die hohe AWH (8,6 cm) hatte den signifikant höchsten Netto-Aufwuchs, ca. 2 cm mehr als die mittlere AWH (6,3 cm) und fast 4 cm mehr als die niedrige AWH (4,9 cm).

Tabelle 7: Erntehöhe und Futterdichte im Vergleich der Aufwuchshöhen

Parameter	Einheit	AWH			SEM	P-Wert
		niedrig	mittel	hoch		AWH
Erntehöhe	cm	8,4 ^c	10,2 ^b	12,4 ^a	0,3	<0,001
Reststoppelhöhe	cm	3,5 ^b	3,8 ^a	3,8 ^a	0,1	0,027
Netto Aufwuchs	cm	4,9 ^c	6,3 ^b	8,6 ^a	0,2	<0,001
Futterdichte	kg TM/cm und ha	319	332	315	7,9	0,341

Bei der Futterdichte konnte zwischen den AWH kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Im Jahresdurchschnitt pendelte die Futterdichte um 324 (± 8) kg TM pro cm und ha.

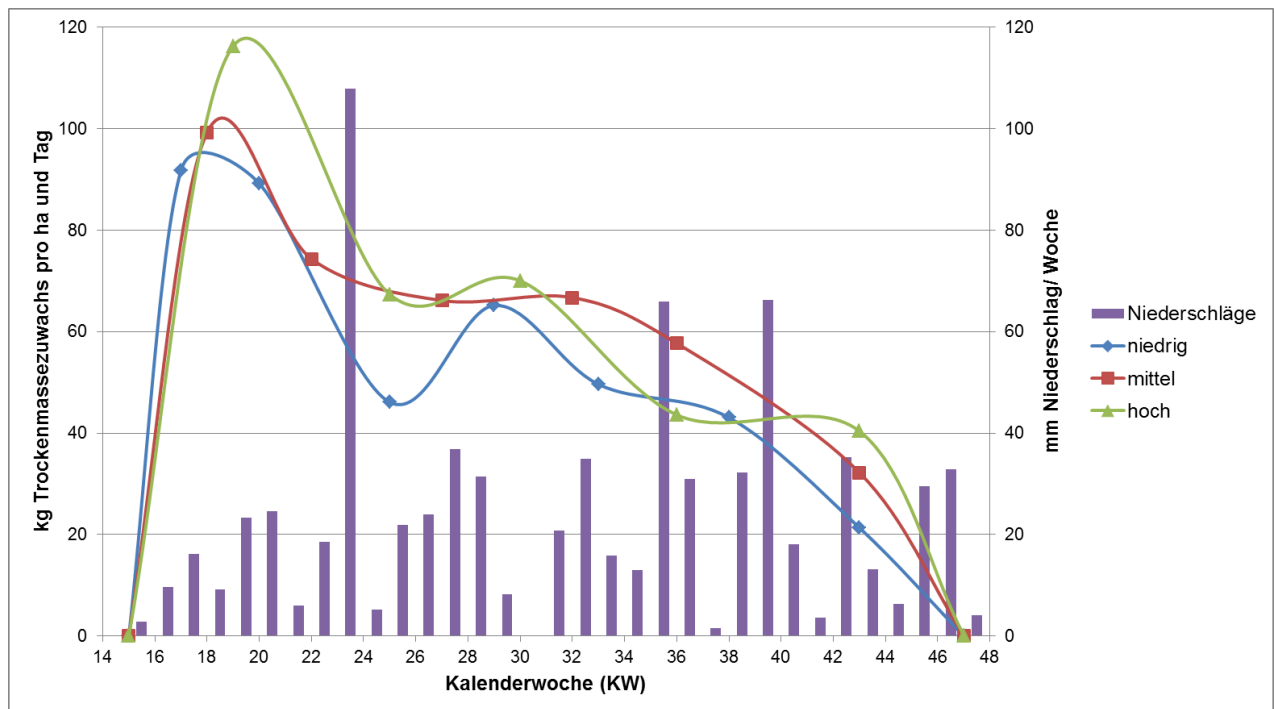


Abbildung 14: Trockenmassezuwächse verschiedener AWH am Standort Moarhof

Tabelle 8: Graszuwachs der AWH im Vergleich der Erntetermine und deren Wachstumsdauer

AWH	Einheit	ET							SEM	P-Wert AWH
		1	2	3	4	5	6	7		
niedrig	kg TM/ha u. Tag	92 ^a	89 ^a	46 ^{bc}	65 ^{ab}	50 ^{bc}	43 ^{bc}	21 ^c	6,7	<0,001
	Tage	16	19	35	28	31	35	33		
mittel	kg TM/ha u. Tag	99 ^a	74 ^b	66 ^b	67 ^b	58 ^b	32 ^c		5,9	<0,001
	Tage	23	27	35	34	29	49			
hoch	kg TM/ha u. Tag	116 ^a	67 ^b	70 ^b	44 ^c	40 ^c			5,0	<0,001
	Tage	31	38	37	42	49				

Tabelle 9: Vergleich Jahresdurchschnittlicher täglicher TM-Zuwächse pro ha und Wachstumsdauer

Einheit	AWH			SEM	P-Wert AWH
	niedrig	mittel	hoch		
kg TM/ha u. Tag	57 ^b	66 ^a	67 ^a	2,4	0,006
Tage	28	33	39		

Im numerischen Wertevergleich (siehe Abbildung 14) der AWH startete die hohe AWH mit einem um fast 20 kg TM-Zuwachs pro ha und Tag höheren Wert als die mittlere und niedrige AWH. Die mittlere AWH unterschied sich beim 1. ET von der niedrigen AWH durch einen um rund 7 kg pro ha und Tag höheren TM-Zuwachs. Die Werte der mittleren und niedrigen AWH lagen jedoch beim ersten ET nahe beieinander. Zur Vegetationsmitte näherten sich die drei AWH-Kurven einander an

und pendelten sich um 65-70 kg TM-Zuwachs pro ha und Tag ein. Zum Vegetationsende hin sanken diesbezüglich alle drei AWH kontinuierlich ab. Beim Vergleich des täglichen Zuwachses (siehe Tabelle 8) zeigte sich in allen AWH-Gruppen zu Vegetationsbeginn das stärkste Wachstum, welches sich zur Vegetationsmitte auf einem Niveau um 70 kg TM-Zuwachs pro ha und Tag einpendelte. Am Vegetationsende zeigten alle AWH-Gruppen ein kontinuierliches Absinken des TM-Zuwachses unter 40 kg TM-Zuwachs pro ha und Tag. Wobei die hohe AWH mit einem fast doppelt so hohen TM-Zuwachs endete wie die niedrige. Der durchschnittliche tägliche TM-Zuwachs pro ha und Jahr zeigte signifikante Unterschiede von ca. 10 kg zwischen der niedrigen und den anderen beiden AWH-Gruppen (siehe Tabelle 9).

Der Blattflächenindex (LAI) ist als Parameter für die Produktion und Vitalität von Pflanzenmaterial ausschlaggebend. In diesem Versuch (siehe Abbildung 15) zeigte sich, dass die hohe Variante den signifikant höchsten durchschnittlichen LAI mit 4,1 erreichte. Ebenfalls signifikant unterschieden sich die mittlere Variante mit durchschnittlich 3,3 und die niedrige mit durchschnittlich 2,6.

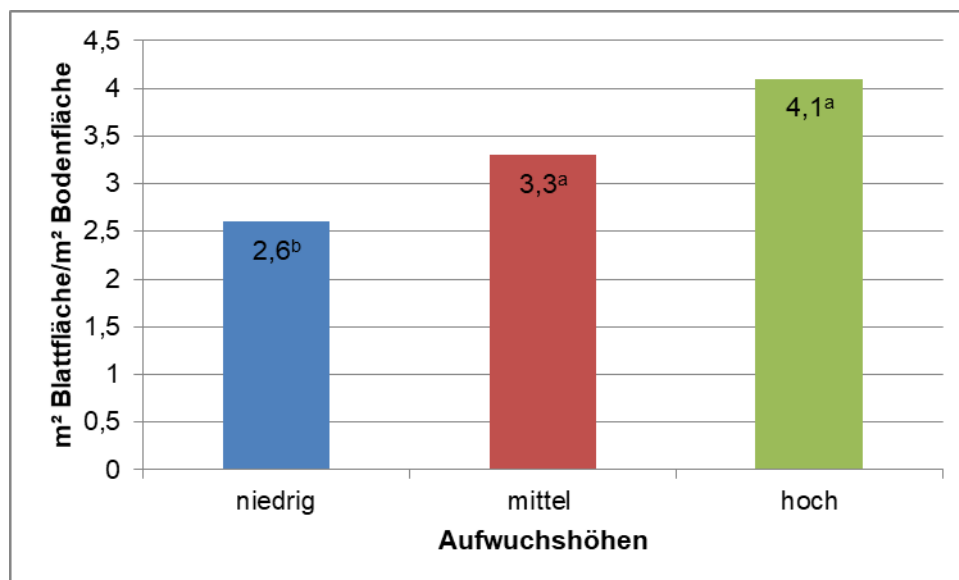


Abbildung 15: Jahresdurchschnittlicher Vergleich der LAI

Tabelle 10: Vergleich LAI-Werte pro Erntetermin

ET	Einheit	AWH			SEM	P-Wert
		niedrig	mittel	hoch		ET
1	m ² /m ²	2,2 ^c	3,2 ^b	5,2 ^a	0,3	<0,001
2	m ² /m ²	2,4 ^b	2,4 ^b	4,3 ^a	0,3	<0,001
3	m ² /m ²	3,7	3,7	3,5	0,3	0,522
4	m ² /m ²	3,0	3,5	4,2	0,3	0,066
5	m ² /m ²	1,5 ^b	3,4 ^a	3,4 ^a	0,3	0,009

In Tabelle 10 und Abbildung 16 sind die LAI-Werte aller AWH im Jahresverlauf dargestellt.

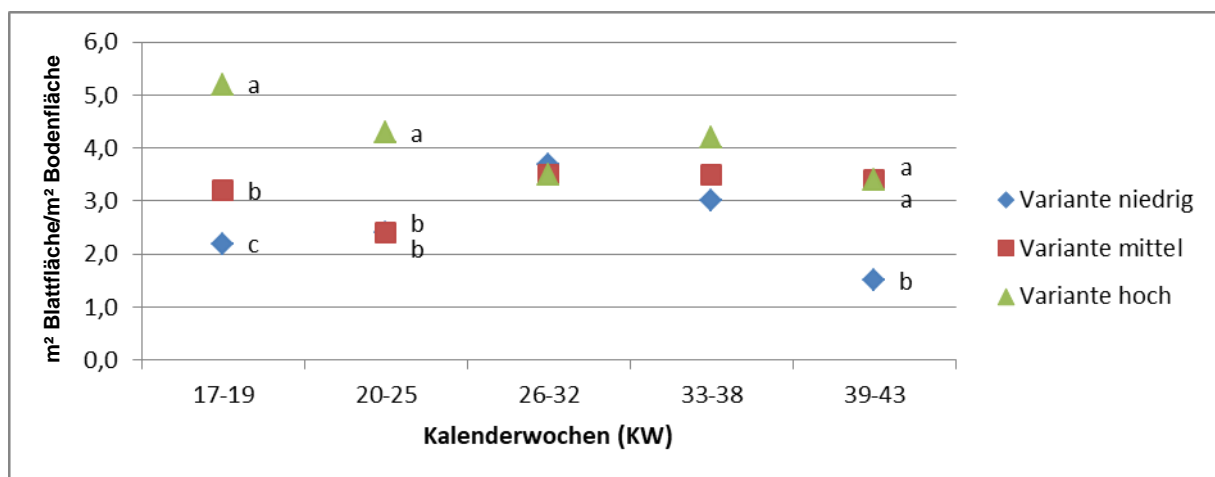


Abbildung 16: LAI im Vergleich über die Vegetationszeit

Für einen Vergleich der drei AWH in bestimmten Vegetationsperioden wurden ähnliche Termine zusammengefasst, um auf dieselbe Anzahl an Ernteterminen zu kommen. Zum ersten Erntetermin zeigte die hohe AWH (5,2) einen mehr als doppelt so großen Wert wie die niedrige AWH (2,2). Beim zweiten Erntetermin zeigte sich ähnliches, wobei die hohe AWH (4,3) einen knapp doppelt so großen Wert wie die niedrige und mittlere AWH (2,4) erreichte. Am dritten und vierten Erntetermin lagen alle AWHs sehr nahe beieinander. Beim letzten Erntetermin wurden ebenfalls geringe Unterschiede zwischen der mittleren und hohen AWH (3,4) festgestellt, wobei die niedrige AWH den signifikant niedrigsten LAI (1,5) aufwies. In den AWH-Gruppen zeigten sich zwar bei der niedrigen (P-Wert <0,001) und hohen AWH (P-Wert <0,001) teilweise signifikante Unterschiede. Trotzdem waren die AWH-Gruppen in sich relativ homogen. Die mittlere AWH (P-Wert 0,069) zeigte als einzige keinen signifikanten Unterschied der LAI-Werte im Jahresverlauf.

1.6.5 Quantitäts- und Qualitätserträge verschiedener Futteraufwuchshöhen im Vergleich

1.6.5.1 Inhaltsstofferträge

Bei den Jahreserträgen zeigte sich bei den Parametern Trockenmasseertrag und Energieertrag die signifikante Unterlegenheit der niedrigen gegenüber der mittleren und hohen AWH-Gruppe (siehe Tabelle 11). Im Trockenmasseertrag zeigte sich eine klare Überlegenheit der hohen und mittleren AWH-Gruppen von 2.238 und 1.776 kg TM pro ha und Jahr gegenüber der niedrigen AWH. Beim Energieertrag erzielte die niedrige AWH einen um fast 20 % geringeren Ertrag als die mittlere und hohe AWH. Die anderen beiden AWH-Gruppen lagen nur um rund 1.100 MJ NEL pro ha und Jahr auseinander, wobei kein signifikanter Unterschied zwischen diesen bestand. Der Proteinertrag aller AWH-Gruppen unterschied sich nicht signifikant und lag durchschnittlich bei 2.240 kg XP pro ha und Jahr.

Tabelle 11: Jährlicher Nährstoff- und Energieertrag unterschiedlicher AWH

Parameter	Einheit	AWH			SEM	P-Wert
		niedrig	mittel	hoch		AWH
TM	kg/ha	10.343 ^b	12.119 ^a	12.581 ^a	342	0,004
XP	kg/ha	2.129	2.255	2.326	81	0,155
NEL	MJ NEL/ha	66.426 ^b	77.032 ^a	78.131 ^a	2.084	0,005
ME	MJ ME/ha	110.006 ^b	127.675 ^a	130.189 ^a	3.494	0,005

1.6.5.2 Inhaltstoffgehalte im Jahresdurchschnitt

In Tabelle 12 sind die durchschnittlich pro Jahr gemessenen Nährstoff- und Energiegehalte der Futterproben der verschiedenen AWH-Gruppen dargestellt. Hinsichtlich des Trockenmassegehalts gab es zwischen den AWH-Gruppen keine signifikanten Unterschiede. Der Proteingehalt unterschied sich zwischen der niedrigen und den anderen beiden AWH-Gruppen um fast 20 g XP/kg TM. Zwischen der mittleren und hohen AWH herrschte kein signifikanter Unterschied.

Tabelle 12: Nährstoff- und Energiegehalte von Aufwüchsen unterschiedlicher Höhe

Parameter	Einheit	AWH			SEM	P-Wert
		niedrig	mittel	hoch		AWH
TM	g/kg FM	184 ^a	192 ^a	193 ^a	2,2	0,062
XP	g/kg TM	207 ^a	188 ^b	189 ^b	3,9	0,003
XF	g/kg TM	206 ^c	217 ^b	232 ^a	2,3	0,000
NDF	g/kg TM	435 ^b	440 ^{ab}	456 ^a	3,9	0,015
ADF	g/kg TM	267 ^c	275 ^b	283 ^a	1,8	0,001
ADL	g/kg TM	28 ^c	33 ^a	30 ^b	0,5	0,000
NEL	MJ NEL/kg TM	6,49 ^a	6,38 ^b	6,24 ^c	0,1	0,001
ME	MJ ME/kg TM	10,73 ^a	10,56 ^b	10,39 ^c	0,4	0,001
P	g/kg TM	5,4 ^a	5,2 ^b	5,0 ^b	0,1	0,004
K	g/kg TM	31,5 ^a	29,0 ^b	30,0 ^b	0,4	0,005

Der Faserstoffanteil zeigte beim NDF-Wert die geringsten Unterschiede. Hierbei unterschied sich die niedrige AWH um knapp 20 g NDF/kg TM von der hohen AWH. Die mittlere AWH lag zwischen den beiden anderen AWH-Gruppen. Beim ADF Gehalt ergab sich für die niedrige AWH der signifikant niedrigste Wert, welcher um 16 g ADF/kg TM geringer als der der hohen AWH ausfiel. Beim ADL-Wert betrug der größte Unterschied 5 g ADL/kg TM. Dieser trat zwischen der niedrigen und mittleren AWH auf. Die hohe AWH zeigte trotz älterem Futter einen um 3 g ADL/kg TM niedrigeren Wert als die mittlere AWH. Im Energiegehalt ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen allen AWH-Gruppen. Die niedrige AWH zeigte einen um 0,25 MJ NEL höheren Energiegehalt pro kg TM als die hohe AWH. Wobei der Energiegehalt der mittleren AWH fast mittig zwischen den anderen beiden Werten lag. Mit steigender AWH nahm der Energiegehalt kontinuierlich ab. Bei den Mineralstoffgehalten Phosphor und Kalium konnten signifikante Unterschiede zwischen der niedrigen und mittleren bzw. hohen AWH festgestellt werden, jedoch nicht zwischen der mittleren und hohen AWH. Es zeigte sich bei beiden Mineralstoffen ein Anstieg von der hohen zur niedrigen AWH.

1.6.5.3 Inhaltsstoffgehalte im Vegetationsverlauf

In Abbildung 17 wird der Energieverlauf der einzelnen AWH in der Vegetationszeit beschrieben. Im Jahresverlauf betrachtet, setzte die Gruppe der niedrigen AWH mit dem signifikant höchsten Energiegehalt (7,1 MJ NEL/kg TM) ein und lag somit um 1 MJ NEL/kg TM über dem der hohen AWH. Beim zweiten ET zeigte die mittlere AWH, beim dritten die niedrige AWH den höchsten Wert, welcher leicht über den

anderen Werten lag. Beim vierten ET lagen alle Werte ohne signifikanten Unterschied sehr nahe beieinander. Beim letzten ET zeigte die niedrige AWH den höchsten Wert, welcher nur 0,1 MJ NEL/kg TM knapp unter dem des ersten ET lag. Die mittlere AWH erreichte sogar einen um 0,1 MJ NEL/kg TM höheren Wert als der des 1. ET. Die hohe AWH zeigte den größten Anstieg vom 1. zum 5. ET mit einer Differenz von 0,6 MJ NEL/kg TM. Die niedrige AWH erreichte den signifikant höchsten durchschnittlichen Energiegehalt mit 6,5 MJ NEL/kg TM (siehe Tabelle 12).

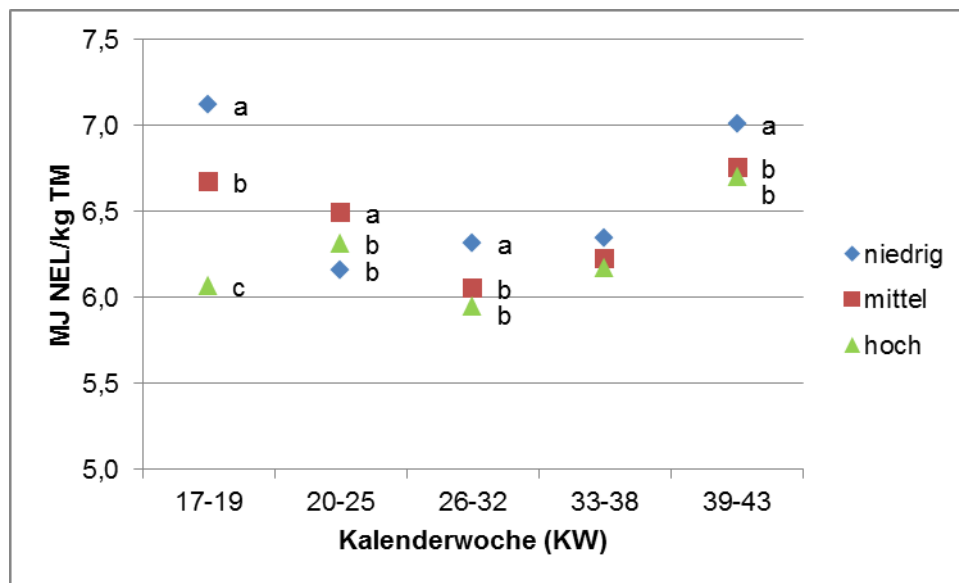


Abbildung 17: Energiegehalts-Verlauf in der Vegetation

Tabelle 13: Energiegehalt in den Futterproben der AWH-Gruppen bei unterschiedlichen Ernteterminen

AWH	Einheit	AWH					SEM	P-Wert
		1	2	3	4	5		ET
niedrig	MJ NEL/kg TM	7,1 ^a	6,2 ^b	6,3 ^b	6,3 ^b	7,0 ^a	0,048	<0,001
mittel	MJ NEL/kg TM	6,7 ^{ab}	6,5 ^b	6,0 ^c	6,2 ^c	6,8 ^a	0,067	<0,001
hoch	MJ NEL/kg TM	6,1 ^{cd}	6,3 ^b	6,0 ^d	6,2 ^c	6,7 ^a	0,033	<0,001

Mit 6,4 MJ NEL/kg TM lag der durchschnittliche Energiegehalt der mittleren AWH genau zwischen den anderen beiden AWH. Der durchschnittliche Energiegehalt von 6,2 MJ NEL/kg TM war bei der hohen AWH im Vergleich am geringsten.

In Abbildung 18 ist der Rohproteingehalt im Laufe der Vegetation dargestellt.

Der erste ET zeigte beim Rohproteingehalt die größte Differenz zwischen den AWH. Die niedrige AWH-Gruppe lag um knapp 60 g XP/kg TM über dem Wert der hohen AWH. Die mittlere AWH war mit 200 g XP/kg TM genau zwischen den zwei AWH.

Der zweite ET zeigte bei der niedrigen und mittleren AWH-Gruppe einen Abfall um ca. 1/5 des Ausgangswertes. Wobei die hohe AWH nur geringfügig absank. Beim dritten ET ergab sich für die niedrige AWH-Gruppe ein fast doppelt so starker Anstieg (14 %) wie für die mittlere (5 %) und hohe AWH-Gruppe (7 %). Zu Vegetationsende gingen die Unterschiede zwischen den AWH-Gruppen zurück. Zu Vegetationsende erreichten die niedrige und mittlere AWH-Gruppe in etwa das Niveau zu Vegetationsbeginn, alleinig die hohe AWH verzeichnete einen signifikanten Anstieg um fast 1/5 des Wertes zu Vegetationsbeginn.

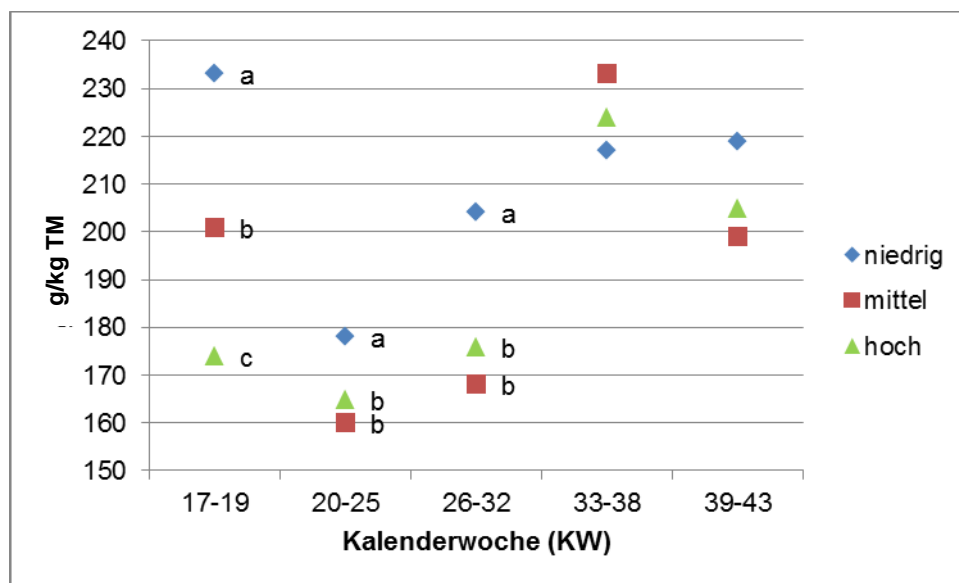


Abbildung 18: Rohproteingehalts-Verlauf in der Vegetationszeit

Tabelle 14: Rohproteingehalt (XP) in den Futterproben der AWH-Gruppen bei unterschiedlichen Ernteterminen

AWH	Einheit	AWH					SEM	P-Wert	
		1	2	3	4	5		ET	
niedrig	g/kg TM	233 ^a	178 ^b	204 ^a	217 ^a	219 ^a	7,975	<0,001	
mittel	g/kg TM	201 ^{bc}	160 ^d	168 ^d	233 ^a	199 ^c	7,118	<0,001	
hoch	g/kg TM	174 ^c	165 ^c	176 ^c	224 ^a	205 ^b	4,788	<0,001	

Wie in Abbildung 19 ersichtlich setzte der NDF Gehalt bei der niedrigen (410 g NDF/kg TM) und mittleren AWH (420 g NDF/kg TM) ohne signifikanten Unterschied ein. Die hohe AWH setzte mit knapp 20 % mehr ein und erreichte damit den signifikant höchsten Wert beim 1. ET. In der Vegetationsmitte lag der NDF-Wert bei allen AWH ohne nennenswerte Unterschiede bei rund 460 g NDF/kg TM. Gegen Ende sank er bei allen AWH kontinuierlich unter 360 g NDF/kg TM ab.

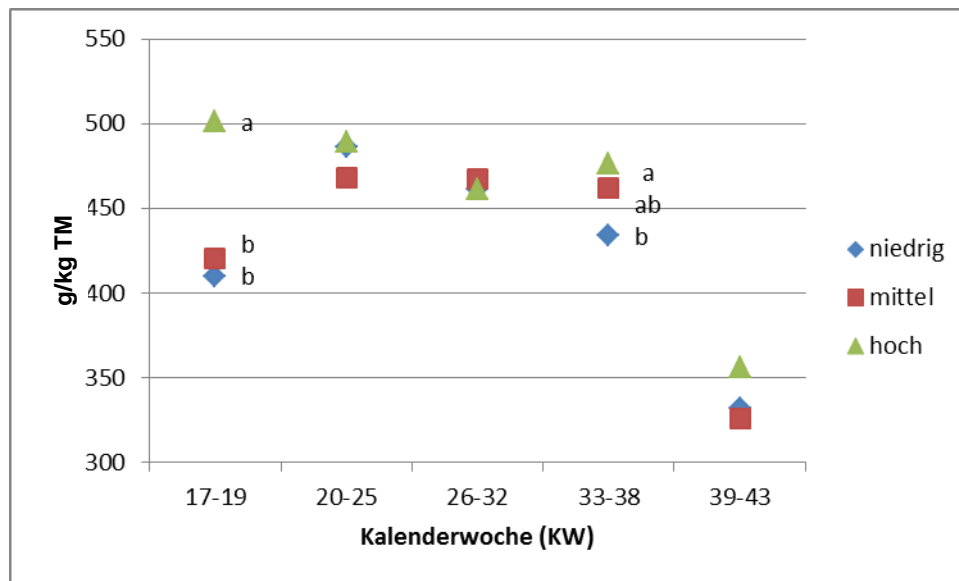


Abbildung 19: NDF-Gehaltsverlauf während der Vegetationszeit

1.6.5.4 Potentieller Milch- und Fleischertrag

Beim potentiellen Milch-/ Fleischertrag zeigte sich kalkulationsbedingt ein ähnliches Verhalten wie beim Energieertrag (siehe Tabelle 15). Die niedrige AWH-Gruppe war den anderen beiden AWH-Gruppen beim Milch- und Fleischzuwachs pro ha um knapp 15 % signifikant unterlegen. Die anderen Varianten unterschieden sich nicht signifikant (ca. 2 %) im Milchertrag und Fleischzuwachs/ha.

Tabelle 15: Potentielle Milch- und Fleischerträge errechnet aus Inhaltsstoffträgen der jeweiligen AWH

Parameter	Einheit	AWH			SEM	P-Wert
		niedrig	mittel	hoch		AWH
Milch	kg/ha	11.549 ^b	13.393 ^a	13.584 ^a	361	0,005
Fleisch	kg/ha	1.034 ^b	1.200 ^a	1.224 ^a	32	0,005

4 Diskussion

Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem System der Kurzrasen- und der Koppelweide ist die durchschnittliche Bestandeshöhe (Käch et al., 2014; Steinwider und Starz, 2015; Thomet und Hadorn, 1996) während der Vegetationsperiode. Daher wurden für diesen Versuch drei Zielaufwuchshöhen (8,10 und 12 cm RPM) zur Simulation von Kurzrasen- und Koppelweidesystemen definiert. In der vorliegenden Untersuchung wurden die gewünschten Zielaufwuchshöhen von allen AWH-Gruppen (8,4 cm, 10,2 cm und 12,4 cm RPM) erfüllt.

1.6.6 Pflanzenbestand

Die im Mittel bonitierten Artengruppen von rund 74 % Gräsern, 16 % Leguminosen und 10 % Kräutern können als optimaler Weidebestand (Dietl und Lehmann, 2004, Mosimann et al., 2014, Starz et al., 2014b) angesehen werden. Hohe Anteile an intensiv nutzbaren Weidearten wie z.B. Englisches Raygras, Wiesenrispe und Weißklee weisen auf eine längjährige intensive Weidenutzung hin. Eine nähere Betrachtung der Artengruppen und Hauptarten, zeigte wie in der Literatur beschrieben (Thomet et al. 2000b, Starz et al. 2013a), nur geringe bis keine signifikanten Unterschiede zwischen den AWH-Gruppen bzw. zwischen den Weidesystemen. Im Auswertungsprozess zeigte sich, dass die Aufwuchshöhe einen geringeren Einfluss auf die Bestandeszusammensetzung hatte als der Erntetermin und das Feld. Daraus folgend wurden auch die Pflanzenbestände der Felder einzeln betrachtet.

Bei Betrachtung der drei wichtigsten Weidearten Wiesenrispe (~29 %), Englisches Raygras (~22 %) und Weißklee (~16 %) wurde ersichtlich, dass sich diese im Rahmen eines optimalen Weidebestandes bewegten. Der von Steinwider und Starz (2015) beschriebene Summenanteil von 80 % konnte allerdings nicht erreicht werden. Er lag aber mit durchschnittlich 67 Flächenprozent an Englischem Raygras, Wiesenrispe und Weißklee laut Thomet (2005) im langjährigen Bereich für Dauerweiden in der Schweiz. Somit ist dieser Pflanzenbestand als stabil und leistungsfähig einzustufen. Das Kammgras, welches in diesem Versuch nicht zu vernachlässigende Anteile einnahm (3-4 %), ist nach Dietl und Joquera (2007) eher ein Gras der extensiven Kammgras-Dauerweiden und weniger intensiv genutzter Mähwiesen. Der Wiesenschwingel, welcher normalerweise bei intensiver Weide- oder Schnittnutzung (>3 Schnitten) gravierend abnehmende Bestandesanteile zeigt,

konnte ähnlich dem Kammgras einen stabilen Anteil um 4 % halten. Deziert diese beiden Horstgräser, aber auch andere untergeordnete Gräser, welche zwar aufgrund ihres Wuchstypes nicht als optimale Weidegräser zu bezeichnen sind, können in Geilstellen Blütenstände bilden und versamen (Steinwider und Starz, 2015). Durch diesen natürlichen Verbisschutz dürften das Kammgras und der Wiesenschwingel ihre nicht unwesentlichen Anteile im Bestand längerfristig erhalten haben, denn beide Arten wurden auf den Flächen nicht übergesät. Die Lägerrispe, welche durch die intensive Beweidung als bestens angepasstes Weideungras auftrat, bewegte sich in einem noch erträglichen Ausmaß um 6 %. Die in derselben Familie beheimatete Gemeine Rispe, welche als typisches Ungras der Schnittwiesen auftritt, nahm im vorliegenden Versuch nur sehr geringe Anteile ein, sodass sie unter dem Sammelbegriff Restgras zusammengefasst wurde. Starz et al. (2010, 2011) und Steinwider und Starz (2015) beschreiben intensive Beweidung mit Übersaat von intensiv nutzbareren Weidearten, wie Wiesenrispe und Englischem Raygras, als geeignete Sanierungsmaßnahmen von stark mit Gemeiner Rispe belasteten Dauergrünlandbeständen. Das Ausläuferstraußgras, neben der Lägerrispe das häufigste Weideungras, lag mit 5-6 % ebenfalls noch im akzeptablen Bereich.

Je geringer die Anteile ungewünschter Arten sind, desto höherwertiger ist die Artenzusammensetzung. Dies unterstreicht die Bedeutung der gezielten Regulierungsmaßnahmen durch Übersaat bereits bei geringem Auftreten unerwünschter Arten und zunehmender Lückigkeit (Steinwider und Starz, 2015). Thomet (2005) sieht höhere Flächenanteile an Ausläuferstraußgras bis 35 % oder 10-15 % Gemeine Rispe als nicht problematische Verunkrautung intensiv genutzter Dauerweiden an.

In dieser Arbeit nahmen die Leguminosen bzw. der Weißklee als einzige Leguminose durchschnittlich bei allen Aufwuchshöhen rund 16 % Bestandesanteil ein. Beim Vergleich der Felder wies das Stallfeld mit ca. 18 % sogar einen um rund 5 % signifikant höheren Flächenanteil an Weißklee als das Beifeld auf. In den Jahren davor ermittelten Starz et al. (2014b) einen Flächenanteil von 19 % am Beifeld. Dieser Rückgang des Weißklee am Beifeld könnte durch die Übersaat mit wertvollen Weidegräsern, zum Aufbau eines starken Gräsergerüsts, bedingt sein. Diese nehmen dem Weißklee Licht und Platz und hindern ihn an der flächigen

Ausbreitung. Es könnte aber auch auf eine natürliche Schwankung des Weißkleeanteils im Bestand zurückzuführen sein.

Mehrere Schweizer Versuche (Schori, 2009, Schubiger et al., 2010, Mosimann et al., 2014, Troxler und Mosimann, 2001, Thomet et al., 2000b) beschreiben deutlich höhere Weißkleeanteile, jedoch nur über einen kurzfristigen Zeitraum. In mehrjährigen Dauerweiden pendeln sich die Werte um 8-13 % ein. Der von Steinwigger und Starz (2015) beschriebene maximale Weißkleeanteil von 30 % wurde im Versuch nie erreicht. Somit war das Blährisiko für die Tiere gering, welches bei einem Weißkleeanteil >30 % stark ansteigen würde. In der vorliegenden Arbeit konnte, wie auch von Thomet et al (2000b) festgestellt wurde, kein Einfluss des Weidesystems bzw. der AWH auf den Weißklee im Bestand festgestellt werden. Somit ist die am Standort vorkommend Weißkleeart bestmöglich an die intensive Nutzung angepasst.

Beim Kräuteranteil zeigte sich, ebenso wie beim Gräser- und Leguminosenanteil, die hohe Intensität der Nutzung bei allen AWH (Thomet et al. 2000b, Starz et al. 2013a). Die differenziertere Betrachtung der einzelnen Felder (Beifeld, Stallfeld) zeigte einen fast um die Hälfte reduzierten Kräuteranteil im Beifeld auf. Kriechender Hahnenfuß, Wiesenlöwenzahn und die unter Restkräuter zusammengefassten Arten konnten sich in einem Bestand mit stärkerem Gräsergerüst nicht so gut ausbreiten. Kommen sie trotzdem in größerem Ausmaß vor, sind sie ein Zeiger für Lücken im Bestand und deuten auf ein schwaches Grasgerüst hin (Steinwigger und Starz, 2015).

Die Lücken nahmen mit <1 Flächen-% einen sehr geringen Anteil im Bestand ein. Dieses geringe Ausmaß der Lücke unter einem Prozent ist zu vernachlässigen, ebenso die aufgetretenen Signifikanzen für die Betrachtung des gesamten Bestandes. Starz (2014b) bestätigt durch einen Kurzrasenweideversuch mit Übersaat den geringen Anteil der Lücke am selbigen Standort.

1.6.7 Produktivitätsparameter

Im vorliegenden Versuch wurden die LAI Jahresdurchschnitts-Werte signifikant von den AWH-Gruppen beeinflusst. Die hohe AWH hatte den signifikant höchsten LAI mit 4,1 und erzielte auch den höchsten Jahrestrockenmasseertrag. In der niedrigen AWH-Gruppe wurden sowohl die signifikant niedrigsten LAI-Werte als auch der signifikant niedrigste Jahrestrockenmasseertrag festgestellt. Vergleichbare

Zusammenhänge wurden auch von Ryan et al. (2010) festgestellt, wo die Korrelation zwischen Ertrag und dem Blattflächenindex bei 0,76 lag.

Vergleicht man im Vegetationsverlauf den Trockenmassezuwachs pro ha und Tag der verschiedenen AWH-Gruppen untereinander, dann fällt insbesondere der Unterschied zwischen der hohen AWH und den anderen Gruppen auf. Bei der hohen Aufwuchshöhe wurde im Frühling ein starker Anstieg im Futterzuwachs festgestellt und, bei der niedrigen sowie mittleren AWH war der Kurvenverlauf flacher. Vergleichbare Ergebnisse werden von Thomet und Blättler (1998) für Kurzrasen- und Koppelweiden und Wiesen im Schweizer Mittelland beschrieben. Hingegen ähnelt die Zuwachskurve der hohen AWH zu Jahresbeginn jener eines sehr intensiven LUDF-Systems, welches von Käch et al. (2014) beschrieben wurde. Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Käch et al. (2014) wurde in der vorliegenden Arbeit im weiteren Vegetationsverlauf geringere TM-Zuwächse festgestellt. Dies dürfte sowohl auf Standort- als auch Düngungsunterschiede zurückzuführen sein.

Obwohl der vorliegende Versuch nicht auf einem trockenheitsgefährdeten Standort durchgeführt wurde, deuten die Ergebnisse zum Futterzuwachs auf die höhere Trockenheitsempfindlichkeit bei Weidenutzungssystemen mit geringerer AWH hin. In Phasen mit niedrigen Niederschlagsmengen (April und Mai 2013) erzielte die hohe AWH höhere Futterzuwächse. Diese Ergebnisse decken sich auch mit Angaben von Thomet und Blättler (1998) aber auch von Starz et al. (2013a), welche auf die höhere Empfindlichkeit der Kurzrasenweide gegenüber Trockenphasen im Vergleich zu Koppelsystemen hinweisen. Die signifikant höheren LAI-Werte und signifikant höheren Nettoerträge bei hoher AWH stützen die Hinweise von Starz et al. (2013a), wonach bei Koppelweiden ein günstigeres Mikroklima und eine bessere Zurückhaltung des Evapotranspirationswassers gegeben sein dürfte. Im Vergleich mit Neuseeländischer Ganzjahres Koppelweide zeigt sich, dass der um einiges intensiver geführte Neuseeländische Weidebestand nur maximale Tageszuwächse um 90 kg TM/ha und Tag erreichte (Macdonald et al., 2008), womit der inneralpine Standort im Frühling bis Frühsommer ohne weiteres mithalten konnte.

Die am Standort ermittelte Futterdichte zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den AWH-Gruppen. Dies spricht gegen die Aussage von Steinwider und

Starz (2015) welche besagt, dass die Futterdichte mit steigender AWH im oberen Horizont im Vergleich zur Basis abnimmt. Daraus folgend, müsste die Gesamtdichte ebenfalls mit steigender AWH abnehmen. Vergleicht man Werte von Kurzrasen- und Koppelweideversuchen (Steinwider und Starz, 2015) am selben Standort, so zeigt sich, dass die Werte der Kurzrasenweide allen AWH-Gruppen der vorliegenden Arbeit sehr ähnlich sind. Die Werte der Koppelweide fielen aber um einiges niedriger aus, als die im vorliegenden Versuch ermittelten. Diese Abweichungen der Koppelweide könnten Aufgrund des Berechnungsschemas, wobei der TM-Ertrag pro cm Aufwuchshöhe aufgeteilt wurde, aufgetreten sein. Werte von Ribeiro et al. (2005) waren bei zwei unterschiedlichen Bestandestypen (Englisch Raygras Reinbestand, Weißklee Englisch Raygrasmischung) um einiges niedriger als die im Versuch ermittelten Werte. Diese große Differenz zu Literaturwerten in der Futterdichte könnte zum Großteil auf Grund der Verwendung eines anderen RPM entstanden sein. Welches eine geringere Belastung ausübt und somit eine geringere Dichte pro cm AWH ermittelt. Auch der sehr gut aufgebauten Pflanzenbestand könnte wie von Steinwider und Starz (2015) beschrieben, durch den hohen Gräseranteil, insbesondere den Anteil der rasenbildenden Gräsern, einen hohen Einfluss auf die Futterdichte gehabt haben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die am Standort Moarhof ermittelten Zuwachsraten sich auf einem sehr hohen Niveau bewegten. Dies, obwohl es sich um einen inneralpinen Standort handelte, welcher biologisch bewirtschaftet wurde. Das hohe Leistungspotential könnte auf ein optimiertes Düngemanagement und kontinuierliche Nachsaat mit Englisch Raygras und Wiesenrispe zur Entwicklung eines optimalen Weidepflanzenbestandes zurückgeführt werden. Dadurch kann der in geringen Mengen ausgebrachte und von den Weidetieren anfallende Stickstoff effizient von den Pflanzen verwertet werden.

1.6.8 Quantitätserträge pro Fläche

Faktoren wie Standortbedingungen, angepasste Düngung, ein optimal gelenkter Pflanzenbestand aber auch konsequentes Weidemanagement tragen wesentlich zur hohen Ertragsfähigkeit eines Standortes bei (Steinwider und Starz, 2015, Thomet, 2005). Im Trockenmasseflächenertrag zeigte sich die hohe Qualität des Pflanzenbestandes des Versuchsstandortes. Durch den hohen Anteil wichtiger Weidearten (~67 %) wie Englisch Raygras, Wiesenrispe und Weißklee ist die

Basis für ein hohes Ertragspotential am Standort gelegt. Im Trockenmasseertrag pro Fläche fiel in der vorliegenden Arbeit die niedrige AWH gegenüber den anderen beiden Varianten ab. Mit 9,8 t TM-Ertrag pro ha und Jahr erbrachte ein simulierter Kurzrasenweideversuch (Steinwider und Starz, 2015) am selbigen Standort einen etwas geringeren TM-Ertrag als die niedrige AWH-Gruppe. Langjährige Kurzrasenweiden in der Schweiz zeigen Ertragswerte nahe dem für das Schweizer Mittelland angegebenen Durchschnittsertrag von 12,5 t TM pro ha u. Jahr (Thomet et al., 2014). Dieses hohe Ertragsniveau erreichten in dieser Arbeit nur die beiden Koppelweideaufwuchshöhen und davon die mittlere AWH-Gruppe nur knapp. Mit dem auf einem Schweizer Biostandort nach neuseeländischem Weidesystem (LUDF) ermittelten mehrjährigen Durchschnittsertrag (Käch et al., 2014), können sowohl die niedrige wie auch die mittlere und hohe AWH-Gruppe mithalten.

Bei der Betrachtung des Energieertrages pro Fläche zeigte sich, dass die niedrige AWH trotz signifikant höherer Energiekonzentration das TM-Mengendefizit nicht ausgleichen konnte. Die mittlere und hohe AWH-Gruppe lagen im TM-Ertrag rund 20 % höher, was die um rund 4 % signifikant geringere Energiekonzentration überkompensieren konnte.

Der Proteinertrag unterschied sich zwischen den Aufwuchshöhen nicht signifikant und lag etwas höher als die von Steinwider und Starz (2015) beschriebenen Werte. Die niedrige AWH-Gruppe erreichte die höchste Rohproteinkonzentration, was den Trockenmasseertragsabgang in dieser Variante hinsichtlich Rohproteinertrag ausgleichen konnte. Im Vergleich zu anderen wissenschaftlichen Untersuchungen erbrachte das Koppel-Kurzrasenmischsystem von Hofstetter et al (2014) und das reine Koppelweidesystem von Macdonald et al.(2008) um einiges höhere bis fast doppelt so hohe Energie- und Proteinerträge pro ha und Jahr. Die in dieser Arbeit für inneralpine Dauergrünlandbestände erreichten Proteinerträge sind nach Steinwider und Starz (2015) trotzdem in etwa doppelt so hoch wie der Proteinertrag von Biosoja in Österreich.

Wie auch von anderen Autoren (Thomet et al., 2007, Steinwider und Starz, 2015) beschrieben, hat die Düngung neben der Niederschlagsverteilung einen wichtigen Einfluss auf das Ertragsverhalten eines Weidestandortes. Der im Versuch beschriebene Weidestandort wurde im Gegensatz zu anderen Versuchsstandorten

(Münger und Jans, 2001, Thomet et al., 2000a, Thomet et al., 2014, Pulido und Leaver, 2003) zusätzlich zu den Ausscheidungen der Kühe nur moderat mit Wirtschaftsdünger (verdünnter Rindergülle und Rottemistkompost) gedüngt. Bei einem von vornherein hohen Standortpotential in Verbindung mit optimalem Weidemanagement, zeigte sich in dieser Arbeit, wie auch bei Käch et al. (2014), keine ertragsmäßige Unterlegenheit des Biostandortes gegenüber vergleichbaren Standorten.

1.6.9 Nährstoffgehalte im Weidefutter

Im Vergleich mit nationalen und internationalen Arbeiten (Thomet und Hadorn, 1996; Münger, 2003; Pulido und Leaver, 2003; Resch et al., 2006) zeigte sich, dass die in diesem Versuch gezogenen Proben ähnlichen Grünlandnutzungssystemen in Punkto Futterqualität nicht nachstehen. Die Aufwuchshöhe beeinflusst alle wesentlichen Futterinhaltsstoffe signifikant, wohingegen in der Literatur von geringen, bis nicht signifikanten Unterschieden zwischen verschiedenen Aufwuchshöhen und Weidesystemen gesprochen wird (Thomet und Hadorn, 1996; Pulido und Leaver, 2003). Bei Betrachtung der Inhaltsstoffverläufe von Energie, Protein und NDF wurde deutlich, dass zu Vegetationsbeginn meist die größten Unterschiede auftraten. In der Mitte der Vegetation und zum Ende hin näherten sich die AWH-Gruppen einander kontinuierlich an. Diese Effekte können möglicherweise auf das Pflanzenwachstumsverhalten, insbesondere der Gräser, zurückgeführt werden. Viele Gräser gehen vorwiegend beim ersten Aufwuchs sehr rasch in die reproduktive Phase über, was zu einer deutlichen Zunahme der Strukturkohlenhydratbildung in relativ kurzer Zeit führt (Münger, 2003 und Starz et al. 2014b). Die AWH-Gruppe niedrig wurde im Frühling bei der ersten Beerntung noch in der vegetativen Phase genutzt. Demgegenüber weisen die Ergebnisse zu den Aufwuchshöhen und den Strukturkohlenhydraten darauf hin, dass beim ersten Erntetermin der beiden weiteren AWH-Gruppen bereits vermehrt Pflanzen im reproduktiven Wachstum waren. Dementsprechend erreichte die niedrige AWH-Gruppe mit dem jüngsten Futter bei der ersten Beerntung den höchsten Energie- (7,1 MJ NEL/kg TM) und Eiweißgehalt (233 g XP/kg TM). Wobei sich die NDF-Werte der niedrigen und mittleren AWH-Gruppe auf demselben Niveau bewegten und nur die hohe AWH-Gruppe deutlich darüber lag. Die um 10-15 Tage später geernteten beiden höheren AWH-Gruppen beschrieben deutlich niedrigere Energie- und Eiweißgehaltswerte. Gegenteilig zu den in der Literatur (Münger, 2003 und Pulido und Leaver, 2003) erwähnten geringen

Unterschieden zwischen Kurzrasen- und Koppelweiden, ergaben sich in dieser Arbeit bei zeitlich unterschiedlichen ersten Beerntungen der AWH-Gruppen, deutliche Unterschiede im Energie- und Eiweißgehalt. Die im Vegetationsverlauf aufgetretene Zunahme des Energie- und Eiweißgehaltes und die Abnahme der Faserstoffkonzentration der AWH-Gruppen könnte wegen der Zunahme des Weißkleeanteils im Bestand über die Vegetationszeit zustande gekommen sein. Die Zunahme kann aber auch aufgrund des hohen Eiweißgehaltes und der niedrigen Faserstoffkonzentration der Stängel- und Blattmasse des Weißkleees erklärt werden (Münger, 2003; Suter et al., 2013).

Der Vergleich des in dieser Arbeit geernteten Weidefutters mit Grundfutter Österreichischer Kulturweiden, macht die Möglichkeit der Produktion von sehr hochwertigem Grundfutter durch intensive Weidesysteme deutlich. Beim durchschnittlichen Energiegehalt lagen die niedrige und mittlere AWH-Gruppe leicht über und die hohe AWH-Gruppe im obersten Bereich der für österreichische Kulturweiden (Resch et al., 2006) durchschnittlich festgestellten Werte (5,9-6,2 MJ NEL/kg TM). Der in dieser Arbeit bei allen AWH-Gruppen gemessene Proteingehalt lag im oberen Bereich der österreichischen Durchschnittswerte (157-210 g XP/kg TM). Der geringere Energiegehalt österreichischer Weidebestände könnte auf Grund eines nicht so hochwertigen Weidepflanzenbestandes mit geringerem Anteil von Hochzuckergras-Sorten des Englischen Raygrases zustande gekommen sein (Schubiger et al., 1998). Die Niveaugleichheit beim Proteingehalt könnte durch den wesentlichen Weißkleeanteil am Versuchsstandort zu erklären sein, welcher das Stickstoffdüngungsdefizit bzw. den Eiweißgehalt im Futter ausgeglichen hat (Steinwider und Starz, 2015).

Für Schweizer Kurzrasenweiden beschriebene Futterwerte (Energie und XP) lagen im niveaugleichen Bereich aller AWH-Gruppen und unterstreichen den geringen Unterschied der Weidesysteme (Thomet und Hadorn, 1996). Jedoch erreichte nur die niedrige AWH das für Schweizer Kurzrasenweiden beschriebene durchschnittliche Energieniveau von 6,5 MJ NEL/kg TM. Die von Pulido und Leaver (2003) im System- bzw. Aufwuchshöhenvergleich festgestellten höheren Energie- und geringeren Eiweißgehalt, lassen sich auf einen für intensive Weideregionen typisch mit Englisch Raygras dominierten Bestand zurückführen. Englisch Raygras weist als sehr ertrag- und inhaltsstoffreiches Futtergras eine hohe Verdaulichkeit auf (Steinwider

und Starz, 2015). In der vorliegenden Arbeit wurde demgegenüber ein für alpine Standorte artenreicher Pflanzenbestand festgestellt. Der in diesem Versuch vorgefundene Dauerweidebestand wies einen nicht unwesentlichen Weißkleeanteil von rund 16 % auf, welcher einen wesentlichen Beitrag zum Proteingehalt hatte (Thomet und Hadorn, 1996, Steinwider und Starz, 2015).

Somit lagen die in dieser Arbeit analysierten Futterproben bezüglich Energie- und Proteingehalt auf einem sehr hohen Niveau.

Der in dieser Arbeit festgestellte Einfluss der Aufwuchshöhe auf den Anstieg der Strukturkohlenhydrate NDF, ADF und ADL wird durch eine Arbeit von Pulido und Leaver (2003) in den Parametern NDF, neutrale Cellulase und Gammanase Abbaubarkeit bestätigt. In diesem Versuch lagen die NDF-Werte im Durchschnitt um einiges tiefer als die von Pulido und Leaver (2003). Im Vergleich positiv könnte dies durch den wesentlichen Anteil an Weißklee zustande gekommen sein, welcher nach Mürger (2003) einen Einfluss auf den Rohfasergehalt hat. Das langjährige Mittel des Standorts repräsentiert ähnliche Faserstoffanteile wie sich im Versuch zeigte (Starz et al., 2014b). Die für höchstleistende Milchkühe in der Literatur beschriebene Faserstoffgrenze von 250-330 g NDF/kg TM (NRC, 2001) wurde nur von der mittleren AWH zu Vegetationsende kurzzeitig unterschritten. Die Jahresdurchschnittswerte an NDF lagen bei allen AWH fast doppelt so hoch wie der untere Grenzwert. Der NRC (2001) weist jedoch ausdrücklich darauf hin, dass niedriger leistende Milchkühe weniger Energie benötigen. Ihre Ration sollte deshalb mehr NDF als die beschriebene Faserstoffuntergrenze enthalten. Somit liegen alle in diesem Versuch ermittelten Werte über dem für Hochleistungsmilchkühe festgelegten Minimum. Trotz eines sehr hohen Energie- und Proteinniveaus können die im Versuch ermittelten Praxiswerte an Strukturkohlenhydraten für das angenommene Leistungsniveau der Milchkühe als ausreichend betrachtet werden, sofern keine intensive Ergänzungsfütterung mit Kraftfutter erfolgt.

Bei den Mineralstoffgehalten zeigte der Phosphorgehalt in diesem Versuch tendenziell höhere Werte als in der Literatur beschrieben (Starz et al., 2014a, Schori, 2009, Kessler et al., 1999), der Kaliumgehalt wird nur von Schori (2009) und Kuusela (2006) mit ähnlich hohen Werten beschrieben. Steinwider und Starz (2015) beschreiben am selben Standort um einiges niedrigere Kaliumgehalte. Im Versuch zeigten sich zwar statistische Unterschiede zwischen der niedrigen AWH und den

anderen beiden, diese sind jedoch im Bereich von 0,4 g P/kg TM und 1,5 g K/kg TM als sehr gering anzusehen. Kessler et al. (1999) bestätigen mit ihren Untersuchungen das Ergebnis dieser Arbeit. Sie beschreiben keine wesentlichen Unterschiede zwischen Kurzrasen- und Koppelweidefutter hinsichtlich P- und K-Gehalt.

1.6.10 Potentieller Milch- und Fleischertrag pro Hektar

Der Milchertrag bzw. Fleischertrag zeigte aufgrund der Berechnungsmethode ein ähnliches Verhalten wie der Energie- und Trockenmasseertrag pro ha. Rein rechnerisch war die niedrige AWH der mittleren und der hohen um rund 2.000 kg Milch/ha und Jahr unterlegen. Von Thomet et al (2014) beschrieben Leistungen langjähriger Kurzrasenweiden, (~12.000 kg Milch/ha) welche der niedrigen AWH-Gruppe entsprechen, lagen deutlich darüber. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die von Thomet et al (2014) beschriebenen Betriebe klimatisch begünstigt im Schweizer Mittelland lagen und ehemaliges Ackerland zu Weideflächen umgewandelt wurde. Diese klimatische Begünstigung führte zu einer verlängerten Vegetationsperiode. Darüber hinaus lag auch das Düngerniveau auf einem deutlich höheren Niveau. Beim Vergleich der mittleren und hohen AWH-Gruppen mit Ergebnissen aus Neuseeländischen Koppelweideversuchen von Macdonald et al. (2008) zeigte sich, dass die Aufwuchshöhen-Gruppen mittel und hoch mit der mittleren Besatzstärke des NZ Versuches mithalten konnten. Die höchste Besatzstärke (4,3 GVE/ha) im Versuch von Macdonald et al. (2008) hatte fast 1.200 kg mehr Milch produziert als die hohe AWH in diesem Versuch. Beim Fleischertrag lag ebenso die niedrige AWH rund 15 % unter den anderen beiden AWH. Thomet et al (2000a) beschrieben mit 1.075 kg Fleisch/ha und Jahr ein geringfügig höheres Fleischzuwachspotential der Kurzrasenweide als in dieser Arbeit errechnet wurde. Vergleicht man die mittlere und hohe AWH mit der Koppelweide, ist in diesem Versuch etwa 30-50 kg mehr Fleisch/ha und Jahr zugewachsen als von Thomet et al. (2000a) beschrieben. In diesem Versuch ergab sich ein ca. 15 % ausmachender Unterschied zwischen der niedrigen AWH-Gruppe und den anderen beiden höheren Gruppen. Der von Thomet et al. (2000a) im Weidesystemvergleich als geringfügig beschriebene Unterschied (8,0 %) war in dieser Arbeit mehr als doppelt so groß. Wobei wie schon bei den anderen Flächenerträgen beschrieben, die Verluste der Weidesysteme in der Kalkulation nicht berücksichtigt wurden. Dieser Unterschied ist auf optimale Bedingungen bezogen. Würden im Vergleich der Koppelweide

Futtermittelverluste im Bereich von 10 % unterstellt und bei der Kurzrasenweide das geringere Risiko von Futtermittelverlusten berücksichtigt (Steinwider und Starz, 2015), wäre der Unterschied zwischen den AWH nicht mehr so groß.

5 Schlussfolgerungen

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit konnte das grundsätzlich hohe Leistungs- und Ertragspotential eines inneralpinen Dauerweidestandorts im Ostalpenraum gezeigt werden. Gerade für intensive Beweidung mittels Kurzrasen- oder Koppelweidesystem in der Biologischen Landwirtschaft erweist sich eine optimale Zusammensetzung des Pflanzenbestandes von sehr hoher Wichtigkeit. Der Vergleich unterschiedlicher Weideaufwuchshöhen (AWH 8/10/12 cm) zeigte unter inneralpinen Bedingungen keine signifikanten Unterschiede im Pflanzenbestand. Die grundsätzlich sehr hohe Systemintensität von Kurzrasen- und Koppelweidesystemen könnte einer der Gründe sein, weshalb keine wesentlichen Unterschiede zwischen den AWH hinsichtlich Pflanzenbestand auftraten. Deshalb ist anzunehmen, dass die vorgefundenen Hauptarten Englisches Raygras, Wiesenrispe und Weißklee in den verglichenen Aufwuchshöhen bestmöglich an die sehr intensive Nutzung angepasst sind. Geilstellen dürften Ruhezone darstellen, die extensiv nutzbareren Arten wie Kammgras und Wiesenschwingel einen Ort zur Regeneration und Versammlung sichern. Dies ermöglicht auch in intensiven Weidesystemen einen diversen Pflanzenbestand zu erhalten, welcher auf extreme Witterungsbedingungen besser angepasst ist. Die deutlich unterschiedlichen Pflanzenbestände der zwei Versuchsfelder zeigten, trotz gleicher Nutzung ganz klar die in der Literatur beschriebene Bedeutung der Bestandeslenkung durch Übersaat geeigneter intensiv nutzbarer Weidearten auf. Durch eine bedarfsorientierte Übersaat können auftretende Lücken schnellstmöglich geschlossen werden und längerfristig ein dichter, trittstabiler, ertragsstarker und intensiv nutzbarer Weidepflanzenbestand aufgebaut werden. Für jegliche Weidesysteme stellt ein widerstandsfähiger intensiv nutzbarer Pflanzenbestand die Grundlage dar. Insbesondere in den sehr intensiven Kurzrasen- oder Koppelweidesystemen kommt dem Einsatz von nutzungsangepassten und modernen Zuchtsorten noch größere Bedeutung zu.

In diesem Versuch erwiesen sich die höheren AWH-Gruppen am inneralpinen, niederschlagsreichen Standort von Vorteil. Die Aufwuchshöhen mittel und hoch,

stellvertretend für das Koppelsystem, zeigten eine höhere Ertragsfähigkeit, als die niedrige Aufwuchshöhe und konnten geringere Inhaltsstoffgehalte mengenmäßig ausgleichen. Trockenere Vegetationsperioden zeigten einen tendenziell stärkeren Einfluss auf den TM-Zuwachs der niedrigen Aufwuchshöhe (bzw. des simulierten Kurzrasenweidesystems). Die rechnerisch ermittelten Mehrerträge an Milch oder Fleisch sind bei höherer Aufwuchshöhe aber nur dann zu realisieren, wenn alle Regeln der Koppelweide optimal umgesetzt werden. Da das Koppelweidesystem vom Management her aufwendiger als die Kurzrasenweide ist, muss dies bei einer etwaigen Umsetzung am Betrieb mit in die Überlegungen einfließen. Standorte, die eine starke Schwankung in der jährlichen Niederschlagsverteilung zeigen, müssen bei der Kurzrasenweide mit schwankenden Futterzuwächsen rechnen. Diese Schwankungen können mit dem System der Koppelweide deutlich reduziert werden und besser über ein optimales Management ausgeglichen werden. Betriebe mit ähnlichen Standortvoraussetzungen können unter Anwendung des Koppelweidesystems das Standortpotential der Weide verbessern und so kosteneffizient mehr Milch oder Fleisch aus Weidefutter produzieren.

6 Zusammenfassung

Grünland hatte früher allgemein in der Milchviehhaltung für viele Jahrhunderte eine sehr große Bedeutung. Diese Bedeutung hat sich jedoch durch die Intensivierung der Milchviehhaltung mit größeren und höher spezialisierten Betrieben gewandelt. Dem momentanen Trend entsprechend bewegt sich auch das weltweite Forschungsinteresse immer mehr in Richtung Ganzjahresstallfütterung von Milchkühen. Trotzdem beschäftigen sich ForscherInnen in Grünlandgebieten im In- und Ausland mit dem Thema Weidehaltung und schaffen eine Gegenbewegung zum allgemeinen Trend. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden die Einflüsse der Aufwuchshöhe bei simulierter intensiver Weidenutzung auf die Entwicklung des Pflanzenbestandes, die Futterqualität und das Ertragspotenzial auf zwei niederschlagsreichen, inneralpinen Weideflächen untersucht. Die AWH gemessen mit dem Filips Rising-Plate-Meter definierte die 3 Versuchsvarianten. In Variante 1 „Aufwuchshöhe niedrig“ wurde eine durchschnittliche Wuchshöhe bei der Beerntung von 8 cm, in Variante 2 „Aufwuchshöhe mittel“ von 10 cm und in Variante 3 „Aufwuchshöhe hoch“ von 12 cm angestrebt. Die Varianten mittel und hoch entsprechen dem Bereich von intensiv genutzten Koppelweidesystemen. Kurzrasenweiden werden üblicherweise in einem Aufwuchshöhenbereich von 5-7 cm betrieben. Die niedrige Variante sollte dieses Verfahren bzw. ein sehr intensives Koppelsystem in der vorliegenden Untersuchung weitestgehend simulieren.

Der am Standort festgestellte Pflanzenbestand setzte sich aus rund 74 % Gräsern, 16 % Leguminosen und 10 % Kräutern zusammen und wurde durch die unterschiedliche Aufwuchshöhe bei der simulierten Weidenutzung nicht signifikant beeinflusst. Die Einzelbetrachtung der Hauptarten zeigte bei den für intensive Weidesysteme wichtigsten Arten ebenso keine signifikanten Unterschiede zwischen den Aufwuchshöhengruppen. Die Pflanzenbestände aller drei AWH wiesen rund 29 % Englisches Raygras, 22 % Wiesenrispe und 16 % Weißklee auf. Signifikante Unterschiede zeigten sich zwischen den zwei Versuchsflächen. Im Wesentlichen entsprach der Pflanzenbestand den in einschlägiger Literatur für optimale Weidebestände genannten Werten.

Die festgestellten Mengen- und Qualitätserträge weisen auf eine sehr hohe Leistungsfähigkeit am niederschlagsreichen, inneralpinen Standort hin. Der

durchschnittliche Trockenmassezuwachs zeigte als wichtiger Produktivitätsparameter eine signifikante Unterlegenheit der niedrigen AWH-Gruppe (57 kg TM/ha und Tag) gegenüber der mittleren (66 kg TM/ha und Tag) und hohen AWH (67 kg TM/ha und Tag). Der höchste tägliche Futterzuwachs wurde mit knapp 120 kg TM/ha ebenfalls in der hohen AWH-Erntegruppe im April festgestellt. Im Gegensatz dazu erreichte die niedrige AWH einen Maximalzuwachswert von nur 92 kg TM pro ha und Tag. Im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode näherten sich die Futterzuwachskurven aller drei Gruppen an. Die niedrige AWH zeigte die größte Empfindlichkeit gegenüber Trockenperioden und reagierte in Trockenphasen mit einem reduzierten Trockenmassezuwachs. Hinsichtlich Jahresenergieertrag pro ha zeigte sich eine signifikante Unterlegenheit der niedrigen AWH gegenüber den anderen beiden AWH-Gruppen. Die niedrige AWH erbrachte 66.424 MJ NEL/ha wobei im Vergleich zu den anderen Gruppen der signifikant höhere durchschnittliche Energiegehalt von 6,5 MJ NEL/kg TM das TM-Ertragsdefizit nicht ausgleichen konnte. Die anderen beiden AWH erzielten 77.032 und 78.131 MJ NEL/ha, wobei die Futterproben der mittleren AWH-Gruppe (6,4 MJ NEL/kg TM) einen signifikant höheren Energiegehalt aufwiesen als jene der hohen AWH-Gruppe (6,2 MJ NEL/kg TM). Der Proteinertrag aller drei AWH-Gruppen zeigte keinen signifikanten Unterschied und lag durchschnittlich bei 2.240 kg XP/ha und Jahr. Die niedrige AWH zeigte beim Energie- und Proteingehalt im Vegetationsverlauf die signifikant höchsten Anfangs- (7,1 MJ NEL/kg TM, 233 g XP/kg TM) und Endwerte (7,0 MJ NEL/kg TM, 219 g XP/kg TM). Die im Energie- und Proteinverlauf zum ersten Aufwuchs aufgetretene Spreizung zwischen den AWH-Gruppen flachte zu Vegetationsmitte bzw. -ende immer mehr ab. Während der gesamten Vegetationszeit bewegten sich Strukturkohlenhydratwerte aller AWH-Gruppen in einem für Milchkühe ausreichenden Bereich.

Auch im potentiell produzierbaren Milch- und Fleischertrag wurden signifikante Gruppenunterschiede festgestellt. Die niedrige AWH war mit rund 11.550 kg Milch/ha und Jahr der mittleren und hohen AWH unterlegen. Zwischen der mittleren und hohen AWH konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Sie lagen durchschnittlich bei 13.500 kg Milch/ha und Jahr. Im Fleischertrag lagen die niedrige AWH-Gruppe mit 1.034 kg Fleisch/ha und Jahr ebenso unter der mittleren AWH mit 1.200 kg Fleisch/ha und Jahr und der hohen AWH-Gruppe mit 1.224 kg Fleisch/ha und Jahr.

Die Resultate dieser Arbeit zeigen, dass auch auf einem niederschlagsreichen, inneralpinen Standort bei Nutzung des Weidebestandes bei niedriger Weideaufwuchshöhe mit einem Rückgang des Trockenmasse- und Qualitätsertrages gerechnet werden muss. Zu beachten ist jedoch auch, dass mit zunehmender Wuchshöhe in der Weidepraxis das Risiko für das Auftreten von Futtermitteln zunehmen kann.

I. Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Verteilung der Grünlandflächen Österreichs (BMLFUW, 2015)	10
Abbildung 2: Wiesenrispengras-Weißkleepflanzenbestand unter Beweidung	14
Abbildung 3: Englisches Raygras unter Beweidung	15
Abbildung 4: Weißklee im Weidebestand	17
Abbildung 5: Zusammenhang von Trockenmasseertrag und LAI (Ryan et al., 2010)	25
Abbildung 6: Graszuwachs auf Schweizer Kuhweiden unterteilt nach Standorteigenschaften (Mosimann et al., 2008)	28
Abbildung 7: Graszuwachskurven von Kurzrasen- und Koppelweidenutzung im Vergleich.....	29
Abbildung 8: Graszuwachskurve im LUDF-System auf einem Schweizer Standort .	30
Abbildung 9: Langjährige Wetterdaten (1971-2000) der Wetterstation an der HBLFA Raumberg Gumpenstein (Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, 2016)	32
Abbildung 10: Versuchsplan Beifeld und Stallfeld	34
Abbildung 11: Versuchsernte LAI-Messung RPM- Messung.....	38
Abbildung 12: Versuchsernte mit MAKITA-Akkugrasschere.....	39
Abbildung 13: Vergleich der Aufwuchshöhen in der Vegetation	44
Abbildung 14: Trockenmassezuwächse verschiedener AWH am Standort Moarhof	48
Abbildung 15: Jahresdurchschnittlicher Vergleich der LAI.....	49
Abbildung 16: LAI im Vergleich über die Vegetationszeit	50
Abbildung 17: Energiegehalts-Verlauf in der Vegetation	53
Abbildung 18: Rohproteingehalts-Verlauf in der Vegetationszeit.....	54
Abbildung 19: NDF-Gehaltsverlauf während der Vegetationszeit.....	55

II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erntetermine im Jahresverlauf	35
Tabelle 2: Vegetations- und Weidedaten im Versuchszeitraum	35
Tabelle 3: Bestandeszusammensetzung am Versuchsstandort 2007-2012 (Starz et al., 2014b).....	37
Tabelle 4: Zielaufwuchshöhen und tatsächliche Erntehöhen im Vergleich, gemessen mit dem RPM.....	44
Tabelle 5: Boniturergebnisse nach AWH angegeben als Flächenprozentanteil von 100 %	45

Tabelle 6: Boniturergebnisse der Versuchsfelder, angegeben als Flächenprozentanteil von 100%.....	46
Tabelle 7: Erntehöhe und Futterdichte im Vergleich der Aufwuchshöhen	47
Tabelle 8: Graszuwachs der AWH im Vergleich der Erntetermine und deren Wachstumsdauer	48
Tabelle 9: Vergleich Jahresdurchschnittlicher täglicher TM-Zuwächse pro ha und Wachstumsdauer	48
Tabelle 10: Vergleich LAI-Werte pro Erntetermin	50
Tabelle 11: Jährlicher Nährstoff- und Energieertrag unterschiedlicher AWH (Angaben in ha).....	51
Tabelle 12: Nährstoff- und Energiegehalte von Aufwüchsen unterschiedlicher Höhe (Angaben je kg TM)	52
Tabelle 13: Energiegehalt in den Futterproben der AWH-Gruppen bei unterschiedlichen Ernteterminen in MJ NEL/kg TM	53
Tabelle 14: Rohproteingehalt in den Futterproben der AWH-Gruppen bei unterschiedlichen Ernteterminen in g XP je kg TM	54
Tabelle 15: Potentielle Milch- und Fleischerträge errechnet aus Inhaltsstoffträgen der jeweiligen Aufwuchshöhen (Angaben in kg pro ha)	55

III. Literaturverzeichnis:

- BAYSTMELF (2014): Bayerischer Agrarbericht 2014, Fakten und Schlussfolgerungen. München. 8 S.
- BLW(2016): Agrarbericht 2016, <http://www.agrarbericht.ch/de/produktion/pflanzliche-produktion/flaechennutzung> (09.03.2016)
- BMLFUW (2015): Grüner Bericht 2015. Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft, 56. Auflage, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien. 41 S.
- BOLLER, B.; SCHUBIGER, F. und TANNER, P. (2007): Apis und Bombus, die ersten Schweizer Weissklee-Sorten. *Agrarforschung Schweiz* 14 (10): 478-483.
- BUCHGRABER, K. und GINDL, G. (2004): Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung, 2. Völlig neu bearbeitete Auflage, Graz: Leopold Stocker Verlag.
- CHAPMAN, D. F.; BRYANT, J. R.; OLAYEMI, M. E.; EDWARDS, G. R.; THORROLD, B. S.; MCMILLAN, W. H.; KERR, G. A.; JUDSON, G.; COOKSON, T.; MOORHEAD, A. und NORRISS, M. (2016): An economically based evaluation index for perennial and short-term ryegrasses in New Zealand dairy farm systems. *Grass and Forage Science*. 21 S. DOI: 10.1111/gfs.12213
- DIETL, W. und JORQUERA, M. (2007): Wiesen- und Alpenpflanzen: erkennen an den Blättern, freuen an den Blüten. Wien: AVBuch – Österr. Agrarverlag.
- DIETL, W. und LEHMANN, J. (2004): Ökologischer Wiesenbau: nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden. Leopoldsdorf: Österr. Agrarverlag.
- GAZZARIN, C. und PICCAND, V. (2011): Projekt «Weidekuh-Genetik»: Wirtschaftliche Bewertung. *Agrarforschung Schweiz* 2 (7–8): 354–359.
- GFE (1995): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- GFE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- GILLILAND, T. J.; JOHNSTON, J. und CONNOLLY, C. (2007): A review of forage grass and clover seed use in Northern Ireland, UK between 1980 and 2004. *Grass and Forage Science* 62: 239-254.
- GOBRON, N. (2008): Leaf Area Index (LAI). In: *Terrestrial Essential Climate Variables for Climate Change Assessment, Mitigation and Adaptation*, GTOS. 52 (Ed. Sessa, R. Dolman H.) Rome: 31-33.
- GRUBER, L.; STEINWIDDER, A.; GUGGENBERGER, T. und WIEDNER, G. (1997): Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. Auflage 1997).
- 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: 994-1011.
- HORN, M. (2011): unveröffentlichte Daten.

- HORN, M.; FREY, H. J.;GAZZARIN, C.; WYSS, U. und KUNZ, P. (2013): Suitability of different dairy cow types for an Alpine organic and low-input milk production system. *Livestock Science* 153: 135-146.
- INSTITUT FÜR BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT UND BIODIVERSITÄT DER NUTZTIERE (2016). *Irdning-Donnersbachtal*.
- KESSLER, J.; VOGEL, R.; THOMET, P. und HADORN, M. (1999): Mineralstoffgehalt von Kurzrasenweiden. *Agrarforschung Schweiz* 6: 88-91.
- KNAUS, W. (2009) Dairy cows trapped between performance demands and adaptability. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89.7, 1107-1114.
- KOHNEN, H.; BOONEN, J. und CONTER, G. (2014): 10 Jahre Betreuung von On-farm Weideprojekten mit Milchvieh: Methodik und Ergebnisse. IN: REIDY, B., GREGIS, B. & THOMET, P. (Eds.) *Grasland-und weidebasierte Milchproduktion*. Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Band 16. 107-113.
- KRISTENSEN, T.; SØEGAARD, K. und KRISTENSEN, I. S. (2005): Management of grasslands in intensive dairy livestock farming. *Livestock Production Science* 96: 61-73.
- KUUSELA, E. (2006): Annual and seasonal changes in mineral contents (Ca, Mg, P, K and Na) of grazed clover-grass mixtures in organic farming. *Agricultural and Food Science* 15.1 (2006): 23-34.
- KÄCH, S.; PITT, J. und EASTES, D. (2014): Professionelles Umtriebsweidesystem für Milchkühe. *Grasland-und weidebasierte Milchproduktion*. IN: REIDY, B.; GREGIS, B. und THOMET, P. (Eds.) *Grasland-und weidebasierte Milchproduktion*. Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Band 16. 91-97.
- KÄCH-PITT, S. und PITT, J. (s.a.): *Das LUDF-Weidemanagement-System: Inspiration und Hilfsmittel für Schweizer Vollweidebauern*, <http://www.weidemilch.ch/index.php?id=44> (28.05.2016)
- LEHMANN, J. (1995): Wie laesst sich das Wiesenrispengras foerdern? *Agrarforschung Schweiz* 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: 2151-2163.
- MIELKE, H. und WOHLERS, W. (2016): *Praxishandbuch Grünland: Nutzung und Pflege*. Clenze: Agrimediaverlag. 280 S.
- MOLL, E. (2011): *Berichte aus dem Julius Kühn-Institut Nr. 160 (2011): Die Version 2 von FELD_VA II und Bemerkungen zur Serienanalyse*. Braunschweig: Julius Kühn-Institut.
- MOSIMANN, E.; FRICK, R. und SUTER, D. (2014): Standardmischungen für die Weidenutzung mit AGFF-Gütezeichen. IN: REIDY, B., GREGIS, B. & THOMET, P. (Eds.) *Grasland-und weidebasierte Milchproduktion*. Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Band 16. 132-135.
- MOSIMANN, E.; MÜNGER, A.; SCHORI, F. und PITT, J. (2008): Weiden von Milchkühen: Hilfsmittel unterstützen die Weideführung. *Agrarforschung Schweiz* 15: 384-389.

- MÜNGER, A. (2003): Intensive Milchproduktion und maximale Weidenutzung: Möglichkeiten, Grenzen, spezielle Fütterungsaspekte. Tagungsband 30: 65-70.
- MÜNGER, A. (2010): Ergänzungsfütterung zur Weide bei Milchkühen. Merkblatt für die Praxis. Nr. 36. ALP aktuell. Posieux, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld- Posieux ALP. 4 S.
- MÜNGER, A. und JANS, F. (2001): Umtriebs- und Kurzrasenweide für Milchkühe im Vergleich. Agrarforschung Schweiz 8: 464-469.
- MÜNGER, A.; THANNER, S. und SCHORI, F. (2014): Untersuchungen zum Energiebedarf von weidenden Milchkühen. . IN: REIDY, B., GREGIS, B. & THOMET, P. (Hrsg.) Grasland- und weidebasierte Milchproduktion. Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Band 16. 80-82.
- NRC, National Research Council (2001): Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed., National Academy Press, Washington DC, 381 S.
- NYAHOZA, F.; MARSHALL, C. und SAGAR, G. R. (1973): The interrelationship between tillers and rhizomes of *Poa pratensis* L.—an autoradiographic study. Weed Research 13: 304-309.
- NYAHOZA, F.; MARSHALL, C. und SAGAR, G. R. (1974): Assimilate distribution in *Poa pratensis* L.—a quantitative study. Weed Research 14: 251-256.
- NYAHOZA, F.; MARSHALL, C. und SAGAR, G. R. (1974): Some aspects of the physiology of the rhizomes of *Poa pratensis* L. Weed Research 14: 329-336.
- NÖSBERGER, J. und MOSER, S. (1988): Die Wiesenrispe- ein förderungswürdiges Gras der Naturwiesen. Landwirtschaft Schweiz: neue Mitteilungen für die schweizerische Landwirtschaft. 1.2: 89-91.
- PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R. und WILLIAMS, J. H. H. (1988): Leaf age structure and canopy photosynthesis in rotationally and continuously grazed swards. Grass and Forage Science 43: 1-14.
- 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: 265-275.
- REIDY, B. und INEICHEN, S. (2014): Förderung der graslandbasierten Milchproduktion in der Schweiz. IN: REIDY, B., GREGIS, B. & THOMET, P. (Hrsg.) Grasland- und weidebasierte Milchproduktion. Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Band 16. 5-10.
- RESCH, R.; GUGGENBERGER, T.; WIEDNER, G.; KASAL, A.; WURM, K.; GRUBER, L.; RINGDORFER, F. und BUCHGRABER, K. (2006): Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der Fortschrittliche Landwirt. 84: 1-20.
- RIBEIRO FILHO, H. M. N.; DELAGARDE, R. und PEYRAUD, J. L. (2005): Herbage intake and milk yield of dairy cows grazing perennial ryegrass swards or white clover/perennial ryegrass swards at low- and medium-herbage allowances. Animal Feed Science and Technology 119: 13-27.
- RYAN, W.; HENNESSEY, D.; MURPHY, J. J. und BOLAND, T. M. (2010): The effects of autumn closing date on sward leaf area index and herbage mass during the winter period. Grass and Forage Science 65: 200-211.
- SCHECHTNER, G. (1958): Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels "Flächenprozentschätzung". Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 105: 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: 54-63.
- SCHORI, F. (2009): Weidebesatzstärken: Auswirkung auf Milchleistung und Grasqualität. *Agrarforschung Schweiz* 16: 436-441.
- SCHORI, F. (2013): Die Wuchshöhe von Weiden und Wiesen messen. *ALP aktuell, Agroscope (Hrsg.), Merkblatt Nr. 48, 1-4.*
- SCHUBIGER, F. X.; BOSSHARD, H. R. und LEHMANN, J. (1998): Nettoenergiegehalt von Futtergräsern. *Agrarforschung Schweiz* 5 (5): 245-248.
- SCHUBIGER, F. X.; BOSSHARD, H. R. und LEHMANN, J. (2010): Futterwert von Weissklee. *Agrarforschung Schweiz* 4 (2): 75-78.
- SCHWEIZER-BUNDESRAT (1989): Verordnung über landwirtschaftliche Begriffe und die Anerkennung von Betriebsformen (Landwirtschaftliche Begriffsverordnung, LBV)
- Seasonal Objectives, <http://www.siddc.org.nz/lu-dairy-farm/seasonal-objectives/> (29.05.2016)
- STARZ, W.; STEINWIDDER, A. und PFISTER, R. (2009): Effiziente Weidesysteme – welches Verfahren passt zu welchem Betrieb? RAHMANN, G. und SCHUMACHER, U. (Hrsg.) *Praxis trifft Forschung : neues aus der ökologischen Tierhaltung 2009*; Johann Heinrich von Thünen-Institut Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei. Braunschweig. 75-86.
- STARZ, W.; STEINWIDDER, A.; PFISTER, R. und ROHRER, H. (2010): Continuous grazing in comparison to cutting management on an organic meadow in the eastern Alps. *Grassland in a changing world - Proceedings of the 23th General Meeting of the European Grassland Federation*. Kiel. 1009-1011.
- STARZ, W.; STEINWIDDER, A.; PFISTER, R. und ROHRER, H. (2011a): Forage feeding value of continuous grazed sward on organic permanent grassland. *Organising Committee of the 16th Symposium of the EGF 2011 and Agricultural Research and Education Centre (AREC) Raumberg-Gumpenstein 8952 Irdning, Austria*. 356-358.
- STARZ, W.; STEINWIDDER, A.; PFISTER, R. und ROHRER, H. (2011b): Vergleich zwischen Kurzrasenweide und Schnittnutzung unter ostalpinen Klimabedingungen. 11. *Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis - Justus-Liebig-Universität Gießen*. Gießen, Verlag Dr. Köster. 93-96.
- STARZ, W.; KREUZER, J.; STEINWIDDER, A.; PFISTER, R. und ROHRER, H. (2013a): Ernte- und Qualitätserträge einer simulierten Kurzrasen- und Koppelweide bei trockenheitsgefährdetem Dauergrünland. IN: NEUHOFF, D.; STUMM, C.; ZIEGLER, S.; RAHMANN, G.; HAMM, U.; KÖPKE U. (Hrsg.): *Ideal und Wirklichkeit - Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung*. 12. *Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Berlin, Dr. Köster Verlag*. 176-179.
- STARZ, W.; KREUZER, J.; STEINWIDDER, A.; PFISTER, R. und ROHRER, H. (2013b): Kurzrasen- und Koppelweide auf einem trockenheitsgefährdeten Dauergrünlandstandort. *Tagungsband Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2013, HBLFA Raumberg-Gumpenstein*. 103-106.

- STARZ, W.; PFISTER, R.; ROHRER, H. und STEINWIDDER, A. (2013c): Übersaat mit Wiesenrispe zur Verbesserung der Grasnarbe. Tagungsband Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2013, HBLFA Raumberg-Gumpenstein. 75-80.
- STARZ, W.; STEINWIDDER, A.; PFISTER, R. und ROHRER, H. (2013d): Etablierung von Wiesenrispengras in einer 3-schnittigen Dauerwiese mittels Kurzrasenweide. IN: NEUHOFF, D.; STUMM, C.; ZIEGLER, S.; RAHMANN, G.; HAMM, U. und KÖPKE, U. (Hrsg.): Ideal und Wirklichkeit - Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin. 146-149.
- STARZ, W.; STEINWIDDER, A.; PFISTER, R. und ROHRER, H. (2014a): Ertrag und Futterqualität auf Weiden im bayerischen und österreichischen Alpenvorland sowie im inneralpinen Raum. IN: WIESINGER, K.; CAIS, K. und OBERMAIER, S.: Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern-Öko-Landbau-Tag 49-55.
- STARZ, W.; STEINWIDDER, A.; PFISTER, R. und ROHRER, H. (2014b): Inhaltstoffverläufe im Weidefutter auf vielfältigen Dauerweidebeständen im inneralpinen Klimaraum. IN: REIDY, B.; GREGIS, B. und THOMET, P. (Hrsg.) Grasland- und weidebasierte Milchproduktion. Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Band 16. 142-147.
- STEINBERGER, S. und SPIEKERS, H. (2014): Weidebasierte Milchproduktion in Bayern. IN: REIDY, B.; GREGIS, B. und THOMET, P. (Hrsg.) Grasland- und weidebasierte Milchproduktion. Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Band 16. 102-106.
- STEINWIDDER, A. (2012): Qualitätsrindermast im Grünland- Mutterkuhhaltung, Jungrinder-, Ochsen-, Kalbinnen-, Bullenmast. Graz: Leopold Stocker Verlag GmbH.
- STEINWIDDER, A. und HÄUSLER, J. (2015): Effiziente Weidehaltung durch betriebsangepasste Weidesysteme und Weidestrategien. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung. Irdning-Donnersbachtal, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein. 1-12.
- STEINWIDDER, A. und STARZ, W. (2015): Gras dich fit- Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen. Ergebnisse aus Forschung, Beratung und Praxis. Fachbuch. Graz: Leopold Stocker Verlag.
- STEINWIDDER, A.; STARZ, W.; PODSTATZKY, L.; Kirner, L. und Gallnböck, M. (2010): Low-Input Vollweidehaltung von Milchkühen im Berggebiet Österreichs—Ergebnisse von Pilotbetrieben bei der Betriebsumstellung. IN: Züchtungskunde 82: 241-252.
- SUTER, D. und BRINER, H. (2002): Wiesenrispengras Pegasus: neue Sorte mit Bestnoten. Agrarforschung Schweiz 9: 376-379.
- SUTER, D.; Briner, H.; MOSIMANN, E.; DEMENGA, M. und JEANGROS, B. (2007): Dreizehn Wiesenrispengräser auf dem Prüfstand. Agrarforschung Schweiz 14: 248-253.
- SUTER, D.; FRICK, R.; HIRSCHI, H. und BERTOSSA, M. (2014): Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen 2015–2016. Agrarforschung Schweiz 5 (10), 1-16.
- SUTER, D.; HIRSCHI, H.; FRICK, R. und AEBI, P. (2012): Englisches Raigras: 62 Sorten mussten sich bewähren. Agrarforschung Schweiz 3 (9): 414-421.

- SUTER, D.; HIRSCHI, H.; FRICK, R. und AEBI, P. (2013): Weissklee und wiesenrispengras erneut geprüft. *Agrarforschung Schweiz* 4: 416-423.
- THOMET, P. (2005): Angepasste Vollweidehaltung–Boden, Pflanze und Ökologie. Tagungsband zur Österreichischen Fachtagung für Biologische Landwirtschaft. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 11-16.
- THOMET, P. und BLÄTTLER, T. (1998): Graswachstum als Grundlage für die Weideplanung. *Agrarforschung Schweiz* 5: 25-28.
- THOMET, P.; CUTULLIC, E.; BISIG, W.; WUEST, C.; ELSASSER, M.; STEINBERGER, S. und STEINWIDDER, A. (2011): Merits of full grazing systems as a sustainable and efficient milk production strategy. 16th European Grassland Federation Symposium. Irdning, Austria. 273-285.
- THOMET, P. und HADORN, M. (1996): Futterangebot und Milchproduktion auf Kurzrasenweiden [in der Schweiz]. *Agrarforschung Schweiz* 3: 505-508.
- THOMET, P.; HADORN, M. und TROXLER, J. (2000a): Leistungsvergleich zwischen Kurzrasen- und Umtriebsweide mit Ochsen. *Agrarforschung Schweiz* 7: 472-477.
- THOMET, P.; HADORN, M.; TROXLER, J. und KOCH, B. (2000b): Entwicklung von Raigras/Weissklee-Mischungen bei Kurzrasenweide. *Agrarforschung Schweiz* 7: 218-223.
- THOMET, P.; HADORN, M. und WYSS, A. (2014): Langjährige Erfahrungen mit dem Kurzrasen-Weidesystem für Milchkühe. IN: REIDY, B., GREGIS, B. und THOMET, P. (Hrsg.) *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion*. Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Band 16. 85-90.
- THOMET, P.; STETTLER, M.; HADORN, M. und MOSIMANN, E. (2007): N-Düngung zur Lenkung des Futterangebotes von Weiden. *Agrarforschung Schweiz* 14: 472-477.
- TROXLER, J. und MOSIMANN, E. (2001): Influence du système de pâturage (tournant ou continu) des vaches laitières sur la végétation. Actes des journées de l'AFPF 21 & 22 Mars 2001. Paris, Association Française pour la production fouragère.
- ZIMMERMANN, A. (2006): Kosten und Umweltwirkungen der Milchvieh-Fütterung : Beurteilung verschiedener Futtermittel und Fütterungsvarianten mittels Vollkostenrechnung und Ökobilanzierung. Ettenhausen: Forschungsanstalt Agroscope ART.
- ZUCHTDATA (2016): ZuchtData Jahresbericht 2016. Wien, ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH. 78 S.