



Universität für Bodenkultur Wien

 HBLFA  
Raumberg-Gumpenstein  
Landwirtschaft  
Eine Einrichtung des Bundesministeriums für  
Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

**Bio Institut**  
raumberg-gumpenstein.at/bio-institut

Department für Nachhaltige Agrarsysteme

Institut für Ökologischen Landbau

Leiter: Univ. Prof. Dr. DI Ing. agr.-biol. Bernhard Freyer

Betreuer:

Univ. Prof. Dr. DI Ing. agr.-biol. Bernhard Freyer

WEIDEHALTUNG VON RINDERN IM ALPINEN RAUM ÖSTERREICHS –  
EINE MODERNE UND INNOVATIVE BETRIEBSSTRATEGIE

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

an der Universität für Bodenkultur Wien

Eingereicht von

DI Walter Starz

Wien, Juni 2020



# 1 Danksagung

Die Weidehaltung begleitet mich seit meiner Tätigkeit am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Diese Form der tiergerechten Haltung und Fütterung war für mich immer zentral mit der Biologischen Landwirtschaft verknüpft. Seit mittlerweile 15 Jahren darf ich in diesem Bereich forschen und die Ergebnisse den Bäuerinnen und Bauern sowie den Kolleginnen und Kollegen aus Beratung, Weiterbildung und Forschung vermitteln. Dabei durfte ich viele Weideflächen sehen, Erfahrungen gewinnen und Inspirationen für neue Forschungsvorhaben sammeln. Die nun vorliegende Dissertation soll ein zusammenfassendes Werk meiner bisherigen Tätigkeit im Bereich der Weidenutzung auf biologisch bewirtschafteten Flächen im österreichischen Alpenraum darstellen.

Bernd Freyer möchte ich danken, für die Hauptbetreuung dieses Werkes. Seit meinem Studium an der Universität für Bodenkultur hast du in mir den kritischen Geist für die Forschung in der Biologischen Landwirtschaft geweckt. Deine konstruktiven Hilfestellungen und Hinweise waren für die Arbeit wesentlich.

Ein ganz besonderer Dank gebührt Andreas Steinwider. Nicht nur, weil du als Chef am Bio-Institut für ein kollegiales Umfeld sorgst, sondern mir immer die nötigen Freiräume geschaffen hast, um meine Forschungs- und Umsetzungsarbeiten für landwirtschaftliche Betriebe zu ermöglichen. Bei der Erstellung dieser Arbeit warst du ein maßgeblicher Mentor und inspirierender Betreuer. Vielen Dank Andreas!

Meinen weiteren Betreuern, Karl Buchgraber und Jürgen Friedel, danke ich für ihre Unterstützung und die konstruktiven Anregungen bei der Erstellung der Arbeit. Durch die wichtigen Beiträge und eure Erfahrung erfuhr die Arbeit noch den notwendigen Feinschliff.

Besonders danken möchte ich an dieser Stelle auch allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die in erster Linie die praktischen Arbeiten in den Versuchen umgesetzt haben. Vielen Dank für eure vielen Stunden an genauer und konsequenter Arbeit. Danke auch an Rupert Pfister und Hannes Rohrer, meine beiden engagierten Versuchstechniker. Ohne eure Unterstützung hätte ich nicht das solide Datengerüst und könnte nicht die zahlreichen Vorträge durchführen.

**Meinen Eltern möchte ich danken, dass sie mich bei meiner Ausbildung und auf meinem Weg immer unterstützt haben. Mich mit einer guten Ausbildung zu beschenken, war das wertvollste Geschenk, das ihr mir geben konntet.**

**Ein großer Dank gebührt auch meinen Freunden und Weggefährten Karin & Michael, Simone & Christoph und meinem lieben Martin! In eurer Mitte bin ich zu Hause und dieses so wertvolle soziale Netz ist mir immer ein Ort der Geborgenheit und Inspiration.**



## 2 Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert bzw. mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

Datum

06.06.2020

Unterschrift





### 3 Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
ADF	Säure-Detergenz-Faser
ADL	Säure-Detergenz-Lignin
BF	Beifeld
Ca	Calcium
Cu	Kupfer
d	Tag
DE	Deutschland
ELOS	Enzym-Lösliche Organische Substanz
FR	Frankreich
h	Stunde
ha	Hektar
IT	Italien
J	Versuchsjahr
K	Kalium
LAI	Leaf area index bzw. Blattflächenindex
ME	Umsetzbare Energie
Mg	Magnesium
MJ	Megajoule
Mn	Mangan
N	Stickstoff
Na	Natrium
NDF	Neutral-Detergenz-Faser
NEL	Netto-Energie-Laktation
NFC	Nicht-Strukturkohlenhydrate
OM	Organische Masse
P	Phosphor
QF	Querfeld
REG	Regresionsmethode
RPM	Rising plate meter
S	Standort
$s_e$	Residualstandardabweichung
SEM	Standardfehler
SF	Stallfeld
T	Termin
TM	Trockenmasse
UK	Großbritannien
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP bzw. CP	Rohprotein
XX	stickstofffreie Extraktstoffe
Zn	Zink



## 4 Kurzfassung

Die Nutzung des Dauergrünlandes als Weide hat in den Alpen eine über Jahrhunderte lange Tradition. Trotzdem nahm die Weidenutzung als Form der Rinderfütterung in der zweiten Hälfte des 20. Jh. stark ab und wich der Ganzjahresfütterung im Stall. In der Biologischen Landwirtschaft stellt die Weidehaltung eine gesetzliche Grundlage dar und somit wird dieses wiederkäuergerechte Fütterungssystem für immer mehr Betriebe bedeutender. Gerade in Regionen wie im Klimaraum der Ostalpen, mit einem hohen Anteil an biologisch bewirtschafteten und rinderhaltender Grünlandbetrieben, gewinnt aktuell die Weidehaltung wieder mehr an Bedeutung.

Die Umsetzung moderner Weidesysteme, wie die Kurzrasen- und Koppelweide im Klima der Ostalpen und unter Bedingungen der Biologischen Landschaft bildete die Grundlage für die aufgestellten Fragestellungen:

1. *Bei einer andauernden und intensiven Beweidung ändert sich die Artenzusammensetzung des Dauergrünlandbestandes im ostalpinen Klimaraum gegenüber einer Schnittnutzung nicht.*
2. *Die Weidenutzung zu unterschiedlichen Aufwuchshöhen hat keinen Einfluss auf die TM-Zuwachsleistungen von Dauerweidebeständen im Vegetationsverlauf.*
3. *Die Mengen- und Qualitätserträge unterscheiden sich unter intensiven Weidebedingungen im Ostalpen-Raum nicht von denen einer üblichen Schnittnutzung.*
4. *Das Klima im Ostalpen-Raum hat keinen Einfluss auf die Inhaltsstoff-Konzentrationen des Futters von intensiv genutzten Weidebeständen.*
5. *Das Futter von intensiv genutzten Weideflächen im Ostalpen-Raum zeigt keine Unterschiede bei den ruminalen Abbaubarkeiten im Vergleich zum Weidefutter aus klimatisch begünstigteren Regionen.*

Die vorliegende Dissertation umfasst zwei Forschungsprojekte mit jeweils einem Versuch zur Weidehaltung unter ostalpinen Klimabedingungen, die am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere (Bio-Institut) der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein durchgeführt wurden. Die beiden Versuche, mit ihren Kurzbezeichnungen **Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**, werden in drei großen Themenfeldern dargestellt: 1.) Die Entwicklung und Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, 2.) Die Trockenmasse-Zuwachsleistung und die Ertragsfähigkeit der Bestände sowie 3.) Die Inhaltsstoffe und die ernährungsphysiologische Qualität des Weidefutters.

Der inneralpine Versuchsstandort (Breite 47° 31' 03'' N und Länge 14° 04' 27'') des Bio-Institutes in Trautenfels liegt auf einer Seehöhe von 680 m (Jahresdurchschnittstemperatur 6,9 °C und Jahresniederschlag 1.142 mm). Im Versuch **Bio-Mähweide** wurden vier unterschiedliche Nutzungsformen getestet. Eine 4-Schnittnutzung (**S**), eine Kurzrasenweide (**KW**), eine Mähweide mit 1. Schnitt und nachfolgend Kurzrasenweide (**MW**) sowie eine vierte Variante mit

jährlichem Wechsel von 4-Schnittnutzung und Kurzrasenweide (**SW**). Beim Versuch **Bio-Weidesysteme** bildeten ebenfalls eine 4-Schnittnutzung (**4S**) sowie zwei Weidenutzungen als Kurzrasen- (**KU**) und Koppelweide (**KO**) die Varianten. Die Weidenutzungen wurden alle simuliert und je nach Versuchsdefinition 6-8 Mal im Jahr abgemäht. Die Weidesimulation erfolgte mittels Weidekörben, die nach jeder versuchsbedingten Mahd auf einen zuvor von Milchkühen beweideten Bereich innerhalb der Parzelle neu positioniert wurden.

In der Zusammensetzung der Dauergrünlandbestände unterschieden sich in erster Linie die Schnittnutzungen (**S** und **4S**) von den zumindest teilweise beweideten Varianten (**KW**, **MW**, **SW**, **KU** und **KO**). *Lolium perenne* nahm im Versuch **Bio-Mähweide** signifikant von anfänglich 7 (2007) auf 22 % (2013) über alle vier Varianten hinweg zu (alle Angaben in Flächenprozent). Im Versuch **Bio-Weidesysteme** stiegen die Flächenanteile von 33 (2014) signifikant auf 49 % (2016) an. Die an das Berggebiet optimal angepasste Art *Poa pratensis* erreichte in den Varianten **SW**, **MW** und **KW** Anteile von 12 %, die signifikant höher als bei Variante **S** mit 7 % waren. Im Folgeversuch **Bio-Weidesysteme** zeigten sich zwischen den Nutzungsformen (**KU**, **KO** und **4S**) dagegen keine Unterschiede (16-17 %).

Variante **KW** erreichte im Zeitraum von Mitte Juli bis Mitte August in allen Versuchsjahren den signifikant höchsten täglichen TM-Zuwachs ( $63-64 \text{ kg TM ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ). Sowohl bei **KU** als auch bei **KO** wurden die signifikant höchsten täglichen TM-Zuwächse ( $56-64 \text{ kg TM ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ) im Sommer von Anfang Juni bis Anfang August ermittelt. Im Versuch **Bio-Mähweide** erreichte Variante **S** mit  $12.518 \text{ kg TM ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  die signifikant höchsten Mengenerträge. Die übrigen drei Varianten (**SW**, **MW** und **KW**) erreichten Jahreserträge von  $9.813$  bis  $10.385 \text{ kg TM ha}^{-1}$ . Im **Bio-Weidesysteme**-Versuch erreichte **4S** ( $10.774 \text{ kg TM ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) signifikant höhere Mengenerträge als Variante **KU** ( $9.430 \text{ kg TM ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) und **KO** ( $9.420 \text{ kg TM ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ). Die XP-Gehalte der Variante **KW** zeigten einen signifikanten Anstieg ab Frühjahr ( $192 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  Anfang Mai bzw.  $177 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  Ende Mai) bis zum Spätsommer ( $227 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ ) bzw. Herbst ( $223 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ ). Bei Variante **KU** stiegen die XP-Gehalte von  $186 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  im Frühling bis auf  $238 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  im Spätsommer bzw.  $226 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  im Herbst an. Variante **KO** verzeichnete ebenfalls einen signifikanten Anstieg von  $163 \text{ g XP kg}^{-1} \text{ TM}$  im Frühling bis auf  $215 \text{ g XP kg}^{-1} \text{ TM}$  im Herbst.

Die ruminale Abbaubarkeit der Futterproben aus dem Versuch **Bio-Weidesysteme** zeigte in beiden simulierten Weidevarianten **KU** und **KO** ähnliche Abbaukurven. Der maximale Abbauwert wurde in beiden geprüften Weidefuttermitteln (**KU** und **KO**) bereits nach 48 Stunden Inkubationszeit erreicht. Die TM-Abbauwerte der Kurzrasenweideproben (**KU**) von Ende April lagen nach einer Inkubationszeit von 48 Stunden bei 88 % und die der Variante **KO** bei 86 %.

Veränderungen in der Nutzungshäufigkeit des Dauergrünlandes führen bereits kurzfristig zu einer Änderung in der Artenzusammensetzung. Damit diese Veränderungen im Pflanzenbe-

stand bei der Umstellung von einer bisherigen Schnitt- auf eine Weidenutzung gelenkt und zielgerichtet erfolgen, müssen Nachsaaten vorgenommen werden. Dadurch lässt sich sicherstellen, dass die entstehenden Lücken, als Folge eines Nutzungswechsels, mit wertvollen und weidefähigen Arten aufgefüllt werden. Weidesysteme, wie die Kurzrasen- oder Koppelweide, können unter ostalpinen Klimabedingungen und unter Berücksichtigung der jeweiligen Ernteverluste im Ertrag mit der am jeweiligen Standort üblichen Schnittnutzung von Wiesen mithalten. Beim Rohproteinерtrag übertreffen sie die Schnittnutzung teilweise deutlich. Auch sonst zeichnet sich das Weidefutter im ostalpinen Klimaraum durch hohe Inhaltsstoffkonzentrationen aus und kann mit klimatisch begünstigteren Weideregionen mithalten. Die kürzere Vegetationsdauer zeigt hier keinen limitierenden Einfluss. Die XP-Gehalte erreichen auf Weideflächen Konzentrationen, wie sie sonst bei Körnererbsen beobachtet werden können. Diese resultieren als Folge des frühen Nutzungszeitpunktes und der guten Bestände an *Trifolium repens*.

Die Weidehaltung im Klima des Ostalpenraumes und unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft stellt sowohl ein leistungsfähiges System zur Nutzung des Dauergrünlandes als auch eine wichtige Grundlage für den nachhaltigen Erhalt von Betrieben sowie des Dauergrünlands dar.

**Schlüsselwörter:** Kurzrasenweide, Koppelweide, Schnittnutzung, Trockenmasse-Zuwachs, Blattflächenindex, Futterqualität, in situ, ruminale Abbaubarkeit



## 5 Abstract

The use of permanent grassland for grazing has a centuries-old tradition in the Alps. Nevertheless, the use of grazing as a form of cattle feeding declined sharply in the second half of the 20<sup>th</sup> century and gave way to year-round stable feeding. In organic farming, grazing is a legal basis and therefore this ruminant-friendly feeding system is becoming more and more important for an increasing number of farms. Especially in regions such as the climate region of the Eastern Alps, with a high proportion of organically managed and cattle-raising grassland farms, grazing is currently gaining in importance again.

The implementation of modern grazing systems, such as continuous and rotational grazing in the climate of the Eastern Alps and under conditions of the organic farming formed the basis for the research questions:

1. Permanent and intensive grazing compared to cutting use does not change the species composition of the grassland sward in the eastern alpine climate region.
2. Grazing at different sward heights has no influence on the DM growth of permanently grazed swards during the vegetation period.
3. The quantity and quality yields under intensive grazing conditions in the Eastern Alps do not differ from those of a normal cutting use.
4. The climate in the Eastern Alps has no influence on the concentration of fodder ingredients of intensively grazed swards.
5. The forage from intensively grazed swards in the Eastern Alps shows no differences in ruminal degradability compared to grazed swards from climatically favoured regions.

The present dissertation comprises two research projects, each with an experiment on grazing under East Alpine climate conditions. They were carried out at the Institute of Organic Farming and Farm Animal Biodiversity (Organic-Institute) of the Agricultural Research and Education Centre Raumberg-Gumpenstein (Austria). The two experiments with their short names, **Organic-Cutting-Grazing** and **Organic-Grazing-Systems**, are presented in three major topics: 1) The development of the plant composition, 2) The dry matter growth and yield of grazed swards and 3) The contents and the nutritional quality of grazed grass.

The inner-Alpine experimental site (latitude 47° 31' 03" N and longitude 14° 04' 27") of the Organic-Institute in Trautenfels (Styria) is located at an altitude of 680 m above sea level (annual average temperature 6.9 °C and annual precipitation 1,142 mm). Four different variants were tested in the **Organic-Cutting-Grazing** trial. A four-time cutting (**S**), a continuous grazing (**KW**), a first cut followed by continuous grazing (**MW**) as well as a fourth variant with annual alternation of four-time cutting and continuous grazing (**SW**). In the experiment **Organic-Grazing-Systems**, the variants were also a four-time cutting (**4S**) and two variants of continuous (**KU**) and rotational grazing (**KO**). The grazed variants were all simulated and mowed 6-8 times a year depending on the research question. The grazing simulation was carried out using grazing

cages, which were repositioned after each trial mowing on an area within the plot previously grazed by dairy cows.

In the composition of the permanent grassland, were primarily the cutting variants (**S** and **4S**) that differed from the at least partially grazed variants (**KW**, **MW**, **SW**, **KU** and **KO**). *Lolium perenne* increased significantly in the **Organic-Cutting-Grazing** experiment from initially 7 (2007) to 22 % (2013) across all four variants, during the observation period (all data in area percentage). In the **Organic-Grazing-Systems** trial, the cover area of *Lolium perenne* rose significantly from 33 (2014) to 49 % (2016). The species *Poa pratensis*, which is optimally adapted to the mountain region, covered 12 % in the **SW**, **MW** and **KW** variants, which were significantly higher than in variant **S** with 7 %. In the follow-up experiment **Organic-Grazing-Systems**, no differences (16-17 %) were observed between the variants (**KU**, **KO** and **4S**).

Variant **KW** achieved the significantly highest daily DM growth (63-64 kg DM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) in all trial years from mid-July to mid-August. For both **KU** and **KO**, the significantly highest daily DM growth (56-64 kg DM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) were determined in summer from early June to early August. In the **Organic-Cutting-Grazing** trial, Variant **S** achieved the significantly highest DM yield with 12,518 kg DM ha<sup>-1</sup> and year. The other three variants (**SW**, **MW** and **KW**) achieved annual DM yields of 9,813 to 10,385 kg DM ha<sup>-1</sup>. In the **Organic-Grazing-Systems** trial variant **4S** (10,774 kg DM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) achieved significantly higher DM yields than variant **KU** (9,430 kg DM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) and variant **KO** (9,420 kg DM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>). The crude protein (CP) contents of variant **KW** showed a significant increase from spring (192 g kg<sup>-1</sup> DM at the beginning of May and 177 g kg<sup>-1</sup> DM at the end of May) to late summer (227 g kg<sup>-1</sup> DM) and autumn (223 g kg<sup>-1</sup> DM). For variant **KU**, the CP contents increased from 186 g kg<sup>-1</sup> DM in spring to 238 g kg<sup>-1</sup> DM in late summer and 226 g kg<sup>-1</sup> DM in autumn. Variant **KO** also showed a significant increase from 163 g CP kg<sup>-1</sup> DM in spring to 215 g CP kg<sup>-1</sup> DM in autumn.

The ruminal degradability of forage samples from the **Organic-Grazing-Systems** trial showed similar changes in both simulated grazing variants **KU** and **KO**. The maximum degradation value was already reached after 48 hours of incubation time in both tested forage variants (**KU** and **KO**). The DM degradation values of the continuous grazing (**KU**) samples from the end of April were 88 % after an incubation time of 48 hours and in the rotational grazing system (**KO**), the DM degradation values of the samples were slightly below those of the **KU** variant and reached 86 %.

Changes in the frequency of use of permanent grassland already lead to a change in the species composition in a short time. In order to ensure that these changes in the plant composition take place controlled and target-oriented when converting from cutting to grazing, reseeding must be carried out. This ensures that the gaps that arise as a result of a change of use are filled with valuable and grazing species. Grazing systems, such as continuous or rotational grazing,

under Eastern Alpine climatic conditions and taking into account the respective harvest losses, keep up with the yield of meadows that are usually cut in the respective location. In terms of crude protein (CP) yield, they sometimes clearly exceed the use of cuttings. Also, in other respects the pasture fodder in the eastern Alpine climate region is characterised by high concentrations of ingredients and can keep up with climatically favoured pasture regions. The shorter vegetation period has no limiting influence here. The CP contents of grazed grass reach concentrations which can otherwise be observed in grain peas. This results from the early forage use and the good proportions of *Trifolium repens*.

Grazing in the climate of the Eastern Alps and under organic farming conditions is an efficient system for the use of permanent grassland and is an important basis for the sustainable maintenance of farms as well as for the permanent grassland.

**Keywords:** continuous grazing, rotational grazing, cutting use, dry matter growth, leaf area index, forage quality, in situ, ruminal degradability



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Danksagung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Eidesstattliche Erklärung</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Kurzfassung</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Abstract</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Einleitung und Zielsetzung</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>Literaturübersicht</b>	<b>23</b>
7.1	Wiederkäuerhaltung im globalen Kontext	23
7.2	Aktuelle Entwicklung von Weiden in Mitteleuropa	24
7.3	Wachstumsprozesse der Grünlandarten	24
7.4	Seitentriebbildung bei Gräsern	26
7.5	Interaktion im Pflanzenbestand	26
7.6	Pflanzliche Biodiversität auf Weiden	27
7.7	Klimatische Einflüsse und Artenzusammensetzung	28
7.8	Einflüsse auf den Pflanzenabstand durch Kurzrasen- und Koppelweide	29
7.9	Wasserversorgung auf Dauerweiden	30
7.10	Blattflächenindex auf Dauerweiden	30
7.11	Aufwuchshöhe und Weidemanagement	32
7.12	Erträge auf Dauerweiden	32
7.13	Inhaltstoffe der Weidepflanzen	34
7.14	Futterinhaltsstoffe bei Kurzrasen- und Koppelweide	35
7.15	Fazit und offene Fragen	36
<b>8</b>	<b>Fragestellungen</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>Datengrundlagen, Material und Methoden</b>	<b>39</b>
9.1	Versuchsbetrieb	39
9.2	Klima und Witterung	40
9.3	Standorte, Versuchsanlagen und Düngung	43
9.3.1	Bio-Mähweide	43
9.3.2	Bio-Weidesysteme	46

9.4	Bonituren des Pflanzenbestandes _____	50
9.5	Feststellung von Mengenertrag, Blattflächenindex und Graszuwachs _____	51
9.6	Feststellung der Futterqualität und Verdaulichkeit des Weidefutters _____	53
9.7	Statistik _____	56
<b>10</b>	<b>Ergebnisse _____</b>	<b>61</b>
10.1	Entwicklung der Pflanzenbestände _____	61
10.1.1	Versuch Bio-Mähweide _____	61
10.1.2	Versuch Bio-Weidesysteme _____	64
10.2	Erträge und Futterzuwachs _____	71
10.2.1	Versuch Bio-Mähweide _____	71
10.2.2	Versuch Bio-Weidesysteme _____	76
10.3	Inhaltsstoffe und Futterqualität _____	86
10.3.1	Versuch Bio-Mähweide _____	86
10.3.2	Versuch Bio-Weidesysteme _____	91
<b>11</b>	<b>Diskussion _____</b>	<b>113</b>
11.1	<i>Bei einer andauernden und intensiven Beweidung ändert sich die Artenzusammensetzung des Dauergrünlandbestandes im ostalpinen Klimaraum gegenüber einer Schnittnutzung nicht. _____</i>	113
11.2	<i>Die Weidenutzung zu unterschiedlichen Aufwuchshöhen hat keinen Einfluss auf die TM-Zuwachsleistungen von Dauerweidebeständen im Vegetationsverlauf. _____</i>	117
11.3	<i>Die Mengen- und Qualitätserträge unterscheiden sich unter intensiven Weidebedingungen im Ostalpen-Raum nicht von denen einer üblichen Schnittnutzung. _____</i>	122
11.4	<i>Das Klima im Ostalpen-Raum hat keinen Einfluss auf die Inhaltsstoffkonzentrationen des Futters von intensiv genutzten Weidebeständen. _____</i>	127
11.5	<i>Das Futter von intensiv genutzten Weideflächen im Ostalpen-Raum zeigt keine Unterschiede bei den ruminalen Abbaubarkeiten im Vergleich zum Weidefutter aus klimatisch begünstigteren Regionen. _____</i>	133
<b>12</b>	<b>Schlussfolgerungen und Ausblick _____</b>	<b>137</b>
<b>13</b>	<b>Zusammenfassung _____</b>	<b>141</b>
<b>14</b>	<b>Summary _____</b>	<b>145</b>
<b>15</b>	<b>Literaturverzeichnis _____</b>	<b>149</b>
<b>16</b>	<b>Tabellenverzeichnis _____</b>	<b>163</b>

17	Abbildungsverzeichnis	171
18	Tabellenanhang	177
19	Lebenslauf/CV	195



## 6 Einleitung und Zielsetzung

Weidende Rinder sind mit der dominierenden Hochleistungsstrategie, vor allem in der Milchviehhaltung, oft schwer zu kombinieren (Baur *et al.*, 2010, Blättler *et al.*, 2015a, 2015b). So gaben Schweizer Hochleistungsbetriebe im Rahmen eines Fokusgespräches an, dass die produzierte Milchmenge am Betrieb im Vordergrund stehe und sie sich als moderne Unternehmer sehen, die marktorientiert Milch produzieren möchten (Baur *et al.*, 2010). Diese Beweggründe dürften wohl auch ein Grund dafür sein, dass die Weidenutzung als Form der Rinderfütterung in der zweiten Hälfte des 20. Jh. stark rückläufig war und die Ganzjahresfütterung im Stall dafür zunahm (Steinwider *et al.*, 2010).

Auf der anderen Seite hatte die Weidehaltung im alpinen Raum eine sehr lange Tradition (Voisin und Wecker, 1958, Voisin und Wecke, 1961) und war maßgeblich für die Entstehung der typischen Kulturlandschaft verantwortlich (Buchgraber *et al.*, 2011). Der Rückgang der traditionellen Weide lässt sich auch an der abnehmenden Fläche an Almen erkennen (Borsdorf und Bender, 2007). Das Verschwinden von Weidefläche hat aber auch Auswirkungen auf die Ökosysteme. Eine extensive Weidenutzung, wie sie auf Almen vorzufinden ist, weist auf der botanischen Seite eine höhere Artenvielfalt auf als beispielsweise eine schnittgenutzte Wiese (Bohner, 1998). Die Gründe dafür liegen in einer unterschiedlichen Nutzungsintensität des Bestandes, da sowohl intensiv und mäßig gedüngte Bereiche als auch nährstoffreiche und zumeist höher aufwachsende Bereiche im Bereich der Geilstellen vorliegen (Bohner, 1999). Kleinräumig können so auf Weideflächen unterschiedlichste Strukturen beobachtet werden, die spezifischen Organismen als Lebensraum dienen.

Mit Beginn des 20. Jahrhunderts nahm das Interesse für effiziente Weidehaltung auch in Mitteleuropa wieder zu und die Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter setzten wieder vermehrt auf diese Form der Nutztierhaltung. Die Ursachen dafür sind vielfältig (betriebswirtschaftliche-, persönliche-, marktwirtschaftliche- sowie gesellschaftspolitische Gründe). In der Biologischen Landwirtschaft ist Weidehaltung in den Richtlinien fix vorgeschrieben, da sie zur tiergerechtesten Haltungs- und Fütterungsform von Wiederkäuern zählt. Für die Biologische Landwirtschaft ist die Weidehaltung ein zentrales Element für eine glaubwürdige Produktion, tiergerechter wie nachhaltiger Lebensmittel. Gerade für Betriebe in klimatisch wenig begünstigten Lagen und kleinstrukturierten Regionen, wie sie häufig im österreichischen Berggebiet vorkommen, kann eine Low-Input-Rinderhaltung, in Kombination mit der Weide (Blättler *et al.*, 2015a, 2015b, Steinwider *et al.*, 2009) zur ökonomischen Absicherung von Betrieben beitragen (Kirner, 2012). Auch aus ökologischer Sicht, z.B. Emissionsminderung (Bogaerts *et al.*, 2017), werden die Weidehaltungssysteme heute auf europäischer- bzw. Länderebene gefördert. Da die Weidehaltung sowohl Teil der gesetzlichen Grundlagen der Biologischen Landwirtschaft ist als auch die wiederkäuergerechteste Fütterung darstellt, ist die Forschung im Bereich der Weide, mit dem Schwerpunkt der Anpassung an moderne Betriebsgegebenheiten, seit 2005 ein zentraler

Arbeitsschwerpunkt am Bio-Institut der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft (HBLFA) Raumberg-Gumpenstein.

Mit dieser Dissertation wird das Ziel verfolgt, den aktuellen Stand der Forschung zur Weidehaltung in Mitteleuropa, mit dem Schwerpunkt alpiner Raum Österreichs, zu Beginn des 21. Jahrhunderts darzustellen. Zu diesem Zweck werden zuerst internationale Forschungsergebnisse zur Weidehaltung mit Fokus auf pflanzenbauliche Aspekte ausgewertet. Des Weiteren werden eigene Daten aus zwei umfangreichen Weideversuchen, welche am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt wurden, dargestellt und diskutiert. Aus den Erkenntnissen aus der Literatur sowie den empirischen Daten werden Empfehlungen zum Management der Weidehaltung im alpinen Raum abgeleitet.

Während in der Literaturübersicht die Vielfalt unterschiedlicher Formen der Weidehaltung und deren Bedeutung für Mengen- und Qualitätserträge sowie deren spezifischen Herausforderungen dargestellt werden, liegt der experimentelle Schwerpunkt dieser Arbeit ausschließlich auf Weidenutzung von Dauergrünland im ostalpinen Klimaraum. Dabei wird von einer Weidenutzung durch Wiederkäuer (insbesondere Rinder) ausgegangen. Nicht Gegenstand dieser Untersuchung ist die Erfassung der botanischen oder ertragsmäßigen Entwicklung auf Wechsel- oder Ackergrünland-Weiden sowie von Schweinen- und Geflügelweiden.

## 7 Literaturübersicht

Die folgende Literaturübersicht liefert eine Zusammenschau von Versuchen mit Bezug zur Weidehaltung auf Grünlandflächen. In einem ersten Überblick wird die aktuelle Situation der Wiederkäuerhaltung im globalen Kontext kurz skizziert. Die weitere Übersicht beschäftigt sich mit den Pflanzenbeständen, Trockenmassezuwächsen, Erträgen und Futterqualitäten auf Weideflächen der gemäßigten Klimazonen. Zum besseren Verständnis der pflanzenbaulichen Dynamik auf Dauergrünlandflächen werden zu Beginn noch die Wachstumsprozesse bei Gräsern näher beleuchtet. Dies dient dazu, die Konsequenzen einer sehr intensiven und regelmäßigen Weidenutzung besser veranschaulichen zu können.

Die Literaturübersicht stellt einen Vorspann für den im Anschluss folgenden empirischen Teil der vorliegenden Arbeit dar. Der Schwerpunkt der empirischen Arbeit liegt darin, die beiden Systeme Kurzrasen- und Koppelweidehaltung hinsichtlich ihrer Eignung für den ostalpinen Klimaraum unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft zu überprüfen.

### 7.1 Wiederkäuerhaltung im globalen Kontext

Global betrachtet stellt die Tierhaltung 17 % der menschlichen Nahrungsenergie zur Verfügung (Herrero *et al.*, 2009). Dabei nehmen die Wiederkäuer eine herausragende Stellung ein, da etwa 25 % der gesamten Land-Erdoberfläche (FAOSTAT, 2018) bzw. 40 % der globalen eisfreien Landfläche als intensives und extensives Weideland genutzt werden (Erb *et al.*, 2007). Die Verteilung der Weideintensitäten ist weltweit sehr unterschiedlich, wobei die intensivsten Regionen lediglich 2,5 % der weltweiten Weidefläche umfassen. Zu den Gebieten mit der höchsten Weideintensität zählen Nordafrika, die Arabische Halbinsel, Indien und Pakistan, die Sahelzone, Ostasien, USA sowie Westeuropa (Fetzel *et al.*, 2017).

Intensive Beweidung muss in diesem Zusammenhang jedoch differenziert betrachtet werden. In jeder Region wirkt eine intensive Weidenutzung unterschiedlich auf das Ökosystem. In einer Studie der FAO (Steinfeld *et al.*, 2006) wird die intensive Beweidung in Trockengebieten als besonders problematisch angeführt, da diese hier die Wüstenbildung zur Folge hat. Ebenso problematisch sind Beweidungsformen, die auf gerodeten Waldflächen, gerade in den tropischen- und subtropischen Regionen der Erde, praktiziert werden (Herrero *et al.*, 2009). Durch deutlich aufgestockte Tierbestände und dem damit notwendigen Futterbedarf, wird kein standortangepasster Tierbesatz eingehalten bzw. werden ökologisch wertvolle Flächen in Intensivweiden umgewandelt und gehen darüber hinaus irreversibel verloren (Steinfeld *et al.*, 2006). Neben der Erosion der Flächen durch eine zu intensive Beweidung solcher Standorte, ist ein weiterer entscheidender Faktor der Verlust an pflanzlicher und tierischer Biodiversität.

## 7.2 Aktuelle Entwicklung von Weiden in Mitteleuropa

Gegen den globalen Trend kann im europäischen Alpenraum eine gegenläufige Entwicklung in der Weidehaltung beobachtet werden. Alpweiden werden mit immer weniger Tieren bestoßen. Dies führte bereits zu einer Reduktion der alpinen Grünlandflächen und Zunahme von Wald- und Strauchgesellschaften (Blaschka, 2014, Steinwidder *et al.*, 2011). In Talregionen wiederum haben im Alpenraum, seit etwa 1970, insbesondere intensiv wirtschaftende Betriebe zunehmend auf Weidehaltung verzichtet (Baur *et al.*, 2010, Steinwidder *et al.*, 2010). Steigende Energie-, Ergänzungsfuttermittel-, Arbeitskosten, Weidehaltungsprämien (Tierwohlförderung, Emissionsminderung) und damit verbundene wirtschaftlich attraktive Alternativen sowie gesetzliche Richtlinien (Bio-Verordnung) und Vermarktungsstrategien (Weidemilch etc.) verstärkten jedoch seit Beginn dieses Jahrhunderts wieder das Interesse an der Weidehaltung. Dies zeigt sich auch darin, dass die Weidenutzung wieder Thema in zahlreichen Forschungsaktivitäten in Deutschland (Herrmann *et al.*, 2011, Leisen und Rieger, 2011, Peters und Taube, 2018, Steinberger *et al.*, 2012), der Schweiz (Böhler *et al.*, 2010, Schori, 2009, Schori und Münger, 2014, Thomet und Blättler, 1998, Thomet, 2005) und Österreich (Starz *et al.*, 2010, Steinwidder *et al.*, 2008) wurde. In diesen Arbeiten stehen überwiegend eine grünlandbasierte Rinderfütterung, eine standortangepasste und ökoeffiziente Weidehaltung sowie Fragen zur nachhaltigen Bestandsführung im Dauergrünland im Fokus. Da gerade im mitteleuropäischen Grünlandgebiet die Flächen je Betrieb begrenzt sind, steht auch die langfristige Leistungsfähigkeit der Fläche im Mittelpunkt des Forschungsinteresses.

Die Weide ist ein Querschnittsthema der Agrarwissenschaft bei der Meteorologie, Bodenkunde, Grünlandwirtschaft, Tierernährung und Tierhaltung eng zusammenwirken und einander bedingen. Ohne den Wiederkäuer wäre das alpine Grünland für den Menschen nicht für die Lebensmittelproduktion effizient verwertbar. Ohne das Dauergrünland würde der Wiederkäuer in Nahrungskonkurrenz zum Menschen treten. Global werden große Mengen an Futtermitteln von Ackerflächen (Kraftfutter) für die Ernährung von Wiederkäuern aufgewendet. Strategien, welche einen Beitrag zur Reduktion von Kraftfuttermitteln leisten, stellen insofern ein bedeutendes Zukunftsthema dar (Ertl *et al.*, 2016a, Ertl *et al.*, 2016b). Der vielfach kritisch diskutierte klimarelevante Methanausstoß durch die Wiederkäuer (Herrero *et al.*, 2009, Steinfeld *et al.*, 2006) muss in weiterer Folge eng mit dem System der Flächennutzung und Fütterung analysiert und bewertet werden.

## 7.3 Wachstumsprozesse der Grünlandarten

Die Weide an sich zählt grundsätzlich zu einer Form hoher Nutzungsintensität, wobei die Systeme Kurzrasen- oder Koppelweide als die intensivsten Nutzungsformen des Grünlandes zu bewerten sind (Steinwidder und Starz, 2015).

Für das Verständnis der Interaktion von Weideverbiss und Bestandsentwicklung ist zuerst ein Blick auf die Physiologie des Pflanzenwachstums zu richten. Da im Grünland die Gräser die dominanten Kulturpflanzen darstellen, werden im Folgenden die physiologischen Prozesse des Wachstums der in Mitteleuropa dominierenden C<sub>3</sub>-Gräser näher betrachtet.

Jede Gras- bzw. Grünlandpflanzenart hat ihre typische Blattlebensdauer, die zwischen 19 und 113 Tagen liegen kann (Ryser und Urbas, 2000). Dabei verhält es sich so, dass Arten im extensiv genutzten Grünland tendenziell eine längere Blattlebensdauer aufweisen als Arten des Intensiv-Grünlandes. Bei einer Beweidung kann in Folge der hohen Nutzungsfrequenz eine gewisse Anpassung der Gräser und Kräuter beobachtet werden. Arten wie *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Taraxacum officinale* und *Trifolium repens* können bei intensiver Nutzung ihre Blattlebensdauer reduzieren (Schleip *et al.*, 2013). In Untersuchungen wurde beobachtet, dass diese Arten ihre Blattlebensdauer unter Kurzrasenweidenutzung angleichen und die Blattlebensdauer um durchschnittlich 30 % verringerten (Ryser und Urbas, 2000, Schleip *et al.*, 2013). Durch die Fähigkeit bestimmter Arten die Blattlebensdauer gezielt zu verkürzen, sind diese Arten in der Lage nach der Nutzung wieder schneller in eine positive Kohlenstoffbilanz zu gelangen (Kikuzawa, 1995). Die Regeneration, durch an die intensive Weidenutzung angepasster Arten, erfolgt aber auch deswegen so rasch, da die Hauptspeicherorgane der Gräser die Blattscheiden darstellen, die nach dem Weideverbiss überwiegend erhalten bleiben (Schnyder, 2006). Damit werden mobilisierbare Reservestoffe aktiviert, die einen raschen Wiederaustrieb neuer Blätter fördern. Innerhalb der Pflanze ist die Nährstoff-Umsetzungsrate nach einer Nutzung (z.B. Verbiss) stark erhöht. Es werden Reserven aus allen noch verfügbaren Pflanzenteilen mobilisiert und in die Wachstumszonen transportiert (Lattanzi *et al.*, 2004, Schäufele und Schnyder, 2001, Volenec *et al.*, 1996). Pflanzen, die nicht in der Lage sind, die durch die Nutzung verlorenen Blätter wieder rasch aufzubauen, können sich somit schwer in intensiv genutzten Weidebeständen halten. In diesem Zusammenhang spielt die sogenannte 'Pay-back Time' eine entscheidende Rolle (Schnyder, 2006). Dabei handelt es sich um jene Zeitspanne, in der die Pflanze die durch die Bildung des neuen Blattes verbrauchten Speicherkohlenhydrate wieder aufgebaut hat. Bei den bedeutendsten Wirtschaftsgräsern wurde bis zwei Tage nach der Nutzung, trotz geringerer photosynthetisch aktiver Blattfläche, ein im Vergleich zur Vornutzungsphase noch gleichbleibendes Wachstum beobachtet. Erst danach verzögerte sich die Wachstumsrate der Blätter, bis wieder ausreichend neue Blattflächen gebildet wurden. Trotz des kurzzeitigen Wachstums nach der Nutzung kommen die Importe an Saccharose und Aminosäuren in die Wachstumszone fast vollständig zum Erliegen (Schäufele und Schnyder, 2001). In dieser Zeitspanne, kurz nach dem Blattverlust, dürfte somit die Versorgung des wachsenden Blattes ausschließlich durch die Mobilisierung von Reservestoffen aus der Wachstumszone erfolgen (Schnyder, 2006). Grasarten mit einer raschen Wiederbeblätterungsrate (wie z.B. *Lolium perenne*) sind darüber hinaus nährstoffeffizient und benötigen weniger Reservestoffe für die Konstruktion der neuen Blätter (Schnyder und de Visser, 1999). Daher können sich langfristig auf der Weide hauptsächlich Arten halten, die in der Lage sind, mit einem geringen Verbrauch von Reservestoffen neue Blätter zu produzieren und zusätzlich noch die Blattlebensdauer zu reduzieren (Schleip *et al.*, 2013).

Für das im Wachstum begriffene Grasblatt kommen die Assimilate nicht nur aus den vorhandenen Blättern, sondern es werden auch bereits die aus der photosynthetisch aktiven Blattspitze für die weitere Blattausbildung verwendet (Lattanzi *et al.*, 2004). Diese Prozesse ermöglichen es dem Gras, in kurzen Zeitintervallen neue Blätter zu bilden. Der mit dem Abgrasen durch Weidetiere verbundene Verlust an Blattmasse führt des Weiteren in der Pflanze zu einem beschleunigten Stoffumsatz, was sich zusätzlich förderlich hinsichtlich einer raschen Wiederbeblätterung von Gräsern auswirkt.

#### 7.4 Seitentriebbildung bei Gräsern

Da bei Gräsern die Seitentriebbildung mit der Blattbildungsrate zusammenhängt (Seitentriebbildung nach jedem 3. Blatt), erhöht sich bei intensiver Weidenutzung, neben der Blattbildungsrate, auch die Seitentriebzahl, worin der Hauptgrund für eine dichte Weidenarbe liegt (Johnson und Parsons, 1985). Die intensive Nutzung führt bei Weidehaltung im Vergleich zur Schnittnutzung aber auch dazu, dass die Blattlänge sich verkürzt. Dies hat aber keine Auswirkung auf das Blatterscheinungsintervall (Berone *et al.*, 2008). Die Blattlebensdauer bzw. das damit einhergehende Blatterscheinungsintervall wirken indirekt auf die Bestockung der Gräser und somit auf die Dichte einer Grasnarbe. Jedes Grasblatt besitzt an der Basis eine ruhende Knospe zur Bildung eines neuen Nebentriebes. Diese Knospe beginnt nach dem Absterben des zugehörigen Blattes auszutreiben (Nelson, 2000). In einem britischen Versuch von Johnson und Parsons (1985) zeigte sich der Effekt der Nutzung auf die Triebbildung bei *Lolium perenne* sehr deutlich. Dabei wurden bei intensiver Schnittnutzung 12.097 und bei intensiver Kurzrasenweide (Aufwuchshöhe bei 3 cm) 43.464 Triebe je m<sup>2</sup> (3,6-Mal mehr) gezählt. Die Triebbildung der Gräser ist daher eine unmittelbare Folge der Blattbildung und diese wird wiederum stark von der Nutzungsintensität beeinflusst. Da die Seneszenz der Blätter bei intensiver Nutzung früher als üblich einsetzt, wird einerseits die Blattlebensdauer reduziert und andererseits die Blattneubildung angeregt. Das aus der Knospe des absterbenden Blattes neu gebildete Blatt ist gleichzeitig der Spross eines neuen Grastriebes, der zukünftig nicht nur neue Blätter und weitere neue Seitentriebe bildet, sondern von dem auch eigenständige Adventivwurzeln austreiben (Parsons und Chapman, 2000). Der bei intensiver Beweidung induzierte kontinuierliche Verlust und anschließende Wiederaufbau an grüner Blattmasse wirkt sich auch auf die Wurzelmassebildung aus. Die Pflanze investiert als Folge nicht mehr in den Wurzeltiefgang, sondern bildet in den oberen Bodenschichten ein dichtes Wurzelnetzwerk. Dabei ist grundsätzlich zu beachten, dass etwa 90 % der Wurzelmasse im Dauergrünland sich in den oberen 10 cm Boden konzentrieren (Klapp, 1971).

#### 7.5 Interaktion im Pflanzenbestand

Die spezifische Konkurrenzstärke und Nutzungsangepasstheit von Pflanzenarten bestimmt in Dauergrünlandbeständen die Artzusammensetzung und Bestandesentwicklung wesentlich mit (Jolliffe, 2000). In diesem Wettbewerb unter den Pflanzen im Weidebestand ist jede Art

bestrebt den für ihren größten möglichen Ertrags- und Flächenanteil zu erreichen (Hamilton, 2001). In den gemäßigten Klimazonen der Nord- und Südhalbkugel stellt das Zusammenspiel von *Lolium perenne* und *Trifolium repens* ein bedeutendes Koexistenzgefüge dar (Schwinning und Parsons, 1996). Beide Arten sind an die regelmäßige Entblätterung bei der Weidenutzung angepasst (Schleip *et al.*, 2013) und reagieren unterschiedlich bei sich ändernden Lichtverhältnissen im Bestand sowie bei Unterschieden in der Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit im Boden. Wird *Trifolium repens* im Bestand einer starken Lichtkonkurrenz ausgesetzt, reagiert diese Art mit der Bildung größerer Blattflächen sowie mit der Verlängerung der Stoloninternodien, weshalb offene Bereiche in der Weide rasch „erwachsen“ werden (Lemaire und Chapman, 1998). Grundsätzlich kann in einem Mischbestand aus *Lolium perenne* und *Trifolium repens* im Frühling das Gras durch die Blätter in den höheren Etagen des Bestandes die Solarstrahlung besser ausnutzen und unterdrückt so die Entwicklung der Leguminose. Aus diesem Grund wirkt eine Beweidung im Frühling positiv auf die Entwicklung von *Trifolium repens*, da so die Lichtverhältnisse zu Gunsten der horizontal ausgerichteten Blätter der Leguminose verändert werden (Davies, 2001).

## 7.6 Pflanzliche Biodiversität auf Weiden

Das Grünland zählt zu den artenreichsten Pflanzengesellschaften und Weiden sind eines der bedeutendsten Habitate für viele Tier- und Pflanzenarten (Wilson *et al.*, 2012). Durch das Abweiden bleibt die Landschaft offen und es wird die natürliche Sukzession hintan gehalten (Schmid *et al.*, 2017). Der Verbiss der Weidetiere (Entblättern der Gräser und der übrigen Pflanzen im Grünlandbestand) beeinflusst nicht nur sehr stark die Entwicklung der jeweiligen Pflanzen, sondern auch in weiterer Folge die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes (Kikuzawa, 1995, Olf und Ritchie, 1998). Bei Weidehaltung wird die Biodiversität wesentlich vom Standort, dem Ausgangspflanzenbestand, der Nutzungsintensität und der Weidetierart beeinflusst (Eldridge *et al.*, 2016, Jog *et al.*, 2006, Pakeman *et al.*, 2019, Török *et al.*, 2018). In extensiven Grünlandökosystemen kann eine standortangepasste Besatzdichte mit Weidetieren förderlich auf die Biodiversität wirken (Török *et al.*, 2018), wohingegen bei intensiven Weideverfahren weidetolerante Arten dominieren und die pflanzliche Biodiversität eingeschränkt ist (Eldridge *et al.*, 2016). Auch die Ausscheidungen der Weidetiere zeigen eine Auswirkung auf die Artenzusammensetzung. Gerade durch die Kotfladen kommt es zu einer höheren Heterogenität im Weidebestand (Davies, 2001). Direkt unterhalb der Kotflade werden die Pflanzenteile stark in Mitleidenschaft gezogen und so sterben innerhalb von 25 Tagen bis zu 75 % der Gras- und 95 % der Leguminosentriebe ab (MacDiarmid und Watkin, 1971).

Auch die klimatischen Bedingungen wirken als Faktor auf die Biodiversität ein. So stellten Jog *et al.* (2006) in der nordamerikanischen Prärie fest, dass in wärmeren Regionen (55 bis 73 Arten) eine im Vergleich zu den kühleren Regionen (21 bis 32 Arten) höhere Biodiversität vorherrschte. In den klimatisch gemäßigten Zonen bewirkt aber eine Aufgabe bzw. starke Verrin-

gerung der Weideintensität eine Abnahme an Pflanzenarten mit niedrigem Wuchs und im Gegenzug gewinnen höher aufwachsende Horstpflanzen sowie verholzende Arten an Bedeutung (Marriott *et al.*, 2009). Diese Entwicklung, als Effekt einer mehr oder weniger starken Aufgabe der Nutzung, führt vielfach auch zu einer Reduktion der Biodiversität (De Bello *et al.*, 2006).

Im Gegensatz zu den global verbreiteten natürlichen Graslandsystemen ist das Dauergrünland Mitteleuropas eine vom Menschen angelegte Kulturlandschaft (Buchgraber *et al.*, 2011). Vielschnittwiesen sowie intensiv genutzte Weideflächen im mitteleuropäischen Berggebiet zeigen kaum Unterschiede in der Anzahl an Pflanzenarten auf der Fläche (Starz *et al.*, 2010). Hier hat die Intensität der Bewirtschaftung einen großen Einfluss auf die Anzahl an Arten. Spiegelberger *et al.* (2006) stellten in traditionell bewirtschafteten nicht gedüngten Grünlandbeständen im Westalpenraum beispielsweise durchschnittlich 74 Arten je 1.000 m<sup>2</sup> fest. Durch eine Ergänzungsdüngung reduzierte sich die Artenzahl auf durchschnittlich 55 Arten. Der Nährstoff mit der größten Wirkung auf die Konkurrenz zwischen den Grünlandarten ist der Stickstoff (N). Bei ausreichendem Vorhandensein in der Bodenlösung werden die Gräser und auf der Weide im Speziellen die Grasart *Lolium perenne* begünstigt. Eine geringere N-Düngung begünstigt hingegen *Trifolium repens*, da dieser speziell bei N-Mangel an Konkurrenzkraft im Vergleich zu den Gräsern gewinnt (Hamilton, 2001).

## 7.7 Klimatische Einflüsse und Artenzusammensetzung

Bei der Bewertung von nutzungsangepassten Weidegräsern für den Ostalpen-Raum spielt das Klima eine differenzierende Rolle bezüglich der langfristigen Ausdauer von Pflanzenarten. So ist beispielsweise die Winterhärte von *Lolium perenne* begrenzt, da die Triebbildung bei abnehmenden Temperaturen rückläufig ist (Berone *et al.*, 2008). Hinzu kommt, dass *Lolium perenne* bei einer lange geschlossenen Schneedecke durch *Microdochium nivale* befallen wird (Hofgaard *et al.*, 2006). Aus diesem Grund nahm die Bedeutung dieser Art mit zunehmender Höhenlage ab. Bei der aktuellen Klimaveränderung, gerade in den Alpenregionen, ist aber davon auszugehen, dass die Bedingungen für *Lolium perenne* immer günstiger werden. Somit wäre es auch in bisher nicht optimalen Höhenlagen kultivierbar. Neben den beiden Pflanzenarten *Lolium perenne* und *Trifolium repens* spielt in Mitteleuropa und hier vor allem im alpinen Raum, die Grasart *Poa pratensis* ebenfalls eine sehr bedeutende Rolle. Diese Art zählt zu den bedeutendsten narbenbildenden Gräsern im alpinen Raum, da sie eine gute Winterhärte besitzt und an das raue Klima optimal angepasst ist (Suter *et al.*, 2002). Grundsätzlich ist *Poa pratensis* weide- und vielschnittverträglich, kommt aber auf vielschnittigen Dauerwiesen kaum vor. Die Ursachen dafür könnten in der langsamen Jugendentwicklung und der geringen Konkurrenzkraft gegenüber hochwachsenden Obergräsern wie *Dactylis glomerata* liegen (Lehmann, 1995). Wird *Poa pratensis* hingegen ohne andere Konkurrenz kultiviert, so zeigt diese Grasart sowohl auf der Weide als auch im Schnittsystem bei einer frühen und häufigen Nutzung eine gute Leistung (Bryan *et al.*, 2000). Dabei zeigen Zuchtsorten, gegenüber den schmalblättrigen

Ökotypen von *Poa pratensis*, einen klaren Vorteil in der Produktivität. Der schmalblättrige Ökotyp kann sich hingegen besser unter trockenen Bedingungen durchsetzen (Dürr *et al.*, 2005). Die Mischungspartner und die Verhältnisse der Saatstärken dürften aber auch eine entscheidende Rolle bei der Durchsetzungskraft von *Poa pratensis* haben. So konnte in einer kanadischen Studie von Kunelius *et al.* (2006) nachgewiesen werden, dass sich *Poa pratensis* auch in einer Schnittnutzungs-Mischung mit *Phleum pratense* und *Medicago sativa* über die Jahre gut entwickeln konnte. Im ersten Versuchsjahr waren die Anteile von *Poa pratensis* zwar noch gering, aber als die Mischungspartner während des Versuchszeitraumes nutzungsbedingt Flächenanteile einbüßten, konnte *Poa pratensis* sukzessive zulegen. In Folge von Züchtungsbemühungen wurden auch von *Phleum pratense* Sorten entwickelt, die an eine intensive Beweidung angepasst sind (Kunelius *et al.*, 2003). Durch die Fähigkeit, Bestockungstriebe zu bilden, kann sich *Phleum pratense* in beweideten Beständen halten. Dabei konnte in Versuchen beobachtet werden, dass frühreife Sorten eine geringere Triebdichte aufweisen als spätreife Sorten (Bélanger, 1996). Jedoch liegt die Triebdichte von *Phleum pratense* deutlich unter der von *Lolium perenne*. Kunelius *et al.* (2003) stellten weiters fest, dass eine niedrigere Triebdichte größere Triebe zur Folge hatte. Diese Eigenschaft trifft auch auf *Lolium perenne* zu (Johnson und Parsons, 1985, Matthew *et al.*, 1995).

## 7.8 Einflüsse auf den Pflanzenabstand durch Kurzrasen- und Koppelweide

Obwohl bei der Kurzrasen- und der Koppelweide unterschiedlich häufig die Blätter und Triebe über das Fressverhalten der Tiere entfernt werden, wurden in Versuchen zu den beiden Weidesystemen wenige Unterschiede in der Zusammensetzung der Bestände festgestellt. Stejskalová *et al.* (2013) untersuchten über fünf Jahre beide Systeme bei der Beweidung mit Mastrindern in Berglagen der Tschechischen Republik. Die Autoren stellten zwar signifikante Unterschiede in der durchschnittlichen Weideaufwuchshöhe fest, es zeigten sich jedoch keine Unterschiede in der Bestandszusammensetzung. Die Grastriebichte lag im System der Kurzrasenweide bei 4.131 und im System Koppelweide bei 4.267 Grastrieben je m<sup>2</sup>. Auch die Länge der Stolonen von *Trifolium repens* zeigte keine signifikanten Unterschiede. Diese lag unter Kurzrasenbeweidung bei 25,8 cm und im Koppelweidesystem bei 22,9 cm. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch in der Schweiz festgestellt (Thomet *et al.*, 2000). Die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes unterschied sich nicht, es wurde jedoch unabhängig vom Weidesystem in allen angesäten Mischungen eine Abnahme von *Trifolium repens* beobachtet. Lagen die Bestandesanteile zu Beginn des Versuches noch bei 25-35 % (Anteile am Gesamtbestand), nahmen diese nach vier Jahren auf 10-13 % ab. Dieser Rückgang wird von den Autoren des Schweizer Versuches auf die verwendeten Sorten zurückgeführt. Großblättrige Sorten an *Trifolium repens* zeigen im Schnittsystem eine deutlich bessere Performance als kleinblättrige Sorten (Thomet *et al.*, 2000). Bei intensiver Beweidung (kontinuierliche Entblätterung) trat ein gegensätzlicher Effekt ein. Kleinblättrige Sorten zeigten bei intensiver Beweidung eine stärkere Konkurrenzfähigkeit sowie Ausdauer (Brock, 1988).

Bei der Koppelweide kann bei uneinheitlicher Geländeform oder aber auch bei unterschiedlicher Pflanzenbestandszusammensetzung in Weideteilbereichen eine gezieltere Lenkung der Tiere und Steuerung der Weidefutternutzung erreicht werden. Dadurch kann beispielweise bei alpinen Weiden die Biodiversität erhalten und gefördert werden (Perotti *et al.*, 2018). Untersuchungen in Neuseeland zeigten, dass sich bei Koppelweide mit Rindern *Trifolium repens* besser entwickeln konnte als bei der Beweidung mit Schafen (Davies, 2001). Dieser Effekt wird zurückgeführt auf eine hohe Besatzdichte und das tiefere Abgrasen durch Schafe. So gingen die Anteile an *Trifolium repens* bei hohen Besatzdichten bei Beweidung mit Schafen deutlicher als bei geringer Dichte zurück (Curl und Wilkins 1982).

## 7.9 Wasserversorgung auf Dauerweiden

Die Trockenmasse-Zuwächse und in weiterer Folge die Erträge auf Grünlandflächen werden durch eine Vielzahl an Faktoren bestimmt. Für diese sind sowohl die Wasser-, Licht- und Nährstoffverhältnisse als auch die botanische Zusammensetzung und die Nutzungsart maßgeblich verantwortlich. Das Dauergrünland ist unter den landwirtschaftlichen Kulturen sehr wasserbedürftig. Die Evapotranspiration bei Grünlandbeständen liegt im Mittel bei 3 mm je Tag (Guderle *et al.*, 2018). Ein enger Zusammenhang liegt zwischen dem Niederschlag und dem möglichen Ertragspotential am Grünland vor (Glasse, 2011). Wobei festzuhalten gilt, dass der Ertragsrückgang auf Weiden ausgeprägter als auf Schnittwiesen ist. Grundsätzlich reduziert sich durch die geringere Biomasse auf Weiden zwar die Evapotranspiration (Inauen *et al.*, 2013), jedoch dürfte in einem höheren Ausmaß die unmittelbare Wasserverdunstung von der Bodenoberfläche steigen (Fatichi *et al.*, 2014). Trockenheit wirkt auf Weiden aber nicht nur auf den Mengenertrag, sondern beeinflusst auch die Arten im Bestand (Leimer *et al.*, 2014). Gerade *Trifolium repens* und *Lolium perenne* reagieren stark auf Trockenheit und ihre Anteile gehen deutlich zurück (Deléglise *et al.*, 2015). Der kontinuierliche Verlust der Blattmasse auf intensiv genutzten Dauerweiden führt dazu, dass die Grünlandpflanzen die Wurzelmasse reduzieren (Mawdsley und Bardgett, 1997). Es wird bei regelmäßiger Nutzung nicht nur die gesamte Wurzelmasse reduziert, sondern es nimmt auch das Längenwachstum der Wurzeln ab (Evans, 1971). Somit erreichen die Wurzeln der Pflanzen nicht mehr tiefere Bodenhorizonte, wodurch tieferliegende Wasserressourcen nicht mehr erschlossen werden können. Aus diesem Grund werden intensive Dauerweidesysteme nur in Regionen mit ausreichenden Niederschlägen in der Vegetationsperiode sowie ausgewogener Wasserführung im Boden empfohlen (Steinwider und Starz, 2015).

## 7.10 Blattflächenindex auf Dauerweiden

Der optimale Nutzungszeitpunkt auf Weideflächen stellt einen Kompromiss zwischen Pflanzenwachstum, Ernte und dem Absterben alter Blätter dar (Parsons und Chapman, 1998). Blätter haben eine beschränkte Lebensdauer und die Gehalte sowie die Verdaulichkeit der für die Tierernährung wichtigen Nährstoffe nehmen mit jedem Tag ab. Die absterbenden Blätter gehen

auch zunehmend in die Streufraktion des Bestandes über (Schnyder, 2006). Grundsätzlich zeigen Grünlandbestände, die sich in einem LAI-Bereich (Leaf area index) von 10 befinden, ein Maximum an Biomasse sowie an Photosyntheserate, aber auch die Verluste durch die Zellatmung sowie die Anteile an abgestorbenen Pflanzenteilen sind hier am höchsten. Somit ist das Maximum des Biomasseertrages eines Grünlandbestandes nicht ident mit dem maximalen Ertrag an grünen Pflanzenteilen. Dieser wird bei etwa 50 % des maximalen Biomasseertrages erreicht (Parsons und Chapman, 1998). Der optimale LAI befindet sich hier in einem Bereich von 2 bis 4. Bei einem LAI von 2 bis 4 wird in intensiven Weidesystemen auch die höchste Futteraufnahme erreicht. Reduziert sich die Pflanzenmasse und -dichte deutlich (LAI unter etwa 2), dann leidet darunter nicht nur die Photosyntheseleistung des Bestandes, sondern auch der Flächenertrag (Parsons und Chapman, 1998). Mazzanti und Lemaire (1994) konnten zeigen, dass derselbe LAI unterschiedliche Triebdichten bei einzelnen Grasarten bedeutet. So wurde bei einem LAI von 3, in einem Bestand aus *Festuca pratensis* 4.000-6.000 Triebe je m<sup>2</sup> und in einem Bestand aus *Lolium perenne* 10.000-15.000 Triebe je m<sup>2</sup> ermittelt. Da der LAI in beiden Beständen ident ist, kann davon ausgegangen werden, dass trotz der deutlich unterschiedlichen Triebdichte der Ertrag und die Photosyntheserate ident ist (Parsons und Chapman, 1998).

Arten, die mit der regelmäßigen Entblätterung zurechtkommen, regenerieren sich rasch und bilden neue Blattmassen. In Versuchen von Nurjaya und Tow (2001) wurde drei Wochen nach dem Entblättern auf eine Resthöhe von 5 cm in einem Mischbestand aus *Lolium perenne* und *Trifolium repens* eine nahezu lineare Zunahme des LAI auf 1 bis 4, je nach Vegetationszeit, gemessen (Nassiri und Elgersma, 1998). Es zeigte sich, dass nach der Nutzung anfänglich 20-30 % der Strahlung von den Stoppeln verwertet wurden, während drei Wochen später der Ausnutzungsgrad der Sonnenstrahlung bereits bei 95 % lag. Durch eine kontinuierliche Entblätterung, über eine regelmäßig intensive Dauerbeweidung, werden die Gräser aber auch angeregt vermehrt Triebe zu bilden, bis die neuen Blätter einen LAI von 3-4 erreichen. Danach nimmt die Triebdichte wieder ab (Lemaire und Chapman, 1998).

Für die Entwicklung der Blätter ist neben Wasser, Umgebungstemperatur und Sonnenlicht auch das verfügbare Stickstoff-Angebot im Boden ausschlaggebend. So bewirkt eine Stickstoff-Düngung nicht nur eine Erhöhung der Triebanzahl, sondern fördert vorrangig das Graswachstum. Der Stickstoff (N) führt dazu, dass die Blätter der Gräser, gerade in den oberen Etagen des Bestandes, im Vergleich zum mittleren und unteren Blattbereich, größere Blattflächen ausbilden (Davies, 2001). Das bessere Blattwachstum dürfte auch das Austreiben der Nebentriebe begünstigen und so zusätzlich die Triebbildung des Grases fördern (Nelson, 2000). In weiterer Folge stellt der pflanzenverfügbare N im Boden auch einen wichtigen Faktor für die Ertragsbildung im Grünland dar. Je Kilogramm gedüngtem N sind Futterzuwächse von 20 bis 30 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> möglich (Whitehead, 2000). Nicht gedüngtes Grünland erreicht im Gegensatz dazu deutlich niedrigere Futterzuwächse von 1 bis 5 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

### 7.11 Aufwuchshöhe und Weidemanagement

Die Weidesysteme Kurzrasen- und Koppelweide lassen sich am besten anhand ihrer Bestandeshöhe sowie der Weidebesatzdauer beschreiben. Bei der Kurzrasenweide (intensive Standweide) erfolgt eine durchgehende und kontinuierliche Beweidung während der Vegetationsperiode. Die Weidegröße bzw. der Tierbesatz werden jedoch im Vegetationsverlauf entsprechend der aktuellen Weidefutterzuwachskurve angepasst, sodass die angestrebte Zielaufwuchshöhe eingehalten wird. Beim Koppelsystem wird nach einer kurzfristigen Beweidung konsequent eine weidefreie Ruhezeit eingehalten und die jeweilige Weidekoppel erst dann wieder beweidet, wenn die angestrebte Eintriebs-Aufwuchshöhe erreicht wird. Je nach Weideaufwuchshöhen-Messmethode wird die Kurzrasenweide kontinuierlich zwischen 5 und 8 cm geführt. Beim Koppelweidesystem wird, je nach Messmethode und Nutzungsintensität, eine Eintriebs-Aufwuchshöhe zwischen 8 und 20 cm angestrebt. Unabhängig davon soll am letzten Beweidungstag einer Koppel eine geringe Reststoppelhöhe (unter 5 cm) erreicht werden (Steinwidder und Starz, 2015).

Zur indirekten Kontrolle der Futterzuwächse werden in der Praxis nicht invasive Methoden angewendet. Dadurch lässt sich das jeweilige Weidesystem besser planen. Bereits in älteren Untersuchungen wurde eine enge Korrelation zwischen dem Ertrag und der ermittelten durchschnittlichen Aufwuchshöhe mittels Aufwuchshöhen-Messplatten festgestellt (Castle, 1976). Auch die Messung mit einem Lineal zeigt eine gute Korrelation zur auf der Weidefläche vorhandenen Futtermenge und dem Ertrag (Bryan *et al.*, 1990). Die Messung mittels genormter Aufwuchshöhen-Messplatten hat sich als praxistaugliche Kompromisslösung, im Vergleich zur ungenaueren Messung mit Meter-Stäben oder der arbeitsaufwändigen direkten Ertragsfeststellung (Ernte), bewährt (Stewart *et al.*, 2001). Hohe Erträge und Futterqualitäten auf kontinuierlich genutzten Dauerweiden sind nur bei regelmäßiger Kontrolle des Futterzuwachses und der sich somit ergebenden Anpassung der Weideflächengröße realisierbar. Je nach Region, Standort, Klima, Bestandszusammensetzung, Weidemanagement und Weideintensität ergeben sich im Vegetationsverlauf unterschiedliche hohe Futterzuwachsraten. Dabei können in Gunstlagen die täglichen Weidefutterzuwächse während des üblichen Hauptwachstums im Frühling bei 80 bis fast 100 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> liegen (Glasse, 2011). Auch in Gunstlagen des Westalpen-Vorlandes können im Frühling (Anfang Mai) von bis zu 105 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> erreicht werden (Hofstetter *et al.*, 2014). Während des Sommers (Juli bis Mitte September) konnten am selben Standort immer noch Trockenmassezuwächse von durchschnittlich 80 kg ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> beobachtet werden. Selbst in den inneralpinen und somit rauerer klimatischen Gebieten können noch Zuwächse von 50 bis 80 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> gemessen werden (Thomet *et al.*, 2011).

### 7.12 Erträge auf Dauerweiden

Vielfältige Weidebestände sind nicht nur ein wichtiger Beitrag zur Biodiversität, sondern üben auch einen positiven Effekt auf den Mengenertrag aus (Sanderson *et al.*, 2007). Tilman *et al.* (2001) konnten in einem siebenjährigen Versuch bei einer 16 Arten-Mischung einen um 39 %

höheren oberirdischen Biomasseertrag im Vergleich zu den besten Erträgen der als Monokultur angebauten Arten erreichen. Bei Betrachtung der gesamten ober- und unterirdischen Biomasse wurde sogar ein um 42 % höherer Ertrag festgestellt. Skinner *et al.* (2006) ermittelten in einem Ansaatversuch bei 11 Grünlandarten mit 5.150 kg TM ha<sup>-1</sup> den signifikant höchsten Mengenertrag gegenüber Mischungen mit drei (3.236 kg TM ha<sup>-1</sup>) und zwei (3.563 kg TM ha<sup>-1</sup>) Arten. Die ermittelten Mengen repräsentieren jedoch keine Jahreserträge, sondern sind die Summe aus drei Ernten in den Monaten Juni, Juli und August. In derselben Untersuchung wurden die unterschiedlich artenarmen bzw. artenreichen Mischungen auch als zweischnittige Heuwiesen genutzt, die im Mittel einen um 29 % höheren Flächenertrag erreichten. Während des Versuchszeitraumes von 1999 bis 2002 war über alle Varianten hinweg der Ertrag in den beweideten Varianten zwischen 5 und 51 % niedriger als bei Schnittnutzung.

Die Weidegunstregionen Neuseelands zeichnen sich durch eine deutlich verlängerte Vegetationsperiode aus und so sind unter diesen klimatischen Bedingungen Trockenmasseerträge von 18.000 bis 20.400 kg ha<sup>-1</sup> möglich (Macdonald *et al.*, 2008). Diese in einem dreijährigen Versuch mit dem System Koppelweide erhobenen Erträge erbrachten Rohproteinerträge von 3.989 bis 4.650 kg ha<sup>-1</sup> und Energieerträge von 198.528 bis 232.492 MJ ME ha<sup>-1</sup>. Diese hohen Erträge können unter europäischen Bedingungen, in Folge der kürzeren Vegetationsperiode und der europäischen Düngervorschriften, nicht realisiert werden und gerade in den Grünlandgebieten Mitteleuropas muss hier mit deutlich geringeren Erträgen gerechnet werden.

In einer Schweizer Studie, die sich dem Vergleich von Stall- und Weidefütterung widmete, konnte bei Kurzrasenweidenutzung ein Jahresertrag von 14.200 kg TM ha<sup>-1</sup> erzielt werden (Hofstetter *et al.*, 2014). Dagegen liegen die Erträge beim Kurzrasenweide-System im Ostalpenraum auf einem geringeren Niveau und erreichen z.B. im bayrischen Alpenvorland Erträge von 6.300 bis 11.000 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (Steinberger und Spiekers, 2014). Käch *et al.* (2014) erzielten bei Anwendung des Koppelweidesystems im Durchschnitt eines fünfjährigen Versuches Trockenmasseerträge von 10.000 kg ha<sup>-1</sup>. Dabei gilt es anzumerken, dass dieser Versuch auf einem Gunststandort in der Westschweiz unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft durchgeführt wurde. Als Koppelweidesystem wurde dafür das der Lincoln University aus Neuseeland (LUDF: Lincoln University Dairy Farm) angewendet, welches versucht das Weidefutter in jeder Koppel effizient und mit geringen Verlusten zu nutzen. Ältere Untersuchungen im Nord-Osten der USA ermittelten bei Koppelweide einen Jahresertrag von 6.950 bis 8.250 kg TM ha<sup>-1</sup>, auf einer *Poa pratensis* dominierten Fläche (Kanneganti und Kaffka, 1995).

Wie die Daten aus unterschiedlichen Studien zeigen (Hofstetter *et al.*, 2014, Käch *et al.*, 2014, Kanneganti und Kaffka, 1995, Macdonald *et al.*, 2008, Steinberger und Spiekers, 2014), sind Unterschiede im Trockenmasseertrag zwischen den beiden Weidenutzungsformen Koppel- und Kurzrasenweide gering. Dies deckt sich auch mit Ergebnissen des Milchproduktionspotentials. Mehrere Versuche dazu konnten hierzu keine Unterschiede zwischen beiden Weidesys-

temen hinsichtlich der produzierten Milchmenge je Hektar nachweisen, sofern das Weidesystem optimal umgesetzt wurde (Münger, 2003, Münger und Jans, 2001, Pulido und Leaver, 2003, Thomet *et al.*, 2000, Thomet, 2005).

### 7.13 Inhaltstoffe der Weidepflanzen

In weidebasierten Fütterungssystemen ist die Futterfläche gleichzeitig der Futtertisch. Da die Wiederkäuer hauptsächlich Weidefutter aufnehmen, spielt aus Sicht der Tierernährung die Qualität des Futters eine entscheidende Rolle. Anders als bei der Stallfütterung ändert sich die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe während der Weidezeit kontinuierlich (Neel *et al.*, 2016, Pavlů *et al.*, 2006, Stejskalová *et al.*, 2013, Thomet und Hadorn, 1996). Auch im Falle der Kurzrasenweide, die eine annähernd gleichbleibend niedrige Aufwuchshöhe aufweist, sind solche Änderungen messbar (Starz *et al.*, 2011). Somit stellt die Futterqualität während der Vegetationsperiode einen bedeutenden Aspekt in einer ganzheitlichen, pflanzenbaulichen Betrachtung der Weide dar und ist in weiterer Folge ein zentraler Parameter für die Planung einer leistungsangepassten Fütterung.

Damit die volle Leistungsfähigkeit des Weidefutters ausgenutzt werden kann, ist es notwendig, den Bestand in einem frühen Entwicklungsstadium zu nutzen. Im dafür angestrebten Dreiblattstadium liegen die für die Fütterung relevanten Bestandteile in den Gräsern im Verhältnis 65 % Zellinhalt und 35 % Zellwand vor (Beever *et al.*, 2000). Dieses Verhältnis dreht sich zur Blüte hin annähernd auf 40 % zu 60 % um. Den Zellinhalt bestimmen hauptsächlich die im Vormagensystem der Wiederkäuer leicht verwertbaren Bestandteile Rohprotein (XP), Rohfett (XL) und die Nicht-Struktur-Kohlenhydrate (NFC). Gräser und Leguminosen unterscheiden sich in der Zusammensetzung der für die Fütterung wesentlichen Elemente. So können bei Schnitt genutzten Beständen bei *Lolium perenne* 2,80 % N, 0,44 % P, 2,80 % K, 0,30 % Ca und 0,15 % Mg kg<sup>-1</sup> TM (Wilman *et al.*, 1994) festgestellt werden. Dem gegenüber beinhaltet *Trifolium repens* 4,42 % N, 0,38 % P, 2,26 % K, 2,10 % Ca und 0,18 % Mg kg<sup>-1</sup> TM (Whitehead und Jones, 1969). Eine dauernde Beweidung eines Grünlandbestandes beeinflusst die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe (Li *et al.*, 2010). Ein Grund dafür sind einmal nutzungsbedingte Faktoren, da durch den regelmäßigen Verbiss der Anteil an absterbenden Blättern reduziert wird und in Folge der niedrigen Aufwuchshöhe sich der Boden im Frühling schneller erwärmt (Lecain *et al.*, 2000). Gerade der wärmere Boden im Frühling führt zu einem früheren Wachstumsbeginn und beeinflusst somit die Pflanzen-Phänologie (Milchunas *et al.*, 1995). Für die Grasart *Poa pratensis* wurden unter Beweidung, im Vergleich zur Schnittnutzung, höhere N- und P-Gehalte festgestellt (Li *et al.*, 2010). Die nicht beweidete Kontrolle erreichte dabei mit 18,75 g kg<sup>-1</sup> TM signifikant niedrigere N-Gehalte im *Poa pratensis* Bestand, im Vergleich zu den beiden beweideten Varianten mit den unterschiedlichen Tierbesätzen von 2,4 GVE ha<sup>-1</sup> (20,3 g kg<sup>-1</sup> TM) und 4,8 GVE ha<sup>-1</sup> (22,9 g kg<sup>-1</sup> TM). Der *Poa pratensis* Bestand erreichte in der Untersuchung von Li *et al.* (2010) bei einem Tierbesatz von 4,8 GVE ha<sup>-1</sup> (1,42 g kg<sup>-1</sup> TM) signifikant höherer P-Gehalte als bei der Variante mit niedrigem Tierbesatz (2,4 GVE ha<sup>-1</sup> mit 1,15 g P kg<sup>-1</sup> TM) und der nicht beweideten

Kontrolle (1,15 g P kg<sup>-1</sup> TM). Neben der Nutzung hat auch die Düngung einen entscheidenden Einfluss auf die westlichen Nährstoffgehalte in Gräsern. Dürr *et al.* (2005) konnten bei einem hohen Düngungsniveau (220 kg N ha<sup>-1</sup> mineralisch) für die in Mitteleuropa gezüchtete und wichtige Sorte LATO der Art *Poa pratensis* auch höhere N-Gehalte von 27,5 g kg<sup>-1</sup> TM ermitteln. Ebenso zeigten die P-Gehalte mit 3,4 g kg<sup>-1</sup> TM deutlich höhere Werte.

Weidearten der höheren alpinen Lagen zeigen etwas andere Tendenzen bei den Inhaltstoffen. Alpine Arten wie *Festuca rubra*, *Agrostis capillaris*, *Poa alpina* oder *Phleum alpinum* zeigten während der Vegetationsperiode eine Zunahme der Fasergehalte (NDF) und im Gegenzug nahmen die XP- und NEL-Gehalte ab (Bovolenta *et al.*, 2008). Andere Tendenzen zeigen sich in den günstigeren alpinen Lagen. Hier konnte während der Weideperiode eine Erhöhung der XP-Gehalte und eine Abnahme der Fasergehalte beobachtet werden (Starz *et al.*, 2011, Thomet und Hadorn, 1996). Neben dem Klima, der Düngung und der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes beeinflusst auch die Intensität der Beweidung die Konzentration an Inhaltstoffen. So ermittelten Pavlů *et al.* (2006), im Rahmen eines Weideversuches im Norden der Tschechischen Republik, bei einem hohen Weidedruck auf der Fläche (durchschnittliche Aufwuchshöhe 5 cm) signifikant höhere Gehalte an XP. Im Gegenzug lagen die Gehalte an Rohfaser (XF) bei einem geringen Weidedruck (durchschnittliche Aufwuchshöhe 10 cm) tendenziell höher.

#### 7.14 Futterinhaltsstoffe bei Kurzrasen- und Koppelweide

Da die Weideflächen beim System Koppelweide bei einer höheren Aufwuchshöhe bestoßen werden und die Tiere dadurch auch ältere Pflanzenteile aufnehmen, können Unterschiede bei den Futterinhaltsstoffen gemessen werden. In Rahmen eines Versuches wurden Weideflächen mit *Lolium perenne* eingesät und dann jeweils als Kurzrasen- oder Koppelweide genutzt (Marley *et al.*, 2007). Dabei zeigte sich für beide Weidesysteme ein signifikanter Unterschied bei den Gehalten an Rohasche (XA), den Gerüstsubstanzen NDF und ADF sowie bei der verdaulichen Organischen Masse (DOM). Bei der Nutzung als Kurzrasenweide wurden XA-Gehalte von 112 g kg<sup>-1</sup> TM im Vergleich zur Koppelweide mit Gehalten von 118 g XA kg<sup>-1</sup> TM gemessen. Beim Rohprotein (XP) wurden keine Unterschiede zwischen den beiden Systemen festgestellt (208 g XP kg<sup>-1</sup> TM Kurzrasen und 210 g XP kg<sup>-1</sup> TM Koppel), jedoch waren Unterschiede bei den Anteilen an Zellwandbestandteilen messbar. Sowohl die Gehalte der Neutral-Detergenzien-Faser (NDF) als auch der Säure-Detergenzien-Faser (ADF) waren in der Kurzrasenvariante (535 g NDF kg<sup>-1</sup> TM und 281 g ADF kg<sup>-1</sup> TM) höher als im Koppelsystem (489 g NDF kg<sup>-1</sup> TM und 267 g ADF kg<sup>-1</sup> TM). Ein umgekehrtes Bild liefern Ergebnisse von einer Dauergrünlandfläche mit einem Mischbestand von Gräsern und Kräutern (Starz *et al.*, 2013). Hier wurden bei einer simulierten Koppelweide sowohl beim NDF (411 g kg<sup>-1</sup>) als auch am ADF (248 g kg<sup>-1</sup>) höhere Gehalte als bei der Kurzrasenvariante ermittelt (376 g NDF kg<sup>-1</sup> TM und 222 g ADF kg<sup>-1</sup> TM). Pulido und Leaver (2003) führten einen Vergleich der Systeme Kurzrasen- und Koppelweide auf einem Dauergrünlandbestand durch. Diese war zwar ebenfalls von *Lolium perenne* dominiert, jedoch konnten

hier signifikante Unterschiede zwischen den XP-Gehalten festgestellt werden. Die gesammelten Futterproben von der beweideten Fläche erreichten im Frühling bei der Kurzrasenweide 219 g XP kg<sup>-1</sup> TM (Aufwuchshöhe 5-7 cm) und bei der Koppelweide 191 g XP kg<sup>-1</sup> TM (Aufwuchshöhe 7-9 cm). Hinsichtlich der Gehalte an metabolischer Energie (ME) konnten hingegen keine Unterschiede gemessen werden (Kurzrasen 12,2 MJ ME kg<sup>-1</sup> TM und Koppel 12,3 MJ ME kg<sup>-1</sup> TM). Eine Schweizer Untersuchung ermittelte auf einer Kurzrasenweidefläche noch höhere Rohproteingehalte (Hofstetter *et al.*, 2014). Im Frühling konnten XP-Gehalte von 258 g kg<sup>-1</sup> TM und im Sommer von 279 g kg<sup>-1</sup> TM analysiert werden. Im Gegensatz zu Pulido und Leaver (2003) wurden jedoch geringere Energiekonzentrationen von 6,6 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM im Frühling und 6,0 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM im Sommer erreicht. Im Unterschied zu Pulido und Leaver (2003) wurde die Weide in der Schweizer Studie auf einem Dauergrünlandbestand aus *Loilium perenne*, *Poa pratensis* und *Trifolium repens* durchgeführt. Eine ältere Schweizer Untersuchung, durchgeführt auf je 15 Grünlandflächen, zeigte für die beiden Weideformen Kurzrasen- und Koppelnutzung gerade im Frühling Unterschiede bei den Inhaltsstoffen (Thomet und Hadorn, 1996). So erreichte die Kurzrasenweide im Frühling 210 g XP kg<sup>-1</sup> TM gegenüber 176 g XP kg<sup>-1</sup> TM (Koppel), 187 g XF kg<sup>-1</sup> TM gegenüber 226 g XF kg<sup>-1</sup> TM (Koppel) und 6,6 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM gegenüber 6,3 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM (Koppel). Bei den Proben im Sommer (Ende Juli) waren die numerischen Unterschiede deutlich geringer. Die Kurzrasenweideflächen erreichten 215 g XP kg<sup>-1</sup> TM und die Koppel lag mit 207 g XP kg<sup>-1</sup> TM nur geringfügig darunter. Auch bei der Rohfaser (XF) und den Energiegehalten waren die Unterschiede mit 188 g XF kg<sup>-1</sup> TM (Kurzrasen) und 198 g XF kg<sup>-1</sup> TM (Koppel) sowie 6,7 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM (Kurzrasen) und 6,5 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM (Koppel) eher gering.

### 7.15 Fazit und offene Fragen

Die überwiegende Anzahl der beschriebenen Versuche wurde unter konventioneller Bewirtschaftung der Flächen und teilweise hoher mineralischer N-Düngermengen durchgeführt. Ebenso fand ein Großteil der Studien auf angesäten Flächen statt. Nur wenige Studien widmeten sich explizit den Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft und gingen der Frage nach, welche Konsequenzen sich daraus für intensive Weidenutzungen wie beispielsweise der Kurzrasen- oder Koppelweide ergeben.

Der folgende, empirische Teil der Arbeit fokussiert auf die Weidenutzung unter mitteleuropäischen, alpinen Klimabedingungen. Wobei die Bewirtschaftung der Dauergrünlandflächen nach den Richtlinien der Biologischen Landwirtschaft erfolgte. Begrenzte Düngermengen und eingeschränkte Eignung sonst typischer Weidearten stellen eine zusätzliche Herausforderung dar. Wie sich eine Kurzrasenweide oder Koppelweide auf Dauergrünlandflächen und unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft im Ostalpenraum umsetzen lässt, bildete die Grundmotivation für die Versuche des folgenden empirischen Teils.

## 8 Fragestellungen

Aus den im Literaturteil unbeantworteten Fragen, für eine Weidenutzung auf Dauergrünland im Klima der Ostalpen und unter Bedingungen der Biologischen Landschaft, ergeben sich folgende Fragestellungen:

1. *Bei einer andauernden und intensiven Beweidung ändert sich die Artenzusammensetzung des Dauergrünlandbestandes im ostalpinen Klimaraum gegenüber einer Schnittnutzung nicht.*
2. *Die Weidenutzung zu unterschiedlichen Aufwuchshöhen hat keinen Einfluss auf die TM-Zuwachsleistungen von Dauerweidebeständen im Vegetationsverlauf.*
3. *Die Mengen- und Qualitätserträge unterscheiden sich unter intensiven Weidebedingungen im Ostalpen-Raum nicht von denen einer üblichen Schnittnutzung.*
4. *Das Klima im Ostalpen-Raum hat keinen Einfluss auf die Inhaltsstoff-Konzentrationen des Futters von intensiv genutzten Weidebeständen.*
5. *Das Futter von intensiv genutzten Weideflächen im Ostalpen-Raum zeigt keine Unterschiede bei den ruminalen Abbaubarkeiten im Vergleich zum Weidefutter aus klimatisch begünstigteren Regionen.*

Die mit dieser Schrift zusammengefassten Versuche, welche die aufgestellten Forschungsfragen beantworten sollen, sind eigenständige Forschungsprojekte, die unter der Projektleitung des Verfassers der vorliegenden Dissertation an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein betreut wurden:

1. *Einfluss unterschiedlicher Beweidungsformen auf Boden und Pflanzenbestand in der Biologischen Landwirtschaft (2007-2013)*
2. *Futterqualitäten und Zuwachsleistung von Dauerweiden bei Nutzung in unterschiedlichen Aufwuchshöhen (2014-2017)*

Beide Forschungsprojekte wurden vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) genehmigt und dankenswerterweise unterstützt. Durchgeführt wurden diese am biologisch bewirtschafteten Betrieb des Bio-Institutes der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Trautenfels. Die grundlegende Konzeption dieser Versuche fußte auf Beobachtungen und Informationen von Bäuerinnen und Bauern, die während Seminaren, Workshops und Betriebsbesuchen gewonnen wurden. Die Untersuchungen widmen sich Fragen zur Bestandesführung und Bestandsoptimierung, zu den möglichen Mengen- und Qualitätserträgen sowie den zu erreichenden Futterqualitäten auf Dauerweiden.



## 9 Datengrundlagen, Material und Methoden

Die vorliegende Arbeit präsentiert die Versuche mit den Titeln „Einfluss unterschiedlicher Beweidungsformen auf Boden und Pflanzenbestand in der Biologischen Landwirtschaft“ (Kurzbezeichnung **Bio-Mähweide**) und „Futterqualitäten und Zuwachsleistung von Dauerweiden bei unterschiedlichen Aufwuchshöhen“ (Kurzbezeichnung **Bio-Weidesysteme**).

Beide Untersuchungen widmeten sich drei großen Themenfeldern, die vergleichend untersucht wurden: 1.) Die Entwicklung und Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, 2.) Die Trockenmasse-Zuwachsleistung und die Ertragfähigkeit der Bestände sowie 3.) Die Inhaltstoffe und die ernährungsphysiologische Qualität des Weidefutters. Folgend werden die Anlage sowie die Durchführung beider Versuche nach den drei Themenfeldern bearbeitet.

### 9.1 Versuchsbetrieb

Der biologisch bewirtschaftete Versuchsbetrieb des Bio-Instituts der HBLFA Raumberg-Gumpenstein befindet sich in der politischen Gemeinde Stainach-Pürgg (Ortsteil Trautenfels) im steirischen Ennstal. Der Dauergrünlandbetrieb (Breite 47° 31' 03" N und Länge 14° 04' 27") verfügt über 37,3 ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Diese unterteilt sich in 1,4 ha extensive Wiesen (zwei Nutzungen), 13,3 ha intensive Dauerweiden, 20,3 ha intensiv genutztes Grünland (vier Schnittwiesen und Mähweiden) sowie 2,3 ha Ackerfläche (für Versuche der Abteilung Bio-Ackerbau).

**Tabelle 1:** Durchschnittliche Tagesration der Milchviehherde , während der Winter- (Fütterungsform Stall) und Sommerfütterung (Fütterungsform Weide) in aufgenommenen kg TM Tier<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

Zeitraum von	bis	Fütterungs- form	Futtermittel				Gesamt- Futteraufnahme
			Heu	Grassilage	Kraftfutter	Weidegras	
Apr.2007	Okt.2007	Weide	2,5	1,5	0,5	12,1	<b>16,6</b>
Nov.2007	Mär.2008	Stall	3,3	10,6	4,3	0,0	<b>18,2</b>
Apr.2008	Okt.2008	Weide	1,6	1,2	0,4	14,2	<b>17,2</b>
Nov.2008	Mär.2009	Stall	4,1	9,5	3,7	0,0	<b>17,3</b>
Apr.2009	Okt.2009	Weide	1,5	0,7	0,3	14,6	<b>17,1</b>
Nov.2009	Mär.2010	Stall	4,3	9,5	2,8	0,0	<b>16,6</b>
Apr.2010	Okt.2010	Weide	1,8	0,9	0,5	12,6	<b>15,7</b>
Nov.2010	Mär.2011	Stall	4,3	9,3	3,1	0,0	<b>16,8</b>
Apr.2011	Okt.2011	Weide	1,8	0,7	0,6	12,1	<b>15,2</b>
Nov.2011	Mär.2012	Stall	4,1	9,5	2,9	0,0	<b>16,4</b>
Apr.2012	Okt.2012	Weide	1,7	0,5	0,4	12,7	<b>15,3</b>
Nov.2012	Mär.2013	Stall	3,3	10,1	3,0	0,0	<b>16,4</b>
Apr.2013	Okt.2013	Weide	1,9	0,8	0,3	12,6	<b>15,5</b>
Nov.2013	Mär.2014	Stall	3,5	9,5	4,0	0,0	<b>17,0</b>
Apr.2014	Okt.2014	Weide	1,4	0,5	0,3	13,2	<b>15,4</b>
Nov.2014	Mär.2015	Stall	1,5	12,6	2,0	0,0	<b>16,1</b>
Apr.2015	Okt.2015	Weide	1,3	0,5	0,3	13,3	<b>15,4</b>
Nov.2015	Mär.2016	Stall	1,2	13,9	1,9	0,0	<b>16,9</b>
Apr.2016	Okt.2016	Weide	1,2	0,4	0,2	13,5	<b>15,4</b>

Am zertifizierten Bio-Betrieb steht die grünlandbasierte Milchviehhaltung im Vordergrund. Es werden 30 Milchkühe sowie die weibliche Nachzucht der Rassen Braunvieh, Holstein Friesian und Fleckvieh gehalten. Während des in dieser Untersuchung betrachteten Zeitraumes von 2007 bis 2016 lag die durchschnittliche Milchleistung der Herde bei 5.436 l produzierter Milch

(ECM) je Tier und Laktation. Die für den Betrachtungszeitraum durchschnittlichen Futterrationen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Seit dem Bestehen des Bio-Institutes (2005) am Standort in Trautenfels wurde das System der Vollweidehaltung umgesetzt. Stallnahe Flächen wurden seit dieser Zeit als intensive Standweide, in Form der Kurzrasenweide, genutzt. Die hier beschriebenen Parzellenversuche waren in die Weideflächen des Betriebes integriert.

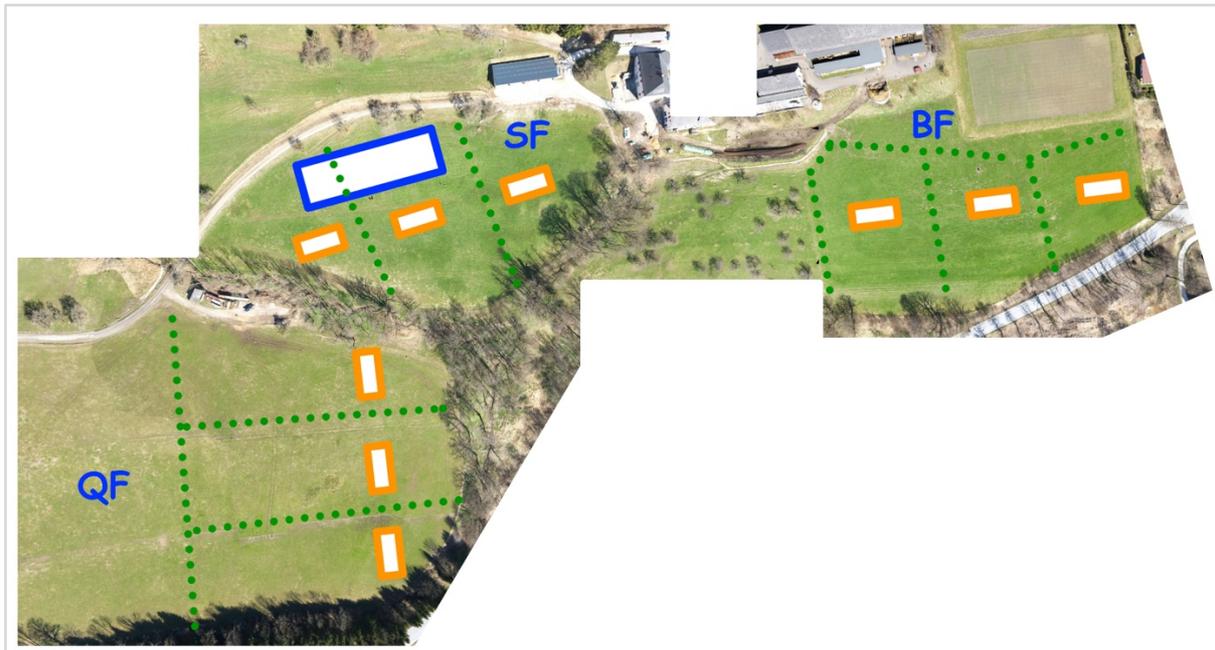


Abbildung 1: Position der beiden Parzellenanlagen (Bio-Mähweide-Parzellen: blaue Fläche, Bio-Weidesysteme-Parzellen: orange Flächen) auf der jeweiligen Fläche (QF: Querfeld, SF: Stallfeld und BF: Beifeld) des Bio-Institutes der HBLFA Raumberg-Gumpenstein am Standort in Trautenfels (Breite 47° 31' 03'' N und Länge 14° 04' 27'')

## 9.2 Klima und Witterung

Der inneralpine Versuchsstandort des Bio-Institutes in Trautenfels liegt auf einer Seehöhe von 680 m (Hofstelle). Im langjährigen Mittel von 1981-2010, wurden an der 3 km Luftlinie entfernten Wettermessstation der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Irndning, eine Jahresdurchschnittstemperatur von 6,9 °C sowie eine jährliche Niederschlagsmenge von 1.142 mm gemessen.

Für den Standort typisch sind im Mittel 132 Frosttage (< 0 °C) und 44 Sommertage (≥ 25 °C) sowie eine durchschnittliche Vegetationsdauer von 231 Tagen (Mittel von 2007-2016). Während des Untersuchungszeitraumes unterschieden sich die einzelnen Jahre teilweise deutlich vom langjährigen Mittel. Über die in dieser Arbeit behandelte zehnjährige Versuchsperiode von 2007 bis 2016 zeigte sich ein Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur (Tabelle 2). Die mittlere Niederschlagssumme lag mit 1.070 mm a<sup>-1</sup> etwas unter dem langjährigen Mittel. Gerade bei den Niederschlägen waren nicht nur die Schwankungen zwischen den Jahren ausgeprägt,

sondern es variierte auch die Verteilung in den Monaten (Abbildung 3). Die erreichte Vegetationsdauer von 231 Tagen wurde im zehnjährigen Versuchszeitraum lediglich in drei Jahren überschritten (Tabelle 2). Ansonsten war diese, mit Ausnahme von 2009 (198 Tage), nicht kürzer als 220 Tage. Die Ermittlung von Vegetationsbeginn und -ende erfolgte nach Schaumberger (2011). Dabei wird im Frühling vom Vegetationsbeginn ausgegangen, wenn das Temperaturtagemittel an 10 Tagen über 2 °C liegt und an mindestens sechs Tagen (innerhalb dieser 10 aufeinanderfolgenden Tage) eine mittlere Tagestemperatur über 6 °C gemessen wurde. Weiters müssen in diesen 10 Tagen fünf aufeinanderfolgende Tage über 5 °C liegen. Der erste dieser fünf Tage wird dann als Vegetationsbeginn definiert. Nach Schaumberger (2011) liegt das Vegetationsende im Kalenderjahr dann vor, wenn an 10 Tagen die Tagesdurchschnittstemperatur unter 5 °C liegt. In diesen 10 Tagen müssen auch 5 Tage ein Temperaturmittel von unter 5 °C (müssen nicht hintereinanderliegen) aufweisen und innerhalb der 10 Tage muss ein Tag mit einem Frostereignis (Temperaturminimum an einem Tag von unter -1 °C) vorliegen. Dieser Tag definiert dann das Vegetationsende.

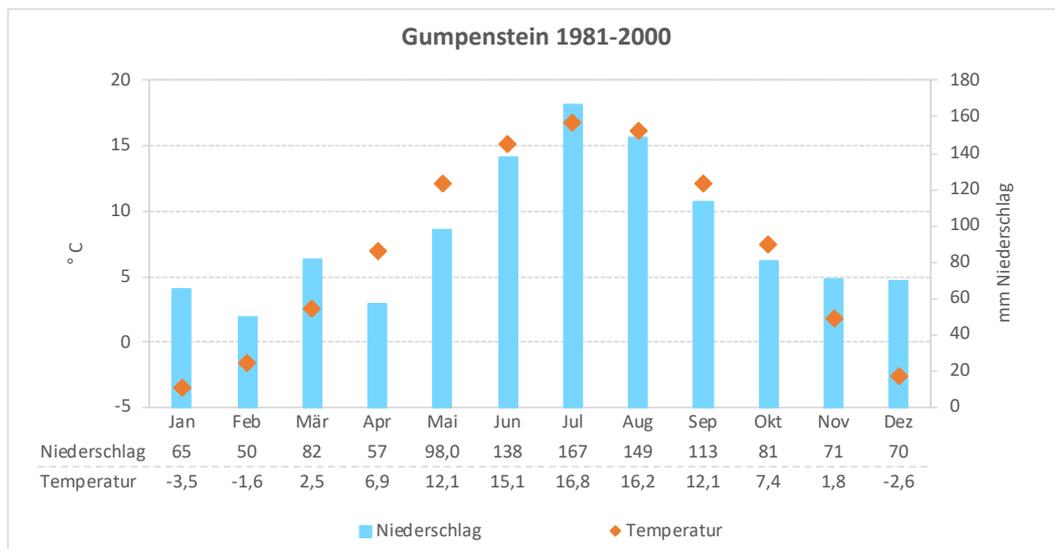


Abbildung 2: Langjähriges Mittel für Temperatur und Niederschlag je Monat am Standort der Wetterstation in Irdning/Gumpenstein (Quelle ZAMG)

Tabelle 2: Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlagsmenge für den Zeitraum 2007-2016 am Standort der Wetterstation in Irdning/Gumpenstein (Quelle ZAMG)

Jahr	Temperatur	Niederschlag	Vegetationsbeginn	Vegetationsende	Vegetationsdauer
2007	8,9	1.287	04.03.	19.10.	229
2008	8,9	987	29.03.	13.11.	229
2009	8,6	1.132	31.03.	15.10.	198
2010	7,7	988	18.03.	24.10.	220
2011	8,8	981	12.03.	12.11.	245
2012	8,5	1.261	12.03.	28.10.	230
2013	8,5	1.035	09.04.	19.11.	224
2014	9,7	982	07.03.	28.11.	266
2015	9,3	963	16.03.	23.11.	252
2016	9,1	1.088	26.03.	01.11.	220

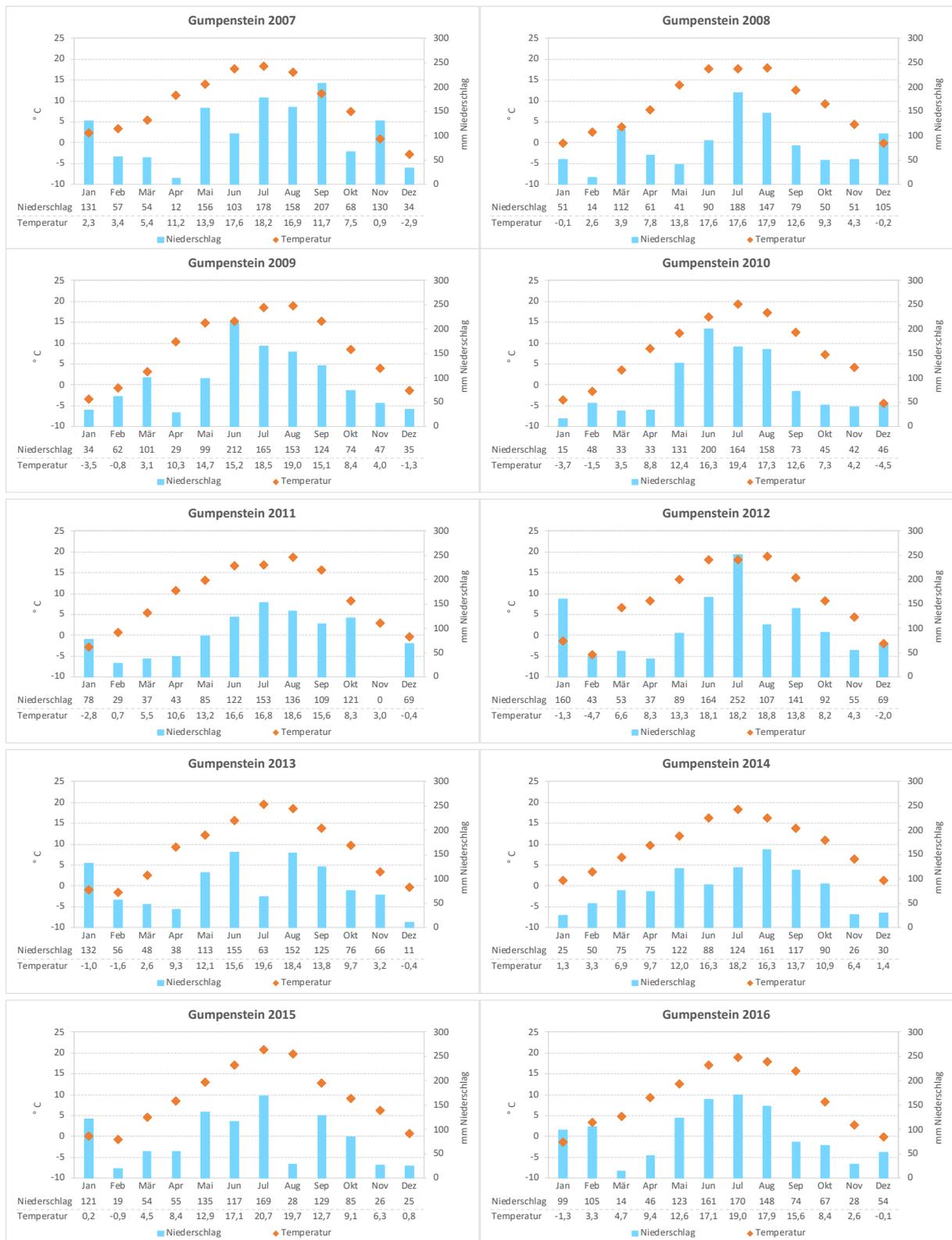


Abbildung 3: Durchschnittliche Monatstemperatur und monatliche Niederschläge für den Zeitraum 2007-2016 am Standort der Wetterstation in Irdning/Gumpenstein (Quelle ZAMG)

Die kälteste Monatsmitteltemperatur wurde mit  $-4,7\text{ °C}$  im Februar 2012 gemessen und die höchste mit  $20,7\text{ °C}$  im Juli 2015 (Abbildung 3). Im Versuchsjahr 2014 wurde keine Monatsmit-

teltemperatur unter 0 °C verzeichnet. Auch andere Jahre erreichten nur in einem Kalendermonat ein Temperaturmittel von unter 0°C (2007 und 2015). Bei den Niederschlagssummen wurde die höchste Monatssumme mit 252 mm im Juli 2012 festgestellt, was 20 % des Jahresniederschlags entsprach. Auf der anderen Seite des Extrems lag der November 2011, wo kein einziges Niederschlagsereignis auftrat. Im Vergleich zu den übrigen Monaten wurde in beinahe allen Versuchsjahren ein niederschlagsarmer Frühling festgestellt (Abbildung 3).

### 9.3 Standorte, Versuchsanlagen und Düngung

#### 9.3.1 Bio-Mähweide

Der Versuch **Bio-Mähweide** (2007-2013) wurde am 1,76 ha großen Stallfeld des Bio-Instituts durchgeführt (Abbildung 1). Bis 2006 wurde diese Fläche wie eine landesübliche Mähweide mit einer einmaligen Schnittnutzung im Frühling genutzt. Dabei erfolgte im Anschluss an die Schnittnutzung eine Beweidung mit Milchvieh nach dem System der traditionellen Portionsweide.

**Tabelle 3: Auflistung und Beschreibung der vier untersuchten Varianten im Versuch Bio-Mähweide (2007-2013)**

<i>Bezeichnung</i>	<i>Nutzung</i>	<i>Kurzbezeichnung</i>	<i>Beschreibung</i>
Variante 1	4-Schnittnutzung/ Kurzrasenweide	<b>SW</b>	jährlicher Wechsel zwischen Schnittnutzung und Kurzrasenweide
Variante 2	4-Schnittnutzung	<b>S</b>	reine Schnittnutzung ohne Beweidung während der Versuchslaufzeit
Variante 3	Mähweide	<b>MW</b>	Durchführung eines ersten Schnittes und anschließende Nutzung als Kurzrasenweide
Variante 4	Kurzrasenweide	<b>KW</b>	reine Nutzung als Kurzrasenweide während der Versuchslaufzeit

Der Bodentyp der Fläche ist eine Felsbraunerde von mittlerer Gründigkeit und besitzt in den oberen 10 cm Feinboden einen pH-Wert von 5,9, einen Humusgehalt von 8,5 % und einem Tongehalt von 18 %. Die nach Süden ausgerichtete, leicht geneigte Fläche liegt auf einer Seehöhe von ca. 680 m (Versuchskordinaten Breite 47° 30' 60'' N und Länge 14° 04' 20'').

Mit Beginn des Versuches im Jahr 2007 wurde die Fläche als intensive Kurzrasenweide genutzt. Auf der Fläche wurden vorab keine Nachsaaten durchgeführt und die beiden bestandbildenden Arten waren *Festuca pratensis* und *Trifolium repens*. Vor Beginn der Beweidung im Frühling wurde die Parzellenanlage als einfaktorielle, randomisierte Blockanlage in vierfacher Wiederholung auf der Dauerweidefläche eingemessen (Abbildung 4). Jede Parzelle wies eine Größe von 5 mal 15 m auf und wurde der Länge nach in zwei Teile gegliedert (Abbildung 4). Im oberen Bereich der Parzelle war die Position der Fläche für die botanische Erhebung und im unteren Bereich jene zur Ertragsfeststellung. Dabei waren jene Varianten, die geschnitten wurden (im

jeweiligen Versuchsjahr oder nur zum ersten Schnitt), mit einem Elektrozaun eingezäunt und die beweideten Varianten hatten jeweils zwei Weidekörbe im Ernteteil der Parzelle aufgestellt. Diese wurden nach jeder Ernte zwischen zwei Positionen hin und her gewechselt (Erntefläche 1 und 2, Abbildung 4). Getestet wurden vier unterschiedliche Nutzungsformen, von der reinen Schnittnutzung bis zur permanenten Kurzrasenweide (Tabelle 3). Die vier untersuchten Varianten bildeten dabei übliche Nutzungen des Dauergrünlandes im Alpenraum ab. Die 4-Schnittnutzung (Variante 2) und die Kurzrasenweide (Variante 4) waren dabei die zwei gegensätzlichsten Flächennutzungsformen. Die Mähweidenutzung (Variante 3) und der jährlichen Wechsel von Schnitt- und Weidenutzung (Variante 1, beginnend 2007 als Schnittnutzung) stellen einen Übergang zwischen den Varianten 2 und 4 dar. Die Weidenutzung wurde dabei in den Parzellen simuliert. Bis auf die Schnittparzellen wurden zwar alle anderen Parzellen als Kurzrasenweide über die Milchkühe des Betriebes genutzt, jedoch erfolgte die Ertragsfeststellung innerhalb von Weidekörben. So war der Bereich des Weidekorbes vom Aufstellen bis zur Ernte (nach 3-4 Wochen) nicht beweidet. Nach der Ernte wurde der Weidekorb in der Parzelle versetzt.

Alle vier Varianten waren jeweils in einem Wiederholungsblock zusammengefasst und die Blöcke hatten zueinander einen Abstand von 10 m. Dabei waren die vier Varianten in jedem Block randomisiert. Die Position der Varianten innerhalb eines jeden Blockes wurden von 1 bis 4 durchnummeriert und als Versuchsspalte bezeichnet, welche im statistischen Modell, neben dem Wiederholungsblock, als zufälliger Effekt aufgenommen wurde (Abbildung 4).

Zur Düngung der Parzellen wurde die hofeigene Rindergülle verwendet und vor jedem Ausbringtermin wurde eine Analyse des Stickstoff-, Phosphor und Kaliumgehaltes im chemischen Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Das Ergebnis der Untersuchungen wurde dafür verwendet, die je Variante veranschlagten Stickstoff  $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$  in Mengen Rindergülle umzurechnen und auf den Parzellen auszubringen (Tabelle 4). Die in der Analyse ermittelten Werte für Phosphor und Kalium ergaben sich somit als Folge der vorab definierten Stickstoffmenge. Die Düngung selbst wurde auf den Parzellen mittels eigens konstruierter Gülle-Gießkannen durchgeführt. Diese handelsüblichen Metall-Gießkannen verfügten über einen Prallteller, wodurch die Gülle möglichst gleichmäßig auf den Parzellen verteilt wurde. Die jährliche Stickstoffmenge wurde im reinen Schnittsystem (Variante 2) mit  $130 \text{ kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$  begrenzt. Bei den übrigen zumindest zeitweilig beweideten Varianten wurde der Stickstoffanfall über die Ausscheidungen der Weidetiere kalkuliert (Starz und Steinwidder, 2007) und der Rest auf  $130 \text{ kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$  als zusätzliche Güllegabe einmalig im Frühling gedüngt (Tabelle 5). Tabelle 5 stellt zusammenfassend die wesentlichen pflanzenbaulichen Versuchstätigkeiten mit den jeweiligen Zeitpunkten dar.

## Übersichts-Plan Mähweide

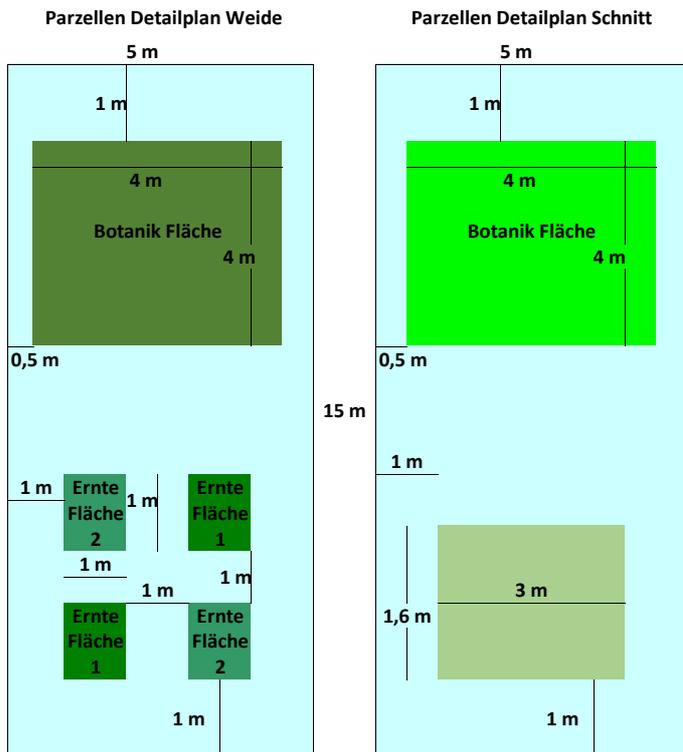
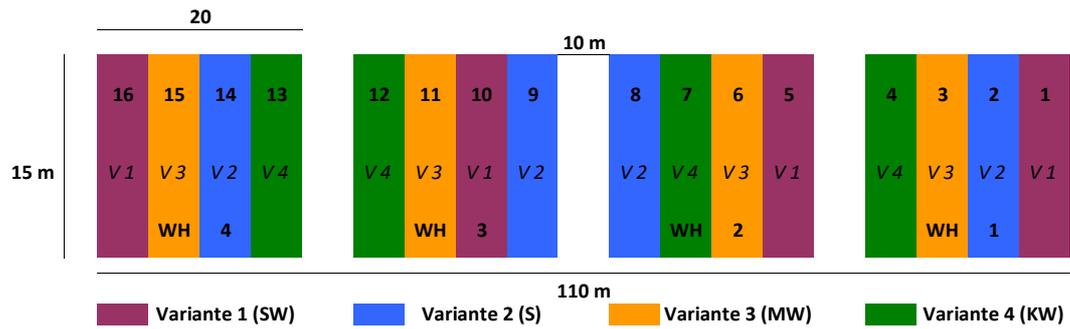


Abbildung 4: Versuchs- und Lageplan der Parzellen im Stallfeld (oben), mit der Position der jeweiligen Varianten in den sechs Versuchsjahren (2007-2013) sowie Detailplan mit den dargestellten Bereichen zur Bonitur- und Ertragsfeststellung in den beweideten bzw. geschnitten Parzellen (links)

Tabelle 4: Ausgebrachte Nährstoffmenge (in kg ha<sup>-1</sup>) für Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) über Gülle je Variante und Versuchsjahr (2007-2013)

Zeitpunkt	Nährstoff	Variante 1 (SW)		Variante 2 (S)	Variante 3 (MW)	Variante 4 (KW)
		Weide	Schnitt			
Frühling	N	15	30	30	30	15
	P	6	12	12	12	6
	K	15	30	30	30	15
1. Schnitt	N	0	40	40	0	0
	P	0	5	5	0	0
	K	0	25	25	0	0
2. Schnitt	N	0	35	35	0	0
	P	0	7	7	0	0
	K	0	39	39	0	0
3. Schnitt	N	0	25	25	0	0
	P	0	6	6	0	0
	K	0	40	40	0	0
Summe a <sup>-1</sup>	N	15	130	130	30	15
	P	6	30	30	12	6
	K	15	133	133	30	15

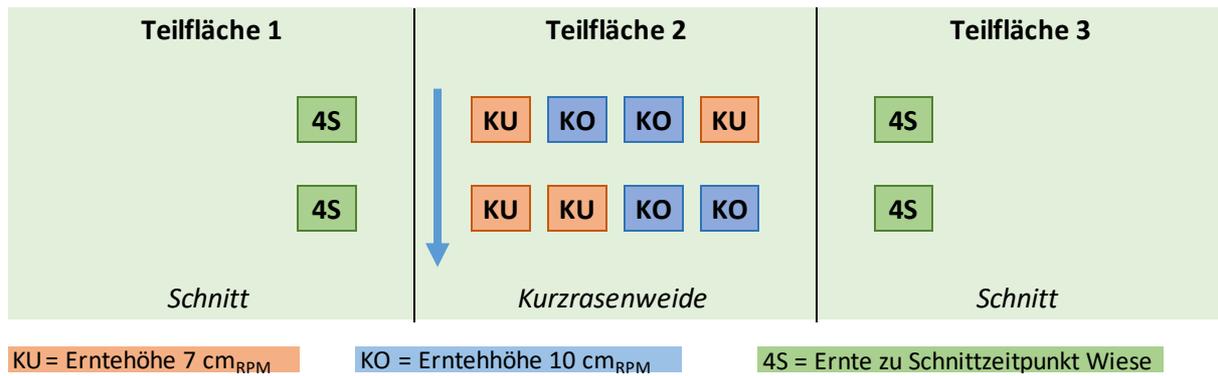
Tabelle 5: Übersicht der in den einzelnen Versuchsjahren durchgeführten Maßnahmen sowie Informationen zur Vegetations- und Weidezeit in jedem Jahr auf der Versuchsfläche

		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ernte u. Artengruppenbestimmung	Weide							
	1. Aufwuchs	27.Apr	07.Mai	06.Mai	30.Apr	28.Apr	03.Mai	
	2. Aufwuchs	21.Mai	02.Jun	27.Mai	26.Mai	26.Mai	30.Mai	
	3. Aufwuchs	14.Jun	24.Jun	25.Jun	17.Jun	21.Jun	20.Jun	
	4. Aufwuchs	11.Jul	15.Jul	27.Jul	13.Jul	12.Jul	12.Jul	
	5. Aufwuchs	13.Aug	11.Aug	26.Aug	10.Aug	03.Aug	08.Aug	
	6. Aufwuchs	18.Sep	03.Sep	23.Sep	08.Sep	05.Sep	18.Sep	
	7. Aufwuchs	16.Okt	21.Okt	29.Okt	21.Okt	25.Okt	18.Okt	
	Schnitt							
	1. Aufwuchs	21.Mai	29.Mai	04.Jun	26.Mai	18.Mai	21.Mai	
	2. Aufwuchs	16.Jul	15.Jul	27.Jul	08.Jul	12.Jul	05.Jul	
	3. Aufwuchs	03.Sep	08.Sep	15.Sep	23.Aug	29.Aug	23.Aug	
	4. Aufwuchs	16.Okt	21.Okt	29.Okt	21.Okt	18.Okt	18.Okt	
Artenbonitur	Weide+Schnitt	20.Mai			25.Mai			16.Mai
Düngung	Weide							
	Frühjahr	03.Apr	01.Apr	17.Apr	15.Apr	06.Apr	12.Apr	12.Apr
	Schnitt							
	Frühjahr	03.Apr	01.Apr	17.Apr	15.Apr	06.Apr	12.Apr	12.Apr
	1. Aufwuchs	29.Mai	09.Jun	05.Jun	14.Jun	01.Jun	29.Mai	
	2. Aufwuchs	18.Jul	06.Aug	03.Aug	27.Jul	06.Jun	17.Jul	
	3. Aufwuchs	13.Sep	18.Sep	29.Sep	14.Sep	05.Sep	27.Aug	
Vegetationsbeginn	Frühjahr	04.Mär	29.Mär	31.Mär	18.Mär	12.Mär	12.Mär	
Weidebeginn		09.Apr	14.Apr	18.Apr	09.Apr	01.Apr	03.Apr	
Weideende	Herbst	20.Okt	29.Okt	25.Okt	26.Okt	25.Okt	27.Okt	
Vegetationsende		19.Okt	13.Nov	13.Okt	24.Okt	12.Nov	28.Okt	
Weidetage		54	61	64	66	72	75	
Ø Weidestunden d <sup>-1</sup>		10,5	11,4	10,7	10,9	10,5	10,2	

### 9.3.2 Bio-Weidesysteme

Für den Versuch Bio-Weidesysteme standen drei als Kurzrasenweide genutzte Teilflächen des Bio-Instituts zur Verfügung (Abbildung 1). Dabei handelte es sich um das Beifeld (Versuchskoordinaten Breite 47° 31' 01'' N und Länge 14° 04' 34'' E), das bereits oben beschriebene Stallfeld (Versuchskoordinaten Breite 47° 30' 60'' N und Länge 14° 04' 20'' E) und das Querfeld (Versuchskoordinaten Breite 47° 30' 55'' N und Länge 14° 4' 19'' E). Vor Versuchsbeginn wurden das Beifeld und das Stallfeld (mit Ausnahme des Teilbereiches für den Versuch Bio-Mähweide) als Dauerweide (in Form von Kurzrasenbeweidung) genutzt. Über einen Zeitraum von 10 Jahren wurden auf diesen beiden Flächen jährlich durchschnittlich 10 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> Grassaatgut (hauptsächlich Sorten von *Lolium perenne* und *Poa pratensis*) nachgesät. Das Querfeld wurde vor Versuchsbeginn in erster Linie als Schnittwiese genutzt, welche nach dem zweiten Aufwuchs meist für die Beweidung (in Folge des höheren Flächenbedarfs bei fortschreitender Vegetation) herangezogen wurde. Auf dieser Fläche erfolgten in den 10 Jahren davor lediglich zwei Nachsaaten mit jeweils 10 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (übliche Nachsaatmischungen für Vielschnittwiesen).

### Versuchsjahr 2015 am Stallfeld (SF)



→ = Richtung in der die Weidekörbe sowie die Flächen in den Schnittvarianten, nach jeder Ernte, weiterrückten

Abbildung 5: Beispiel der Randomisation des Versuches auf der Fläche Stallfeld im Versuchsjahr 2015

Wie bereits im vorangegangenen Versuch für das Stallfeld beschrieben, kann der Boden des Beifelds und des Querfelds, genau wie der des Stallfelds, als Felsbraunerde von mittlerer Grün- digkeit, mit einem pH-Wert von 5,9, einem Humusgehalt von 8,5 % und einem Tongehalt von 18 % charakterisiert werden.

Dieser Versuch war so aufgebaut, dass jede Fläche in drei gleich große Teilstücke gegliedert wurde (Abbildung 1). Dabei wurden immer zwei Teile als 4-Schnittwiese und das dritte Teilstück als Kurzrasenweide genutzt (Abbildung 5). Diese in Summe drei Kurzrasenweide-Teilflächen wurden in der Weideperiode von sieben Bio-Milchkühen des Betriebes rotierend bestoßen. Um das abnehmende Graswachstum im Laufe der Vegetationsperiode zu kompensieren, wurde die Fläche für die Weidekühe am Querfeld entsprechend vergrößert. Das Futter der Schnittwiesen wurde in Rundballen siliert und in den Wintermonaten an 14 Milchkühe im Stall im Rahmen eines Fütterungsversuches vorgelegt. Dieser Teilbereich wurde in einem eigenen Abschlussbe- richt für das Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) sowie in einer wis- senschaftlichen Publikation getrennt bearbeitet und wird im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt (Steinwider *et al.*, 2018a, Steinwider *et al.*, 2018b).

Sowohl die Schnitt- als auch die Kurzrasenweide-Teilflächen innerhalb der drei Versuchsflächen wurden jährlich gewechselt und jedes Jahr wurde somit ein anderes der jeweils drei Segmente beweidet (Abbildung 1, Abbildung 5 und Tabelle 7).

Auf den Kurzrasenweideflächen waren immer jeweils acht Weidekörbe in zwei Reihen zu je vier Körben positioniert (Abbildung 5). Mit diesen wurde hier das System Kurzrasen- und Koppel- weide simuliert und jede der beiden Varianten wurde vierfach wiederholt. Zur Simulation der

beiden Weidesysteme wurden zwei unterschiedliche Ernte-Aufwuchshöhen miteinander verglichen. Dabei kam eine niedrige Ziel-Aufwuchshöhe von 7 cm (Simulation Kurzrasenweide **KU**) und eine Höhe von 10 cm (Simulation Koppelweide **KO**) zur Anwendung. Die Simulierung der Weidenutzung erfolgte ident, wie bereits beim Versuch Bio-Mähweide beschrieben. Zur Festlegung des jeweiligen Erntetermins wurde die Weide-Aufwuchshöhe mit Hilfe eines Meterstabes durchgeführt, wobei die Messung durch den Weidekorb an 10 *Trifolium repens* Pflanzen erfolgte. Wurde im Mittel aller Weidekörbe die jeweilige Zielhöhe der Variante erreicht, erfolgte die Beerntung dieser Weidekörbe. Nach der Beerntung der jeweiligen Variante wurden die Weidekörbe neu positioniert (die Randomisation für jede Fläche wurde im selben Jahr beibehalten). Somit bewegte sich die komplette Versuchsanlage zeitversetzt (unterschiedliche Erntezeitpunkte für **KU** und **KO**) auf der jeweiligen Teilfläche in einer Richtung weiter (Abbildung 5).

**Tabelle 6: Auflistung und Beschreibung der untersuchten Varianten sowie der drei Flächenstücke im Versuch Bio-Weidesysteme (2014-2016)**

<i>Bezeichnung</i>	<i>Nutzung</i>	<i>Variante</i>	<i>Beschreibung</i>
Variante 1	Kurzrasenweide	<b>KU</b>	Simulation mit Ernte bei Aufwuchshöhe von durchschnittlich 7 cm in den Weidekörben zu 8 Terminen/Jahr
Variante 2	Koppelweide	<b>KO</b>	Simulation mit Ernte bei Aufwuchshöhe von durchschnittlich 10 cm in den Weidekörben zu 6 Terminen/Jahr
Variante 3	4-Schnittnutzung	<b>4S</b>	4 Schnitte/Jahr zum jeweils landesüblichen Schnittzeitpunkt
Beifeld	Weide- bzw. Schnittnutzung	<b>BF</b>	Dauergrünlandfläche des Betriebes
Querfeld	Weide- bzw. Schnittnutzung	<b>QF</b>	Dauergrünlandfläche des Betriebes
Stallfeld	Weide- bzw. Schnittnutzung	<b>SF</b>	Dauergrünlandfläche des Betriebes

Die dritte geprüfte Versuchsvariante stellte die 4-Schnittnutzung dar. Dazu wurden in jedes der zwei Schnittwiesenteile eines Flächenstückes zwei Ernteparzellen (**4S**) gelegt. Dadurch ergab sich auf jedem der drei Flächenstücke eine randomisierte Anlage mit zwei Zeilen und sechs Spalten (Abbildung 5 und Tabelle 6). Diese Informationen (Zeile und Spalte) wurden im statistischen Modell als zufällige Effekte berücksichtigt.

Variante **4S** im Versuch **Bio-Weidesysteme** war von der Nutzung her ident mit der Variante **S** im Versuch **Bio-Mähweide** und Variante **KU** kann mit der Variante **KW (Bio-Mähweide)** gleichgesetzt werden. Der einzige Unterschied bestand darin, dass Variante **KW** siebenmal und Variante **KU** achtmal in der Vegetationsperiode geschnitten wurde.

Tabelle 7: Randomisation der Nutzung auf den Teilflächen einer jeden Versuchsfläche (BF, QF und SF) im jeweiligen Versuchsjahr (2014-2015)

Versuchsfläche	Versuchsjahr	Teilfläche 1	Teilfläche 2	Teilfläche 3
Beifeld (BF)	2014	Schnittnutzung	Weidenutzung	Schnittnutzung
	2015	Schnittnutzung	Schnittnutzung	Weidenutzung
	2016	Weidenutzung	Schnittnutzung	Schnittnutzung
Querfeld (QF)	2014	Weidenutzung	Schnittnutzung	Schnittnutzung
	2015	Schnittnutzung	Schnittnutzung	Weidenutzung
	2016	Schnittnutzung	Weidenutzung	Schnittnutzung
Stallfeld (SF)	2014	Schnittnutzung	Schnittnutzung	Weidenutzung
	2015	Schnittnutzung	Weidenutzung	Schnittnutzung
	2016	Weidenutzung	Schnittnutzung	Schnittnutzung

Die Düngung aller Versuchsflächen erfolgte für alle Nutzungen nach demselben Schema. In erster Linie erfolgte die Düngung über Gülle, die mit einem 4.000 Liter Güllefasces mittels Prallteller (Möscha-Verteiler) auf jeder Teilfläche ausgebracht wurde (Tabelle 8). Im Herbst wurden alle Teilflächen einheitlich mit der festgesetzten Stickstoffmenge über Kompost gedüngt. Die Weideflächen (Teilfläche Weidenutzung) wurden der Reihe nach im Juni mit verdünnter Gülle (mit Regenwasser im Verhältnis 1:1), entsprechend 20 kg N ha<sup>-1</sup> (in etwa 10 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) gedüngt. Diese Düngung auf den Weideflächen erfolgte in einer Niederschlagsperiode, im Anschluss daran wurde die gedüngte Teilfläche für zumindest 5 Tage nicht beweidet. Vor jedem Ausbringtermin wurde eine Analyse des Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumgehaltes des jeweiligen Wirtschaftsdüngers (Gülle und Mistkompost) im chemischen Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die analysierten Stickstoffgehalte und Einsatzmengen ergaben die festgesetzten Ausbringmengen entsprechend den Versuchsvorgaben und die Werte für Phosphor und Kalium ergaben sich als Folge dieser definierten Stickstoffmenge (Tabelle 8).

Tabelle 8: Ausgebrachte Nährstoffmenge (in kg ha<sup>-1</sup>) für Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) über Gülle bzw. Mistkompost (ausschließlich zum Zeitpunkt Herbst) je Nutzungsform (Schnitt- oder Weidenutzung) auf den Teilflächen pro Versuchsjahr (2014-2016)

Nutzung	Nährstoff	Frühling	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	Herbst	Summe
Schnittnutzung	N	30	40	40	40	20	<b>170</b>
	P	6	9	7	7	18	<b>46</b>
	K	38	56	49	49	51	<b>243</b>
Weidenutzung	N	30	0	20	0	20	<b>70</b>
	P	6	0	4	0	18	<b>28</b>
	K	38	0	29	0	51	<b>118</b>

Tabelle 9 stellt zusammenfassend die wesentlichen pflanzenbaulichen Versuchstätigkeiten mit den jeweiligen Zeitpunkten dar.

Tabelle 9: Übersicht der in den einzelnen Versuchsjahren durchgeführten Untersuchungsmaßnahmen sowie Informationen zur Vegetations- und Weidezeit in jedem Jahr auf den Versuchsflächen

	KU	2014	2015	2016
Ernte, Wuchshöhe- und LAI-Messung sowie Bonitur der Artenzusammensetzung	1. Aufwuchs	23.Apr	28.Apr	15.Apr
	2. Aufwuchs	19.Mai	18.Mai	10.Mai
	3. Aufwuchs	18.Jun	10.Jun	03.Jun
	4. Aufwuchs	08.Jul	30.Jun	27.Jun
	5. Aufwuchs	29.Jul	20.Jul	20.Jul
	6. Aufwuchs	25.Aug	07.Aug	17.Aug
	7. Aufwuchs	30.Sep	26.Aug	12.Sep
	8. Aufwuchs	29.Okt	27.Okt	24.Okt
	KO			
	1. Aufwuchs	30.Apr	06.Mai	26.Apr
	2. Aufwuchs	28.Mai	28.Mai	03.Jun
	3. Aufwuchs	25.Jun	30.Jun	01.Jul
	4. Aufwuchs	22.Jul	31.Jul	29.Jul
	5. Aufwuchs	25.Aug	01.Sep	01.Sep
	6. Aufwuchs	29.Okt	27.Okt	24.Okt
	Schnitt			
	1. Aufwuchs	05.Mai	06.Mai	09.Mai
	2. Aufwuchs	16.Jun	06.Jun	22.Jun
	3. Aufwuchs	06.Aug	04.Aug	03.Aug
	4. Aufwuchs	17.Sep	16.Sep	13.Sep
Düngung	Weide			
	Frühling	04.Mär	24.Mär	02.Mär
	2. Aufwuchs	26.Mai	08.Jun	
	Herbst	04.Nov	28.Okt	
	Schnitt			
	Frühling	04.Mär	24.Mär	02.Mär
	1. Aufwuchs	07.Mai	13.Mai	11.Mai
	2. Aufwuchs	20.Jun	29.Jun	25.Jun
	3. Aufwuchs	11.Aug	10.Aug	05.Aug
	Herbst	04.Nov	28.Okt	
Vegetationsbeginn	Frühjahr	07.Mär	16.Mär	26.Mär
Weidebeginn		09.Apr	22.Apr	11.Apr
Weideende	Herbst	31.Okt	23.Okt	03.Nov
Vegetationsende		28.Nov	23.Nov	01.Nov
Weidetage		205	171	196
Ø Weidestunden d <sup>-1</sup>		17,1	18	17,5

#### 9.4 Bonituren des Pflanzenbestandes

Für die Bonitur der Pflanzenbestände wurde die Methode der wahren Deckung (Schechtner, 1958) herangezogen. Bei der wahren Deckung erfolgt für jede Pflanzenart eine Schätzung der von Pflanze bewachsenen Bodenoberfläche. Diese in Flächenprozent, bezogen auf 1 m<sup>2</sup> Bodenoberfläche, erfassten Anteile können dabei in Summe maximal 100 % erreichen. Dabei fließen auch die Lücken (sichtbarer offener Boden) in Prozent ein. Bei der Darstellung und Interpretation der Ergebnisse werden in der vorliegenden Arbeit die Flächenprozent als Einheit % angegeben. Die Beurteilung der Artenzusammensetzung erfolgte einerseits auf Artengruppen- und andererseits auch auf Artenebene. Bei der Artengruppenschätzung wurde neben dem Lückenanteil der Gräser, Leguminosen und der Anteil der übrigen Kräuter erhoben. Dabei wurde zuerst der Anteil an Lücken ermittelt, gefolgt von den Leguminosen und in weiter Folge die

Summe der Kräuter. Der Rest auf 100 % ergab somit rechnerisch die Gräser. Bei der Einschätzung der einzelnen Arten wurde wieder nach demselben Prinzip vorgegangen und zuerst jene Arten mit der geringsten Flächendeckung bestimmt. Damit die Konzentration hauptsächlich auf die optische Bewertung des Bestandes gelegt werden konnte, wurde eine mit Formeln versehene Exceldatei angelegt. Die Eintragung der ermittelten Artengruppen bzw. Arten wurde auf einem iPad durchgeführt.

Im Versuch **Bio-Mähweide** wurden die Bestände mit ihren einzelnen Arten im Frühling 2007, 2010 und 2013, kurz vor dem Zeitpunkt des ersten Schnittes (Tabelle 5), bonitiert. Dazu war in jeder Parzelle (oberen Parzellenbereich) eine 16 m<sup>2</sup> große Fläche vorgesehen (Abbildung 4).

Im Versuch **Bio-Weidesysteme** wurden die im Bio-Mähweideversuch gewonnenen Erkenntnisse weiter optimiert und in den drei Jahren vor jeder Ernte (Tabelle 5 und Tabelle 9) der jeweiligen Variante der gesamte Pflanzenbestand nach der wahren Deckung bonitiert.

## 9.5 Feststellung von Mengenertrag, Blattflächenindex und Graszuwachs

Für die Messung der Erträge wurden im Versuch **Bio-Mähweide** zwei unterschiedliche Ernteverfahren angewandt. Die als Schnittnutzung vorgesehenen Varianten (**S**, **SW** in jedem zweiten Jahr und **MW** nur bis zum 1. Schnitt) wurden mittels Elektrozaun von der Beweidung durch die Tiere ausgeschlossen (Tabelle 3 und Abbildung 4). Dabei wurde immer die gesamte Parzelle ausgezäunt. Die Ernte der Aufwüchse erfolgte in allen Varianten mit einem Einachsmäher, wobei die eingestellte Schnitthöhe 5 cm und die Mähbreite 160 cm betrug. Für die Ertragsfeststellung wurde der Bestand in der Parzelle über eine Länge von 3 m abgemäht. Die Zeitpunkte des jeweiligen Schnittes wurden nach den Nutzungsterminen des Versuchsbetriebes gewählt und jedes Jahr an die Entwicklung der Bestände (Ähren-Rispen-Schieben) angepasst (Tabelle 9). Das Schnittgut der definierten Fläche wurde schonend auf eine Kunststoffplane gereicht und danach mittels Hängewaage direkt auf der Fläche sofort der Frischmasseertrag erfasst. Von dieser Pflanzenbiomasse wurde eine Mischprobe (500-1.000 g), unmittelbar nach der Wiegung, in einen Kunststoff sack gefüllt, um so den Wasserverlust zu verhindern. Anschließend wurden umgehend aus dieser Mischprobe zwei Proben für die Ermittlung des Trockenmassegehaltes (TM) eingewogen und bei 105 °C über 48 Stunden in einem Umluft-Trockenschrank auf Gewichtskonstanz getrocknet. Der übrige Teil der frischen Mischprobe gelangte zur schonenden Trocknung (45 °C) in das chemische Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Diese schonend getrockneten Proben dienten der nasschemischen Bestimmung der Futterinhaltsstoffe (siehe nächstes Kapitel).

Zur Ertragsfeststellung in den beweideten Weide-Varianten (**KW**, **SW** in jedem zweiten Jahr und **MW** nach dem 1. Schnitt) wurden je Versuchsparzelle zwei Weidekörbe positioniert. Diese hatten eine Grundfläche von 1 m<sup>2</sup> und waren als Würfel (1 m<sup>3</sup>) mit einem feinmaschigen Gitter umspannt. Die Fixierung der Körbe auf der Fläche erfolgte durch 20 cm lange Dornen (an den vier Ecken der Grundfläche), die in den Boden gedrückt wurden. Der Mähzeitpunkt wurde mittels regelmäßiger Messung an 10 *Trifolium repens* Pflanzen in den Weidekörben (Meterstab)

ermittelt. Sobald ein durchschnittlicher Aufwuchs von 14 cm in den Weidekörben erreicht war, erfolgte die Nutzung des Aufwuchses. Dies führte zu sieben Ernten in den Varianten **KW** bzw. **SW** (in den Versuchsjahren 2008, 2010 und 2012) und zu fünf in Variante **MW** (1. Ernte Schnitt- und danach Weidesimulation). Bevor die Weidekörbe an einer neuen Stelle in der Parzelle positioniert wurden (abwechselnd zwischen Erntefläche 1 und 2; siehe Abbildung 4), erfolgte zuerst ein „Vor-Abmähen“ (mittels Einachsmäher) der Fläche entsprechend der Erntehöhe von 5 cm. So konnte sichergestellt werden, dass bei der nächsten Mahd in den Weidekörben immer nur jener Zuwachs erfasst wurde, der in der Zeit ab der Weidekorb-Aufstellung wuchs. Bevor die Weidekörbe zur Beerntung abgenommen wurden, erfolgte ein Abmähen des Aufwuchses rund um die Weidekörbe mittels Handgartenscheren. Nach Abnahme der Körbe wurde der auf dem 1 m<sup>2</sup> stehende Aufwuchs eines jeden Weidekorbes getrennt mit dem Einachsmäher bei einer Schnitthöhe von 5 cm abgemäht und das Erntegut jeweils in Kübeln gesammelt. Die Frischmasseerträge wurden, ebenfalls wie das Probenmaterial aus der Schnittnutzung, direkt auf der Fläche mittels Hängewaage erfasst. Dadurch ergaben sich je Parzelle immer zwei Frischmasse-Ertragsfeststellungen. Im Anschluss wurde das Erntegut der beiden Weidekörbe zu einer Mischprobe (500-1.000 g in Kunststoffstoffsack) zusammengefügt. Danach erfolgte dieselbe Probenbehandlung, wie bereits oben beschrieben wurde.

Im Versuch **Bio-Weidesysteme** wurden die Erfahrungen aus dem vorangegangenen Bio-Mähweide-Versuch etwas erweitert und die Methode der Beerntung angepasst. Bei den Schnittparzellen (**4S**) erfolgte die Ernte zum Zeitpunkt des Ähren-Rispen-Schiebens (Tabelle 9) entsprechend den Vorgaben des Systemvergleich-Versuchs mit den Milchkühen (Steinwider *et al.*, 2018a, Steinwider *et al.*, 2018b). Es wurden je Teilfläche zwei Erntestreifen (1,5 x 4 m) mittels Einachsmäher auf einer Schnitthöhe von 5 cm abgemäht. Die Wiegung und weitere Bearbeitung der Proben erfolgte nach derselben Vorgangsweise, wie sie oben für den Versuch Bio-Mähweide bereits ausführlich beschrieben wurde.

Zur Beprobung der beiden simulierten Weidevarianten (**KU** und **KO**) wurde der Zeitpunkt der Ernte anhand der definierten Zielaufwuchshöhe (Tabelle 6) bestimmt. Dadurch ergaben sich in jedem Versuchsjahr für Variante **KU** acht und für Variante **KO** sechs Nutzungen. Bevor die Beerntung der 1 m<sup>2</sup> großen Weidekörbe erfolgte, wurde das Futter an der Außenseite der Körbe, wie beim Versuch Bio-Mähweide, mittels Handgartenschere eingekürzt. Nach Abnahme des jeweiligen Weidekorbs erfolgte zuerst die Messung des Blattflächenindex mit dem Gerät AccuPAR LP-80 an der Bodenoberfläche (= Bestandeshöhe 0 cm). Der Blattflächenindex bzw. Leaf Area Index (LAI) beschreibt die photosynthetisch aktive Blattmasse in m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> Grundfläche. Die dimensionslose Zahl gibt auch Auskunft darüber, wie dicht die Bestände waren. Zur Messung wurde der 1 m lange Messstab an fünf Stellen des Aufwuchses auf den 1 m<sup>2</sup>-Bereich geschoben und ein Mittelwert aus fünf Messungen je Weidekorb erhoben. Die Messung des Blattflächenindex wurde auch in der Schnittnutzung (**4S**) vor der Ernte durchgeführt. Nach der Ermittlung des LAI wurde auch die aktuelle Futter-Aufwuchshöhe in den Parzellen mittels Filip's electronic

plate meter (RPM) erfasst. Dieses aus Neuseeland stammende Weide-Aufwuchshöhenmessgerät (Plattendurchmesser = 35,5 cm) gilt als standardisiertes Instrument zur Messung der durchschnittlichen Wuchshöhe auf Weideflächen. Je Parzelle (1 m<sup>2</sup>) wurden 10 Messungen vorgenommen und der am Display abgebildete Mittelwert in Clicks (1 Click = 0,5 cm) als durchschnittliche Bestandeshöhe notiert. Nach dieser Messung erfolgte die eigentliche Ernte mit Hilfe von elektrischen Handscheren. Diese hatten standardmäßig einen Gleitbügel, der eine gleichmäßige Schnitthöhe (theoretische Schnitthöhe von 2,5 cm) sicherstellte. Das Erntegut einer jeden Parzelle wurde mit einem Handrechen schonend zusammengefasst und in einem Kübel gesammelt. Der Frischmasseertrag wurde mit einer Hängewaage erfasst. Daraus wurde eine Mischprobe (500-1.000 g) gezogen und in einen Kunststoff sack gefüllt. Im Anschluss erfolgte die rasche Weiterbearbeitung der frischen Proben (TM-Bestimmung bzw. schonende Trocknung), wie oben bereits beschrieben wurde. Auf den abgeernteten Weideparzellen wurden nochmals mit dem RPM (ebenfalls 10 Einzelmessungen je Parzelle) die reale Schnitthöhe bestimmt. Nach der Ernte erfolgte eine Neupositionierung der Weidekörbe auf einer entsprechend vorgemähten Fläche (mit denselben elektrischen Handscheren wie bei der Ernte, theoretische Schnitthöhe 2,5 cm). Dabei wurde die gesamte Versuchsanlage nach einem definierten Plan um fünf Meter weiter gerückt (Abbildung 5). Da die beiden Weide-Versuchsvarianten unterschiedliche Ernte-Wuchshöhen und damit Erntezeitpunkte aufwiesen, rückten die Weidekörbe der Versuchsanlage zeitversetzt weiter. Zu jedem Erntetermin einer Weidevariante wurden jedoch immer alle drei Versuchsflächen (Beifeld, Querfeld und Stallfed) am selben Tag geerntet und beprobt.

Für die Berechnung der Trockenmasse-Zuwächse wurden alle Trockenmasse-Erträge aller Termine einer jeden Variante und für jedes Versuchsjahr herangezogen. Die Berechnungsmethode war im Versuch **Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme** ident. In einem ersten Schritt wurde nach Schaumberger (2011) für das jeweilige Jahr das Datum des Vegetationsbeginns und -endes berechnet. Im Vegetationsverlauf wurden ab Vegetationsbeginn, in einem Abstand von jeweils 28 Tagen, regelmäßige Zwischentermine gesetzt und für diese Termine der aktuelle tägliche Trockenmasse-Zuwachs (in kg TM ha<sup>-1</sup>) für alle Versuchsvarianten errechnet. Dazu wurden die Trockenmasse-Zuwachskurven aus den Ernteerträgen zwischen den jeweiligen Ernteterminen der Versuchsvarianten berechnet und auf die einheitlichen Zwischentermine umgelegt. Zusätzlich wurden auch die gemessenen Niederschlagsmengen zwischen den Terminen aufsummiert.

## 9.6 Feststellung der Futterqualität und Verdaulichkeit des Weidefutters

Die Bestimmung der Futterinhaltsstoffe erfolgte im Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Sowohl im Versuch **Bio-Mähweide** als auch im Versuch **Bio-Weidesysteme** wurde, wie vorhin beschrieben, das frische Erntegut der Parzellen in Kunststoffsäcke gegeben. Dieses Material (500-1.000 g FM) gelangte innerhalb weniger Stunden nach der Ernte in die Trocknungsanlage des Labors, wo das frische Futter über 48 Stunden bei 45 °C schonend getrocknet wurde.

Die Analysen der Inhaltsstoffe erfolgten nach den Methoden der ALVA (1983). Aus dem gemahlene Futter wurden die Rohnährstoffe mittels Weender Analyse (TM, XA, OM, XP, XL, XF und XX) und die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF und ADL) nach Van Soest (1994) mittels Tecator-Geräten analysiert. Für die Bestimmung der Mineralstoffe (P, K, Ca, Mg und Na) und Spurenelemente (Cu, Mn, Zn und Fe) wurde die Rohasche mittels Säurebehandlung aufgeschlossen und am ICP (Inductively Coupled Plasma) bestimmt.

In Folge der Ergebnisse von Schneider und Bellof (2009) erfolgte die Energiebewertung der Weidefutterproben mit Hilfe der GfE-Gleichungen (GfE, 1998). Da für die Energieberechnung zwei unterschiedliche Formeln angegeben werden, wurden für das Weidefutter bei den ersten beiden Aufwüchsen die Formel 1. Aufwuchs ( $14,06 - 0,0137 * XF + 0,00483 * XP - 0,0098 * XA$ ) und ab dem 3. Weideaufwuchs die Formel Folgeaufwüchse ( $12,47 - 0,00686 * XF + 0,00388 * XP - 0,02335 * XA$ ) herangezogen. Damit für alle ausgewerteten Futterproben dieselbe Berechnungsgrundlage verwendet wurde, erfolgte auch die Energiebewertung der Futterproben aus den Schnittparzellen mit Hilfe der GfE-Gleichungen (GfE, 1998).

In den Versuchsjahren 2015 und 2016 wurde zusätzlich die Verdaulichkeit in vitro nach der Zellulase-Methode (ELOS) nach VDLUFA (1976) bestimmt. Die Berechnung der Energie-Konzentration aus ELOS und dem Gehalt an Nährstoffen erfolgte nach dem Berechnungsschema der GfE (2008).

Beim Versuch **Bio-Weidesysteme** wurde von allen drei beweideten Flächen das übrig gebliebene Futter in den Weidekörben gesammelt und frisch tiefgefroren. Aus der daraus gebildeten Mischprobe wurde von jeder der drei Versuchsflächen jeweils ein Drittel an Probenmasse eingewogen. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass das Futter immer im selben Verhältnis von jeder Fläche stammte. Im Herbst 2016 wurden die Proben aufgetaut und sofort schonend getrocknet (45 °C über 48 Stunden, wie bereits oben beschrieben). In jedem Versuchsjahr (2014-2016) ergaben sich somit für die Variante **KU** 8 Proben und für Variante **KO** 6 Proben. Aus dem gemahlene Futter (Mühle mit 2 mm Sieb) wurde zum einen im Labor die Proteinfractionen bestimmt und zum anderen ein in situ-Versuch an drei fistulierten Kühen durchgeführt.

Die Durchführung des in situ-Versuches erfolgte nach dem Schema von Ørskov *et al.* (1980). Dafür wurden Nylon-Säckchen (10 x 20 cm) verwendet, die eine Maschengröße von 50 µm aufwiesen. Diese Säckchen waren an drei Rändern verschweißt und eine Breitseite war zum Befüllen mit dem Futtermittel geöffnet. Bevor das jeweilige Futtermittel eingefüllt wurde, wurde noch eine Ecke abgeschweißt und in das so entstandene Dreieck eine Metallöse eingestanz. Diese diente später zur Befestigung des Futtermittels im Pansen der fistulierten Kühe. Die Wahl der Inkubationsstufen und die eingewogenen Futtermengen orientierten sich an der Masterarbeit von Terler (2013). Für den vorliegenden Versuch wurden sieben Inkubationszeiten gewählt. Die Zeitstufe 0 Stunden diente dabei als Bezugsbasis und die übrigen Inkubationszeiten lagen bei 3, 7, 12, 24, 48, 72 und 96 Stunden Verweildauer der Nylon-Säckchen im Pansen.

Jedes der getesteten Futtermittel sowie jede Zeitstufe war in allen drei fistulierten Kühen vertreten. Die Versuchsdurchführung an den fistulierten Kühen erfolgte von Jänner bis März 2017 im konventionellen Milchviehstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Die Nummern für die 42 Futtermittel (Summe aller Varianten von **KU** und **KO**) wurden randomisiert und die Testung in den Tieren erfolgte von Nummer 1 bis 42. In jeder Versuchswoche konnten vier Futtermittel aller Zeitstufen in jeder der drei fistulierten Kühe getestet werden. Die fistulierten Kühe erhielten zu den in Tabelle 10 angeführten Uhrzeiten eine TMR und wurden auf Erhaltungsbedarf gefüttert. Die TMR setzte sich aus 50 % Grassilage, 30 % Maissilage und 20 % Heu zusammen.

**Tabelle 10: Probenplan der Inkubationsstufen in einer Versuchswoche mit den Zeitpunkten des Einhängens sowie der Entnahme aus dem Pansen (entnommenen Zeitstufen am Montag wurden am Donnerstag bzw. Freitag eingehängt)**

<i>Wochentag</i>	<i>Uhrzeit</i>	<i>Säckchen einhängen</i>	<i>Säckchen entnehmen</i>
Montag	06:00		72 h und 96 h
	10:00		
	14:00		
	18:00		
Dienstag	06:00	3 h, 7 h und 12 h	3 h 7 h 12 h
	10:00		
	14:00		
	18:00		
Mittwoch	06:00	24 h und 48 h	
	10:00		
	14:00		
	18:00		
Donnerstag	06:00	96 h und 0 h	0 h und 24 h
	10:00		
	14:00		
	18:00		
Freitag	06:00	72 h	48 h
	10:00		
	14:00		
	18:00		

Die verschweißten Nylon-Säckchen wurde an der Öse mit einem Kabelbinder versehen, woran das Futtermittel an einen Eisenring montiert wurde. Dieser war mit der Fistel der Kuh verbunden. Bevor die Proben in den Pansen kamen, wurden diese in lauwarmes Wasser getaucht, um eine Befeuchtung und Temperaturangleichung sicherzustellen. Waren alle zu prüfenden Futtermittel und Zeitstufen am Eisenring befestigt, wurde dieser durch die Faserschicht im Pansen gedrückt und so die Futtermittel in den Nylon-Säckchen im Pansensee positioniert. Der genaue Zeitplan des Einhängens und Entnehmens der Proben ist in Tabelle 10 dargestellt.

Nach der vorgesehenen Inkubationszeit erfolgte die Entnahme der Futtermittel über die Pansenfistel. Die Nylon-Säckchen wurden nach der Abnahme vom Eisenring sofort in Eiswasser gegeben, um die mikrobiellen Abbauvorgänge zu beenden. Im Anschluss wurde der noch an den Proben-Säckchen anhaftende Panseninhalt mit kaltem Wasser abgespült. Danach kamen die Säckchen in eine Waschmaschine, wo diese für 30 Minuten mit kaltem Wasser gewaschen wurden. Zur Trocknung kamen diese im Anschluss in den Tiefkühlraum. Nach dem Ende der Ver-

suchsreihe wurden die tiefgefrorenen Nylon-Säckchen auf einem Gitterrost aufgelegt und anschließend über 72 Stunden schonend getrocknet (bei 45 °C, wie bereits oben beschrieben). Im Anschluss erfolgte die Rückwaage der Nylon-Säckchen und danach wurde der Inhalt der Plastikdosen zur weiteren Bearbeitung ins chemische Labor gegeben, wo die TM-, XA-, XP- und NDF-Gehalte analysiert wurden.

Zur Erstellung der ruminalen Abbaukurven für TM, OM, XP und NDF wurden die aus dem in situ-Versuch nach Ørskov *et al.* (1980) gewonnenen Ergebnisse herangezogen. Aus den ermittelten Abbauwerten wurden die Parameter a, b und c nach Ørskov und McDonald (1979) mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate geschätzt. Dabei stellt Parameter a die rasch und vollständig lösliche Fraktion eines Futtermittels, b die potentiell abbaubare Fraktion eines Futtermittels und c die Abbaurate der Fraktion b je Stunde dar.

## 9.7 Statistik

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 als lineares gemischtes Modell (Proc Mixed). Grundsätzlich wurde für beide Versuche (**Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**) ein vergleichbares Modell herangezogen. Die Testung der Daten auf Normalverteilung und Varianzhomogenität erfolgt als graphischer Output (ODS Graphics) eines Allgemeinen Linearen Modell (Proc GLM). Für diesen Test wurden die Residuen herangezogen, die eine Normalverteilung sowie Varianzhomogenität der Daten bestätigten.

Die Spalten und Wiederholungen (wh) sowie deren Wechselwirkung im Versuch **Bio-Mähweide** wurden bei der Auswertung für alle Parameter als zufälliger Effekt (random) angenommen. Beim Versuch **Bio-Weidesysteme** bildeten die Versuchsspalte und die Versuchszeile sowie deren Wechselwirkung die zufälligen Effekte. Für die Auswertung der Parameter aus der in situ-Untersuchung wurde das Versuchstier als zufälliger Effekt im Modell angenommen.

Bei der Auswertung der Pflanzenbestands- und Ertragsdaten (Jahreswerte) bildeten im Versuch **Bio-Mähweide** die Variante ( $Va_i$ ), das Versuchsjahr ( $Ja_j$ ) und deren Wechselwirkung ( $Va_i \times Ja_j$ ) die fixen Effekte.

Das Modell lautet:

$$Y_{ijk} = \mu + Va_i + Ja_j + Va_i \times Ja_j + \alpha_k + \beta_l + \alpha_k \times \beta_l + \varepsilon_{ijklm}$$

$Y_{ijk}$  ... abhängige Variable

$\mu$  ... fixe Konstante

$Va_i$  ... fixer Effekt Variante (**SW**, **S**, **MW** und **KW**)

$Ja_j$  ... fixer Effekt Versuchsjahr (2007-2012)

$\alpha_k$ ... zufälliger Effekt der Versuchsspalte (1-4)

$\beta_l$ ... zufälliger Effekt des Wiederholungsblocks (1-4)

$\varepsilon_{ijklm}$ ... zufallsbedingte Abweichungen

Bei der Auswertung der Trockenmasse-Zuwachsdaten bildeten im Versuch **Bio-Mähweide** die Variante ( $Va_i$ ), der Termin ( $Te_j$ ) das Versuchsjahr ( $Ja_k$ ) und zwei Wechselwirkungen ( $Va_i \times Te_j$  und  $Va_i \times Ja_k$ ) die fixen Effekte.

Das Modell lautet:

$$Y_{ijkl} = \mu + Va_i + Te_j + Ja_k + Va_i \times Te_j + Va_i \times Ja_k + \alpha_l + \beta_m + \alpha_l \times \beta_m + \epsilon_{ijklmn}$$

$Y_{ijkl}$  ... abhängige Variable

$\mu$  ... fixe Konstante

$Va_i$  ... fixer Effekt Variante (**SW, S, MW** und **KW**)

$Te_i$  ... fixer Effekt Termine (1-7)

$Ja_k$  ... fixer Effekt Versuchsjahr (2007-2012)

$\alpha_l$ ... zufälliger Effekt der Versuchsspalte (1-4)

$\beta_m$ ... zufälliger Effekt des Wiederholungsblocks (1-4)

$\epsilon_{ijklmn}$ ... zufallsbedingte Abweichungen

Bei der Auswertung der Futter-Inhaltsstoffdaten bildeten im Versuch **Bio-Mähweide** die Variante ( $Va_i$ ), der Termin ( $Te_j$ ) das Versuchsjahr ( $Ja_k$ ) und zwei Wechselwirkungen ( $Va_i \times Te_j$  und  $Va_i \times Ja_k$ ) die fixen Effekte. Als Co-Variable wurde die Aufwuchshöhe des Weidefutters in das Modell mit aufgenommen.

Das Modell lautet:

$$Y_{ijkl} = \mu + Va_i + Te_j + Ja_k + Va_i \times Te_j + Va_i \times Ja_k + AWH_{ijk} + \alpha_l + \beta_m + \alpha_l \times \beta_m + \epsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  ... abhängige Variable

$\mu$  ... fixe Konstante

$Va_i$  ... fixer Effekt Variante (**SW, S, MW** und **KW**)

$Te_i$  ... fixer Effekt Termine (1-7)

$Ja_k$  ... fixer Effekt Versuchsjahr (2007-2012)

$AWH_{ijk}$  ... Co-Variable Aufwuchshöhe

$\alpha_l$ ... zufälliger Effekt der Versuchsspalte (1-4)

$\beta_m$ ... zufälliger Effekt des Wiederholungsblocks (1-4)

$\epsilon_{ijklmn}$ ... zufallsbedingte Abweichungen

Bei der Auswertung der Pflanzenbestands- und Ertragsdaten (Jahreswerte) sowie der Futterzuwachsdaten bildeten im Versuch **Bio-Weidesysteme** die Variante ( $Va_i$ ), der Standort ( $Sa_j$ ) das Versuchsjahr ( $Ja_k$ ) und drei Wechselwirkungen ( $Va_i \times Sa_j$ ,  $Va_i \times Ja_k$  und  $Sa_j \times Ja_k$ ) die fixen Effekte.

Das Modell lautet:

$$Y_{ijkl} = \mu + Va_i + Sa_j + Ja_k + Va_i \times Sa_j + Va_i \times Ja_k + Sa_j \times Ja_k + \alpha_l + \beta_m + \alpha_l \times \beta_m + \epsilon_{ijklmn}$$

$Y_{ijkl}$  ... abhängige Variable

$\mu$  ... fixe Konstante

$Va_i$  ... fixer Effekt Variante (**KU, KO** und **4S**)

$Sa_j$  ... fixer Effekt Versuchsstandort (**BF, QF** und **SF**)

$Ja_k$  ... fixer Effekt Versuchsjahr (2014-2016)

$\alpha_l$ ... zufälliger Effekt der Versuchsspalte (1-4)

$\beta_m$ ... zufälliger Effekt der Versuchszeile (1-2)

$\epsilon_{ijklmn}$ ... zufallsbedingte Abweichungen

Bei der Auswertung der Pflanzenbestands- und Ertragsdaten (Jahreswerte) sowie der Futterzuwachs- und Blattflächenindexdaten zum jeweiligen Termin bildeten im Versuch **Bio-Weidesysteme** der Termin ( $Te_i$ ), der Standort ( $Sa_j$ ) das Versuchsjahr ( $Ja_k$ ) und zwei Wechselwirkungen ( $Te_i \times Ja_k$ , und  $Te_i \times Sa_j$ ) die fixen Effekte.

Das Modell lautet:

$$Y_{ijkl} = \mu + Te_i + Sa_j + Ja_k + Te_i \times Ja_k + Te_i \times Sa_j + \alpha_l + \beta_m + \alpha_l \times \beta_m + \epsilon_{ijklmn}$$

$Y_{ijkl}$  ... abhängige Variable

$\mu$  ... fixe Konstante

$Te_i$  ... fixer Effekt Termine (1-7 bei 1-8 **KU** und 1-6 **KO**)

$Sa_j$  ... fixer Effekt Versuchsstandort (**BF**, **QF** und **SF**)

$Ja_k$  ... fixer Effekt Versuchsjahr (2014-2016)

$\alpha_l$ ... zufälliger Effekt der Versuchsspalte (1-4)

$\beta_m$ ... zufälliger Effekt der Versuchszeile (1-2)

$\epsilon_{ijklmn}$ ... zufallsbedingte Abweichungen

Bei der Auswertung der Futter-Inhaltsstoffdaten zum jeweiligen Termin bildeten im Versuch **Bio-Weidesysteme** der Termin ( $Te_i$ ), der Standort ( $Sa_j$ ) das Versuchsjahr ( $Ja_k$ ) und eine Wechselwirkung ( $Te_i \times Ja_k$ ) die fixen Effekte. Als Co-Variable wurde die Aufwuchshöhe des Weidefutters in das Modell mit aufgenommen.

Das Modell lautet:

$$Y_{ijkl} = \mu + Te_i + Sa_j + Ja_k + Te_i \times Ja_k + Te_i \times Sa_j + AWH_{ijk} + \alpha_l + \beta_m + \alpha_l \times \beta_m + \epsilon_{ijklmn}$$

$Y_{ijkl}$  ... abhängige Variable

$\mu$  ... fixe Konstante

$Te_i$  ... fixer Effekt Termine (1-7 bei 1-8 **KU** und 1-6 **KO**)

$Sa_j$  ... fixer Effekt Versuchsstandort (**BF**, **QF** und **SF**)

$Ja_k$  ... fixer Effekt Versuchsjahr (2014-2016)

$AWH_{ijk}$  ... Co-Variable Aufwuchshöhe

$\alpha_l$ ... zufälliger Effekt der Versuchsspalte (1-4)

$\beta_m$ ... zufälliger Effekt der Versuchszeile (1-2)

$\epsilon_{ijklmn}$ ... zufallsbedingte Abweichungen

Bei der Auswertung der in situ Verdaulichkeitsdaten bildeten im Versuch **Bio-Weidesysteme** der Termin ( $Te_i$ ), das Versuchsjahr ( $Ja_j$ ) und deren Wechselwirkungen ( $Te_i \times Ja_j$ ) die fixen Effekte.

Das Modell lautet:

$$Y_{ijk} = \mu + Te_i + Ja_j + Te_i \times Ja_j + \alpha_k + \epsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijk}$  ... abhängige Variable

$\mu$  ... fixe Konstante

$Te_i$  ... fixer Effekt Termine (1-7 bei 1-8 **KU** und 1-6 **KO**)

$Ja_j$  ... fixer Effekt Versuchsjahr (2014-2016)

$\alpha_k$ ... zufälliger Effekt des fistulierten Tieres (1-3)

$\epsilon_{ijklm}$ ... zufallsbedingte Abweichungen

Beispiel des SAS-Syntax für die Auswertung bei Jahreswerten:

```
proc mixed data = work.Bio-Maehweide;  
class var jahr spalte wh;  
model tm-ertrag= var jahr var*jahr/ ddfm = KR;  
lsmeans var jahr var*jahr /pdiff adjust=tukey;  
random spalte wh spalte*wh;  
run;
```

Beispiel des SAS-Syntax für die Auswertung bei Terminwerten:

```
proc mixed data = work.Bio-Weidesysteme;  
class termin standort jahr spalte zeile ;  
model tm-ertrag= termin standort jahr termin*jahr termin*standort / ddfm = KR;  
lsmeans termin standort jahr termin*jahr termin*standort /pdiff adjust=tukey;  
random spalte zeile spalte*zeile;  
run;
```

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



## 10 Ergebnisse

Die Ergebnisse beider Versuche (**Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**) werden entsprechend den drei großen Themenfeldern 1.) Entwicklung und Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, 2.) Futterzuwachsleistung und Ertragfähigkeit der Bestände sowie 3.) Inhaltstoffe und die ernährungsphysiologische Qualität des Weidefutters dargestellt.

### 10.1 Entwicklung der Pflanzenbestände

#### 10.1.1 Versuch Bio-Mähweide

Die vier unterschiedlichen Grünlandnutzungen (Varianten: **SW** 4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide, **S** 4-Schnittnutzung, **MW** Mähweide und **KW** Kurzrasenweide) zeigten einen signifikanten Einfluss auf die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes (Tabelle 11). Zu beachten ist, dass die Wechselwirkung zwischen den vier Varianten und den drei Boniturzeitpunkten (2007, 2010, 2013) teilweise signifikant waren (Tabelle 11 und Tabelle 12). Dies erklärt sich daraus, dass bei gewissen Arten- bzw. Artengruppen eine zunehmende Differenzierung zwischen den Versuchsvarianten im Versuchsverlauf festgestellt wurde. Zur einfacheren Lesbarkeit werden im Text die Flächenprozent in der Einheit % angegeben.

Obwohl der Flächenanteil an offenem Boden (Lücken) sowohl bei der Variante und dem Versuchsjahr als auch bei der Wechselwirkung signifikante Unterschiede aufwies, waren die numerischen Differenzen mit 0-2,8 % gering (Tabelle 12). Die Variante **S** zeigte mit 2,5 % den signifikant höchsten Anteil an Lücken (Tabelle 11). Bei Betrachtung der Wechselwirkung in Tabelle 12 zeigt sich, dass die Schnittvariante **S** zu allen Boniturzeitpunkten den numerisch höchsten Lückenanteil aufwies. In Variante **KW** wurden im letzten Versuchsjahr keine Lücken mehr festgestellt.

Auf der Ebene der Artengruppen (Leguminosen, Kräuter und Gräser) ergab sich für die Variante **S** der signifikant geringste Leguminosenanteil von 12,1 %, der im vorliegenden Versuch ausschließlich aus *Trifolium repens* bestand (Tabelle 11). Demgegenüber zeigte ebenfalls Variante **S** mit 12,8 % den höchsten Krautanteil. Es wurden in erster Linie die Krautarten *Ranunculus repens*, *Taraxacum officinale* und einzelne Pflanzen von *Rumex obtusifolius* beobachtet. Bei der Artengruppe der Gräser lag der Anteil über alle Varianten im Mittel bei 71-73 % und es wurden diesbezüglich keine signifikanten Variantenunterschiede festgestellt. Es zeigte sich jedoch eine Zunahme des Gräseranteils über die Versuchsjahre, wobei vor allem von 2010 auf 2013 ein deutlicher Effekt auftrat (Tabelle 11 und Tabelle 44 im Anhang). Insbesondere in Variante **S** stieg der Gräseranteil im letzten Erhebungsabschnitt überproportional an (Tabelle 12). Gegenüber war zu Versuchsende der Anteil an Leguminosen im Bestand (*Trifolium repens*) in der Variante **S** mit 2,2 % am niedrigsten und in der Variante **KW** mit 13,9 % am höchsten.

Tabelle 11: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände für die vier Varianten und die drei Erhebungszeitpunkte (2007, 2010 und 2013) sowie statistische Kennzahlen (alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	Variante (V)				Jahr (J)			S <sub>e</sub>	V	p-Wert	
	SW	S	MW	KW	2007	2010	2013			J	V x J
Lücken	1,0 <sup>b</sup>	2,5 <sup>a</sup>	1,5 <sup>b</sup>	1,3 <sup>b</sup>	1,9 <sup>A</sup>	1,9 <sup>A</sup>	1,0 <sup>B</sup>	0,74	0,001	0,002	0,034
	SEM 0,22	0,22	0,22	0,22	0,19	0,19	0,19				
Leguminosen	18,0 <sup>a</sup>	12,1 <sup>b</sup>	16,0 <sup>ab</sup>	17,4 <sup>ab</sup>	22,1 <sup>A</sup>	15,9 <sup>B</sup>	9,6 <sup>C</sup>	3,90	0,038	<0,001	0,144
	SEM 1,59	1,58	1,82	1,56	1,28	1,28	1,28				
Kräuter	10,2 <sup>ab</sup>	12,8 <sup>a</sup>	11,1 <sup>ab</sup>	9,4 <sup>b</sup>	13,6 <sup>A</sup>	11,0 <sup>B</sup>	7,9 <sup>C</sup>	2,83	0,037	<0,001	0,055
	SEM 0,88	0,88	0,88	0,88	0,77	0,77	0,77				
Gräser	70,8	72,7	72,1	71,9	62,5 <sup>C</sup>	71,6 <sup>B</sup>	81,5 <sup>A</sup>	3,96	0,748	<0,001	0,003
	SEM 1,48	1,48	1,67	1,47	1,27	1,27	1,27				
<i>Lolium perenne</i>	14,0	14,7	16,4	15,2	6,9 <sup>C</sup>	16,4 <sup>B</sup>	21,9 <sup>A</sup>	3,75	0,722	<0,001	0,584
	SEM 1,63	1,63	1,80	1,63	1,45	1,45	1,45				
<i>Poa trivialis</i>	6,7 <sup>b</sup>	12,5 <sup>a</sup>	5,5 <sup>b</sup>	4,5 <sup>b</sup>	6,3 <sup>B</sup>	6,8 <sup>AB</sup>	8,8 <sup>A</sup>	2,63	0,001	0,028	0,001
	SEM 0,84	0,85	0,94	0,87	0,67	0,67	0,67				
<i>Dactylis glomerata</i>	5,7 <sup>b</sup>	13,9 <sup>a</sup>	3,4 <sup>b</sup>	4,3 <sup>b</sup>	5,4 <sup>B</sup>	7,4 <sup>A</sup>	7,6 <sup>A</sup>	1,98	0,001	0,011	<0,001
	SEM 0,93	0,92	1,04	0,93	0,84	0,83	0,83				
<i>Poa pratensis</i>	12,4 <sup>a</sup>	7,3 <sup>b</sup>	12,2 <sup>a</sup>	12,4 <sup>a</sup>	6,2 <sup>B</sup>	13,8 <sup>A</sup>	13,3 <sup>A</sup>	2,51	<0,001	<0,001	0,012
	SEM 0,73	0,73	0,73	0,73	0,63	0,63	0,63				
<i>Festuca pratensis</i>	19,9	16,2	18,1	17,1	20,9 <sup>A</sup>	15,8 <sup>B</sup>	16,8 <sup>B</sup>	3,46	0,196	0,001	0,697
	SEM 1,50	1,50	1,50	1,50	1,33	1,33	1,33				
Sonstige Gräser	12,0 <sup>ab</sup>	8,0 <sup>b</sup>	16,0 <sup>ab</sup>	19,2 <sup>a</sup>	17,2 <sup>A</sup>	11,1 <sup>B</sup>	13,1 <sup>B</sup>	3,42	0,018	0,001	<0,001
	SEM 1,95	1,95	2,23	1,96	1,32	1,32	1,32				

Abkürzungen:

Varianten: SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide)

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s<sub>e</sub>: Residualstandardabweichung, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante bzw. der Jahre

Innerhalb der Gräser konnte bei drei Arten ein signifikanter Unterschied zwischen der ausschließlich schnittgenutzten Variante **S** und den andern drei beweideten Varianten **SW**, **MW** sowie **KW** beobachtet werden (Tabelle 11). *Poa trivialis* und *Dactylis glomerata* hatten mit 12,5 und 13,9 % die signifikant höchsten Anteile in der Variante **S**. Dagegen waren diese in den übrigen drei Varianten im Schnitt mit 5,5 (*Poa trivialis*) und 4,5 (*Dactylis glomerata*) % weniger stark vertreten. Entgegengesetzt verhielt es sich bei *Poa pratensis*, die in Variante **S** 7,3 % der Fläche, gegenüber durchschnittlich 12,3 % in den Varianten **SW**, **MW** und **KW**, einnahm. Die unterschiedliche Entwicklungsdynamik der eben beschriebenen drei Grasarten zeigte sich auch in der Signifikanz der Wechselwirkung zwischen Versuchsjahr und Variante (Tabelle 12). Der in allen vier untersuchten Varianten anfänglich homogene Bestand (Versuchsjahr 2007) differenzierte sich bereits bis zum zweiten Erhebungszeitpunkt im Jahr 2010. Hier war der Anteil an *Poa trivialis* in der Variante **S** mit 13,5 % signifikant am höchsten. Dieser signifikante Unterschied verstärkte sich noch im weiteren Versuchsverlauf und zu Versuchsende wurden in Variante **S** 18 % an *Poa trivialis* festgestellt. Auch bei *Dactylis glomerata* zeigte sich eine vergleichbare Entwicklung. In der Variante **S** lag der Anteil mit 22,4 um fast 20 % signifikant höher als in den drei Weide-Varianten. *Poa pratensis* hingegen nahm in den drei beweideten Varianten (**SW**, **MW** und **KW**) mit 14,0-16,0 % signifikant höhere Anteile ein als in der Variante **S** mit 7,3 % (Tabelle 12).

Zu den übrigen bonitierten Grasarten (Sonstige Gräser) wurden jene Gräser gezählt, welche jeweils weniger als 5 % ausmachten. Dies waren *Agrostis stolonifera*, *Cynosurus cristatus*, *Phleum pratense* und *Poa supina*. In Variante **S** waren die „Sonstigen Gräser“ am geringsten vertreten.

Über alle vier Nutzungsvarianten hinweg konnten bei allen bonitierten Artengruppen und Gräserarten signifikante Unterschiede zwischen den drei Erhebungszeitpunkten festgestellt werden (Tabelle 11). Der Flächenanteil der Leguminose *Trifolium repens* sank von anfänglich 22,1 im ersten Versuchsjahr 2007 auf 9,6 % im letzten Boniturjahr 2013 ab. Ein ähnliches Bild konnte auch bei der Artengruppe der Kräuter beobachtet werden. Dafür nahm innerhalb der Gräser *Lolium perenne* von 6,9 auf 21,9 und *Poa pratensis* von 6,2 auf 13,3 % zu. *Festuca pratensis* ging im Mittel aller Varianten signifikant von 20,9 im Erhebungsjahr 2007 auf 16,8 % bei der abschließenden Bonitur 2013 zurück.

Tabelle 12: Zusammensetzung der Pflanzenbestände in den vier Versuchsvarianten zu den drei Erhebungszeitpunkten im Frühling der Jahre 2007, 2010 und 2013 (alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	2007				2010				2013			
	SW	S	MW	KW	SW	S	MW	KW	SW	S	MW	KW
Lücken	1,3	2,3	1,8	2,3	1,3	2,5	2,0	1,8	0,5 <sup>b</sup>	2,8 <sup>a</sup>	0,8 <sup>b</sup>	0,0 <sup>b</sup>
SEM	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Leguminosen	23,0	19,1	22,5	23,8	18,5	15,0	15,9	14,4	12,5	2,2	9,6	13,9
SEM	2,25	2,24	2,42	2,23	2,25	2,24	2,42	2,23	2,25	2,24	2,42	2,23
Kräuter	12,6	17,0	13,9	10,8	9,5	15,0	10,5	9,0	8,5	6,3	8,8	8,3
SEM	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Gräser	63,1	61,8	62,1	63,2	71,1	67,5	72,9	74,8	78,3 <sup>b</sup>	88,7 <sup>a</sup>	81,2 <sup>ab</sup>	77,8 <sup>b</sup>
SEM	2,19	2,19	2,32	2,19	2,19	2,19	2,32	2,19	2,19	2,19	2,32	2,19
<i>Lolium perenne</i>	6,8	6,9	5,6	8,3	14,1	15,6	19,1	16,7	21,1	21,6	24,4	20,7
SEM	2,24	2,24	2,36	2,24	2,24	2,24	2,36	2,24	2,24	2,24	2,36	2,24
<i>Poa trivialis</i>	6,2	6,1	6,9	5,9	7,3 <sup>A</sup>	13,5 <sup>A</sup>	3,2 <sup>B</sup>	3,0 <sup>B</sup>	6,5 <sup>b</sup>	18,0 <sup>a</sup>	6,2 <sup>b</sup>	4,5 <sup>b</sup>
SEM	1,37	1,37	1,43	1,38	1,37	1,37	1,43	1,38	1,37	1,37	1,43	1,38
<i>Dactylis glomerata</i>	5,0	5,8	5,4	5,6	9,7 <sup>AB</sup>	13,6 <sup>A</sup>	2,5 <sup>B</sup>	3,9 <sup>B</sup>	2,5 <sup>b</sup>	22,4 <sup>a</sup>	2,3 <sup>b</sup>	3,4 <sup>b</sup>
SEM	1,23	1,23	1,32	1,37	1,23	1,23	1,32	1,22	1,23	1,23	1,32	1,22
<i>Poa pratensis</i>	6,3	5,8	6,6	6,1	17,0 <sup>A</sup>	8,8 <sup>B</sup>	14,3 <sup>AB</sup>	15,0 <sup>A</sup>	14,0 <sup>a</sup>	7,3 <sup>b</sup>	15,8 <sup>a</sup>	16,0 <sup>a</sup>
SEM	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
<i>Festuca pratensis</i>	22,7	20,4	19,8	21,0	18,0	12,5	18,0	14,5	19,0	15,8	16,5	15,8
SEM	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
Sonstige Gräser	16,2	16,8	17,6	18,1	4,6 <sup>b</sup>	3,5 <sup>b</sup>	14,5 <sup>AB</sup>	21,9 <sup>A</sup>	15,3 <sup>a</sup>	3,8 <sup>b</sup>	15,8 <sup>a</sup>	17,7 <sup>a</sup>
SEM	2,40	2,40	2,63	2,41	2,40	2,40	2,63	2,41	2,40	2,40	2,63	2,41

Abkürzungen:  
Varianten: SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide)  
abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb einer Faktorkombination der jeweiligen Wechselwirkung

Numerisch stieg im Versuchsverlauf in allen Varianten der Anteil von *Lolium perenne* an und erreichte 2013 im Mittel 21,9 %. In der Variante **S** war die Zunahme von *Dactylis glomerata* von 5,8 (2007) über 8,8 (2010) auf 22,4 % (2013) signifikant. Der festgestellte Wechselwirkungseffekt (Variante x Jahr) ist bei dieser Grasart vor allem auf die Entwicklung in Variante **SW** zurückzuführen (Tabelle 44 im Anhang). In dieser Variante nahm *Dactylis glomerata* vom Jahr 2007 auf 2010 numerisch zu und nahm dann 2013 wieder signifikant ab. Bei *Poa pratensis* wurde im Versuchsverlauf in den drei beweideten Varianten (**SW**, **MW** und **KW**) eine Zunahme festgestellt. Diese war bereits im zweiten Erhebungsjahr (2010) signifikant.

Die Varianten **S** und **KW** unterschieden sich in der Nutzung am deutlichsten. In Abbildung 6 sind daher dazu die Veränderungen im Pflanzenbestand auch in Form eines Flächendiagrammes dargestellt. Bei der Variante **KW** trat die hauptsächliche Veränderung in der Bestandszusammensetzung bereits vom ersten zum zweiten Erhebungszeitpunkt (2007 bis 2010) auf. In der Schnitt-Variante **S** zeigten sich über den gesamten Versuchsverlauf kontinuierlichere Bestandsveränderungen.

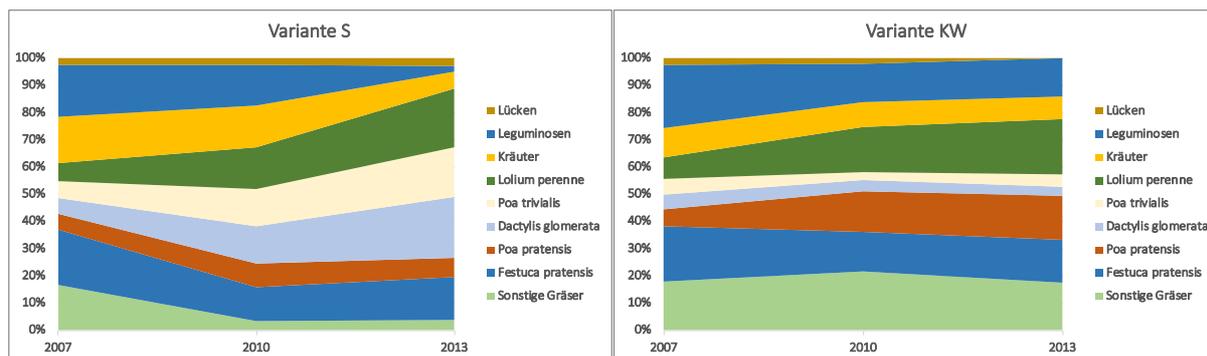


Abbildung 6: Entwicklung der Pflanzenbestände bei permanenter 4-Schnitt- (Variante S, links) sowie Kurzrasenweidenutzung (Variante KW, rechts) über den gesamten Versuchszeitraum (2007-2013)

### 10.1.2 Versuch Bio-Weidesysteme

Die Pflanzenbestände zeigten signifikante Unterschiede sowohl auf Ebene der drei Nutzungen (Varianten: **KU** Kurzrasenweide, **KO** Koppelweide und **4S** 4-Schnittnutzung) als auch auf den drei Grünlandflächen (Standort: **BF** Beifeld, **QF** Querfeld und **SF** Stallfeld). Darüber hinaus wurden auch bei einigen Arten signifikante Versuchsjahreseffekte (von 2014 bis 2016) festgestellt. (Tabelle 13). Bei der Ergebnisinterpretation ist zu berücksichtigen, dass bei einigen Gräserarten auch signifikante Wechselwirkungen zwischen den Hauptfaktoren (V x S, V x J bzw. S x J) festgestellt wurden.

Tabelle 13: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände für die drei Varianten, die drei Versuchstandorte und die drei Erhebungsjahre im Mittel aller Einzelbonituren (vor jedem variantentypischen Erntetermin) sowie statistische Kennzahlen (alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	Variante (V)			Standort (S)			Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert					
	KU	KO	4S	BF	QF	SF	2014	2015	2016		V	S	J	V x S	V x J	S x J
Lücken	0,8 <sup>a</sup>	0,5 <sup>b</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,5 <sup>B</sup>	1,0 <sup>A</sup>	0,3 <sup>B</sup>	0,7	0,5	0,6	1,69	<b>0,021</b>	<b>0,001</b>	0,347	0,074	0,760	0,998
SEM	0,12	0,14	0,17	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14							
Leguminosen	12,8	12,6	14,0	10,8 <sup>B</sup>	12,0 <sup>B</sup>	16,8 <sup>A</sup>	13,9 <sup>a</sup>	15,0 <sup>a</sup>	10,7 <sup>b</sup>	7,95	0,252	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,206	0,472	0,125
SEM	0,47	0,56	0,67	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56							
Kräuter	10,2 <sup>a</sup>	9,5 <sup>a</sup>	7,6 <sup>b</sup>	9,1	9,0	9,2	10,7 <sup>a</sup>	8,4 <sup>b</sup>	8,3 <sup>b</sup>	5,98	<b>0,001</b>	0,977	<b>&lt;0,001</b>	0,119	0,869	0,209
SEM	0,40	0,46	0,53	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49							
Gräser	76,2	77,3	78,0	79,5 <sup>A</sup>	78,0 <sup>A</sup>	73,7 <sup>B</sup>	74,7 <sup>b</sup>	76,1 <sup>b</sup>	80,5 <sup>a</sup>	9,45	0,155	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,292	0,390	<b>0,030</b>
SEM	0,56	0,67	0,79	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67							
Lolium perenne	39,4	39,2	40,1	40,6 <sup>B</sup>	43,3 <sup>A</sup>	34,9 <sup>C</sup>	32,8 <sup>c</sup>	37,1 <sup>b</sup>	48,8 <sup>a</sup>	8,87	0,625	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,046</b>	0,308	<b>&lt;0,001</b>
SEM	0,54	0,65	0,79	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63							
Poa trivialis	3,1 <sup>b</sup>	4,1 <sup>ab</sup>	5,0 <sup>a</sup>	0,7 <sup>B</sup>	10,7 <sup>A</sup>	0,8 <sup>B</sup>	3,6	4,3	4,2	6,52	<b>0,013</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,461	0,423	0,710	0,576
SEM	0,39	0,46	0,55	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46							
Poa supina	4,8 <sup>a</sup>	4,6 <sup>a</sup>	2,4 <sup>b</sup>	4,0	4,0	3,8	4,1 <sup>a</sup>	4,3 <sup>a</sup>	3,5 <sup>b</sup>	2,86	<b>&lt;0,001</b>	0,579	<b>0,011</b>	0,998	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>
SEM	0,17	0,20	0,24	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20							
Poa pratensis	16,7	17,0	16,0	22,3 <sup>A</sup>	7,5 <sup>C</sup>	19,7 <sup>B</sup>	18,4 <sup>a</sup>	17,0 <sup>b</sup>	14,2 <sup>c</sup>	4,28	0,196	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,013</b>	<b>&lt;0,001</b>
SEM	0,25	0,30	0,35	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31							
Sonstige Gräser	12,1 <sup>b</sup>	12,4 <sup>b</sup>	14,5 <sup>a</sup>	11,8 <sup>B</sup>	12,5 <sup>B</sup>	14,6 <sup>A</sup>	15,7 <sup>a</sup>	13,4 <sup>b</sup>	9,9 <sup>c</sup>	4,95	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,001</b>	0,570	<b>&lt;0,001</b>
SEM	0,29	0,35	0,42	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35							

Abkürzungen:

Varianten: KU (Kurzrasenweide), KO (Koppelweide) und 4S (4-Schnittnutzung)

Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s<sub>e</sub>: Residualstandardabweichung, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante, des Standortes bzw. der Jahre

Der Flächenanteil an offenem Boden (Lücken) war mit 0,3 bis 1,0 % in allen Parzellen auf geringem Niveau. In der Variante **KU** wurde mit 0,8 % der signifikant höchste Lückenanteil erhoben. Ebenso wie das Querfeld, im Vergleich zu den weiteren Versuchsflächen, mit 1,0 % den signifikant höchsten Lückenanteil im Bestand auf (Tabelle 13). Auf der Ebene der Artengruppen

zeigten nur die Kräuter in den Varianten signifikante Unterschiede. Diese waren in der Variante 4S mit 7,6 % am wenigsten vorhanden. In den beiden Weidevarianten (KU und KO) waren die Kräuter mit 10,2 und 9,5 % etwas höher.

Im Wesentlichen setzte sich die Gruppe der Kräuter aus den Arten *Ranunculus repens* und *Taraxacum officinale* zusammen. Der Flächenanteil an Kräutern ging vom ersten zum zweiten Versuchsjahr von anfänglich 10,7 auf 8,4 % signifikant zurück und blieb im letzten Untersuchungsjahr 2016 mit 8,3 % faktisch unverändert (Tabelle 13).

Hinsichtlich des Leguminosenanteils zeigten sich für den Versuchsstandort und das Versuchsjahr signifikante Effekte, jedoch nicht für die Versuchsvariante. Die Leguminosen setzten sich überwiegenden aus *Trifolium repens* zusammen, vereinzelt wurden Pflanzen von *Trifolium pratense* erhoben. Im letzten Versuchsjahr 2016 wurde mit 10,7 % der signifikant niedrigste Leguminosenanteil erhoben (Tabelle 13).

Bei der Artengruppe der Gräser wurde eine signifikante Wechselwirkung zwischen dem Standort und dem Untersuchungsjahr festgestellt. Auf allen drei Versuchsflächen wurde von Versuchsbeginn bis Versuchsende eine Zunahme der Gräser festgestellt. Am Stallfeld zeigten sich jedoch im zweiten Versuchsjahr geringere Gräseranteile als zu Versuchsbeginn (Tabelle 46 im Anhang).

**Tabelle 14: Pflanzenbestände in den drei Varianten und Versuchsflächen (Wechselwirkung V x S; alle Werte in Flächenprozent)**

Parameter	KU			KO			4S		
	BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF
Lücken	0,5	1,5	0,5	0,7	0,7	0,1	0,3	0,7	0,2
SEM	0,20	0,19	0,19	0,22	0,22	0,22	0,26	0,26	0,26
Leguminosen	10,9	10,9	16,6	10,8	12,5	15,1	10,7	12,6	18,8
SEM	0,81	0,81	0,81	0,94	0,94	0,94	1,15	1,15	1,15
Kräuter	11,2	9,4	10,0	8,5	9,9	10,1	7,7	7,8	7,4
SEM	0,66	0,66	0,66	0,75	0,75	0,75	0,90	0,90	0,90
Gräser	77,5	78,1	72,9	79,9	77,0	74,7	81,3	78,9	73,6
SEM	0,96	0,96	0,96	1,11	1,11	1,11	1,36	1,36	1,36
<i>Lolium perenne</i>	39,2 <sup>b</sup>	45,2 <sup>a</sup>	33,9 <sup>c</sup>	40,6 <sup>A</sup>	42,6 <sup>A</sup>	34,5 <sup>B</sup>	41,9 <sup>a</sup>	42,2 <sup>a</sup>	36,2 <sup>b</sup>
SEM	0,91	0,91	0,91	1,05	1,05	1,05	1,28	1,28	1,28
<i>Poa trivialis</i>	0,3	8,8	0,2	0,7	10,7	0,8	1,3	12,5	1,3
SEM	0,67	0,67	0,67	0,77	0,77	0,77	0,94	0,94	0,94
<i>Poa supina</i>	4,9	4,9	4,7	4,8	4,6	4,5	2,4	2,5	2,1
SEM	0,29	0,29	0,29	0,34	0,34	0,34	0,41	0,41	0,41
<i>Poa pratensis</i>	20,7 <sup>a</sup>	8,5 <sup>b</sup>	20,9 <sup>a</sup>	21,9 <sup>A</sup>	7,7 <sup>B</sup>	20,9 <sup>A</sup>	24,2 <sup>a</sup>	6,3 <sup>c</sup>	17,4 <sup>b</sup>
SEM	0,46	0,45	0,45	0,52	0,52	0,52	0,64	0,64	0,64
Sonstige Gräser	12,0 <sup>ab</sup>	10,9 <sup>b</sup>	13,2 <sup>a</sup>	11,9 <sup>AB</sup>	11,3 <sup>B</sup>	13,9 <sup>A</sup>	11,4 <sup>b</sup>	15,4 <sup>a</sup>	16,6 <sup>a</sup>
SEM	0,51	0,51	0,51	0,58	0,58	0,58	0,71	0,71	0,71

Abkürzungen:

Varianten: KU (Kurzrasenweide), KO (Koppelweide) und 4S (4-Schnittnutzung)

Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb einer Faktorkombination der jeweiligen Wechselwirkung

*Lolium perenne*, als eines der bedeutendsten Gräser der intensiven Weide- und Schnittnutzung, gewann während der Versuchszeit in allen Varianten stark an Bedeutung. Der Flächenanteil stieg von 32,8 % im Jahr 2014 über 37,1 % (2015) auf 48,8 % im Jahr 2016 signifikant an. Die signifikante Wechselwirkung zwischen den Faktoren Standort und Jahr ist auf die überproportionale Zunahme von *Lolium perenne* von 2015 bis 2016 am Standort Querfeld zurückzuführen

(Tabelle 46 im Anhang). Im letzten Versuchsjahr 2016 wurde am Querfeld mit 55,8 % der höchste Anteil an *Lolium perenne* gemessen.

**Tabelle 15: Pflanzenbestände in den drei Varianten und Versuchsjahren (Wechselwirkung S x J; alle Werte in Flächenprozent)**

Parameter	KU			KO			4S		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Lücken	1,1	0,6	0,8	0,6	0,3	0,5	0,4	0,5	0,3
SEM	0,19	0,19	0,19	0,22	0,22	0,22	0,26	0,27	0,27
Leguminosen	13,5	14,4	10,5	12,5	14,8	11,1	15,7	15,9	10,5
SEM	0,81	0,81	0,81	0,94	0,94	0,94	1,15	1,15	1,15
Kräuter	11,8	9,1	9,7	10,8	9,2	8,5	9,4	6,9	6,5
SEM	0,66	0,66	0,66	0,75	0,75	0,75	0,90	0,90	0,90
Gräser	73,6	75,8	79,0	76,1	75,7	79,8	74,5	76,8	82,6
SEM	0,96	0,96	0,96	1,11	1,11	1,11	1,36	1,36	1,36
<i>Lolium perenne</i>	32,9	37,0	48,4	33,7	36,6	47,3	31,9	37,9	50,6
SEM	0,91	0,91	0,91	1,05	1,05	1,05	1,28	1,28	1,28
<i>Poa trivialis</i>	2,8	3,0	3,5	3,2	4,2	4,8	4,8	5,8	4,4
SEM	0,67	0,67	0,67	0,77	0,77	0,77	0,94	0,94	0,94
<i>Poa supina</i>	4,6	5,4	4,5	4,2 <sup>B</sup>	5,7 <sup>A</sup>	3,9 <sup>B</sup>	3,5	1,7	2,0
SEM	0,29	0,29	0,29	0,34	0,34	0,34	0,41	0,41	0,41
<i>Poa pratensis</i>	17,9 <sup>a</sup>	18,2 <sup>a</sup>	14,0 <sup>b</sup>	19,4 <sup>A</sup>	16,5 <sup>AB</sup>	14,7 <sup>B</sup>	17,9 <sup>a</sup>	16,2 <sup>ab</sup>	13,8 <sup>b</sup>
SEM	0,45	0,45	0,45	0,53	0,52	0,53	0,64	0,65	0,65
Sonstige Gräser	15,1 <sup>a</sup>	12,4 <sup>b</sup>	8,7 <sup>c</sup>	15,5 <sup>A</sup>	12,5 <sup>B</sup>	9,2 <sup>C</sup>	16,4 <sup>a</sup>	15,2 <sup>a</sup>	11,7 <sup>b</sup>
SEM	0,51	0,51	0,51	0,58	0,58	0,58	0,71	0,71	0,71

Abkürzungen:

Varianten: KU (Kurzrasenweide), KO (Koppelweide) und 4S (4-Schnittnutzung)

abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb einer Faktorkombination der jeweiligen Wechselwirkung

Das Problemgras *Poa trivialis* wies in der Variante **KU** mit 3,1 gegenüber der Variante **4S** mit 5,0 % den signifikant geringsten Anteil auf (Tabelle 13). Auf dem Querfeld trat diese Art mit 10,7 % signifikant am stärksten auf. Am Beifeld sowie am Stallfeld spielte diese Grasart mit 0,7 und 0,8 % hingegen keine nennenswerte Rolle. Die ebenfalls wenig ertragreiche und nicht wertvolle Grasart *Poa supina* wies in den Varianten **KU** und **KO** mit 4,8 und 4,6 % die signifikant höchsten Anteile auf, die Variante **4S** lag bei 2,4 %. Bei dieser Art wurde eine Wechselwirkung zwischen Variante und Versuchsjahr festgestellt. Die Schnittnutzung **4S** zeigte im Vergleich zu den Weidevarianten (**KU** und **KO**) im zweiten und dritten Versuchsjahr unterschiedliche Bestandeseentwicklungen (Tabelle 45 im Anhang).

Das für den Alpenraum wichtige und sehr winterharte Gras *Poa pratensis* variierte mit 16-17 % nicht signifikant zwischen den drei Varianten (Tabelle 13). Am Beifeld wurden mit 22,3 % die signifikant höchsten Anteile ermittelt, gefolgt vom Stallfeld mit 19,7 und dem Querfeld mit 7,5 %. Auch diese beiden Standorte unterschieden sich signifikant. Dabei ist zu beachten, dass die Wechselwirkungen ebenfalls eine deutliche Signifikanz aufwiesen. Bei der Faktorkombination von Variante und Standort war der Flächenanteil von *Poa pratensis* am Querfeld signifikant am niedrigsten (Tabelle 14). Während des Versuchszeitraumes kam es, von anfänglich 18,4 % bei *Poa pratensis*, zu einer signifikanten Abnahme der Anteile auf 17,0 bzw. 14,2 % im letzten Jahr. Diese Abnahme war auch in den Varianten im Versuchsverlauf feststellbar (Tabelle 15). Auf den einzelnen Standorten war die Abnahme (2014 auf 2016) an *Poa pratensis* unterschiedlich stark ausgeprägt. Am Stallfeld nahm diese um 7,9 und am Beifeld um 4,5 % ab (Tabelle 16).

Als „Sonstige Gräser“ wurden alle übrigen, geringfügiger vorkommenden Gräserarten (*Agrostis stolonifera*, *Trisetum flavescens*, *Cynosurus cristatus*, *Phleum pratense* und *Festuca pratensis*)

zusammengefasst. Es zeigten sich hier signifikante Varianten-, Jahres- und Standort-Unterschiede.

**Tabelle 16: Pflanzenbestände auf den drei Versuchsfeldern und Versuchsjahren (Wechselwirkung S x J; alle Werte in Flächenprozent)**

Parameter	BF			QF			SF		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Lücken	0,7	0,4	0,4	1,1	0,9	1,0	0,4	0,1	0,3
SEM	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Leguminosen	11,7	11,1	9,6	12,8	14,2	9,0	17,2	19,8	13,5
SEM	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Kräuter	11,2	7,7	8,5	11,0	8,6	7,5	9,8	8,9	8,8
SEM	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Gräser	76,4 <sup>b</sup>	80,7 <sup>ab</sup>	81,5 <sup>a</sup>	75,2 <sup>B</sup>	76,3 <sup>B</sup>	82,5 <sup>A</sup>	72,6 <sup>ab</sup>	71,2 <sup>b</sup>	77,4 <sup>a</sup>
SEM	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
<i>Lolium perenne</i>	35,1 <sup>c</sup>	40,2 <sup>b</sup>	46,3 <sup>a</sup>	35,2 <sup>C</sup>	39,0 <sup>B</sup>	55,8 <sup>A</sup>	28,2 <sup>c</sup>	32,2 <sup>b</sup>	44,2 <sup>a</sup>
SEM	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
<i>Poa trivialis</i>	0,5	0,6	1,2	9,7	11,8	10,5	0,6	0,7	1,0
SEM	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
<i>Poa supina</i>	4,7	3,5	3,9	3,4 <sup>B</sup>	5,1 <sup>A</sup>	3,5 <sup>B</sup>	4,1	4,2	3,0
SEM	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
<i>Poa pratensis</i>	24,6 <sup>a</sup>	22,2 <sup>ab</sup>	20,1 <sup>b</sup>	6,2 <sup>B</sup>	10,5 <sup>A</sup>	5,9 <sup>B</sup>	24,4 <sup>a</sup>	18,3 <sup>b</sup>	16,5 <sup>b</sup>
SEM	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Sonstige Gräser	11,0 <sup>b</sup>	14,3 <sup>a</sup>	10,1 <sup>b</sup>	20,6 <sup>A</sup>	10,2 <sup>B</sup>	6,8 <sup>C</sup>	15,3 <sup>a</sup>	15,7 <sup>a</sup>	12,7 <sup>b</sup>
SEM	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

Abkürzungen:

Standort: BF (Beiefeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb einer Faktorkombination der jeweiligen Wechselwirkung

Im folgenden Abschnitt werden ausgewählte Ergebnisse zu den Termineffekten (Vegetationsverlaufseffekte) getrennt für die Weidevarianten (KU und KO) dargestellt. Es zeigten sich hinsichtlich Pflanzenbestand signifikante Termineffekte, wobei bei der Interpretation aber auch die teilweise signifikanten Wechselwirkungen mit den anderen Versuchsfaktoren zu beachten sind (Tabelle 17 und Tabelle 18 sowie Tabelle 47, Tabelle 48, Tabelle 49 und Tabelle 50 im Anhang).

**Tabelle 17: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Kurzrasenweide-Variante (KU) zu den acht Ernteterminen, den drei Versuchsfeldern und den drei Erhebungsjahren sowie statistische Kennzahlen (alle Werte in Flächenprozent)**

Parameter	Termin (T)								Standort (S)			Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert				
	1	2	3	4	5	6	7	8	BF	QF	SF	2014	2015	2016		T	S	J	T x J	T x S
Lücken	1,5 <sup>a</sup>	1,5 <sup>a</sup>	1,0 <sup>abc</sup>	0,7 <sup>abc</sup>	0,2 <sup>c</sup>	0,4 <sup>bc</sup>	0,4 <sup>bc</sup>	1,2 <sup>ab</sup>	0,5 <sup>B</sup>	1,5 <sup>A</sup>	0,5 <sup>B</sup>	1,1	0,6	0,9	1,38	<0,001	<0,001	0,064	<0,001	0,001
SEM	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,21	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21						
Leguminosen	10,5 <sup>d</sup>	11,6 <sup>cd</sup>	17,0 <sup>a</sup>	16,8 <sup>ab</sup>	16,4 <sup>abc</sup>	9,4 <sup>d</sup>	8,7 <sup>d</sup>	12,0 <sup>bcd</sup>	10,9 <sup>B</sup>	10,9 <sup>B</sup>	16,6 <sup>A</sup>	13,5 <sup>a</sup>	14,4 <sup>a</sup>	10,5 <sup>b</sup>	6,76	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001
SEM	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69						
Kräuter	11,9 <sup>ab</sup>	7,6 <sup>b</sup>	8,1 <sup>b</sup>	9,1 <sup>b</sup>	8,7 <sup>b</sup>	14,4 <sup>a</sup>	9,3 <sup>b</sup>	11,7 <sup>ab</sup>	10,9	9,5	9,8	11,7 <sup>a</sup>	9,1 <sup>b</sup>	9,5 <sup>ab</sup>	6,50	<0,001	0,342	0,021	0,001	0,001
SEM	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	0,83	0,79	0,81	0,80	0,81	0,81						
Gräser	76,0 <sup>ab</sup>	79,2 <sup>ab</sup>	73,9 <sup>b</sup>	73,3 <sup>b</sup>	74,6 <sup>b</sup>	75,7 <sup>ab</sup>	81,5 <sup>a</sup>	75,0 <sup>ab</sup>	77,5 <sup>A</sup>	78,1 <sup>A</sup>	72,9 <sup>B</sup>	73,6 <sup>b</sup>	75,8 <sup>ab</sup>	79,0 <sup>a</sup>	9,18	0,002	0,001	0,001	<0,001	0,001
SEM	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	0,98	0,96	0,99	0,96	0,97	0,98						
<i>Lolium perenne</i>	33,2 <sup>d</sup>	39,7 <sup>bc</sup>	37,8 <sup>cd</sup>	40,1 <sup>abc</sup>	37,7 <sup>cd</sup>	37,8 <sup>cd</sup>	44,8 <sup>a</sup>	44,1 <sup>ab</sup>	39,2 <sup>B</sup>	45,2 <sup>A</sup>	33,8 <sup>C</sup>	32,9 <sup>c</sup>	36,9 <sup>b</sup>	48,4 <sup>a</sup>	7,11	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
SEM	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	0,78	0,76	0,78	0,76	0,77	0,77						
<i>Poa trivialis</i>	10,1 <sup>a</sup>	4,3 <sup>b</sup>	3,0 <sup>bc</sup>	1,8 <sup>cd</sup>	2,1 <sup>cd</sup>	1,1 <sup>cd</sup>	1,7 <sup>cd</sup>	0,7 <sup>d</sup>	0,3 <sup>B</sup>	8,8 <sup>A</sup>	0,2 <sup>B</sup>	2,8	3,0	3,5	2,98	<0,001	<0,001	0,257	<0,001	<0,001
SEM	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30						
<i>Poa supina</i>	4,6 <sup>ab</sup>	3,9 <sup>b</sup>	4,5 <sup>ab</sup>	5,4 <sup>ab</sup>	6,0 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	4,2 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>b</sup>	4,9	4,9	4,7	4,6 <sup>ab</sup>	5,4 <sup>a</sup>	4,5 <sup>b</sup>	2,62	0,001	0,783	0,027	0,002	<0,001
SEM	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27						
<i>Poa pratensis</i>	15,0 <sup>b</sup>	16,6 <sup>ab</sup>	16,0 <sup>ab</sup>	16,5 <sup>ab</sup>	17,5 <sup>ab</sup>	16,0 <sup>ab</sup>	18,6 <sup>a</sup>	17,4 <sup>ab</sup>	20,8 <sup>A</sup>	8,5 <sup>B</sup>	20,8 <sup>A</sup>	18,0 <sup>a</sup>	17,9 <sup>a</sup>	14,2 <sup>b</sup>	4,45	0,033	<0,001	<0,001	0,001	0,001
SEM	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,77	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76						
Sonstige Gräser	13,5 <sup>ab</sup>	14,9 <sup>a</sup>	12,7 <sup>abc</sup>	9,5 <sup>cd</sup>	10,4 <sup>bcd</sup>	14,8 <sup>a</sup>	12,2 <sup>abcd</sup>	8,9 <sup>d</sup>	11,9 <sup>AB</sup>	11,1 <sup>B</sup>	13,3 <sup>A</sup>	14,5 <sup>a</sup>	13,3 <sup>a</sup>	8,6 <sup>b</sup>	4,69	<0,001	0,012	<0,001	0,028	0,002
SEM	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,19	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18						

Abkürzungen:

Standort: BF (Beiefeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

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

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s<sub>e</sub>: Residualstandardabweichung, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante bzw. der Jahre

Tabelle 18: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Koppelweide-Variante (KO) zu den sechs Ernteterminen, den drei Versuchsstandorten und den drei Erhebungsjahren sowie statistische Kennzahlen (alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	Termin (T)						Standort (S)			Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert				
	1	2	3	4	5	6	BF	QF	SF	2014	2015	2016		T	S	J	T x J	T x S
Lücken	1,1 SEM 0,34	0,6 0,34	0,3 0,34	0,0 0,34	0,8 0,34	0,3 0,34	0,8 0,24	0,6 0,24	0,2 0,24	0,7 0,24	0,4 0,24	0,5 0,24	2,02	0,180	0,188	0,688	0,106	0,295
Leguminosen	9,4 <sup>bc</sup> SEM 1,33	13,6 <sup>abc</sup> 1,33	16,7 <sup>a</sup> 1,33	14,3 <sup>ab</sup> 1,33	13,0 <sup>abc</sup> 1,33	9,1 <sup>c</sup> 1,33	10,8 <sup>B</sup> 1,00	12,4 <sup>AB</sup> 1,01	14,9 <sup>A</sup> 1,05	12,4 <sup>ab</sup> 1,04	14,7 <sup>a</sup> 1,02	11,0 <sup>b</sup> 1,04	7,55	<0,001	0,010	0,027	<0,001	0,411
Kräuter	7,1 <sup>c</sup> SEM 0,89	9,0 <sup>bc</sup> 0,89	8,5 <sup>bc</sup> 0,89	8,9 <sup>bc</sup> 0,89	12,1 <sup>a</sup> 0,89	11,4 <sup>ab</sup> 0,89	8,5 0,71	9,9 0,71	10,1 0,71	10,8 <sup>a</sup> 0,71	9,2 <sup>ab</sup> 0,71	8,5 <sup>b</sup> 0,71	4,51	<0,001	0,066	0,008	<0,001	0,010
Gräser	82,5 <sup>a</sup> SEM 1,47	76,8 <sup>ab</sup> 1,47	74,5 <sup>b</sup> 1,47	76,9 <sup>ab</sup> 1,47	74,1 <sup>b</sup> 1,47	79,3 <sup>ab</sup> 1,47	80,0 <sup>A</sup> 1,10	77,1 <sup>AB</sup> 1,11	74,9 <sup>B</sup> 1,11	76,2 <sup>b</sup> 1,15	75,8 <sup>b</sup> 1,12	80,0 <sup>a</sup> 1,13	8,36	0,001	0,002	0,017	0,002	0,066
<i>Lolium perenne</i>	34,1 <sup>b</sup> SEM 1,40	41,2 <sup>a</sup> 1,40	39,4 <sup>a</sup> 1,40	39,0 <sup>a</sup> 1,40	39,2 <sup>a</sup> 1,40	43,6 <sup>a</sup> 1,40	40,7 <sup>A</sup> 1,12	42,7 <sup>A</sup> 1,13	34,9 <sup>B</sup> 1,14	33,8 <sup>b</sup> 1,19	36,8 <sup>b</sup> 1,16	47,7 <sup>a</sup> 1,16	7,15	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
<i>Poa trivialis</i>	13,4 <sup>a</sup> SEM 0,50	4,3 <sup>b</sup> 0,50	3,1 <sup>bc</sup> 0,50	1,3 <sup>cd</sup> 0,50	1,7 <sup>cd</sup> 0,50	0,6 <sup>d</sup> 0,50	0,7 <sup>B</sup> 0,35	10,7 <sup>A</sup> 0,35	0,8 <sup>B</sup> 0,35	3,2 <sup>b</sup> 0,35	4,2 <sup>ab</sup> 0,35	4,8 <sup>a</sup> 0,35	2,99	<0,001	<0,001	0,007	<0,001	<0,001
<i>Poa supina</i>	4,9 <sup>ab</sup> SEM 0,39	4,3 <sup>ab</sup> 0,39	4,0 <sup>b</sup> 0,39	4,5 <sup>ab</sup> 0,39	4,3 <sup>ab</sup> 0,39	5,7 <sup>a</sup> 0,39	4,8 0,28	4,6 0,28	4,5 0,29	4,2 <sup>b</sup> 0,28	5,7 <sup>a</sup> 0,28	3,9 <sup>b</sup> 0,29	2,27	0,031	0,770	<0,001	<0,001	<0,001
<i>Poa pratensis</i>	17,7 <sup>a</sup> SEM 0,79	15,5 <sup>b</sup> 0,79	15,8 <sup>b</sup> 0,79	17,9 <sup>a</sup> 0,79	16,7 <sup>ab</sup> 0,79	17,6 <sup>a</sup> 0,79	21,6 <sup>A</sup> 0,64	7,9 <sup>B</sup> 0,65	21,1 <sup>A</sup> 0,67	19,4 <sup>a</sup> 0,68	16,2 <sup>b</sup> 0,67	15,0 <sup>b</sup> 0,67	3,95	0,035	<0,001	<0,001	<0,001	0,009
Sonstige Gräser	12,4 SEM 0,87	11,6 0,87	12,3 0,87	14,2 0,87	12,3 0,87	11,8 0,87	12,2 0,68	11,2 0,68	13,9 0,70	15,6 <sup>a</sup> 0,70	12,8 <sup>b</sup> 0,70	8,9 <sup>c</sup> 0,69	4,72	0,247	0,007	<0,001	0,007	0,026

Abkürzungen:  
Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)  
Termin 1: 30. April, Termin 2: 30. Mai, Termin 3: 28. Juni, Termin 4: 27. Juli, Termin 5: 29. August, Termin 6: 26. Oktober  
p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s.e.: Residualstandardabweichung, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante bzw. der Jahre

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

Die Entwicklung der Bestände während des Versuchszeitraumes verlief in den Weidevarianten **KU** und **KO** ähnlich (Abbildung 7 und Abbildung 8 sowie Tabelle 47, Tabelle 48, Tabelle 49 und Tabelle 50 im Anhang). Über die Jahre konnte eine leichte Abnahme des Flächenanteils an Kräutern festgestellt werden, wovon in erster Linie die Artengruppe der Gräser profitierte. Innerhalb dieser Artengruppe war es besonders *Lolium perenne*, das gerade im letzten Versuchsjahr 2016 signifikant höhere Anteile im Mittel des Jahres einnahm (Tabelle 17 und Tabelle 18). Diese Entwicklung war in beiden Weidevarianten so gut wie ident (**KU** 48,4 Flächen % und **KO** 47,7 %). Markant ist ebenso die Entwicklung von *Poa trivialis*, vor allem im zweiten und dritten Versuchsjahr (Abbildung 7 und Abbildung 8). In beiden Varianten lag der Flächenanteil zum ersten Erhebungstermin noch bei 10-15 % und ging bereits beim zweiten Termin deutlich zurück. Im weiteren Vegetationsverlauf erreichte *Poa trivialis*, sowohl in Variante **KU** als auch in Variante **KO**, vernachlässigbare Flächenanteile.

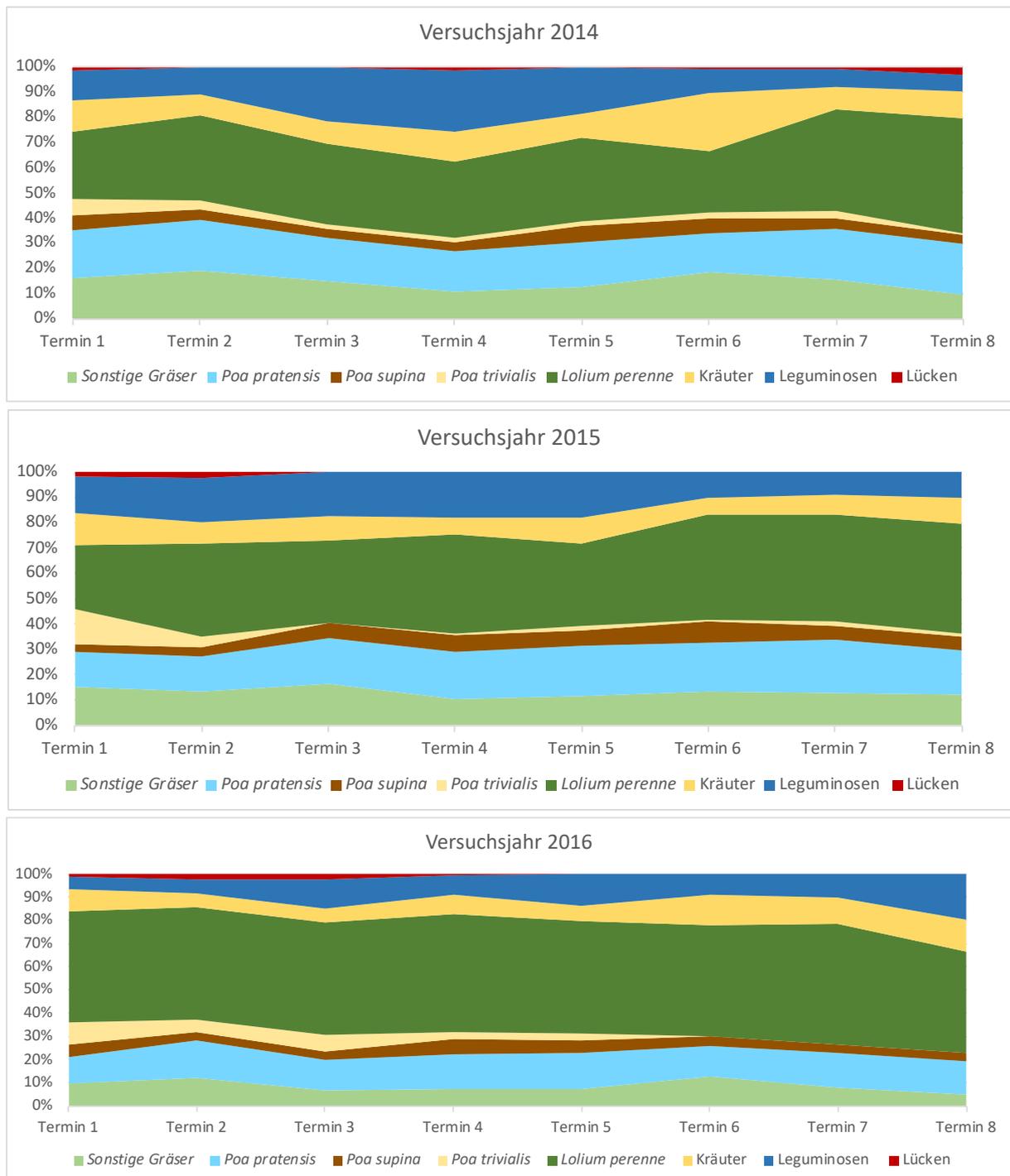


Abbildung 7: Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Kurzrasenweide-Variante (KU) zu den acht Erhebungsterminen in den drei Erhebungsjahren 2014, 2015 und 2016 (Wechselwirkung T x J; alle Werte in Flächenprozent, Termin 1: 22. April, Termin 2: 15. Mai, Termin 3: 10. Juni, Termin 4: 30. Juni,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

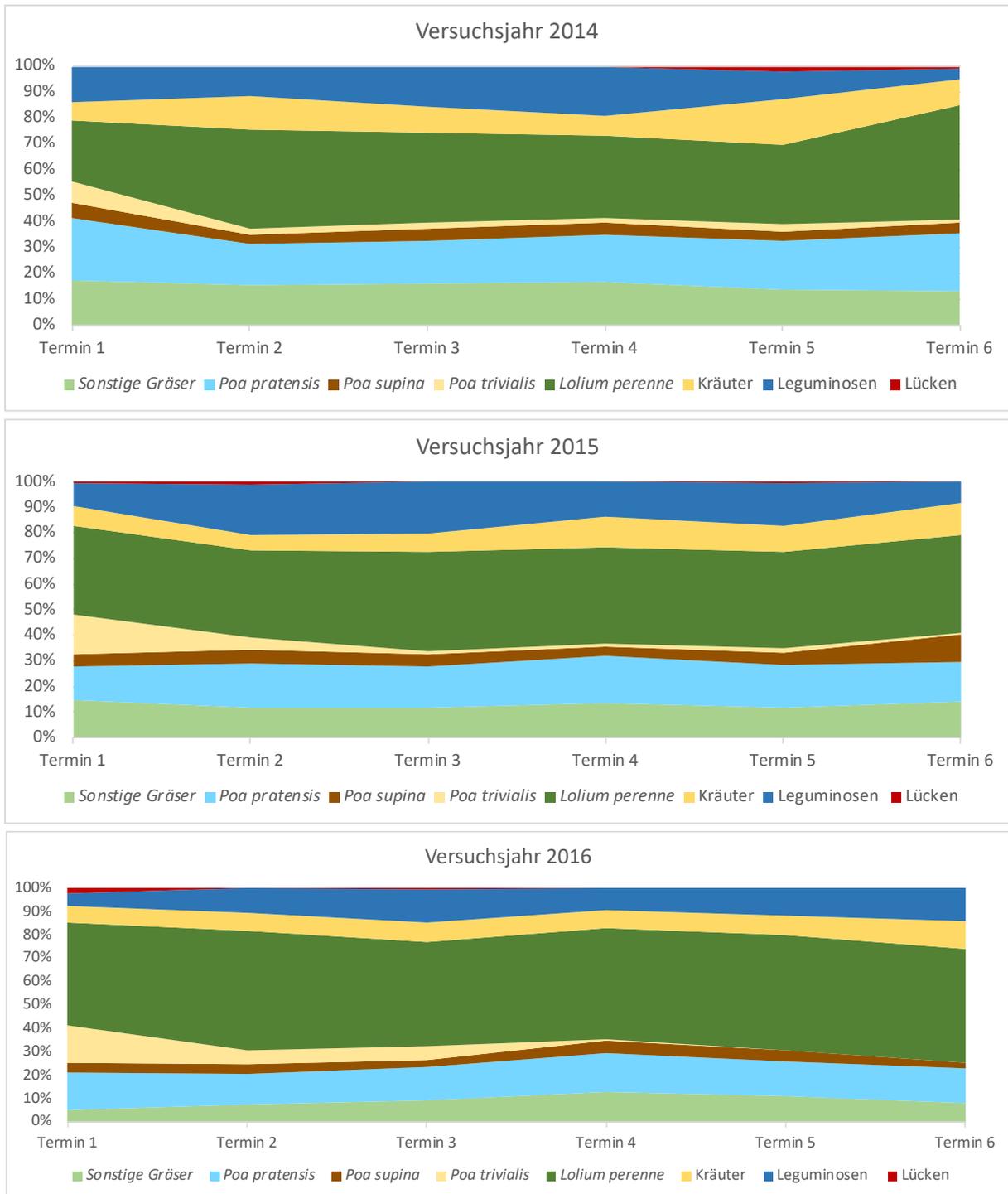


Abbildung 8: Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Koppelweide-Variante (KO) zu den sechs Erhebungsterminen in den drei Erhebungsjahre 2014, 2015 und 2016 (Wechselwirkung T x J; alle Werte; in Flächenprozent, Termin 1: 30. April, Termin 2: 30. Mai, Termin 3: 28. Juni, Termin 4: 27. Juli, Termin 5: 29. August, Termin 6: 26. Oktober)

## 10.2 Erträge und Futterzuwachs

### 10.2.1 Versuch Bio-Mähweide

Beim Trockenmassezuwachs (TM-Zuwachs) wurden für alle Versuchsfaktoren sowie deren Wechselwirkungen signifikante Effekte erzielt (Tabelle 19, Tabelle 51 und Tabelle 52). Dabei zeigte Variante **S** mit 60,5 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> die signifikant höchsten täglichen TM-Zuwächse (Tabelle 19).

Der Faktor Termin spiegelt unterschiedliche Vegetationsperioden in den sechs Versuchsjahren wider (Vegetationsbeginn: 17.03., Termin 1: 01.05., Termin 2: 27.05., Termin 3: 20.06., Termin 4: 15.07., Termin 5: 11.08., Termin 6: 10.09, Termin 7: 19.10. und Vegetationsende 28.10.). Im Mittel über alle Varianten und Jahre wurden die signifikant höchsten täglichen TM-Zuwächse im Juli und August mit jeweils 64,8 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> festgestellt.

**Tabelle 19: Tägliche Trockenmassezuwächse für die vier Nutzungsvarianten, die Vegetationstermine und Versuchsjahre (2007-2012) sowie statistische Kennzahlen**

Parameter	Einheit	Variante (V)				s <sub>e</sub>	p-Wert			
		SW	S	MW	KW		V	T	V x T	V x J
Trockenmassezuwachs <small>SEM</small>	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	50,2 <sup>b</sup> <small>2,26</small>	60,5 <sup>a</sup> <small>2,26</small>	50,7 <sup>b</sup> <small>2,26</small>	48,3 <sup>b</sup> <small>2,26</small>	12,4	0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Parameter	Einheit	Termin (T)						
		1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs <small>SEM</small>	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	48,4 <sup>c</sup> <small>2,26</small>	49,8 <sup>bc</sup> <small>2,26</small>	52,8 <sup>bc</sup> <small>2,26</small>	64,8 <sup>a</sup> <small>2,26</small>	64,8 <sup>a</sup> <small>2,26</small>	54,2 <sup>b</sup> <small>2,26</small>	32,2 <sup>d</sup> <small>2,26</small>

Parameter	Einheit	Jahr (J)					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012
Trockenmassezuwachs <small>SEM</small>	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	43,6 <sup>d</sup> <small>2,21</small>	50,3 <sup>c</sup> <small>2,21</small>	57,6 <sup>b</sup> <small>2,21</small>	52,6 <sup>c</sup> <small>2,21</small>	65,0 <sup>a</sup> <small>2,21</small>	45,4 <sup>d</sup> <small>2,21</small>

Abkürzungen:

Varianten: SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide)

Termin: 1 (01.05.), 2 (27.05.), 3 (20.06.), 4 (15.07.), 5 (11.08.), 6 (10.09) und 7 (19.10.)

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s<sub>e</sub>: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante, des Termines bzw. der Jahre

Aus den Ergebnissen in Abbildung 9 kann ein Zusammenhang zwischen der Niederschlagsverteilung und den TM-Zuwächsen abgelesen werden. Insbesondere im Mai waren die Niederschläge gering, was hier in allen Varianten zu geringeren TM-Zuwächsen führte (Tabelle 51). Obwohl vor Vegetationsbeginn davon auszugehen ist, dass im Mittel genügend Winterfeuchte vorhanden war (Niederschläge im Mittel vom 01.01. bis 17.03 187,4 mm), lag die permanent als Kurzrasenweide genutzte Variante **KW** im täglichen TM-Zuwachs numerisch mit 39,3 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> im Mai am tiefsten. Dieser Wert war in Variante KW auch signifikant niedriger als im Juli (63,6 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) und August (62,1 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>). In diesen Monaten wurden auch höhere Niederschlagsmengen gemessen (Abbildung 9 und Tabelle 51). Im Mittel der Versuchsjahre konnten bei allen vier Varianten die höchsten TM-Zuwächse während des Sommers (Juli-August) gemessen werden. Was bei Variante **MW** und **S** gegenüber den anderen beiden Varianten auffällt, sind die numerisch höheren täglichen TM-Zuwächse im Frühling, obwohl auch auf diese Varianten die gleich hohen Niederschlagsmengen fielen. Beim

ersten Termin erreichte beispielsweise Variante S einen TM-Zuwachs von 59,2 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Im Gegensatz dazu lag die Variante KW lediglich bei 39,3 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> (Abbildung 9 und Tabelle 51).

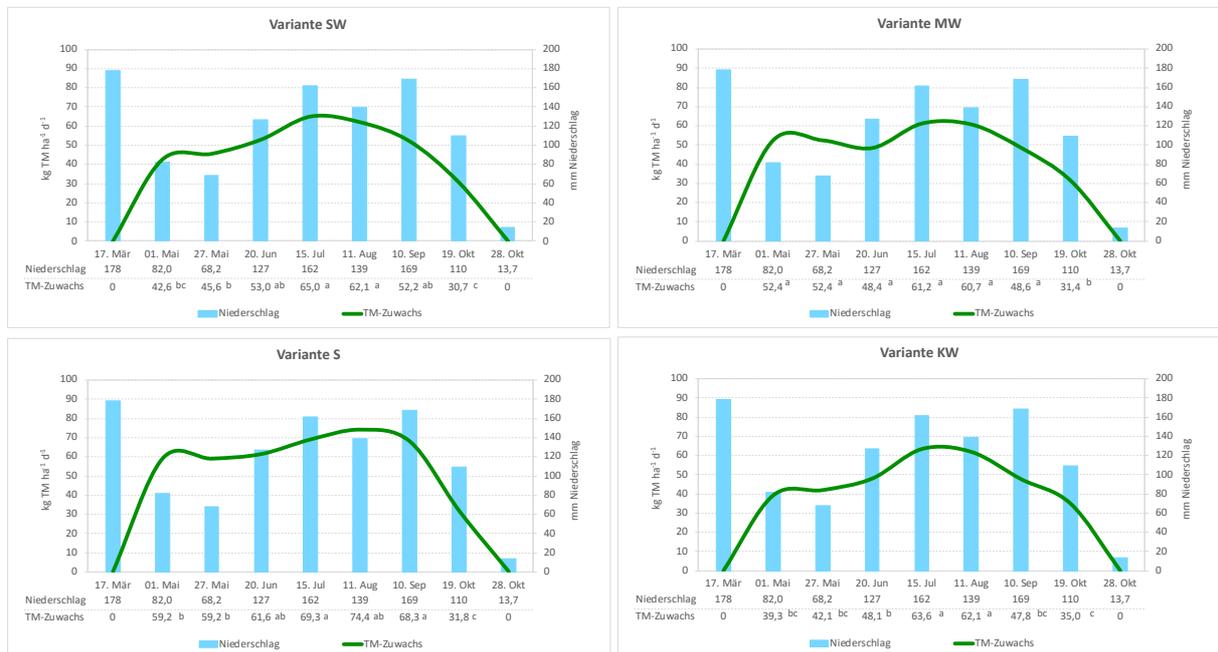


Abbildung 9: Trockenmassezuwachs-Kurven (TM-Zuwachs; Vegetationsbeginn 17.03. und Vegetationsende 28.10.) der vier Varianten (inklusive signifikanter Unterschiede zwischen den Terminen; Wechselwirkung Variante x Termin) sowie die Niederschlagssummen von einem zum nächsten Termin (Niederschlagssumme beim ersten Termin im März sind die aufsummierten Niederschläge ab 1. Jänner)

Da die vorliegende Arbeit speziell auf die Weidehaltung fokussiert, wird im folgenden Abschnitt die Kurzrasenweidevariante KW detailliert betrachtet (Tabelle 20, Abbildung 10 und Tabelle 53).

Tabelle 20: Tägliche Trockenmassezuwächse der Kurzrasenweidevariante KW während der Vegetationsperiode (Termin) bzw. in den sechs Versuchsjahren (2007-2012) sowie statistische Kennzahlen

Parameter	Einheit	Termin (T)							S <sub>e</sub>	p-Wert		
		1	2	3	4	5	6	7		T	J	T x J
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	40,1 c	42,9 bc	49,0 b	64,4 a	62,9 a	48,7 b	35,8 c	9,91	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87				

Parameter	Einheit	Jahr (J)					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	47,7 bc	45,7 c	45,9 c	54,7 ab	57,3 a	43,5 c
	SEM	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81

Abkürzungen:

Termin: 1 (01.05.), 2 (27.05.), 3 (20.06.), 4 (15.07.), 5 (11.08.), 6 (10.09) und 7 (19.10.)

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s<sub>e</sub>: Residualstandardabweichung, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante bzw. der Jahre

Die täglichen TM-Zuwächse der als dauernde Kurzrasenweide genutzten Variante KW wurden von allen im statistischen Modell geprüften Faktoren (T, J, T x J) signifikant beeinflusst (Tabelle 20). Dabei zeigte sich bei den Terminen, dass auch hier im Juli (64,4 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) und August (62,9 kg kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) die signifikant höchsten Zuwächse im Mittel der sechs Versuchsjahre gemessen wurden. Wird der Blickwinkel auf die TM-Zuwächse in den einzelnen Jahren gelegt, dann zeigt sich ein sehr differenziertes Bild (Abbildung 10). Die TM-Zuwächse variierten ähnlich stark zwischen den Versuchsjahren wie die Niederschlagsmengen und deren Verteilung in der

Vegetationsperiode. Das erste Versuchsjahr 2007 sticht mit numerisch sehr niedrigen Zuwachsraten von 17,6 und 19,0 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> im April und Mai heraus. Zum Sommer hin kam es dann zu einer signifikanten Steigerung der Zuwächse auf bis zu 69,6 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Diese Zuwachsleistung im Juli 2007 zählte mit jener im August 2010 (69,7 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) zu den in dieser Untersuchung höchsten ermittelten Werten. Die letzten zwei Versuchsjahre (2011 und 2012) zeigten im Gegensatz zu den ersten vier, deutlich stabilere und gleichmäßigere Zuwächse. In keinem der beiden Versuchsjahre kam es zu signifikant unterschiedlichen täglichen TM-Zuwächsen zwischen den einzelnen Terminen.



Abbildung 10: Trockenmassenzuwachs-Kurven (TM-Zuwachs) der Kurzrasenweidevariante KW in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) sowie die Niederschlagssummen von einem zum nächsten Termin (Niederschlagssumme beim ersten Termin zu Vegetationsbeginn sind die aufsummierten Niederschläge ab 1. Jänner)

Für die Trockenmasse- und Qualitätserträge zeigten sich sowohl bei den Hauptfaktoren Variante und Versuchsjahr als auch in der Untergruppe (Wechselwirkung V x J) signifikante Effekte (Tabelle 21).

Über alle Versuchsjahre hinweg lag der verlustfrei erfasste Trockenmasseertrag bei Schnittnutzung (S) mit 12.518 kg TM ha<sup>-1</sup> signifikant über den Vergleichsvarianten, welche zwischen 9.813 und 10.385 kg TM ha<sup>-1</sup> lagen. Unabhängig von den Versuchsvarianten wurde im Jahr 2011 mit

durchschnittlich 13.700 kg TM der höchste und im Jahr 2007 mit 9.152 kg TM ha<sup>-1</sup> der geringste TM-Ertrag festgestellt.

Tabelle 21: Trockenmasse- (TM) und Qualitätserträge (Rohprotein und Energie) für die vier Nutzungsvarianten sowie die sechs Versuchsjahre sowie statistische Kennzahlen

Parameter	Einheit	Variante (V)				Jahr (J)						S <sub>e</sub>	p-Wert		
		SW	S	MW	KW	2007	2008	2009	2010	2011	2012		V	J	V x J
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	10.385 <sup>b</sup>	12.518 <sup>a</sup>	10.273 <sup>b</sup>	9.813 <sup>b</sup>	9.152 <sup>d</sup>	10.037 <sup>cd</sup>	11.465 <sup>b</sup>	10.833 <sup>bc</sup>	13.708 <sup>a</sup>	9.290 <sup>d</sup>	1.031	0,001	<0,001	<0,001
	SEM	485	485	485	485	478	478	478	478	478	478				
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	1.786	1.806	1.847	2.002	1.591 <sup>d</sup>	1.865 <sup>bc</sup>	1.825 <sup>bc</sup>	1.995 <sup>c</sup>	2.218 <sup>a</sup>	1.667 <sup>cd</sup>	196	0,162	<0,001	0,001
	SEM	99,7	99,7	99,7	99,7	92,9	92,9	92,9	92,9	92,9	92,9				
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	178 <sup>b</sup>	145 <sup>c</sup>	180 <sup>b</sup>	204 <sup>a</sup>	173 <sup>c</sup>	190 <sup>a</sup>	163 <sup>d</sup>	185 <sup>ab</sup>	166 <sup>d</sup>	183 <sup>b</sup>	6,10	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	1,26	1,26	1,26	1,26	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53				
Energieertrag	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	64.561 <sup>b</sup>	74.544 <sup>a</sup>	63.311 <sup>b</sup>	63.298 <sup>b</sup>	56.448 <sup>c</sup>	62.184 <sup>bc</sup>	67.983 <sup>b</sup>	68.662 <sup>b</sup>	84.472 <sup>a</sup>	58.824 <sup>c</sup>	6.484	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	3134	3134	3134	3134	3059	3059	3059	3059	3059	3059				
Energiegehalt	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,26 <sup>b</sup>	5,95 <sup>d</sup>	6,17 <sup>c</sup>	6,45 <sup>a</sup>	6,16 <sup>b</sup>	6,23 <sup>b</sup>	5,96 <sup>c</sup>	6,35 <sup>a</sup>	6,19 <sup>b</sup>	6,38 <sup>a</sup>	0,08	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02				

Abkürzungen:  
 TM: Trockenmasse, MJ: Megajoule, NEL: Nettoenergie Laktation  
 Varianten: SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide)  
 p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, S<sub>e</sub>: Residualstandardabweichung, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante bzw. der Jahre

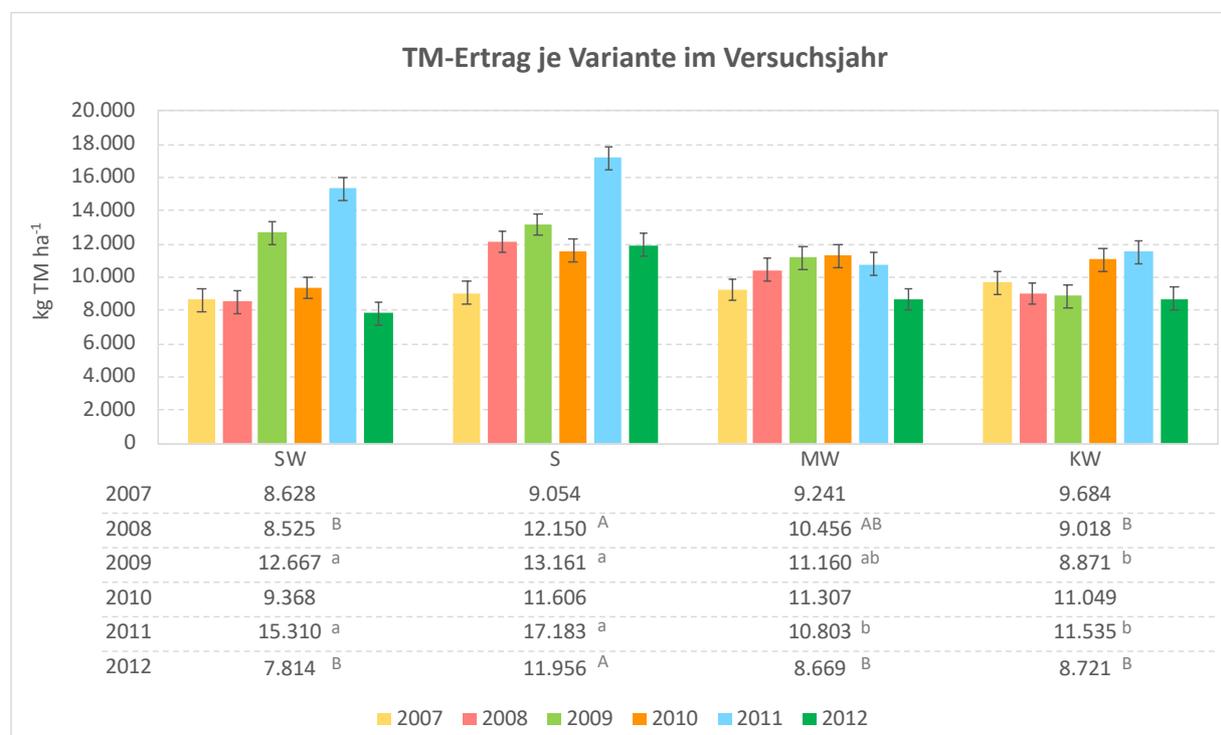
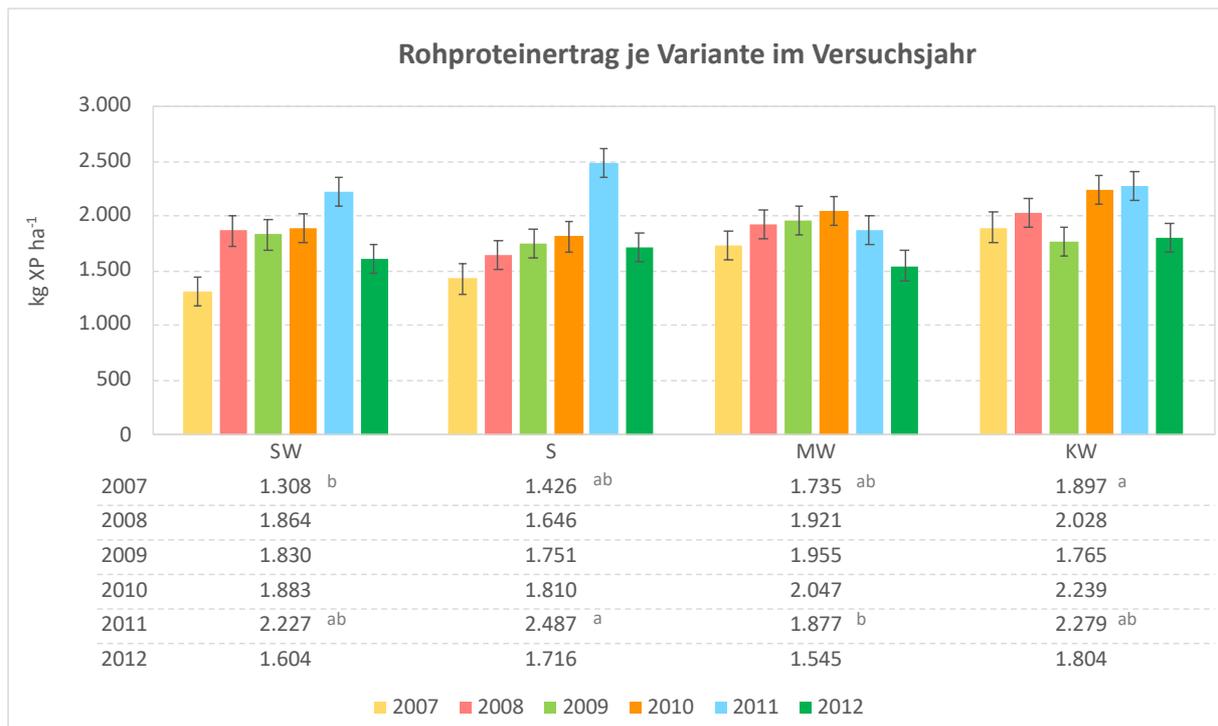


Abbildung 11: Trockenmasseertrag für die vier Varianten SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide) in den jeweiligen Versuchsjahren (2007-2012; Signifikante Unterschiede zwischen den Varianten innerhalb eines Versuchsjahres sind mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM)

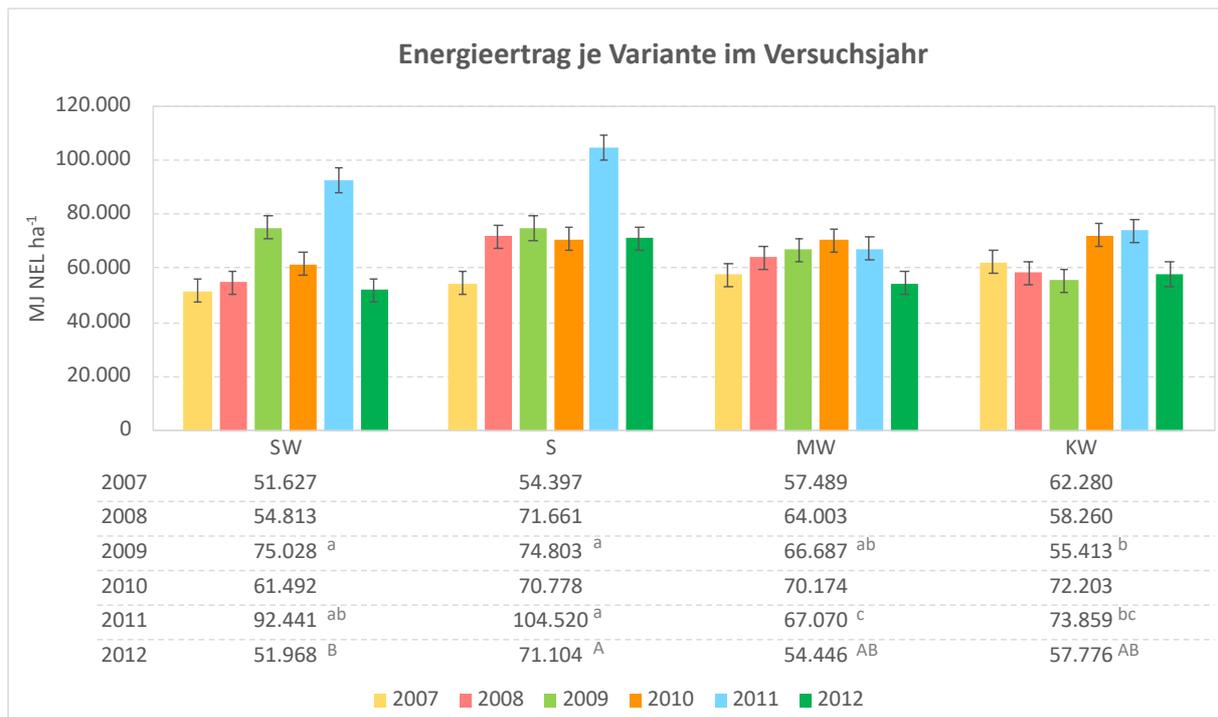
Im ersten Versuchsjahr 2007 wurde zwischen den vier getesteten Varianten noch kein signifikanter Unterschied ermittelt, die Erträge lagen zwischen 8.628 und 9.684 kg TM ha<sup>-1</sup> (Abbildung 11). Bereits im Folgejahr (2008) kam es zu einer Differenzierung zwischen den Nutzungssystemen, die Schnittnutzung (Variante S) erreichte mit 12.150 kg TM ha<sup>-1</sup> numerisch zu MW und signifikant zu den beiden als Kurzrasenweide im Jahr 2008 genutzten Varianten KW und SW die höchsten TM-Erträge. Im Jahr darauf unterschied sich hingegen Variante S nicht mehr von Variante SW (2009 war diese eine 4-Schnittnutzung).



**Abbildung 12: Rohproteinerträge (XP) für die vier Varianten SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide) in den jeweiligen Versuchsjahren (2007-2012; Signifikante Unterschiede zwischen den Varianten innerhalb eines Versuchsjahres sind mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM)**

2010 unterschieden sich die Varianten nicht signifikant voneinander, obwohl Variante **SW** mit 9.368 kg TM ha<sup>-1</sup> numerisch gut 2.000 kg geringere TM-Erträge gegenüber den anderen Varianten aufwies. Ab dem Versuchsjahr 2011 erzielte Variante **S** immer die signifikant höchsten Erträge, wobei es zu Variante **SW** dann keine Unterschiede gab, wenn diese schnittgenutzt (Versuchsjahr 2011) wurde.

Im Gegensatz zu den TM-Erträgen traten bei den Rohproteinerträgen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten auf. Numerisch lag der XP-Ertrag in Gruppe **KW** mit 2.002 kg ha<sup>-1</sup> am höchsten. Auch in den einzelnen Versuchsjahren wurden nur geringe Differenzen zwischen den Varianten festgestellt (Abbildung 12). Lediglich im ersten Versuchsjahr zeigte Variante **KW** mit 1.897 kg XP ha<sup>-1</sup> einen signifikant höheren Rohproteintrag gegenüber Variante **SW**. In Folge des überdurchschnittlich hohen TM-Ertrags in der Schnittnutzungsvariante **S** im Versuchsjahr 2011 wurde auch bei den Rohproteinerträgen mit 2.487 kg XP ha<sup>-1</sup> der signifikant höchste Jahresertrag gemessen (Abbildung 11). In den Versuchsjahren 2007, 2008, 2010 und 2012 lag die Variante **KW** numerisch über den Vergleichsgruppen.



**Abbildung 13:** Energieerträge in MJ Nettoenergie Laktation (NEL) für die vier Varianten SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide) in den jeweiligen Versuchsjahren (2007-2012; Signifikante Unterschiede zwischen den Varianten innerhalb eines Versuchsjahres sind mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM)

Die Energieerträge zeigten ein mit den TM-Erträgen vergleichbares Ergebnis (Abbildung 13). Die Variante **S** erzielte in den Jahren 2009 (74.803 MJ NEL ha<sup>-1</sup>), 2011 (104.520 MJ NEL ha<sup>-1</sup>) und 2012 (71.104 MJ NEL ha<sup>-1</sup>) die signifikant höchsten Energieerträge. Die stärksten Energieertragungsschwankungen zwischen den Versuchsjahren wurden in der Variante **SW** beobachtet (Tabelle 54), wo ein jährlicher Wechsel zwischen Schnitt- und Kurzrasenweidenutzung erfolgte. In den Schnittnutzungsjahren wurden in SW jeweils höhere Energieerträge festgestellt. Die permanente als Kurzrasenweide genutzte Variante **KW** lag im Energieertrag, mit Ausnahme von 2007 und 2010, immer numerisch bzw. teilweise auch signifikant unter Variante **S**.

### 10.2.2 Versuch Bio-Weidesysteme

Zwischen den beiden Weidenutzungsformen (**KU** und **KO**) konnte bei den durchschnittlichen Trockenmassezuwachsrate (TM-Zuwachs) kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Tabelle 22). Auch die numerischen Werte waren mit 49,2 (**KU**) und 49,3 (**KO**) kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> so gut wie ident. Signifikante Unterschiede zeigten sich hingegen für die Versuchsflächen sowie die Versuchsjahre. Das Stallfeld erreichte mit 53,8 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> die höchsten TM-Zuwächse. Mit 53,1 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> wurden im ertragsstarken ersten Versuchsjahr (2014) auch die höchsten

Zuwachsraten gemessen. Im Vegetationsverlauf zeigten sich die höchsten täglichen TM-Zuwächse von Anfang Juni bis Anfang August. Hier wurden, im Mittel beider Weidenutzungen, TM-Zuwächse von 57,7 bis 95,8 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> erreicht.

Tabelle 22: Tägliche Trockenmassezuwächse der beiden Weidenutzungsvarianten, den drei Standorten, den drei Versuchsjahren und zu den ermittelten Terminen in der Vegetationsperiode sowie statistische Kennzahlen

Parameter	Einheit	Variante (V)		Standort (S)			Jahr (J)			S <sub>e</sub>	V	S	J	p-Wert T	V x J	V x S	V x T
		KU	KO	BF	QF	SF	2014	2015	2016								
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	49,2	49,3	49,5 <sup>b</sup>	44,3 <sup>c</sup>	53,8 <sup>a</sup>	53,1 <sup>a</sup>	45,8 <sup>b</sup>	48,8 <sup>b</sup>	12,4	0,914	<0,001	<0,001	<0,001	0,211	0,652	0,050
	SEM	1,51	1,53	1,61	1,61	1,61	1,61	1,64	1,63								

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

Abkürzungen:  
 Varianten: KU (Kurzrasenweide), KO (Koppelweide) und 4S (4-Schnittnutzung); Standort: BF (Belfeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)  
 Termin: 1 (13.04.), 2 (11.05.), 3 (06.06.), 4 (06.07.), 5 (03.08.), 6 (31.08.) und 7 (28.09.)  
 p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s.: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante, des Standortes, der Jahre bzw. der Termine

Die im statistischen Modell berücksichtigte Wechselwirkungen zwischen Variante und Termin lag mit einem *p*-Wert von 0,05 an der Signifikanz-Grenze (Tabelle 22 und Tabelle 58). Wie auch Abbildung 14 zeigt, traten bei der Kurzrasenweidenutzung (KU) zwischen Anfang Juni und Anfang August stärkere Zuwachsschwankungen als bei der Koppelweidenutzung (KO) auf. Numerisch lag die Variante KU Anfang August, im Mittel aller Versuchsjahre, mit 63,9 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> am höchsten. Zu Vegetationsbeginn und im Frühling wiesen jedoch beide Varianten annähernd idente Werte auf. Dies war sowohl bei der simulierten Kurzrasenweide KU (Tabelle 23 und Tabelle 59) als auch bei der simulierten Koppelweide KO (Tabelle 24 und Tabelle 60) beobachtbar.

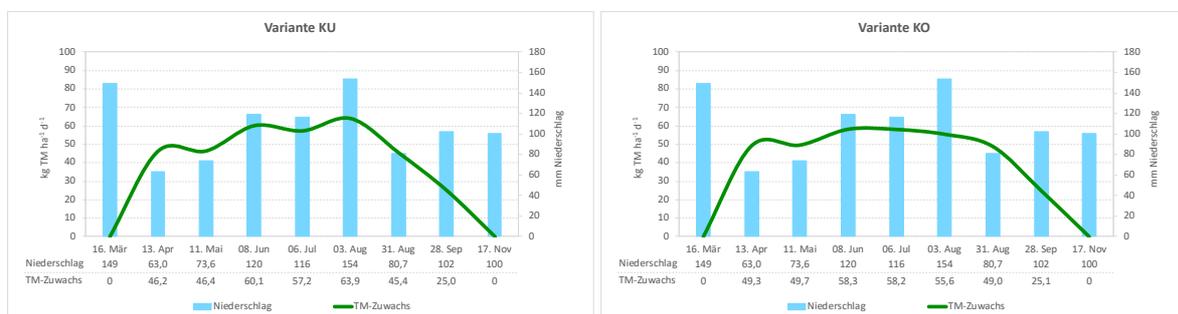


Abbildung 14 Trockenmassezuwachs-Kurven (TM-Zuwachs; Vegetationsbeginn 16.03. und Vegetationsende 17.11.) der beiden Varianten (KU und KO) sowie die Niederschlagssummen von einem zum nächsten Termin (Niederschlagssumme beim ersten Termin im März sind die aufsummierten Niederschläge ab 1. Jänner)

Tabelle 23: Tägliche Trockenmassezuwächse der Kurzrasenweidevariante KU während der Vegetationsperiode (Termin) und in den drei Versuchsjahren sowie statistische Kennzahlen

Parameter	Einheit	Standort (S)			Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert				
		BF	QF	SF	2014	2015	2016		S	J	T	J x T	S x J
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	49,9 <sup>a</sup>	44,1 <sup>b</sup>	53,7 <sup>a</sup>	54,1 <sup>a</sup>	46,0 <sup>b</sup>	47,7 <sup>b</sup>	10,6	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
	SEM	1,32	1,30	1,30	1,30	1,30	1,32						

Parameter	Einheit	Termin (T)						
		1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	46,3 <sup>b</sup>	46,4 <sup>b</sup>	60,1 <sup>a</sup>	57,3 <sup>a</sup>	64,0 <sup>a</sup>	45,5 <sup>b</sup>	25,0 <sup>c</sup>
	SEM	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87

Abkürzungen:  
 Standort: BF (Belfeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)  
 Termin: 1 (13.04.), 2 (11.05.), 3 (08.06.), 4 (06.07.), 5 (03.08.), 6 (31.08.) und 7 (28.09.)  
 p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s.: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb des Standortes, der Jahre bzw. der Termine

Tabelle 24: Tägliche Trockenmassezuwächse der Koppelweidevariante KO während der Vegetationsperiode (Termin) und in den drei Versuchsjahren sowie statistische Kennzahlen

Parameter	Einheit	Standort (S)			Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert				
		BF	QF	SF	2014	2015	2016		S	J	T	JxT	SxJ
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	48,9 <sup>b</sup>	45,3 <sup>b</sup>	53,6 <sup>a</sup>	51,8 <sup>a</sup>	45,9 <sup>b</sup>	50,0 <sup>ab</sup>	9,71	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001
	SEM	1,79	1,82	1,82	1,89	1,85	1,86						

Parameter	Einheit	Termin (T)						
		1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	49,3 <sup>c</sup>	49,6 <sup>bc</sup>	58,2 <sup>a</sup>	58,1 <sup>a</sup>	55,5 <sup>ab</sup>	49,0 <sup>c</sup>	25,0 <sup>d</sup>
	SEM	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17

Abkürzungen:

Standort: BF (Belfeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

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

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s<sub>e</sub>: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb des Standortes, der Jahre bzw. der Termine



Abbildung 15: Trockenmassezuwachs-Kurven (TM-Zuwachs) der beiden Weidevarianten KU (links) und KO (rechts) in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) sowie die Niederschlagssummen von einem zum nächsten Termin (Niederschlagssumme beim ersten Termin zu Vegetationsbeginn sind die aufsummierten Niederschläge ab 1. Jänner)

Wie Abbildung 15 bzw. Tabelle 59 und Tabelle 60 zeigen, bestanden zwischen den Versuchsjahren deutliche Unterschiede in der Niederschlagsverteilung. Die Trockenmassezuwachs-Kurven beider Weidevarianten zeigten eine deutliche Reaktion auf die Niederschläge, wobei für die Variante KU raschere und stärkere Reaktionen auf die Niederschlagsmengen als in Variante KO erkennbar sind. Die Zuwächse der Variante KU lagen beispielsweise im Jahr 2014 Anfang

Juni noch bei 63,0, sanken Anfang Juli auf 48,4 ab und stiegen danach wieder auf 67,1 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> an. Im selben Zeitraum konnte in Variante **KO** ein deutlich gleichmäßigeres Wachstum festgestellt werden, die TM-Zuwächse lagen bei 53,6 (Anfang Juni), 57,4 (Anfang Juli) und danach bei 58,5 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Auch der jährliche Vergleich der Trockenmassezuwachs-Kurven innerhalb der Varianten weist auf konstantere Wachstumsbedingungen bei Koppelweide (**KO**) hin.

Der Blattflächenindex (LAI: Leaf area index) wurde vor jeder Ernte der Weidekörbe an der Bodenoberfläche erhoben. Dabei unterschieden sich alle drei Nutzungsvarianten signifikant voneinander (Tabelle 27). Die Variante **S4**, welche auch die höchste Ernte-Aufwuchshöhe hatte, lag im Mittel mit einem LAI von 4,74 signifikant über den Vergleichsvarianten. Der niedrigste Wert wurde für Variante **KU** mit 2,50 festgestellt, die Variante **KO** lag mit 3,52 dazwischen. Diese signifikanten Variantenunterschiede wurden nicht nur im Mittel über die gesamte Versuchszeit, sondern auch in jedem einzelnen Versuchsjahr ermittelt (Abbildung 16).

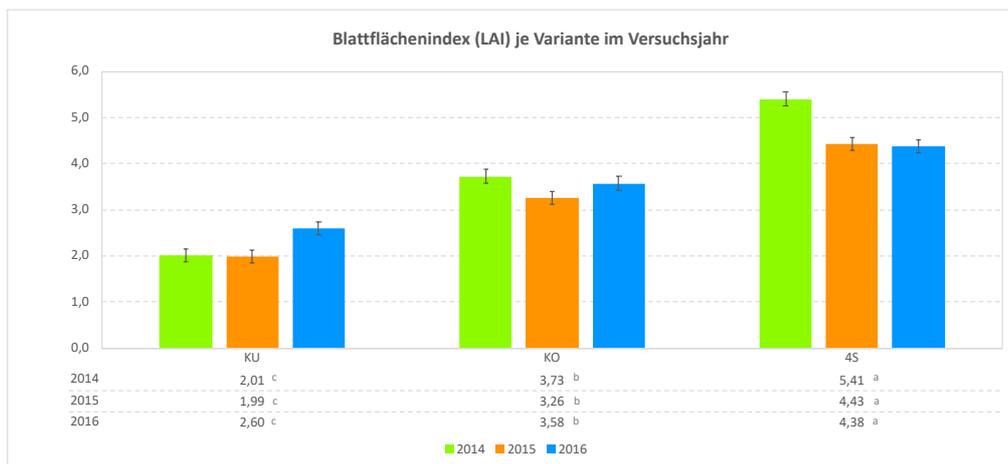


Abbildung 16: Mittlerer Blattflächenindex (LAI) der drei Varianten in den Versuchsjahren (Wechselwirkung Variante x Jahr, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM)

Es wurden auch für das Versuchsjahr und den Standort signifikante LAI-Unterschiede festgestellt (Tabelle 25 und Tabelle 26), wobei auch signifikante Wechselwirkungen zwischen Jahr und Termin bzw. Standort und Jahr auftraten (Tabelle 56 und Tabelle 57).

Tabelle 25: Blattflächenindex (LAI) für Variante KU, je Standort, Versuchsjahr, Messtermin sowie statistische Kennzahlen

Parameter	Einheit	Standort (S)			Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert				
		BF	QF	SF	2014	2015	2016		S	J	T	J x T	S x J
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	2,50 <sup>a</sup>	2,15 <sup>b</sup>	2,73 <sup>a</sup>	2,67 <sup>a</sup>	2,24 <sup>b</sup>	2,47 <sup>ab</sup>	0,89	<0,001	0,005	0,001	<0,001	0,009
	SEM	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11						

Parameter	Einheit	Termin (T)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	2,36 <sup>ab</sup>	2,11 <sup>a</sup>	2,56 <sup>ab</sup>	2,41 <sup>ab</sup>	2,83 <sup>b</sup>	2,88 <sup>b</sup>	2,46 <sup>ab</sup>	2,06 <sup>a</sup>
	SEM	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16

Abkürzungen:

Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

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

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s<sub>e</sub>: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb des Standortes, der Jahre bzw. der Termine

Tabelle 26: Blattflächenindex (LAI) für Variante KO, je Standort, Versuchsjahr, Messtermin sowie statistische Kennzahlen

Parameter	Einheit	Standort (S)			Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert				
		BF	QF	SF	2014	2015	2016		S	J	T	J x T	S x J
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	3,73 <sup>ab</sup>	3,33 <sup>b</sup>	3,88 <sup>a</sup>	4,06 <sup>a</sup>	3,47 <sup>b</sup>	3,41 <sup>b</sup>	1,02	0,010	0,001	<0,001	<0,001	0,005
	SEM	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18						

Parameter	Einheit	Termin (T)					
		1	2	3	4	5	6
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	3,59 <sup>b</sup>	3,07 <sup>b</sup>	3,05 <sup>b</sup>	4,04 <sup>ab</sup>	3,79 <sup>ab</sup>	4,33 <sup>a</sup>
	SEM	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21

Abkürzungen:

Standort: BF (Belfeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

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

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s<sub>e</sub>: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb des Standortes, der Jahre bzw. der Termine

Bei Variante KU (Abbildung 17) wurde in den Jahren 2014 und 2016 ein relativ gleichmäßiger Blattflächenindex während des Zeitraumes von Termin 1 bis 7 gemessen (1,76-3,37), nur zum letzten Termin hin nahm der LAI deutlich ab (0,94-1,53). Eine andere LAI-Entwicklung zeigte sich im Versuchsjahr 2015. Hier lag der LAI zu den Terminen 3 bis 7 tiefer und zu Weideende höher.

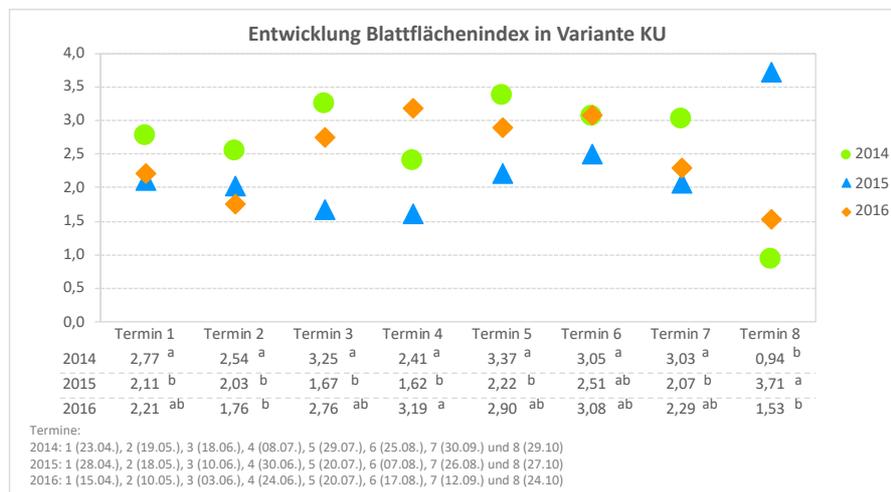


Abbildung 17: Verlauf des Blattflächenindex (LAI: Leaf area index) in Variante KU während der Vegetationsperiode in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung J x T)

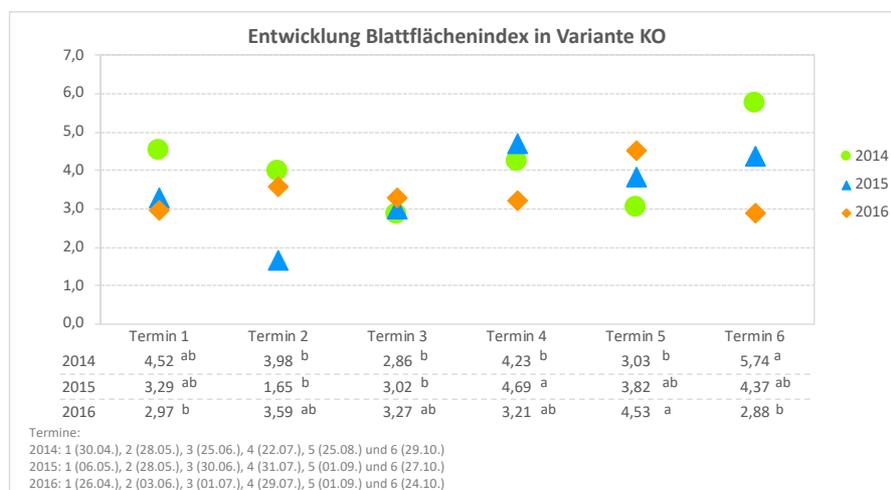


Abbildung 18: Verlauf des Blattflächenindex (LAI: Leaf area index) in Variante KO während der Vegetationsperiode in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung J x T)

Der Blattflächenindex in Variante **KO** (Abbildung 18) variierte weniger stark zwischen den Jahren und Terminen. Die stärkste Differenzierung zwischen den drei Versuchsjahren wurde beim letzten Messtermin (Termin 8) festgestellt. Im Versuchsjahr 2014 erreicht der Blattflächenindex beim letzten Termin den Wert von 5,74. Dieser war im selben Jahr der signifikant höchste Wert und stellte auch während der gesamten Versuchszeit den numerisch höchsten LAI-Wert dar.

Da in der Schnittvariante (**4S**) die letzte Beerntung (4. Schnitt) im September erfolgte, werden im folgenden ersten Abschnitt bei den Vergleichen mit den Weidegruppen (**KU** bzw. **KO**) nur jene Erträge berücksichtigt, welche auch in den Weidegruppen jeweils bis zum letzten Erntetermin der Variante **4S** anfielen. Im zweiten Abschnitt werden für die beiden **KU** und **KO** Weidevarianten die Gesamtjahresergebnisse dargestellt.

Die mit dem Filip's electronic plate meter (RPM) erhobenen Ernte-Aufwuchshöhen (Angabe in  $cm_{RPM}$ ) zeigten die durch die Versuchsvorgaben zu erwartenden und signifikanten Variantenunterschiede (Tabelle 27). Das durch die Platte komprimierte Futter wies in Variante **KU** eine Aufwuchshöhe von 7,7  $cm_{RPM}$ , in **KO** von 10,0  $cm_{RPM}$  und in **4S** von 13,8  $cm_{RPM}$  auf. Auch zwischen den Standorten zeigten sich unterschiedliche Ernte-Aufwuchshöhen. Das Querfeld (QF) lag im Mittel aller Varianten, Jahre und Erntetermine mit 9,2  $cm_{RPM}$  signifikant tiefer als das Beifeld und das Stallfeld. Die Wuchshöhen innerhalb der Varianten variierten etwas zwischen den Jahren, es wurden jedoch die bei der Versuchsplanung angestrebten Differenzen zwischen den Varianten eingehalten. (Tabelle 62).

Wie Tabelle 27 zeigt, ergaben sich bei nahezu allen Ertragsparametern signifikante Variantenunterschiede. Zu beachten ist, dass teilweise auch signifikante Wechselwirkungen zwischen Versuchsfaktoren auftraten (Tabelle 61, Tabelle 62 und Tabelle 63).

**Tabelle 27: Trockenmasse- und Qualitätserträge, sowie durchschnittliche Rohprotein- und Energiegehalte für die drei Nutzungsvarianten, die drei Versuchsstandorte und die drei Versuchsjahre sowie statistische Kennzahlen (Erträge und Daten für die Varianten KU und KO nur bis zum Erntedatum der Variante 4S berücksichtigt)**

Parameter	Einheit	Variante (V)			Standort (S)			Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert					
		KU	KO	4S	BF	QF	SF	2014	2015	2016		V	S	J	V x S	V x J	S x J
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	9.430 <sup>b</sup>	9.420 <sup>b</sup>	10.774 <sup>a</sup>	10.447 <sup>a</sup>	8.605 <sup>b</sup>	10.571 <sup>a</sup>	10.604 <sup>a</sup>	9.299 <sup>b</sup>	9.720 <sup>b</sup>	948	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,054	0,179
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	1.973 <sup>a</sup>	1.797 <sup>b</sup>	1.756 <sup>b</sup>	1.954 <sup>b</sup>	1.493 <sup>c</sup>	2.079 <sup>a</sup>	1.929 <sup>a</sup>	1.796 <sup>b</sup>	1.801 <sup>b</sup>	215	0,001	<0,001	0,015	0,005	0,549	0,008
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	210 <sup>a</sup>	193 <sup>b</sup>	163 <sup>c</sup>	191 <sup>b</sup>	176 <sup>c</sup>	199 <sup>a</sup>	181 <sup>c</sup>	197 <sup>a</sup>	188 <sup>b</sup>	7,84	<0,001	<0,001	<0,001	0,102	<0,001	0,001
Energieertrag <sub>REG</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	61.734 <sup>b</sup>	60.835 <sup>b</sup>	67.405 <sup>a</sup>	66.897 <sup>a</sup>	54.960 <sup>b</sup>	68.116 <sup>a</sup>	67.352 <sup>a</sup>	59.497 <sup>c</sup>	63.125 <sup>b</sup>	6.009	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,042	0,125
Energiegehalt <sub>REG</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,55 <sup>a</sup>	6,45 <sup>b</sup>	6,24 <sup>c</sup>	6,40 <sup>b</sup>	6,40 <sup>b</sup>	6,44 <sup>a</sup>	6,33 <sup>c</sup>	6,42 <sup>b</sup>	6,49 <sup>a</sup>	0,06	<0,001	0,013	<0,001	0,352	0,001	0,004
Energieertrag <sub>ELoS</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	58.030 <sup>b</sup>	57.552 <sup>b</sup>	64.894 <sup>a</sup>	63.244 <sup>a</sup>	53.484 <sup>b</sup>	63.748 <sup>a</sup>	58.135 <sup>b</sup>	62.182 <sup>a</sup>	62.182 <sup>a</sup>	5.198	0,001	<0,001	0,002	<0,001	0,524	0,326
Energiegehalt <sub>ELoS</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,60 <sup>a</sup>	6,45 <sup>b</sup>	6,05 <sup>c</sup>	6,36	6,38	6,37	6,32 <sup>b</sup>	6,41 <sup>a</sup>	6,41 <sup>a</sup>	0,06	<0,001	0,502	<0,001	0,271	0,001	0,502
Wuchshöhe	cm <sub>RPM</sub>	7,73 <sup>c</sup>	10,0 <sup>b</sup>	13,8 <sup>a</sup>	11,3 <sup>a</sup>	9,22 <sup>b</sup>	11,0 <sup>a</sup>	11,2 <sup>a</sup>	9,78 <sup>c</sup>	10,5 <sup>b</sup>	0,81	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,585
Futterdichte	kg TM ha <sup>-1</sup> cm <sub>RPM</sub> <sup>-1</sup>	330	316	315	306 <sup>b</sup>	337 <sup>a</sup>	319 <sup>b</sup>	324	317	320	26,9	0,051	<0,001	0,534	0,043	0,430	0,992
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	2,50 <sup>a</sup>	3,52 <sup>b</sup>	4,74 <sup>c</sup>	3,73 <sup>a</sup>	3,09 <sup>b</sup>	3,94 <sup>a</sup>	4,02 <sup>a</sup>	3,22 <sup>c</sup>	3,52 <sup>b</sup>	0,41	<0,001	<0,001	<0,001	0,430	0,003	0,001

Abkürzungen:  
 Varianten: KU (Kurzrasenweide), KO (Koppelweide) und 4S (4-Schnittnutzung); Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)  
 Energie: REG (errechnet aus Rohnährstoffen mittels Regression), ELoS (Bestimmung der Verdaulichkeit in vitro nach der Zellulase-Methode); cm<sub>RPM</sub>: Messung mittels Pasture Plate Meter (RPM)  
 p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, se: Residualstandardabweichung, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante, des Standortes bzw. der Jahre

Ähnlich wie im Versuch **Bio-Mähweide** erreichte die reine Schnittnutzung (**4S**) mit 10.774 kg TM ha<sup>-1</sup> die signifikant höchsten Trockenmasseerträge (TM-Erträge; Tabelle 27). Zwischen den

beiden Weidevarianten war hinsichtlich der TM-Erträge kein signifikanter Unterschied feststellbar. Auch die numerischen Werte lagen mit 9.430 kg TM ha<sup>-1</sup> (KU) und 9.420 kg TM ha<sup>-1</sup> (KO) praktisch gleich auf. Von den drei Versuchsflächen stach das Querfeld (QF) heraus, welches gegenüber dem Beifeld (BF) und dem Stallfeld (SF) um fast 2.000 kg TM ha<sup>-1</sup> im Ertrag abfiel. Ebenso wurde ein signifikanter Jahreseffekt festgestellt. Im ersten Versuchsjahr (2014) wurden mit durchschnittlich 10.604 kg TM ha<sup>-1</sup> die höchsten Erträge ermittelt.

Im Gegensatz zu den TM-Ertragsergebnissen erreichte die simulierte Kurzrasenweide (KU) mit 1.973 kg XP ha<sup>-1</sup> die signifikant höchsten Rohproteinergebenisse (Tabelle 27). Auch bei den durchschnittlichen Rohproteingehalten ergaben sich für KU mit 210 g XP kg<sup>-1</sup> TM die signifikant höchsten Werte.

Wie in Kapitel „Material und Methode“ beschrieben, wurden die Energiekonzentrationen im Futter in den Versuchsjahren 2015 und 2016 mit zwei unterschiedlichen Verfahren (Regressionsmethode (REG) bzw. Zellulase-Methode (ELOS)) errechnet bzw. bestimmt. Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse daraus daher auch getrennt für beide Bewertungsmethoden dargestellt. Die bei den Energieerträgen festgestellte signifikante Wechselwirkung zwischen dem Faktor Jahr und Variante ist auf die Energieerträge in Gruppe 4S im letzten Versuchsjahr zurückzuführen, diese lagen in 4S signifikant über den Vergleichsvarianten (Abbildung 21). Die Bestimmung der Energie aus dem Probenmaterial mittels Zellulase-Methode (in vitro) wurde nur im zweiten und dritten Versuchsjahr vorgenommen, führte aber zu generell etwas niedrigeren Energieerträgen, bei gleichbleibenden Verhältnissen zueinander (Abbildung 21 und Tabelle 64). Die Variante 4S erzielte im Vergleich zu den Weidegruppen, unabhängig von der Energiebewertungsmethode, mit 67.405 MJ NEL ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (Energieertrag<sub>REG</sub>) und 64.894 MJ NEL ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (Energieertrag<sub>ELOS</sub>) die signifikant höchsten Energieerträge.

Wie die Jahresergebnisse für die Varianten (Wechselwirkung V x J) in Tabelle 64 bzw. Abbildung 19 zeigen, schwankten die Jahreserträge in der Schnittvariante weniger stark als bei Weidenutzung. Variante 4S erreichte in jedem Jahr Erträge über 10.000 kg TM ha<sup>-1</sup>. Diese Grenze wurde von Variante KU und KO nur im ersten Versuchsjahr (2014) überschritten.

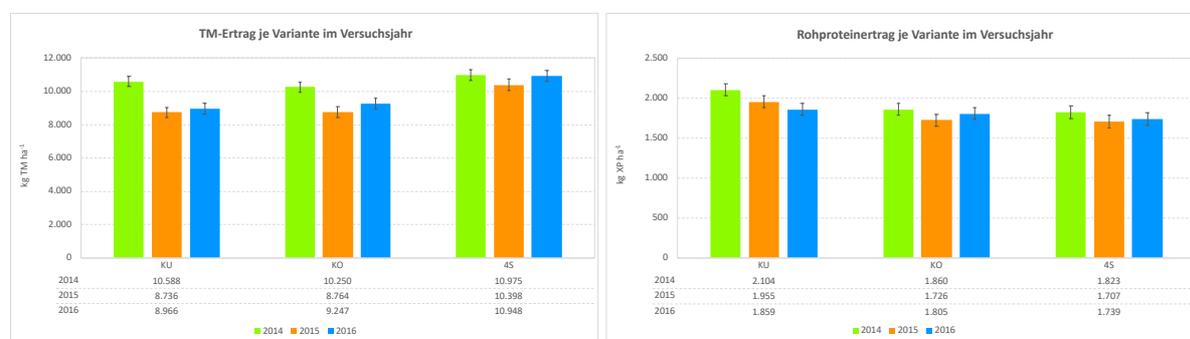
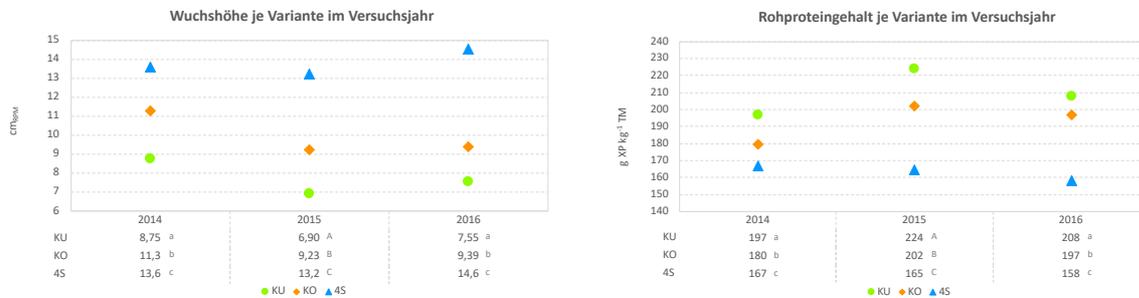


Abbildung 19: Trockenmasse- (links) und Rohproteintrag (rechts) der drei Versuchsvarianten (KU, KO und 4S) in den drei Versuchsjahren (2014-2016, Wechselwirkung V x J, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM)

Die numerisch höchsten Rohproteinerträge, wurden mit 2.104 kg XP ha<sup>-1</sup> im ersten Versuchsjahr in der Variante KU erreicht (Abbildung 19 und Tabelle 64). Numerisch waren die XP-Erträge in allen drei Versuchsjahren in der Variante **KU** am höchsten. Da die TM-Erträge der Variante **KU** signifikant unter denen von Variante **4S** lagen, (Tabelle 27), sind diese Effekte auf die höheren Rohproteingehalte je kg Trockenmasse zurückzuführen (Abbildung 20).



**Abbildung 20: Unterschiede in der Wuchshöhe (links, Messung mittels Pasture Plate Meter, RPM) sowie des Rohproteingehaltes (rechts) jeder Variante (KU: Kurzrasenweide, KO: Koppelweide und 4S : 4-Schnittnutzung) im jeweiligen Versuchsjahr (2014-2016, Wechselwirkung V x J)**

In Variante **KU** wurden in jedem Jahr die signifikant höchsten Rohproteingehalte festgestellt und für die 4-Schnittvariante zeigten sich jeweils die geringsten Werte (Abbildung 20 und Tabelle 64). Die simulierte Koppel (**KO**) lag in allen Versuchsjahren zwischen **KU** und **4S**.

Die Energiegehalte der Futterproben in den Versuchsvarianten verhielten sich ähnlich wie die XP-Gehalte (Abbildung 22). In Variante **KU** wurden die signifikant höchsten und in Variante **4S** die niedrigsten Energiekonzentrationen festgestellt. Die Variante **KO** lag dazwischen. Dies traf für beide Energie-Bestimmungsmethoden zu. Die höchste Energiekonzentration erreicht Variante **KU** mit 6,61 (REG) bzw. 6,62 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM (ELOS) im Jahr 2016 und die Schnittnutzung **4S** mit 6,20 (REG) 2014 bzw. 5,97 (ELOS) MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM im Versuchsjahr 2015. Dabei zeigten beide Energiebewertungsmethoden geringe Schwankungen bei der Weidenutzung **KU**. Vergleicht man die auf Basis der Zellulase- bzw. Regressionsmethode ermittelten Energiekonzentrationen, dann lagen die Energiekonzentrationen auf Basis der Zellulase-Methode tiefer, wobei diese Differenz bei der Schnittvariante stärker ausgeprägt war (Abbildung 22).



**Abbildung 21: Energieertrag der drei Versuchsvarianten (KU, KO und 4S) in den drei Versuchsjahren (2014-2016 Wechselwirkung V x J ), errechnet aus den Rohnährstoffen mittels Regression (REG, links) bzw. in vitro nach der Zellulase-Methode bestimmt (ELOS, rechts, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM)**



Abbildung 22: Unterschiede im Energiegehalt jeder Variante (KU: Kurzrasenweide, KO: Koppelweide und 4S : 4-Schnittnutzung) im jeweiligen Versuchsjahr (2014-2016; Wechselwirkung V x J ), errechnet aus den Rohnährstoffen mittels Regression (REG, links) bzw. in vitro nach der Zellulase-Methode bestimmt (ELOS, rechts)

In Tabelle 28 sind die Erträge der beiden Weidenutzungsvarianten (KU und KO) nicht nur bis zum 4. Schnitttermin der Variante S4 (siehe Abschnitt oben), sondern über die gesamte Vegetationsperiode dargestellt. Im Vergleich zu den in Tabelle 27 angegebenen Erträgen bis zum 4. Schnitttermin der Variante S4 lag der gesamte Jahresertrag in Variante KU mit 10.281 kg TM ha<sup>-1</sup> um 851 kg und jener in Variante KO mit 10.494 kg TM ha<sup>-1</sup> um 1.074 kg höher. Die TM-Jahreserträge der beiden Weidenutzungsvarianten lagen auf vergleichbarem Niveau und unterschieden sich nicht signifikant. Signifikante Unterschiede ergaben sich hingegen zwischen den Versuchsstandorten und den Versuchsjahren und es zeigte sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen den Versuchsfaktoren Standort und Jahr (Tabelle 28, Tabelle 65, Tabelle 66 und Tabelle 67).

Tabelle 28: Trockenmasse- und Qualitätserträge, sowie durchschnittliche Rohprotein- und Energiegehalte für die zwei Weidenutzungen (KU und KO), die drei Versuchsstandorte und die drei Versuchsjahre mit sowie statistische Kennzahlen (gesamte Erträge und Werte für die Varianten KU und KO bis zum Ende der Vegetationsperiode)

Parameter	Einheit	Variante (V)		Standort (S)			Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert					
		KU	KO	BF	QF	SF	2014	2015	2016		V	S	J	V x S	V x J	S x J
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	10.281	10.494	10.514 <sup>b</sup>	9.297 <sup>c</sup>	11.351 <sup>a</sup>	11.556 <sup>a</sup>	9.704 <sup>b</sup>	9.902 <sup>b</sup>	1.096	0,415	<0,001	<0,001	0,931	0,431	0,001
Rohproteinertrag	kg ha <sup>-1</sup>	2.160 <sup>a</sup>	2.038 <sup>b</sup>	2.159 <sup>b</sup>	1.727 <sup>c</sup>	2.412 <sup>a</sup>	2.218 <sup>a</sup>	2.076 <sup>ab</sup>	2.003 <sup>b</sup>	256	0,048	<0,001	0,017	0,871	0,318	<0,001
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	210 <sup>a</sup>	194 <sup>b</sup>	205 <sup>b</sup>	187 <sup>c</sup>	213 <sup>a</sup>	189 <sup>c</sup>	214 <sup>a</sup>	202 <sup>b</sup>	6,63	<0,001	<0,001	<0,001	0,188	0,053	<0,001
Energieertrag <sub>REG</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	67.331	67.826	68.390 <sup>b</sup>	60.138 <sup>c</sup>	74.209 <sup>a</sup>	74.334 <sup>a</sup>	63.291 <sup>b</sup>	65.111 <sup>b</sup>	6.875	0,762	<0,001	<0,001	0,931	0,378	<0,001
Energiegehalt <sub>REG</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,55 <sup>a</sup>	6,45 <sup>b</sup>	6,49 <sup>b</sup>	6,48 <sup>b</sup>	6,52 <sup>a</sup>	6,40 <sup>c</sup>	6,54 <sup>b</sup>	6,56 <sup>a</sup>	0,01	<0,001	0,001	<0,001	0,062	0,003	0,022
Energieertrag <sub>ELOS</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	63.095	64.503	62.444 <sup>b</sup>	60.281 <sup>b</sup>	68.673 <sup>a</sup>	62.757	64.842	64.842	6.593	0,472	0,003	0,282	0,689	0,378	0,005
Energiegehalt <sub>ELOS</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,58 <sup>a</sup>	6,44 <sup>b</sup>	6,49	6,52	6,53	6,47 <sup>b</sup>	6,55 <sup>a</sup>	6,55 <sup>a</sup>	0,05	<0,001	0,122	<0,001	0,612	0,096	0,036
Wuchshöhe	cm <sub>RPMT</sub>	7,57 <sup>b</sup>	10,0 <sup>a</sup>	9,06 <sup>a</sup>	7,99 <sup>b</sup>	9,31 <sup>a</sup>	9,76 <sup>a</sup>	8,13 <sup>b</sup>	8,47 <sup>b</sup>	0,65	<0,001	<0,001	<0,001	0,049	0,005	0,003
Futterdichte	kg TM ha <sup>-1</sup> cm <sub>RPMT</sub> <sup>-1</sup>	337 <sup>a</sup>	317 <sup>b</sup>	311 <sup>b</sup>	338 <sup>a</sup>	331 <sup>a</sup>	334	320	326	29,1	0,008	0,007	0,299	0,446	0,716	0,500
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	2,46 <sup>b</sup>	3,71 <sup>a</sup>	3,15 <sup>a</sup>	2,74 <sup>b</sup>	3,35 <sup>a</sup>	3,40 <sup>a</sup>	2,89 <sup>b</sup>	2,96 <sup>b</sup>	0,38	<0,001	<0,001	<0,001	0,936	0,085	0,001

Abkürzungen:  
 Varianten: KU (Kurzrasenweide) und KO (Koppelweide); Standort: BF (Beilfeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)  
 Energie: REG (errechnet aus Rohnährstoffen mittels Regression), ELOS (Bestimmung der Verdaulichkeit in vitro nach der Zellulase-Methode), cmRPM: Messung mittels Pasture Plate Meter (RPM)  
 p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, se: Residualstandardabweichung, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante, des Standortes bzw. der Jahre

Die Rohproteinerträge lagen in Variante KU mit 2.160 kg ha<sup>-1</sup> signifikant höher als in Variante KO mit 2.038 kg ha<sup>-1</sup> (Tabelle 28). Vergleichbar zum TM-Ertrag zeigten sich auch im Energieertrag zwischen den Weidevarianten keine Differenzen. Die geringere Energiekonzentration in KO im Vergleich zu KU wurde durch den numerisch höheren TM-Ertrag in KO kompensiert.

Tabelle 29: Trockenmasse- und Qualitätserträge, sowie durchschnittliche Rohprotein- und Energiegehalte für die zwei Weidenutzungen (KU und KO) innerhalb jedes Versuchsjahres (Wechselwirkung V x J)

Parameter	Einheit	2014		2015		2016	
		KU	KO	KU	KO	KU	KO
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	11.664	11.448	9.583	9.825	9.595	10.208
	SEM	359	359	359	359	361	361
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	2.325	2.111	2.156	1.997	2.001	2.006
	SEM	77,3	77,3	77,3	77,3	77,8	77,8
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	197	181	225	204	208	196
	SEM	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
Energieertrag <sub>REG</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	75.456	73.213	63.113	63.470	63.425	66.796
	SEM	2.188	2.188	2.188	2.188	2.198	2.198
Energiegehalt <sub>REG</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,48 <sup>a</sup>	6,32 <sup>b</sup>	6,58 <sup>A</sup>	6,49 <sup>B</sup>	6,60 <sup>a</sup>	6,53 <sup>b</sup>
	SEM	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Energieertrag <sub>ELoS</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>			62.958	62.556	63.232	66.451
	SEM			2.211	2.227	2.214	2.214
Energiegehalt <sub>ELoS</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM			6,56	6,38	6,61	6,49
	SEM			0,02	0,02	0,02	0,02
Wuchshöhe	cm <sub>RPM</sub>	8,21 <sup>b</sup>	11,31 <sup>a</sup>	6,95 <sup>B</sup>	9,30 <sup>A</sup>	7,56 <sup>b</sup>	9,38 <sup>a</sup>
	SEM	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Futterdichte	kg TM ha <sup>-1</sup> cm <sub>RPM</sub> <sup>-1</sup>	342	325	334	307	333	320
	SEM	9,39	9,39	9,13	9,19	9,09	9,09
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	2,65	4,15	2,24	3,53	2,48	3,44
	SEM	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14

Abkürzungen:  
 Varianten: KU (Kurzasenweide) und KO (Koppelweide); Standort: BF (Belfeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)  
 Energie: REG (errechnet aus Rohnährstoffen mittels Regression), ELOS (Bestimmung der Verdaulichkeit in vitro nach der Zellulase-Methode)  
 cm<sub>RPM</sub>: Messung mittels Pasture Plate Meter (RPM); abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb des jeweiligen Jahres für beide Varianten

Für beide Weidevarianten (KU und KO) zeigten sich zwischen den jeweiligen Versuchsjahren signifikante Ertragsunterschiede (Tabelle 29). So erreichten beide Varianten im ersten Versuchsjahr 2014, mit über 11.000 kg TM ha<sup>-1</sup>, die numerisch höchsten Gesamterträge. 2015 und 2016 lagen diese unter 10.000 kg TM ha<sup>-1</sup> (Abbildung 23). Im ertragsstarken Versuchsjahr 2014 wurden demgegenüber in beiden Weidevarianten numerisch niedrigere Rohprotein- und Energiegehalte festgestellt.



Abbildung 23: Trockenmasse- (links) und Rohproteinertag (rechts) der zwei Weidenutzungen (KU und KO) in den drei Versuchsjahren (2014-2016, Wechselwirkung V x J, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM)

### 10.3 Inhaltsstoffe und Futterqualität

#### 10.3.1 Versuch Bio-Mähweide

Für die Darstellung der Inhaltsstoffe des Futters wird im Folgenden ausschließlich die permanent als Kurzrasenweidenutzung geführte Variante **KW** betrachtet. Die zu diesem Thema aufgeworfene Fragestellung befasst sich mit der Futterqualität des Weidefutters unter den klimatischen Bedingungen des Versuchsstandortes, weshalb der weitere Focus auf den Weidevarianten liegt.

Variante **KW** zeigte für die beiden Versuchsfaktoren (Termin und Jahr) sowie deren Wechselwirkung signifikante Effekte (Tabelle 30, Tabelle 31, Tabelle 68, und Tabelle 69).

Im Mittel der sechs Versuchsjahre werden wieder die durchschnittlichen Zeitpunkte der sieben Nutzungen dargestellt (Vegetationsbeginn: 17.03., Termin 1: 01.05., Termin 2: 27.05., Termin 3: 20.06., Termin 4: 15.07., Termin 5: 11.08., Termin 6: 10.09, Termin 7: 19.10. und Vegetationsende 28.10.).

Aus den untersuchten Inhaltsstoffen werden folgend der Rohprotein- (XP-Gehalt), der Neutrale-Detergenz-Faser-, (NDF-Gehalt), der Netto-Energie-Laktation- (NEL-Gehalt) und der Phosphor-Gehalt (P-Gehalt) näher betrachtet.



Abbildung 24: Rohprotein-Gehalte der Kurzrasenweidevariante KW zu jedem Nutzungstermin in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (2007-2012)

Tabelle 30: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Kurzrasenweidevariante KW während der Vegetationsperiode (Termin) bzw. in den sechs Versuchsjahren (2007-2012) sowie statistische Kennzahlen

Parameter	Einheit	Termin (T)							S <sub>e</sub>	p-Wert		
		1	2	3	4	5	6	7		T	J	T x J
Wuchshöhe	cm	13,8 <sup>bc</sup>	13,4 <sup>bcd</sup>	12,4 <sup>cd</sup>	14,4 <sup>ab</sup>	15,4 <sup>a</sup>	12,3 <sup>d</sup>	9,3 <sup>e</sup>	1,70	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82				
TM	g kg <sup>-1</sup> FM	183 <sup>b</sup>	204 <sup>a</sup>	186 <sup>b</sup>	185 <sup>b</sup>	183 <sup>b</sup>	177 <sup>bc</sup>	164 <sup>c</sup>	14,2	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	2,94	2,91	2,92	3,02	3,27	2,93	3,73				
XA	g kg <sup>-1</sup> TM	85,6 <sup>c</sup>	88,6 <sup>c</sup>	99,2 <sup>a</sup>	95,9 <sup>ab</sup>	94,4 <sup>b</sup>	95,0 <sup>b</sup>	100 <sup>a</sup>	4,58	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	0,95	0,94	0,94	0,97	1,06	0,95	1,20				
OM	g kg <sup>-1</sup> TM	878 <sup>a</sup>	878 <sup>a</sup>	864 <sup>c</sup>	868 <sup>bc</sup>	869 <sup>b</sup>	867 <sup>bc</sup>	859 <sup>d</sup>	5,13	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	1,06	1,05	1,05	1,09	1,18	1,06	1,35				
XP	g kg <sup>-1</sup> TM	192 <sup>c</sup>	177 <sup>d</sup>	216 <sup>b</sup>	201 <sup>c</sup>	217 <sup>ab</sup>	227 <sup>a</sup>	223 <sup>ab</sup>	12,9	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	2,80	2,75	2,77	2,89	3,21	2,78	3,76				
XL	g kg <sup>-1</sup> TM	30,3 <sup>a</sup>	25,1 <sup>c</sup>	28,4 <sup>b</sup>	28,9 <sup>ab</sup>	28,3 <sup>b</sup>	28,1 <sup>b</sup>	28,4 <sup>b</sup>	1,54	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	0,36	0,36	0,36	0,38	0,41	0,36	0,47				
XF	g kg <sup>-1</sup> TM	187 <sup>c</sup>	233 <sup>a</sup>	211 <sup>b</sup>	212 <sup>b</sup>	205 <sup>b</sup>	188 <sup>c</sup>	170 <sup>d</sup>	11,7	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	2,51	2,47	2,48	2,59	2,86	2,49	3,34				
XX	g kg <sup>-1</sup> TM	505 <sup>a</sup>	476 <sup>b</sup>	446 <sup>e</sup>	463 <sup>cd</sup>	455 <sup>de</sup>	462 <sup>d</sup>	478 <sup>bc</sup>	12,7	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	2,90	2,83	2,79	3,05	3,46	2,80	3,81				
NFC	g kg <sup>-1</sup> TM	470 <sup>a</sup>	438 <sup>b</sup>	404 <sup>d</sup>	410 <sup>d</sup>	416 <sup>cd</sup>	425 <sup>c</sup>	440 <sup>b</sup>	14,4	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	2,99	2,96	2,97	3,07	3,33	2,98	3,79				
NDF	g kg <sup>-1</sup> TM	371 <sup>c</sup>	438 <sup>a</sup>	413 <sup>b</sup>	412 <sup>b</sup>	389 <sup>c</sup>	378 <sup>c</sup>	360 <sup>c</sup>	21,9	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	5,35	5,26	5,23	5,53	6,08	5,24	6,68				
ADF	g kg <sup>-1</sup> TM	222 <sup>c</sup>	271 <sup>a</sup>	253 <sup>b</sup>	265 <sup>a</sup>	244 <sup>b</sup>	225 <sup>c</sup>	208 <sup>d</sup>	11,8	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	2,67	2,64	2,65	2,76	3,04	2,66	3,52				
ADL	g kg <sup>-1</sup> TM	24,5 <sup>c</sup>	32,8 <sup>a</sup>	31,0 <sup>ab</sup>	32,7 <sup>a</sup>	32,0 <sup>ab</sup>	29,5 <sup>b</sup>	23,8 <sup>c</sup>	3,00	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	0,92	0,91	0,91	0,94	1,00	0,91	1,08				
ME	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	11,5 <sup>a</sup>	10,7 <sup>b</sup>	10,5 <sup>cd</sup>	10,4 <sup>d</sup>	10,6 <sup>c</sup>	10,7 <sup>b</sup>	10,8 <sup>b</sup>	0,15	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04				
NEL	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	7,00 <sup>a</sup>	6,45 <sup>b</sup>	6,24 <sup>c</sup>	6,22 <sup>c</sup>	6,31 <sup>c</sup>	6,46 <sup>b</sup>	6,46 <sup>b</sup>	0,11	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03				

Parameter	Einheit	Jahr (J)					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012
Wuchshöhe	cm	16,7 <sup>a</sup>	13,4 <sup>b</sup>	12,3 <sup>b</sup>	12,8 <sup>b</sup>	12,4 <sup>b</sup>	10,4 <sup>c</sup>
	SEM	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
TM	g kg <sup>-1</sup> FM	207 <sup>a</sup>	185 <sup>b</sup>	158 <sup>d</sup>	184 <sup>b</sup>	194 <sup>b</sup>	171 <sup>c</sup>
	SEM	3,56	2,69	2,72	2,68	2,71	3,15
XA	g kg <sup>-1</sup> TM	90,7 <sup>c</sup>	97,6 <sup>a</sup>	95,7 <sup>ab</sup>	96,3 <sup>a</sup>	92,7 <sup>bc</sup>	92,2 <sup>bc</sup>
	SEM	1,15	0,87	0,88	0,87	0,87	1,02
OM	g kg <sup>-1</sup> TM	877 <sup>a</sup>	866 <sup>b</sup>	862 <sup>c</sup>	868 <sup>b</sup>	873 <sup>a</sup>	868 <sup>b</sup>
	SEM	1,29	0,97	0,98	0,97	0,98	1,14
XP	g kg <sup>-1</sup> TM	195 <sup>c</sup>	226 <sup>a</sup>	205 <sup>bc</sup>	203 <sup>c</sup>	200 <sup>c</sup>	215 <sup>ab</sup>
	SEM	3,63	2,57	2,61	2,56	2,59	3,14
XL	g kg <sup>-1</sup> TM	26,6 <sup>c</sup>	28,6 <sup>b</sup>	27,3 <sup>c</sup>	27,4 <sup>c</sup>	29,2 <sup>ab</sup>	30,2 <sup>a</sup>
	SEM	0,46	0,34	0,34	0,34	0,34	0,40
XF	g kg <sup>-1</sup> TM	205 <sup>abc</sup>	188 <sup>d</sup>	207 <sup>b</sup>	192 <sup>d</sup>	217 <sup>a</sup>	196 <sup>cd</sup>
	SEM	3,22	2,30	2,33	2,29	2,31	2,79
XX	g kg <sup>-1</sup> TM	483 <sup>a</sup>	459 <sup>b</sup>	464 <sup>b</sup>	482 <sup>a</sup>	461 <sup>b</sup>	466 <sup>b</sup>
	SEM	4,00	2,66	2,63	2,61	2,62	3,15
NFC	g kg <sup>-1</sup> TM	450 <sup>a</sup>	418 <sup>b</sup>	423 <sup>b</sup>	449 <sup>a</sup>	420 <sup>b</sup>	415 <sup>b</sup>
	SEM	3,63	2,74	2,77	2,73	2,75	3,21
NDF	g kg <sup>-1</sup> TM	397 <sup>ab</sup>	379 <sup>b</sup>	411 <sup>a</sup>	384 <sup>b</sup>	406 <sup>a</sup>	387 <sup>b</sup>
	SEM	6,80	4,98	4,97	4,93	4,95	5,71
ADF	g kg <sup>-1</sup> TM	239 <sup>bc</sup>	230 <sup>cd</sup>	249 <sup>ab</sup>	225 <sup>d</sup>	258 <sup>a</sup>	247 <sup>b</sup>
	SEM	3,40	2,47	2,50	2,46	2,49	2,97
ADL	g kg <sup>-1</sup> TM	29,0 <sup>abc</sup>	30,0 <sup>ab</sup>	32,1 <sup>a</sup>	27,1 <sup>c</sup>	27,8 <sup>bc</sup>	30,9 <sup>a</sup>
	SEM	1,08	0,88	0,88	0,88	0,88	0,96
ME	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	10,7 <sup>bcd</sup>	10,9 <sup>a</sup>	10,7 <sup>cd</sup>	10,8 <sup>abc</sup>	10,6 <sup>d</sup>	10,8 <sup>ab</sup>
	SEM	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
NEL	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,47 <sup>abc</sup>	6,44 <sup>bc</sup>	6,32 <sup>d</sup>	6,52 <sup>ab</sup>	6,37 <sup>cd</sup>	6,56 <sup>a</sup>
	SEM	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03

Abkürzungen:

Termin: 1 (01.05.), 2 (27.05.), 3 (20.06.), 4 (15.07.), 5 (11.08.), 6 (10.09) und 7 (19.10.)

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

Die XP-Gehalte unterschieden sich nicht nur zwischen den Terminen, sondern auch zwischen den Jahren und es wurden auch signifikante Wechselwirkung zwischen den Hauptfaktoren festgestellt (Tabelle 30 und Abbildung 24). Die größten Differenzen im XP-Gehalt traten zum einen

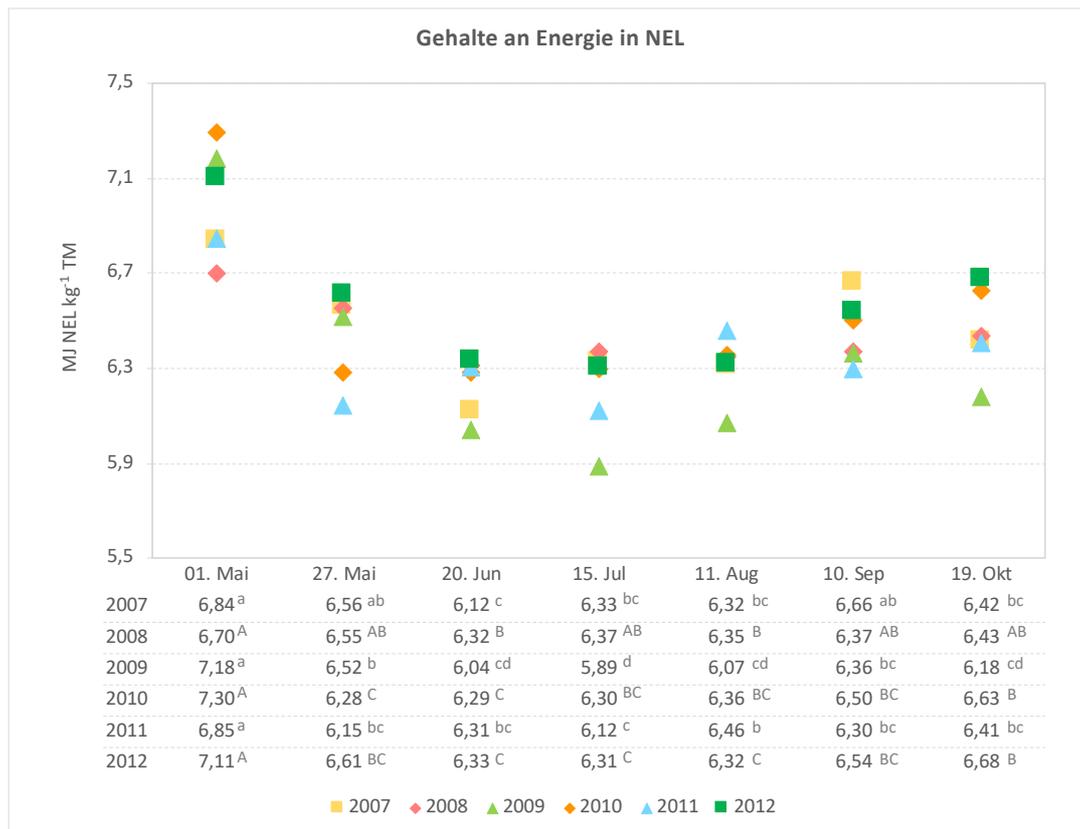
Ende Mai, mit 151 g kg<sup>-1</sup> TM (2011) bis 211 g kg<sup>-1</sup> TM (2009), und zum anderen Mitte Juli, mit 154 g kg<sup>-1</sup> TM (2009) und 210 g kg<sup>-1</sup> TM (2010), auf.

Obwohl sich die Verläufe der XP-Gehalte zwischen den einzelnen Jahren unterschieden, zeigte sich über alle Jahre hinweg ein typisches Verlaufsmuster (Abbildung 24 und Tabelle 30). Mit Ausnahme des leichten Absinkens des XP-Gehaltes auf knapp 18 % Ende Mai, stieg der XP-Gehalt im Weidefutter während der Vegetationsperiode an. In diesem Versuch wurden die höchsten gemessenen XP-Gehalte Mitte September mit knapp 23 % erreicht.



**Abbildung 25: Neutral-Detergenz-Faser-Gehalte der Kurzrasenweidevariante KW zu jedem Nutzungstermin in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (2007-2012)**

Bei den NDF-Gehalten, als Parameter für die Gerüststrukturen in der Zellwand von Pflanzen, zeigten sich ebenfalls Jahres- und Termineffekte und es wurden diesbezüglich auch Wechselwirkungen festgestellt (Abbildung 25). Im Frühling (Anfang Mai) lagen die NDF-Gehalte zwischen 341 g kg<sup>-1</sup> TM (2010) und 395 g kg<sup>-1</sup> TM (2007). Vier Wochen später stiegen die Werte teilweise signifikant an (2010 und 2011). Zu diesem Zeitpunkt wurde 2011 auch mit 477 g kg<sup>-1</sup> TM der numerisch höchste Wert gemessen. Im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode kam es tendenziell zu einem Rückgang der NDF-Gehalte. Eine Ausnahme stellte hier das erste Versuchsjahr 2007 dar, wo es von 437 g kg<sup>-1</sup> TM Ende Mai zu einem numerischen Anstieg auf 448 g kg<sup>-1</sup> TM kam. Aus der Darstellung der Untergruppen (Wechselwirkung Jahr x Termin) der NDF-Gehalte in Abbildung 25 lässt sich ein Trend ableiten, zu Weidebeginn und Weideende wurden die geringsten und Ende Mai die höchsten NDF-Gehalte festgestellt (Tabelle 30).



**Abbildung 26: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation der Kurzrasenweidevariante KW zu jedem Nutzungstermin in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (2007-2012)**

Beim Energiegehalt in NEL konnte ebenfalls ein signifikanter Termineinfluss in den einzelnen Jahren beobachtet werden (Abbildung 26). Beim ersten Nutzungstermin Anfang Mai wurde eine große Streuung zwischen den Jahresergebnissen festgestellt. Der höchste NEL-Gehalt lag hier bei 7,30 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM 2010 und der niedrigste bei 6,70 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM im Jahr 2008. Im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode zeigte sich in allen Jahren bis in den Sommer hinein ein anhaltendes Absinken der NEL-Gehalte. Der deutlichste und auch signifikanteste NEL-Abfall wurde im Frühling 2010 gemessen. Hier kam es zu einem Rückgang der NEL-Gehalte von 7,30 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM Anfang Mai auf 6,28 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM Ende Mai. Eine zweite stärkere Differenzierung der NEL-Gehalte zwischen den Jahren konnte Mitte Juli beobachtet werden. Hier wurde 2009, mit 5,89 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM, nicht nur der niedrigste NEL-Gehalt gemessen, sondern auch generell der numerische niedrigste Wert, während des gesamten Versuchszeitraumes. Wie auch schon bei den XP- und NDF-Gehalten lässt sich beim Energiegehalt ein klarer jahreszeitlicher Verlauf ablesen (Abbildung 26).

Anfang Mai konnte im Mittel aller Jahre mit 7,00 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM der signifikant höchste NEL-Gehalt ermittelt werden. Danach folgte ein signifikanter Abfall (6,22 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM Mitte Juli) der Energiegehalte, bevor dieser ab Mitte September (6,46 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM) wieder signifikant anstieg. Das Niveau vom Frühling konnte jedoch im Herbst nicht mehr erreicht werden.

Tabelle 31: Mengen- und Spurenelementgehalte der Kurzrasenweidevariante KW während der Vegetationsperiode (Termin) bzw. in den sechs Versuchsjahren (2007-2012) sowie statistische Kennzahlen

Parameter	Einheit	Termin (T)							S <sub>e</sub>	p-Wert		
		1	2	3	4	5	6	7		T	J	T x J
Phosphor (P)	g kg <sup>-1</sup> TM	4,26 <sup>d</sup> 0,12	4,30 <sup>d</sup> 0,12	5,18 <sup>b</sup> 0,12	5,31 <sup>ab</sup> 0,12	5,57 <sup>a</sup> 0,13	5,28 <sup>ab</sup> 0,12	4,67 <sup>c</sup> 0,14	0,30	<0,001	<0,001	<0,001
Kalium (K)	g kg <sup>-1</sup> TM	23,8 <sup>ab</sup> 0,58	22,4 <sup>b</sup> 0,58	24,6 <sup>a</sup> 0,58	23,0 <sup>ab</sup> 0,60	22,4 <sup>b</sup> 0,65	23,8 <sup>ab</sup> 0,58	23,6 <sup>ab</sup> 0,71	2,10	0,009	0,003	<0,001
Kalzium (Ca)	g kg <sup>-1</sup> TM	7,98 <sup>c</sup> 0,21	8,51 <sup>c</sup> 0,21	10,0 <sup>a</sup> 0,20	9,50 <sup>ab</sup> 0,22	9,97 <sup>a</sup> 0,24	8,58 <sup>c</sup> 0,20	8,55 <sup>bc</sup> 0,27	0,88	<0,001	<0,001	<0,001
Magnesium (Mg)	g kg <sup>-1</sup> TM	2,68 <sup>c</sup> 0,11	2,83 <sup>c</sup> 0,10	3,43 <sup>ab</sup> 0,10	3,43 <sup>ab</sup> 0,11	3,57 <sup>ab</sup> 0,11	3,53 <sup>a</sup> 0,10	3,22 <sup>b</sup> 0,12	0,29	<0,001	<0,001	<0,001
Natrium (Na)	mg kg <sup>-1</sup> TM	316 <sup>b</sup> 22,5	272 <sup>b</sup> 22,2	261 <sup>b</sup> 22,3	310 <sup>b</sup> 23,3	479 <sup>a</sup> 25,7	529 <sup>a</sup> 22,4	493 <sup>a</sup> 30,1	107	<0,001	0,151	0,001
Kupfer (Cu)	mg kg <sup>-1</sup> TM	11,0 <sup>c</sup> 0,25	10,8 <sup>c</sup> 0,25	11,9 <sup>b</sup> 0,25	12,4 <sup>b</sup> 0,26	14,4 <sup>a</sup> 0,28	13,8 <sup>a</sup> 0,25	12,1 <sup>b</sup> 0,30	0,85	<0,001	<0,001	<0,001
Mangan (Mn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	53,7 <sup>d</sup> 7,89	67,1 <sup>cd</sup> 7,84	78,5 <sup>bc</sup> 7,86	79,0 <sup>bc</sup> 7,99	95,3 <sup>ab</sup> 8,32	101 <sup>a</sup> 7,87	93,3 <sup>ab</sup> 8,94	21,7	<0,001	0,001	<0,001
Zink (Zn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	55,7 <sup>d</sup> 3,56	51,6 <sup>d</sup> 3,50	88,6 <sup>c</sup> 3,48	87,2 <sup>bc</sup> 3,68	88,2 <sup>bc</sup> 4,06	113 <sup>a</sup> 3,49	104 <sup>ab</sup> 4,51	15,0	<0,001	<0,001	<0,001

Parameter	Einheit	Jahr (J)					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012
Phosphor (P)	g kg <sup>-1</sup> TM	5,19 <sup>b</sup> 0,13	5,59 <sup>a</sup> 0,12	4,95 <sup>b</sup> 0,12	5,01 <sup>b</sup> 0,12	4,36 <sup>c</sup> 0,12	4,54 <sup>c</sup> 0,13
Kalium (K)	g kg <sup>-1</sup> TM	22,1 <sup>b</sup> 0,71	24,6 <sup>a</sup> 0,55	23,1 <sup>ab</sup> 0,55	23,5 <sup>ab</sup> 0,55	23,7 <sup>ab</sup> 0,55	23,2 <sup>ab</sup> 0,62
Kalzium (Ca)	g kg <sup>-1</sup> TM	9,98 <sup>a</sup> 0,27	9,40 <sup>a</sup> 0,19	9,57 <sup>a</sup> 0,19	9,43 <sup>a</sup> 0,19	7,96 <sup>b</sup> 0,19	7,77 <sup>b</sup> 0,23
Magnesium (Mg)	g kg <sup>-1</sup> TM	3,67 <sup>a</sup> 0,12	3,35 <sup>b</sup> 0,10	3,24 <sup>bc</sup> 0,10	3,42 <sup>ab</sup> 0,10	2,72 <sup>d</sup> 0,10	3,06 <sup>c</sup> 0,11
Natrium (Na)	mg kg <sup>-1</sup> TM	393 28,9	409 20,6	388 20,8	383 20,5	387 20,7	321 25,0
Kupfer (Cu)	mg kg <sup>-1</sup> TM	13,5 <sup>a</sup> 0,30	11,6 <sup>bc</sup> 0,24	13,6 <sup>a</sup> 0,24	12,3 <sup>b</sup> 0,24	11,0 <sup>c</sup> 0,24	12,2 <sup>b</sup> 0,26
Mangan (Mn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	89,8 <sup>a</sup> 8,78	68,4 <sup>b</sup> 7,67	75,1 <sup>ab</sup> 7,70	79,3 <sup>ab</sup> 7,65	83,0 <sup>ab</sup> 7,68	90,7 <sup>ab</sup> 8,23
Zink (Zn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	95,4 <sup>a</sup> 4,56	79,1 <sup>bc</sup> 3,30	74,0 <sup>c</sup> 3,30	89,1 <sup>ab</sup> 3,27	76,0 <sup>c</sup> 3,28	90,0 <sup>ab</sup> 3,83

Abkürzungen:

Termin: 1 (01.05.), 2 (27.05.), 3 (20.06.), 4 (15.07.), 5 (11.08.), 6 (10.09) und 7 (19.10.)

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

Stellvertretend für die Mengen- und Spurenelementgehalte (Tabelle 31 und Tabelle 69) wird folgend insbesondere der P-Gehalt dargestellt. Es zeigte sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen den Hauptfaktoren Jahr und Termin (Abbildung 27). Die stärksten Unterschiede in den P-Gehalten zwischen den Versuchsjahren wurden zu den beiden Nutzungsterminen im Mai festgestellt. Anfang Mai reichte die Spanne von 4,65 g P kg<sup>-1</sup> TM (2012) bis 5,24 g P kg<sup>-1</sup> TM (2008). Beim darauffolgenden Termin Ende Mai reichte der Unterschied im P-Gehalt der Weidefutterproben von 3,29 g kg<sup>-1</sup> TM (2012) bis 5,21 g kg<sup>-1</sup> TM (2009). Im weiteren Vegetationsverlauf stiegen die P-Gehalte an und streuten wiederum Mitte August von 4,46 g kg<sup>-1</sup> TM (2011) bis 6,34 g kg<sup>-1</sup> TM (2008) deutlich zwischen den Versuchsjahren. Im Herbst nahmen die P-Gehalte in allen Jahren wieder ab.

Wie die Ergebnisse zum Hauptfaktor Termin zeigen, wurden im Frühling mit 4,26 und 4,30 g P kg<sup>-1</sup> TM zum 1. und 2. Termin die signifikant geringsten P-Gehalte ermittelt. Danach stiegen diese an und erreichten Mitte August mit 5,57 den höchsten Wert und fielen danach wieder ab. Ende Oktober wurden dann wieder niedrigere Werte (4,67 g kg<sup>-1</sup> TM) gemessen, die aber noch signifikant höher als im Frühling waren.

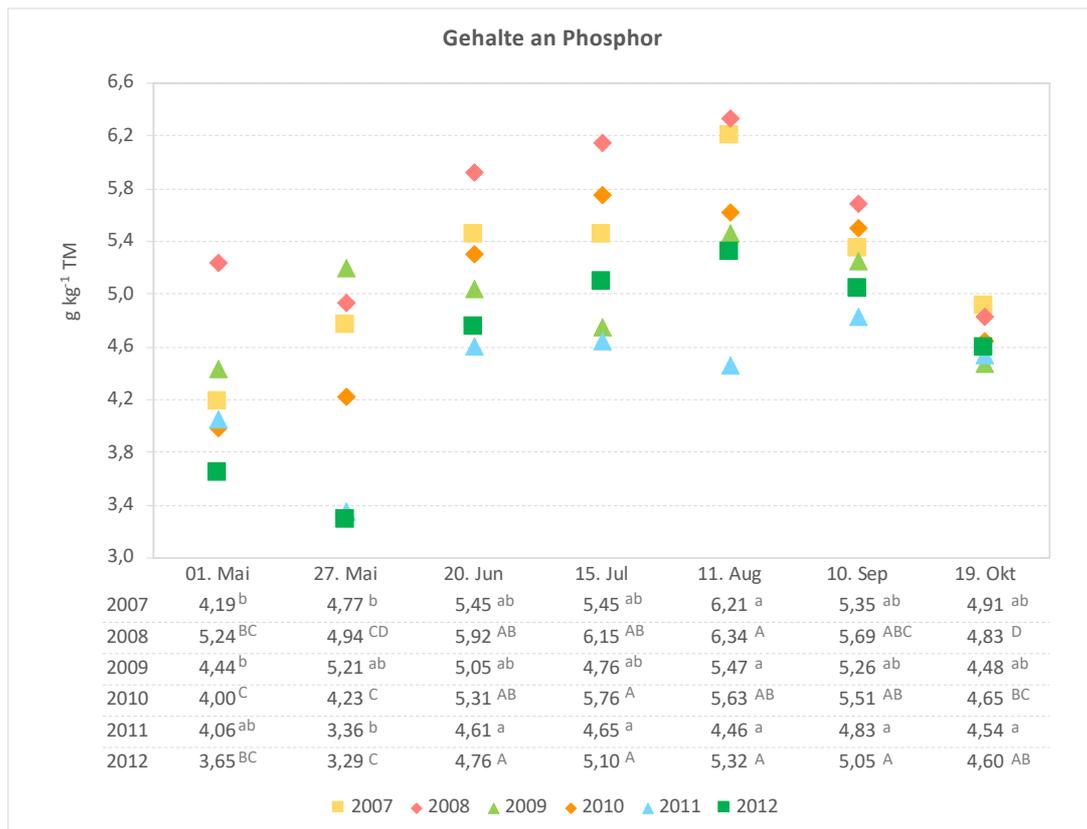


Abbildung 27: Phosphor-Gehalte der Kurzrasenweidevariante KW zu jedem Nutzungstermin in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (2007-2012)

### 10.3.2 Versuch Bio-Weidesysteme

Bei der Betrachtung der Ergebnisse im Versuch **Bio-Weidesysteme** werden folgend die als Kurzrasenweide simulierte Variante **KU** sowie die als Koppelweide simulierte Variante **KO** getrennt voneinander betrachtet und das Augenmerk auf den Verlauf der Inhaltsstoffe während der Vegetationsperiode gelegt.

Wie bereits im Versuch Bio-Mähweide werden folgend der Rohprotein- (XP-Gehalt), der Neutrale-Detergenz-Faser-, (NDF-Gehalt), der Netto-Energie-Laktation- (NEL-Gehalt) und der Phosphor-Gehalt (P-Gehalt) näher betrachtet.

Die in das statistische Modell aufgenommenen Versuchsfaktoren Termin, Standort und Jahr zeigten, bis auf wenige Ausnahmen, in der Versuchsvariante KU signifikante Effekte auf die oben angeführten Parameter. Hierbei muss aber berücksichtigt werden, dass auch die Wechselwirkung von Termin x Jahr für alle getesteten Parameter signifikant war (Tabelle 32, Tabelle 33, Tabelle 70 und Tabelle 71).

Tabelle 32: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Kurzrasenweide-Variante KU während der Vegetationsperiode (Termin), für die drei Versuchsstandorte sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

Parameter	Einheit	Termin (T)								S <sub>e</sub>	p-Wert			
		1	2	3	4	5	6	7	8		T	S	J	T x J
Wuchshöhe	cm	9,0 <sup>a</sup> 0,27	8,5 <sup>ab</sup> 0,27	8,4 <sup>ab</sup> 0,27	7,4 <sup>bc</sup> 0,27	7,4 <sup>bc</sup> 0,27	8,1 <sup>ab</sup> 0,27	6,5 <sup>c</sup> 0,27	5,3 <sup>d</sup> 0,27	1,56	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
TM	g kg <sup>-1</sup> FM	199 <sup>ab</sup> 2,26	194 <sup>abc</sup> 2,19	190 <sup>cde</sup> 2,18	182 <sup>e</sup> 2,14	185 <sup>de</sup> 2,14	192 <sup>bcd</sup> 2,16	190 <sup>bcde</sup> 2,21	202 <sup>a</sup> 2,41	12,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
XA	g kg <sup>-1</sup> TM	94,5 <sup>abc</sup> 1,13	96,9 <sup>ab</sup> 1,10	98,2 <sup>a</sup> 1,09	93,8 <sup>abc</sup> 1,07	93,5 <sup>bc</sup> 1,07	94,5 <sup>abc</sup> 1,08	93,5 <sup>abc</sup> 1,11	91 <sup>c</sup> 1,22	6,41	<b>0,002</b>	0,716	0,848	<0,001
OM	g kg <sup>-1</sup> TM	872 <sup>ab</sup> 1,23	869 <sup>bc</sup> 1,20	866 <sup>c</sup> 1,19	869 <sup>bc</sup> 1,17	871 <sup>abc</sup> 1,17	871 <sup>abc</sup> 1,18	871 <sup>ab</sup> 1,21	875 <sup>a</sup> 1,33	7,01	<0,001	<b>0,025</b>	<b>0,016</b>	<0,001
XP	g kg <sup>-1</sup> TM	186 <sup>e</sup> 2,63	185 <sup>e</sup> 2,56	203 <sup>d</sup> 2,54	208 <sup>cd</sup> 2,50	218 <sup>bc</sup> 2,50	215 <sup>bc</sup> 2,51	238 <sup>a</sup> 2,51	226 <sup>b</sup> 2,82	14,3	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
XL	g kg <sup>-1</sup> TM	27,9 <sup>bcd</sup> 0,24	26,9 <sup>d</sup> 0,23	28,5 <sup>abc</sup> 0,23	28,7 <sup>ab</sup> 0,23	29,2 <sup>a</sup> 0,23	28,4 <sup>abc</sup> 0,23	28,7 <sup>ab</sup> 0,23	27,5 <sup>cd</sup> 0,26	1,34	<0,001	<b>0,001</b>	<0,001	<0,001
XF	g kg <sup>-1</sup> TM	183 <sup>b</sup> 1,77	200 <sup>a</sup> 1,71	205 <sup>a</sup> 1,70	201 <sup>a</sup> 1,67	204 <sup>a</sup> 1,67	206 <sup>a</sup> 1,68	183 <sup>b</sup> 1,72	164 <sup>c</sup> 1,89	10,0	<0,001	0,949	<0,001	<0,001
XX	g kg <sup>-1</sup> TM	509 <sup>a</sup> 3,09	491 <sup>b</sup> 3,01	465 <sup>cd</sup> 2,99	468 <sup>c</sup> 2,95	455 <sup>d</sup> 2,95	456 <sup>d</sup> 2,97	456 <sup>d</sup> 3,03	492 <sup>b</sup> 3,28	15,7	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
NFC	g kg <sup>-1</sup> TM	454 <sup>a</sup> 2,91	435 <sup>b</sup> 2,83	409 <sup>c</sup> 2,81	409 <sup>c</sup> 2,76	392 <sup>d</sup> 2,76	396 <sup>d</sup> 2,78	404 <sup>cd</sup> 2,85	447 <sup>ab</sup> 3,14	16,6	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
NDF	g kg <sup>-1</sup> TM	387 <sup>bc</sup> 3,53	410 <sup>a</sup> 3,43	402 <sup>a</sup> 3,41	401 <sup>ab</sup> 3,35	408 <sup>a</sup> 3,35	412 <sup>a</sup> 3,37	385 <sup>c</sup> 3,45	357 <sup>d</sup> 3,78	19,4	<0,001	0,571	<0,001	<0,001
ADF	g kg <sup>-1</sup> TM	238 <sup>c</sup> 2,22	256 <sup>b</sup> 2,16	261 <sup>ab</sup> 2,14	261 <sup>ab</sup> 2,11	267 <sup>a</sup> 2,11	267 <sup>a</sup> 2,12	235 <sup>c</sup> 2,18	209 <sup>d</sup> 2,39	12,6	<0,001	0,196	<0,001	<0,001
ADL	g kg <sup>-1</sup> TM	23,9 <sup>e</sup> 0,78	25,4 <sup>de</sup> 0,76	31,1 <sup>bc</sup> 0,75	32,6 <sup>ab</sup> 0,74	34,9 <sup>a</sup> 0,74	32,4 <sup>ab</sup> 0,74	30,4 <sup>bc</sup> 0,76	28,0 <sup>cd</sup> 0,84	4,43	<0,001	<b>0,001</b>	<0,001	<0,001
ME <sub>Reg</sub>	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	11,4 <sup>a</sup> 0,06	11,2 <sup>b</sup> 0,06	10,5 <sup>d</sup> 0,06	10,6 <sup>cd</sup> 0,06	10,6 <sup>cd</sup> 0,06	10,6 <sup>cd</sup> 0,06	10,8 <sup>c</sup> 0,06	10,7 <sup>cd</sup> 0,07	0,36	<0,001	<b>0,001</b>	<b>0,003</b>	<0,001
ME <sub>Eios</sub>	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	11,2 <sup>a</sup> 0,10	10,9 <sup>abc</sup> 0,10	10,8 <sup>bc</sup> 0,09	10,9 <sup>abc</sup> 0,09	10,7 <sup>bc</sup> 0,09	10,5 <sup>c</sup> 0,09	11,1 <sup>ab</sup> 0,10	10,8 <sup>abc</sup> 0,10	0,43	<0,001	0,141	0,527	<0,001
NEL <sub>Reg</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	7,03 <sup>a</sup> 0,02	6,83 <sup>b</sup> 0,02	6,29 <sup>f</sup> 0,02	6,37 <sup>ef</sup> 0,02	6,38 <sup>e</sup> 0,02	6,35 <sup>ef</sup> 0,02	6,55 <sup>d</sup> 0,02	6,65 <sup>c</sup> 0,02	0,11	<0,001	<b>0,001</b>	<0,001	<0,001
NEL <sub>Eios</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,81 <sup>a</sup> 0,03	6,59 <sup>bc</sup> 0,03	6,52 <sup>bc</sup> 0,03	6,60 <sup>b</sup> 0,03	6,48 <sup>c</sup> 0,03	6,32 <sup>d</sup> 0,03	6,73 <sup>a</sup> 0,03	6,79 <sup>a</sup> 0,03	0,13	<0,001	0,351	0,082	<0,001

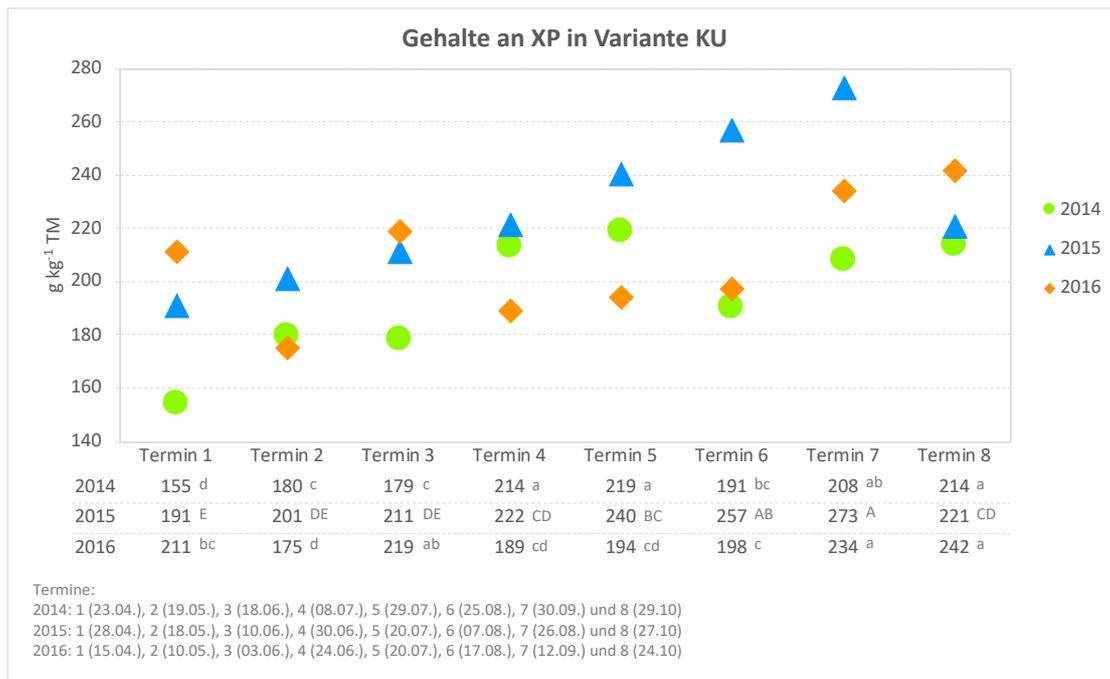
Parameter	Einheit	Standort (S)			Jahr (J)		
		BF	QF	SF	2014	2015	2016
Wuchshöhe	cm	7,9 <sup>a</sup> 0,18	7,0 <sup>b</sup> 0,18	7,8 <sup>a</sup> 0,18	8,2 <sup>a</sup> 0,18	7,0 <sup>c</sup> 0,18	7,5 <sup>b</sup> 0,18
TM	g kg <sup>-1</sup> FM	187 <sup>b</sup> 1,44	200 <sup>a</sup> 1,44	189 <sup>b</sup> 1,42	202 <sup>a</sup> 1,45	190 <sup>b</sup> 1,45	183 <sup>c</sup> 1,43
XA	g kg <sup>-1</sup> TM	94,9 0,66	94,3 0,67	94,3 0,66	94,8 0,67	94,3 0,67	94,3 0,65
OM	g kg <sup>-1</sup> TM	869 <sup>b</sup> 0,72	872 <sup>a</sup> 0,73	870 <sup>ab</sup> 0,72	872 <sup>a</sup> 0,74	871 <sup>ab</sup> 0,74	869 <sup>b</sup> 0,72
XP	g kg <sup>-1</sup> TM	211 <sup>b</sup> 1,73	197 <sup>c</sup> 1,70	223 <sup>a</sup> 1,72	195 <sup>c</sup> 1,71	227 <sup>a</sup> 1,73	208 <sup>b</sup> 1,68
XL	g kg <sup>-1</sup> TM	28,3 <sup>a</sup> 0,15	27,8 <sup>b</sup> 0,15	28,6 <sup>a</sup> 0,14	25,8 <sup>c</sup> 0,15	27,6 <sup>b</sup> 0,15	31,3 <sup>a</sup> 0,14
XF	g kg <sup>-1</sup> TM	193 1,05	193 1,05	194 1,03	201 <sup>a</sup> 1,06	192 <sup>b</sup> 1,06	187 <sup>c</sup> 1,04
XX	g kg <sup>-1</sup> TM	473 <sup>b</sup> 2,12	488 <sup>a</sup> 2,13	461 <sup>c</sup> 2,11	484 <sup>a</sup> 2,14	458 <sup>b</sup> 2,14	480 <sup>a</sup> 2,11
NFC	g kg <sup>-1</sup> TM	416 <sup>b</sup> 1,70	434 <sup>a</sup> 1,73	404 <sup>c</sup> 1,70	429 <sup>a</sup> 1,74	406 <sup>c</sup> 1,74	419 <sup>b</sup> 1,69
NDF	g kg <sup>-1</sup> TM	396 2,20	393 2,20	396 2,17	410 <sup>a</sup> 2,21	393 <sup>b</sup> 2,21	382 <sup>c</sup> 2,18
ADF	g kg <sup>-1</sup> TM	250 1,30	247 1,32	250 1,30	255 <sup>a</sup> 1,33	245 <sup>b</sup> 1,33	248 <sup>b</sup> 1,29
ADL	g kg <sup>-1</sup> TM	30,4 <sup>a</sup> 0,46	28,4 <sup>b</sup> 0,46	30,7 <sup>a</sup> 0,46	32,3 <sup>a</sup> 0,47	27,0 <sup>c</sup> 0,47	30,3 <sup>b</sup> 0,45
ME <sub>Reg</sub>	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	10,8 <sup>a</sup> 0,04	10,7 <sup>b</sup> 0,04	10,9 <sup>a</sup> 0,04	10,7 <sup>b</sup> 0,04	10,9 <sup>a</sup> 0,04	10,8 <sup>ab</sup> 0,04
ME <sub>Eios</sub>	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	10,9 0,07	10,8 0,07	10,9 0,07	10,9 0,06	10,9 0,06	10,8 0,06
NEL <sub>Reg</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,55 <sup>b</sup> 0,01	6,53 <sup>b</sup> 0,01	6,59 <sup>a</sup> 0,01	6,47 <sup>b</sup> 0,01	6,59 <sup>a</sup> 0,01	6,60 <sup>a</sup> 0,01
NEL <sub>Eios</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,59 0,02	6,60 0,02	6,62 0,02	6,59 0,01	6,59 0,01	6,62 0,02

Abkürzungen:

Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld); Termin: 1 (22.04.), 2 (15.05.), 3 (10.06.), 4 (30.06.), 5 (23.07.), 6 (16.08.), 7 (12.09.) und 8 (26.10.)

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

Die Gehalte an Rohprotein zeigten für die drei Versuchsjahre eine differenzierte Entwicklung während der Vegetationsperiode, weshalb auch eine signifikante Wechselwirkung festgestellt wurde (Abbildung 28).



**Abbildung 28: Rohprotein-Gehalte der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)**

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

Auch bei den Gerüstsubstanzen (NDF) zeigte sich unabhängig vom Termin ein signifikanter Jahreseinfluss (Abbildung 29). Der NDF-Verlauf war lediglich im Jahr 2014 und 2016 ähnlich, das Jahr 2015 zeichnete sich durch große Fluktuationen in den NDF-Gehalten aus. Bei Betrachtung des Termin-Effektes zeigten sich im ersten Vegetationshalbjahr die numerisch höheren NDF-Gehalte als im 2. Vegetationshalbjahr. Mit  $459 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  wurde der höchste NDF-Gehalt zum zweiten Termin im Versuchsjahr 2016 festgestellt. In den ersten beiden Versuchsjahren nahmen der Gehalt an NDF bis zum letzten Beprobungstermin ab (2014  $257 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  und 2015  $361 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ ). Lediglich das letzte Versuchsjahr verhielt sich hier konträr und erreichte mit  $431 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  den dritthöchsten NDF-Gehalt im Jahr 2016. Auffallend war auch der sehr niedrige NDF-Gehalt zum 4. Termin im Jahr 2015 mit  $368 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ . Über alle drei Versuchsjahre hinweg

wurden Mitte Mai mit 410 g kg<sup>-1</sup> TM die höchsten NDF-Gehalte gemessen, die im weiteren Vegetationsverlauf bis auf 357 g kg<sup>-1</sup> TM im Herbst abnahmen (Tabelle 32).

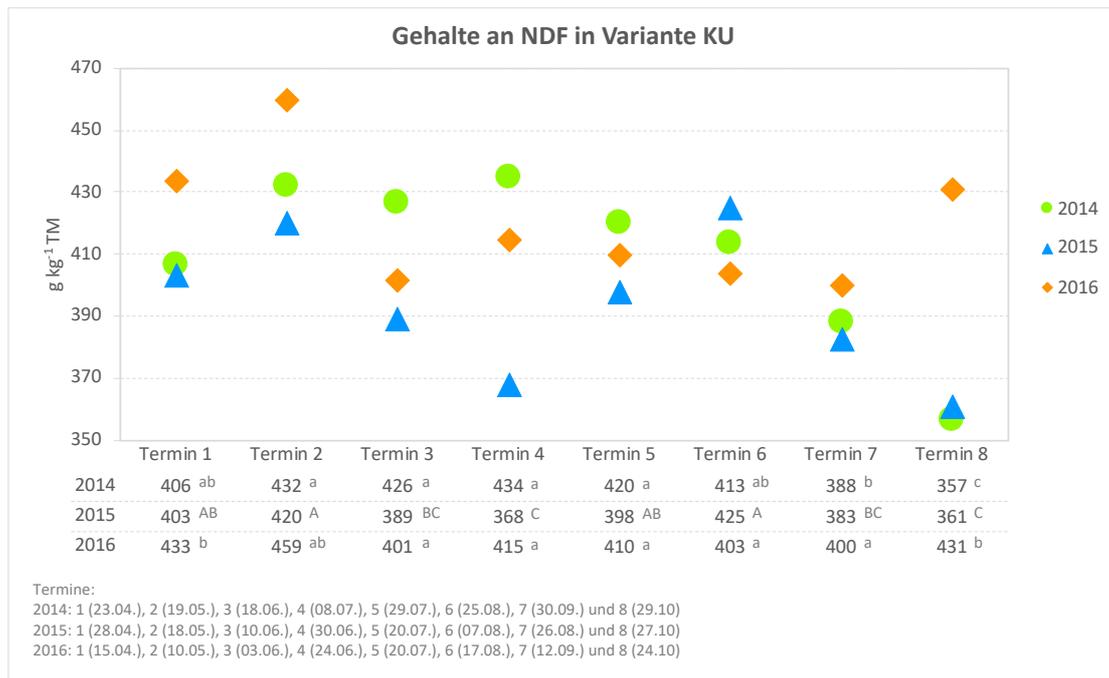


Abbildung 29: Neutral-Detergenz-Faser-Gehalte der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)

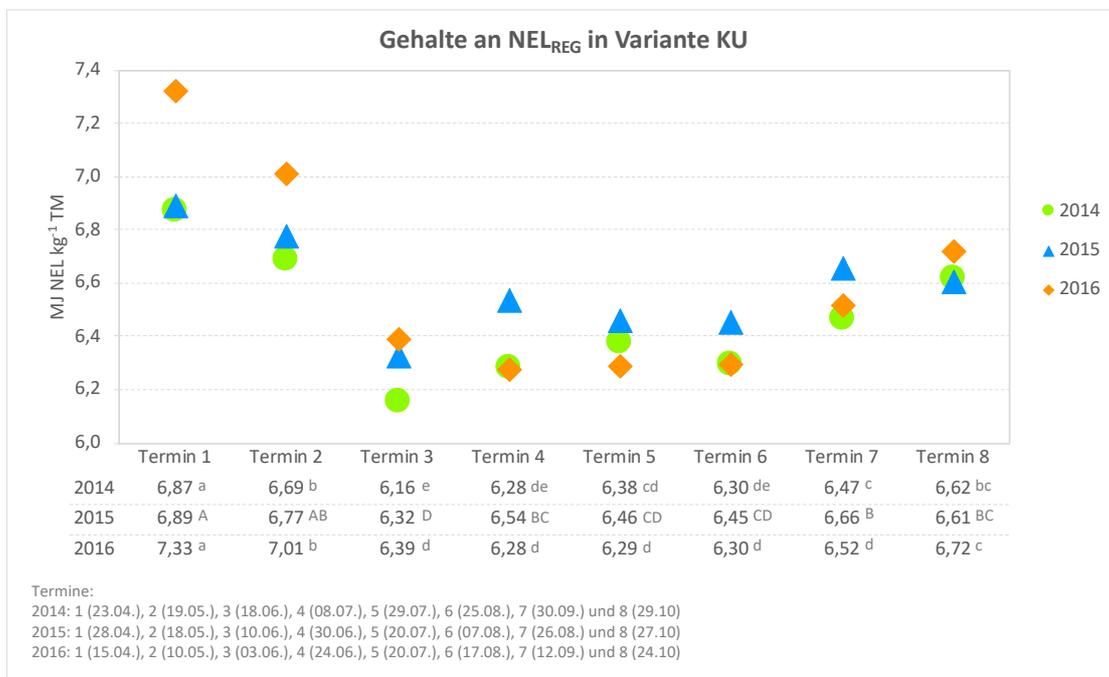
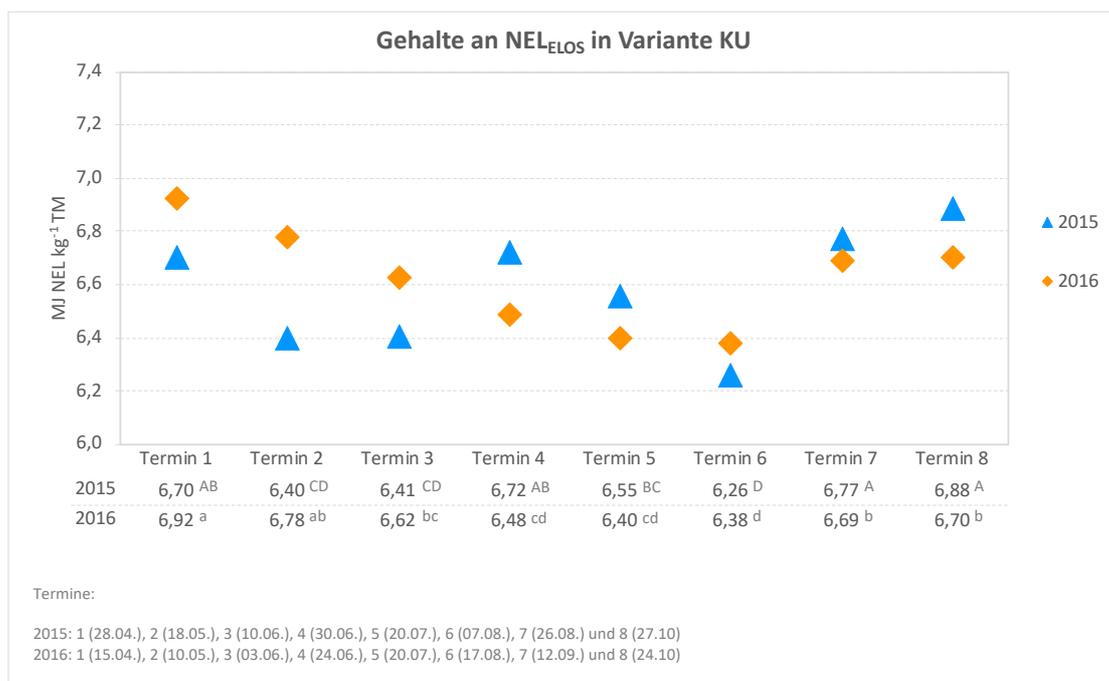


Abbildung 30: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation (errechnet aus den Rohnährstoffen mittels Regression (REG)) der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Wie in Kapitel „Material und Methode“ beschrieben, wurden die Energiekonzentrationen im Futter in den Versuchsjahren 2015 und 2016 jeweils mit zwei unterschiedlichen Verfahren, der Regressionsmethode (REG) bzw. der Zellulase-Methode (ELOS), errechnet bzw. bestimmt. Bei beiden Methoden zeigte sich eine signifikante Termin x Jahr-Wechselwirkung (Tabelle 32).

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



**Abbildung 31: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation (in vitro nach der Zellulase-Methode bestimmt (ELOS)) der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2015-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)**

Bei den nach der Zellulase-Methode (ELOS) ermittelten Energiegehalten zeigten die Untergruppen (Wechselwirkung Termin x Jahr) ein etwas anderes Bild (Abbildung 31). War der Energie-Gehalt im Versuchsjahr 2015 vom ersten bis zum sechsten Termin noch beinahe linear abfallend, wurden im letzten Jahr 2016 schwankende Energiegehalten im Jahresverlauf festgestellt. Im Unterschied zur Regressionsmethode (REG) wurden bei der Zellulase-Methode (ELOS) vor allem zu den ersten beiden Terminen niedrigere Energie-Gehalte gemessen (Termin 1, 2016:

7,33 MJ NEL<sub>REG</sub> kg<sup>-1</sup> TM und 6,92 MJ NEL<sub>ELOS</sub> kg<sup>-1</sup> TM). Dafür waren ab dem dritten Termin bei- nahe alle anderen Energiegehalte bei der Zellulase-Methode (ELOS) höher als bei der Regressi- onsmethode (REG). Unabhängig davon stiegen auch bei der Energiebewertung mittels Zellu- lase-Methode (ELOS) die Energiegehalte im Herbst an. 2015 wurde bei der letzten Nutzung (Termin 8) mit 6,88 MJ NEL<sub>ELOS</sub> kg<sup>-1</sup> TM der numerisch höchste Energiegehalt in diesem Jahr ermittelt.

**Tabelle 33: Mengen- und Spurenelementgehalte der Kurzrasenweide-Variante KU während der Vegetationsperi- ode (Termin), für die drei Versuchsstandorte sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen**

Parameter	Einheit	Termin (T)								S <sub>e</sub>	p-Wert			
		1	2	3	4	5	6	7	8		T	S	J	T x J
Phosphor (P)	g kg <sup>-1</sup> TM	4,66 <sup>ab</sup> 0,07	4,66 <sup>ab</sup> 0,07	4,65 <sup>ab</sup> 0,06	4,58 <sup>b</sup> 0,06	4,89 <sup>a</sup> 0,06	4,89 <sup>a</sup> 0,06	4,77 <sup>ab</sup> 0,07	4,27 <sup>c</sup> 0,07	0,38	<0,001	0,004	<0,001	<0,001
Kalium (K)	g kg <sup>-1</sup> TM	28,4 <sup>ab</sup> 0,46	27,9 <sup>ab</sup> 0,45	29,7 <sup>a</sup> 0,45	27,7 <sup>b</sup> 0,44	27,5 <sup>b</sup> 0,44	27,9 <sup>b</sup> 0,44	27,4 <sup>b</sup> 0,45	23,2 <sup>c</sup> 0,50	2,62	<0,001	<0,001	0,048	<0,001
Kalzium (Ca)	g kg <sup>-1</sup> TM	7,34 <sup>c</sup> 0,21	7,17 <sup>c</sup> 0,20	9,2 <sup>ab</sup> 0,20	8,94 <sup>ab</sup> 0,20	9,58 <sup>a</sup> 0,20	9,33 <sup>ab</sup> 0,20	9,06 <sup>ab</sup> 0,20	8,57 <sup>b</sup> 0,22	1,16	<0,001	<0,001	0,894	<0,001
Magnesium (Mg)	g kg <sup>-1</sup> TM	2,34 <sup>c</sup> 0,05	2,44 <sup>c</sup> 0,05	2,94 <sup>ab</sup> 0,05	2,77 <sup>b</sup> 0,05	3,10 <sup>a</sup> 0,05	2,91 <sup>ab</sup> 0,05	3,11 <sup>a</sup> 0,05	2,86 <sup>b</sup> 0,06	0,30	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
Natrium (Na)	mg kg <sup>-1</sup> TM	288 <sup>d</sup> 25,1	260 <sup>d</sup> 24,4	255 <sup>d</sup> 24,2	273 <sup>d</sup> 23,9	291 <sup>d</sup> 23,8	411 <sup>c</sup> 24,0	585 <sup>b</sup> 24,6	743 <sup>a</sup> 26,9	13,8	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Kupfer (Cu)	mg kg <sup>-1</sup> TM	8,83 <sup>de</sup> 0,19	8,70 <sup>e</sup> 0,18	9,58 <sup>cd</sup> 0,18	9,97 <sup>bc</sup> 0,18	11,88 <sup>a</sup> 0,18	11,99 <sup>a</sup> 0,18	12,07 <sup>a</sup> 0,18	10,74 <sup>b</sup> 0,20	1,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Mangan (Mn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	61,4 <sup>b</sup> 3,33	64,6 <sup>b</sup> 3,24	72,1 <sup>b</sup> 3,21	68,6 <sup>b</sup> 3,16	65,6 <sup>b</sup> 3,16	73,4 <sup>b</sup> 3,18	74,8 <sup>ab</sup> 3,27	88,5 <sup>a</sup> 3,59	18,9	<0,001	0,981	<0,001	<0,001
Zink (Zn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	58,8 <sup>d</sup> 1,75	69,8 <sup>c</sup> 1,69	62,0 <sup>d</sup> 1,68	64,1 <sup>cd</sup> 1,65	80,5 <sup>b</sup> 1,65	87,6 <sup>b</sup> 1,66	81,6 <sup>b</sup> 1,71	114 <sup>a</sup> 1,88	9,91	<0,001	0,004	<0,001	<0,001

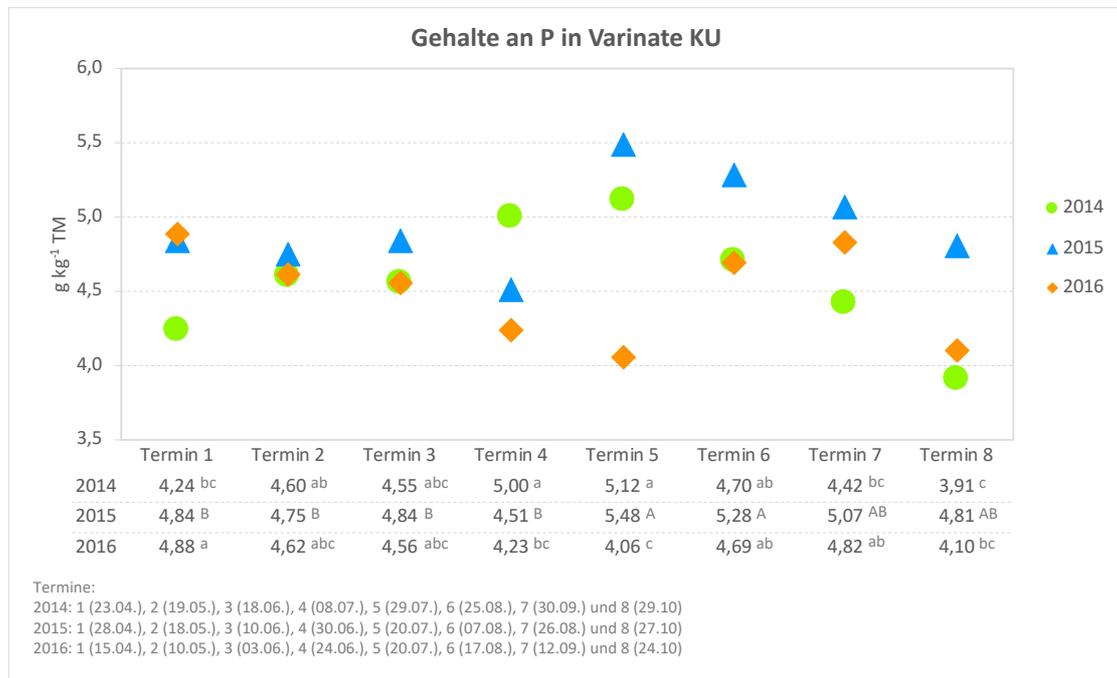
  

Parameter	Einheit	Standort (S)			Jahr (J)		
		BF	QF	SF	2014	2015	2016
Phosphor (P)	g kg <sup>-1</sup> TM	4,78 <sup>a</sup> 0,04	4,63 <sup>b</sup> 0,04	4,61 <sup>b</sup> 0,04	4,57 <sup>b</sup> 0,04	4,95 <sup>a</sup> 0,04	4,50 <sup>b</sup> 0,04
Kalium (K)	g kg <sup>-1</sup> TM	27,5 <sup>a</sup> 0,28	26,6 <sup>b</sup> 0,28	28,3 <sup>a</sup> 0,27	27,8 0,28	26,9 0,28	27,7 0,27
Kalzium (Ca)	g kg <sup>-1</sup> TM	8,32 <sup>b</sup> 0,14	9,30 <sup>a</sup> 0,13	8,31 <sup>b</sup> 0,13	8,65 0,13	8,60 0,13	8,68 0,13
Magnesium (Mg)	g kg <sup>-1</sup> TM	2,88 <sup>a</sup> 0,03	2,71 <sup>b</sup> 0,03	2,83 <sup>a</sup> 0,03	2,73 <sup>b</sup> 0,03	3,01 <sup>a</sup> 0,03	2,69 <sup>b</sup> 0,03
Natrium (Na)	mg kg <sup>-1</sup> TM	453 <sup>a</sup> 15,7	418 <sup>a</sup> 15,8	294 <sup>b</sup> 15,5	291 <sup>b</sup> 15,9	442 <sup>a</sup> 15,8	432 <sup>a</sup> 15,6
Kupfer (Cu)	mg kg <sup>-1</sup> TM	10,9 <sup>a</sup> 0,11	9,6 <sup>b</sup> 0,11	10,9 <sup>a</sup> 0,11	10,9 <sup>a</sup> 0,11	10,5 <sup>b</sup> 0,11	9,9 <sup>c</sup> 0,11
Mangan (Mn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	71,4 1,95	70,9 1,98	71,1 1,94	77,9 <sup>a</sup> 1,99	64,4 <sup>c</sup> 1,99	71,1 <sup>b</sup> 1,93
Zink (Zn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	76,4 <sup>b</sup> 1,02	75,4 <sup>b</sup> 1,04	80,0 <sup>a</sup> 1,02	87,6 <sup>a</sup> 1,04	71,4 <sup>b</sup> 1,04	72,8 <sup>b</sup> 1,01

Abkürzungen:  
Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld); Termin: 1 (22.04.), 2 (15.05.), 3 (10.06.), 4 (30.06.), 5 (23.07.), 6 (16.08.), 7 (12.09.) und 8 (26.10.)  
p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, se: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Termine bzw. der Jahre

Aus Sicht der Mengen- und Spurenelementgehalte (Tabelle 33 und Tabelle 71) wird im folgen- den Abschnitt näher auf die P-Gehalte eingegangen. Auch bei diesem Parameter zeigte sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen den Nutzungsterminen und dem Versuchsjahr (Ta- belle 33 und Abbildung 32). Im Mittel über alle Versuchsjahre zeigten die Futterproben von Ende Juli (Termin 5 mit 4,89 g kg<sup>-1</sup> TM) bis Mitte August (Termin 6 mit 4,89 g kg<sup>-1</sup> TM) die höchst- en P-Gehalte (Tabelle 33), wobei sich jedoch die Verläufe innerhalb der Jahre deutlich unter- schieden (Abbildung 32). 2014 stiegen die P-Gehalte von 4,24 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 1) signifikant auf 5,12 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 5) und fielen danach wieder auf 3,91 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 8) ab. Im zweiten Versuchsjahr 2015 unterschieden sich die P-Gehalte vom ersten bis zum vierten Ter- min nicht voneinander. Mitte Juli (Termin 5) wurde mit 5,48 g kg<sup>-1</sup> TM der höchste P-Gehalt während der gesamten Versuchszeit gemessen. Ab diesem Zeitpunkt fielen die P-Gehalte 2015 stetig auf 4,81 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 8) ab. Im letzten Versuchsjahr 2016 ergab sich ab dem Früh- ling, mit 4,88 g kg<sup>-1</sup> TM, ein kontinuierlicher Rückgang der P-Gehalte bis auf 4,06 g kg<sup>-1</sup> TM zum

Termin 5. Mitte August bzw. Mitte September stiegen die P-Gehalte dann nochmals signifikant auf 4,69 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 6) und 4,82 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 7) an. Ende Oktober fielen diese wieder auf 4,10 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 8) ab.



**Abbildung 32: Phosphor-Gehalte der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)**

Im folgenden Abschnitt werden vergleichbar zur Kurzrasen-Weidevariante KU die Ergebnisse für das Koppelsystem (Variante KO) für den XP-, NDF-, Netto-Energie- und P-Gehalt näher betrachtet. Die in das statistische Modell aufgenommenen Versuchsfaktoren Termin, Standort und Jahr zeigten, bis auf wenige Ausnahmen, signifikante Unterschiede. Bei der Interpretation der Haupteffekte muss berücksichtigt werden, dass auch die Wechselwirkung der Kombination von Termin x Jahr für alle getesteten Parameter signifikant war (Tabelle 34, Tabelle 35, Tabelle 72 und Tabelle 73).

Die Gehalte an Rohprotein zeigten mehr oder weniger große Schwankungen zwischen den Versuchsjahren (Abbildung 33). Trotzdem lässt sich, wie auch bei der simulierten Kurzrasenweide KU oben beschrieben, der Trend von steigenden XP-Gehalten während der Vegetationsperiode erkennen. Generell waren die XP-Gehalte in der simulierten Koppel-Variante KO auf einem niedrigeren Niveau als bei Variante KU. Das erste Versuchsjahr (2014) lieferte mit 177 g kg<sup>-1</sup> TM die signifikant niedrigsten XP-Gehalte, es wurde ein signifikanter Anstieg des Rohproteins von 146 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 1) auf 198 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 5) bzw. 186 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 6) ermittelt. Die Futterproben der weiteren Versuchsjahre 2015 und 2016 zeigten vor allem im Herbst deutlich höhere XP-Gehalte, Anfang September (Termin 5) wurde 2015 der numerisch höchste Wert von 238 g kg<sup>-1</sup> TM gemessen. Im letzten Versuchsjahr kam es zu einem signifikanten Anstieg des XP-Gehaltes von 182 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 1) auf 226 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 6).

Tabelle 34: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Koppelweide-Variante KO während der Vegetationsperiode (Termin), für die drei Versuchsstandorte sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

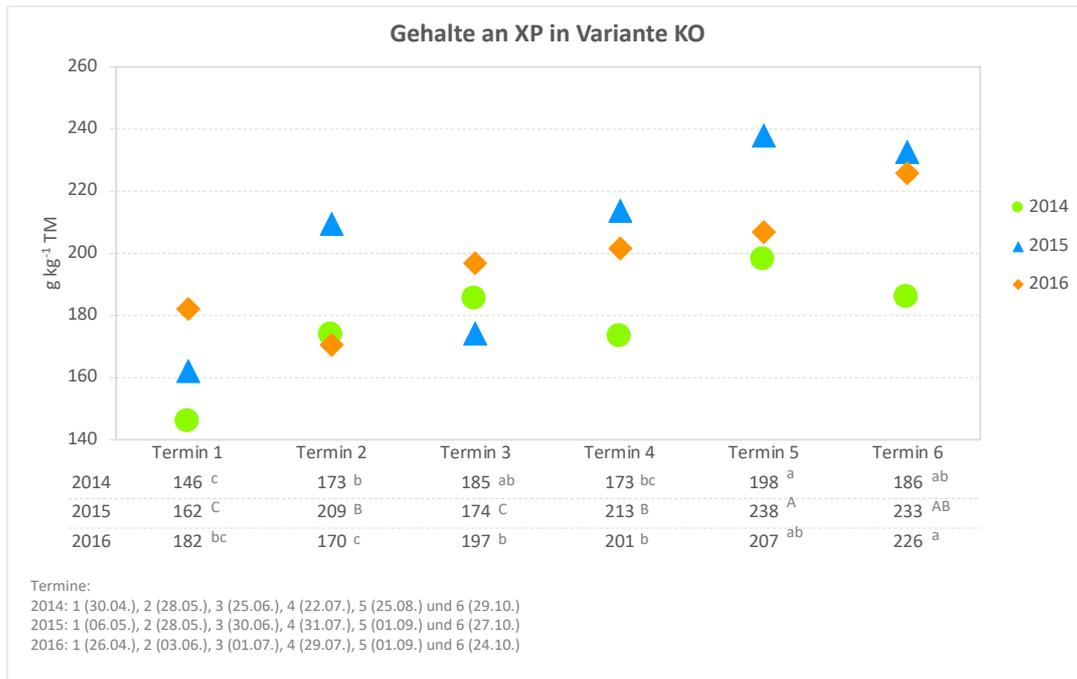
Parameter	Einheit	Termin (T)						S <sub>e</sub>	p-Wert			
		1	2	3	4	5	6		T	S	J	T x J
Wuchshöhe	cm	14,0 <sup>a</sup> 0,30	9,5 <sup>b</sup> 0,30	10,1 <sup>b</sup> 0,30	9,3 <sup>b</sup> 0,30	9,8 <sup>b</sup> 0,30	7,2 <sup>c</sup> 0,30	1,71	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
TM	g kg <sup>-1</sup> FM	202 <sup>a</sup> 3,83	176 <sup>b</sup> 3,01	204 <sup>a</sup> 2,99	172 <sup>b</sup> 3,04	201 <sup>a</sup> 2,99	199 <sup>a</sup> 3,47	14,4	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
XA	g kg <sup>-1</sup> TM	91,6 <sup>bc</sup> 1,50	98,2 <sup>a</sup> 1,15	88,5 <sup>c</sup> 1,14	93,8 <sup>b</sup> 1,16	96,4 <sup>ab</sup> 1,14	96,2 <sup>ab</sup> 1,32	5,72	<0,001	0,001	0,727	<0,001
OM	g kg <sup>-1</sup> TM	875 <sup>ab</sup> 1,75	864 <sup>d</sup> 1,38	879 <sup>a</sup> 1,37	867 <sup>cd</sup> 1,39	870 <sup>bc</sup> 1,37	870 <sup>bc</sup> 1,58	6,46	<0,001	<0,001	0,502	<0,001
XP	g kg <sup>-1</sup> TM	163 <sup>d</sup> 4,06	184 <sup>c</sup> 3,10	185 <sup>bc</sup> 3,07	196 <sup>b</sup> 3,13	214 <sup>a</sup> 3,08	215 <sup>a</sup> 3,65	16,0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
XL	g kg <sup>-1</sup> TM	26,7 <sup>bc</sup> 0,35	27,0 <sup>b</sup> 0,26	26,7 <sup>bc</sup> 0,26	25,8 <sup>c</sup> 0,26	29,0 <sup>a</sup> 0,26	28,6 <sup>a</sup> 0,31	1,39	<0,001	0,003	<0,001	<0,001
XF	g kg <sup>-1</sup> TM	206 <sup>cd</sup> 2,39	219 <sup>ab</sup> 1,69	213 <sup>bc</sup> 1,68	223 <sup>a</sup> 1,71	206 <sup>d</sup> 1,68	174 <sup>e</sup> 2,05	10,1	<0,001	0,056	<0,001	<0,001
XX	g kg <sup>-1</sup> TM	513 <sup>a</sup> 4,68	472 <sup>c</sup> 3,61	487 <sup>b</sup> 3,58	462 <sup>cd</sup> 3,64	455 <sup>d</sup> 3,58	487 <sup>b</sup> 4,23	18,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
NFC	g kg <sup>-1</sup> TM	458 <sup>a</sup> 4,96	405 <sup>c</sup> 3,63	428 <sup>b</sup> 3,60	396 <sup>cd</sup> 3,66	386 <sup>d</sup> 3,61	440 <sup>ab</sup> 4,34	20,3	<0,001	<0,001	0,321	<0,001
NDF	g kg <sup>-1</sup> TM	417 <sup>ab</sup> 4,77	433 <sup>a</sup> 3,38	402 <sup>b</sup> 3,35	424 <sup>a</sup> 3,41	404 <sup>b</sup> 3,36	368 <sup>c</sup> 4,08	20,1	<0,001	0,002	<0,001	<0,001
ADF	g kg <sup>-1</sup> TM	260 <sup>c</sup> 3,11	285 <sup>a</sup> 2,21	271 <sup>b</sup> 2,19	288 <sup>a</sup> 2,23	274 <sup>b</sup> 2,19	220 <sup>d</sup> 2,67	13,1	<0,001	0,011	<0,001	<0,001
ADL	g kg <sup>-1</sup> TM	25,8 <sup>c</sup> 0,85	33,6 <sup>ab</sup> 0,64	33,8 <sup>ab</sup> 0,63	35,8 <sup>a</sup> 0,64	33,1 <sup>b</sup> 0,63	27,7 <sup>c</sup> 0,75	3,38	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
ME <sub>Reg</sub>	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	11,0 <sup>a</sup> 0,04	10,9 <sup>b</sup> 0,03	10,5 <sup>c</sup> 0,03	10,4 <sup>d</sup> 0,03	10,5 <sup>c</sup> 0,03	10,8 <sup>b</sup> 0,03	0,15	<0,001	0,394	<0,001	<0,001
ME <sub>Elös</sub>	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	11,0 <sup>a</sup> 0,06	10,5 <sup>b</sup> 0,04	10,6 <sup>b</sup> 0,04	10,3 <sup>c</sup> 0,04	10,6 <sup>b</sup> 0,04	11,1 <sup>a</sup> 0,05	0,20	<0,001	0,262	0,003	<0,001
NEL <sub>Reg</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,73 <sup>a</sup> 0,03	6,60 <sup>b</sup> 0,02	6,29 <sup>d</sup> 0,02	6,21 <sup>e</sup> 0,02	6,33 <sup>d</sup> 0,02	6,51 <sup>c</sup> 0,02	0,11	<0,001	0,471	<0,001	<0,001
NEL <sub>Elös</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,70 <sup>a</sup> 0,04	6,31 <sup>b</sup> 0,03	6,36 <sup>b</sup> 0,03	6,17 <sup>c</sup> 0,03	6,40 <sup>b</sup> 0,03	6,78 <sup>a</sup> 0,03	0,14	<0,001	0,210	0,003	<0,001

Parameter	Einheit	Standort (S)			Jahr (J)		
		BF	QF	SF	2014	2015	2016
Wuchshöhe	cm	10,3 <sup>a</sup> 0,23	8,9 <sup>b</sup> 0,24	10,7 <sup>a</sup> 0,24	11,3 <sup>a</sup> 0,25	9,3 <sup>b</sup> 0,24	9,4 <sup>b</sup> 0,24
TM	g kg <sup>-1</sup> FM	187 <sup>b</sup> 2,48	200 <sup>a</sup> 2,61	190 <sup>b</sup> 2,54	196 <sup>a</sup> 2,70	196 <sup>a</sup> 2,59	185 <sup>b</sup> 2,60
XA	g kg <sup>-1</sup> TM	95,2 <sup>a</sup> 0,93	91,7 <sup>b</sup> 0,96	95,4 <sup>a</sup> 0,94	93,9 0,98	94,6 0,94	93,9 0,94
OM	g kg <sup>-1</sup> TM	869 <sup>b</sup> 1,16	875 <sup>a</sup> 1,20	869 <sup>b</sup> 1,21	872 1,23	871 1,20	870 1,19
XP	g kg <sup>-1</sup> TM	197 <sup>a</sup> 2,44	182 <sup>b</sup> 2,61	200 <sup>a</sup> 2,57	177 <sup>c</sup> 2,71	205 <sup>a</sup> 2,60	197 <sup>b</sup> 2,61
XL	g kg <sup>-1</sup> TM	27,7 <sup>a</sup> 0,20	26,8 <sup>b</sup> 0,22	27,4 <sup>ab</sup> 0,21	25,4 <sup>c</sup> 0,22	26,3 <sup>b</sup> 0,21	30,2 <sup>a</sup> 0,21
XF	g kg <sup>-1</sup> TM	209 1,20	205 1,27	206 1,23	217 <sup>a</sup> 1,32	205 <sup>b</sup> 1,23	198 <sup>c</sup> 1,22
XX	g kg <sup>-1</sup> TM	471 <sup>b</sup> 2,90	496 <sup>a</sup> 3,09	471 <sup>b</sup> 3,05	488 <sup>a</sup> 3,21	470 <sup>b</sup> 3,09	481 <sup>a</sup> 3,10
NFC	g kg <sup>-1</sup> TM	411 <sup>b</sup> 2,74	438 <sup>a</sup> 2,91	408 <sup>b</sup> 2,89	421 3,01	416 2,88	420 2,86
NDF	g kg <sup>-1</sup> TM	415 <sup>a</sup> 2,38	403 <sup>b</sup> 2,54	406 <sup>b</sup> 2,46	426 <sup>a</sup> 2,63	403 <sup>b</sup> 2,45	395 <sup>c</sup> 2,43
ADF	g kg <sup>-1</sup> TM	269 <sup>a</sup> 1,56	262 <sup>b</sup> 1,66	268 <sup>a</sup> 1,61	283 <sup>a</sup> 1,72	258 <sup>b</sup> 1,60	259 <sup>b</sup> 1,59
ADL	g kg <sup>-1</sup> TM	30,4 <sup>b</sup> 0,50	31,2 <sup>b</sup> 0,52	33,3 <sup>a</sup> 0,51	34,2 <sup>a</sup> 0,53	28,6 <sup>c</sup> 0,50	32,1 <sup>b</sup> 0,51
ME <sub>Reg</sub>	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	10,7 0,02	10,7 0,02	10,7 0,02	10,5 <sup>b</sup> 0,02	10,7 <sup>a</sup> 0,02	10,8 <sup>a</sup> 0,02
ME <sub>Elös</sub>	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	10,7 0,03	10,7 0,03	10,7 0,03		10,6 <sup>b</sup> 0,02	10,7 <sup>a</sup> 0,02
NEL <sub>Reg</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,44 0,01	6,44 0,01	6,46 0,01	6,33 <sup>b</sup> 0,01	6,49 <sup>a</sup> 0,01	6,52 <sup>a</sup> 0,01
NEL <sub>Elös</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,43 0,02	6,48 0,02	6,46 0,02		6,42 <sup>b</sup> 0,02	6,49 <sup>a</sup> 0,02

Abkürzungen:

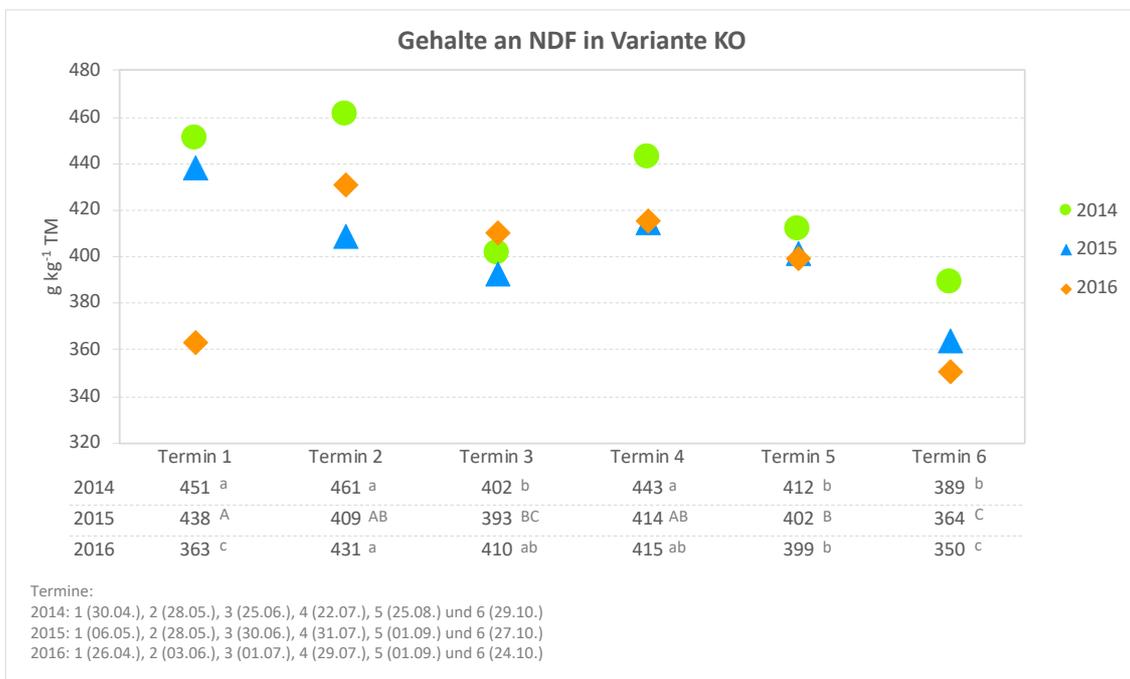
Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld); Termin: 1 (30.04.), 2 (30.05.), 3 (28.06.), 4 (27.07.), 5 (29.08.) und 6 (26.10.)

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



**Abbildung 33: Rohprotein-Gehalte der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)**

Variierten die NDF-Gehalte bei Variante KU (Abbildung 29) im Vegetationsverlauf deutlich zwischen den Jahren, so war dies bei Variante KO (Abbildung 34) weniger stark ausgeprägt.

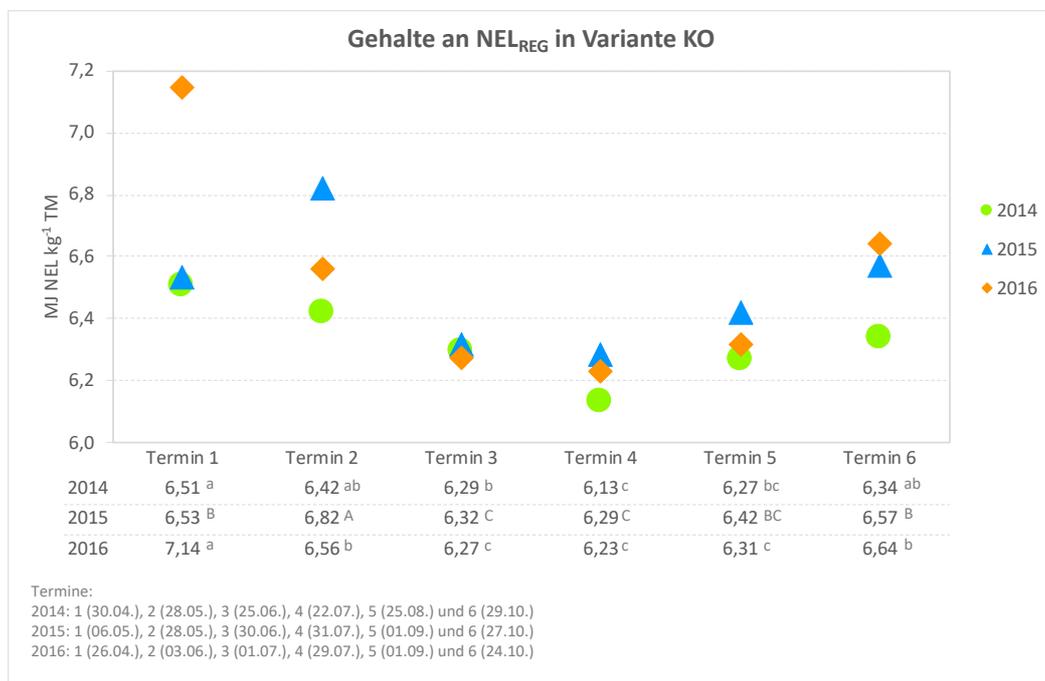


**Abbildung 34: Neutral-Detergenz-Faser-Gehalte der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2015) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)**

Der größte Unterschied der NDF-Gehalte zwischen den Jahren konnte beim ersten Nutzungstermin Ende April bis Anfang Mai beobachtet werden. Lagen die Gehalte 2014 (451 g kg<sup>-1</sup> TM)

und 2015 (438 g kg<sup>-1</sup> TM) noch ähnlich hoch, so wurde 2016, mit 363 g kg<sup>-1</sup> TM, ein deutlich niedriger NDF-Gehalt gemessen. Auch Ende Mai bis Anfang Juni (Termin 2) lieferten die NDF-Gehalte in den drei Versuchsjahren kein einheitliches Bild. 2015 wurde der niedrigste NDF-Gehalt mit 409 g kg<sup>-1</sup> TM und 2014 mit 461 g kg<sup>-1</sup> TM der höchste festgestellt. Dieser war auch gleichzeitig der höchste NDF-Gehalt während der gesamten Versuchszeit. Bis zum Ende der Vegetationsperiode hin nahmen die NDF-Gehalte dann wieder ab und erreichten Ende Oktober (Termin 6) Werte von 389 g kg<sup>-1</sup> TM (2014) und 350 g kg<sup>-1</sup> TM (2016).

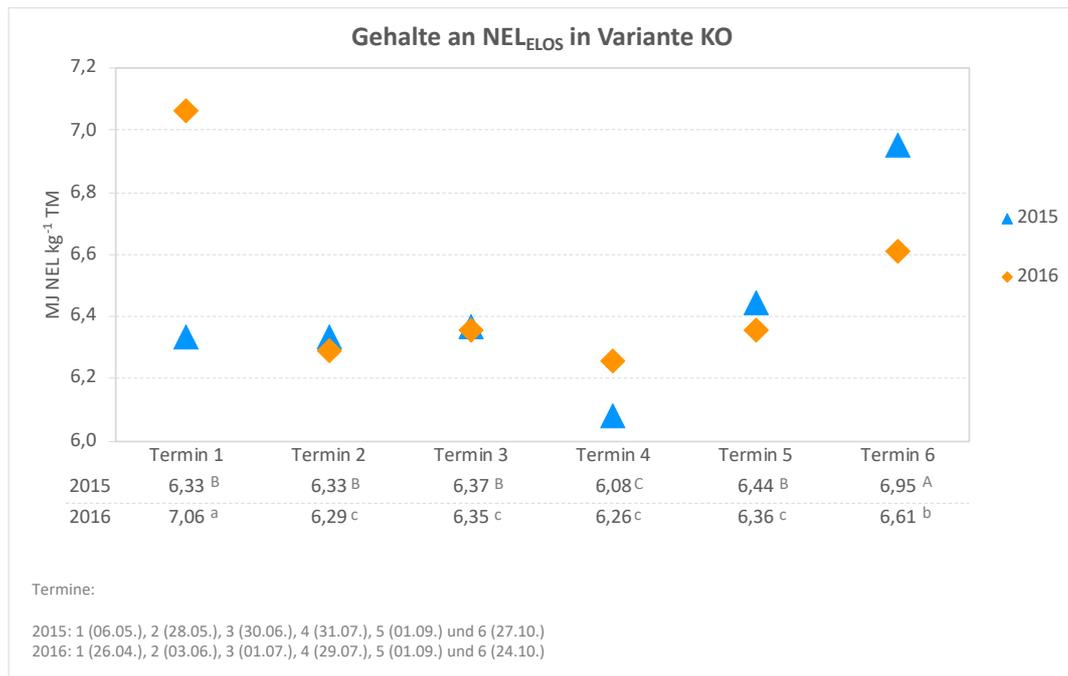
Wie in den oben beschriebenen Ergebnissen zur Kurzrasenweide (KU), wurden auch die Energiekonzentrationen im Futter der Koppelvariante KO in den Versuchsjahren 2015 und 2016 mit zwei unterschiedlichen Verfahren, der Regressionsmethode (REG) bzw. der Zellulase-Methode (ELOS), errechnet bzw. bestimmt.



**Abbildung 35: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation (errechnet aus den Rohnährstoffen mittels Regression (REG)) der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014–2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)**

Mit Ausnahme der ersten beiden Erntetermine unterschieden sich die Energie-Gehalte, ermittelt mit der Regressionsmethode (NEL<sub>REG</sub>), zwischen den Versuchsjahren nur geringfügig (Abbildung 35). Beim ersten Termin lagen die Energiegehalte in den Jahren 2014 und 2015 mit 6,51 MJ NEL<sub>REG</sub> kg<sup>-1</sup> TM (2014) und 6,53 MJ NEL<sub>REG</sub> kg<sup>-1</sup> TM (2015) auf vergleichbarem Niveau. Demgegenüber wurde 2016 mit 7,14 MJ NEL<sub>REG</sub> kg<sup>-1</sup> TM ein deutlich höherer Energie-Gehalt errechnet. Auch beim zweiten Nutzungstermin Ende Mai bzw. Anfang Juni wurden NEL-Gehalte zwischen 6,42 MJ NEL<sub>REG</sub> kg<sup>-1</sup> TM (2014) und 6,82 MJ NEL<sub>REG</sub> kg<sup>-1</sup> TM (2015) ermittelt. Ab dem dritten Termin wurden zwischen den Jahren deutlich geringere Unterschiede der Energiegehalte festgestellt. Bis Ende Juli (Termin 4) fielen die NEL-Gehalte auf 6,29 MJ NEL<sub>REG</sub> kg<sup>-1</sup> TM (2015) bis 6,13 MJ NEL<sub>REG</sub> kg<sup>-1</sup> TM (2014) ab. Nachfolgend stiegen die Gehalte wieder an und

erreichten mit durchschnittlich  $6,51 \text{ MJ NEL}_{\text{REG}} \text{ kg}^{-1} \text{ TM}$  Werte, welche etwa auch im Frühling (Termin 1) festgestellt wurden (2014-2015).



**Abbildung 36: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation (in vitro nach der Zellulase-Methode bestimmt (ELOS)) der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2015-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)**

Bei den nach der Zellulase-Methode (ELOS) ermittelten Energiegehalten in Variante **KO** traten bedeutende Jahresunterschiede lediglich zum ersten Termin auf (Abbildung 36). Auch bei dieser Energiebewertungsmethode lagen die Energiekonzentrationen in den Proben des Versuchsjahres 2016, mit  $7,06 \text{ MJ NEL}_{\text{ELOS}} \text{ kg}^{-1} \text{ TM}$ , deutlich höher. Dieser NEL-Gehalt entsprach auch etwa jenem, der über die Regressionsmethode ermittelt wurde ( $7,14 \text{ MJ NEL}_{\text{REG}} \text{ kg}^{-1} \text{ TM}$ ; Termin 1, 2016). Im Jahr 2015 wurde auch bei der ELOS-Methode ein deutlich niedriger NEL-Gehalt von  $6,33 \text{ MJ NEL}_{\text{ELOS}} \text{ kg}^{-1} \text{ TM}$  zum ersten Termin ermittelt (Abbildung 36). Die Energie-Gehalte der weiteren Nutzungstermine unterschieden sich zwischen den Jahren (2015 und 2016) kaum., lediglich Ende Juli wurden etwas tiefere NEL-Gehalte von  $6,08 \text{ MJ NEL}_{\text{ELOS}} \text{ kg}^{-1} \text{ TM}$  (2015) und  $6,26 \text{ MJ NEL}_{\text{ELOS}} \text{ kg}^{-1} \text{ TM}$  (2016) festgestellt. Ende Oktober (Termin 6) kam es dann wieder zu einem Anstieg der Energie auf  $6,61 \text{ MJ NEL}_{\text{ELOS}} \text{ kg}^{-1} \text{ TM}$  (2016) und  $6,95 \text{ MJ NEL}_{\text{ELOS}} \text{ kg}^{-1} \text{ TM}$  (2015). Im Versuchsjahr 2015 wurde zum letzten Nutzungstermin der signifikant höchste Energiegehalt ermittelt.

Tabelle 35: Mengen- und Spurenelementgehalte der Koppelweide-Variante KO während der Vegetationsperiode (Termin), für die drei Versuchsstandorte sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

Parameter	Einheit	Termin (T)						Se	p-Wert			
		1	2	3	4	5	6		T	S	J	T x J
Phosphor (P)	g kg <sup>-1</sup> TM	4,33 <sup>c</sup> SEM 0,08	4,49 <sup>bc</sup> SEM 0,06	4,27 <sup>c</sup> SEM 0,06	4,66 <sup>ab</sup> SEM 0,06	4,83 <sup>a</sup> SEM 0,06	4,38 <sup>c</sup> SEM 0,07	0,35	<0,001	0,026	0,001	0,003
Kalium (K)	g kg <sup>-1</sup> TM	27,0 <sup>a</sup> SEM 0,73	27,1 <sup>a</sup> SEM 0,55	23,0 <sup>b</sup> SEM 0,55	25,5 <sup>a</sup> SEM 0,56	26,5 <sup>a</sup> SEM 0,55	26,7 <sup>a</sup> SEM 0,65	1,22	<0,001	<0,001	0,004	<0,001
Kalzium (Ca)	g kg <sup>-1</sup> TM	7,17 <sup>d</sup> SEM 0,29	8,25 <sup>c</sup> SEM 0,20	9,1 <sup>abc</sup> SEM 0,20	9,19 <sup>ab</sup> SEM 0,21	9,89 <sup>a</sup> SEM 0,20	8,95 <sup>bc</sup> SEM 0,25	1,22	<0,001	<0,001	0,019	0,003
Magnesium (Mg)	g kg <sup>-1</sup> TM	2,29 <sup>d</sup> SEM 0,08	2,69 <sup>c</sup> SEM 0,05	2,86 <sup>bc</sup> SEM 0,05	3,04 <sup>b</sup> SEM 0,05	3,44 <sup>a</sup> SEM 0,05	2,88 <sup>bc</sup> SEM 0,07	0,32	<0,001	0,773	0,006	0,003
Natrium (Na)	mg kg <sup>-1</sup> TM	323 <sup>c</sup> SEM 50,1	290 <sup>c</sup> SEM 40,9	329 <sup>c</sup> SEM 40,7	346 <sup>c</sup> SEM 41,1	589 <sup>b</sup> SEM 40,7	793 <sup>a</sup> SEM 45,8	173	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Kupfer (Cu)	mg kg <sup>-1</sup> TM	7,85 <sup>d</sup> SEM 0,23	8,76 <sup>c</sup> SEM 0,17	8,13 <sup>cd</sup> SEM 0,16	10,4 <sup>b</sup> SEM 0,17	11,8 <sup>a</sup> SEM 0,16	10,0 <sup>bc</sup> SEM 0,20	0,98	<0,001	<0,001	0,645	<0,001
Mangan (Mn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	53,6 <sup>b</sup> SEM 3,37	68,1 <sup>a</sup> SEM 2,41	63,4 <sup>ab</sup> SEM 2,39	58,1 <sup>b</sup> SEM 2,43	62,4 <sup>ab</sup> SEM 2,39	61,8 <sup>ab</sup> SEM 2,91	14,1	0,006	<0,001	0,001	<0,001
Zink (Zn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	50,4 <sup>d</sup> SEM 2,91	77,1 <sup>bc</sup> SEM 2,13	69,6 <sup>c</sup> SEM 2,11	82,6 <sup>b</sup> SEM 2,14	84,3 <sup>b</sup> SEM 2,11	128 <sup>a</sup> SEM 2,53	11,8	<0,001	0,364	<0,001	<0,001

Parameter	Einheit	Standort (S)			Jahr (J)		
		BF	QF	SF	2014	2015	2016
Phosphor (P)	g kg <sup>-1</sup> TM	4,58 <sup>a</sup> SEM 0,04	4,48 <sup>ab</sup> SEM 0,04	4,42 <sup>b</sup> SEM 0,04	4,37 <sup>b</sup> SEM 0,05	4,61 <sup>a</sup> SEM 0,04	4,50 <sup>ab</sup> SEM 0,04
Kalium (K)	g kg <sup>-1</sup> TM	26,9 <sup>a</sup> SEM 0,43	24,5 <sup>b</sup> SEM 0,46	26,6 <sup>a</sup> SEM 0,45	26,1 <sup>ab</sup> SEM 0,48	24,9 <sup>b</sup> SEM 0,46	26,9 <sup>a</sup> SEM 0,46
Kalzium (Ca)	g kg <sup>-1</sup> TM	8,18 <sup>b</sup> SEM 0,14	9,64 <sup>ab</sup> SEM 0,15	8,45 <sup>b</sup> SEM 0,15	8,74 <sup>ab</sup> SEM 0,16	8,47 <sup>b</sup> SEM 0,15	9,05 <sup>a</sup> SEM 0,15
Magnesium (Mg)	g kg <sup>-1</sup> TM	2,89 <sup>a</sup> SEM 0,04	2,84 <sup>a</sup> SEM 0,04	2,87 <sup>a</sup> SEM 0,04	2,76 <sup>b</sup> SEM 0,04	2,96 <sup>a</sup> SEM 0,04	2,88 <sup>ab</sup> SEM 0,04
Natrium (Na)	mg kg <sup>-1</sup> TM	480 <sup>a</sup> SEM 35,5	546 <sup>a</sup> SEM 36,6	309 <sup>b</sup> SEM 36,6	332 <sup>b</sup> SEM 37,2	490 <sup>a</sup> SEM 36,4	513 <sup>a</sup> SEM 36,4
Kupfer (Cu)	mg kg <sup>-1</sup> TM	9,62 <sup>a</sup> SEM 0,12	9,02 <sup>b</sup> SEM 0,12	9,81 <sup>a</sup> SEM 0,12	9,53 <sup>a</sup> SEM 0,13	9,53 <sup>a</sup> SEM 0,12	9,39 <sup>a</sup> SEM 0,12
Mangan (Mn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	60,3 <sup>b</sup> SEM 1,74	56,1 <sup>b</sup> SEM 1,82	67,4 <sup>a</sup> SEM 1,77	64,8 <sup>a</sup> SEM 1,89	55,9 <sup>b</sup> SEM 1,76	63,0 <sup>a</sup> SEM 1,78
Zink (Zn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	80,7 <sup>a</sup> SEM 1,60	81,7 <sup>a</sup> SEM 1,67	83,5 <sup>a</sup> SEM 1,63	92,0 <sup>a</sup> SEM 1,72	78,4 <sup>b</sup> SEM 1,62	75,5 <sup>b</sup> SEM 1,63

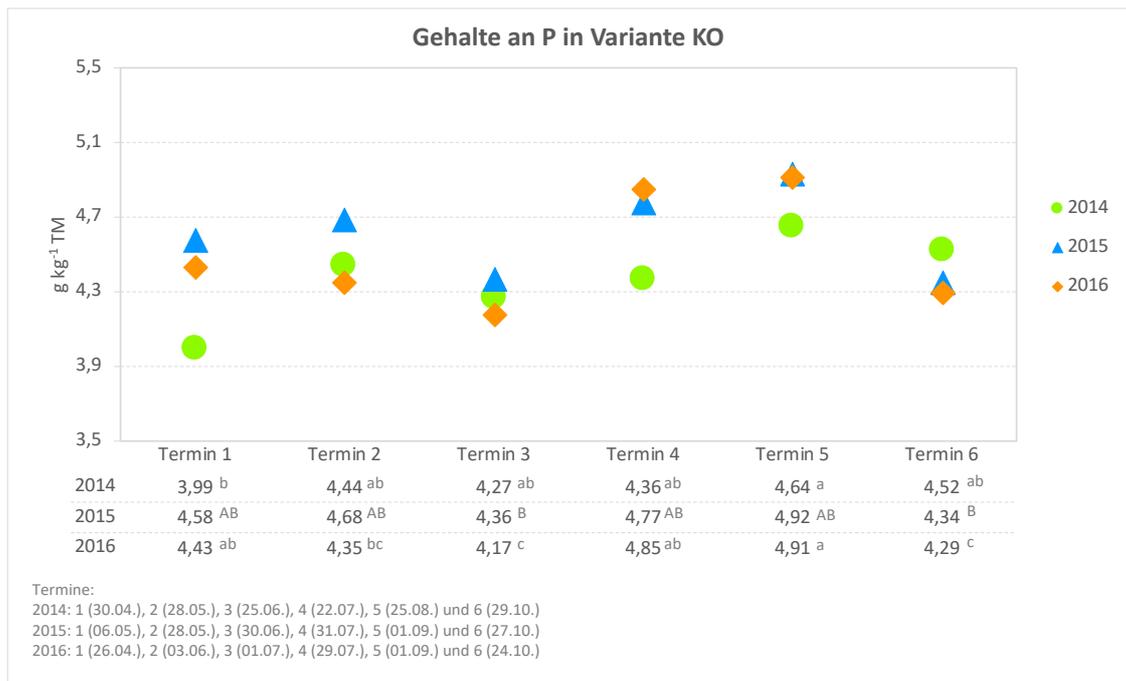
Abkürzungen:

Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld); Termin: 1 (30.04.), 2 (30.05.), 3 (28.06.), 4 (27.07.), 5 (29.08.) und 6 (26.10.)

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

In Tabelle 35 und Tabelle 73 sind die Ergebnisse zu den Mengen- und Spurenelementgehalten der Variante KO angeführt. Im folgenden Abschnitt werden die P-Gehalte näher betrachtet. Auch bei Interpretation der Haupteffekte hinsichtlich des P-Gehaltes muss die signifikante Wechselwirkung zwischen den Faktoren Nutzungstermin und Versuchsjahr berücksichtigt werden (Tabelle 35 und Abbildung 37). Im Vergleich zur oben beschriebenen Kurzrasenvariante KU (Abbildung 32) fielen beim Koppelsystem KO die Jahresunterschiede in den P-Gehalten zu den einzelnen Terminen geringer aus (Abbildung 37). Zum ersten Termin, wo sich die P-Gehalte am deutlichsten unterschieden, lagen diese bei 3,99 g kg<sup>-1</sup> TM (2014) bis 4,58 g kg<sup>-1</sup> TM (2015). Eine ähnlich hohe Jahresdifferenz wurde weiters Ende Juli (Termin 4) ermittelt, wo 2014 ein P-Gehalt von 4,36 g kg<sup>-1</sup> TM und 2016 von 4,85 g kg<sup>-1</sup> TM gemessen wurde.

Über die Vegetationsperiode bewegten sich die P-Gehalte der Variante KO in der Bandbreite zwischen 3,99 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 1, 2014) und 4,92 g kg<sup>-1</sup> TM (Termin 5, 2015).



**Abbildung 37: Phosphor-Gehalte der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)**

Zur Bestimmung der ruminalen Abbaubarkeit für TM, OM, XP und NDF aus den Futterproben der Varianten **KU** und **KO** wurden zum einen die Abbauwerte der 8 Zeitstufen aus dem in situ-Versuch für die Abbaubarkeiten und zum anderen die daraus errechneten Abbauparameter herangezogen. Für eine übersichtlichere Darstellung der Ergebnisse werden in den folgenden Abbildungen nur drei Termine (Frühling, Sommer, Herbst) grafisch dargestellt. Dazu wurden bei der Variante **KU** die Termine 1 (22.04.), 4 (30.06.) und 7 (12.09.) sowie bei Variante **KO** die Termine 1 (30.04.), 3 (28.06.) und 5 (29.08.) ausgewählt. Obwohl in den folgenden Auswertungen die Wechselwirkung (Nutzungstermin und Versuchsjahr) signifikant war, wird aus Gründen der Übersichtlichkeit die Betrachtung auf den Haupteffekt Termin gelegt.

**Tabelle 36: Abbauwerte der Trockenmasse (TM) für die Variante KU zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen**

Inkubationszeit TM	Einheit	Termin (T)								Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert		
		1	2	3	4	5	6	7	8	2014	2015	2016		T	J	T x J
0 h	%	35,5 <sup>a</sup>	29,9 <sup>b</sup>	27,1 <sup>c</sup>	26,7 <sup>c</sup>	27,0 <sup>c</sup>	27,7 <sup>c</sup>	26,9 <sup>c</sup>	31,0 <sup>b</sup>	29,5 <sup>a</sup>	28,8 <sup>ab</sup>	28,6 <sup>b</sup>	1,13	<0,001	0,029	<0,001
3 h	%	43,5 <sup>a</sup>	40,3 <sup>b</sup>	36,2 <sup>c</sup>	35,5 <sup>c</sup>	35,8 <sup>c</sup>	34,6 <sup>c</sup>	36,7 <sup>c</sup>	40,6 <sup>b</sup>	38,1	38,0	37,5	1,78	<0,001	0,482	0,001
7 h	%	62,7 <sup>a</sup>	59,1 <sup>ab</sup>	55,1 <sup>bc</sup>	55,5 <sup>bc</sup>	52,9 <sup>c</sup>	53,7 <sup>c</sup>	58,9 <sup>ab</sup>	60,0 <sup>a</sup>	56,5 <sup>b</sup>	59,3 <sup>a</sup>	55,9 <sup>b</sup>	3,03	<0,001	0,001	0,001
12 h	%	77,1 <sup>a</sup>	71,7 <sup>b</sup>	69,8 <sup>bc</sup>	71,7 <sup>b</sup>	67,2 <sup>c</sup>	68,6 <sup>bc</sup>	76,1 <sup>a</sup>	76,0 <sup>a</sup>	72,0 <sup>b</sup>	74,0 <sup>a</sup>	70,9 <sup>b</sup>	2,32	<0,001	0,001	<0,001
24 h	%	84,9 <sup>a</sup>	78,6 <sup>bc</sup>	80,3 <sup>b</sup>	79,2 <sup>b</sup>	76,6 <sup>c</sup>	78,0 <sup>bc</sup>	83,3 <sup>a</sup>	83,6 <sup>a</sup>	80,6 <sup>ab</sup>	81,6 <sup>a</sup>	79,4 <sup>b</sup>	1,75	<0,001	0,001	<0,001
48 h	%	88,2 <sup>a</sup>	86,2 <sup>ab</sup>	85,0 <sup>bc</sup>	84,1 <sup>bc</sup>	83,4 <sup>c</sup>	84,2 <sup>bc</sup>	85,5 <sup>bc</sup>	85,4 <sup>bc</sup>	85,0 <sup>ab</sup>	86,0 <sup>a</sup>	84,7 <sup>b</sup>	1,81	<0,001	0,038	0,012
72 h	%	86,6 <sup>a</sup>	82,4 <sup>b</sup>	83,3 <sup>b</sup>	82,2 <sup>b</sup>	78,0 <sup>c</sup>	82,1 <sup>b</sup>	84,0 <sup>ab</sup>	83,1 <sup>b</sup>	81,9 <sup>b</sup>	83,9 <sup>a</sup>	82,4 <sup>b</sup>	1,76	<0,001	0,001	<0,001
96 h	%	86,6 <sup>a</sup>	82,6 <sup>b</sup>	83,3 <sup>b</sup>	82,2 <sup>b</sup>	77,7 <sup>c</sup>	83,2 <sup>b</sup>	82,9 <sup>bc</sup>	82,6 <sup>b</sup>	81,5 <sup>b</sup>	84,5 <sup>a</sup>	81,9 <sup>b</sup>	2,17	<0,001	<0,001	<0,001

Abkürzungen:  
 Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld); Termin: 1 (22.04.), 2 (15.05.), 3 (10.06.), 4 (30.06.), 5 (23.07.), 6 (16.08.), 7 (12.09.) und 8 (26.10.)  
 p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, se: Residualstandardabweichung, abc Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Termine bzw. der Jahre

Die als Kurzrasenweide simulierte Variante **KU** zeigte beim TM-Abbau zum ersten Termin die raschesten und höchsten Abbauwerte (Tabelle 36 und Tabelle 74, Abbildung 38). Beim ersten Termin (Ende April) wurde eine Abbaubarkeit der TM von über 80 % bereits nach etwa 24 Stunden erreicht, in den folgenden Ernteterminen wurde diese erst zwischen 24 und 48 Stunden nach Inkubationsbeginn im Pansen festgestellt. 96 Stunden nach Inkubationsbeginn lag die TM-Abbaurrate zum ersten Termin bei knapp 87 %, bei den Folgeterminen wurden Werte zwischen 78 und 83 % ermittelt.

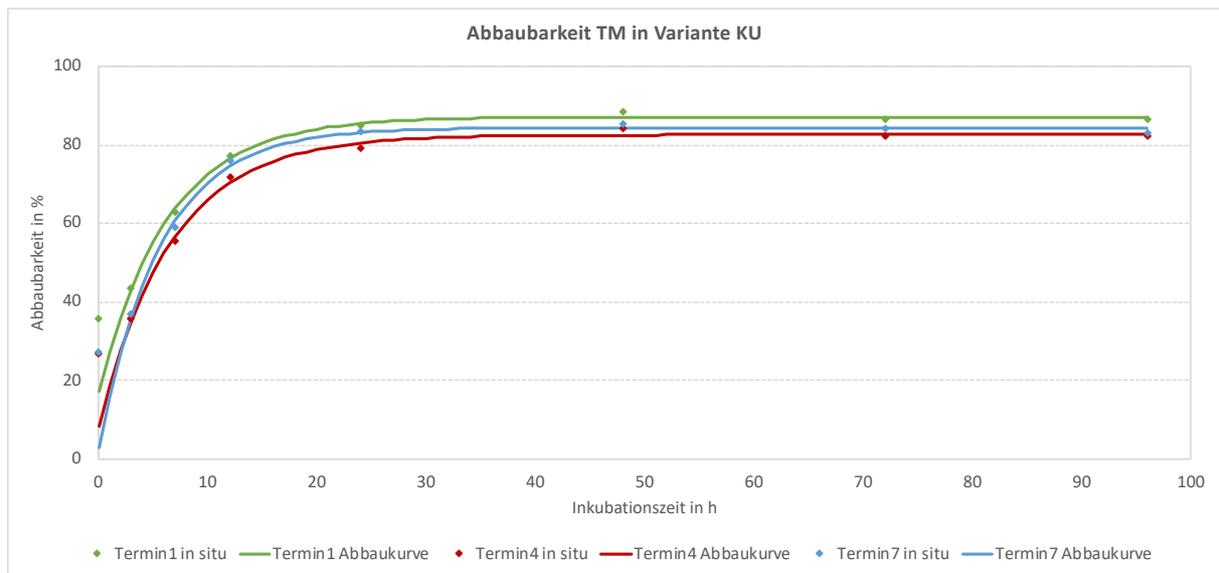


Abbildung 38: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven der Trockenmasse (TM) für die Variante KU im Frühling (Termin 1, 22.04.), Sommer (Termin 4, 30.06.) und Herbst (Termin 7, 12.09.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016)

Tabelle 37: Abbauwerte der Organischen Masse (OM) für die Variante KU zu den im in situ-Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

Inkubationszeit OM	Einheit	Termin (T)								Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert		
		1	2	3	4	5	6	7	8	2014	2015	2016		T	J	T x J
0 h	%	32,4 <sup>a</sup> 0,50	26,9 <sup>b</sup> 0,50	23,8 <sup>cd</sup> 0,50	23,3 <sup>d</sup> 0,50	24,3 <sup>cd</sup> 0,50	25,9 <sup>bc</sup> 0,50	23,1 <sup>d</sup> 0,50	27,3 <sup>b</sup> 0,50	26,5	25,4	25,7	1,49	<0,001	0,051	<0,001
3 h	%	40,8 <sup>a</sup> 0,59	38,0 <sup>b</sup> 0,59	32,9 <sup>c</sup> 0,59	32,6 <sup>c</sup> 0,59	33,0 <sup>c</sup> 0,59	32,4 <sup>c</sup> 0,59	33,4 <sup>c</sup> 0,59	37,4 <sup>b</sup> 0,59	35,5	34,8	35,0	1,77	<0,001	0,380	<0,001
7 h	%	61,3 <sup>a</sup> 1,00	57,2 <sup>ab</sup> 1,00	53,2 <sup>bc</sup> 1,00	52,4 <sup>c</sup> 1,00	51,1 <sup>c</sup> 1,00	52,4 <sup>c</sup> 1,00	57,0 <sup>ab</sup> 1,00	58,4 <sup>a</sup> 1,00	55,0 <sup>ab</sup> 0,61	57,0 <sup>a</sup> 0,61	54,0 <sup>b</sup> 0,61	3,00	<0,001	0,004	0,001
12 h	%	76,6 <sup>a</sup> 0,82	70,9 <sup>b</sup> 0,82	68,8 <sup>bc</sup> 0,82	70,9 <sup>b</sup> 0,82	66,2 <sup>c</sup> 0,82	68,1 <sup>bc</sup> 0,82	75,4 <sup>a</sup> 0,82	75,5 <sup>a</sup> 0,82	71,3 <sup>b</sup> 0,50	73,2 <sup>a</sup> 0,50	70,1 <sup>b</sup> 0,50	2,45	<0,001	0,001	<0,001
24 h	%	85,1 <sup>a</sup> 0,51	78,6 <sup>b</sup> 0,51	80,1 <sup>b</sup> 0,51	80,0 <sup>b</sup> 0,51	76,2 <sup>c</sup> 0,51	78,4 <sup>bc</sup> 0,51	83,2 <sup>a</sup> 0,51	83,6 <sup>a</sup> 0,51	80,7 <sup>ab</sup> 0,31	81,5 <sup>a</sup> 0,31	79,7 <sup>b</sup> 0,31	1,52	<0,001	0,001	<0,001
48 h	%	88,6 <sup>a</sup> 0,68	86,3 <sup>ab</sup> 0,68	85,0 <sup>bc</sup> 0,68	84,4 <sup>bc</sup> 0,68	83,4 <sup>c</sup> 0,68	84,6 <sup>bc</sup> 0,68	85,8 <sup>bc</sup> 0,68	85,7 <sup>bc</sup> 0,68	85,3 <sup>ab</sup> 0,51	86,2 <sup>a</sup> 0,51	84,9 <sup>b</sup> 0,51	1,71	<0,001	0,035	0,007
72 h	%	87,1 <sup>a</sup> 0,59	83,0 <sup>b</sup> 0,59	83,5 <sup>b</sup> 0,59	82,8 <sup>b</sup> 0,59	78,5 <sup>c</sup> 0,59	82,7 <sup>b</sup> 0,59	84,5 <sup>bc</sup> 0,59	83,7 <sup>b</sup> 0,59	82,5 <sup>b</sup> 0,41	84,3 <sup>a</sup> 0,41	82,9 <sup>b</sup> 0,41	1,59	<0,001	0,001	<0,001
96 h	%	87,1 <sup>a</sup> 0,69	83,0 <sup>b</sup> 0,69	83,6 <sup>b</sup> 0,69	82,8 <sup>b</sup> 0,69	78,3 <sup>c</sup> 0,69	83,7 <sup>b</sup> 0,69	83,5 <sup>b</sup> 0,69	83,3 <sup>b</sup> 0,69	82,2 <sup>b</sup> 0,45	84,9 <sup>a</sup> 0,45	82,5 <sup>b</sup> 0,45	1,99	<0,001	<0,001	<0,001

Abkürzungen:

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

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

Die Ergebnisse zur Abbaubarkeit der Organischen Masse (OM) deckten sich im Verlauf mit jenen des TM-Abbaus (Tabelle 37 und Tabelle 75). Auch bei diesem Parameter zeigten die Proben des ersten Termins eine raschere und höhere Abbaubarkeit als die Folgetermine (Abbildung 39). Im Sommer und Herbst zeigte sich zu Inkubationsbeginn ein etwas verzögerter OM-Abbau.

Das Herbstfutter erreichte aber trotzdem bereits nach wenigen Stunden einen höheren OM-Abbau als das Futter aus den Sommermonaten.

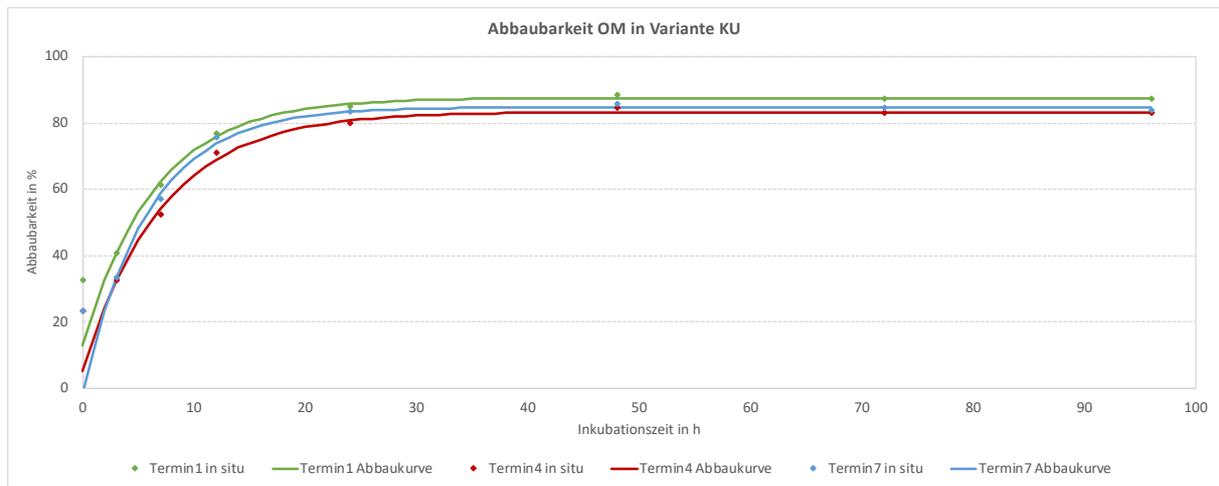


Abbildung 39: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven der Organischen Masse (OM) für die Variante KU im Frühling (Termin 1, 22.04.), Sommer (Termin 4, 30.06.) und Herbst (Termin 7, 12.09.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016)

Beim Abbau des Rohproteins (XP) wurden sowohl im Frühling als auch im Herbst die höchsten ruminalen Abbauraten erreicht (Tabelle 38 und Tabelle 76). Nach gut 24 Stunden Inkubationszeit im Pansen waren bei Frühlings- (Termin 1) und Herbstfutter (Termin 7 und 8) über 80 % des XP abgebaut. Die Weideaufwüchse der übrigen Vegetationsperiode (Termin 2-6) erreichten diese Schwelle nach 48 Stunden. Die Abbaukurven für XP zeigten für den Frühlings- (Termin 1) und Herbsttermin (Termin 7) einen nahezu identen Verlauf, das Weidefutter aus dem Sommer (Termin 4) fiel demgegenüber etwas ab.

Tabelle 38: Abbauwerte des Rohproteins (XP) für die Variante KU zu den im in situ-Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

Inkubationszeit XP	Einheit	Termin (T)								Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert		
		1	2	3	4	5	6	7	8	2014	2015	2016		T	J	T x J
0 h	%	27,2 <sup>b</sup> 0,75	25,7 <sup>bc</sup> 0,75	24,3 <sup>bc</sup> 0,75	18,7 <sup>d</sup> 0,75	32,8 <sup>a</sup> 0,75	23,2 <sup>c</sup> 0,75	24,1 <sup>bc</sup> 0,75	26,3 <sup>bc</sup> 0,75	24,5 <sup>b</sup> 0,46	25,1 <sup>ab</sup> 0,46	26,4 <sup>a</sup> 0,46	2,26	<0,001	0,017	<0,001
3 h	%	33,5 <sup>bc</sup> 0,71	34,8 <sup>b</sup> 0,71	30,6 <sup>cde</sup> 0,71	28,4 <sup>e</sup> 0,71	39,3 <sup>a</sup> 0,71	29,7 <sup>de</sup> 0,71	32,7 <sup>bcd</sup> 0,71	34,5 <sup>b</sup> 0,71	31,6 <sup>b</sup> 0,47	33,1 <sup>a</sup> 0,47	34,2 <sup>a</sup> 0,47	2,03	<0,001	0,001	<0,001
7 h	%	57,7 <sup>a</sup> 1,18	58,1 <sup>a</sup> 1,18	54,5 <sup>abc</sup> 1,18	50,8 <sup>bc</sup> 1,18	55,9 <sup>ab</sup> 1,18	50,5 <sup>c</sup> 1,18	57,5 <sup>a</sup> 1,18	57,9 <sup>a</sup> 1,18	53,9 <sup>b</sup> 0,72	58,2 <sup>a</sup> 0,72	54,0 <sup>b</sup> 0,72	3,54	<0,001	<0,001	<0,001
12 h	%	76,2 <sup>ab</sup> 0,93	73,3 <sup>bc</sup> 0,93	72,2 <sup>bcd</sup> 0,93	73,1 <sup>bc</sup> 0,93	70,7 <sup>cd</sup> 0,93	68,8 <sup>d</sup> 0,93	79,4 <sup>a</sup> 0,93	77,9 <sup>a</sup> 0,93	72,6 <sup>b</sup> 0,57	76,6 <sup>a</sup> 0,57	72,7 <sup>b</sup> 0,57	2,79	<0,001	<0,001	0,001
24 h	%	84,8 <sup>a</sup> 0,75	77,7 <sup>c</sup> 0,75	81,8 <sup>b</sup> 0,75	80,5 <sup>bc</sup> 0,75	79,3 <sup>bc</sup> 0,75	79,3 <sup>bc</sup> 0,75	85,9 <sup>a</sup> 0,75	84,8 <sup>a</sup> 0,75	81,7 <sup>b</sup> 0,55	83,4 <sup>a</sup> 0,55	80,2 <sup>c</sup> 0,55	1,93	<0,001	<0,001	<0,001
48 h	%	87,2 <sup>a</sup> 0,92	86,5 <sup>a</sup> 0,92	86,0 <sup>a</sup> 0,92	84,2 <sup>a</sup> 0,92	85,8 <sup>a</sup> 0,92	85,5 <sup>a</sup> 0,92	87,6 <sup>a</sup> 0,92	87,0 <sup>a</sup> 0,92	85,3 <sup>b</sup> 0,69	88,0 <sup>a</sup> 0,69	85,3 <sup>b</sup> 0,69	2,29	0,061	0,001	0,023
72 h	%	84,1 <sup>a</sup> 1,04	78,9 <sup>bc</sup> 1,04	83,1 <sup>ab</sup> 1,04	81,2 <sup>abc</sup> 1,04	77,5 <sup>c</sup> 1,04	81,8 <sup>abc</sup> 1,04	85,3 <sup>a</sup> 1,04	82,6 <sup>ab</sup> 1,04	80,1 <sup>b</sup> 0,67	84,4 <sup>a</sup> 0,67	81,0 <sup>b</sup> 0,67	3,01	<0,001	<0,001	0,001
96 h	%	84,2 <sup>a</sup> 1,07	79,5 <sup>ab</sup> 1,07	82,4 <sup>a</sup> 1,07	81,0 <sup>ab</sup> 1,07	76,5 <sup>b</sup> 1,07	82,9 <sup>a</sup> 1,07	83,5 <sup>a</sup> 1,07	81,9 <sup>a</sup> 1,07	79,5 <sup>b</sup> 0,66	85,0 <sup>a</sup> 0,66	80,0 <sup>b</sup> 0,66	3,21	0,001	<0,001	0,001

Abkürzungen:  
Termin: 1 (22.04.), 2 (15.05.), 3 (10.06.), 4 (30.06.), 5 (23.07.), 6 (16.08.), 7 (12.09.) und 8 (26.10.)  
p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, se: Residualstandardabweichung, abc Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Termine bzw. der Jahre

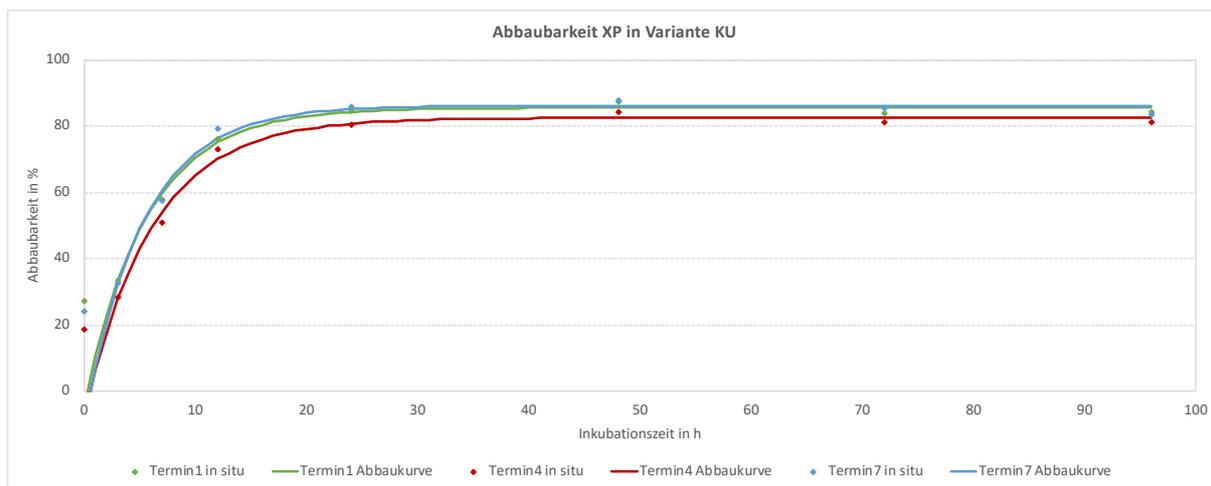


Abbildung 40: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven des Rohproteins (XP) für die Variante KU im Frühling (Termin 1, 22.04.), Sommer (Termin 4, 30.06.) und Herbst (Termin 7, 12.09.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016)

Tabelle 39: Abbauwerte der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) für die Variante KU zu den im in situ-Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

Inkubationszeit NDF	Einheit	Termin (T)								Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert		
		1	2	3	4	5	6	7	8	2014	2015	2016		T	J	T x J
0 h	%	-4,7 <sup>a</sup> 1,23	-15,7 <sup>b</sup> 1,23	-22,1 <sup>cd</sup> 1,23	-16,3 <sup>b</sup> 1,23	-19,2 <sup>bc</sup> 1,23	-15,0 <sup>b</sup> 1,23	-26,1 <sup>d</sup> 1,23	-19,0 <sup>bc</sup> 1,23	-12,5 <sup>a</sup> 0,75	-16,6 <sup>b</sup> 0,75	-22,7 <sup>c</sup> 0,75	3,70	<0,001	<0,001	<0,001
3 h	%	7,4 <sup>a</sup> 1,41	2,1 <sup>ab</sup> 1,41	-3,4 <sup>bcd</sup> 1,41	-0,6 <sup>bc</sup> 1,41	-3,8 <sup>bcd</sup> 1,41	-7,0 <sup>d</sup> 1,41	-5,6 <sup>cd</sup> 1,41	-2,6 <sup>bcd</sup> 1,41	2,5 <sup>a</sup> 0,86	-1,2 <sup>b</sup> 0,86	-6,4 <sup>c</sup> 0,86	4,21	<0,001	<0,001	0,001
7 h	%	37,2 <sup>a</sup> 1,78	32,8 <sup>ab</sup> 1,78	26,4 <sup>bc</sup> 1,78	31,1 <sup>abc</sup> 1,78	24,6 <sup>c</sup> 1,78	26,4 <sup>bc</sup> 1,78	29,1 <sup>bc</sup> 1,78	29,2 <sup>bc</sup> 1,78	31,7 <sup>a</sup> 1,09	32,0 <sup>a</sup> 1,09	25,1 <sup>b</sup> 1,09	5,35	0,001	<0,001	0,410
12 h	%	60,4 <sup>a</sup> 1,33	53,3 <sup>bc</sup> 1,33	49,3 <sup>cd</sup> 1,33	54,5 <sup>abc</sup> 1,33	45,8 <sup>d</sup> 1,33	49,1 <sup>cd</sup> 1,33	58,9 <sup>ab</sup> 1,33	57,0 <sup>ab</sup> 1,33	55,3 <sup>a</sup> 0,81	56,3 <sup>a</sup> 0,81	49,0 <sup>b</sup> 0,81	3,99	<0,001	<0,001	0,001
24 h	%	76,0 <sup>a</sup> 0,87	68,3 <sup>c</sup> 0,87	69,2 <sup>bc</sup> 0,87	69,5 <sup>bc</sup> 0,87	63,4 <sup>d</sup> 0,87	67,0 <sup>cd</sup> 0,87	72,6 <sup>ab</sup> 0,87	72,4 <sup>ab</sup> 0,87	71,4 <sup>a</sup> 0,53	71,4 <sup>a</sup> 0,53	66,6 <sup>b</sup> 0,53	2,60	<0,001	<0,001	0,001
48 h	%	82,8 <sup>a</sup> 0,89	80,1 <sup>ab</sup> 0,89	77,6 <sup>bc</sup> 0,89	78,2 <sup>bc</sup> 0,89	75,3 <sup>c</sup> 0,89	77,6 <sup>bc</sup> 0,89	78,4 <sup>bc</sup> 0,89	76,8 <sup>bc</sup> 0,89	79,0 <sup>a</sup> 0,65	79,4 <sup>a</sup> 0,65	76,6 <sup>b</sup> 0,65	2,31	<0,001	0,001	0,059
72 h	%	81,2 <sup>a</sup> 0,66	77,6 <sup>b</sup> 0,66	76,4 <sup>bc</sup> 0,66	77,2 <sup>bc</sup> 0,66	70,3 <sup>d</sup> 0,66	76,2 <sup>bc</sup> 0,66	76,9 <sup>bc</sup> 0,66	74,8 <sup>c</sup> 0,66	76,7 <sup>a</sup> 0,47	77,6 <sup>a</sup> 0,47	74,7 <sup>b</sup> 0,47	1,76	<0,001	<0,001	<0,001
96 h	%	81,1 <sup>a</sup> 0,85	77,1 <sup>bc</sup> 0,85	76,9 <sup>bc</sup> 0,85	77,8 <sup>ab</sup> 0,85	70,6 <sup>d</sup> 0,85	77,6 <sup>b</sup> 0,85	75,7 <sup>bc</sup> 0,85	74,0 <sup>c</sup> 0,85	76,4 <sup>b</sup> 0,59	78,3 <sup>a</sup> 0,59	74,3 <sup>c</sup> 0,59	2,32	<0,001	<0,001	0,000

Abkürzungen:  
Termin: 1 (22.04.), 2 (15.05.), 3 (10.06.), 4 (30.06.), 5 (23.07.), 6 (16.08.), 7 (12.09.) und 8 (26.10.)  
p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, se: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Termine bzw. der Jahre

Hinsichtlich des Abbaus der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) zeigten sich teilweise bei der Zeitstufe 0 bzw. 3 errechnete negative NDF-Abbau-Werte (Tabelle 39 und Tabelle 77). Da diese als methodisch bedingte Messungenauigkeiten zu interpretieren sind, wurden diese Werte in der Darstellung auf 0 % gesetzt (Abbildung 41). Es ist nämlich davon auszugehen, dass der Abbau der Gerüstsubstanzen verzögert passiert und daher erst nach 3 Stunden Verweildauer im Pansen das Futter ausreichend mikrobiell besiedelt war und damit der Abbau der NDF startete.

Der Abbau der NDF verlief ähnlich dem der TM und OM, es zeigten sich signifikant höhere Abbauwerte des Futters beim 1. Termin (Ende April). Zu diesem Termin wurde das Maximum der Abbaubarkeit der Gerüstsubstanzen zwischen 24 und 48 Stunden Inkubationszeit erreicht. Bei den folgenden Aufwüchsen wurde dies erst nach 48 Stunden ruminaler Inkubationszeit festgestellt (Abbildung 41). Der NDF-Abbau des Sommer- und Herbstfutters war nahezu ident, das Frühlingfutter hob sich von diesen Proben durch einen frühzeitigeren Beginn, rascheren Anstieg und höheres Maximum ab.

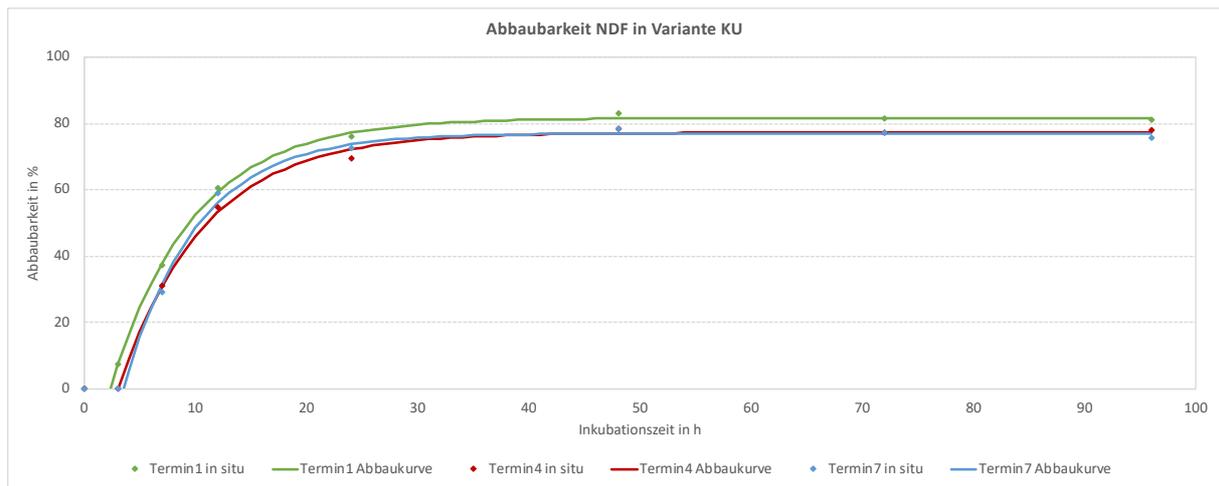


Abbildung 41: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) für die Variante KU im Frühling (Termin 1, 22.04.), Sommer (Termin 4, 30.06.) und Herbst (Termin 7, 12.09.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016)

Die simulierte Koppelweide Variante KO wies Ende April (Termin 1) und Ende Oktober (Termin 6) die signifikant höchsten TM-Abbauwerte sowie den raschesten Abbauverlauf auf (Tabelle 40 und Tabelle 78). 80 % der TM waren zu diesen beiden Nutzungsterminen nach etwa 24 Stunden im Pansen abgebaut. Bei den dazwischen liegenden Ernteterminen von Ende Mai bis Ende August war der Abbau etwas verzögert und wurde das Abbau-Maximum erst bei 48 Stunden Inkubationszeit erreicht.

Tabelle 40: Abbauwerte der Trockenmasse (TM) für die Variante KO zu den im in situ-Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

Inkubationszeit TM	Einheit	Termin (T)						Jahr (J)			s <sub>e</sub>	p-Wert		
		1	2	3	4	5	6	2014	2015	2016		T	J	T x J
0 h	%	32,6 <sup>a</sup>	25,9 <sup>d</sup>	29,0 <sup>b</sup>	26,2 <sup>d</sup>	27,4 <sup>c</sup>	31,9 <sup>a</sup>	29,1	28,8	28,6	0,84	<0,001	0,134	<0,001
	SEM	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,21	0,21	0,21				
3 h	%	40,5 <sup>a</sup>	33,4 <sup>b</sup>	34,0 <sup>b</sup>	33,5 <sup>b</sup>	34,5 <sup>b</sup>	38,3 <sup>a</sup>	35,3 <sup>ab</sup>	36,7 <sup>a</sup>	35,1 <sup>b</sup>	1,94	<0,001	0,028	0,001
	SEM	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,52	0,52	0,52				
7 h	%	58,0 <sup>a</sup>	52,9 <sup>bcd</sup>	50,5 <sup>cd</sup>	48,0 <sup>d</sup>	53,6 <sup>abc</sup>	56,3 <sup>ab</sup>	52,5 <sup>b</sup>	56,1 <sup>a</sup>	51,1 <sup>b</sup>	3,49	<0,001	0,001	0,028
	SEM	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,02	1,02	1,02				
12 h	%	73,0 <sup>a</sup>	68,4 <sup>b</sup>	65,3 <sup>c</sup>	62,1 <sup>d</sup>	69,4 <sup>b</sup>	72,7 <sup>a</sup>	67,0 <sup>b</sup>	70,1 <sup>a</sup>	68,2 <sup>b</sup>	2,13	<0,001	0,001	<0,001
	SEM	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	0,86	0,86				
24 h	%	80,5 <sup>a</sup>	77,1 <sup>b</sup>	75,2 <sup>b</sup>	71,9 <sup>c</sup>	76,1 <sup>b</sup>	80,4 <sup>a</sup>	76,1	77,4	77,1	1,90	<0,001	0,135	<0,001
	SEM	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,50	0,50	0,50				
48 h	%	86,3 <sup>a</sup>	83,2 <sup>bc</sup>	82,1 <sup>cd</sup>	79,9 <sup>c</sup>	81,9 <sup>cd</sup>	85,4 <sup>ab</sup>	81,9 <sup>b</sup>	84,6 <sup>a</sup>	82,9 <sup>b</sup>	1,96	<0,001	0,001	0,001
	SEM	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,44	0,44	0,44				
72 h	%	83,4 <sup>a</sup>	81,3 <sup>ab</sup>	78,8 <sup>b</sup>	75,9 <sup>c</sup>	79,0 <sup>b</sup>	82,0 <sup>a</sup>	79,5	79,7	80,9	1,88	<0,001	0,062	0,002
	SEM	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,46	0,46	0,46				
96 h	%	86,1 <sup>a</sup>	83,2 <sup>b</sup>	79,8 <sup>c</sup>	76,7 <sup>d</sup>	79,9 <sup>c</sup>	83,5 <sup>b</sup>	81,0	81,9	81,7	1,73	<0,001	0,286	0,001
	SEM	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,65	0,65	0,65				

Abkürzungen:

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

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

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Kurzrasenweide-Ergebnissen (Variante KU) unterschieden sich die Abbauverläufe beim Koppelsystem zwischen Frühlings- und Herbstfutter (Abbildung 42). Beim ersten Aufwuchs Ende April (Termin 1) lagen nach 48 Stunden 86 % der TM abgebaut vor. Bei Variante KU waren es zur selben Zeitstufe 88 %. Das Sommer- und Herbst-Weidefutter der Variante KO erreichte nach 48 Stunden Inkubation Abbauwerte von 82 %. Bei

Variante KU wurden noch Abbauwerte der TM von 84 % (Sommer-Termin) und 86 % (Herbst-Termin) gemessen.

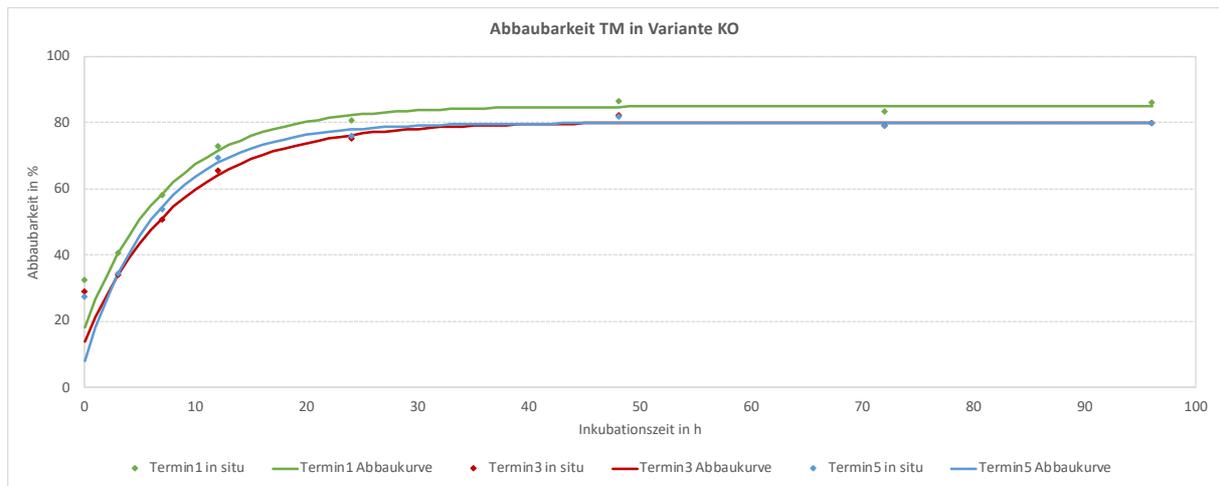


Abbildung 42: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven der Trockenmasse (TM) für die Variante KO im Frühling (Termin 1, 30.04.), Sommer (Termin 3, 28.06.) und Herbst (Termin 5, 29.08.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016)

Auch bei der Organischen Masse (OM) wies das Futter der Variante KO Ende April und Ende Oktober, wie bereits bei der TM, die signifikant höchsten Abbauwerte auf (Tabelle 41 und Tabelle 79). Der maximale Abbau der OM wurde für alle Vegetationsstadien ab 48 Stunden ruminaler Inkubationszeit festgestellt.

Die Futterproben, welche im Frühling geernteten wurden, zeigten ein rascher einsetzendes und stärkeres Abbauverhalten, nach 48 Stunden waren bereits mehr als 86 % abgebaut. Der OM-Abbau des Herbstfutters lag zu Beginn der Inkubation im Pansen noch unter dem des Sommerfutters, erreichte aber ab 3 Stunden höhere Werte als dieses. Nach 24 Stunden ruminaler Inkubation waren der OM-Abbau von Sommer- und Herbstfutter wieder ident, die maximale Abbaubarkeit der OM lag im Bereich von 80 bis 86 %.

Tabelle 41: Abbauwerte der Organischen Masse (OM) für die Variante KO zu den im in situ-Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

Inkubationszeit OM	Einheit	Termin (T)						Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert		
		1	2	3	4	5	6	2014	2015	2016		T	J	T x J
0 h	%	28,9 <sup>a</sup>	22,0 <sup>d</sup>	25,5 <sup>b</sup>	23,1 <sup>cd</sup>	24,2 <sup>bc</sup>	28,8 <sup>a</sup>	25,9 <sup>a</sup>	25,2 <sup>ab</sup>	25,0 <sup>b</sup>	0,98	<0,001	0,013	<0,001
	SEM	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,23	0,23	0,23				
3 h	%	37,3 <sup>a</sup>	29,8 <sup>b</sup>	30,6 <sup>b</sup>	30,3 <sup>b</sup>	31,3 <sup>b</sup>	35,0 <sup>a</sup>	32,0 <sup>b</sup>	33,4 <sup>a</sup>	31,8 <sup>b</sup>	2,03	<0,001	0,048	0,001
	SEM	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,60	0,60	0,60				
7 h	%	56,2 <sup>a</sup>	50,7 <sup>bcd</sup>	48,5 <sup>cd</sup>	45,8 <sup>d</sup>	51,7 <sup>abc</sup>	54,3 <sup>ab</sup>	50,4 <sup>b</sup>	54,1 <sup>a</sup>	49,1 <sup>b</sup>	3,75	<0,001	0,001	0,023
	SEM	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,11	1,11	1,11				
12 h	%	72,2 <sup>a</sup>	67,5 <sup>b</sup>	64,2 <sup>c</sup>	60,7 <sup>d</sup>	68,4 <sup>b</sup>	71,8 <sup>a</sup>	65,9 <sup>b</sup>	69,2 <sup>a</sup>	67,4 <sup>ab</sup>	2,30	<0,001	0,001	<0,001
	SEM	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	0,93	0,93	0,93				
24 h	%	80,4 <sup>a</sup>	76,9 <sup>b</sup>	75,1 <sup>b</sup>	71,5 <sup>c</sup>	75,9 <sup>b</sup>	80,4 <sup>a</sup>	76,0	77,2	76,9	1,87	<0,001	0,114	<0,001
	SEM	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,48	0,48	0,48				
48 h	%	86,5 <sup>a</sup>	83,4 <sup>bc</sup>	82,0 <sup>cd</sup>	80,0 <sup>d</sup>	82,1 <sup>cd</sup>	85,7 <sup>ab</sup>	82,0 <sup>b</sup>	84,7 <sup>a</sup>	83,1 <sup>b</sup>	1,80	<0,001	0,001	0,000
	SEM	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,42	0,42	0,42				
72 h	%	84,2 <sup>a</sup>	81,8 <sup>ab</sup>	79,2 <sup>c</sup>	76,3 <sup>d</sup>	79,5 <sup>bc</sup>	82,5 <sup>a</sup>	80,0 <sup>b</sup>	80,3 <sup>ab</sup>	81,5 <sup>b</sup>	1,74	<0,001	0,033	0,001
	SEM	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,43	0,43	0,43				
96 h	%	86,6 <sup>a</sup>	83,6 <sup>b</sup>	80,2 <sup>c</sup>	77,3 <sup>d</sup>	80,5 <sup>c</sup>	84,2 <sup>b</sup>	81,5	82,4	82,4	1,61	<0,001	0,160	0,001
	SEM	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,60	0,60	0,60				

Abkürzungen:

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

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

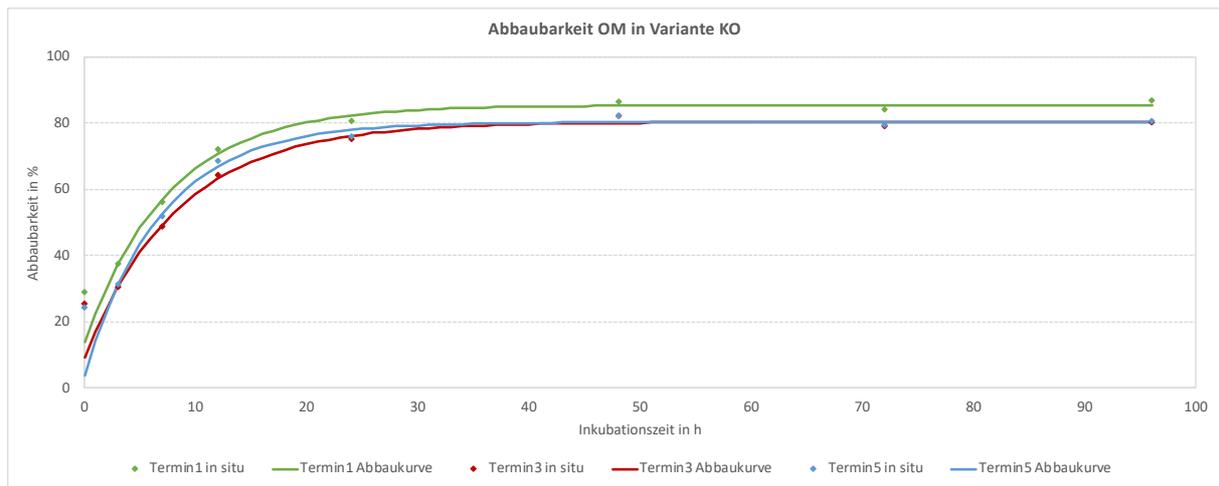


Abbildung 43: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven der Organischen Masse (OM) für die Variante KO im Frühling (Termin 1, 30.04.), Sommer (Termin 3, 28.06.) und Herbst (Termin 5, 29.08.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016)

Beim Abbau des Rohproteins (XP) zeigte das Futter der simulierten Koppelvariante KO die höchsten Werte im Frühling (Termin 1 und 2) sowie zum Ende der Vegetation im Oktober (Tabelle 42 und Tabelle 80). In den Sommermonaten (Termin 3-5) lagen das Maximum der XP-Abbauwerte signifikant tiefer (81 bis 84 %).

Die in Abbildung 44 dargestellten Abbaukurven für das Frühling-, Sommer- und Herbst-Weidefutter (Termin 1, 3 bzw. 5) lassen Unterschiede in der Abbaugeschwindigkeit erkennen. Am deutlichsten unterschieden sich die Abbaukurven des Frühlings- und Sommerfutters. Das Sommer-Weidefutter (Ende Juni) wurde nach Beginn der Inkubation langsamer abgebaut und das Maximum lag etwas tiefer. Das Spätsommerfutter (Termin 5) zeigte zu Inkubationsbeginn (bis 12 Stunden) einen mit dem Frühlingfutter identen Verlauf in der XP-Abbaubarkeit, das Maximum lag jedoch tiefer und entsprach hier etwa dem des Sommerfutters.

Tabelle 42: Abbauwerte des Rohproteins (XP) für die Variante KO zu den im in situ-Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

Inkubationszeit XP	Einheit	Termin (T)						Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert		
		1	2	3	4	5	6	2014	2015	2016		T	J	T x J
0 h	%	22,1 <sup>bc</sup>	20,6 <sup>bc</sup>	20,1 <sup>c</sup>	26,8 <sup>a</sup>	22,5 <sup>b</sup>	22,7 <sup>b</sup>	21,9 <sup>b</sup>	18,1 <sup>c</sup>	27,4 <sup>ab</sup>	1,62	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,38	0,38	0,38				
3 h	%	29,9 <sup>ab</sup>	26,4 <sup>cd</sup>	23,6 <sup>d</sup>	32,9 <sup>a</sup>	28,7 <sup>bc</sup>	28,6 <sup>bc</sup>	27,2 <sup>b</sup>	25,6 <sup>b</sup>	32,2 <sup>ab</sup>	2,44	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,57	0,57	0,57				
7 h	%	51,1	49,3	44,8	47,8	50,3	50,0	48,0	49,8	48,9	4,75	0,096	0,534	0,001
	SEM	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	1,81	1,81	1,81				
12 h	%	72,4 <sup>a</sup>	69,1 <sup>a</sup>	64,4 <sup>b</sup>	64,6 <sup>b</sup>	70,4 <sup>a</sup>	72,3 <sup>a</sup>	66,8 <sup>b</sup>	69,5 <sup>a</sup>	70,3 <sup>a</sup>	2,99	<0,001	0,004	<0,001
	SEM	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,03	1,03	1,03				
24 h	%	79,7 <sup>a</sup>	77,8 <sup>ab</sup>	75,5 <sup>bc</sup>	73,0 <sup>c</sup>	78,1 <sup>ab</sup>	80,8 <sup>a</sup>	75,6 <sup>b</sup>	77,9 <sup>a</sup>	78,9 <sup>a</sup>	2,43	<0,001	0,001	<0,001
	SEM	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	0,86	0,86	0,86				
48 h	%	85,3 <sup>ab</sup>	83,5 <sup>abc</sup>	82,8 <sup>abc</sup>	81,4 <sup>c</sup>	82,3 <sup>bc</sup>	86,0 <sup>a</sup>	81,8 <sup>b</sup>	85,2 <sup>a</sup>	83,6 <sup>ab</sup>	2,60	0,004	0,001	0,001
	SEM	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,61	0,61	0,61				
72 h	%	80,1 <sup>ab</sup>	79,8 <sup>ab</sup>	77,1 <sup>bc</sup>	74,4 <sup>c</sup>	77,9 <sup>abc</sup>	81,8 <sup>a</sup>	77,1 <sup>b</sup>	78,2 <sup>ab</sup>	80,2 <sup>a</sup>	2,93	<0,001	0,010	0,002
	SEM	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,69	0,69	0,69				
96 h	%	83,3 <sup>a</sup>	81,9 <sup>ab</sup>	78,1 <sup>cd</sup>	75,1 <sup>d</sup>	79,1 <sup>bc</sup>	83,5 <sup>a</sup>	78,8 <sup>b</sup>	80,9 <sup>a</sup>	80,9 <sup>a</sup>	2,59	<0,001	0,036	0,002
	SEM	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	0,91	0,91	0,91				

Abkürzungen:

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

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

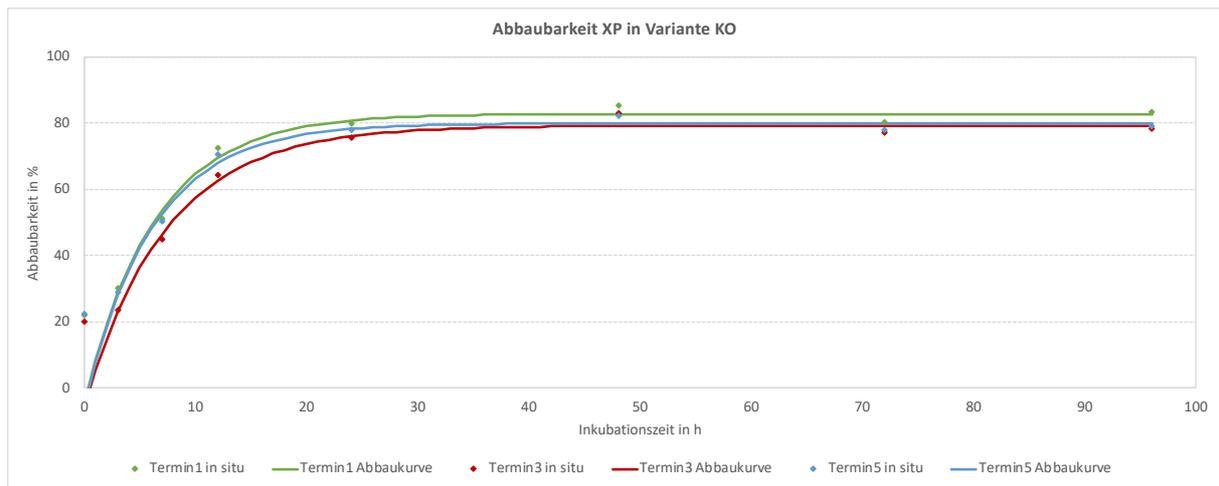


Abbildung 44: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven des Rohproteins (XP) für die Variante KO im Frühling (Termin 1, 30.04.), Sommer (Termin 3, 28.06.) und Herbst (Termin 5, 29.08.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016)

Bei den Abbauwerten der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) wurde wie oben bereits beschrieben (Variante KU) ebenfalls bei der Zeitstufe 0 und teilweise auch noch bei der Zeitstufe 3, negative Werte gemessen (Tabelle 43 und Tabelle 81). Auch diese wurden, in der Darstellung auf 0 % gesetzt (Abbildung 45).

Im Gegensatz zur Kurzrasenweide (Variante KU) zeigte sich beim Koppelsystem (Variante KO) in den Abbauwerten der NDF deutlichere Termineffekte. Der rascheste Abbauperlauf und die signifikant höchsten NDF-Abbauwerte wurden zum ersten Termin (Ende April) gemessen. Zu diesem Zeitpunkt lag auch die maximale Abbaubarkeit mit etwa 82 % am höchsten (Tabelle 43). Während des Sommers (Termin 4 Ende Juli) lagen diese Werte mit 71 bis 77 % signifikant tiefer.

Tabelle 43: Abbauwerte der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) für die Variante KO zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

Inkubationszeit NDF	Einheit	Termin (T)						Jahr (J)			S <sub>e</sub>	p-Wert		
		1	2	3	4	5	6	2014	2015	2016		T	J	T x J
0 h	%	-8,2 <sup>a</sup>	-18,6 <sup>bc</sup>	-21,7 <sup>c</sup>	-16,2 <sup>b</sup>	-16,9 <sup>b</sup>	-22,3 <sup>c</sup>	-13,4 <sup>a</sup>	-17,5 <sup>b</sup>	-21,0 <sup>c</sup>	2,97	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,70	0,70	0,70				
3 h	%	2,3 <sup>a</sup>	-4,8 <sup>b</sup>	-13,3 <sup>c</sup>	-6,5 <sup>b</sup>	-6,1 <sup>b</sup>	-9,0 <sup>bc</sup>	-3,7 <sup>a</sup>	-4,1 <sup>a</sup>	-10,9 <sup>b</sup>	3,91	<0,001	<0,001	0,001
	SEM	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	0,92	0,92	0,92				
7 h	%	30,7 <sup>a</sup>	22,9 <sup>ab</sup>	14,2 <sup>b</sup>	15,6 <sup>b</sup>	26,4 <sup>a</sup>	22,6 <sup>ab</sup>	22,6 <sup>a</sup>	26,8 <sup>a</sup>	16,8 <sup>b</sup>	6,40	<0,001	0,001	0,003
	SEM	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	1,83	1,83	1,83				
12 h	%	55,6 <sup>a</sup>	47,9 <sup>b</sup>	37,5 <sup>c</sup>	37,7 <sup>c</sup>	49,7 <sup>b</sup>	51,8 <sup>ab</sup>	45,7 <sup>b</sup>	49,6 <sup>a</sup>	44,8 <sup>b</sup>	3,94	<0,001	0,002	<0,001
	SEM	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,69	1,69	1,69				
24 h	%	70,2 <sup>a</sup>	64,6 <sup>b</sup>	59,0 <sup>c</sup>	56,7 <sup>c</sup>	64,1 <sup>b</sup>	68,3 <sup>a</sup>	63,6 <sup>ab</sup>	65,1 <sup>a</sup>	62,8 <sup>b</sup>	2,36	<0,001	0,022	<0,001
	SEM	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,56	0,56	0,56				
48 h	%	80,4 <sup>a</sup>	75,5 <sup>bc</sup>	70,9 <sup>d</sup>	70,6 <sup>d</sup>	74,3 <sup>c</sup>	77,9 <sup>ab</sup>	73,8 <sup>b</sup>	76,7 <sup>a</sup>	74,3 <sup>b</sup>	2,24	<0,001	0,001	0,001
	SEM	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,53	0,53	0,53				
72 h	%	79,1 <sup>a</sup>	74,8 <sup>b</sup>	68,7 <sup>c</sup>	67,6 <sup>c</sup>	72,6 <sup>b</sup>	74,3 <sup>b</sup>	72,8	72,8	73,0	1,84	<0,001	0,928	<0,001
	SEM	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,60	0,60	0,60				
96 h	%	81,8 <sup>a</sup>	77,1 <sup>b</sup>	70,3 <sup>d</sup>	69,9 <sup>d</sup>	73,5 <sup>c</sup>	76,7 <sup>b</sup>	74,7	75,2	74,8	1,81	<0,001	0,686	0,000
	SEM	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,57	0,57	0,57				

Abkürzungen:

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

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

Entsprechend den einzelnen Abbauwerten unterschieden sich auch die NDF-Abbaukurven der Variante KO zwischen dem Frühlings-, Sommer- und Herbstfutter deutlich (Abbildung 45). Im Frühling (Termin 1) setzte der NDF-Abbau rascher ein und erreichte auch früher das Maximum

von etwa 80 %. Im Gegensatz dazu zeigte das Sommerfutter (Termin 3, Ende Juni) einen verzögerten NDF-Abbau und auch ein um 10 % niedrigeres Abbau-Maximum. Das Ende August (Termin 5) geerntete Futter erreichte zu Beginn der Inkubation annähernd die Abbaubarkeiten des Frühjahrsfutters, lag aber während der weiteren Inkubationszeit im Pansen zwischen den zuvor beschriebenen Terminen 1 und 3.

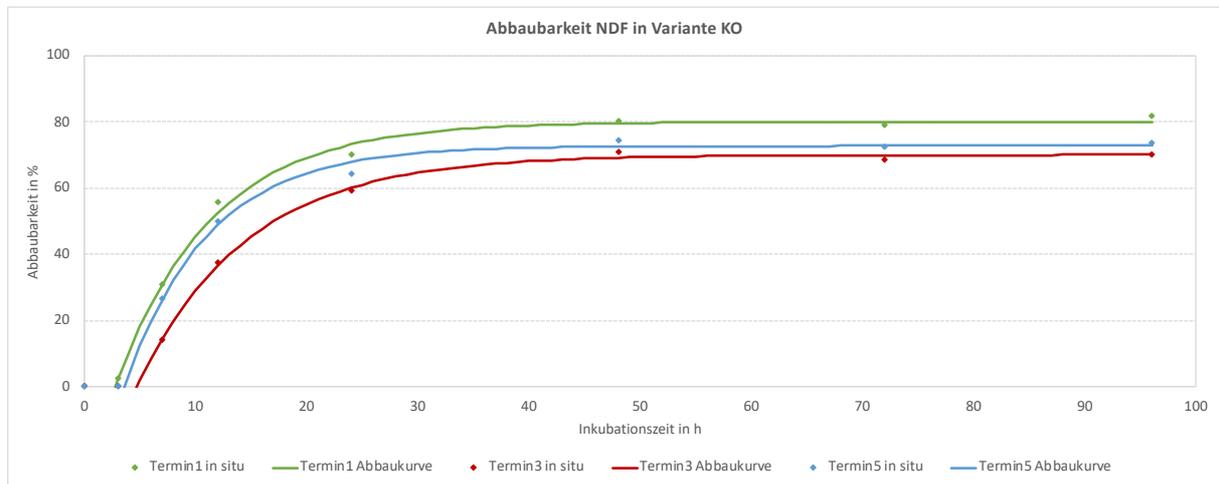


Abbildung 45: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) für die Variante KO im Frühling (Termin 1, 30.04.), Sommer (Termin 3, 28.06.) und Herbst (Termin 5, 29.08.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016)



## 11 Diskussion

Die Diskussion stellt eine Synthese der beiden in dieser Dissertation behandelten Versuche dar. Folgend werden die Ergebnisse des empirischen Teils der Arbeit anhand der anfänglich aufgestellten Forschungsfragen diskutiert.

### **11.1 Bei einer andauernden und intensiven Beweidung ändert sich die Artenzusammensetzung des Dauergrünlandbestandes im ostalpinen Klimaraum gegenüber einer Schnittnutzung nicht.**

Der Versuch **Bio-Mähweide** wurde auf einer Dauergrünlandfläche durchgeführt, die in den Jahren davor zum ersten Schnitt gemäht und nachfolgend als Portionsweide genutzt wurde. Mit dem Versuchsbeginn im Jahr 2007 erfolgte die Umstellung der Nutzung hin zu einer intensiven Kurzrasenweide. Bereits bei der zweiten Bonitur im Versuchsjahr 2010 traten signifikante Unterschiede zwischen den vier Nutzungsvarianten auf.

*Dactylis glomerata*, als typische hoch aufwachsende Grasart, profitierte von der weniger frequenten Schnittnutzung (Smith *et al.*, 1996) und konnte in der Variante **S** die Flächenanteile von anfänglich 6 (2007) über 14 (2009) auf 22 % (2013) signifikant steigern. Im Gegenzug nahmen die Anteile von *Dactylis glomerata* bei intensiver Beweidung in den anderen drei Varianten (**SW**, **MW** und **KW**) ab und erreichten im letzten Erhebungsjahr 2013 einen um 20 % signifikant niedrigeren Anteil als in der Variante **S**. Auch Brock *et al.* (1996), Pavlů *et al.* (2003) und Thomet *et al.* (2000) stellten einen Rückgang von *Dactylis glomerata* bei intensiver Kurzrasenbeweidung fest. Beim Versuch **Bio-Weidesysteme** wurde *Dactylis glomerata* nicht mehr als eigene Art erfasst, da die Flächenanteile zu gering waren (unter 5 % in allen Varianten) und daher die Art zu den Restgräsern gezählt wurde. Der geringe Flächenanteil erklärt sich aus der Nutzung der Flächen vor Versuchsbeginn. Die drei Flächenstücke (**BF**, **QF** und **SF**) wurden in den Jahren vor Versuchsbeginn bereits als intensive Kurzrasenweideflächen genutzt. Eine Erklärung für den raschen Rückgang von *Dactylis glomerata* bei intensiver Weidenutzung könnte in der hochfrequenten Entblätterung und der damit einhergehenden häufig notwendigen Blattneubildung liegen. *Dactylis glomerata* zeigt gegenüber weidetoleranten Arten wie *Lolium perenne* eine längere Blattlebensdauer (Ryser und Urbas, 2000). Aber auch der horstförmige Wuchs könnte für *Dactylis glomerata* nachteilig bei einer intensiven Weidenutzung sein. Die Triebe des in Schnittwiesen dominanten Horstes können nicht so flach am Boden geführt werden, wie beispielsweise bei *Lolium perenne*, und so gehen bei einer kontinuierlichen Beweidung die Speicherorgane des Grases, die Blattscheiden, vielfach verloren sowie die ‚Pay-back Time‘ (Schnyder, 2006). Ebenso dürfte *Dactylis glomerata* nicht in der Lage sein, die Blattlebensdauer bei häufiger Nutzung zu reduzieren, wie dies beispielsweise bei *Lolium perenne* oder *Poa pratensis* der Fall ist (Schleip *et al.*, 2013). Die Nicht-Angepasstheit von *Dactylis glomerata* an eine regelmäßige und intensive Weidenutzung dürfte somit von mehreren wachstumsbedingten Faktoren bestimmt werden.

Durch die intensive Beweidung konnte eine weitere Reduktion bei der Grasart *Poa trivialis* festgestellt werden. Diese Art gilt in der Grünlandnutzung als unerwünscht und wurde schon vor Jahrzehnten als Problemgras definiert (Froud-Williams *et al.*, 1986, Hilton *et al.*, 1984). Es wird von den Tieren nicht gerne aufgenommen (Geruch/Geschmack/Verschmutzung), weist ein geringes Ertragspotenzial auf und ist darüber hinaus sehr trockenheitsgefährdet. *Poa trivialis* verfügt über ein flaches Wurzelsystem und wächst bevorzugt auf nährstoffreichen und gut mit Wasser versorgten Standorten (Mühlberg, 1965). Das flache Wurzelsystem dieser Art wirkt bei Trockenheit nachteilig, da *Poa trivialis* großflächig ausfällt und somit keinen Ertrag mehr liefert. Gerade im Versuch **Bio-Mähweide** zeigte sich der signifikante Unterschied zwischen der permanenten Schnittnutzung (**S**) sowie den zumindest zeitweise als Kurzrasenweide genutzten Varianten (**SW**, **MW** und **KW**). Mit 13 % erreichte im Mittel *Poa trivialis* in Variante **S** doppelt so hohe Flächenanteile wie in den übrigen Varianten. Über den Versuchszeitraum hinweg wurde der Unterschied noch größer und so zeigte Variante **S** im Jahr 2013 18 % an *Poa trivialis*. Die drei übrigen Varianten lagen mit 5-7 % signifikant darunter. Obwohl beim Versuch **Bio-Weidesysteme** im Mittel ein signifikanter Unterschied zwischen der Schnittnutzung **4S** und der Kurzrasenweide **KU** bei den *Poa trivialis* Flächenanteilen erhoben wurde, war dieser numerisch gering (**4S** 5 und **KU** 3 %). Unter den drei Standorten wies das Querfeld (**QF**) mit 11 % die signifikant höchsten Anteile auf. Eine Erklärung für diese Tatsache könnte darin liegen, dass das Querfeld vor Versuchsbeginn als Mähweide genutzt wurde und erst nach dem zweiten Schnitt eine Kurzrasenweidenutzung erfolgte. Üblicherweise wird *Poa trivialis* als ein typisches Problemgras der Schnittnutzung angeführt (Smith *et al.*, 1996). Trotzdem wurde in der vorliegenden Arbeit im Versuch **Bio-Weidesysteme** sowohl in der Variante **KU** als auch **KO**, speziell zum ersten Erhebungstermin mit 13 (**KU**) bzw. 10 % (**KO**), hohe Flächenanteile erhoben. Im weiteren Vegetationsverlauf fielen die Anteile bei beiden simulierten Weidevarianten mit 1 % auf ein unbedeutendes Ausmaß ab. Die Ursache für diesen Effekt dürfte im Versuchsdesign liegen. Der im aktuellen Versuchsjahr beweidete Streifen einer jeden Fläche wurde im Jahr zuvor als Schnittnutzung (Variante **4S**) geführt. Diese zumindest einjährige nicht intensive Beweidung dürfte somit die Entwicklung von *Poa trivialis* begünstigt haben. Auch Marriott *et al.* (2002) konnten auf schottischen Dauergrünlandstandorten feststellen, dass *Poa trivialis* sich in hoch aufwachsenden Beständen ausbreiten kann. Dagegen führt eine Zunahme der Weideintensität rasch zu einer Abnahme von *Poa trivialis* (Marriott *et al.*, 2009). Die Bildung der oberflächlichen Ausläufertriebe und der geringe Wurzeltiefgang (Mühlberg, 1965) dürften Gründe für den Rückgang bei intensiver Weidenutzung sein. Die weidenden Tiere rupfen bei der Weidefutteraufnahme die locker verwurzelten Pflanzen aus und die Klauen treten zusätzlich den labilen Rasenfilz durch. Dies dürfte die langfristige Reduktion von *Poa trivialis* auf intensiv beweideten Flächen erklären.

*Poa supina* ist eine im intensiver genutzten Dauergrünland eher wenig bekannte Art und wird oft auch fälschlich als *Poa annua* eingestuft (Pecetti *et al.*, 2011). Die großflächigen und hellgrünen Rasenflecken machen die Art auf Weideflächen jedoch leicht erkennbar (Bughrara, 2003). *Poa supina* ist in der Weidehaltung zu den unerwünschten Arten zu zählen (Dietl *et al.*,

1998). Wegen der niedrigen Wuchshöhe weist diese Gräserart ein geringes Ertragspotential auf. Das starke Rasengeflecht führt zu verfilzten Weidebeständen, die gute Verwurzelung von *Poa supina* ist insbesondere unter trockenen Bodenbedingungen jedoch nicht mehr gegeben. Weiderinder rupfen dann die Pflanzen samt Wurzeln und Erdpartikeln aus, die sie in Folge auf Grund des muffigen Geruchs meist verschmähen und wieder zu Boden fallen lassen (Steinwider und Starz, 2015). Im Versuch **Bio-Mähweide** wurde diese Art noch wenig beachtet und daher zu den Restgräsern gezählt. Auf Grund der in der Praxis bei Umstellung auf Kurzrasenweide teilweise beobachteten deutlichen Zunahme im Ostalpenraum wurde im nachfolgenden Versuch **Bio-Weidesysteme** *Poa supina* miterfasst. Im Gegensatz zu *Poa annua* ist *Poa supina* eine mehrjährige, ausdauernde Art und kommt natürlich im Alpenraum vor (Bughrara, 2003). *Poa supina* erreichte im Versuche Bio-Weidesysteme in den beiden beweideten Varianten (**KU** und **KO**) 5 % fast doppelt so hohe Anteile wie in der Schnittnutzung (**4S**). *Poa annua* erbringt wegen der niedrigen Aufwuchshöhe einen geringen Flächenertrag, ist aber dadurch gut an den regelmäßigen Weideverbiss angepasst (Marriott *et al.*, 2002). Dasselbe trifft für *Poa supina* zu (Pecetti *et al.*, 2011), das aber im Gegensatz zum horstförmigen Wuchs von *Poa annua* ein dichtes und gut verwurzelt Rasengeflecht bildet (Bughrara, 2003). Marriott *et al.* (2009) stellten fest, dass bei einem Rückgang der Weideintensität auch die Anteile von *Poa annua* rückläufig sind. Die Ergebnisse des vorliegenden Versuchs **Bio-Weidesysteme** weisen auf vergleichbare Effekte auf den Flächenanteil von *Poa supina* hin. Auf weiteren Kurzrasenweideflächen des Versuchsbetriebes sowie auch auf Weideflächen biologisch bewirtschafteter Betriebe konnten teilweise noch deutlich höhere Flächenanteile an *Poa supina* als im Versuch **Bio-Weidesysteme** festgestellt werden. Eine mögliche Erklärung für die deutliche Ausbreitung liefert die Zusammensetzung des Ausgangspflanzenbestandes. Wenn es zu Beginn einer intensiven Weidenutzung zu Verschiebungen im Artenspektrum kommt und wertvolle weidetolerante Arten im Pflanzenbestand fehlen (wie z.B. *Lolium perenne* oder *Poa pratensis*), dann werden entstehende Lücken von *Poa supina* geschlossen

Aber auch eine nicht nutzungsangepasste Düngung kann eine ungünstige Bestandsentwicklung fördern. Intensiv nutzbare und konkurrenzstarke Gräserarten gehen bei mangelhafter Düngung (z.B. schlechte Düngefrequenz; fehlende pflanzenverfügbare Nährstoffmengen etc.) zurück und die entstehenden Lücken werden dann ebenfalls durch andere Pflanzenarten geschlossen (Connolly *et al.*, 2018). Gerade für das Graswachstum und die Ertragsbildung stellt der pflanzenverfügbare Stickstoff eine entscheidende Größe dar (Whitehead, 2000). Über die Weidetiere kommen zwar via Kot und Harn wieder bedeutende Mengen an Nährstoffen direkt auf die Fläche zurück, jedoch sind diese oft nicht gleichmäßig verteilt (Starz und Steinwider, 2007).

*Lolium perenne* ist das Gras der Weide. Es ist konkurrenzstark, intensiv nutzbar und hochverdaulich und stellt die in den gemäßigten Klimazonen hauptsächlich eingesetzte Grasart dar (Wilkins und Humphreys, 2003). *Lolium perenne* nahm im Versuch **Bio-Mähweide** signifikant von anfänglich 7 (2007) auf 22 % (2013) über alle 4 Varianten hinweg zu. Im nachfolgenden Versuchszeitraum (2014-2016) konnten auf den drei Flächen und im Mittel aller Varianten noch

deutlichere Zunahmen von *Lolium perenne* dokumentiert werden. So stieg im Versuch **Bio-Weidesysteme** der Anteil von 33 (2014) signifikant auf 49 % (2016) an. Für einen Dauergrünlandstandort auf knapp 700 m Seehöhe sind diese Anteile als sehr hoch einzustufen, da *Lolium perenne* grundsätzlich eine mangelnde Winterhärte aufweist (Berone *et al.*, 2008, Hofgaard *et al.*, 2006). Am Versuchsstandort lag die Jahresdurchschnittstemperatur im langjährigen Mittel bei 6,9 °C (1981-2010). Im Versuchszeitraum beider Untersuchungen (2007-2016) lag die Jahresmitteltemperatur zwischen 8,9 (2007) und 9,7 °C (2014) und somit um mehr als 2 °C über dem langjährigen Mittel. Ebenso konnten in dieser Zeit keine durchgehend geschlossenen Schneedecken über 120 Tage beobachtet werden (Schneesammelrisiko). Darüber hinaus wurden am Versuchsstandort auch Nachsaaten mit bedeutenden Saatgutanteilen an *Lolium perenne* durchgeführt. Auf den drei Flächen (jedoch nicht auf die Parzellen im Stallfeld während des Versuches **Bio-Mähweide**), welche später für den Versuch **Bio-Weidesysteme** dienten, wurden in den 10 Vorprojektjahren regelmäßig jeweils 10-20 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> Saatgut (aufgeteilt auf 2 Termine) ausgebracht. Als Nachsaat-Komponenten wurden sowohl *Lolium perenne* als auch *Poa pratensis* als Reinsaaten oder als Gemenge (50:50 Mischung) eingesetzt. Gerade *Lolium perenne* kann mittels Nachsaat gut in bestehenden Beständen etabliert werden, was bereits Huguenin-Elie *et al.* (2006) zeigen konnten. *Lolium perenne* zählt in den gemäßigten Klimazonen (hier besonders in Westeuropa, Australien und Neuseeland) immer schon zu den dominantesten Grasarten (Wilkins und Humphreys, 2003). Die vorliegenden Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass bedingt durch die zu beobachtenden Klimaveränderungen *Lolium perenne* auch im ostalpinen Berggebiet an Bedeutung gewinnen könnte. In der Biologischen Landwirtschaft müsste die stärkere Etablierung dieser Art auch im Düngermanagement (z.B. abgestufter Wiesenbau) berücksichtigt werden.

Im Berggebiet zählt *Poa pratensis* auf Grund seiner Winterhärte und des Futterwerts zu den wertvollsten und ebenfalls intensiv nutzbarsten Weidegräserarten. Grundsätzlich ist die Etablierung von *Poa pratensis* in ein bestehendes Dauergrünland als schwierig einzustufen. Das Gras besitzt eine langsame Jugendentwicklung und reagiert empfindlich auf eine zu starke Konkurrenz während der Etablierungsphase (Lehmann, 1995). Wird die Konkurrenzsituation durch andere Arten jedoch im Jugendstadium deutlich reduziert, dann kann sich auch *Poa pratensis* gut entwickeln und stabil im Bestand halten (Bryan *et al.*, 2000). Im Versuch **Bio-Mähweide** zeigten sich signifikante Weideeinflüsse auf die *Poa pratensis*-Anteile. In den Varianten **SW**, **MW** und **KW** waren die Anteile mit 12 % signifikant höher als bei Variante **S** mit 7 %. Auch über die Versuchszeit konnte ein rascher und signifikanter Anstieg von 6 (2007) auf 14 % (2010) beobachtet werden. Im Folgeversuch **Bio-Weidesysteme** zeigten sich zwischen den Nutzungen (**KU**, **KO** und **4S**) keine Variantenunterschiede mehr, die Anteile an *Poa pratensis* lagen in allen Varianten zwischen 16 und 17 %. Die Erklärung dafür, dürfte an zwei Faktoren festzumachen sein. Zum einen wurde in den Jahren vor dem Versuch **Bio-Weidesysteme** eine regelmäßige Nachsaat vorgenommen (wie bereits oben bei *Lolium perenne* beschrieben), und zum anderen wurde die Fläche für die Schnittnutzung **4S** vor Versuchsbeginn – und im Versuchsverlauf ebenfalls zumindest einmal in den drei Jahren (2014-2016) – als Kurzrasenweide genutzt. Auch Huguenin-Elie

*et al.* (2006) konnten bestätigen, dass eine Nachsaat mit *Poa pratensis* gerade bei Weidenutzung gut funktioniert. Im Schnitt genutzten Dauergrünland ist eine Nachsaat mit *Poa pratensis* oft wenig erfolgreich. Durch den regelmäßigen Verbiss der Tiere und dem damit kurz gehaltenen Bestand auf intensiv genutzten Weideflächen dürfte so die sonst spärliche Jugendentwicklung von *Poa pratensis* positiv beeinflusst werden. Warum die Anteile von *Poa pratensis* in den beiden vorliegenden Versuchen nicht höher waren, obwohl diese Art an das raue Klima der Ostalpen optimal angepasst wäre (Suter *et al.*, 2002), dürfte an der starken Dominanz von *Lolium perenne* gelegen sein (Bryan *et al.*, 2000).

Fasst man die Ergebnisse der vorliegenden Versuche sowie die Daten der Literatur zu den Effekten einer intensiven Weidehaltung, im Vergleich zur Schnittnutzung, auf die Artenzusammensetzung und die Pflanzenbestände im ostalpinen Klimaraum zusammen, dann zeigen sich folgende Zusammenhänge:

- Eine intensive Beweidung von bisherigen Schnittwiesen führt bereits nach wenigen Jahren zu deutlichen Verschiebungen in der Artenzusammensetzung.
- Arten, die in Schnittwiesen üblich sind, wie beispielsweise *Dactylis glomerata* oder *Poa trivialis*, erfahren bei dauernder Beweidung bereits nach einer kurzen Zeit (innerhalb weniger Jahre) eine rasche Reduktion.
- Arten wie *Lolium perenne* und *Poa pratensis* werden durch den regelmäßigen Verbiss begünstigt, da die Konkurrenz hoch aufwachsender Arten deutlich reduziert wird. Diese können sich in weiterer Folge gut im Bestand etablieren, sofern sie im Ausgangsbestand schon vorhanden waren oder durch regelmäßige Nachsaaten eingebracht wurden.
- *Poa supina* zählt im ostalpinen Berggebiet zu den unerwünschten Weidepflanzen, welche sich bei Nutzungsfehlern deutlich ausbreiten kann. Durch Vermeidung von Lücken und Überweidung, Schaffung dichter Pflanzenbestände (konkurrenzstarke Arten) und eine nutzungsangepasste Düngung verliert *Poa supina* an Konkurrenzkraft.
- Die Annahme in Fragestellung 8 1. wird also durch die Ergebnisse der Versuche widerlegt.

### **11.2 Die Weidenutzung zu unterschiedlichen Aufwuchshöhen hat keinen Einfluss auf die TM-Zuwachsleistungen von Dauerweidebeständen im Vegetationsverlauf.**

Das Wissen über den täglichen Trockenmassezuwachs ist im Weidemanagement (Planung und Steuerung der Flächenzuteilung; Futtervorratsabschätzung, Düngung etc.) von zentraler Bedeutung (Campbell, 1964).

Im Versuch **Bio-Mähweide** erreichte Variante **KW** im Zeitraum von Mitte Juli bis Mitte August in allen Versuchsjahren den höchsten täglichen Trockenmassezuwachs (63-64 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>). Beim Versuch **Bio-Weidesysteme** wurden sowohl bei Variante **KU** als auch bei **KO** die signifikant höchsten täglichen TM-Zuwächse (56-64 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) im Sommer von Anfang Juni bis Anfang August ermittelt. In den typischen Weideregionen Europas (beispielsweise in Irland oder der

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

Die doch deutlich tieferen TM-Zuwächse in den Versuchen **Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme** lassen sich an mehreren Faktoren festmachen. Einen nicht unwesentlichen Faktor stellt dabei die Vegetationsdauer dar, die auf den oben beschriebenen Gunststandorten (Ganche *et al.*, 2015, Thomet *et al.*, 2007, Thomet *et al.*, 2011) sowohl früher im Jahr beginnt als auch später endet. In den meisten Weideversuchen werden die höchsten TM-Zuwachsraten im Frühling ermittelt (Ganche *et al.*, 2015, Grace *et al.*, 2018, Hofstetter *et al.*, 2014, Schori, 2009, Thomet *et al.*, 2011). In der vorliegenden Untersuchung erreichte Variante **KW** im Mittel der Jahre (2007-2012) im Mai Zuwächse von 40 bzw. 43 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Die im nachfolgenden Versuch untersuchten Varianten Kurzrasen- und Koppelweide erreichten von Mitte April bis Mitte Mai Zuwächse von 46 (**KU**) bzw. 50 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> (**KO**). Im selben Zeitraum konnten in der Untersuchung von Grace *et al.* (2018) im irischen Klimagebiet mit 110 (*Lolium perenne* Bestand) bzw. 112 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> (*Lolium perenne* und *Trifolium repens* Bestand) mehr als doppelt so hohe TM-Zuwächse erreicht werden. Diesen waren aber nur in dieser Zeitperiode in dieser Höhe gegeben und über den Sommer gingen die Zuwächse auf 42 (*Lolium perenne* Bestand) bzw. 50 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> (*Lolium perenne* und *Trifolium repens* Bestand) zurück. In derselben Zeitperiode erzielte Variante **KW** 64-63 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, Variante **KU** kam auf 64-46 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> und die simulierte Koppelvariante **KO** konnte einen Zuwachs von 49-85 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> verzeichnen. Ähnlich hohe TM-Futterzuwachsleistungen, wie bei Grace *et al.* (2018), konnten auch im Alpenvorland der Westalpen gemessen werden. Auf einem Dauergrünlandbestand, der von *Lolium*

*perenne*, *Poa pratensis* und *Trifolium repens* dominiert wurde, konnten Anfang Mai 105 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> erreicht werden (Hofstetter *et al.*, 2014). Im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode auf der als Kurzrasenweide genutzten Fläche kam es zu einem Abfall der TM-Zuwächse, bevor diese in der Periode von Juli bis Mitte September wieder auf 80 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> anstiegen. Eine unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft durchgeführte Untersuchung in den Schweizer Westalpen konnte die hohen Futterzuwächse von Hofstetter *et al.* (2014) nicht bestätigen. Die von Schori (2009) durchgeführte Untersuchung ermittelte zwar noch Anfang Mai Zuwachsraten von bis zu 80 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, jedoch waren diese nur kurzzeitig auf diesem Niveau und es folgte ein starker Abfall im weiteren Vegetationsverlauf. Gerade in den Sommermonaten kam es während des Versuchszeitraums (2004-2006) zu einem sehr geringen Zuwachs, der zwischen 20 und 40 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> lag. Als mögliche Gründe dafür werden vom Autor die biologischen Rahmenbedingungen (hauptsächlich die Limitierung der N-Düngung) sowie die Seehöhe der Weidefläche auf 800-900 m genannt.

Ein weiterer Faktor, der die geringeren TM-Zuwächse im Frühling den Versuchen **Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme** erklären kann, ist die Wasserversorgung über die Niederschläge. Während der gesamten Versuchszeit (2007-2016) wurden in den beiden Monaten März und April, im Vergleich zum langjährigen Mittel (März 82 l und April 57 l), in fast allen Jahren unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen gemessen. Die Pflanzen des Grünlandes zählen zu den wasserbedürftigen Kulturen, welche bei auftretendem Trockenheitsstress unmittelbar mit einem eingeschränkten Wachstum reagieren (Durand *et al.*, 1995). Dauert die Trockenperiode über einen längeren Zeitraum an, hat dies auch einen reduzierenden Effekt auf die jährlich gebildete oberirdische Biomasse (Hoover und Rogers, 2016). Hoover *et al.* (2014) stellten in Versuchen mit künstlich erzeugten Trockenzeiten (Reduktion der Jahresniederschlagsmenge um 66 %) eine Verringerung in der jährlichen Netto-Biomasseproduktion von 20-60 % fest. Dabei reagierte die Gruppe der Kräuter mit einer mengenmäßigen Reduktion von 76 % stärker als die Gruppe der Gräser, deren Rückgang bei 45 % lag. Betrachtet man die jeweiligen TM-Zuwachskurven der vorliegenden Versuche in den unterschiedlichen Versuchsjahren, dann sind deutliche Verlaufsunterschiede feststellbar und es zeigt sich auch ein Zusammenhang mit der jeweiligen Niederschlagsmenge. Dies deckt sich auch mit der Untersuchung von Grace *et al.* (2018), wo sich in jedem Versuchsjahr differenzierte TM-Zuwachskurvenverläufe zeigten. Lagen die Zuwächse im Versuchsjahr 2015 Mitte Mai beim *Lolium perenne* Reinbestand noch bei 60 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> so reagierten diese auf die niedrigen Niederschläge im Juni mit einem starken Rückgang der Zuwächse auf etwa 20 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>.

Neben der Wasserversorgung der Grünlandpflanzen ist aber auch die Düngung, und hier vor allem die Versorgung mit Stickstoff (N), maßgeblich für die Ertragsbildung verantwortlich. Im Versuch **Bio-Mähweide** erhielt die Variante **KW** zusätzlich zu den Ausscheidungen der Weidekühe 15 kg N ha<sup>-1</sup> über Gülle im Frühling vor Weidebeginn verabreicht. Im Versuch **Bio-Weidesysteme** erfolgte die ergänzende Düngung in den beiden Variante **KU** und **KO** mit 30 kg N ha<sup>-1</sup> im Frühling sowie zum Zeitpunkt des 2. Schnittes mit 20 kg N ha<sup>-1</sup>, jeweils über Güllegaben.

Nach dem Ende der Weideperiode wurde im Herbst auf der Fläche nochmals eine Düngergabe von  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  über Mistkompost ausgebracht. Diese ergänzenden Düngermaßnahmen sind im Vergleich zu den in den anderen oben angeführten Studien, wo insbesondere mineralische N-Dünger eingesetzt wurden, deutlich geringer. Das geringere Düngungsniveau liefert daher, zusätzlich zu den oben beschriebenen Klima- und Witterungseffekten, eine Erklärung für das geringere TM-Zuwachsniveau in den vorliegenden Versuchen **Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**. So setzten beispielsweise Ganche *et al.* (2015) zusätzlich  $250 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  als mineralische Ergänzung auf dem *Lolium perenne* Weidebestand ein. Grace *et al.* (2018) setzten in den unterschiedlichen Weidebeständen unterschiedliche mineralische N-Ergänzungsmengen ein, auf die *Lolium perenne* Weidefläche kam eine jährliche mineralische Ergänzung von  $163 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  und der Mischbestand aus *Lolium perenne* und *Trifolium repens* wurde jährlich mit  $90 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  mineralisch ergänzt. In der Schweizer Studie von Hofstetter *et al.* (2014) wurde eine ergänzende mineralische N-Düngung von  $166\text{-}177 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  vorgenommen. Thomet *et al.* (2007) untersuchte die Ertragswirkung einer N-Ergänzungsdüngung in Weideversuchen im Alpenvorland der Westalpen. Die Autoren stellten durchschnittlich eine TM-Ertragssteigerung von  $16,3 \text{ kg TM ha}^{-1}$  für jeden mineralisch zugefügten  $\text{kg N}$  (mineralisch) fest. Bei einem Einsatz von  $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (aufgeteilt auf fünf Teilgaben) konnte im Vergleich zur mineralisch ungedüngten Kontrollgruppe ( $30 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  über Gülle vor Weidebeginn) eine durchschnittliche TM-Ertragssteigerung von 27 % festgestellt werden. Ergänzende (mineralische) Düngungen zeigen aber nicht nur eine ertragssteigernde Wirkung, sondern können bei entsprechenden Düngergaben im Sommer auch die Vegetationszeit im Herbst bis zu einem Monat verlängern (Binnie *et al.*, 2001). Obwohl in beiden Versuchen (**Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**) ergänzend organische Wirtschaftsdünger angewendet wurden, lagen die ausgebrachten N-Mengen deutlich unter denen der oben beschriebenen Studien. Dies entspricht auch den Zielen und Vorgaben der Biologischen Landwirtschaft. Im Versuch **Bio-Weidesysteme** erfolgte bereits eine für Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft als relativ hoch einzustufende ergänzende N-Düngung über Gülle und Mistkompost. Ein möglicher Grund für die trotzdem eingeschränkte Wirkung auf die TM-Zuwächse im Frühling, könnte im Zusammenspiel zwischen der organischen Wirtschaftsdüngergabe, der eingeschränkten Niederschlagsmengen sowie der Aktivität des Bodenlebens im März und April liegen. Für die Umsetzung von organischen Wirtschaftsdüngern spielt neben der Bodentemperatur auch die Bodenfeuchte eine entscheidende Rolle (Agehara und Warncke, 2005). Die geringen Niederschläge, gerade vor und in der Hauptwachstumsphase im Frühling, dürften die Mineralisation im Boden gehemmt haben.

Im Versuch **Bio-Weidesysteme** bestanden über alle Versuchsjahre hinweg zwischen den beiden Varianten **KU** und **KO** keine Differenzen im TM-Zuwachsverlauf, was auch in vergleichbaren Studien festgestellt wurde (Hofstetter *et al.*, 2014, Käch *et al.*, 2014, Kanneganti und Kaffka, 1995, Macdonald *et al.*, 2008, Steinberger und Spiekers, 2014). Bei getrennter Auswertung der Jahresdatensätze lag der jeweils maximal festgestellte TM-Zuwachs (Peak) in der als simulierter Kurzrasenweide geführten Variante **KU** in allen Jahren numerisch über der Variante **KO** (simulierte Koppelweide). Diese TM-Zuwachspeaks in Variante **KU** waren aber nur kurzzeitig gegeben

und anschließend erfolgte ein rascher Abfall der TM-Zuwachsleistungen. Variante **KO** zeigte hier in den drei Versuchsjahren eine höhere Konstanz und damit eine deutlich geringere Schwankungsbreite. Eine Erklärung dafür könnte ebenfalls in einer unterschiedlichen Trockenheitsempfindlichkeit der Weidesysteme liegen. Auch in der Literatur wird im Zusammenhang mit dem Kurzrasenweidesystem auf die große Bedeutung der regelmäßigen Wasserversorgung hingewiesen (Steinwigger und Starz, 2015, Thomet und Blättler, 1998). In einem Versuch im südlichen Waldviertel, wo ebenfalls eine Simulation von Koppel- und Kurzrasenweide auf einer mehrjährig beweideten Dauergrünlandfläche (*Lolium perenne*, *Poa pratensis* und *Trifolium repens* dominiert) bei geringem Niederschlagsniveau durchgeführt wurde, traten signifikant geringere Erträge bei der Kurzrasenweide auf (Starz *et al.*, 2013). Auch in diesem Versuch zeigte die simulierte Koppelweide darüber hinaus auch einen gleichmäßigeren Verlauf der TM-Zuwächse in der Weideperiode. Im Gegensatz zu den vorliegenden Versuchen (**Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**) lagen auch die maximalen täglichen TM-Zuwächse bei der Kurzrasenweide ( $50 \text{ kg TM ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$  Anfang Mai) unter jener des Koppelsystems ( $65 \text{ kg TM ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$  Ende Mai; (Starz *et al.*, 2013)). Wie Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen und auch der Literatur zeigen, muss bei Kurzrasenweidehaltung daher im Vergleich zum Koppelsystem mit stärkeren Differenzen zwischen den TM-Zuwachskurven unterschiedlicher Jahre gerechnet werden (Grace *et al.*, 2018, Thomet *et al.*, 2007). Bei Kurzrasenweide wird der Pflanzenbestand häufiger verbissen und somit ist auch die mittlere Aufwuchshöhe geringer. Dies kann sich oberirdisch auf die Bodenbeschattung und im Wurzelbereich auf die Wurzelbildung auswirken. Pereyra *et al.* (2017) konnten diesbezüglich in ihrer Untersuchung klare Effekte bei unterschiedlich intensiv beweideten Weideparzellen ermitteln. So war an Weidestellen mit einem hohen Tierbesatz (niedrige Bestandeshöhe) eine geringere Wurzelichte in den oberen 10 cm Boden als bei extensiv beweideten Bereichen (höhere Bestandeshöhe) feststellbar. Ebenfalls zeigten sich Effekte bei der Evapotranspiration. Diese war in den Bereichen mit hohen Tierbesätzen (niedrige Bestandeshöhe) höher als in den extensiv beweideten (höhere Bestandeshöhe) Stellen. Vergleichbare Effekte auf das Wurzelsystem wurden auch von Starz *et al.* (2013) festgestellt.

Fasst man die Ergebnisse der vorliegenden Versuche sowie die Daten der Literatur zu den TM-Zuwachsleistungen von Weidebeständen bei unterschiedlichen Aufwuchshöhen zusammen, dann zeigen sich folgende Zusammenhänge:

- Bei optimalen Weidebedingungen sind sowohl beim Koppel- als auch beim Kurzrasenweidesystem im Vegetationsverlauf hohe und konstante tägliche TM-Zuwächse erreichbar.
- Zwischen den Jahren muss jedoch beim Kurzrasenweidesystem mit höheren täglichen TM-Zuwachsdifferenzen als beim Koppelsystem gerechnet werden. Die Kurzrasenweide zeigt bei niederschlagsarmen Bedingungen raschere und stärkere Ertragsrückgänge

- Im ostalpinen Klimaraum können am biologisch bewirtschafteten Dauergrünland maximale tägliche TM-Zuwächse von nahezu 80 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> erreicht werden. Die durchschnittlichen jährlichen TM-Zuwächse liegen teilweise jedoch deutlich unter denen der Gunststandorte, wofür neben der Düngungsintensität insbesondere auch klimatische Effekte verantwortlich sind.
- *Die Annahme in Fragestellung 8 2. wird also durch die Ergebnisse der Versuche überwiegend bestätigt.*

### 11.3 *Die Mengen- und Qualitätserträge unterscheiden sich unter intensiven Weidebedingungen im Ostalpen-Raum nicht von denen einer üblichen Schnittnutzung.*

Die täglichen TM-Zuwächse auf Weideflächen resultieren am Ende der Vegetationsperiode in den Jahreserträgen, die entscheidend für die Leistungsfähigkeit des Grünlandstandortes sind. Im Versuch **Bio-Mähweide** erreichte die Schnittnutzung **S** mit 12.518 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> die signifikant höchsten und verlustfreien Mengenerträge, die übrigen drei Varianten (**SW**, **MW** und **KW**) lagen im Bereich von 9.813 bis 10.385 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Eine ähnliche Ertragsdifferenzierung zwischen Schnitt- und Weidenutzung konnte auch im nachfolgenden **Bio-Weidesysteme** Versuch ermittelt werden. Auch hier erreichte das Schnittsystem **4S** mit 10.774 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> signifikant höhere Mengenerträge als die beiden simulierten Weidevarianten **KU** (9.430 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) und **KO** (9.420 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>). In der Studie von Grace *et al.* (2019) wurden ebenfalls Schnitt- mit Weidenutzung verglichen. Dafür wurden unterschiedlichen Mischungen in Reinsaat mit neu angelegt, die entweder beweidet oder als Schnittsystem genutzt wurden. Die Düngung unterschied sich in dieser Untersuchung zwischen den geprüften Mischungen. Die Reinsaat aus *Lolium perenne* wurde mit 250 bzw. mit 90 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> sowie die anderen beiden Mischungen (*Lolium perenne* 70 % und *Trifolium repens* 30 %) bzw. sechs Arten-Mischungen (*Lolium perenne* 28 %, *Phleum pratense* 28 %, *Trifolium repens* 18 %, *Trifolium pratense* 18 %, *Plantago lanceolata* 5 % und *Cichorium intybus* 5 %) nur mit 90 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> gedüngt. Auch in dieser Untersuchung (Grace *et al.* (2019) zeigten sich vergleichbare signifikante Unterschiede wie in den Versuchen **Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**. Über alle Versuchsvarianten hinweg wurden im Schnittsystem jährliche TM-Erträge von 11.658 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> ermittelt, die um 9 % über denen der Weidenutzung (10.560 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) lagen. Bei getrennter Auswertung der Reinsaat- bzw. Mischungsvarianten zeigte sich nur bei den zwei- und sechs Arten-Mischungsvarianten ein signifikant geringerer Ertrag bei Weidenutzung. Innerhalb des Düngungsniveaus unterschieden sich demgegenüber die *Lolium perenne* Varianten bei Schnitt- bzw. Weidenutzung nicht signifikant.

Bei der Interpretation der vorliegenden Ertragsergebnisse (**Bio-Mähweide**, **Bio-Weidesysteme**) ist zu berücksichtigen, dass es sich dabei versuchsbedingt um faktisch verlustfreie Brutto-Mengenerträge handelt. Bei Systemvergleichen (Schnittnutzung bzw. Weidenutzung) hinsichtlich Flächenleistung (Milch, Fleisch) müssen die üblichen Verluste in der Futtergewinnung, Konservierung und Vorlage bzw. bei Weidehaltung berücksichtigt werden (Steinwigger *et al.*, 2018a).

Im Rahmen des Versuches **Bio-Weidesysteme** wurde von (Steinwidder *et al.*, 2018a) auch ein umfassender System-Vergleichsversuch (Silagegewinnung versus Kurzrasenweide) mit Milchkühen durchgeführt. Die im Material- und Methoden-Teil beschriebenen Schnittnutzungsteilbereiche der drei Flächen (**BF**, **QF** und **SF**) wurden hier auch für die Gewinnung von Grassilage für den Fütterungsversuch herangezogen und dabei auch die Verluste (Ernte, Konservierung, Vorlage) erfasst. Es wurden in dieser Arbeit in Variante **4S** hohe TM-Verluste bei der Ernte von 22 % festgestellt (Steinwidder *et al.*, 2018b). Dabei handelt es sich um den errechneten TM-Verlust aus den im Parzellenversuch erhobenen Bruttoerträgen bis hin zum gewickelten Silageballen. Steinwidder *et al.* (2018b) verwiesen aber auch darauf, dass die festgestellten hohen Verluste möglicherweise teilweise auch auf unvermeidbare Randeffekte zurückzuführen wären, da die Brutto-Mengenerträge mitten in den Versuchsflächen lagen, bei der Silageballen-Ertragsfeststellung aber auch ertragsschwächere Bereiche im Randbereich der Fläche mitgeerntet wurden. Die Autoren gingen daher davon aus, dass die Verluste in diesem Ernteschritt etwas überschätzt wurden. Im Vergleich dazu stellten Resch *et al.* (2016) TM-Verluste von 3-4 % bei der Feldfütterernte und 14-15 % bei Luzernegrasernte fest. Hier wurden jedoch nur die Verluste vor dem Pressen am Schwad erfasst. Dulphy (1987) ermittelt während des Futtergewinnungsprozesses am Feld 5-10 % TM-Verluste bei der Heubereitung von Grünlandfutter. Neben den Ernteverlusten sind bei der Schnittnutzung auch die Konservierungs- und Lagerungsverluste (z.B. Gärverluste) sowie die Futtevorlageverluste (Futtertisch) zu berücksichtigen. Im Systemvergleichsversuch, der den vorliegenden **Bio-Weidesystem**-Versuch ergänzte, wurden diesbezüglich durchschnittliche TM-Verluste bei der Lagerung im Silageballen von 8 % gemessen (Steinwidder *et al.*, 2018b). In einem bayrischen Versuch auf Praxisbetrieben ermittelten Köhler *et al.* (2013) bei der Bereitung von Grassilagen TM-Verluste von durchschnittlich 7 %. Dabei zeigte sich aber je Betrieb eine große Spreizung der möglichen TM-Verluste, die zwischen 0 und 26 % lagen. Sowohl bei Steinwidder *et al.* (2018b) als auch bei Köhler *et al.* (2013) wurden weiters 5 % TM-Verluste bei der Futtevorlage festgestellt. In Summe stellten daher Steinwidder *et al.* (2018b) TM-Verluste (vom Ernteertrag bis zum tatsächlich im Stall aufgenommen Futter) von 32-34 % fest. Unter Berücksichtigung der Literaturangaben und der möglicherweise gegebenen Fehler bei der Ermittlung der Ernteverluste führen Steinwidder *et al.* (2018b) realistische Verluste bei der Silagebereitung und Vorlage von 25-30 % an. In der oben angeführten bayrischen Untersuchung wurden diese mit 29 % TM-Verlusten beziffert (Köhler *et al.*, 2013). Für eine faire Gegenüberstellung der tatsächlichen Leistungsfähigkeit der Systeme Schnitt- und Weidenutzung müssen natürlich auch noch mögliche Weideverluste mitberücksichtigt werden. Im Systemvergleichsversuch, der parallel zum **Bio-Weidesystem**-Versuch lief, wurde die Weidefutteraufnahme nicht direkt erhoben, sondern aus dem Energiebedarf der Milchkühe (Milch, Trächtigkeit, LM-Veränderung und Weideaktivität) sowie dem aktuellen Energiegehalt des Weidefutterst errechnet (Horn *et al.*, 2014). Mit Hilfe dieser Methodik ermittelten Steinwidder *et al.* (2018b) Weidetrockenmasseverluste von 13 bis 19 % . Werden darauf aufbauend 25 bzw. 30 % an TM-Verlusten (75 bzw. 70 % von den Tieren verwertbares Futter) für die Schnittnutzungsvarianten (**S** und **4S**) in den beiden hier beschriebenen Versuchen (**Bio-Mähweide** und

**Bio-Weidesysteme**) unterstellt, so ergeben sich tatsächlich verwertbare TM-Mengen für Variante **S** von 7.542 bzw. 8.081 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> und für Variante **4S** 8.763 bzw. 9.389 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Bei Berücksichtigung von 16 % TM-Verluste bei der Weidenutzung würden sich für Variante **KW** 8.243 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> und für Variante **KU** 7.921 sowie für **KO** 7.913 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> an aufgenommenem Weidefutter ergeben.

Unter Berücksichtigung der systembedingten Mengenverluste stellt sich ein neues Verhältnis bei den Erträgen im Weide- und Schnittsystem dar. Zeigte sich bei den Ernteerträgen im Versuch **Bio-Mähweide** noch ein um 28 % geringerer Ertrag bei der permanent als Kurzrasenweide geführten Variante **KW**, so verringerte sich dieser Minderertrag, nach Berücksichtigung der oben genannten Verluste, auf 14 bzw. 6 % (25 % TM Verluste bzw. 30 % TM Verluste im Schnittsystem) im Vergleich zur Schnittvariante **S**. Im Versuch **Bio-Weidesysteme** wurde bei den Ernte-Trockenmasseerträgen noch ein Minderertrag von 14 % in beiden Weidevarianten (**KU** und **KO**) im Vergleich zur Schnittnutzung **4S** ermittelt. Unter Einbeziehung der jeweiligen Verluste verringerten sich die Ertragsunterschiede in beiden Weidevarianten auf 2 % (25 % TM Verluste im Schnittsystem) bzw. erreichten die Weidevarianten sogar einen um 5 % höheren TM-Ertrag (30 % TM Verluste im Schnittsystem) wie die Schnittvariante.

Im Vergleich zu den in Weidegunstregionen erzielbaren Jahreserträgen liegen die in den vorliegenden Versuchen (**Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**) ermittelten Jahreserträge in den Weidevarianten **KW**, **KU** und **KO** auf niedrigerem Niveau. So stellten Macdonald *et al.* (2008) auf einem neuseeländischen Versuchsstandort und einem mit *Loilium perenne* und *Trifolium repens* dominierten Weidebestand einen etwa doppelt so hohen Jahresertrag von 18.048 bis 20.394 kg TM ha<sup>-1</sup> fest. Wie bereits oben in Kapitel 7.2 ausgeführt, müssen bei der Interpretation dazu die Klima- und Düngungsbedingungen berücksichtigt werden. Der neuseeländische Versuchsstandort wies eine nahezu 12-monatige Vegetationsperiode auf und es wurden hier zusätzlich zu den tierischen Ausscheidungen noch 200 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> mineralisch ergänzend gedüngt. Darüber hinaus müssen methodische Unterschiede bei der Ertragsfeststellung bedacht werden. Macdonald *et al.* (2008) ernteten in ihrer Arbeit die gesamte oberirdische Biomasse. Die Autoren gaben jedoch auch zusätzlich die Erträge an verzehrtem Weidefutter an, diese Koppelweideerträge lagen zwischen 12.098 bis 20.394 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Auch im klimatisch begünstigten Irland lassen sich sehr hohe Erträge auf Weideflächen erreichen. Ganche *et al.* (2015) erzielten auf einem *Lolium perenne* dominierten Bestand bei Koppelweidenutzung (Schnitthöhe der Futterproben bei 2,7-3,5 cm) einen Jahresertrag von 13.560 bis 16.300 kg TM ha<sup>-1</sup>. Auch hier muss das hohe mineralische N-Düngungsniveau von 250 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> bei der Interpretation mitberücksichtigt werden. Eine neuere irische Untersuchung stellte in einem rein aus *Lolium perenne* bestehenden Weidebestand eine Jahresertrag von 9.891 kg TM ha<sup>-1</sup> fest (Grace *et al.*, 2018). Obwohl dieser eingesäte Bestand mit 163 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> mineralischen N versorgt wurde, waren die Erträge des von Schafen nach dem System der Koppelweide tatsäch-

lich genutzten Bestandes faktisch ident mit den Brutto-Jahreserträgen der Weiden in den Versuchen **Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**. Grace *et al.* (2018) säten in ihrer Weideuntersuchung auch noch weitere Mischungen für die Beweidung an und stellten für jene aus *Lolium perenne* (70 %) und *Trifolium repens* (30 %) einen Ertrag von 9.120 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> fest. Eine weitere Saatgutmischung setzte sich aus sechs unterschiedlichen Gras- und Krautarten zusammen und erreichte mit 10.329 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> die signifikant höchsten Mengenerträge in dieser Studie. Diese speziell zusammengestellte Mischung setzte sich aus aktuellen Zuchtsorten von *Lolium perenne* (28 %), *Phleum pratense* (28 %), *Trifolium repens* (18 %), *Trifolium pratense* (18 %), *Plantago lanceolata* (5 %) und *Cichorium intybus* (5 %) zusammen. Dieses Ergebnis weist auch auf die Bedeutung passender Arten und Sorten hinsichtlich Ertragsbildung, -stabilität und -sicherheit hin. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch in anderen Studien festgestellt (Sanderson *et al.*, 2007, Skinner *et al.*, 2006, Tilman *et al.*, 2001).

Studien, die in der Schweiz unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft durchgeführt wurden, lieferten hinsichtlich der Weideerträge ein differenziertes Bild. So zeigten sich bei Koppelweiden auf einer Höhenlage von 800-900 m Jahreserträge zwischen 6.276 und 8.439 kg TM ha<sup>-1</sup> (Schori, 2009). In einem zweiten Versuch, im klimatisch begünstigten Schweizer Alpenvorland auf knapp über 400 m Seehöhe, stellten Käch *et al.* (2014) in den Jahren nach der Umstellung auf Biologische Wirtschaftsweise von 2012-2013 im Mittel 10.880 kg TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> fest. Als Weideform wurde hier ein intensives Koppelsystem, entsprechend den Vorgaben der Lincoln University Dairy Farm (LUDF), angewandt. Dabei erfolgt eine hochfrequente und nur sehr kurzzeitige die Beweidung, wobei auf geringe Futterverluste besonderer Wert gelegt wird.

Was die Unterschiede zwischen den beiden Weidenutzungsformen Koppel- und Kurzrasenweide betrifft, so zeigen verschiedene Studien bei ausgeglichener Wasserversorgung nur einen geringen bis keinen Effekt auf den TM-Jahresertrag (Hofstetter *et al.*, 2014, Käch *et al.*, 2014, Kanneganti und Kaffka, 1995, Macdonald *et al.*, 2008, Steinberger und Spiekers, 2014). Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen der vorliegenden Versuche. Wie in Kapitel 7.2 diskutiert, muss jedoch in trockenen Jahren bzw. auf trockenheitsgefährdeten Standorten bei Kurzrasenweide mit stärker schwankenden bzw. eingeschränkten Erträgen gerechnet werden.

Die Rohprotein-Erträge unterschieden sich ohne Berücksichtigung von Ernteverlusten („Ernte-Ebene“) im Versuch **Bio-Mähweide** nicht zwischen den Varianten. Numerisch erreicht die über alle sechs Versuchsjahre als Kurzrasenweide geführte Variante **KW** mit 2.002 kg XP ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> die numerisch höchsten Erträge. In den Ernte-Energieerträgen zeigte sich ein zu den TM-Erträgen (siehe oben) vergleichbares Bild, die Schnittnutzungsvariante **S** lag mit 74.544 MJ NEL ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> um gut 10.000 MJ NEL ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> über den drei getesteten Weidevarianten. Obwohl der Energiegehalt mit 6,45 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM in der Variante **KW** signifikant am höchsten war, führte der deutlich höhere Ernte-TM-Ertrag in Variante **S** zu einem höheren Gesamtertrag bei Schnittnutzung. Im Versuch **Bio-Weidesysteme** zeigte sich ein ähnliches Bild, wobei die Kurzrasenweide **KU** einen signifikant höheren Rohproteinenertrag (1.973 kg XP ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) als die Koppelweide (**KO**)

und die Schnittnutzung (**4S**) erzielte. Im Ernte-Energieertrag lag die Variante **4S** mit 67.405 MJ NEL ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (nach der Regressions-Methode ermittelt) signifikant um etwa 6.000 MJ NEL ha<sup>-1</sup> über den beiden simulierten Weidevarianten **KU** und **KO**. Unter Berücksichtigung der Ernte- und Lagerungsverluste schnitten jeweils die Varianten **KW**, **KU** und **KO** besser ab als die Schnittnutzungen **S** und **4S**. Waren die Ernte-XP-Erträgen im Versuch **Bio-Mähweide** in Variante **S** noch um 10 % niedriger als in Varianten **KW**, so vergrößerte sich der XP-Minderertrag, nach Berücksichtigung der oben genannten Verluste, auf 19 bzw. 25 % (25 % Verluste bzw. 30 % Verluste im Schnittsystem). Im Versuch **Bio-Weidesysteme** war der Minderertrag bei den Ernte-XP-Erträgen der Varianten **4S** noch bei 11 (gegenüber **KU**) bzw. 2 % (gegenüber **KO**). So vergrößerte sich auch diese Differenz bei 25 % Verlusten auf 21 (**KU**) bzw. 13 % (**KO**) und bei 30 % Verlusten auf 26 (**KU**) bzw. 19 % (**KO**). Bei den Ernte-Energieerträgen war die Schnittnutzung noch mit 9-19 % Mehrertrag überlegen und nach Berücksichtigung der Verluste gleichen sich die Schnitt- und Weidevarianten in beiden Versuchen an.

Beim Vergleich beider Weidevarianten über die gesamte Vegetationsperiode hinweg erzielte die Kurzrasenweide **KU** mit 2.160 kg XP ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> einen signifikant höheren Ernte-Ertrag als die Koppelvariante **KO** (2.038 kg XP ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>). Beim Energieertrag (nach der Regressions-Methode ermittelt) lagen beide Varianten mit 67.331 MJ NEL ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (**KU**) und 67.826 MJ NEL ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (**KO**) faktisch gleich auf. Eine Erklärung für die höheren Rohproteingehalte und -erträge beim Kurzrasenweidesystem liefert der frühere Nutzungszeitpunkt sowie der hohe Anteil an *Trifolium repens* (Sanderson, 2010). Macdonald *et al.* (2008) und Ganche *et al.* (2015) konnten in ihren Untersuchungen neben den überaus hohen Weideerträgen auch sehr hohe XP-Erträge von 2.674-3.784 kg XP ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> bzw. von 2.997-3.374 kg XP ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> ermitteln. Auch die Energieerträge lagen mit 80.669-114.503 MJ NEL ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (Macdonald *et al.*, 2008) sowie mit 88.852-107.490 MJ NEL ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (Ganche *et al.*, 2015) weit über jenen, die in den Versuchen **Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme** ermittelt wurden. Die Ursache für diese hohen Erträge dürfte in den längeren Vegetationsperioden sowie den hohen mineralischen N-Düngermengen liegen. Der Versuch, der ertragsmäßig mit den beiden Versuchen dieser Arbeit vergleichbar ist, ist der von Grace *et al.* (2018). In diesem Versuch erzielte die Reinsaat aus *Lolium perenne* 1.869 kg XP ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> und 71.977 MJ NEL ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Die Mischung aus *Lolium perenne* und *Trifolium repens* kam auf 1.733 kg XP ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> bzw. 66.558 MJ NEL ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> und die sechs Artenmischung zeigte einen Ertrag von 2.035 kg XP ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> bzw. 74.947 MJ NEL ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

Fasst man die Ergebnisse der vorliegenden Versuche sowie die Daten der Literatur zu den Mengen- und Qualitätserträgen von intensiv genutzten Weidebebeständen, im Vergleich zu einer üblichen Schnittnutzung zusammen, dann zeigen sich folgende Zusammenhänge:

- Werden im Weidesystem die Flächenenerträge nur auf Ebene der Ernte-Trockenmasseerträge betrachtet, wird damit das eigentliche Potential des Weidesystems nicht korrekt

abgebildet. Erst das Miteinbeziehen der für das jeweilige System unvermeidbaren Verlustquellen liefert ein objektiveres Bild und ermöglicht einen Vergleich von Weide und Schnitt.

- Bei guten Weidebeständen und einem optimalen Weidemanagement lassen sich auch im Klimaraum der Ostalpen hohe Erträge auf der Fläche realisieren. Die Weide kann bei einem der Nutzung entsprechenden Pflanzenbestand und einer angepassten Düngung mit der üblichen Schnittnutzung mithalten.
- Bei den Qualitätserträgen und hier vor allem bei den XP-Erträgen ist die Weide der Schnittnutzung überlegen. Dies resultiert auch als Folge der guten Weißkleebestände, die gerade für die Biologische Landwirtschaft, durch die Fähigkeit der N<sub>2</sub>-Fixierung, einen wichtigen Beitrag zur Aufwertung der betrieblichen N-Bilanz darstellen.
- *Die Annahme in Fragestellung 8.3. wird also durch die Ergebnisse der Versuche, je nach Bezugsbasis, teilweise bestätigt.*

#### **11.4 Das Klima im Ostalpen-Raum hat keinen Einfluss auf die Inhaltsstoff-Konzentrationen des Futters von intensiv genutzten Weidebeständen.**

Die Produktivität des Grünlandes resultiert letztendlich in den tierischen Leistungen, die je Flächeneinheit erreicht werden. Damit die Wiederkäuer diese Leistung erbringen können, spielen dabei die Futterinhaltsstoffe eine entscheidende Rolle. Aus der Summe der in den beiden dargestellten Versuchen (**Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**) ermittelten Inhaltsstoffe werden, wie bereits im Ergebnisteil, der Rohprotein- (XP-Gehalt), der Neutrale-Detergenz-Faser-, (NDF-Gehalt), der Netto-Energie-Laktation- (NEL-Gehalt) und der Phosphor-Gehalt (P-Gehalt) näher betrachtet.

Der mittlere XP-Gehalt in Variante **KW (Bio-Mähweide)** lag bei 207 g kg<sup>-1</sup> TM. Im Versuch **Bio-Weidesysteme** erreichte Kurzrasenweide **KU** mit 210 g kg<sup>-1</sup> TM signifikant höhere XP-Gehalte als die Koppelweide **KO** mit 194 g kg<sup>-1</sup> TM. Diese durchschnittlichen XP-Gehalte lagen in der Bandbreite, wie sie auch in klimatisch begünstigteren Weideregionen erreicht wurden. So erzielten Macdonald *et al.* (2008) bei Koppelweidenutzung in Neuseeland 221-228 g XP kg<sup>-1</sup> TM. Irische Untersuchungen unter Koppelweide-Bedingungen erzielten 207-246 g XP kg<sup>-1</sup> TM (Kennedy *et al.*, 2006) bzw. 207-229 g XP kg<sup>-1</sup> TM (Ganche *et al.*, 2015). Im Gegensatz dazu lieferte das Futter von Kurzrasenweiden in den Gunstlagen des schweizerischen Alpenvorlandes sehr hohe Gehalte von durchschnittlich 260 g XP kg<sup>-1</sup> TM (Hofstetter *et al.*, 2014). Andererseits wurde auf einem klimatisch weniger begünstigten Schweizer Standort bei biologischer Bewirtschaftung ein deutlich niedriger XP-Gehalt von 148-197 g kg<sup>-1</sup> TM gemessen. Bei der Entwicklung der XP-Gehalte während der Vegetationsperiode wurde in Variante **KW (Bio-Mähweide)** ein signifikanter Anstieg vom Frühling (192 g kg<sup>-1</sup> TM Anfang Mai bzw. 177 g kg<sup>-1</sup> TM Ende Mai) bis zum Spätsommer (227 g kg<sup>-1</sup> TM) bzw. Herbst (223 g kg<sup>-1</sup> TM) beobachtet. Dieselbe Entwicklung war nochmals im Versuch **Bio-Weidesysteme** messbar, wo es in beiden beweideten Varianten (**KU** und **KO**) zu einem signifikanten Anstieg der XP-Gehalte während der Weideperiode kam. In Variante **KU** stiegen die XP-Gehalte von 186 g kg<sup>-1</sup> TM im Frühling bis auf

238 g kg<sup>-1</sup> TM im Spätsommer bzw. 226 g kg<sup>-1</sup> TM im Herbst an. Variante **KO** zeigte, auf einem etwas niedrigeren Niveau, dasselbe Bild und die XP-Gehalte stiegen ebenfalls signifikant von 163 g kg<sup>-1</sup> TM im Frühling bis auf 215 g kg<sup>-1</sup> TM im Herbst an. In einer Studie von Kennedy *et al.* (2007) wurde Mitte Mai bei einer Eintriebshöhe von 14-15 cm<sub>RPM</sub> in die Koppel ein XP-Gehalt von 229 g kg<sup>-1</sup> TM und bei einer Eintriebshöhe von 18-19 cm<sub>RPM</sub> ein Gehalt von 188 g XP kg<sup>-1</sup> TM ermittelt. Bei der nächsten Messperiode Ende Juni wurden die Milchkühe dann in beiden Gruppen bei einer einheitlichen Aufwuchshöhe von 12-14 cm<sub>RPM</sub> aufgetrieben, wobei hier kein Unterschied im XP-Gehalt mehr feststellbar war. Jedoch waren die Gehalte mit 250 g XP kg<sup>-1</sup> TM höher als gut einen Monat zuvor. Auch Hofstetter *et al.* (2014) stellten bei der Beprobung einer Kurzrasenweide im klimatisch begünstigten Raum des Schweizer Alpenvorlandes eine Zunahme des XP-Gehaltes während der Weideperiode fest. Im April wurden 258 g XP kg<sup>-1</sup> TM gemessen und im Sommer (August) stiegen die Gehalte auf 279 g XP kg<sup>-1</sup> TM an. Auf einem klimatisch weniger günstigen Schweizer Standort lagen die XP-Gehalte bei einer mittleren Aufwuchshöhe von 15 cm<sub>RPM</sub> im Juni bei 148-172 g kg<sup>-1</sup> TM, stiegen dann bis zum August hin auf 164-179 g kg<sup>-1</sup> TM an (Schori und Münger, 2014). Isselstein *et al.* (2007) ermittelte auf mehreren ungedüngten Dauerweiden in Europa (UK, DE, FR und IT) niedrige XP-Gehalte. Diese lagen im Mittel des dreijährigen Versuches bei 122-154 g XP kg<sup>-1</sup> TM. Grace *et al.* (2018) ermittelten in ihrer Untersuchung bei einem Reinbestand aus *Lolium perenne* eine Zunahme der XP-Gehalte von 184 (Frühling) über 172 (Sommer) bis auf 214 g kg<sup>-1</sup> TM (Herbst). Dagegen reagierte eine sechs Arten-Mischung (Zusammensetzung siehe oben unter Kapitel 7.3) mit einem leichten Rückgang der XP-Gehalte im Sommer. Wurden im Frühling noch 198 g XP kg<sup>-1</sup> TM ermittelt, sanken diese im Sommer auf 176 g XP kg<sup>-1</sup> TM ab, bevor sie im Herbst wieder über den Gehalt des Weidefutters vom Frühling auf 217 g XP kg<sup>-1</sup> TM anstiegen. Diese Beobachtung von Grace *et al.* (2018) wurde auch im Versuch **Bio-Mähweide** zum 4. Termin Mitte Juli festgestellt. Ebenfalls zeigte im Versuch **Bio-Weidesysteme** die Variante **KO** in einzelnen Jahren dieses Absinken der XP-Gehalte in den Sommermonaten. Darüber hinaus lässt sich feststellen, dass einige Studien deutliche höhere XP-Gehalte als in den beiden vorliegenden Versuchen (**Bio-Mähweide** **Bio-Weidesysteme**) ermittelt haben (Ganche *et al.*, 2015, Hofstetter *et al.*, 2014, Kennedy *et al.*, 2006, Kennedy *et al.*, 2007). Eine mögliche Erklärung für diese hohen XP-Gehalte könnte im Management der Versuche sowie in der methodischen Ermittlung des XP-Gehaltes liegen. Grundsätzlich ist es der Klee im Dauergrünland, der für ein Mehr an bereitgestelltem Protein im Futter verantwortlich ist (Sanderson, 2010). In den beschriebenen Studien (Ganche *et al.*, 2015, Hofstetter *et al.*, 2014, Kennedy *et al.*, 2006, Kennedy *et al.*, 2007) waren die Bestände sehr Gräser dominiert, wurden aber auch mit 166-250 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> mineralisch (zusätzlich zu den tierischen Ausscheidungen) gedüngt. Die methodische Ermittlung des XP erfolgt üblicherweise zuerst als Ermittlung des Gesamt-N in der Futterprobe und aus diesem Wert wird mit der Multiplikation des Faktors 6,25 der XP-Gehalt errechnet (ALVA, 1983). In einer Untersuchung von Thomet *et al.* (2007) wurden Weideflächen zusätzlich mit mineralischem N gedüngt und in

den analysierten Futterproben konnten höhere Nitrat-Gehalte als in den nicht gedüngten Varianten bestimmt werden. Darin dürfte auch eine Erklärung für die hohen XP-Gehalte und XP-Erträge in den oben beschriebenen Studien liegen.

Die Summe der Gerüstsubstanzen erreichte im Versuch **Bio-Mähweide** in Variante **KW** im Frühling (371 g NDF kg<sup>-1</sup> TM) und ab Mitte August (360-389 g NDF kg<sup>-1</sup> TM) die niedrigsten Gehalte. Ende Mai wurden mit 438 g NDF kg<sup>-1</sup> TM die signifikant höchsten Gehalte erreicht, die anschließend wieder abfielen. Im Mittel der Jahre lagen die NDF-Gehalte der Variante **KW** zwischen 384-411 g kg<sup>-1</sup> TM. Der Versuch **Bio-Weidesysteme** zeichnete ein ähnliches Bild. Hier erreichte Variante **KU** die signifikant höchsten Gehalte von Mitte Mai (410 g NDF kg<sup>-1</sup> TM) bis Mitte August (412 g NDF kg<sup>-1</sup> TM). Wie bereits in Variante **KW** waren die NDF-Gehalte in Variante **KU** im Frühling (387 g kg<sup>-1</sup> TM) und Herbst (357 g kg<sup>-1</sup> TM) niedriger und erreichten im Mittel der Jahre 393-396 g NDF kg<sup>-1</sup> TM. In Variante **KO** stellte sich ein etwas anders Bild dar. Hier wurden bereits von Ende April (417 g kg<sup>-1</sup> TM) bis Ende Mai (433 g kg<sup>-1</sup> TM) sowie Ende Juli (424 g kg<sup>-1</sup> TM) die signifikant höchsten NDF-Gehalte gemessen. Ende Juni (402 g NDF kg<sup>-1</sup> TM) und Ende August (404 g NDF kg<sup>-1</sup> TM) waren diese niedriger, bevor sie im Herbst mit 368 g NDF kg<sup>-1</sup> TM die signifikant niedrigsten Werte erreichten. Im Mittel der Versuchsjahre lagen die NDF-Gehalte zwischen 403 und 415 g kg<sup>-1</sup> TM. Macdonald *et al.* (2008) ermittelten für Koppelweiden in Neuseeland 415-444 g NDF kg<sup>-1</sup> TM. In der irischen Studie von Ganche *et al.* (2015) wurden im zeitigen Frühjahr (Mitte Februar bis Mitte April) 369 g NDF kg<sup>-1</sup> TM erreicht und im weiteren Vegetationsverlauf (Mitte April bis Ende Oktober) kam es zu einem Ansteigen der Gehalte auf im Mittel 424 g NDF kg<sup>-1</sup> TM. Kennedy *et al.* (2007) ermittelten Mitte Mai bei einer Eintriebshöhe von 14-15 cm<sub>RPM</sub> in die Koppel einen NDF-Gehalt von 345 g kg<sup>-1</sup> TM und bei einer Eintriebshöhe von 18-19 cm<sub>RPM</sub> einen Gehalt von 382 g NDF kg<sup>-1</sup> TM. Bei der nächsten Messperiode Ende Juni wurden die Milchkühe dann in beiden Gruppen bei einer einheitlichen Aufwuchshöhe von 12-14 cm<sub>RPM</sub> aufgetrieben, wobei hier mit 380 g NDF kg<sup>-1</sup> TM die gleich hohen Gehalte erzielt wurden wie bei der Frühlingseintriebshöhe 18-19 cm<sub>RPM</sub>. Gegenüber der niedrigen Auftriebshöhe (14-15 cm<sub>RPM</sub>) war jedoch eine Erhöhung der NDF-Gehalte erkennbar. Auch in der Schweizer Untersuchung von Hofstetter *et al.* (2014) war ein signifikanter Anstieg der NDF-Gehalte von 343 (April) auf 404 g kg<sup>-1</sup> TM (August) bei Kurzrasenweiden feststellbar. Schori und Münger (2014) erzielten bei einer mittleren Koppel-Aufwuchshöhe von 15 cm<sub>RPM</sub> im Juni Gehalte von 424-458 g NDF kg<sup>-1</sup> TM. Im August waren diese mit 415-437 g NDF kg<sup>-1</sup> TM faktisch unverändert. Auch Isselstein *et al.* (2007) ermittelten überaus hohe NDF-Gehalte in ihrer Studie. So wurden auf den Weideflächen im dreijährigen Versuchsdurchschnitt im UK 598 g NDF kg<sup>-1</sup> TM, in DE 509 g NDF kg<sup>-1</sup> TM, in FR 543 g NDF kg<sup>-1</sup> TM und in IT 603 g NDF kg<sup>-1</sup> TM gemessen. Hier muss berücksichtigt werden, dass diese Untersuchung auf Dauerweidebeständen ohne zusätzliche Düngung bei extensiver Beweidung und ohne sonstige Pflegemaßnahmen, wie eine Mulchung oder Nachmahd, durchgeführt wurde. Das Ansteigen der NDF-Gehalte nach den ers-

ten Wochen zu Vegetationsbeginn war somit nicht eine Besonderheit des ostalpinen Versuchstandortes (**Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**), sondern trat auch in anderen Untersuchungen auf. Die Faserstoffe, im konkreten Fall die NDF, werden im Grünlandbestand in erster Linie durch die Anteile an Gräsern beeinflusst (Sanderson, 2010). Dies lässt sich anhand der Studie von Grace *et al.* (2018) beobachten. Beim Vergleich eines Reinbestandes aus *Lolium perenne* mit einer sechs Artenmischung (Gräser, Leguminosen und Kräuter) wurden beim Grasreinbestand im Sommer (429 g NDF kg<sup>-1</sup> TM) sowie im Herbst (451 g NDF kg<sup>-1</sup> TM) die signifikant höheren Fasergehalte ermittelt als in der sechs Artenmischung (Sommer 386 g NDF kg<sup>-1</sup> TM und Herbst 415 g NDF kg<sup>-1</sup> TM). Auch Sanderson (2010) kam, zwar mit anders zusammengesetzten Mischungen, in seiner Untersuchung zu denselben Resultaten. Da die Gräseranteile in beiden Versuchen (**Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**) um die 80 % einnahmen, waren diese maßgeblich an der Beeinflussung der NDF-Gehalte beteiligt. Grundsätzlich kann auch festgehalten werden, dass die NDF-Gehalte in allen drei Varianten (**KW**, **KU** und **KO**) immer über dem vom National Research Council empfohlenen Bereich (250-330 g NDF kg<sup>-1</sup> TM) für hochleistende Milchkühe lagen (NRC, 2001).

Die durchschnittlichen Energiegehalte in Variante **KW (Bio-Mähweide)** lagen bei 6,45 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM. Beim Verlauf in der Vegetationsperiode sanken die anfänglichen 7,00 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM signifikant bis zum tiefsten Wert im Sommer von 6,22 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM ab, bevor sie im Herbst wieder auf 6,46 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM anstiegen. Beim Versuch **Bio-Weidesysteme** lagen die durchschnittlichen Energiegehalte (sowohl nach der Regressionsmethode (Reg) errechnet als in vitro nach der Zellulase-Methode (ELOS) bestimmt) der Variante **KU** signifikant über denen der Variante **KO**. In Variante **KU** konnten 6,55 (Reg) bzw. 6,58 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM (ELOS) und in Varianten **KO** 6,45 (Reg) bzw. 6,44 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM (ELOS) ermittelt werden. Beim Verlauf der Energiegehalte in der Vegetationsperiode zeigte sowohl Variante **KU** als auch **KO** einen nahezu identen Verlauf, wie er bereits bei **KW** festgestellt wurde. Im neuseeländischen Klimagebiet ermittelten Macdonald *et al.* (2008) durchschnittliche Energiedichten im Futter der Koppelweide von 11,0-11,4 MJ ME kg<sup>-1</sup> TM. Variante **KW** und **KU** lagen hier mit 10,8 MJ ME kg<sup>-1</sup> TM sowie Variante **KO** mit 10,7 MJ ME kg<sup>-1</sup> TM leicht darunter. Deutlich höhere Energiegehalte wurden in einer britischen Untersuchung auf einem *Lolium perenne* dominiertem Weidebestand ermittelt. Pulido und Leaver (2003) nahmen in ihrer Untersuchung Proben direkt von der beweideten Fläche. Sie versuchten dabei jene Weidebereiche zu ernten, wie sie auch von den Tieren abgefressen wurden. Diese als Hand gepflückte bezeichneten Proben erreichten Energiekonzentrationen von 12,3 MJ ME kg<sup>-1</sup> TM. Dabei zeigte das Weidesystem Kurzrasen- oder Koppelweide keinerlei Unterschiede. Im Rahmen der Untersuchung von Pulido und Leaver (2003) wurden aber auch Schnittproben von den beiden Weidesystemen genommen, die etwas niedrigere Gehalte von 11,8 MJ ME kg<sup>-1</sup> TM aufwiesen. Daraus lässt sich schließen, dass die Ergebnisse der beiden vorliegenden Versuche (**Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**) ebenfalls leicht unter denen der von Tieren tatsächlich aufgenommenen Qualitäten liegen.

Einen ähnlichen Verlauf der Energiegehalte, wie in Variante **KW** und **KU**, wurde auch bei Thomet und Hadorn (1996) in ihrer Untersuchung auf acht Schweizer Betrieben festgestellt. Im Mittel aller Standorte wurden bei der Nutzung als Kurzrasenweide im Frühling Energiegehalte von unter 7 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM erreicht. Bis zum Mai sanken diese auf knapp unter 6,5 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM bevor sie dann Mitte Juli wieder auf über 6,5 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM anstiegen. In einem ebenfalls in der Schweiz durchgeführten Versuch wurden auf biologisch bewirtschafteten Koppelweideflächen im Juni und August Energiegehalte von jeweils 6,0 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM gemessen (Schori und Mürger, 2014). Der Abfall der Energie während des Sommers lässt sich als Folge der Entwicklung der Fasergehalte im Weidefutter interpretieren. Für die Kalkulation der Energiegehalte stellen entweder die XF oder die NDF einen entscheidenden Faktor dar. Daher sind die gegengleichen Verläufe von Faser- und Energiegehalten nahezu eine logische Konsequenz.

Die Phosphorgehalte des Weidefutters erreichten im Versuch **Bio-Mähweide** in Variante **KW** durchschnittlich 4,94 g kg<sup>-1</sup> TM. Während der Vegetationsperiode steigen diese von anfänglich 4,26 g P kg<sup>-1</sup> TM Anfang Mai signifikant auf 5,57 g P kg<sup>-1</sup> TM Mitte August an, bevor sie zum Herbst hin wieder auf 4,67 g P kg<sup>-1</sup> TM abfielen. Variante **KU** im Versuch **Bio-Weidesysteme** erreichte im Mittel 4,67 g P kg<sup>-1</sup> TM und die Gehalte der Variante **KO** lagen im Mittel bei 4,49 g P kg<sup>-1</sup> TM. Anders als in Variante **KW** änderten sich die P-Gehalte in Variante **KU** nur geringfügig. Im Frühling wurden Gehalte von 4,66 g P kg<sup>-1</sup> TM gemessen und der numerisch höchste Wert wurde Ende Juli mit 4,89 g P kg<sup>-1</sup> TM erreicht. Dagegen zeigte Varianten **KO** mehr Ähnlichkeiten zum Verlauf der Variante **KW**. Die P-Gehalte lagen im Frühling bei 4,33 g kg<sup>-1</sup> TM auf dem gleich niedrigen Niveau wie im Herbst mit 4,38 g kg<sup>-1</sup> TM. Während des Sommers kam es bis Ende August zu einem signifikanten Anstieg auf 4,83 g P kg<sup>-1</sup> TM. Im Gegensatz zu diesen P-Gehalten wurden im Weidefutter bei Macdonald *et al.* (2008) auf neuseeländischen Koppeln im Jahresdurchschnitt geringere Gehalte von 3,7-3,9 g P kg<sup>-1</sup> TM erreicht. Noch deutlich niedrigere P-Gehalte ermittelten Gao *et al.* (2016) in ihrer Studie auf einem trockenen Standort (507 mm durchschnittliche Jahresniederschläge) in den kanadischen Rocky Mountains (Seehöhe 1.280–1.420 m). Der dortige Dauergrünlandbestand aus standorttypischen Grasarten wie *Festuca campestris*, *Danthonia parryi* und *Poa pratensis* wies unter Kurzrasenbeweidung durchschnittliche Gehalte von 0,74-1,19 g P kg<sup>-1</sup> TM auf. Gegengleich zu den Ergebnissen aus den Versuchen **Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme** entwickelten sich die P-Gehalte bei Jones und Tracy (2015). In ihrer im Westen der USA (Appalachen) durchgeführten Studie auf einem *Festuca pratensis* dominierten Bestand wurden im fünfjährigen Durchschnitt im April P-Gehalt von 2,8 g kg<sup>-1</sup> TM ermittelt. Im weiteren Vegetationsverlauf fiel dieser signifikant bis Juli ab, wo mit 2,1 g P kg<sup>-1</sup> TM die niedrigsten Werte gemessen wurden. Bis zum Oktober kam es dann wieder zu einem signifikanten Ansteigen der Gehalte auf 2,4 g P kg<sup>-1</sup> TM. Jones und Tracy (2015) führen die Abnahme der P-Gehalt bis zum Sommer auf ein Voranschreiten der Halmbildung von *Festuca pratensis* zurück. Die Beweidung erfolgte in dieser Untersuchung in Koppeln und in den

Sommermonaten höhere Anteile von Grashalmen die Inhaltstoffe reduziert haben. Eine Erklärung für die hohen P-Gehalte in den Versuchen **Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme** dürfte in der Artenzusammensetzung der Bestände liegen. Isselstein *et al.* (2007) ermittelten in ihrer Weideuntersuchung auf mehreren europäischen Standorten in einer artenarmen Weide P-Gehalte von 2,58-2,71 g kg<sup>-1</sup> TM (UK) sowie auf artenreichen Weideflächen Gehalte von 3,76-4,06 g P kg<sup>-1</sup> TM (DE). Im Rahmen einer dänischen Studie wurden artenreiche Bestände zur Schnittnutzung angelegt. Dabei ermittelten Pirhofer-Walzl *et al.* (2011) höhere Mineralstoffgehalte in Kräutern als in Gräsern. Ebenso stiegen die Gehalte in den Kräutern im Vegetationsverlauf an. Beispielsweise wurde für *Trifolium repens* zum ersten Schnitt ein Gehalt von 2,4 g P kg<sup>-1</sup> TM bestimmt, der zum dritten Schnitt hin auf 3,6 g P kg<sup>-1</sup> TM anstieg. Dieselbe Entwicklung wurde auch bei *Cichorium intybus* beobachtet. Hier stiegen die P-Gehalte von 3,9 auf 5,5 g kg<sup>-1</sup> TM an.

Fasst man die Ergebnisse der vorliegenden Versuche sowie die Daten der Literatur zu den möglichen Inhaltsstoffen bei intensiv genutzten Weidebeständen im ostalpinen Klima zusammen, dann zeigen sich folgende Zusammenhänge:

- Die kürzere Vegetationsperiode im ostalpinen Klimaraum hat kaum eine Auswirkung auf die erreichbaren Konzentrationen der wertvollen Inhaltsstoffe im Weidefutter. Es lassen sich in einer kürzeren Phase ähnliche XP-, NDF-, Energie- und P-Gehalte erreichen wie in klimatisch günstigeren Weideregionen.
- Die hohen XP-Gehalte des Weidefutters sind ein Indiz dafür, dass sich die Leguminosen gut entwickeln konnten. Diese sind nicht nur für ein schmackhaftes Futter entscheidend, sondern liefern auch einen Hinweis auf die deutlich höheren N<sub>2</sub>-Fixierungen als auf Vielschnittwiesen.
- Bei den Gerüstsubstanzen zeigte sich, dass auch das sehr junge Weidefutter bereits über ausreichend Faserstoffe verfügt, um eine wiederkäuergerechte Fütterung sicherzustellen. Da die Faserstoffe in erster Linie von den Gräsern stammen, liegt die oberste Priorität in der Aufrechterhaltung einer stabilen und dichten Grasnarbe.
- Bei den Mineralstoffgehalten erreichte das Weidefutter der artenreicheren Dauergrünlandbestände im ostalpinen Klimaraum gegenüber dem Weidefutter klimatisch günstigerer Regionen deutlich höhere Gehalte, wie beispielsweise beim P-Gehalt festgestellt. Dies legt nahe, dass auch Krautarten einen wesentlichen Einfluss auf die Weidefutterqualität haben, da von ihnen in erster Linie das Mehr an Mineralstoffen zur Verfügung gestellt wird.
- *Die Annahme in Fragestellung 8.4. wird also durch die Ergebnisse der Versuche überwiegend bestätigt.*

### 11.5 *Das Futter von intensiv genutzten Weideflächen im Ostalpen-Raum zeigt keine Unterschiede bei den ruminalen Abbaubarkeiten im Vergleich zum Weidefutter aus klimatisch begünstigteren Regionen.*

Die ruminale Abbaubarkeit der Futterproben aus den Versuch **Bio-Weidesysteme** zeigte in beiden simulierten Weidevarianten **KU** und **KO** für TM, OM, XP und NDF im Jahresverlauf ähnliche Veränderungen. Es konnte jeweils eine Abnahme der Abbaubarkeit vom Frühling bis zum Sommer und eine nachfolgend leichte Zunahme zum Herbst hin festgestellt werden. Die Futterproben beider Varianten verweilten bis zu 96 Stunden im Pansen der Kühe, der maximale Abbauwert wurde in beiden geprüften Weidefuttervarianten (**KU** und **KO**) bereits nach 48 Stunden Inkubationszeit erreicht.

Die TM-Abbauwerte der Kurzrasenweideproben (**KU**) von Ende April lagen nach einer Inkubationszeit von 48 Stunden bei 88 %. Im weiteren Vegetationsverlauf sanken diese bis Ende Juli auf 83 % ab und stiegen bis Mitte September wieder auf 86 % an. Im Koppelsystem (**KO**) lagen die TM-Abbauwerte der Proben geringfügig unter denen der Variante **KU** und erreichten Ende April 86 %, Ende Juli lagen diese bei 80 % und Mitte September stiegen sie ebenfalls wieder leicht auf 82 bis 85 % an. Diese im Versuch **Bio-Weidesysteme** ermittelten ruminalen TM-Abbauwerte entsprechen den Ergebnissen, wie sie auch in anderen Studien ermittelt werden konnten (Cho *et al.*, 2012, Gruber *et al.*, 2006, Owens *et al.*, 2008, Ueda *et al.*, 2016). Cho *et al.* (2012) untersuchten in Japan die Abbaubarkeit mit Hilfe einer in vitro-Labormethode (Gasbildungsrate bei Pansensaftinkubation) eines *Lolium perenne* Weidebestandes. Nach einer Inkubationszeit von 96 Stunden wurde hier eine TM-Abbaurrate von 85 % bei dem im Frühling (Fasergehalt der Futterprobe 319 g NDF kg<sup>-1</sup> TM) auf einer Koppelweide gesammelten Proben ermittelt. Die im Herbst (Fasergehalt der Futterprobe 464 g NDF kg<sup>-1</sup> TM) gesammelten Futterproben zeigten einen signifikant niedrigeren TM-Abbauwert von 76 %. Ueda *et al.* (2016) führten ihre Untersuchung ebenfalls in Japan durch und verwendeten in diesem Fall eine in situ-Methode. Das Futter eines Weidebestandes (Fasergehalt der Futterprobe 353 g NDF kg<sup>-1</sup> TM) aus *Lolium perenne* und *Trifolium repens* wurde im Juni unmittelbar nach der Aufnahme aus dem Pansen und der Haube von fistulierten Kühen entnommen und analysiert. Die Autoren stellten einen TM-Abbauwert von 69 % fest. Die identische Methode wurde in der Untersuchung von Owens *et al.* (2008), mit Futter von Koppelweide eines mit *Lolium perenne* eingesäten Bestandes, angewendet. Als Versuchsfaktoren wurden ein kurzer oder längerer Koppelumtrieb von 35 bzw. 45 Tagen untersucht. Die mittlere Aufwuchshöhe des Futters lag bei 10,0 cm<sub>RPM</sub> (35 Tage) bzw. bei 11,9 cm<sub>RPM</sub> (45 Tage). Bei kürzerer Ruhezeit, und damit geringerer Aufwuchshöhe des Bestandes, wurden mit 83 % signifikant höhere TM-Abbauwerte ermittelt als bei der längeren Ruhezeit (80 %). Dies entspricht auch den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit, wo sich bei Kurzrasenweide (**KU**) im Vergleich zum Koppelsystem (**KO**) numerisch höhere TM-Abbauwerte zeigten. Gruber *et al.* (2006) führten eine in situ-Untersuchung nach der im vorliegenden Versuch angewendeten Methode an schnittgenutztem Futter von Dauerwiesenbeständen durch (Grün-

futter-Proben). Dabei konnte beim Futter von 4-Schnittflächen ein durchschnittlicher TM-Abbauwert von 83 % ermittelt werden, was im Mittel auch bei den Varianten **KU** und **KO** gemessen werden konnte. Die TM-Abbaubarkeit wird auch wesentlich vom Blatt-Stängel-Verhältnis bestimmt. So zeigen die Blätter von *Lolium perenne* eine TM-Abbaubarkeit von 81 % und liegen damit über dem der Stängel von 76 % (Terry und Tilley, 1964). Aber auch das Alter der Gras-pflanze hat einen Einfluss auf Abbauparameter. Können bei *Lolium perenne* im Schossen die Blätter noch TM-Abbauwerte von 88 % erreicht werden, so gehen diese in den Blättern auf 77 % zurück, wenn die Pflanze in die Phase des Blühens kommt (Wilman und Altimimi, 1982). Diese den TM-Abbauwert beeinflussenden Faktoren dürften den im Versuch **Bio-Weidesysteme** anfänglich skizzierten Verlauf erklären. In Folge der höheren NDF-Gehalte während des Sommers in den Varianten **KU** und **KO** ist davon auszugehen, dass in dieser Zeit mehr ältere Blätter sowie damit verbunden ein ungünstigeres Blatt-Stängel-Verhältnis vorlag. In Richtung Herbst hin dürften sich diese Verhältnisse wieder zu Gunsten der Blätter gedreht haben, was die wieder gesunkenen NDF-Gehalte in den Varianten **KU** und **KO** nahelegen. Dies dürfte somit die wieder ansteigenden TM-Abbauwerte Mitte September erklären.

Die Abbauwerte der OM ähnelten im Jahresmittel, im Vegetationsverlauf sowie auch im Verlauf der Panseninkubation denen der TM-Abbauwerte. Bei der als Kurzrasenweide simulierten Variante **KU** wurde nach einer Inkubationszeit von 48 Stunden Ende April ein OM-Abbauwert von 89 % bestimmt. Bis Ende Juli sank dieser signifikant auf 83 % ab und stieg bis Mitte September wieder auf 86 % an. Bei der als Koppelweide simulierten Variante **KO** stellte sich derselbe Verlauf, jedoch auf etwas geringerem Niveau, heraus. Die Futterproben von Ende April zeigten einen OM-Abbauwert von 87 %, dieser sank in Folge bis Ende Juli auf 80 % ab und stieg Mitte September wieder auf 82-86 % an. Diese Ergebnisse decken sich ebenfalls mit jenen von vergleichbaren Studien (Cashman *et al.*, 2016, Ganche *et al.*, 2015, Grace *et al.*, 2018, Kennedy *et al.*, 2007). Cashman *et al.* (2016) ermittelten bei ihrer in vitro-Labormethode einen OM-Abbauwert von 79-80 %. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden Proben nach zwei Methoden aus dem *Lolium perenne* Bestand gezogen. Zum einen erfolgte die Probennahme bei einer simulierten Weidenutzung (ähnlich wie in den vorliegenden Untersuchung **Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme**) und zum anderen von einem tatsächlich beweideten Bestand. Bei den Abbauwerten der OM konnten Cashman *et al.* (2016) zwischen dem Futter der simulierten und tatsächlich beweideten Flächen keine Unterschiede ermitteln. In einer irischen Studie von Kennedy *et al.* (2007) wurden die OM-Abbauwerte des Futters einer Koppelweide bei unterschiedlicher Aufwuchshöhe mit Hilfe einer in vitro-Methode ermittelt. Bei einer Koppel-Eintriebshöhe von 14-15 cm<sub>RPM</sub> wurden Mitte Mai OM-Abbauwerte von 87 % ermittelt, bei höherer Eintriebshöhe von 18-19 cm<sub>RPM</sub> lagen diese mit 85 % etwas tiefer. Bei der nächsten Messperiode Ende Juni wurden die Milchkühe in beiden Gruppen bei einer einheitlichen Aufwuchshöhe von 12-14 cm<sub>RPM</sub> aufgetrieben. Hier wurden im Mittel leicht geringere OM-Abbauwerte von 84 % gemessen. Auch in weiteren Studien (Ganche *et al.*, 2015, Grace *et al.*, 2018) aus Irland wurde nach dem Frühling ein leichter Abfall der OM-Abbauwerte festgestellt, was sich ebenfalls mit den vorliegenden Ergebnissen der Varianten **KU** und **KO** deckt. Ganche *et al.*

(2015) ermittelten zu Vegetationsbeginn bei der in vitro-Methode einen Abbauwert der OM von 85 %, der bis zum Sommer auf 82 % abfiel. In einer weiteren Arbeit von Grace *et al.* (2018) zeigte sich diese Entwicklung sowohl in einem Reinsaatbestand aus *Lolium perenne* als auch bei vielfältiger zusammengesetzten Mischungen. Die OM-Abbauwerte lagen in allen Varianten im Frühling mit 92 % auf sehr hohem Niveau und sanken im Sommer auf 88 % bzw. im Herbst auf 89 % ab. Cho *et al.* (2012) stellten in Japan in Weidefutterproben aus dem Mai eine OM-Abbaurrate von 87 % fest. Diese fiel bis zum September hin deutlich auf 79 % ab. Die Autoren führten diese Abnahme in erster Linie darauf zurück, dass im Frühling mehr leicht lösliche Zuckerverbindungen und dafür weniger Faserbestandteile in den Zellen der Weidepflanzen enthalten sind. So konnten Tas *et al.* (2006) in ihrer Untersuchung feststellen, dass gerade das frische Weidefutter im Frühling hohe Anteile an leicht löslichen Zuckerverbindungen aufwies. Dabei wurde eine höhere mikrobielle Proteinsynthese im Pansen sowie eine bessere Verdaulichkeit mit höheren Abbaubarkeiten, im Vergleich zum Futter späterer Vegetationsstadien, festgestellt. In Richtung Herbst dürften als Folge der Abnahme der Gerüstsubstanzen in den Zellen einen erneuten Anstieg der Abbauwerte in den Varianten **KU** und **KO** erklären.

Für XP zeigten sich bei Kurzrasenweidehaltung (**KU**) sehr hohe Abbauwerte, diese lagen in den Ende April gezogenen Proben nach einer Inkubationszeit von 48 Stunden bei 87 %. Auch im weiteren Verlauf der Weideperiode bleiben diese auf gleichem Niveau (86 % Ende Juli und 88 % Mitte September). Auch in der XP-Abbaubarkeit lag die Koppelweidevariante **KU** etwas tiefer. Ende April wurde nach einer Inkubationszeit von 48 Stunden ein Abbauwert des XP von 85 % bestimmt, dieser fiel bis Ende Juli signifikant auf 81 % und stieg danach wieder auf 82-86 % an. Ueda *et al.* (2016) ermittelten via in situ-Methode in Juniprüben eines *Lolium perenne* und *Trifolium repens* Bestandes deutlich tiefere Abbauwert von 77 %. In der irischen Untersuchung von Owens *et al.* (2008) wurde wie bei Ueda *et al.* (2016) dieselbe in situ-Methode angewandt. Hier wurden die *Lolium perenne* Futterproben dazu direkt nach der Beweidung aus dem Pansen und der Haube von fistulierten Tieren entnommen. Die Autoren prüften dabei eine unterschiedliche Weide-Ruhezeitdauer in einem Koppelsystem (35 bzw. 45 Tage). In dieser Arbeit von Owens *et al.* (2008) zeigten sich deutliche Ruhezeit- bzw. Aufwuchshöheneffekte. Bei einer kürzeren Ruhezeit wurden signifikant höhere maximale XP-Abbauwerte festgestellt (84 % bei 35 Tagen bzw. 78 % bei 45 Tagen). Im Vergleich dazu lagen die Abbauwerte in der vorliegenden Untersuchung sowohl bei Variante **KU** als auch bei **KO** auf höherem Niveau. Eine Erklärung hierfür könnten die höheren Leguminosen-Anteile im Dauerweidebestand des Ostalpen-Standortes liefern (Sanderson, 2010). Sturludóttir *et al.* (2014) konnten nicht nur in Mischbeständen aus Gräsern und Leguminosen einen höheren XP-Gehalt feststellen, sondern es wurden durch die Leguminosen im Bestand auch höhere Abbauwerte erzielt.

Bei der Gerüstsubstanz NDF zeigten die Abbauwerte einen zur TM und OM vergleichbaren Verlauf. In der Variante **KU** lag die maximale NDF-Abbaubarkeit im Frühling, nach der Inkubationszeit von 48 Stunden, bei 83 %. Danach fiel der NDF-Abbauwert bis in den Sommer (Ende Juli) signifikant auf 75 % ab, bevor die Werte bis Mitte September wieder auf 78 % anstiegen. Bei

Variante **KO** waren vergleichbare Saisoneffekte erkennbar, jedoch waren auch hier die Abbauwerte auf etwas tieferem Niveau wie in Variante **KU**. Ende April wurde der signifikant höchste NDF-Abbauwert von 80 % ermittelt, Ende Juli lag dieser nur mehr bei 71 %, im Herbst stiegen diese wieder signifikant auf 74-78 % an. Ueda *et al.* (2016) ermittelten im in situ-Versuch Abbauwerte für die NDF, die unter denen des vorliegenden Versuches lagen. Das Weidefutter (*Lolium perenne* und *Trifolium repens* Bestand) vom Juni erreichte einen NDF-Abbauwert von 67 %. Im Gegensatz dazu ermittelten Owens *et al.* (2008) deutlich höhere NDF-Abbauwerte für einen *Lolium perenne* Reinbestand. Das Futter von Koppelweide mit einer kurzen Umtriebszeit (35 Tage) und somit niedrigeren Bestandeshöhen (10,0 cm<sub>RPM</sub>) kam auf einen NDF-Abbauwert von 86 %. In jenen Koppeln mit einer längeren Umtriebszeit (45 Tage) und somit höheren Weideaufwüchsen (11,9 cm<sub>RPM</sub>) konnte ein signifikant niedriger Abbauwert für die NDF von 83 % ermittelt werden. Die niedrigsten NDF-Abbauwerte im Sommer der Varianten **KU** und **KO** lassen sich auch durch die Verhältnisse der Gerüstsubstanzen erklären. Im Frühling machten diese, gemessen an der gesamten NDF, für Cellulose und Lignin 40 (**KU**) bzw. 44 % (**KO**) aus. Im Sommer erhöhte sich das Verhältnis auf 46 (**KU**) bzw. 50 % (**KO**). Zum Herbst hin fiel das Verhältnis der Summe aus ADF und ADL wieder auf 41(**KU**) bzw. auf 38-47 % (**KO**). Wilman und Altimimi (1982) untersuchten anhand von *Lolium perenne* unter anderem den NDF-Abbauwert der grünen Blätter. Zum Zeitpunkt des Schossens lag der NDF-Abbauwert bei 74 % und im weiter fortgeschrittenen Entwicklungsstadium zur Blüte konnte ein niedriger Wert von 64 % gemessen werden. Dies deutet darauf hin, dass die Faserbestandteile in der Zellwand maßgeblich verantwortlich für die erreichbaren Abbauwerte sind.

Fasst man die Ergebnisse der vorliegenden Versuche sowie die Daten der Literatur zu den ruminalen Abbaubarkeiten des Weidefutters von intensiv genutzten Weideflächen im ostalpinen Klimaraum zusammen, dann zeigen sich folgende Zusammenhänge:

- Die Abbauwerte für das XP können als hoch eingestuft werden und dürften das Resultat des relativ hohen Leguminosenanteils im Bestand sein.
- Für alle Abbauwerte zeigte sich ein typischer Verlauf mit hohen Werten im Frühling, die zum Sommer hin abnahmen und Richtung Herbst wieder anstiegen. Dafür dürften hauptsächlich die Faserbestandteile der Zellwand verantwortlich sein, die gerade über den Sommer die höchsten Gehalte erzielten.
- Die Abbauwerte für die in situ bestimmten Parameter TM, OM, XP und NDF bewegen sich in der Bandbreite, wie diese auch auf Weidebeständen in klimatisch begünstigteren Regionen erzielt werden. Die kürzere Vegetationsdauer sowie die vielfältiger zusammengesetzten Pflanzenbestände beeinflussen somit die Nährstoffabbaubarkeiten nicht negativ.
- *Die Annahme in Fragestellung 8 5. wird also durch die Ergebnisse des Versuchs bestätigt.*

## 12 Schlussfolgerungen und Ausblick

Aus den in den beiden Untersuchungen **Bio-Mähweide** und **Bio-Weidesysteme** gewonnenen Daten lassen sich folgende Schlüsse ziehen sowie weiterführende Empfehlungen daraus ableiten:

- Veränderungen in der Nutzungshäufigkeit des Dauergrünlandes führen zu kurzfristigen Änderungen in der Artenzusammensetzung der Pflanzenbestände. Damit diese Veränderungen bei der Umstellung von einer bisherigen Schnitt- auf eine Weidenutzung gelenkt und zielgerichtet erfolgen, müssen Nachsaaten vorgenommen werden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass nicht nur entstehende Lücken als Folge eines Nutzungswechsels kurzfristig mit wertvollen weidefähigen Arten gefüllt, sondern auch moderne und angepasste Sorten in die Grasnarbe eingebracht werden.
- Der Einsatz von spätreifen Gräserarten wäre günstig, da so die Futterqualität durch die verzögerte Halmbildung verbessert werden kann. Ebenso gilt es, gezielte Einsaaten von Zuchtkräutern in Weidebeständen zu testen und zu erproben. Bestimmte Futterkräuter sind besser an trockenere Phasen angepasst und erhöhen die Schmackhaftigkeit des Futters sowie die Futterqualität durch höhere Mineralstoffgehalte.
- Gerade die klimatischen Veränderungen und witterungsbedingten Extreme unterstreichen, wie wichtig der Erhalt und der Aufbau artenreicher Weidebestände ist. Dadurch kann ein für den Standort optimaler Ertrag auch noch in Jahren mit gehäuft auftretenden Wetterextremen erzielt werden.  
Eine zielgerichtete und gut geplante Düngung mit flüssigen Wirtschaftsdüngern in der Vegetationsperiode erhöht nicht nur die Erträge auf der Fläche. Gerade Güllegaben im Sommer können die Erträge auf der Weidefläche in den Herbst hinein erhöhen und so die Trockenmasse-Zuwächse gegen Ende der Vegetationsperiode hin nochmals leicht anheben. Darüber hinaus werden durch eine optimierte Düngung die wertvollen Grasarten stärker gefördert und im Gegenzug die Ausbreitung unerwünschter Arten reduziert.
- Weidesysteme können unter ostalpinen Klimabedingungen im Ertrag mit der am jeweiligen Standort üblichen Schnittnutzung von Wiesen mithalten. Beim Rohproteintrag übertreffen sie die Schnittnutzung teilweise deutlich. Die vielfach in der Praxis geäußerte Befürchtung, durch Weidenutzung Ertrag auf der Fläche zu verlieren, wird, sofern die Managementanforderungen erfüllt sind, mit den vorliegenden Ergebnissen widerlegt.
- Damit das dem Standort entsprechende Ertragspotential optimal ausgeschöpft wird, müssen der Aufbau des Pflanzenbestandes, die Düngung und die regelmäßige Kontrolle der Aufwuchshöhe gegenseitig aufeinander abgestimmt werden.

- Das Weidefutter kann auch unter den Klimabedingungen des Ostalpenraumes hohe Gehalte an Inhaltsstoffen erreichen und mit klimatisch begünstigteren Weideregionen mithalten. Die kürzere Vegetationsdauer zeigt hier keinen limitierenden Einfluss.
- Die XP-Gehalte erreichen auf Weideflächen Konzentrationen, wie sie sonst bei Körnererbsen beobachtet werden. Diese resultieren als Folge der guten Bestände an *Trifolium repens*. Diese Art ist nicht nur in Bezug auf die Proteinversorgung für die Biologische Landwirtschaft wichtig, sondern auch aufgrund der Fähigkeit der N<sub>2</sub>-Fixierung zentral für die betriebliche Stickstoffversorgung.
- Auch das junge Weidefutter verfügt bereits über genügend Faserstoffe für eine optimale Wiederkautätigkeit. Trotzdem ist in der Rationsgestaltung darauf zu achten, den Kraftfuttoreinsatz zu limitieren. Je höher der Weidegrasanteil in der Tagesration ist, desto strenger muss diese Limitierung umgesetzt werden. Darüber hinaus ist es entscheidend, im Frühling eine längerfristige Übergangsfütterung durchzuführen. So hat die Pansen-Mikrobiologie langsam Zeit, sich an die Verdauung des frischen Weidefutters anzupassen.

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

Ausblickend lässt sich festhalten, dass für den Erfolg einer ertragreichen Weide das Management (Weideplanung, Nachsaat, Düngung und Weidepflege) entscheidend ist. Dabei muss der regelmäßigen Kontrolle der Aufwuchshöhe ganz besonderes Augenmerk geschenkt werden. Die wöchentliche Messung der Wuchshöhe mittels dafür vorgesehener Hilfsmittel macht es möglich, Tierbesätze und Trockenmasse-Zuwächse aufeinander abzustimmen. Nur über diese nicht invasive Ertragsfeststellung lässt sich das Weidefutter optimal über die Wiederkäuer verwerten und macht darüber hinaus eine optimale Planung der Kurzrasen- und Koppelweide erst möglich. Damit kleereiche Weiden auch längerfristig gehalten werden können, muss die Flächenbilanz für die Nährstoffe Phosphor und Schwefel im Auge behalten werden. Gerade diese

Nährstoffe sowie die Ca-Sättigung des Bodens sind wichtige Größen für eine optimale N<sub>2</sub>-Fixierung. Weiterführende Untersuchungen zum Einsatz von in der Biologischen Landwirtschaft zugelassenen Düngemitteln auf Weideflächen wären hierfür sinnvoll. Das Dauergrünland der Ostalpen ist eine vom Menschen geschaffene Kulturlandschaft, für die die Weidenutzung immer schon zentral war. Nur wenn die Bewirtschaftung in Form einer abgestuften Grünlandnutzung umgesetzt wird, lässt sich die Multifunktionalität des Dauergrünlandes als Futtergrundlage und Naturraum erhalten. Die Weide muss hier wieder mehr in den Mittelpunkt rücken und das Wissen, wie dieses System in der modernen Nutzung optimal umgesetzt werden kann, weiterverbreitet werden.



## 13 Zusammenfassung

Die Nutzung des Dauergrünlandes als Weide hat in den Alpen eine über Jahrhunderte lange Tradition. Trotzdem nahm die Weidenutzung als Form der Rinderfütterung in der zweiten Hälfte des 20. Jh. stark ab und wich der Ganzjahresfütterung im Stall. In der Biologischen Landwirtschaft stellt die Weidehaltung eine gesetzliche Grundlage dar und somit wird dieses wiederkäuergerechte Fütterungssystem für immer mehr Betriebe bedeutender. Gerade in Regionen wie im Klimaraum der Ostalpen, mit einem hohen Anteil an biologisch bewirtschafteten und rinderhaltender Grünlandbetrieben, gewinnt aktuell die Weidehaltung wieder mehr an Bedeutung.

Die Umsetzung moderner Weidesysteme, wie die Kurzrasen- und Koppelweide im Klima der Ostalpen und unter Bedingungen der Biologischen Landschaft bildete die Grundlage für die aufgestellten Fragestellungen:

1. *Bei einer andauernden und intensiven Beweidung ändert sich die Artenzusammensetzung des Dauergrünlandbestandes im ostalpinen Klimaraum gegenüber einer Schnittnutzung nicht.*
2. *Die Weidenutzung zu unterschiedlichen Aufwuchshöhen hat keinen Einfluss auf die TM-Zuwachsleistungen von Dauerweidebeständen im Vegetationsverlauf.*
3. *Die Mengen- und Qualitätserträge unterscheiden sich unter intensiven Weidebedingungen im Ostalpen-Raum nicht von denen einer üblichen Schnittnutzung.*
4. *Das Klima im Ostalpen-Raum hat keinen Einfluss auf die Inhaltsstoff-Konzentrationen des Futters von intensiv genutzten Weidebeständen.*
5. *Das Futter von intensiv genutzten Weideflächen im Ostalpen-Raum zeigt keine Unterschiede bei den ruminalen Abbaubarkeiten im Vergleich zum Weidefutter aus klimatisch begünstigteren Regionen.*

Im Rahmen der vorliegenden Dissertation wurden zwei Forschungsprojekte zur Weidehaltung unter ostalpinen Klimabedingungen bearbeitet, die am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere (Bio-Institut) der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein durchgeführt wurden. Da die Weidehaltung sowohl Teil der gesetzlichen Grundlagen der Biologischen Landwirtschaft ist als auch die wiederkäuergerechteste Fütterung darstellt, ist die Forschung im Bereich der Weide, mit dem Schwerpunkt der Anpassung an moderne betriebliche Gegebenheiten, seit 2005 ein zentraler Arbeitsschwerpunkt am Bio-Institut. Die vorliegende Arbeit umfasst zwei Versuche mit den Titeln „Einfluss unterschiedlicher Beweidungsformen auf Boden und Pflanzenbestand in der Biologischen Landwirtschaft“ (Kurzbezeichnung **Bio-Mähweide**) und „Futterqualitäten und Zuwachsleistung von Dauerweiden bei unterschiedlichen Aufwuchshöhen“ (Kurzbezeichnung **Bio-Weidesysteme**). Beide Untersuchungen widmeten sich drei großen Themenfeldern, die vergleichend untersucht wurden:

1.) Die Entwicklung und Zusammensetzung des Pflanzenbestandes; 2.) Die Futterzuwachsleistung und die Ertragsfähigkeit der Bestände sowie 3.) Die Inhaltstoffe und die ernährungsphysiologische Qualität des Weidefutters.

Der inneralpine Versuchsstandort (Breite 47° 31' 03'' N und Länge 14° 04' 27'') des Bio-Institutes in Trautenfels liegt auf einer Seehöhe von 680 m. Im langjährigen Mittel von 1981-2010 wurde eine Jahresdurchschnittstemperatur von 6,9 °C sowie eine jährliche Niederschlagsmenge von 1.142 mm gemessen. Während des Versuchszeitraumes (2007-2016) wurde mit 8,8 °C (7,7-9,7 °C) eine deutlich höhere Jahresdurchschnittstemperatur und mit 1.070 mm (963-1.287 mm) ein etwas geringerer Jahresniederschlag ermittelt. Im Versuch **Bio-Mähweide** wurden vier unterschiedliche Nutzungsformen getestet. Eine 4-Schnittnutzung (**S**), eine Kurzrasenweide (**KW**), eine Mähweide mit 1. Schnitt und nachfolgend Kurzrasenweide (**MW**) sowie eine vierte Variante mit jährlichem Wechsel von 4-Schnittnutzung und Kurzrasenweide (**SW**). Beim Versuch **Bio-Weidesysteme** bildeten ebenfalls eine 4-Schnittnutzung (**4S**) sowie zwei Weidenutzungen als Kurzrasen- (**KU**) und Koppelweide (**KO**) die Varianten. Die Weidenutzungen wurden alle simuliert und je nach Versuchsdefinition 6-8 Mal im Jahr abgemäht.

In der Zusammensetzung der Dauergrünlandbestände unterschieden sich in erster Linie die Schnittnutzung (**S** und **4S**) von den zumindest teilweise beweideten Varianten (**KW**, **MW**, **SW**, **KU** und **KO**). *Dactylis glomerata* profitierte von der Schnittnutzung und konnte in der Variante **S** die Flächenanteile von anfänglich 6 (2007) über 14 (2009) auf 22 % (2013) signifikant steigern. Im Gegenzug nahmen die Anteile von *Dactylis glomerata* bei intensiver Beweidung in den anderen drei Varianten (**SW**, **MW** und **KW**) ab (2013 2-3 %). Mit 13 % erreichte im Mittel *Poa trivialis* in Variante **S** doppelt so hohe Flächenanteile gegenüber den übrigen Varianten (**SW**, **MW** und **KW**). *Lolium perenne* nahm im Versuch **Bio-Mähweide** signifikant von anfänglich 7 (2007) auf 22 % (2013) über alle vier Varianten hinweg zu. Dieselbe Entwicklung wurde im Versuch **Bio-Weidesysteme** für alle drei Varianten festgestellt, und die Flächenanteile stiegen von 33 (2014) signifikant auf 49 % (2016) an. Die an das Berggebiet optimal angepasste Art *Poa pratensis* erreichte in den Varianten **SW**, **MW** und **KW** Anteile von 12 %, die signifikant höher als bei Variante **S** mit 7 % waren. Im Folgeversuch **Bio-Weidesysteme** zeigten sich zwischen den Nutzungsformen (**KU**, **KO** und **4S**) dagegen keine Unterschiede mehr. Die Anteile von *Poa pratensis* lagen in allen Varianten zwischen 16 und 17 %. Diese Ergebnisse zeigen, dass eine intensive Beweidung bereits nach wenigen Jahren zu deutlichen Verschiebungen in der Artenzusammensetzung am Dauergrünland führt.

Im Versuch **Bio-Mähweide** erreichte Variante **KW** im Zeitraum von Mitte Juli bis Mitte August in allen Versuchsjahren den signifikant höchsten täglichen Trockenmassezuwachs (63-64 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>). Beim Versuch **Bio-Weidesysteme** wurden sowohl bei Variante **KU** als auch bei **KO** die signifikant höchsten täglichen TM-Zuwächse (56-64 kg TM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) im Sommer von Anfang Juni bis Anfang August ermittelt. Während der gesamten Versuchszeit (2007-2016) wurden in den beiden Monaten März und April, im Vergleich zum langjährigen Mittel (März 82 l und April 57

l), in fast allen Jahren unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen gemessen. Dies dürfte neben der Düngung einen der ausschlaggebenden Faktoren für die niedrigeren TM-Zuwächse im Frühling dargestellt haben. Kurzrasenweide und Koppelweide liefern bei optimalen Bedingungen hohe TM-Zuwächse während der Vegetationsperiode, wobei kurzzeitig bis zu  $80 \text{ kg TM ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$  möglich sind.

Im Versuch **Bio-Mähweide** erreichte die Schnittnutzung **S** mit  $12.518 \text{ kg TM ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  die signifikant höchsten Mengenerträge. Die übrigen drei Varianten (**SW**, **MW** und **KW**) erreichten Jahreserträge von  $9.813$  bis  $10.385 \text{ kg TM ha}^{-1}$ . Eine ähnliche Ertragsdifferenzierung zwischen Schnitt- und Weidenutzung konnte auch im nachfolgenden **Bio-Weidesysteme**-Versuch ermittelt werden. Auch hier erreichte das Schnittsystem **4S** mit  $10.774 \text{ kg TM ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  signifikant höhere Mengenerträge als die beiden simulierten Weidevarianten **KU** ( $9.430 \text{ kg TM ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) und **KO** ( $9.420 \text{ kg TM ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ). Für eine objektive Gegenüberstellung der Mengenerträge von Weide- und Schnittnutzungssystemen müssen die entsprechenden Verluste der in den Versuchen erhobenen Ernteerträge berücksichtigt werden. Diese können bei Schnittnutzung 25-30 % und bei Weidenutzung 13-19 % ausmachen (gemessen an den Ernteerträgen). Bei guten Weidebeständen und einem optimalen Weidemanagement lassen sich auch im Klimaraum der Ostalpen hohe Erträge auf der Fläche realisieren. Die Weide kann bei einem der Nutzung entsprechenden Pflanzenbestand und einer angepassten Düngung mit der üblichen Schnittnutzung mithalten.

Bei der Entwicklung der XP-Gehalte während der Vegetationsperiode konnte in Variante **KW** (**Bio-Mähweide**) ein signifikanter Anstieg ab Frühjahr ( $192 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  Anfang Mai bzw.  $177 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  Ende Mai) bis zum Spätsommer ( $227 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ ) bzw. Herbst ( $223 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ ) beobachtet werden. Dieselbe Entwicklung zeigte sich ebenfalls im Versuch **Bio-Weidesysteme**. In Variante **KU** stiegen die XP-Gehalte von  $186 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  im Frühling bis auf  $238 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  im Spätsommer bzw.  $226 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  im Herbst an. Variante **KO** zeigte, auf einem etwas niedrigeren Niveau, dasselbe Bild und die XP-Gehalte stiegen ebenfalls signifikant von  $163 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  im Frühling bis auf  $215 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$  im Herbst an. Die Summe der Gerüstsubstanzen erreichte im Versuch **Bio-Mähweide** in Variante **KW** im Frühling ( $371 \text{ g NDF kg}^{-1} \text{ TM}$ ) und ab Mitte August ( $360-389 \text{ g NDF kg}^{-1} \text{ TM}$ ) die niedrigsten Gehalte. Ende Mai wurden mit  $438 \text{ g NDF kg}^{-1} \text{ TM}$  die signifikant höchsten Gehalte erreicht. Der Verlauf im Versuch **Bio-Weidesysteme** war ähnlich. Variante **KU** erreichte die signifikant höchsten Gehalte von Mitte Mai ( $410 \text{ g NDF kg}^{-1} \text{ TM}$ ) bis Mitte August ( $412 \text{ g NDF kg}^{-1} \text{ TM}$ ). Im Frühling ( $387 \text{ g NDF kg}^{-1} \text{ TM}$ ) und Herbst ( $357 \text{ g NDF kg}^{-1} \text{ TM}$ ) waren diese signifikant niedriger. Variante **KO** zeigte die signifikant höchsten NDF-Gehalte von Ende April ( $417 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ ) bis Ende Mai ( $433 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ ) sowie Ende Juli ( $424 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ ). Ende Juni ( $402 \text{ g NDF kg}^{-1} \text{ TM}$ ) und Ende August ( $404 \text{ g NDF kg}^{-1} \text{ TM}$ ) waren diese niedriger, bevor im Herbst mit  $368 \text{ g NDF kg}^{-1} \text{ TM}$  die signifikant niedrigsten Werte erreicht wurden.

Die ruminale Abbaubarkeit der Futterproben aus dem Versuch **Bio-Weidesysteme** zeigte in beiden simulierten Weidevarianten **KU** und **KO** für TM, OM, XP und NDF im Jahresverlauf ähnliche

Veränderungen. Es konnte jeweils eine Abnahme der Abbaubarkeit vom Frühling bis zum Sommer und eine nachfolgend leichte Zunahme zum Herbst hin festgestellt werden. Die Futterproben beider Varianten verweilten bis zu 96 Stunden im Pansen der Kühe. Der maximale Abbauwert wurde in beiden geprüften Weidefuttermitteln (**KU** und **KO**) bereits nach 48 Stunden Inkubationszeit erreicht. Die TM-Abbauwerte der Kurzrasenweideproben (**KU**) von Ende April lagen nach einer Inkubationszeit von 48 Stunden bei 88 %. Im weiteren Vegetationsverlauf sanken diese bis Ende Juli auf 83 % ab und stiegen bis Mitte September wieder auf 86 % an. Im Koppelsystem (**KO**) lagen die TM-Abbauwerte der Proben geringfügig unter denen der Variante **KU** und erreichten Ende April 86 %, Ende Juli lagen diese bei 80 % und Mitte September stiegen sie ebenfalls wieder leicht auf 82 bis 85 % an.

Veränderungen in der Nutzungshäufigkeit des Dauergrünlandes führen bereits kurzfristig zu einer Änderung in der Artenzusammensetzung. Damit diese Veränderungen im Pflanzenbestand bei der Umstellung von einer bisherigen Schnitt- auf eine Weidenutzung gelenkt und zielgerichtet erfolgen, müssen Nachsaaten vorgenommen werden. Dadurch lässt sich sicherstellen, dass die entstehenden Lücken, als Folge eines Nutzungswechsels, mit wertvollen und weidefähigen Arten aufgefüllt werden. Weidesysteme, wie die Kurzrasen- oder Koppelweide, können unter ostalpinen Klimabedingungen und unter Berücksichtigung der jeweiligen Ernteverluste im Ertrag mit der am jeweiligen Standort üblichen Schnittnutzung von Wiesen mithalten. Beim Rohproteintrag übertreffen sie die Schnittnutzung teilweise deutlich. Auch sonst zeichnet sich das Weidefutter im ostalpinen Klimaraum durch hohe Inhaltsstoffkonzentrationen aus und kann mit klimatisch begünstigteren Weideregionen mithalten. Die kürzere Vegetationsdauer zeigt hier keinen limitierenden Einfluss. Die XP-Gehalte erreichen auf Weideflächen Konzentrationen, wie sie sonst bei Körnererbsen beobachtet werden können. Diese resultieren als Folge des frühen Nutzungszeitpunktes und der guten Bestände an *Trifolium repens*.

Die Weidehaltung im Klima des Ostalpenraumes und unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft stellt sowohl ein leistungsfähiges System zur Nutzung des Dauergrünlandes als auch eine wichtige Grundlage für den nachhaltigen Erhalt von Betrieben sowie des Dauergrünlands dar.

## 14 Summary

The use of permanent grassland for grazing has a centuries-old tradition in the Alps. Nevertheless, the use of grazing as a form of cattle feeding declined sharply in the second half of the 20<sup>th</sup> century and gave way to year-round stable feeding. In organic farming, grazing is a legal basis and therefore this ruminant-friendly feeding system is becoming more and more important for an increasing number of farms. Especially in regions such as the climate region of the Eastern Alps, with a high proportion of organically managed and cattle-raising grassland farms, grazing is currently gaining in importance again.

The implementation of modern grazing systems, such as continuous and rotational grazing in the climate of the Eastern Alps and under conditions of the organic farming formed the basis for the research questions:

1. Permanent and intensive grazing compared to cutting use does not change the species composition of the grassland sward in the eastern alpine climate region.
2. Grazing at different sward heights has no influence on the DM growth of permanently grazed swards during the vegetation period.
3. The quantity and quality yields under intensive grazing conditions in the Eastern Alps do not differ from those of a normal cutting use.
4. The climate in the Eastern Alps has no influence on the concentration of fodder ingredients of intensively grazed swards.
5. The forage from intensively grazed swards in the Eastern Alps shows no differences in ruminal degradability compared to grazed swards from climatically favoured regions.

The present dissertation compares two grazing research projects under East Alpine climate conditions. These trials were carried out at the Institute of Organic Farming and Farm Animal Biodiversity (Organic-Institute) of the Agricultural Research and Education Centre Raumberg-Gumpenstein (Austria). Since grazing is part of the regulations in organic farming and the most appropriate feeding for ruminants, research in the field of grazing, with a focus on adaptation to modern farm conditions, has been a central focus of work at the Organic-Institute since 2005. The present work comprises two experiments with the topics "Influence of different grazing systems on soil and plant composition in organic farming" (short name **Organic-Cutting-Grazing**) and "Forage qualities and increment performance of permanent grazing systems at different sward heights" (short name **Organic-Grazing-Systems**). Both studies were dedicated to three major subject areas: 1) The development of the plant composition, 2) The dry matter growth and yield of grazed swards and 3) The contents and the nutritional quality of grazed grass.

The inner-alpine experimental site (latitude 47° 31' 03" N and longitude 14° 04' 27") of the Organic-Institute in Trautenfels (Styria) is located at an altitude of 680 m above sea level. In the long-term average of 1981-2010 an annual temperature of 6.9 °C and an annual precipitation

of 1,142 mm was measured. During the test period (2007-2016), a significantly higher annual average temperature of 8.8 °C (7.7-9.7 °C) and a somewhat lower annual precipitation of 1,070 mm (963-1,287 mm) was recorded. Four different variants were tested in the **Organic-Cutting-Grazing** trial. A four-time cutting (**S**), a continuous grazing (**KW**), a first cut followed by continuous grazing (**MW**) as well as a fourth variant with annual alternation of four-time cutting and continuous grazing (**SW**). In the experiment **Organic-Grazing-Systems**, the variants were also a four-time cutting (**4S**) and two variants of continuous (**KU**) and rotational grazing (**KO**). The grazed variants were all simulated and mowed 6-8 times a year depending on the research question.

In the species composition of the permanent grassland, mainly the cutting variants (**S** and **4S**) differed from the at least partially grazed variants (**KW**, **MW**, **SW**, **KU** and **KO**). *Dactylis glomerata* benefited from the cutting use and was able to significantly increase the area percentage in variant **S** from initially 6 (2007) to 14 (2009) to 22 % (2013). In return, the area percentage of *Dactylis glomerata* decreased in the other three variants (**SW**, **MW** and **KW**) during intensive grazing (2013 2-3 %). With 13 %, *Poa trivialis* in variant **S** achieved twice as high an average area percentage as the other variants (**SW**, **MW** and **KW**). *Lolium perenne* significantly increased in the **Organic-Cutting-Grazing** trial from initially 7 (2007) to 22 % (2013) across all four variants. The same development was observed in the **Organic-Grazing-Systems** trial for all three variants, and the area shares increased significantly from 33 (2014) to 49 % (2016). The species *Poa pratensis*, which is optimally adapted to the mountainous region, achieved area percentages of 12 % in the variants **SW**, **MW** and **KW**, which were significantly higher than in variant **S** with 7 %. In the follow-up experiment **Organic-Grazing-Systems**, however, no differences were found between the variants (**KU**, **KO** and **4S**). The area percentage of *Poa pratensis* in all variants was between 16 and 17 %. These results show that intensive grazing leads to significant shifts in species composition on permanent grassland after only a few years.

In the **Organic-Cutting-Grazing** trial, the **KW** variant achieved the significantly highest daily dry matter growth (63-64 kg DM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) in all trial years in the period from mid-July to mid-August. In the **Organic-Grazing-Systems** trial, the significantly highest daily DM growth (56-64 kg DM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) was recorded in summer from the beginning of June to the beginning of August for both variants **KU** and **KO**. During the entire trial period (2007-2016), below-average precipitation was measured in the months of March and April, compared to the long-term average (March 82 l and April 57 l) in almost all years. Besides fertilisation, this is probably one of the decisive factors for the lower DM growth in spring. Under optimal conditions, continuous and rotational grazing provide high DM growth during the vegetation period, whereby up to 80 kg DM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> are possible for short periods.

In the trial **Organic-Cutting-Grazing**, variant **S** achieved the significantly highest yields with 12,518 kg DM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. The other three variants (**SW**, **MW** and **KW**) achieved annual yields of 9,813 to 10,385 kg DM ha<sup>-1</sup>. A similar yield differentiation between cutting and grazing use could also be determined in the followed **Organic-Grazing-Systems** trial. The cutting variant **4S**

with 10,774 kg DM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> achieved significantly higher yields than the two simulated grazed variants **KU** (9,430 kg DM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) and **KO** (9,420 kg DM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>). For an objective comparison of the yields of grazed and cut areas, the corresponding losses of the harvested yields recorded in the trials have to be taken into account. These losses can amount to 25-30 % for cuttings and 13-19 % for grazing (measured on the harvested yields). With good stocking rate and optimal grazing management, high yields can also be achieved in the climate conditions of the Eastern Alps. Grazed areas can keep up with the usual cutting system if the species composition is appropriate to the use and if fertilisation is adapted.

In the development of the CP content during the vegetation period, a significant increase from spring (192 g kg<sup>-1</sup> DM at the beginning of May and 177 g kg<sup>-1</sup> DM at the end of May) to late summer (227 g kg<sup>-1</sup> DM) and autumn (223 g kg<sup>-1</sup> DM) could be observed in the variant **KW (Organic-Cutting-Grazing)**. The same development was also observed in the trial **Organic-Grazing-Systems**. In variant **KU** the CP contents increased from 186 g kg<sup>-1</sup> DM in spring to 238 g kg<sup>-1</sup> DM in late summer and 226 g kg<sup>-1</sup> DM in autumn. Variant **KO** showed the same trend at a slightly lower level and the CP contents also increased significantly from 163 g kg<sup>-1</sup> DM in spring to 215 g kg<sup>-1</sup> DM in autumn. The sum of the cell wall substances reached the lowest contents in the trial **Organic-Cutting-Grazing** in variant **KW** in spring (371 g NDF kg<sup>-1</sup> DM) and from mid-August (360-389 g NDF kg<sup>-1</sup> DM). At the end of May, the significantly highest contents were achieved with 438 g NDF kg<sup>-1</sup> DM. The trend of the experiment **Organic-Grazing-Systems** was similar. Variant **KU** reached the significantly highest contents from mid-May (410 g NDF kg<sup>-1</sup> DM) to mid-August (412 g NDF kg<sup>-1</sup> DM). In spring (387 g NDF kg<sup>-1</sup> DM) and autumn (357 g NDF kg<sup>-1</sup> DM), these were significantly lower. Variant **KO** showed the significantly highest NDF contents from the end of April (417 g NDF kg<sup>-1</sup> DM) to the end of May (433 g NDF kg<sup>-1</sup> DM) and the end of July (424 g NDF kg<sup>-1</sup> DM). At the end of June (402 g NDF kg<sup>-1</sup> DM) and the end of August (404 g NDF kg<sup>-1</sup> DM) these were lower, before the significantly lower values were reached in autumn with 368 g NDF kg<sup>-1</sup> DM.

The ruminal degradability of forage samples from the **Organic-Grazing-Systems** trial showed similar changes over the year in both simulated grazing variants **KU** and **KO** for DM, OM, CP and NDF. A decrease in degradability was observed from spring to summer and a subsequent slight increase towards autumn. The feed samples of both variants incubated in the rumen of the cows for up to 96 hours. The maximum degradation value was already reached after 48 hours of incubation time in both tested forage variants (**KU** and **KO**). The DM degradation values of the continuous grazing (**KU**) samples from the end of April were 88 % after an incubation time of 48 hours. In the further course of the vegetation period, these fell to 83 % by the end of July and rose to 86 % by mid-September. In the rotational grazing system (**KO**), the DM degradation values of the samples were slightly below those of the **KU** variant and reached 86 % at the end of April, 80 % at the end of July and a slight increase from 82 to 85 % in mid-September.

Changes in the frequency of use of permanent grassland already lead to a change in the species composition in a short time. In order to ensure that these changes in the plant composition take place controlled and target-oriented when converting from cutting to grazing, reseeding must be carried out. This ensures that the gaps that arise as a result of a change of use are filled with valuable and grazing species. Grazing systems, such as continuous or rotational grazing, under Eastern Alpine climatic conditions and taking into account the respective harvest losses, keep up with the yield of meadows that are usually cut in the respective location. In terms of crude protein (CP) yield, they sometimes clearly exceed the use of cuttings. Also, in other respects the pasture fodder in the eastern Alpine climate region is characterised by high concentrations of ingredients and can keep up with climatically favoured pasture regions. The shorter vegetation period has no limiting influence here. The CP contents of grazed grass reach concentrations which can otherwise be observed in grain peas. This results from the early forage use and the good proportions of *Trifolium repens*.

Grazing in the climate of the Eastern Alps and under organic farming conditions is an efficient system for the use of permanent grassland and is an important basis for the sustainable maintenance of farms as well as for the permanent grassland.

## 15 Literaturverzeichnis

- Agehara, S. und Warncke, D.D. (2005): Soil Moisture and Temperature Effects on Nitrogen Release from Organic Nitrogen Sources. *Soil Science Society of America Journal* 69 (6), 1844-1855.
- ALVA (1983): Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen.
- Baur, I.; Dobricki, M. und Lips, M. (2010): Einstellungen zu Hochleistungs- und Vollweidestrategie. *Agrarforschung Schweiz* 1 (9), 326-333.
- Beever, D.E.; Offer, N. und Gill, M. (2000): The Feeding Value of Grass and Grass Products. In Hopkins (Ed.): *Grass - Its Production and Utilization*, 3, Blackwell Science Ltd, 140-195.
- Bélanger, G. (1996): Morphogenetic and structural characteristics of field-grown timothy cultivars differing in maturity. *Canadian Journal of Plant Science* 76 (2), 277-282.
- Berone, G.D.; Lattanzi, F.A.; Agnusdei, M.G. und Bertolotti, N. (2008): Growth of individual tillers and tillering rate of *Lolium perenne* and *Bromus stamineus* subjected to two defoliation frequencies in winter in Argentina. *Grass and Forage Science* 63 (4), 504-512.
- Binnie, R.C.; Mayne, C.S. und Laidlaw, A.S. (2001): The effects of rate and timing of application of fertilizer nitrogen in late summer on herbage mass and chemical composition of perennial ryegrass swards over the winter period in Northern Ireland. *Grass and Forage Science* 56 (1), 46-56.
- Blaschka, A. (2014): Mit Zähnen und Klauen: Erhalt und Wiederherstellung von Ökosystemleistungen einer alpinen Kulturlandschaft. Dissertation, Paris Lodron Universität Salzburg, Naturwissenschaftlichen Fakultät, Salzburg, 276 S.
- Blättler, T.; Durgiai, B.; Knapp, L. und Haller, T. (2015a): Projekt Optimilch: Wirtschaftlichkeit der Hochleistungsstrategie – Ergebnisse 2000 bis 2010. *Agrarforschung Schweiz* 6 (7-8), 346–353.
- Blättler, T.; Durgiai, B.; Knapp, L. und Haller, T. (2015b): Projekt Optimilch: Wirtschaftlichkeit der Vollweidestrategie – Ergebnisse 2000 bis 2010. *Agrarforschung Schweiz* 6 (7-8), 354-361.
- Bogaerts, M.; Cirhigiri, L.; Robinson, I.; Rodkin, M.; Hajjar, R.; Costa Junior, C. und Newton, P. (2017): Climate change mitigation through intensified pasture management: Estimating greenhouse gas emissions on cattle farms in the Brazilian Amazon. *Journal of Cleaner Production* 162, 1539-1550.
- Böhler, D.; Heller, S.; Hertzberg, H.; Meili, E. und Steiner, F. (2010): Bioweidemast - Mit Grundfutter Qualitätsrindfleisch erzeugen.
- Bohner, A. (1998): Almwirtschaft und Gebirgs-Ökosysteme. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien, 169 und 215 S.
- Bohner, A. (1999): Soziologie und Ökologie der Weiden-von der Tallage bis in den alpinen Bereich. 5. Alpenländisches Expertenforum, Irdning, BAL Gumpenstein, 18.019.03.1999, 31-39.
- Borsdorf, A. und Bender, O. (2007): Kulturlandschaftsverlust durch Verbuschung und Verwaldung im subalpinen und hochmontanen Höhenstockwerk: Die Folgen des klimatischen

- und sozioökonomischen Wandels: Alpine Kulturlandschaft im Wandel, Innsbrucker Geographische Gesellschaft, Innsbruck, 29-50.
- Bovolenta, S.; Spanghero, M.; Dovier, S.; Orlandi, D. und Clementel, F. (2008): Chemical composition and net energy content of alpine pasture species during the grazing season. *Animal Feed Science and Technology* 140 (1), 164-177.
- Brock, J.L. (1988): Evaluation of New Zealand bred white clover cultivars under rotational grazing and set stocking with sheep. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association, New Zealand Grassland Association.*, 203-206 S.
- Brock, J.L.; Hume, D.E. und Fletcher, R.H. (1996): Seasonal variation in the morphology of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and cocksfoot (*Dactylis glomerata*) plants and populations in pastures under intensive sheep grazing. *The Journal of Agricultural Science* 126 (1), 37-51.
- Bryan, W.B.; Thayne, W.V. und Prigge, E.C. (1990): Sward Height and a Capacitance Probe for Estimating Herbage Mass. *Journal of Agronomy and Crop Science* 164 (3), 208-212.
- Bryan, W.B.; Prigge, E.C.; Lasat, M.; Pasha, T.; Flaherty, D.J. und Lozier, J. (2000): Productivity of Kentucky Bluegrass Pasture Grazed at Three Heights and Two Intensities Published as West Virginia Agric. and Forestry Exp. Stn. Sci. Paper no. 2694. *Agronomy Journal* 92 (1), 30-35.
- Buchgraber, K.; Schaumberger, A. und Pötsch, E.M. (2011): Grassland Farming in Austria - status quo and future prospective. *Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation, Irdning-Donnesbachtal, Organising Committee of the 16th Symposium of the EGF 2011 and Agricultural Research and Education Centre (AREC) Raumberg-Gumpenstein 8952 Irdning, Austria*, 13-24 S.
- Bughrara, S. (2003): Supina bluegrass. In Casler und Duncan (Eds.): *Turfgrass biology, genetics, and breeding*, John Wiley & Sons, Hoboken, 53-59.
- Campbell, A.G. (1964): Grazed Pasture Parameters: Dead herbage, net gain and utilization of pasture. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, New Zealand Society of Animal Production*, 24, Jan, 17-28.
- Cashman, P.A.; McEvoy, M.; Gilliland, T.J. und O'Donovan, M. (2016): A comparison between cutting and animal grazing for dry-matter yield, quality and tiller density of perennial ryegrass cultivars. *Grass and Forage Science* 71 (1), 112-122.
- Castle, M.E. (1976): A simple disc instrument for estimating herbage yield. *Grass and Forage Science* 31 (1), 37-40.
- Cho, A.S.; Ueda, K. und Kondo, S. (2012): Evaluation of associative effects on ruminal digestion kinetics between pasture and grains using in vitro gas production method. *Animal Science Journal* 83 (9), 650-655.
- Connolly, J.; Sebastià, M.-T.; Kirwan, L.; Finn, J.A.; Llorba, R.; Suter, M.; Collins, R.P.; Porqueddu, C.; Helgadóttir, Á.; Baadshaug, O.H.; Bélanger, G.; Black, A.; Brophy, C.; Čop, J.; Dalmannsdóttir, S.; Delgado, I.; Elgersma, A.; Fothergill, M.; Frankow-Lindberg, B.E.; Ghesquiere, A.; Golinski, P.; Grieu, P.; Gustavsson, A.-M.; Höglind, M.; Huguenin-Elie, O.; Jørgensen, M.; Kadziulienė, Z.; Lunnan, T.; Nykanen-Kurki, P.; Ribas, A.; Taube, F.; Thumm, U.; De Vlieghe, A. und Lüscher, A. (2018): Weed suppression greatly increased

- by plant diversity in intensively managed grasslands: A continental-scale experiment. *Journal of Applied Ecology* 55 (2), 852-862.
- Curll, M.L. und Wilkins, R.J. (1982): Frequency and severity of defoliation of grass and clover by sheep at different stocking rates. *Grass and Forage Science* 37 (4), 291-297.
- Davies, A. (2001): Competition between Grasses and Legumes in Established Pastures. In Tow und Lazenby (Eds.): *Competition and succession in pastures*, CABI, 63-83.
- De Bello, F.; Lepš, J. und Sebastià, M.-T. (2006): Variations in species and functional plant diversity along climatic and grazing gradients. *Ecography* 29 (6), 801-810.
- Deléglise, C.; Meisser, M.; Mosimann, E.; Spiegelberger, T.; Signarbieux, C.; Jeangros, B. und Buttler, A. (2015): Drought-induced shifts in plants traits, yields and nutritive value under realistic grazing and mowing managements in a mountain grassland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 213, 94-104.
- Dietl, W.; Lehmann, J. und Jorquera, M. (1998): *Wiesengräser*, 1. Auflage, LMZ, Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale.
- Dulphy, J.P. (1987): Fenaison: pertes en cours de récolte et de conservation. In Demarquilly (Ed.): *Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation*, INRA, Paris, 103-124.
- Durand, J.-L.; Onillon, B.; Schnyder, H. und Rademacher, I. (1995): Drought effects on cellular and spatial parameters of leaf growth in tall fescue. *Journal of Experimental Botany* 46 (9), 1147-1155.
- Dürr, G.H.; Kunelius, H.T.; Drapeau, R.; McRae, K.B. und Fillmore, S.A.E. (2005): Herbage yield and composition of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) cultivars under two harvest systems. *Canadian Journal of Plant Science* 85 (3), 631-639.
- Eldridge, D.J.; Poore, A.G.B.; Ruiz-Colmenero, M.; Letnic, M. und Soliveres, S. (2016): Ecosystem structure, function, and composition in rangelands are negatively affected by livestock grazing. *Ecological Applications* 26 (4), 1273-1283.
- Erb, K.-H.; Gaube, V.; Krausmann, F.; Plutzer, C.; Bondeau, A. und Haberl, H. (2007): A comprehensive global 5 min resolution land-use data set for the year 2000 consistent with national census data. *Journal of land use science* 2 (3), 191-224.
- Ertl, P.; Knaus, W. und Zollitsch, W. (2016a): An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. *animal* 10 (11), 1883-1889.
- Ertl, P.; Steinwidder, A.; Schönauer, M.; Krimberger, K.; Knaus, W. und Zollitsch, W. (2016b): Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including relative occupation of different land categories / Netto-Lebensmittelproduktion der Nutztierhaltung: Eine nationale Analyse für Österreich inklusive relativer Flächenbeanspruchung. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment* 67 (2), 91-103.
- Evans, P.S. (1971): Root growth of *Lolium perenne* L. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 14 (3), 552-562.
- FAOSTAT (2018): Land use database, year 2016.

- Fatichi, S.; Zeeman, M.J.; Fuhrer, J. und Burlando, P. (2014): Ecohydrological effects of management on subalpine grasslands: From local to catchment scale. *Water Resources Research* 50 (1), 148-164.
- Fetzel, T.; Havlik, P.; Herrero, M.; Kaplan, J.O.; Kastner, T.; Kroisleitner, C.; Rolinski, S.; Searchinger, T.; Van Bodegom, P.M.; Wirsenius, S. und Erb, K.H. (2017): Quantification of uncertainties in global grazing systems assessment. *Global Biogeochemical Cycles* 31 (7), 1089-1102.
- Froud-Williams, R.J.; Hilton, J.R. und Dixon, J. (1986): Evidence for an endogenous cycle of dormancy in dry stored seeds of *Poa trivialis* L. *New Phytologist* 102 (1), 123-131.
- Ganche, E.; O'Donovan, M.; Delaby, L.; Boland, T.M. und Kennedy, E. (2015): Does post-grazing sward height influence sward characteristics, seasonal herbage dry-matter production and herbage quality? *Grass and Forage Science* 70 (1), 130-143.
- Gao, X.; Hao, X.; Marchbank, D.H.; Beck, R.; Willms, W.D. und Zhao, M. (2016): Responses of herbage P, Ca, K and Mg content and Ca/P and K/(Ca + Mg) ratios to long-term continuous and discontinued cattle grazing on a rough fescue grassland. *Grass and Forage Science* 72 (3), 581-589.
- GfE (1998): Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen, 7, *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology*, 141-150.
- GfE (2008): *Energy and Nutrient Requirements of Livestock, Nr. 11: Recommendations for the Supply of Energy and Nutrients to Pigs.*
- Glassey, C.B. (2011): Summer pasture yield variation in a central Waikato location from 1979 to 2010: implications for pasture persistence. *Journal* 15 (Issue), 15-20.
- Grace, C.; Boland, T.M.; Sheridan, H.; Brennan, E.; Fritch, R. und Lynch, M.B. (2019): The effect of grazing versus cutting on dry matter production of multispecies and perennial ryegrass-only swards. *Grass and Forage Science* 74 (3), 437-449.
- Grace, C.; Boland, T.M.; Sheridan, H.; Lott, S.; Brennan, E.; Fritch, R. und Lynch, M.B. (2018): The effect of increasing pasture species on herbage production, chemical composition and utilization under intensive sheep grazing. *Grass and Forage Science* 73 (4), 852-864.
- Gruber, L.; Häusler, J.; Steinwidder, A.; Schauer, A. und Maierhofer, G. (2006): Influence of cutting frequency in Alpine permanent grassland on nutritive value, DM yield and agroeconomic parameters. *Slovak Journal of Animal Science* 39 (1-2), 26-42.
- Guderle, M.; Bachmann, D.; Milcu, A.; Gockele, A.; Bechmann, M.; Fischer, C.; Roscher, C.; Landais, D.; Ravel, O.; Devidal, S.; Roy, J.; Gessler, A.; Buchmann, N.; Weigelt, A. und Hildebrandt, A. (2018): Dynamic niche partitioning in root water uptake facilitates efficient water use in more diverse grassland plant communities. *Functional Ecology* 32 (1), 214-227.
- Hamilton, N.R.S. (2001): Measurement of Competition and Competition Effects in Pastures In *Tow und Lazenby (Eds.): Competition and succession in pastures*, CABI, 15-42.
- Herrero, M.; Thornton, P.K.; Gerber, P. und Reid, R.S. (2009): Livestock, livelihoods and the environment: understanding the trade-offs. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 1 (2), 111-120.

- Herrmann, K.; Elsässer, M. und Jilg, T. (2011): Nachhaltige Milchproduktion in Baden-Württemberg - eine regionale Bewertung, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Aulendorf, 208 S.
- Hilton, J.R.; Froud-Williams, R.J. und Dixon, J. (1984): A relationship between phytochrome photoequilibrium and germination of seeds of *Poa trivialis* L. from contrasting habitats. *New Phytologist* 97 (3), 375-379.
- Hofgaard, I.S.; Wanner, L.A.; Hageskal, G.; Henriksen, B.; Klemsdal, S.S. und Tronsmo, A.M. (2006): Isolates of *Microdochium nivale* and *M. majus* Differentiated by Pathogenicity on Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) and in vitro Growth at Low Temperature. *Journal of Phytopathology* 154 (5), 267-274.
- Hofstetter, P.; Frey, H.J.; Gazzarin, C.; Wyss, U. und Kunz, P. (2014): Dairy farming: indoor v. pasture-based feeding. *The Journal of Agricultural Science* 152 (6), 994-1011.
- Hoover, D.L. und Rogers, B.M. (2016): Not all droughts are created equal: the impacts of inter-annual drought pattern and magnitude on grassland carbon cycling. *Global Change Biology* 22 (5), 1809-1820.
- Hoover, D.L.; Knapp, A.K. und Smith, M.D. (2014): Resistance and resilience of a grassland ecosystem to climate extremes. *Ecology* 95 (9), 2646-2656.
- Horn, M.; Steinwidder, A.; Starz, W.; Pfister, R. und Zollitsch, W. (2014): Interactions between calving season and cattle breed in a seasonal Alpine organic and low-input dairy system. *Livestock Science* 160 (0), 141-150.
- Huguenin-Elie, O.; Stutz, C.J.; Lüscher, A. und Gago, R. (2006): Wiesenverbesserung durch Über-saat. *Agrarforschung* 13 (10), 424-429.
- Inauen, N.; Körner, C. und Hiltbrunner, E. (2013): Hydrological consequences of declining land use and elevated CO<sub>2</sub> in alpine grassland. *Journal of Ecology* 101 (1), 86-96.
- Isselstein, J.; Griffith, B.A.; Pradel, P. und Venerus, S. (2007): Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 1. Nutritive value of herbage and livestock performance. *Grass and Forage Science* 62 (2), 145-158.
- Jog, S.; Kindscher, K.; Questad, E.; Foster, B. und Loring, H. (2006): Floristic Quality as an Indicator of Native Species Diversity in Managed Grasslands. *Natural Areas Journal* 26 (2), 149-167.
- Johnson, I.R. und Parsons, A.J. (1985): Use of a model to analyse the effects of continuous grazing managements on seasonal patterns of grass production. *Grass and Forage Science* 40 (4), 449-458.
- Jolliffe, P.A. (2000): The replacement series. *Journal of Ecology* 88 (3), 371-385.
- Jones, G.B. und Tracy, B.F. (2015): Evaluating seasonal variation in mineral concentration of cool-season pasture herbage. *Grass and Forage Science* 70 (1), 94-101.
- Käch, S.; Pitt, J. und Eastes, D. (2014): Professionelles Umtriebsweidesystem für Milchkühe. *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion, Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Band 16, 21.-22.08.2014, 91-97.*
- Kanneganti, V.R. und Kaffka, S.R. (1995): Forage availability from a temperate pasture managed with intensive rotational grazing. *Grass and Forage Science* 50 (1), 55-62.

- Kennedy, E.; O'Donovan, M.; Murphy, J.P.; O'Mara, F.P. und Delaby, L. (2006): The effect of initial spring grazing date and subsequent stocking rate on the grazing management, grass dry matter intake and milk production of dairy cows in summer. *Grass and Forage Science* 61 (4), 375-384.
- Kennedy, E.; O'Donovan, M.; Murphy, J.P.; Delaby, L. und O'Mara, F.P. (2007): Effect of Spring Grazing Date and Stocking Rate on Sward Characteristics and Dairy Cow Production During Midlactation. *Journal of dairy science* 90 (4), 2035-2046.
- Kikuzawa, K. (1995): Leaf phenology as an optimal strategy for carbon gain in plants. *Canadian Journal of Botany* 73 (2), 158-163.
- Kirner, L. (2012): Wettbewerbsfähigkeit von Vollweidesystemen in der Milchproduktion im alpinen Grünland. *Die Bodenkultur - Journal for Land Management, Food and Environment* 63 (2-3), 17-27.
- Klapp, E. (1971): *Wiesen und Weiden: eine Grünlandlehre*, P. Parey.
- Köhler, B.; Diepolder, M.; Ostertag, J.; Thurner, S. und Spiekers, H. (2013): Dry matter losses of grass, lucerne and maize silage in bunker silos. *Agricultural and Food Science* 22, 145-150.
- Kunelius, H.T.; Dürr, G.H.; McRae, K.B. und Fillmore, S.A.E. (2006): Performance of Timothy-based Grass/Legume Mixtures in Cold Winter Region. *Journal of Agronomy and Crop Science* 192 (3), 159-167.
- Kunelius, H.T.; Dürr, G.H.; McRae, K.B.; Fillmore, S.A.E.; Bélanger, G. und Papadopoulos, Y.A. (2003): Yield, herbage composition, and tillering of timothy cultivars under grazing. *Canadian Journal of Plant Science* 83 (1), 57-63.
- Lattanzi, F.A.; Schnyder, H. und Thornton, B. (2004): Defoliation effects on carbon and nitrogen substrate import and tissue-bound efflux in leaf growth zones of grasses. *Plant, Cell & Environment* 27 (3), 347-356.
- Lecain, D.R.; Morgan, J.A.; Schuman, G.E.; Reeder, J.D. und Hart, R.H. (2000): Carbon exchange rates in grazed and ungrazed pastures of Wyoming. *Journal of Range Management* 53 (2), 199-206.
- Lehmann, J. (1995): Wie lässt sich das Wiesenrispengras fördern? *Agrarforschung* 2 (2), 53-56.
- Leimer, S.; Kreuziger, Y.; Rosenkranz, S.; Beßler, H.; Engels, C.; Hildebrandt, A.; Oelmann, Y.; Weisser, W.W.; Wirth, C. und Wilcke, W. (2014): Plant diversity effects on the water balance of an experimental grassland. *Ecohydrology* 7 (5), 1378-1391.
- Leisen, E. und Rieger, T. (2011): Wirtschaftlichkeit ökologischer Milchviehhaltung bei unterschiedlichem Weideumfang – 5-jährige Auswertung. 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Gießen, Verlag Dr. Köster, 15.-18.03.2011, 262-265.
- Lemaire, G. und Chapman, D. (1998): Tissue Flows in Grazed Plant Communities. In Hodgson und Illius (Eds.): *The Ecology and Management of Grazing Systems*, Le, 3-36.
- Li, C.; Hao, X.; Willms, W.D.; Zhao, M. und Han, G. (2010): Effect of long-term cattle grazing on seasonal nitrogen and phosphorus concentrations in range forage species in the fescue grassland of southwestern Alberta. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 173 (6), 946-951.

- MacDiarmid, B.N. und Watkin, B.R. (1971): The cattle dung patch. 1. Effect of dung patches on yield and botanical composition of surrounding and underlying pasture. *Grass and Forage Science* 26 (4), 239-246.
- Macdonald, K.A.; Penno, J.W.; Lancaster, J.A.S. und Roche, J.R. (2008): Effect of Stocking Rate on Pasture Production, Milk Production, and Reproduction of Dairy Cows in Pasture-Based Systems. *Journal of dairy science* 91 (5), 2151-2163.
- Marley, C.L.; Fraser, M.D.; Fisher, W.J.; Forbes, A.B.; Jones, R.; Moorby, J.M.; MacRae, J.C. und Theodorou, M.K. (2007): Effects of continuous or rotational grazing of two perennial ryegrass varieties on the chemical composition of the herbage and the performance of finishing lambs. *Grass and Forage Science* 62 (3), 255-264.
- Marriott, C.A.; Hood, K.; Fisher, J.M. und Pakeman, R.J. (2009): Long-term impacts of extensive grazing and abandonment on the species composition, richness, diversity and productivity of agricultural grassland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 134 (3), 190-200.
- Marriott, C.A.; Bolton, G.R.; Barthram, G.T.; Fisher, J.M. und Hood, K. (2002): Early changes in species composition of upland sown grassland under extensive grazing management. *Applied Vegetation Science* 5 (1), 87-98.
- Matthew, C.; Lemaire, G.; Hamilton, N.R.S. und Hernandez-Garay, A. (1995): A Modified Self-thinning Equation to Describe Size/Density Relationships for Defoliated Swards. *Annals of Botany* 76 (6), 579-587.
- Mawdsley, J.L. und Bardgett, R.D. (1997): Continuous defoliation of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and white clover (*Trifolium repens*) and associated changes in the composition and activity of the microbial population of an upland grassland soil. *Biology and Fertility of Soils* 24 (1), 52-58.
- Mazzanti, A. und Lemaire, G. (1994): Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. *Grass and Forage Science* 49 (3), 352-359.
- Milchunas, D.G.; Varnamkhandi, A.S.; Lauenroth, W.K. und Goetz, H. (1995): Forage quality in relation to long-term grazing history, current-year defoliation, and water resource. *Oecologia* 101 (3), 366-374.
- Mühlberg, H. (1965): Wuchsformenstudien in der Familie Poaceae Die Wuchsformen der mitteleuropäischen Poa-Arten. *Feddes Repertorium* 71 (1-3), 188-217.
- Münger, A. (2003): Intensive Milchproduktion und maximale Weidenutzung möglichkeiten, Grenzen, spezielle Futterungsaspekte. *Viehwirtschaftliche Fachtagung - Rinderaufzucht, Milchviehfütterung, Schafhaltung, Ökonomik, Gumpenstein, 30, 24.-25.04.2003*, 65-70.
- Münger, A. und Jans, F. (2001): Umtriebs- und Kurzrasenweide für Milchkühe im Vergleich. *Agrar Forschung Schweiz* 8 (11+12), 464-469.
- Nassiri, M. und Elgersma, A. (1998): Competition in perennial ryegrass–white clover mixtures under cutting. 2. Leaf characteristics, light interception and dry-matter production during regrowth. *Grass and Forage Science* 53 (4), 367-379.
- Neel, J.P.S.; Felton, E.E.D.; Singh, S.; Sexstone, A.J. und Belesky, D.P. (2016): Open pasture, silvopasture and sward herbage maturity effects on nutritive value and fermentation characteristics of cool-season pasture. *Grass and Forage Science* 71 (2), 259-269.

- Nelson, C.J. (2000): Shoot Morphological Plasticity of Grasses: Leaf Growth vs. Tillering. In Lemaire et al. (Eds.): *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*, CABI Publishing, London, 101-126.
- NRC (2001): *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Nurjaya, I.G.M.O. und Tow, P.G. (2001): Genotype and Environmental Adaptation as Regulators of Competitiveness. In Tow und Lazenby (Eds.): *Competition and succession in pastures*, CABI, 43-62.
- Olf, H. und Ritchie, M.E. (1998): Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology & Evolution* 13 (7), 261-265.
- Ørskov, E.R. und McDonald, I. (1979): The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science* 92 (2), 499-503.
- Ørskov, E.R.; Hovell, F.D. und Mould, F. (1980): The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production* 5 (3), 195-213.
- Owens, D.; McGee, M. und Boland, T. (2008): Intake, rumen fermentation, degradability and digestion kinetics in beef cattle offered autumn grass herbage differing in regrowth interval. *Grass and Forage Science* 63 (3), 369-379.
- Pakeman, R.J.; Fielding, D.A.; Everts, L. und Littlewood, N.A. (2019): Long-term impacts of changed grazing regimes on the vegetation of heterogeneous upland grasslands. *Journal of Applied Ecology* 56 (7), 1794-1805.
- Parsons, A.J. und Chapman, D.F. (1998): Principles of Grass Growth and Pasture Utilization. In Cherney und Cherney (Eds.): *Grass for Dairy Cattle*, CABI, 283-309.
- Parsons, A.J. und Chapman, D.F. (2000): The Principles of Pasture Growth and Utilization. In Hopkins (Ed.): *Grass - Its Production and Utilization*, 3, Blackwell Science Ltd, 31-89.
- Pavlů, V.; Hejcman, M.; Pavlů, L. und Gaisler, J. (2003): Effect of rotational and continuous grazing on vegetation of an upland grassland in the Jizerské hory Mts., Czech Republic. *Folia Geobotanica* 38 (1), 21-34.
- Pavlů, V.; Hejcman, M.; Pavlů, L.; Gaisler, J. und Nežerková, P. (2006): Effect of continuous grazing on forage quality, quantity and animal performance. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 113 (1-4), 349-355.
- Pecetti, L.; Johnson, R.C.; Romani, M.; Bassignana, M. und Della Marianna, G. (2011): Ecological characterization of supina bluegrass (*Poa supina* Schrad.) germplasm from the Italian Alps. *Grass and Forage Science* 66 (1), 88-92.
- Pereyra, D.A.; Bucci, S.J.; Arias, N.S.; Ciano, N.; Cristiano, P.M.; Goldstein, G. und Scholz, F.G. (2017): Grazing increases evapotranspiration without the cost of lowering soil water storages in arid ecosystems. *Ecohydrology* 10 (6), e1850.
- Perotti, E.; Probo, M.; Pittarello, M.; Lonati, M.; Lombardi, G. und Hölzel, N. (2018): A 5-year rotational grazing changes the botanical composition of sub-alpine and alpine grasslands. *Applied Vegetation Science* 21 (4), 647-657.
- Peters, T. und Taube, F. (2018): *Optimiertes Weidemanagement – smart grazing*, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, 37 S.

- Pirhofer-Walzl, K.; Sjøgaard, K.; Høgh-Jensen, H.; Eriksen, J.; Sanderson, M.A.; Rasmussen, J. und Rasmussen, J. (2011): Forage herbs improve mineral composition of grassland herbage. *Grass and Forage Science* 66 (3), 415-423.
- Pulido, R.G. und Leaver, J.D. (2003): Continuous and rotational grazing of dairy cows – the interactions of grazing system with level of milk yield, sward height and concentrate level. *Grass and Forage Science* 58 (3), 265-275.
- Resch, R.; Huber, G. und Pöllinger, A. (2016): Test der Pickup-Schwadertechnologie hinsichtlich erdiger Futtermittelverschmutzung, Rechnerverluste, Schwadform und Flächenleistung, Abschlussbericht, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 26 S.
- Ryser, P. und Urbas, P. (2000): Ecological significance of leaf life span among Central European grass species. *Oikos* 91 (1), 41-50.
- Şahin Demirbağ, N.; Röver, K.-U.; Wrage, N.; Hofmann, M. und Isselstein, J. (2009): Herbage growth rates on heterogeneous swards as influenced by sward-height classes. *Grass and Forage Science* 64 (1), 12-18.
- Sanderson, M. (2010): Nutritive Value and Herbage Accumulation Rates of Pastures Sown to Grass, Legume, and Chicory Mixtures. *Agronomy Journal* 102 (2), 728-733.
- Sanderson, M.A.; Goslee, S.C.; Soder, K.J.; Skinner, R.H.; Tracy, B.F. und Deak, A. (2007): Plant species diversity, ecosystem function, and pasture Management—A perspective. *Canadian Journal of Plant Science* 87 (3), 479-487.
- Schäufele, R. und Schnyder, H. (2001): Carbon and nitrogen deposition in expanding tissue elements of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) leaves during non-steady growth after defoliation. *Plant, Cell & Environment* 24 (4), 407-417.
- Schaumberger, A. (2011): Räumliche Modelle zur Vegetations- und Ertragsdynamik im Wirtschaftsgrünland. Technische Universität Graz, Institut für Geoinformation, 292 S.
- Schechtner, G. (1958): Grünlandsoziologische Bestandsaufnahme mittels "Flächenprozent-schätzung". *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 105 (1), 33-43.
- Schleip, I.; Lattanzi, F.A. und Schnyder, H. (2013): Common leaf life span of co-dominant species in a continuously grazed temperate pasture. *Basic and Applied Ecology* 14 (1), 54-63.
- Schmid, B.C.; Poschlod, P. und Prentice, H.C. (2017): The contribution of successional grasslands to the conservation of semi-natural grasslands species – A landscape perspective. *Biological Conservation* 206, 112-119.
- Schneider, S. und Bellof, G. (2009): Zum energetischen Futterwert von Grünaufwuchs für die Rinderfütterung von der Kurzrasenweide. Internationale Weidetagung 2009 „Vollweidehaltung – Umsetzung in der Praxis mit begleitender Beratung“, Grub, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 28.-29.04.2009, 9-13.
- Schnyder, H. und de Visser, R. (1999): Fluxes of Reserve-Derived and Currently Assimilated Carbon and Nitrogen in Perennial Ryegrass Recovering from Defoliation. The Regrowing Tiller and Its Component Functionally Distinct Zones. *Plant Physiology* 119 (4), 1423-1436.
- Schnyder, H. (2006): Physiologische und morphologische Grundlagen zum Regenerationsvermögen der Gräser. In Haber et al. (Eds.): *Rundgespräche der Kommission für Ökologie*,

Band 31 - Gräser und Grasland: Biologie-Nutzung-Entwicklung, 31, Bayerische Akademie der Wissenschaften, München, 39-46.

- Schori, F. (2009): Weidebesatzstärken: Auswirkung auf Milchleistung und Grasqualität. *Agrarforschung* 16 (11-12), 436-441.
- Schori, F. und Münger, A. (2014): Intake, feed conversion efficiency and grazing behaviour of two Holstein cow strains in a pasture-based production system under organic farming in Switzerland. *Organic Agriculture*, 1-12.
- Schwinning, S. und Parsons, A.J. (1996): Analysis of the Coexistence Mechanisms for Grasses and Legumes in Grazing Systems. *Journal of Ecology* 84 (6), 799-813.
- Skinner, R.H.; Sanderson, M.A.; Tracy, B.F. und Dell, C.J. (2006): Above- and Belowground Productivity and Soil Carbon Dynamics of Pasture Mixtures Mention of trade names or commercial products in this publication is solely for the purpose of providing specific information and does not imply recommendation or endorsement by the USDA. *Agronomy Journal* 98 (2), 320-326.
- Smith, R.S.; Buckingham, H.; Bullard, M.J.; Shiel, R.S. und Younger, A. (1996): The conservation management of mesotrophic (meadow) grassland in northern England. 1. Effects of grazing, cutting date and fertilizer on the vegetation of a traditionally managed sward. *Grass and Forage Science* 51 (3), 278-291.
- Spiegelberger, T.; Matthies, D.; Müller-Schärer, H. und Schaffner, U. (2006): Scale-dependent effects of land use on plant species richness of mountain grassland in the European Alps. *Ecography* 29 (4), 541-548.
- Starz, W.; Kreuzer, J.; Steinwidder, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2013): Ernte- und Qualitätserträge einer simulierten Kurzrasen- und Koppelweide bei trockenheitsgefährdetem Dauergrünland. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung - Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, Verlag Dr. Köster, 05.-08.03.2013, 176-179.
- Starz, W.; Steinwidder, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2011): Forage feeding value of continuous grazed sward on organic permanent grassland. *Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions - Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation*, Irdning, 16, 29.-31.08.2011, 356-358.
- 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, 15, 1009-1011.
- Starz, W. und Steinwidder, A. (2007): Stickstoffflüsse auf der Weide bei Vollweidehaltung im alpinen Raum Österreichs. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zwischen Tradition und Globalisierung, Universität Hohenheim,, Stuttgart, 20.-23.03.2007, 17-20.
- Steinberger, S.; Rauch, P.; Spiekers, H.; Hofmann, G. und Dorfner, G. (2012): Vollweide mit Winterkalbung - Ergebnisse von Pilotbetrieben, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, 102 S.
- Steinberger, S. und Spiekers, H. (2014): Weidebasierte Milchproduktion in Bayern. *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion, Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, 16, 102-106.

- Steinfeld, H.; Gerber, P.; Wassenaar, T.; Castel, V.; Rosales, M. und de Haan, C. (2006): Live-stock's long shadow: environmental issues and options, Food & Agriculture Org.
- Steinwider, A. und Starz, W. (2015): Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen, Leopold Stocker Verlag, Graz.
- Steinwider, A.; Starz, W.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2018a): Systemvergleich - Einfluss von Vollweide- oder Stallfütterung auf die Milchproduktion im Berggebiet Österreichs, Abschlussbericht, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 34 S.
- Steinwider, A.; Starz, W.; Rohrer, H.; Häusler, J. und Pfister, R. (2018b): Milchflächenleistung von Bio-Milchkühen bei Vollweide-oder Silagefütterung im Berggebiet Österreichs. Züchtungskunde 90, 218-239.
- Steinwider, A.; Starz, W.; Podstatzky, L.; Kirner, L.; Pötsch, E.; Pfister, R. und Gallnböck, M. (2010): Low-Input Vollweidehaltung von Milchkühen im Berggebiet Österreichs - Ergebnisse von Pilotbetrieben bei der Betriebsumstellung. Züchtungskunde 82 (3), 241-252.
- Steinwider, A.; Starz, W.; Pfister, R.; Pötsch, E.; Schwab, E.; Schwaiger, E.; Podstatzky, L.; Gallnböck, M. und Kirner, L. (2008): Untersuchungen zur Vollweidehaltung von Milchkühen unter alpinen Produktionsbedingungen, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 148 S.
- Steinwider, A.; Starz, W.; Podstatzky, L.; Kirner, L.; Pötsch, E.; Pfister, R. und Gallnböck, M. (2009): Ergebnisse zur saisonalen Low-Input Vollweidehaltung von Milchkühen im österreichischen Berggebiet. Werte – Wege – Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel, Zürich, Verlag Dr. Köster, 10, 11.-13.02.2009, 62-65.
- Steinwider, A.; Schneider, M.; Wachendorf, M.; Starz, W. und Pötsch, E.M. (2011): The future of organic grassland farming in mountainous regions of Central Europe. Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation, Irdning-Donnesbachtal, Organising Committee of the 16th Symposium of the EGF 2011 and Agricultural Research and Education Centre (AREC) Raumberg-Gumpenstein 8952 Irdning, Austria, 286-296 S.
- Stejskalová, M.; Hejcmanová, P.; Pavlů, V. und Hejcman, M. (2013): Grazing behavior and performance of beef cattle as a function of sward structure and herbage quality under rotational and continuous stocking on species-rich upland pasture. Animal Science Journal 84 (8), 622-629.
- Stewart, K.E.J.; Bourn, N.A.D. und Thomas, J.A. (2001): An evaluation of three quick methods commonly used to assess sward height in ecology. Journal of Applied Ecology 38 (5), 1148-1154.
- Sturludóttir, E.; Brophy, C.; Bélanger, G.; Gustavsson, A.-M.; Jørgensen, M.; Lunnan, T. und Helgadóttir, Á. (2014): Benefits of mixing grasses and legumes for herbage yield and nutritive value in Northern Europe and Canada. Grass and Forage Science 69 (2), 229-240.
- Suter, D.; Briner, H.-U.; Mosimann, E. und Stévenin, L. (2002): Wiesenrispengras Pegasus: neue Sorte mit Bestnoten. Agrarforschung 9 (9), 376-379.
- Tas, B.M.; Taweel, H.Z.; Smit, H.J.; Elgersma, A.; Dijkstra, J. und Tamminga, S. (2006): Rumen degradation characteristics of perennial ryegrass cultivars during the growing season. Animal Feed Science and Technology 131 (1), 103-120.

- Terler, G. (2013): Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf den ruminalen Trockenmasse-Abbau neun aktueller Silomais-Sorten unterschiedlicher Reifezahl. Universität für Bodenkultur, Wien, 115 S.
- Terry, R.A. und Tilley, J.M.A. (1964): The digestibility of the leaves and stems of Perennial Ryegrass, Cocksfoot, Timothy Tall Fescue Lucerne and Sainfon, as measured by an in vitro procedure. *Grass and Forage Science* 19 (4), 363-372.
- Thomet, P. und Hadorn, M. (1996): Futterangebot und Milchproduktion auf Kurzrasenweiden. *Agrarforschung* 3 (10), 505-508.
- Thomet, P. und Blättler, T. (1998): Graswachstum als Grundlage für die Weideplanung. *Agrarforschung* 5 (1), 25-28.
- Thomet, P.; Hadorn, M.; Troxler, J. und Koch, B. (2000): Entwicklung von Raigras/Weissklee-Mischungen bei Kurzrasenweide. *Agrarforschung* 7 (5), 218-223.
- Thomet, P.; Stettler, M.; Hadorn, M. und Mosimann, E. (2007): N-Düngung zur Lenkung des Futterangebotes von Weiden. *Agrarforschung* 14 (10), 472-477.
- Thomet, P.; Cutullic, E.; Bisig, W.; Wuest, C.; Elsaesser, M.; Steinberger, S. und Steinwidder, A. (2011): Merits of full grazing systems as a sustainable and efficient milk production strategy. *Grassland farming and land management systems in mountainous regions. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation, Gumpenstein, Austria, 29th-31st August, 2011, Agricultural Research and Education Center (AREC) Raumberg-Gumpenstein, 273-285 S.*
- Thomet, P. (2005): Angepasste Vollweidehaltung – Boden, Pflanze und Ökologie. Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft - "Low-Input" Milchproduktion bei Vollweidehaltung, Eiweißversorgung in der biologischen Nutztierfütterung, Irnding, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 09-10.11.2005, 11-16.
- Tilman, D.; Reich, P.B.; Knops, J.; Wedin, D.; Mielke, T. und Lehman, C. (2001): Diversity and Productivity in a Long-Term Grassland Experiment. *Science* 294 (5543), 843-845.
- Török, P.; Penksza, K.; Tóth, E.; Kelemen, A.; Sonkoly, J. und Tóthmérész, B. (2018): Vegetation type and grazing intensity jointly shape grazing effects on grassland biodiversity. *Ecology and Evolution* 8 (20), 10326-10335.
- Ueda, K.; Mitani, T. und Kondo, S. (2016): Herbage intake and ruminal digestion of dairy cows grazed on perennial ryegrass pasture either in the morning or evening. *Animal Science Journal* 87 (8), 997-1004.
- Van Soest, P.J. (1994): *Nutritional ecology of the ruminant*, Cornell University Press, Ithaca.
- VDLUFA (1976): *Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln inkl. Ergänzungsblätter* 1983, 1988, 1993, 1997, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- Voisin, A. und Wecker, R. (1958): *Die Produktivität der Weide*, BLV Verlagsgesellschaft, München.
- Voisin, A. und Wecke, R. (1961): *Lebendige Grasnarbe*, BLV Verlagsgesellschaft, München.
- Volenc, J.J.; Ourry, A. und Joern, B.C. (1996): A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. *Physiologia Plantarum* 97 (1), 185-193.
- Whitehead, D.C. (2000): Nitrogen: Nutrient Elements in Grassland: Soil-Plant-Animal Relationships, CABI, 95-125.

- Whitehead, D.C. und Jones, E.C. (1969): Nutrient elements in the herbage of white clover, red clover, lucerne and sainfoin. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 20 (10), 584-591.
- Wilkins, P.W. und Humphreys, M.O. (2003): Progress in breeding perennial forage grasses for temperate agriculture. *The Journal of Agricultural Science* 140 (2), 129-150.
- Wilman, D. und Altimimi, M.A.K. (1982): The digestibility and chemical composition of plant parts in Italian and perennial ryegrass during primary growth. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 33 (7), 595-602.
- Wilman, D.; Acuña P., G.H. und Joy Michaud, P. (1994): Concentrations of N, P, K, Ca, Mg and Na in perennial ryegrass and white clover leaves of different ages. *Grass and Forage Science* 49 (4), 422-428.
- Wilson, J.B.; Peet, R.K.; Dengler, J. und Pärtel, M. (2012): Plant species richness: the world records. *Journal of Vegetation Science* 23 (4), 796-802.



## 16 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Durchschnittliche Tagesration der Milchviehherde , während der Winter- (Fütterungsform Stall) und Sommerfütterung (Fütterungsform Weide) in aufgenommenen kg TM Tier <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> . ....	39
Tabelle 2: Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlagsmenge für den Zeitraum 2007-2016 am Standort der Wetterstation in Irdning/Gumpenstein (Quelle ZAMG) .....	41
Tabelle 3: Auflistung und Beschreibung der vier untersuchen Varianten im Versuch Bio-Mähweide (2007-2013) .....	43
Tabelle 4: Ausgebrachte Nährstoffmenge (in kg ha <sup>-1</sup> ) für Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) über Gülle je Variante und Versuchsjahr (2007-2013) .....	45
Tabelle 5: Übersicht der in den einzelnen Versuchsjahren durchgeführten Maßnahmen sowie Informationen zur Vegetations- und Weidezeit in jedem Jahr auf der Versuchsfläche ....	46
Tabelle 6: Auflistung und Beschreibung der untersuchten Varianten sowie der drei Flächenstücke im Versuch Bio-Weidesysteme (2014-2016).....	48
Tabelle 7: Randomisation der Nutzung auf den Teilflächen einer jeden Versuchsfläche (BF, QF und SF) im jeweiligen Versuchsjahr (2014-2015).....	49
Tabelle 8: Ausgebrachte Nährstoffmenge (in kg ha <sup>-1</sup> ) für Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) über Gülle bzw. Mistkompost (ausschließlich zum Zeitpunkt Herbst) je Nutzungsform (Schnitt- oder Weidenutzung) auf den Teilflächen pro Versuchsjahr (2014-2016) .....	49
Tabelle 9: Übersicht der in den einzelnen Versuchsjahren durchgeführten Untersuchungsmaßnahmen sowie Informationen zur Vegetations- und Weidezeit in jedem Jahr auf den Versuchsflächen .....	50
Tabelle 10: Probenplan der Inkubationsstufen in einer Versuchswoche mit den Zeitpunkten des Einhängens sowie der Entnahme aus dem Pansen (entnommenen Zeitstufen am Montag wurden am Donnerstag bzw. Freitag eingehängt).....	55
Tabelle 11: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände für die vier Varianten und die drei Erhebungszeitpunkte (2007, 2010 und 2013) sowie statistische Kennzahlen (alle Werte in Flächenprozent) .....	62
Tabelle 12: Zusammensetzung der Pflanzenbestände in den vier Versuchsvarianten zu den drei Erhebungszeitpunkten im Frühling der Jahre 2007, 2010 und 2013 (alle Werte in Flächenprozent) .....	63
Tabelle 13: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände für die drei Varianten, die drei Versuchsstandorte und die drei Erhebungsjahre im Mittel aller Einzelbonituren (vor jedem variantentypischen Erntetermin) sowie statistische Kennzahlen (alle Werte in Flächenprozent) .....	64

Tabelle 14: Pflanzenbestände in den drei Varianten und Versuchsflächen (Wechselwirkung V x S; alle Werte in Flächenprozent) .....	65
Tabelle 15: Pflanzenbestände in den drei Varianten und Versuchsjahren (Wechselwirkung S x J; alle Werte in Flächenprozent) .....	66
Tabelle 16: Pflanzenbestände auf den drei Versuchsflächen und Versuchsjahren (Wechselwirkung S x J; alle Werte in Flächenprozent) .....	67
Tabelle 17: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Kurzrasenweide-Variante (KU) zu den acht Ernteterminen, den drei Versuchsstandorten und den drei Erhebungsjahren sowie statistische Kennzahlen (alle Werte in Flächenprozent) .....	67
Tabelle 18: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Koppelweide-Variante (KO) zu den sechs Ernteterminen, den drei Versuchsstandorten und den drei Erhebungsjahren sowie statistische Kennzahlen (alle Werte in Flächenprozent) .....	68
Tabelle 19: Tägliche Trockenmassezuwächse für die vier Nutzungsvarianten, die Vegetationstermine und Versuchsjahre (2007-2012) sowie statistische Kennzahlen .....	71
Tabelle 20: Tägliche Trockenmassezuwächse der Kurzrasenweidevariante KW während der Vegetationsperiode (Termin) bzw. in den sechs Versuchsjahren (2007-2012) sowie statistische Kennzahlen.....	72
Tabelle 21: Trockenmasse- (TM) und Qualitätserträge (Rohprotein und Energie) für die vier Nutzungsvarianten sowie die sechs Versuchsjahre sowie statistische Kennzahlen.....	74
Tabelle 22: Tägliche Trockenmassezuwächse der beiden Weidenutzungsvarianten, den drei Standorten, den drei Versuchsjahren und zu den ermittelten Terminen in der Vegetationsperiode sowie statistische Kennzahlen .....	77
Tabelle 23: Tägliche Trockenmassezuwächse der Kurzrasenweidevariante KU während der Vegetationsperiode (Termin) und in den drei Versuchsjahren sowie statistische Kennzahlen .....	77
Tabelle 24: Tägliche Trockenmassezuwächse der Koppelweidevariante KO während der Vegetationsperiode (Termin) und in den drei Versuchsjahren sowie statistische Kennzahlen .....	78
Tabelle 25: Blattflächenindex (LAI) für Variante KU, je Standort, Versuchsjahr, Messtermin sowie statistische Kennzahlen .....	79
Tabelle 26: Blattflächenindex (LAI) für Variante KO, je Standort, Versuchsjahr, Messtermin sowie statistische Kennzahlen .....	80
Tabelle 27: Trockenmasse- und Qualitätserträge, sowie durchschnittliche Rohprotein- und Energiegehalte für die drei Nutzungsvarianten, die drei Versuchsstandorte und die drei	

Versuchsjahre sowie statistische Kennzahlen (Erträge und Daten für die Varianten KU und KO nur bis zum Erntedatum der Variante 4S berücksichtigt) .....	81
Tabelle 28: Trockenmasse- und Qualitätserträge, sowie durchschnittliche Rohprotein- und Energiegehalte für die zwei Weidenutzungen (KU und KO), die drei Versuchsstandorte und die drei Versuchsjahre mit sowie statistische Kennzahlen (gesamte Erträge und Werte für die Varianten KU und KO bis zum Ende der Vegetationsperiode).....	84
Tabelle 29: Trockenmasse- und Qualitätserträge, sowie durchschnittliche Rohprotein- und Energiegehalte für die zwei Weidenutzungen (KU und KO) innerhalb jedes Versuchsjahres (Wechselwirkung V x J) .....	85
Tabelle 30: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Kurzrasenweidevariante KW während der Vegetationsperiode (Termin) bzw. in den sechs Versuchsjahren (2007-2012) sowie statistische Kennzahlen.....	87
Tabelle 31: Mengen- und Spurenelementgehalte der Kurzrasenweidevariante KW während der Vegetationsperiode (Termin) bzw. in den sechs Versuchsjahren (2007-2012) sowie statistische Kennzahlen.....	90
Tabelle 32: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Kurzrasenweide-Variante KU während der Vegetationsperiode (Termin), für die drei Versuchsstandorte sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen.....	92
Tabelle 33: Mengen- und Spurenelementgehalte der Kurzrasenweide-Variante KU während der Vegetationsperiode (Termin), für die drei Versuchsstandorte sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen.....	96
Tabelle 34: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Koppelweide-Variante KO während der Vegetationsperiode (Termin), für die drei Versuchsstandorte sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen.....	98
Tabelle 35: Mengen- und Spurenelementgehalte der Koppelweide-Variante KO während der Vegetationsperiode (Termin), für die drei Versuchsstandorte sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen.....	102
Tabelle 36: Abbauwerte der Trockenmasse (TM) für die Variante KU zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen .....	103
Tabelle 37: Abbauwerte der Organischen Masse (OM) für die Variante KU zu den im in situ-Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen .....	104

Tabelle 38: Abbauwerte des Rohproteins (XP) für die Variante KU zu den im in situ-Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen .....	105
Tabelle 39: Abbauwerte der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) für die Variante KU zu den im in situ-Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen .....	106
Tabelle 40: Abbauwerte der Trockenmasse (TM) für die Variante KO zu den im in situ-Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen .....	107
Tabelle 41: Abbauwerte der Organischen Masse (OM) für die Variante KO zu den im in situ-Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen .....	108
Tabelle 42: Abbauwerte des Rohproteins (XP) für die Variante KO zu den im in situ-Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen .....	109
Tabelle 43: Abbauwerte der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) für die Variante KO zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) während der Vegetationsperiode (Termin) sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen .....	110
Tabelle 44: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände für jede Variante in den drei Erhebungsjahren (Wechselwirkung V x J; alle Werte in Flächenprozent).....	177
Tabelle 45: Pflanzenbestände in den drei Versuchsjahren und Varianten (Wechselwirkung J x V, alle Werte in Flächenprozent) .....	177
Tabelle 46: Pflanzenbestände in den drei Versuchsjahren und Versuchsflächen (Wechselwirkung J x S, alle Werte in Flächenprozent) .....	177
Tabelle 47: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Kurzrasenweide-Variante KU (Wechselwirkung T x J; alle Werte in Flächenprozent) .....	178
Tabelle 48: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Kurzrasenweide-Variante KU (Wechselwirkung T x S; Wechselwirkung von Erntetermin x Versuchsstandort (alle Werte in Flächenprozent) .....	178

Tabelle 49: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Koppelweide-Variante KO (Wechselwirkung T x J; alle Werte in Flächenprozent) .....	179
Tabelle 50: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Koppelweide-Variante KO (Wechselwirkung T x S; alle Werte in Flächenprozent).....	179
Tabelle 51: Täglicher Trockenmassezuwachs der vier Varianten (SW, S, MW und KW) während der Vegetationsperiode zu den definierten Terminen (1-7) mit den signifikanten Unterschieden innerhalb jeder Variante (Wechselwirkung V x T).....	179
Tabelle 52: Täglicher Trockenmassezuwachs der vier Varianten (SW, S, MW und KW) in den jeweiligen Versuchsjahren (2007-2011) mit den signifikanten Unterschieden innerhalb jeder Variante (Wechselwirkung V x J) .....	180
Tabelle 53: Täglicher Trockenmassezuwachs der Varianten KW im jeweiligen Versuchsjahren (2007-2011) mit den signifikanten Unterschieden innerhalb jedes Jahres (Wechselwirkung T x J) .....	180
Tabelle 54: Trockenmasse- und Qualitätserträge (Rohprotein und Energie) für jede Variante (SW, S, MW und KW) und den sechs Versuchsjahren (2007-2011) mit den signifikanten Unterschieden innerhalb jeder Variante (Wechselwirkung V x J) .....	180
Tabelle 55: Trockenmasse- und Qualitätserträge (Rohprotein und Energie) für die Varianten (SW, S, MW und KW) innerhalb des jeweiligen Versuchsjahres (2007-2011) mit den signifikanten Unterschieden innerhalb jedes Jahres (Wechselwirkung J x V) .....	181
Tabelle 56: Blattflächenindex der Weidevariante KU in den jeweiligen Versuchsjahren zu den Messterminen während der Vegetationsperiode und auf den drei Flächen in den Jahren mit den signifikanten Unterschieden (Wechselwirkungen V x T und J x S).....	181
Tabelle 57: Blattflächenindex der Weidevariante KO in den jeweiligen Versuchsjahren zu den Messterminen während der Vegetationsperiode und auf den drei Flächen in den Jahren mit den signifikanten Unterschieden (Wechselwirkungen V x T und J x S).....	182
Tabelle 58: Trockenmassezuwächse der beiden Weidevarianten (KU und KO) in den jeweiligen Versuchsjahren, auf den drei Standorten und für die Termine während der Vegetationsperiode mit den signifikanten Unterschieden innerhalb jeder Variante (Wechselwirkungen V x J, V x S und V x T).....	182
Tabelle 59: Trockenmassezuwächse der Weidevariante KU in den jeweiligen Versuchsjahren zu den Terminen während der Vegetationsperiode und auf den drei Flächen in den Jahren mit den signifikanten Unterschieden (Wechselwirkungen V x T und J x S).....	182
Tabelle 60: Trockenmassezuwächse der Weidevariante KO in den jeweiligen Versuchsjahren zu den Terminen während der Vegetationsperiode und auf den drei Flächen in den Jahren mit den signifikanten Unterschieden (Wechselwirkungen V x T und J x S).....	183

Tabelle 61: Trockenmasse- und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die drei Nutzungsvarianten auf den drei Versuchsflächen im Mittel aller drei Versuchsjahre (2014-2016) auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung V x S).....	183
Tabelle 62: Trockenmasse - und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die drei Nutzungsvarianten in den drei Versuchsjahren (2014-2016) auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung V x J) .....	184
Tabelle 63: Trockenmasse - und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die drei Versuchsflächen in den drei Versuchsjahren (2014-2016) auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung S x J).....	184
Tabelle 64: Trockenmasse- und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die drei Nutzungsvarianten innerhalb jedes Versuchsjahres auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung V x J) .....	185
Tabelle 65: Trockenmasse - und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die zwei Weidevarianten auf den drei Versuchsflächen im Mittel aller drei Versuchsjahre (2014-2016) auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung V x S).....	185
Tabelle 66: Trockenmasse- und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die zwei Weidevarianten in den drei Versuchsjahren (2014-2016) auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung V x J) .....	186
Tabelle 67: Trockenmasse- und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die drei Versuchsflächen in den drei Versuchsjahren (2014-2016) auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung S x J).....	186
Tabelle 68: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Variante KW zu jedem Nutzungstermin in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr).....	187
Tabelle 69: Mengen- und Spurenelementgehalte der Variante KW zu jedem Nutzungstermin in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr).....	188
Tabelle 70: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Variante KU zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	189
Tabelle 71: Mengen- und Spurenelementgehalte der Variante KU zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	189
Tabelle 72: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Variante KO zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	190
Tabelle 73: Mengen- und Spurenelementgehalte der Variante KO zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	190

Tabelle 74: Abbauwerte der Trockenmasse (TM) für die Variante KU zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	191
Tabelle 75: Abbauwerte der Organischen Masse (OM) für die Variante KU zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	191
Tabelle 76: Abbauwerte des Rohproteins (XP) für die Variante KU zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	192
Tabelle 77: Abbauwerte der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) für die Variante KU zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	192
Tabelle 78: Abbauwerte der Trockenmasse (TM) für die Variante KO zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	193
Tabelle 79: Abbauwerte der Organischen Masse (OM) für die Variante KO zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	193
Tabelle 80: Abbauwerte des Rohproteins (XP) für die Variante KO zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	194
Tabelle 81: Abbauwerte der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) für die Variante KO zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	194



## 17 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Position der beiden Parzellenanalgen (Bio-Mähweide-Parzellen: blaue Fläche, Bio-Weidesysteme-Parzellen: orange Flächen) auf der jeweiligen Fläche (QF: Querfeld, SF: Stallfeld und BF: Beifeld) des Bio-Instituts der HBLFA Raumberg-Gumpenstein am Standort in Trautenfels (Breite 47° 31' 03'' N und Länge 14° 04' 27'').....	40
Abbildung 2: Langjähriges Mittel für Temperatur und Niederschlag je Monat am Standort der Wetterstation in Irdning/Gumpenstein (Quelle ZAMG).....	41
Abbildung 3: Durchschnittliche Monatstemperatur und monatliche Niederschläge für den Zeitraum 2007-2016 am Standort der Wetterstation in Irdning/Gumpenstein (Quelle ZAMG).....	42
Abbildung 4: Versuchs- und Lageplan der Parzellen im Stallfeld (oben), mit der Position der jeweiligen Varianten in den sechs Versuchsjahren (2007-2013) sowie Detailplan mit den dargestellten Bereichen zur Bonitur- und Ertragsfeststellung in den beweideten bzw. geschnitten Parzellen (links) .....	45
Abbildung 5: Beispiel der Randomisation des Versuches auf der Fläche Stallfeld im Versuchsjahr 2015.....	47
Abbildung 6: Entwicklung der Pflanzenbestände bei permanenter 4-Schnitt- (Variante S, links) sowie Kurzrasenweidenutzung (Variante KW, rechts) über den gesamten Versuchszeitraum (2007-2013) .....	64
Abbildung 7: Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Kurzrasenweide-Variante (KU) zu den acht Erhebungsterminen in den der drei Erhebungsjahre 2014, 2015 und 2016 (Wechselwirkung T x J; alle Werte in Flächenprozent, Termin 1: 22. April, Termin 2: 15. Mai, Termin 3: 10. Juni, Termin 4: 30. Juni, Termin 5: 23. Juli, Termin 6: 16. August, Termin 7: 12. September, Termin 8: 26. Oktober) .....	69
Abbildung 8: Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Koppelweide-Variante (KO) zu den sechs Erhebungsterminen in den der drei Erhebungsjahre 2014, 2015 und 2016 (Wechselwirkung T x J; alle Werte; in Flächenprozent, Termin 1: 30. April, Termin 2: 30. Mai, Termin 3: 28. Juni, Termin 4: 27. Juli, Termin 5: 29. August, Termin 6: 26. Oktober).....	70
Abbildung 9: Trockenmassezuwachs-Kurven (TM-Zuwachs; Vegetationsbeginn 17.03. und Vegetationsende 28.10.) der vier Varianten (inklusive signifikanter Unterschiede zwischen den Terminen; Wechselwirkung Variante x Termin) sowie die Niederschlagssummen von einem zum nächsten Termin (Niederschlagssumme beim ersten Termin im März sind die aufsummierten Niederschläge ab 1. Jänner).....	72
Abbildung 10: Trockenmassezuwachs-Kurven (TM-Zuwachs) der Kurzrasenweidevariante KW in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) sowie die Niederschlagssummen von einem zum nächsten Termin (Niederschlagssumme beim	

ersten Termin zu Vegetationsbeginn sind die aufsummierten Niederschläge ab 1. Jänner)	73
Abbildung 11: Trockenmasseertrag für die vier Varianten SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide) in den jeweiligen Versuchsjahren (2007-2012; Signifikante Unterschiede zwischen den Varianten innerhalb eines Versuchsjahres sind mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM)	74
Abbildung 12: Rohproteinерträge (XP) für die vier Varianten SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide) in den jeweiligen Versuchsjahren (2007-2012; Signifikante Unterschiede zwischen den Varianten innerhalb eines Versuchsjahres sind mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM)	75
Abbildung 13: Energieerträge in MJ Nettoenergie Laktation (NEL) für die vier Varianten SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide) in den jeweiligen Versuchsjahren (2007-2012; Signifikante Unterschiede zwischen den Varianten innerhalb eines Versuchsjahres sind mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM)	76
Abbildung 14 Trockenmassezuwachs-Kurven (TM-Zuwachs; Vegetationsbeginn 16.03. und Vegetationsende 17.11.) der beiden Varianten (KU und KO) sowie die Niederschlagssummen von einem zum nächsten Termin (Niederschlagssumme beim ersten Termin im März sind die aufsummierten Niederschläge ab 1. Jänner)	77
Abbildung 15: Trockenmassezuwachs-Kurven (TM-Zuwachs) der beiden Weidevarianten KU (links) und KO (rechts) in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) sowie die Niederschlagssummen von einem zum nächsten Termin (Niederschlagssumme beim ersten Termin zu Vegetationsbeginn sind die aufsummierten Niederschläge ab 1. Jänner)	78
Abbildung 16: Mittlerer Blattflächenindex (LAI) der drei Varianten in den Versuchsjahren (Wechselwirkung Variante x Jahr, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM)	79
Abbildung 17: Verlauf des Blattflächenindex (LAI: Leaf area index) in Variante KU während der Vegetationsperiode in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung J x T)	80
Abbildung 18: Verlauf des Blattflächenindex (LAI: Leaf area index) in Variante KO während der Vegetationsperiode in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung J x T)	80

Abbildung 19: Trockenmasse- (links) und Rohproteinertrag (rechst) der drei Versuchsvarianten (KU, KO und 4S) in den drei Versuchsjahren (2014-2016, Wechselwirkung V x J, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM).....	82
Abbildung 20: Unterschiede in der Wuchshöhe (links, Messung mittels Pasture Plate Meter, RPM) sowie des Rohproteingehaltes (rechts) jeder Variante (KU: Kurzrasenweide, KO: Koppelweide und 4S : 4-Schnittnutzung) im jeweiligen Versuchsjahr (2014-2016, Wechselwirkung V x J).....	83
Abbildung 21: Energieertrag der drei Versuchsvarianten (KU, KO und 4S) in den drei Versuchsjahren (2014-2016 Wechselwirkung V x J ), errechnet aus den Rohnährstoffen mittels Regression (REG, links) bzw. in vitro nach der Zellulase-Methode bestimmt (ELOS, rechts, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM).....	83
Abbildung 22: Unterschiede im Energiegehalt jeder Variante (KU: Kurzrasenweide, KO: Koppelweide und 4S : 4-Schnittnutzung) im jeweiligen Versuchsjahr (2014-2016; Wechselwirkung V x J ), errechnet aus den Rohnährstoffen mittels Regression (REG, links) bzw. in vitro nach der Zellulase-Methode bestimmt (ELOS, rechts).....	84
Abbildung 23: Trockenmasse- (links) und Rohproteinertrag (rechts) der zwei Weidenutzungen (KU und KO) in den drei Versuchsjahren (2014-2016, Wechselwirkung V x J, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM).....	85
Abbildung 24: Rohprotein-Gehalte der Kurzrasenweidevariante KW zu jedem Nutzungstermin in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (2007-2012) ..	86
Abbildung 25: Neutral-Detergenz-Faser-Gehalte der Kurzrasenweidevariante KW zu jedem Nutzungstermin in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (2007-2012).....	88
Abbildung 26: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation der Kurzrasenweidevariante KW zu jedem Nutzungstermin in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (2007-2012).....	89
Abbildung 27: Phosphor-Gehalte der Kurzrasenweidevariante KW zu jedem Nutzungstermin in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (2007-2012) ..	91
Abbildung 28: Rohprotein-Gehalte der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr).....	93
Abbildung 29: Neutral-Detergenz-Faser-Gehalte der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der	

signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr).....	94
Abbildung 30: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation (errechnet aus den Rohnährstoffen mittels Regression (REG)) der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr).....	94
Abbildung 31: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation (in vitro nach der Zellulase-Methode bestimmt (ELOS)) der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2015-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	95
Abbildung 32: Phosphor-Gehalte der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr).....	97
Abbildung 33: Rohprotein-Gehalte der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr).....	99
Abbildung 34: Neutral-Detergenz-Faser-Gehalte der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2015) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr).....	99
Abbildung 35: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation (errechnet aus den Rohnährstoffen mittels Regression (REG)) der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)...	100
Abbildung 36: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation (in vitro nach der Zellulase-Methode bestimmt (ELOS)) der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2015-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr) .....	101
Abbildung 37: Phosphor-Gehalte der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)...	103
Abbildung 38: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven der Trockenmasse (TM) für die Variante KU im Frühling (Termin 1, 22.04.), Sommer (Termin 4, 30.06.) und Herbst (Termin 7, 12.09.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016).....	104
Abbildung 39: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven der Organischen Masse (OM) für die Variante KU im Frühling (Termin 1, 22.04.), Sommer (Termin 4, 30.06.) und Herbst (Termin 7, 12.09.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016) .....	105

Abbildung 40: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven des Rohproteins (XP) für die Variante KU im Frühling (Termin 1, 22.04.), Sommer (Termin 4, 30.06.) und Herbst (Termin 7, 12.09.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016).....	106
Abbildung 41: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) für die Variante KU im Frühling (Termin 1, 22.04.), Sommer (Termin 4, 30.06.) und Herbst (Termin 7, 12.09.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016) .....	107
Abbildung 42: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven der Trockenmasse (TM) für die Variante KO im Frühling (Termin 1, 30.04.), Sommer (Termin 3, 28.06.) und Herbst (Termin 5, 29.08.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016).....	108
Abbildung 43: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven der Organischen Masse (OM) für die Variante KO im Frühling (Termin 1, 30.04.), Sommer (Termin 3, 28.06.) und Herbst (Termin 5, 29.08.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016) .....	109
Abbildung 44: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven des Rohproteins (XP) für die Variante KO im Frühling (Termin 1, 30.04.), Sommer (Termin 3, 28.06.) und Herbst (Termin 5, 29.08.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016).....	110
Abbildung 45: Abbauwerte (in situ) und Abbaukurven der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) für die Variante KO im Frühling (Termin 1, 30.04.), Sommer (Termin 3, 28.06.) und Herbst (Termin 5, 29.08.) im Mittel der drei Versuchsjahre (2014-2016) .....	111



# 18 Tabellenanhang

Tabelle 44: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände für jede Variante in den drei Erhebungsjahren (Wechselwirkung V x J; alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	SW			S			MW			KW		
	2007	2010	2013	2007	2010	2013	2007	2010	2013	2007	2010	2013
Lücken	1,3	1,3	0,5	2,3	2,5	2,8	1,8	2,0	0,8	2,3 <sup>A</sup>	1,8 <sup>AB</sup>	0,0 <sup>B</sup>
SEM	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Leguminosen	23,0	18,5	12,5	19,1	15,0	2,2	22,5	15,9	9,6	23,8	14,4	13,9
SEM	2,25	2,25	2,25	2,24	2,24	2,24	2,42	2,42	2,42	2,23	2,23	2,23
Kräuter	12,6	9,5	8,5	17,0	15,0	6,3	13,9	10,5	8,8	10,8	9,0	8,3
SEM	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Gräser	63,1 <sup>b</sup>	71,1 <sup>ab</sup>	78,3 <sup>a</sup>	61,8 <sup>B</sup>	67,5 <sup>B</sup>	88,7 <sup>A</sup>	62,1 <sup>b</sup>	72,9 <sup>a</sup>	81,2 <sup>a</sup>	63,2 <sup>B</sup>	74,8 <sup>A</sup>	77,8 <sup>A</sup>
SEM	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,32	2,32	2,32	2,19	2,19	2,19
<i>Lolium perenne</i>	6,8	14,1	21,1	6,9	15,6	21,6	5,6	19,1	24,4	8,3	16,7	20,7
SEM	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,36	2,36	2,36	2,24	2,24	2,24
<i>Poa trivialis</i>	6,2	7,3	6,5	6,1 <sup>B</sup>	13,5 <sup>A</sup>	18,0 <sup>A</sup>	6,9	3,2	6,2	5,9	3,0	4,5
SEM	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,43	1,43	1,43	1,38	1,38	1,38
<i>Dactylis glomerata</i>	5,0 <sup>ab</sup>	9,7 <sup>a</sup>	2,5 <sup>b</sup>	5,8 <sup>C</sup>	13,6 <sup>B</sup>	22,4 <sup>A</sup>	5,4	2,5	2,3	5,6	3,9	3,4
SEM	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,32	1,32	1,32	1,37	1,22	1,22
<i>Poa pratensis</i>	6,3 <sup>b</sup>	17,0 <sup>a</sup>	14,0 <sup>a</sup>	5,8	8,8	7,3	6,6 <sup>b</sup>	14,3 <sup>a</sup>	15,8 <sup>a</sup>	6,1 <sup>b</sup>	15,0 <sup>a</sup>	16,0 <sup>a</sup>
SEM	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
<i>Festuca pratensis</i>	22,7	18,0	19,0	20,4	12,5	15,8	19,8	18,0	16,5	21,0	14,5	15,8
SEM	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
Sonstige Gräser	16,2 <sup>a</sup>	4,6 <sup>b</sup>	15,3 <sup>a</sup>	16,8 <sup>A</sup>	3,5 <sup>B</sup>	3,8 <sup>B</sup>	17,6	14,5	15,8	18,1	21,9	17,7
SEM	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,63	2,63	2,63	2,41	2,41	2,41

Abkürzungen:  
 Varianten: SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide)  
 abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb einer Faktorkombination der jeweiligen Wechselwirkung

Tabelle 45: Pflanzenbestände in den drei Versuchsjahren und Varianten (Wechselwirkung J x V, alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	2014			2015			2016		
	KU	KO	4S	KU	KO	4S	KU	KO	4S
Lücken	1,1	0,6	0,4	0,6	0,3	0,5	0,8	0,5	0,3
SEM	0,19	0,22	0,26	0,19	0,22	0,27	0,19	0,22	0,27
Leguminosen	13,5	12,5	15,7	14,4	14,8	15,9	10,5	11,1	10,5
SEM	0,81	0,94	1,15	0,81	0,94	1,15	0,81	0,94	1,15
Kräuter	11,8	10,8	9,4	9,1	9,2	6,9	9,7	8,5	6,5
SEM	0,66	0,75	0,90	0,66	0,75	0,90	0,66	0,75	0,90
Gräser	73,6	76,1	74,5	75,8	75,7	76,8	79,0	79,8	82,6
SEM	0,96	1,11	1,36	0,96	1,11	1,36	0,96	1,11	1,36
<i>Lolium perenne</i>	32,9	33,7	31,9	37,0	36,6	37,9	48,4	47,3	50,6
SEM	0,91	1,05	1,28	0,91	1,05	1,28	0,91	1,05	1,28
<i>Poa trivialis</i>	2,8	3,2	4,8	3,0	4,2	5,8	3,5	4,8	4,4
SEM	0,67	0,77	0,94	0,67	0,77	0,94	0,67	0,77	0,94
<i>Poa supina</i>	4,6	4,2	3,5	5,4 <sup>A</sup>	5,7 <sup>A</sup>	1,7 <sup>B</sup>	4,5 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>	2,0 <sup>b</sup>
SEM	0,29	0,34	0,41	0,29	0,34	0,41	0,29	0,34	0,41
<i>Poa pratensis</i>	17,9	19,4	17,9	18,2	16,5	16,2	14,0	14,7	13,8
SEM	0,45	0,53	0,64	0,45	0,52	0,65	0,45	0,53	0,65
Sonstige Gräser	15,1	15,5	16,4	12,4	12,5	15,2	8,7	9,2	11,7
SEM	0,51	0,58	0,71	0,51	0,58	0,71	0,51	0,58	0,71

Abkürzungen:  
 Varianten: KU (Kurzrasenweide), KO (Wippelweide) und 4S (4-Schnittnutzung)  
 abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb einer Faktorkombination der jeweiligen Wechselwirkung

Tabelle 46: Pflanzenbestände in den drei Versuchsjahren und Versuchsfeldern (Wechselwirkung J x S, alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	2014			2015			2016		
	BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF
Lücken	0,7	1,1	0,4	0,4	0,9	0,1	0,4	1,0	0,3
SEM	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Leguminosen	11,7	12,8	17,2	11,1	14,2	19,8	9,6	9,0	13,5
SEM	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Kräuter	11,2	11,0	9,8	7,7	8,6	8,9	8,5	7,5	8,8
SEM	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Gräser	76,4	75,2	72,6	80,7 <sup>A</sup>	76,3 <sup>A</sup>	71,2 <sup>B</sup>	81,5 <sup>ab</sup>	82,5 <sup>a</sup>	77,4 <sup>b</sup>
SEM	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
<i>Lolium perenne</i>	35,1 <sup>a</sup>	35,2 <sup>a</sup>	28,2 <sup>b</sup>	40,2 <sup>A</sup>	39,0 <sup>A</sup>	32,2 <sup>B</sup>	46,3 <sup>b</sup>	55,8 <sup>a</sup>	44,2 <sup>b</sup>
SEM	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
<i>Poa trivialis</i>	0,5	9,7	0,6	0,6	11,8	0,7	1,2	10,5	1,0
SEM	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
<i>Poa supina</i>	4,7	3,4	4,1	3,5 <sup>B</sup>	5,1 <sup>A</sup>	4,2 <sup>AB</sup>	3,9	3,5	3,0
SEM	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
<i>Poa pratensis</i>	24,6 <sup>a</sup>	6,2 <sup>b</sup>	24,4 <sup>a</sup>	22,2 <sup>A</sup>	10,5 <sup>C</sup>	18,3 <sup>B</sup>	20,1 <sup>a</sup>	5,9 <sup>c</sup>	16,5 <sup>b</sup>
SEM	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Sonstige Gräser	11,0 <sup>c</sup>	20,6 <sup>a</sup>	15,3 <sup>b</sup>	14,3 <sup>A</sup>	10,2 <sup>B</sup>	15,7 <sup>A</sup>	10,1 <sup>b</sup>	6,8 <sup>c</sup>	12,7 <sup>a</sup>
SEM	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

Abkürzungen:  
 Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)  
 abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb einer Faktorkombination der jeweiligen Wechselwirkung

Tabelle 47: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Kurzrasenweide-Variante KU (Wechselwirkung T x J; alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Lücken	1,6	1,6	1,3	0,0 <sup>B</sup>	2,2 <sup>A</sup>	2,2 <sup>A</sup>	0,2 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	2,5 <sup>a</sup>	1,3	0,2	0,6	0,1	0,2	0,2	0,8	0,2	0,0	1,1	0,1	0,0	3,5 <sup>A</sup>	0,0 <sup>B</sup>	0,0 <sup>B</sup>
SEM	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Leguminosen	11,5	15,1	5,0	10,8 <sup>AB</sup>	17,8 <sup>A</sup>	6,0 <sup>B</sup>	21,3	17,3	12,3	24,4 <sup>A</sup>	17,7 <sup>AB</sup>	8,2 <sup>B</sup>	17,8	18,2	13,3	9,7	9,8	8,7	6,6	9,3	10,3	6,1 <sup>B</sup>	10,2 <sup>AB</sup>	19,8 <sup>A</sup>
SEM	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
Kräuter	12,8	13,0	9,9	8,4	8,4	6,2	8,6	9,4	6,2	11,6	7,0	8,8	9,2	10,0	7,0	22,7 <sup>A</sup>	6,9 <sup>B</sup>	13,6 <sup>AB</sup>	9,3	7,7	10,8	11,0	10,5	13,7
SEM	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93
Gräser	74,0	70,3	83,7	80,7	71,6	85,5	69,8	73,0	78,9	62,6 <sup>B</sup>	75,1 <sup>AB</sup>	82,3 <sup>A</sup>	72,8	71,6	79,3	66,7 <sup>B</sup>	83,0 <sup>A</sup>	77,6 <sup>AB</sup>	82,9	82,9	78,7	79,3	79,2	66,3
SEM	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67
<i>Lolium perenne</i>	26,3 <sup>b</sup>	25,7 <sup>b</sup>	47,5 <sup>a</sup>	33,6 <sup>B</sup>	37,0 <sup>B</sup>	48,4 <sup>A</sup>	32,1 <sup>b</sup>	33,0 <sup>b</sup>	48,3 <sup>a</sup>	30,1 <sup>B</sup>	39,5 <sup>B</sup>	50,9 <sup>A</sup>	32,0 <sup>b</sup>	32,8 <sup>b</sup>	48,4 <sup>A</sup>	24,5 <sup>B</sup>	41,5 <sup>A</sup>	47,4 <sup>A</sup>	39,7 <sup>b</sup>	42,5 <sup>ab</sup>	52,4 <sup>a</sup>	45,0	43,5	43,8
SEM	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07	2,07
<i>Poa trivialis</i>	6,5 <sup>b</sup>	14,1 <sup>a</sup>	9,8 <sup>ab</sup>	3,5	4,1	5,3	1,9 <sup>b</sup>	0,0 <sup>b</sup>	7,1 <sup>a</sup>	2,0	0,4	2,8	1,7	1,8	2,8	2,3	1,0	0,0	3,4	1,8	0,0	1,0	1,0	0,0
SEM	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
<i>Poa supina</i>	5,6 <sup>a</sup>	3,1 <sup>b</sup>	5,3 <sup>a</sup>	4,3	3,6	3,7	3,5 <sup>b</sup>	0,6 <sup>a</sup>	3,9 <sup>ab</sup>	3,5	6,3	6,5	6,7	6,1	5,3	5,8	8,0	4,3	4,0	4,9	3,8	3,4	5,4	3,1
SEM	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
<i>Poa pratensis</i>	19,3 <sup>a</sup>	14,1 <sup>ab</sup>	11,7 <sup>b</sup>	19,6	14,1	16,0	17,0	18,0	12,9	15,8	18,9	14,8	17,0	19,5	15,8	15,1	19,6	13,3	20,2 <sup>ab</sup>	21,2 <sup>a</sup>	14,4 <sup>b</sup>	20,1	17,8	14,3
SEM	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
Sonstige Gräser	15,9	15,3	9,4	19,3	13,3	12,2	14,9 <sup>a</sup>	16,5 <sup>a</sup>	6,8 <sup>b</sup>	10,6	10,5	7,4	12,3	11,9	7,1	18,5	13,3	12,5	15,2	13,1	8,2	9,4	12,1	5,2
SEM	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73

Abkürzungen:  
T1-T8: Termin 1: 22. April, Termin 2: 15. Mai, Termin 3: 10. Juni, Termin 4: 30. Juni, Termin 5: 23. Juli, Termin 6: 16. August, Termin 7: 12. September, Termin 8: 26. Oktober  
abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb einer Faktorkombination der jeweiligen Wechselwirkung

Tabelle 48: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Kurzrasenweide-Variante KU (Wechselwirkung T x S; Wechselwirkung von Erntetermin x Versuchsstandort (alle Werte in Flächenprozent))

Parameter	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8		
	BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF
Lücken	0,8	2,7	0,9	0,6 <sup>B</sup>	3,2 <sup>A</sup>	0,5 <sup>B</sup>	0,2	2,2	0,4	0,6	0,4	1,0	0,1	0,5	0,0	0,6	0,3	0,3	0,1	0,6	0,4	0,7	2,3	0,5
SEM	0,43	0,42	0,42	0,43	0,42	0,42	0,43	0,42	0,42	0,43	0,42	0,42	0,43	0,42	0,42	0,43	0,42	0,42	0,43	0,42	0,42	0,43	0,42	0,42
Leguminosen	8,8	7,0	15,8	11,5	10,1	13,1	12,3 <sup>b</sup>	10,5 <sup>b</sup>	28,2 <sup>a</sup>	13,7	16,8	19,8	10,8	17,9	20,6	9,5	7,3	11,3	8,1	8,0	10,1	12,7	9,3	14,1
SEM	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
Kräuter	10,7	13,4	11,5	6,4	8,4	8,2	6,5	10,3	7,4	7,9	11,0	8,5	11,0	8,7	6,5	22,5 <sup>A</sup>	7,4 <sup>B</sup>	13,3 <sup>AB</sup>	10,4	8,3	9,2	12,2	8,9	14,1
SEM	1,94	1,93	1,93	1,94	1,93	1,93	1,94	1,93	1,93	1,94	1,93	1,93	1,94	1,93	1,93	1,94	1,93	1,93	1,94	1,93	1,93	1,94	1,93	1,93
Gräser	79,4	76,9	71,6	81,3	78,4	78,1	80,9 <sup>a</sup>	77,1 <sup>ab</sup>	63,8 <sup>b</sup>	77,6	71,8	70,6	78,0	73,0	72,7	67,3 <sup>B</sup>	85,1 <sup>A</sup>	74,9 <sup>AB</sup>	81,2	83,1	80,1	74,2	79,6	71,1
SEM	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67	2,66	2,66	2,67
<i>Lolium perenne</i>	39,0	30,1	30,4	41,8	42,9	34,3	40,6 <sup>a</sup>	43,2 <sup>a</sup>	29,5 <sup>b</sup>	38,7 <sup>AB</sup>	47,2 <sup>A</sup>	34,5 <sup>B</sup>	37,3	41,5	34,3	33,1 <sup>B</sup>	46,5 <sup>A</sup>	33,8 <sup>B</sup>	42,9 <sup>ab</sup>	53,0 <sup>a</sup>	38,7 <sup>b</sup>	40,5 <sup>B</sup>	57,0 <sup>A</sup>	34,7 <sup>B</sup>
SEM	2,07	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07	2,07	2,06	2,07
<i>Poa trivialis</i>	1,1 <sup>b</sup>	28,3 <sup>a</sup>	1,1 <sup>b</sup>	0,3 <sup>B</sup>	11,9 <sup>A</sup>	0,7 <sup>B</sup>	0,8 <sup>b</sup>	8,1 <sup>a</sup>	0,1 <sup>b</sup>	0,0 <sup>B</sup>	5,3 <sup>A</sup>	0,0 <sup>B</sup>	0,0 <sup>b</sup>	6,3 <sup>a</sup>	0,0 <sup>b</sup>	0,0	3,3	0,0	0,0 <sup>b</sup>	5,2 <sup>a</sup>	0,0 <sup>b</sup>	0,0	2,0	0,0
SEM	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
<i>Poa supina</i>	5,4 <sup>ab</sup>	2,2 <sup>b</sup>	6,3 <sup>a</sup>	5,3	1,5	4,8	4,7	4,8	4,0	5,5	6,0	4,8	5,8 <sup>ab</sup>	8,2 <sup>a</sup>	4,1 <sup>b</sup>	4,3 <sup>B</sup>	9,1 <sup>A</sup>	4,8 <sup>B</sup>	3,8	3,5	5,3	4,5	4,1	3,3
SEM	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
<i>Poa pratensis</i>	21,6 <sup>a</sup>	6,3 <sup>b</sup>	17,2 <sup>a</sup>	21,6 <sup>A</sup>	6,8 <sup>B</sup>	21,4 <sup>A</sup>	22,4 <sup>a</sup>	9,9 <sup>b</sup>	15,6 <sup>b</sup>	21,1 <sup>A</sup>	8,2 <sup>B</sup>	20,2 <sup>A</sup>	21,0 <sup>a</sup>	7,9 <sup>b</sup>	23,5 <sup>a</sup>	17,3 <sup>A</sup>	8,4 <sup>B</sup>	22,4 <sup>A</sup>	21,1 <sup>a</sup>	10,9 <sup>b</sup>	23,9 <sup>a</sup>	20,2 <sup>A</sup>	9,4 <sup>B</sup>	22,6 <sup>A</sup>
SEM	1,43	1,42	1,42	1,43	1,42	1,42	1,43	1,42	1,42	1,43	1,42	1,42	1,43	1,42	1,42	1,43	1,42	1,42	1,43	1,42	1,42	1,43	1,42	1,42
Sonstige Gräser	12,4 <sup>b</sup>	11,7 <sup>b</sup>	16,6 <sup>a</sup>	12,4 <sup>B</sup>	15,5 <sup>AB</sup>	16,8 <sup>A</sup>	12,4	11,3	14,6	12,3	5,2	11,1	11,2	9,3	10,8	12,5	17,9	13,9	13,4	10,8	12,3	9,0	7,2	10,4
SEM	1,74	1,73	1,73	1,74	1,73	1,73	1,74	1,73	1,73	1,74	1,73	1,73	1,74	1,73	1,73	1,74	1,73	1,73	1,74	1,73	1,73	1,74	1,73	1,73

Abkürzungen:  
Standort: BF (Belfeld), QF (Querfeld) und SF (Stalfeld), T1-T8: Termin 1: 22. April, Termin 2: 15. Mai, Termin 3: 10. Juni, Termin 4: 30. Juni, Termin 5: 23. Juli, Termin 6: 16. August, Termin 7: 12. September, Termin 8: 26. Oktober  
abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb einer Faktorkombination der jeweiligen Wechselwirkung

Tabelle 49: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Koppelweide-Variante KO (Wechselwirkung T x J; alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	T1			T2			T3			T4			T5			T6		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Lücken	0,3	0,8	2,3	0,4	1,1	0,3	0,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	2,2	0,3	0,0	0,7	0,1	0,0
SEM	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Leguminosen	13,5 <sup>a</sup>	9,0 <sup>ab</sup>	5,6 <sup>b</sup>	11,1 <sup>B</sup>	19,5 <sup>A</sup>	10,3 <sup>B</sup>	15,3 <sup>ab</sup>	20,4 <sup>a</sup>	14,4 <sup>b</sup>	19,4 <sup>A</sup>	13,9 <sup>AB</sup>	9,5 <sup>B</sup>	10,3 <sup>b</sup>	17,1 <sup>a</sup>	11,7 <sup>ab</sup>	4,6 <sup>B</sup>	8,4 <sup>A</sup>	14,4 <sup>AB</sup>
SEM	2,27	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24
Kräuter	7,1	7,3	6,9	12,7 <sup>A</sup>	6,4 <sup>B</sup>	7,8 <sup>B</sup>	10,1	7,3	8,0	7,3	11,7	7,6	17,8 <sup>a</sup>	9,8 <sup>b</sup>	8,7 <sup>b</sup>	9,8	12,6	11,9
SEM	1,39	1,38	1,39	1,38	1,38	1,39	1,38	1,38	1,39	1,38	1,38	1,39	1,38	1,38	1,39	1,38	1,38	1,39
Gräser	79,3	83,0	85,2	75,8 <sup>AB</sup>	73,0 <sup>B</sup>	81,7 <sup>A</sup>	74,2	72,4	77,0	73,3 <sup>B</sup>	74,5 <sup>B</sup>	82,8 <sup>A</sup>	69,7 <sup>b</sup>	72,9 <sup>ab</sup>	79,6 <sup>a</sup>	85,1 <sup>A</sup>	79,0 <sup>AB</sup>	73,7 <sup>B</sup>
SEM	2,50	2,47	2,48	2,48	2,47	2,48	2,48	2,47	2,48	2,48	2,47	2,48	2,48	2,47	2,48	2,48	2,47	2,48
<i>Lolium perenne</i>	23,7 <sup>b</sup>	34,6 <sup>a</sup>	43,9 <sup>a</sup>	38,2 <sup>B</sup>	34,1 <sup>B</sup>	51,4 <sup>A</sup>	34,8	38,3	45,1	31,7 <sup>B</sup>	37,7 <sup>AB</sup>	47,6 <sup>A</sup>	30,5 <sup>b</sup>	37,7 <sup>b</sup>	49,5 <sup>a</sup>	44,2	38,0	48,6
SEM	2,25	2,21	2,21	2,22	2,21	2,21	2,22	2,21	2,21	2,22	2,21	2,21	2,22	2,21	2,21	2,22	2,21	2,21
<i>Poa trivialis</i>	8,3 <sup>b</sup>	15,8 <sup>a</sup>	16,3 <sup>a</sup>	2,5	4,4	5,9	2,3	1,4	5,4	2,1	0,9	1,0	3,0	2,1	0,0	1,1	0,8	0,0
SEM	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
<i>Poa supina</i>	5,8	5,0	4,0	3,5	5,5	3,9	4,2	4,8	3,1	4,6	3,8	5,3	3,3	4,9	4,7	4,0 <sup>B</sup>	10,4 <sup>A</sup>	2,7 <sup>B</sup>
SEM	0,67	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
<i>Poa pratensis</i>	23,8 <sup>a</sup>	13,1 <sup>b</sup>	16,3 <sup>b</sup>	15,8	17,5	13,3	16,9	16,0	14,6	18,4	18,7	16,6	19,0	16,3	14,6	22,3 <sup>A</sup>	15,6 <sup>B</sup>	14,8 <sup>B</sup>
SEM	1,27	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
Sonstige Gräser	17,7 <sup>a</sup>	14,5 <sup>a</sup>	5,0 <sup>b</sup>	15,9 <sup>A</sup>	11,5 <sup>AB</sup>	7,5 <sup>B</sup>	16,1	11,8	9,2	16,6	13,3	12,7	14,0	11,8	11,2	13,5	14,1	7,9
SEM	1,44	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43

Abkürzungen:  
T1-T8: Termin 1: 30. April, Termin 2: 30. Mai, Termin 3: 28. Juni, Termin 4: 27. Juli, Termin 5: 29. August, Termin 6: 26. Oktober  
abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb einer Faktorkombination der jeweiligen Wechselwirkung

Tabelle 50: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Koppelweide-Variante KO (Wechselwirkung T x S; alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	T1			T2			T3			T4			T5			T6		
	BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF
Lücken	1,7	1,5	0,3	0,4	0,9	0,4	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	2,3	0,1	0,1	0,1	0,7	0,0
SEM	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Leguminosen	8,4	8,2	11,5	11,2	13,3	16,4	16,2	14,5	19,4	10,3	14,2	18,4	9,9	16,9	12,2	8,8	7,1	2,2
SEM	2,22	2,24	2,25	2,22	2,23	2,25	2,22	2,23	2,25	2,22	2,23	2,25	2,22	2,23	2,25	2,22	1,41	2,25
Kräuter	6,7	7,6	7,0	6,1 <sup>B</sup>	11,0 <sup>A</sup>	9,8 <sup>AB</sup>	6,3	9,5	9,7	7,0 <sup>B</sup>	11,3 <sup>A</sup>	8,3 <sup>AB</sup>	13,3	11,6	11,4	11,4 <sup>AB</sup>	8,4 <sup>B</sup>	14,4 <sup>A</sup>
SEM	1,39	1,39	1,38	1,39	1,38	1,38	1,39	1,38	1,38	1,39	1,38	1,38	1,39	1,38	1,38	1,39	1,38	1,38
Gräser	83,3	82,8	81,3	82,3	74,8	73,5	77,5	75,4	70,7	82,7	74,5	73,4	74,4	71,4	76,3	79,7	83,9	74,2
SEM	2,46	2,46	2,47	2,46	2,47	2,47	2,46	2,47	2,47	2,46	2,47	2,47	2,46	2,47	2,47	2,46	2,47	2,47
<i>Lolium perenne</i>	38,5 <sup>a</sup>	26,0 <sup>b</sup>	37,7 <sup>a</sup>	44,5 <sup>A</sup>	44,9 <sup>A</sup>	34,2 <sup>B</sup>	40,0 <sup>ab</sup>	44,9 <sup>a</sup>	33,2 <sup>b</sup>	41,1	40,5	35,3	37,8	43,8	36,0	42,1 <sup>B</sup>	55,8 <sup>A</sup>	33,0 <sup>B</sup>
SEM	2,19	2,20	2,20	2,19	2,20	2,20	2,19	2,20	2,20	2,19	2,20	2,20	2,19	2,20	2,20	2,19	2,20	2,20
<i>Poa trivialis</i>	2,4 <sup>b</sup>	34,9 <sup>a</sup>	3,0 <sup>b</sup>	0,7 <sup>B</sup>	11,5 <sup>A</sup>	0,7 <sup>B</sup>	0,8 <sup>b</sup>	7,1 <sup>a</sup>	1,3 <sup>b</sup>	0,0	4,0	0,0	0,0 <sup>b</sup>	5,1 <sup>a</sup>	0,0 <sup>b</sup>	0,0	1,8	0,0
SEM	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
<i>Poa supina</i>	6,5 <sup>a</sup>	2,7 <sup>b</sup>	5,7 <sup>ab</sup>	4,6	3,7	4,6	4,0	5,1	3,0	4,7	5,1	3,9	4,7	3,7	4,6	4,3	7,5	5,3
SEM	0,66	0,66	0,67	0,66	0,66	0,67	0,66	0,66	0,67	0,66	0,66	0,67	0,66	0,66	0,67	0,66	0,66	0,67
<i>Poa pratensis</i>	23,8 <sup>a</sup>	5,8 <sup>b</sup>	23,5 <sup>a</sup>	20,9 <sup>A</sup>	6,5 <sup>B</sup>	19,2 <sup>A</sup>	20,4 <sup>a</sup>	8,3 <sup>b</sup>	18,8 <sup>a</sup>	22,6 <sup>A</sup>	10,5 <sup>B</sup>	20,7 <sup>AB</sup>	22,0 <sup>a</sup>	6,5 <sup>b</sup>	21,5 <sup>a</sup>	20,0 <sup>A</sup>	10,0 <sup>B</sup>	22,7 <sup>A</sup>
SEM	1,22	1,23	1,24	1,22	1,23	1,24	1,22	1,23	1,24	1,22	1,23	1,24	1,22	1,23	1,24	1,22	1,23	1,24
Sonstige Gräser	12,0	13,4	11,7	11,6 <sup>AB</sup>	8,2 <sup>B</sup>	15,1 <sup>A</sup>	12,3	10,0	14,7	14,3	14,5	13,8	9,9	12,5	14,6	13,2	8,8	13,6
SEM	1,42	1,42	1,43	1,42	1,42	1,43	1,42	1,42	1,43	1,42	1,42	1,43	1,42	1,42	1,43	1,42	1,42	1,43

Abkürzungen:  
Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld), T1-T8: Termin 1: 30. April, Termin 2: 30. Mai, Termin 3: 28. Juni, Termin 4: 27. Juli, Termin 5: 29. August, Termin 6: 26. Oktober  
abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb einer Faktorkombination der jeweiligen Wechselwirkung

Tabelle 51: Täglicher Trockenmassezuwachs der vier Varianten (SW, S, MW und KW) während der Vegetationsperiode zu den definierten Terminen (1-7) mit den signifikanten Unterschieden innerhalb jeder Variante (Wechselwirkung V x T)

Parameter	Einheit	SW							S						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	42,6 <sup>bc</sup>	45,6 <sup>b</sup>	53,0 <sup>ab</sup>	65,0 <sup>a</sup>	62,1 <sup>a</sup>	52,2 <sup>ab</sup>	30,7 <sup>c</sup>	59,2 <sup>B</sup>	59,2 <sup>B</sup>	61,6 <sup>AB</sup>	69,3 <sup>AB</sup>	74,4 <sup>A</sup>	68,3 <sup>AB</sup>	31,8 <sup>C</sup>
SEM		3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
Parameter	Einheit	MW							KW						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	52,4 <sup>a</sup>	52,4 <sup>a</sup>	48,4 <sup>a</sup>	61,2 <sup>a</sup>	60,7 <sup>a</sup>	48,6 <sup>a</sup>	31,4 <sup>b</sup>	39,3 <sup>BC</sup>	42,1 <sup>BC</sup>	48,1 <sup>B</sup>	63,6 <sup>A</sup>	62,1 <sup>A</sup>	47,8 <sup>BC</sup>	35,0 <sup>C</sup>
SEM		3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25

Abkürzungen:  
Varianten: SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide)  
Termin: 1 (01.05.), 2 (27.05.), 3 (20.06.), 4 (15.07.), 5 (11.08.), 6 (10.09.) und 7 (19.10.)  
SEM: Standardfehler, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante bzw. der Jahre

Tabelle 52: Täglicher Trockenmassezuwachs der vier Varianten (SW, S, MW und KW) in den jeweiligen Versuchsjahren (2007-2011) mit den signifikanten Unterschieden innerhalb jeder Variante (Wechselwirkung V x J)

Parameter	Einheit	SW						S					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	40,7 <sup>b</sup>	42,6 <sup>b</sup>	62,9 <sup>a</sup>	45,5 <sup>b</sup>	70,5 <sup>a</sup>	38,8 <sup>b</sup>	42,2 <sup>c</sup>	61,3 <sup>b</sup>	65,7 <sup>b</sup>	56,2 <sup>b</sup>	80,1 <sup>a</sup>	57,8 <sup>b</sup>
	SEM	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11

Parameter	Einheit	MW						KW					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	44,8 <sup>bc</sup>	52,5 <sup>abc</sup>	56,7 <sup>a</sup>	54,9 <sup>ab</sup>	53,0 <sup>abc</sup>	42,5 <sup>c</sup>	46,8 <sup>ab</sup>	44,9 <sup>ab</sup>	45,0 <sup>ab</sup>	53,8 <sup>ab</sup>	56,5 <sup>a</sup>	42,6 <sup>b</sup>
	SEM	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11

Abkürzungen:  
 Varianten: SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide)  
 SEM: Standardfehler, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante bzw. der Jahre

Tabelle 53: Täglicher Trockenmassezuwachs der Varianten KW im jeweiligen Versuchsjahren (2007-2011) mit den signifikanten Unterschieden innerhalb jedes Jahres (Wechselwirkung T x J)

Parameter	Einheit	2007							2008						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	17,6 <sup>b</sup>	19,0 <sup>b</sup>	43,1 <sup>ab</sup>	69,6 <sup>a</sup>	69,1 <sup>a</sup>	60,3 <sup>a</sup>	54,9 <sup>a</sup>	49,9 <sup>AB</sup>	45,8 <sup>AB</sup>	44,7 <sup>AB</sup>	62,8 <sup>A</sup>	56,0 <sup>A</sup>	37,4 <sup>AB</sup>	23,4 <sup>B</sup>
	SEM	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65

Parameter	Einheit	2009							2010						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	30,3 <sup>b</sup>	40,0 <sup>ab</sup>	41,1 <sup>ab</sup>	66,7 <sup>a</sup>	63,2 <sup>a</sup>	50,2 <sup>ab</sup>	29,7 <sup>b</sup>	43,9 <sup>AB</sup>	53,7 <sup>AB</sup>	60,5 <sup>A</sup>	68,6 <sup>A</sup>	69,7 <sup>A</sup>	55,6 <sup>AB</sup>	30,7 <sup>B</sup>
	SEM	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65

Parameter	Einheit	2011							2012						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	54,3	53,3	54,7	70,6	65,9	53,0	49,5	44,7	45,9	49,9	48,2	53,4	35,5	26,8
	SEM	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65

Abkürzungen:  
 Termine 2007: 1 (27.04.), 2 (21.05.), 3 (14.06.), 4 (11.07.), 5 (13.08.), 6 (18.09) und 7 (16.10.); Termine 2008: 1 (07.05.), 2 (02.06.), 3 (24.06.), 4 (15.07.), 5 (11.08.), 6 (03.09) und 7 (21.10.)  
 Termine 2009: 1 (06.05.), 2 (27.05.), 3 (26.06.), 4 (27.07.), 5 (25.08.), 6 (22.09) und 7 (15.10.); Termine 2010: 1 (30.04.), 2 (26.05.), 3 (17.06.), 4 (13.07.), 5 (10.08.), 6 (08.09) und 7 (21.10.)  
 Termine 2011: 1 (28.04.), 2 (26.05.), 3 (21.06.), 4 (12.07.), 5 (03.08.), 6 (25.08) und 7 (27.10.); Termine 2012: 1 (03.05.), 2 (30.05.), 3 (20.06.), 4 (12.07.), 5 (08.08.), 6 (18.09) und 7 (18.10.)  
 SEM: Standardfehler, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante bzw. der Jahre

Tabelle 54: Trockenmasse- und Qualitätserträge (Rohprotein und Energie) für jede Variante (SW, S, MW und KW) und den sechs Versuchsjahren (2007-2011) mit den signifikanten Unterschieden innerhalb jeder Variante (Wechselwirkung V x J)

Parameter	Einheit	SW						S					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	8.628 <sup>b</sup>	8.525 <sup>b</sup>	12.667 <sup>a</sup>	9.368 <sup>b</sup>	15.310 <sup>a</sup>	7.814 <sup>b</sup>	9.054 <sup>c</sup>	12.150 <sup>b</sup>	13.161 <sup>b</sup>	11.606 <sup>bc</sup>	17.183 <sup>a</sup>	11.956 <sup>b</sup>
	SEM	675	675	675	675	675	675	675	675	675	675	675	675
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	1.308 <sup>c</sup>	1.864 <sup>ab</sup>	1.830 <sup>abc</sup>	1.883 <sup>ab</sup>	2.227 <sup>a</sup>	1.604 <sup>bc</sup>	1.426 <sup>B</sup>	1.646 <sup>B</sup>	1.751 <sup>B</sup>	1.810 <sup>BC</sup>	2.487 <sup>A</sup>	1.716 <sup>B</sup>
	SEM	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	152 <sup>c</sup>	218 <sup>a</sup>	145 <sup>c</sup>	201 <sup>b</sup>	145 <sup>c</sup>	205 <sup>ab</sup>	158 <sup>A</sup>	135 <sup>B</sup>	133 <sup>B</sup>	156 <sup>A</sup>	144 <sup>AB</sup>	144 <sup>AB</sup>
	SEM	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Energieertrag	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	51.627 <sup>d</sup>	54.813 <sup>d</sup>	75.028 <sup>b</sup>	61.492 <sup>c</sup>	92.441 <sup>a</sup>	51.968 <sup>d</sup>	54.397 <sup>c</sup>	71.661 <sup>BC</sup>	74.803 <sup>B</sup>	70.778 <sup>BC</sup>	104.520 <sup>A</sup>	71.104 <sup>BC</sup>
	SEM	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310
Energiegehalt	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	5,99 <sup>c</sup>	6,43 <sup>b</sup>	5,92 <sup>c</sup>	6,56 <sup>ab</sup>	6,03 <sup>c</sup>	6,65 <sup>a</sup>	6,01 <sup>A</sup>	5,90 <sup>A</sup>	5,68 <sup>B</sup>	6,10 <sup>A</sup>	6,08 <sup>A</sup>	5,95 <sup>A</sup>
	SEM	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Parameter	Einheit	MW						KW					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	9.241	10.456	11.160	11.307	10.803	8.669	9.684 <sup>AB</sup>	9.018 <sup>AB</sup>	8.871 <sup>AB</sup>	11.049 <sup>AB</sup>	11.535 <sup>A</sup>	8.721 <sup>B</sup>
	SEM	675	675	675	675	675	675	675	675	675	675	675	675
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	1.735	1.921	1.955	2.047	1.877	1.545	1.897	2.028	1.765	2.239	2.279	1.804
	SEM	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	188	184	175	181	174	178	196 <sup>B</sup>	225 <sup>A</sup>	198 <sup>B</sup>	202 <sup>B</sup>	198 <sup>B</sup>	206 <sup>B</sup>
	SEM	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Energieertrag	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	57.489	64.003	66.687	70.174	67.070	54.446	62.280 <sup>AB</sup>	58.260 <sup>AB</sup>	55.413 <sup>B</sup>	72.203 <sup>AB</sup>	73.859 <sup>A</sup>	57.776 <sup>AB</sup>
	SEM	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310	4.310
Energiegehalt	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,22 <sup>a</sup>	6,12 <sup>ab</sup>	5,98 <sup>b</sup>	6,21 <sup>a</sup>	6,21 <sup>a</sup>	6,28 <sup>a</sup>	6,43 <sup>AB</sup>	6,46 <sup>A</sup>	6,24 <sup>B</sup>	6,53 <sup>A</sup>	6,42 <sup>AB</sup>	6,62 <sup>A</sup>
	SEM	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Abkürzungen:  
 TM: Trockenmasse, MJ: Megajoule, NEL: Nettoenergie Laktation  
 Varianten: SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide)  
 SEM: Standardfehler, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb einer Variante in den Jahren

Tabelle 55: Trockenmasse- und Qualitätserträge (Rohprotein und Energie) für die Varianten (SW, S, MW und KW) innerhalb des jeweiligen Versuchsjahres (2007-2011) mit den signifikanten Unterschieden innerhalb jedes Jahres (Wechselwirkung J x V)

Parameter	Einheit	2007				2008				2009			
		SW	S	MW	KW	SW	S	MW	KW	SW	S	MW	KW
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	8.628	9.054	9.241	9.684	8.525 <sup>B</sup>	12.150 <sup>A</sup>	10.456 <sup>AB</sup>	9.018 <sup>B</sup>	12.667 <sup>A</sup>	13.161 <sup>A</sup>	11.160 <sup>ab</sup>	8.871 <sup>b</sup>
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	1.308 <sup>b</sup>	1.426 <sup>ab</sup>	1.735 <sup>ab</sup>	1.897 <sup>a</sup>	1.864	1.646	1.921	2.028	1.830	1.751	1.955	1.765
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	152 <sup>b</sup>	158 <sup>b</sup>	188 <sup>a</sup>	196 <sup>a</sup>	218 <sup>A</sup>	135 <sup>C</sup>	184 <sup>B</sup>	225 <sup>A</sup>	145 <sup>c</sup>	133 <sup>c</sup>	175 <sup>b</sup>	198 <sup>a</sup>
Energieertrag	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	51.627	54.397	57.489	62.280	54.813	71.661	64.003	58.260	75.028 <sup>a</sup>	74.803 <sup>a</sup>	66.687 <sup>ab</sup>	55.413 <sup>b</sup>
Energiegehalt	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	5,99 <sup>c</sup>	6,01 <sup>c</sup>	6,22 <sup>b</sup>	6,43 <sup>a</sup>	6,43 <sup>A</sup>	5,90 <sup>C</sup>	6,12 <sup>B</sup>	6,46 <sup>A</sup>	5,92 <sup>b</sup>	5,68 <sup>c</sup>	5,98 <sup>b</sup>	6,24 <sup>a</sup>

Parameter	Einheit	2010				2011				2012			
		SW	S	MW	KW	SW	S	MW	KW	SW	S	MW	KW
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	9.368	11.606	11.307	11.049	15.310 <sup>a</sup>	17.183 <sup>a</sup>	10.803 <sup>b</sup>	11.535 <sup>b</sup>	7.814 <sup>b</sup>	11.956 <sup>A</sup>	8.669 <sup>B</sup>	8.721 <sup>B</sup>
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	1.883	1.810	2.047	2.239	2.227 <sup>ab</sup>	2.487 <sup>a</sup>	1.877 <sup>b</sup>	2.279 <sup>ab</sup>	1.604	1.716	1.545	1.804
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	201 <sup>A</sup>	156 <sup>C</sup>	181 <sup>B</sup>	202 <sup>A</sup>	145 <sup>c</sup>	144 <sup>c</sup>	174 <sup>b</sup>	198 <sup>a</sup>	205 <sup>A</sup>	144 <sup>C</sup>	178 <sup>B</sup>	206 <sup>A</sup>
Energieertrag	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	61.492	70.778	70.174	72.203	92.441 <sup>ab</sup>	104.520 <sup>A</sup>	67.070 <sup>c</sup>	73.859 <sup>bc</sup>	51.968 <sup>B</sup>	71.104 <sup>A</sup>	54.446 <sup>AB</sup>	57.776 <sup>AB</sup>
Energiegehalt	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,56 <sup>A</sup>	6,10 <sup>B</sup>	6,21 <sup>B</sup>	6,53 <sup>A</sup>	6,03 <sup>b</sup>	6,08 <sup>b</sup>	6,21 <sup>ab</sup>	6,42 <sup>A</sup>	6,65 <sup>A</sup>	5,95 <sup>C</sup>	6,28 <sup>B</sup>	6,62 <sup>A</sup>

Abkürzungen:  
 TM: Trockenmasse, MJ: Megajoule, NEL: Nettoenergie Laktation  
 Varianten: SW (4-Schnittnutzung/Kurzrasenweide), S (4-Schnittnutzung), MW (Mähweide) und KW (Kurzrasenweide)  
 SEM: Standardfehler, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb eines Jahres für die Varianten

Tabelle 56: Blattflächenindex der Weidevariante KU in den jeweiligen Versuchsjahren zu den Messterminen während der Vegetationsperiode und auf den drei Flächen in den Jahren mit den signifikanten Unterschieden (Wechselwirkungen V x T und J x S)

Parameter	Einheit	2014							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	2,77 <sup>a</sup>	2,54 <sup>a</sup>	3,25 <sup>a</sup>	2,41 <sup>a</sup>	3,37 <sup>a</sup>	3,05 <sup>a</sup>	3,03 <sup>a</sup>	0,94 <sup>b</sup>
		0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26

Parameter	Einheit	2015							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	2,11 <sup>b</sup>	2,03 <sup>b</sup>	1,67 <sup>b</sup>	1,62 <sup>b</sup>	2,22 <sup>b</sup>	2,51 <sup>ab</sup>	2,07 <sup>b</sup>	3,71 <sup>a</sup>
		0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26

Parameter	Einheit	2016							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	2,21 <sup>ab</sup>	1,76 <sup>b</sup>	2,76 <sup>ab</sup>	3,19 <sup>a</sup>	2,90 <sup>ab</sup>	3,08 <sup>ab</sup>	2,29 <sup>ab</sup>	1,53 <sup>b</sup>
		0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26

Parameter	Einheit	2014			2015			2016		
		BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	3,05 <sup>a</sup>	2,05 <sup>b</sup>	2,90 <sup>a</sup>	2,02	2,11	2,60	2,42	2,28	2,70
		0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

Abkürzungen:  
 Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)  
 SEM: Standardfehler, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb eines Jahres für die drei Standorte

Tabelle 57: Blattflächenindex der Weidevariante KO in den jeweiligen Versuchsjahren zu den Messterminen während der Vegetationsperiode und auf den drei Flächen in den Jahren mit den signifikanten Unterschieden (Wechselwirkungen V x T und J x S)

Parameter	Einheit	2014					
		1	2	3	4	5	6
Blattflächenindex <i>SEM</i>	m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	4,52 <sup>ab</sup>	3,98 <sup>b</sup>	2,86 <sup>b</sup>	4,23 <sup>b</sup>	3,03 <sup>b</sup>	5,74 <sup>a</sup>
		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33

Parameter	Einheit	2014					
		1	2	3	4	5	6
Blattflächenindex <i>SEM</i>	m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	3,29 <sup>ab</sup>	1,65 <sup>b</sup>	3,02 <sup>b</sup>	4,69 <sup>a</sup>	3,82 <sup>ab</sup>	4,37 <sup>ab</sup>
		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33

Parameter	Einheit	2014					
		1	2	3	4	5	6
Blattflächenindex <i>SEM</i>	m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	2,97 <sup>b</sup>	3,59 <sup>ab</sup>	3,27 <sup>ab</sup>	3,21 <sup>ab</sup>	4,53 <sup>a</sup>	2,88 <sup>b</sup>
		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33

Parameter	Einheit	2014			2015			2016		
		BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF
Blattflächenindex <i>SEM</i>	m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	4,35 <sup>ab</sup>	3,37 <sup>b</sup>	4,46 <sup>a</sup>	3,16	3,69	3,57	3,69	2,93	3,60
		0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25

Abkürzungen:

Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

SEM: Standardfehler, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb eines Jahres für die drei Standorte

Tabelle 58: Trockenmassezuwächse der beiden Weidevarianten (KU und KO) in den jeweiligen Versuchsjahren, auf den drei Standorten und für die Termine während der Vegetationsperiode mit den signifikanten Unterschieden innerhalb jeder Variante (Wechselwirkungen V x J, V x S und V x T)

Parameter	Einheit	KU			KO			BF	KU QF	SF	BF	KO QF	SF
		2014	2015	2016	2014	2015	2016						
Trockenmassezuwachs <i>SEM</i>	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	54,4	45,7	47,5	51,9	45,9	50,1	50,1	43,6	53,9	49,0	45,1	53,8
		1,88	1,88	1,89	1,94	1,92	1,93	1,90	1,87	1,87	1,89	1,91	1,91

Parameter	Einheit	KU							KO						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs <i>SEM</i>	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	46,2	46,4	60,1	57,2	63,9	45,4	25,0	49,3	49,7	58,3	58,2	55,6	49,0	25,1
		2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45

Abkürzungen:

Varianten: KU (Kurzrasenweide), KO (Koppelweide) und 4S (4-Schnittnutzung); Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

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

SEM: Standardfehler, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante bzw. der Jahre

Tabelle 59: Trockenmassezuwächse der Weidevariante KU in den jeweiligen Versuchsjahren zu den Terminen während der Vegetationsperiode und auf den drei Flächen in den Jahren mit den signifikanten Unterschieden (Wechselwirkungen V x T und J x S)

Parameter	Einheit	2014						
		1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs <i>SEM</i>	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	35,9 <sup>c</sup>	43,2 <sup>c</sup>	62,3 <sup>ab</sup>	70,0 <sup>a</sup>	77,6 <sup>a</sup>	50,8 <sup>bc</sup>	38,6 <sup>c</sup>
		3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13

Parameter	Einheit	2015						
		1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs <i>SEM</i>	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	36,0 <sup>c</sup>	46,4 <sup>c</sup>	63,0 <sup>ab</sup>	48,4 <sup>bc</sup>	67,1 <sup>a</sup>	41,2 <sup>c</sup>	19,7 <sup>d</sup>
		3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13

Parameter	Einheit	2016						
		1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs <i>SEM</i>	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	67,1 <sup>a</sup>	49,7 <sup>b</sup>	55,1 <sup>ab</sup>	53,5 <sup>ab</sup>	47,5 <sup>b</sup>	44,4 <sup>b</sup>	16,8 <sup>c</sup>
		3,14	3,14	3,14	3,14	3,14	3,14	3,14

Parameter	Einheit	2014			2015			2016		
		BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF
Trockenmassezuwachs <i>SEM</i>	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	51,7 <sup>a</sup>	45,5 <sup>b</sup>	58,4 <sup>a</sup>	41,8	45,0	51,0	53,2	45,3	51,4
		2,47	2,44	2,47	2,46	2,37	2,44	2,46	2,48	2,37

Abkürzungen:

Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld); Termin: 1 (13.04.), 2 (11.05.), 3 (08.06.), 4 (06.07.), 5 (03.08.), 6 (31.08.) und 7 (28.09.)

SEM: Standardfehler, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer für Termine bzw. Standorte innerhalb jedes Jahres

Tabelle 60: Trockenmassezuwächse der Weidevariante KO in den jeweiligen Versuchsjahren zu den Terminen während der Vegetationsperiode und auf den drei Flächen in den Jahren mit den signifikanten Unterschieden (Wechselwirkungen V x T und J x S)

Parameter	Einheit	2014						
		1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	49,8 <sup>a</sup>	50,7 <sup>a</sup>	61,6 <sup>a</sup>	60,3 <sup>a</sup>	56,2 <sup>a</sup>	55,4 <sup>a</sup>	28,8 <sup>b</sup>
	SEM	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21

Parameter	Einheit	2015						
		1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	38,4 <sup>c</sup>	40,7 <sup>bc</sup>	53,6 <sup>ab</sup>	57,4 <sup>a</sup>	58,5 <sup>a</sup>	49,5 <sup>abc</sup>	23,5 <sup>d</sup>
	SEM	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19

Parameter	Einheit	2016						
		1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	59,6 <sup>a</sup>	57,4 <sup>a</sup>	59,4 <sup>a</sup>	56,7 <sup>a</sup>	51,9 <sup>ab</sup>	42,1 <sup>b</sup>	22,8 <sup>c</sup>
	SEM	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19

Parameter	Einheit	2014			2015			2016		
		BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF
Trockenmassezuwachs	kg TM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	58,5 <sup>ab</sup>	43,1 <sup>b</sup>	60,6 <sup>a</sup>	43,1 <sup>b</sup>	44,5 <sup>ab</sup>	50,2 <sup>a</sup>	48,2	44,8	50,2
	SEM	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,17	2,10	2,10

Abkürzungen:

Standort: BF (Belfeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld); Termin: 1 (13.04.), 2 (11.05.), 3 (08.06.), 4 (06.07.), 5 (03.08.), 6 (31.08.) und 7 (28.09.)

SEM: Standardfehler, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer für Termine bzw. Standorte innerhalb jedes Jahres

Tabelle 61: Trockenmasse- und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die drei Nutzungsvarianten auf den drei Versuchsfeldern im Mittel aller drei Versuchsjahre (2014-2016) auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung V x S)

Parameter	Einheit	KU			KO			4S		
		BF	QF	SF	BF	QF	SF	BF	QF	SF
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	9.684 <sup>a</sup>	8.295 <sup>b</sup>	10.310 <sup>a</sup>	9.251 <sup>AB</sup>	8.660 <sup>B</sup>	10.349 <sup>A</sup>	12.407 <sup>a</sup>	8.859 <sup>c</sup>	11.054 <sup>b</sup>
	SEM	318	312	312	315	318	318	321	321	321
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	2.037 <sup>a</sup>	1.584 <sup>b</sup>	2.297 <sup>a</sup>	1.810 <sup>AB</sup>	1.524 <sup>B</sup>	2.057 <sup>A</sup>	2.014 <sup>a</sup>	1.372 <sup>b</sup>	1.883 <sup>a</sup>
	SEM	75,5	73,9	73,9	74,8	75,3	75,4	76,2	76,2	76,2
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	212	194	223	197	179	202	163	154	173
	SEM	2,82	2,77	2,77	2,79	2,82	2,82	2,85	2,85	2,85
Energieertrag <sub>REG</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	63.432 <sup>a</sup>	53.946 <sup>b</sup>	67.823 <sup>a</sup>	59.686 <sup>AB</sup>	55.590 <sup>B</sup>	67.230 <sup>A</sup>	77.574 <sup>a</sup>	55.343 <sup>c</sup>	69.297 <sup>b</sup>
	SEM	2005	1961	1961	1986	2000	2000	2021	2021	2021
Energiegehalt <sub>REG</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,55	6,51	6,58	6,44	6,44	6,46	6,22	6,25	6,26
	SEM	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Energieertrag <sub>ELOS</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	57.633 <sup>ab</sup>	53.621 <sup>b</sup>	62.836 <sup>a</sup>	55.867	54.702	62.087	76.231 <sup>a</sup>	52.128 <sup>c</sup>	66.322 <sup>b</sup>
	SEM	2119	2136	2107	2076	2082	2106	2105	2203	2203
Energiegehalt <sub>ELOS</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,59	6,60	6,62	6,42	6,48	6,46	6,06	6,05	6,03
	SEM	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Wuchshöhe	cm <sub>RPM</sub>	8,06	7,12	8,02	10,2 <sup>A</sup>	8,94 <sup>B</sup>	10,7 <sup>A</sup>	15,6 <sup>a</sup>	11,6 <sup>c</sup>	14,2 <sup>b</sup>
	SEM	0,27	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Futterdichte	kg TM ha <sup>-1</sup> cm <sub>RPM</sub> <sup>-1</sup>	311	338	341	297 <sup>B</sup>	335 <sup>A</sup>	317 <sup>AB</sup>	311 <sup>a</sup>	336 <sup>a</sup>	298 <sup>b</sup>
	SEM	9,04	8,87	8,87	8,96	9,04	9,04	9,14	9,14	9,14
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	2,58	2,10	2,82	3,63	3,09	3,85	4,97	4,09	5,15
	SEM	0,15	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

Abkürzungen:

Varianten: KU (Kurzrasenweide), KO (Koppelweide) und 4S (4-Schnittnutzung); Standort: BF (Belfeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

Energie: REG (errechnet aus Rohnährstoffen mittels Regression), ELOS (Bestimmung der Verdaulichkeit in vitro nach der Zellulase-Methode); cmRPM: Messung mittels Pasture Plate Meter (RPM)

abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante auf den drei Standorten

Tabelle 62: Trockenmasse - und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die drei Nutzungsvarianten in den drei Versuchsjahren (2014-2016) auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung V x J)

Parameter	Einheit	KU			KO			4S		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	10.588 313	8.736 313	8.966 315	10.250 315	8.764 319	9.247 321	10.975 321	10.398 332	10.948 332
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	2.104 74,3	1.955 74,3	1.859 74,8	1.860 76,4	1.726 75,7	1.805 76,1	1.823 76,2	1.707 78,7	1.739 78,6
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	197 <sup>c</sup> 2,78	224 <sup>a</sup> 2,78	208 <sup>b</sup> 2,79	180 <sup>B</sup> 2,86	202 <sup>A</sup> 2,83	197 <sup>A</sup> 2,84	167 2,85	165 2,94	158 2,94
Energieertrag <sub>REG</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	68.435 <sup>a</sup> 1971	57.522 <sup>b</sup> 1972	59.244 <sup>b</sup> 1986	65.579 <sup>A</sup> 2029	56.468 <sup>B</sup> 2010	60.459 <sup>AB</sup> 2023	68.041 2021	64.500 2093	69.673 2092
Energiegehalt <sub>REG</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,46 <sup>b</sup> 0,02	6,58 <sup>a</sup> 0,02	6,61 <sup>a</sup> 0,02	6,32 <sup>B</sup> 0,02	6,48 <sup>A</sup> 0,02	6,53 <sup>A</sup> 0,02	6,20 <sup>b</sup> 0,02	6,21 <sup>b</sup> 0,02	6,33 <sup>a</sup> 0,02
Energieertrag <sub>ELOS</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>		55.313 1840	59.791 1858		57.017 1784	59.043 1803		62.075 1947	67.713 1947
Energiegehalt <sub>ELOS</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM		6,59 0,02	6,62 0,02		6,42 0,02	6,49 0,02		5,97 <sup>b</sup> 0,02	6,13 <sup>a</sup> 0,02
Wuchshöhe	cm <sub>RPM</sub>	8,75 <sup>a</sup> 0,26	6,90 <sup>b</sup> 0,26	7,55 <sup>b</sup> 0,26	11,3 <sup>A</sup> 0,27	9,23 <sup>B</sup> 0,27	9,39 <sup>B</sup> 0,27	13,6 <sup>a</sup> 0,27	13,2 <sup>b</sup> 0,28	14,6 <sup>a</sup> 0,28
Futterdichte	kg TM ha <sup>-1</sup> cm <sub>RPM</sub> <sup>-1</sup>	324 8,91	334 8,92	332 8,95	325 9,17	308 9,09	316 9,11	324 9,14	310 9,45	311 9,44
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	2,91 <sup>a</sup> 0,14	1,99 <sup>b</sup> 0,14	2,60 <sup>a</sup> 0,14	3,73 0,15	3,26 0,15	3,58 0,15	5,41 <sup>a</sup> 0,15	4,43 <sup>b</sup> 0,15	4,38 <sup>b</sup> 0,15

Abkürzungen:

Varianten: KU (Kurzrasenweide), KO (Koppelweide) und 4S (4-Schnittnutzung); Standort: BF (Belfeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

Energie: REG (errechnet aus Rohnährstoffen mittels Regression), ELOS (Bestimmung der Verdaulichkeit in vitro nach der Zellulase-Methode); cm<sub>RPM</sub>: Messung mittels Pasture Plate Meter (RPM)

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

Tabelle 63: Trockenmasse - und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die drei Versuchsflächen in den drei Versuchsjahren (2014-2016) auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung S x J)

Parameter	Einheit	BF			QF			SF		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	11.316 309	9.637 309	10.389 309	8.924 309	8.273 309	8.617 309	11.573 309	9.987 309	10.154 309
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	2.122 <sup>a</sup> 73,3	1.794 <sup>b</sup> 73,3	1.946 <sup>ab</sup> 73,3	1.451 73,3	1.522 73,3	1.507 73,3	2.215 73,3	2.072 73,3	1.950 73,3
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	188 2,75	193 2,75	191 2,75	165 <sup>B</sup> 2,75	186 <sup>A</sup> 2,75	177 <sup>A</sup> 2,75	191 <sup>b</sup> 2,75	212 <sup>a</sup> 2,75	196 <sup>b</sup> 2,75
Energieertrag <sub>REG</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	71.911 1943	60.999 1943	67.781 1943	56.459 1943	52.889 1943	55.531 1943	73.684 1943	64.602 1943	66.063 1943
Energiegehalt <sub>REG</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,32 <sup>b</sup> 0,02	6,38 <sup>b</sup> 0,02	6,50 <sup>a</sup> 0,02	6,34 <sup>B</sup> 0,02	6,41 <sup>A</sup> 0,02	6,46 <sup>A</sup> 0,02	6,32 <sup>b</sup> 0,02	6,48 <sup>a</sup> 0,02	6,51 <sup>a</sup> 0,02
Energieertrag <sub>ELOS</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>		59.911 1748	66.577 1748		52.044 1748	54.924 1748		62.450 1748	65.046 1748
Energiegehalt <sub>ELOS</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM		6,31 0,02	6,41 0,02		6,34 0,02	6,41 0,02		6,32 0,02	6,42 0,02
Wuchshöhe	cm <sub>RPM</sub>	12,0 0,26	10,4 0,26	11,5 0,26	9,83 0,26	8,70 0,26	9,12 0,26	11,8 0,26	10,2 0,26	10,9 0,26
Futterdichte	kg TM ha <sup>-1</sup> cm <sub>RPM</sub> <sup>-1</sup>	313 8,80	303 8,80	304 8,80	338 8,80	334 8,80	337 8,80	323 8,80	315 8,80	318 8,80
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	4,50 0,14	3,08 0,14	3,61 0,14	3,30 0,14	2,92 0,14	3,07 0,14	4,26 0,14	3,68 0,14	3,89 0,14

Abkürzungen:

Varianten: KU (Kurzrasenweide), KO (Koppelweide) und 4S (4-Schnittnutzung); Standort: BF (Belfeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

Energie: REG (errechnet aus Rohnährstoffen mittels Regression), ELOS (Bestimmung der Verdaulichkeit in vitro nach der Zellulase-Methode); cm<sub>RPM</sub>: Messung mittels Pasture Plate Meter (RPM)

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

Tabelle 64: Trockenmasse- und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die drei Nutzungsvarianten innerhalb jedes Versuchsjahres auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung V x J)

Parameter	Einheit	2014			2015			2016		
		KU	KO	4S	KU	KO	4S	KU	KO	4S
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	10.588	10.250	10.975	8.736	8.764	10.398	8.966	9.247	10.948
	SEM	313	315	321	313	319	332	315	321	332
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	2.104	1.860	1.823	1.955	1.726	1.707	1.859	1.805	1.739
	SEM	74,3	76,4	76,2	74,3	75,7	78,7	74,8	76,1	78,6
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	197 <sup>a</sup>	180 <sup>b</sup>	167 <sup>c</sup>	224 <sup>A</sup>	202 <sup>B</sup>	165 <sup>C</sup>	208 <sup>a</sup>	197 <sup>b</sup>	158 <sup>c</sup>
	SEM	2,78	2,86	2,85	2,78	2,83	2,94	2,79	2,84	2,94
Energieertrag <sub>REG</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	68.435	65.579	68.041	57.522	56.468	64.500	59.244 <sup>b</sup>	60.459 <sup>b</sup>	69.673 <sup>a</sup>
	SEM	1971	2029	2021	1972	2010	2093	1986	2023	2092
Energiegehalt <sub>REG</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,46 <sup>a</sup>	6,32 <sup>b</sup>	6,20 <sup>c</sup>	6,58 <sup>A</sup>	6,48 <sup>B</sup>	6,21 <sup>C</sup>	6,61 <sup>a</sup>	6,53 <sup>b</sup>	6,33 <sup>c</sup>
	SEM	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Energieertrag <sub>ELOS</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>				55.313	57.017	62.075	59.791	59.043	67.713
	SEM				1840	1784	1947	1858	1803	1947
Energiegehalt <sub>ELOS</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM				6,59 <sup>A</sup>	6,42 <sup>B</sup>	5,97 <sup>C</sup>	6,62 <sup>a</sup>	6,49 <sup>b</sup>	6,13 <sup>c</sup>
	SEM				0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Wuchshöhe	cm <sub>RPM</sub>	8,75 <sup>a</sup>	11,3 <sup>b</sup>	13,6 <sup>c</sup>	6,90 <sup>A</sup>	9,23 <sup>B</sup>	13,2 <sup>C</sup>	7,55 <sup>a</sup>	9,39 <sup>b</sup>	14,6 <sup>c</sup>
	SEM	0,26	0,27	0,27	0,26	0,27	0,28	0,26	0,27	0,28
Futterdichte	kg TM ha <sup>-1</sup> cm <sub>RPM</sub> <sup>-1</sup>	324	325	324	334	308	310	332	316	311
	SEM	8,91	9,17	9,14	8,92	9,09	9,45	8,95	9,11	9,44
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	2,01 <sup>c</sup>	3,73 <sup>b</sup>	5,41 <sup>a</sup>	1,99 <sup>A</sup>	3,26 <sup>B</sup>	4,43 <sup>C</sup>	2,60 <sup>a</sup>	3,58 <sup>b</sup>	4,38 <sup>c</sup>
	SEM	0,14	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15

Abkürzungen:

Varianten: KU (Kurzrasenweide), KO (Koppelweide) und 4S (4-Schnittnutzung); Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

Energie: REG (errechnet aus Rohnährstoffen mittels Regression), ELOS (Bestimmung der Verdaulichkeit in vitro nach der Zellulase-Methode); cm<sub>RPM</sub>: Messung mittels Pasture Plate Meter (RPM)

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

Tabelle 65: Trockenmasse - und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die zwei Weidevarianten auf den drei Versuchsflächen im Mittel aller drei Versuchsjahre (2014-2016) auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung V x S)

Parameter	Einheit	KU			KO		
		BF	QF	SF	BF	QF	SF
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	10.464	9.198	11.181	10.564	9.396	11.521
	SEM	361	359	359	361	359	359
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	2.208	1.778	2.495	2.109	1.676	2.328
	SEM	77,8	77,3	77,3	77,8	77,3	77,3
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	212	194	224	198	179	203
	SEM	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
Energieertrag <sub>REG</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	68.534	59.863	73.597	68.245	60.413	74.821
	SEM	2.198	2.188	2.188	2.198	2.188	2.188
Energiegehalt <sub>REG</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,55	6,52	6,59	6,44	6,44	6,46
	SEM	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Energieertrag <sub>ELOS</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	60.619	60.637	68.030	64.270	59.924	69.316
	SEM	2694	2.592	2.592	2.628	2.592	2.592
Energiegehalt <sub>ELOS</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,56	6,58	6,61	6,41	6,45	6,45
	SEM	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Wuchshöhe	cm <sub>RPM</sub>	7,88 <sup>a</sup>	6,99 <sup>b</sup>	7,85 <sup>a</sup>	10,2 <sup>A</sup>	8,98 <sup>B</sup>	10,77 <sup>A</sup>
	SEM	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Futterdichte	kg TM ha <sup>-1</sup> cm <sub>RPM</sub> <sup>-1</sup>	324	341	344	298	334	319
	SEM	9,18	9,09	9,19	9,13	9,09	9,19
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	2,50	2,14	2,72 <sup>a</sup>	3,80	3,35	3,98
	SEM	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14

Abkürzungen:

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

Energie: REG (errechnet aus Rohnährstoffen mittels Regression), ELOS (Bestimmung der Verdaulichkeit in vitro nach der Zellulase-Methode)

cm<sub>RPM</sub>: Messung mittels Pasture Plate Meter (RPM); abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante auf den drei Standorten

Tabelle 66: Trockenmasse- und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die zwei Weidevarianten in den drei Versuchsjahren (2014-2016) auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung V x J)

Parameter	Einheit	KU			KO		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	11.664	9.583	9.595	11.448	9.825	10.208
	SEM	359	359	361	359	359	361
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	2.325	2.156	2.001	2.111	1.997	2.006
	SEM	77,3	77,3	77,8	77,3	77,3	77,8
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	197	225	208	181	204	196
	SEM	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
Energieertrag <sub>REG</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	75.456 <sup>a</sup>	63.113 <sup>b</sup>	63.425 <sup>b</sup>	73.213 <sup>A</sup>	63.470 <sup>B</sup>	66.796 <sup>B</sup>
	SEM	2.188	2.188	2.198	2.188	2.188	2.198
Energiegehalt <sub>REG</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,48	6,58	6,60	6,32	6,49	6,53
	SEM	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Energieertrag <sub>ELOS</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>		62.958	63.232		62.556	66.451
	SEM		2.211	2.214		2.227	2.214
Energiegehalt <sub>ELOS</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM		6,56	6,58		6,38	6,49
	SEM		0,02	0,02		0,02	0,02
Wuchshöhe	cm <sub>RPM</sub>	8,21 <sup>a</sup>	6,95 <sup>b</sup>	7,56 <sup>ab</sup>	11,31 <sup>A</sup>	9,30 <sup>B</sup>	9,38 <sup>B</sup>
	SEM	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Futterdichte	kg TM ha <sup>-1</sup> cm <sub>RPM</sub> <sup>-1</sup>	342	334	333	325	307	320
	SEM	9,39	9,13	9,09	9,39	9,19	9,09
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	2,65	2,24	2,48	4,15	3,53	3,44
	SEM	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14

Abkürzungen:

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

Energie: REG (errechnet aus Rohnährstoffen mittels Regression), ELOS (Bestimmung der Verdaulichkeit in vitro nach der Zellulase-Methode)

cm<sub>RPM</sub>: Messung mittels Pasture Plate Meter (RPM); abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante in den drei Jahre

Tabelle 67: Trockenmasse- und Qualitätserträge, Rohprotein- und Energiegehalte, sowie Wuchshöhe, Futterdichte und Blattflächenindex für die drei Versuchsfelder in den drei Versuchsjahren (2014-2016) auf Basis der Jahreswerte (Wechselwirkung S x J)

Parameter	Einheit	BF			QF			SF		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Trockenmasseertrag	kg TM ha <sup>-1</sup>	8.830 <sup>b</sup>	12.285 <sup>a</sup>	10.428 <sup>a</sup>	9.386	9.476	9.028	12.996 <sup>a</sup>	10.807 <sup>b</sup>	10.249 <sup>b</sup>
	SEM	423	423	423	423	423	423	423	423	423
Rohproteinertag	kg ha <sup>-1</sup>	1.871 <sup>b</sup>	2.445 <sup>a</sup>	2.160 <sup>ab</sup>	1.523	1.925	1.734	2.686 <sup>b</sup>	2.433 <sup>ab</sup>	2.116 <sup>b</sup>
	SEM	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3
Rohproteingehalt	g kg <sup>-1</sup> TM	197 <sup>b</sup>	212 <sup>a</sup>	206 <sup>ab</sup>	164 <sup>C</sup>	204 <sup>A</sup>	192 <sup>B</sup>	206 <sup>b</sup>	227 <sup>a</sup>	208 <sup>b</sup>
	SEM	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34
Energieertrag <sub>REG</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>	57.259 <sup>b</sup>	79.034 <sup>a</sup>	68.876 <sup>b</sup>	59.679	61.623	59.112	84.290 <sup>a</sup>	70.992 <sup>b</sup>	67.344 <sup>b</sup>
	SEM	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600
Energiegehalt <sub>REG</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,39 <sup>c</sup>	6,51 <sup>b</sup>	6,58 <sup>a</sup>	6,38 <sup>B</sup>	6,52 <sup>A</sup>	6,55 <sup>A</sup>	6,43 <sup>b</sup>	6,58 <sup>a</sup>	6,56 <sup>a</sup>
	SEM	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Energieertrag <sub>ELOS</sub>	MJ NEL ha <sup>-1</sup>		68.295 <sup>a</sup>	56.593 <sup>b</sup>		61.583	58.978		70.095	67.251
	SEM		2.561	2.592		2.561	2.561		2.561	2.561
Energiegehalt <sub>ELOS</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM		6,42 <sup>b</sup>	6,56 <sup>a</sup>		6,50	6,53		6,49	6,56
	SEM		0,02	0,02		0,02	0,02		0,02	0,02
Wuchshöhe	cm <sub>RPM</sub>	8,0 <sup>c</sup>	10,1 <sup>a</sup>	9,1 <sup>b</sup>	8,52	7,73	7,71	10,6 <sup>a</sup>	8,7 <sup>b</sup>	8,6 <sup>b</sup>
	SEM	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Futterdichte	kg TM ha <sup>-1</sup> cm <sub>RPM</sub> <sup>-1</sup>	297	329	308	343	336	334	329	328	338
	SEM	10,9	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8
Blattflächenindex	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>	3,75 <sup>a</sup>	2,59 <sup>b</sup>	3,11 <sup>b</sup>	2,73	2,91	2,60	3,73	3,16	3,17
	SEM	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16

Abkürzungen:

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

Energie: REG (errechnet aus Rohnährstoffen mittels Regression), ELOS (Bestimmung der Verdaulichkeit in vitro nach der Zellulase-Methode)

cm<sub>RPM</sub>: Messung mittels Pasture Plate Meter (RPM); abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb eines Standortes in den drei Jahre

Tabelle 68: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Variante KW zu jedem Nutzungstermin in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Parameter	Einheit	2007							2008							2009						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Wuchshöhe	cm	13,8 1,12	16,3 1,12	19,3 1,12	19,3 1,12	20,9 1,12	15,9 1,12	13,5 1,12	18,2 1,12	14,3 1,12	11,0 1,12	12,1 1,12	14,7 1,12	12,8 1,12	10,7 1,12	10,9 1,12	12,1 1,12	13,9 1,12	15,5 1,12	15,8 1,12	10,7 1,12	6,9 1,12
TM	g kg <sup>-1</sup> FM	233 7,11	214 7,39	251 7,61	200 8,12	201 8,65	173 7,33	179 7,10	177 7,80	255 7,14	168 7,20	178 7,11	175 7,17	179 7,09	164 7,23	147 7,21	161 7,11	141 7,11	190 7,27	187 7,30	138 7,24	139 8,07
XA	g kg <sup>-1</sup> TM	81,6 2,30	84,4 2,39	97,2 2,46	89,8 2,62	90,3 2,79	92,0 2,37	100 2,29	95,6 2,52	89,7 2,31	100 2,32	95,7 2,30	101 2,32	99,0 2,29	102 2,34	81,9 2,33	93,3 2,30	102 2,30	97,0 2,35	98,7 2,36	95,7 2,34	101 2,61
OM	g kg <sup>-1</sup> TM	890 2,57	885 2,67	877 2,75	878 2,93	877 3,13	869 2,65	863 2,57	867 2,82	885 2,58	861 2,60	867 2,57	861 2,59	864 2,56	858 2,61	873 2,61	866 2,57	850 2,57	868 2,63	866 2,64	857 2,62	853 2,92
XP	g kg <sup>-1</sup> TM	189 6,48	178 6,85	190 7,13	189 7,77	203 8,43	199 6,77	213 6,47	198 7,37	179 6,52	251 6,59	236 6,48	242 6,56	256 6,46	223 6,64	208 6,61	211 6,48	216 6,48	154 6,69	196 6,74	240 6,65	210 7,71
XL	g kg <sup>-1</sup> TM	32,9 0,79	23,7 0,83	26,3 0,87	28,3 1,02	28,6 1,02	19,8 0,82	26,5 0,79	28,2 0,89	29,3 0,80	31,2 0,80	32,0 0,79	24,6 0,80	26,7 0,79	28,2 0,81	34,8 0,81	24,5 0,79	24,9 0,79	25,3 0,82	28,3 0,82	29,1 0,81	24,2 0,94
XF	g kg <sup>-1</sup> TM	208 5,89	230 6,21	233 6,45	203 7,00	212 7,57	181 6,14	168 5,88	201 6,65	216 5,93	193 5,99	183 5,90	182 5,96	187 5,87	155 6,03	167 6,01	224 5,89	222 5,90	237 6,07	217 6,11	186 6,04	200 6,95
XX	g kg <sup>-1</sup> TM	489 6,46	483 6,97	453 7,32	490 8,11	466 8,90	509 6,86	493 6,44	478 7,82	486 6,53	425 6,54	453 6,43	450 6,59	430 6,41	492 6,58	508 6,55	447 6,43	435 6,47	486 6,76	460 6,82	449 6,59	464 7,78
NFC	g kg <sup>-1</sup> TM	467 7,23	450 7,52	414 7,74	439 8,26	437 8,80	481 7,46	459 7,22	453 7,93	454 7,27	379 7,32	381 7,24	401 7,30	393 7,22	463 7,36	463 7,34	407 7,24	393 7,24	443 7,40	419 7,43	422 7,36	411 8,21
NDF	g kg <sup>-1</sup> TM	395 11,34	437 12,04	448 12,52	398 13,66	395 14,81	350 11,88	358 11,31	391 12,95	414 11,42	417 11,46	383 11,30	362 11,50	360 11,27	329 11,53	356 11,49	413 11,30	410 11,35	446 11,74	414 11,82	397 11,54	443 13,28
ADF	g kg <sup>-1</sup> TM	230 6,02	264 6,35	272 6,60	254 7,18	241 7,78	208 6,27	202 6,00	226 6,82	248 6,05	239 6,12	255 6,02	232 6,09	226 6,00	184 6,16	212 6,14	264 6,02	263 6,02	280 6,20	257 6,25	213 6,17	252 7,12
ADL	g kg <sup>-1</sup> TM	23,3 1,65	29,8 1,74	31,2 1,80	33,5 1,95	32,5 2,10	27,7 1,72	24,7 1,65	23,0 1,86	38,3 1,66	33,2 1,67	31,7 1,65	31,8 1,67	31,8 1,64	20,1 1,68	24,7 1,67	35,6 1,65	34,7 1,65	35,0 1,70	36,7 1,71	30,2 1,68	27,8 1,91
ME	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	11,2 0,08	10,8 0,08	10,2 0,08	10,5 0,09	10,5 0,10	10,7 0,08	10,8 0,08	11,2 0,09	11,0 0,08	10,7 0,08	10,8 0,08	10,8 0,08	10,8 0,08	10,8 0,08	11,9 0,08	11,0 0,08	10,3 0,08	10,1 0,08	10,4 0,08	10,8 0,08	10,5 0,09
NEL	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,84 0,06	6,56 0,06	6,12 0,06	6,33 0,07	6,32 0,07	6,66 0,06	6,42 0,06	6,70 0,06	6,55 0,06	6,32 0,06	6,37 0,06	6,35 0,06	6,37 0,06	6,43 0,06	7,18 0,06	6,52 0,06	6,04 0,06	5,89 0,06	6,07 0,06	6,36 0,06	6,18 0,07

Abkürzungen:

Termine 2007: 1 (27.04), 2 (21.05), 3 (14.06), 4 (11.07), 5 (13.08), 6 (18.09) und 7 (16.10); Termine 2008: 1 (07.05), 2 (02.06), 3 (24.06), 4 (15.07), 5 (11.08), 6 (08.09) und 7 (21.10); Termine 2009: 1 (06.05), 2 (27.05), 3 (25.06), 4 (27.07), 5 (25.08), 6 (22.09) und 7 (15.10); SEM: Standardfehler

Parameter	Einheit	2010							2011							2012						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Wuchshöhe	cm	12,9 1,12	14,0 1,12	10,8 1,12	14,1 1,12	16,9 1,12	12,7 1,12	8,2 1,12	13,1 1,12	12,1 1,12	13,1 1,12	13,1 1,12	12,3 1,12	11,7 1,12	11,3 1,12	13,9 1,12	11,4 1,12	8,3 1,12	12,0 1,12	12,0 1,12	10,0 1,12	4,8 1,12
TM	g kg <sup>-1</sup> FM	180 7,09	177 7,12	171 7,22	202 7,12	182 7,50	184 7,09	195 7,69	187 7,09	234 7,11	199 7,09	187 7,09	185 7,11	177 7,13	188 7,17	174 7,11	180 7,16	188 7,68	154 7,12	170 7,12	209 7,33	119 8,74
XA	g kg <sup>-1</sup> TM	81,7 2,29	96,0 2,30	103 2,33	98,5 2,30	97,9 2,42	93,4 2,29	103 2,48	90,9 2,29	86,3 2,30	89,9 2,29	96,9 2,29	93,0 2,30	96,0 2,32	96 2,32	82,0 2,30	82,3 2,31	103 2,48	97,6 2,30	86,1 2,30	93,7 2,37	101 2,82
OM	g kg <sup>-1</sup> TM	882 2,56	867 2,57	858 2,61	869 2,57	865 2,71	871 2,56	862 2,78	874 2,56	885 2,57	877 2,56	867 2,56	870 2,57	866 2,58	869 2,59	880 2,57	881 2,59	862 2,78	859 2,57	875 2,57	874 2,65	848 3,16
XP	g kg <sup>-1</sup> TM	186 6,46	164 6,49	213 6,62	210 6,50	220 7,00	216 6,46	212 7,24	182 6,46	151 6,48	198 6,46	194 6,46	227 6,48	228 6,51	223 6,56	189 6,49	177 6,55	225 7,22	222 6,49	216 6,49	222 6,77	256 8,55
XL	g kg <sup>-1</sup> TM	28,1 0,79	22,9 0,79	27,5 0,81	28,4 0,79	27,7 0,85	29,4 0,79	27,5 0,88	28,1 0,79	25,7 0,79	29,2 0,79	28,6 0,79	30,0 0,79	31,2 0,79	31,7 0,80	29,4 0,79	24,8 0,80	31,5 0,88	31,0 0,79	30,5 0,88	32,2 0,82	32,2 1,03
XF	g kg <sup>-1</sup> TM	165 5,87	245 5,90	202 6,02	206 5,91	200 6,33	179 5,87	144 6,54	200 5,87	260 5,89	214 5,87	233 5,87	194 5,89	218 5,92	198 5,96	182 5,90	225 5,95	201 6,53	208 5,90	227 5,90	175 6,14	154 7,67
XX	g kg <sup>-1</sup> TM	540 6,41	472 6,49	454 6,57	455 6,49	455 7,15	483 6,41	513 7,25	500 6,42	477 6,43	468 6,42	448 6,42	456 6,42	426 6,45	452 6,50	517 6,48	491 6,49	439 7,23	441 6,43	441 6,44	477 6,72	456 8,74
NFC	g kg <sup>-1</sup> TM	517 7,22	438 7,25	413 7,35	419 7,25	423 7,64	448 7,22	483 7,83	464 7,22	444 7,24	424 7,22	395 7,22	414 7,23	381 7,26	416 7,30	456 7,24	436 7,29	398 7,82	380 7,24	403 7,46	426 7,46	407 8,90
NDF	g kg <sup>-1</sup> TM	341 11,28	461 11,37	405 11,51	411 11,38	377 12,29	369 11,28	324 12,49	391 11,28	477 11,30	417 11,28	424 11,28	362 11,29	414 11,34	360 11,41	350 11,35	424 11,40	382 12,47	411 11,31	422 11,31	376 11,73	344 14,69
ADF	g kg <sup>-1</sup> TM	187 5,99	279 6,03	243 6,15	244 6,03	232 6,48	213 6,00	174 6,70	235 6,00	293 6,02	258 6,00	286 5,99	236 6,01	263 6,05	234 6,09	244 6,02	279 6,08	242 6,68	270 6,02	264 6,03	226 6,28	203 7,89
ADL	g kg <sup>-1</sup> TM	18,8 1,64	34,2 1,65	29,0 1,67	29,1 1,65	31,5 1,77	26,2 1,64	21,2 1,80	29,9 1,64	27,2 1,65	27,6 1,64	28,9 1,65	25,6 1,65	30,8 1,66	24,8 1,66	27,6 1,65	31,5 1,66	30,3 1,80	37,7 1,65	34,2 1,65	30,3 1,70	24,5 2,09
ME	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	11,8 0,08	10,4 0,08	10,5 0,08	10,5 0,08	10,6 0,08	10,8 0,08	10,9 0,08	11,2 0,08	11,3 0,08	10,5 0,08	10,2 0,08	10,7 0,08	10,5 0,08	10,6 0,08	11,6 0,08	10,9 0,08	10,5 0,08	10,5 0,08	10,5 0,08	10,8 0,08	11,0 0,10
NEL	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	7,30 0,06	6,28 0,06	6,29 0,06	6,30 0,06	6,36 0,06	6,50 0,06	6,63 0,06	6,85 0,06	6,15 0,06	6,31 0,06	6,12 0,06	6,46 0,06	6,30 0,06	6,41 0,06	7,11 0,06	6,61 0,06	6,33 0,06	6,31 0,06	6,32 0,06	6,54 0,06	6,68 0,07

Abkürzungen:

Termine 2010: 1 (30.04), 2 (26.05), 3 (17.06), 4 (13.07), 5 (10.08), 6 (08.09) und 7 (21.10); Termine 2011: 1 (28.04), 2 (26.05), 3 (21.06), 4 (12.07), 5 (03.08), 6 (25.08) und 7 (27.10); Termine 2012: 1 (03.05), 2 (30.05), 3 (20.06), 4 (12.07), 5 (08.08), 6 (18.09) und 7 (18.10); SEM: Standardfehler

Tabelle 69: Mengen- und Spurenelementgehalte der Variante KW zu jedem Nutzungstermin in jedem der sechs Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Parameter	Einheit	2007							2008							2009						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Phosphor (P)	g kg <sup>-1</sup> TM	4,19	4,77	5,45	5,45	6,21	5,35	4,91	5,24	4,94	5,92	6,15	6,34	5,69	4,83	4,44	5,21	5,05	4,76	5,47	5,26	4,48
	SEM	0,18	0,19	0,19	0,21	0,22	0,19	0,18	0,20	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,21
Kalium (K)	g kg <sup>-1</sup> TM	24,4	23,2	22,6	23,9	18,5	20,8	21,3	23,6	18,0	29,2	24,2	23,6	27,6	26,2	23,7	23,4	24,0	18,8	23,9	25,6	22,0
	SEM	1,12	1,19	1,24	1,34	1,45	1,17	1,12	1,28	1,13	1,14	1,12	1,14	1,12	1,14	1,14	1,12	1,12	1,16	1,17	1,14	1,31
Kalzium (Ca)	g kg <sup>-1</sup> TM	9,16	10,7	11,2	9,82	10,6	8,01	10,3	8,05	10,4	9,2	9,71	10,7	8,78	8,85	7,60	8,32	11,4	9,94	10,9	9,01	9,77
	SEM	0,45	0,48	0,50	0,55	0,59	0,47	0,45	0,52	0,46	0,46	0,45	0,46	0,45	0,46	0,46	0,45	0,45	0,47	0,47	0,46	0,53
Magnesium (Mg)	g kg <sup>-1</sup> TM	3,44	3,62	4,58	3,20	3,54	3,77	3,56	2,65	3,32	3,07	3,46	3,99	3,75	3,20	2,34	2,89	3,32	3,64	3,61	3,38	3,49
	SEM	0,17	0,18	0,18	0,20	0,21	0,18	0,17	0,19	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,17	0,19
Natrium (Na)	mg kg <sup>-1</sup> TM	268	220	286	294	469	632	585	333	356	252	335	483	505	596	276	273	442	273	411	490	553
	SEM	53,9	56,8	58,9	63,8	68,9	56,1	53,8	60,7	54,3	54,8	54,0	54,6	53,8	55,1	54,9	54,0	54,0	55,5	55,9	55,2	63,3
Kupfer (Cu)	mg kg <sup>-1</sup> TM	13,6	15,0	12,2	12,6	13,6	15,5	11,9	10,8	9,6	11,4	11,7	14,1	12,3	11,4	12,4	13,5	14,3	13,1	14,8	14,9	12,0
	SEM	0,46	0,49	0,51	0,55	0,59	0,48	0,46	0,52	0,47	0,47	0,46	0,47	0,46	0,47	0,47	0,46	0,46	0,48	0,48	0,47	0,53
Mangan (Mn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	50,7	63,4	74,1	64,9	79,4	206	89,9	56,1	68,0	53,3	58,3	96,0	64,4	82,4	46,9	54,7	66,6	115	75,4	74,6	93,0
	SEM	12,65	13,19	13,59	14,55	15,55	13,06	12,63	13,95	12,71	12,81	12,66	12,77	12,62	12,88	12,84	12,65	12,65	12,95	13,02	12,89	14,46
Zink (Zn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	22,7	19,7	106	122	93,7	204	99,1	69,8	49,1	68,3	96,1	97,6	63,7	109	67,0	60,9	98,6	74,2	72,9	89,8	54,6
	SEM	7,70	8,18	8,51	9,29	10,08	8,07	7,69	8,81	7,76	7,80	7,68	7,82	7,66	7,85	7,82	7,68	7,71	7,98	8,03	7,85	9,06

Abkürzungen:

Termine 2007: 1 (27.04.), 2 (21.05.), 3 (14.06.), 4 (11.07.), 5 (13.08.), 6 (18.09.) und 7 (16.10.); Termine 2008: 1 (07.05.), 2 (02.06.), 3 (24.06.), 4 (15.07.), 5 (11.08.), 6 (09.09.) und 7 (21.10.); Termine 2009: 1 (06.05.), 2 (27.05.), 3 (25.06.), 4 (27.07.), 5 (25.08.), 6 (22.09.) und 7 (15.10.); SEM: Standardfehler

Parameter	Einheit	2010							2011							2012						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Phosphor (P)	g kg <sup>-1</sup> TM	4,00	4,23	5,31	5,76	5,63	5,51	4,65	4,06	3,36	4,61	4,65	4,46	4,83	4,54	3,65	3,29	4,76	5,10	5,32	5,05	4,60
	SEM	0,18	0,18	0,19	0,18	0,19	0,18	0,20	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,20	0,18	0,18	0,19	0,22
Kalium (K)	g kg <sup>-1</sup> TM	24,8	24,6	24,2	24,5	22,0	22,0	22,6	24,6	23,9	22,1	23,5	22,4	24,9	24,5	21,8	21,1	25,3	23,4	24,2	21,8	24,8
	SEM	1,12	1,13	1,14	1,13	1,21	1,12	1,24	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,13	1,12	1,13	1,23	1,12	1,12	1,16	1,45
Kalzium (Ca)	g kg <sup>-1</sup> TM	7,23	7,50	10,3	10,9	10,7	9,79	9,61	7,74	6,29	8,9	8,63	8,61	8,25	7,30	8,10	7,81	9,2	8,02	8,17	7,65	5,51
	SEM	0,45	0,45	0,46	0,45	0,49	0,45	0,50	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,45	0,47	0,59
Magnesium (Mg)	g kg <sup>-1</sup> TM	2,54	2,80	3,91	4,03	4,00	3,57	3,10	2,62	1,99	2,70	2,77	3,02	2,89	3,06	2,52	2,37	3,03	3,51	3,28	3,84	2,90
	SEM	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,17	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,17	0,17	0,18	0,21
Natrium (Na)	mg kg <sup>-1</sup> TM	351	283	206	254	549	598	441	359	224	185	420	687	468	364	310	276	193	287	276	482	422
	SEM	53,8	54,0	55,0	54,1	57,9	53,8	59,7	53,8	54,0	53,8	53,8	53,9	54,2	54,5	54,0	54,5	59,6	54,0	54,0	56,1	69,8
Kupfer (Cu)	mg kg <sup>-1</sup> TM	10,7	11,0	11,7	12,2	15,2	14,0	11,1	10,2	7,2	9,8	10,7	13,5	13,1	12,3	8,6	8,3	12,2	14,1	15,1	13,1	13,7
	SEM	0,46	0,46	0,47	0,46	0,50	0,46	0,50	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,50	0,46	0,46	0,48	0,58
Mangan (Mn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	45,0	92,7	90,9	75,2	88,8	75,9	86,9	67,3	59,7	81,9	77,3	112	95,4	88,0	56,1	63,9	104	83,3	120	87,1	120
	SEM	12,61	12,67	12,86	12,67	13,40	12,62	13,75	12,62	12,65	12,62	12,61	12,64	12,70	12,76	12,66	12,75	13,73	12,66	12,67	13,07	15,73
Zink (Zn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	41,2	69,4	91,4	68,1	98,2	126	130	84,4	45,8	90,1	62,0	81,5	57	111	49,2	65,1	76,7	100,5	85,3	135	119
	SEM	7,66	7,72	7,83	7,73	8,35	7,66	8,51	7,67	7,68	7,67	7,67	7,68	7,71	7,76	7,72	7,75	8,50	7,69	7,69	7,99	10,03

Abkürzungen:

Termine 2010: 1 (30.04.), 2 (26.05.), 3 (17.06.), 4 (13.07.), 5 (10.08.), 6 (08.09.) und 7 (21.10.); Termine 2011: 1 (28.04.), 2 (26.05.), 3 (21.06.), 4 (12.07.), 5 (03.08.), 6 (25.08.) und 7 (27.10.); Termine 2012: 1 (03.05.), 2 (30.05.), 3 (20.06.), 4 (12.07.), 5 (08.08.), 6 (18.09.) und 7 (18.10.); SEM: Standardfehler

Tabelle 70: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Variante KU zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Parameter	Einheit	2014								2015								2016							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Wuchshöhe	cm	10,2	8,9	10,0	7,2	8,7	8,3	8,1	4,5	9,3	6,9	7,0	6,4	6,5	6,9	5,8	6,9	7,5	9,8	8,1	8,7	7,2	9,0	5,5	4,6
SEM		0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
TM	g kg <sup>-1</sup> FM	223	197	212	168	185	211	205	213	187	170	204	193	173	190	186	217	186	215	153	184	197	176	179	177
SEM		3,80	3,64	3,77	3,59	3,62	3,61	3,59	3,89	3,69	3,60	3,60	3,63	3,63	3,60	3,68	3,60	3,59	3,76	3,60	3,63	3,59	3,66	3,72	3,87
XA	g kg <sup>-1</sup> TM	92,3	100,6	100,3	95,5	89,9	98,0	92,0	90	95,4	96,9	100,0	88,4	96,1	90,3	96,1	91	95,8	93,4	94,1	97,6	94,5	95,0	92,4	92
SEM		1,97	1,88	1,95	1,85	1,87	1,86	1,86	2,01	1,91	1,86	1,86	1,88	1,87	1,86	1,90	1,86	1,85	1,94	1,86	1,87	1,85	1,89	1,93	2,00
OM	g kg <sup>-1</sup> TM	879	866	869	865	874	870	876	878	869	864	867	877	866	875	868	878	869	877	862	866	872	867	870	870
SEM		2,15	2,06	2,13	2,03	2,05	2,04	2,03	2,20	2,08	2,03	2,03	2,05	2,05	2,03	2,08	2,03	2,02	2,12	2,03	2,05	2,03	2,06	2,10	2,19
XP	g kg <sup>-1</sup> TM	155	180	179	214	219	191	208	214	191	201	211	222	240	257	273	221	211	175	219	189	194	198	234	242
SEM		4,43	4,27	4,41	4,21	4,25	4,22	4,21	4,58	4,34	4,23	4,23	4,27	4,26	4,23	4,33	4,23	4,21	4,40	4,22	4,25	4,21	4,28	4,38	4,55
XL	g kg <sup>-1</sup> TM	24,9	24,2	24,5	26,1	27,6	25,6	25,3	27,9	26,9	26,7	26,7	27,1	29,6	27,4	27,9	28,6	31,8	29,8	34,3	32,7	30,4	32,2	32,9	26,1
SEM		0,41	0,40	0,41	0,39	0,39	0,39	0,39	0,42	0,40	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,40	0,39	0,39	0,41	0,39	0,39	0,39	0,40	0,40	0,42
XF	g kg <sup>-1</sup> TM	190	209	216	217	212	201	190	170	196	208	202	185	193	214	174	167	163	182	197	202	207	204	186	156
SEM		3,06	2,93	3,03	2,88	2,91	2,90	2,89	3,14	2,97	2,89	2,89	2,92	2,91	2,89	2,96	2,89	2,89	3,03	2,90	2,92	2,89	2,95	2,99	3,11
XX	g kg <sup>-1</sup> TM	538	487	481	448	452	485	485	499	491	467	460	478	440	411	429	492	498	520	455	479	474	472	455	485
SEM		5,01	4,81	4,97	4,74	4,79	4,76	4,75	5,13	4,87	4,76	4,75	4,80	4,79	4,76	4,86	4,76	4,74	4,95	4,76	4,80	4,75	4,83	4,91	5,10
NFC	g kg <sup>-1</sup> TM	487	434	425	387	393	419	439	452	443	412	400	425	374	364	374	458	433	459	401	415	410	403	400	431
SEM		5,07	4,86	5,03	4,78	4,83	4,81	4,79	5,20	4,92	4,80	4,79	4,84	4,83	4,80	4,91	4,80	4,78	5,00	4,79	4,83	4,78	4,87	4,97	5,17
NDF	g kg <sup>-1</sup> TM	406	432	426	434	420	413	388	357	403	420	389	368	398	425	383	361	350	379	390	400	406	397	385	352
SEM		6,02	5,76	5,97	5,68	5,73	5,70	5,68	6,17	5,84	5,70	5,69	5,74	5,73	5,69	5,83	5,69	5,68	5,95	5,70	5,75	5,68	5,79	5,89	6,12
ADF	g kg <sup>-1</sup> TM	242	262	271	278	271	267	236	217	243	264	262	238	259	261	229	201	228	242	251	266	271	272	241	210
SEM		3,87	3,71	3,84	3,65	3,69	3,67	3,66	3,97	3,76	3,67	3,66	3,70	3,69	3,66	3,75	3,66	3,65	3,82	3,66	3,69	3,65	3,72	3,79	3,95
ADL	g kg <sup>-1</sup> TM	20,1	26,4	35,9	37,7	40,4	38,3	31,5	28,2	26,7	21,4	28,7	28,5	31,0	24,7	29,4	25,4	24,9	28,4	28,9	31,7	33,3	34,0	30,4	30,4
SEM		1,36	1,30	1,35	1,28	1,29	1,29	1,28	1,39	1,32	1,29	1,28	1,30	1,29	1,29	1,32	1,29	1,28	1,34	1,28	1,28	1,28	1,30	1,33	1,38
ME <sub>reg</sub>	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	11,2	11,0	10,3	10,5	10,6	10,5	10,7	10,9	11,3	11,1	10,5	10,8	10,7	10,7	11,0	10,9	11,8	11,4	10,6	10,5	10,5	10,5	10,8	10,3
SEM		0,11	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11
ME <sub>los</sub>	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	11,2	11,0	10,3	10,5	10,6	10,5	10,7	10,9	11,0	10,6	10,6	11,1	10,8	10,5	11,1	11,3	11,3	11,1	10,9	10,7	10,6	10,6	11,0	10,3
SEM		0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14
NEL <sub>reg</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,87	6,69	6,16	6,28	6,38	6,30	6,47	6,62	6,89	6,77	6,32	6,54	6,46	6,45	6,66	6,61	7,33	7,01	6,39	6,28	6,29	6,30	6,52	6,72
SEM		0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
NEL <sub>los</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,70	6,40	6,41	6,72	6,56	6,55	6,26	6,77	6,70	6,40	6,41	6,72	6,56	6,26	6,77	6,88	6,92	6,78	6,62	6,48	6,40	6,38	6,69	6,70
SEM		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Abkürzungen:

Termine 2014: 1 (23.04.), 2 (19.05.), 3 (18.06.), 4 (08.07.), 5 (29.07.), 6 (25.08.), 7 (30.09.) und 8 (29.10.); 2015: 1 (28.04.), 2 (18.05.), 3 (10.06.), 4 (30.06.), 5 (20.07.), 6 (07.08.), 7 (26.08.) und 8 (27.10.); 2016: 1 (15.04.), 2 (10.05.), 3 (03.06.), 4 (24.06.), 5 (20.07.), 6 (17.08.), 7 (12.09.) und 8 (24.10.); SEM: Standardfehler

Tabelle 71: Mengen- und Spurenelementgehalte der Variante KU zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Parameter	Einheit	2014								2015								2016							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Phosphor (P)	g kg <sup>-1</sup> TM	4,24	4,60	4,55	5,00	5,12	4,70	4,42	3,91	4,84	4,75	4,84	4,51	5,48	5,28	5,07	4,81	4,88	4,62	4,56	4,23	4,06	4,69	4,82	4,10
SEM		0,12	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12
Kalium (K)	g kg <sup>-1</sup> TM	25,5	28,5	29,7	27,8	28,4	28,5	27,8	25,8	27,9	28,1	28,1	25,6	26,6	30,9	28,5	19,4	31,7	27,0	31,4	29,8	27,4	24,1	25,8	24,4
SEM		0,80	0,77	0,80	0,76	0,77	0,76	0,76	0,83	0,78	0,76	0,76	0,77	0,77	0,76	0,78	0,76	0,76	0,80	0,76	0,77	0,76	0,77	0,79	0,82
Kalzium (Ca)	g kg <sup>-1</sup> TM	7,26	6,91	9,21	9,49	10,10	9,70	9,30	7,26	7,25	7,30	9,56	8,51	9,85	8,23	8,34	9,74	7,51	7,29	8,70	8,83	8,77	10,07	9,55	8,71
SEM		0,36	0,34	0,36	0,34	0,34	0,34	0,34	0,37	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,34	0,34	0,35	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,37
Magnesium (Mg)	g kg <sup>-1</sup> TM	2,10	2,31	2,87	3,34	3,19	2,60	2,82	2,60	2,60	2,65	3,24	2,50	3,46	2,94	3,26	3,42	2,32	2,36	2,71	2,46	2,65	3,17	3,24	2,57
SEM		0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Natrium (Na)	mg kg <sup>-1</sup> TM	220	216	171	290	240	297	476	415	257	274	323	313	355	321	586	1106	388	290	271	217	277	614	694	709
SEM		42,7	40,9	42,4	40,3	40,7	40,5	40,4	43,8	41,4	40,5	40,4	40,8	40,7	40,4	41,4	40,4	40,3	42,3	40,5	40,8	40,4	41,1	41,8	43,5
Kupfer (Cu)	mg kg <sup>-1</sup> TM	8,23	9,26	9,25	11,6	13,6	12,1	11,7	11,6	8,48	8,69	9,90	9,43	12,4	11,8	12,5	11,1	9,76	8,15	9,60	8,91	9,60	12,1	12,0	9,49
SEM		0,32	0,31	0,32	0,30	0,31	0,31	0,30	0,33	0,31	0,31	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,32	0,30	0,31	0,30	0,31	0,32	0,33
Mangan (Mn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	51,1	66,3	57,5	66,5	74,8	80,8	99,2	127	59,5	70,5	78,8	50,4	50,7	64,7	58,7	82,1	73,6	56,9	80,1	89	71,5	74,6	66,5	56,3
SEM		5,81	5,56	5,76	5,47	5,53	5,50	5,48	5,95	5,63	5,49	5,48	5,54	5,53	5,49	5,62	5,49	5,47	5,72	5,48	5,53	5,47	5,57	5,69	5,91
Zink (Zn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	65,9	88,0	61,4	68,3	86,4	100	106	124	51,8	65,1	64,1	62,3	72,1	72,6	61,4	122	58,6	56,2	60,5	61,7	83,2	90,0	77,3	95,1
SEM		3,04	2,91	3,01	2,87	2,89	2,88	2,87	3,11	2,95	2,88	2,87	2,90												

Tabelle 72: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Variante KO zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Parameter	Einheit	2014						2015						2016					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Wuchshöhe	cm	16,3	11,2	10,1	11,0	11,5	7,9	13,8	6,5	10,7	8,9	7,9	7,8	11,9	10,8	9,5	7,9	10,2	6,0
	SEM	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
TM	g kg <sup>-1</sup> FM	209	187	204	162	195	218	182	174	214	179	226	200	213	168	193	176	183	179
	SEM	5,96	4,64	4,59	4,62	4,67	4,79	5,10	5,05	4,58	4,62	4,76	4,77	4,70	4,59	4,59	4,78	4,57	5,23
XA	g kg <sup>-1</sup> TM	88,1	98,7	88,5	93,1	96,5	98,3	96,8	101,7	84,8	89,6	96,2	98,4	89,8	94,2	92,1	98,8	96,5	91,8
	SEM	2,34	1,79	1,77	1,78	1,80	1,84	1,99	1,95	1,78	1,79	1,84	1,84	1,83	1,78	1,77	1,84	1,77	2,02
OM	g kg <sup>-1</sup> TM	880	866	879	865	869	871	867	860	884	873	874	868	879	865	873	864	867	872
	SEM	2,70	2,09	2,07	2,08	2,11	2,15	2,32	2,28	2,08	2,09	2,16	2,16	2,13	2,08	2,08	2,16	2,07	2,36
XP	g kg <sup>-1</sup> TM	146	173	185	173	198	186	162	209	174	213	238	233	182	170	197	201	207	226
	SEM	6,52	5,01	4,96	4,99	5,04	5,19	5,53	5,50	4,95	4,99	5,16	5,17	5,09	4,97	4,96	5,18	4,94	5,69
XL	g kg <sup>-1</sup> TM	22,4	25,4	26,7	24,0	26,5	27,3	25,6	25,6	23,1	22,8	28,5	32,0	31,9	30,0	30,3	30,8	31,9	26,6
	SEM	0,56	0,43	0,42	0,43	0,43	0,44	0,48	0,47	0,42	0,43	0,44	0,44	0,44	0,42	0,42	0,44	0,42	0,49
XF	g kg <sup>-1</sup> TM	224	233	213	229	211	191	220	204	211	226	202	167	174	220	215	213	203	163
	SEM	3,96	2,96	2,91	2,94	2,98	3,05	3,32	3,26	2,93	2,95	3,05	3,06	3,02	2,93	2,92	3,05	2,91	3,37
XX	g kg <sup>-1</sup> TM	520	470	487	482	469	498	496	466	507	449	435	470	522	486	466	456	462	493
	SEM	7,45	5,75	5,70	5,73	5,79	5,19	6,35	6,31	5,69	5,74	5,93	5,94	5,85	5,70	5,70	5,94	5,68	6,52
NFC	g kg <sup>-1</sup> TM	45,6	38,6	42,8	41,3	39,8	44,7	43,8	40,6	45,1	38,8	37,8	43,3	48,2	42,4	40,5	38,6	38,0	44,0
	SEM	8,10	6,11	6,04	6,09	6,16	6,32	6,85	6,74	6,06	6,11	6,32	6,33	6,24	6,07	6,05	6,32	6,03	6,97
NDF	g kg <sup>-1</sup> TM	451	461	402	443	412	389	438	409	393	414	402	364	363	431	410	415	399	350
	SEM	7,90	5,90	5,81	5,87	5,95	6,07	6,63	6,50	5,84	5,88	6,08	6,10	6,03	5,85	5,83	6,08	5,81	6,71
ADF	g kg <sup>-1</sup> TM	28,8	31,7	27,1	29,7	28,1	24,1	27,8	25,6	26,7	28,5	25,8	20,3	21,4	28,1	27,6	28,2	28,4	21,5
	SEM	5,16	3,85	3,79	3,83	3,89	3,97	4,33	4,24	3,81	3,84	3,97	3,98	3,94	3,82	3,80	3,97	3,79	4,38
ADL	g kg <sup>-1</sup> TM	26,0	38,8	33,8	40,6	36,1	29,7	30,1	27,6	32,6	31,7	28,1	21,7	21,5	34,4	35,0	35,1	35,1	31,8
	SEM	1,36	1,03	1,02	1,03	1,04	1,06	1,15	1,13	1,02	1,03	1,06	1,07	1,05	1,03	1,02	1,07	1,02	1,17
ME <sub>Reg</sub>	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM	10,7	10,6	10,5	10,2	10,4	10,5	10,8	11,2	10,5	10,5	10,7	10,9	11,6	10,8	10,5	10,4	10,5	11,0
	SEM	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05
ME <sub>Bos</sub>	MJ ME kg <sup>-1</sup> TM							10,5	10,5	10,6	10,2	10,7	11,4	11,5	10,5	10,6	10,4	10,6	10,9
	SEM							0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
NEL <sub>Reg</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM	6,51	6,42	6,29	6,13	6,27	6,34	6,53	6,82	6,32	6,29	6,42	6,57	7,14	6,56	6,27	6,23	6,31	6,64
	SEM	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
NEL <sub>Bos</sub>	MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM							6,33	6,33	6,37	6,08	6,44	6,95	7,06	6,29	6,35	6,26	6,36	6,61
	SEM							0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05

Abkürzungen:

Termine: 2014: 1 (30.04.), 2 (28.05.), 3 (25.06.), 4 (22.07.), 5 (25.08.) und 6 (29.10.); 2015: 1 (06.05.), 2 (28.05.), 3 (30.06.), 4 (31.07.), 5 (01.09.) und 6 (27.10.); 2016: 1 (26.04.), 2 (03.06.), 3 (01.07.), 4 (29.07.), 5 (01.09.) und 6 (24.10.); SEM: Standardfehler

Tabelle 73: Mengen- und Spurenelementgehalte der Variante KO zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Parameter	Einheit	2014						2015						2016					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Phosphor (P)	g kg <sup>-1</sup> TM	3,99	4,44	4,27	4,36	4,64	4,52	4,58	4,68	4,36	4,77	4,92	4,34	4,43	4,35	4,17	4,85	4,91	4,29
	SEM	0,14	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,12
Kalium (K)	g kg <sup>-1</sup> TM	26,1	28,6	23,0	24,7	26,5	27,8	28,4	26,2	17,9	22,8	25,7	28,5	26,5	26,3	28,2	29,1	27,4	23,9
	SEM	1,17	0,90	0,89	0,90	0,91	0,94	1,00	0,99	0,89	0,90	0,93	0,93	0,91	0,89	0,89	0,93	0,89	1,02
Kalzium (Ca)	g kg <sup>-1</sup> TM	7,01	8,30	9,08	9,38	9,53	9,16	7,52	7,74	8,56	9,00	10,34	7,67	6,99	8,71	9,59	9,18	9,80	10,03
	SEM	0,48	0,36	0,35	0,35	0,36	0,37	0,40	0,39	0,35	0,36	0,37	0,37	0,36	0,35	0,35	0,37	0,35	0,41
Magnesium (Mg)	g kg <sup>-1</sup> TM	2,10	2,72	2,86	2,82	3,30	2,77	2,48	2,70	2,88	3,23	3,72	2,74	2,31	2,65	2,83	3,06	3,30	3,14
	SEM	0,13	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,11
Natrium (Na)	mg kg <sup>-1</sup> TM	25,9	22,5	32,8	26,3	39,9	51,8	34,6	31,5	39,8	43,5	73,1	71,5	36,3	32,9	26,0	34,2	63,8	114,8
	SEM	74,3	58,7	58,1	58,5	59,1	60,3	64,4	63,5	58,4	58,7	60,3	60,4	59,7	58,4	58,3	60,4	58,1	65,5
Kupfer (Cu)	mg kg <sup>-1</sup> TM	7,39	9,08	8,13	9,8	12,4	10,3	8,29	9,45	8,33	10,5	11,5	9,1	7,87	7,74	7,92	10,8	11,4	10,6
	SEM	0,39	0,29	0,28	0,29	0,29	0,30	0,32	0,32	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,28	0,30	0,28	0,33
Mangan (Mn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	51,9	57,9	63,4	58,1	75,8	81,8	58,7	74,4	54,6	46,8	53,1	47,8	50,3	72,1	72,1	69,4	58,4	56,0
	SEM	5,58	4,16	4,09	4,14	4,19	4,28	4,68	4,58	4,12	4,14	4,29	4,30	4,25	4,13	4,12	4,31	4,11	4,77
Zink (Zn)	mg kg <sup>-1</sup> TM	53,3	74,9	69,7	70,8	10,8	17,6	53,2	92,6	78,5	92,8	64,8	88,4	44,6	63,8	60,8	84,0	80,6	119
	SEM	4,72	3,55	3,50	3,53	3,58	3,65	3,98	3,90	3,52	3,54	3,66	3,67	3,63	3,53	3,52	3,67	3,51	4,04

Abkürzungen:

Termine: 2014: 1 (30.04.), 2 (28.05.), 3 (25.06.), 4 (22.07.), 5 (25.08.) und 6 (29.10.); 2015: 1 (06.05.), 2 (28.05.), 3 (30.06.), 4 (31.07.), 5 (01.09.) und 6 (27.10.); 2016: 1 (26.04.), 2 (03.06.), 3 (01.07.), 4 (29.07.), 5 (01.09.) und 6 (24.10.); SEM: Standardfehler

Tabelle 74: Abbauwerte der Trockenmasse (TM) für die Variante KU zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Inkubationszeit TM	Einheit	2014								2015								2016							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
0 h	%	37,0	29,8	27,4	25,3	27,7	31,9	26,9	30,1	34,4	27,7	28,4	30,4	24,7	24,6	27,3	33,2	35,0	32,3	25,6	24,4	28,8	26,7	26,6	29,9
	SEM	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
3 h	%	42,9	40,1	37,7	34,4	35,3	38,2	36,7	39,8	42,5	38,8	35,8	37,8	36,2	31,5	38,2	43,0	45,1	42,1	35,0	34,1	35,8	34,0	35,1	39,0
	SEM	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
7 h	%	59,2	57,8	57,4	51,2	51,0	56,5	58,9	60,2	62,3	58,7	57,1	60,5	59,3	52,8	62,2	61,4	66,6	60,8	50,8	54,7	48,4	51,7	55,5	58,5
	SEM	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
12 h	%	74,9	70,8	68,2	68,9	68,4	72,2	76,1	76,3	77,5	70,9	72,3	74,7	73,5	68,3	78,0	76,4	78,7	73,5	69,0	71,6	59,8	65,2	74,2	75,3
	SEM	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
24 h	%	84,2	78,3	80,0	76,7	78,2	80,6	83,3	83,7	84,4	77,1	82,3	82,2	80,5	77,9	84,5	84,0	86,1	80,3	78,5	78,8	70,9	75,6	82,2	83,1
	SEM	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
48 h	%	87,9	85,7	83,4	82,6	84,1	84,9	85,5	85,7	89,2	84,8	85,2	86,7	85,3	83,4	87,7	85,9	87,7	88,0	86,4	82,9	80,8	84,3	83,2	84,6
	SEM	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
72 h	%	86,3	81,1	80,9	77,2	79,2	82,7	84,0	83,5	88,3	79,3	86,1	87,6	78,3	83,0	85,5	82,9	85,2	86,9	82,9	81,7	76,5	80,4	82,6	82,8
	SEM	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
96 h	%	85,9	81,7	81,8	76,3	77,7	83,2	82,9	82,7	88,4	80,4	87,5	88,5	80,1	85,0	83,3	82,5	85,5	85,6	80,5	81,8	75,3	81,4	82,5	82,5
	SEM	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26

Abkürzungen:

Termin 2014: 1 (23.04.), 2 (19.05.), 3 (18.06.), 4 (08.07.), 5 (29.07.), 6 (25.08.), 7 (30.09.) und 8 (29.10.); 2015: 1 (28.04.), 2 (18.05.), 3 (10.06.), 4 (30.06.), 5 (20.07.), 6 (07.08.), 7 (26.08.) und 8 (27.10.); 2016: 1 (15.04.), 2 (10.05.), 3 (09.06.), 4 (24.06.), 5 (20.07.), 6 (17.08.), 7 (12.09.) und 8 (24.10.); SEM: Standardfehler

Tabelle 75: Abbauwerte der Organischen Masse (OM) für die Variante KU zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Inkubationszeit OM	Einheit	2014								2015								2016							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
0 h	%	34,1	26,6	23,3	22,8	25,8	29,9	23,1	26,3	31,3	25,1	25,0	26,8	20,9	21,5	23,2	29,4	31,9	29,0	23,2	20,3	26,1	26,3	22,9	26,2
	SEM	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
3 h	%	40,4	37,2	34,5	32,5	33,0	36,4	33,4	36,6	39,6	36,1	32,2	34,7	32,7	28,4	34,8	39,7	42,5	40,8	32,1	30,8	33,3	32,4	32,1	35,9
	SEM	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
7 h	%	57,7	56,1	55,8	49,7	49,8	55,4	57,0	58,5	60,6	56,8	55,2	55,0	57,2	51,2	60,4	59,9	65,6	58,5	48,6	52,5	46,2	50,6	53,6	56,7
	SEM	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
12 h	%	74,3	70,2	67,3	68,2	67,7	71,8	75,4	75,7	77,1	69,9	71,3	73,8	72,5	67,5	77,4	76,0	78,4	72,7	67,8	70,6	58,4	64,9	73,5	74,7
	SEM	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
24 h	%	84,3	78,5	79,8	76,9	78,2	81,0	83,2	83,7	84,6	76,8	82,2	82,0	80,0	77,9	84,5	84,1	86,4	80,3	78,3	81,1	70,5	76,2	82,0	83,0
	SEM	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
48 h	%	88,2	85,9	83,5	83,1	84,3	85,5	85,8	86,0	89,5	84,9	85,3	86,8	85,2	83,8	87,9	86,2	88,1	88,1	86,3	83,1	80,6	84,6	83,6	84,9
	SEM	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
72 h	%	86,8	81,7	81,2	78,4	79,9	83,4	84,5	84,1	88,8	80,0	86,3	87,7	78,8	83,4	85,9	83,6	85,8	87,2	83,1	82,4	76,8	81,2	83,1	83,4
	SEM	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
96 h	%	86,4	82,3	82,1	77,4	78,6	83,8	83,5	83,4	88,8	81,0	87,6	88,5	80,5	85,4	83,9	83,2	86,0	85,9	81,0	82,5	75,8	82,0	83,2	83,2
	SEM	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16

Abkürzungen:

Termin 2014: 1 (23.04.), 2 (19.05.), 3 (18.06.), 4 (08.07.), 5 (29.07.), 6 (25.08.), 7 (30.09.) und 8 (29.10.); 2015: 1 (28.04.), 2 (18.05.), 3 (10.06.), 4 (30.06.), 5 (20.07.), 6 (07.08.), 7 (26.08.) und 8 (27.10.); 2016: 1 (15.04.), 2 (10.05.), 3 (09.06.), 4 (24.06.), 5 (20.07.), 6 (17.08.), 7 (12.09.) und 8 (24.10.); SEM: Standardfehler

Tabelle 76: Abbauwerte des Rohproteins (XP) für die Variante KU zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Inkubationszeit XP	Einheit	2014								2015								2016							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
0 h	%	24,5	20,5	22,2	23,7	33,9	20,8	24,1	26,1	25,4	27,8	18,8	16,0	23,4	33,4	27,4	28,2	31,8	28,9	31,8	16,6	41,1	15,4	20,8	24,5
	SEM	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
3 h	%	28,5	29,8	29,5	29,5	39,4	28,4	32,7	34,6	31,3	34,0	26,9	28,3	32,5	37,6	37,4	36,5	40,7	40,6	35,5	27,5	45,9	23,1	28,0	32,3
	SEM	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
7 h	%	50,9	53,9	57,0	50,3	54,0	48,7	57,5	58,6	57,3	60,5	53,2	55,3	58,6	57,5	63,6	59,6	64,8	60,0	53,1	46,7	55,2	45,4	51,4	55,5
	SEM	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
12 h	%	71,2	70,4	69,5	72,0	70,2	69,6	79,4	78,7	77,5	75,3	73,7	75,9	75,7	74,1	82,4	78,0	79,9	74,3	73,2	71,5	66,3	62,7	76,4	77,2
	SEM	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61
24 h	%	83,5	75,7	80,9	81,2	81,4	79,7	85,9	85,4	84,4	78,3	83,6	82,6	83,3	82,5	88,0	84,8	86,5	79,0	81,0	77,7	73,4	75,5	83,9	84,4
	SEM	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
48 h	%	85,1	85,6	83,1	83,3	86,4	84,0	87,6	87,6	89,2	86,3	86,7	87,4	88,3	87,4	91,1	87,6	87,4	87,6	88,4	81,8	82,6	85,1	84,1	85,9
	SEM	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
72 h	%	80,9	76,1	79,3	75,5	79,6	80,6	85,3	83,7	87,6	76,1	87,3	88,7	78,7	86,3	88,2	82,0	83,8	84,4	82,8	79,5	74,2	78,5	82,5	82,2
	SEM	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76
96 h	%	80,6	78,2	79,6	74,0	76,5	80,9	83,5	82,5	87,6	77,4	88,8	89,9	81,2	88,0	85,3	81,6	84,3	82,8	78,8	79,1	72,0	79,8	81,7	81,7
	SEM	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85

Abkürzungen:

Termine 2014: 1 (23.04.), 2 (19.05.), 3 (18.06.), 4 (08.07.), 5 (29.07.), 6 (25.08.), 7 (30.09.) und 8 (29.10.); 2015: 1 (28.04.), 2 (18.05.), 3 (10.06.), 4 (30.06.), 5 (20.07.), 6 (07.08.), 7 (26.08.) und 8 (27.10.); 2016: 1 (15.04.), 2 (10.05.), 3 (09.06.), 4 (24.06.), 5 (20.07.), 6 (17.08.), 7 (12.09.) und 8 (24.10.); SEM: Standardfehler

Tabelle 77: Abbauwerte der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) für die Variante KU zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Inkubationszeit NDF	Einheit	2014								2015								2016							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
0 h	%	-1,0	-9,3	-17,9	-4,9	-7,5	-12,0	-26,1	-21,1	2,1	-11,3	-19,7	-16,2	-26,9	-16,7	-28,3	-16,0	-15,1	-26,5	-28,6	-27,9	-23,2	-16,4	-23,9	-20,0
	SEM	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
3 h	%	8,7	8,3	2,0	11,1	4,6	-5,9	-5,6	-3,5	14,0	5,4	-6,2	-3,3	-5,8	-5,7	-6,7	-1,3	-0,4	-7,4	-6,2	-9,7	-10,3	-9,5	-4,4	-2,9
	SEM	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43
7 h	%	36,5	35,3	30,7	35,7	28,1	28,4	29,1	29,6	39,6	34,3	29,0	29,9	32,3	28,3	32,9	30,2	35,7	28,8	19,5	27,7	13,6	22,6	25,3	27,8
	SEM	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09
12 h	%	58,9	55,4	50,1	56,4	51,6	53,8	58,9	57,8	63,9	54,7	52,5	54,8	55,8	50,5	61,4	56,7	58,5	49,7	45,5	52,5	29,9	43,0	56,3	56,5
	SEM	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
24 h	%	75,4	71,3	69,9	70,5	68,0	70,7	72,6	72,6	77,1	66,9	72,3	71,0	68,9	67,9	74,3	72,6	75,6	66,8	65,2	67,1	53,2	62,5	71,0	71,8
	SEM	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
48 h	%	83,3	80,8	76,5	79,1	77,9	78,8	78,4	77,5	85,2	79,8	77,9	79,7	78,0	77,3	80,9	76,6	80,0	79,8	78,4	75,7	70,0	76,6	75,9	76,2
	SEM	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
72 h	%	82,4	77,8	74,4	75,1	73,6	77,8	76,9	75,5	84,7	74,8	79,9	81,0	70,8	77,5	78,3	74,0	76,6	80,2	75,0	75,6	66,6	73,4	75,6	74,8
	SEM	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
96 h	%	82,3	77,8	75,8	74,8	72,9	77,6	75,7	74,5	84,4	75,4	81,8	82,3	73,1	80,3	75,7	73,3	76,6	78,2	73,1	76,1	65,7	74,7	75,6	74,4
	SEM	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38

Abkürzungen:

Termine 2014: 1 (23.04.), 2 (19.05.), 3 (18.06.), 4 (08.07.), 5 (29.07.), 6 (25.08.), 7 (30.09.) und 8 (29.10.); 2015: 1 (28.04.), 2 (18.05.), 3 (10.06.), 4 (30.06.), 5 (20.07.), 6 (07.08.), 7 (26.08.) und 8 (27.10.); 2016: 1 (15.04.), 2 (10.05.), 3 (09.06.), 4 (24.06.), 5 (20.07.), 6 (17.08.), 7 (12.09.) und 8 (24.10.); SEM: Standardfehler

Tabelle 78: Abbauwerte der Trockenmasse (TM) für die Variante KO zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Inkubationszeit TM	Einheit	2014						2015						2016					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
0 h	SEM	31,3 0,49	25,6 0,49	29,0 0,49	28,1 0,49	29,2 0,49	31,6 0,49	29,7 0,49	29,9 0,49	27,4 0,49	24,6 0,49	26,9 0,49	34,1 0,49	36,7 0,49	22,2 0,49	30,5 0,49	25,8 0,49	26,1 0,49	30,1 0,49
3 h	SEM	38,0 1,15	34,1 1,15	34,0 1,15	33,9 1,15	34,3 1,15	37,4 1,15	38,8 1,15	37,2 1,15	33,4 1,15	34,6 1,15	35,8 1,15	40,6 1,15	44,5 1,15	29,0 1,15	34,6 1,15	32,0 1,15	33,4 1,15	37,0 1,15
7 h	SEM	56,9 2,11	52,5 2,11	50,5 2,11	51,5 2,11	49,3 2,11	54,0 2,11	58,5 2,11	58,5 2,11	51,6 2,11	51,0 2,11	58,1 2,11	58,7 2,11	58,6 2,11	47,8 2,11	49,4 2,11	41,5 2,11	53,4 2,11	56,1 2,11
12 h	SEM	69,2 1,42	67,9 1,42	65,3 1,42	64,2 1,42	65,4 1,42	70,2 1,42	71,6 1,42	72,5 1,42	64,0 1,42	65,5 1,42	72,1 1,42	75,0 1,42	78,1 1,42	64,8 1,42	66,6 1,42	56,5 1,42	70,7 1,42	72,9 1,42
24 h	SEM	80,0 1,12	75,7 1,12	75,2 1,12	73,8 1,12	73,9 1,12	78,1 1,12	76,0 1,12	80,0 1,12	75,6 1,12	75,0 1,12	75,2 1,12	82,4 1,12	85,4 1,12	75,7 1,12	74,8 1,12	66,8 1,12	79,0 1,12	80,7 1,12
48 h	SEM	84,6 1,07	81,1 1,07	82,1 1,07	81,0 1,07	79,0 1,07	83,5 1,07	84,5 1,07	85,5 1,07	82,2 1,07	82,3 1,07	85,0 1,07	88,0 1,07	89,7 1,07	83,0 1,07	82,0 1,07	76,5 1,07	81,6 1,07	84,8 1,07
72 h	SEM	81,5 1,09	81,3 1,09	78,8 1,09	77,7 1,09	77,4 1,09	80,5 1,09	81,1 1,09	81,5 1,09	76,6 1,09	75,8 1,09	79,5 1,09	83,6 1,09	87,6 1,09	81,1 1,09	81,1 1,09	74,1 1,09	79,9 1,09	81,8 1,09
96 h	SEM	83,7 1,12	83,4 1,12	79,8 1,12	79,6 1,12	77,9 1,12	81,7 1,12	85,9 1,12	84,2 1,12	78,7 1,12	76,1 1,12	80,8 1,12	85,6 1,12	88,7 1,12	82,0 1,12	80,9 1,12	74,4 1,12	81,1 1,12	83,3 1,12

Abkürzungen:

Termine: 2014: 1 (30.04.), 2 (28.05.), 3 (25.06.), 4 (22.07.), 5 (25.08.) und 6 (29.10.); 2015: 1 (06.05.), 2 (28.05.), 3 (30.06.), 4 (31.07.), 5 (01.09.) und 6 (27.10.); 2016: 1 (26.04.), 2 (03.06.), 3 (01.07.), 4 (29.07.), 5 (01.09.) und 6 (24.10.); SEM: Standardfehler

Tabelle 79: Abbauwerte der Organischen Masse (OM) für die Variante KO zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Inkubationszeit OM	Einheit	2014						2015						2016					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
0 h	SEM	27,9 0,56	21,6 0,56	25,5 0,56	25,7 0,56	26,5 0,56	28,7 0,56	25,9 0,56	25,6 0,56	24,2 0,56	21,4 0,56	23,5 0,56	31,0 0,56	18,6 0,56	26,8 0,56	33,2 0,56	22,2 0,56	22,5 0,56	26,8 0,56
3 h	SEM	35,2 1,23	30,3 1,23	30,6 1,23	30,8 1,23	31,0 1,23	34,1 1,23	33,5 1,23	35,2 1,23	30,2 1,23	31,6 1,23	32,6 1,23	37,2 1,23	25,7 1,23	31,1 1,23	41,3 1,23	28,5 1,23	30,2 1,23	33,7 1,23
7 h	SEM	55,1 2,27	50,2 2,27	48,5 2,27	49,7 2,27	46,8 2,27	51,8 2,27	56,2 2,27	56,4 2,27	49,6 2,27	49,3 2,27	56,4 2,27	56,7 2,27	45,9 2,27	47,4 2,27	57,0 2,27	38,4 2,27	51,7 2,27	54,2 2,27
12 h	SEM	68,1 1,52	66,9 1,52	64,2 1,52	63,1 1,52	63,9 1,52	69,1 1,52	71,5 1,52	70,8 1,52	62,8 1,52	64,6 1,52	71,2 1,52	74,3 1,52	64,1 1,52	65,7 1,52	77,8 1,52	54,6 1,52	69,9 1,52	72,1 1,52
24 h	SEM	79,7 1,10	75,3 1,10	75,1 1,10	73,8 1,10	73,7 1,10	78,1 1,10	79,8 1,10	76,0 1,10	75,4 1,10	74,7 1,10	75,0 1,10	82,5 1,10	75,8 1,10	74,8 1,10	85,6 1,10	65,9 1,10	78,9 1,10	80,7 1,10
48 h	SEM	84,7 1,04	81,1 1,04	82,0 1,04	81,1 1,04	79,2 1,04	83,7 1,04	85,6 1,04	84,7 1,04	82,1 1,04	82,4 1,04	85,1 1,04	88,2 1,04	83,4 1,04	82,0 1,04	90,0 1,04	76,4 1,04	81,9 1,04	85,1 1,04
72 h	SEM	82,1 1,01	81,6 1,01	79,2 1,01	78,0 1,01	78,0 1,01	81,1 1,01	81,9 1,01	82,1 1,01	76,8 1,01	76,5 1,01	80,0 1,01	84,2 1,01	81,9 1,01	81,5 1,01	88,3 1,01	74,4 1,01	80,5 1,01	82,3 1,01
96 h	SEM	84,1 1,04	83,6 1,04	80,2 1,04	80,0 1,04	78,5 1,04	82,3 1,04	84,4 1,04	86,4 1,04	79,0 1,04	76,9 1,04	81,4 1,04	86,2 1,04	82,8 1,04	81,4 1,04	89,3 1,04	74,9 1,04	81,8 1,04	84,0 1,04

Abkürzungen:

Termine: 2014: 1 (30.04.), 2 (28.05.), 3 (25.06.), 4 (22.07.), 5 (25.08.) und 6 (29.10.); 2015: 1 (06.05.), 2 (28.05.), 3 (30.06.), 4 (31.07.), 5 (01.09.) und 6 (27.10.); 2016: 1 (26.04.), 2 (03.06.), 3 (01.07.), 4 (29.07.), 5 (01.09.) und 6 (24.10.); SEM: Standardfehler

Tabelle 80: Abbauwerte des Rohproteins (XP) für die Variante KO zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Inkubationszeit XP	Einheit	2014						2015						2016					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
0 h	%	26,3	24,4	20,1	19,3	19,9	21,4	7,5	26,4	8,7	19,6	23,2	23,0	32,4	11,0	31,5	41,5	24,4	23,7
	SEM	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
3 h	%	31,2	29,7	23,6	24,6	26,4	27,4	17,3	36,6	12,8	30,5	28,3	28,3	41,2	12,8	34,4	43,5	31,5	29,9
	SEM	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
7 h	%	54,2	51,9	44,8	44,9	44,4	47,8	48,2	57,0	39,2	48,1	55,2	51,2	51,0	39,1	50,5	50,5	51,2	51,2
	SEM	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09
12 h	%	69,3	71,2	64,4	62,3	64,4	69,2	70,0	73,7	57,8	67,7	73,7	74,1	77,9	62,5	71,0	63,8	73,0	73,6
	SEM	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88
24 h	%	80,1	77,4	75,5	69,9	72,8	77,8	73,6	81,1	72,0	76,7	81,0	82,9	85,5	74,9	78,9	72,2	80,3	81,6
	SEM	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54
48 h	%	84,6	80,5	82,8	79,9	78,9	84,0	81,5	86,7	81,6	85,1	87,4	89,2	89,8	83,2	84,0	79,0	80,6	84,9
	SEM	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
72 h	%	75,7	80,7	77,1	74,4	75,1	79,7	79,0	79,9	71,8	74,8	79,7	84,2	85,7	78,7	82,4	74,1	78,9	81,5
	SEM	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69
96 h	%	79,3	81,9	78,1	77,0	75,6	81,0	83,3	83,9	75,1	74,9	81,6	86,4	87,3	79,8	81,2	73,4	80,2	83,3
	SEM	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64

Abkürzungen:

Termine: 2014: 1 (30.04.), 2 (28.05.), 3 (25.06.), 4 (22.07.), 5 (25.08.) und 6 (29.10.); 2015: 1 (06.05.), 2 (28.05.), 3 (30.06.), 4 (31.07.), 5 (01.09.) und 6 (27.10.); 2016: 1 (26.04.), 2 (03.06.), 3 (01.07.), 4 (29.07.), 5 (01.09.) und 6 (24.10.); SEM: Standardfehler

Tabelle 81: Abbauwerte der Neutral-Detergenz-Faser (NDF) für die Variante KO zu den im in situ Versuch gewählten ruminalen Inkubationszeiten (0 bis 96 Stunden) zu jedem Nutzungstermin in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Inkubationszeit NDF	Einheit	2014						2015						2016					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
0 h	%	-3,9	-10,4	-21,7	-7,5	-16,8	-20,3	-5,5	-17,5	-27,3	-19,0	-11,9	-23,8	-15,3	-27,9	-16,1	-22,0	-22,0	-22,9
	SEM	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72
3 h	%	6,9	0,8	-13,3	-1,5	-7,4	-7,9	9,7	-7,2	-15,5	-4,2	1,3	-8,5	-9,8	-8,0	-11,0	-13,9	-12,3	-10,4
	SEM	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
7 h	%	33,9	26,9	14,2	23,2	17,2	20,2	35,0	26,8	15,1	24,3	36,4	23,2	23,3	15,0	13,3	-0,8	25,6	24,4
	SEM	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84
12 h	%	52,3	50,8	37,5	43,2	42,0	48,3	55,7	51,9	35,0	43,6	57,0	54,6	58,6	41,1	40,0	26,3	50,2	52,4
	SEM	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66
24 h	%	70,8	64,1	59,0	63,1	59,7	65,1	66,0	67,1	60,7	61,3	64,7	70,5	73,9	62,6	57,3	45,8	67,9	69,2
	SEM	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
48 h	%	78,9	74,7	70,9	73,4	69,7	75,3	79,6	77,6	70,7	73,1	78,4	80,8	82,6	74,2	71,2	65,3	74,8	77,8
	SEM	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
72 h	%	78,5	75,7	68,7	70,4	70,5	72,9	77,7	74,7	66,1	69,3	73,5	75,3	81,1	74,0	71,3	63,2	73,8	74,6
	SEM	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
96 h	%	80,3	78,9	70,3	73,0	70,9	74,7	82,2	77,3	68,3	70,1	74,5	78,5	82,7	75,2	72,2	66,7	75,0	76,8
	SEM	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11

Abkürzungen:

Termine: 2014: 1 (30.04.), 2 (28.05.), 3 (25.06.), 4 (22.07.), 5 (25.08.) und 6 (29.10.); 2015: 1 (06.05.), 2 (28.05.), 3 (30.06.), 4 (31.07.), 5 (01.09.) und 6 (27.10.); 2016: 1 (26.04.), 2 (03.06.), 3 (01.07.), 4 (29.07.), 5 (01.09.) und 6 (24.10.); SEM: Standardfehler

## 19 Lebenslauf/CV

### Persönliche Daten

Name	DI Walter Starz
Geburtstag	26.12.1978
Geburtsort	Sankt Veit an der Glan
Land	Österreich
Staatsbürgerschaft	Österreich
Familienstand	ledig
Universität	Universität für Bodenkultur

### Ausbildung

Reifeprüfung am 10.06.1997 am Bundes-Oberstufenrealgymnasium Althofen

Abschluss Diplomstudium Landwirtschaft (Schwerpunkt Ökologische Landwirtschaft) an der Universität für Bodenkultur Wien am 04.02.2005

Diplomprüfung an der Agrarpädagogischen Akademie für das Lehramt an land- und forstwirtschaftlichen Berufsschulen, mittleren und höheren Schulen und den Beratungs- und Förderungsdienst in Wien

### Beruflicher Werdegang

Seit 01.12.2005 Abteilungsleiter für Bio Grünland und Viehwirtschaft am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt (HBLFA) Raumberg-Gumpenstein in Irnding/Trautenfels

Seit 01.07.2016 zusätzliche Übernahme der Agenden für Bio Ackerbau am Institutsstandort in Lambach/Stadl-Paura

Seit dem Sommersemester 2011 Lektor am Institut für Ökologischen Landbau der Universität für Bodenkultur in Wien für die Lehrveranstaltungen Grünland in der ÖLW und Case studies in organic grassland management

Wien Juni 2020