



Universität für Bodenkultur, Wien
University for Natural Resources and Applied Life
Sciences, Vienna

Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Department of Sustainable Agricultural Systems



Vergleich der Biomasseproduktion bei Schnitt- nutzung und Kurzrasenweide unter biologi- schen Bedingungen im ostalpinen Raum

Masterarbeit

Betreuung

Bernhard Freyer, Univ.Prof. Dipl.-Agr.Biol. Dr. Ing.

(Institut für Ökologischen Landbau – Division for Organic Farming)

(Hauptbetreuung)

Walter Starz, Dipl.-Ing.

(Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere am Lehr- und
Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein)

(Zweitbetreuung)

Eingereicht von:

Veronika Schmied

H0540073

Wien, 11. Mai 2010



Danksagung

Mein Dank gilt in erster Linie, Herrn Dipl.-Ing. Walter Starz, der mir diese Arbeit am Bioinstitut des Lehr- und Forschungszentrums für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein ermöglichte und mir während der praktischen und theoretischen Ausführung immer beratend zur Seite stand. Durch seine fachliche Kompetenz, seine Beharrlichkeit in Diskussionen und seinen herzlichen Humor war es mir möglich, mich rasch und mit Freude in die Materie zu vertiefen.

Bei Herrn Prof. Dr. Dipl.-Ing. Bernhard Freyer möchte ich mich für die Hauptbetreuung meiner Masterarbeit bedanken. Besonders wertvoll waren die stete Gesprächsbereitschaft, wenn Fragen auftauchten und sein Bemühen, meinen Blick für das Wesentliche zu schärfen.

Ebenfalls danken möchte ich Herrn Dr. Andreas Steinwider und den Mitarbeitern des „Morhofes“ für die Unterstützung bei der praktischen Durchführung des Versuches und die nette Aufnahme während der Arbeit. Besonderer Dank gilt hier Herrn Rupert Pfister für die Hilfe bei der Datenaufbereitung und seine Hilfestellung bei offenen Fragen. Ebenso wertvoll war auch die Einführung in das Statistikprogramm von Herrn Ing. Kurt Krimberger.

Für das gewissenhafte Korrekturlesen meiner Masterarbeit möchte ich mich ganz herzlich bei meiner Freundin Frau Edith Pleninger bedanken.

Kein Studium wäre ohne den Rückhalt der Familie und von Freunden möglich. Daher möchte ich mich bei meinen Kindern Cornelia und Thomas bedanken und bei meinem Partner Anton, der immer für Gespräche und Aufmunterungen da war. Sowie bei meiner Mutter, die immer ein Vorbild an Ausdauer war und mir ihre Liebe und den Respekt für die Natur weitergegeben hat.

Kurzfassung

Die vorliegende Masterarbeit untersuchte, inwieweit sich die ober- und unterirdische Biomasseproduktion einer Kurzrasenweide und einer 3-Schnittnutzungsfläche unter biologischen Bedingungen im ostalpinen Raum unterscheiden. Die Untersuchung wurde am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität für Nutztiere des Lehr- und Forschungszentrums für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Im Untersuchungszeitraum April bis Oktober 2009 wurden auf den Versuchsflächen, einer Kurzrasenweide mit Milchkühen und einer 3-Schnittnutzung, die Artengruppenverteilung, der Ernteertrag, die Stoppelbiomasse und die Wurzelmasse bis in eine Bodentiefe von 20 cm erhoben und gegenübergestellt. Auf den Flächen beider Nutzungsvarianten erfolgte eine Düngung von insgesamt 130 kg Stickstoff pro Hektar.

Im Frühjahr verzeichnete die Kurzrasenweide im Vergleich zur 3-Schnittnutzung einen höheren Anteil an Leguminosen und einen geringeren Anteil an Gräsern im Pflanzenbestand. Im Laufe des Sommers ging unter 3-Schnittnutzung der Grasanteil zurück, dafür kam es zu einer Vermehrung der Kräuter. Auf den Flächen der Kurzrasenweide kam es außerdem zu einer Erhöhung des Grasanteils. Die Kurzrasenweide lieferte signifikant niedrigere Jahresernteerträge als die 3-Schnittnutzung und zeigte geringe Ertragsschwankungen im Verlauf der Weideperiode. Im Spätsommer erhöhte sich auf der Kurzrasenweide die Stoppelbiomasse, dadurch bildete sich eine trittfeste Grasnarbe aus. Beide Nutzungssysteme zeigten annähernd die gleichen Wurzelmenngen und eine Konzentration der Wurzeln in der obersten Bodenschicht (0-10 cm).

Berücksichtigt man die praxisüblichen Verluste der Futterwerbung, so stehen in der Nutztierfütterung bei Kurzrasenweide die gleichen Futtermengen wie bei 3-Schnittnutzung zur Verfügung. Somit kann die Kurzrasenweide auf günstigen Standorten im ostalpinen Raum als geeignetes, nachhaltiges Weidesystem für die Biologische Landwirtschaft angesehen werden.

Abstract

The present master thesis investigated differences in above and below ground biomass production of continuous grazing and three cut meadow under organic conditions in East Alpine area. The investigation was realized at the Research Institute of organic farming and farm animal biodiversity Moarhof of the Agricultural Research and Education Centre Raumberg-Gumpenstein.

During the trial period the botanical composition, fodder yield, stubble biomass and the root mass were examined in the soil layers of 0-10 cm and 10-20 cm in two variants from April to October 2009. One variant was continuous grazing by dairy cows, and the second one was a three cut meadow. Both areas were fertilized with 130 kg nitrogen per hectare.

In springtime, a high percentage of legumes and a low percentage of grasses have been observed in the sward of the variant continuous grazing. During the summer, the percentage of grasses decreased while herbs increased. On the other hand, the percentage of grasses increased on continuous grazing. Analysis of the above ground biomass showed that continuous grazing produced a significantly lower fodder yield than the meadow and had low yield fluctuations during the grazing period. In late summer stubble biomass amount increased on the continuous grazing, whereas a hard sod evolved. Both variants showed similar root masses and a concentration of roots in the top soil (0-10 cm).

Considering usual losses in fodder yield, the same amount of fodder is available for livestock nutrition in both management systems. Therefore continuous grazing is an appropriate grazing system for organic farming in suitable areas in the East Alpine region.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Forschungsrahmen	2
2.1	Frage- und Problemstellung	2
2.2	Arbeitshypothesen.....	3
2.3	Zielsetzung	4
3	Literaturübersicht	5
3.1	Biologische Grünlandwirtschaft	5
3.1.1	Vollweidehaltung	6
3.1.2	Kurzrasenweide	6
3.2	Oberirdische Biomasse.....	10
3.2.1	Zusammensetzung und Entwicklung der Grasnarbe in intensiv genutzten Weidebeständen	10
3.2.2	Ertragsleistung und Zuwachsverlauf des oberirdischen Aufwuchses	11
3.2.3	Stoppelbiomasse	12
3.2.4	Düngung von intensiv genutzten Wiesen und Weiden.....	14
3.3	Entwicklung der Wurzelbiomasse unter Grünlandbeständen	15
4	Datengrundlagen, Material und Methoden.....	19
4.1	Standortbeschreibung	19
4.1.1	Lage und Boden der Versuchsfläche	19
4.1.2	Klima	19
4.2	Versuchsdurchführung	20
4.2.1	Versuchsanlage.....	20
4.2.2	Zeitlicher Ablauf der Versuchsdurchführung	24
4.2.3	Düngung	25
4.2.4	Nutzungsvarianten der Versuchsflächen	26
4.2.5	Vegetationsaufnahme	27
4.2.6	Probennahme der oberirdischen Biomasse	28
4.2.7	Probennahme der unterirdischen Biomasse	31

4.3	Statistische Auswertung	34
5	Ergebnisse	35
5.1	Klima und Witterungsverlauf	35
5.2	Artengruppenverteilung	36
5.3	Ernteerträge	38
5.4	Erträge der Stoppelbiomasse.....	40
5.5	Wurzelbiomasse in den obersten Bodenhorizonten	41
5.6	Gesamt-Biomasse	43
6	Diskussion.....	45
6.1	Artengruppenverteilung	45
6.2	Ernteertrag	46
6.3	Stoppelbiomasse	49
6.4	Unterirdische Biomasse	51
6.5	Gesamtbiomasse-Ertrag	52
7	Schlussfolgerungen.....	53
8	Zusammenfassung	55
9	Literaturverzeichnis	57
10	Tabellenverzeichnis.....	63
11	Abbildungsverzeichnis	64
12	Anhang	66

1 Einleitung

Aufgrund der klimatischen und topografischen Bedingungen vieler Regionen hat die Grünlandwirtschaft in Österreich einen hohen Stellenwert. Die Grünlandflächen bieten die Grundlage für die Erzeugung von wirtschaftseigenem, kostengünstigem Futter für die Nutztiere. Besonders in der Biologischen Landwirtschaft ist es wichtig, qualitativ hochwertiges Grundfutter zur Verfügung zu haben, da der Kraffuttereinsatz gesetzlich limitiert und sehr teuer ist.

Die Bewirtschaftung der Grünlandflächen erfolgt mit Ausnahme von Mischformen grundsätzlich über Mahd oder Beweidung. Beide Nutzungsformen bieten ihre Vor- und Nachteile und setzen unterschiedliche Arbeitsabläufe voraus. Für die Tierernährung haben die Wiese bzw. die Weide zwei wesentliche Funktionen zu erfüllen, die sich gegenseitig bedingen. Auf der einen Seite sollen ausreichende Mengen an Grundfutter erzeugt werden um den Futterbedarf des Viehbestandes abzudecken, andererseits müssen diese Mengen eine entsprechende Qualität aufweisen um den tierischen Leistungen gerecht zu werden. Daher ist es wichtig, dass eine Wiese bzw. Weide qualitativ hochwertiges Futter in entsprechender Menge produziert.

Die produktiven Grünlandflächen in Gunstlagen bieten die Möglichkeit intensive Weidesysteme wie die Kurzrasenweide umzusetzen. Weidegras ist das kostengünstigste Futter für die Ernährung des raufutterverzehrenden Viehbestands (WEIß und THOMET, s.a., 2; BMLFUW, 2008, 358ff). Aufgrund der konstant hohen Futterqualität während der gesamten Weidesaison kann in der Milchviehhaltung die Kurzrasenweide als geeignete Alternative zur Stallfütterung angesehen werden. Nebenbei gilt die Weidehaltung als die natürlichste Form der Nutztierfütterung (NEFF, 2005, 4) und entspricht somit den Idealen der Biologischen Landwirtschaft.

Die vorliegende Arbeit untersucht die Ertragsleistung einer Kurzrasenweide und einer 3-Schnittnutzungsfläche in einer typischen Grünlandregion Österreichs. Beide Nutzungssysteme werden anhand der Artengruppenverteilung, des Ernteertrages, der Stoppelbiomasse und der Wurzelmasse in der obersten Bodenschicht miteinander verglichen. Ein wesentlicher Faktor dieser Untersuchung ist, dass sowohl die oberirdische als auch die unterirdische Biomasse betrachtet werden. Nur so können der Praxis wertvolle Informationen über die Leistungsfähigkeit und die Nachhaltigkeit des jeweiligen Nutzungssystems geliefert werden. Die zweite wichtige Anforderung an den Grünlandertrag - die Futterqualität - ist nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Das Ergebnis der durchgeführten Ertragsanalyse kann aber einen Beitrag für weitere Qualitätsüberprüfungen liefern. Darüber hinaus stellt diese Untersuchung nur einen Teil eines 3-jährigen Forschungsprojektes (Projekt Nr.: 100230/1 des

BMLFUW, Auswirkungen der Grünlandnachsaat in einer Kurzrasenweide bei Biologischer Bewirtschaftung), in dem neben den Mengen- auch die Qualitätserträge sowie die Pflanzenbestände, Bodenverdichtungen und die Nährstoffe untersucht wurden.

2 Forschungsrahmen

2.1 Frage- und Problemstellung

Biobetriebe zeichnen sich durch die Philosophie aus, keine leichtlöslichen mineralischen Düngemittel und Pflanzenschutzmittel zu verwenden. Gleichzeitig spielt auch die wirtschaftliche Rentabilität des Betriebes eine wesentliche Rolle. Durch die globale Marktentwicklung der vergangenen Jahre und somit der vermehrten Konkurrenz durch ausländische Agrarprodukte erzielen heimische Betriebe immer niedrigere Verkaufserlöse für ihre Erzeugnisse, bei gleichzeitig steigenden Bezugskosten für Energie und Kraftfutter. Die Reduktion der Produktionskosten zum Beispiel bei Futterkosten gewinnt bei betrieblichen Entscheidungen also immer mehr an Bedeutung. Grundsätzlich gilt, je mehr Grundfutter aus den betriebseigenen Flächen erzeugt wird, desto geringer sind die Futterkosten und umso unabhängiger ist der Betrieb gegenüber den Marktpreisen.

In Hinblick auf die Nutzungsvarianten von Grünflächen – Weide und Schnitt – stehen folgende offenen Fragen im Interesse der vorliegenden, gemäß den Richtlinien der Biologischen Landwirtschaft, durchgeführten Untersuchung:

1. Inwieweit unterscheidet und verändert sich die Artengruppenverteilung bei Schnittnutzung im Vergleich zur Nutzung als Kurzrasenweide?
2. Wie hoch ist das Ertragspotential einer Kurzrasenweide im Vergleich zur Schnittnutzung auf biologisch bewirtschafteten Grünlandflächen im ostalpinen Raum?
3. Wie beeinflusst die Nutzung als Kurzrasenweide bzw. die Schnittnutzung die Menge der Stoppelbiomasse und das Nachwuchsvermögen des Pflanzenbestandes?
4. Wie verändert eine Kurzrasenweide- bzw. eine Schnittnutzung die Menge und Verteilung der Wurzelbiomasse in den obersten Bodenschichten während der Vegetationsperiode und entstehen dadurch Auswirkungen auf die oberirdische Ertragsleistung?

2.2 Arbeitshypothesen

Anhand der vorangegangenen Fragestellungen können folgende Arbeitshypothesen aufgestellt werden.

A. Zwischen einer Nutzung als Kurzrasenweide und einer 3-Schnittnutzung gibt es einen Unterschied bei der Artengruppenverteilung.

Der permanente Verbiss und die Trittbelastung durch Weidetiere begünstigen die Vermehrung von weidetoleranten Pflanzen wie Weißklee, Wiesenrispengras und Englischem Raygras.

B. Bei 3-Schnittnutzung einer Fläche sind höhere Ernteerträge zu erzielen als bei einer Nutzung als Kurzrasenweide.

Der Pflanzenbestand einer Grünlandfläche passt sich der Nutzungsart an. Daher weist der Pflanzenbestand einer Schnittnutzungsfläche einen höheren Anteil an Horstgräsern auf als der einer Weidefläche. Horstgräser produzieren aufgrund ihrer Phänologie mehr oberirdische Biomasse.

C. Die Biomasse der auf dem Grünland verbleibenden Stoppeln ist bei Nutzung der Fläche als Kurzrasenweide höher als bei einer 3-Schnittnutzung.

Eine zeitige Beweidung im Frühjahr fördert das vegetative Wachstum der Gräser. Im vegetativen Wachstum bilden die Hauptbestandbildner (Englisches Raygras, Wiesenrispengras) intensiv genutzter Weidebestände Bestockungstriebe, die offene Stellen in der Grasnarbe besiedeln und dadurch einen dichten Pflanzenbestand bilden. Weiters weist die Stoppelmasse von Weideflächen einen höheren Blattanteil im Vergleich zu Schnittnutzungsflächen auf, da Weidebestände vorwiegend mit weidetoleranten Untergräsern besiedelt sind, die ihre Blätter in Bodennähe ausbilden.

D. Die Wurzelbiomasse in den oberen Bodenschichten von 0-10 cm und 10-20 cm zeigt im Jahresverlauf keinen Unterschied zwischen einer Kurzrasenweide und einer 3-Schnittnutzung.

Bei intensiver Nutzung gleicht sich der Pflanzenbestand von Weide- und Wiesenflächen allmählich an. Der Anteil an Untergräsern erhöht sich und führt zu einer Konzentration der Wurzelmenge in der obersten Bodenschicht.

2.3 Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist zu klären, ob ein Ertragsunterschied zwischen einer biologisch bewirtschafteten Kurzrasenweide und einer 3-Schnittnutzungsfläche im ostalpinen Raum besteht. Als Parameter für die Ertragsfeststellung dienen die Ernteerträge, die Stoppelbiomassen und die Wurzelmenen bis in eine Bodentiefe von 20 cm. Als weitere Einflussgröße wird die Artengruppenverteilung herangezogen, um mögliche Ertragsunterschiede zwischen den beiden Nutzungssystemen darzustellen. Die Untersuchung soll die Eignung der Kurzrasenweide als passendes Nutzungssystem für biologisch bewirtschaftete Grünlandflächen im ostalpinen Raum ermitteln.

3 Literaturübersicht

3.1 Biologische Grünlandwirtschaft

Laut Agrarstatistik werden in Österreich 383.756 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) von 20.102 Biobetrieben (geförderte und nicht geförderte Betriebe) bewirtschaftet. Ungefähr 92 % der Betriebe (18.449) besitzen Grünlandflächen. Daher entfallen 220.746 ha der gesamten LF auf das Grünland. Diese Flächen unterteilen sich wiederum in 123.159 ha normalertragsfähiges Grünland und 97.587 ha extensiv genutztes Grünland. Die durchschnittliche Grünlandfläche pro Betrieb beträgt 12 ha. Neben Pferden, Schafen und Ziegen werden rund 352.800 Rinder vom Ertrag dieser Flächen ernährt. Von den Rindern sind 85.100 Milchkühe, mit denen die österreichischen Biomilchbauern rund 16 % der gesamten angelieferten Milchmenge Österreichs produzieren (GRÜNER BERICHT, 2009, 60ff).

Der Leitgedanke in der biologischen Grünlandwirtschaft ist die Kreislaufwirtschaft. Mit vorwiegend betriebseigenen Futtermitteln, flächenangepasster Tierhaltung, organischer Düngung und dem Erhalt der Artenvielfalt wird versucht, die Einträge und Verluste im Nährstoffhaushalt auf einem ausgeglichenen Niveau zu halten. Die Betriebe sind dabei vor die Herausforderung gestellt, mit ihren Grünlandflächen entsprechende Erträge für eine leistungsgerechte Versorgung des Viehbestandes bei gleichzeitigem Erhalt der Artenvielfalt zu erwirtschaften. Grünlandbetriebe können, gerade in alpinen Regionen, ein Mosaik von Flächen mit unterschiedlichen Leistungspotentialen aufweisen. Die differenzierte Bewirtschaftungsintensität dieser Flächen nach dem Prinzip der abgestuften Grünlandbewirtschaftung sichert nachhaltig die Artenvielfalt und einen angemessen hohen Futterertrag (DIETL und LEHMANN, 2004, 9).

Steigende Kosten für Düngemittel, Futtermittel und Energie (GRÜNER BERICHT, 2009, 237) erfordern eine permanente Überprüfung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes. Eine Möglichkeit die Kosten, vorrangig die Futterkosten, zu reduzieren, ist die saisonale Vollweidemilchproduktion. Dieses System wird in Neuseeland und in Irland mit Erfolg praktiziert. Versuche in der Schweiz und in Österreich bestätigen die Umsetzbarkeit dieses Systems auch in alpenländischen Grünlandregionen (THOMET et al., 2004, 340; STEINWIDDER, 2008, 77).

3.1.1 Vollweidehaltung

Der Strategie einer Vollweidehaltung von Milchkühen liegt die Idee zugrunde, mit einem möglichst hohen Anteil an betriebseigenem Grundfutter eine hohe Flächenleistung (kg Milch/ha) zu erzielen. Die Einzelkuhleistung rückt bei diesem System in den Hintergrund. Mit Weidegras sollen konservierte Futtermittel und das Krafffutter so weit wie möglich ersetzt werden (THOMET et al., 2003, s.p.). Betriebswirtschaftliche Berechnungen bescheinigen der Vollweidehaltung eine hohe Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit in der Milchproduktion (KIRNER, 2008, 74). In einer Schweizer Studie konnte mit Kurzrasenweide, ohne Ergänzungsfütterung in den Weidemonaten Mai – November, der Weideanteil auf über 65 % der Gesamtjahresration gesteigert werden (THOMET, 2005, 11). Ähnlich hohe Weidefutterwerte (56-61 % TM) konnten auch unter ostalpinen Klimabedingungen erreicht werden (STEINWIDDER et al., 2008, 40).

Eine Blockabkalbung der Herde zwischen Anfang Februar bis Anfang April ist bei diesem System sinnvoll, da der maximale Futterbedarf der Herde in die Vegetationsperiode mit der höchsten Grasqualität (Frühjahr) fällt. In den Wintermonaten während der Trockenstehzeit ist dann nur der Erhaltungsbedarf der Milchkühe mit konserviertem Futter zu decken. Mit saisonaler Abkalbung (Mitte bis Ende Winter) kann also der Futterbedarf optimal auf das Graswachstum abgestimmt werden, sodass ungefähr zwei Drittel der Jahresfutterration mit günstigem Weidegras gedeckt werden kann. Krafffutter wird nur in den ersten 100 Laktationstagen ergänzend eingesetzt, um die Fruchtbarkeit der Tiere nicht zu beeinträchtigen (THOMET et al., 2003, s.p.). Für die Umsetzung der Vollweide-Milchproduktion eignen sich intensive Weidesysteme wie Umtriebsweide oder Kurzrasenweide.

3.1.2 Kurzrasenweide

Die Kurzrasenweide zählt neben der Umtriebsweide zu den intensiven Weidenutzungssystemen. Bei diesem System bleiben die Tiere während der gesamten Vegetationsperiode auf derselben Weidefläche, wobei eine mögliche Ruhezeit nie länger als eine Woche beträgt. Ein Merkmal dieses Weidesystems ist der hohe Weidedruck (hohe Besatzdichte), weshalb die Kurzrasenweide auch als intensive Standweide bezeichnet wird.

Voraussetzung für die Kurzrasenweide sind arrondierte Flächen, welche idealerweise nicht bzw. in maximal vier Schläge unterteilt sind. Eine Nutzung als Kurzrasenweide verlangt ebene bis leicht geneigte, homogene Weideflächen, die Bodenverhältnisse mit einem ausgeglichenen Wasserhaushalt aufweisen (KOCH, 1996, 4). Auf trockene Perioden in den Sommermonaten reagiert die Kurzrasenweide sensibel. Laut MÜNGER (2003, 3) ergeben sich aber in

alpinen und voralpinen Gebieten aufgrund der ausreichenden und gleichmäßig verteilten Niederschlagsmengen keine maßgeblichen Beeinträchtigungen durch Sommertrockenheit.

Der Standort muss außerdem ideale Bedingungen (genügend Niederschläge, geringe Bodenverdichtung im Oberboden) für das Wachstum weidetoleranter Pflanzen bieten. Bei den Gräsern bilden intensiv nutzbare Futtergräser wie das Englische Raygras (*Lolium perenne*) und das Wiesenrispengras (*Poa pratensis*) den optimalen Pflanzenbestand (KOCH, 1996, 4). Bei den Leguminosen fördert die Beweidung die Etablierung von Weißklee (*Trifolium repens*) im Bestand. Weißklee wirkt sich außerdem positiv auf die Stickstoffversorgung des Pflanzenbestandes aus und erhöht den Futterwert.

Aufgrund der landwirtschaftlichen Strukturen im Alpenraum scheint die Kurzrasenweide eher für kleinere Milchkuhherden geeignet, da bei idealen Wachstumsbedingungen pro Milchkuh eine Weidefläche von mindestens 0,12 ha benötigt wird (KOCH, 1996, 4). Die Fläche muss aber während der Weidesaison immer wieder dem Futterbedarf der Tiere angepasst werden. Die Herausforderung im Weidemanagement liegt daher für die Betrieb in der Beurteilung des Wachstumsverlaufs des Pflanzenbestandes während der Weidesaison, da es immer wieder gilt, ein Gleichgewicht zwischen Zuwachs und Verzehr herzustellen. Für die Einschätzung der optimalen Besatzstärke (Anzahl der Tiere während der ganzen Weideperiode auf der gesamten Weidefläche) muss die Aufwuchshöhe wöchentlich gemessen und die Weidefläche den saisonalen Wachstumsverläufen angepasst werden (THOMET, 2005, 11). Als Richtwerte für die ideale Aufwuchshöhe werden im Frühjahr 6-7 cm und für den Spätsommer und Herbst 7-10 cm empfohlen, jeweils mit dem Zollstab gemessen (HÄUSLER et al., 2008, s.p.).

Beim Kurzrasenweidesystem wird die Weidefläche mit einer hohen Besatzstärke beweidet, um die Futterqualität zu erhalten und damit eine hohe Flächenleistung (z. B. Liter Milch pro Hektar) zu erzielen. Besonders zu Beginn der Weidesaison ist es wichtig, die Aufwuchshöhe niedrig zu halten, um ein Auswachsen des Bestandes zu verhindern. Im Frühjahr kann es bei einer Aufwuchshöhe über 8 cm zu einer vermehrten Blütenbildung bei Gräsern kommen. Dies führt zu einer Reduktion des Futterwertes und senkt die Verdaulichkeit (WRIGHT, 2005, 173). Ein zeitiger Weidegang, zum Zeitpunkt des Schossens, begünstigt die vegetative Vermehrung von rasenbildenden Gräsern wie dem Englischen Raygras oder dem Wiesenrispengras. Die vegetativen Triebe bilden eine dichte Grasnarbe und garantieren dadurch in den Sommermonaten bei einer Aufwuchshöhe von 6-8 cm qualitativ hochwertiges Futter (THOMET und BLÄTTLER, 1998, 28). Während der Sommermonate erhöht eine hohe Besatzstärke die Futterkonkurrenz zwischen den Weidetieren. Dadurch steigt die Futterausnutzung auf der Weide an. Der rückläufige Graszuwachs im Herbst verlangt eine Vergrößerung der Weideflächen um den Futterbedarf zu decken (Abbildung 1).

Neben der hohen Futterqualität bewirkt ein hoher Weidedruck auch geringere Futterverluste. Bei sachgerechter Weideführung erübrigt sich die Weidepflege (THOMET und BLÄTTLER, 1998, 28). Bei zu niedrigem Weidedruck nehmen die Futterselektion durch die Weidetiere, der Geilstellenanteil und der Pflegebedarf zu (NEFF, 2005, 7).

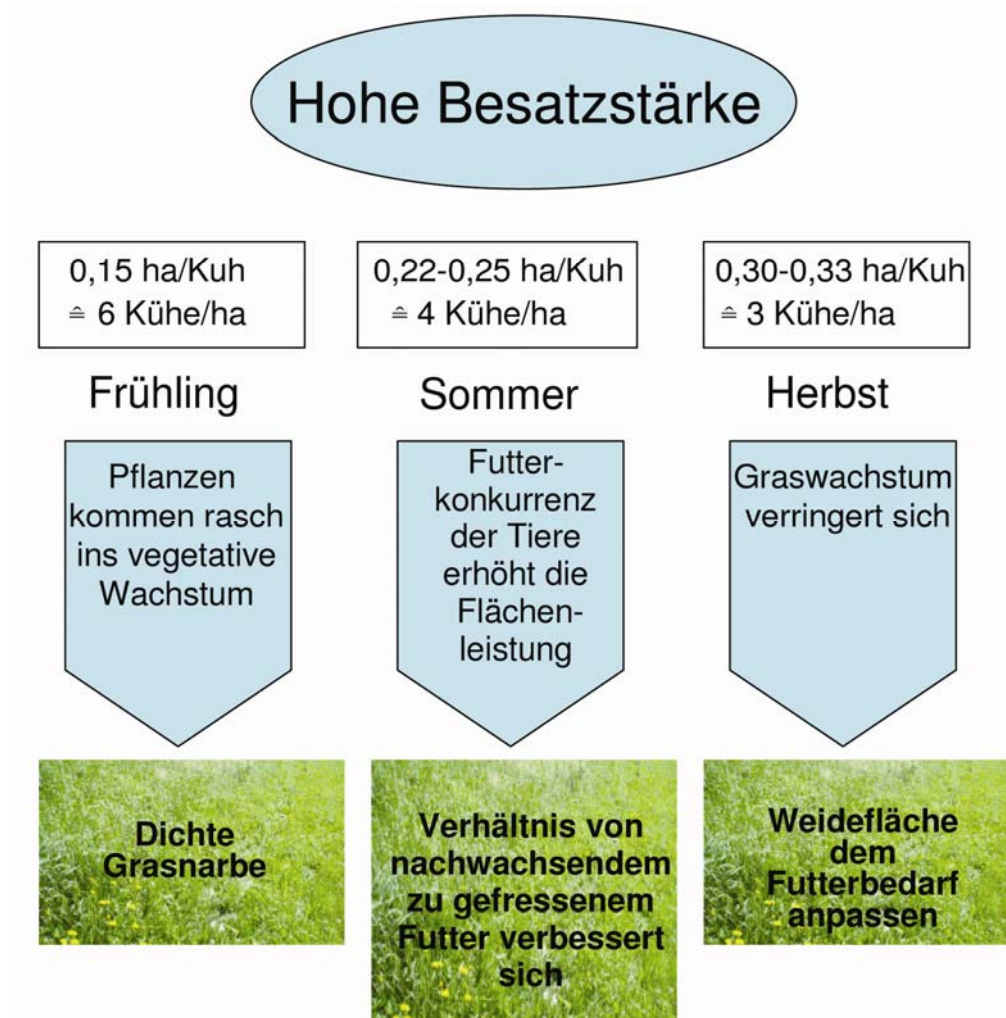


Abbildung 1: Auswirkungen der Besatzstärke auf Grasnarbe und Produktivität der Weide in den einzelnen saisonalen Abschnitten

Quelle: nach THOMET, 2005, 11; THOMET und BLÄTTLER, 1998, 25

Die Hofdüngerausbringung gestaltet sich auf Kurzrasenweiden, die während der gesamten Weideperiode besetzt sind, schwieriger als auf periodisch beweideten Flächen. Es ist zweckmäßig, den Dünger zu Beginn bzw. am Ende der Weideperiode auszubringen, da Weidetiere die gedüngten Flächen meiden. Für eine Düngerausbringung in Form von Gülle während der Weideperiode müssen Teilbereiche ausgezäunt werden. Dies erfordert jedoch einen vermehrten Arbeits- und Materialeinsatz.

Tabelle 1 listet die Vor- und Nachteile einer Kurzrasenweide auf. An einer Schweizer Studie teilnehmende Betriebe nennen die Arbeitszeiterparnis, ruhigere Tiere und die Strapazierfähigkeit des Grasbestandes als die wesentlichen Vorteile der Kurzrasenweide (THOMET, 2005, 12). Österreichische LandwirtInnen gehen bei der Arbeitszeiterparnis und der dichteren Grasnarbe mit ihren Schweizer KollegInnen konform, geben aber einen verringerten Weidepflegeaufwand und niedrigere Weideverluste als weitere wichtige Vorteile an (STEINWIDDER und STARZ, 2008, 17). Alle weiteren Vor- und Nachteile der Kurzrasenweide, wie sie in Tabelle 1 aufgelistet sind, waren zur Zeit der Befragung für die interviewten BetriebsleiterInnen offenbar von geringerem Interesse.

Tabelle 1: Vor- und Nachteile einer Kurzrasenweide

Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitszeiterparnis durch fixe Einzäunung • Geringere Zaunkosten • Trittfeste und dichte Grasnarbe durch ständigen Verbiss • Ruhige Weidetiere durch Vertrautheit mit der gesamten Weidefläche, mehr Platzangebot, weniger Stress • Geringe Grundfutterkosten • Gleichmäßige Futterqualität während der Weideperiode • Rückgang von Problemkräutern wie z. B. Ampfer, Bärenklau • Konstantes Futterangebot • Keine Weidepflege nötig
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Düngung mit Hofdünger nur vor und nach der Weideperiode oder nach Auszäunen der Flächen möglich • Abschätzung von Futterangebot und Futterbedarf erfordert Erfahrung • Homogene Gunststandorte sind Voraussetzung • Höhere Anforderung an das Weidemanagement

Quelle: nach KOCH, 1996, 4; WEIß und THOMET, s.a., 8

3.2 Oberirdische Biomasse

3.2.1 Zusammensetzung und Entwicklung der Grasnarbe in intensiv genutzten Weidebeständen

Unter einer Grasnarbe versteht man die oberirdische Pflanzenmasse von bewirtschaftetem Dauergrünland, die über die Grünlandbewirtschaftung auch den unterirdischen Wurzelraum beeinflusst (RIEDER, 1996, 27). Eine stabile und artenreiche Grasnarbe hat aufgrund ihrer Ertragsleistung und ihres Futterwertes einen positiven Einfluss auf die tierischen Leistungen und erfüllt wichtige Aufgaben wie Wasser-, Boden- und Erosionsschutz.

Der Pflanzenbestand einer Weide ist eine heterogene Mischung dreier botanischer Komponenten: Gräser, Leguminosen und Kräuter. Die botanische Zusammensetzung beeinflusst den Nährwert und das Wachstum der Pflanzen (KUUSELA, 2004, 44). Laut MANUSCH und PIERINGER (1995, 96) werden in der Biologischen Landwirtschaft je nach Standort artenreiche Bestände mit Anteilen von 15 bis 25 % Klee, 15 bis 25 % Kräuter und 50 bis 70 % Gräsern angestrebt.

Die Nutzungsart (Weide oder Schnitt), die Nutzungsintensität und die Physiologie der Pflanzen haben unterschiedliche Auswirkungen auf die botanische Zusammensetzung. Durch permanente Beweidung etablieren sich vor allem weidetolerante Gräser wie das Englische Raygras und das Wiesenrispengras und bilden eine dichte Grasnarbe (TROXLER und MOSIMANN, 2008, 118; THOMET und HADORN, 2000, 221). Vor allem das Englische Raygras gilt als wertvolle, ertragreiche Futterpflanze, welche sich auch bei intensiver Nutzung sehr gut im Bestand entwickelt. Ein Vergleich von mäßiger und niedriger Besatzstärke auf verschiedenen Standorten zeigte, dass sich mit der Erhöhung des Weidedruckes das Englische Raygras durchsetzt. Grasarten wie das Knaulgras (*Dactylis glomerata*) und der Rotschwengel (*Festuca rubra*) bevorzugten eher niedrigeren Weidedruck (SCIMONE et al., 2007, 175). In Kurzrasenweiden zeigt das Knaulgras eine sehr geringe Konkurrenzfähigkeit (THOMET und HADORN 2000, 220). In trockenen, klimatisch ungünstigen Höhenlagen etabliert sich anstatt dem Englischen Raygras eher das ausdauernde, rasenbildende Wiesenrispengras. Es ist eine wertvolle, ertragreiche Futterpflanze, die allerdings in der Jugendentwicklung ein schwaches Konkurrenzverhalten zeigt (DIEPOLDER et al., 2006, s.p.). In Grünlandbeständen, in denen die Bestandespartner keine ausreichende Wurzelentwicklung (Rhizombildung) zulassen, reagiert das Wiesenrispengras sensibel auf zu niedrige Schnitthöhe (LEHMANN, 1995, 55f).

Grundsätzlich ist zu erwähnen, dass eine Erhöhung der Schnitthäufigkeit bei Wiesen zu einer Abnahme der Obergräser führt. Gegengleich nimmt der Anteil an Untergräsern und niedriger Kleearten zu (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Veränderung des Pflanzenbestandes von Wiesen bei Erhöhung der Schnitthäufigkeit

	Bei seltenem Schnitt	Bei häufigem Schnitt
Obergräser	47 %	15 %
Untergräser	18 %	49 %
Niedrige Kleearten	10 %	25 %

Quelle: KLAPP, 1971, 392

Wichtig für ein qualitativ hochwertiges Weidefutter ist der Anteil der Leguminosen im Bestand (15 bis 25 %). Besonders dem Weißklee kommt durch seine Fähigkeit zur Stickstofffixierung, seiner höheren Nutzungselastizität gegenüber Gräsern und seinem Futterwert eine bedeutende Rolle zu. Im Gegensatz dazu können Weißkleeanteile über 40 % zu erhöhtem Risiko von Blähungen führen (DIEPOLDER et al., 2006, 1f). Die Nutzungselastizität des Weißklee ermöglicht eine Etablierung der Leguminose in Weidebeständen. Wenn die Konkurrenz um Licht innerhalb eines Bestandes steigt, reagiert der Weißklee mit Verlängerung des Stängels und der Stoloneninternodien sowie mit einer Vergrößerung der Blattfläche. Gegengleich wird die Entstehung von axillaren Knospen reduziert. Dadurch hat der Weißklee gegenüber Gräsern den Vorteil, lichtbegünstigte Stellen im Bestand auszunutzen (LEMAIRE und CHAPMAN, 1998, 18). Weißklee weist in einem Weidebestand eine flache Wuchsform, eine hohe Ausdauer und Trittsverträglichkeit auf. Abgetretene Triebe können wieder bewurzeln und eigenständige Pflanzen bilden (MANUSCH und PIERINGER, 1995, 53).

Mechanische und tierische Narbenverletzungen (z. B. Rasierschnitt, Trittschäden) führen zu lückigen Beständen, in denen sich unerwünschte Kräuter und Gräser ausbreiten können. Dichte und geschlossene Grasnarben hingegen verhindern die Keimung und ein Auflaufen von Kräutern wie Stumpfblättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*), Wiesenkerbel (*Anthriscus silvestris*) und Bärenklau (*Heracleum sphondylium*). Ebenso verhindern sie die Ausbreitung von geringwertigen, ausläufertreibenden Gräsern, wie dem Gemeinen Rispengras (*Poa trivialis*) (DIETL und LEHMANN, 2004, 23).

Ein dichter Pflanzenbestand hat einen positiven Einfluss auf den Humusgehalt im Boden. Eine dichte Grasnarbe und folglich eine dichte Bewurzelung, zum Beispiel bei angemessen dauerbeweideten Beständen, erhöht den Gehalt an organischer Masse im Boden, hauptsächlich durch zersetzte Stoppeln und Wurzeln (DEINUM, 1985, 384).

3.2.2 Ertragsleistung und Zuwachsverlauf des oberirdischen Aufwuchses

Das Graswachstum bildet die Grundlage der Weideplanung. An der täglich nachwachsenden Grünfuttermenge orientieren sich der Flächenbedarf und die Besatzstärke der Weide. Von

einer optimalen Abstimmung dieser beiden Faktoren hängt die Flächenleistung (kg produzierter Milch oder Fleisch pro Hektar) ab. Die Herausforderungen in der Weideführung liegen in der Abschätzung des Zuwachses und der Festlegung des daraus abgeleiteten Flächenbedarfs für die Weidetiere.

Der Wachstumsverlauf während einer Vegetationsperiode lässt sich in drei Abschnitte einteilen. Das Wachstum der Vegetation beginnt je nach Lage und Witterung nach der Winterruhe. Ende April bis Ende Mai werden die höchsten Zuwachsraten erreicht, die dann gegen Sommer hin wieder abnehmen. Im Spätsommer beginnt das Graswachstum wieder kontinuierlich anzusteigen. Es werden allerdings nicht mehr so hohe Zuwachsraten wie im Frühjahr erreicht (THOMET und BLÄTTLER, 1998, 25; NEFF, 2005, 3; THOMET und HADORN, 2000, 473; SCHORI, 2009, 438). Laut KLAPP (1971, 435f) geht der Wachstumsrückgang im Sommer mit abnehmender Wasserversorgung und mit einer geringeren Nitrifikation einher.

Die Zuwachsverläufe von Wiesen unterscheiden sich von denen intensiver Weiden. In einem Vergleich mehrerer Schweizer Standorte erreichten die schnittgenutzten Bestände den Wachstumshöhepunkt im Mai. Bei der Kurzrasenweide trat das Maximum etwas zeitversetzt Anfang Juni auf. Außerdem wurden niedrigere Werte bei den Tageszuwächsen festgestellt. Der Unterschied der Weide zur Schnittnutzung ergab sich in Folge der starken Frühjahrsbeweidung. Das Englische Raygras trat dadurch sofort von der generativen Phase in die vegetative Phase über. Auf das gesamte Jahr gesehen, konnte kein Minderertrag der Kurzrasenweide festgestellt werden (THOMET und BLÄTTLER, 1998, 25).

3.2.3 Stoppelbiomasse

Unter Stoppeln versteht man die oberirdische Biomasse, welche nach einem Schnitt oder Verbiss der Grasnarbe durch Weidetiere am Feld verbleibt. Die Menge der Stoppelbiomasse ist von der Stoppelhöhe und der Dichte der Grasnarbe abhängig. Bei aufrechtem Wuchs der Pflanzen sind Schnitthöhe und Stoppelhöhe bei Weide- und Schnittnutzung nahezu identisch. Die Nutzungsart der Fläche beeinflusst die Einheitlichkeit der Stoppelhöhe. Eine Weide zeigt aufgrund der variierenden Verbisstiefe, des Viehtrittes, des Geilstellenanteils und der Futterselektion der Weidetiere eine uneinheitliche Stoppelhöhe. Eine Mahd hingegen entfernt das Erntegut auf einer einheitlichen Ebene über der Bodenoberfläche (VOIGTLÄNDER und JACOB, 1987, 281).

Für die Mahd wird eine Einstellung der Mähgeräte auf eine Schnitthöhe von 7 cm empfohlen (FISCH und BUHR, 2008, 2). Bei Kurzrasenweiden liegt die empfohlene durchschnittliche Aufwuchshöhe für ein ideales Gleichgewicht zwischen Grasnachwuchs und Futterverzehr bei 6 bis 8 cm, wobei Rinder die Grasnarbe bis auf 3 cm verbeißen. Abhängig von der Dichte der

Grasnarbe nähert sich bei dieser Aufwuchshöhe (Weiderest) der Futterverzehr der Weidetiere seinem Maximum (MÜNGER, 2003, 4). Der Weiderest kann folglich mit dem am Feld verbleibenden oberirdischen Aufwuchs gleichgesetzt werden.

Die Stoppelbiomasse hat nach Schnitt oder Beweidung einen wesentlichen Einfluss auf den Wiederaustrieb des Grasbestandes. Sie bestimmt die Restassimilationsfläche, die nach der Nutzung für den Aufbau von neuer Pflanzenbiomasse zur Verfügung steht. Unmittelbar nach der Nutzung setzt die Regeneration der Pflanze ein. Eine Voraussetzung dafür ist, dass noch entwicklungsfähige oder bereits in Entwicklung befindliche Triebe vorhanden und photosynthetisch aktive Organe erhalten sind. Diese übernehmen sofort die Versorgung der Meristeme (Wachstumsgewebe) mit Assimilaten um neue Assimilationsflächen aufzubauen. Bei Entfernung der zum Wachstum befähigten Triebe bzw. der Assimilationsfläche werden zur Wiederherstellung der Assimilationsflächen die Seitenknospen aktiviert. Dieser Vorgang greift wie alle anderen Stoffwechselforgänge auf die gespeicherten Reservestoffe der Pflanze zurück (VOIGTLÄNDER und JACOB, 1987, 272f).

Innerhalb der Pflanzenarten gibt es unterschiedliche Muster in der Reservestoffeinlagerung. Horstgräser sowie das Englische Raygras speichern ihre Reservestoffe vorwiegend in den Stoppeln (Halmbasis) ein. Anderen Gras- und Leguminosenarten dienen Rhizome (unterirdische Sprossorgane) und Stolonen (oberirdische Kriechtriebe) zur Speicherung. Grünlandkräuter wie Ampfer und Doldenblütler nutzen ihr tiefreichendes Wurzelsystem für die Reservestoffeinlagerung (GALLER, 2005, 2). Zu tiefe Mahd bzw. Verbiss führt zu einer Schwächung von Pflanzenarten mit oberirdischer Reservestoffspeicherung.

Die am Feld verbleibende Stoppelmenge hat ebenso Auswirkungen auf das Wurzelwachstum. Bei der Assimilatverteilung nach der Nutzung werden oberirdische Sprosstteile vor den Wurzeln versorgt. Gräser reagieren daher bei Nutzung sofort mit vermindertem Wurzelwachstum, welches sich erst wieder normalisiert, wenn der oberirdische Aufwuchs wieder eine ausreichende Photosyntheseleistung erreicht hat (VOIGTLÄNDER und JACOB, 1987, 274).

3.2.4 Düngung von intensiv genutzten Wiesen und Weiden

In der biologischen Grünlandwirtschaft werden nahezu geschlossene Nährstoffkreisläufe angestrebt, d. h. Nährstoffentzüge von den Flächen durch Mahd oder Weide werden mit hofeigenem Dünger bzw. dem Weidegang der Tiere wieder ergänzt. Der Einsatz von leicht löslichen mineralischen Stickstoffdüngern ist im Biolandbau in der pflanzlichen Erzeugung nicht erlaubt. Ebenso beschränken gesetzliche Regelungen im Biolandbau die Gesamtmenge des am Betrieb ausgebrachten Wirtschaftsdüngers tierischer Herkunft auf 170 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr (EG, 2007). Mit einer flächenangepassten Tierhaltung können Belastungen von natürlichen Ressourcen wie Boden und Wasser vermieden werden. Auf einem tierhaltenden Betrieb fallen Mist und Gülle als Dünger an. Durch den rasch wirksamen Ammoniak-Stickstoff sollte die Gülle nur auf gülleverträgliche, intensiv genutzte Bestände ausgebracht werden (DIETL und LEHMANN, 2004, 105). Für Wirtschaftswiesen und –weiden werden gemäß den Richtlinien für sachgerechte Düngung 15m³/ha bei 3 bis 4 Güllegaben pro Vegetationsperiode empfohlen (BMFLUW, 2006, 42). Die Verteilung der Düngergaben über die Vegetationsperiode hat einen Einfluss auf die jahreszeitlichen Schwankungen des Grasaufwuchses. Laut THOMET et al. (2007, 474) können mit einer sommerbetonten Stickstoffdüngung 10 % des Gesamtjahresertrages auf den Spätsommer bis in den Herbst verschoben werden.

Einen wichtigen Beitrag zur Stickstoffversorgung eines Grünlandbestandes leisten Leguminosen. Besonders der Weißklee ist in intensiv genutzten Weiden und Wiesen durch seine Fähigkeit zur symbiontischen Luftstickstofffixierung durch Knöllchenbakterien ein wertvoller Bestandespartner. Ein Weißkleeanteil von 15 bis 20 % reicht aus, um den Ertrag und den Futterwert nachhaltig zu verbessern (LEX, 1995, 51). Bei einer zu hohen Menge an pflanzenverfügbarem Stickstoff im Boden geht allerdings die Fixierleistung des Weißklee zurück. Die durchschnittliche jährliche Stickstofffixierleistung von Weißklee in Reinsaat beträgt ungefähr 180 kg/ha (86 bis 390 kg). Dieser Wert ist allerdings von der verfügbaren Stickstoffmenge im Boden, der Witterung und der Menge an Weißklee im Bestand abhängig (NEWTON, 2001, 34f).

Die Weiden verlangen hinsichtlich der Düngung eine gesonderte Betrachtung. Weidetiere scheiden während ihres Aufenthaltes auf der Weide Kot und Harn aus. Die Kot- und Harnstellen bedecken über die gesamte Weideperiode etwa 25–40 % der gesamten Weidefläche. Auf einer Weide liegen daher Stellen mit extremer Unter- bzw. Überversorgung an Nährstoffen eng nebeneinander (THOMET, 2005, 13).

3.3 Entwicklung der Wurzelbiomasse unter Grünlandbeständen

Das Wurzelsystem verankert die Pflanze im Boden und versorgt die oberirdischen Pflanzenteile mit Wasser und Nährstoffen aus dem Boden. Ferner dient die Wurzel der Speicherung von Nährstoffen. Die Intensität und Tiefe der Durchwurzelung sind von den genetischen Eigenschaften der Vegetation abhängig und werden von Standortfaktoren wie Wasser- und Nährstoffverteilung und Erschließbarkeit des Bodens beeinflusst.

Intensivweiden bilden den überwiegenden Teil ihrer Wurzelmasse in den obersten 10-20 cm des Bodens aus und nur ein geringer Anteil reicht tiefer als 50 cm (BLUME et al., 2009, 380). Diese Beobachtung bestätigt auch eine Schweizer Studie (THOMET und HADORN, 2000, 222). Bei einem Vergleich zweier intensiver Weidesysteme konzentrierte sich der größte Teil der Wurzelmasse im obersten Bodenhorizont von 0-7,5 cm. In den tiefer liegenden Bodenhorizonten (22,5-30 cm) waren nur mehr ungefähr 1,5 % der Gesamtwurzelmasse zu finden. Ebenso fand KLAPP (1971, 80) bei der Untersuchung einer 5 Jahre alten Grasnarbe den überwiegenden Anteil der Wurzelmasse im obersten Bodenhorizont von 0-10 cm (siehe Abbildung 2).

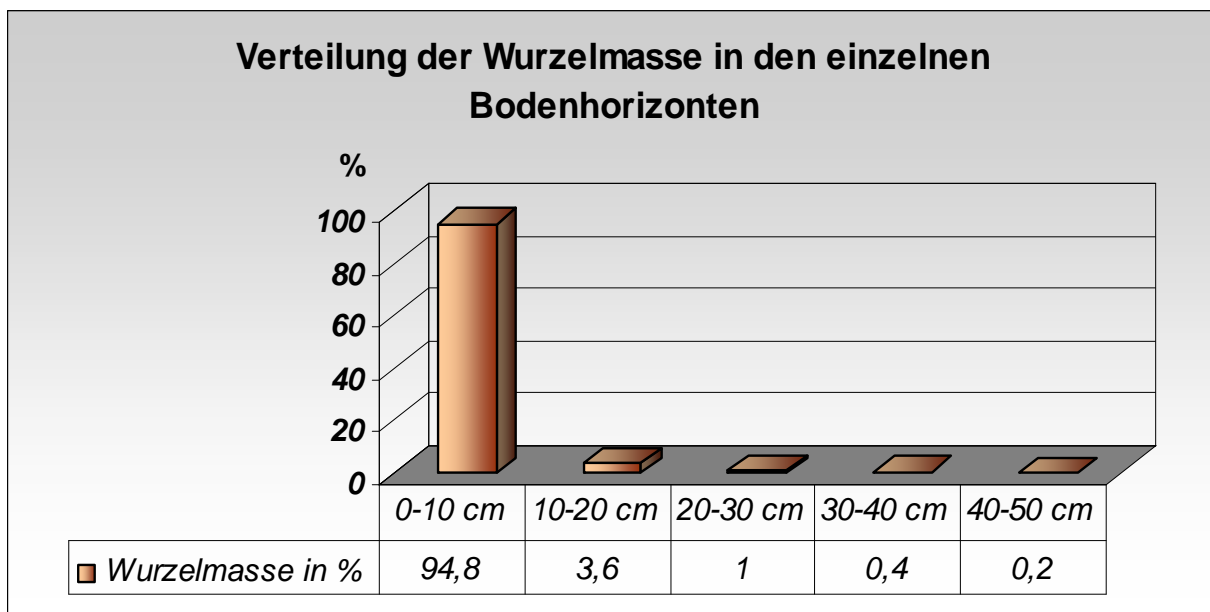


Abbildung 2: Verteilung der Wurzelmasse in den einzelnen Bodenhorizonten einer 5jährigen Grasnarbe

Quelle: nach KLAPP, 1971, 80

Eine vorwiegend oberflächliche Verteilung der Wurzelmasse kann die Pflanzen während der Sommertrockenheit einem Wasserstress aussetzen (DAWSON et al., 2000, 67). Besonders die Kurzrasenweide gilt gegenüber Trockenperioden in den Sommermonaten als sehr sensi-

bel. Laut THOMET und HADORN (2000, 222) lässt sich die erhöhte Sensibilität einer Kurzrasenweide gegenüber Sommertrockenheit nicht mit einer geringeren Wurzelmasse oder mit einem unzureichenden Tiefengang der Wurzeln erklären. In einem Wurzelmassevergleich zwischen Kurzrasenweide und Umtriebsweide fanden sie beim Kurzrasenweidesystem eine um 10 % höhere Wurzelmasse, der Wurzeltiefgang war bei beiden Systemen vergleichbar.

Neben den genetischen und standortspezifischen Einflüssen wirken auch die Nutzungs- und die Düngungsintensität auf die Entwicklung der Wurzelmasse ein. Dauergrünland weist bei intensiver Nutzung eine geringere Durchwurzelungstiefe und eine geringere Wurzelmasse gegenüber extensiv genutzten Flächen auf (DIEPOLDER, 2004, s.p.). Abbildung 3 stellt die Wurzelmassen bei unterschiedlicher Nutzungsintensität der Flächen gegenüber. Je intensiver die Nutzung, desto geringer ist die Wurzelmenge.

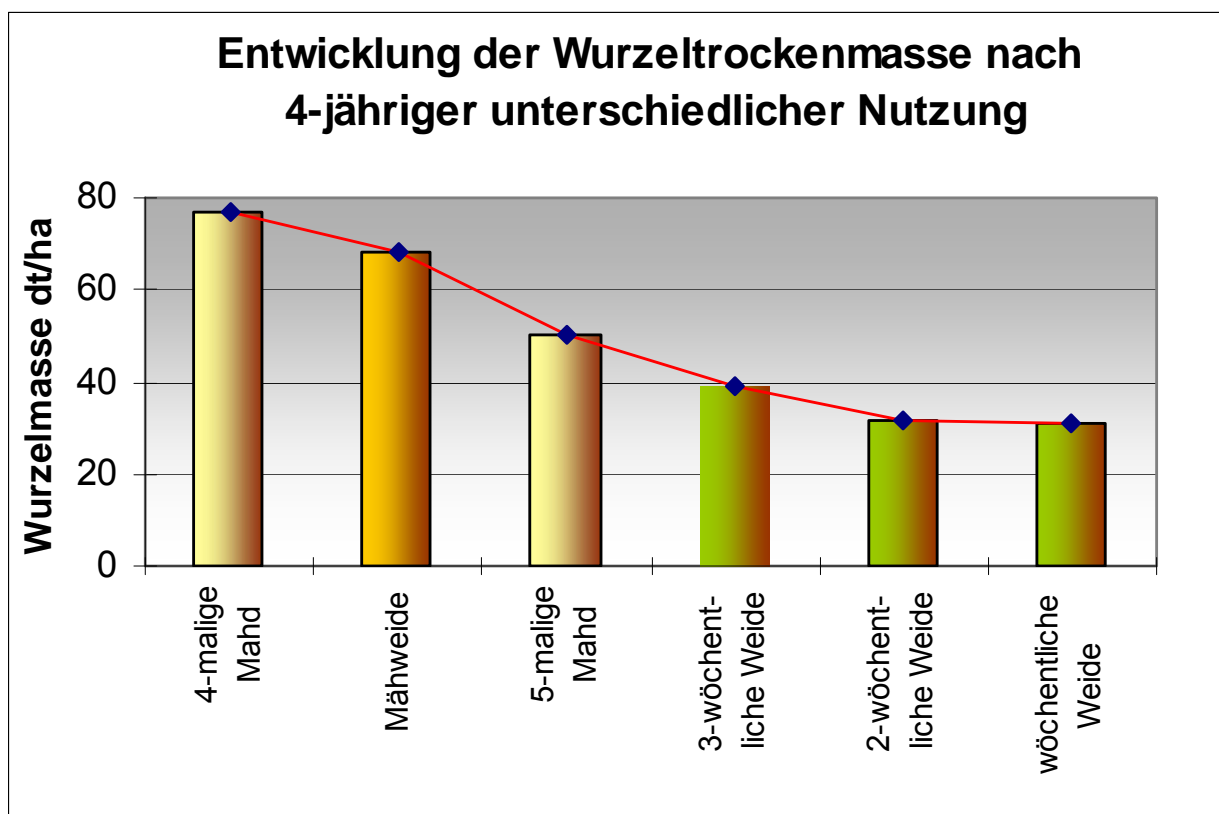


Abbildung 3: Entwicklung der Wurzeltrockenmasse nach 4-jähriger unterschiedlicher Nutzungsart und Nutzungshäufigkeit

Quelle: nach KLAPP, 1971, 81

Um den erwünschten Aufwuchs zu erhalten, verlangt eine Fläche bei intensiver Nutzung auch eine entsprechende Düngung. Der Sprossaustrieb und der Assimilatverbrauch werden

durch eine erhöhte Stickstoffversorgung gesteigert und das Wurzelsystem verliert an Größe und Tiefgang (KLAPP, 1971, 79).

Der Wachstumsverlauf der oberirdischen Biomasse zeigt innerhalb einer Weidesaison eine gewisse Periodizität, daher lassen sich bei der Wachstumskurve drei Phasen unterscheiden. Da Triebdichte und Wurzelmasse einer Grasnarbe korrelieren, wenn jeder Trieb als individuelle Pflanze mit eigenem Wurzelsystem angesehen wird (DEINUM, 1985, 378), zeigen sich dieselben Schwankungen folglich auch beim Zuwachs der unterirdischen Biomasse.

Der Verlauf des Wurzelwachstums ist daher im Zusammenhang mit der Entwicklung der oberirdischen Biomasse zu betrachten. Dabei ist zu beachten, dass Spross- und Wurzelwachstum im gegensätzlichen Verhältnis stehen. Je höher das Sprosswachstum ist, desto weniger Assimilate stehen für das Wachstum der Wurzeln zur Verfügung (KLAPP, 1971, 80). In seiner Literaturübersicht weist KMOCH et al., (1975, 122f) auf unterschiedliche Interpretationen des Verhältnisses Spross- und Wurzelwachstums im jahreszeitlichen Verlauf hin. Die Theorien lassen sich in drei Gruppen einteilen:

1. Das Wurzelwachstum eilt dem Graswachstum voraus. Somit sterben zum Zeitpunkt des stärksten Graswachstums (Ende April bis Ende Mai) große Teile der Wurzeln bereits wieder ab.
2. Der höchste Zuwachs an Wurzeln fällt mit dem stärksten Graswachstum zusammen.
3. Die Wurzelmasse nimmt nach der Blüte und nach der Samenbildung weiter zu, nachdem das Sprosswachstum bereits eingestellt ist.

Abbildung 4 stellt den jahreszeitlichen Wachstumsverlauf der unterirdischen Biomasse in den Bodenhorizonten 0-10 cm und 10-20 cm dar. Die Grafik zeigt eine kontinuierliche Zunahme der Wurzelmasse vom Frühjahr bis in den frühen Sommer hinein. Im Hochsommer kommt es dann zu einer Abnahme, bevor im frühen Herbst nochmals ein Anstieg der Wurzelmasse erfolgt (SOBOTIK 2001, 9).

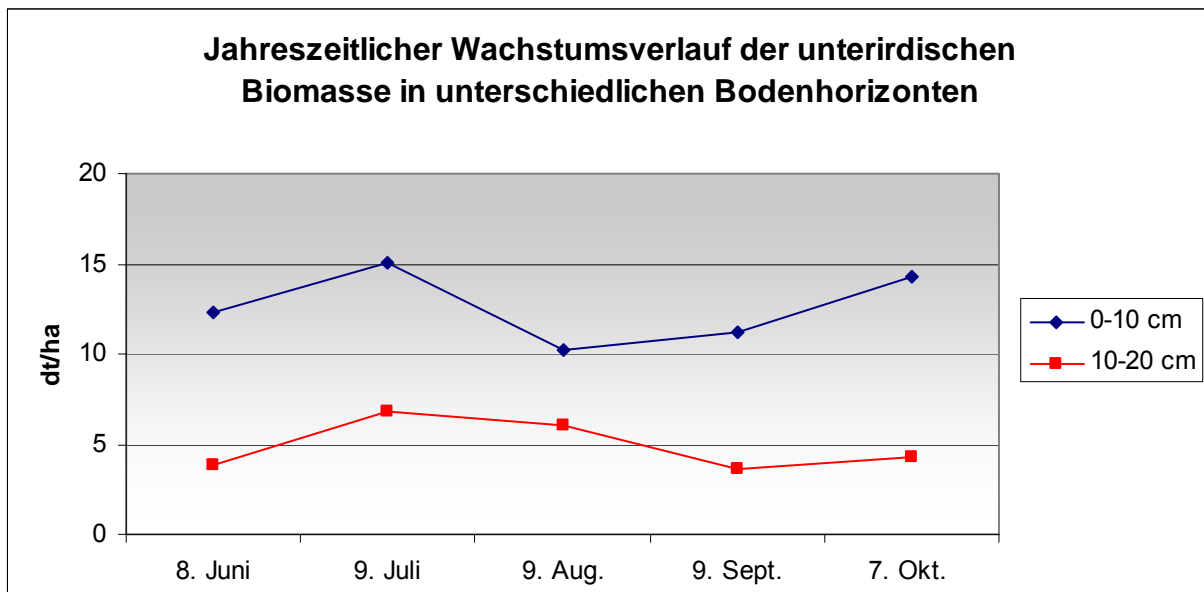


Abbildung 4: Jahreszeitlicher Verlauf des unterirdischen Biomassezuwachses einer Wiesenfläche in den Bodenhorizonten 0-10 cm und 10-20 cm

Quelle: nach SOBOTIK 2001, 10

4 Datengrundlagen, Material und Methoden

4.1 Standortbeschreibung

4.1.1 Lage und Boden der Versuchsfläche

Der Versuch wurde am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere des Lehr- und Forschungszentrums für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein angelegt. Der zertifizierte Biobetrieb Moarhof liegt im Gemeindegebiet Prügg-Trautenfels im mittleren steirischen Ennstal. Das mittlere Ennstal ist im Norden durch die Kalkalpen und im Süden durch die Zentralalpen eingegrenzt. Infolge dieser Eingrenzung ist das Klima kontinental geprägt (UMWELTINFORMATION STEIERMARK, 2009). Aufgrund der klimatischen Bedingungen werden die landwirtschaftlichen Flächen des Ennstales vorwiegend als Grünlandflächen genutzt.

Die Versuchsfläche am Moarhof befindet sich auf einer Seehöhe von ca. 680 m und ist leicht nach Süden geneigt. Die langjährige Jahresdurchschnittstemperatur beträgt auf diesem Standort 7 °C und der Jahresniederschlag rund 1.000 mm. Die Vegetationszeit dauert klimatisch bedingt von Mitte - Ende März bis Anfang - Mitte November. Das Versuchsfeld liegt auf einem leicht kupierten Gelände mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit des Bodens von 30 cm. Als Bodentyp findet man eine Felsbraunerde mit einem Humusgehalt von 4 % und einem Tongehalt von 23 % vor. Die Bodenuntersuchungen ergaben im Oberboden einen pH-Wert von 6,8. Die Wasserverhältnisse sind als mäßig trocken bis gut versorgt einzustufen (eBOD, 2010).

4.1.2 Klima

Die langjährigen Klimadaten (1971-2000) wurden von der Wetterstation Gumpenstein aufgezeichnet. Die Station liegt ca. 3 km vom Standort der Versuchsfläche entfernt. Die langjährige mittlere Jahrestemperatur beträgt 7 °C und die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge liegt bei 1.014 mm. Abbildung 5 zeigt, dass im April zum Zeitpunkt des Vegetationsbeginns an diesem Standort relativ wenig Niederschläge fallen. Im langjährigen Durchschnitt werden im Juli die meisten Niederschläge verzeichnet. Die Temperaturkurve zeigt ebenfalls im Juli die höchsten Werte.

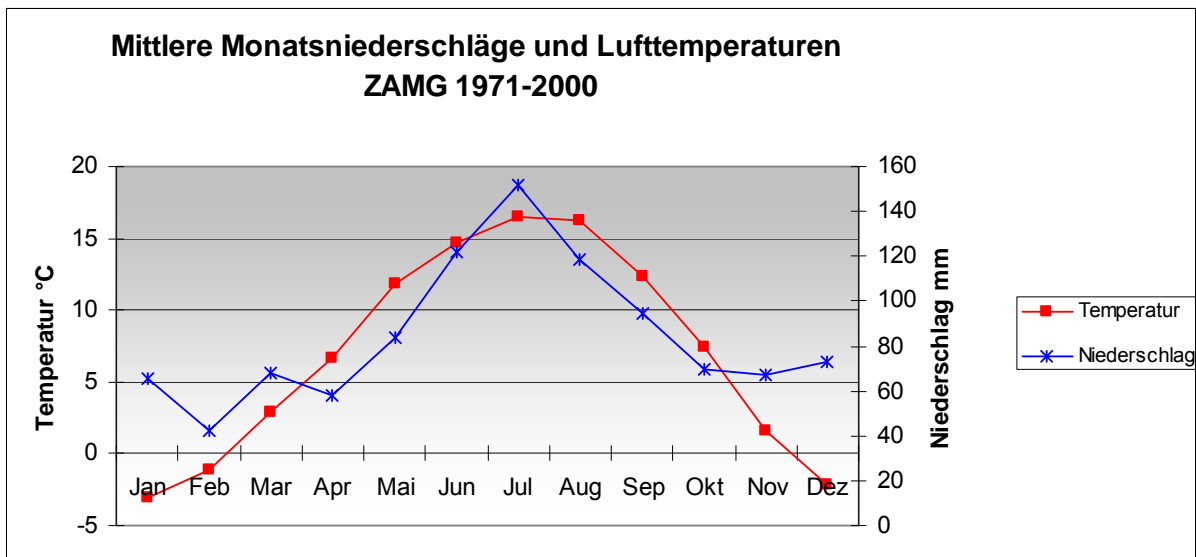


Abbildung 5: Mittlere Monatssumme der Niederschläge und durchschnittliche Tagesmitteltemperaturen der Wetterstation Gumpenstein im Zeitraum 1971 – 2000

Quelle: ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik), 2009

4.2 Versuchsdurchführung

4.2.1 Versuchsanlage

Das Versuchsfeld liegt südlich der Betriebsgebäude des Moarhofes und wird nach den Richtlinien der Biologischen Landwirtschaft bewirtschaftet. Bis zum Jahr 2005 wurde das sogenannte ‚Beifeld‘ schnittgenutzt. Im Herbst 2005 wurde auf eine Nutzung als Kurzrasenweide umgestellt und gleichzeitig ungefähr in der Mitte des Beifeldes ein Feldversuch als Blockanlage mit dreifacher Wiederholung in West-Ost-Ausrichtung angelegt. Dadurch wurde das Beifeld in zwei Sektoren - Oberes Beifeld (1,06 ha) und Unteres Beifeld (1,71 ha) - geteilt.

Auf dieser Versuchsanlage erfolgte eine Über- (Hatzenbichler) bzw. Nachsaat (Vredo) mit unterschiedlichem Saatgut und Saatgutmischungen. Auf den Parzellen kam das Saatgut bzw. die Saatgutmischung laut Tabelle 3 zum Einsatz. Die Nachsaat auf den Parzellen V1 und V2 erfolgte bei allen drei Wiederholungen mit der ÖAG-Mischung Na (ohne Klee). Die arten-, flächen-, und gewichtsmäßige Zusammensetzung dieser Mischung ist in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 3: Auflistung des verwendeten Saatgutes und der Einsaattechnik für die verschiedenen Parzellen

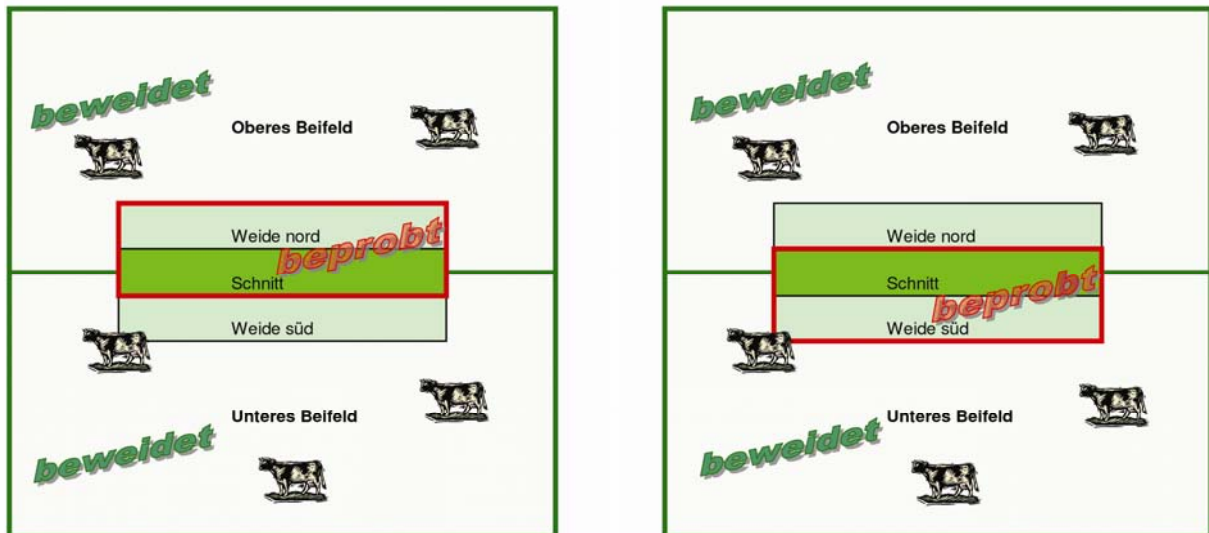
Variante	Saatgut	Technik
V1	Nachsaatmischung für Dauerwiesen und Dauerweiden (ohne Klee)	Hatzenbichler
V2	Nachsaatmischung für Dauerwiesen und Dauerweiden (ohne Klee)	Vredo
V3	Englisches Raygras + Wiesenrispe + Rotschwingel	Hatzenbichler
V4	Englisches Raygras + Wiesenrispe + Rotschwingel	Vredo
V5	Englisches Raygras	Hatzenbichler
V6	Englisches Raygras	Vredo
V7	Keine Nachsaat	Unbehandelt

Quelle: Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Lehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, 2009

Tabelle 4: Zusammensetzung der verwendeten ÖAG-Nachsaatmischung für Dauerwiesen und Dauerweiden (ohne Klee)

Mischung Na Nachsaatmischung für Dauerwiesen und Dauerweiden		Mischungsrahmen in Flächenprozent (FL%) und Gewichtsprozent (Gew.%) für alle Bundesländer			
<i>für alle Lagen</i>		mit Klee		ohne Klee	
Arten	ausgewählte ÖAG-Sorten	Fl.%	Gew.%	Fl.%	Gew.%
Weißklee	Klondike	10	8,2	-	-
Rotklee	Gumpensteiner, Reichersberger Neu	5	4	-	-
Knautgras	Tandem	15	12,1	15	11,6
Wiesenschwingel	Cosmolit, Darimo, Laura, Leopard, Pradel, (Lifara)	15	18,1	15	17,5
Engl. Raygras	Guru, Barnauta ^{*)} , Ivana, Litempo ^{*)} , Tivoli ^{*)} , Trani	15	15,2	15	14,5
Wiesenrispe	50 % von den Sorten: Balin, Compact, Lato	25	15,1	30	17,5
	50 % von den Sorten: Limagie, Oxford, (Monopoly)		15,1		17,5
Timothe	Tiller	15	12,2	20	15,6
Rotschwingel	Condor, Echo, Gondolin	-	-	5	5,8
Übersaat		10 - 15 kg/ha			
Nachsaat (Schlitz- und Bandfräsverfahren)		20 - 25 kg/ha			

Quelle: ÖAG-Handbuch, Mischungssaisonen 2008/09/10, (KRAUTZER et al., 2007, 15)



Rot umrandeter Bereich wurde von der Beweidung ausgezäunt und beprobt

Abbildung 7: Skizzierter Ablauf der Versuchsdurchführung auf den Probeflächen

Abbildung 8 zeigt die Versuchsfläche vor der ersten Probennahme im Juni. Der Aufwuchs der Schnittnutzungsfläche befindet sich im Vegetationsstadium des Ähren- und Rispschiebens und ist geprägt durch einen hohen Grasanteil. Nördlich und südlich des Schnittnutzungsstreifens grenzen die beiden Weidestreifen an.



Abbildung 8: Versuchsanlage Beifeld - Schnittstreifen mit den angrenzenden Weidestreifen beim ersten Aufwuchs

Foto: Schmied, 2009

Die Tabelle 5 gibt einen Überblick über die einzelnen Arbeitsschritte während der Vegetationsperiode. Die Weidestreifen wurden an sechs Terminen bei einer Aufwuchshöhe von ca. 15 cm beprobt. Dabei wurde immer der jeweilig mit dem Schnittnutzungstreifen ausgezäunte Weidestreifen beprobt. Die Probennahme der Stoppelmasse und der Wurzelmasse erfolgte immer zeitgleich mit der Beprobung des Schnittnutzungstreifens. Beprobte wurden jeweils die Parzellen V1 und V2 in sechsfacher Wiederholung. Weitere Ausführungen zu den einzelnen Arbeitsschritten sind den nachfolgenden Kapiteln zu entnehmen.

Tabelle 5: Zeitliche Durchführung der einzelnen Arbeitsschritte auf den Versuchsflächen

Arbeitsschritte	Weidestreifen Nord	Weidestreifen Süd	Schnittnutzung
Weidepflege (abschleppen)	9.4.2009	9.4.2009	9.4.2009
Vegetationsaufnahme	14.5.2009	14.5.2009	14.5.2009
Bonituren (Artengruppenverhältnis, Wuchshöhe)	25.6.2009 25.8.2009	5.5.2009 27.5.2009 22.7.2009 23.9.2009	3.6.2009 22.7.2009 15.9.2009
Probennahme Oberirdische Biomasse (Aufwuchs)	25.6.2009 25.8.2009	6.5.2009 27.5.2009 22.7.2009 24.9.2009	3.6.2009 22.7.2009 15.9.2009
Probennahme Stoppeln und Wurzelmasse	3.6.2009 15.9.2009	22.7.2009	3.6.2009 22.7.2009 15.9.2009
Düngung (Rindergülle)	17.4.2009 5.6.2009 3.8.2009 29.9.2009	17.4.2009 5.6.2009 3.8.2009 29.9.2009	17.4.2009 5.6.2009 3.8.2009 29.9.2009
Bodendichtemessung (mit Penetrologger)	5.6.2009 5.8.2009 30.9.2009	5.6.2009 30.9.2009	5.6.2009 5.8.2009 30.9.2009

4.2.3 Düngung

Alle Versuchsflächen wurden während der Vegetationsperiode an den in Tabelle 6 dargestellten Terminen mit verdünnter Rindergülle gedüngt. Die Flächen beider Nutzungsvarianten erhielten 130 kg Stickstoff (N) pro Hektar, dies entspricht 1,53 Großvieheinheiten pro Hektar. Bei der Schnittnutzung wurde die Menge von 130 kg N/ha mit den einzelnen Güllegaben ausgebracht. Die Kurzrasenweide erhielt nur 65 kg N/ha über die Güllegaben, die restlichen 65 kg N ergaben sich über die Ausscheidungen der Weidetiere. Der Stickstoffgehalt der Ausscheidungen errechnete sich aus der Gegenüberstellung der Stickstoffaufnahme über das Futter (XP-Gehalt Weidegras, N-Gehalt Krafftfutter) und dem Stickstoffbedarf der Tiere (Milchleistung, Lebendgewichtsveränderung, Trächtigkeitsstadium). Die aufgenommene Menge von Weidegras wurde über den Energiebedarf der Tiere abgeschätzt. Außerdem flossen Daten wie die Größe der Weidefläche, Anzahl der Tiere und Verweildauer der Tiere in die Berechnung ein (STARZ und STEINWIDDER, 2007, 18f).

Tabelle 6: Düngepfan der Weide- und Schnittnutzungsparzellen

Ausbringungszeitpunkt	Stickstoffgehalt lt. Analyse	Kurzrasenweide	Schnittnutzung
Datum	N-Gehalt in g/kg FM	N-Menge kg/ha	N-Menge kg/ha
17.4.2009	2,50	15	30
5.6.2009	1,90	20	40
3.8.2009	1,89	20	35
29.9.2009	0,83	10	25
Gesamtmenge		65	130

Vor jedem Düngetermin wurde die Gülle im chemischen Labor des LFZ Raumberg-Gumpenstein auf ihre Inhaltsstoffe hin analysiert. Von den Stickstoffgehalten je Kilogramm Frischmasse (FM) Gülle wurden dann auf Kilogramm pro Hektar hochgerechnet und daraus die auszubringende Menge pro Nutzungstreifen ermittelt.

4.2.4 Nutzungsvarianten der Versuchsflächen

Die Weidefläche des Beifeldes wurde nach dem Prinzip der Kurzrasenweide genutzt. Wie bereits oben erwähnt, wurden die beiden Weidestreifen der Versuchsanlage abwechselnd beweidet. Die Einteilung der Beweidungszeiten richtete sich nach den Empfehlungen für eine Kurzrasenweide (ständiges Messen der Grasaufwuchshöhe). Es fand eine permanente Beweidung der Fläche statt, wobei Ruhezeiten nie länger als 10 Tage andauerten. In Abbildung 10 sind die Weidetage, die durchschnittlichen Weidestunden pro Monat und die Besatzdichte während der gesamten Vegetationsperiode dargestellt. Beim Weidegang waren die Milchkühe am Tag durchschnittlich 7 Stunden und bei Nacht 12 Stunden auf der Weide. Die Besatzzeiten orientierten sich an der Aufwuchshöhe des Grasbestandes (7 bis 9 cm). An den weidefreien Tagen befanden sich die Milchkühe auf anderen Kurzrasenweideflächen des Betriebes.

Weideplan 2009 Kurzrasenweide - Unteres Beifeld																																	
Tage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	W-Std./Monat	Ø Besatzdichte/Monat
April															t				t						t			n		t	37	26,5	
Mai	n		n									n	n	n			n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	t	n			139	27,1	
Juni			t		n	n		t	n				t	t	n		t+n			n	n	n	n	n	n	n	n	n			124	24,0	
Juli				n	n		n					t	n	n	n		t	n		n	n	n	n	n	n	n	n	n	t	n	129	24,0	
August		n					n		n		n						n	n				t	n			n	n			115	23,8		
September	n			n			n				n				n		n				n						n			96	19,1		
Oktober					n	n	n		n	n					t	t														74	22,0		
																	Weidestunden/Besatzdichte gesamt										714	23,8					

Weideplan 2009 Kurzrasenweide - Oberes Beifeld																																	
Tage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	W-Std./Monat	Ø Besatzdichte/Monat
April															t		t							t			t				25	27,5	
Mai				n	n	n						t		n	n				t	t			n	n	n	n	n	n			117	28,1	
Juni	n	n									t	n	n		t	n			n	n	n	n	n	n	n	n	n	n			146	24,2	
Juli		n	n								n	n					n		n		n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	120	24,0	
August							n		n		n	n	n						n		n		n		n	n	n	n			96	24,8	
September	n			n		n			n		n				n		n			n		n		n	n	n	n	n			108	18,9	
Oktober			n			n	n		n	n					t	t								t	t					88	22,2		
																	Weidestunden/Besatzdichte gesamt										700	24,2					

n = Nachtweide
t = Tagweide
W-Std. = Weidestunden

Abbildung 10: Beweidungsplan der Kurzrasenweide in der Vegetationsperiode 2009

Der Schnittstreifen war schon seit der Anlage der Versuchsfäche im Jahr 2005 permanent von der Beweidung ausgezäunt. In der Vegetationsperiode 2009 erfolgte für die Ertragshebung der oberirdischen Biomasse eine 3-Schnittnutzung dieser Fläche.

4.2.5 Vegetationsaufnahme

Die Aufnahme des Pflanzenbestandes ist eine unerlässliche Voraussetzung in der Grünlandforschung. Dabei sollen Entwicklungen im Bewuchs der einzelnen Versuchspartzen kontrolliert, Tendenzen aufgezeigt und Ertragsänderungen erklärt werden (SCHECHTER, 1957, 3). Mitte Mai erfolgte die Aufnahme des gesamten Pflanzenbestandes, des Artengruppenverhältnisses und der Wuchshöhe. Weiters wurde unmittelbar vor jedem einzelnen Probennahmeterrin das Artengruppenverhältnis und die Wuchshöhe des Bestandes erhoben (siehe Tabelle 5). Die Kurzrasenweide wurde insgesamt sechsmal und zu unterschiedlichen Terminen wie die 3-Schnittnutzungsfläche bonitiert (siehe Tabelle 5). Für die Auswertung wurden immer zwei Boniturtermine gemittelt, um eine repräsentative Darstellung des Pflanzenbestandes der Kurzrasenweide zu erhalten. Die Durchschnittswerte wurden anschließend denen der 3-Schnittnutzungsfläche gegenübergestellt.

Die Aufnahme des gesamten Pflanzenbestandes erfolgte mittels Flächenprozentenschätzung. Angewandt wurde die Methode der wahren Deckung nach BRAUN-BLANQUET modifiziert in die Klasseneinteilungen nach SCHECHTNER (1957). Mit der wahren Deckung wird jene Fläche beurteilt, die von der Basis der Pflanze eingenommen wird (SCHECHTER, 1957, 36). Zu Beginn der Bonitur wurde der Anteil des offenen Bodens (Lückenanteil) an der gesamten Aufnahmefläche und danach der Flächenanteil der Artengruppen geschätzt. Im Anschluss daran wurde der Anteil jeder einzelnen Art für sich erhoben. Nach der Beurteilung der einzelnen Arten wurden die Flächenprozent der einzelnen Gruppen addiert. Auf diese Weise erhielt man die Gesamtdeckung, die bei der wahren Deckung ein Ausmaß von 100 % beträgt (inkl. der Lücken).

4.2.6 Probennahme der oberirdischen Biomasse

Für die Ertragsermittlung der oberirdischen Biomasse wurden das Erntegut (Schnittgut bei einer Schnitthöhe von 7 cm) und die Stoppelmasse separat erhoben. Die erste Probennahme auf der Weidefläche erfolgte sowie für die darauffolgenden Probennahmen jeweils bei einer Aufwuchshöhe von ca. 15 cm. Bei der Schnittnutzungsfläche war der erste Erntetermin zu Beginn des Ähren- und Rispschiebens angesetzt. Kurz vor den einzelnen Probennahmen wurden die notwendigen Bonituren (Artengruppenverhältnis, Wuchshöhe) durchgeführt. Die Ernte erfolgte mit einem Motormäher. Dabei wurde die Erntefläche in der Mitte der jeweiligen Versuchspartze angelegt, um einen Abstand (Mantel) zu den angrenzenden Partzen einzuhalten (siehe Abbildung 11).

Bei der 1. Probennahme wurde eine Fläche von 3 m² auf 7 cm Schnitthöhe abgeerntet. Im Juli wurde der Motormäher gegen einen neuen eingetauscht. Dabei änderte sich die Probennahmefläche geringfügig auf 3,16 m² (Abbildung 12). Nach der Mahd wurde das Erntegut

sorgfältig mit dem Handrechen zusammengerechnet und noch auf der Versuchsfläche mit einer Digitalwaage eingewogen. Vom Erntegut wurde anschließend ungefähr 1,5 kg Frischmasse (FM) für die Trockenmassebestimmung und weitere Laborbestimmungen (Weender Analyse, Gerüstsubstanzeanalysen) herausgewogen. Nach der Probennahme des Erntegutes erfolgte auf den Ernteflächen noch die Entnahme der Stoppel- und Wurzelproben. Abbildung 11 stellt die Probennahme der oberirdischen und unterirdischen Biomasse auf einer Versuchsparzelle grafisch dar. Nach den Probennahmen wurden die beprobten Versuchsstreifen abgemäht und damit wieder einheitlich das Null-Niveau von 7 cm Stoppelhöhe hergestellt.

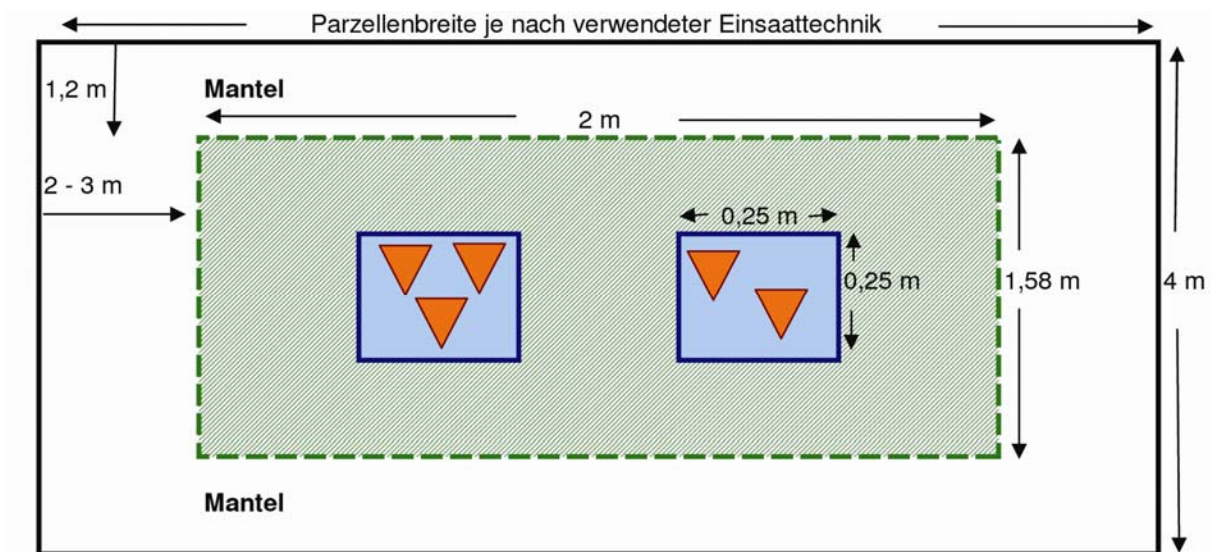


Abbildung 11: Beprobungsplan einer Einzelparzelle (grün umrandet = Erntefläche des Schnittgutes, blau = Entnahmestellen der Stoppelbiomasse, orange = Einstiche mit Wurzelbohrer Ø 6,2 cm)



Abbildung 12: Erntefläche ($3,16 \text{ m}^2$) für die Probennahme des Erntegutes auf der Weidefläche

Foto: Schmied, 2009

Für die Doppelbestimmung der Trockenmasse wurde das Schnittgut gehäckselt und zweimal 100 g eingewogen. Die Rückwaage erfolgte nach einer Trocknung der Proben im Trockenschrank bei $105 \text{ }^\circ\text{C}$ über 48 Stunden. Für die Auswertung wurden die gewonnenen TM-Werte auf Kilogramm pro Hektar umgerechnet, ebenso die Werte der Stoppel- und Wurzeltrockenmassen.

Die Weideflächen wurden während der gesamten Vegetationsperiode 6-mal und die Schnittnutzungsflächen 3-mal beerntet (siehe Tabelle 5). Die anschließende Auswertung orientierte sich an den Ernteterminen der Schnittnutzungsfläche. Für den Vergleich der beiden Nutzungsvarianten war es somit notwendig, die Trockenmasseerträge von zwei Weideernteterminen zu summieren und den Trockenmasseerträgen eines Schnittnutzungstermins gegenüberzustellen.

Die Probennahme der Stoppelmasse erfolgte am Weide- und am Schnittnutzungstreifen zu den drei Ernteterminen der Schnittnutzungsfläche. Auf jeder einzelnen Erntefläche ($3,16 \text{ m}^2$) wurde ein quadratischer Rahmen ($0,5 \times 0,5 \text{ m}$) zweimal aufgelegt. Innerhalb des Rahmens wurde zuerst die Stoppelhöhe mit dem Zollstab an fünf zufällig gewählten Stellen gemessen

und anschließend die Stoppeln mit einer Gartenschere knapp über der Bodenoberfläche abgeschnitten (Abbildung 13). Pro Wiederholung wurden somit zwei Stoppelproben gezogen. Abbildung 13 zeigt die Probennahme der Stoppelbiomasse und eine beprobte Fläche innerhalb des Rahmens.

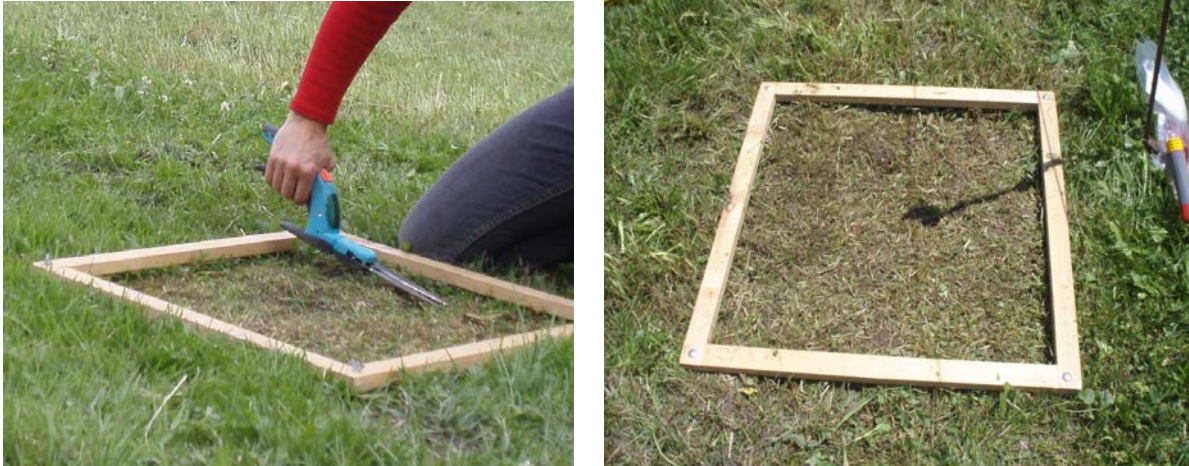


Abbildung 13: Probennahme der Stoppelbiomasse

Fotos: Schmied, 2009

Die geernteten Stoppeln wurden im Anschluss vom Erdreich gereinigt, eingewogen und im Trockenschrank bei 105°C 48 Stunden lang getrocknet. Nach dem Trocknen erfolgte die Rückwaage zur Bestimmung der Trockenmasse.

4.2.7 Probennahme der unterirdischen Biomasse

Parallel zur Ernte der oberirdischen Biomasse wurden Bodenproben für die Bestimmung der Wurzelmasse in den Horizonten 0-10 cm und 10-20 cm entnommen. Als Methode wurde die Bohrkernmethode angewandt. Mit dieser Methode ist es möglich, die Wurzelmasse zu einem bestimmten Zeitpunkt zu erfassen. An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass ein Bohrkern die gesamte unterirdische Biomasse enthält und somit ist in der Wurzelmasse auch die unterirdische Sprossmasse inkludiert. Die Entnahme der Bohrkern erfolgte mit einem am Institut in Eigenbau angepassten Erdbohrgerät (Abbildung 14). Der Wurzelbohraufsatz hatte einen Durchmesser von 6,2 cm und eine Länge von 10 cm. Die Einstiche wurden auf der Beprobungsfläche der Stoppelmasse vorgenommen. Für die Entnahme der Wurzelmasse aus dem Bodenhorizont 10-20 cm wurde ein zweites Mal in die bereits vorhandene Öffnung eingestochen.



Abbildung 14: Entnahme der Wurzelmasse nach der Bohrkernmethode
Fotos: Schmied, 2009

Auf jeder Fläche wurden fünf Einstiche innerhalb der Entnahmefläche der Stoppelproben vorgenommen. Die fünf entnommenen Bohrkern pro Horizont wurden zu einer Mischprobe zusammengefügt. Die Proben wurden in Plastiksäcken gesammelt, etikettiert und bis zur weiteren Verarbeitung bei -18 °C im Kühlraum tiefgekühlt. Die Reinigung der Wurzeln erfolgte nach der 3. Probennahme. Die Wurzeln wurden in einer Wurzelwaschanlage vom Erdreich getrennt. Die Wurzelwaschanlage (Abbildung 15) war eine Eigenanfertigung des Institutes und funktionierte nach dem Prinzip: Wasserauftrieb mit Luftdurchwirbelung wie in SMUCKER et al., (1982) beschrieben. Die Maschenweite des Auffangsiebes betrug $1.000\text{ }\mu\text{m}$. Diese Maschenweite hat sich für die Reinigung von Wurzeln aus Grünlandbeständen als praxistauglich erwiesen, da diese in der obersten Bodenschicht sehr ineinander verfilzt sind. Die Verluste von Feinwurzeln beim Waschvorgang werden von FLORIS und DE JAGER (zit. in DEINUM, 1985, 379) mit ca. 20 % beziffert und somit als sehr gering eingestuft. Der Verlust wurde toleriert, da es im Rahmen dieser Arbeit vorrangig darum ging zwei Systeme miteinander zu vergleichen und keine Absolutzahlen zu beschreiben. Weiters lag der Verlust von Feinwurzeln für alle Wurzelproben im gleichen Ausmaß vor.



Abbildung 15: Wurzelwaschanlage für die Grobreinigung der Wurzeln
Foto: Schmied, 2009

Nach der Grobreinigung der Wurzelmasse in der Wurzelwaschanlage erfolgte nach kurzem Antrocknen die Feinreinigung per Hand. Für die Bestimmung der Trockenmasse (TM) wurden die gereinigten Wurzeln nach Einwaage 48 Stunden bei 105 °C im Trockenschrank getrocknet und anschließend rückgewogen.

4.3 Statistische Auswertung

Die Ergebnisse wurden mittels SPSS 17.0 (Superior Performance Software System) statistisch ausgewertet. Zur Anwendung kamen die Methoden der deskriptiven Statistik. Zunächst wurden die Daten mittels des Kolmogorov-Smirnov Tests bei einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ auf ihre Normalverteilung geprüft und die Homogenität der Varianzen mittels Levene-Test beurteilt.

Da die Auswertung eine Normalverteilung der Daten ergab, kam für den Vergleich der Mittelwerte zweier unabhängiger Stichproben der t-Test zur Anwendung. Dabei bildeten die Trockenmasse-Erträge die Testvariable und die Nutzungsvarianten, Weide und Schnitt, die Gruppenvariablen. Die Betrachtung der Mittelwerte, der Standardabweichung und der Signifikanzen ließ eine Beurteilung der Streubreite der Daten zu. Die Ergebnisse wurden in Form von Säulendiagrammen und Tabellen dargestellt.

Zusätzlich wurde die Homogenität der Varianzen innerhalb der Wiederholungen jeder Nutzungsvariante getestet. Als Verfahren wurde die einfaktorielle ANOVA angewandt. Der Mittelwertsvergleich mittels t-Test konnte als ein zulässiges Testverfahren bestätigt werden, da keine Signifikanzen innerhalb der Wiederholungen festgestellt werden konnten.

5 Ergebnisse

5.1 Klima und Witterungsverlauf

In der Vegetationsperiode 2009 wichen die Temperaturen vom langjährigen Mittel nur geringfügig ab. Lediglich im Frühjahr und im Spätsommer lagen sie leicht über dem langjährigen Schnitt. Größere Abweichungen waren bei den Niederschlägen festzustellen. Von April bis Oktober beschreibt die Niederschlagskurve, im Vergleich zu den langjährigen Wetteraufzeichnungen, eine trockenere Periode zu Vegetationsbeginn mit einem darauffolgenden feuchten Sommer und Herbst (siehe Abbildung 16).

Auffallend waren vor allem die sehr trockene Witterung im April und die niederschlagsreiche Phase im Juni. Die Aprilniederschläge (29 mm) lagen deutlich unter den langjährigen Mittelwerten (58 mm). Im Juni konnten überdurchschnittlich hohe Niederschlagsmengen (212 mm) im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten (122 mm) gemessen werden. Gesamt betrachtet war die Vegetationsperiode 2009 im Zeitraum April bis einschließlich Oktober niederschlagsreicher (rund 160 mm) und wärmer (rund 2,2 °C) als das langjährige Mittel (siehe Tabelle 9 im Anhang).

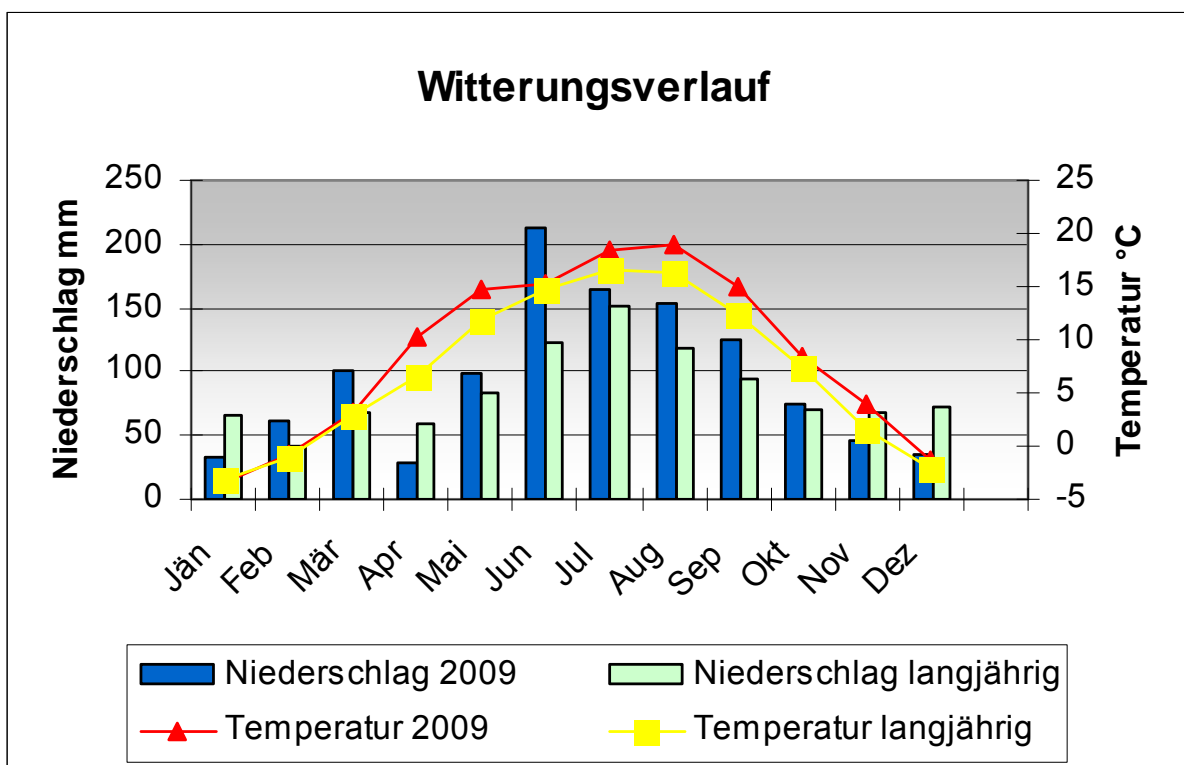


Abbildung 16: Niederschlags- und Temperaturwerte im langjährigen Mittel (1971-2000) und in der Vegetationsperiode 2009

Quelle: ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik), 2010

5.2 Artengruppenverteilung

Die Artengruppenverteilung wurde nach der Methode der wahren Deckung bestimmt. Diese Boniturmethode erfasst jene Fläche, die von der Basis der Pflanze eingenommen wird. Die Addition der einzelnen Deckungsgrade (Flächenprozent) ergibt daher immer 100 %.

Zur ersten Bestandesaufnahme Mitte Mai sowie bei beiden darauffolgenden Boniturterminen am 3. Juni (1. Aufwuchs) und am 22. Juli (2. Aufwuchs) zeigte sich zwischen Kurzrasenweide und 3-Schnittnutzung ein signifikanter Unterschied bei den Flächenanteilen der Gräser und der Leguminosen. Dieser Unterschied glich sich allerdings bei beiden Artengruppen vom dritten bis zum vierten Boniturtermin am 15. September (3. Aufwuchs) weitgehend aus, sodass im September kein signifikanter Unterschied mehr zwischen den Nutzungssystemen feststellbar war (siehe Abbildung 19).

Der Gräseranteil lag zu den Boniturterminen im Mai, Juni und Juli auf der schnittgenutzten Fläche bei rund 80 % der gesamten Aufnahme­fläche. Die verbleibenden 20 % verteilten sich auf die restlichen Artengruppen (Leguminosen, Kräuter, Anteil offener Boden). Auf der Kurzrasenweide erreichte der Gräseranteil hingegen 67 % der gesamten Aufnahme­fläche. Im Spätsommer (15. September) erreichten beide Nutzungssysteme einen Gräseranteil von rund 70 %, da im Verlauf der Weidesaison die 3-Schnittnutzungsfläche einen Rückgang und die Kurzrasenweide einen Anstieg des Gräseranteils verzeichnete (siehe Tabelle 10 im Anhang).

Entgegengesetzt verhielt es sich bei den Leguminosen. Hier zeigte die Weidefläche zu den Boniturterminen im Mai, Juni und Juli einen höheren Flächenanteil (rund 20 %) als die Schnittnutzungsfläche (rund 8 %). Der Leguminosenanteil auf der Kurzrasenweide ging gegen Ende des Sommers leicht zurück, währenddessen er auf der 3-Schnittnutzungsfläche im Laufe der gesamten Weideperiode ungefähr gleich hoch blieb.

Bei der Artengruppe der Kräuter war zwischen den beiden Nutzungsvarianten erst zum Boniturtermin im September ein signifikanter Unterschied feststellbar. Der prozentuelle Flächenanteil an Kräutern war anfänglich bei beiden Nutzungsvarianten annähernd gleich. Auf der 3-Schnittnutzungsfläche nahm er allerdings nach dem Boniturtermin im Juli zu, bei gleichzeitiger Abnahme des Gräseranteils. Auf der Kurzrasenweidefläche hingegen blieb der Kräuteranteil während der gesamten Weideperiode nahezu konstant.

Der Anteil an offenem Boden gibt Aufschluss über die Geschlossenheit der Grasnarbe. Beide Nutzungsvarianten zeigten über die gesamte Vegetationsperiode sehr ähnliche Anteile an offenen Stellen, mit Ausnahme beim Boniturtermin im Juli. Hier konnte auf der Weidefläche

ein signifikant höherer Anteil an Lücken in der Grasnarbe festgestellt werden, der allerdings bis zum Spätsommer wieder rückläufig war.

Abbildung 17 und Abbildung 18 stellen den Verlauf der Artengruppenverteilung beider Nutzungsvarianten im Untersuchungszeitraum Anfang Mai bis Mitte September grafisch dar. Im Spätsommer ist der Anstieg des Gräseranteils bei gleichzeitigem Rückgang des Leguminosenanteils auf der Kurzrasenweide erkennbar und auf der 3-Schnittnutzungsfläche der Rückgang des Gräseranteils zu Gunsten des Kräuteranteils.

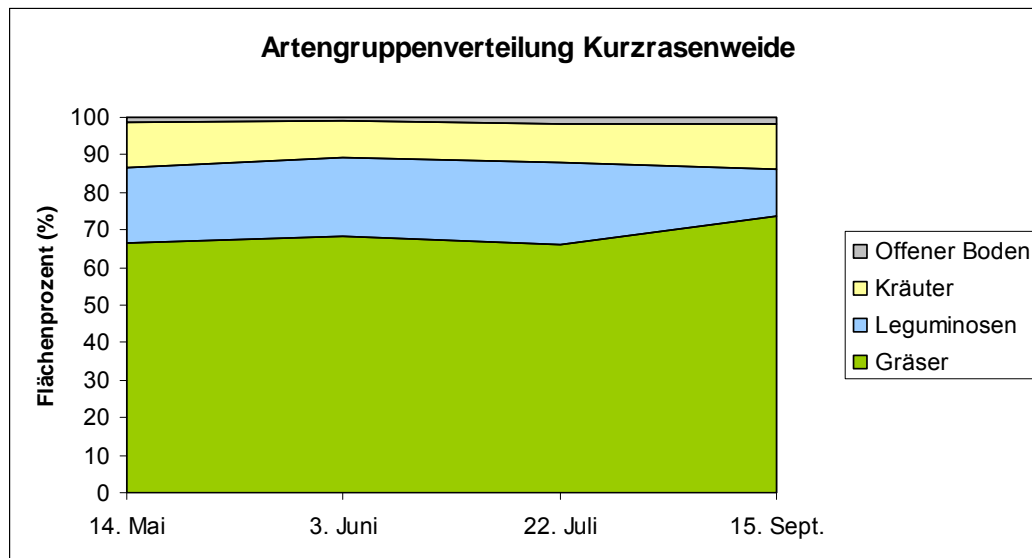


Abbildung 17: Veränderung der Artengruppenverteilung auf der Kurzrasenweide in der Vegetationsperiode 2009

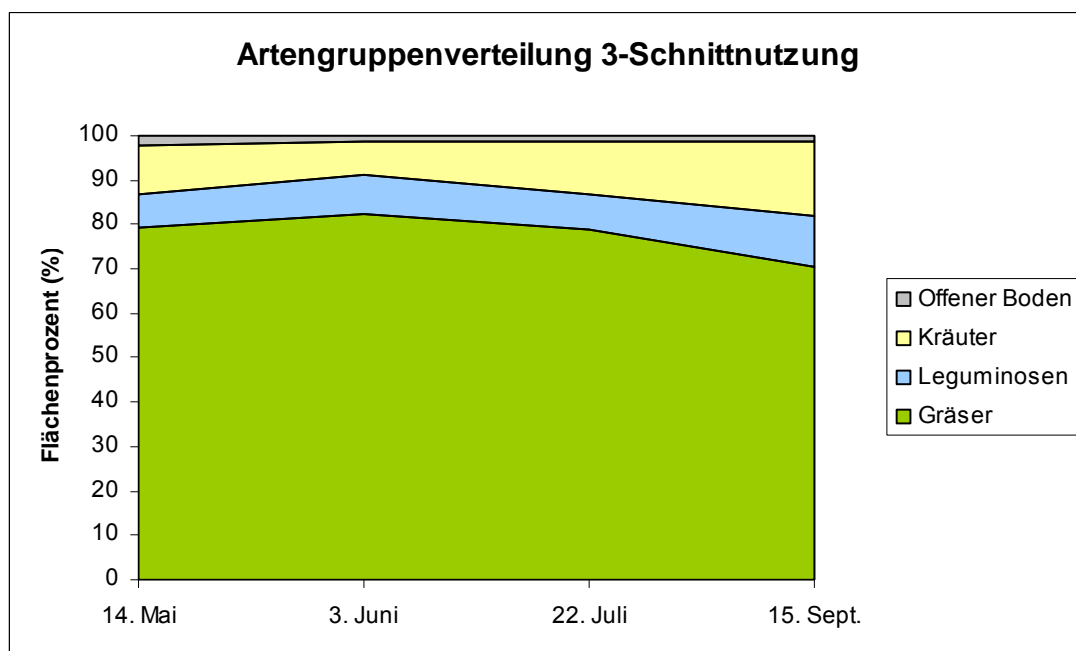
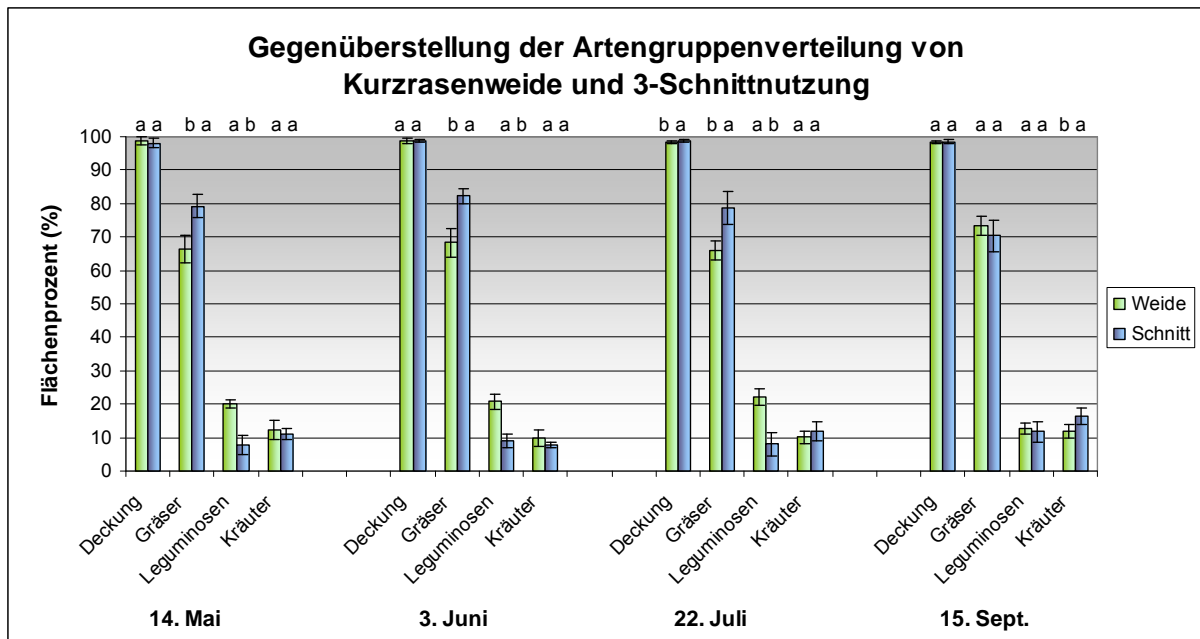


Abbildung 18: Veränderung der Artengruppenverteilung auf der 3-Schnittnutzungsfläche während der Vegetationsperiode 2009



Unterschiedliche Buchstaben (a, b) kennzeichnen signifikante Unterschiede (t-Test: $p < 0,05$)

Abbildung 19: Gegenüberstellung der Artengruppenverteilung zu den einzelnen Boniturterminen

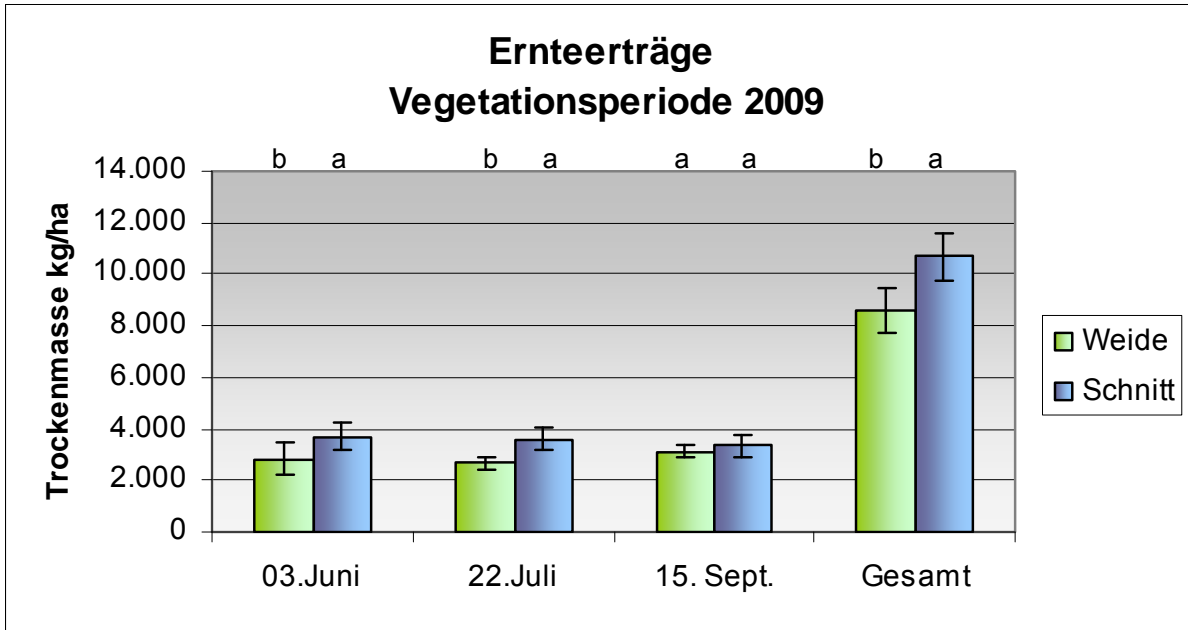
5.3 Ernteerträge

Die Angaben der Ernteerträge beziehen sich in der Praxis immer auf die Trockenmasse. Der Ernteertrag beschreibt den Gesamtertrag der oberirdischen Biomasse abzüglich der Stoppelbiomasse (Schnitthöhe 7 cm), welche am Feld verbleibt. Bröckel- oder Atmungsverluste sind nicht berücksichtigt (PARTL, 2008, 30).

Abbildung 20 zeigt die durchschnittlichen Ernteerträge der Weide- und Schnittvariante zu den einzelnen Probeterminen und die Jahresernteerträge. Die Kurzrasenweide wies bei den Beprobungen im Juni und im Juli eine signifikant niedrigere Ertragsleistung als die 3-Schnittnutzungsfläche auf. Beim Beprobungstermin im September konnte kein Unterschied in der Ertragsleistung beider Nutzungsvarianten festgestellt werden.

Vergleicht man den Verlauf der geernteten Erträge von Juni bis September, so zeigte die Kurzrasenweide einen leichten Ertragsrückgang im Juli und einen darauffolgenden Wiederanstieg bis in den September. Die 3-Schnittnutzungsfläche verzeichnete allerdings einen kontinuierlichen Rückgang bei den Ernteerträgen während des Untersuchungszeitraumes.

Über die gesamte Vegetationsperiode betrachtet, lieferte die schnittgenutzte Fläche einen signifikant höheren Jahresernteertrag (2.000 kg TM/ha) als die Kurzrasenweide (siehe Tabelle 11 im Anhang).



Unterschiedliche Buchstaben (a, b) kennzeichnen signifikante Unterschiede (t-Test: $p < 0,05$)

Abbildung 20: Ernteerträge (TM kg/ha) der Weide- und Schnittvariante zu den einzelnen Probeterminen und die Jahresernteerträge

Die Wachstumskurve zeigte einen sehr markanten Verlauf, mit einem Höhepunkt beim täglichen Graszuwachs im Frühsommer und einem weiteren weniger ausgeprägten im Herbst (siehe Abbildung 21). Die höchste tägliche Graszuwachsrate mit nahezu 100 kg TM/ha wurde Ende Mai verzeichnet. Danach ging das Graswachstum zurück und stieg im Spätsommer erneut auf rund 60 kg TM/ha täglich an. Auffallend ist, dass der Zeitpunkt des höchsten Graswachstums im Mai nicht im Zeitraum mit den höchsten Niederschlägen lag.

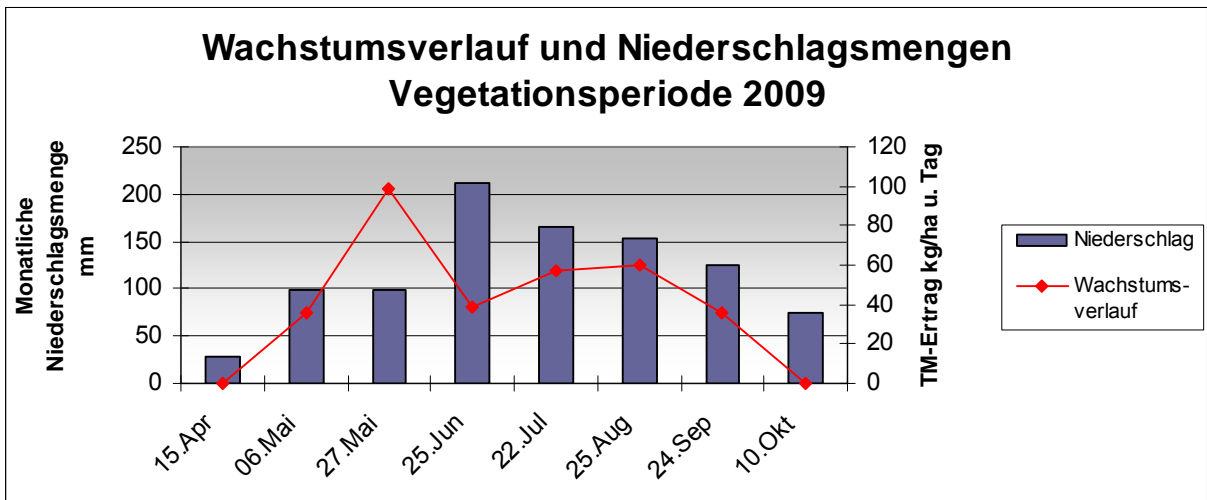


Abbildung 21: Wachstumsverlauf (kg TM/ha/Tag) und die monatlichen Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode 2009 am Standort Moarhof

5.4 Erträge der Stoppelbiomasse

Um eine vergleichbare Aussage in Bezug auf die beiden Nutzungsvarianten zu gewährleisten, wurde die Entnahmefläche vor der Beprobung der Stoppelbiomassen auf eine einheitliche Schnitthöhe von 7 cm abgemäht. Die erhobenen Daten stellen die Stoppelmenge zu einem bestimmten Zeitpunkt dar und sind daher als eine Momentaufnahme der auf der Fläche verbleibenden Biomasse zu sehen. Es wird bei den Stoppeln nicht der Biomassezuwachs von einem Erntetermin zum nächsten erhoben, wie beim Ernteertrag.

Auf der Kurzrasenweide konnte zwar über die gesamte Weidesaison eine höhere Stoppelbiomasse als auf der Schnittnutzungsfläche festgestellt werden, dieser Unterschied war aber im Frühjahr und im Sommer nicht signifikant ausgeprägt (Tabelle 7). Lediglich zum Beprobungstermin Mitte September differierten die Stoppelmengen beider Nutzungsvarianten so weit, dass ein signifikanter Unterschied festgestellt werden konnte.

Tabelle 7: Biomasse der Stoppeln (TM kg/ha) bei einer Aufwuchshöhe von 7 cm

Parameter	Probennahmezeitpunkt	Nutzungsvariante	MW	Stdabw	P-Wert
Stoppelmasse TM kg/ha	03.06.2009	Weide	510,3	103,9	,397
		Schnitt	462,1	83,5	
	22.07.2009	Weide	422,8	35,5	,869
		Schnitt	416,3	87,0	
	15.09.2009	Weide	708,9	145,0	,045*
		Schnitt	537,5	112,9	

MW = Mittelwert der Variante

Stdabw = Standardabweichung, t-Test $p < 0,05$, ns. = nicht signifikant, * = signifikant

5.5 Wurzelbiomasse in den obersten Bodenhorizonten

Wie bei den Stoppelbiomassen stellten die Erhebungsdaten der Wurzel-Trockenmassen mittels Bohrkernmethode eine Momentaufnahme zum jeweiligen Probetermin dar. Nachdem bei der Probennahme nicht nur die Wurzeln sondern auch die eigentlich zum Spross gehörenden Rhizome erfasst wurden, schließt der Ausdruck Wurzelmasse die Gesamtheit der unterirdischen Biomasse ein.

Tabelle 8 zeigt die Wurzelmassemengen im gesamten beprobten Bodenraum von 0-20 cm. Zu den einzelnen Probeterminen konnte kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Nutzungsvarianten festgestellt werden. Allerdings ist zu vermerken, dass bei der zweiten und dritten Probennahme die Werte der 3-Schnittnutzungsfläche um den Mittelwert stark streuen (siehe Tabelle 8). Bei der Probennahme Anfang Juni wurden bei beiden Nutzungssystemen die höchsten Wurzelmassen festgestellt. Die Wurzelmasse betrug im Mittel 4.468 kg TM/ha unter Weidenutzung und 4.959 kg TM/ha unter Schnittnutzung. Im Laufe der Vegetationsperiode war unter der Kurzrasenweide ein kontinuierlicher Rückgang zu verzeichnen. Bei der Schnittnutzung hingegen sank die Wurzelmenge gegen Sommer hin vorerst ab und stieg dann wieder leicht an.

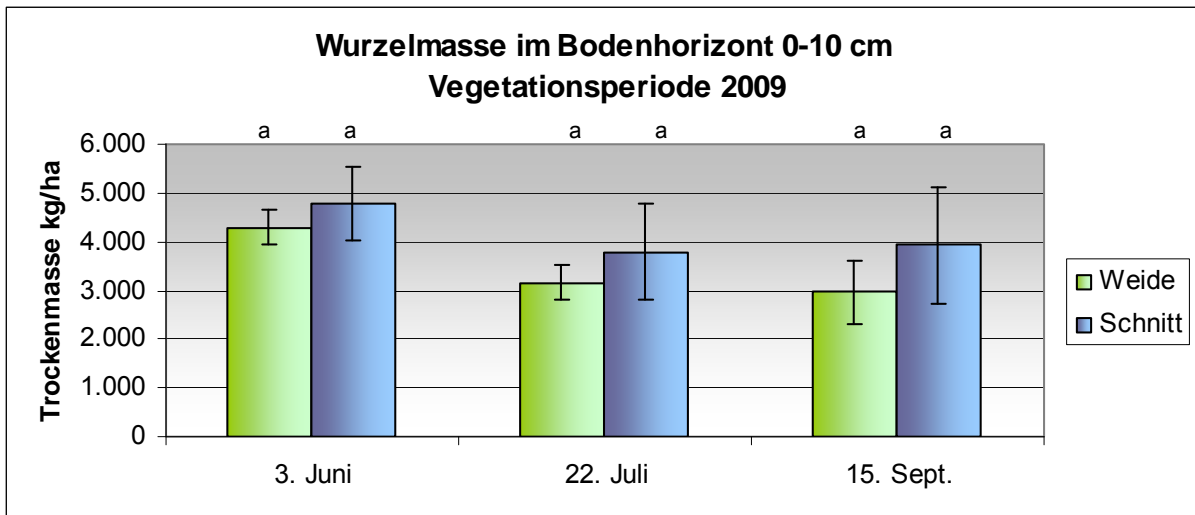
Tabelle 8: Wurzel-Trockenmasse in kg/ha im Horizont 0-20 cm

Parameter	Probennahmezeitpunkt	Nutzungsvariante	MW	Stdabw	P-Wert
Wurzelmasse 0-20 cm TM kg/ha	03.06.2009	Weide	4.468,1	372,4	,183
		Schnitt	4.959,9	754,2	
	22.07.2009	Weide	3.240,6	362,3	,146
		Schnitt	3.946,1	1.033,8	
	15.09.2009	Weide	3.033,0	665,4	,102
		Schnitt	4.070,9	1.246,4	

MW = Mittelwert der Variante

Stdabw = Standardabweichung; t-Test $p < 0,05$, ns = nicht signifikant, * = signifikant

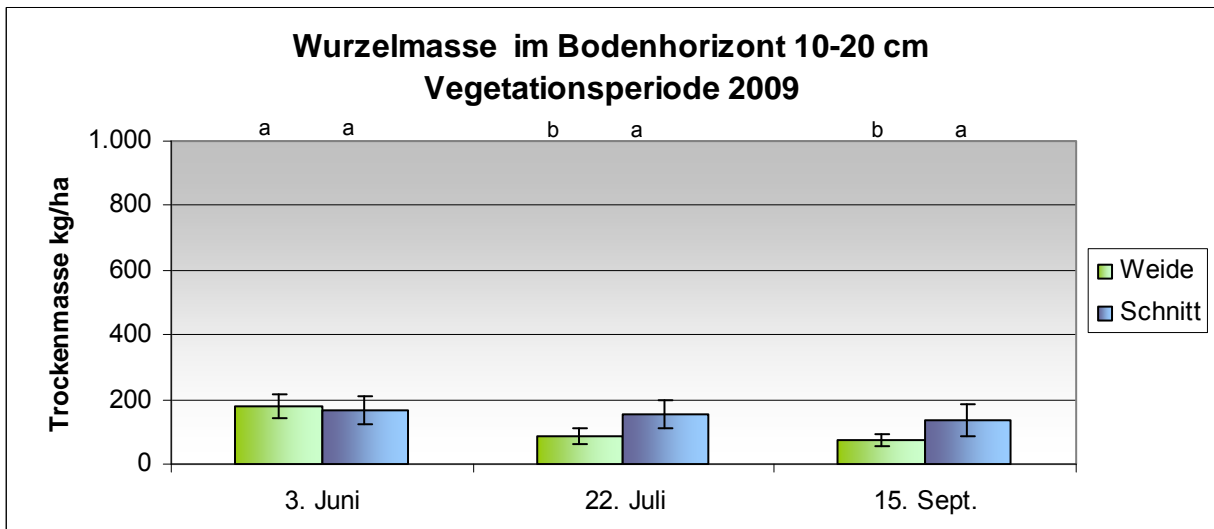
Bei der Wurzelmasse im obersten Bodenhorizont (0-10 cm) konnte zu den drei einzelnen Probeterminen kein signifikanter Unterschied zwischen den Nutzungsvarianten festgestellt werden (siehe Tabelle 12 im Anhang). Damit zeigt sich in diesem Bodenhorizont der gleiche saisonale Verlauf bei der Wurzelmasse wie im gesamten beprobten Wurzelraum von 0-20 cm. Bei der Kurzrasenweide war also ein kontinuierlicher Rückgang der Wurzelmasse während der Vegetationsperiode zu verzeichnen. Währenddessen wurde bei der 3-Schnittnutzung im Sommer ein Rückgang mit einem anschließenden leichten Anstieg der Wurzelmassen festgestellt (siehe Abbildung 22).



Unterschiedliche Buchstaben (a, b) kennzeichnen signifikante Unterschiede (t-Test: $p < 0,05$)

Abbildung 22: Wurzel-Trockenmasse in kg je ha im Bodenhorizont 0-10 cm

Eine differenzierte Ausprägung der Wurzelmenen zwischen den beiden Nutzungsvarianten war in der Bodenschicht 10 bis 20 cm erkennbar. In diesem Bodenhorizont konnte bei allen Probenahmen, mit Ausnahme Anfang Juni, ein signifikanter Unterschied zwischen den Nutzungsvarianten festgestellt werden (siehe Tabelle 13 im Anhang). Auffallend war der starke Rückgang der Wurzelmenge bei der Kurzrasenweide in den Sommermonaten (Juli, September). Die Wurzelmasse der Schnittvariante sank während der Vegetationsperiode kontinuierlicher im Vergleich zur Weidevariante.



Unterschiedliche Buchstaben (a, b) kennzeichnen signifikante Unterschiede (t-Test: $p < 0,05$)

Abbildung 23: Wurzel-Trockenmasse in kg je ha im Bodenhorizont 10-20 cm

Die Verteilung der Wurzelmasse konnte bei beiden Nutzungssystemen im ähnlichen Ausmaß beobachtet werden (Abbildung 24). Der Hauptanteil der Wurzelmasse konzentrierte sich zu rund 97 % im Bodenhorizont 0-10 cm. In der darunterliegenden Bodenschicht waren bei der Kurzrasenweide nur mehr 3,1 % und bei der schnittgenutzten Fläche nur mehr 3,5 % der Wurzelmasse zu finden.

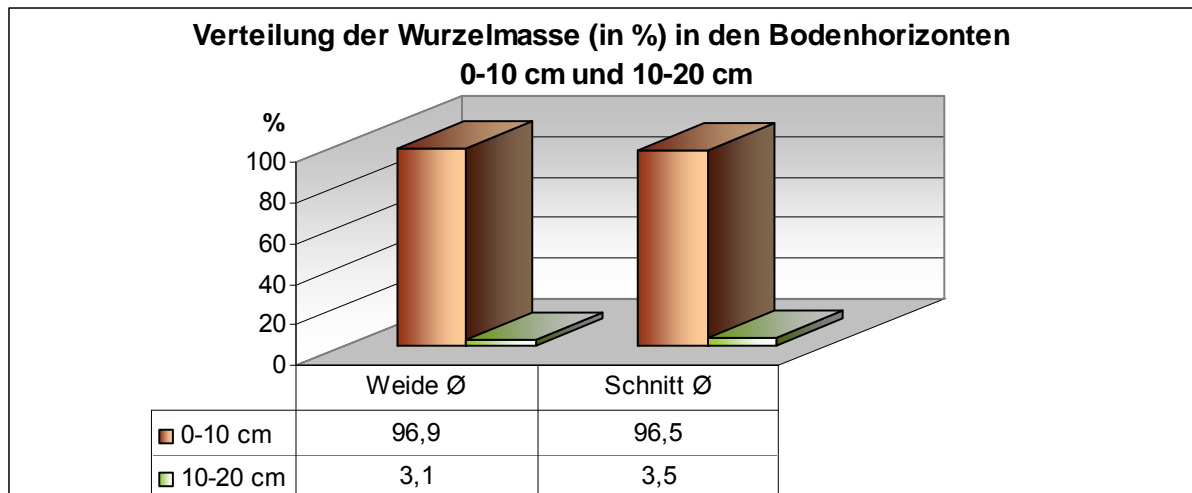
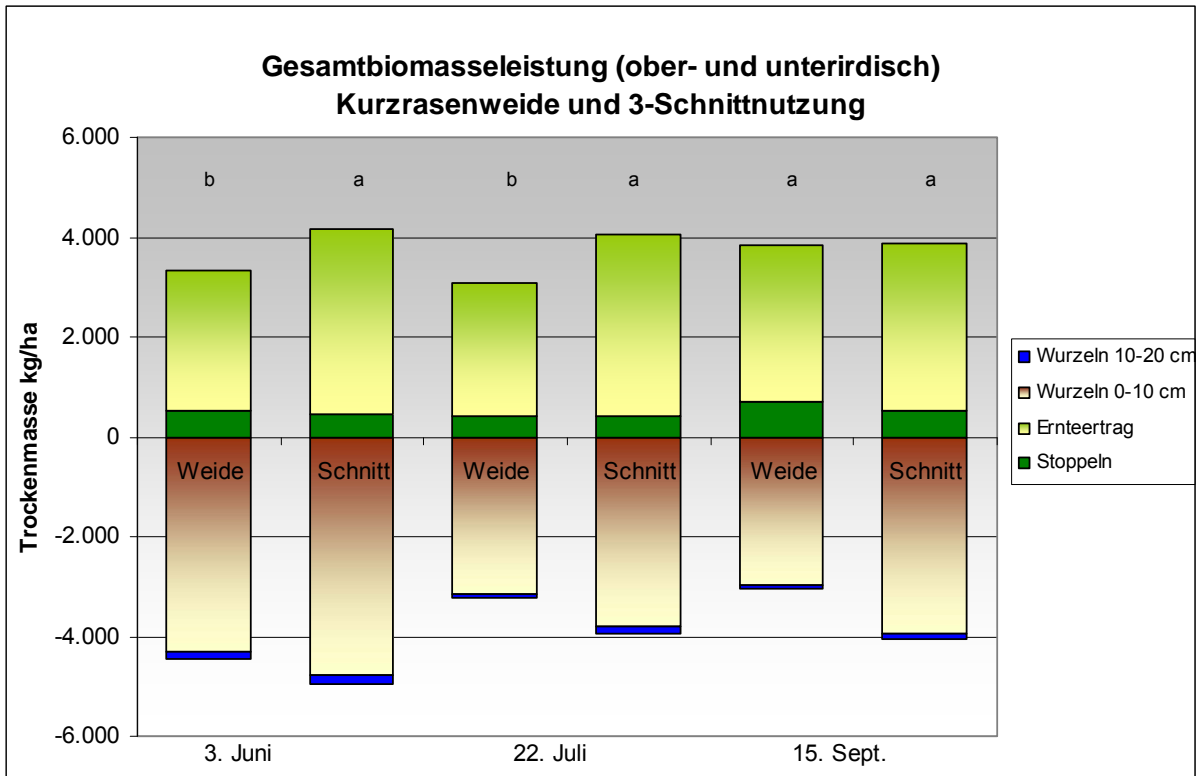


Abbildung 24: Vergleich der Wurzelmasseverteilung in den einzelnen Bodenhorizonten bei Weide- und Schnittnutzung, (Mittelwert aus den drei Probestermenen)

5.6 Gesamt-Biomasse

Abbildung 25 stellt die ober- und unterirdische Biomasse, also die Gesamtbiomasse, von Kurzrasenweide bzw. 3-Schnittnutzungsfläche zu den einzelnen Probestermenen grafisch gegenüber. Die 3-Schnittnutzungsfläche produzierte im Juni und im Juli signifikant höhere Gesamtbiomassemengen als die Kurzrasenweide. Im September konnte zwischen den beiden Nutzungsvarianten kein Unterschied bei Gesamtbiomassemenge festgestellt werden (siehe Tabelle 14 im Anhang).

Vergleicht man die einzelnen Parameter, so war unter Schnittnutzung beim Ernteertrag und bei der Wurzelmasse im obersten Bodenhorizont (0-10 cm) eine um rund 17 % höhere Biomasseproduktion möglich als unter Weidenutzung. Bei der Wurzelmasse in 10-20 cm Tiefe lag die Schnittnutzungsfläche sogar um 30 % voran. Eine Ausnahme bildete die Stoppelbiomasse. Hier lagen die Werte der Kurzrasenweide um 14 % höher im Vergleich zur Schnittnutzungsfläche (siehe Tabelle 16 im Anhang).



Unterschiedliche Buchstaben (a, b) kennzeichnen signifikante Unterschiede in der Gesamtbiomasseleistung (t-Test: $p < 0,05$)

Abbildung 25: Gegenüberstellung der Gesamtbiomasseleistung von Kurzrasenweide und 3-Schnittnutzung zu den einzelnen Probeterminen

6 Diskussion

6.1 Artengruppenverteilung

Die Artengruppenverteilung wurde mittels Flächenprozentschätzung erhoben. Die angewandte Methode der wahren Deckung nach BRAUN-BLANQUET beurteilt den Flächenanteil, der von der Basis der Pflanze eingenommen wird. Somit war es möglich, den tatsächlich von einer Artengruppe in Anspruch genommenen Anteil an Bodenfläche abzuschätzen. Ebenso konnten genaue Aussagen über den Anteil an offenem Boden in der Grasnarbe getroffen werden.

Die für die ökologische Grünlandbewirtschaftung empfohlene Artengruppenverteilung von 15-25 % Leguminosen, 15-25 % Kräutern und 50-70 % Gräsern (MANUSCH und PIERINGER, 1995, 96) wurde bei beiden Nutzungsvarianten zu allen Boniturterminen festgestellt. Im Laufe der Vegetationsperiode stieg der Grasanteil bei der Kurzrasenweide um 7 % auf 73,5 % an (siehe Tabelle 10 im Anhang). Eine Erhöhung des Grasanteils auf Kurzrasenweiden konnten auch in einem Vollweideprojekt auf österreichischen Biobetrieben festgestellt werden (PÖTSCH et al., 2008, 30). Auf der Schnittnutzungsfläche veränderte sich der Grasanteil gegengleich. Hier wurde bei den ersten beiden Beprobungsterminen ein sehr hoher Grasanteil mit rund 80 % bonitiert. Im Spätsommer betrug der Grasanteil jedoch nur mehr 70 % und war somit leicht rückläufig.

Offensichtlich ist die gegengleiche Entwicklung des Grasanteils auf die unterschiedlichen bestandesbildenden Grasarten auf der Wiese bzw. Weide zurückzuführen. Bei der Pflanzenbestandsaufnahme, die zu Vegetationsbeginn für einen weiteren Versuch auf diesem Standort durchgeführt wurde, lag der Anteil von Englischem Raygras auf der Kurzrasenweide bei 20 % und auf der 3-Schnittnutzungsfläche bei 11 %. Das Wiesenrispengras nahm auf der beweideten Fläche einen Anteil von durchschnittlich 20 % und auf der schnittgenutzten Fläche einen Anteil von 7,5 % ein (siehe Tabelle 17 und Tabelle 18 im Anhang). Das Wiesenrispengras und das Englische Raygras gelten als besonders weidetolerant und sind zur Lückenschließung und somit zur Rasenbildung fähig. Das Englische Raygras verfügt aufgrund seiner raschen Jugendentwicklung über eine hohe Konkurrenzkraft gegenüber anderen Pflanzenarten. Durch Beweidung wird das Nachwuchsvermögen von Englischem Raygras gefördert, während es unter Schnittnutzung eher mäßig ist (ELSÄSSER, 1995, 28). Englischem Raygras gehört zu den Horstgräsern und besitzt neben der hohen Bestockungsfähigkeit auch die Möglichkeit kurze Kriechtriebe zu bilden. Diese Triebe werden durch den Tritt der Weidetiere auf die Bodenoberfläche gepresst und aus den Knoten entwickeln sich neue

Wurzeln, die wiederum Seitentriebe bilden. Diese arttypische Eigenschaft des Englischen Raygrases kann bei intensiver Weidenutzung unter anderem zur Erhöhung des Grasanteils führen. Von der Seitentriebbildung hängt auch das Nachwuchsvermögen nach einer Nutzung ab. Die Seitentriebbildung und die Bestockung werden allerdings durch die Halmstreckungsphase vermindert bzw. bei Blütenbildung fast gänzlich unterbrochen (VOIGTLÄNDER und JACOB, 1987, 265ff). Gelangt das Englische Raygras bereits vor dem ersten Schnitt zur Blütenbildung kann sich dies auf Dauer nachteilig das Nachwuchsvermögen der Pflanze auswirken.

Die Stabilität und Qualität der Grasnarbe wird im Wesentlichen von der Narbendichte beeinflusst. Eine dichte Grasnarbe beugt unter anderem einer Verunkrautung des Bestandes vor. Im Frühjahr hatte die Bewirtschaftungsart offensichtlich keine Auswirkung auf die Geschlossenheit der Grasnarbe. Erst im Sommer konnte auf der Weidefläche ein signifikant höherer Anteil an offenem Boden beobachtet werden. Das zunehmende Auftreten von Lücken in diesem Zeitraum kann auf die feuchte Witterung im Juni zurückgeführt werden (siehe Abbildung 16, Seite 35). Feuchter Boden reagiert sensibler auf die Trittbelastung durch Weidetiere. Bis zum Boniturtermin Mitte September hatte sich die Grasnarbe der Weide allerdings wieder weitgehend regeneriert, sodass gegenüber der Schnittnutzungsfläche kein signifikanter Unterschied mehr festzustellen war. Eine Untersuchung zur Regenerationsfähigkeit von Weideflächen (THOMET, 2005, 13) hatte zum Ergebnis, dass Weiden nach Beschädigungen innerhalb von ein paar Wochen wieder zuwachsen können. Problematischer scheint ein offener Boden auf Schnittnutzungsflächen zu sein. Hier können Lücken in der Grasnarbe zu einer Vermehrung von unerwünschten Kräutern führen (ELSÄSSER, 1995, 26), da lückenschließende Arten wie das Englische Raygras, das Wiesenrispengras und der Weißklee im Gegensatz zur Weide nur im geringen Ausmaß vorkommen. Der Anstieg des Kräuteranteils auf der Schnittnutzungsfläche im Spätsommer kann auf diese Ursache zurückzuführen sein.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass vor allem im Frühjahr und im Sommer die Nutzungsvariante einer Grünlandfläche eine unterschiedliche Auswirkung auf den Gras- und Leguminosenanteil im Pflanzenbestand hat. Somit bestätigt sich die Hypothese A einer unterschiedlichen Artengruppenverteilung für diesen Zeitraum für den Leguminosen- und Grasanteil, nicht hingegen für den Kräuteranteil. Für den Kräuteranteil kann die Hypothese A nur für den Spätsommer angenommen werden, da die 3-Schnittnutzung zu einer deutlichen Zunahme der Kräuter führte.

6.2 Ernteertrag

Beide Nutzungsvarianten unterschieden sich nicht nur bei der Artengruppenverteilung in ihren Pflanzenbeständen, sondern auch in ihrer Ertragsleistung. Beim durchschnittlichen Jahresernteertrag zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen Kurzrasenweide und 3-Schnittnutzung. Der Ernteertrag der Kurzrasenweide belief sich auf 8.611 kg Tm/ha und lag somit hinter dem Ernteertrag der Schnittvariante mit 10.680 kg TM/ha zurück (Tabelle 11 im Anhang). Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass bei den Ernteerträgen die Bröckel- und Atmungsverluste nicht berücksichtigt sind. Diese Verluste während der Ernte können mit rund 15-30 % beziffert werden und fallen bei einer Beweidung der Grünlandfläche nicht bzw. in einem geringeren Umfang (ca. 10 %) an (STARZ, mündlich, 2010). Somit sind in der Praxis die Futtermengen, die den Tieren beim Weidegang zur Verfügung stehen, durchaus mit denen der 3-Schnittnutzung gleichzusetzen.

Vergleichbar hohe Erträge wie in einem Schweizer Kurzrasenweideversuch (THOMET et al., 2004, 338) im Berner Oberland (10.920 kg TM/ha bis 13.470 kg TM/ha) konnten am Moarhof auf der Kurzrasenweide nicht erreicht werden. Die Ertragsunterschiede sind auf unterschiedliche Standort- und Klimaverhältnisse zurückzuführen. Hingegen war der Ernteertrag der 3-Schnittnutzungsfläche mit anderen Versuchsergebnissen aus Österreich vergleichbar. PARTL (2008, 46) verglich verschiedene Standorte in Österreich bezüglich der Ertragsleistung von Dauerwiesenmischungen, allerdings unter konventionellen Bedingungen. An drei Standorten wurden bei 3-Schnittflächen im Mittel 10.880 kg TM/ha gemessen. In Bayern wurden auf 3-Schnittflächen mit 3 x 20 m³/ha Güllegaben im Jahr 10.490 kg TM/ha geerntet (SCHRÖPEL und DIEPOLDER, 2003, 125).

Umwelteinflüsse wie Temperatur, Strahlungsverhältnisse und Niederschläge sind meist die limitierenden Faktoren für das Graswachstum (THOMET und BLÄTTLER, 1998, 26). Für intensive genutzte Weidebestände werden Jahresniederschlagsmengen von mindestens 700 bis 900 mm benötigt (VOIGTLÄNDER und JACOB, 1987, 309). In der Vegetationsperiode 2009 lagen die Niederschläge über dem langjährigen Mittel vom rund 1.000 mm und waren damit ausreichend, um die Wasserversorgung der Kurzrasenweide zu gewährleisten. Wie die Niederschläge lagen auch die Temperaturen über den langjährigen Durchschnittswerten für die Region (siehe Abbildung 16, Seite 35).

In ihren Studien bescheinigen mehrere Autoren der Kurzrasenweide eine Sensibilität gegenüber Trockenperioden in den Sommermonaten (THOMET und HADORN, 2000, 218; MÜNGER, 2003, 3). Für die Ursachen der sogenannten Sommerdepression (sommerlicher Ertragsrückgang) gibt es unterschiedliche Erklärungsansätze. KLAPP (1971, 435) nennt neben der abnehmenden Wasserversorgung in den Sommermonaten die geringere Nitrifikation im Hochsommer als einen beschränkenden Faktor. VOIGTLÄNDER und JACOB (1987, 292) weisen

darauf hin, dass der Wachstumsrückgang im Sommer gleichzeitig mit dem Rückgang von Reservestoffvorräten und der Wurzelmasse einhergeht.

Für den vorliegenden Versuch kann der Ertragsrückgang auf der Kurzrasenweide in den Sommermonaten also nicht mit unzureichender Wasserversorgung des Pflanzenbestandes aufgrund von Trockenheit und zu niedrigen Temperaturen erklärt werden. Die saisonalen Schwankungen im Wachstumsverlauf und somit bei der Ertragsleistung der Kurzrasenweide können im vorliegenden Versuch auch nicht eindeutig auf die Veränderung der Wurzelmasse zurückgeführt werden. Am Moarhof wies der Wachstumsverlauf der Kurzrasenweide im Mai einen Höhepunkt mit nahezu 100 kg TM/ha pro Tag und einen zweiten weniger ausgeprägten Wiederanstieg des Graswachstums Anfang August auf (Abbildung 21, Seite 39). Die Wurzelmenge im gesamten beprobten Bodenraum von 0-20 cm zeigte jedoch bei der Kurzrasenweide einen kontinuierlichen Rückgang während der Weidesaison und somit keinen Wiederanstieg im Spätsommer wie beim oberirdischen Ertrag. Die Ableitung eines Zusammenhanges zwischen der oberirdischen Ertragsleistung und der Wurzelmasse ist allerdings kritisch zu betrachten. Bei der Feststellung des Ernteertrages zu einem bestimmten Zeitpunkt handelt es sich immer um die zugewachsene Menge von einem Erntetermin zum nächsten. Wird die Wurzelmasse mittels Bohrkernmethode erhoben, stellt dies immer nur eine Momentaufnahme der Mengen an Wurzeln zum Zeitpunkt der Probennahme dar. Daraus folgt, dass Veränderungen zwischen den Probeterminen nicht berücksichtigt werden. Um aussagekräftige Daten zu erhalten, empfiehlt sich eine Kombination von Bohrkern- und Netzstrumpfmethode, wie es auch SOBOTIK (2001, 15) vorschlägt.

Die Hypothese B, dass ein Unterschied zwischen den Nutzungssystemen bezüglich des Ernteertrages besteht, kann für die durchschnittlichen Jahresernteerträge angenommen werden. Die Kurzrasenweide lieferte bei den Beprobungsterminen im Juni und Juli signifikant niedrigere Erträge wie die 3-Schnittnutzungsfläche. Allerdings näherten sich die Ertragsunterschiede bis in den Spätsommer soweit an, sodass kein signifikanter Unterschied mehr festgestellt werden konnte. Für die Hypothese B gilt daher, dass sie für die Erntezeit im Juni und Juli durchaus angenommen werden kann. Bis zum Spätsommer erhöht die Kurzrasenweide ihre Ertragsleistung, somit muss die Hypothese B für diese Weideperiode verworfen werden.

6.3 Stoppelbiomasse

Die Nachwuchsleistung einer Grasnarbe steht im Zusammenhang mit der Restassimilationsfläche, die nach einer Nutzung auf der Fläche verbleibt. Für die Interpretation der Nachwuchsleistung einer Grasnarbe sind daher die nach einer Nutzung auf der Fläche verbleibenden Mengen an Stoppelmasse interessant. Die Angaben zu Stoppelbiomassemengen in der Literatur beziehen sich überwiegend auf Klee-grasgemenge aus dem Bereich Ackerbau. Diese Daten sind aber nur bedingt mit denen des Dauergrünlandes vergleichbar, da sich in diesen Beständen andere Bedingungen für die Pflanzen ergeben, wie z. B. Bodendichte, Trittbelastungen durch Weidetiere.

Für die vorliegende Untersuchung wurde bewusst die Menge der Stoppelbiomasse erhoben und nicht wie sonst oft in der Grünlandforschung üblich, die Triebdichte. Damit will man der Frage nachgehen, welche Menge an Biomasse nach der Nutzung tatsächlich auf der Fläche verbleibt. Einige Grünlandpflanzen zeigen nämlich in Weidebeständen mit niedriger Aufwuchshöhe eine andere Wuchsform als in einem hohen Wiesenbestand. So reagiert Weißklee auf intensive Beweidung mit einer flachen, an den Boden anliegenden Wuchsform und in einem Bestand mit hoher Aufwuchshöhe (z. B. Wiese) mit einer Verlängerung des Stängels und einer Vergrößerung der Blattfläche, um lichtbegünstigte Stellen im Bestand auszunützen (LEMAIRE und CHAPMAN, 1998, 18).

Im vorliegenden Versuch erfolgte die Probennahme der Stoppelbiomasse für beide Nutzungsvarianten bei einer einheitlichen Schnitthöhe von 7 cm. Nur so war es möglich, eine vergleichbare Aussage zu erzielen. Für Schnittnutzungsflächen wird diese Aufwuchshöhe als ideale Schnitthöhe für die Praxis empfohlen, um den Wiederaustrieb der Pflanzen nicht zu verlangsamen und die Pflanze zu schwächen (FISCH und BUHR, 2008, 1). Auf der Kurzrasenweide kommt diese Schnitthöhe der empfohlenen Wuchshöhe für die Weideführung gleich (6 bis 8 cm). Damit ist eine Schnitthöhe von 7 cm dem Weiderest auf der Kurzrasenweide gleichzusetzen.

Die Kurzrasenweide zeigte zu den Beprobungsterminen im Juni und im Juli keine signifikanten Unterschiede zur Stoppelbiomasse der 3-Schnittnutzungsfläche. Ab Juli stieg jedoch der Grasanteil auf der Kurzrasenweide an und die Grasnarbe verdichtete sich dadurch (siehe Tabelle 10 im Anhang). Damit konnte im September auf der Kurzrasenweide eine signifikant höhere Menge an Stoppelbiomasse festgestellt werden als auf der 3-Schnittnutzungsfläche (siehe Tabelle 7, Seite 40). Daraus kann geschlossen werden, dass im Spätsommer bei der Beweidung eine höhere Menge an photosynthetisch aktiver Blattmasse zurückbleibt, die auf das Nachwuchsvermögen der Futterpflanzen einen fördernden Einfluss hat. Nach VOIGTLÄNDER und JACOB (1985, 272) hängt der Regenerationsverlauf einer Grasnarbe nach einer Nut-

zung von der Restassimilationsfläche ab, die für den Wiederaustrieb zur Verfügung steht. In Weidebeständen etablieren sich vor allem Untergräser, wie das bodenblattreiche Englische Raygras und der niederwüchsige Weißklee. Dadurch ist die Stoppelbiomasse auf einer Kurzrasenweide in der Regel blattreicher als die einer 3-Schnittnutzungsfläche. Die Pflanzen können nach der Nutzung sofort wieder mit der Assimilation und dem Aufbau neuer Blattfläche beginnen. Auf Schnittnutzungsflächen dominieren vor allem Obergräser im Bestand, die bodenblattarme Wuchsformen zeigen. Nach der Entfernung der oberirdischen Blattmasse durch die Mahd bleibt nur mehr die Stängelbasis auf der Fläche zurück. Die Pflanze muss für den Aufbau neuer Blattmasse eingelagerte Reservestoffe aktivieren. Der Beginn der Photosynthese verzögert sich dadurch.

Bei beiden Nutzungsvarianten gingen die Stoppelmassen von der ersten bis zur zweiten Probenahme zurück, erreichten im Juli den Tiefstwert und stiegen bis Mitte September zum Jahreshöchstwert an. Vergleicht man diesen Ablauf mit den Ernteerträgen (Abbildung 20, Seite 39), fällt auf, dass bei der Kurzrasenweide die Entwicklung von Stoppelbiomasse und der Ernteertrag ident verlief. Wenn sich also die Pflanzen durch ständige Beweidung während der gesamten Weidesaison im vegetativen Wachstumsstadium befinden und eine dichte Grasnarbe bilden (= hohe Menge an Stoppelbiomasse), ist eine hohe Ertragsleistung gewährleistet.

Für die 3-Schnittnutzungsfläche ist diese Interpretation nicht zutreffend, da der höchste Ernteertrag im Juni nicht mit der höchsten Stoppelmenge zusammenfällt. Bei der Ernte des ersten Aufwuchses im Juni befinden sich die Gräser (größtenteils Obergräser) im generativen Wachstum. Der Pflanzenbestand produziert dadurch hohe Mengen an oberirdischer Biomasse bei geringer Stoppelmenge. Der Zusammenhang zwischen oberirdischer Ertragsleistung und der Menge an Stoppelbiomasse ist also vom Wachstumsstadium, in dem sich die Pflanzen befinden, und der Artenzusammensetzung des Bestandes abhängig.

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass die Beweidung bzw. die Schnittnutzung bis in den Spätsommer hinein keinen signifikanten Einfluss auf die Stoppelbiomasse bewirkt. Erst ab Mitte September konnte auf der Weide eine signifikant höhere Stoppelbiomasse festgestellt werden, die auf der Kurzrasenweide zu einer höheren Ertragsleistung führte und eine dichte, stabile Grasnarbe bildete.

Die Hypothese C einer höheren Produktion von Stoppelbiomasse durch Weidenutzung, kann also nur für den Spätsommer angenommen werden.

6.4 Unterirdische Biomasse

Im vorliegenden Versuch wurde der Bodenraum von 0 bis 20 cm untersucht. Diese Bodentiefe wurde gewählt, da sich die Hauptwurzelmasse eines Grünlandbestandes abhängig von der Nutzungsintensität in den oberen 5 bis ca. 15 cm des Bodens befindet (VOIGTLÄNDER und JACOB, 1987, 259). Die Auswertung erfolgte für den gesamten Wurzelraum von 0 bis 20 cm und für die einzelnen Bodenhorizonte von 0 bis 10 cm und 10 bis 20 cm.

Der Hauptanteil der Wurzelmasse (rund 97 %) war bei beiden Nutzungsvarianten im obersten Bodenhorizont (0-10 cm) zu finden, während die darunterliegende Bodenschicht (10-20) nur mehr geringe Mengen (rund 3 %) aufwies. Diese Beobachtung spiegelte die allgemeine Tendenz der Wurzelverteilung unter Grünlandbeständen wieder und wurde in mehreren Versuchen bestätigt (KMOCH et al., 1975, 128; THOMET et al., 2000, 222; DEINUM, 1985, 380; KLAPP, 1971, 80; SOBOTIK, 2001, 9). In der vorliegenden Untersuchung ist die vermehrte Akkumulation an Wurzeln im obersten Bodenhorizont auf den hohen Gras- und Leguminosenanteil im Pflanzenbestand zurückzuführen (Abbildung 17 und Abbildung 18, Seite 37), da Pflanzenbestände auf intensiv genutzten Grünlandflächen einen Rückgang der Obergräser zu Gunsten der flachwurzelnden Untergräser und des flachwurzelnden Weißklee verzeichnen (KLAPP, 1971, 392).

Die Wurzelmenge korreliert eng mit dem Wachstumsverlauf der oberirdischen Biomasse und zeigt somit eine ähnliche, wenn auch etwas zeitversetzte Schwankung. Diese Feststellung von KMOCH et al., (1975, 135) konnte in den untersuchten Bodenhorizonten nur bedingt beobachtet werden. Der Ernteertrag der Weide zeigte im Untersuchungszeitraum eine Schwankung mit dem Tiefstwert im Juli und einem darauffolgenden Wiederanstieg (Tabelle 11 im Anhang), währenddessen die Wurzelmasse (Horizont 0-20 cm) im Laufe der Weidesaison kontinuierlich zurückging. Ein Anstieg der Ernteerträge bei gleichzeitigem Rückgang der Wurzelmasse deutet darauf hin, dass eine permanente Entfernung der oberirdischen Pflanzenorgane durch den Verbiss bei Beweidung zu einer Reduktion der Wurzelmasse führt.

Diese Annahme wird auch von VOIGTLÄNDER UND JACOB (1985, 274) dargestellt, wonach die Bildung der Wurzelmasse eng mit der Intensität der oberirdischen Nutzung zusammenhängt, da bei einer Entfernung der oberirdischen Blattmasse durch Weide oder Schnitt beim Wiederaustrieb der Sprosssteil gegenüber dem Wurzelbereich bevorzugt mit Assimilaten versorgt wird. Dadurch schränkt sich das Wurzelwachstum bei Gräsern unverzüglich ein. Dieser Zusammenhang erklärt auch den starken Rückgang der Wurzelmasse im Bodenhorizont 10-20 cm auf der Weidefläche nach der ersten Probennahme. Durch die starke Beweidung im Frühjahr (Weidebeginn Mitte April) wird die Bestockung vor allem des Englischen Raygrases gefördert und die Pflanze zur Blattflächenproduktion angeregt. Daraufhin vermindert bzw.

verflacht sich die Wurzelmasse des Grases. Die Wurzelmasse bleibt nach dem Rückgang in diesem Bodenhorizont auf einem niedrigen Niveau, da die oberirdische Blattmasse einer Kurzrasenweide durch die starke Beweidung ständig entfernt wird.

Die Schnittnutzungsfläche zeigte in diesem Bodenhorizont (10-20 cm) einen geringeren Rückgang der Wurzelmasse vom ersten zum zweiten Probetermin, da die erste Nutzung erst Anfang Juni erfolgte. Insgesamt verlief der Rückgang der Wurzelmasse im gesamten Untersuchungszeitraum bei 3-Schnittnutzung kontinuierlicher als bei der Kurzrasenweide, da zwischen den Nutzungen immer ausreichende Ruhezeiten vorhanden waren, die es den Pflanzen ermöglichte, Reservestoffe in die Wurzeln einzulagern. Außerdem wurde auf der Schnittnutzungsfläche ein höherer Anteil an tiefer wurzelnden Kräutern und Gräsern in diesem Bodenhorizont festgestellt als auf der Kurzrasenweide (Tabelle 18 im Anhang), die zu einer höheren Menge an Wurzeln in diesem Bodenhorizont führten.

Der Hauptanteil der Wurzelmasse (97 %) konzentrierte sich bei beiden Nutzungssystemen im Bodenhorizont von 0-10 cm. Der Anteil von 3 % im darunterliegenden Bodenhorizont veränderte daher nicht maßgeblich die Wurzelmenge im gesamten beprobten Wurzelraum (0-20 cm). Für den gesamten beprobten Wurzelraum und für den Bodenhorizont von 0 bis 10 cm kann daher die Hypothese D einer Gleichheit der Wurzelmasse zwischen Kurzrasenweide und 3-Schnittnutzung angenommen werden, da zu den drei Beprobungsterminen statistisch keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden konnten.

Für den darunterliegenden Bodenhorizont von 10-20 cm muss allerdings die Hypothese D verworfen werden. Hier treten mit zunehmender Nutzungsdauer große Unterschiede zwischen Kurzrasenweide und 3-Schnittnutzung zutage.

6.5 Gesamtbiomasse-Ertrag

Mit der Erhebung der oberirdischen und den unterirdischen Biomassedaten war es möglich, die Gesamtbiomasseleistungen der beiden Nutzungsvarianten zu den einzelnen Probeterminen gegenüberzustellen. Zu den Probeterminen im Juni und im Juli unterschieden sich die beiden Nutzungsvarianten signifikant bei der Gesamtbiomasseproduktion. Im Spätsommer war die Kurzrasenweide in der Lage, die gleichen Gesamtbiomassemengen, wie die 3-Schnittnutzung zu produzieren.

Über den gesamten Untersuchungszeitraum gesehen, zeigte die 3-Schnittnutzungsfläche einen gleichmäßigeren Verlauf bei der Biomasseproduktion. Die Kurzrasenweide wies im Gegensatz dazu höhere saisonale Schwankungen auf (siehe Abbildung 25, Seite 44). Diese Tatsache lässt den Schluss zu, dass die Schnittnutzungsvariante weniger sensibel auf Um-

welteinflüsse reagiert als eine Kurzrasenweide oder umgekehrt eine intensive Beweidung einen stärkeren Einfluss auf einen Grünlandbestand hat als eine Schnittnutzung.

Besonders auffallend waren die geringen Werte der Kurzrasenweide im Sommer zur zweiten Probennahme. Da die Niederschläge in diesem Zeitraum ausreichend waren, könnte die Ursache, wie bereits in Kapitel 6.2 besprochen, ein durch permanente Beweidung ausgelöster Rückgang der Reservestoffe und der Wurzelmasse sein. Wie auch die zitierten Autoren in ihren Studien vermerken, gibt es zu den auslösenden Faktoren eines sommerlichen Ertragsrückgangs auf Weiden unterschiedliche Erklärungsansätze (z. B. geringe Niederschläge, geringere Nitrifikation in den Sommermonaten, Rückgang der Reservestoffvorräte und der Wurzelmasse).

7 Schlussfolgerungen

In der Vegetationsperiode 2009 wurden am Bioinstitut des Lehr- und Forschungszentrums für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein in einem Grünlandversuch eine biologisch bewirtschaftete Kurzrasenweide und eine 3-Schnittnutzungsfläche gegenübergestellt, um die Eignung der Kurzrasenweide für Grünlandstandorte im ostalpinen Raum zu prüfen. Über die Feststellung der ober- und unterirdischen Biomasseproduktion beider Nutzungssysteme kann die Kurzrasenweide als geeignetes Nutzungssystem für biologisch bewirtschaftete Grünlandflächen empfohlen werden.

Die Art der Nutzung hat einen Einfluss auf die Artengruppenverteilung innerhalb eines Grünlandbestandes. Durch den Anstieg des Grasanteils bildet die Kurzrasenweide eine dichte Grasnarbe und minimiert die Verunkrautung. Die Kurzrasenweide hat eine hohe Regenerationskraft und ist in der Lage, kurzfristig durch Viehtritt auftretende offene Stellen rasch wieder zu schließen. Weiters kann die Kurzrasenweide aufgrund des hohen Leguminosenanteils über annähernd die gesamte Weidesaison qualitativ hochwertiges Futter produzieren.

Unter biologischen Bedingungen im ostalpinen Raum erzielt die Kurzrasenweide ungefähr 20 % niedrigere Jahresernteerträge als die 3-Schnittnutzung. Dennoch stehen den Betrieben bei beiden Nutzungssystemen die gleichen Futtermengen für die Nutztierfütterung zur Verfügung, da beim Schnittgut noch Ernteverluste (Bröckel- und Atmungsverluste) in der Höhe von 15-30 % berücksichtigt werden müssen.

Geringe saisonale Schwankungen beim Ertragszuwachs der Kurzrasenweide garantieren eine gleichmäßige Futterproduktion von Beginn der Weideperiode bis in den Herbst.

Bei der Stoppelbiomasse unterscheiden sich die beiden Nutzungsvarianten erst im Spätsommer. Die Kurzrasenweide entwickelt zu diesem Zeitpunkt eine höhere blattreiche Stoppelbiomasse (Weißklee, Untergräser), welche sich positiv auf das Nachwuchsvermögen des Pflanzenbestandes auswirkt, da genügend Restassimilationsfläche für den Wiederaustrrieb vorhanden ist und somit die Photosynthese nicht unterbrochen wird.

Die Kurzrasenweide zeigt gegenüber der 3-Schnittnutzung keine Veränderung in der Verteilung und der Menge der Wurzelbiomasse im Bodenhorizont 0-10 cm sowie im gesamten Wurzelraum von 0-20 cm, da bei intensiver Nutzung und Düngung die Nährstoffe und somit auch der Hauptanteil der Wurzelmasse in der obersten Bodenschicht konzentriert sind. Der Pflanzenbestand der Kurzrasenweide ist daher in der Lage, gleich hohe Nährstoffmengen für die oberirdische Ertragsbildung aufzunehmen wie der Bestand der 3-Schnittnutzungsfläche. Im Sommer hat die Nutzungsvariante einen Einfluss auf die Wurzelbiomasse im Bodenhorizont von 10-20 cm. Da sich in dieser Bodentiefe aber nur ein geringer Anteil an Feinwurzeln (3 %) befindet und die Ernteerträge der Kurzrasenweide in diesem Zeitraum anstiegen, dürfte die Ertragsbildung vorrangig von der Wurzelmasse im Bodenhorizont von 0-10 cm abhängig sein.

Mit der Bohrkernmethode erhobene Wurzelproben stellen immer nur eine Momentaufnahme der Wurzelmasse zum Beprobungszeitpunkt dar. Der Zuwachs zwischen den Beprobungsterminen kann damit nicht erhoben werden. Für weitere Forschungen empfiehlt es sich daher, die Bohrkernmethode gemeinsam mit der Netzstrumpfmethode anzuwenden. Damit könnte der Wachstumsverlauf der Wurzelmasse während der Vegetationsperiode abgebildet und dem Wachstumsverlauf des oberirdischen Aufwuchses gegenübergestellt werden. Dadurch könnte eine Aussage über die Korrelation von Ertragsleistung und Wurzelmenge getroffen werden.

Bei entsprechendem Weidemanagement garantiert die praktische Umsetzung des Kurzrasenweidesystems dem/der BiolandwirtIn im ostalpinen Raum, die Erhaltung der Ertragsstabilität seiner/ihrer Grünlandflächen bei ausgeglichener Artengruppenverteilung.

8 Zusammenfassung

Die vorliegende Masterarbeit untersuchte die Biomasseproduktion einer Kurzrasenweide und einer 3-Schnittnutzungsfläche in der Vegetationsperiode 2009. Das Ziel war die Feststellung, ob sich die Kurzrasenweide im Vergleich zur 3-Schnittnutzung als passendes Nutzungssystem unter biologischen Bedingungen im ostalpinen Raum eignet. Dafür wurden die Parameter Artengruppenverteilung, Ernteertrag, Stoppelbiomasse und Wurzelmasse bis in eine Bodentiefe von 20 cm erhoben und die Ergebnisse gegenübergestellt. Der Versuch wurde im Rahmen eines dreijährigen Forschungsprojektes am zertifizierten Biohof des Instituts für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere des Lehr- und Forschungszentrums für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein durchgeführt.

Die Versuchsfläche befand sich auf einer Kurzrasenweide, die mit Milchkühen beweidet wurde. Im Jahr 2005 erfolgte auf dieser Fläche eine Über- bzw. Nachsaat mit verschiedenen Einsaatmischungen. Für die Untersuchung wurden die Parzellen mit der ÖAG Mischung für Dauerwiesen und Dauerweiden (ohne Klee) in sechsfacher Wiederholung beprobt. Die Versuchsfläche war in einer Blockanlage angelegt und in drei Querstreifen unterteilt, wobei der mittlere Streifen schnittgenutzt und die beiden äußeren beweidet wurden. Der Schnittnutzungsstreifen blieb permanent von der Beweidung ausgezäunt. Für die Beprobung der Weidestreifen wurden diese abwechselnd mit dem Schnittnutzungsstreifen von der Beweidung ausgezäunt. Auf den Versuchsflächen wurde insgesamt 130 kg Stickstoff pro Hektar gedüngt. Jede Probennahme gliederte sich in die Vorgänge: Bestimmung der Artengruppenverteilung nach BRAUN-BLANQUET, Beprobung des Ernteertrages und der Stoppelbiomasse, Entnahme der Wurzelmasse mittels Bohrkernmethode und Bestimmung der Trockenbiomasse.

Im Frühjahr und im Sommer unterschieden sich die Kurzrasenweide und die 3-Schnittnutzung signifikant bei den Anteilen an Gräsern und Leguminosen. Bis Spätsommer hin glich sich dieser Unterschied aus, da die Beweidung zu einer Erhöhung des Grasanteils führte. Gleichzeitig verringerte sich durch die Schnittnutzung der Grasanteil durch vermehrtes Aufkommen von Kräutern. Die extrem feuchte Witterung im Frühsommer führte kurzfristig zu einem höheren Anteil an offenen Stellen auf der Kurzrasenweide. Die Grasnarbe der Kurzrasenweide war aber in der Lage, diese innerhalb weniger Wochen zu schließen.

Die durchschnittlichen Jahresernteerträge lagen bei der Kurzrasenweide (8.610 kg TM/ha) deutlich niedriger als bei der 3-Schnittnutzungsfläche (10.680 kg TM/ha). Die

Kurzrasenweide zeigte über die gesamte Weideperiode einen gleichmäßigeren Verlauf bei der Ertragsleistung als die 3-Schnittvariante.

Während der gesamten Weideperiode konnten auf der Kurzrasenweide tendenziell höhere Stoppelbiomassemengen festgestellt werden als auf der 3-Schnittnutzungsfläche. Im Spätsommer war die Stoppelbiomasse der Kurzrasenweide signifikant höher.

Der Hauptanteil der Wurzelmasse konzentrierte sich bei der Kurzrasenweide sowie bei der 3-Schnittnutzung im obersten Bodenhorizont von 0-10 cm. Dies entsprach der in der Literatur beschriebenen Wurzelverteilung von intensiv genutzten Grünlandbeständen. Es konnte festgestellt werden, dass die Nutzungsart keinen Einfluss auf die Wurzelmenge im Bodenhorizont von 0-10 cm hat, sehr wohl aber in der darunterliegenden Schicht. Hier zeigte sich unter der beweideten Fläche ein starker Rückgang in den Sommermonaten. Der Pflanzenbestand der Schnittnutzungsfläche wies aufgrund des höheren Anteils an tiefer wurzelnden Gräsern und Kräutern mehr Wurzeln in diesem Horizont auf.

Die Kurzrasenweide produzierte zwar insgesamt geringere Mengen an oberirdischer bzw. unterirdischer Biomasse als die 3-Schnittnutzungsfläche, dennoch war dieses Nutzungssystem bei ausreichenden Niederschlägen in der Lage, die Schwankungen im Laufe der Vegetationsperiode wieder auszugleichen. Die Kurzrasenweide zeigte somit auf diesem Standort eine ausreichende Stabilität, um über die gesamte Weideperiode entsprechende Erträge zu garantieren. Aufgrund der stabilen Ertragsleistung kann die Kurzrasenweide als geeignetes Nutzungssystem für biologisch bewirtschaftete Weideflächen im ostalpinen Raum angesehen werden.

9 Literaturverzeichnis

BLUME, H. P.; BRÜMMER, G. W.; HORN, R.; KANDELER, E.; KÖGEL-KNABNER, I.; KRETZSCHMAR, R.; STAHR, K.; WILKE, B. M.; THIELE-BRUHN, S. und WELP, G. (2009): Lehrbuch der Bodenkunde. Neubearb.; erw. Aufl.; Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

BMLFUW - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2006): Richtlinien für die sachgerechte Düngung. 6. Aufl., Wien: Selbstverlag.

BMLFUW - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2008): Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung 2008. 2. Aufl., Wien: Selbstverlag.

DAWSON, L. A.; GRAYSTON, S. J. and PATERSON, E. (2000): Effects of Grazing on the Roots and Rhizosphere of Grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; DE MORAES, A.; NABINGER, C. and DE F. CARVALHO, P. C. (2000): Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. Oxon, New York: CABI Publishing.

DEINUM, B. (1985): Root mass of grass swards in different grazing systems. Netherlands Journal of Agricultural Science 33 (1985), 377-384.

DIETL, W. und LEHMANN, J. (2004): Ökologischer Wiesenbau – Nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag.

DIEPOLDER, M. (2006): Aspekte der Grünlandnutzung in Bayern. In: HABER, W.; BAYER, E. und DEIGELE, C. (Hrsg.): Rundgespräche der Kommission für Ökologie – Gräser und Grasland: Biologie – Nutzung – Entwicklung. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 93-110.

DIEPOLDER, M. (2004): Anforderungen an eine intensive und nachhaltige Grünlandwirtschaft. Veröffentlicht von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft – LfL, In: <http://www.lfl.bayern.de/iab/gruenland/13763/index.php> (10.2.2010).

DIEPOLDER, M.; JAKOB, B. und SCHWERTFIRM, R. (2006): Die Dynamic einer Wiesenrispen-Ansaat mit und ohne Beimischung von Weißklee. Veröffentlicht von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft - Lfl, In: <http://www.lfl.bayern.de/iab/gruenland/19630/> (4.5.2009).

EBOD (2009): Digitale Bodenkarte von Österreich. Veröffentlicht vom Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landwirtschaft (BFW), In:

http://gis.lebensministerium.at/eBOD/frames/index.php?PHPSESSID=f482229e96c6a4c849c8d4ee2bece3c4&gui_id=eBOD (4.1.2010).

EG (2007): Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91.

ELSÄSSER, M. (1995): Die Pflanzenarten im Grünland und deren Beeinflussung. In: MANUSCH, P. und PIERINGER, E. (Hrsg.): Ökologische Grünlandbewirtschaftung. Heidelberg: C. F. Müller Verlag.

FISCH, R. und BUHR, F. (2008): Schnitthöhe richtig gemacht! In: http://www.dlr.rlp.de/Internet/global/inetcntr.nsf/dlr_web_full.xsp?src=66304Q5Q3C&p1=W7VCY8525S&p4=V79N98FIU0 (23.2.2010).

GALLER, J. (2005): Müssen Gräser aussamen? In: <http://land.lebensministerium.at/article/articleview/36286/1/4996> (21.2.2010).

GRÜNER BERICHT (2009): Grüner Bericht 2009 – Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Veröffentlicht vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft - BMLFUW, In: <http://www.gruenerbericht.at> (31.1.2010).

HÄUSLER, J.; VELIK, M.; RESCH, R.; STEINWIDDER, A.; GASTEINER, J. und EINGANG, D. (2008): Systemvergleich Kurzrasenweide – Koppelweide. In: http://www.raumberg-gumpenstein.at/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=61&Itemid=196 (21.1.2010).

KIRNER, L. (2008): Ökonomie. In: Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 10271: Untersuchung zur Vollweidehaltung von Milchkühen unter alpinen Produktionsbedingungen. Irdring: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

KLAPP, E. (1971): Wiesen und Weiden – Eine Grünlandlehre. Berlin, Hamburg: Verlag Paul Parey.

KMOCH, G. H.; HALFMANN, H. H. und SIEVERS, A. (1975): Jahreszeitliche Entwicklung der Wurzelmasse unter einer Weide in der Kölner Bucht. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 105, Heft 2, 121-144.

KOCH, B. (1996): Die Weide - Grundlagen, Weidesysteme und Umtriebsweide für Milchkühe. AGFF (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues), Merkblatt 1, 4. Auflage., Zürich: FAL Zürich-Reckenholz.

KRAUTZER, B.; LEONHARD, C.; BUCHGRABER, K. und LUFTENSTEINER, H. (2007): Handbuch für ÖAG-Empfehlungen von ÖAG-kontrollierten Qualitätssaatgutmischungen für das Dauergrünland und den Feldfutterbau (Mischungssaison 2008/09/10). Hrsg.: Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (ÖAG) – Fachgruppe Saatgutproduktion und Züchtung von Futterpflanzen. Gumpenstein.

KUUSELA, E. (2004): Grazing management for Nordic organic dairy farming. Joensuu: Phd Diss. University of Joensuu.

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

LEMAIRE, G. and CHAPMAN, D. (1998): Tissue Flows in Grazed Plant Communities. In: HODGSON, J. and ILLIUS, A. W. (Editor): The Ecology and Management of Grazing Systems. Oxon, New York: CAB International, 3-36.

LEX, J. (1995): Besondere Bedeutung des Weißkleees im ökologischen Landbau. In: MANUSCH, P. und PIERINGER, E. (Hrsg.): Ökologische Grünlandbewirtschaftung. Heidelberg: C. F. Müller Verlag.

MANUSCH, P. und PIERINGER, E. (1995): Möglichkeiten der Grünlandverbesserung im ökologischen Landbau. In: MANUSCH, P. und PIERINGER, E. (Hrsg.): Ökologische Grünlandbewirtschaftung. Heidelberg: C. F. Müller Verlag.

MÜNGER, A. (2003): Intensive Milchproduktion und maximale Weidenutzung – Möglichkeiten, Grenzen, spezielle Fütterungsaspekte. In: Bericht BAL, 30. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 24. – 25. April 2003, Irdning: Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein.

NEFF, R. (2005): Grünlandnutzung als Weide, Mähweide oder Wiese. In: Merkblätter Grünlandwirtschaft und Futterbau, 4. Aufl.; Heft 11, Hessen: Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen.

NEWTON, J. (2001): Organic Grassland. Lincoln: Chalcombe Publications.

PARTL, C. (2008): Ein Vergleich internationaler Dauerwiesenmischungen im Hinblick auf Ausdauer, Ertrag und Futterqualität im Alpenraum. Wien: Diss. Universität für Bodenkultur.

PÖTSCH, E. M.; SCHWAB, E. und SCHWAIGER, E. (2008): Pflanzenbestandsentwicklung. In: Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 10271: Untersuchungen zur Vollweidehaltung von Milchkühen unter alpinen Produktionsbedingungen. Irdning: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

RIEDER J. B. (1996): Auswirkung von Beweidung und Schnittnutzung auf die Qualität der Grasnarbe. In: BAL Bericht über das Alpenländische Expertenforum, 5. – 6. September 1996: Erhaltung und Förderung der Grasnarbe. Irdning: Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein.

SCHECHTER, G. (1957): Grünlandsoziologische Bestandsaufnahme mittels „Flächenprozent-schätzung“. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 105, 3-43.

SCHORI, F. (2009): Weidebesatzstärken: Auswirkung auf Milchleistung und Grasqualität. Agrarforschung 16 (11-12), 436-441.

SCIMONE, M.; ROOK, A. J.; GAREL, J. P. und SAHIN, N. (2007): Effects of livestock breed and grazing intensity on grazing systems: 3. Effects on diversity of vegetation. Grass and Forage Science 62, 172-184.

SCHRÖPEL, R. und DIEPOLDER, M. (2003): Auswirkungen unterschiedlicher Stufen der Grünlandextensivierung bei einer nativen Weidelgras-Weißklee-Weide im Allgäuer Alpenvorland. In: Mitteilungen Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 2003, 47. Jahrestagung vom 28. bis 30. August 2003, Band 5, Giessen: Wissenschaftlicher Fachverlag Giessen, 123-126.

SMUCKER, A. J. M.; MC BURNEY, S. L. and SRIVASTAVA, A. K. (1982): Quantitative separation of roots from compacted soil profiles by the hydropneumatic elutriation system. Agronomy Journal 74, 500-503.

SOBOTIK, M. (2001): Wurzelbildung in Abhängigkeit von Jahreslauf und Standort am Grünland. In: Abschlussbericht des Projektes BAL 21 01/98. Irdning: Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein.

STARZ, W. (2010): Mündliche Mitteilung vom 31.3.2010.

STARZ, W. (2010): Mündliche Mitteilung vom 15.4.2010.

STARZ, W. (2009): Auswirkungen der Grünlandnachsaat in einer Kurzrasenweide bei Biologischer Bewirtschaftung. In: Zwischenbericht Bio Kuwei Nachsaat, Projekt Nr. 100230/1. Irdning: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

STARZ, W. und PFISTER, R. (2008): Weidemanagement und Weideerfahrungen. In: Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 10271: Untersuchungen zur Vollweidehaltung von Milchkühen unter alpinen Produktionsbedingungen. Irdning: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

STARZ, W. und STEINWIDDER, A. (2007): Stickstoffflüsse auf der Weide bei Vollweidehaltung im alpinen Raum Österreichs. In: ZIKELI, S.; CLAUPEIN, W.; DABBERT, S.; KAUFMANN, B.; MÜLLER, T. und VALLE ZÁTATE, A. (Hrsg.): Zwischen Tradition und Globalisierung. Bd. 1 - Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Berlin: Verlag Köster, 17-20.

STEINWIDDER, A. und STARZ, W. (2008): Ergebnisse der Betriebsbefragung nach Projektende. In: Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 10271: Untersuchung zur Vollweidehaltung von Milchkühen unter alpinen Produktionsbedingungen. Irdning: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

STEINWIDDER, A.; STARZ, W. und PFISTER, R. (2008): Betriebs- und Tiermanagement. In: Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 10271: Untersuchung zur Vollweidehaltung von Milchkühen unter alpinen Produktionsbedingungen. Irdning: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

THOMET, P. (2005): Angepasste Vollweidehaltung – Boden, Pflanze und Ökologie. In: Bericht über die Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft: „Low-Input“ Milchproduktion bei Vollweidehaltung – Eiweißversorgung in der biologischen Nutztierfütterung. 9. - 10. November 2005. Irdning: Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, 11-16.

THOMET, P. und BLÄTTLER, T. (1998): Graswachstum als Grundlage für die Weideplanung. Agrarforschung 5(01), 25-28.

THOMET, P.; HADORN, M.; TROXLER, J. und KOCH, B. (2000): Entwicklung von Raygras/Weißklee-Mischungen bei Kurzrasenweide. Agrarforschung 7 (5), 218-223.

THOMET, P. und HADORN, M. (2000): Leistungsvergleich zwischen Kurzrasen- und Umtriebsweide mit Ochsen. Agrarforschung 7 (10), 472-477.

THOMET, P.; BLÄTTLER, T.; HADORN, M.; MÜNGER, A.; MOSIMANN, E. und PITT, J. (2003): Saisonale Vollweide-Milchproduktion - Mit Blockabkalbung im Frühjahr. AGFF (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues), Merkblatt 1c, Zürich: FAL Zürich-Reckenholz.

THOMET, P.; LEUENBERGER, S. UND BLAETTLER, T. (2004): Projekt Opti-Milch: Produktionspotenzial des Vollweidesystems. Agrarforschung 11 (8), 336-341.

THOMET, P.; STETTLER, M.; HADORN, M. und MOSIMANN, E. (2007): N-Düngung zur Lenkung des Futterangebotes von Weiden. Agrarforschung 14 (10), 472-477.

TROXLER, J. und MOSIMANN, E. (2008): Influence du système de pâturage sur la végétation d'une ancienne prairie semée. Revue suisse Agriculture 40(3), 117-119.

UMWELTINFORMATION STEIERMARK (2009): Klimaregionen der Steiermark. Veröffentlicht vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung – Fachabteilung 17A, In: <http://www.umwelt.steiermark.at/cms/ziel/25206/DE/> (5.11.2009).

VOIGTLÄNDER, G. und JACOB, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Stuttgart: Ulmer Verlag.

WEIß, D. und THOMET, P. (s.a.): Niedrige Kosten durch Vollweidehaltung – Die Eckpunkte der praktischen Umsetzung. In: http://www.aktivdrei.de/files/vollweide_umsetzen_weiss_thomet.pdf (4.2.2010).

WRIGHT, I. A. (2005): Future Prospects for Meat and Milk from Grass-based Systems. In: REYNOLDS, S. G. and FRAME, J. (Editor): Grasslands: Developments Opportunities Perspectives. Enfield, Plymouth: Science Publishers, Inc. 161-179.

ZAMG (2010): Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. Klimadaten von Österreich.

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Vor- und Nachteile einer Kurzrasenweide	9
Tabelle 2:	Veränderung des Pflanzenbestandes von Wiesen bei Erhöhung der Schnitthäufigkeit	11
Tabelle 3:	Auflistung des verwendeten Saatgutes und der Einsaattechnik für die verschiedenen Parzellen	21
Tabelle 4:	Zusammensetzung der verwendeten ÖAG-Nachsaatmischung für Dauerwiesen und Dauerweiden (ohne Klee).....	21
Tabelle 5:	Zeitliche Durchführung der einzelnen Arbeitsschritte auf den Versuchsflächen	25
Tabelle 6:	Düngeplan der Weide- und Schnittnutzungsparzellen	26
Tabelle 7:	Biomasse der Stoppeln (TM kg/ha) bei einer Aufwuchshöhe von 7 cm	40
Tabelle 8:	Wurzel-Trockenmasse in kg/ha im Horizont 0-20 cm.....	41
Tabelle 9:	Anhang - Klimadaten der Wetterstation Gumpenstein; Langjährige Mittelwerte (1971-2000) und Versuchsjahr 2009	66
Tabelle 10:	Anhang – Artengruppenverteilung in Flächenprozent	67
Tabelle 11:	Anhang - Ernteerträge (TM kg/ha) beider Nutzungsvarianten.....	68
Tabelle 12:	Anhang - Wurzel-Trockenmasse in kg/ha im Horizont 0-10 cm	68
Tabelle 13:	Anhang - Wurzel-Trockenmasse in kg/ha im Bodenhorizont 10-20 cm	69
Tabelle 14:	Anhang – Gesamtbiomasse (ober- und unterirdisch) der Kurzrasenweide und der 3-Schnittnutzungsfläche	69
Tabelle 15:	Anhang - Gesamtbiomasse (oberirdisch) der Kurzrasenweide und der 3-Schnittnutzung.....	70
Tabelle 16:	Anhang – Auflistung der Biomassemengen nach den einzelnen Parametern ..	70
Tabelle 17:	Anhang - Pflanzenbestandsaufnahme Beifeld – 3-Schnittnutzung	71
Tabelle 18:	Anhang - Pflanzenbestandsaufnahme Beifeld - Kurzrasenweide	72

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Auswirkungen der Besatzstärke auf Grasnarbe und Produktivität der Weide in den einzelnen saisonalen Abschnitten	8
Abbildung 2:	Verteilung der Wurzelmasse in den einzelnen Bodenhorizonten einer 5jährigen Grasnarbe.....	15
Abbildung 3:	Entwicklung der Wurzeltrockenmasse nach 4-jähriger unterschiedlicher Nutzungsart und Nutzungshäufigkeit.....	16
Abbildung 4:	Jahreszeitlicher Verlauf des unterirdischen Biomassezuwachses einer Wiesenfläche in den Bodenhorizonten 0-10 cm und 10-20 cm	18
Abbildung 5:	Mittlere Monatssumme der Niederschläge und durchschnittliche Tagesmitteltemperaturen der Wetterstation Gumpenstein im Zeitraum 1971 – 2000.....	20
Abbildung 6:	Versuchsanlage auf dem Beifeld.....	22
Abbildung 7:	Skizzierter Ablauf der Versuchsdurchführung auf den Probeflächen	23
Abbildung 8:	Versuchsanlage Beifeld - Schnittstreifen mit den angrenzenden Weidestreifen beim ersten Aufwuchs	23
Abbildung 9:	Adaptierter Versuchsplan. Die beprobten Parzellen in sechsfacher Wiederholung sind färbig hervorgehoben; graue Felder = nicht beprobte Parzellen (verkleinert dargestellt).....	24
Abbildung 10:	Beweidungsplan der Kurzrasenweide in der Vegetationsperiode 2009	27
Abbildung 11:	Beprobungsplan einer Einzelparzelle (grün umrandet = Erntefläche des Schnittgutes, blau = Entnahmestellen der Stoppelbiomasse, orange = Einstiche mit Wurzelbohrer Ø 6,2 cm).....	29
Abbildung 12:	Erntefläche (3,16 m ²) für die Probennahme des Erntegutes auf der Weidefläche.....	30
Abbildung 13:	Probennahme der Stoppelbiomasse	31
Abbildung 14:	Entnahme der Wurzelmasse nach der Bohrkernmethode	32
Abbildung 15:	Wurzelwaschanlage für die Grobreinigung der Wurzeln	33
Abbildung 16:	Niederschlags- und Temperaturwerte im langjährigen Mittel (1971-2000) und in der Vegetationsperiode 2009.....	35

Abbildung 17:	Veränderung der Artengruppenverteilung auf der Kurzrasenweide in der Vegetationsperiode 2009.....	37
Abbildung 18:	Veränderung der Artengruppenverteilung auf der 3-Schnittnutzungsfläche während der Vegetationsperiode 2009.....	37
Abbildung 19:	Gegenüberstellung der Artengruppenverteilung zu den einzelnen Boniturterminen	38
Abbildung 20:	Ernteerträge (TM kg/ha) der Weide- und Schnittvariante zu den einzelnen Probeterminen und die Jahresernteerträge.....	39
Abbildung 21:	Wachstumsverlauf (kg TM/ha/Tag) und die monatlichen Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode 2009 am Standort Moarhof	39
Abbildung 22:	Wurzel-Trockenmasse in kg je ha im Bodenhorizont 0-10 cm.....	42
Abbildung 23:	Wurzel-Trockenmasse in kg je ha im Bodenhorizont 10-20 cm.....	42
Abbildung 24:	Vergleich der Wurzelmasseverteilung in den einzelnen Bodenhorizonten bei Weide- und Schnittnutzung, (Mittelwert aus den drei Probeterminen)	43
Abbildung 25:	Gegenüberstellung der Gesamtbiomasseleistung von Kurzrasenweide und 3-Schnittnutzung zu den einzelnen Probeterminen.....	44

Anhang

Tabelle 9: Anhang - Klimadaten der Wetterstation Gumpenstein; Langjährige Mittelwerte (1971-2000) und Versuchsjahr 2009

Monate	Langjähriges Mittel Lufttemperatur °C 1971-2000	Monatsmittel der Lufttemperatur °C Jahr 2009	Langjähriges Mittel Niederschlag mm 1971-2000	Monatsmittel Nieder- schläge mm Jahr 2009
Jänner	-3,1	-3,5	65,2	33,5
Februar	-1,1	-0,8	42,0	62,0
März	2,9	3,1	68,0	100,6
April	6,7	10,3	58,2	28,5
Mai	11,8	14,7	83,7	98,5
Juni	14,7	15,2	122,0	212,0
Juli	16,5	18,5	151,9	164,7
August	16,2	18,9	118,9	152,9
September	12,4	15,1	94,7	124,2
Oktober	7,5	8,4	69,3	73,8
November	1,6	4,0	67,3	46,8
Dezember	-2,2	-1,3	72,9	34,8

Quelle: ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik), 2010

Tabelle 10: Anhang – Artengruppenverteilung in Flächenprozent

Probeter- min/Artengruppe	V	n	Mittelwert in Flä- chenprozent	Standard- abweichung	p-Wert
14. Mai_offener Boden	1	6	1,2	1,2	,292
	2	6	2,0	1,4	
14. Mai_Gräser	1	6	66,5	4,1	,001***
	2	6	79,3	3,5	
14. Mai_Leguminosen	1	6	20,0	1,3	,001***
	2	6	7,7	2,9	
14. Mai_Kräuter	1	6	12,3	2,9	,358
	2	6	11,0	1,7	
3. Juni_offener Boden	1	6	1,1	,8	,825
	2	6	1,2	,4	
3. Juni_Gräser	1	6	68,4	4,3	,001***
	2	6	82,2	2,2	
3. Juni_Leguminosen	1	6	20,7	2,2	,001***
	2	6	9,0	2,1	
3. Juni_Kräuter	1	6	9,8	2,3	,058
	2	6	7,7	,8	
22. Juli_offener Boden	1	6	1,8	,4	,018**
	2	6	1,2	,4	
22. Juli_Gräser	1	6	66,1	2,9	,001***
	2	6	78,8	4,9	
22. Juli_Leguminosen	1	6	22,0	2,4	,001***
	2	6	8,0	3,3	
22. Juli_Kräuter	1	6	10,1	1,9	,188
	2	6	12,0	2,8	
15. Sept._offener Boden	1	6	1,8	,5	,438
	2	6	1,5	,5	
15. Sept._Gräser	1	6	73,5	2,9	,200
	2	6	70,3	4,8	
15. Sept._Leguminosen	1	6	12,8	1,7	,447
	2	6	11,7	2,9	
15. Sept._Kräuter	1	6	12,0	2,1	,007**
	2	6	16,5	2,5	

n = Anzahl der Parzellen

V = Nutzungsvariante (Weide = 1; Schnitt = 2)

t-Test ($p < 0,05$), ns = nicht signifikant, * = signifikant, ** = hoch signifikant, *** = höchst signifikant

Tabelle 11: Anhang - Ernteerträge (TM kg/ha) beider Nutzungsvarianten

Parameter	Probennahmezeitpunkt	Nutzungsvariante	MW	Stdabw	P-Wert
Ernteertrag (TM kg/ha)	03.06.2009	Weide	2.825,3	621,9	,026**
		Schnitt	3.713,2	556,0	
	22.07.2009	Weide	2.671,7	234,7	,001***
		Schnitt	3.620,3	456,0	
	15.09.2009	Weide	3.114,0	236,2	,255
		Schnitt	3.346,3	407,7	
	Gesamt	Weide	8.610,8	886,6	,003**
		Schnitt	10.679,8	942,7	

MW = Mittelwert der Variante

Stdabw = Standardabweichung

t-Test ($p < 0,05$), ns = nicht signifikant, * = signifikant, ** = hoch signifikant, *** = höchst signifikant

Tabelle 12: Anhang - Wurzel-Trockenmasse in kg/ha im Horizont 0-10 cm

Parameter	Probennahmezeitpunkt	Nutzungsvariante	MW	Stdabw	P-Wert
Wurzel-Trockenmasse (0-10 cm) TM kg/ha	03.06.2009	Weide	4.289,3	354,7	,175
		Schnitt	4.792,2	764,5	
	22.07.2009	Weide	3.156,7	358,8	,172
		Schnitt	3.791,5	995,2	
	15.09.2009	Weide	2.960,2	652,9	,112
		Schnitt	3.934,0	1.204,2	

MW = Mittelwert der Variante

Stdabw = Standardabweichung

t-Test ($p < 0,05$), ns = nicht signifikant, * = signifikant, ** = hoch signifikant, *** = höchst signifikant

Tabelle 13: Anhang - Wurzel-Trockenmasse in kg/ha im Bodenhorizont 10-20 cm

Parameter	Probennahmezeitpunkt	Nutzungsvariante	MW	Stdabw	P-Wert
Wurzel-Trockenmasse (10-20 cm) TM kg/ha	03.06.2009	Weide	178,8	37,7	,656
		Schnitt	167,7	45,1	
	22.07.2009	Weide	83,9	24,3	,007**
		Schnitt	154,6	45,6	
	15.09.2009	Weide	72,9	19,7	,016**
		Schnitt	136,9	50,2	

MW = Mittelwert der Variante

Stdabw = Standardabweichung

t-Test ($p < 0,05$), ns = nicht signifikant, * = signifikant, ** = hoch signifikant, *** = höchst signifikant

Tabelle 14: Anhang – Gesamtbiomasse (ober- und unterirdisch) der Kurzrasenweide und der 3-Schnittnutzungsfläche

Probetermin/Parameter	V	n	Mittelwert (kg TM/ha)	Standardabweichung	p-Wert
3. Juni_ Gesamtbiomasse (Ober- und unterirdisch)	1	6	7803,7	784,7	,012*
	2	6	9135,2	709,1	
22. Juli_ Gesamtbiomasse (Ober- und unterirdisch)	1	6	6335,1	360,4	,020*
	2	6	7982,8	1223,6	
15. Sep._ Gesamtbiomasse (Ober- und unterirdisch)	1	6	6855,9	691,4	,152
	2	6	7954,7	1593,4	

n = Anzahl der Parzellen

V = Nutzungsvariante (Weide = 1; Schnitt = 2)

t-Test ($p < 0,05$), ns = nicht signifikant, * = signifikant, ** = hoch signifikant, *** = höchst signifikant

Tabelle 15: Anhang - Gesamtbiomasse (oberirdisch) der Kurzrasenweide und der 3-Schnittnutzung

Probetermin/Parameter	V	n	Mittelwert (kg TM/ha)	Standardabweichung	p-Wert
3. Juni_Gesamtbiomasse (oberirdisch)	1	6	3335,6	588,7	,030*
	2	6	4175,3	562,5	
22. Juli_Gesamtbiomasse (oberirdisch)	1	6	3094,5	248,3	,001***
	2	6	4036,7	404,9	
15. Sep._Gesamtbiomasse (oberirdisch)	1	6	3822,9	121,3	,704
	2	6	3883,9	362,4	

n = Anzahl der Parzellen

V = Nutzungsvariante (Weide = 1; Schnitt = 2)

t-Test (p < 0,05), ns = nicht signifikant, * = signifikant, ** = hoch signifikant, *** = höchst signifikant

Tabelle 16: Anhang – Auflistung der Biomassemengen nach den einzelnen Parametern

Probetermin	Ernteertrag TM kg/ha		Stoppelmasse TM kg/ha		Wurzelmasse 0-10 cm TM kg/ha		Wurzelmasse 10-20 cm TM kg/ha	
	Weide	Schnitt	Weide	Schnitt	Weide	Schnitt	Weide	Schnitt
3. Juni 2009	2.825,3	3.713,2	510,3	462,1	4.289,3	4.792,2	178,8	167,7
22. Juli 2009	2.671,7	3.620,3	422,8	416,3	3.156,7	3.791,5	83,9	154,6
15. Sept. 2009	3.114,0	3.346,3	708,9	537,5	2.960,2	3.934,0	72,9	136,9

Tabelle 17: Anhang - Pflanzenbestandsaufnahme Beifeld – 3-Schnittnutzung

Versuchsfläche Beifeld Schnittnutzung								
Bestandesteil	Pflanzen Art	Botanischer Name	Anteil % an der Gesamtfläche					
Wiederholung			1	2	3	4	5	6
Parzelle			V1	V2	V1	V2	V1	V2
Offener Boden			4	2	1	2	0	3
Gräser			76	74	81	82	82	81
	Wiesenschwingel	<i>Festuca pratensis</i>	2	4	3	4	5	6
	Engl. Raygras	<i>Lolium perenne</i>	10	10	15	20	2	10
	Gemeine Rispe	<i>Poa trivialis</i>	28	25	22	24	22	17
	Knaulgras	<i>Dactylis glomerata</i>	7	10	12	10	15	18
	Wiesenrispengras	<i>Poa pratensis</i>	6	8	7	10	6	8
	Goldhafer	<i>Trisetum flavescens</i>	7	4	8	10	12	12
	Quecke	<i>Elymus repens</i>	5	6	5	3	5	5
	Rasenschmiele	<i>Deschampsia cespitosa</i>	1					
	Kammgras	<i>Cynosurus cristatus</i>	x					
	Wiesenfuchsschwanz	<i>Alopecurus pratensis</i>	2	5	6	2		
	Wiesenlieschgras	<i>Phleum pratense</i>	2	2	1	1		
	Glatthafer	<i>Arrhenatherum elatius</i>	3		2		5	3
	Rotstraußgras	<i>Agrostis capillaris</i>	2				10	4
Leguminosen			8	12	10	6	6	4
	Weißklee	<i>Trifolium repens</i>	8	12	10	5	5	4
	Rotklee	<i>Trifolium pratense</i>				1	1	
Kräuter			12	12	8	10	12	12
	Kriechender Hahnenfuß	<i>Ranunculus repens</i>	2	1	2		2	2
	Gänseblümchen	<i>Bellis perennis</i>	x	x	x	1	x	x
	Gamander Ehrenpreis	<i>Veronica chamaedrys</i>	1	1	1	1	1	x
	Wiesenkuhblume	<i>Taraxacum officinale</i>	1	1	1	1	1	1
	Hornkraut	<i>Cerastium holosteoides</i>	x	x	x	x	x	x
	Schafgarbe	<i>Achillea millefolium</i>	2	2	2	2	1	2
	Spitzwegerich	<i>Plantago lanceolata</i>	1	1	1	1	1	1
	Stumpfbältriger Ampfer	<i>Rumex obtusifolius</i>	1	1				2
	Ackerehrenpreis	<i>Veronica agrestis</i>	x	x				
	Frauenmantel	<i>Alchemilla vulgaris</i>	1	x	x		1	x
	Gundelrebe	<i>Glechoma hederacea</i>	1			1	x	x
	Günse	<i>Ajuga reptans</i>	x				1	
	Gwendelbl. Ehrenpreis	<i>Veronica serpyllifolia</i>	x	1	x		x	x
	Hirtentäschel	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	x		x			
	Sauerampfer	<i>Rumex acetosa</i>	x				x	x
	Scharfer Hahnenfuß	<i>Ranunculus acris</i>	1	2	x	1	1	1
	Wiesenkerbel	<i>Anthriscus sylvestris</i>		x			1	1
	Bärenklau	<i>Heracleum sphondylium</i>					x	
	Wiesenglockenblume	<i>Campanula patula</i>		x				
	Bibernelle	<i>Pimpinella spp.</i>			x		1	
	Geißfuß	<i>Aegopodium podagraria</i>				1		1
	Kohldistel	<i>Cirsium oleraceum</i>		x				
	Wiesenpippau	<i>Crepis biennis</i>	1	2	1	1		1

Quelle: Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere des Lehr- und Forschungszentrums für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Tabelle 18: Anhang - Pflanzenbestandsaufnahme Beifeld - Kurzrasenweide

Versuchsfläche Beifeld Kurzrasenweide								
Bestandesteil	Pflanzen Art	Botanischer Name	Anteil % an der Gesamtfläche					
Wiederholung			1	2	3	4	5	6
Parzelle			V1	V2	V1	V2	V1	V2
Offener Boden			2	1	3	1	0	0
Gräser			60	65	65	69	68	73
	Wiesenschwingel	<i>Festuca pratensis</i>	3	3	5	2	2	2
	Engl. Raygras	<i>Lolium perenne</i>	14	20	14	21	25	25
	Gemeine Rispe	<i>Poa trivialis</i>			5	3	5	6
	Knaulgras	<i>Dactylis glomerata</i>	1	3	2	3	4	4
	Wiesenrispengras	<i>Poa pratensis</i>	20	18	18	28	20	18
	Goldhafer	<i>Trisetum flavescens</i>	3	3	5	2	2	2
	Quecke	<i>Elymus repens</i>	6	5	7	4	3	5
	Ausläufer Straußgras	<i>Agrostis stolonifera</i>		3	3	1	2	2
	Einjähriges Rispengras	<i>Poa annua</i>						
	Rasenschmiele	<i>Deschampsia cespitosa</i>	1				1	
	Kammgras	<i>Cynosurus cristatus</i>	x	x				
	Lägerrispe	<i>Poa supina</i>	10	6	4	3	3	2
	Wiesenfuchsschwanz	<i>Alopecurus pratensis</i>		2				2
	Wiesenlieschgras	<i>Phleum pratense</i>	1	2	2	2	1	2
	Weiche Trespe	<i>Bromus hordeaceus</i>	1					
	Glatthafer	<i>Arrhenatherum elatius</i>						x
	Rotstraußgras	<i>Agrostis capillaris</i>						3
Leguminosen			20	22	20	20	20	18
	Weißklee	<i>Trifolium repens</i>	19	22	20	19	19	18
	Rotklee	<i>Trifolium pratense</i>	1			1	1	
Kräuter			18	22	12	10	12	10
	Kriechender Hahnenfuß	<i>Ranunculus repens</i>	5	3	3	3	2	2
	Gänseblümchen	<i>Bellis perennis</i>	1	x	x	x	x	x
	Gamander Ehrenpreis	<i>Veronica chamaedrys</i>	1	1	1	1	x	x
	Wiesenkuhlblume	<i>Taraxacum officinale</i>	2	1	2	1	2	2
	Hornkraut	<i>Cerastium holosteoides</i>	1	x	1	1	x	x
	Schafgarbe	<i>Achillea millefolium</i>	1	2	2	2	2	1
	Breitwegerich	<i>Plantago major</i>		x			1	
	Spitzwegerich	<i>Plantago lanceolata</i>	2	1	1	1	1	1
	Stumpfbältriger Ampfer	<i>Rumex obtusifolius</i>	1	1			x	1
	Ackerehrenpreis	<i>Veronica agrestis</i>	x	x				
	Brunelle	<i>Prunella vulgaris</i>	x					
	Frauenmantel	<i>Alchemilla vulgaris</i>	x	x			1	1
	Gundelrebe	<i>Glechoma hederacea</i>	1	x	x	x	x	
	Günsel	<i>Ajuga reptans</i>					x	
	Gwendelbl. Ehrenpreis	<i>Veronica serpyllifolia</i>	x	1	x	x	x	x
	Hirtentäschel	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	x		x			
	Rauher Löwenzahn	<i>Leontodon hispidus</i>					x	
	Sauerampfer	<i>Rumex acetosa</i>	x			x	1	
	Scharfer Hahnenfuß	<i>Ranunculus acris</i>	1	1	1	x	1	1
	Wiesenkerbel	<i>Anthriscus sylvestris</i>	x					x
	Wiesenpippau	<i>Crepis biennis</i>	2	1	1	1	1	1

Quelle: Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere des Lehr- und Forschungszentrums für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein