

Vergleich der Biomasseproduktion bei Schnittnutzung und Kurzrasenweide unter biologischen Bedingungen im ostalpinen Raum

Veronika Schmied^{1*}, Walter Starz² und Rupert Pfister²

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit zeigt, inwieweit sich die ober- und unterirdische Biomasseproduktion einer Kurzrasenweide und einer 3-Schnittnutzungsfläche unter biologischen Bedingungen im ostalpinen Raum unterscheiden. Im Versuchszeitraum April bis September 2009 wurden der Ernteertrag, Stoppelbiomasse und die Wurzelbiomasse in den Bodenhorizonten 0-10 cm und 10-20 cm für die Untersuchung erhoben.

Die Kurzrasenweide lieferte signifikant niedrigere Jahresernteerträge als die 3-Schnittnutzungsfläche. Wobei aber auf den beweideten Versuchsfeldern im Verlauf der Weideperiode geringere Ertragsschwankungen festgestellt wurden. Im Spätsommer erhöhte sich auf der Kurzrasenweide die Stoppelbiomasse, dadurch bildete sich eine trittfeste Grasnarbe aus. Beide Nutzungssysteme zeigten annähernd die gleichen Wurzelmassen 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.

Schlagwörter: Kurzrasenweide, 3-Schnittnutzung, Stoppelbiomasse, Wurzelbiomasse

Summary

The present investigation shows the differences in above and below ground biomass production of continuous grazing and three cut meadow under organic conditions in East Alpine area.

During the trial period from April to September 2009 the fodder yield, the stubble biomass and the root mass in the soil layers of 0-10 cm and 10-20 cm were examined.

Analysis of the above ground biomass showed that continuous grazing produced a significantly lower fodder yield than the three cut meadow. On the other hand the continuous grazing showed lower yield fluctuations during the grazing period than the meadow. In late summer stubble biomass amount increased on the continuous grazing, whereas a hard sod evolved. Both variants showed similar root biomass 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.

Keywords: continuous grazing, three cut meadow, stubble biomass, root biomass

1 Einleitung

Die Weidehaltung gilt als die natürlichste Form der Nutztierfütterung (NEFF, 2005) und entspricht somit den Idealen der Biologischen Landwirtschaft. Die produktiven Grünlandflächen in Gunstlagen bieten die Möglichkeit intensive Weidesysteme wie die Kurzrasenweide umzusetzen und damit während der gesamten Weidesaison konstant hohe Grünfuttermengen zu liefern. Abgesehen von der Tiergerechtigkeit der Weidehaltung stellt sich für die Biolandwirte in ostalpinen Regionen dennoch die Frage, ob mit einer Kurzrasenweide ähnliche Ertragsleistungen wie mit einer 3-Schnittnutzung einer Fläche erreichbar sind.

Anhand der Gegenüberstellung der Biomasseerträge einer Kurzrasenweide mit einer 3-Schnittnutzungsfläche in der Vegetationsperiode 2009 sollten folgende Fragen beantwortet werden:

1. Wie hoch ist das Ertragspotential einer Kurzrasenweide im Vergleich zur 3-Schnittnutzung auf biologisch bewirtschafteten Grünlandflächen im ostalpinen Raum?
2. Wie beeinflusst die Nutzungsart die Menge an Stoppelbiomasse und somit das Nachwuchsvermögen des Pflanzenbestandes?
3. Welche Auswirkungen hat die Nutzungsart auf die Menge und die Verteilung der Wurzelmasse in den obersten Bodenschichten und entstehen dadurch Auswirkungen auf die oberirdische Ertragsleistung?

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.

¹ Diplomandin, BOKU - Universität für Bodenkultur, A-1080 Wien

² LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft, A-8952 Irdning

* Ansprechpartner: DI^m Veronika Schmied, email: veronika_schmied@gmx.at

2 Versuchsdurchführung

Die Untersuchung wurde im Rahmen einer Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur in Wien in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität für Nutztiere des Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (LFZ Raumberg-Gumpenstein) durchgeführt. Die Ergebnisse bilden einen Versuchsabschnitt eines dreijährigen Forschungsprojektes ab (Projekt Nr.: 100230/1 des BMLFUW, Auswirkungen der Grünlandnachsaat in einer Kurzrasenweide bei Biologischer Bewirtschaftung) und beschreiben daher ausschließlich die Untersuchungsperiode von April bis September 2009. Am Moarhof (Bioinstitut des LFZ Raumberg-Gumpenstein) wurden die Biomasseleistungen einer Kurzrasenweide und einer 3-Schnittnutzungsfläche anhand der Parameter Ernteertrag, Stoppelbiomasse und Wurzelmasse in den Bodenhorizonten 0-10 cm und 10-20 cm untersucht. Die vorliegende Versuchsdarstellung bezieht sich in erster Linie auf die Auswirkungen der Nutzungsart auf die Stoppel- und Wurzelbiomasse. Die Einflussnahme der Nutzungsart auf die Ernteerträge sowie die ausführliche Versuchsdurchführung wird im oben genannten Projekt (Nr.: 100230/1) näher eingegangen. Für die Ertragsermittlung der oberirdischen Biomasse wurden der Ernteertrag und die Stoppelmasse separat erhoben. Der Ernteertrag (Gesamtertrag der oberirdischen Biomasse abzüglich der Stoppelbiomasse und ohne Berücksichtigung der Bröckel- und Atmungsverluste) wurde während der gesamten Vegetationsperiode auf der Schnittnutzungsfläche 3-mal und auf der Weidefläche, bei einer Aufwuchshöhe von 15 cm, 6-mal geerntet (Tabelle 1).

Tabelle 1: Zeitliche Durchführung der Probennahmen auf den Versuchsflächen

Nutzungsvariante	Parameter	Probennahmetermin		
Kurzrasenweide	Ernteertrag	06.5.2009	27.5.2009	25.6.2009
		22.7.2009	25.8.2009	24.9.2009
	Stoppelmasse	03.6.2009	22.7.2009	15.9.2009
	Wurzelmasse	03.6.2009	22.7.2009	15.9.2009
3-Schnittnutzung	Ernteertrag	03.6.2009	22.7.2009	15.9.2009
	Stoppelmasse	03.6.2009	22.7.2009	15.9.2009
	Wurzelmasse	03.6.2009	22.7.2009	15.9.2009

Die anschließende Auswertung der Daten orientierte sich an den Ernteterminen der Schnittnutzungsfläche. Dafür war es notwendig, die Trockenmasseerträge zweier Ernteterminen der Kurzrasenweide zu summieren und denen eines Schnittnutzungstermins gegenüberzustellen. Die Probennahme der Stoppelbiomasse erfolgte für beide Nutzungsvarianten bei einer einheitlichen Stoppelhöhe von 7 cm zu den drei Ernteterminen der Schnittnutzungsfläche. Pro Parzelle wurden innerhalb der Probefläche des Ernteertrages vier Flächen im Ausmaß von je 0,25 m² beprobt. Die geernteten Stoppeln wurden anschließend vom Erdreich gereinigt und für die Trockenmassebestimmung im Trockenschrank bei 105 °C 48 Stunden lang getrocknet. Die Probennahme der Wurzelmasse wurde mittels Bohrkernmethode (Bohrkern: Durchmesser 62 mm, Länge 100 mm) durchgeführt. Auf jeder Parzelle wurden insgesamt zehn Einstiche an zufällig gewählten Stellen innerhalb der Beprobungsfläche der Stoppelbiomasse entnommen. Für die Entnahme der Wurzelmasse aus dem Bodenhorizont 10-20 cm wurde ein zweites Mal in die bereits vorhandenen Öffnungen eingestochen. Im

Anschluss an die Probennahme erfolgte die Trennung der Wurzeln vom Erdreich. Für diese Grobreinigung wurde eine Wurzelwaschmaschine, nach dem Prinzip: Wasserauftrieb mit Luftdurchwirbelung wie in SCHMUCKER et al., (1982) beschrieben, verwendet. Nach kurzem Antrocknen erfolgte eine Feinreinigung per Hand. Für die Bestimmung der Trockenmasse wurden die gereinigten Wurzeln 48 Stunden bei 105 °C im Trockenschrank getrocknet.

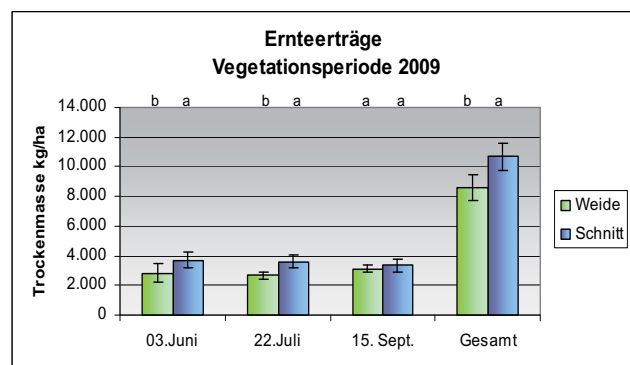
Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte mittels SPSS 17.0 (Superior Performance Software System). Die Daten wurden vorab mit dem Kolmogorov-Smirnov Test auf ihre Normalverteilung bei einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ geprüft und die Homogenität der Varianzen mittels Levene-Test beurteilt. Aufgrund der Normalverteilung der Daten wurde für die statistische Auswertung der t-Test für den Mittelwertsvergleich zweier unabhängiger Stichproben herangezogen.

3 Ergebnisse und Diskussion

Ernteerträge

Abbildung 1 zeigt die durchschnittlichen Ernteerträge der Weide- und Schnittvariante zu den einzelnen Probeterminen und die Jahresernteerträge. Insgesamt lieferte die schnittnutzte Fläche einen signifikant höheren Jahresernteertrag (2.000 kg TM/ha) als die Kurzrasenweide. Betrachtet man die Ergebnisse der einzelnen Beprobungstermine, so konnten auf der Kurzrasenweide nur im September gleich hohe Ernteerträge wie auf der 3-Schnittnutzungsfläche erzielt werden.

Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass bei den Ernteerträgen die Bröckel- und Atmungsverluste bei der Datendarstellung nicht berücksichtigt sind. Eine Kalkulation der möglichen Verluste findet sich im Abschlussbericht Nr.: 100230/1. In der Praxis sind also bei Berücksichtigung der genannten Verluste die Grünfüttermengen, die den Tieren beim Weidegang und bei 3-Schnittnutzung zur Verfügung stehen, durchaus gleichzusetzen. Für die Weidesaison 2009 bedeutete dies, dass im Spätsommer bei Kurzrasenweide sogar höhere Grünfüttermengen als bei 3-Schnittnutzung erzielt wurden.



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

Abbildung 1: Ernteerträge (TM kg/ha) der Weide- und Schnittvariante zu den einzelnen Probeterminen und die Jahresernteerträge

Betrachtet man beide Nutzungssysteme bezüglich Ertragschwankungen während der gesamten Weideperiode, so waren die Erträge der Kurzrasenweide durch einen leichten Rückgang im Juli und einen darauffolgenden Wiederanstieg bis in den September gekennzeichnet. Auf der 3-Schnittnutzungsfläche war hingegen ein kontinuierlicher Ertragsrückgang im Laufe des Untersuchungszeitraumes zu verzeichnen. In ihren Studien bescheinigen mehrere Autoren der Kurzrasenweide eine Sensibilität gegenüber Trockenperioden in den Sommermonaten (THOMET und HADORN, 2000; MÜNGER, 2003). In der Vegetationsperiode 2009 konnte der Ertragsrückgang im Juli nicht auf zu geringe Niederschlagsmengen zurückgeführt werden, da die Niederschlagsmengen über den langjährigen Mittelwerten lagen.

Erträge der Stoppelbiomasse

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). Auf der Kurzrasenweide kommt diese Schnitthöhe der empfohlenen Wuchshöhe für die Weideführung gleich (6 bis 8 cm) und ist somit dem Weiderest gleichzusetzen. Zusätzlich ist zu vermerken, dass die erhobenen Daten die Stoppelmenge zu einem bestimmten Zeitpunkt darstellen und daher als eine Momentaufnahme der auf der Fläche verbleibenden Biomasse zu sehen sind. Außerdem wurde für die vorliegende Untersuchung bewusst die Menge der Stoppelbiomasse erhoben und nicht die Triebdichte. Damit wollte man der Frage nachgehen, welche Menge an Biomasse nach der Nutzung tatsächlich auf der Fläche verbleibt. Einige Grünlandpflanzen z. B. Weißklee zeigen nämlich in Weidebeständen mit niedriger Aufwuchshöhe eine andere Wuchsform als in einem hohen Wiesenbestand. Die Kurzrasenweide zeigte zu den Beprobungsterminen im Juni und im Juli keine signifikanten Unterschiede zur Stoppelbiomasse der 3-Schnittnutzungsfläche (Tabelle 2). Lediglich zum Beprobungstermin Mitte September differierten die Stoppelmengen beider Nutzungsvarianten so weit, dass ein signifikanter Unterschied festgestellt werden konnte. Folglich blieb im Spätsommer auf der Kurzrasenweide eine höhere Menge an photosynthetisch aktiver Blattmasse zurück, die auf das Nachwuchsvermögen der Futterpflanzen einen fördernden Einfluss hatte und somit den Ernteertrag erhöhte (siehe Abbildung 1).

Tabelle 2: Biomasse der Stoppeln (TM kg/ha) bei einer Schnitthöhe 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

Bei beiden Nutzungsvarianten gingen die Stoppelmassen von der ersten bis zur zweiten Probennahme zurück, erreichten im Juli den Tiefstwert und stiegen bis Mitte September zum Jahreshöchstwert an. Vergleicht man diesen Ablauf mit den Ernteerträgen (Abbildung 1), fällt auf, dass bei der Kurzrasenweide die Entwicklung von Stoppelbiomasse und Ernteertrag ident verlief. Es zeigt sich somit bei intensiver Beweidung ein Zusammenhang zwischen Menge an Stoppelbiomasse und Ernteertrag. Zurückzuführen ist dieser Zusammenhang darauf, dass durch die ständige Beweidung die Pflanzen während der gesamten Weidesaison im vegetativen Wachstum verharren. 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 geringerer 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 (STARZ, et al., 2010).

Wurzelbiomasse in den obersten Bodenhorizonten

Wie bei der Stoppelbiomasse stellen die Erhebungsdaten der Wurzelbiomasse mittels Bohrkernmethode eine Momentaufnahme zum jeweiligen Probetermin dar. Der Hauptanteil der Wurzelmasse (rund 97 %) war bei beiden Nutzungsvarianten im obersten Bodenhorizont (0-10 cm) zu finden, während die darunterliegende Bodenschicht (10-20 cm) nur mehr geringe Mengen (rund 3 %) aufwies (siehe Abbildung 2). Diese Beobachtung spiegelte die allgemeine Tendenz der Wurzelverteilung unter intensiv genutzten Grünlandbeständen wider und wird auch in anderen Versuchen bestätigt (KMOCH et al., 1975; THOMET et al., 2000; DEINUM, 1985; KLAPP, 1971; SOBOTIK, 2001).

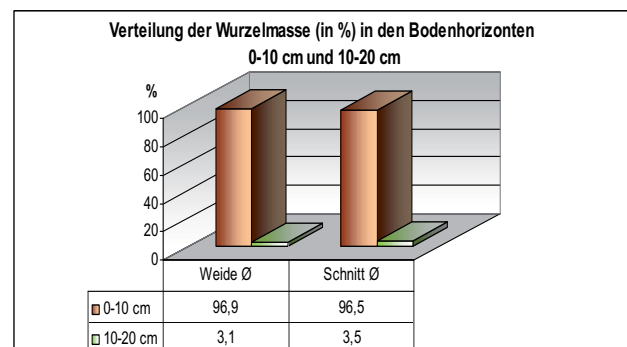


Abbildung 2: Vergleich der Wurzelmasseverteilung in den einzelnen Bodenhorizonten bei Weide- und Schnittnutzung (Mittelwert aus den drei Probeterminen)

Die Menge der Wurzelmasse im gesamten beprobten Bodenraum von 0-20 cm ist in Tabelle 3 dargestellt. Es zeigte sich, dass die Nutzung als Kurzrasenweide offensichtlich zu keiner mengenmäßigen Veränderung der Wurzelmasse im Vergleich zur 3-Schnittnutzung führt. Allerdings ist zu vermerken, dass bei der zweiten und dritten Probennahme

die Werte der 3-Schnittnutzungsfläche um den Mittelwert stark streuten. Betrachtet man die Bodenhorizonte 0-10 cm und 10-20 cm separat (Abbildung 3 und Abbildung 4), so führte die ständige Beweidung nur im Bodenhorizont 10-20 cm zu einem signifikant höheren Rückgang der Wurzelmasse in den Sommermonaten.

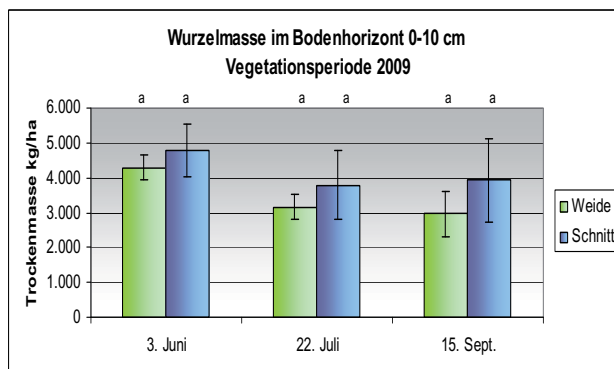
Die höchsten Mengen an Wurzelmasse wurden bei beiden Nutzungssystemen Anfang Juni festgestellt (siehe Tabelle 3). Die Wurzelmasse betrug im Mittel unter Weidenutzung 4.468 kg TM/ha und unter Schnittnutzung 4.959 kg TM/ha. Im Laufe der Vegetationsperiode war unter der Kurzrasenweide ein kontinuierlicher Rückgang zu verzeichnen. Bei der Schnittnutzung hingegen sank die Wurzelmenge gegen Sommer hin vorerst ab und stieg dann wieder leicht an. Laut KMOCH et al., (1975) korreliert die Wurzelmenge eng mit dem Wachstumsverlauf der oberirdischen Biomasse und zeigt somit eine ähnliche, wenn auch etwas zeitversetzte Schwankung. Diese Feststellung 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, 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, da beim Wiederaustrieb der Sprosssteile gegenüber dem Wurzelbereich bevorzugt mit Assimilaten versorgt wird. Bei 3-Schnittnutzung der Fläche dürften die Ruhezeiten zwischen den Ernteterminen zu einem Wiederanstieg der Wurzelmasse führen.

Tabelle 2: Biomasse der Stoppeln (TM kg/ha) bei einer Schnitthöhe von 7 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	

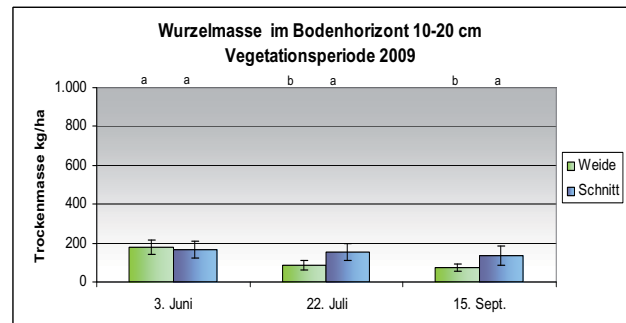
MW = Mittelwert der Variante

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



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

Abbildung 3: Wurzel - Trockenmasse in kg je ha im Bodenhorizont 0-10 cm



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

Abbildung 4: Wurzel - Trockenmasse in kg je ha im Bodenhorizont 10-20 cm

4 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. 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 Wiederaustrieb 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. In den Sommermonaten 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.

5 Literaturverzeichnis

- DEINUM, B. (1985): Root mass of grass swards in different grazing systems. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 33 (1985), 377-384.
- FISCH, R. und BUHR, F. (2008): Schnitthöhe richtig gemacht! In: http://www.dlr.rlp.de/Internet/global/inetentr.nsf/dlr_web_full.xsp?src=66304Q5Q3C&p1=W7VCY8525S

- p4=V79N98FIU0 (23.2.2010).
- 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.
- 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.
- 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.; STEINWIDDER, A.; PFISTER, R. and ROHRER, H. (2010): Continuous grazing in comparison to cutting management on an organic meadow in the eastern Alps. In: Grassland in a changing world. Proc. of the 23th General Meeting of the EGF, 29.8.-2.9.2010 Kiel, 1009-2011.
- STARZ, W. (2010): Auswirkungen der Grünlandnachsaat in einer Kurzrasenweide bei Biologischer Bewirtschaftung. In: Abschlussbericht Bio Kuwei Nachsaat, Projekt Nr. 100230/1. Irdning: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.
- 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.