

Nutzungsgrenzen montaner Heuwiesen - Ergebnisse eines 3-jährigen on-farm-Feldversuches im obersteirischen Pölstal

Wolfgang Angeringer^{1*}, Walter Starz², Rupert Pfister² und Hannes Rohrer²

Zusammenfassung

Im Berggebiet Österreichs mit einem hohen Anteil an Wiesen und Weiden wird bereits über ein Viertel der landwirtschaftlichen Nutzfläche biologisch bewirtschaftet. Der Untersuchungsgegenstand in dieser Arbeit sind die hier noch verbreitet vorkommenden montanen Goldhaferwiesen mit 2 bis 3 Nutzungen im Jahr. Von 2009 bis 2012 errichteten wir einen *on-farm* Feldversuch auf einem biologisch bewirtschafteten Grünlandbetrieb im obersteirischen Pölstal. Das Ziel war es, Nutzungsgrenzen von standortangepassten Dauerwiesen, die ihre Pflanzenartenvielfalt ohne Nachsaaten erhalten können, aufzuzeigen. Das Experiment bestand aus einer unvollständig balancierten Blockanlage mit den Behandlungsvarianten 2, 3 oder 4 Schnitte im Jahr sowie Mist- oder Gölledüngung. Untersucht wurden die Deckungswerte der Pflanzenarten sowie die geerntete Trockenmasse zu jedem Schnitt. Es konnte dabei bereits nach 2 Jahren eine Änderung im Pflanzenbestand aufgrund des häufigeren und früheren Schnittes beobachtet werden. Die Unterschiede zwischen Gölle- und Mistdüngung waren hingegen sehr gering. Gölledüngung brachte die höheren absoluten Erträge, hinsichtlich Qualität gab es hingegen keine Unterschiede.

Schlagwörter: Goldhaferwiese, Wiesenpflanzen, Wirtschaftsdünger, Rohprotein, Nettoenergie

Summary

In 2012 about 25% of Austria's permanent grassland was managed organically. Due to structural changes in agriculture, farms enlarged their average field areas especially in mountainous regions with favourable site conditions. To investigate advancing challenges for efficient grassland management under organic farming conditions, an on-farm field experiment at the Styrian Pöls valley was established in 2009. The triannual case study consisted of a balanced incomplete block design at two autochthonous hay meadows of the *Trisetetum* association. These examined six treatments with different cutting regimes (2, 3, 4 cuts per year) and either slurry or solid manure for organic fertilization. Three years of investigation describe changes in coverage of valuable grassland species as well as yield quantity and quality. A rapid change in plant species composition was found after 2 years already due to a more intense cutting regime, but not to different type of organic fertilizer. Application of slurry conducted a higher total biomass yield whereas there was no difference in terms of crude protein and net energy content compared to manure.

Keywords: montane hay-meadow, plant composition, organic fertilizer, crude protein, net energy

Einleitung und Fragestellung

Österreichs Landwirtschaft ist geprägt durch die Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden für die Haltung von Wiederkäuern. Besonders in den Hauptproduktionsgebieten Hochalpen, Voralpen und Alpenvorland ist die Graslandbewirtschaftung die wichtigste Produktionsform. 2011 wurden 1,35 Mio. ha Dauergrünland bewirtschaftet, wovon 41% zum normalertragsfähigen Wirtschaftsgrünland (ab 3 Nutzungen/Jahr, Dauerweiden) und 59% zum Extensivgrünland (bis 2 Nutzungen/Jahr, Hutweiden und Almen) gezählt werden (BMLFUW 2012). Der Strukturwandel der österreichischen Landwirtschaft, insbesondere in den montanen Grünlandgebieten, schreitet fort und der Trend geht in Richtung weniger Betriebe mit mehr Flächenausstattung. Damit geht eine Intensivierung der Bewirtschaftung

in Gunstlagen sowie eine Extensivierung in schwer zu bewirtschaftenden Gebieten einher. Dem gegenüber steigt der Anteil an Betrieben mit biologischer Wirtschaftsweise im Bereich der Dauerwiesen und Weiden weiterhin an, auf derzeit rund 25%. Ergab sich die abgestufte Bewirtschaftung der Flächen früher aufgrund der Kleinstrukturiertheit und fehlenden Mechanisierung der Betriebe (der erste Schnitt erstreckte sich häufig bis Ende Juli), versucht man heute durch Fördersysteme (Österreichisches Programm für eine umweltgerechte Landwirtschaft, ÖPUL) die vielfältigen Grünlandtypen zu erhalten. Rund 70% der ÖPUL-Maßnahmen finden auf Grünland statt, und Österreich hat sich im Rahmen der Ländlichen Entwicklung zum Erhalt der Dauergrünlandflächen verpflichtet (BMLFUW 2012).

Die flächendeckende Graslandbewirtschaftung ist jedoch

¹ Universität für Bodenkultur Wien, A-1180 Wien bzw. Bio-Austria Steiermark, A-8052 Graz

² LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irnding

* Ansprechpartner: DI Wolfgang Angeringer, wolfgang.angeringer@emte.at

an die Existenz erfolgreich wirtschaftender landwirtschaftlicher Betriebe gebunden, die zumindest einen Teil ihres Einkommens aus der produktiven ökologischen Bewirtschaftung der Kulturlandschaft erlösen (SCHMIDT 1995). In dieser Arbeit werden montane, naturnahe Dauerwiesen betrachtet, die aufgrund ihrer ungünstigen Hanglage nicht ackerbaulich genutzt werden können und so heute nicht mehr umgebrochen und nicht oder nur unregelmäßig nachgesät werden. Die ursprünglich eingeführten, für die landwirtschaftliche Nutzung wichtigen Wiesenpflanzen sind an den Standort und Bewirtschaftungsbedingungen angepasst (naturnahe Wiesen). Intensivierungen (Erhöhung der Schnittanzahl sowie Düngung, Vorverlegung des ersten Schnitttermins) können in Gunstlagen mit ausreichenden Niederschlägen zum Erfolg durch steigende Erträge führen. Im Berggebiet kann zudem eine längere Vegetationsperiode im Zuge des Klimawandels die Landwirte zu diesem Schritt verleiten (KARRER et al. 2010). Eine direkt sichtbare Folge ist die Umstellung und Anpassung der Vegetation an die geänderten Standortbedingungen, da die Bewirtschaftungsmaßnahmen als dominierende Einflussfaktoren auf die Vegetation des Wirtschaftsgrünlandes gelten (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002).

Arbeitshypothese 1: Eine Erhöhung der jährlichen Schnittanzahl im montanen Wirtschaftsgrünland von 2 auf 3 und 4 hat einen wesentlichen Einfluss auf die Zusammensetzung und Qualität des Grünlandbestandes, und ist bereits nach 3 Jahren sichtbar.

Arbeitshypothese 2: Die Qualität sowie Quantität des Pflanzenbestandes entwickelt sich bei Mistdüngung verschieden von Gülledüngung.

Material und Methode

Der Versuch befand sich auf zwei Wiesen eines Biobetriebes im Pölstal, Steiermark (Breite: 47°15.9'N, Länge: 14°30.8'E; 980 m Seehöhe, Exposition 235° SW, 25% Neigung, 5,9°C Ø Temperatur, 850mm Ø Jahresniederschlag, Braunerde über Silikat; siehe **Abb. 1**). Diese wurden in einer Vorerhebung aus 5 Wirtschaftswiesen ausgewählt, und in die Assoziation der Kriech-Schaumkresse-Goldhaferwiesen (*Cardaminopsido halleri-Trisetum flavescens*) geordnet. Diese Pflanzengesellschaft tritt häufig im Berggebiet auf 2-mähdigen Wiesen mit Nachweide und regelmäßiger Düngung mit Wirtschaftsdüngern auf (BOHNER et al. 2000). Die Nährstoffversorgung liegt im Mittel für Phosphor bei 71 (Hauswiese) und 36 (Anger) mgP₂O₅/kg und für Kalium bei 270 (Hauswiese) und 133 (Anger) mgK₂O/kg nach der CAL-Methode.

Tabelle 1: Nutzungsintensitäten sowie Mähzeitpunkte im Feldversuch

Nutzungsintensität			Mähzeitpunkte 2009, 2010, 2011			
Schnitte	Dünger/N-Menge je ha	1	2	3	4	
2	Mist/70 kg	Juni 1-8	Aug. 17-20	*Okt. 19-21	–	
2	Gülle/70 kg	Juni 1-8	Aug. 17-20	*Okt. 19-21	–	
3	Mist/120 kg	Mai 16-23	Juli 18-21	Sept. 13-29	–	
3	Gülle/120 kg	Mai 16-23	Juli 18-21	Sept. 13-29	–	
4	Mist/150 kg	Mai 9-12	Juni 27-30	Aug. 1-5	Sept. 13-29	
4	Gülle/150 kg	Mai 9-12	Juni 27-30	Aug. 1-5	Sept. 13-29	

*3. Schnitt im Spätherbst, um Nachweide zu simulieren

Die Wiesen wurden seit über 30 Jahren nicht mehr nachgesät. Historische Karten aus dem 19. Jahrhundert belegen allerdings die ackerbauliche Nutzung der Hauswiese, während der Anger wohl stets als Wiese und Weide genutzt wurde (BRUNNER 2002). Der Versuch umfasst die Errichtung einer balancierten unvollständigen Blockanlage (RASCH et al. 2008), um den Einfluss der kombinierten Faktoren Schnitthäufigkeit (2-4 Schnitte/Jahr) und Wirtschaftsdüngerart (fest/flüssig) auf Deckungsprozente der Arten und Ertrag und zu untersuchen. Die Erhebung auf Pflanzenartenniveau erfolgt mittels der Methode der Flächenprozentenschätzung nach SCHECHTNER (1958).



Abbildung 1: Fotos der beiden Versuchsanlagen. Oben Anger; unten Hauswiese vom 23.07.2010, nach dem 2. Schnitt der 3-Nutzungs-Varianten inklusive Gülle-Teilgabe

Die Düngung mit Gülle erfolgte im Frühjahr und nach jedem Schnitt. Die Mistdüngung wurde im Herbst und Frühjahr vorgenommen. Die Erhebung auf Pflanzenartenniveau erfolgte unmittelbar vor jedem Schnitt, die Abschlusserhebung aller Parzellen gemeinsam erfolgte vom 01.-03. Juni 2012. Die Vegetationsaufnahmen wurden mittels Flächenprozentenschätzung auf Basis der projektiven Gesamtdeckung (Schechtner 1958) durchgeführt. Das Erntegut wurde nach dem Schnitt mittels Motormäher über 48 h bei 105 °C für die TM-Bestimmung getrocknet (**Tab. 1, Abb.2**). Ein weiterer Teil der Frischmasse wurde im Labor des LFZ Raumberg-Gumpenstein mittels Weender Analyse untersucht. Die Energiebewertung in MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) wurde mit



Abbildung 2: Feldarbeiten von links oben nach rechts unten: Schnitt und Ernte der Parzellen, Vegetationsaufnahme, Gülledüngung und Mistdüngung

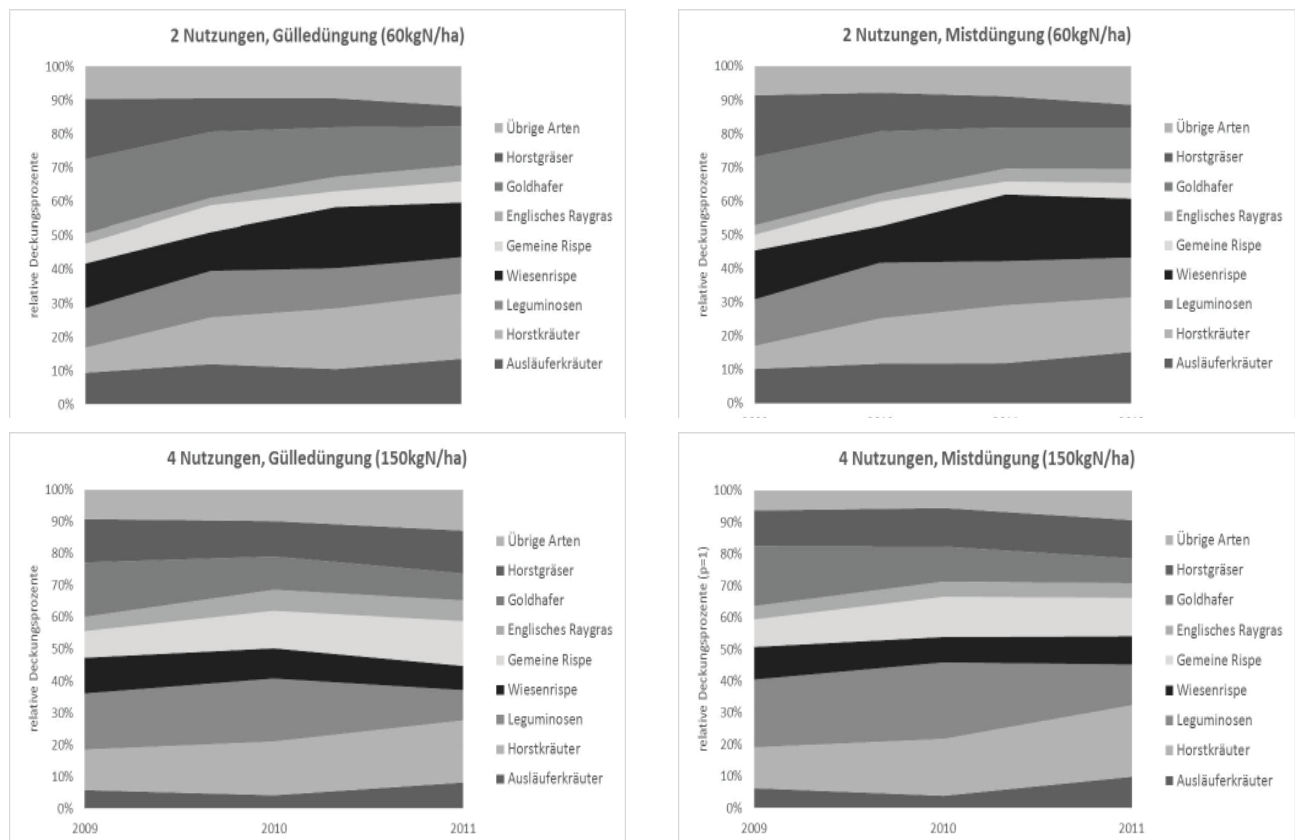


Abbildung 1: Flächendiagramme mit Verlaufskurven einzelner Arten und Artengruppen von 2009-2011 (Horstgräser: Knaulgras, Timothe, Wiesenschwingel, Honiggras; Horstkräuter: Wiesen-Kümmel, Scharf-Hahenfuß, Wiesen-Löwenzahn, Wiesen-Pippau, Sauerampfer; Ausläuferkräuter: Scharfgarbe, Gundermann, Gemeines Hornkraut)

Tabelle 2: Liste der im Versuch häufigen Wiesenarten mit signifikanz ($p < 0,05$) höherer Deckung bei einer bestimmten Schnitthäufigkeit und Düngerart nach 3 Jahren unterschiedlicher Nutzung (Aufnahme Juni 2012)

2 Nutzungen	3 Nutzungen	4 Nutzungen	Gülledüngung	Mistdüngung	Kein Unterschied
Gräser					
Wiesenrispe - „Ökotyp“	Wiesenrispe - „Ökotyp“ Wiesen-Schwingel	Englisches Raygras Gemeine Rispe	Englisches Raygras	Wiesen-schwingel	Knaulgras Goldhafer*
Leguminosen					
Wiesen-Rotklee				Wiesen-Rotklee	Kriech-Weißklee°
Kräuter					
Schafgarbe Wiesen-Pippau	Schafgarbe Berg-Frauenmantel	Gundelrebe Wiesen-Kümmel		Gundelrebe	Sauerampfer Scharfer Hahnenfuß Wiesen-Löwenzahn

*bei Betrachtung aller 3 Jahre Präferenz für 2 Nutzungen

°bei Betrachtung aller 3 Jahre Präferenz für 4 Nutzungen und Mistdüngung

Hilfe der analysierten Nährstoffgehalte unter Berücksichtigung der gewichteten Verdauungskoeffizienten der DLG-Futterwerttabelle (DLG 1997) vorgenommen.

Die statistische Auswertung der normalverteilten und varianzhomogenen Daten erfolgte mit dem Programm SAS 9.2 nach der MIXED Prozedur (Fixe Effekte: Nutzung, Düngerart, Standort, Jahr, Block, sowie die Wechselwirkungen; die Lage der Parzellen in den Blöcken wurde als zufällig (random) angenommen) auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$. Bei der Darstellung der Ergebnisse werden die Least Square Means (LSMEANS) sowie der Standardfehler (SEM) angeführt. Die paarweisen Vergleiche der LSMEANS wurden mittels Tukey-Kramer-Test vorgenommen und signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

Ergebnisse

Artenzusammensetzung

Insgesamt wurden auf 60 Versuchsparzellen 71 höhere Pflanzenarten gefunden, davon 49 Wiesenarten und 22 ruderale Spezies. Mindestens traten 19, maximal 30 Arten je Parzelle auf. Hinsichtlich Wirtschaftsdüngerart ergaben sich nur wenige signifikante Unterschiede bei den Wiesenpflanzen. Die Mehrzahl der häufigen Arten zeigte jedoch eine Präferenz für eine bestimmte Nutzungsintensität (**Tab. 2, Abb. 3**).

In **Abbildung 3** ist die Entwicklung der relativen De-

ckungsanteile wichtiger Bestandesbildner bei den beiden Nutzungsvarianten 2 und 3 Schnitte dargestellt. Dabei ist die starke Abnahme des anfänglich stark vorhandenen Goldhafers in allen Varianten gut sichtbar. Bis 2011 war die Abnahme dieser Leitart der montanen Wiesen in den 4-Schnitt-Varianten signifikant höher (ANGERINGER et al. 2011, 2013), jedoch nicht im ersten Aufwuchs 2012. Ähnlich verhält sich auch der Weißklee, der im Frühjahr keinen Unterschied zwischen den Varianten zeigt, jedoch in den 4-Schnittvarianten vor allem in den letzten beiden Schnitten an Deckung gewinnt. Das Englische Raygras ist in dieser Höhenlage an seiner Randverbreitung, kann sich jedoch bei Gülledüngung und steigender Nutzungsfrequenz, wenn auch in begrenztem Ausmass, stärker etablieren. Überaschenderweise nimmt die Deckung der Wiesenrispe mit steigender Nutzung stark ab. Die Kräuter nehmen zu, bedingt durch die Frühjahrstrockenheiten in den letzten beiden Versuchsjahren bis 2011, wobei hier besonders die Schafgarbe und der Wiesenpippau hervortreten.

Ertrag

Der Ertrag war bei 4 Schnitten im Jahr und 150 kg N/ha am höchsten, wobei die niedrige Schnittintensität mit Herbstweide an diesen Trockenmasseertrag heranreichte. Außerdem brachte die besser mit P und K versorgte Hauswiese etwa 2000 kg TM Ertrag mehr im Jahr, Energie- und Rohproteingehalte unterschieden sich nicht. Die Qualität des Erntegutes hinsichtlich Rohprotein- und Energiegehalt

Tabelle 3: Trockenmasse-Erträge, Rohprotein- und Energiekonzentration in Abhängigkeit von Nutzungsintensität und Düngerart

Parameter	Einheit	Nutzungsintensität					Düngerart			
		*2 niedrig	3 mittel	4 hoch	SEM	p	Mist	Gülle	SEM	p
TM-Ertrag	kg/ha	12.29 ^a	11.6 ^b	12.7 ^a	245	0,0003	11.87 ^b	12.52 ^a	215	0,006
XP-Gehalt	g/kg TM	125 ^c	139 ^b	153 ^a	1	<0,001	139 ^a	139 ^a	1	0,449
NEL-Gehalt	MJ /kg TM	5,69 ^c	5,8 ^b	6,01 ^a	0,01	<0,001	5,85 ^a	5,82 ^a	0,01	0,050

*2 Schnitte/Jahr + simulierte Herbstweide

nahm mit steigender Intensität signifikant zu. Gülldüngung hatte zwar einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag, jedoch nicht auf den Gehalt an Eiweiß und Energie (**Tab. 3**).

Diskussion

Die untersuchten Wiesen weisen mit durchschnittlich 25 Arten je 4 m² einen gut ausgestatteten Pool auf, BOHNER et al. 2000 fanden 43 Arten auf 50m². Diese Vielzahl an Arten und deren Konkurrenzkampf untereinander in der Mischkultur Dauerwiese ist die Voraussetzung dafür, dass in der Praxis häufig rasche Änderungen im Pflanzenbestand beobachtet werden. Oft ist es schwierig die Ursache für das Ausbreiten oder Verschwinden einer Art nachzuvollziehen, da neben den Bewirtschaftungsmaßnahmen auch Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse entscheidend für Artenzusammensetzung und Wuchs sind. Im Versuch konnte ein Einfluss der Nutzungsintensität bereits nach 2 Jahren festgestellt werden (**Tab. 2, Abb. 3**). Überraschend war dabei der Rückgang der Wiesenrispe mit steigender Nutzung, da diese Art der wichtigste Narbenbildner mit Ausläufern im intensiven Grünland ist (DIETL et al. 1998). Der Rückgang der Wiesenrispe bei zunehmender Intensivierung muss auf den am Versuchsstandort angestammten Ökotyp (*Poa pratensis* agg. Inklusive der Schmalblättrigen Wiesenrispe *P. angustifolia*) zurückgeführt werden.

Ähnlich verhält sich die ebenfalls Ausläufer bildende Schafgarbe. Diese Art profitierte außerdem von der Frühjahrstrockenheit 2010 und 2011. Die unbeliebte Gemeine Rispie breitet sich mit verfilzenden oberirdischen Legtrieben nach dem ersten Schnitt im intensiven Grünland stark aus. Dieser Trend war bereits nach 2 Jahren mit 4 Nutzungen nachweisbar. Der Goldhafer hat auf der anderen Seite bereits nach 2 Jahren mit steigender Intensität abgenommen (ANGERINGER et al. 2011). Im Frühjahr 2012 war der Unterschied weniger deutlich, ein Beweis für die hohe Jahresfluktuation dieser Leitart der montanen Wirtschaftswiesen. Als lockerrasiges Horstgras bildet der Goldhafer zu jedem Schnitt Blühtriebe aus (KUTSCHERA et. al 1882) und ist demnach nicht eine Versamung zum 1. Schnitt angewiesen.

Gülldüngung führte erwartungsgemäß zu signifikant höheren Erträgen im Vergleich zu Rottemist, nicht aber zu einer Ausbildung der typischen Gülleflora (KUTSCHERA 1968, KLAPP 1971) mit hochaufwachsenden Kräutern wie Stumpfbblatt-Ampfer oder Wiesen-Bärenklau. Dies ist auf die sachgerechte Zufuhr der Gülle zu jedem Schnitt in geringen Gaben („komm oft, bring wenig“) zurückzuführen (BOHNER et al 2011). Die Mistdüngung ist in dieser Hinsicht schwieriger, da die Ausbringungszeitpunkte auf Herbst und Frühjahr beschränkt sind, um Rückstände im Erntegut zu vermeiden. Die Leguminosen können sich aufgrund der Möglichkeit der N-Fixierung bei Mistdüngung besser etablieren (**Tab. 2**). Eine Herbsternte nach 2 Nutzungen brachte hohe Erträge, allerdings mit niedrigerer Qualität. Erwartungsgemäß führte ein früher Schnitt über die jüngeren Pflanzen zu höheren Eiweiß- und Energiegehalten, allerdings unabhängig von der Düngerart (**Tab. 3**), ein Beleg für den geringen Einfluss der Art des Wirtschaftsdüngers auf die Artenzusammensetzung im Grünland.

Schlussfolgerungen

Der on-farm Feldversuch konnte unter praxisnahen Bedin-

gungen zeigen, dass eine Nutzungsintensivierung sehr rasch zu einer Änderung der Artenzusammensetzung montaner Wiesen führt. Zwar nehmen die Rohprotein und Energiegehalte aufgrund der früheren Nutzung zu, andererseits breiten sich auch unerwünschte Arten wie Gemeine Rispie zu Lasten der wertvollen Wiesenrispe aus. Wertvolle intensivierbare Arten wie Englisches Raygras sind im Berggebiet an der Grenze ihrer Höhenverbreitung und müssten zusätzlich gesät werden. Bei angepasster Wirtschaftsdüngermenge und Gabe zu jedem Schnitt, ist keine Änderung im Pflanzenbestand aufgrund von Gülle oder Rottemist zu erwarten. Gülle kann jedoch zu höheren Erträgen führen, da sie bedarfsgerecht zugeteilt werden kann. Um die Goldhaferwiesen in ihrer stabilen Artenzusammensetzung zu erhalten, sind die traditionelle 3-malige Nutzung im Jahr mit 2 Schnitten und Nachweide oder 3 Schnitten beizubehalten. Wird hingegen eine Intensivierung der Nutzung angestrebt, müssen intensivierbare Grassorten von Wiesenrispe, Englisch-Raygras und Knaulgras regelmäßig eingesät werden, um die Grasnarbe zu erhalten.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt der Familie vulgo Lanthaler für die Bereitstellung der Flächen und Arbeitsunterstützung. Außerdem danken wir dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, das dieses Forschungsprojekt mit der Projekt-Nr. 100519/1 unterstützt hat.

Literatur

- ANGERINGER, W., STARZ, W., R. PFISTER und G. KARRER, 2011: Vegetation change of mountainous hay meadows to intensified management regime in organic farming. In: Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions: Grassland Science in Europe, Vol. 16, AREC Raumberg-Gumpenstein, 632 S.
- ANGERINGER, W., STARZ, W., R. PFISTER, H. ROHRER und G. KARRER, 2013: Wirkung verschiedener Nutzungsintensitäten auf montane Goldhaferwiesen im Biolandbau. In: NEUHOFF et. al. (Hrsg.): Ideal und Wirklichkeit – Perspektiven Ökologischer Landwirtschaft. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn 05.-08. März 2013, Verlag Dr. Köster, Berlin S. 172-175.
- BOHNER, A., ANGERINGER, W. und M. SOBOTIK, 2011: Ist die Gülleflora heute noch ein Problem? In: ELSÄSSER et. al. (Hrsg.): Gülle11: Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland, Tagungsband 17.-18.10.2011, LAZBW 218 – 221.
- BOHNER, A. und M. SOBOTIK, 2000: Das Wirtschaftsgünland im Mittleren Steirischen Ennstal aus vegetationsökologischer Sicht. In: Das Grünland im Berggebiet Österreichs: MAB-Forschungsbericht am 22.-23. September 2000 in Wien. BAL Gumpenstein, S. 15-50.
- BRUNNER, W., 2002: St. Oswald-Möderbrugg. Band 1: Eine Gemeinde und ihre Geschichte. Eigenverlag Gem. St. Oswald-M. 743pp.
- BUNDESMINISTERIUM F. LAND- U. FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT U. WASSERWIRTSCHAFT (BMLFUW), 2012: Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 2011 (Grüner Bericht), Wien 336pp.
- DIERSCHKE, H. & BRIEMLE, G., 2002: Kulturgrasland - Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. Reihe Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 260 S.
- DIETL, W., LEHMANN, J. und M. JORQUERA, 1998: Wiesengräser. LMZ Zollikofen, 190 S.
- DLG – Deutsche-Landwirtschafts-Gesellschaft, 1997: Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. erweiterte u. überarbeitete Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt, 212 S.

- KARRER, G., BASSLER, G., FORMAYER, H., SCHAUMBERGER, A., ANGERINGER, W., BOHNER, A. und W. STARZ, 2010: Klimatisch beeinflusste Vegetationsentwicklung und Nutzungsintensivierung von Fettwiesen im österreichischen Berggebiet. In StartClim2009: Anpassung an den Klimawandel: Beiträge zur Erstellung einer Anpassungsstrategie für Österreich, Auftraggeber: BMLFUW, BMWF, BMWFJ, ÖBF.
- KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. 4.A., Parey Verlag, 620 S.
- KUTSCHERA, L., 1968: Veränderungen von Grünlandbeständen durch die Gülledüngung und Vermeidung der Verunkrautung. Bericht über die 5. Arbeitstagung „Fragen der Güllerei“, BAL Gumpenstein, 49-82.
- KUTSCHERA, L., LICHTENEGGER, E. und M. SOBOTIK (1982): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band1: Monocotyledonae. G. Fischer Verlag Stuttgart 520 S.
- RASCH, D. [Eds.], 2008: Verfahrensbibliothek. Versuchsplanung und -auswertung (2.A.), Oldenbourg, Munich-Vienna.
- SCHECHTNER, G., 1958: Grünlandsoziologische Bestandsaufnahme mittels „Flächenprozentschätzung. Zeitschr. f. Acker- und Pflanzenbau 105: 33-43.
- SCHMIDT, M. (1995): Ansätze für eine zeitgemäße Landschaftspflege-Konzeption. Landschaftspflege Quo vadis? 2: 11-14.