



MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWEERTES
ÖSTERREICH

HBLFA RAUMBERG - GUMPENSTEIN
LANDWIRTSCHAFT

Abschlussbericht

FP BioGülleMulch

Projekt Nr. 100547

Optimierung der Gülledüngung auf Wiesen durch Einbringung zusätzlicher organischer Materialien

*Improvement of Slurry Fertilization on Meadows by Insertion of additionally
Organic Matter*

Projektlaufzeit:
2009-2014

Projektmitarbeiter:
Walter Starz (Leitung)
Rupert Pfister
Hannes Rohrer

alle Bio-Institut HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Eingereicht: August 2015

www.raumberg-gumpenstein.at



Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Summary	3
3	Einleitung und Zielsetzung.....	4
3.1	Übersicht	4
3.2	Fragestellung	4
4	Material und Methoden	6
4.1	Standort	6
4.2	Versuchsdesign.....	6
4.3	Pflanzenbestand und Blattflächenindex.....	7
4.4	Düngung, Mulch und Nährstoffbilanz.....	7
4.5	Ertrag und Futterqualität.....	8
4.6	Statistik.....	8
4.7	Zeitplan und Maßnahmen.....	8
5	Ergebnis und Diskussion	9
5.1	Wetter	9
5.2	Pflanzenbestand.....	9
5.3	Mulch und Nährstoffbilanz.....	12
5.4	Mengenenerträge und Futterqualität	13
6	Schlussfolgerungen	15
7	Literaturverzeichnis.....	16

1 Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Versuches wurde die Auswirkung von Grasmulch auf den Bestand und den Ertrag einer Dauerwiese untersucht. Ziel war es, den Eintrag von organischer Substanz bei reiner GÜlledüngung zu verbessern. Dabei wurde in einem Verfahren der letzte Aufwuchs (4. Aufwuchs) gemäht und als gehäckseltes Mulchmaterial wieder auf den Parzellen ausgebracht. Bei den übrigen Parzellen wurde der 4. Aufwuchs gemäht und abgeführt. Alle Parzellen wurden zu vier Terminen mit GÜlle gedüngt, wobei eine Jahresmenge von 100 kg Stickstoff je ha angewendet wurde.

Sowohl im Mengenertrag als auch im Energie- und Rohproteinерtrag erreichten die gemulchten Varianten (9.590 kg TM/ha, 56.717 MJ NEL/ha und 1.387 kg XP/ha) signifikant geringere Werte als die viermal geschnittenen Varianten (11.174 kg TM/ha, 66.383 MJ NEL/ha und 1.658 kg XP/ha). Obwohl über das Mulchmaterial zusätzlich 45 kg N/ha zugeführt wurden, konnte der Ertrag nicht gesteigert werden. Die Behandlung der GÜlle mit Steinmehl zeigte keinen Einfluss auf die untersuchten Parameter.

2 Summary

This trial investigated the effects of grass mulch on permanent grassland regarding botanical composition and the yield. The aim was to improve the supply of organic matter in pure slurry fertilisation systems. In one variant the last growth (4th growth) was mowed and the chopped material was spread as mulch on the plots. In residual plots the green mass from 4th growth was cut and removed. All plots were fertilized with slurry (four times per year), with an annual amount of 100 kg nitrogen ha⁻¹.

Both in yield as in energy and crude protein yield mulched variants (9,590 kg DM ha⁻¹, 56,717 MJ NEL ha⁻¹ and 1,387 kg XP ha⁻¹) reached significant lower amounts as four time cutting variants (11,174 kg DM ha⁻¹, 66,383 MJ NEL ha⁻¹ and 1,658 kg XP ha⁻¹). The added mulch mass delivered 45 kg N ha⁻¹, but no effects were measured. The treatment of slurry with rock flour had no effect on the parameters studied.

3 Einleitung und Zielsetzung

3.1 Übersicht

Am Beginn der Biologischen Landwirtschaft stand die Frage nach der optimalen Bodenbewirtschaftung und Düngeraufbereitung. Dieses Düngungsverständnis beruht in erster Linie darauf die Bodenlebewesen mit wertvollen Stoffen zu versorgen (Paulsen, Schrader, & Schnug, 2009).

Gülesysteme finden auf Bio-Grünlandbetrieben immer mehr Verbreitung und werden teilweise kritisch gesehen (Danner, 2008). Gülle verfügt im Vergleich zum Festmist über deutlich weniger humusfördernde Materialien, was ein Hauptgrund für diese Betrachtung ist. Das negative Image der Gülle rührt aber auch von einer nicht ordnungsgemäßen Anwendung (Huguenin-Elie & Elsäßer, 2011) auf den Grünlandflächen. Ebenfalls wird in Verbindung mit Gülle immer der Begriff der Gülleflora (Bohner, Angeringer, & Sobotik, 2011) gebracht. Andere Studien zeigen, dass bei sachgerechter Düngung die Gülle nicht zur Ausbreitung einzelner dominanter Arten beiträgt (Neff, 2011). Diese kontroversiellen Standpunkte verdeutlichen das Spannungsfeld in der Güllediskussion.

Gülle ist so wie Festmist ein wertvoller Wirtschaftsdünger auf einem Grünland-Betrieb. Dieser flüssige Wirtschaftsdünger findet in tiergerechten Milchviehhaltungssystemen immer größere Verbreitung und stellt ein Faktum dar. Daher ist eine zielorientierte Frage im Bereich der Gülle nicht, wie kann man sie vom Bio-Betrieb weg bekommen sondern wie kann man die Gülle einsetzen, damit sie sowohl das Bodenleben als auch das Pflanzenwachstum fördert.

Der Humusaufbau war und ist ein zentraler Punkt bei der Entwicklung der Biologischen Landwirtschaft (Paulsen et al., 2009). Das Stroh im Festmist ist eine wichtige Kohlenstoffquelle für die Bodenlebewesen und den Humusaufbau. Da Gülle kaum Stroh enthält, führte dies vielfach zur Schlussfolgerung, dass Gülle humusabauend wirken muss. Dabei wird in der Diskussion die Tatsache vergessen, dass in den Anfängen der Biologischen Landwirtschaft ausschließlich von Ackerböden ausgegangen wurde. Auf Ackerböden wirkt sich eine Reduktion der zugeführten organischen, kohlenstoffhaltigen Düngersubstanzen negativ auf den Humusgehalt aus, was Untersuchungen deutlich zeigten (W. Starz, 2010). Diese Erfahrungen wurden in weiterer Folge auf die Dauergrünlandböden übertragen, ohne dabei zu berücksichtigen, dass hier teilweise andere Verhältnisse vorherrschen. Beispielsweise sind die Humusgehalte in Dauergrünlandböden um ein vielfaches höher als in Ackerböden und daraus ergeben sich andere Umsetzungsdynamiken. So hat ein durchschnittlicher Ackerboden 13 kg Kohlenstoff je m² gespeichert. Ein mittlerer Boden unter Dauergrünland hat hingegen 20 kg/m² (Gisi, Schenker, Schulin, Stadelmann, & Sticher, 1997) konserviert. Dies ist in erster Linie auf den permanenten Bewuchs und den regelmäßigen Bestandesabfall von Blättern und Wurzeln zurückzuführen.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes galt es zu klären ob im Dauergrünland der Verbleib eines Teiles des organischen Materials, neben einer Gülledüngung, Vorteile mit sich bringt. Dazu wurde in diesem Versuch (2009-2013) am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein der vierte Aufwuchs einer Schnittwiese auf der Fläche gemulcht und so organisches Material im System verbleibt.

3.2 Fragestellung

Das Mulchen von Schnittwiesen, anstelle einer letzten Nutzung im Herbst wird bisher nur von wenigen Betrieben durchgeführt. Jene Betriebe berichten über einen großen Erfolg, der bisher noch nicht ausreichend untersucht wurde. Reine Güllebetriebe führen, gegenüber Betrieben mit Festmist, geringere Mengen an Kohlenstoff dem Boden zu. Hier könnte Grasmulch einen Ausgleich in der Kohlenstoffbilanz der Böden bringen, da durch das Material die Stoffe auf der Fläche verbleiben und nicht abtransportiert werden. Wie die tatsächlichen Effekte in einer Dauerwiese sind soll dieses Projekt untersuchen.

Das Konzept für dieses Projekt wurde im Rahmen des Seminars Bioforschung für die Praxis am 08. April 2008 in Wien mit den Bio-GrünlandberaterInnen und ForscherInnen entwickelt.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden folgende Forschungsfragen aufgeworfen:

- Unterscheiden sich die Pflanzenbestände der einzelnen Varianten nach der Projektlaufzeit?
- Verändern sich in den Versuchsjahren die Erträge bei den einzelnen Varianten?
- Können bei den einzelnen Varianten innerhalb der Versuchsjahre Unterschiede in den Inhaltsstoffen gemessen werden?
- Sind die überprüften Varianten auf einem Güllebetrieb umsetzbar?
- Ist der Einsatz der überprüften Mittel und Methoden ökonomisch sinnvoll?

Aus den aufgestellten Forschungsfragen wurden 3 Arbeitshypothesen abgewandelt:

1. Arbeitshypothese 1: Durch das Mulchen von Dauergrünlandbeständen werden auf Güllebetrieben zusätzliche organische Düngermittel eingebracht, die eine Förderung der Bodenlebewesen bewirken und somit die Grünland-Ertragslage im Folgejahr verbessern.
2. Arbeitshypothese 2: Eine zusätzliche Einbringung von organischen Düngern auf Güllebetrieben führt zu einer Veränderung des Grünland-Pflanzenbestandes.
3. Arbeitshypothese 3: Die Mulchung des letzten Grünlandaufwuchses auf einer Schnittwiese rechnet sich ökonomisch aufgrund der stabilen Grasnarbe und des Ertrages.

4 Material und Methoden

4.1 Standort

Der Versuchsstandort befand sich auf einer Dauergrünlandfläche am Bio Lehr- und Forschungsbetrieb der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Stainach-Pürgg und wies folgende Standorts- und Klimaeigenschaften auf:

- Lage: Breite: 47° 30' 52,48'' N, Länge: 14° 03' 50,35'' E
- Seehöhe: 740 m
- Klima 7 °C ø Temperatur, 1.014 mm ø Jahresniederschlag im langjährigen Mittel (siehe Abbildung 1).
- Bodeneigenschaften: Braunlehm von mittlerer Gründigkeit, pH-Wert 6,2, Humusgehalt 10,1 %, Tongehalt 13,7 %.

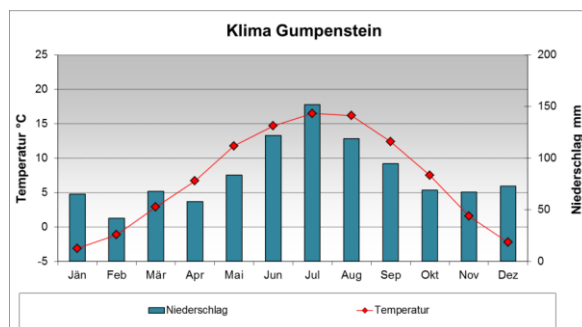


Abbildung 1: Langjähriges Mittel (1971-2000) des Klimas (ZAMG)

4.2 Versuchsdesign

Der Versuch wurde auf einer bestehenden Dauergrünlandfläche angelegt, die bisher zwei- bis dreimal geschnitten wurde und danach dem Jungvieh als Weide zur Verfügung stand. Als Versuchsanlage wurde eine zweifaktorielle Blockanlage in dreifacher Wiederholung gewählt (siehe Abbildung 2) und der Versuchszeitraum erstreckte sich über fünf Jahre (2009-2013).

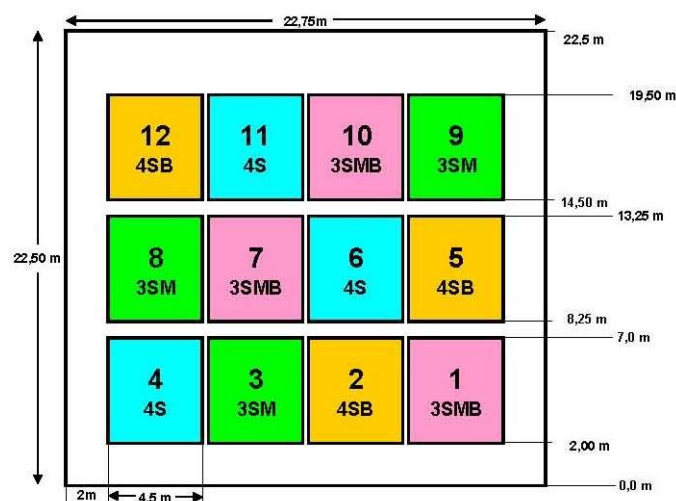


Abbildung 2: Versuchsplan und Lage der Varianten

Eine Faktorstufe war die Gülleform (SM Gülle = Behandlung mit Steinmehl, UB Gülle = unbehandelte Gülle) als unbehandelte bzw. mit Steinmehl (aus Diabas) behandelte Variante. Bei der Behandlung wurden 30 kg Steinmehl je m³ Gülle aufgewendet. Die Nutzungsart bildete den zweiten Faktor (Mulch = Mulchung des 4. Aufwuchses, Schnitt = Schnittnutzung aller 4 Aufwüchse) wobei eine Variante viermal pro Jahr geschnitten wurde und die andere dreimal. Der vierte Aufwuchs in der 3-Schnittvariante wurde gemulcht (siehe Tabelle 1) und verblieb somit auf den Parzellen.

Tabelle 1: Die vier untersuchten Varianten

Nutzungsart	Güllebehandlung	Abkürzung
4 Schnitte	ohne Behandlung	4S
3 Schnitte + Mulchung	ohne Behandlung	3SM
4 Schnitte	mit Steinmehl	4SB
3 Schnitte + Mulchung	mit Steinmehl	3SMB

4.3 Pflanzenbestand und Blattflächenindex

Die Entwicklung des Pflanzenbestandes wurde in den Untersuchungsjahren 2009, und 2014 mit Hilfe der Flächenprozentsschätzung dokumentiert. Die Entwicklung der Artengruppen (Kräuter, Leguminosen und Gräser) und Lücken wurde in jedem Untersuchungsjahr (2009-2013) und vor jedem Schnitt erhoben. Es wurde dafür die wahre Deckung (Schechtner, 1958) erhoben. Bei der wahren Deckung handelt es sich um jene Fläche, die von der Pflanzenbasis eingenommen wird.

Der Blattflächenindex bzw. LAI (leaf area index) beschreibt eine Verhältniszahl zwischen der Einstrahlung der Sonne über dem Bestand und jener Einstrahlung auf den Sonden-Messpunkten. Beispielsweise bedeutet ein LAI von 1, dass 1 m² Bodenoberfläche genau von 1 m² Blattmasse bedeckt wird. Vor den Schnitten wurde die Messung des LAI mit dem Gerät AccuPAR LP-80 in drei Bestandeshöhen (0, 10 und 20 cm) vorgenommen. Die Messung des LAI erfolgte ab dem Versuchsjahr 2011 und wurde dann bis 2013 standardmäßig zu jedem Schnitt durchgeführt.

4.4 Düngung, Mulch und Nährstoffbilanz

Die Düngung aller vier Varianten erfolgte mit Gülle nach einer definierten Stickstoffmenge, die mit 100 kg je ha festgesetzt wurde. Diese Güllemenge wurde auf vier Termine aufgeteilt (siehe Tabelle 2). Bei der Mulchung des letzten Aufwuchses wurden die zu mulchenden Parzellen mittels Motormäher abgeerntet und das Erntegut mit einem Probenhäcksler zerkleinert. Im Anschluss wurde das gehäckselte Material auf den Mulchparzellen wieder ausgebracht. Zuvor wurde die Mulchmenge gewogen sowie eine Probe entnommen um die Gehalte an Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) zu bestimmen. Aus den über die Gülle und das Mulchmaterial zugeführten Nährstoffmengen sowie den durch das Schnittmaterial abgeführten Nährstoffe wurden für jede Variante Bilanzen für die drei Hauptnährstoffe N, P und K erstellt.

Tabelle 2: Aufteilung der N-Menge aus Gülle pro Jahr

Zeitpunkt	N-Menge in kg/ha
Frühling	25
nach 1. Schnitt	35
nach 2. Schnitt	30
nach 3. Schnitt	10

4.5 Ertrag und Futterqualität

Zur Feststellung der Trockenmasse-Erträge wurde ein Mittelstreifen in jeder Parzelle geerntet. Der Schnitzeitpunkt war in allen vier Varianten gleich und die Ernte erfolgte mittels Motormäher (Schnitthöhe 5 cm). Das gesamte Erntegut des abgemähten Streifens wurde direkt am Feld gewogen und so die Frischmasse bestimmt. Vom Erntegut wurde ein Teil für die weiteren Analysen entnommen und in Plastiksäcken verpackt.

Die Proben wurden mit Hilfe eines Probenhäckslers zerkleinert und vom Häckselgut wurde aus einer Doppelprobe der Trockenmassegehalt (TM) bestimmt. Dazu wurde das frische Material bei 105 °C über 48 Stunden getrocknet. Der restliche Teil der Frischprobe kam zur schonenden Trocknung (50 °C) in das hauseigene Chemische Labor. Hier wurden eine Weender Analyse sowie die Untersuchung der Gerüstsubstanzen, Mineralstoffe und Spurenelemente durchgeführt. Aus den Rohnährstoffen wurde mit Hilfe einer Regressionsformeln (GfE, 1998) der Energiegehalt in MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) errechnet.

4.6 Statistik

Die statistische Auswertung der normalverteilten und varianzhomogenen Residuen der Daten erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 nach der MIXED Prozedur (Fixe Effekte: Mulchung, Güllebehandlung, Jahr und bei den Inhaltstoffen und dem LAI der Schnittermin sowie die Wechselwirkungen, die Spalten und Wiederholungszeilen der Versuchsanlage wurden als zufällig (random) angenommen, wobei bei Auswertung der Inhaltstoffen und des LAI zusätzlich die Wechselwirkung der Zeile*Spalte als random verwendet wurde) auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$. Bei der Darstellung der Ergebnisse werden die Least Square Means (LSMEANS) sowie der Standardfehler (SEM) und die Residualstandardabweichung (s_e) angegeben. Signifikante Unterschiede wurden mit Hilfe des paarweisen Vergleiches der LSMEANS (Tukey-Test) durchgeführt und sich unterscheidende Werte sind mit Kleinbuchstaben (a, b, c usw.) gekennzeichnet.

4.7 Zeitplan und Maßnahmen

In Tabelle 3 sind die Ernte- und Boniturzeitpunkte sowie Termine für die LAI-Messungen, die Gülledüngung und das Mulchen angeführt.

Tabelle 3: Zeitpunkte der Ernten im Versuchsjahr 2013 sowie Daten zu den beiden Weideflächen

		2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ernte u. Artengruppenbestimmung	1. Aufwuchs	08.Jun	25.Mai	18.Mai	21.Mai	21.Mai	
	2. Aufwuchs	29.Jul	08.Jul	28.Jun	09.Jul	02.Jul	
	3. Aufwuchs	15.Sep	23.Aug	17.Aug	23.Aug	22.Aug	
	4. Aufwuchs	29.Okt	21.Okt	06.Okt	17.Okt	15.Okt	
Artenbonitur		28.Mai					07.Jul
LAI-Messung	1. Aufwuchs			18.Mai	21.Mai	18.Mai	
	2. Aufwuchs			27.Jun	06.Jul	02.Jul	
	3. Aufwuchs			17.Aug	21.Aug	21.Aug	
Düngung	Frühjahr	17.Apr	15.Apr	06.Apr	12.Apr	12.Apr	
	nach 1. Schnitt	09.Jun	28.Mai	01.Jun	29.Mai	28.Mai	
	nach 2. Schnitt	03.Aug	27.Jul	18.Jul	17.Jul	04.Jul	
	nach 3. Schnitt	29.Sep	14.Sep	05.Sep	27.Aug	27.Aug	
Mulchen	Frühjahr	29.Okt	21.Okt	06.Okt	17.Okt	16.Okt	

5 Ergebnis und Diskussion

5.1 Wetter

Das Wetter im Versuchszeitraum (2009-2013) zeigte geringe Schwankungen (siehe Tabelle 4). Die Jahresniederschläge bewegten sich um das langjährige Mittel. Auch die Niederschlagssummen in der Vegetationszeit unterschieden sich zwischen den Jahren nur geringfügig. Dahingegen war die durchschnittliche Jahrestemperatur in allen Jahren deutlich über dem langjährigen Mittel.

Tabelle 4: Jahresniederschläge und Niederschläge während der Vegetationszeit sowie die jährliche Durchschnittstemperatur in den Versuchsjahren.

Parameter	Einheit	2009	2010	2011	2012	2013
Niederschlagssumme	mm	1132	988	981	1261	1035
Niederschlag in der Vegetationszeit	mm	855	803	769	882	722
Temperaturmittel	°C	8,6	7,7	8,8	8,5	8,5

5.2 Pflanzenbestand

Auf der Ebene der Varianten konnten keine signifikanten Unterschiede in der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes festgestellt werden. Sehr wohl gab es Veränderungen über alle Varianten hinweg vom ersten Versuchsjahr 2009 bis zur abschließenden Bonitur im Jahr 2014 (siehe Abbildung 3).

Hier konnten gegensätzliche aber signifikante (p -Wert $>0,0001$) Veränderungen bei zwei Grasarten beobachtet werden. Knaulgras (*Dactylis glomerata*) nahm im Bestand von 24 auf 6 Flächenprozent von 2009 bis 2014 ab.

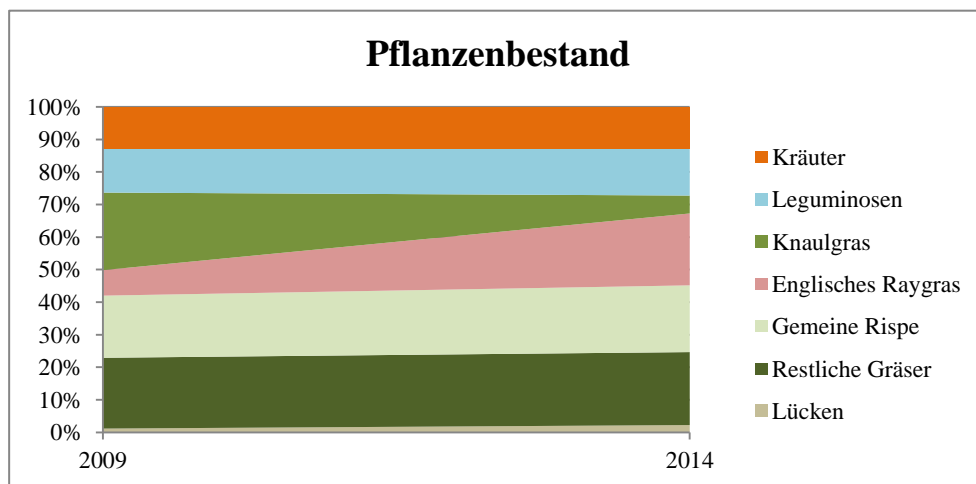


Abbildung 3: Veränderungen im Pflanzenbestand während des Versuchszeitraumes

Im Gegenzug kam es zu einer Zunahme von Englischem Raygras (*Lolium perenne*) von 8 auf 22 Flächenprozent. Diese Beobachtung verdeutlicht, welche Grasarten extensiv und intensiv nutzbar sind. Knaulgras, als starkwüchsiges Obergras, hält langfristig vier Nutzung nicht aus und geht im Bestand zurück. Dagegen kommt das Englische Raygras mit einer intensiven Nutzung sehr gut zurecht und kann sich bei dieser gut behaupten. Bei den übrigen Arten und Artengruppen gab es kaum Veränderungen. So blieb der Anteil des Problemgrases Gemeine Risppe (*Poa trivialis*) während der Versuchs-

zeit konstant. Als Leguminose trat auf den Parzellen der Weißklee (*Trifolium repens*) auf. Auf der Seite der Kräuter war die dominierende Art der Kriechende Hahnenfuß (*Ranunculus repens*).

Sowohl der Weißklee als auch der Kriechende Hahnenfuß kommen mit einer intensiven Schnittnutzung gut zurecht, da sie einen an der Bodenoberfläche verlaufenden Kriechtrieb besitzen, der bei der Ernte wenig geschädigt wird.

Das die Nutzung, also die Anzahl der Schnitte pro Jahr, einen großen Einfluss auf die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes hat konnte bereits in einer anderen Untersuchung des Bio-Instituts der HBLFA Raumberg-Gumpenstein beobachtet werden (Angeringer, Starz, Pfister, Rohrer, & Karrer, 2011).

Tabelle 5: Zusammensetzung des Pflanzenbestandes anhand des Faktors Mulchnutzung (Mulch= Mulchung des 4. Aufwuchses, Schnitt= Schnittnutzung aller 4 Aufwüchse) oder Güllebehandlung (SM= Behandlung mit Steinhäcksel, UB= unbehandelte Gülle)

Parameter	Einheit	Mulch	Schnitt	SEM	p-Wert	SM Gülle	UB Gülle	SEM	p-Wert	s _e
Lücken	Flächen-%	2	2	0,3	0,7841	2	2	0,3	0,4518	0,8
Gras	Flächen-%	72	71	1,0	0,7998	70	73	1,0	0,0773	3,1
<i>Englisches Raygras</i>	Flächen-%	15	15	0,7	0,6909	15	15	0,7	0,5791	2,5
<i>Gemeine Rispe</i>	Flächen-%	20	20	2,7	0,9530	20	20	2,7	0,8597	3,4
<i>Knautgras</i>	Flächen-%	14	15	4,5	0,6532	13	16	4,5	0,3211	7,1
Leguminosen	Flächen-%	14	14	0,9	0,4012	15	13	0,9	0,2043	2,6
Kräuter	Flächen-%	13	12	0,7	0,1006	13	12	0,7	0,0811	1,3

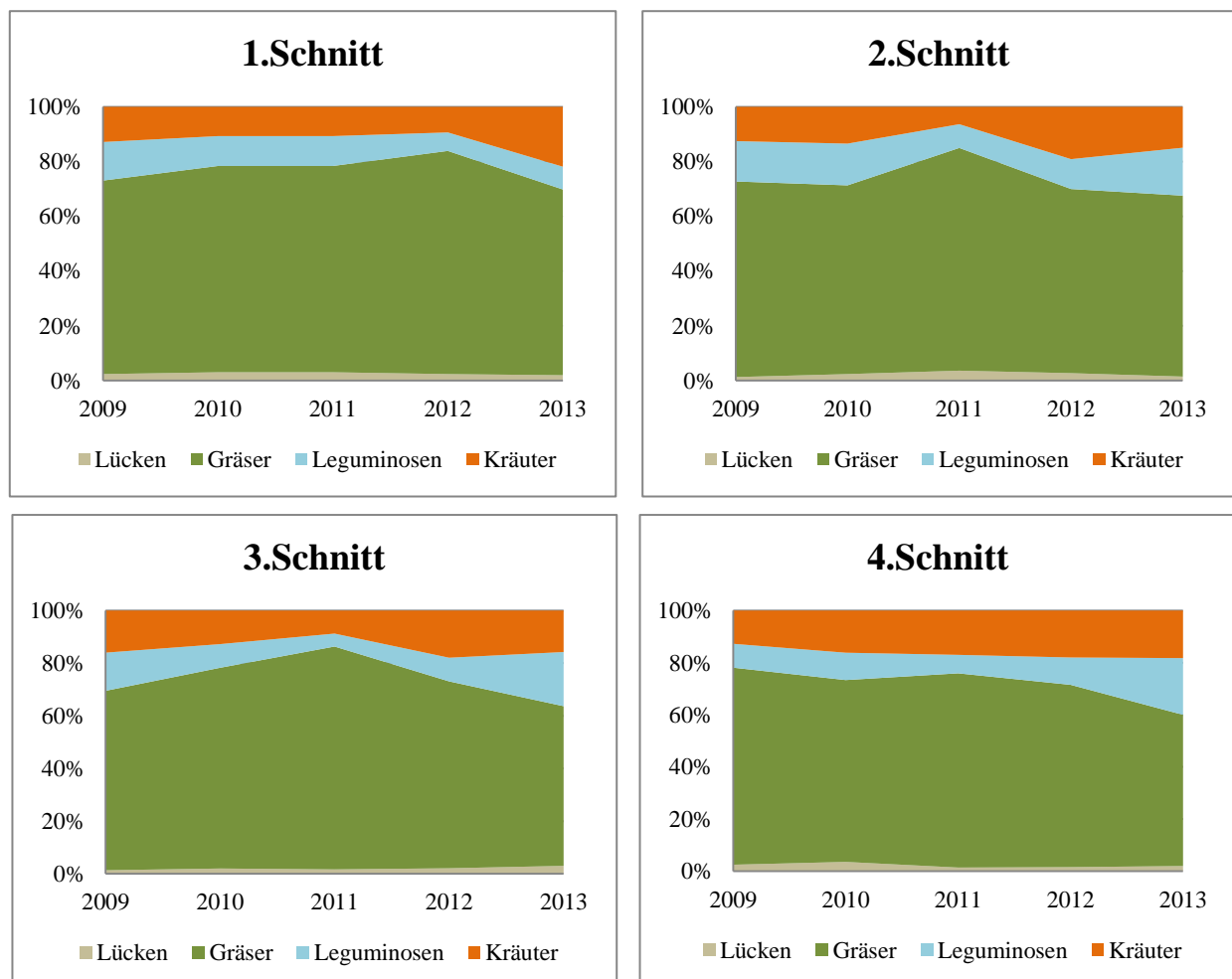


Abbildung 4: Verläufe der Artengruppen und Lücken zu den einzelnen Schnitten in den Versuchsjahren 2009-2013

Sowohl der Faktor Mulchen oder nicht Mulchen bzw. Güllebehandlung mit Steinmehl oder ohne Behandlung hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Pflanzenbestand (siehe Tabelle 5).

Bei der Betrachtung der Artengruppen zu den jeweiligen Schnittzeitpunkten in jedem Versuchsjahr (siehe Abbildung 4) zeigte sich eine generelle Abnahme des Grasanteiles im letzten Versuchsjahr. Wie bereits oben erwähnt ist Knaulgras ausgefallen, das langfristig mit einer regelmäßigen intensiven Nutzung schlecht zurechtkommt. In diesem Fall wären begleitende Übersaaten mit Wiesenrispengras und Englischem Raygras anzuraten. Beide Grasarten sind an eine intensive Nutzung sehr gut angepasst und liefern hohe Erträge (Walter Starz, Steinwider, Pfister, & Rohrer, 2013).

Dafür kam es ab dem 2. Schnitt zu einer Zunahme der Leguminosen. Dabei handelte es sich ausschließlich um den Weißklee, der mit den häufigen Schnitten gut zurechtkommt.

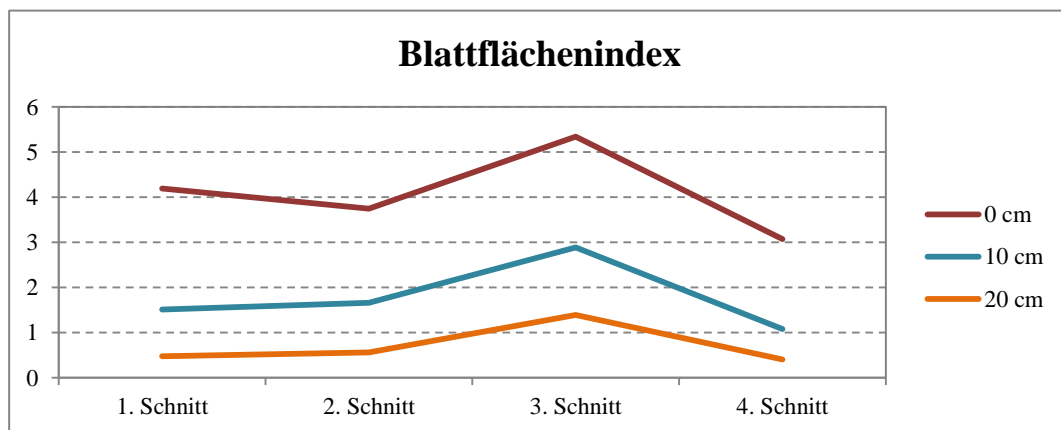


Abbildung 5: Verlauf des LAI im Mittel der Versuchsjahre zu den 4 Schnitten in den drei gemessenen Bestandeshöhen

Die LAI Werte stiegen im Mittel der Versuchsjahre vom ersten zum dritten Schnitt hin leicht an (siehe Abbildung 5).

Beim vierten Aufwuchs brach in allen drei gemessenen Höhen der LAI ein, da diese Bestände hier nicht mehr so dicht wuchsen. Bei Betrachtung der durchschnittlichen LAI Werte in den drei gemessenen Jahren lässt sich erkennen, dass der Blattflächenindex in allen drei Messhöhen kontinuierlich abnahmen (siehe Abbildung 6). Auch diese Messergebnisse verdeutlichten den Rückgang der hoch aufwachsenden Obergräser sowie der generell geringer werdenden Grasanteile im Bestand.

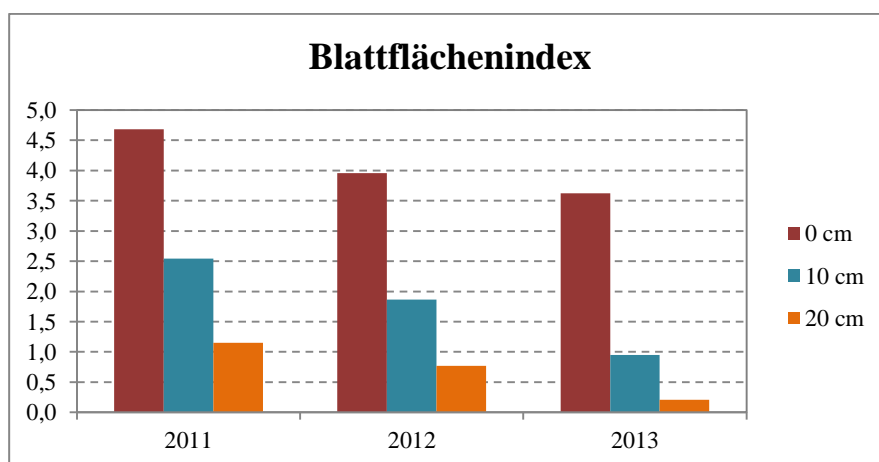


Abbildung 6: LAI in den drei gemessenen Versuchsjahren für die drei gemessenen Bestandeshöhen

5.3 Mulch und Nährstoffbilanz

Die gemulchte Menge des vierten Aufwuchses unterschied sich von 2009 bis 2012 signifikant (siehe Tabelle 6). Dabei wurde im ersten Jahr mit 616 kg/ha die geringste Menge geerntet. Dies lag daran, dass der erste Schnitt in diesem Jahr witterungsbedingt, etwas später angesetzt wurde und dann der vierte Aufwuchs weniger Zeit zum Wachsen hatte. Ansonsten lagen die Mulchmassen im Mittel der Versuchsjahre 2010-2013 bei 1.851 kg/ha. Bei Betrachtung der N-, P- und K-Mengen im Mulchmaterial wird deutlich, dass teilweise beachtliche Nährstoffmengen enthalten waren. Diese Nährstoffmengen entsprachen einer vollen Düngergabe (BMLFUW, 2006). Durch das Mulchmaterial wurden diese Varianten mit bis zu 167 kg N/ha im Jahr 2011 versorgt, da 100 kg N/ha aus der Düngung mit Gülle stammten.

Tabelle 6: Gewogene Mulchmenge und die N-, P- und K-Mengen in den Mulchmengen in den einzelnen Untersuchungsjahren

Parameter	Einheit	2009	2010	2011	2012	2013	SEM	p-Wert	s _e
Mulchmenge	kg/ha	616 ^d	2.015 ^b	2.710 ^a	1.324 ^c	1.357 ^c	165	<0,0001	249
N aus Mulch	kg/ha	20 ^c	57 ^a	67 ^a	40 ^b	40 ^b	6	<0,0001	9
P aus Mulch	kg/ha	3 ^d	10 ^b	13 ^a	7 ^c	7 ^c	1	<0,0001	1
K aus Mulch	kg/ha	11 ^c	41 ^{ab}	47 ^a	28 ^b	31 ^b	4	<0,0001	6

Die Bilanzen für die drei Hauptnährstoffe waren in jedem Untersuchungsjahr negativ (siehe Abbildung 7). In diesen Bilanzen zeigten sich aber auch zwei Trends. In der gemulchten Variante waren die Bilanzen für alle drei Nährstoffe geringer als in den Varianten wo alle 4 Schnitte von der Fläche abgeführt wurden. Ebenfalls in Abbildung 6 erkennbar ist der Trend von 2009 zu 2013, dass die Bilanzsummen immer weniger negativ wurden. Hier fand bereits eine Angleichung des Systems statt. Wie aber auch im nächsten Kapitel ersichtlich nahmen die Mengenerträge im Laufe der Versuchszeit ab. Dadurch wurden weniger Nährstoffe aus dem Boden aufgenommen und entzogen. Die Düngermenge über die Gülle wurde aber konstant gehalten. Die stark negative N-Bilanz muss etwas kritisch betrachtet werden, da in dieser Bilanz auch der über die N-Fixierung gewonnen N als Entzug verbucht wurde.

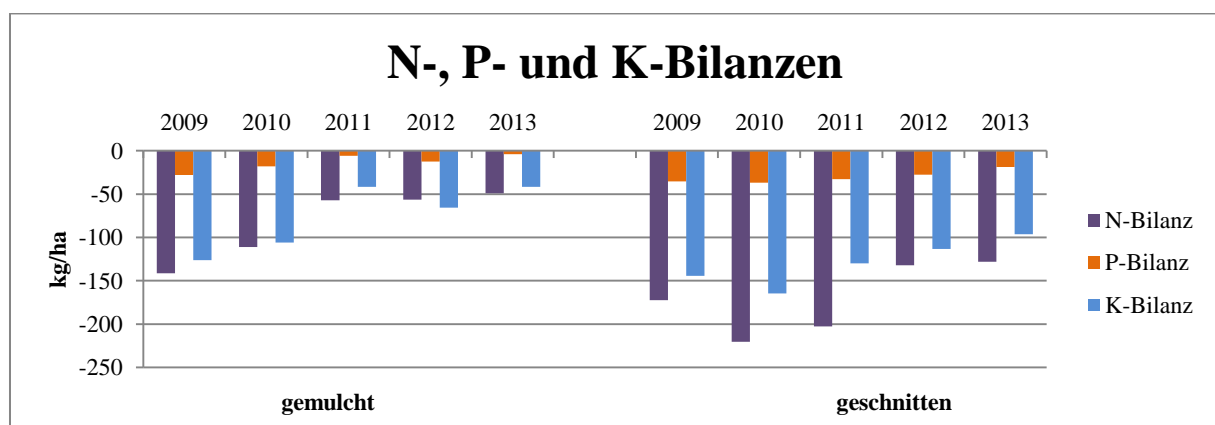


Abbildung 7: Bilanzen der drei Hauptnährstoffe (N, P und K) für jedes Versuchsjahr und getrennt nach gemulchten und geschnittenen Versuchsvarianten

5.4 Mengenerträge und Futterqualität

Die Nutzung hatte in dieser Untersuchung einen signifikanten Einfluss auf die Mengenerträge. Wie aus Tabelle 6 ersichtlich, hatte die gemulchte Variante (Mulch) beim Schnittertrag mit 9.590 kg TM/ha einen um 1.584 kg TM/ha niedrigeren Ertrag als die nicht gemulchte Variante (Schnitt). Wird das gemulchte Material zur 3-mal geschnittenen Mulch Variante dazu kalkuliert, traten keine signifikanten Unterschiede mehr auf. Somit konnte in dieser Untersuchung keine Ertragssteigerung durch die Mulchung des letzten Aufwuchses im Dauergrünland gemessen werden. Die Behandlung der Gülle mit Steinmehl zeigte keinen Einfluss auf den Ertrag. Dasselbe Bild konnte beim Rohprotein- sowie beim Energieertrag gemessen werden (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Mengen- und Qualitätserträge sowohl für den Faktor Mulchung oder Schnittnutzung sowie Güllebehandlung mit Steinmehl (SM) oder ohne Behandlung (UB)

Parameter	Einheit	Mulch	Schnitt	SEM	p-Wert	SM Gülle	UB Gülle	SEM	p-Wert	s _e
Schnittertrag	kg TM/ha	9.590	11.174	248	<0,0001	10.423	10.341	248	0,6565	684
Schnittertrag + Mulch	kg TM/ha	11.191	11.179	312	0,9522	11.263	11.108	312	0,4411	738
Energieertrag	MJ NEL/ha	56.717	66.383	1.629	<0,0001	61.615	61.485	1.629	0,9016	3.909
Rohproteintrag	kg TM/ha	1.387	1.658	68	<0,0001	1.527	1.518	68	0,7435	99

Ein möglicher Grund, warum das Mulchen zu keinen höheren Erträgen führte, könnte in der Beschaffenheit von Grünlandböden liegen. Diese verfügen von Haus aus über hohe Humusgehalte, also große Mengen an Kohlenstoffverbindungen. Ein durchschnittlicher Grünlandstandort verfügt im Schnitt über 7 % organische Substanz (Schroeder, 1992), was deutlich höher ist als in Ackerböden (Gisi et al., 1997). Daher dürfte eine zusätzliche Einbringung organischer Materialien das Grünlandsystem wenig beeinflussen, wenn eine ordnungsgemäße und bedarfsgerechte Düngung durchgeführt wird.

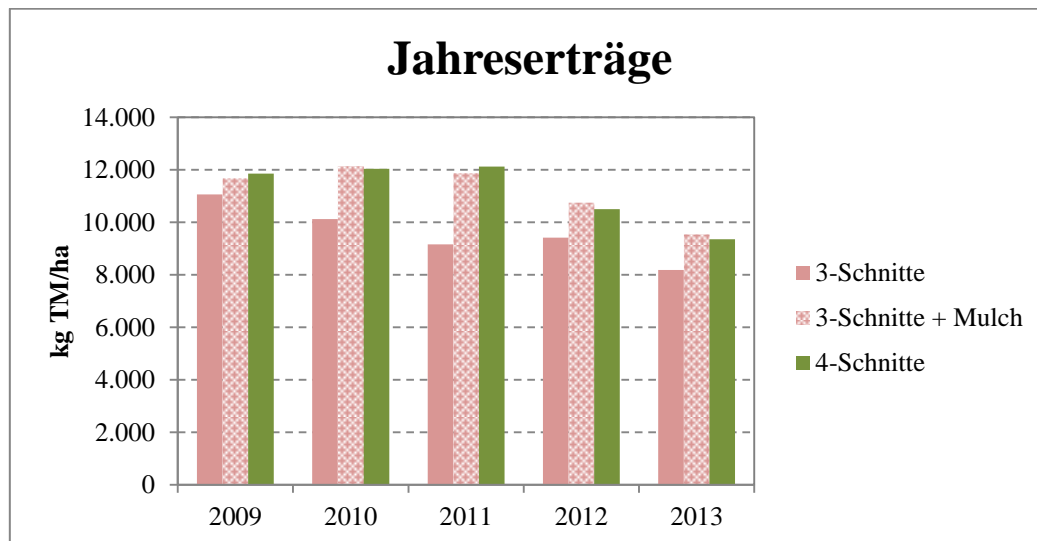


Abbildung 8: Trockenmasseerträge in den einzelnen Versuchsjahre für die gemulchte Variante (3-Schnitte), die rein schnittgenutzte Variante (4-Schnitte) sowie die gemulchte Variante inkl. dem Mulchmaterial (3-Schnitte + Mulch)

Bei Betrachtung der Ertragsentwicklung im Versuchszeitraum zeigt sich das Bild von tendenziell abnehmenden Erträgen (siehe Abbildung 8). Da dieses Bild sowohl bei der nur geschnittenen Variante, als auch bei der gemulchten Variante beobachtet werden konnte, kann die Düngung als großer Ein-

flussfaktor ausgeschlossen werden. Hier dürfte der Grund in der Entwicklung der Pflanzenbestände zu suchen sein. Es kam im letzten Versuchsjahr, während der Vegetationsperiode, zu einer Zunahme von Leguminosen und Abnahme von Gräsern. Wie bereits erwähnt, ist die Nutzung der hauptsächliche Faktor, der die Entwicklung der Dauergrünlandbestände beeinflusst. Vier Nutzungen sind für viele Arten zu intensiv und daher müssen in solchen Systemen begleitende Übersaaten vorgenommen werden, die vielschnittverträgliche Grasarten enthalten.

Da bei den Futterinhaltsstoffen für den Faktor Mulch und Güllebehandlung keine signifikanten Unterschiede festgestellt wurden, erfolgt weiters die Darstellung zu den vier Schnittterminen sowie den Versuchsjahren (siehe Tabelle 8 und Tabelle 9).

Tabelle 8: Futterinhaltsstoffe für jeden Schnittzeitpunkt und über alle Varianten hinweg - beim 4. Schnitt sind die analysierten Werte des Mulchmaterials inkludiert

Parameter	Einheit	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	4. Schnitt	SEM	p-Wert	s_e
Energie	MJ NEL/kg TM	6,13 ^a	5,89 ^b	5,75 ^c	6,14 ^a	0,05	<0,0001	0,18
Rohprotein	g/kg TM	133 ^c	152 ^b	155 ^b	179 ^a	4	<0,0001	10
Rohfaser	g/kg TM	265 ^a	255 ^b	260 ^{ab}	205 ^c	5	<0,0001	13
Phosphor	g/kg TM	3,8 ^c	4,6 ^b	5,1 ^a	5,1 ^a	0,04	<0,0001	0,3
Kalium	g/kg TM	20,8 ^b	20,7 ^b	21,6 ^a	19,7 ^c	0,49	<0,0001	1,6

Die Energiedichte war beim ersten und vierten Schnitt mit knapp über 6 MJ NEL/kg TM am höchsten (siehe Tabelle 8). Dabei wurden Konzentrationen im frischen Futter erreicht, die für ein Grundfutter für laktierende Tiere optimal wären. Die Rohproteingehalte nahmen vom ersten Schnitt mit 133 g/kg TM bis zum vierten Schnitt mit 179 g/kg TM zu, was mit der Zunahme von Weißklee einhergeht. Zum vierten Schnitt nahm die Rohfaser stark auf 205 g/kg TM ab, was ebenfalls ein Zeichen dafür ist, dass krautige Pflanzen stärker im Bestand vertreten waren. Die Phosphorgehalte waren zu allen Schnittterminen sehr hoch und stiegen bis zum Herbst hin auf 5,1 g/kg TM signifikant an. Auch diese Entwicklung zeigte die Tendenz zu krautreicheren Beständen im Spätsommer und Herbst. Die Werte für Kalium lagen im üblichen Bereich.

Die mittlere energiedichte im Laufe der Versuchsjahre stieg im letzten Jahr 2013 deutlich auf 6,25 MJ NEL/kg TM an und gleichzeitig sank die Rohfaserkonzentration auf 219 g/kg TM (siehe Tabelle 9). Dieses Bild bestätigt ebenfalls, die in der Bonitur festgestellte Zunahme von Weißklee während der Vegetationsperiode 2013 bis zum vierten Aufwuchs.

Tabelle 9: Futterinhaltsstoffe für jedes Versuchsjahr und über alle Varianten hinweg - die analysierten Werte des Mulchmaterials sind inkludiert

Parameter	Einheit	2009	2010	2011	2012	2013	SEM	p-Wert	s_e
Energie	MJ NEL/kg TM	5,80 ^c	5,97 ^b	5,91 ^b	5,96 ^b	6,25 ^a	0,05	<0,0001	0,18
Rohprotein	g/kg TM	151 ^{cd}	167 ^a	153 ^{bc}	146 ^d	157 ^b	4	<0,0001	10
Rohfaser	g/kg TM	257 ^a	244 ^b	255 ^a	255 ^a	219 ^c	5	<0,0001	13
Phosphor	g/kg TM	4,7 ^{ab}	4,8 ^a	4,4 ^c	4,6 ^b	4,7 ^{ab}	0,05	<0,0001	0,3
Kalium	g/kg TM	19,9 ^c	23,1 ^a	19,7 ^c	19,8 ^c	21,0 ^b	0,50	<0,0001	1,6

6 Schlussfolgerungen

Das zusätzliche Einbringen von organischen Materialien zeigte in dieser Untersuchung keinen Einfluss auf den Pflanzenbestand oder den Ertrag. Obwohl durch das Mulchgut des vierten Wiesenaufwuchses noch zusätzlich an die 45 kg Stickstoff, zu den 100 kg N aus der Gülle kamen, führte dies zu keinem Mehrertrag bzw. höheren Grasanteil auf der Fläche. Grünland-Standorte zeichnen sich durch hohe Humusgehalte und somit durch hohe Mengen an gespeichertem Kohlenstoff aus. Dies verdeutlicht, dass Dauergrünlandböden in Zeiten der Klimadiskussion wichtige CO₂ Senken darstellen.

Was in diesem Versuch noch anschaulich gezeigt werden konnte, war der starke Einfluss der Nutzung auf einzelnen Arten im Dauergrünland. Wird im Dauergrünland intensiviert so müssen immer auch begleitende Übersaaten durchgeführt werden. Englisches Raygras und Wiesenrispengras sind die zwei bedeutendsten Grasarten die sich an eine intensive Nutzung anpassen können. Daher gilt es beide Arten gezielt zu fördern und mittels Übersaaten in den Bestand zu bekommen.

Durch den ständigen Anfall organischer Substanz in der Dauerkultur Grünland dürften genügend organische Materialien anfallen, um die Grundumsetzungen im Humus zu gewährleisten. Voraussetzung für das Funktionieren dieses Systems ist eine gut geplante Düngewirtschaft, mit der die organische Masse im Boden aktiviert werden kann. Daher ist auch Gülle ein wertvoller Wirtschaftsdünger am Bio-Betrieb, wenn er zielgerichtet und bedarfsgerecht ausgebracht wird.

7 Literaturverzeichnis

- Angeringer, Wolfgang, Starz, Walter, Pfister, Rupert, Rohrer, Hannes, & Karrer, Gerhard. (2011). *Vegetation change of mountainous hay meadows to intensified management regime in organic farming*. Paper presented at the 16th Symposium of the European Grassland Federation, Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions, Irdning.
- BMLFUW. (2006). *Richtlinien für die sachgerechte Düngung - Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft* (6 ed.). Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- Bohner, A., Angeringer, W., & Sobotik, M. (2011). *Ist die Gülleflora heute noch ein Problem?* Paper presented at the Gülle- und Gärrestedüngung auf Grünland, Aulendorf.
- Danner, M. (2008). Wirtschaftsdünger im Biolandbau - Aufbereitung und Einsatz. In H. Raumberg-Gumpenstein (Ed.), (Vol. 3/2008). Irdning: ÖAG Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau.
- GfE. (1998). Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen (Vol. 7, pp. 141-150): Proceedings of the Society of Nutrition Physiology
- Gisi, U., Schenker, R., Schulin, R., Stadelmann, F. X., & Sticher, H. (1997). *Bodenökologie* (2. ed.). Stuttgart - New York: Georg Thieme Verlag.
- Huguenin-Elie, O. , & Elsäßer, M. . (2011). *Chancen und Grenzen der Düngung des Grünlandes mit Gülle*. Paper presented at the Gülle- und Gärrestedüngung auf Grünland, Aulendorf.
- Neff, R. (2011). *Wirkung der Gölledüngung auf die Artenzusammensetzung einer artenreichen Goldhaferwiese*. Paper presented at the Gülle- und Gärrestedüngung auf Grünland, Aulendorf.
- Paulsen, Hans Marten, Schrader, Stefan, & Schnug, Ewald. (2009). Eine kritische Analyse von Ruschs Theorien zur Bodenfruchtbarkeit als Grundlage für die Bodenbewirtschaftung im Ökologischen Landbau. *Landbauforschung-vTI Agriculture and Forestry Research*, 59(3), 253-268.
- Schechtner, G. (1958). Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels "Flächenprozentschätzung". *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau*, 105(1), 33-43.
- Schroeder, D. (1992). *Bodenkunde in Stichworten* (W. Blum Ed. Vol. 5). Berlin, Stuttgart: Ferdinand Hirt in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung.
- Starz, W. (2010). *Düngerverständnis und Düngerkonzept in der Biologischen Landwirtschaft*. Paper presented at the 2. Umweltökologisches Symposium - Boden- und Gewässerschutz in der Landwirtschaft, Irdning.
- Starz, Walter , Steinwider, Andreas, Pfister, Rupert, & Rohrer, Hannes. (2013). *Etablierung von Wiesenrispengras in einer 3-schnittigen alpinen Dauerwiese mittels Kurzrasenweide*. Paper presented at the 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung, Bonn. <http://orgprints.org/cgi/users/home?screen=EPrint%3A%3AView&eprintid=21321>