



Lehr- und Forschungszentrum
Landwirtschaft
www.raumberg-gumpenstein.at

Zwischenbericht WD Bio

Projekt Nr. 100367/2

**Langzeitwirkungen von behandelten und unbehandelten
Wirtschaftsdüngern auf den Boden und den Pflanzenbestand
im biologisch bewirtschafteten alpinen Dauergrünland**

**Long term effects of treated and untreated farm manure on
the soil and the botanical composition in organic managed
alpine permanent grassland**

Projektleitung:

DI Walter Starz, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

Rupert Pfister, LFZ Raumberg-Gumpenstein
Hannes Rohrer, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektlaufzeit:

2008-2012



lebensministerium.at

www.raumberg-gumpenstein.at

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	3
2	Summary.....	3
3	Einleitung.....	4
3.1	ÜBERSICHT.....	4
3.2	FRAGESTELLUNG UND ZIELE.....	5
4	Material und Methoden	7
4.1	STANDORT	7
4.2	VERSUCHSDESIGN	7
4.3	PFLANZENBESTAND.....	8
4.4	DÜNGUNG	9
4.5	ERTRÄGE UND INHALTSTOFFE	10
4.6	STATISTIK.....	10
5	Ergebnisse und Diskussion	11
5.1	KLIMA.....	11
5.2	PFLANZENBESTAND.....	11
5.3	DÜNGERMENGEN	12
5.4	MENGEN- UND QUALITÄTserträge.....	13
5.5	SCHLUSSFOLGERUNGEN	14
6	Literatur.....	15

1 Zusammenfassung

Die Düngung nimmt in der Biologischen Landwirtschaft eine bedeutende Stellung ein. Ebenso ist die Behandlung der Wirtschaftsdünger eng mit der Entwicklung der Biologischen Landwirtschaft verbunden. Eine der häufigsten Behandlungsformen war und ist die Beimengung von Urgesteinsmehl zu festen und flüssigen Wirtschaftsdüngern.

In der vorliegenden Untersuchung wurden Gülle, Mist und Kompost von Milchvieh in 9 Varianten auf einem neu angesätem Dauergrünlandbestand angewendet. Im Rahmen einer randomisierten Blockanlage in 4-facher Wiederholung sollte der Einfluss der Düngerausbringungszeiten sowie die Behandlung mit Urgesteinsmehl getestet werden. Von jeder Wirtschaftsdüngerkomponente gab es 3 Varianten (2 Ausbringungstermine, 3-4 Ausbringungstermine und 3-4 Ausbringungstermine + Urgesteinsmehl). Die Düngermengen wurden aufgrund der Anfallsmengen bei einem Besatz von 1,2 GVE/ha unter Berücksichtigung der mengenmäßigen Lagerungsverluste (jeweils bei Gülle, Mist und Kompost) kalkuliert.

Nach zwei Untersuchungsjahren konnte im Pflanzenbestand lediglich eine grundsätzliche Veränderung in der gesamten Fläche beobachtet werden. Die einzelnen Varianten zeigten hier noch keinen Einfluss. Signifikante Unterschiede konnten hingegen bei den Mengen- und Qualitätserträgen beobachtet werden. Zwar gab es bei Betrachtung der einzelnen Varianten keine Unterschiede, jedoch hatten die mehrmals gedüngten Parzellen signifikant höhere Mengen- und Qualitätserträge als die nur im Frühling und Herbst gedüngten Parzellen. Erst weiterführende Beobachtungen können mögliche Veränderungen im Pflanzenbestand und somit auch Auswirkungen auf die Erträge zeigen.

2 Summary

Fertilizing takes an important position in organic farming. As well treatment of the manure is closely associated with the development of organic farming. One of the most common forms of farm fertilizer treatment was and is the admixture of rockdust.

In this study slurry, manure and compost from dairy cattle were used in 9 variations on a newly sown meadow. In a randomized block design in four replications, the influence of fertilizer application times and the treatment with rockdust were tested. From each farm fertilizer 3 variants (2 applications, 3-4 applications and 3-4 application + rockdust) were used. The amount of farm fertilizer was calculated by 1.2 LU ha⁻¹ considering quantity storage losses (slurry, manure and compost).

After two investigation years changes of the botanical composition in the whole trial area were observed. No differences between the 9 variants could have been detected at this time. However, repeatedly fertilized plots (3-4 applications and 3-4 application + rockdust) had significantly higher quantity- and quality yields than spring and autumn fertilized plots (2 applications). Only further investigations can show possible changes in the botanical composition and effects on the yields.

3 Einleitung

3.1 Übersicht

Das Düngerverständnis in der Biologischen Landwirtschaft beruht nicht auf einer hauptsächlich direkten Pflanzenernährung mit leicht löslichen mineralischen Stoffen sondern in der Aktivierung des Bodens mit wirtschaftseigenen Düngersubstanzen. Dieses Verständnis steht nicht im Gegensatz zur Mineraltheorie sondern ergänzt diese und legt eine erweiterte Sicht darauf (Hermann und Plakolm, 1991). Eine zentrale Rolle nehmen dabei der Boden und seine Prozesse ein. Gerade das System Boden-Pflanze-Düngung bildet den Hauptbaustein des Kreislaufprinzips der Biologischen Landwirtschaft.

Im Artikel 5 der Verordnung EG 834/2007 über die biologische Produktion und die Kennzeichnung von biologischen Erzeugnissen lautet der erste spezifische Grundsatz: *„Erhaltung und Förderung des Bodenlebens und der natürlichen Fruchtbarkeit des Bodens, der Bodenstabilität und der biologischen Vielfalt des Bodens zur Verhinderung und Bekämpfung der Bodenverdichtung und -erosion und zur Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen hauptsächlich über das Ökosystem des Bodens.“* In diesem Grundsatz findet der Stellenwert des Bodens für die Biologische Landwirtschaft einen klaren gesetzlichen Ausdruck. Rudolf Steiner (1984) merkte in seinen Vorträgen von 1924 bereits an, dass man den Boden wie ein Organ betrachten muss. Rusch (2004) führte die erweiterte Betrachtung des Bodens fort und sprach 1968 von einem Kreislauf der lebendigen Substanz. Damit legte er einen Schwerpunkt der Bodenbetrachtung auf die mikrobiologischen Prozesse, die zu jener Zeit noch weitgehend unbekannt waren. Die Bodenforschung kennt heute viele wichtige Prozesse an denen die organische Substanz maßgeblich beteiligt ist. So ist beispielsweise die Bodenfauna, neben den Pflanzenwurzeln, der zentrale Schlüssel bei der Bildung des Krümelgefüges (Gisi et al., 1997) und damit der Strukturbildung im Boden. Dabei beträgt der gesamte Anteil der organischen Substanz z.B. im Grünlandboden lediglich 7 Volums-% und davon haben die Bodenfauna und -flora einen durchschnittlichen Anteil von 5 Gewichts-% (Schroeder, 1992). Doch diese wenigen Prozentpunkte sind es die eine Lebendverbauung bewirken, aktiv organische Stoffe um- und aufbauen und mit den Pflanzenwurzeln direkt in Interaktion (z.B. Wurzelknöllchen oder Mykorrhiza) treten (Gisi et al., 1997). Ein weiterer wichtiger Schlüsselmechanismus im Boden ist die Interaktion zwischen den Pflanzenwurzeln und dem Bodenleben. So zeigt sich in Böden mit geringen Gehalten an mineralischem Stickstoff und gleichzeitig hohen Mengen an Kohlenstoffverbindungen, als Resultate von Wurzelausscheidungen, eine hohe Aktivität der Mikroorganismen (Friedel, 2008). Durch das aktive Ausscheiden von Stoffen durch die Wurzel werden Bodenorganismen gezielt angelockt (Gisi et al., 1997), die wiederum durch Um- und Aufbauaktivitäten Stoffe bilden, die von den Wurzeln aufgenommen werden.

Die heute klassische Methode der Düngung beruht auf einem Bilanzansatz, der die Grundsätze der Liebig'schen Mineraltheorie berücksichtigt. Hierbei werden die Nährstoffe, die die Pflanze der Bodenlösung entzogen hat durch die Düngung ersetzt. Somit stehen die leicht löslichen Nährstoffe in der Bodenlösung im chemischen Gleichgewicht mit den Nährstoffen, die an Austauschoberflächen im Boden haften (Friedel, 2008). Diese Sichtweise der Mineraltheorie relativierte sogar Liebig im Laufe seines Lebens und betonte auch die Bedeutung des Bodens als Nährstofflager und -lieferant, sowie die Vollwertigkeit der organischen Düngung.

Das Düngerkonzept in der Biologischen Landwirtschaft wird wesentlich durch das Kreislaufprinzip geprägt, was ein zirkulieren von Nährstoffen am eigenen Betrieb bedeutet (Friedel, 2008). Bei der Düngung in der Biologischen Landwirtschaft steht die Fütterung der Bodenlebewesen im Vordergrund. Daraus ergibt sich das Konzept hauptsächlich organisch wirksame Dünger zu verwenden, die bodenverträglich aufbereitet und gelagert werden sowie in mehrmaligen kleinen Mengen ausgebracht werden. Dieses Düngerkonzept darf nicht als Gegensatz sondern als eine erweiterte Betrachtung zur Liebigschen Mineraltheorie gesehen werden. Trotzdem müssen Werte der Standardbodenanalyse und davon abgeleitete Düngerempfehlungen kritisch betrachtet werden, da die zu Grunde gelegten Grenzwerte aus gedüngten Hohertragssystemen entwickelt wurden (Paulsen, et al., 2009). Solche Höchsterträge können in der Biologischen Landwirtschaft nicht erreicht werden und sind auch nicht mit den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft vereinbar. Das Bewirtschaftungsziel in der Biologischen Landwirtschaft ist die Erreichung des für den jeweiligen Standort optimalen Ertrages.

Eine seit den Anfängen der Biologischen Landwirtschaft häufig angewendete Form der Wirtschaftsdüngerherstellung ist die Behandlung mit Urgesteinsmehl. In der Biologischen Landwirtschaft wird unter Urgesteinsmehl eine Substanz verstanden, die aus einem silikatischem Gestein gewonnen wurde. Hierbei handelt es sich in erster Linie um Basalt oder Diabas (Gottschall, 1992). Urgesteinsmehl wird sehr fein vermahlen und besitzt dadurch eine sehr hohe innere Oberfläche. Bei Basalt kann durch die feine Vermahlung eine innere Oberfläche von ca. 8.000 m²/kg und bei Lava von ca. 46.000 m²/kg entstehen. Dem Urgesteinsmehl werden folgende Eigenschaften zugeschrieben (Hermann und Plakolm, 1991):

- Rotte fördernd
- Ammoniak- und Geruchsbindung
- Spurenelementlieferant
- Bodenstruktur verbessernd
- Leguminosen fördernd

Zur Wirksamkeit des Urgesteinsmehls gibt es gegensätzliche Versuchsergebnisse. Daher kann einmal eine kurzfristige Wirkung fast ausgeschlossen werden (Gottschall, 1992). Es gibt Untersuchungen (Sachse, 1927) die z.B. die Kaliumaufnahmen in Pflanzen aus Urgesteinsmehl zeigen konnten und wieder andere die keine bis kaum Effekte durch das Urgesteinsmehl sahen (Sayedahmed, 1993, Schechtner, 1993). Die Wirkungsweise des Urgesteinsmehls dürfte wesentlich durch die Bodenart beeinflusst werden. Sandige Böden besitzen kaum Tonminerale wodurch die Effekte des Urgesteinsmehls auf solchen Böden sicherlich größer sind als auf ohnehin Tonmineralreichen lehmigen oder tonigen Böden (Hermann und Plakolm, 1991).

3.2 Fragestellung und Ziele

Für diesen Versuch wurden folgende Forschungsfragen definiert:

- Verändert sich der Grünlandpflanzenbestand beim Einsatz unterschiedlicher Wirtschaftsdüngerformen, Ausbringzeitpunkte oder Behandlungen?
- Wie wirkt sich die Düngerform, unterschiedliche Ausbringungstermine sowie eine

Behandlung mit Urgesteinsmehl für die Erträge und Qualitäten der Wiese aus?

Mit diesem Versuch soll der Einfluss unterschiedlicher Wirtschaftsdüngerformen sowie Ausbringungstermine auf das Dauergrünland überprüft werden. In weiter Folge soll auch der Einfluss von Urgesteinsmehl, das traditionell in der Biologischen Landwirtschaft eingesetzt wird, auf die Zusammensetzung der Wirtschaftsdünger überprüft werden. Ebenfalls ein Ziel dieser Arbeit ist zu beobachten welche Pflanzenbestände sich bei den jeweiligen Wirtschaftsdüngern einstellen und wie sich eine etwaige Veränderung auf die Ertrags- und Qualitätslage der Wiese auswirken. Die Untersuchung soll unterschiedliche Düngungsmethoden bewerten und daraus Konsequenzen für eine Verbesserung im Wirtschaftsdüngermanagement für die Praxis bewerten und ableiten.

4 Material und Methoden

4.1 Standort

Der Versuchsstandort liegt auf einer Grünlandfläche am Bio Lehr- und Forschungsbetrieb des LFZ Raumberg-Gumpenstein in Pürgg-Trautenfels. Die Versuchsfläche befindet sich auf einer Wiese die ca. 1 km vom Betrieb entfernt ist und folgende Standorteigenschaften aufweist:

- Breite 47° 30' 52,48" N, Länge: 14° 03' 50,35" E;
- 740 m Seehöhe,
- 7 °C ø Temperatur,
- 1014 mm ø Jahresniederschlag;
- 132 Frost- (< 0 °C) und 44 Sommertage (≥ 25 °C).

Der Bodentyp der Versuchsfläche ist ein Braunlehm von mittlerer Gründigkeit. Der pH-Wert des Bodens liegt bei durchschnittlich 6,5, der Humusgehalt bei 10,5 % und der Tongehalt bei 11,4 %.

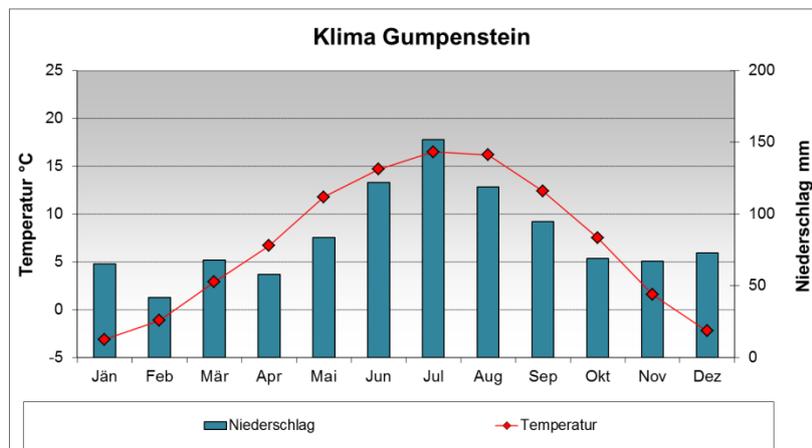


Abbildung 1: Langjähriges Mittel (1971-2000) des Klimas

4.2 Versuchsdesign

Der Versuch wurde als 2-faktorielle, randomisierte Blockanlage angelegt. Dabei bildete die Düngerform (Gülle, Rottemist und Mistkompost) einen Faktor und die Behandlung bzw. Ausbringungshäufigkeit (2 Ausbringtermine, 3-4 Ausbringtermine, 3-4 Ausbringtermine + Steinmehlzugabe) den zweiten Faktor (siehe Abbildung 2).

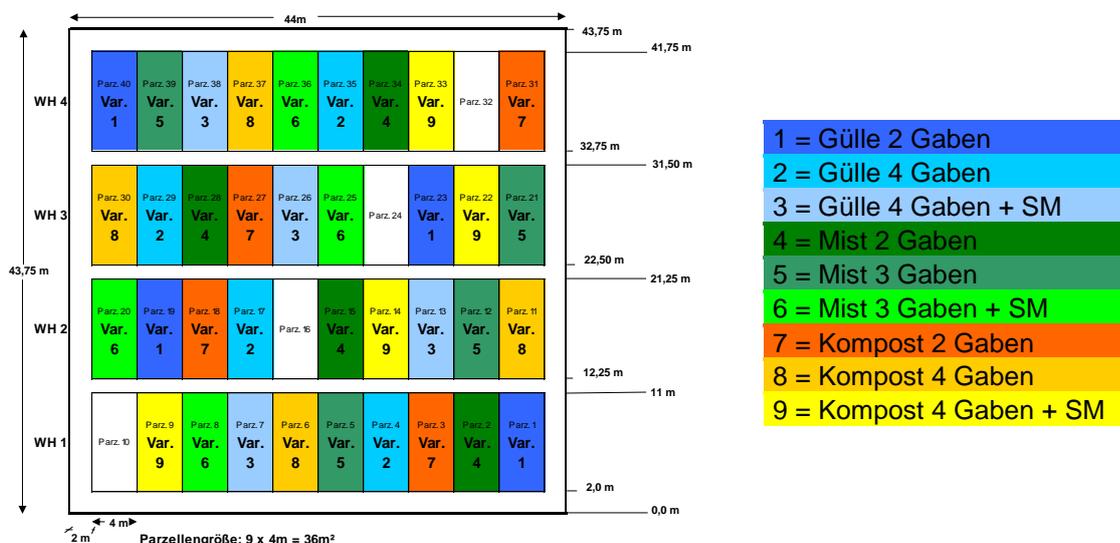


Abbildung 2: Darstellung der 2-faktorielle, randomisierte Blockanlage sowie die einzelnen Parzellen und Varianten

4.3 Pflanzenbestand

Die Versuchsfläche wurde im Spätsommer 2006 mit dem Pflug umgebrochen und danach das Saatbett mit der Kreiselegge fein vorbereitet. Als Saatmethode wurde eine Übersaat als Breitsaat mit anschließender Anpressung des Saatgutes mittels Kontaktwalze durchgeführt. Die Saatgutmischung wurde eigens zusammengestellt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Zusammensetzung der Saatgutmischung

Art	Lat. Name	Sorte/Herkunft	Fl.%	Gew.%
Knautgras	<i>Dactylis glomerata</i>	Tandem/A	10	7,9
Timothe	<i>Phleum pratense</i>	Tiller/NL	10	7,9
Wiesenfuchsschwanz	<i>Alopecurus pratensis</i>	Gulda/A	4	4,7
Goldhafer	<i>Trisetum flavescens</i>	Gunther/A	5	3,9
Englisches Raygras	<i>Lolium perenne</i>	Guru/A	10	9,8
Wiesenrispengras	<i>Poa pratensis</i>	50% Monopoly/NL	15	17,7
		50% Lato/D	10	11,8
Rotschwengel	<i>Festuca rubra rubra</i>	Echo/DK	12	14,2
Kammgras	<i>Cynosurus cristatus</i>	Crystal/A	8	9,4
Hornklee	<i>Lotus corniculatus</i>	Oberhaunstädter/D	5	3,9
Weißklee	<i>Trifolium repens</i>	Klondike/DK	8	6,3
Wiesenrotklee/Schneeklee	<i>Tripolium pratense ssp. nivale</i>	Ökotyp/A	3	2,4
Aussaattiefe: 26,4 kg/ha			100	100
Kräuter (Zusatz von 1 kg der Mischung)				
Spitzwegerich	<i>Plantago lanceolata</i>	Ökotyp/A		15
Kümmel	<i>Carum carvi</i>	Ökotyp/A		10
Kleine Bibernelle	<i>Pimpinella saxifraga</i>	Ökotyp/A		10
Rauher Löwenzahn	<i>Leontodon hispidus</i>	Ökotyp/A		10
Wiesenpippau	<i>Crepis biennis</i>	Ökotyp/A		5
Wilde Möhre	<i>Daucus carota</i>	Ökotyp/A		20
Wiesensalbei	<i>Salvia pratensis</i>	Ökotyp/A		20
Wiesenmargerite	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Ökotyp/A		10
				100

Für den Versuch wurde eine Neuanlage gewählt, damit mögliche Veränderungen im Pflanzenbestand beobachtet werden können. Ebenso wurde ein Kräutermischung zugesetzt, damit von Beginn an ein einheitlicher Kräuterbesatz vorherrscht und nicht größere Kräutermengen aus dem Samenvorrat des Bodens unkontrolliert auflaufen.

Die Entwicklung der Pflanzenbestände wurde in den Untersuchungsjahren (2008 und 2010) mit Hilfe der Flächenprozentenschätzung dokumentiert. Es wurde dafür die wahre Deckung (Schechtner, 1957) erhoben. Bei der wahren Deckung handelt es sich um jene Fläche, die von der Pflanzenbasis eingenommen wird. Zusätzlich erfolgte vor jedem Schnitt (3 Schnitte pro Jahr) die prozentmäßige Schätzung der Lücken und Artengruppen (Kräuter, Leguminosen und Gräser), ebenfalls auf Basis der wahren Deckung.

4.4 Düngung

In diesem Versuch wurde ein Tierbesatz von 1,2 GVE angenommen. Daraus wurde die vorhandene Düngermenge für einen Betrieb mit Gülle, Festmist oder Mistkompost berechnet. Die dafür kalkulierten Düngieranfallsmengen wurden dem Tabellenwerk der Richtlinien für die Sachgerechte Düngung (BMLFUW, 2006) entnommen. Die Basis für die Berechnung legten die Tiergruppe Milchkühe (6.000 kg Milch) mit 11,8 m³ Gülle und 9,85 m³ Mist (Mittelwert aus Mist und Tiefstallmist, da der verwendete Mist strohreicht war) je Stallplatz und 6 Monate. Nun wurden die Werte auf ein Jahr und einem Besatz von 1,2 GVE/ha hochgerechnet. Bei der Gülle wurde der Wert verdoppelt, da eine 1:1 mit Wasser Verdünnung verwendet wurde und beim Mist wurde ein Trockenmassewert von 22 % unterstellt (siehe Tabelle 2). Die Substanzverluste der Wirtschaftsdünger wurden aus bereits veröffentlichten Untersuchungen (Buchgraber und Resch, 1996, Pöllinger, 2004) herangezogen. In einem weiteren Schritt wurde unterstellt, dass einmal die Wirtschaftsdünger zu mehreren Zeitpunkten in der Vegetationsperiode ausgebracht wurden und in einem anderen Fall zu lediglich 2 Zeitpunkten. Wie die berechneten Dünger aufgeteilt wurden zeigt Tabelle 3. Die Gülle wurde im Winter in Behälter abgefüllt und über den Sommer schattig und kühl gestellt. Für die Behandlungsvariante wurde ein Urgesteinsmehl aus Diabas verwendet und 30 kg/m³ in die Gülle eingerührt. Der Mist wurde nach dem Ausmisten (definierte Sammlung im Milchviehstall bei 28 Tieren auf 120 m² und 400 kg Stroh über 4 Tage pro Miete) in 4 Mieten aufgesetzt. 2 Mieten wurden während der Mistsammlung mit 80 kg Urgesteinsmehl versetzt. Die Kompostmieten wurden 4-5 Mal mit einem Kompostwender umgesetzt.

Tabelle 2: Errechnete Düngermengen je nach verwendetem Düngersystem.

bei 1,2 GVE	Gülle 1:1 verdünnt in m ³ /Jahr	Stallmist in kg TM/Jahr	Mistkompost in kg TM/Jahr
Düngeranfall	56,6	6241	6241
Lagerungsverluste	2,2%	33,3%	42,1%
nach Abzug Verluste	55,4	4163	3614

Tabelle 3: Aufteilung der Düngermengen zu den einzelnen Terminen

Variante	Dünger	Einheit	Frühling	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
1	Gülle	m ³ /ha	30	0	0	25,4
2	Gülle		12	15	15	13,4
3	Gülle		12	15	15	13,4
4	Mist	kg TM/ha	1388	0	0	2775
5	Mist		1041	1041	0	2081
6	Mist		1041	1041	0	2081
7	Kompost	kg TM/ha	1205	0	0	2409
8	Kompost		903	903	903	904
9	Kompost		903	903	903	904

4.5 Erträge und Inhaltstoffe

Die Beerntung der Parzellen erfolgte in allen Varianten am selben Tag und wurde mittels Einachsmäher bei einer Schnitthöhe von 7 cm durchgeführt. Die Versuchsfläche wurde als 3-schnittige Wiese geführt. Vom Erntegut wurde aus einer Doppelprobe der Trockenmassegehalt bestimmt. Dazu wurde die Frischmasse bei 105 °C über 48 Stunden getrocknet. Zur Bestimmung des Futterwertes wurde der restliche Teil der Probe schonend bei 50 °C getrocknet. Danach wurde das Dürrfutter gemahlen und zur weiteren Bearbeitung an das chemische Labor des LFZ Raumberg-Gumpenstein weitergeleitet. Hier wurden eine Weender Analyse sowie die Untersuchung der Gerüstsubstanzen, Mineralstoffe und Spurenelemente durchgeführt. Aus den Rohnährstoffen wurde mit Hilfe einer Regressionsformeln (Gruber et al., 1997) der Energiegehalt in MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) errechnet.

4.6 Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SAS 9.2 nach der MIXED Prozedur (Fixe Effekte: Wiederholung, Spalte, Düngerform, Ausbringhäufigkeit und das Jahr, random = Spalte) auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$. Bei der Darstellung der Ergebnisse werden als Least Square Means (LSMEANS) sowie der Standardfehler (SEM) und die Residualstandardabweichung (s_e) angegeben. Zuvor wurden die Daten auf Normalverteilung und Varianzhomogenität geprüft. Beide Parameter wurden von den Daten erfüllt.

5 Ergebnisse und Diskussion

5.1 Klima

In den Untersuchungsjahren 2008 und 2009 war die Jahresdurchschnittstemperatur mit 8,9 °C um genau 2 °C wärmer als das langjährige Mittel. Nicht nur die Verteilung der Niederschläge war in beiden Jahren unterschiedlich sondern auch die Niederschlagssumme (siehe Abbildung 3). Das Jahr 2008 entsprach mit 987 mm dem langjährigen Mittel (1014 mm). Im Folgejahr wurden 145 mm (in Summe 1132 mm) mehr Niederschlag als 2008 gemessen.

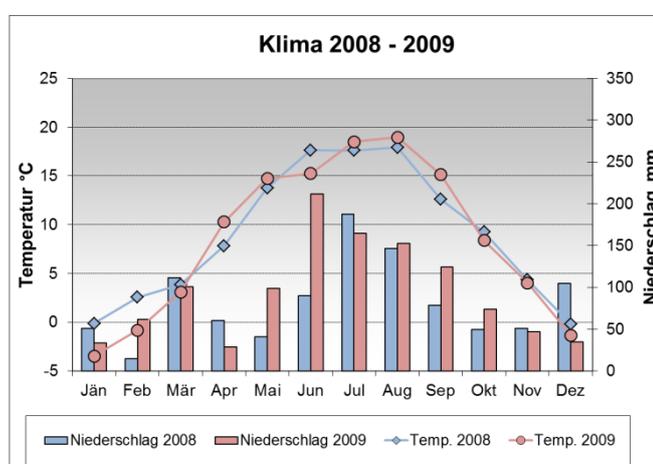


Abbildung 3: Niederschlagsmengen und Temperaturverlauf in den Jahren 2008 und 2009

5.2 Pflanzenbestand

In der neu angesäten Fläche kam es in den 2 Jahren zu einer Veränderung in der Artenzusammensetzung. In den jeweiligen Jahren konnte zwischen den Untersuchungsvarianten kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. 2 Jahre sind für Grünlandgesellschaften ein zu kurzer Betrachtungszeitraum, um Veränderungen durch die Bewirtschaftung ableiten zu können. Da es sich um eine Neuansaat handelt treten in diesem Zeitraum natürliche Sukzessionsprozesse stärker in Erscheinung. Dieser Prozess ist auch bei Nachsaaten in lückigen Beständen feststellbar und trat auch in anderen Untersuchungen auf (Graiss et al., 2008). Zukünftige Ergebnisse werden mögliche Einflüsse durch die Bewirtschaftung aufzeigen.

Da zwischen den Varianten keine Unterschiede festgestellt wurden zeigt Abbildung 4 lediglich die Jahre über alle Varianten hinweg. Dabei ist erkennbar, dass es zu einer Zunahme der Gräser kam. Am stärksten vermehrte sich auf der Fläche der Wiesenfuchsschwanz. Demgegenüber kam es zu einer Abnahme bei den Kräutern und Leguminosen. Die Deckung des Stumpfblätrigen Ampfers war im Pflanzenbestand von 2008 auf 2010 keiner Änderung unterlegen.

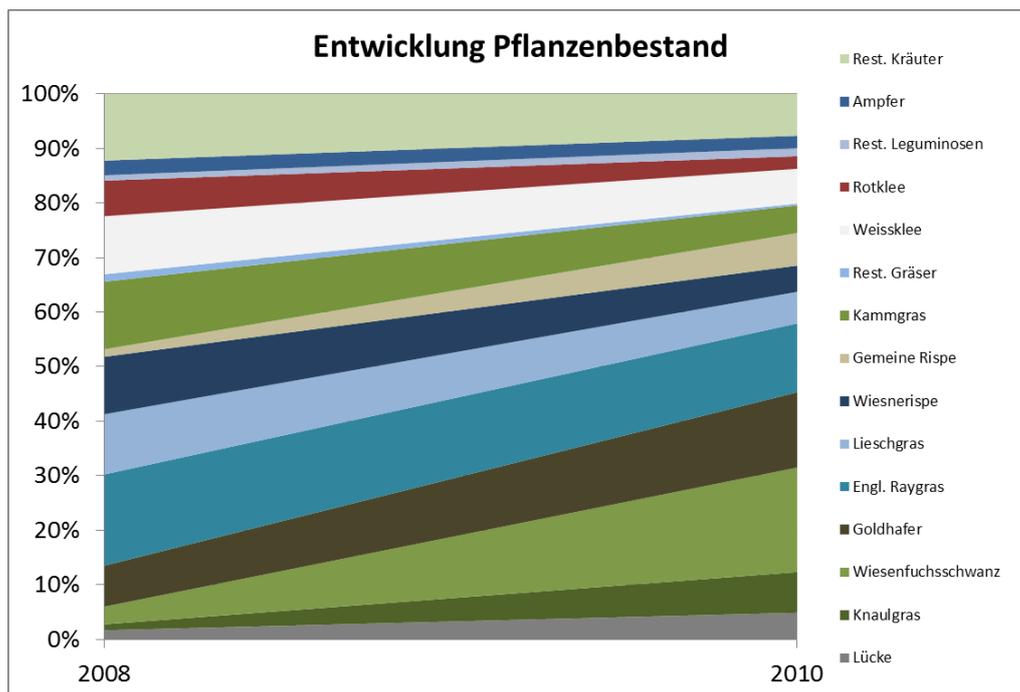


Abbildung 4: Pflanzenbestandsentwicklung von 2008 auf 2010 über alle Versuchspartellen

5.3 Düngermengen

In Tabelle 4 sind die tatsächlich ausgebrachten Stickstoffmengen in kg/ha dargestellt. Dabei zeigt sich, dass bei den Varianten 7-9 (Kompost) im Jahr 2008 um 20 und 2009 um 30 % weniger N-kg pro ha gedüngt wurde. Dies kann zum einen auf die mengenmäßig berücksichtigten Verluste und zum anderen auf die N-Verluste bei der Lagerung und Kompostierung zurückgeführt werden. Zwischen den beiden bisher ausgewerteten Untersuchungsjahren konnte eine Schwankung in der ausgebrachten N-Menge beobachtet werden. Die Gülle im Jahr 2009 war mit 2,4 % N/m³ konzentrierter als im Jahr 2008 mit 1,8 % N/m³. Dasselbe Bild zeigten der Mist und der Kompost. Hier waren die festen Wirtschaftsdünger 2008 strohreicher. Die hohe Schwankungsbreite der N-Konzentration in Stallmist und Mistkompost konnte bereits in Langzeitversuchen am LFZ Raumberg-Gumpenstein (Pöllinger, 2004) festgestellt werden. Dabei wurden nach der Lagerung Schwankungen in den N-Gehalten bei Stallmist von 15-52 % und beim Stallmistkompost von 11-41 % in der TM festgestellt.

Tabelle 4: 2008 und 2009 ausgebrachte Stickstoffmengen über die Wirtschaftsdünger

Parameter	N aus Gülle in kg /ha			N aus Mist in kg /ha			N aus Kompost in kg /ha		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2008	95	94	94	93	93	98	73	77	79
2009	127	125	128	125	123	127	96	89	89

Dieses Ergebnis zeigt zuerst einmal die Schwankungsbreite, der Wirtschaftsdüngerqualitäten in den einzelnen Jahren, mit denen auch die Betriebe in der Praxis konfrontiert sind. Zum zweiten ist aus diesem Ergebnis für die Versuchsdurchführung abzuleiten, dass der Zusammensetzung des Ausgangssubstrates noch stärkere Beachtung geschenkt wird.

5.4 Mengen- und Qualitätserträge

Nach den ersten beiden Untersuchungsjahren konnten zwischen den Varianten, sowohl bei den Mengen- als auch bei den Qualitätserträgen, keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (siehe Tabelle 5). Auch die durchschnittlichen Energie- und Rohproteingehalte zeigten keine Unterschiede.

Tabelle 5: Mengen- und Qualitätserträge für die 9 Varianten.

Parameter	Einheit	Variante									SEM	p	S _e
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
TM-Ertrag	kg/ha	11135	11715	11600	11403	11728	11623	10875	11241	12029	263	0,3382	666
NEL-Ertrag	MJ/ha	64923	66650	66352	64417	68008	66513	62958	63899	68410	1496	0,3073	4231
NEL	MJ/kg TM	5,8	5,8	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	5,7	5,7	0,05	0,1900	0,12
XP-Ertrag	kg/ha	1605	1647	1630	1574	1694	1643	1499	1590	1741	47	0,1195	131
XP	g/kg TM	147	145	145	144	148	146	142	145	149	2	0,2576	6

Tabelle 6: Mengen- und Qualitätserträge für die Parameter Düngerform, Ausbringungshäufigkeit und Behandlung sowie die zwei bisherigen Versuchsjahre.

Parameter	Einheit	Wirtschaftsdünger					Ausbringung und Behandlung					Jahr				S _e
		Gülle	Mist	Kompost	SEM	p	2 Termine	3/4 Termine	3/4 Termine mit SM	SEM	p	2008	2009	SEM	p	
TM-Ertrag	kg/ha	11483	11585	11382	164	0,6177	11137 ^b	11561 ^a	11751 ^a	164	0,0099	11330	11636	141	0,0566	666
NEL-Ertrag	MJ/ha	65975	66313	65089	864	0,5886	64099	66186	67091	864	0,0512	66126	65458	705	0,5061	4231
NEL	MJ/kg TM	5,8	5,7	5,7	0,03	0,3010	5,8	5,7	5,7	0,03	0,8023	5,9	5,6	0,03	<0,0001	0,12
XP-Ertrag	kg/ha	1627	1637	1610	28	0,7798	1559 ^b	1643 ^a	1671 ^a	28	0,0134	1676	1574	23	0,0018	131
XP	g/kg TM	146	146	146	1	0,9646	144	146	147	1	0,3749	154	137	1	<0,0001	6

Werden die erhobenen Daten nun nach den Parametern Wirtschaftsdüngerform, Häufigkeit der Ausbringung und Behandlung mit Urgesteinsmehl sowie der Einfluss des Untersuchungsjahres überprüft, waren teilweise signifikante Unterschiede erkennbar (siehe Tabelle 6). Traten bei den 3 verwendeten Wirtschaftsdüngern (Gülle, Mist, Kompost) noch keine Signifikanzen auf, so konnten bei den restlichen beiden Parametern Unterschiede festgestellt werden. Signifikant niedriger war der Trockenmasseertrag in den Untersuchungspartellen, die nur zu zwei Terminen gedüngt wurden, gegenüber den Partellen mit einer drei- oder viermaligen Düngung. Eine Ertragssteigerung am selben Standort konnte auch in einer Bayrischen Untersuchung (Diepolder, 2006) beobachtet werden. Hier erzielten jene Bestände höhere Erträge, die zu mehreren Terminen mit Gülle gedüngt wurden. Dabei gilt jedoch zu beachten, dass in diesem Versuch die Düngermenge nicht aufgeteilt wurde sondern bei jedem Düngetermin 20 m³/ha ausgebracht wurden. In diesem Fall dürfte die höhere ausgebrachte Stickstoffmenge, in den öfters gedüngten Varianten, der Haupteinflussfaktor für die Ertragssteigerung sein.

Der Parameter Ausbringungshäufigkeit wirkte sich auch auf die Qualitätserträge aus (siehe Tabelle 6). So war der Rohproteinерtrag in den drei- bis viermal gedüngten Varianten höher und bei der Energie war der Ertrag numerisch höher und mit einem p-Wert von 0,0512 an der Signifikanzgrenze.

5.5 Schlussfolgerungen

Zwei Untersuchungsjahre sind für Versuche mit Wirtschaftsdüngern im Dauergrünland zu kurz, um endgültige Antworten über die Wirkung von Behandlungen zu treffen. Die Aufbereitung und Behandlung der Wirtschaftsdünger ist eines der zentralen Kernelemente der Biologischen Landwirtschaft. Die weitere Beobachtung wird mögliche Veränderungen im Pflanzenbestand aufzeigen, die sich in weiterer Folge auch auf die Erträge und Qualitäten auswirken können. Dauergrünlandbestände reagieren sehr langsam, sowohl in eine verschlechternde als auch in eine verbessernde Richtung. Da gerade die Ertragslage in den benachteiligten alpinen Grünlandgebieten einen entscheidenden Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit hat muss eine Aufgabe der agrarischen Forschung die Langzeitbeobachtung sein. Nur dadurch können Nutzungssysteme verbessert und angepasst werden.

6 Literatur

- BMLFUW (2006): Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Richtlinien für die Sachgerechte Düngung – Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6. Auflage, Wien, 52-62.
- Buchgraber, K. und Resch, R. (1996): Veröffentlichungen – Einfluß unterschiedlicher Güllebehandlungsverfahren auf chemische und physikalische Eigenschaften sowie auf den Geruch von Ringergülle. BAL Gumpenstein, Irdring, s.a.
- 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.
- EG 834/2007: Verordnung (EG) Nr. 837/2007 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 (Abl. L 189 vom 20.07.2007)
- Friedel, J., 2008: Aktive Nährstoffmobilisierung und ihre Bedeutung für die Düngerpraxis im Biologischen Landbau. In: Bericht Umweltökologisches Symposium – Sachgerechte Düngung im Blickfeld von Untersuchungsergebnissen. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, 04.-05.03.2008, 35-39.
- Gisi, U., Schenker, R., Schulin, R., Stadelmann, F. X. und Sticher, H., 1997: Bodenökologie. 2. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 3-6.
- Gottschall, R. (1992): Kompostierung – Optimale Aufbereitung und Verwendung organischer Materialien im Ökologischen Landbau 5. Auflage. Stiftung Ökologie und Landbau, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, 79-85.
- Graiss, W., Krautzer, B. und Pötsch, E. (2008): Spezifische Anforderungen an die Begrünung von mittleren Lagen. In: Bericht über das 14. Alpenländische Expertenforum, Anlage, Erneuerung und Verbesserung von Grünland. LFZ Raumberg-Gumpenstein, 47-53.
- Gruber, L., Steinwidder, A., Guggenberger, T. und G. Wiedner, G. (1997): Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. Auflage 1997)
- Hermann, G. und Plakolm, G., 1991: Ökologischer Landbau - Grundwissen für die Praxis. Österreichischer Agrarverlag, 90-94, 98-100.
- Paulsen, H. M., Schrader, S. und Schung, E., 2009: Eine kritische Analyse von Ruschs Theorien zur Bodenfruchtbarkeit als Grundlage für die Bodenbewirtschaftung im Ökologischen Landbau. Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research 3, Nr. 59, 253-268.

- Pöllinger, A. (2004): Abschlussbericht Teil Kompostierung. In: Chytil, K., Pöllinger, A., Pötsch, E., Eder, G., Hein, W., Wenzl, W., Sobotik, M. und Uray, G. Bericht über die Vergleichsuntersuchungen von landesüblichen bäuerlichen Stapel- und Kompostmieten bezogen auf die Gehalte und Mengen an Nährstoffen, Umsetzungsprozesse und ihre Wirkung auf Ertrag, Pflanzenbestand, Inhaltstoffe des Futters sowie auf den Boden, am Grünland und am Acker in den inneralpinen Lagen. BAL Gumpenstein, Irnding, 3-10.
- Rusch, H. P., 2004: Bodenfruchtbarkeit – Eine Studie biologischen Denkens. 7. Auflage, Organischer Landbau Verlag, Xanten, 14-16, 54f.
- Sachse, J. (1927): Über die Aufnahme von Nährstoffen aus einem gemahlten Basalt durch die Pflanze. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung Nr. 79, 193-223.
- Sayedahmed, N. A. A. (1993): Wirkung von Gesteinsmehl als Bodenverbesserungsmittel und Nährstoffdünger. Dissertation Universität für Bodenkultur, Wien.
- Schechtner, G. (1957): Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels „Flächenprozentschätzung“. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 105, Heft 1, 33-43.
- Schechtner, G. (1993): Wirksamkeit von Güllezusätzen hinsichtlich Verbesserung der Düngewirkung der Gülle auf Grünland. In: BAL Veröffentlichung Heft 18, Eigenverlag Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irnding, S 83-156
- Schroeder, D., 1992: Bodenkunde in Stichworten. 5. rev. u. erw. Auflage von Blum, W. E. H., Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin, 12, 36.
- Steiner, R., 1984: Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft – Landwirtschaftlicher Kurs. 7. Auflage, Rudolf Steiner Verlag, Dornach, 44f.