



lfz
rauberg
gumpenstein

Bio-Institut

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

Abschlussbericht

CO₂ Düngung Bio

Projekt Nr. 100526/1

Überprüfung der Blattdüngung auf CO₂ Basis auf einer Dauerwiese

Testing of a CO₂ based leaf fertilisation on permanent grassland

Projektlaufzeit:
2009-2012

Projektmitarbeiter:
Walter Starz (Leitung)
Rupert Pfister
Hannes Rohrer
Andreas Steinwider
alle Bio-Institut LFZ Raumberg-Gumpenstein

Eingereicht: 24. Februar 2014



lebensministerium.at

www.raumberg-gumpenstein.at

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	3
2	Summary.....	3
3	Einleitung und Zielsetzung	4
4	Material und Methoden	5
4.1	Standort.....	5
4.2	Versuchsdesign.....	5
4.3	Ausbringung Agrosol	6
4.4	Düngung Gülle	6
4.5	Pflanzenbestand und LAI	7
4.6	Ertrag und Qualität.....	7
4.7	Statistik.....	7
4.8	Zeitplan und Maßnahmen	8
5	Ergebnis und Diskussion	9
5.1	Wetter	9
5.2	Pflanzenbestand	9
5.3	LAI	10
5.4	Erträge und Qualitäten.....	11
6	Schlussfolgerungen.....	13
7	Literaturverzeichnis.....	14

1 Zusammenfassung

Der Versuch wurde am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb des LFZ Raumberg-Gumpenstein in Pürgg-Trautenfels durchgeführt.

Untersucht wurde wie sich der Pflanzenbestand sowie der Ertrag nach unterschiedlichen Düngungsniveaus und dem Einsatz des Pflanzenstärkungsmittel Agrosol verändert:

- *Unterscheiden sich die Pflanzenbestände zwischen den Varianten nach der Projektlaufzeit?*
- *Kommt es zu einer Steigerung der Mengen- und Qualitätserträge bei den behandelten Varianten?*

Wenig bis keine Veränderungen konnten im Pflanzenbestand festgestellt werden. Lediglich bei der Gemeinen Rispe war ein vermindertes Auftreten nach der Versuchszeit in allen Varianten feststellbar. Die LAI Messungen zeigten in jeder der 3 gemessenen Höhen (0, 10 und 20 cm), keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten. Zwischen den 4 Varianten (Düngung mit 80 und 120 kg N aus Gülle sowie mit und ohne Agrosol Anwendung) gab es auch keinen signifikanten Unterschied im Ertrag (NEL-, XP-, und TM-Ertrag). Die Anwendung von Agrosol wirkte sich in diesem Versuch nicht auf die Erträge und die Inhaltsstoffe aus.

2 Summary

The trial was carried out at the organic research and education farm of the Agricultural Research and Education Centre Raumberg-Gumpenstein. One part of the investigation was to assess changes in plant composition of four different variants (80 and 120 kg ha⁻¹ nitrogen via slurry as well as application or no application of Agrosol, a carbonate plant restorative to increase CO₂ concentration inside stomata). During the experimental period (2009-2011) following results were found. No changes could be detected in botanical composition. Only a percentage decreasing of *Poa trivialis* was assessed over all variants. Highest LAI values were measured in variants with 120 kg nitrogen fertilization. This may be caused from a higher value of photosynthetic active leaf areas. No significant differences were measured in case of dry matter, crude protein and energy yield. An effect of Agrosol on yields and contents could not be detected in this trial.

3 Einleitung und Zielsetzung

CO₂ stellt nicht nur ein klimarelevantes Gas in der Atmosphäre dar sondern nimmt eine entscheidende Rolle im Atmungsprozess der grünen Pflanzen ein. Damit der dafür notwendige Gasaustausch optimal funktioniert müssen die Spaltöffnungen so weit wie möglich geöffnet sein. Dabei tritt jedoch auch Wasserdampf aus, was unter trockenen Bedingungen zum Schließen der Spaltöffnungen führt und so die Atmung reduziert. Damit geht ein geringeres Wachstum einher. Wäre die CO₂ Konzentration in der umgebenden Luft höher, könnten auch bei geringen Spaltöffnungsdurchmessern noch gute Gasaustausche erfolgen bei gleichzeitig vermindertem Wasserverlust. Ein Versuch die CO₂ Konzentration zu erhöhen, ohne Verbrennung fossiler Energieträger, wurde in dieser Untersuchung mit einem Mineralischen Mittel aus Calciumcarbonat (CaCO₃) vorgenommen. Dazu wurde das Mittel Agrosol der Firma AGROsolution, welches für die Biologische Landwirtschaft zugelassen ist, verwendet.

Bisher wurde dieses Mittel fast ausschließlich auf Acker-, Wein- oder Obstkulturen angewendet (Bodner, 2010; Fuchs et al., 2011), wo positive Effekte beobachtet wurden. Bei diesen Untersuchungen wurde der Aspekt Trockenheit mit berücksichtigt. In wieweit eine Wirkung in niederschlagsreichen Dauergrünlandgebieten des Alpenraumes vorhanden ist, sollte mit dieser Untersuchung abgeklärt werden.

Laut Hersteller soll das in Wasser angerührte Pulver und über Düsen einer Feldspritze ausgebrachte Mittel durch die Spaltöffnungen der Pflanze eindringen und dort das am Mineral gebundene CO₂ freisetzen (Gut, 2012). Durch diese Konzentrationserhöhung soll es zu einem verbesserten Gasaustausch sowie einer günstigeren Photosyntheserate kommen.

Wie eine mögliche Wirkung auf Dauergrünlandschnittwiesen aussehen könnte sollte anhand folgender Forschungsfragen in einem dreijährigen Projekt abgeklärt werden:

1. Unterscheiden sich die Pflanzenbestände zwischen den Varianten nach der Projektlaufzeit?

Die Zusammensetzung einer Schnittwiese gibt Auskunft über die Stabilität bzw. Labilität gegenüber der Bewirtschaftung und der Umwelteinflüsse. Jede Form der Bewirtschaftung hat ihren Einfluss auf die Entwicklung des Pflanzenbestandes.

2. Kommt es zu einer Steigerung der Mengen- und Qualitätserträge bei den behandelten Varianten?

Es gilt zu ermitteln, wie stark die Ertragsdifferenz zwischen den Parzellen mit und ohne Behandlung des mineralischen Pflanzenstärkungsmittels ist, um so eine Aussage über die ökonomische Sinnhaftigkeit treffen zu können. Darüber hinaus werden auch Unterschiede bei den Inhaltsstoffen untersucht.

4 Material und Methoden

4.1 Standort

Der Versuchsstandort wurde auf einer Dauergrünlandfläche am Bio Lehr- und Forschungsbetrieb des LFZ Raumberg-Gumpenstein in Pürgg-Trautenfels angelegt. Die Fläche befand sich auf einer Dauerwiese, die ca. 1 km vom Betrieb entfernt war und folgende Standorteigenschaften aufwies:

- Breite 47° 30' 52,48'' N, Länge: 14° 03' 50,35'' E;
- 740 m Seehöhe,
- 7 °C ø Temperatur,
- 1014 mm ø Jahresniederschlag (siehe Abbildung 1),
- 132 Frost- (< 0 °C) und 44 Sommertage (≥ 25 °C).

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

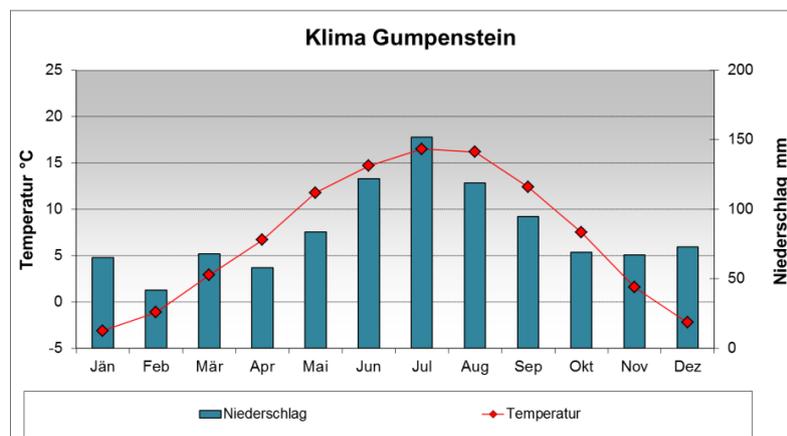


Abbildung 1: Langjähriges Mittel (1971-2000) des Klimas (ZAMG)

4.2 Versuchsdesign

2008 wurde eine schnittgenutzte Dauergrünlandfläche ausgewählt auf der dieser Versuch als zweifaktorielle Blockanlage (siehe Abbildung 2) angelegt wurde. Wobei die Versuchsvarianten dreifach wiederholt wurden. Die Variantenbezeichnungen beschreiben die Anwendung bzw. die nicht Anwendung von Agrosol sowie die jährliche Stickstoffversorgung des Bestandes mit Gülle je ha (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Beschreibung der Variantenbezeichnungen

Variante	Beschreibung
Norm 120	Gülldüngung 120 kg N/ha
Agro 120	Gülldüngung 120 kg N/ha+ Agrosol
Norm 80	Gülldüngung 80 kg N/ha
Agro 80	Gülldüngung 80 kg N/ha+ Agrosol

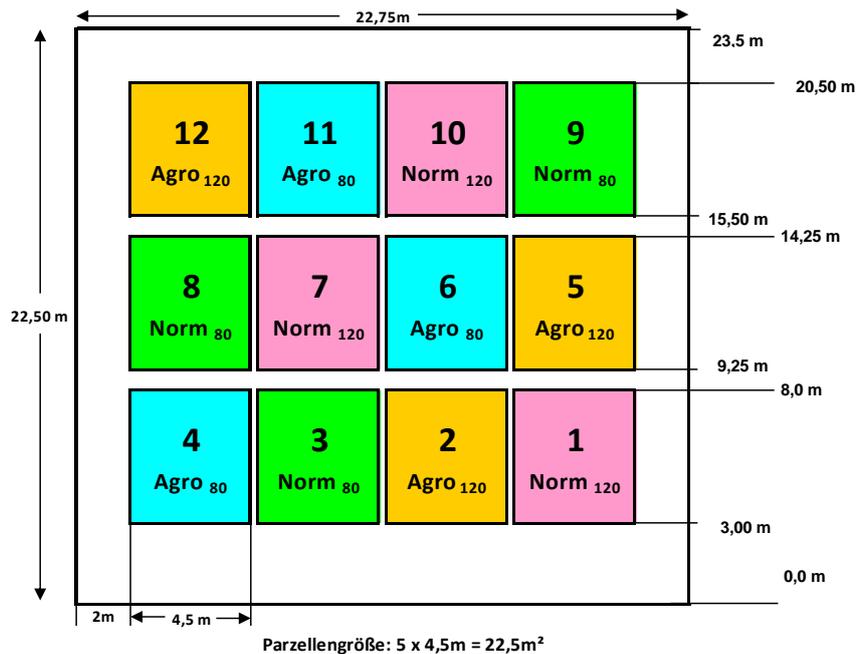


Abbildung 2: Plan der zweifaktoriellen Blockanlage mit Lager der Versuchsvarianten

4.3 Ausbringung Agrosol

Die Ausbringung des Agrosol erfolgte mit einer handelsüblichen Rückenspritze. In diesem Versuch wurden für jede Parzelle 6,75 g Agrosol mit 2 Liter Wasser gemischt und ausgebracht. Die ausgebrachte Menge an Agrosol entsprach 3 kg/ha je Termin, das laut Hersteller mit 200-400 l Wasser je ha gemischt werden soll. Damit in dieser Untersuchung eine Wasserbegünstigung der Parzellen mit Agrosol-Anwendung auszuschließen wurde vor der Agrosolausbringung die übrigen nicht behandelten Parzellen mit derselben Menge reinem Leitungswasser über die Rückenspritze behandelt. Die Ausbringung von Agrosol erfolge erstmalig im Frühling (Anfang bis Mitte Mai) sowie etwa zwei Wochen nach dem ersten und nach dem zweiten Schnitt (siehe Tabelle 3). Dieses Verfahren wurde in allen drei Versuchsjahren angewendet.

4.4 Düngung Gülle

Jede Parzelle wurde zu vier Terminen im Frühling und nach jedem Schnitttermin mit Gülle gedüngt. Die pro Termin ausgebrachten Stickstoffmengen je Düngervariante sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Düngungszeitpunkte und Düngermengen

Zeitpunkt der Düngung	Variante 120 kg N/ha	Variante 80 kg N/ha
Frühjahr	30 kg N/ha	20 kg N/ha
Nach dem 1. Schnitt	35 kg N/ha	30 kg N/ha
Nach dem 2. Schnitt	35 kg N/ha	20 kg N/ha
Nach dem 3. Schnitt	20 kg N/ha	10 kg N/ha

4.5 Pflanzenbestand und LAI

Die Artenbonitur auf den Parzellen wurde im Frühling am 28. Mai 2009 und am 29. Mai 2012 vorgenommen. Vor jedem Schnitttermin wurden standardmäßig die %-Anteile an Lücken und den Artengruppen (Gräser, Leguminosen und Kräuter) bestimmt. Die Bonituren erfolgten als Flächenprozent-schätzung auf Grundlage der wahren Deckung (Schechtner, 1958). 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.

4.6 Ertrag und Qualität

Zur Feststellung der Trockenmasse-Erträge wurde ein Mittelstreifen in jeder Parzelle geerntet. Der Schnittzeitpunkt war in allen vier Varianten gleich und die Ernte erfolgte mittels Motormäher (Schnittbreite 160 cm und 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, wodurch der Wasserverlust während des Transportes minimiert wurde. Vor der weiteren Verarbeitung wurden die Proben mit Hilfe eines Probenhäckslers zerkleinert. Vom Häckselgut wurde aus einer Doppelprobe der Trockenmassegehalt (TM) bestimmt. Dazu wurde die Frischmasse 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 (Gruber et al., 1997) der Energiegehalt in MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) errechnet.

4.7 Statistik

Die statistische Auswertung der normalverteilten und varianzhomogenen Daten erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 nach der MIXED Prozedur (Fixe Effekte: N-Menge, Agrosolanwendung, Jahr und bei der Auswertung der 3 Aufwüchse der Schnitttermin sowie die Wechselwirkungen von Agrosol mit N-Düngung und die Wechselwirkung dieser beiden mit dem Termin, die Spalten und Wiederholungszeilen der Versuchsanlage wurden als zufällig (random) angenommen, wobei bei Auswertung der 3 Aufwüchse auch die Wechselwirkung der Zeile*Spalte als random dazu genommen 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 (se) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LSMEANS wurden mittels Tukey-Test vorgenommen und signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

4.8 Zeitplan und Maßnahmen

Tabelle 3 zeigt eine Auflistung sämtlicher zeitlichen Arbeitsabläufe dieser Untersuchung.

Tabelle 3: Zeitplan und durchgeführte Maßnahmen

Tätigkeit	Zeitpunkt	2009	2010	2011
Gülledüngung	Frühjahr	09.04	15.04	06.04
	Nach 1. Schnitt	16.06	18.06	01.06
	Nach 2. Schnitt	03.08	27.07	18.07
	Nach 3. Schnitt	28.09	14.09	05.09
Agrosolausbringung	Frühjahr	15.05	06.05	10.05
	Nach 1. Schnitt	26.06	30.06	22.06
	Nach 2. Schnitt	19.08	26.07	26.07
LAI- Messung, Bonitur, Aufwuchshöhe	1. Aufwuchs	05.06	08.06	24.05
	2. Aufwuchs	29.07	19.07	12.07
	3. Aufwuchs	21.09	07.09	25.08
Ernte	1. Aufwuchs	08.06	08.06	26.05
	2. Aufwuchs	29.07	20.0	13.07
	3. Aufwuchs	21.09	08.0	29.08

5 Ergebnis und Diskussion

5.1 Wetter

Wie aus Abbildung 3 ersichtlich verlaufen die Monats-Durchschnittstemperaturen in allen 3 Versuchsjahren relativ ähnlich. Alle drei Jahre waren grundsätzlich wärmer als das Langjährige Mittel (2009: 8,6 °C, 2010: 7,7 °C, 2011: 8,8 °C). Die Jahresniederschlagssummen verliefen zwar im langjährigen Mittel (2009: 1.132 mm, 2010: 988 mm, 2011: 981 mm) jedoch konnten in den einzelnen Monaten teilweise deutliche Unterschiede beobachtet werden. Wie zB ein feuchter März im Jahr 2009 und ein eher trockener Juni im Jahr 2011. Trotzdem wurde in allen drei Jahren eine durchschnittliche Niederschlagsmenge von 800 mm während der Vegetationszeit von April bis Oktober (2009: 855 mm, 2010: 803 mm, 2011: 769 mm) erreicht.

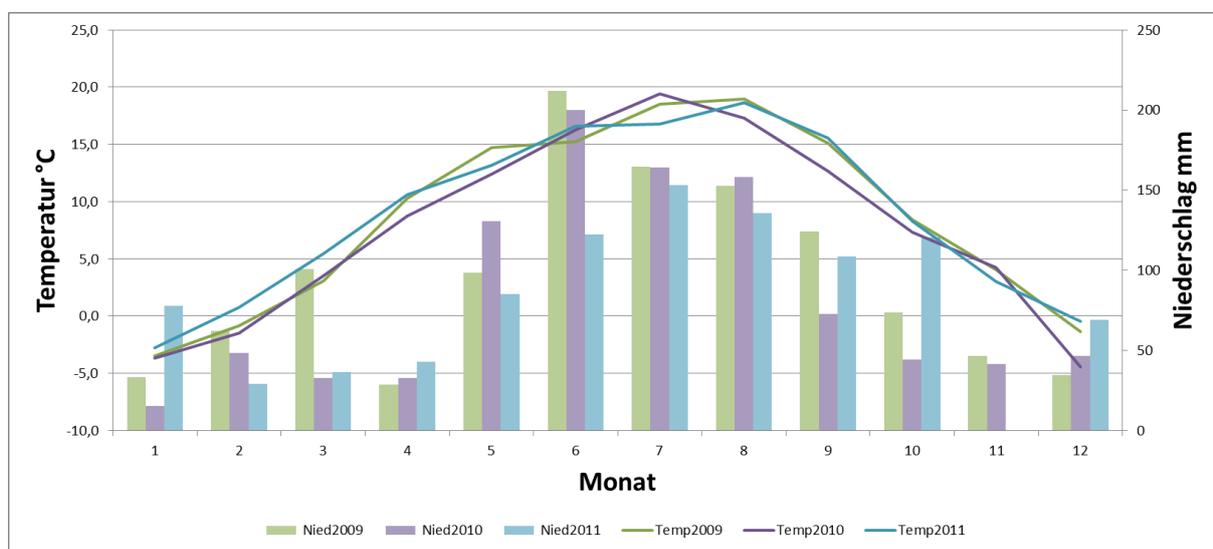


Abbildung 3: Niederschläge und Temperaturverläufe im Versuchszeitraum (ZAMG)

5.2 Pflanzenbestand

Zu den jeweiligen Zeitpunkten der Artenbonituren konnten zwischen den Varianten keine wesentlichen Unterschiede im Pflanzenbestand festgestellt werden. Lediglich bei der Gemeinen Risse gab es geringe Veränderungen von 2009 auf 2012. Ihr Anteil nahm in allen Varianten fast um die Hälfte ab, dies kann ein Effekt der regelmäßigen Güllendüngung sein. Durch eine gezielte und bedarfsgerechte Stickstoff-Düngung über Gülle kommt es zur Förderung der wertvollen Futtergräser wie Englisches Raygras, Goldhafer oder Knaulgras im Pflanzenbestand, die in ihrer Konkurrenzkraft der Gemeinen Risse überlegen sind. Dadurch findet sie weniger Lücken vor, in die sie mit ihren oberirdischen Kriechtrieben einwachsen könnte.

Tabelle 4: Pflanzenbestände zu Beginn und am Ende des Versuchszeitraumes

	Norm 120		Agro 120		Norm 80		Agro 80	
	2009	2012	2009	2012	2009	2012	2009	2012
Gräser in %:	79	79	78	77	84	81	81	82
<i>Lolium perenne</i>	7	10	5	8	5	10	4	7
<i>Poa trivialis</i>	16	8	12	7	15	7	12	7
<i>Trisetum flavescens</i>	12	17	8	16	2	6	6	8
<i>Dactylis glomerata</i>	11	17	23	13	26	21	25	19
<i>Poa pratensis</i>	14	13	14	16	18	17	14	16
<i>Festuca pratensis</i>	19	14	17	17	18	20	19	25
Leguminosen in %:	16	16	15	17	11	13	13	11
Kräuter in %:	5	5	7	6	5	6	6	7
<i>Ranunculus repens</i>	2	2	2	2	2	3	3	4
<i>Taraxacum officinale</i>	2	2	2	2	1	2	2	1
<i>Rumex obtusifolius</i>	1	1	3	2	2	1	1	2

Bei den in diesem Versuch ermittelten Leguminosen handelte es sich ausschließlich um Weißklee. Hier zeigte sich ein etwas höherer Weißkleeanteil in den besser gedüngten Varianten mit 120 kg N/ha aus Gülle. Der Krautanteil war in allen Varianten sehr gering und zeigte ebenfalls keine Veränderungen zwischen den unterschiedlichen Düngerniveaus oder der Agrosolanwendung.

5.3 LAI

Bei den LAI Messungen konnte ein signifikanter Unterschied in allen Bestandeshöhen bei der Faktorstufe N-Düngungsniveau (siehe Tabelle 5) beobachtet werden. Somit zeigte sich, dass eine höhere N-Versorgung zu einer besseren Ausnutzung des Sonnenlichtes führte und diese Bestände etwas dichter waren. Dagegen war bei der Anwendung von Agrosol kein Effekt bei den LAI Werten in den drei Bestandeshorizonten festzustellen.

Tabelle 5: LAI Werte in den drei Bestandeshöhen bei den Einzelfaktoren Düngerniveau und Agrosolanwendung

Parameter	Einheit	Düngung						Agrosol				s _e
		80 kg N		120 kg N		p	ja		nein		p	
		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM		
LAI 0 cm	m ² /m ²	4,8	0,1	5,2	0,1	0,0006	5,0	0,1	5,0	0,1	0,8870	0,6
LAI 10 cm	m ² /m ²	2,5	0,2	3,0	0,1	0,0001	2,7	0,2	2,9	0,1	0,0933	0,6
LAI 20 cm	m ² /m ²	1,0	0,1	1,2	0,1	0,0162	1,1	0,1	1,2	0,1	0,4872	0,5

5.4 Erträge und Qualitäten

Bei den Jahreserträgen konnten keine signifikanten Unterschiede gemessen werden (siehe Tabelle 6 und Tabelle 7). Somit spielten sich die höheren LAI Werte der mit 120 kg N gedüngten Parzellen nicht im TM-Ertrag wieder. Numerisch erreichte zwar diese Variante einen höheren Ertrag, der jedoch nicht statistisch abgesichert werden konnte. Wobei grundsätzlich zu beachten ist, dass die Mengenerträge von um 10.000 kg TM/ha für eine 3-Schnittnutzung als hoch einzustufen sind.

Tabelle 6: Mengen- und Qualitätserträge bei den Faktoren Düngerniveau und Agrosolanwendung

Parameter	Einheit	Düngung					Agrosol					s _e
		80 kg N		120 kg N		p	ja		nein		p	
		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM		
TM-Ertrag	kg/ha	9.778	199	10.044	193	0,1523	9.792	197	10.030	195	0,1969	171
NEL-Ertrag	MJ/ha	55.997	1.001	57.315	1.001	0,1770	56.291	1.001	57.021	1.001	0,4491	902
XP-Ertrag	kg/ha	1.335	32	1.358	32	0,4341	1.341	32	1.352	32	0,7185	88

Bei den Jahreserträgen konnte auf diesem Standort kein Einfluss durch die Anwendung von Agrosol gemessen werden. Numerisch waren sogar die Varianten ohne Agrosolanwendung etwas höher (siehe Tabelle 6). Aber dieser Unterschied ist nach der statistischen Auswertung als zufällig zu betrachten. Ebenfalls keine Unterschiede wiesen die Qualitätserträge auf. Sowohl die Energie- als auch die Rohproteinenerträge waren in allen Varianten gleich (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Mengen- und Qualitätserträge der vier Versuchsvarianten

Parameter	Einheit	Variante								p	s _e
		AGRO 80		Norm 80		Agro 120		Norm 120			
		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM		
TM-Ertrag	kg/ha	9.771	238	9.785	235	9.813	232	10.276	230	0,2229	171
NEL-Ertrag	MJ/ha	56.152	1.206	55.842	1.206	56.430	1.206	58.200	1.206	0,2835	902
XP-Ertrag	kg/ha	1.336	38	1.334	38	1.346	38	1.370	38	0,6613	88

Die Rohnährstoffe zeigten auf dem Niveau der Faktoren N-Düngerniveau und Agrosolanwendung keine signifikanten Unterschiede (siehe Tabelle 8). Auch hier befanden sich die Konzentrationen im Normalbereich. Lediglich die Rohfasergehalte lassen darauf schließen, dass die Nutzung nach dem Ende des Ähren-Rispen-Schieben erfolgte. Dieser Rohfasergehalt lässt sich aber auch, bis zu einem gewissen Grad, auf den Pflanzenbestand zurückführen. Da dieser hauptsächlich aus Obergräsern gebildet wurde, die vor allem zum ersten Aufwuchs nennenswerte Mengen an samentragenden Stängeln bilden. Da in dieser Versuchsanlage auch der Goldhafer (siehe Tabelle 4) nennenswerte Anteile einnahm und dieser, wie die Raygräser, zu jedem Aufwuchs Samenträger bildet lässt sich damit der durchschnittliche Rohfasergehalt erklären.

Die einzigen signifikanten Unterschiede konnten bei den Mineralstoffen beobachtet werden. Das Element Kalium zeigte bei den mit 120 kg N gedüngten Parzellen einen höheren Gehalt (siehe Tabelle 8) und bei den Varianten gab es Unterschiede in den Gehalten an Phosphor (siehe Tabelle 9), die jedoch weder vom Düngerniveau noch von der Agrosolanwendung her rührten.

Tabelle 8: Inhaltstoffe bei den Faktoren Düngerniveau und Agrosolanwendung

Parameter	Einheit	Düngung					Agrosol					s _e
		80 kg N		120 kg N		p	ja		nein		p	
		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM		
XA	g/kg TM	86	2,5	87	2,1	0,6321	86	2,4	88	2,2	0,1518	8,3
XP	g/kg TM	141	1,6	139	1,6	0,3891	141	1,6	138	1,6	0,2690	11,4
XL	g/kg TM	26	0,2	26	0,2	0,9110	26	0,2	25	0,2	0,0229	1,4
XF	g/kg TM	282	2,8	286	2,8	0,4245	282	2,8	287	2,8	0,2119	20,4
XX	g/kg TM	492	2,3	490	2,3	0,6004	492	2,3	490	2,3	0,4614	15,7
NFC	g/kg TM	260	7,0	252	5,8	0,0840	260	6,7	252	6,1	0,0775	24,7
NDF	g/kg TM	490	8,3	490	8,3	0,1432	490	7,9	499	7,3	0,1405	31,4
ADF	g/kg TM	314	2,7	316	2,7	0,5763	313	2,7	317	2,7	0,3092	20,1
ADL	g/kg TM	37	0,6	36	0,6	0,1858	36	0,6	37	0,6	0,5912	3,1
NEL	MJ NEL/kg TM	5,79	0,06	5,75	0,05	0,3488	5,81	0,05	5,73	0,05	0,0729	0,22
P	g/kg TM	3,7	0,3	3,7	0,3	0,6750	3,8	0,3	3,7	0,3	0,1372	0,3
K	g/kg TM	18,6	0,5	19,4	0,4	0,0083	18,9	0,5	19,1	0,5	0,4169	1,3
Ca	g/kg TM	10,2	0,4	9,8	0,4	0,1483	10,0	0,4	10,1	0,4	0,7753	1,2
Mg	g/kg TM	2,8	0,1	2,7	0,1	0,1865	2,8	0,1	2,8	0,1	0,9749	0,3
Na	mg/kg TM	355	31,4	376	26,0	0,3498	370	30,0	361	27,3	0,6863	91,9
Cu	mg/kg TM	8,1	0,3	8,0	0,3	0,7647	8,1	0,3	8,0	0,3	0,6613	1,0
Mn	mg/kg TM	71	11,8	67	10,4	0,6822	75	11,5	63	10,7	0,1475	33,5
Zn	mg/kg TM	32	0,9	32	0,9	0,7204	32	0,9	31	0,9	0,3431	3,9

Tabelle 9: Inhaltstoffe der vier Versuchsvarianten

Parameter	Einheit	Variante								p	s _e
		AGRO 80		Norm 80		Agro 120		Norm 120			
		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM		
XA	g/kg TM	86	2,8	87	2,7	85	2,5	89	2,3	0,4500	8,3
XP	g/kg TM	141	2,2	140	2,2	141	2,2	136	2,2	0,3943	11,4
XL	g/kg TM	26	0,3	25	0,3	26	0,3	25	0,3	0,2023	1,4
XF	g/kg TM	281	3,9	284	3,9	283	3,9	289	3,9	0,7789	20,4
XX	g/kg TM	493	3,1	493	3,1	491	3,1	489	3,1	0,8982	15,7
NFC	g/kg TM	263	8,1	258	7,5	258	6,9	246	6,4	0,4429	24,7
NDF	g/kg TM	487	9,7	492	9,0	492	8,4	505	7,9	0,5096	31,4
ADF	g/kg TM	312	3,9	315	3,9	313	3,9	319	3,9	0,7146	20,1
ADL	g/kg TM	37	0,8	37	0,8	36	0,8	36	0,8	0,3502	3,1
NEL	MJ NEL/kg TM	5,86	0,06	5,77	0,06	5,80	0,06	5,70	0,05	0,6164	0,22
P	g/kg TM	4,0	0,3	3,4	0,3	3,6	0,3	3,9	0,3	<0,0001	0,3
K	g/kg TM	18,7	0,6	18,4	0,5	19,0	0,5	19,9	0,5	0,0710	1,3
Ca	g/kg TM	10,1	0,5	10,4	0,5	9,9	0,4	9,7	0,4	0,3623	1,2
Mg	g/kg TM	2,9	0,1	2,8	0,1	2,7	0,1	2,8	0,1	0,5326	0,3
Na	mg/kg TM	363	36,2	347	33,7	377	31,3	376	29,0	0,7426	91,9
Cu	mg/kg TM	8,2	0,4	7,9	0,3	8,0	0,3	8,0	0,3	0,6181	1,0
Mn	mg/kg TM	77	13,4	64	12,8	73	12,1	62	11,5	0,8955	33,5
Zn	mg/kg TM	32	1,1	31	1,1	32	1,1	32	1,1	0,9776	3,9

6 Schlussfolgerungen

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Anwendung von Agrosol auf dem Versuchsstandort weder zu einem höheren Mengenertrag noch zu besseren Inhaltsstoffen geführt hat. Bisherige Untersuchungen zur Agrosolanwendung wurden meist auf trockeneren Standorten, im Vergleich zu dem Standort dieser Untersuchung, durchgeführt. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass in niederschlagsreichen Regionen nicht die CO₂ Konzentration in der Atmosphäre das entscheidende Kriterium für die Biomasseproduktivität darstellt. Niederschlagsreiche Regionen in Mitteleuropa sind auch durch niedrige Temperaturen gekennzeichnet, die den Zellstoffwechsel herabsetzen und somit andere innerpflanzliche Prozesse limitierend wirken.

Wegen der hohen Niederschlagssummen dürfte auch kein garantierter Verbleib von Agrosol an der Pflanze gegeben sein, das über die Spaltöffnungen eindringen könnte.

Aufgrund der Ergebnisse und Messdaten zum LAI lässt sich aber schließen, dass die höhere N-Düngung zu einer besseren Chlorophyllbildung führt, was einer optimierten Ausnutzung des einstrahlten Sonnenlichtes darstellt. Daraus lässt sich Schlussfolgern, dass eine sachgerechte Düngung und gute Aufteilung der Düngermengen einen wichtigen Schlüssel zu einer erfolgreichen Grünlandbewirtschaftung, gerade in der Biologischen Landwirtschaft, darstellen.

Basierend auf diesen Versuchsergebnissen kann eine Agrosolanwendung, auf niederschlagsreichen Dauergrünlandstandorten, als nicht ökonomisch und sinnvoll betrachtet werden.

7 Literaturverzeichnis

Bodner, G., 2010: Einfluss und Wirkungsweise des Blattdüngers AGROSOL auf die Wassernutzungseffizienz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPP) und Institut für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft (IHLW), Wien, Abschlussbericht, 9 S.

Fuchs, J., B. Speiser und L. Tamm, 2011: Einfluss des Produktes AgroSol auf Pflanzenwachstum und – Gesundheit von Kartoffeln unter Praxisbedingungen. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick, Abschlussbericht, 10 S.

Gruber, L., A. Steinwidder, T. Guggenberger und G. Wiedner, 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).

Gut, O., 2012: Damit die Pflanze nicht um Luft ringen muss. dergartenbau. Zuchwil, Verlag dergartenbau, 1.

Schechtner, G., 1958: Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels "Flächenprozent-schätzung". Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 105(1), 33-43.