

Bio-Institut

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

Abschlussbericht

Bio-Klee gras Lambach

Projekt Nr. 100245/1

Eignung unterschiedlicher Klee grasbestände für den biologischen Landbau im oberösterreichischen Alpenvorland und deren Vorfruchtwirkung auf Winterweizen

Suitability of different Clover Grass Stands in Organic Farming in the Upper Austrian Alpine foothills area and the Preceding Crop effect on Winter Cereals

Projektlaufzeit:
2007-2011

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

Kooperationspartner:
Veronika Edler
Bio-Austria

Eingereicht: November 2013



lebensministerium.at

www.raumberg-gumpenstein.at

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	3
2	Summary.....	3
3	Einleitung und Zielsetzung	4
4	Material und Methoden	6
4.1	Standort.....	6
4.2	Versuchsdesign.....	6
4.3	Pflanzenbestand Klee gras	7
4.4	Ertrag	7
4.5	Inhaltsstoffe.....	8
4.6	N ₂ Fixierleistung.....	8
4.7	Zeitplan und Maßnahmen	9
4.8	Statistik	9
5	Ergebnis und Diskussion	10
5.1	Wetter 2008 und 2009	10
5.2	Pflanzenbestand Klee gras	10
5.3	Erträge Klee gras	11
5.4	Inhaltstoffe Klee gras.....	14
5.5	Stickstofffixierung.....	15
5.6	Nachfrucht Winterweizen	15
6	Schlussfolgerungen.....	17
7	Literaturverzeichnis.....	18

1 Zusammenfassung

Klee gras ist für die Biologische Landwirtschaft das zentrale Element einer intakten Fruchtfolge. Über die Leistungsfähigkeit des Klee grasses im österreichischen, niederschlagsreichen Ackerbaugesbiet, dem Alpenvorland, gibt es bisher kaum Untersuchungen dazu. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, diese gerade für die Biologische Landwirtschaft so wichtige Kultur, auf die Ertragsfähigkeit zu überprüfen.

In diesem 3-jährigen Forschungsprojekt werden die drei wichtigsten kleinsamigen Leguminosen und vier Klee grassmischungen untersucht. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass sich unter den niederschlagsreichen Bedingungen die Luzerne sehr gut behaupten kann und sogar die höchsten Mengen- (10.879 kg TM/ha) und Qualitätserträge (2.258 kg XP/ha) liefert. Die stark nachlassende Leistungsfähigkeit des Rotklee überraschte vor allem im zweiten Hauptnutzungsjahr. Die höchste N₂-Fixierung wurde bei Luzerne mit 302 kg/ha und Jahr gemessen und den höchsten Ertrag erreichte der Winterweizen mit 6.995 kg/ha nach Weißklee.

2 Summary

Clover grass is an important component of a faultless crop rotation in organic farming. Productivity investigations of clover grass in the high precipitation arable areas of Austria, the foot hills of the Alps, are low. On this account, a productivity investigation of such climate areas is useful for organic farming.

In a three year field trial 3 important fodder legumes and 4 clover grass mixtures will be investigate. First results show a good suitability of alfalfa in this climatic are. Alfalfa provided as well highest quantity- (10,879 kg DM ha⁻¹) as quality (2,258 kg CP ha⁻¹) yields. Remarkable was the decreasing performance of red clover, which is a typical fodder legume in this climate. The highest nitrogen fixation of 302 kg ha⁻¹ a⁻¹ was measured in alfalfa and the highest yield of winter wheat reached 6,995 kg ha⁻¹ after white clover.

3 Einleitung und Zielsetzung

Klee gras ist ein zentrales und unerlässliches Element einer optimierten Fruchtfolge in der Biologischen Landwirtschaft (Freyer, 2003). In viehlosen Ackerbaubetrieben ist der Anbau von Klee gras neben der Boden verbessernden Wirkung die Grundlage einer langfristigen Bereitstellung von organischen Materialien für die Bodenlebewesen. Für viehhaltende Betriebe bildet das Klee gras eine gute Grundfutterbasis und liefert ein wertvolles, eiweißbetontes Grundfutter.

Unter den österreichischen Klimabedingungen spielen in Klee grasbeständen drei kleinsamige Leguminosen eine wichtige Rolle. Es handelt sich dabei um die Luzerne für trockene und tiefgründige sowie um Rot- und Weißklee für feuchte und gemäßigte Standorte (Hof und Rauber, 2003). Die große Bedeutung der Futterleguminosen für die Biologische Landwirtschaft liegt in der Fähigkeit Luftstickstoff mit Hilfe der Rhizobien zu fixieren. Die Standortbedürfnisse und die Stickstofffixierleistung von Luzerne, Rot- und Weißklee sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Luzerne nimmt, als bedeutendste Leguminose im pannonisch beeinflussten Klimagebiet Ostösterreich, eine hervorragende Rolle ein (Freyer et al., 2006a; Freyer et al., 2006b). Das Anbauggebiet des Rot- und Weißklee in Österreich liegt hauptsächlich im Alpenvorland.

In einem Klee grasbestand übernehmen die Leguminosen durch die Pfahlwurzel eine Tiefenlockerung des Bodens. Bei der Luzerne kann die Pfahlwurzel eine Länge von 5 m erreichen (Freyer et al., 2005). Die feinen Büschelwurzeln der Gräser führen hingegen zu einer Krümelung der obersten Bodenschicht (Dietl und Lehmann, 2004). Aus diesem Grund wirkt sich der Anbau von Klee gras positiv auf die Gefügeverhältnisse im Boden aus.

Tabelle 1: Standortbedürfnisse und Stickstofffixierleistung von Luzerne, Rot- und Weißklee

Parameter	Luzerne	Rotklee	Weißklee
Klima	gemäßigt bis warm, nicht zu feucht	kühl bis gemäßigt, feucht	Gemäßigt, mäßig bis sehr feucht
Boden	tiefgründig und kalkreich	Tiefgründig, humos und leicht kalkig	alle, außer extrem trocken
N-Fixierleistung	80-350 kg/ha	80-350 kg/ha	50-250 kg/ha

(Freyer et al., 2005; Hof und Rauber, 2003)

Im Rahmen einer Dissertation (Loges, 1998) an der Universität Kiel aus den Jahren 1994 und 1995 wurden Rotklee grasbestände mit unterschiedlichen Mischungsverhältnissen auf Ertrag, Futterqualität und N₂-Fixierleistung sowie die Nachfruchtwirkung auf die Folgefrucht Winterweizen untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich bei einem Anstieg des Rotkleeanteils in der Mischung die N-Erträge, XP-Gehalte und N₂-Fixierleistung des Bestandes erhöhten (siehe Tabelle 2). Beim Winterweizen konnte ebenfalls, nach Beständen mit höherem Rotklee mischungsanteil, ein höherer XP-Gehalt im Korn festgestellt werden. Auf den Energieertrag des Rotklee gras sowie des Winterweizens hatte das Verhältnis Rotklee-Gras keinen Einfluss.

Je nachdem, ob man das Klee gras erntet und vom Feld abtransportiert oder mittels Mulcher die pflanzliche Biomasse am Feld lässt, ergeben sich unterschiedliche Konsequenzen für die Bewirtschaftung. So weisen schnittgenutzte Klee grasbestände, die im Herbst umgebrochen wurden, deutlich geringere Auswaschungsmengen an Stickstoff auf als Systeme die gemulcht wurden (Drey mann et al., 2005). Um diesen Zustand noch stärker zu reduzieren, ist ein Umbruch erst im Frühjahr sinnvoll.

Es sind jedoch noch viele weitere Faktoren, wie Mineralisationsrate des Klee grasses oder Niederschlagsmengen nach dem Umbruch und das Stickstoffaufnahmevermögen der angebauten Folgekultur, von Bedeutung.

Tabelle 2: Ertrag und N₂-Fixierleistung von Klee gras bei unterschiedlicher Nutzung auf einem Standort in Norddeutschland bei einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 7,8 °C und einer Niederschlagssumme von 730 mm (Loges et al., 2002)

Nutzungsform	Ertrag in dt TM/ha	N ₂ -Fixierleistung
überjähr. Klee gras – gemulcht	80-115	75-200
überjähr. Klee gras aus Untersaat– geschnitten	85-131	190-380
überjähr. Klee gras aus Blanksaat– geschnitten	80-122	165-340

In Tabelle 3 sind die Inhaltsstoffe für Klee grasssilagen mit unterschiedlichem Kleeanteil dargestellt. Diese Untersuchung aus Norddeutschland (Loges et al., 2002) verdeutlicht, dass bei einem zunehmenden Anteil der Leguminosen im Klee grasbestand sich der Rohproteingehalt erhöht, der Energiegehalt und die Silierfähigkeit abnehmen.

Tabelle 3: Inhaltsstoffe von Klee grasssilagen mit unterschiedlichen Kleeanteil (Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant)

Mischung	pH	TM %	MS % TM	ES % TM	XP % TM	NEL MJ/kg	Gärverluste %
100 % Klee	5,1 ^a	24,1 ^d	7,4 ^c	1,8 ^a	17,2 ^a	5,51 ^d	9,51 ^a
67 % Klee	4,5 ^b	27,5 ^c	10,5 ^a	1,4 ^b	15,3 ^b	5,87 ^c	6,92 ^b
33 % Klee	4,4 ^c	30,1 ^b	9,5 ^b	1,5 ^b	13,8 ^c	6,07 ^b	6,46 ^c
100 % Gras	4,4 ^c	34,0 ^a	6,3 ^d	0,8 ^c	10,7 ^d	6,36 ^a	5,56 ^d

(Loges et al., 2002)

Weißklee, Rotklee und Luzerne zählen zu den wichtigsten kleinsamigen Leguminosen im österreichischen Alpenvorland. Diese Region ist traditionell ein Rotklee dominiertes Anbaugebiet und daher sollte, im Rahmen dieser Untersuchung, die Luzerne als mögliche weitere Futterleguminose getestet werden. Zusätzlich wurden drei mögliche Rotklee grassmischungen überprüft, die aus lediglich 3 Arten zusammengesetzt waren.

Die Ziele dieser Arbeit waren:

- Die Höhe der fixierten Luft-Stickstoffmenge von Weißklee, Rotklee und Luzerne mit der erweiterten Differenzmethode zu messen.
- Die Erträge von 3 Arten Klee grassmischungen zu ermitteln und mit handelsüblichen Mischungen zu vergleichen.
- Feststellung des Korn- und Eiweißertrages der Nachfrucht Winterweizen, nach Futternutzung verwendeten Klee grassbeständen.

4 Material und Methoden

4.1 Standort

Am Versuchsstandort in Lambach Stadl-Paura wurden im langjährigen Mittel (1971-2000) eine Jahresdurchschnittstemperatur von 8,2 °C und Niederschläge von 840 mm erreicht. Der Standort des Versuches (48° 5' 31" N, 13° 51' 15" E) befindet sich auf einer Lockersedimentbraunerde mit guter Wasserversorgung.

4.2 Versuchsdesign

Der Versuch wurde in Form einer randomisierten Blockanlage mit drei Wiederholungen angelegt (siehe Abbildung 1). In jeder Wiederholung wurden 8 Varianten angebaut, die sich aus drei Leguminosen, vier Klee grassmischungen und einer Referenzpflanze zusammensetzten (siehe Tabelle 4). Eine Parzelle hatte eine Größe von 23,76 m² (6,6 x 3,6 m).



Abbildung 1: Blockanlage des Klee grasversuches

Im Rahmen dieses Klee grasversuches wurden die drei wichtigsten Leguminosen (Weißklee, Rotklee und Luzerne) für die Biologische Landwirtschaft als Reinsaaten angebaut, um die Eigenschaften der einzelnen Arten unter niederschlagsreichen Ackerbaubedingungen zu überprüfen. Die Referenzpflanze Bastardraygras diente in erster Linie dazu, die Stickstofffixierleistung der Leguminosen zu ermitteln. Für diesen Versuch wurden drei selbst zusammengestellte Mischungen (M2-M4) getestet, die jeweils aus drei Komponenten bestanden. Die Idee dahinter war, Gräser zu verwenden, die unter Bio-Bedingungen in Österreich gut vermehrbar sind und zur Herstellung von 100 % Bio-Saatgutmischungen dienen können.

Die Einsaat der Klee grasparzellen erfolgte im Sommer 2007 und die Nutzung erstreckte sich über 2 Jahre (2008-2009). Im Herbst 2009 wurden die Parzellen umgebrochen und danach erfolgte der Anbau von Winterweizen der Sorte Capo.

Tabelle 4: Eingesetzte Varianten und Zusammensetzung der Mischungen

Variante	Art		Sorte	Flächen-%	Saatstärke in kg/ha
Var 1	Weißklee	<i>Trifolium repens</i>	Alice	100	20
Var 2	Rotklee	<i>Trifolium pratense</i>	Gumpensteiner	100	20
Var 3	Luzerne	<i>Medicago sativa</i>	Derby	100	30
Var 4*	Rotklee	<i>Trifolium pratense</i>	Gumpensteiner	35	22
	Weißklee	<i>Trifolium repens</i>	Alice	10	
	Englisches Raygras	<i>Lolium perenne</i>	Guru	20	
	Knaulgras	<i>Dactylis glomerata</i>	Tandem	15	
	Timothe	<i>Phleum pratense</i>	Tiller	10	
	Wiesenschwingel	<i>Festuca pratensis</i>	Cosmolit	10	
Var 5	Rotklee	<i>Trifolium pratense</i>	Gumpensteiner	40	23
	Knaulgras	<i>Dactylis glomerata</i>	Tandem	30	
	Wiesenfuchsschwanz	<i>Alopecurus pratensis</i>	Gufi	30	
Var 6	Rotklee	<i>Trifolium pratense</i>	Gumpensteiner	40	21,5
	Knaulgras	<i>Dactylis glomerata</i>	Tandem	30	
	Bastardraygras	<i>Lolium x boucheanum</i>	Gumpensteiner	30	
Var 7	Rotklee	<i>Trifolium pratense</i>	Gumpensteiner	40	21,5
	Knaulgras	<i>Dactylis glomerata</i>	Tandem	30	
	Englisches Raygras	<i>Lolium perenne</i>	Guru	30	
Var 8	Bastardraygras	<i>Lolium x boucheanum</i>	Gumpensteiner	100	25

4.3 Pflanzenbestand Klee gras

Die Entwicklung der Klee grasbestände wurde in den Untersuchungsjahren 2008 und 2009 mit Hilfe der Flächenprozent schätzung beobachtet. 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. Hierfür wurden lediglich die Lücken sowie die Verhältnisse der Artengruppen (Kräuter, Leguminosen und Gräser) prozentmäßig geschätzt. Die 100 % der Fläche wurden dabei auf die Lücken und die Artengruppen aufgeteilt. Diese Bonitur wurde vor jeder Schnittnutzung der Bestände vorgenommen.

4.4 Ertrag

Im Stadium des Ähren-Rispen-Schiebens erfolgte die Ernte aller Varianten (2008 und 2009). Dazu wurde mit einem Grünlandvollernter die gesamte Parzelle gemäht (Balkenmäher mit einer theoretischen Schnitthöhe von 7 cm) und die Frischmasse gewogen. Von dieser wurde ein Teil für die weitere Bearbeitung entnommen. Für die Trockenmasse (TM) wurde die Probe (Doppelbestimmung) über 48 Stunden bei 105 °C getrocknet wurden.

Bei der Ertragsfeststellung der Folgekultur Winterweizen wurden die Körner und das Stroh nach derselben Methode behandelt und so der Trockenmassegehalt bestimmt.

Unmittelbar nach der letzten Ernte 2009 wurde noch vor dem Umpflügen die zurück gebliebene Stoppelmasse auf den Parzellen geerntet. Dazu wurden je Parzelle drei 0,25 m² große Flächenstücke mit einer Säge bis zur Bodenoberfläche abgeerntet. Aus dem geernteten Material wurde die TM, wie oben beschrieben, bestimmt.

Die Bestimmung, der vor dem Umpflügen vorhandenen Wurzelmasse, wurde mit der Bohrkernmethode ermittelt. Dafür wurde ein Erdbohrer mit einem Bohrzylinder von 10 cm Länge und einen Durchmesser von 6,2 cm verwendet. Pro Parzelle wurden 5 Bohrungen in den Flächenstücken der Stoppelprobennahme vorgenommen. Jede Bohrung wurde in den Horizonten 0-10 cm, 10-20 cm und 20-30 cm vorgenommen. Nach der Entnahme wurden die Horizonte einer Parzelle gemischt und bis zur weiteren Verarbeitung tiefgefroren. Die Trennung des Erdmaterials von den Wurzeln wurde mit einer selbst gebauten Wurzelwaschanlage nach dem Prinzip Wasserauftrieb mit Luftdurchwirbelung wie bei Smucker et al. (1982) beschrieben durchgeführt. Nach dem Waschvorgang gelangten die Wurzeln in ein Auffangnetz mit einer Maschenweite von 750 µm. Die vom Erdreich separierten Wurzeln wurden im Anschluss an der Luft getrocknet und im trockenen Zustand nochmals von Nicht-Wurzelmaterialien getrennt. Diese Feinreinigung wurde per Hand durchgeführt. Wie bereits oben beschrieben, wurde aus diesem Material wieder die TM ermittelt.

Die Ernte des Winterweizens erfolgte mittels Parzellenmähdrescher, wobei direkt die Ertragsfeststellung erfolgte. Die Bestimmung der TM erfolgte im Rahmen der chemischen Analyse im Labor und die Erträge wurden auf den üblichen TM Gehalt von 86 % umgerechnet. Beim Stroh wurden die Erträge auf der Parzelle frisch gewogen und die TM nach obiger Beschreibung ermittelt.

4.5 Inhaltsstoffe

Zur Bestimmung des Futterwertes wurde ein Teil der Klee gras-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 von Regressionsformeln (Gruber et al., 1997) der Energiegehalt in MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) errechnet. Ebenfalls errechnet wurden die Nicht-Struktur-Kohlenhydrate (NFC).

Von den geernteten Stoppeln, Wurzeln und Weizenkörnern wurden Teile des Materials im hauseigenen Labor auf den XP-Gehalt hin untersucht.

4.6 N₂ Fixierleistung

Die Biologische Stickstofffixierung durch die drei Leguminosen Weißklee, Rotklee und Luzerne wurde mit Hilfe der erweiterten Differenzmethode nach Hauser (1987) berechnet. Die Formel dazu lautet:

$$[(\text{Sproß-N}_{\text{Leg}} + \text{Stoppel-N}_{\text{Leg}} + \text{Wurzel-N}_{\text{Leg}}) - (\text{Sproß-N}_{\text{Ref}} + \text{Stoppel-N}_{\text{Ref}} + \text{Wurzel-N}_{\text{Ref}})] + (\text{N}_{\text{min}} \text{ im Boden}_{\text{Leg}} - \text{N}_{\text{min}} \text{ im Boden}_{\text{Ref}}) = \text{N}_2\text{-Fixierleistung}$$

Für diese Berechnung wurden die Ergebnisse des Jahres 2009 herangezogen. Zur Ermittlung des Spross-N wurden alle Ernten addiert und der Rohprotein ertrag mit dem Faktor 6,25 auf elementaren Stickstoff umgerechnet. Der Stickstoff aus Stoppeln und Wurzeln wurde aus dem Material der Herbstproben errechnet. In dieser Untersuchung diente Bastardraygras als Referenzpflanze, wobei je Wiederholungsblock eine Parzelle mit Referenzpflanzen zur Verfügung stand.

Im zweiten Hauptnutzungsjahr des Klee grasbestandes wurden im Frühling und im Herbst auf allen Parzellen Bodenproben aus den Horizonten 0-30 cm und 30-60 cm gezogen und der N_{\min} Gehalt bestimmt.

4.7 Zeitplan und Maßnahmen

Tabelle 5 zeigt eine Auflistung sämtlicher zeitlichen Arbeitsabläufe dieser Untersuchung.

Tabelle 5: Zeitplan und durchgeführte Maßnahmen

		2007	2008	2009	2010
Einsaat Klee gras		22.Aug			
Pflegeschnitt			08.Mai		
Ernte Klee gras	1. Aufwuchs		11.Jun	07.Mai	
	2. Aufwuchs		16.Jul	17.Jun	
	3. Aufwuchs		26.Aug		
	4. Aufwuchs		04.Okt	09.Sep	
Artengruppenbonitur u. Aufwuchshöhe Klee gras	Frühjahr		23.Apr	08.Apr	
	1. Aufwuchs		11.Jun	07.Mai	
	2. Aufwuchs		16.Jul	17.Jun	
	3. Aufwuchs		26.Aug		
	4. Aufwuchs		04.Okt	09.Sep	
Hagelschaden			23.Jul		
N-min Proben	Frühjahr			08.Apr	
	Herbst			09.Sep	
Wurzel- u. Stoppelernte			09.Sep		
Pflügen			15.Okt		
Einsaat Winterweizen			28.Okt		
Ernte Winterweizen					09.Aug

4.8 Statistik

Die statistische Auswertung der normalverteilten und varianzhomogenen Daten erfolgte mit dem Programm SAS 9.2 nach der MIXED Prozedur (Fixe Effekte: Variante, Wiederholung, Jahr und Variante*Jahr (Artengruppen, Gehalte und Erträge) sowie Variante*Termin und Variante*Termin*Jahr (Artengruppen), die Spalten der Versuchsanlage wurden 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) und die Residualstandardabweichung (s_e) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LSMEANS wurden mittels Tukey-Test vorgenommen und signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

5 Ergebnis und Diskussion

5.1 Wetter 2008 und 2009

Hinsichtlich der durchschnittlichen Jahrestemperatur gab es nur 2008, zu Jahresbeginn, eine Abweichung (siehe Abbildung 2) gegenüber dem langjährigen Mittel. Generell waren sowohl 2008 (10,4 °C) als auch 2009 (10,1 °C) wärmer, als für den Standort üblich. Eine größere Schwankung gab es bei den Niederschlägen und hier vor allem im Jahr 2009. Dies hat gerade für die wasserbedürftige Grünlandkultur Klee gras einen großen Einfluss. Das Jahr 2008 (778,2 mm) entsprach dem langjährigen Mittel. Im Jahr 2009 (1017,2 mm) kam es in Summe, sowie in einzelnen Monaten, zu einem höheren Niederschlagsaufkommen. Vor allem stechen der sehr trockene April (15,4 mm) und der sehr nasse Juni (242,5 mm) heraus und zeigen die ungleiche Wasserverteilung zu Beginn der Vegetationsperiode.

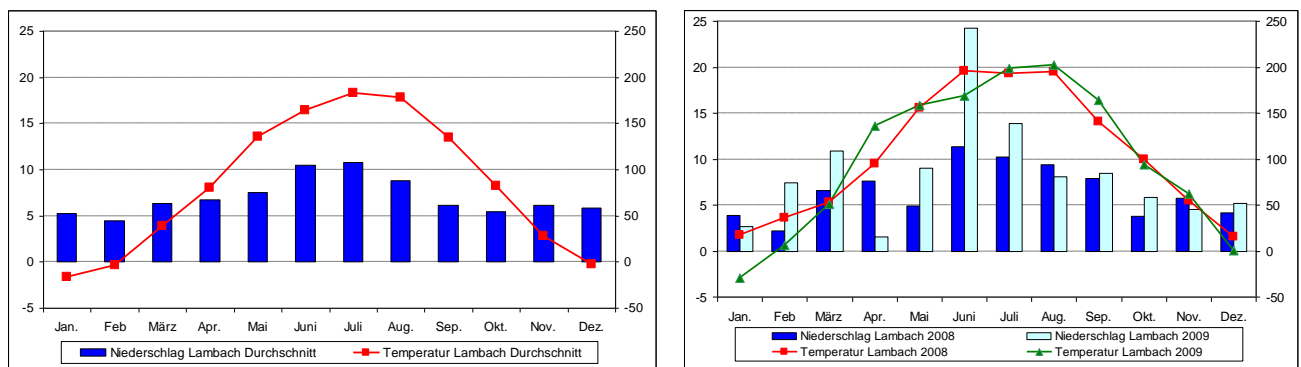


Abbildung 2: Links Darstellung des langjährigen Mittels (1971-2000) von Temperatur und Niederschlägen - rechts Durchschnittstemperaturen und Niederschläge in den Jahren 2008 und 2009 für den Standort Lambach

5.2 Pflanzenbestand Klee gras

Bei allen Varianten konnte zu Vegetationsbeginn 2008 ein lückiger und verkrauteter Pflanzenbestand festgestellt werden (siehe Abbildung 3). Deshalb wurde am 08.05.2008 ein Reinigungsschnitt auf allen Parzellen durchgeführt, um so die hauptsächlich einjährigen Ackerbeikräuter in ihrer Entwicklung zu hemmen. Bereits zum 1. Schnitt am 11.06.2008 konnte eine Abnahme des Krautanteiles festgestellt werden. Dies führte zu einem dichteren Pflanzenbestand, wodurch auch der Lückenanteil zurückging. Obwohl die Leguminosen (Varianten 1-3) als Reinsaaten angelegt wurden, traten von Anfang an auch Gräser im Bestand auf. Die Gräser konnten sich in diesen Varianten im Jahr 2008 nicht ausbreiten, da die Entwicklung der Leguminosen zu dominant war. Lediglich zum letzten Schnitt am 04.10.2008 kam es in der Variante 2 zu einem starken Rückgang des Rotklee und zu einer Ausbreitung der Gräser sowie einer Erhöhung des Anteils an offenem Boden. Im Vegetationsjahr 2009 setzte sich die Abnahme des Rotkleeanteils zugunsten der Gräser und der Lücken weiter fort. Diese Beobachtung wurde jedoch nicht nur in der Rotklee-Reinsaat beobachtet sondern trat auch in den Mischungen (Variante 4-7) auf. Sowohl der Weißklee (Variante 1) als auch die Luzerne (Variante 3) zeigten sich 2009 wesentlich stabiler und ausdauernder als der Rotklee. Diese Beobachtung konnte nicht nur in der Reinsaat sondern auch in der Standardmischung (Variante 4) und in den eigenen Mischungen (Varianten 5-7) festgestellt werden. Die sehr gute Entwicklung der Luzerne in den beiden Versuchsjahren zeigt auch deren Eignung für feuchtere Klimastandorte im österreichischen Alpenvorland.

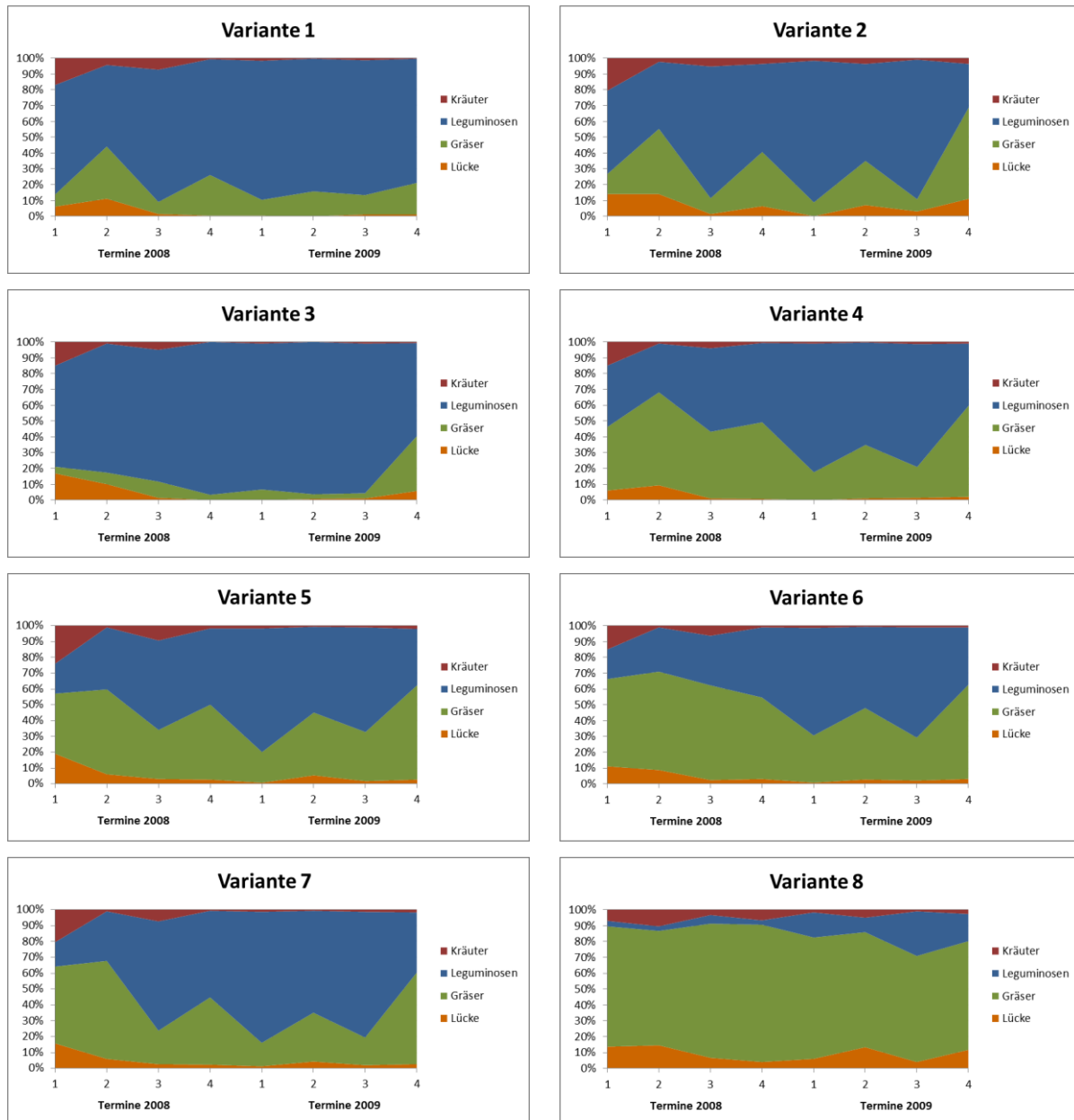


Abbildung 3: Darstellung der Entwicklung der Pflanzenbestände in den 8 Klee grasvarianten während der zwei Hauptnutzungsjahre 2008 und 2009, angegeben in Flächenprozent

5.3 Erträge Klee gras

Bei vergleichender Betrachtung der TM-Ernteerträge in den Jahren 2008 und 2009 fällt der niedrigere Ertrag im 2. Hauptnutzungsjahr auf (siehe Abbildung 4 und Tabelle 7). Der Grund dafür ist, dass am 23.07.2009 ein massiver Hagelschlag auf der Fläche auftrat. Infolge dieses massiven Unwetterereignisses wurde auf allen Parzellen ein Reinigungsschnitt durchgeführt, da der Aufwuchs nur mehr aus Stängelmasse bestand und es nicht sinnvoll war diesen zu ernten. Somit ergeben sich die Erträge im Jahr 2008 aus vier und 2009 aus drei Schnitten.

Die Luzerne erzielte unter den Leguminosen in beiden Versuchsjahren die höchsten Ernteerträge. Die Luzerneerträge von 11.400 und 10.300 kg TM/ha sind für österreichische Klimaverhältnisse als gut zu bewerten. Im pannonischen Klimaraum Österreichs (450 mm) konnten in Luzerne-Versuchen Ernteerträge von 4.150-8.000 kg TM/ha (Freyer et al., 2006a; Freyer et al., 2006b) erreicht werden. Dem

gegenüber waren Klee graserträge aus einer bayrischen Untersuchung (Braun et al., 2009) mit 15.800-17.300 kg TM/ha (7,6 °C und 800 mm) überdurchschnittlich hoch, wie auch die Autoren vermerkten. Nur im ersten Hauptnutzungsjahr erreichte die Variante 4 fast den Ertrag von 12.000 kg TM/ha. In dieser Untersuchung erreichte die Luzerne (Var 3) und die Standard Klee grasmsichung (Var 4) die signifikant höchsten Erträge (siehe Tabelle 6). Sowohl Weiß- (Var 1) und Rotklee (Var 2) als auch die Dreikomponenten-Mischungen (Var 5-7) lagen im Ertrag signifikant darunter. Den signifikant geringsten Ertrag erzielte das Bastardraygras (Var 8). Dies dürfte hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, dass in dieser Untersuchung keine Düngung vorgenommen wurde, um den Fixierungseffekt der Leguminosen besser bewerten zu können.

Tabelle 6: Mengen- und Qualitätserträge der Leguminosen- und Klee gras-Varianten im Mittel (LSMEANS) der Versuchsjahre 2008 und 2009

Parameter	Einheit	Variante								SEM	p	s _e
		1	2	3	4	5	6	7	8			
TM-Ertrag	kg/ha	7.509 ^b	8.109 ^b	10.879 ^a	9.536 ^a	7.977 ^b	7.932 ^b	7.942 ^b	5.641 ^c	287	<0,0001	703
XP-Ertrag	kg/ha	1.518 ^{bc}	1.450 ^c	2.258 ^a	1.796 ^b	1.442 ^c	1.349 ^c	1.386 ^c	629 ^d	66	<0,0001	146
NEL-Ertrag	kg/ha	n.a.	46.664 ^b	60.579 ^a	56.557 ^a	47.110 ^b	45.889 ^b	46.531 ^b	n.a.	1.732	<0,0001	4.242

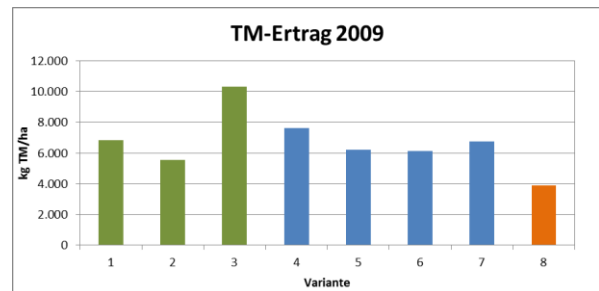
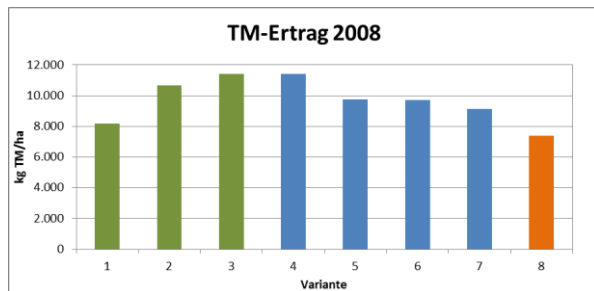


Abbildung 4: TM-Erträge für die beiden Hauptnutzungsjahre 2008 und 2009

Der Rohprotein ertrag war bei der Luzerne mit 2.258 kg/ha signifikant am höchsten. Bei den Klee grasmsichungen erreichte die Standardmischung den höchsten XP-Ertrag. Die Dreikomponenten-Mischungen waren auch hier unterlegen. Die höchsten Energieerträge erreichten die Luzerne und die Standardmischung (siehe Tabelle 6). Im Vergleich dazu erreichten Klee grasmsichungen in Norddeutschland (7,8 °C und 716 mm) Rohproteinwerte zwischen 2.000 und 3.000 kg/ha und Energieerträge von 80.000 bis 100.000 MJ NEL/ha (Loges et al., 1998).

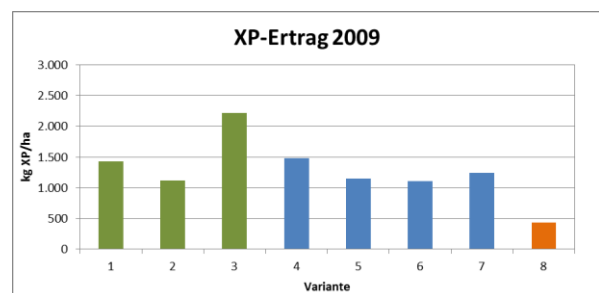
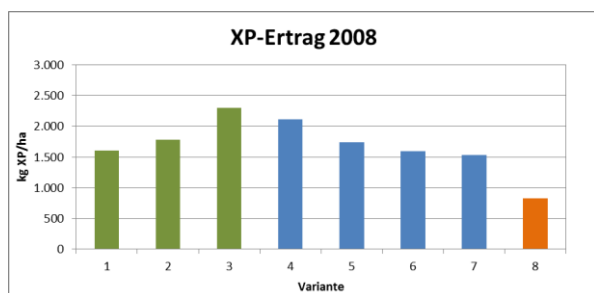


Abbildung 5: XP-Erträge für die beiden Hauptnutzungsjahre 2008 und 2009

Tabelle 7: Mengen- und Qualitätserträge (LSMEANS) der Leguminosen- und Klee gras-Varianten der Versuchsjahre 2008 und 2009

Parameter	Jahr	Variante							
		1	2	3	4	5	6	7	8
TM-Ertrag kg/ha	2008	8.167	10.675	11.428	11.431	9.755	9.721	9.140	7.389
	2009	6.850	5.544	10.330	7.640	6.199	6.143	6.744	3.894
XP-Ertrag kg/ha	2008	1.609	1.786	2.297	2.111	1.738	1.594	1.529	824
	2009	1.427	1.114	2.218	1.480	1.146	1.104	1.243	433

Die Leistungsfähigkeit der Luzerne am Versuchsstandort zeigt sehr deutlich das Versuchsjahr 2009. Alle übrigen Arten und Mischungen wurden durch das Hagelereignis stärker geschädigt. Die Luzerne konnte die Erträge von 2008 trotzdem fast halten.

Numerisch wurden zwischen den Varianten deutliche Ertragsunterschiede bei der Wurzelmasse festgestellt, die jedoch nicht signifikant waren. Dies kann in erster Linie auf die hohe Streuung der gemessenen Werte zurückgeführt werden (siehe Abbildung 6 und Tabelle 8).

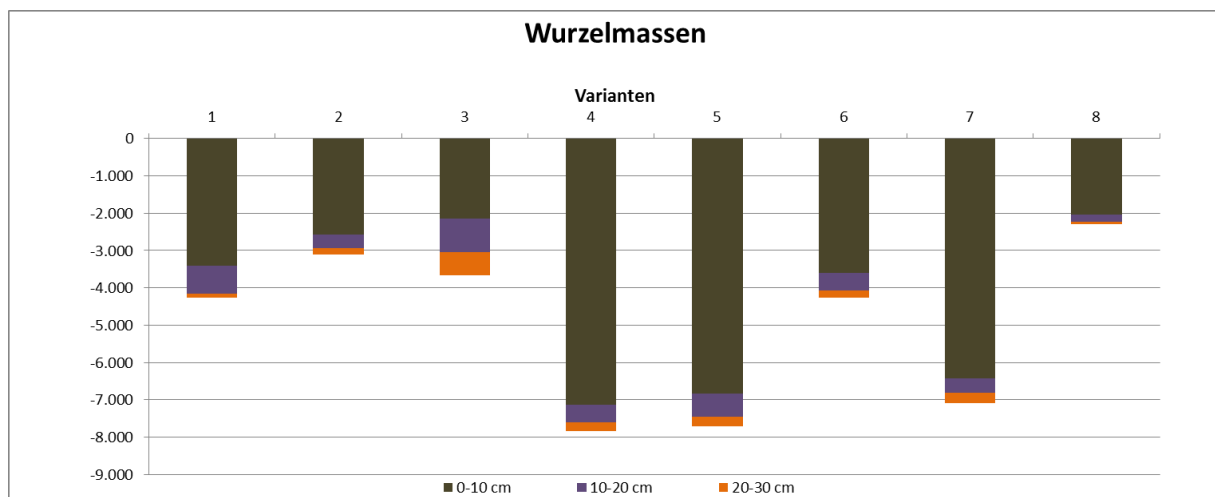


Abbildung 6: Verteilung der Wurzelmasse in den 3 Beprobungshorizonten der 8 untersuchten Varianten

Ein Grund für diese hohe Streuung liegt sicherlich in der Bohrkernmethode bei Kulturpflanzen mit Pfahlwurzeln begründet. Solche Streuungen wurden auch in anderen Untersuchungen mit Luzerne (Freyer et al., 2006a; Freyer et al., 2006b) festgestellt.

Bei allen Varianten wurde die Hauptwurzelmasse in den obersten 10 cm ermittelt (siehe Abbildung 6 und Tabelle 8). In den tieferen Horizonten (10-30 cm) waren die gemessenen Anteile verhältnismäßig niedrig. Lediglich bei der Luzerne (Var. 3) wurden in den tieferen Schichten eine verhältnismäßig höhere Wurzelmasse ermittelt. Der Grund dafür liegt sicherlich in der mächtigen Pfahlwurzel der Luzerne. Die numerisch höchsten Wurzelmassen erreichten die Klee grasmischungen (Var. 4, 5 und 7) mit 7-8 t/ha. Hauptverantwortlich waren in diesem Fall die Gräser, die sich in der Kombination mit dem Rotklee gut entwickeln konnten. Die Grasreinsaat (Var. 8) konnte demgegenüber nur eine geringe Wurzelmasse erzielen. Diese spiegelte sich auch in den geringen oberirdischen Erträge wieder. Die hohe Wurzelmasse in der Klee grasmischung verdeutlicht somit die Bedeutung des Grases als Partner, das eine gute Durchwurzelung und somit Krümelung des Oberbodens (Dietl und Lehmann, 2004) begünstigt.

Tabelle 8: Stoppel- und Wurzel-TM Mengen im Herbst 2009

Parameter	Einheit	Variante								SEM	p	s _e
		1	2	3	4	5	6	7	8			
TM Ertrag Stoppeln	kg/ha	839 ^b	1.272 ^{ab}	659 ^b	1.156 ^{ab}	1.612 ^a	1.040 ^{ab}	1.133 ^{ab}	806 ^b	133	0,0220	227
TM Wurzel 0-30 cm	kg/ha	4.449 ^a	3.253 ^a	3.567 ^a	7.738 ^a	7.635 ^a	4.356 ^a	7.007 ^a	2.222 ^a	1.305	0,0651	1.797
TM Wurzel 0-10 cm	kg/ha	3.413 ^a	2.578 ^a	2.135 ^a	7.137 ^a	6.837 ^a	3.592 ^a	6.428 ^a	2.029 ^a	1.376	0,0802	1.968
TM Wurzel 10-20 cm	kg/ha	735 ^a	367 ^a	901 ^a	455 ^a	621 ^a	475 ^a	382 ^a	208 ^a	207	0,4226	358
TM Wurzel 20-30 cm	kg/ha	117 ^a	170 ^a	621 ^a	236 ^a	258 ^a	197 ^a	283 ^a	55 ^a	90	0,0576	156

5.4 Inhaltstoffe Klee gras

Weißklee und Luzerne in Reinsaat erzielten die signifikant höchsten Rohproteingehalte (siehe Tabelle 9). Erwartungsgemäß war die Rohfaser bei der Luzerne im Schnitt signifikant höher als bei den übrigen Rotklee grassmischungen. Der Stängel der Luzerne verholzt stärker als der des Rotklee s. Dies lässt sich auch an den signifikant höchsten ADF und ADL Werten erkennen.

Tabelle 9: Durchschnittliche Konzentration an Inhaltsstoffen des schnittgenutzten Pflanzenmaterials

Parameter in g/kg TM	Variante								SEM	P	s _e
	1	2	3	4	5	6	7	8			
TM	131 ^f	156 ^d	172 ^b	140 ^e	162 ^{cd}	166 ^{bc}	168 ^{bc}	243 ^a	1,9	<0,0001	4
XA	n.a.	105 ^b	111 ^a	108 ^{ab}	109 ^{ab}	107 ^{ab}	108 ^{ab}	n.a.	0,8	0,0053	2
OM	n.a.	895 ^a	889 ^b	892 ^{ab}	891 ^{ab}	893 ^{ab}	892 ^{ab}	n.a.	0,8	0,0053	2
XP	214 ^a	195 ^b	213 ^a	189 ^{bc}	185 ^{bc}	176 ^c	182 ^{bc}	121 ^d	3,4	<0,0001	8
XL	n.a.	23 ^{bc}	22 ^c	25 ^a	26 ^a	25 ^{ab}	26 ^a	n.a.	0,4	0,0001	103
XF	n.a.	216 ^b	241 ^a	216 ^b	222 ^b	229 ^{ab}	223 ^b	n.a.	3,4	0,0003	7
XX	n.a.	463 ^a	412 ^b	461 ^a	457 ^a	464 ^a	460 ^a	n.a.	2,5	<0,0001	6
NDF	n.a.	350 ^b	393 ^a	366 ^b	383 ^b	391 ^b	381 ^b	n.a.	5,0	0,0001	12
ADF	n.a.	263 ^b	291 ^a	254 ^b	263 ^b	267 ^b	262 ^b	n.a.	3,6	<0,0001	7
ADL	n.a.	37 ^b	45 ^a	33 ^b	36 ^b	35 ^b	36 ^b	n.a.	0,9	<0,0001	2
NFC	n.a.	325 ^a	261 ^c	312 ^{ab}	298 ^b	297 ^b	305 ^b	n.a.	4,3	<0,0001	10
NEL	n.a.	5,99 ^{ab}	5,68 ^c	6,11 ^a	6,04 ^{ab}	5,92 ^b	6,03 ^{ab}	n.a.	0,04	<0,0001	0,08

Die numerisch höchste Energiekonzentration erreichte die Standardmischung. In Folge des hohen Faseranteils war jene der Luzerne am geringsten.

Hinsichtlich Ertrag und Qualität erreichte die Standard-Klee grassmischung 4 die besten Ergebnisse.

5.5 Stickstofffixierung

Neben der Bedeutung des Klee grasses als wertvolles Grundfüttermittel auf Gemischtbetrieben stellt die biologische Stickstofffixierung ein Kernelement der langfristigen Sicherung der Fruchtbarkeit von Ackerböden dar. In dieser Untersuchung wurde die N_2 -Fixierleistung, nach der erweiterten Differenzmethode (Hauser, 1987), der drei Leguminosen Weißklee, Rotklee und Luzerne im zweiten Hauptnutzungsjahr erhoben. Hier erreichte die Luzerne mit 302 kg N/ha den signifikant höchsten Wert im Gegensatz zu Weißklee mit 199 kg N/h und Rotklee mit 136 kg N/ha, die sich nicht weiter unterschieden (siehe Abbildung 7).

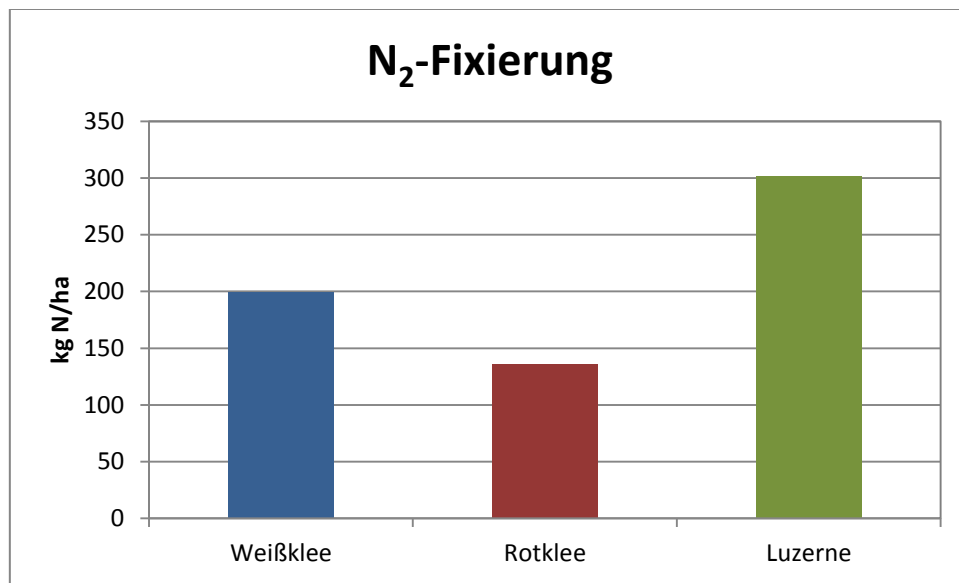


Abbildung 7: N -Fixierleistung der drei Futterleguminosen im Jahr 2009

Diese errechneten N_2 -Fixierungsleistungen entsprechen den in der Literatur (Freyer et al., 2005) angegebenen Werten. Der sehr geringe Wert des Rotklees kann auf den starken Rückgang des Deckungsgrades im zweiten Hauptnutzungsjahr 2009 zurückgeführt werden. Trotzdem sticht die N_2 -Fixierleistung der Luzerne mit 302 kg N/ha und Jahr, an dem typischen Rotkleestandort heraus. Der Einbruch des Rotklees (siehe Abbildung 3) und die damit verbundene geringere N -Fixierung lässt auch Rückschlüsse auf den geringen TM-Ertrag der 3-Komponenten Klee grassmischungen (Varianten 5-7, siehe Tabelle 6) zu. Diese Mischungen hatten lediglich Rotklee als Leguminose und unterschieden sich dadurch von der Standardmischung (Variante 4), die auch Weißklee als Leguminosenpartner beinhaltet. Der Weißklee dürfte den abnehmenden Anteil an Rotklee kompensiert haben und durch eine bessere Bereitstellung des fixierten Stickstoffes die Gräser gefördert haben und so für den höheren Ertrag verantwortlich sein.

Die N_2 -Fixierleistung der Luzerne auf diesem Versuchsstandort befindet sich im Mittelfeld im Vergleich zu Untersuchungen im pannonischen Klimagebiet Ostösterreichs (Freyer et al., 2006a) und dem bayrischen Alpenvorland (Braun et al., 2009).

5.6 Nachfrucht Winterweizen

Damit die Fruchtfolgewirkung der Reinsaaten und der Klee grassmischungen überprüft werden konnte, erfolgte im Herbst 2009 der Anbau von Winterweizen der Sorte Capo auf den Parzellen. Mit der Ernte Anfang August 2010 wurde der Kornertrag erhoben und hier zeigte die Weißkleereinsaat (Variante 1)

den numerisch höchsten Ertrag mit 6.995 kg/ha (siehe Tabelle 10). Dieser Ertrag ist für diesen Standort als sehr hoch einzustufen. Im Jahr 2013 wurde auf demselben Standort ein Winterweizen-Sortenversuch durchgeführt und auch hier wurde ein durchschnittlicher Ertrag von 6.100 kg/ha nach Luzerne gras erreicht. Den numerisch geringsten Ertrag mit 5.178 kg/ha erreicht der Winterweizen nach dem zweijährigen und ungedüngten Bastardray gras (Variante 8).

Tabelle 10: Winterweizen erträge (bei 14 % Feuchte) der Sorte Capo im Folgejahr nach den Klee grasvarianten

Parameter	Einheit	Variante								SEM	p	S _e
		1 LSMEAN	2 LSMEAN	3 LSMEAN	4 LSMEAN	5 LSMEAN	6 LSMEAN	7 LSMEAN	8 LSMEAN			
Kornertrag	kg/ha	6.995 ^a	5.799 ^{ab}	6.066 ^{ab}	6.230 ^{ab}	5.415 ^b	5.638 ^{ab}	5.412 ^b	5.178 ^b	247	0,0186	427
Rohproteingehalt	g/kg	124 ^a	114 ^a	118 ^a	118 ^a	116 ^a	113 ^a	114 ^a	115 ^a	2	0,1112	4
XP-Ertrag Korn	kg/ha	872 ^a	665 ^{ab}	713 ^{ab}	735 ^{ab}	632 ^b	638 ^b	618 ^b	589 ^b	37	0,0148	64

Auch im Vergleich zu anderen Untersuchungen (Dreymann et al., 2003) können die Korn- und Eiweiß erträge nach den Leguminosenreinsaaten bzw. der Klee gras mischungen als hoch eingestuft werden.

Der Rohproteingehalt zeigte keinen Einfluss der Vorfrucht und unterschied sich zwischen den 8 Varianten nicht.

Da der Weißklee keine Pfahlwurzel, wie Rotklee und Luzerne besitzt, sondern feine Büschelwurzeln, können diese leichter von den Bodenlebewesen umgesetzt werden. Dabei werden die Stoffe rascher der Folgefrucht zur Verfügung gestellt. Dies trifft beim Weißklee auch auf die oberirdischen Pflanzenreste zu. Luzerne und Rotklee besitzen im Gegenzug stärker verholzte Pfahlwurzeln, die von den Bodenlebewesen über einen längeren Zeitraum aufgeschlossen werden. Dadurch können die Nährstoffe von diesen Leguminosen den Folgefrüchten im zweiten und dritten Nachnutzungsjahr zur Verfügung gestellt werden (Freyer, 2003; Freyer et al., 2005).

6 Schlussfolgerungen

Diese Untersuchung konnte die wichtige Stellung eines zweijährigen Klee grasanbaues in einer Bio-Fruchtfolge bestätigen. Erstaunlich war das sehr gute Abschneiden der Luzerne auf einem typischen Rotkleestandort. Gegengleich entsprach die Entwicklung des Rotkleees sowohl in der Reinsaat als auch im Gemenge nicht den Erwartungen. Der starke Einbruch im zweiten Hauptnutzungsjahr führte zu deutlich geringeren Erträgen und damit auch zu geringeren N₂-Fixierungen. Aus diesem Grund sollte auch die Luzerne, zumindest als Mischungspartner, auch in niederschlagsreicheren Ackerbaugebieten Verwendung finden. In dieser Untersuchung konnten die besonderen Eigenschaften aller drei Haupt-Futterleguminosen in Mitteleuropa gezeigt werden.

Für den praktischen Anbau in niederschlagsreicheren Ackerbauregionen sind daher Klee grasmischungen zu empfehlen, die alle drei Haupt-Futterleguminosen, Weiß-, Rotklee und Luzerne, beinhalten. Dadurch kann jede Art ihre Stärken ausspielen und in der Kombination eine ideale Vorfrucht in einer guten Bio-Fruchtfolge sein.

7 Literaturverzeichnis

Braun, M., H. Schmidt und T. Grundler, 2009: Vergleich verschiedener Klee-Gras-Mischungen anhand der Wurzel- und Sprossleistung. Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern; Öko-Landbau-Tag 2009. K. Wiesinger and K. Cais. Freising-Weihenstephan, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Nr. 7/2009,, 35-42.

Dietl, W. und J. Lehmann, 2004: Ökologischer Wiesenbau - nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden. Leopoldsdorf, Österreichischer Agrarverlag, 136 S.

Dreyman, S., R. Loges und F. Taube, 2003: Einfluss der Klee gras-Nutzung auf die N-Versorgung und Ertragsleistung marktfähiger Folgefrüchte. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. D. Kauter, A. Kämpf, W. Claupein and W. Diepenbrock, Verlag Günter Heimbach Stuttgart. 15, 83-86.

Dreyman, S., R. Loges und F. Taube, 2005: Schnittgutabfuhr oder Gründüngung? Auswirkung der Klee gras-Nutzung auf Nitrat im Sickerwasser und Folgefrüchte. 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Ende der Nische. J. Heß and G. Rahmann. Kassel, kassel university press GmbH, 181-184.

Freyer, B., 2003: Fruchtfolgen - konventionell, integriert, biologisch. Stuttgart, Eugen Ulmer GmbH & Co., 232 S.

Freyer, B., G. Pietsch, J. Friedel, W. Starz, S. Kikuta, W. Loiskandl und A. Starauß-Sieberth, 2006a: Biological Nitrogen Fixation of different Legume Species under Water Stress – BIOfix Project. Universität für Bodenkultur, Department für nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau, Wien, 54 S.

Freyer, B., G. Pietsch, J. Friedel, W. Starz und H. Wagenristl, 2006b: Innovationsprojekt „Saatgut für den Biologischen Landbau – Österreichische Biosortenzüchtung“ – Eigenschaften von Luzernesorten. Abschlussbericht. Universität für Bodenkultur, Department für nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau, Wien, 41 S.

Freyer, B., G. Pietsch, R. Hrbek und S. Winter, 2005: Futter- und Körnerleguminosen im biologischen Landbau. Leopoldsdorf, avBUCH: 176 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).

Hauser, S., 1987: Schätzung der symbiotisch fixierten Stickstoffmenge von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) mit erweiterten Differenzmethoden. Georg-August-Universität, Göttingen, 174 S.

Hof, C. und R. Rauber, 2003: Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau. Göttingen, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), 56 S.

Loges, R., 1998: Ertrag, Futterqualität, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwert von Rotklee- u. Rotklee grasbeständen. Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, 262 S.

Loges, R., S. Drey mann und S. Wichmann, 2002: Leguminosenanbau richtig machen. bioland-Fachzeitschrift für den ökologischen Landbau, 14-15.

Loges, R., A. Kornher und F. Taube, 1998: Ertrag, Futterqualität und N₂-Fixierungsleistung von Rotklee und Rotklee/Gras. 42. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. Gießen, Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 139-142.

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

Smucker, A. J. M., S. L. McBurney und A. K. Srivastava, 1982: Quantitative Separation of Roots from Compacted Soil Profiles by the Hydropneumatic Elutriation System. Agron. J. 74(3), 500-503.