

Luzerne und Rotklee gras im oberösterreichischen Alpenvorland

Walter Starz^{1*}, Rupert Pfister¹, Hannes Rohrer¹, Waltraud Hein¹ und Hermann Waschl¹

Zusammenfassung

Kleegras ist für die Biologische Landwirtschaft das zentrale Element einer intakten Fruchtfolge. In einem 3-jährigen Forschungsprojekt wurden die drei wichtigsten kleinsamigen Futterleguminosen und Kleegrasmischungen untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass sich unter den niederschlagsreichen Bedingungen die Luzerne sehr gut behaupten konnte und sogar die höchsten Mengen- (10.879 kg TM/ha) und Qualitätserträge (2.258 kg XP/ha) lieferte. 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.

Schlagwörter: Klee gras, Stickstoff fixierung, Biologische Landwirtschaft, Fruchtfolge, Winterweizen

Summary

Grass clover is an important component of a faultless crop rotation in organic farming. In a three year field trial 3 important fodder legumes and grass clover mixtures were investigated. Results show a good suitability of alfalfa in this climatic area. 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.

Keywords: grass clover, nitrogen fixation, organic farming, crop rotation, winter wheat

Einleitung und Zielsetzung

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

Unter den österreichischen Klimabedingungen spielen in Kleegrasbeständen drei kleinsamige Leguminosen eine wichtige Rolle. Es handelt sich dabei um die Luzerne für trockene und tiefgründige sowie um Rot- und Weißklee für frische und gemäßigte Standorte (Hof & Rauber, 2003). Die große Bedeutung der Futterleguminosen für die Biologische Landwirtschaft liegt in der Fähigkeit Luftstickstoff mit Hilfe der Rhizobien zu fixieren. Die Luzerne nimmt, als bedeutendste Leguminose im pannonisch beeinflussten Klimagebiet Ostösterreich, eine hervorsteckende Rolle ein (Freyer, Pietsch, Friedel, Starz, Kikuta, et al., 2006; Freyer, Pietsch, Friedel, Starz, & Wagentristsl, 2006). Das Anbauggebiet des Rot- und Weißklee in Österreich liegt hauptsächlich im Alpenvorland.

Im Rahmen dieser Untersuchung sollten die mengenmäßig möglichen Erträge für Weißklee, Rotklee, Luzerne und Klee grasmischungen ermittelt werden. Ebenso war ein Ziel die Fixierleistung der drei Futterleguminosen für das Alpenvorland zu bestimmen sowie deren Vorfruchtwirkung auf die Folgekultur Winterweizen.

Material und Methoden

Standort

Der Versuch wurde am Standort des Bio-Institutes der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Lambach/Stadl-Paura durchgeführt. Im langjährigen Mittel (1971-2000) wurde eine Jahresdurchschnittstemperatur von 8,2 °C und Niederschläge von 840 mm gemessen. Der Standort des Versuches (48° 5' 31" N, 13° 51' 15" E) befand sich auf einer Lockersedimentbraunerde mit guter Wasserversorgung.

Versuchsaufbau

Der Versuch wurde in Form einer randomisierten Blockanlage mit drei Wiederholungen angelegt. Geprüft wurden 8 Varianten (siehe Tabelle 1). In dieser Arbeit wird schwerpunktmäßig auf die drei Futterleguminosen (Varianten 1-3) sowie die Standard Klee grasmischung KM (Variante 4)

Tabelle 1: Varianten des Versuches

Variante	Art/Mischung
1	Weißklee
2	Rotklee
3	Luzerne
4	Mischung KM
5	Eigenmischung 1
6	Eigenmischung 2
7	Eigenmischung 3
8	Bastardraygras

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: DI Walter Starz, walter.starz@raumberg-gumpenstein.at



näher eingegangen.

Ertrag

2008 wurden die Bestände 4-mal geschnitten und 2009 3-mal. 2009 fiel der dritte Aufwuchs einem Hagelunwetter zum Opfer und konnte somit nicht mehr geerntet werden. Die Ernte wurde mit einem Grünlandvollernter durchgeführt und die gesamte Parzelle abgemäht (Balkenmäher mit einer theoretischen Schnitthöhe von 7 cm), wobei eine sofortige Wiegung der Frischmasse erfolgte. 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.

Die Ernte des Winterweizens erfolgte mittels Parzellenmäh-drescher, wobei der Ertrag direkt festgestellt wurde. Die Bestimmung der TM erfolgte im Rahmen der chemischen Analyse im Labor und die Erträge wurden auf den üblichen TM Gehalt von 86 % umgerechnet.

Zur Bestimmung des Rohproteingehaltes wurde ein Teil der Probe schonend bei 50 °C getrocknet. Das gemahlene Material wurde danach im chemischen Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein bestimmt.

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 drei Schnitte aus 2009 addiert und der Rohproteintrag mit dem Faktor 6,25 auf elementaren Stickstoff umgerechnet. Der Stickstoff aus Stoppeln und Wurzeln (im Herbst 2009 geerntet bzw. mit einer Bohrsonde im Horizont 0-30 cm entnommen und durch ein 750 µm ausgewaschen) wurde aus dem Material der Herbstproben errechnet. In dieser Untersuchung diente Bastardraygras als Referenzpflanze, wobei je Wiederholungsblock eine Parzelle mit der Referenzpflanze zur Verfügung stand.

Im zweiten Hauptnutzungsjahr des Kleeertrages 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.

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, 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.

Ergebnisse

Erträge Kleeertrages

Die Luzerne erzielte unter den Leguminosen in beiden Versuchsjahren die höchsten Ernteerträge. Die Luzerneerträge von 11.400 (2008) und 10.300 kg TM/ha (2009) 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, Pietsch, Friedel, Starz, Kikuta, et al., 2006; Freyer, Pietsch, Friedel, Starz, & Wagenstrisl, 2006) erreicht werden. Dem gegenüber waren Kleeerträge aus einer bayrischen Untersuchung (Braun, Schmidt, & Grundler, 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 Kleeertragsmischung KM (Variante 4) fast den Ertrag von 12.000 kg TM/ha. In der vorliegenden Arbeit hatte die Luzerne (Variante 3) und die Standard Kleeertragsmischung KM (Variante 4) die signifikant höchsten Erträge (siehe Tabelle 2). Sowohl Weißklee (Variante 1) und Rotklee (Variante 2) als auch die Dreikomponenten-Mischungen (Varianten 5-7) lagen im Ertrag signifikant darunter. Zum vierten Aufwuchs im ersten Nutzungsjahr 2008 kam es zu einem deutlichen Rückgang des Rotklees. Dieser Rückgang setzte sich 2009 fort und ist für das schlechte Abschneiden der Rotkleeerträge verantwortlich. Den signifikant geringsten Ertrag erzielte das Bastardraygras (Variante 8). Dies dürfte hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, dass in dieser Untersuchung keine organische Düngung vorgenommen wurde, um den Fixierungseffekt der Leguminosen besser bewerten zu können.

Der Rohproteintrag war bei der Luzerne mit 2.258 kg/ha signifikant am höchsten. Bei den Kleeertragsmischungen erreichte die Standardmischung KM (Variante 4) den höchsten XP-Ertrag. Im Vergleich dazu erreichten Kleeertragsmischungen in Norddeutschland (7,8 °C und 716 mm) Rohproteinträge zwischen 2.000 und 3.000 kg/ha (Loges, Kornher, & Taube, 1998).

Stickstofffixierung

Neben der Bedeutung des Kleeertrages als wertvolles Grund-

Tabelle 2: Mengen- und Qualitätserträge der Leguminosen- und Kleeertrags-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

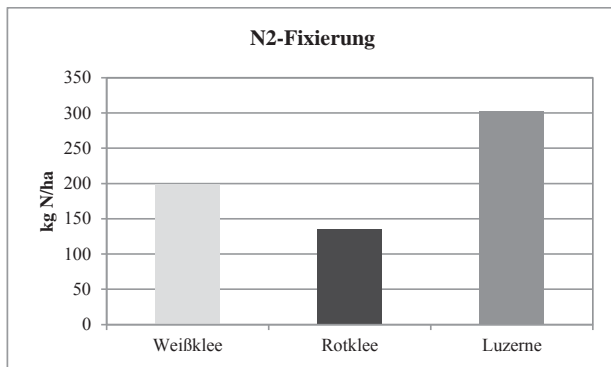


Abbildung 1: N-Fixierleistung der drei Futterleguminosen im Jahr 2009

futtermittel auf Gemischtbetrieben stellt die biologische Stickstofffixierung ein Kernelement der langfristigen Sicherung der Fruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit von Ackerböden dar. Hier erreichte die Luzerne mit 302 kg N/ha den signifikant höchsten Wert im Gegensatz zu Weißklee mit 199 kg N/ha und Rotklee mit 136 kg N/ha, die sich nicht weiter von einander unterschieden (siehe Abbildung 1).

Diese errechneten N₂-Fixierungsleistungen entsprechen den in der Literatur (Freyer, Pietsch, Hrbek, & Winter, 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 N₂-Fixierleistung der Luzerne mit 302 kg N/ha und Jahr, an dem typischen Rotkleestandort, heraus. Der Einbruch des Rotklees und die damit verbundene geringere N₂-Fixierung lässt auch Rückschlüsse auf den geringen TM-Ertrag der 3-Komponenten Kleeegrasmischungen (Varianten 5-7, siehe Tabelle 2) 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 mitverantwortlich sein.

Die N₂-Fixierleistung der Luzerne auf diesem Versuchstandort befindet sich im Mittelfeld, im Vergleich zu Untersuchungen im pannonischen Klimagebiet Ostösterreichs (Freyer, Pietsch, Friedel, Starz, Kikuta, et al., 2006) und dem bayrischen Alpenvorland (Braun et al., 2009).

Nachfrucht Winterweizen

Damit die Fruchtfolgewardung der Reinsaat und der Kleeegrasmischungen überprüft werden konnte, erfolgte im Herbst 2009 der Anbau von Winterweizen der Sorte Capo auf allen 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 wurde ein durchschnittlicher Ertrag von 6.100 kg/ha nach Luzernegras erreicht. Den numerisch geringsten Ertrag mit 5.178 kg/ha erreichte der Winterweizen nach dem zweijährigen, ungedüngten Bastardraygras (Variante 8).

Auch im Vergleich zu anderen Untersuchungen (Dreyman, Loges, & Taube, 2003) können die Korn- und Eiweißerträge nach den Leguminosenreinsaat bzw. der Kleeegrasmischungen 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).

Schlussfolgerungen

Diese Untersuchung konnte die wichtige Stellung eines zweijährigen Kleeegrasanbaues in einer Bio-Fruchtfolge bestätigen. Erstaunlich war das sehr gute Abschneiden der Luzerne auf einem typischen Rotkleestandort. Gegengleich entsprach die Entwicklung des Rotklees 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, 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 Kleeegrasmischungen zu empfehlen, die alle drei Leguminosen, Weißklee, Rotklee und Luzerne, beinhalten. Dadurch kann jede Art ihre Stärken ausspielen und in der Kombination eine ideale Vorfrucht in einer guten Bio-Fruchtfolge sein.

Literatur

Braun, Michaela, Schmidt, Harald, & Grundler, Thomas. (2009). Vergleich verschiedener Klee-Gras-Mischungen anhand der Wurzel- und Sprossleistung. Paper presented at the Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern; Öko-Landbau-Tag 2009, Freising-Weihenstephan. <http://orgprints.org/16204/>

Tabelle 3: Winterweizenerträge (bei 14 % Feuchte) der Sorte Capo im Folgejahr nach den Kleeegrasvarianten

Parameter	Einheit	Variante								SEM	p	s _e
		1	2	3	4	5	6	7	8			
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

- Dreyman, S, Loges, R, & Taube, F. (2003). Einfluss der Klee gras-Nutzung auf die N-Versorgung und Ertragsleistung marktfähiger Folgefrüchte. Paper presented at the Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften.
- Freyer, Bernhard. (2003). Fruchtfolgen - konventionell, integriert, biologisch. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co.
- Freyer, Bernhard, Pietsch, Gabriele, Friedel, Jürgen, Starz, Walter, Kikuta, Silvia, Loiskandl, Willibald, & Starauss-Sieberth, Alexandra. (2006). Biological Nitrogen Fixation of different Legume Species under Water Stress – BIOfix Project (pp. 54). Wien: Universität für Bodenkultur, Department für nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau.
- Freyer, Bernhard, Pietsch, Gabriele, Friedel, Jürgen, Starz, Walter, & Wagentristl, Helmut. (2006). Innovationsprojekt „Saatgut für den Biologischen Landbau – Österreichische Biosortenzüchtung“ – Eigenschaften von Luzernesorten. Abschlussbericht (pp. 41). Wien: Universität für Bodenkultur, Department für nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau.
- Freyer, Bernhard, Pietsch, Gabriele, Hrbek, Regina, & Winter, Silvia. (2005). Futter- und Körnerleguminosen im biologischen Landbau (pp. 176). Leopoldsdorf: avBUCH.
- Hauser, Stefan. (1987). Schätzung der symbiotisch fixierten Stickstoffmenge von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) mit erweiterten Differenzmethoden. (Dr. Dissertation), Georg-August-Universität, Göttingen.
- Hof, Claudia, & Rauber, Rolf. (2003). Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau. In G.-A.-U. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (Ed.). Göttingen: Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).
- Loges, Ralf, Kornher, Alois, & Taube, Friedhelm. (1998). Ertrag, Futterqualität und N₂-Fixierungsleistung von Rotklee und Rotklee/Gras. Paper presented at the 42. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Gießen.