

Mit Leguminosen den Eiweißertrag steigern

Prof. Dr. Martin Elsäßer, Dipl.Ing.agr. Sylvia Engel, LAZBW Aulendorf und Dr. Ulrich Thumm, Msc. Julia Breunig, Universität Hohenheim

Eiweißerträge vom Grünland lassen sich bis zu einer gewissen Grenze mit früher Nutzung und zunehmender Stickstoffdüngung erhöhen, aber das gleiche lässt sich auch mit mehr Leguminosen im Bestand erreichen. Leguminosen besitzen zudem bekanntlich ökologische (Luftstickstoffbindung, Bodenverbesserung) und ökonomische (Verringerung des Mineraldüngeraufwandes, höhere Produktivität) Vorteile, die es im Sinne einer Steigerung der Eiweißerträge zu nutzen gilt. Untersuchungsergebnisse aus der Schweiz zeigen, dass Gras-Leguminosen-Mischungen mit 40-60% Klee bei einer N-Düngung von 50-150 kg N/ha den gleichen Ertrag aufwiesen, wie Gras-Monokulturen die mit 450 kg N/ha gedüngt wurden. Ohnehin zeigen viele Untersuchungsergebnisse (u.a. Lüscher et al., 2014), dass artenreichere, vielfältigere Bestände deutliche Mehrerträge im Vergleich zu reinen Monokulturen aufwiesen. Lediglich wenige, höchst produktive und stark gedüngte Monokulturen (z.B. Bestände mit Welschem Weidelgras) hatten noch höhere Erträge. Die Mehrerträge bei Leguminosen-Gras-Mischungen beruhen jedoch nicht allein auf der Luftstickstoffbindung, sondern hängen u.a. auch mit funktionellen Eigenschaften der verschiedenen Artengruppen zusammen, die sich nämlich an bestimmte Verhältnisse im Feld mehr oder weniger schnell anpassen können. Ihre Fähigkeit zum Einbau von elementarem Stickstoff aus der Bodenluft in die Pflanzenmasse verdanken Leguminosen den sogenannten Knöllchenbakterien. Diese infizieren bereits kurz nach der Keimung die Wurzeln der Leguminosen. Die Pflanze bildet daraufhin zahlreiche knöllchenförmige Gewebe aus, die die Bakterien einschließen. Aus anfänglichem Parasitismus entwickelt sich zwischen Kleepflanze und den Knöllchenbakterien eine Beziehung mit beiderseitigem Nutzen, eine sogenannte Symbiose. Die Bakterien beziehen von der Wirtspflanze Kohlenhydrate und binden im Gegenzug Stickstoff aus der Luft, den sie der Wirtspflanze zur Verfügung stellen. Durch die Begleitgräser wird die Luftstickstoffbindung zusätzlich stimuliert. Wenn hohe Grasanteile vorhanden sind, wird die Stickstoffbindung angeregt, weil die Gräser sich in erster Linie den vorhandenen mineralischen Stickstoff einverleiben. Die N₂-Bindung sinkt dagegen, wenn viele Leguminosen im Bestand vorhanden sind. Für eine hohe N₂-Bindung ist aber das Vorhandensein ausreichender P- und K-Vorräte im Boden von entscheidender Bedeutung.

Welchen Beitrag können Leguminosen leisten?

Welche Bedeutung die Stickstofffixierung durch Knöllchenbakterien haben kann, zeigte sich an den Ergebnissen eines Gemeinschaftsversuches von 5 bundesdeutschen Grünlandversuchsanstalten in den Jahren zwischen 2009 und 2012. Ziel des Stickstoffsteigerungsversuches war die Ermittlung der optimalen N-Düngeintensität, wenn man die Erzielung eines Rohproteingehaltes von 14-18% als Zielgröße zugrunde legt. In Abhängigkeit von den Standorten entwickelten sich stark unterschiedliche Bestände, die im Falle von Aulendorf hohe Kleeanteile aufwiesen.

Elsässer, M., Engel, S., Breunig, J. und U. Thumm, 2014: Mit Leguminosen den Eiweißtrag steigern. Top agrar, 8, 86-90.

Die von der Uni Kiel zusammengefassten Daten wiesen letztlich unter Berücksichtigung der Fixierungsleistung eine Stickstoffdüngung von 322 bis 74 kg N/ha als optimale Düngemenge aus (Tab. 1).

Tab. 1: Optimale N-Düngemenge (kg N/ha) (nach Herrmann et al., 2014)

	Riswick	Spitalhof	Aulendorf	Eichhof	Iden
N-Input	279	313	258	324	328
Abzgl. N-Fixierung	0	1	184	87	6
= optimale N-Düngemenge	279	312	74	237	322

Es lohnt sich also über die Nutzung von Leguminosen im Dauergrünland nachzudenken und eine Erhöhung des Anteils anzustreben. Das ist aber letztlich nicht ganz einfach, denn erstens kann bei einem hohen Viehbestand die N-Düngung oft nicht in dem für die Entwicklung von Leguminosen zuträglichen Maße gesenkt werden. Zum zweiten ist es nicht einfach in intensiv genutztem Dauergrünland Leguminosen im gewünschten Anteil von etwa 20 – 30 % zu etablieren. Im Zusammenhang zwischen Nutzung und Produktion von möglichst viel Eiweiß vom Grünland interessieren daher einige weitere Fragen, deren Klärung eine Versuchsreihe des LAZBW Aulendorf und der Uni Hohenheim zum Ziel hatte:

- Mit welcher Nachsaatmethode lassen sich Leguminosen in Dauergrünland am besten etablieren?
- Erhöht eine nach Saatstärke und Saattermin variierte Nachsaat mit Leguminosen Rohprotein- und Trockenmasseerträge? Bei welcher Leguminose ist der Effekt am größten?

Für die wirtschaftliche Nutzung kommen im Dauergrünland im Prinzip drei Leguminosenarten in Frage.

Weißklee (*Trifolium repens*):

Der Weißklee ist die wichtigste Leguminosenart im intensiven Grünland. Er ist trittverträglich und lichtbedürftig weswegen mehr als 3 Nutzungen pro Jahr nicht nur möglich sondern dringend erforderlich sind. Sowohl Rohproteingehalt als auch der Futterwert (WZ 8) sind hoch. Mit seinen oberirdischen Kriechtrieben, die dicht am Boden liegen und an den Knoten bewurzelt sind, kann er sich vor allem in lückigen Beständen rasch vermehren. Im Gegensatz zu Rotklee oder Luzerne werden keine rasch verholzenden Stengelteile, sondern nur die Blattstiele mit den Blättern geerntet. Dies wirkt sich positiv auf die Futterqualität aus.

Rotklee (*Trifolium pratense*):

Rotklee ist empfindlich gegenüber Beweidung und trägt in der Regel maximal 3 Nutzungen/Jahr. Sein hoher Geschmack- und Futterwert (WZ 7) und der spezifische Rohproteingehalt machen ihn zu einer wertvollen Leguminose. Bei den

Elsässer, M., Engel, S., Breunig, J. und U. Thumm, 2014: Mit Leguminosen den Eiweißertrag steigern. Top agrar, 8, 86-90.

hochwüchsigen, blattreichen Pflanzen entstehen bei der Heuwerbung allerdings hohe Bröckelverluste. Der optimale Erntezeitpunkt ist einzuhalten, da sonst durch die verholzenden Stängelteile der Rohfasergehalt ansteigt.

Luzerne (*Medicago sativa*):

Luzerne wird auch als „Die Königin der Futterpflanzen“ bezeichnet. Sie zeichnet sich durch hohe Futterqualität (WZ 7) und den höchsten Rohproteingehalt der im Versuch verwendeten Leguminosen aus. Wie der Rotklee ist sie gegenüber Beweidung und häufiger Nutzung und zu tiefem Schnitt empfindlich. Durch ihre tiefreichende Pfahlwurzel (bis 6m) ist sie sehr trockenheitsresistent und liefert auch in trockenen Jahren gute Erträge. Luzerne wächst am besten auf Böden mit ausreichendem Kalkgehalt und sollte für eine gute und dauerhafte Entwicklung einmal im Jahr zur Blüte kommen.

Versuchsbeschreibung

Die Versuche wurden im Jahr 2012 auf zwei unterschiedlichen Standorten (Aulendorf in Oberschwaben: 790mm Niederschlag; 8,5°C, tiefgründiger Lehmboden; 5-malige Nutzung; und auf der Schwäbischen Alb am Oberen Lindenhof: 1134 mm, 7°C, flachgründiger Boden auf Kalkgestein; 3 malige Nutzung) und zu zwei Ansaatzeitpunkten (früh: Oberschwaben 19.06.; Schwäbische Alb 04.07.; spät: Oberschwaben 23.08. ; Schw. Alb 27.08.) durchgeführt. Es wurden bei allen drei Leguminosenarten je 2 verschiedenen Saatstärken gewählt. Weißklee (W) wurde mit 6 und 15 kg/ha; Rotklee (R) und Luzerne (L) mit 10 und 20 kg/ha ausgesät. Die Versuche dauern noch an, hier werden erste Ergebnisse berichtet.

In Tab. 2 werden die Ergebnisse des Auflaufens 4 Wochen nach der Ansaat dargestellt. Es zeigte sich in nahezu allen Fällen ein besserer Auflauf mit höherer Saatstärke (Vergleich von W6 mit W15; R 10 und R20 bzw. L10 und L20)

Tab. 2: Auflaufbonitur 2012 (Auflauf nach Boniturnoten: 0 = keine Nachsaat; 1 = keine; 2 = einige; 3 = mehrere Keimpflanzen; 4 = vereinzelt; 5 = mehrere dichte Reihen) (unterschiedliche Buchstaben = statistisch gesicherte Unterschiede, n.s. = keine signifikanten Unterschiede)

	Oberschwaben		Schwäbische Alb	
	19.6.	23.8.	4.7.	27.8.
Nachsaat				
Null	0,0 e	0	0 d	0,0 n.s.
W 6	3,3 cd	3,3 d	3,7 c	0,7 n.s.
W 15	4,3 ab	4,0 c	4,3 b	1,7 n.s.
R 10	5,0 a	4,3 bc	4,0 bc	0,7 n.s.
R20	5,0 a	5,0 a	5,0 a	1,7 n.s.
L 10	2,7 d	3,0 d	3,7 c	0,3 n.s.
L 20	3,7 bc	4,7 ab	3,7 c	1,0 n.s.

Elsässer, M., Engel, S., Breunig, J. und U. Thumm, 2014: Mit Leguminosen den Eiweißertrag steigern. Top agrar, 8, 86-90.

Im weiteren Verlauf der Versuchsdauer variierten die Ertragsanteile der Leguminosen zwischen den Jahren stark und es zeigte sich, dass sich vor allem Rotklee auf der Schwäbischen Alb hervorragend entwickeln konnte und Anteile bei hoher Saatstärke bis zu 38% erreichte. In Oberschwaben konnten die anfänglich hohen Leguminosenanteile nicht gehalten werden. Rotklee wies maximale Ertragsanteile von bis zu 20% auf. Luzerne entwickelte sich an beiden Standorten bei Nachsaat nur in nicht nennenswertem Umfang (Tab. 3).

Tab. 3: Leguminosenanteile 2013 in %

Variante	Oberschwaben früh	Oberschwaben spät	Schwäbische Alb früh	Schwäbische Alb spät
Null	1	1	8	5
W 6	6	1	14	3
W 15	8	3	18	4
R 10	18	4	29	7
R 20	20	8	38	13
L 10	1	2	12	4
L 20	2	2	14	4

Waren Leguminosenanteile ertragsrelevant?

Eine maßgebliche Ertragssteigerung durch Leguminosen wurde im Jahr 2013 nur bei Rotklee auf der Schwäbischen Alb erreicht (Abb. 1 und 2). Mit Nachsaaten von Weißklee ließen sich die Erträge nicht steigern. Die Unterschiede zwischen den Varianten am Standort Oberschwaben waren jeweils nicht gesichert.

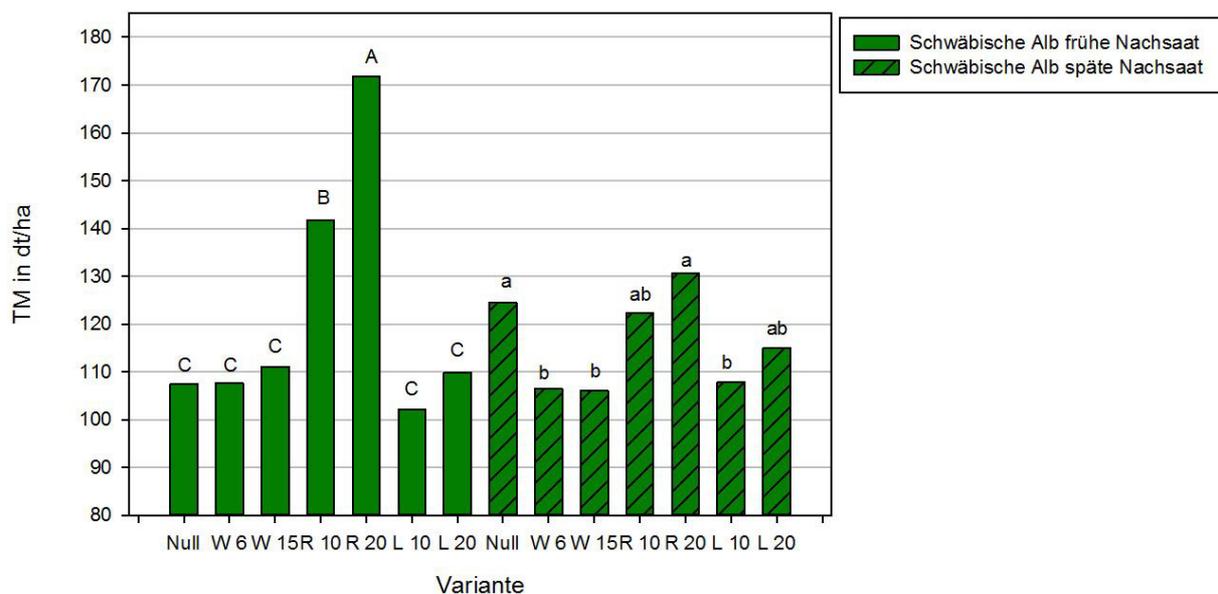


Abb. 1: TM-Ertrag Schwäbische Alb in 2013 in dt TM/ha (W = Weißklee; R = Rotklee; L = Luzerne)

Elsässer, M., Engel, S., Breunig, J. und U. Thumm, 2014: Mit Leguminosen den Eiweißertrag steigern. Top agrar, 8, 86-90.

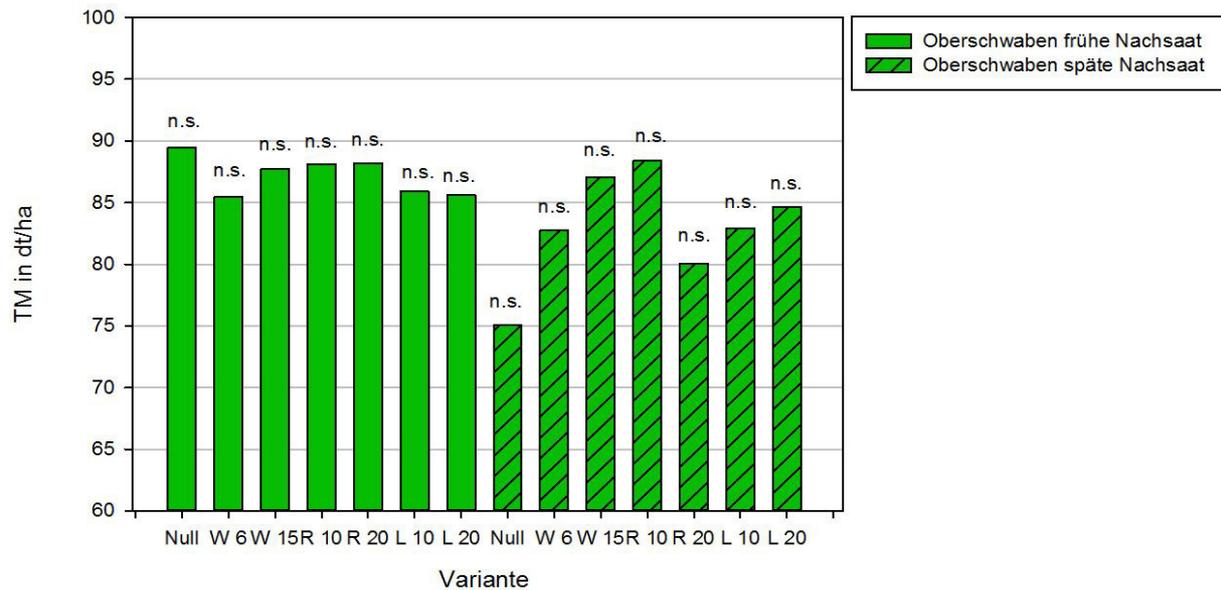


Abb. 2: TM-Ertrag Oberschwaben in 2013 in dt TM/ha

Aus den bisherigen Ergebnissen des weiter andauernden Versuches lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- Die Wahl des frühen Nachsaatzeitpunktes zeigt höhere TM-Erträge als eine späte Nachsaat
- Höhere Saatstärken wirkten sich tendenziell besser aus.
- Der Erfolg von Nachsaaten ist stark standortabhängig und damit auch nutzungsabhängig.

Generell kommt es darauf an, alle Möglichkeiten für eine gute Etablierung von Leguminosen auszunutzen und das bedeutet u.a. auch, dass die zusätzliche Stickstoffdüngung gesenkt werden sollte.

Hohe Leguminosenanteile sind allerdings nicht gleichbedeutend mit hohen Erträgen an nutzbarem Rohprotein. Die Jahreserträge an Protein im ersten Versuchsjahr 2013 waren zwischen den Standorten unterschiedlich und sie wurden ebenfalls durch höhere Nachsaatstärke und die früheren Nachsaattermine meist angehoben (Abb. 3.). Vor allem Nachsaaten mit hoher Saatstärke von Rotklee und zum frühen Termin entwickelten sich positiv.

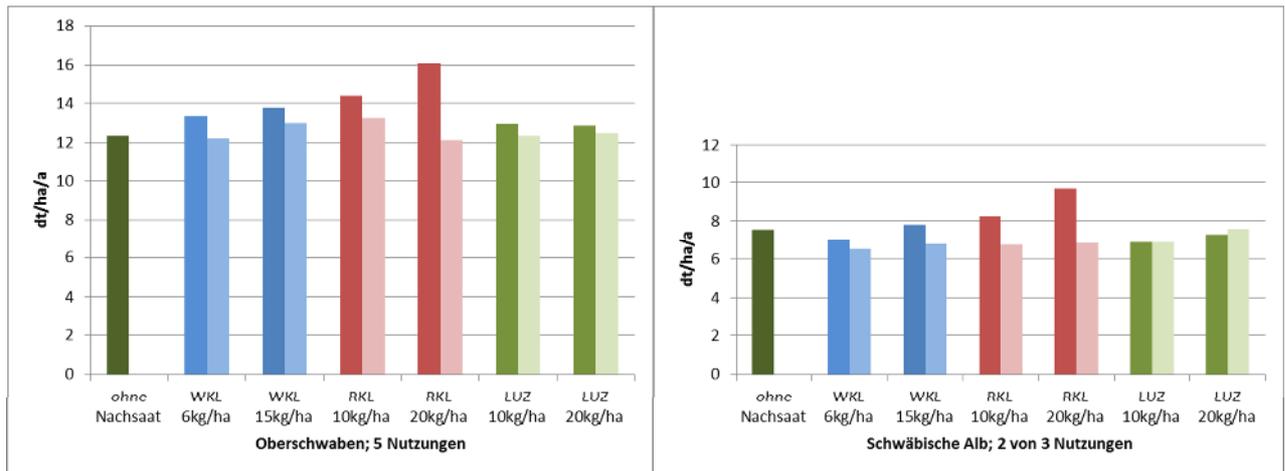


Abb. 3: Erträge an Rohprotein in dt/ha in 2013 für Oberschwaben (bei 5 Nutzungen) und Schwäbische Alb (2 Aufwüchse von 3 ausgewertet) (Säulen mit dunkler Schattierung = frühe Nachsaat; Säulen mit heller = späte Nachsaat)

Als Ergänzung zu den oben beschriebenen Exaktversuchen wurden zusätzlich an beiden Standorten je fünf weitere Beobachtungsbeispiele auf Praxisschlägen benachbarter Landwirtschaftsbetriebe angelegt. Hier wurden nicht nur die Saatstärken, sondern auch die Ansaatbedingungen variiert. Untersucht wurde Nachsaat mit Vredo-Nachsaatmaschine ohne und mit zusätzlicher Öffnung der Grasnarbe mittels Egge oder mittels Herbiziden.

Es zeigte sich, dass Rotklee auch auf diesen Praxisschlägen eine sehr gute Nachsaateignung aufwies, wobei die Vorbehandlung keinen allzu großen Einfluss auf die Entwicklung der Rotkleeanteile hatte. Luzerne ließ sich allerdings nur auf der Schwäbischen Alb erfolgreich etablieren. Auch Weißklee scheint nicht unbedingt nachsaattauglich zu sein, denn egal welches Verfahren der Vorbehandlung gewählt wurde, konnte der bestehende Weißkleeanteil durch eine weitere Nachsaat nicht entscheidend verbessert werden.

Ergebnisse kurz zusammengefasst

Eiweißerträge vom Grünland lassen sich bekanntermaßen neben der Nutzung von Leguminosen auch stark durch die Nutzungsintensität steuern. Junges Pflanzenmaterial mit hohen Rohproteingehalten ermöglicht auch bei grasreichen Grünlandbeständen hohe Proteinerträge. Allerdings ist dann auch eine entsprechende hohe N-Versorgung intensiv genutzter Grünlandbestände erforderlich, die aus ökonomischen und auch ökologischen Gesichtspunkten wesentliche Nachteile gegenüber einer Eiweißproduktion auf der Basis erhöhter Leguminosenanteile im Grünland aufweist.

Leguminosen haben das Potential die Eiweißgehalte der Aufwüchse vom Dauergrünland zu steigern. Allerdings ist eine Erhöhung der Ertragsanteile nur bedingt möglich und oft nur schwer steuerbar. Eine Förderung der Leguminosenanteile lässt sich erreichen durch:

Elsässer, M., Engel, S., Breunig, J. und U. Thumm, 2014: Mit Leguminosen den Eiweißertrag steigern. Top agrar, 8, 86-90.

- **Nachsaaten mit Leguminosen.** Sie waren bei Rotklee erfolgreicher als bei Weißklee und auch Luzerne. Zukünftige Ergebnisse werden zeigen wie ausdauernd der nachgesäte Rotklee in den Beständen ist und in welchen Zeitabständen erneute Ansaaten erforderlich werden. Nachsaaten sind erfolgreicher, wenn sie früh im Jahr erfolgen (Leguminosen sind im Gegensatz zu Gräsern weniger spätsaatverträglich). Daher sollten sie bis Juni/Juli und besser mit einer höheren Saatstärke in einen vorbehandelten Bestand (schaffen von Lücken mittels Egge) erfolgen.
- **Eine an die nachgesäte Leguminosenart angepasste Nutzungsintensität.** Der Weißklee als regenerationsfreudige aber auch niedrigwachsende Art kann sich nur bei höherer Nutzungshäufigkeiten in den Beständen halten, während die höher wüchsigen Arten wie Rotklee und Luzerne aufgrund ihres eingeschränkten Regenerationsvermögens ihr Optimum bei niedriger Schnitthäufigkeit haben.
- **Optimierte Düngung.** Wenn der Ausgangsbestand stark mit Stickstoff gedüngt wurde oder wird, können sich nachgesäte Leguminosen aufgrund der dann verstärkten Konkurrenz durch die Gräser nur schlecht entwickeln. Auch bei einer mangelnden P- und K- Versorgung des Bodens haben die Leguminosen Konkurrenz Nachteile und können sich nicht entsprechend entwickeln.

Um die Anforderungen an die Proteinqualität für die Fütterung von Hochleistungskühen mit Grünlandaufwüchsen zu erfüllen, ist auch noch die Futterkonservierung zu beachten. Bei Trocknung ist ein höherer Anteil pansenstabiles Protein im Futter vorhanden als bei Silage, andererseits ist eine verlustarme Bodentrocknung von Leguminosen kaum möglich und die eigentlich optimale Heißlufttrocknung teuer und aus ökologischen Gründen problematisch. Es kommt also wesentlich auf schonendes Silieren und ein entsprechendes Anwelken an.