

Eiweiß von Grünland und Feldfutterbau

- Perspektiven einer unabhängigen Eiweißversorgung -



L A Z  B W



Baden-Württemberg

IMPRESSUM

Eiweiß von Grünland und Feldfutterbau
- Perspektiven einer unabhängigen Eiweißversorgung -

Text/Autoren: Prof. Dr. Martin Elsässer, Dipl. Ing. agr. Sylvia Engel,
Dipl. Ing. agr. Annette Jilg, Dr. Thomas Jilg, MSc. agr. Lisa Meister,
Dipl. Ing. agr. (FH) Wilhelm Wurth,
Dr. Ulrich Thumm

Fotonachweis: S. Engel (Titelbild) [1], M. Elsässer [2], W. Wurth [3], T. Jilg [4],
A. Jilg [5], Feldsaaten Freudenberger [6]

Herausgeber: Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft,
Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW)
Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf

Layout und Satz: Sylvia Engel

Gesamtherstellung: Druckerei Marquart Aulendorf

Copyright: 2016 LAZBW

**Diese Broschüre wurde gefördert im Rahmen der
Eiweißinitiative des Landes Baden-Württemberg vom
Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz**

Eiweiß von Dauergrünland und Feldfutterbau

- Perspektiven einer unabhängigen Eiweißversorgung -

Danksagung

Herzlicher Dank gebührt den zehn Landwirten, die Flächen im Rahmen der OnFarm-Versuche der Eiweißinitiative zur Verfügung gestellt und jederzeit kooperativ mitgearbeitet haben.

Herzlicher Dank ergeht auch an die Masterstudentin Julia Breunig, an die Mitarbeiter des Versuchswesens am LAZBW S. Rothenhäusler, A. Laudenschleger, L. Baur, L. Storm, E. Schäfer und K. King sowie an S. Engel für die sehr engagierte Versuchsbetreuung, an das Versuchsteam des Versuchsgutes Oberer Lindenhof der Uni Hohenheim sowie die Mitarbeiter des HUL Marbach und an das LTZ Augustenberg sowie die LA Chemie in Hohenheim und das Futtermittellabor am LAZBW für die chemischen Untersuchungen.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG.....	3
2	LEGUMINOSEN.....	5
2.1	Mehrfährige Leguminosen.....	6
2.2	Überjährlige Leguminosen.....	8
2.3	Einjährlige Leguminosen.....	8
3	EINFLUSSFAKTOREN AUF DEN EIWEIßERTRAG.....	9
3.1	Frühere Nutzung.....	9
3.2	Stickstoffdüngung.....	10
3.3	Leguminosenanteile im Grünland steigern	12
4	BESTANDSFÜHRUNG IM FELDFUTTERBAU.....	17
5	VERWERTUNG VON LEGUMINOSENREICHEN BESTÄNDEN.....	20
5.1	Bedeutung von eiweißreichem Futter in der Rinderfütterung.....	20
5.2	Leguminosenreiches Grünland beweiden.....	24
5.3	Leguminosenreiche Grünlandbestände konservieren.....	25
5.3.1	Silagebereitung.....	26
5.3.2	Heubereitung.....	35
6	ÖKONOMISCHE BETRACHTUNG.....	37
7	FAZIT.....	39
8	LITERATUR.....	40

1 EINFÜHRUNG

Milch, Milchprodukten und Fleisch kommt eine zentrale Bedeutung hinsichtlich der Eiweißversorgung des Menschen zu. In der EU werden mittlerweile etwa 70% des Bedarfs an eiweißreichen Futtermitteln durch Importe gedeckt, davon ein Großteil in Form von Sojaprodukten aus Übersee - hauptsächlich aus Brasilien, Argentinien und den USA. Importiertes Soja ist häufig gentechnisch verändert und der Anbau steht oftmals im direkten Zusammenhang mit der Rodung von Regenwäldern. Der Einsatz von importiertem Soja ist daher auf Dauer nicht anzustreben (Stockinger & Schätzl, 2012). Die meisten Verbraucher in Deutschland wünschen sich eine regionale und nachhaltige Nahrungsmittelproduktion ohne den Einsatz von gentechnisch veränderten Organismen (GVO). In Deutschland besteht eine „Eiweißlücke“, weil das für die Nutztierhaltung benötigte Eiweiß nicht in ausreichender Menge produziert wird. Die Steigerung des Anbaus von heimischen eiweißreichen Pflanzen ist daher eine Möglichkeit diese Lücke zu schließen. Aufgrund des sehr hohen Eiweißbedarfs bei der Fütterung wird wohl zwar weiterhin eine Notwendigkeit zu Importen bestehen. Gleichwohl können Leguminosen im Grünland oder im Feldfutterbau, eine angepasste Fütterung der Nutztiere und ein effizienter Einsatz des Grundfutters einen erheblichen Beitrag zur Reduzierung der Eiweißlücke leisten. Darüber hinaus kann so die Importabhängigkeit minimiert werden und ein Beitrag zum Klimaschutz und zum Erhalt der Artenvielfalt geleistet werden (Heißenhuber et al., 2011; Stockinger & Schätzl, 2012; Peyraud & Peeters, 2016).



In Milchviehbetrieben kommt vor allem der effizienten Verwertung von Grundfutter von Grünland und Feldfutterbau eine große ökonomische und ökologische Bedeutung zu: Durch die Stickstofffixierungsleistung von Leguminosen kann Mineraldünger und aufgrund der damit verbundenen höheren Eiweißgehalte im Grobfutter Kraftfutter ein-

gespart werden. Dadurch leisten Leguminosen einen Beitrag zum Klimaschutz, denn für die Produktion eines Kilogramms Stickstoffdünger mit dem energieaufwändigen Haber-Bosch-Verfahren ist umgerechnet 1 kg Erdöl erforderlich. Generell gilt das Potential vom Grünland zur Produktion von Eiweiß als noch nicht ausgeschöpft. Nach Schätzungen kann in Baden-Württemberg von einem Potential zur Erzeugung von ca. 800.000 Tonnen Eiweiß aus Grünland (540.000 ha) und Feldfutter (167.000 ha) ausgegangen werden (Elsässer, 2012; Tabelle 1).

Tabelle 1: Abschätzung des derzeitigen Potentials für die Eiweißproduktion bei Grünland und Feldfutter in Baden-Württemberg (Elsässer, 2012)

Grünland insgesamt	540.000 ha	
Intensiv genutztes Grünland (100 dt TM/ha*15% XP)	240.000 ha	= 3.600.000 dt Eiweiß
Mittelintensives Grünland (80 dt TM/ha*12% XP)	130.000 ha	= 1.248.000 dt Eiweiß
Artenreiches Grünland (60 dt TM/ha*10% XP)	120.000 ha	= 720.000 dt Eiweiß
Anderes Grünland	50.000 ha	
Feldfutterbau insgesamt	167.000 ha	
Klee/Kleegras (100 dt TM/ha*19% XP)	34.000 ha	= 646.000 dt Eiweiß
Feldgras (110 dt TM/ha*17,5% XP)	13.000 ha	= 249.600 dt Eiweiß
Silomais (170 dt TM/ha*8% XP)	120.000 ha	= 1.632.000 dt Eiweiß
Brache	14.000 ha	
Gesamtpotential Grünland und Feldfutterbau		= 8.095.600 dt Eiweiß

Das Land Baden-Württemberg fördert seit 2012 mit dem Projekt „Eiweißinitiative“ die heimische Eiweißproduktion. Im Rahmen des Gemeinschaftsprojekts „Aufwertung von Grünlandfutter durch Nachsaat von Leguminosen“ des Landwirtschaftlichen Zentrums Baden-Württemberg (LAZBW) in Aulendorf und der Universität Hohenheim steht die Frage der regionalen und nachhaltigen Eiweißherzeugung und -verwertung im Vordergrund. Die vorliegende Broschüre gibt Hinweise zum Anbau und der Wertigkeit von Leguminosen und zur Konservierung eiweißreicher Bestände und stellt erste Ergebnisse der Versuche im Rahmen der Eiweißinitiative vor.

2 LEGUMINOSEN

Leguminosen haben die einzigartige Fähigkeit mit sogenannten Knöllchenbakterien (Rhizobien) eine Symbiose einzugehen und fixieren dadurch Stickstoff aus der Luft. Unter Symbiose versteht man das Zusammenleben artverschiedener Organismen in enger Verknüpfung und mit gegenseitigem Nutzen.

Die Knöllchenbakterien kommen natürlich im Boden vor und siedeln sich an den Wurzeln der Leguminosen an (sogenannte parasitäre Phase). Dabei erkennen sie ihre Wirte (Leguminosen) mit Hilfe bestimmter Signalproteine, die sich an der Außenwand der Wurzelhaare befinden. Sobald die Bakterien mit den Wurzelhaaren in Berührung kommen, werden bestimmte Reaktionen bei der Wirtspflanze ausgelöst. Die Wurzelhaare krümmen sich ein und umschließen die Bakterien. Diese durchwachsen die äußeren Zellschichten der Wurzelhaare und verändern sich morphologisch zu Bakteroiden, wodurch sie sich von den freilebenden Knöllchenbakterien unterscheiden (Nultsch 1996).



Abbildung 1: Haarkrümmung und Umschließen der Knöllchenbakterien (verändert nach Schultze, 2013)

Die Wirtspflanze bildet um diese Bakteroiden ein meristematisches Gewebe aus, wodurch die charakteristische Form der Wurzelknöllchen entsteht. Diese unterscheiden sich je nach Wirtspflanze und Rhizobium in Größe und Form (Nultsch, 1996). Unterschieden werden die Rhizobien in die Hauptgruppen: Trifolium (bei Rot-, Weiß- und Schwedenklee); Medicago (bei Luzerne und Steinklee); Vicia (bei Erbse, Bohne und Linse); Lupinen (bei Lupine und Serradella) und Soja. Die Knöllchenbakterien können die Nährstoffe, v.a. Glucose, der Leguminosen nutzen und versorgen im Gegenzug während der symbiontischen Phase die Leguminose mit dem fixierten Luftstickstoff in Form von Ammoniak (NH_3) (Schmidtke, 2011). In der anschließenden produktiven Phase ist die N-Verfügbarkeit für die Wirtspflanze erhöht. Sterben die Wurzeln oder die ganze Leguminose ab (Absterbephase), steht der in der Pflanze enthaltene Stickstoff auch anderen begleitenden Arten zur Verfügung. Auch indirekt über den Wirtschaftsdünger steht der durch die Leguminosen fixierte N für andere Arten zur Verfügung.

Die Effektivität der Luftstickstoffbindung ist abhängig vom Genotyp, dem Entwicklungs- und Gesundheitszustand der Wirtspflanze, den Symbionten und der Nitrat-

und Ammoniumkonzentration im Boden. Zudem wirken sich Klimafaktoren wie der Wassergehalt und der Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt des Bodens fördernd oder hemmend aus. Weiter sind für die Symbiose wichtig: Gute Durchlüftung des Bodens, ausreichende Verfügbarkeit von Mo (Nitrogenase), Fe (Leghämoglobin), P (ATP) und ein Boden pH >5,5. Nicht alle Leguminosen sind gleich gut zur Verwendung im Grünland und Feldfutter geeignet (Tabelle 2).

Tabelle 2: Wichtige Leguminosen und ihre Eignung für Dauergrünland u. Feldfutterbau

Leguminosenart	Dauergrünland	Feldfutterbau
mehrjährig		
Rotklee	+	++
Weißklee	++	++
Luzerne	+/-	++
Espartette	+	+
Hornklee	+	+
überjährig		
Inkarnatklee	--	++
einjährig		
Perserklee	--	++
Alexandrinerklee	--	++

++ = sehr gut geeignet; -- = nicht geeignet

2.1 Mehrjährige Leguminosen



Rotklee (*Trifolium pratense*) bildet eine kräftige Pfahlwurzel und eine kräftige, aufrechte Pflanze. Er wächst auf mäßig trockenen bis frischen, nährstoffreichen Standorten besonders gut. Man kann zwei Formen, den Wiesenrotklee und den ertragreicheren, aber weniger ausdauernden Ackerrotklee, unterscheiden. Soll er langfristig im Dauergrünland erhalten bleiben, so darf er nicht sehr häufig genutzt werden. Rotklee ist empfindlich gegenüber Beweidung. Seine gute Schmackhaftigkeit und der gute Futterwert (WZ 7) mit Rohproteingehalten über 20% machen ihn zu einer wertvollen Futterpflanze.

Weißklee (*Trifolium repens*) ist die wichtigste Leguminosenart im intensiven Grünland. Er ist tritt- und vielschnittverträglich. Er hat einen hohen Futterwert (WZ 8) und kann Rohproteingehalte über 20% erreichen. Mit seinen dicht am Boden wachsenden oberirdischen Kriechtrieben kann er sich vor allem in lückigen Beständen rasch ausbreiten. Im Gegensatz zu Rotklee oder Luzerne werden keine rasch verholzenden Stängelteile, sondern nur die Blattstiele mit den Blättern geerntet. Dies wirkt sich positiv auf die Futterqualität aus. Weißklee hat eine hohe Nutzungselastizität, er ist mineralstoffreich und gut verdaulich, dadurch kann die Futterraufnahme gesteigert werden. Wegen seiner geringen Wuchshöhe leidet Weißklee schnell unter Lichtkonkurrenz. Sehr gut gedeiht er in Gesellschaft mit Untergräsern. Weißklee gedeiht nur gut bei guter Wasserversorgung.



Luzerne (*Medicago sativa*) bildet tiefreichende Pfahlwurzeln und ist dadurch sehr trockenheitsverträglich. Sie ist kalkliebend. Bodenverdichtungen stören das Wurzelwachstum, stauende Nässe und saure Böden verträgt sie nicht. Luzerne zeichnet sich durch gute Futterqualität (WZ 8) aus, sie erreicht Rohproteingehalte von 22-24%. Sie ist gegenüber Beweidung und tiefem Schnitt empfindlich. Für die Ausdauer der Luzerne ist es vorteilhaft, wenn sie einmal im Jahr zu blühen beginnt. Luzerne wird auch als „Königin der Futterpflanzen“ bezeichnet.



Espарsette (*Onobrychis viciifolia*) gedeiht sehr gut auf kalkhaltigen und eher trockenen Böden. Wie Hornklee enthält sie besondere bioaktive Substanzen, z. B. kondensierte Tannine, die sich bei Wiederkäuern positiv auf Verdauung und Qualität von Milch und Fleisch auswirken. Insbesondere die Fettqualität der Milch wird verbessert. Espарsette erträgt maximal drei Nutzungen im Jahr.



Hornklee (*Lotus corniculatus*) bildet eine kräftige Pfahlwurzel und markige Stängel. Er gedeiht auf nährstoffärmeren, trockenen, aber nicht ganz sauren Böden. Hornklee hat einen guten Futterwert (WZ 7) und erreicht Rohproteingehalte von über 20%. Häufige Schnittnutzung und intensive Beweidung erträgt er nicht.



2.2 Überjährige Leguminosen



Inkarnatklee (*Trifolium incarnatum*) mit seinen auffälligen purpurfarbenen Blütenkolben kann überjährig genutzt werden. Daher eignet er sich gut für den überjährigen Zwischenfruchtanbau, u.a. im Landsberger Gemenge. Inkarnatklee hat keine besonderen Standortansprüche, allerdings ist er bei strengen Kahlfrösten auswinterungsgefährdet. Er hat einen guten Futterwert (WZ 7). Wird er vor der Blüte geschnitten, treibt er wieder gut nach.

2.3 Einjährige Leguminosen



Perserklee (*Trifolium resupinatum*) bildet aufrechte, hohle Stängel. Die stark duftenden, rosa Blüten sitzen auf dünnen Stielen an den Blattachseln. Er ist frostempfindlich und wärmeliebend. Perserklee ist sehr anpassungsfähig und stellt, außer an die gute Wasserversorgung, keine besonderen Ansprüche. Er hat einen guten Futterwert (WZ 8), weist bei der Ernte jedoch niedrige TS-Gehalte auf. Perserklee zeichnet sich durch eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Leguminosenkrankheiten aus. Er wird überwiegend als Zwischenfrucht angebaut.



Alexandrinerklee (*Trifolium alexandrinum*) ist hochwachsend, blüht gelblich-weiß in endständigen Köpfchen. Im Aussehen ähnelt er der Luzerne. Er ist wärmeliebend und frostempfindlich. Alexandrinerklee gedeiht auf leichten bis mittelschweren, nährstoffreichen, nicht sauren Böden. Er besitzt einen hohen Anspruch an die Wasserversorgung, bei Trockenheit versagt er. Der Futterwert ist gut (WZ 8). Die Nutzung sollte bei Blühbeginn stattfinden, da danach der Rohfasergehalt rasch zunimmt. Das Nachwuchsvermögen ist gering. Er wird überwiegend als Zwischenfrucht angebaut.



3 EINFLUSSFAKTOREN AUF DEN EIWEEISERTRAG

Grundsätzliche Möglichkeiten den Eiweißertrag von Grünland zu steigern sind: Frühere und häufigere Nutzung, Steigerung der Stickstoffdüngung, Erhöhung der Leguminosenanteile.

3.1 Frühere Nutzung

Mit zunehmendem Pflanzenalter nehmen die Rohfasergehalte (Zellwand) zu und die Nettoenergie- und Rohproteingehalte gehen zurück (Abbildung 2).

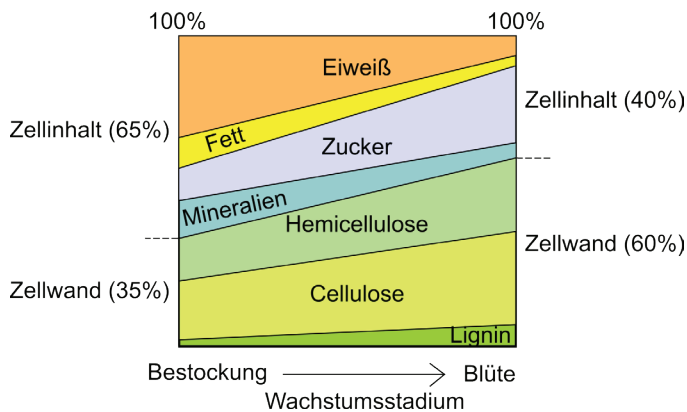


Abbildung 2: Veränderung des Zellinhaltes und der Zellwand mit zunehmendem Pflanzenalter (verändert nach Beever et al., 2000)

Dieser grundlegende Zusammenhang sollte auch bei leguminosenreichen Beständen berücksichtigt werden. Leguminosen haben allerdings eine größere Nutzungselastizität als Gräser, d.h. die Veränderungen der Inhaltsstoffgehalte während des Entwicklungsverlaufs sind weniger ausgeprägt. Zudem verändern sich die Proteingehalte in den Aufwüchsen während der Vegetationsperiode (Abbildung 3).

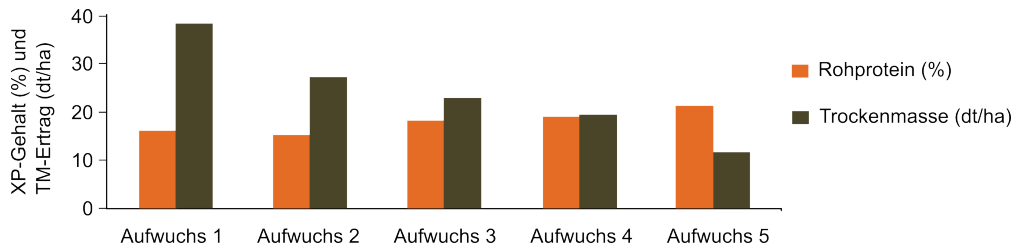


Abbildung 3: Trockenmasse- und Rohproteinertrag in Abhängigkeit vom Aufwuchs - Dauergrünlandbestand in Aulendorf (Elsässer & Engel, 2013)

Die ersten Aufwüchse bringen im Dauergrünland meist die höchsten Trockenmasseerträge, sie sind jedoch durch geringere Rohproteingehalte gekennzeichnet. Der Trockenmasseertrag geht im Jahresverlauf kontinuierlich zurück. Dagegen steigt der Eiweißgehalt an (Elsässer & Engel, 2013).

3.2 Stickstoffdüngung

Für energie- und eiweißreiche Aufwüchse ist eine angepasste und ausgewogene Nährstoffversorgung entscheidend. Grundsätzlich werden Leguminosen durch P- und K- Düngung gefördert. Stickstoffdüngung fördert dagegen Gräser stärker als Leguminosen, wobei N-Düngung jedoch die Gesamt-Eiweißerträge steigern kann (Elsässer 2014). Diese spezifischen N-Düngungseffekte zeigte ein bundesweiter N-Düngeversuch am Standort Aulendorf (Abbildung 4 und Tabelle 2).

Tabelle 2: Weißkleeanteil in % in Abhängigkeit von der Höhe der Stickstoffdüngung und Nachsaat von Weißklee (Herrmann et al., 2014)

Variante	Nachsaat + Düngung	Ertragsanteil Weißklee %
1	Nullparzelle (ohne Nachsaat ohne Düngung)	2,3
2	Nachsaat WKL + 0 kg N/ha	35,3
3	Nachsaat WKL + 120 kg N/ha	26,6
4	Nachsaat WKL + 240 kg N/ha	21,0
5	Nachsaat WKL + 360 kg N/ha	22,6
6	Nachsaat WKL + 480 kg N/ha	17,2

Der Versuch zeigte jedoch auch, dass der Trockenmasse- und Rohproteintrag eines Bestandes mit Weißklee gegenüber einem Bestand ohne Weißklee erhöht ist (Elsässer & Engel, 2014). Zusätzlich zeigt Abbildung 4, dass die Weißkleenachsaat mit Stickstoffdüngung kaum einen Vorteil im Eiweißertrag gegenüber der Weißkleenachsaat ohne Stickstoffdüngung aufweist (Vgl. der Varianten 2 mit 3, 4 und 5).

Ähnliches zeigte ein Versuch zum „taktischen N-Einsatz“ aus dem Jahr 2003 (Abbildung 5). Der Weißklee hat enorme Bedeutung für die Stickstoffversorgung der begleitenden Gräser (Engel et al., 2013). Bezüglich der Ertragsbildung, sind Gras-Weißklee-Mischbeständen reinen Grasbeständen bis zu einer Stickstoffdüngung von 160 kg N/ha deutlich überlegen. Leguminosen ziehen den Düngestickstoff oder den Stickstoff aus dem Bodenvorrat dem Luftstickstoff vor. Der Bodenstickstoff ist offensichtlich leichter verfügbar, da keine Glucose für die Knöllchenbakterien zur Verfügung gestellt werden muss. Wird zu viel Stickstoff gedüngt, entfällt der Vorteil durch die Stickstofffixierung der Leguminosen.

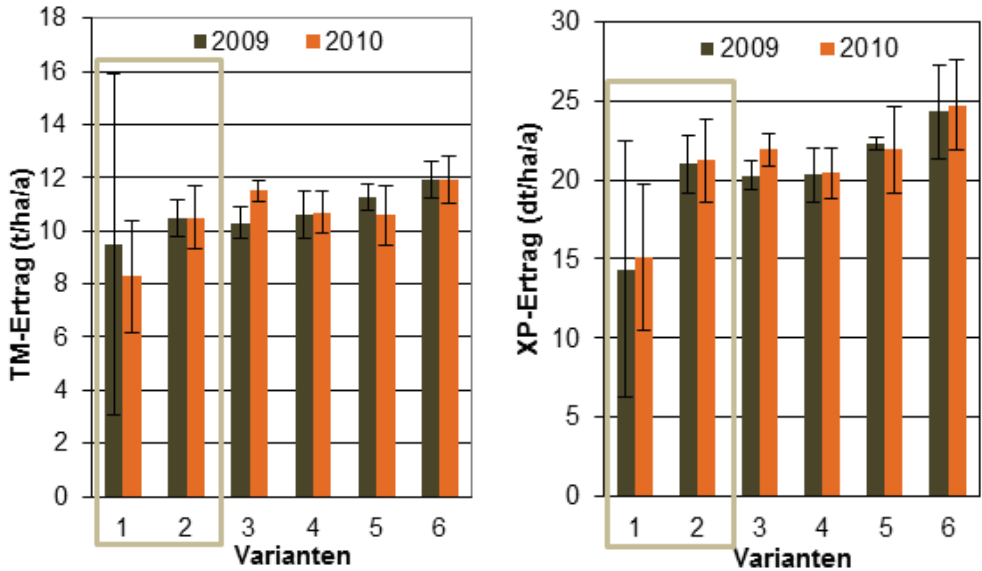


Abbildung 4: Trockenmasse- und Rohproteinерtrag in Abhängigkeit von der Höhe der Stickstoffdüngung – Varianten siehe Tabelle 2 – hervorgehoben ist der Effekt der Nachsaat von Weißklee bei Nulldüngung (Elsässer et al., 2014)

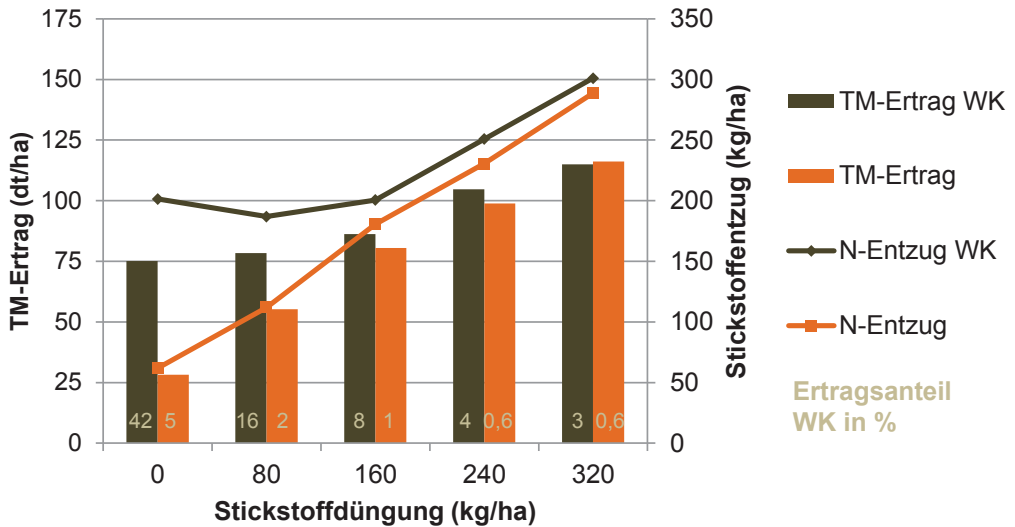


Abbildung 5: Trockenmasseertrag (dt TM/ha) und Stickstoffentzug (kg N/ha) in Abhängigkeit von Weißklee-Nachsaat und der Höhe der Stickstoffdüngung (WK = Weißklee) (Engel et al., 2013)

3.3 Leguminosenanteile im Grünland steigern

Mischungen bringen meist höhere Erträge und bessere Ertragsstabilität als Einzelarten oder Reinbestände. Zudem sind Mischungen gegenüber Einwanderung von Unkräutern stabiler als Reinbestände. Wünschenswert sind aus futterbaulichen und ernährungsphysiologischen Gründen Ertragsanteile von 60-80% Gräsern, 10-20% Kräutern und 10-20% Leguminosen (Elsässer et al., 2014). Aber auch höhere Leguminosenanteile von 40-60% können in Einzelfällen trotz abnehmender Fasergehalte und damit schlechterer Futterstruktur sowie ungünstiger Konservierungseigenschaften noch sinnvoll sein (Lüscher et al., 2014). Andererseits wird der gewünschte Leguminosenanteil oft nicht erreicht. Buchgraber (2012) führt dies u.a. auf die intensive Nutzung und Düngung (viel Stickstoff) und andererseits auf die Reduktion wichtiger Grundnährstoffe im Boden (u.a. Phosphatmangel) zurück. Bei der Erzeugung von heimischem Eiweiß muss daher auf eine ausgewogene und für Leguminosen angepasste Nährstoffversorgung geachtet werden. Werden die Bestände gut geführt, die Lücken mit Nachsaaten gezielt geschlossen und die Nährstoffversorgung dem Standort und dem Bestand angepasst, können hohe Futter- und Eiweißerträge erwirtschaftet werden.

Verfahren

Mit gezielter Nachsaat werden Ertragsanteile von mind. 10-20% Leguminosen angestrebt (Elsässer, 2013). Allerdings führen Nachsaaten von Leguminosen in bestehendes Dauergrünland aufgrund eher schlechter Konkurrenzkraft nicht ohne weiteres zum Erfolg (Engel et al., 2013). Um die Auflaufbedingungen zu verbessern, ist daher das Öffnen der Grasnarbe durch den Einsatz einer starren Zinkenegge oder eine Herbizidmaßnahme hilfreich. Bei einer Verungrasung mit Gemeiner Rispe entfernt der Einsatz der Egge zusätzlich den Filz vor der Nachsaat. Ohne Vorbehandlung fällt der Nachsaaterfolg meist schlechter aus, wie sich an einer Untersuchung auf Praxisbetrieben in Baden-Württemberg zeigte (Abbildung 7).

Boniturschema zur Beurteilung des Auflaufs:

0	ohne	Nullparzelle (ohne Nachsaat)
1	fehlend	keine Keimpflanzen erkennbar
2	gering	einige Keimpflanzen erkennbar
3	mittel	mehrere Keimpflanzen erkennbar
4	stark	vereinzelte Reihen mit Keimpflanzen erkennbar
5	sehr stark	mehrere nebeneinander liegende Reihen mit Keimpflanzen erkennbar

Damit von einem Nachsaaterfolg gesprochen werden kann, sollte mindestens die Boniturnote 3 oder 4 vorliegen. Die nachfolgende Abbildung 8 gibt ein Beispiel für die Boniturnoten 2 und 5.

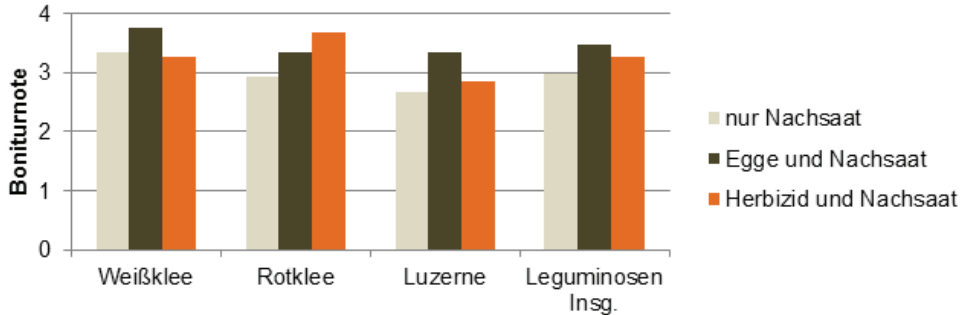


Abbildung 7: Auflaufferfolg der Leguminosen im Rahmen eines OnFarm Versuches auf 10 Praxisflächen in Oberschwaben und der Schwäbischen Alb. Die Nachsaat erfolgte entweder in den unbehandelten Bestand („nur Nachsaat“) oder nach Behandlung mit einer starren Zinkenegge bzw. mit einem Herbizid.



Abbildung 8: Beispiele für unterschiedliche Boniturnoten zur Bewertung des Nachsaaterfolges. Links: Boniturnote 2 („gering“), rechts: Boniturnote 5 („sehr stark“)

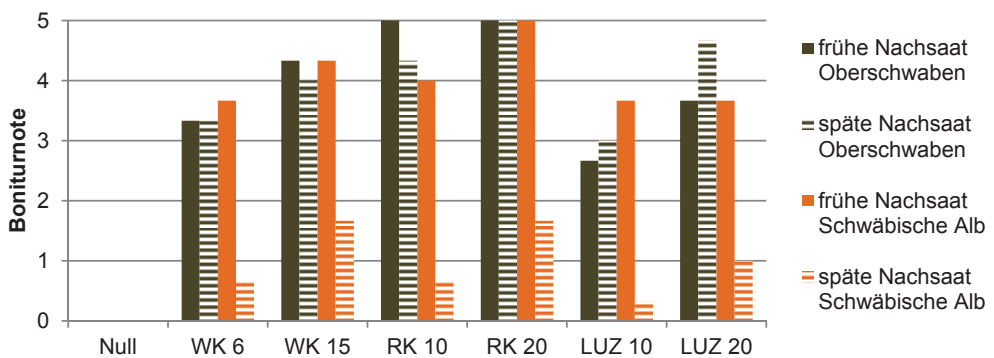


Abbildung 9: Auflaufbonituren aus Oberschwaben und der Schwäbischen Alb jeweils bei früher und später Nachsaat. Null = keine Nachsaat, WK 6 = 6 kg/ha Weißklee, WK 15 = 15 kg/ha Weißklee, RK 10 = 10 kg/ha Rotklee, RK 20 = 20 kg/ha Rotklee, LUZ 10 = 10 kg/ha Luzerne, LUZ 20 = 20 kg/ha Luzerne; früh = Frühsommer; spät = Spätsommer

In zwei weiteren Versuchen mit unterschiedlicher Saatstärke und Saatterminen zeigte sich, dass der Auflauf zum zweiten Aufwuchs (früh) erfolgreicher war als bei später Saat (Abbildung 9). Eine frühe Nachsaat zum zweiten Aufwuchs hatte eine bessere Jugendentwicklung, vor allem bei Rotklee, zur Folge. Die Versuche wurden standorttypisch fünfmal in Oberschwaben und dreimal auf der Schwäbischen Alb genutzt. Trotz der verbreiteten Meinung, wonach Rotklee in der Regel maximal 3 Nutzungen je Jahr ertragen kann, hielt er sich in den Beständen in Oberschwaben auch noch nach 5 Nutzungen gut (Abbildung 10). Die Luzerne dagegen konnte sich in der eher feuchten Region Oberschwaben nicht halten, etablierte sich jedoch bei 3 Nutzungen auf der Schwäbischen Alb gut (Abbildung 11). Vor allem im zweiten Nutzungsjahr zeigen Rotklee und Luzerne hohe Ertragsanteile. Das dritte Nutzungsjahr (2015) war durch extreme Trockenheit geprägt. Hier konnte sich nur die Luzerne halten und wieder erholen. Die Rot- und Weißkleeanteile sind stark zurückgegangen.

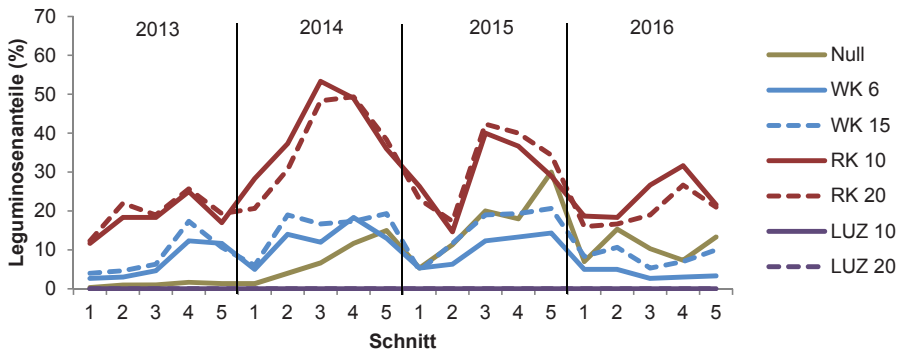


Abbildung 10: Leguminosenertragsanteile (%) eines Versuches in Oberschwaben (2013-2016) bei fünf Nutzungen im Jahr. Null = keine Nachsaat, WK 6 = 6 kg/ha Weißklee, WK 15 = 15 kg/ha Weißklee, RK 10 = 10 kg/ha Rotklee, RK 20 = 20 kg/ha Rotklee, LUZ 10 = 10 kg/ha Luzerne, LUZ 20 = 20 kg/ha Luzerne

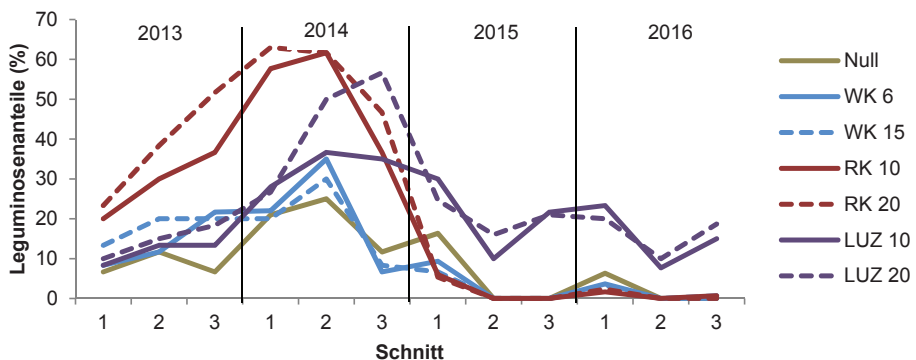


Abbildung 11: Leguminosenertragsanteile (%) eines Versuches auf der Schwäbischen Alb (2013-2016) bei drei Nutzungen im Jahr. Null = keine Nachsaat, WK 6 = 6 kg/ha Weißklee, WK 15 = 15 kg/ha Weißklee, RK 10 = 10 kg/ha Rotklee, RK 20 = 20 kg/ha Rotklee, LUZ 10 = 10 kg/ha Luzerne, LUZ 20 = 20 kg/ha Luzerne

In einem weiteren Versuch der Eiweißinitiative (Anlage 2014) wurden die Einflüsse der Nutzungsintensität und die Art der Düngung (organisch, mineralisch und in der Höhe variiert) auf den Nachsaaterfolg, die Etablierung und die Entwicklung von Weißklee und Rotklee untersucht. Auch hier zeigte sich der Rotklee sehr konkurrenzstark, er lief besser auf als der Weißklee. Die Ergebnisse verdeutlichen zudem, dass eine Reduktion oder gar Verzicht auf Stickstoffdüngung den Nachsaaterfolg positiv beeinflusst. Bezüglich der Düngeart scheinen sich Weiß- und Rotklee zu unterscheiden. Dies könnte an der unterschiedlichen Wuchsform der Leguminosen liegen. Weißklee reagiert mit seinen oberirdischen Ausläufern offensichtlich empfindlicher auf die Düngung oder den Kontakt mit flüssigem Wirtschaftsdünger. Rotklee erreichte sowohl bei 3-maliger als auch bei 5-maliger Nutzung sehr hohe Ertragsanteile von über 60%, die sich auch im zweiten Versuchsjahr weiterhin hielten. Zwar ging Rotklee mit ansteigender Düngemenge zurück. Dennoch erreichte er bei 170 kg N/ha noch Ertragsanteile von rund 40%. Stickstoffdüngung fördert zwar die Gräser, Rotklee blieb als hoch wachsende Leguminose aber zumindest im ersten Folgejahr nach der Etablierung immer noch konkurrenzkräftig. Die Trockenmasseerträge durch Nachsaat mit Rotklee konnten um bis zu 60%, bei Weißklee bis zu 20% in 2015 erhöht werden (Abbildung 12 und 13).

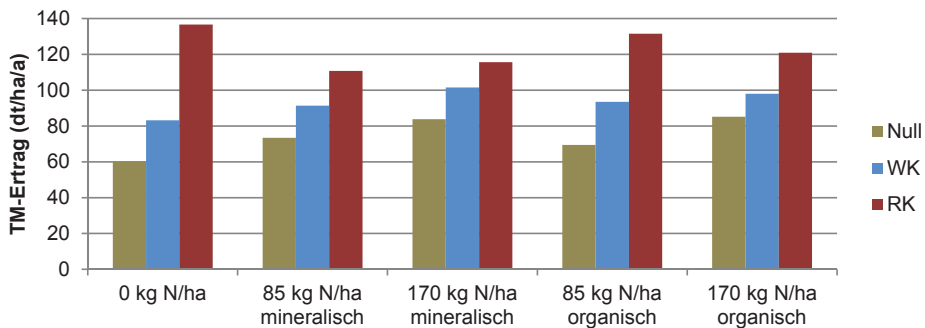


Abbildung 12: Trockenmasseertrag in dt/ha bei 5 maliger Nutzung mit einer Weißklee- oder Rotkleenachsaat bzw. keine Nachsaat bei unterschiedlicher Düngung

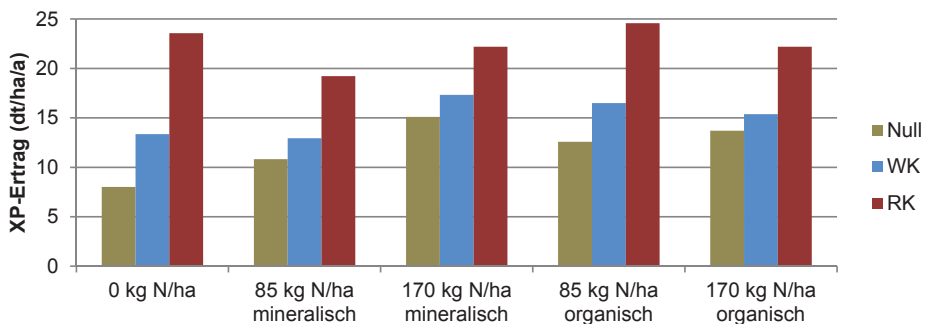


Abbildung 13: Rohproteinertrag in dt/ha bei 5 maliger Nutzung mit einer Weißklee- oder Rotkleenachsaat bzw. keine Nachsaat bei unterschiedlicher Düngung

Den überaus positiven Ertragseffekt von Gras-Leguminosen-Mischungen mit 40-60% Kleeanteil zeigen Untersuchungsergebnisse aus der Schweiz. Selbst bei geringer N-Düngung von 50-150 kg N/ha wiesen Mischbestände einen höheren Trockenmasseertrag auf als Gras-Monokulturen, die mit 450 kg N/ha gedüngt wurden (Nyfeler et al., 2009; Abbildung 14).

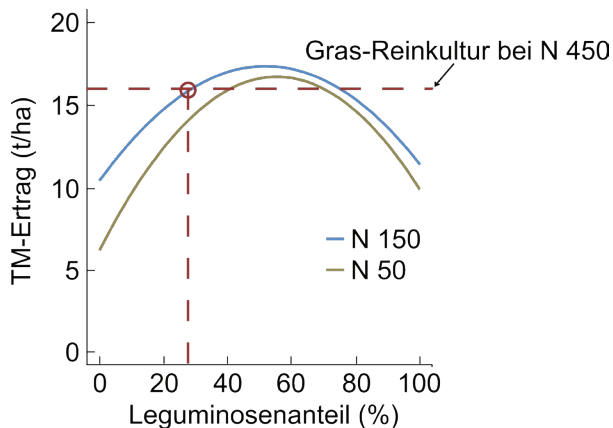


Abbildung 14: Vergleich der Trockenmasseerträge von einer Gras-Reinkultur bei 450kg N/ha und von Gras-Leguminosen-Mischbeständen bei reduzierter Düngung (150 kg N/ha; 50 kg N/ha) (verändert nach Nyfeler et al., 2009)

Leguminosenanteile im Grünland steigern

- Nachsaaten funktionieren am besten in lückigen Grasnarben – gegebenenfalls Lücken schaffen.
- Frühe Nachsaattermine zum zweiten Aufwuchs und hohe Saatstärken bringen insgesamt betrachtet die besten Erfolge. Auf guten Standorten reichen jedoch auch geringere Saatstärken aus.
- Leguminosensamen sind sehr klein. Daher auf flache Saat achten.
- Nicht jede Leguminose eignet sich für jeden Standort. Am empfindlichsten ist Luzerne. Auf nassen Standorten kann sie sich nicht entwickeln.
- Rotklee ist sehr konkurrenzstark und bis zur 5-maliger Nutzung geeignet.
- Die Düngung sollte angepasst erfolgen. Höhere Leguminosenanteile und eine reduzierte N-Düngung bringen evtl. höhere Trockenmasseerträge als Gras-Reinkulturen bei hoher Stickstoffdüngung.
- Weißklee reagiert empfindlicher auf zu hohe Stickstoffgaben als Rotklee.
- Weißklee benötigt für eine gute Entwicklung eine häufige Nutzung.

4 BESTANDSFÜHRUNG IM FELDFUTTERBAU

Mit der Einführung des Greenings hat der Anbau von feinsamigen Leguminosen neben dem klassischen Kleeerasanbau an Bedeutung gewonnen. Reinsaaten von Leguminosen oder Mischungen mit Leguminosen können der Erfüllung von Greeningauflagen mit einem Flächenfaktor von 0,7 dienen.

Der Eiweißgehalt von Kleeerasmischungen hängt von der Artenzusammensetzung ab. Ist die Stickstoffversorgung gesichert, kann bei Gräsern mit einem Eiweißgehalt von ca. 15% gerechnet werden, bei Leguminosen sind es 20-24%. Eine Kleeerasmischung mit ca. 50% Kleeanteil kommt demnach auf einen Eiweißgehalt von ca. 18-19%. Der Eiweißgehalt von Kleeerasmischungen kann durch den Anteil der Leguminosen in der Ansaatmischung beeinflusst werden.

Der Saatzeitpunkt hat bedeutende Auswirkungen auf das Ergebnis des Kleeerasanbaus (Abbildung 15). Die Aussaat im Spätsommer bis frühen Herbst bietet deutlich bessere Ertragsaussichten und ist der Grundstein für eine optimale Ertragsbildung im folgenden Frühjahr. Erst im Frühjahr ausgesäte Bestände benötigen für die Etablierung die produktivste Wachstumsphase im Jahr. Das wird umso bedeutender je kürzer die Nutzungsdauer ist (Wurth, 2006).

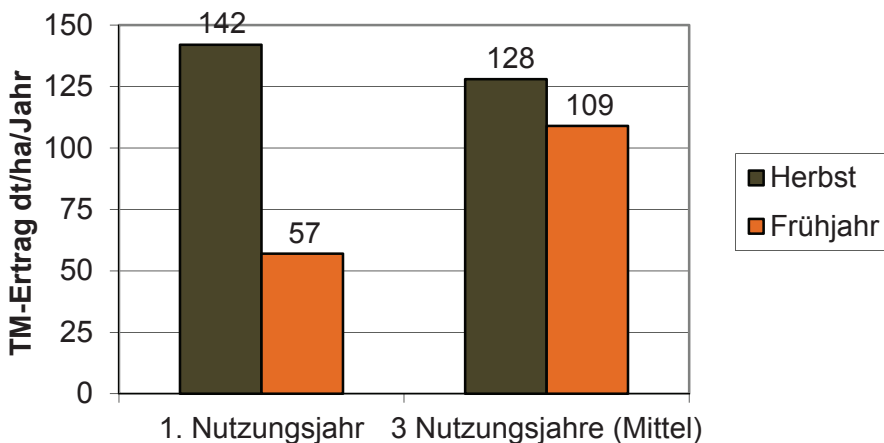


Abbildung 15: Mittlerer Trockenmasseertrag von Kleeerasmischungen in Abhängigkeit vom Saatzeitpunkt

Wegen des feinkörnigen Saatgutes darf nicht tiefer als 1-1,5 cm gesät werden. Eine gute Rückverfestigung des Saatbeetes ist für die Wasserführung vom Unterboden und zum oberflächlichen Eindringen von Steinen zur späteren Schonung der Mähwerkzeuge sehr wichtig. Je enger die Saatreihen sind, umso schneller schließt der Bestand, was für die Unkrautunterdrückung in der Jugendentwicklung vorteilhaft ist. Die Stickstoffdüngung von kleebetonten Kleeerasmischungen und reinen Legumino-

sen hat nur eine geringe Ertragswirkung, sie wirkt stärker auf die Bestandszusammensetzung von Kleegrasmischungen. Durch die N-Düngung kann der Grasanteil erhöht werden. Die Planung der N-Düngung im Kleegrasanbau muss demnach abhängig vom Leguminosenanteil vorgenommen werden. Bei Beständen mit mehr als 70% Leguminosen kann auf die N-Düngung komplett verzichtet werden, sofern die passenden Knöllchenbakterien (siehe Kapitel 2) im Boden vorhanden sind. Bei einem Leguminosenanteil um 50% kann eine N-Startgabe im Frühjahr zur Förderung der Gräser mit 30-40 kg N/ha ausreichend sein. Artabhängig kann je Prozent Kleeanteil mit ca. 3-5 kg N-Bindung je Hektar gerechnet werden, bei 50% sind das 150-250 kg fixierter Stickstoff je Hektar. Bestände unter 30% Leguminosen werden bei der N-Düngung nach den Entzugswerten abzüglich der Nachlieferung geplant. Die Aufteilung der N-Gaben auf die Nutzungen sollte frühjahrsbetont erfolgen, damit die guten Wachstumsbedingungen in dieser Jahreszeit genutzt werden können.

Klee gras hat hohe Anforderungen an die Versorgung mit Grundnährstoffen. Bei Phosphat muss mit einem Entzug von 0,7 - 0,8 kg P_2O_5 je dt TM-Ertrag gerechnet werden. Höher sind die Anforderungen bei Kalium mit 3 kg K_2O je dt TM bei Rotklee, 3,2 kg bei Luzerne und Klee gras und 4 kg bei Weidel gras. Bei einem mittleren TM-Ertrag von 100 dt/ha ergeben sich Entzugswerte von 70-80 kg P_2O_5 und 300-400 kg K_2O im Hauptnutzungsjahr. Um einen Luxuskonsum mit Kalium zu vermeiden, sollte die Kali-umdüngung in einer Gabe 300 kg/ha nicht übersteigen. Bei höheren Gaben empfiehlt sich eine Teilung dieser.



Stickstofffixierungsleistung

Die Stickstofffixierungsleistung ist abhängig von vielen Faktoren. Klima- und Standortbedingungen spielen genauso eine Rolle wie die Artenzusammensetzung (Reinsaat oder Gemenge), die Stickstoffdüngung und der Nmin-Gehalt im Boden. Die nachfolgende Tabelle zeigt einige Beispiele, wie hoch die Leistung einzelner Leguminosen sein kann.

Tabelle 3: Stickstofffixierungsleistung unterschiedlicher Leguminosen (Jung, 2003)

	Durchschnitt (kgN _{fixiert} ha ⁻¹ a ⁻¹)	Grenzwert (kgN _{fixiert} ha ⁻¹ a ⁻¹)
Klee	150	45-670
Luzerne	250	90-340
Erbse	150	50-500
Soja	100	60-300
Ackerbohne	200	100-300
Lupine	150	140-200

Die geschätzte Menge des fixierten Stickstoffs durch Leguminosen sollte in der Düngplanung mit berücksichtigt werden.

Bei der Frage nach der optimalen Nutzungshäufigkeit von Kleeegrasmischungen sind neben den Auswirkungen auf den Ertrag die Qualitätsaspekte zu beachten. Durch eine fünfmalige Nutzung kann gegenüber einer viermaligen Nutzung der TM-Ertrag nicht gesteigert werden. Jedoch kann der Energie- und Rohproteingehalt erhöht werden. Die häufigere Nutzung fördert den Gras- und senkt den Kleeanteil.

Häufig tritt Kleekrebs (Sklerotinia, siehe Bild), eine pilzliche Erkrankung, an Rotklee, Weißklee, Luzerne und Alexandrinerklee auf. Infektionen sind hauptsächlich im Herbst und Frühjahr zu beobachten.



In Süddeutschland tritt seit einigen Jahren die pilzliche Infektion mit Südlichem Stängelbrenner (Anthracnose) auf. Vor allem im Sommer und hauptsächlich an Rotklee, aber auch an Luzerne, können starke Schäden bis hin zum totalen Absterben beobachtet werden. Aber auch Mehltau und Kleeschwärze sind verbreitete Krankheiten an Kleearten. Meist können die Folgen mit Sorten, die bessere Resistenzeigenschaften aufweisen, abgefedert werden. Wegen der Unverträglichkeit von Leguminosen mit sich selbst, sollte der Abstand in der Fruchtfolge 5-6 Jahre betragen. In Kleeegrasmischungen ist die Anfälligkeit für Infektionen häufig geringer als in Reinbeständen, da die Infektionswege von Pflanze zu Pflanze unterbrochen sind.

5 VERWERTUNG VON LEGUMINOSENREICHEN BESTÄNDEN

5.1 Bedeutung von eiweißreichem Futter in der Rinderfütterung

Grobfutter leistet einen erheblichen Beitrag zur Eiweißversorgung unserer Rinder. In der Rinderaufzucht ab 6 Monaten decken 120 Gramm Rohprotein (XP) pro kg Trockenmasse den Bedarf. Bei Trockenstehern reicht dieser Wert ebenfalls aus. Milchkühe haben dagegen in Abhängigkeit von der Leistung einen höheren Bedarf. Bei hoher Milchleistung (ca. 30 kg Milch/Tag) steigt der Bedarf auf über 160 g XP/kg TM. Bei 20 kg Milchleistung reichen dagegen 140 g XP/kg TM aus. Dies gilt unter Berücksichtigung der energieabhängigen Mikrobebildung im Pansen auch für die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein (nXP). Grünlandprodukte und Ackerfutter können diesen Bedarf häufig abdecken. In Tabelle 4 ist eine Auswahl der wichtigsten eiweißbetonten Grobfuttermittel aufgeführt. Dabei ist davon auszugehen, dass Frischfutter im Vergleich zu Konserven höhere Eiweißgehalte aufweist.

Kleehaltige Futterbestände eignen sich sowohl zur Grünfütterung als auch zur Verfütterung in Form von Anwelksilagen und Heu. Bei der Grünfütterung auf der Weide und im Stall muss vor allem bei Rotklee, aber auch bei anderen kleereichen Beständen auf die Gefahr von Blähungen hingewiesen werden, insbesondere wenn das Futter hastig in großen Portionen aufgenommen wird. Es empfiehlt sich daher eine einwöchige langsame Umstellungsphase mit steigenden Mengen. Bei der Stallfütterung ist die Vermischung mit Stroh zur Verlangsamung des Futterverzehrs sinnvoll.

Rationsgestaltung

Wie der Tabelle 4 zu entnehmen ist, haben alle leguminosenhaltigen Futtermittel eine positive Ruminale N-Bilanz (RNB). Die Werte liegen zwischen 3 und 13 g N/kg TM. Das heißt, dass in der Rationsgestaltung Ausgleichsfuttermittel mit negativer RNB gefragt sind. In Frage kommen Maissilage, Melasseschnitzel, Ganzpflanzensilage, Getreide (Tabelle 5). Die Grundfütterration ist dann ausgeglichen, wenn die Ruminale N-Bilanz in der Summe zwischen minus 20 Gramm und plus 20 Gramm N pro Tag liegt.

Tabelle 5: Energiebetonte Futtermittel mit negativer Ruminaler N-Bilanz (RNB)

	TM g/kg	XP g/kg TM	nXP g/kg TM	RNB g/kg TM	NEL MJ/kg TM	ME MJ/kg TM
Maissilage	320	80	135	-9	6,7	11,1
Ganzpflanzensilage	300	93	118	-4	5,5	9,3
Melasseschnitzel	900	125	163	-6	7,6	12,1
Gerste	890	125	164	-6	8,1	12,8
Körnermais	880	105	163	-9	8,4	13,3

Tabelle 4: Nährstoffgehalte in Klee- und Luzerneaufwüchsen sowie Kleegrasmischungen (DLG-Futterwertabelle, 1997)

Gehalte in TM	Luzerne	Rotklee	Inkarnat- klee	Luzerne- gras	Rotklee- gras	Luzerne- silage	Rotklee- grassilage	Trocken- grün	Luzerne- grünmehl	Luzerne- heu
TM %	170	160	170	170	160	350	350	900	900	860
MJ NEL/kg TM	6,2	6,4	6,2	5,97	6,5	5,43	6,11	6,44	5,9	5,00
MJ ME/kg TM	10,4	10,6	10,4	10,07	10,8	9,28	10,25	10,69	9,8	8,6
Rohprotein g/kg TM	230	193	170	185	173	207	165	197	218	165
Rohfaser g/kg TM	210	210	220	253	246	254	278	209	185	320
UDP %	15	20	20	15	15	15	15	40	40	25
nXP g/kg TM	151	152	140	142	145	132	137	177	176	132
RNB g/kg TM	13	7	5	7	4	12	4	3	7	5
Fett g/kg TM	30	35		41	45	39	53	46	35	20
Zucker g/kg TM	20			35	70	1	20	92	53	
ADForg g/kg TM	280	270		285	270	276	273	230	205	
NDForg g/kg TM	335	400		340	435	360	598	350	280	
Ca g/kg TM	18	12		18	11	12	8	8	18	15
P g/kg TM	3	3,5		3	3,3	3,7	3,7	5	3,8	5
Mg g/kg TM	3,2	2,3		3,2	2,3	2,6	2,3	3,5	3	1,9
Na g/kg TM	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,5	0,5
K g/kg TM	30	30		30	35	32	23	28	28	32

Eingrasen

Der Fütterungserfolg bei der Grünfütterung hängt stark von der Futterplanung ab. Im übrigen sind die Vollkosten je Energieeinheit um 25 % niedriger als bei vergleichbaren Silagen.

**> Es muss heute klar sein,
wo in zwei Wochen Futter in der gewünschten Qualität steht <**

Auf keinen Fall sollte altem Futter hintergemäht werden. Das würde die Futteraufnahme und die Milchleistung sofort vermindern. Mit dem Mähladewagen kann arbeitseffizient Grünfutter geholt werden. Bei einer Bestandshöhe wie auf dem Bild dargestellt wird hochverdauliches Futter geerntet.



Wegen der Verschmutzungsgefahr sollte die Stoppelhöhe nicht unter 7 cm liegen. Die Pick up sollte 2 bis 3 cm über dem Boden laufen. Regennasses Futter wird nicht so gut gefressen.



Um Nacherwärmung auf dem Futtertisch zu verhindern, wäre 2 mal tägliches Eingrasen sinnvoll (Tabelle 6).

Tabelle 6: Auswirkungen zu später Nutzung oder Erwärmung auf Futteraufnahme und Milchertag (Bsp. 50 Milchkühe, davon 8 Trockensteher; Milchpreis 35 cent)

	Optimum	späte Nutzung	Optimum + Erwärmung
MJ NEL/kg TM	7,2	6,8	6,9
Futteraufnahme	15	14	14
Energieaufnahme	108	95,2	96,6
Milcherzeugungswert MEZ	21,3	17,4	17,9
MEZ, Differenz		3,9	3,4
Ertragsminderung € pro Tag und Kuh		1,35	1,20
Ertragsminderung € pro Tag		57	50
Ertragsminderung € pro Monat		1731	1540

Durch Veränderungen auf dem Futtertisch sinkt die Milchleistung. Das kann zu gewaltigen Leistungseinbußen führen. Wenn auf Grünfütterstopplern mit Gülle gedüngt werden soll, dann wäre verdünnte Gülle bei anschließendem Niederschlag ideal, denn Güllereste an den Pflanzen schmälern ebenfalls die Futteraufnahme.

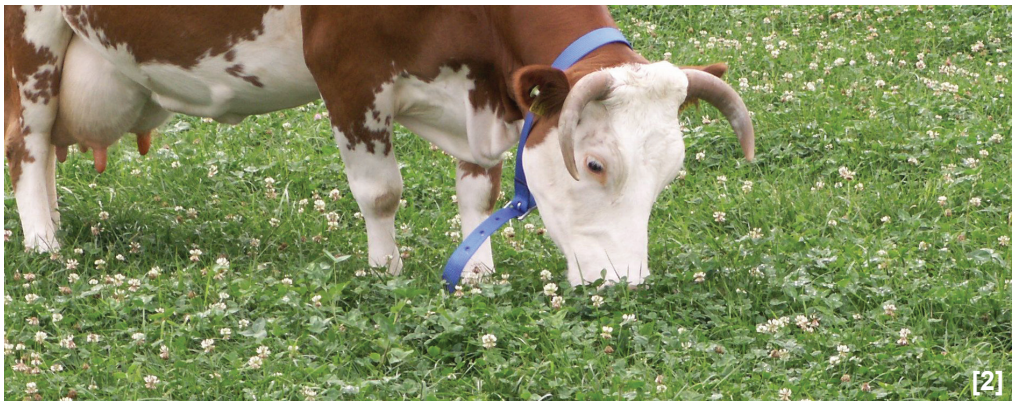
Der Flächenbedarf beim Eingrasen für eine Herde mit 50 Kühen und 50 Stück Jungvieh ist in Tabelle 7 dargestellt. Es ist von ca. 14 Hektar Grünland und Ackerfutter für diesen Zweck auszugehen.

Tabelle 7: Beispielsrechnung für den Flächenbedarf beim Eingrasen

	Tierzahl	Grünfutterbedarf netto kg TM/Tier*Tag	Grünfutterbedarf
Kühe	50	15	750 kg TM/Tag
Rinder	50	6	300 kg TM/Tag
Summe			1050 kg TM/Tag
Ertrag pro Aufwuchs	brutto		2400 kg TM/ha
	netto		2040 kg TM/ha
Flächenbedarf/Tag	ha		0,51
Aufwuchsdauer	Tage		28
Flächenbedarf/Herde	ha		14,0

5.2 Leguminosenreiches Grünland beweiden

Auf der Weide können Milchkühe ihr angeborenes Fressverhalten am besten ausleben. Die Weidefütterung ist deshalb auch ein positives Element des Kuhkomforts. Weidegang ist zudem ein ökonomisch wettbewerbsfähiges Produktionsverfahren, denn die Vollkosten für Weidefutter betragen nur 50 bis 60 % der Vollkosten für Silage. Effiziente Weidewirtschaft ist mit saisonaler Abkalbung verknüpft. Weidewirtschaft verlangt klein- bis mittelrahmige Kühe mit einem hohen Futteraufnahmevermögen. Die Futteraufnahme auf der Weide ist auf 18 kg Trockenmasse pro Tag begrenzt. Damit ist die Nährstoffaufnahme für max. 25 kg Milch gesichert. In vielen Fällen werden nur 14 bis 16 kg Trockenmasse verzehrt. Hier muss mehr Futter angeboten oder die Qualität verbessert werden. Höhere Leistungen sind in begrenztem Umfang durch Einschmelzung von Körperreserven möglich. Wenn in der Laktationsspitze Leistungen von über 30 kg gefordert werden, müssen die Kühe im Stall zusätzlich mit Konserven plus Krafffutter gefüttert werden. Mit 10 - 12 dt Krafffutter sind 7500 kg Milchleistung pro Kuh und Jahr möglich.



Grundsätzlich sind die Vorteile der Leguminosen im Bestand hinsichtlich der Eiweißträge unabhängig von der Art der Nutzung. Allerdings sind sie je nach Art unterschiedlich gut für die Beweidung geeignet. Rotklee und Hornklee gelten als nicht besonders weidefest und auch wenn für Luzerne sogar spezielle Weidesorten gezüchtet wurden, ist die Luzerne weit eher für Schnittnutzung geeignet. Anders verhält es sich bei Weißklee, der trittfest ist und sich im Weidebestand rasch durch seine oberirdischen Kriechtriebe ausbreiten kann. Diese Triebe verzweigen sich stark und können dadurch sehr schnell in Bestandslücken hineinwachsen. Die Kriechtriebe wachsen dicht am Boden und lassen sich auch bei tiefer Schnitfführung vom Mähwerk kaum erfassen. Durch Weidetiere abgetretene Triebe bilden neue Wurzeln und wachsen weiter. Daraus entstehen eigenständige Pflanzen, die sich wiederum verzweigen können. Im Gegensatz zu Rotklee, Hornklee oder Luzerne werden bei Weißklee keine rasch ver-

holzenden Stängelteile, sondern nur Blattstiele mit den Blättern als Futter genutzt. Daher ist Weißklee bei den Weidetieren auch sehr beliebt.

Die Etablierung und das Aufrechterhalten eines wirksamen Weißkleeanteils im Bestand gestaltet sich oft schwierig. Standorteigenschaften, Konkurrenzverhältnisse im Bestand und nicht zuletzt das Grünlandmanagement selbst haben großen Einfluss auf die Entwicklung. Weißklee ist sehr lichtbedürftig und benötigt deshalb eine Nutzungsintensität von mindestens 3 besser 4 Nutzungen je Jahr um nennenswerte Anteile zu erreichen. Wird Grünland zum Beispiel im Zuge von Extensivierungsmaßnahmen oder in biologisch wirtschaftenden Betrieben nur noch verhalten mit Stickstoff gedüngt, nimmt Weißklee schnell Ertragsanteile von über 40 Prozent ein und seine Vorteile verkehren sich ins Gegenteil. Es kommt also auf die geeignete Steuerung des Bestandes an. Es ist vergleichsweise wesentlich einfacher einen reinen Gräserbestand mit mineralischer Stickstoffdüngung zu führen, als einen Weißklee-Grasbestand mit nur geringer oder gar keiner Düngung im Gleichgewicht zu halten.

5.3 Leguminosenreiche Grünlandbestände konservieren

Die Konservierung hat das Ziel den Futterwert des Pflanzenbestandes, und hier v.a. den Proteingehalt, mit möglichst geringen Verlusten bestmöglich zu erhalten. Dies kann entweder über Silierung oder Trocknung als Heu oder in Form von Trockengrün (Grascobs) erfolgen. Der optimale Erhalt der Proteinqualität steht dabei im Vordergrund, denn die Menge und Qualität des Proteins im Grobfutter entscheiden über die noch notwendige Proteinergänzung durch Kraftfutter. Als Ziel sollten bei proteinreichen Silage bzw. Heu die in Tabelle 6 aufgeführten Grobfutterqualitäten angestrebt werden.

Tabelle 6: Auswahl an Zielwerten Grobfutterqualität für laktierende Milchkühe (*Folgeaufwuchs)

Parameter	Einheit	Proteinreiche Silage	Heu
Trockenmasse	g/kg FM	350 - 400	> 860
Rohprotein (XP)	g/kg TM	160 - 220	100 - 150
Reinprotein (RP)	% des XP	> 50	
nXP	g/kg TM	> 135	> 120
RNB	g/kg TM	0 bis 6	> 0
NEL	MJ/kg TM	≥ 6,4 (≥ 6,1*)	> 5,5
NH ₃ -N (Ammoniak-Stickstoff)	% zu Nges	< 8 % kein Prot.abbau 10 - 18 % ger. Prot.schädigung 19 - 26 % deutl. Prot.schädigung > 26 % starke Prot.schädigung	
Proteinlöslichkeit	% des RP	55 - 65	

5.3.1. Silagebereitung

Das Rohprotein in den Pflanzen besteht aus Reinprotein und nichtproteinartigen Stickstoffverbindungen (NPN). Da der Reinproteinanteil qualitativ hochwertiger ist, sollte sein Anteil im Futter möglichst hoch sein. Ein Teil des Reinproteins kommt als UDP (unabgebautes Futterprotein oder Durchflussprotein) der Eiweißversorgung der Rinder am Dünndarm zugute. V.a. hochleistende Milchkühe sind auf einen hohen UDP-Gehalt für ihre Eiweißversorgung angewiesen. Zu den NPN-Verbindungen, die direkt im Pansen verwertet werden, zählen Peptide und freie Aminosäuren bzw. Ammoniak und Amine. Dabei sind die ersten beiden genannten Stoffgruppen als höherwertiger einzustufen.

Die Silierung bewirkt in Abhängigkeit von den Silierbedingungen eine Verringerung des Reinproteingehaltes und eine Erhöhung des NPN-Anteiles. Dabei wird zunächst das Reinprotein durch die pflanzlichen Enzyme zu Peptiden und Aminosäuren abgebaut. Dieser Prozess startet mit der Mahd und endet erst dann, wenn der kritische pH-Wert im Silo unterschritten wird. V.a. während des Gärprozesses im Silo bewirken unerwünschte Gärschädlinge wie z.B. Clostridien (Buttersäurebakterien) einen Abbau des Reinproteins bis zur Stufe von Ammoniak und Aminen. Auch hier wirkt das Erreichen des kritischen pH-Wertes hemmend (Abbildung 16).

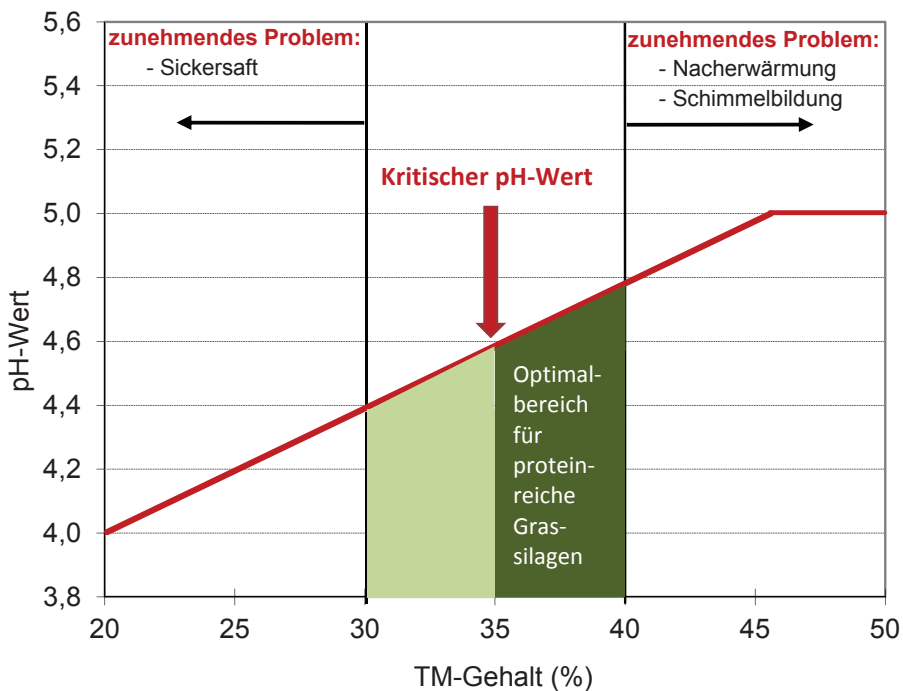


Abbildung 16: Kritischer pH-Wert in Abhängigkeit vom TM-Gehalt (verändert nach Nußbaum, 2001)

Eine möglichst schnelle Ansäuerung im Silo durch Milchsäurebakterien (MSB) ist somit notwendig, um die Eiweißqualität bestmöglich zu erhalten. Voraussetzung ist eine ausreichende Menge an wasserlöslichen Kohlenhydraten (Zucker) als Gärsubstrat für die MSB und eine möglichst geringe Pufferkapazität (PK). Die PK umfasst alle gegen diese Ansäuerung basisch wirkenden Substanzen.

Maßnahmen zur Optimierung des Gärprozesses

- optimaler Nutzungszeitpunkt
- kurze Feldliegezeit
- gute Verdichtung
- konsequenter Sauerstoffabschluss durch rasche und „dichte“ Abdeckung
- schnelle Ansäuerung
- ausreichende Lagerdauer
- angemessener Vorschub

Ammoniak aus dem Proteinabbau und basische Mineralstoffe aus Erde und den Pflanzen wirken stark puffernd. Über das Verhältnis Zucker zu Pufferkapazität, also den sogenannten Z/PK-Quotienten, kann man die Gäreignung des Ausgangsmateriales abschätzen. Er sollte idealerweise über 3,0 liegen, 2,0 ist als Minimum anzusehen (Tabelle 7). Leguminosen enthalten natürlicherweise wenig Zucker, jedoch viel Protein. So ist die Gäreignung leguminosenreicher Bestände grundsätzlich problematisch, wobei Rotklee etwas leichter als Luzerne zu konservieren ist, weil der puffernde Calcium-Gehalt niedriger ist (Tabelle 4).

Tabelle 7: Orientierungswerte für die Vergärbarkeit von Futterpflanzen (verändert nach Jänicke, 2011)

	TM (%)	Zucker (g/kg TM)	Pufferkapazität (g MS/kg TM)	Z/PK Quotient
Weidelgräser (1. Schnitt, angewelkt)	35	190	55	3,5
Weidelgräser (Folgeschnitte, angewelkt)	35	110	55	2,0
Sonstige Gräser (1. Schnitt, angewelkt)	35	90	55	1,7
Rotklee (angewelkt)	35	115	69	1,7
Luzerne (angewelkt)	35	65	79	0,8

Nutzungszeitpunkt

Der Nutzungszeitpunkt muss so gewählt werden, dass einerseits hohe Energie- (Zucker!) und Eiweißgehalte erzielt werden können, andererseits ein guter Jahresertrag je ha Futterfläche. Entscheidend ist die Entwicklung der Hauptbestandbildner. So ist bei grasbetonten Beständen im Stadium „Beginn Ähren-/Rispschieben“ der Hauptgräser zu mähen. Ein späterer Termin bedeutet einen Rückgang des Zuckergehaltes und eine zunehmend stärkere Verholzung der Pflanzen. Letzteres erschwert die Verdichtung im Silo und erhöht das Risiko für Nacherwärmung und Schimmelbildung. Je höher der Anteil an Rotklee oder Luzerne im Bestand ist, desto höher ist die Nutzungselastizität der Fläche, v.a. bei Folgeaufwüchsen. Dominieren die Leguminosen im Bestand, dann richtet sich der Schnittzeitpunkt nach dem Entwicklungsstadium „In der Knospe“ der Leguminosen. Folgeschnitte können normalerweise in Abständen von 4 – 6 Wochen geerntet werden. Bei reinen Luzernebeständen kann der Schnittzeitpunkt auch von der Wuchshöhe abgeleitet werden:

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1. Aufwuchs: | 40 bis 65 cm Wuchshöhe |
| 2. und 3. Aufwuchs: | 35 bis 50 cm Wuchshöhe |
| 4. und 5. Aufwuchs: | 15 bis 20 cm Wuchshöhe. |



Anwelken

Je niedriger der Zucker/Pufferkapazitäts-Quotient eines Futteraufwuchses ist, desto höher sollte der TM-Gehalt sein, um die Gäreignung zu verbessern. Durch schonendes Anwelken ist bei leguminosenreichen Beständen ein TM-Gehalt von 35-40 % anzustreben. Dadurch erhöht sich die Zuckerkonzentration in der TM. Die Auswirkungen unterschiedlicher TM-Gehalte (25 bzw. 40 % TM) bei Luzernesilagen auf den Futterwert, die Gärqualitäten und den Ammoniak-N-Gehalt in Bezug auf den Gesamt-N-Gehalt, wurden in einem Silierversuch in Aulendorf untersucht (Nußbaum, 2003). Dabei zeigten sich bei den Silagen der hohen Anwelkstufe ein niedrigerer pH-Wert,

höhere NEL-Gehalte und ein höherer Rohproteingehalt bzw. ein deutlich reduzierter prozentualer Anteil von Ammoniak-N am Gesamt-N-Gehalt. Dennoch wies auch die angewelkte Luzerne zu wenig Zucker auf, so dass eine Buttersäuregärung auftrat. Je kürzer die Feldliegezeit andauert, desto weniger Zucker wird im Pflanzenmaterial veratmet (Ziel: „24-Stunden-Silage“). Zur Beschleunigung des Trocknungsvorganges bietet sich die unmittelbare Breitablage des Aufwuchses bei der Mahd oder der Einsatz eines Mähaufbereiters an. Walzenaufbereiter arbeiten in der Regel bei feinblättrigen Aufwüchsen schonender. Auf das schnellstmögliche Zetten ist grundsätzlich Wert zu legen. Nur bei dem Einsatz eines Mähaufbereiters kann bei geringen Erntemengen und idealen Witterungsbedingungen darauf verzichtet werden. Sonst besteht die Gefahr, dass die gewünschte TM unerwartet schnell überschritten wird. Die Arbeitsabläufe in der Silierkette sind entsprechend variabel und vorausschauend durchzuführen. Bei hohen Aufwuchsmengen (1. Schnitt) besteht grundsätzlich die Gefahr, dass es zu einem ungleichmäßigen Abtrocknen des Futters kommt. Hier wäre ggfs. zusätzlich ein schonender Wendevorgang angebracht. Bei der Ernte mit einem Feldhäcksler werden diese Futterpartien besser als bei einem Ladewagen vermischt. Beim Einfahren von Siliergut unter 30 % TM ist mit erheblichen Nährstoffverlusten (Zucker!) über den Gärtsaft zu rechnen und es steigt das Risiko einer Buttersäuregärung. Gefördert wird dies noch bei einem hohen Verschmutzungsgrad im Futter. Mit der Bildung von Buttersäure gehen immer hohe Energieverluste, ein verstärkter Eiweißabbau und ein Rückgang der Futteraufnahme einher. Bei TM-Gehalten über 40 % steigen dagegen die Bröckelverluste, und hier besonders die der feinblättrigen Leguminosen, stark an und aufgrund der erschwerten Verdichtung erhöht sich das Risiko der Nacherwärmung.

Ohne Zucker keine Gärung

Je höher der Anteil an Leguminosen im Bestand ist, desto weniger Zucker ist natürlicherweise im Siliergut vorhanden. Die grundsätzlichen Maßnahmen, die zu einem möglichst hohen Zuckergehalt im Siliergut führen, sind auf Seite 30 benannt. Die Zugabe von Substraten, wie z.B. Melasse, ist als Maßnahme nur bei echtem Zuckermangel einzusetzen, denn sonst erhöht sich das Risiko eines hohen Restzuckergehaltes (über 100 g/kg TM). Dies fördert einerseits eine starke Hefevermehrung, und zwar sowohl zu Beginn der Gärung, als auch bei der Auslagerung mit dem Risiko von Nacherwärmung. Andererseits ist ein hoher Restzuckergehalt schwierig in der Rationsgestaltung. In der Gesamtration soll der Zucker- und Stärkegehalt insgesamt max. 25 % i.d.TM betragen. Der Melasseinsatz ist grundsätzlich auf den Bereich von 30 – 40 % TM des Siliergutes zu beschränken. Bei Nasssilagen wird ein Großteil des Substrates mit dem Sickersaft ausgewaschen. Bei trockenem Siliergut findet eine geringere Milchsäuregärung statt. Daher wird dann weniger Zucker durch die Milchsäurebakterien verbraucht und es steigt das Risiko von hohen Restzuckergehalten.

Maßnahmen zur Erhöhung des Zuckergehaltes im Aufwuchs

- Mindestens 2 Tage Sonne vor der Ernte abwarten
- Günstig sind Weidelgräser im Bestand bzw. Mischung des Aufwuchses im Silo mit weidelgrasbetonten Beständen
- Zugabe von 25-50 kg Melasse/t Siliergut (FM) (nur bei TM-Gehalten von 30-40 %)
- Auswahl des Nutzungsstadium nach dem Hauptbestandsbildner
- Kurze Erntedauer wählen „24-Stunden-Silage“
- Gärstoffbildung vermeiden (Zuckerverluste), TM-Gehalt von 35-40 % anstreben
- Gute Verdichtung durch das Festfahren von dünnen Schichten (max. 20-30 cm)
- Häcksellänge: 2,5 - 4 cm, je älter das Futter und je höher die TM, desto kürzer
- Rasche und sorgfältige Abdeckung/Zwischenabdeckung bei über 12 Stunden Pause

Sauberes Futter silieren

Um die Pufferkapazität möglichst gering zu halten, ist bei leguminosenreichen Beständen größte Sorgfalt auf eine schmutzarme Ernte zu richten. Außerdem sind die Clostridien im Boden ansässig und werden durch erdige Verschmutzungen ins Silo eingebracht. Die Schmutzvermeidung fängt bei einer optimalen Narbendichte des Bestandes an. Aber auch das Abtrocknen der Bestände vor der Ernte und die Einhaltung einer Schnitthöhe von mindestens 5-7 cm (Ackerfutter/Luzerne 8 cm) tragen wesentlich zu einer Verringerung des Rohaschegehaltes bei. Außerdem wird dann der Wiederaustrieb des Aufwuchses verbessert. Ein Mähaufbereiter sollte bei lückigen Narben oder hohem Besatz an Maushaufen etc. nicht eingesetzt werden, denn der austretende zuckerhaltige Zellsaft klebt die Erde an das Siliergut. Die Werbegeräte sollten auf festem Untergrund mit einer Höhe von 2-3 cm eingestellt werden und auch der Fahrstil und die Fahrgeschwindigkeit spielen eine große Rolle (Kreiseln max. 5 km/h, Schwaden max. 8-10 km/h).

Ballensilage bietet Vorteile

Um die Siliereignung von leguminosenreichen Beständen positiv zu beeinflussen, bietet sich Anwelken auf einen höheren TM-Gehalt an. Doch aufgrund der dadurch erschwerten Verdichtung ergeben sich Zielkonflikte. Als Lösung kommt die Silierung als Ballensilage in Betracht, da hier ein guter Luftabschluss erzielt werden kann. Mit steigendem TM-Gehalt (über 50 %) findet zunehmend keine Ansäuerung mehr über eine Milchsäuregärung statt. Die Konservierung erfolgt nun über den konsequenten

und dauerhaften Luftabschluss.

Damit Ballensilage bei hohen TM-Gehalten und den stängeligen Leguminosen gelingt, sollten mindestens 8 Lagen einer DLG-geprüften Folie mit einer 50%-igen Überlappung verwendet werden. Kleinste Löcher gefährden die Qualität des kompletten Ballens. Das Wickeln der Ballen sollte am besten unmittelbar nach dem Pressen erfolgen. Positiv ist das Wickeln direkt am Lagerort bzw. ein schonender Transport sofort nach dem Wickeln. Sonst sollten die Ballen erst am nächsten Tag bewegt werden. Die Ballen sind stirnseitig auf einem festen Untergrund zu lagern. Jeder Ballen sollte gut zugänglich sein, damit die Folien regelmäßig kontrolliert und ggfs. ausgebessert werden können.



Gezielter Siliermitteleinsatz zur Verbesserung der Gärqualität

Aufgrund der ungünstigen Siliereignung proteinreicher Futteraufwüchse kann der Zusatz von Siliermitteln die Gärqualität der Silage verbessern und den Proteinabbau mindern. Siliermittel können jedoch keine groben Mängel im Siliermanagement ausgleichen und so sind die oben aufgeführten Siliergrundsätze dennoch zu beachten. Empfehlenswert ist der Einsatz von Siliermitteln mit dem DLG-Gütezeichen. Es wird nach unabhängigen Versuchen für die beantragte Wirkungsrichtung(en) (WR) vergeben, wenn dabei die Wirkungssicherheit festgestellt wurde. In regelmäßigen Abständen erfolgt eine Nachprüfung. An dieser Stelle wird aufgrund der ungünstigen Siliereignung von proteinreichen Beständen nur auf den möglichen Siliermitteleinsatz bei

schwer silierbarem Futter (viel Protein bzw. Rohasche und wenig Zucker, ggfs. nass) eingegangen. Dies umfasst die DLG-WR 1 oder WR 5. Grundsätzlich können chemische (Siliersäuren, Siliersalze, Neutralsalze) oder biologische Mittel (homofermentative Milchsäurebakterien (MSBhomo)) bzw. Kombinationen eingesetzt werden. Chemische Silierzusätze sind bei Biobetrieben i.d.R. nicht zugelassen, jedoch ist bei einigen Verbänden auf Antrag eine Ausnahmegenehmigung möglich. Die Herstellerangaben bezüglich Anwendungsgebiet, Dosierung, Lagerung usw. sind genau einzuhalten, da sonst der Erfolg der Maßnahme grundsätzlich in Frage gestellt wird.

Die DLG WR 1 bezieht sich auf Mittel, die zur Verbesserung der Vergärung beitragen (Tabelle 8). Je nach Silierbedingungen und TM-Gehalt sind unterschiedliche Silierzusätze als Spezialiten für die Situation auszuwählen. Die gezielte Verhinderung der Vermehrung von Clostridien ist das Einsatzgebiet der DLG WR 5.

Chemische Mittel zur Verbesserung der Vergärung bewirken entweder direkt die schnelle pH-Wert-Absenkung oder sie unterdrücken gezielt die Entwicklung von Gär-schädlingen (z.B. Clostridien). In Frage kommen v.a. Siliermittel auf der Basis von Ameisensäuren (bzw. Formiat (dem Salz der Ameisensäure), Hexamethylentetramin (HMT), Nitrit, Sulfat oder Bisulfit. Neutralsalze sollten nur dann eingesetzt werden, wenn genügend Zucker im Siliergut vorhanden ist, damit ebenfalls die gewünschte Milchsäuregärung stattfinden kann. Beim Einsatz eines chemischen Mittels ist grundsätzlich zu beachten, dass die Aufwandmenge mit der zunehmenden Feuchte des Siliergutes ansteigt. Die Herstellerangaben sind zwingend zu beachten.

Tabelle 8: Auswahl der Siliermittelgruppen nach dem DLG-Gütezeichen für die WR 1 und 5

DLG-WR	Anwendungsbereich	TM-Gehalt	Erläuterungen
1 a	Verbesserung der Vergärung von schwer silierbarem Futter	Herstellerangaben	- hoher Leguminosenanteil - hoher Schmutzgehalt - geringer Zuckergehalt - Nasssilagen
1 b	Verbesserung der Vergärung von mittelschwer bis leicht silierbarem Futter im unteren Trockenmassebereich	< 35 % TM	- hoher Grasanteil - geringer Schmutzgehalt - Nasses Siliergut - ausreichender Zuckergehalt
1 c	Verbesserung der Vergärung von mittelschwer bis leicht silierbarem Futter im oberen Trockenmassebereich	> 35 % TM	- hoher Grasanteil - geringer Schmutzgehalt - ausreichender Zuckergehalt
5	Verhinderung der Vermehrung von Clostridien	Herstellerangaben	- hoher Schmutzgehalt - geringer Zuckergehalt - Nasssilagen

Zur Verbesserung der Vergärung können ebenfalls Milchsäurebakterien eingesetzt werden. In dem Fall handelt es sich um homofermentative Milchsäurebakterien (MSBhomo), die durch die effiziente Umwandlung von Zucker zu Milchsäure eine rasche pH-Wert-Absenkung bewirken. In der Regel ist dies mit geringeren Gärverlusten und einem verringerten Proteinabbau verbunden. Da durch den Zusatz von MSBhomo meistens geringere Essigsäuregehalte in der Silage vorliegen steigt das Nacherwärmungsrisiko an. Grundsätzlich muss daher bei dem Einsatz von MSBhomo eine sehr gute Verdichtung erfolgen und der Vorschub (über 1,5 m/Woche im Winter und über 2,5 m/Woche im Sommer) stimmen. Herstellerspezifisch bestehen MSB aus verschiedenen Stämmen, die bei unterschiedlichen TM-Gehalten ihre optimale Tätigkeit entfalten. Es sind Mittel zu bevorzugen, die einen größeren Einsatzbereich über eine höhere Osmotoleranz sicher abdecken.

MSB sind auf Zucker als Gärsubstrat zwingend angewiesen. Deshalb ist bei leguminosenreichen Beständen der Zusatz von Melasse sinnvoll (siehe „Ohne Zucker keine Gärung“). Biobetriebe müssen bei ihrem Verband nachfragen, wie der Einsatz von Melasse geregelt ist. Aus den oben genannten Gründen beschränkt sich der sinnvolle Einsatz von MSB auf einen TM-Gehalt von ca. 30 bis 40 %.

Bei den Kombi-Produkten kommen grundsätzlich MSB plus chemische Komponente oder MSBhomo plus MSBhetero in Betracht. Voraussetzung wäre ggfs. bei Zuckermangel wieder der Melassezusatz. Bei den Kombiprodukten MSB plus chemische Komponente sind einige technische Besonderheiten zu beachten. Bei der gleichzeitigen Anwendung in einer Mischung sind das Mischungsverhältnis sowie die Verbrauchsfrist der fertigen Mischung peinlichst genau nach Herstellerangaben durchzuführen. Werden die Mittel getrennt ausgebracht, so ist stets das chemische Mittel zuerst auszubringen, um die Lebensfähigkeit der MSB zu erhalten. Auch hier sollte der TM-Bereich von 30-40% eingehalten werden. Die Kombination der beiden MSB-Gruppen homo plus hetero verbinden einerseits die Vorteile einer schnellen Ansäuerung mit einem besseren Schutz gegen Nacherwärmung. Andererseits ist beim Einsatz von MSBhetero in der Regel mit etwas höheren Gärverlusten zu rechnen. MSBhetero bewirken einen höheren Essigsäuregehalt. Dieser unterdrückt die Hefen, die die Nacherwärmung auslösen. Die so verringerten Verluste bei der Entnahme gleichen die Verluste insgesamt i.d.R. wieder aus. MSBhetero bilden die gewünschte Essigsäure erst später im Gärverlauf, daher ist das Silo mindestens 8-10 Wochen geschlossen zu lassen. Sinnvoll ist die Kombination v.a. dann, wenn aufgrund eines höheren TM-Gehaltes die Verdichtung erschwert ist und der gewünschte Vorschub nicht erreicht werden kann.

In einem Aulendorfer Versuch wurden 5 verschiedene Siliermittelstrategien bei Rotklee, Luzerne und Klee gras mit ca. 40 % TM mit einer unbehandelten Kontrolle verglichen (Nußbaum, 2007). Im Vergleich zu der unbehandelten Kontrolle wies die chemische Variante die geringsten TM-Verluste auf und erzielte eine um 0,2 MJ NEL/kg TM höhere Energiekonzentration. In Folge der chemischen Ansäuerung verlief die

Milchsäuregärung verhaltener. Dies äußerte sich in geringeren Milchsäuregehalten, höheren Restzuckergehalten und dem geringsten Alkohol- und Essigsäuregehalt. Die Behandlung mit 30 kg Melasse/t Futter lieferte das notwendige Substrat für eine gelungene Milchsäuregärung und senkte den pH-Wert um 0,3 Einheiten ab. So wurde ebenfalls eine um 0,2 MJ NEL/kg TM höhere Energiekonzentration erreicht. Die Gehalte an Essigsäure, Alkohol und Restzucker unterschieden sich nicht signifikant von der Kontrolle. Auch der Zusatz mit MSBhomo führte zu einem um 0,3 Einheiten geringeren pH-Wert, etwas geringeren TM-Verlusten und weniger Alkohol. Es zeigten sich jedoch keine positiven Auswirkungen auf den Energiegehalt. Der deutlich verringerte Restzuckergehalt und der Vergleich mit der Behandlung Melasse + MSBhomo lassen den Schluss zu, dass hier ein Substratmangel für die MSB vorlag. So zeigte sich die Kombination Melasse + MSBhomo mit dem niedrigsten pH-Wert (0,6 Einheiten geringer), den höchsten Milchsäuregehalten und einem Plus von 0,2 MJ NEL/kg TM im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle. Niedrige TM-Verluste sowie weniger Essigsäure, Alkohol zeigen eine gute Vergärung des Futters auf. Auch die Kombination MSB+chemisch wies zu wenig vergärbaren Zucker für die MSB auf, so dass sich die Silagen kaum von der Kontrolle unterschied.

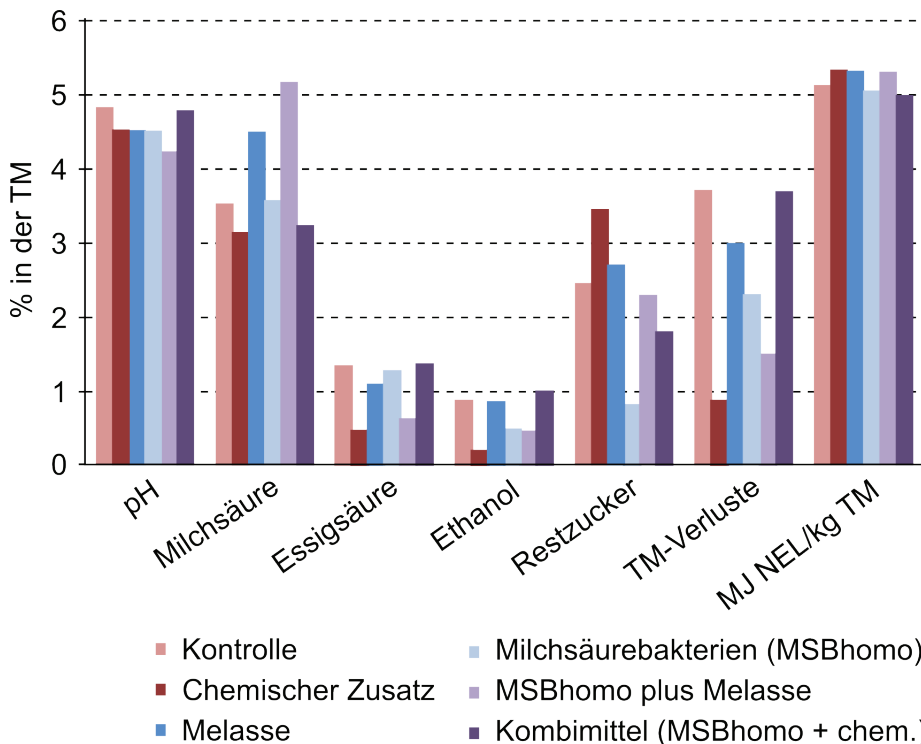


Abbildung 17: Effekte unterschiedlicher Siliermittelstrategien auf die Energiekonzentration und Gärqualität von leguminosenreichen Silagen (Nußbaum, 2007)

Nacherwärmung vermeiden

Die durch die Hefen hervorgerufene Nacherwärmung kostet Energie und vermindert erheblich die Eiweißqualität und -menge. Auch die Futteraufnahme geht zurück. Neben einer guten Verdichtung durch eine an die TM angepasste Häcksellänge, dünne Ausbringungsschichten, angemessenes Walzgewicht, sorgfältige Überfahrten, rasche und dichte Abdeckung spielen die ausreichende Gärdauer (8 – 10 Wochen) und ein angemessener Vorschub eine große Rolle zur Vermeidung einer Nacherwärmung. Grundsätzlich ist eine an den Viehbestand angepasste Dimensionierung der Silos einzuhalten. Sonst ist die Füllhöhe im Silo entsprechend anzupassen.

5.3.2. Heubereitung

Heu wird durch Wasserentzug (TM-Gehalt > 86 %) lagerfähig. Schimmel und eine Erwärmung bis zur Selbstentzündung drohen bei feuchterer Lagerung. Bei Bodentrocknung ist eine Schönwetterperiode von 3-5 Tagen notwendig. Ziel ist es durch eine schnelle Trocknung die Atmungsverluste zu minimieren. Aufgrund der Trocknung ergeben sich höhere UDP- und geringere RNB-Gehalte (Tabelle 9).



Ab 40 % TM ist während der Feldtrocknungsperiode mit zunehmenden Bröckelverlusten zu rechnen. Leguminosen sind daher nur durch eine sehr schonende Bearbeitung als Heu zu konservieren. Mit Hilfe einer Unterdach- oder Heißlufttrocknung lassen sich normalerweise deutlich höhere Proteingehalte und -qualitäten erhalten. Grundsätzlich gilt es beim Zetten durch eine angepasste Fahrweise (max. 6-8 km/h) das Futter schonend zu bearbeiten. Beim ersten Zetten kann mit einer Zapfwellendrehzahl von rund 500 U/min gefahren werden, bei der 2. Überfahrt sind nur noch 380-420 U/min und beim 3. Durchgang 340-400 U/min einzuhalten. Je grobstängeliger das Futter ist, desto eher macht der Einsatz eines Mähaufbereiters Sinn. Bei einer Unterdachheubelüftungsanlage kann das Futter i.d.R. mit 60 – 65 % TM eingefahren werden.

Bei der Herstellung von Grünmehl entstehen mit 5% die geringsten Konservierungsverluste. Diese Grascobs zeichnen sich besonders durch hohe Gehalte an Beta-Ca-

rotin und einen UDP-Anteil von 40 % aus. Eingesetzt als Krafffutter verringern sie den Einsatz von auf Ackerflächen erzeugten Eiweißfuttermitteln (z. B. Soja) in der Milchviehfütterung. Nachteilig sind die hohen Herstellungs- bzw. Trocknungskosten und die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf die CO₂-Bilanz.

Tabelle 9: Vergleich der Energiegehalte und Eiweißparameter im Grünfutter zu verschiedenen Konservierungsverfahren (DLG Futterwerttabelle, 1997)

Futtermittel	XP g/kg TM	NEL MJ/kg TM	UDP %	nXP g/kg TM	RNB g/kg TM
Grünfutter					
Grünland (4 Nutzungen) grasreich, 1. Aufwuchs, volles Ähren-/ Rispschieben	207	6,58	15	151	+9
Luzerne 1. Aufwuchs, in der Knospe	219	5,82	15	141	+12
Rotklee 1. Aufwuchs, in der Knospe	193	6,44	20	152	+7
Silage					
Grünland (4 Nutzungen) grasreich, 1. Aufwuchs, volles Ähren-/ Rispschieben	167	5,92	15	134	+5
Luzerne 1. Aufwuchs, in der Knospe	207	5,43	15	132	+12
Rotklee 1. Aufwuchs, in der Knospe	182	6,03	20	142	+6
Heu					
Grünland (4 Nutzungen) grasreich, 1. Aufwuchs, volles Ähren-/ Rispschieben	126	6,05	20	136	0
Luzerne 1. Aufwuchs, in der Knospe	192	5,18	25	141	+8
Rotklee 1. Aufwuchs, in der Knospe	157	5,51	25	137	+3
Trockengrün					
Grasgrünmehl	197	6,44	40	177	+3
Kleegrünmehl	209	6,18	40	179	+5
Luzernegrünmehl	218	5,67	45	184	+5

6 ÖKONOMISCHE BETRACHTUNG

Die Kosten der Futtererzeugung und der Futterbereitstellung nehmen bei der ökonomischen Betrachtung der Rinderhaltung einen sehr großen Anteil ein. Vielfach wird auf den besonderen Wert einer möglichst hohen Grundfutterleistung hingewiesen. Zudem kommt in dieser Beziehung der heimischen Eiweißerzeugung eine besondere Bedeutung zu. Gerade die Produktion von Klee gras-Feldfutter ist aufgrund hoher Trockenmasseerträge bei gleichzeitig sehr hohen Eiweißerträgen bedeutsam. Silomais weist zwar hohe Trockenmasseerträge auf, rangiert aber hinsichtlich der Eiweißerzeugung noch hinter intensiv genutztem Grünland (Abbildung 18).

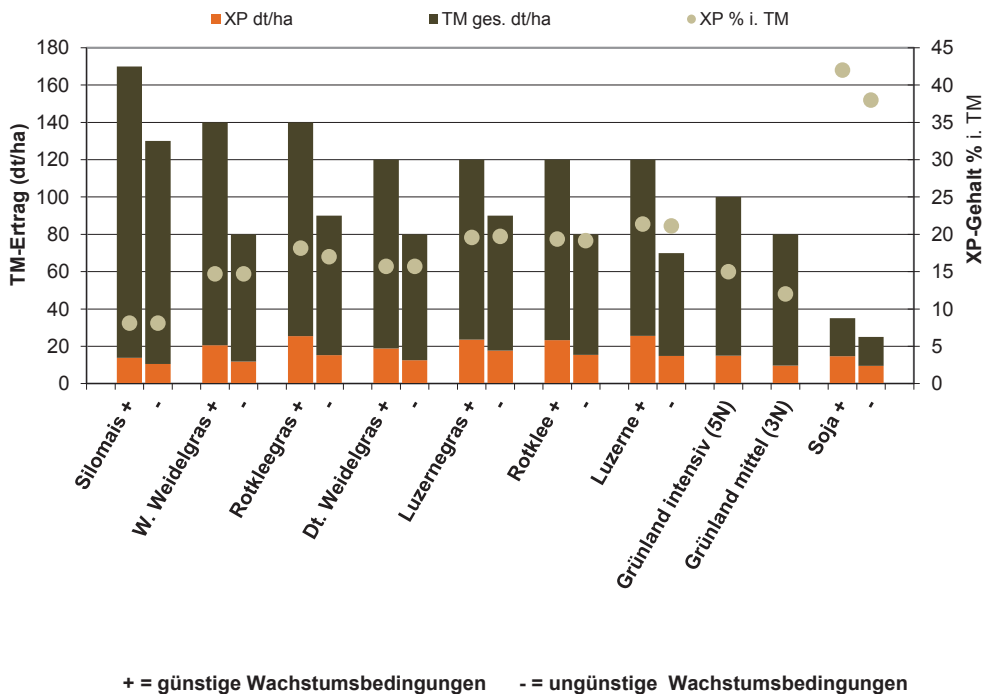


Abbildung 18: Trockenmasse- und Rohproteinträge sowie Rohproteingehalte unterschiedlicher Feldfutterkulturen und von Grünland (Wurth, 2014)

Auch dem Proteingehalt im Futter kommt nicht nur aus tierphysiologischen Gründen, sondern auch ökonomisch eine entscheidende Bedeutung zu. So weist Over (2016) nach, dass bereits bei Erhöhung des Rohproteingehaltes in Grassilage um 1% ein Gesamtkostenvorteil, je nach Sojapreis, zwischen 43.- und 67.- Euro je Hektar entsteht.

Bewertung des Eiweißgehaltes im Grundfutter (Over 2016)

Annahmen:

- Plus 1% Rohprotein (RP) in Grassilage = plus 1 kg RP je dt TM Ertrag
- Bei 100 dt TM/ha je Jahr sind das 100 kg RP
- 100 kg RP entspricht bei 45% RP in Soja = 222 kg Soja

	Sojapreis	
	35.- €/dt	50.- €/dt
222 kg Soja	77.- €/dt	111.- €/dt
- Mehrbedarf Getreide für Ersatz der Energie in Soja: ca. 200 kg x 17.- €/dt	- 34.- €/ha	-34.- €/ha
Saldo + 1% Rohprotein im Grundfutter	43.- €/ha	67.- €/ha

Werden Stückkosten bei der Futtererzeugung unterschiedlicher eiweißreicher Feldfutter im Vergleich zu Silomais bewertet, so lässt sich schnell feststellen, dass Silomais zwar ein recht günstiges Grundfutter ist, das aber bei Berücksichtigung des geringen Eiweißgehaltes und des dann notwendigen Proteinausgleichs über Soja seine relative Vorzüglichkeit verliert (Tabelle 10).

Tabelle 10: Bewertung der Stückkosten von Feldfutter ohne und mit Berücksichtigung des Eiweißanteils bei günstigen Wachstumsbedingungen (Wurth, 2014)

	Silomais	Welsches-Weidelgras	Rotklee-gras	Luzerne-gras
€/dt TM ohne Kostenvorteil	15,01	16,50	14,90	17,62
dt TM; Soja 30 €/dt	15,01	15,13	12,51	15,24
dt TM; Soja 40 €/dt	15,01	14,58	11,56	14,29
dt TM; Soja 50 €/dt	15,01	13,37	9,43	12,17
€ je 10 MJ NEL ohne Kostenvorteil	0,22	0,27	0,24	0,30
10 MJ NEL; Soja 30 €/dt	0,22	0,25	0,20	0,26
10 MJ NEL; Soja 40 €/dt	0,22	0,24	0,19	0,24
10 MJ NEL; Soja 50 €/dt	0,22	0,22	0,15	0,21

Kalkulationsdaten Futterbau 3.8.2014; Energieausgleich mit Futtergerste 22,50 bzw. 17,50 €/dt

7 FAZIT

Eiweiß von Grünland und Feldfutter produzieren lohnt sich. Als Möglichkeiten ergeben sich mehr Stickstoff zu düngen, früher zu schneiden oder gezielt Leguminosen im Bestand durch Ansaat oder Nachsaat in Verbindung mit geeigneter Bewirtschaftung zu fördern. Letzteres ist insbesondere hinsichtlich einer verbesserten Stickstoffeffizienz sinnvoll. Denn bei gleichem Aufwand lassen sich höhere Eiweißgehalte erzielen und auch konservieren – nutzen Sie also die Möglichkeiten, die sich auf Ihren eigenen Flächen zur Eiweißproduktion bieten.



[2]

8 LITERATUR

- BEEVER, D.E., OFFER, N. & M. GILL (2000): The feeding value of grass and grass products. In: A. Hopkins (Ed.) Grass, its production and utilization, Blackwell Science, Oxford, 440 pp
- BUCHGRABER, K. (2012): Grünland als Proteinquelle besser nutzen. Der Fortschrittliche Landwirt, 10, 30-31.
- DLG-FUTTERWERTTABELLE (1997): 7. Auflage. DLG-Verlag, Frankfurt.
- ELSÄSSER, M. (2012): Eigene Berechnungen. LAZBW Aulendorf.
- ELSÄSSER, M. (2013): Erfolgreiche Nachsaat mit geeigneter Technik. Milchpraxis, 1, 44-49
- ELSÄSSER, M. & ENGEL, S. (2013): Mehr Eiweiß ins Futter. BW Agrar, GL-Magazin, 2, 4-6.
- ELSÄSSER, M. (2014): Stickstoff steuert den Bestand. BW Agrar, GL-Magazin, 2, 10-12
- ELSÄSSER, M., ENGEL, S., BREUNIG, J. & THUMM, U. (2014): Eiweißreiches Grundfutter mit Grünland erzeugen. Milchpraxis, Spezial, 5-8.
- ENGEL, S., ELSÄSSER M. & THUMM U. (2013): Protein vom Grünland – Potentiale nutzen. Landinfo 1, 9-14.
- HEISSENHUBER, A., SCHÄTZL, R. & B. STOCKINGER (2011): Ökonomische und ökologische Konsequenzen der derzeitigen Praxis der Entsorgung und Verwertung von Schlachtnebenprodukten. Technische Universität München.
- HERRMANN, A., TECHOW, A., KLUSS, C., TAUBE, F., BERENDONK, C., DIEPOLDER, M., ELSÄSSER, M., GREINER, B. & R. NEFF (2014): Mehr Eiweiß vom Grünland. DLG-Mitteilungen, 4, 76-79
- JÄNICKE, H., (2011): Grobfutter- und Substraterzeugung. In: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. 8. Auflage. DLG-Verlag, Frankfurt.
- JUNG, R. (2003): Stickstoff-Fixierleistung von Luzerne (*Medicago sativa* L.), Rotklee (*Trifolium pratense* L.); und Persischem Klee (*Trifolium resupinatum* L.); in Reinsaat und Gemenge mit Poaceen. Dissertation. Georg-August-Universität Göttingen.
- LÜSCHER A., MUELLER-HARVEY I., SOUSANA J.F., REES R.M. & J.L. PEYRAUD (2014): Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: A review. Grass and Forage Science 69, 206-228.

- NULTSCH, W. (1996): Allgemeine Botanik. 10. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- NUSSBAUM, H. (2001): Sechs Klassen geben Auskunft über die Qualität der Silage. Schwäbischer Bauer 16, 20-23.
- NUSSBAUM, H. (2003): Silierung von Luzerne unterschiedlichen TS-Gehaltes mit und ohne den Einsatz von Impfkulturen. Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Braunschweig, 63-66.
- NUSSBAUM, H. (2007): Klee und Klee gras erfolgreich silieren. Topagrar 5, 66-70.
- NYFELE, D., HUGUENIN-ELIE, O., SUTER, M., FROSSARD, E., CONNOLLY, J. & LÜSCHER, A. (2009): Strong mixture effects among four species in fertilized agriculture grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. Journal of Applied Ecology 46, 683-691.
- OVER, R. (2016): Ökonomische Aspekte der Milchviehhaltung. Vortrag Landesarbeitskreis Fütterung Baden-Württemberg, Reute, 30.11.2016
- PEYRAUD, J.L. AND A. PEETERS (2016): The role of grassland based production systems in the protein security. Grassland Science in Europe, 21, 29-43.
- SCHMIDTKE, K. (2011): Was macht die Körnerleguminosen für die Fruchtfolge so interessant? 1. Körnerleguminosentag Haus Düsse.
- SCHULZE, J. (2013): Vorlesungsskript Prof. Dr. Schulze. Georg-August-Universität Göttingen.
- STOCKINGER, B. & R. SCHÄTZL (2012): Strategien zur Erhöhung des Anteils von heimischen Eiweißfuttermitteln in der deutschen Nutztierfütterung. LFL: http://www.gil-net.de/Publikationen/24_291.pdf (25.10.2016).
- WURTH, W. (2006): Den Klee grasanbau neu überdenken. BBZ, 30, 24-25.
- WURTH (2014): Eigene Berechnungen. LAZBW Aulendorf.



L A Z  B W



Baden-Württemberg