

## **Rohnährstoffgehalte und Proteinqualität in Rotklee und Luzerne (frisch und siliert) in Abhängigkeit von der Anwelkdauer**

Baumgärtel, T.

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)

Naumburger Straße 98, 07743 Jena

[tina.baumgaertel@tll.thueringen.de](mailto:tina.baumgaertel@tll.thueringen.de)

### **Einleitung und Problemstellung**

Aufgrund von Greening sowie der Förderung von artenreichen Fruchtfolgen mit 10 % Leguminosenanteil im Rahmen des KULAP 2014 hat sich der Anbau von kleinkörnigen Leguminosen in Thüringen deutlich erhöht. So wurden im Jahr 2016 auf 17.900 ha kleinkörnige Leguminosen und deren Grasgemenge angebaut (TLS 2016).

Luzerne und Rotklee stellen in Reinbeständen bzw. in Gemenge mit Gras wichtige Fruchtfolgeglieder in Futterbaubetrieben dar. Ihre positiven Wirkungen auf Bodenfruchtbarkeit und Bodenstruktur sind gemeinhin bekannt. Kleinkörnige Leguminosen leisten zudem einen Beitrag zur Proteinversorgung der Wiederkäuer über das Grundfutter, dem im Zuge der Bestrebungen zur Erhöhung des Anteils einheimischer Proteinträger auch eine gewisse Bedeutung beigemessen wird.

In Reinbeständen stellen vor allem Luzerne aber auch Rotklee jedoch hohe Anforderungen an die Silagebereitung, da beide Leguminosen aufgrund des geringen Zuckergehaltes in Verbindung mit hohen Protein- und Rohaschegehalten als schwer silierbar gelten und ein hohes Risiko für Fehlgärungen bergen.

Ziel der Untersuchung war es zum einen, die Entwicklung der Gehalte an Rohnährstoffen (Rohasche, Rohprotein, Rohfaser, Gesamtzucker) sowie ausgewählter Kennzahlen der Proteinqualität (Proteinfraktionen, Reinprotein, Proteinlöslichkeit, UDP) in frischem Erntematerial bei zunehmendem Anwelkgrad darzustellen. Des Weiteren sollte der Effekt unterschiedlicher Anwelkdauer auf Nährstoffgehalt, Gärparameter und Proteinkennzahlen von Luzerne- bzw. Rotkleesilagen untersucht werden.

### **Material und Methoden**

Vom 2. Aufwuchs wurden in Praxisschlägen eines Luzernebestands (Sorte: Europe) und eines Rotkleebestands (Sorte: Rozeta) am Erntetag (06.07.2016) Proben geschnitten und für unterschiedliche Zeiten im Trockenschrank bei 25 °C angewelkt. Folgende Anwelkgrade wurden erreicht: frisch=2 h; 11 h; 22 h; 31 h; 52 h. Im frischen sowie unterschiedlich angewelkten Material erfolgte die Analyse der Rohnährstoffe Rohasche (XA), Rohprotein (XP), Rohfaser (XF) und Gesamtzucker (XZ) nach VDLUFA-Standardmethoden im hauseigenen Labor sowie der Rohproteinfraktionen (LKS-GmbH Lichtenwalde). Das Rohprotein setzt sich zusammen aus der Fraktionen A (Nichtprotein-Stickstoff), der schnell abbaubaren Fraktion B1 (pufferlösliches Reinprotein), der variabel abbaubaren Fraktion B2 (pufferunlösliches Reinprotein), der langsam abbaubaren Fraktion B3 (zellwandgebundenes, lösliches Reinprotein) sowie der unverdaulichen Fraktion C (zellwandgebundenes, unlösliches Reinprotein). Aus der Summe der Proteinfraktionen B1, B2, B3 und C wurde der Reinproteinanteil am Rohprotein berechnet, die Summe der Fraktionen A und B1 ergaben die prozentuale Proteinlöslichkeit. Da für Rotklee und Luzerne jeweils Mischproben analysiert wurden, erfolgte keine statistische Auswertung.

Weiterhin wurden von Rotklee und Luzerne in zwei Anwelkstufen (30 h und 53 h im Freien) Modellsilagen in 1-L-Weckgläsern angefertigt (alle Varianten ohne Siliermittel), in denen nach 90 Tagen ebenfalls eine Bestimmung der Rohnährstoffgehalte, Proteinqualitätskennzahlen und Gärqualitätsparameter erfolgte. Die statistische Auswertung (Mittelwertvergleich) der unterschiedlichen Anwelkgrade innerhalb der Silagen wurde mit dem Tukey-HSD-Test mit einer Signifikanzschwelle von  $p \leq 0,05$  im Programm Statistica für Windows 9.0 vorgenommen.

## Ergebnisse und Diskussion

Zum Schnittzeitpunkt befand sich sowohl die Luzerne als auch der Rotklee im Stadium zwischen Knospenbildung und Blühbeginn. Es zeigte sich, dass bei etwa vergleichbarem Trockenmasse (TM)-Gehalt des Ausgangsmaterials Luzerne deutlich schneller trocknete als Rotklee (Abbildung 1). Nach 52 h Anwelkzeit wies Luzerne bereits einen TM-Gehalt von 81,3 % auf, während Rotklee lediglich 44,4 % TM erreichte. Möglicherweise waren die Stängel bei der Luzerne zum Schnittzeitpunkt bereits deutlich trockener als beim Rotklee.

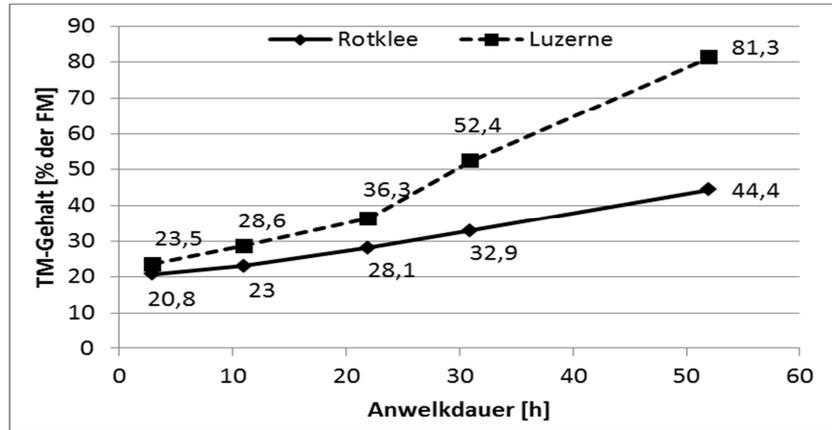


Abbildung 1: Entwicklung der Trockenmassegehalte von Rotklee und Luzerne in Abhängigkeit von der Anwelkdauer

Die Rohnährstoffgehalte blieben während der gesamten Anwelkdauer relativ konstant, wie Abbildung 2 zeigt. Es fand lediglich ein leichter Zuckerabbau statt, während die Rohproteingehalte insgesamt geringfügig anstiegen. Die Rohfasergehalte veränderten sich beim Rotklee während des Anwelkens kaum, während die Rohfasergehalte in der Luzerne größeren Schwankungen unterlagen und sich nach 52 h auf 27,3 % der TM einpegelten. Insgesamt wies Luzerne im vergleichbaren Entwicklungsstadium höhere Rohprotein- und Rohfasergehalte auf als Rotklee, während Rotklee im Zuckergehalt überlegen war.

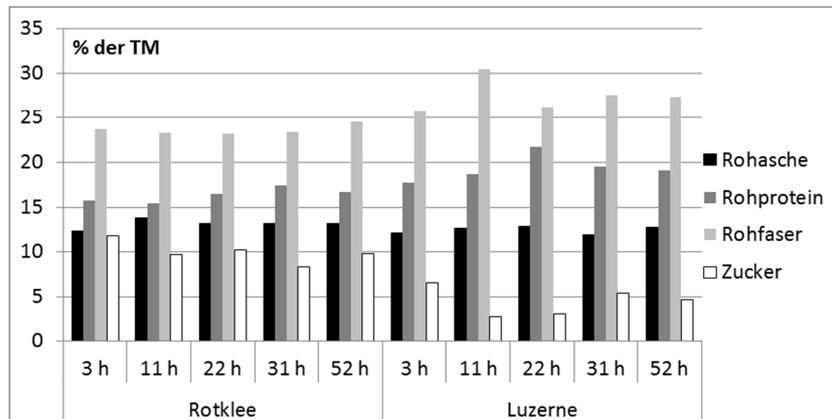


Abbildung 2: Rohnährstoffgehalte von Rotklee und Luzerne zu unterschiedlichen Anwelkzeiten

Der Anteil des Reinproteins am Gesamtprotein (Daten nicht gezeigt) lag im Rotklee zu Beginn des Anwelkens mit 96,5 % deutlich höher als in der Luzerne (85,9 %). In beiden Leguminosen war im Verlauf des Anwelkens aufgrund der Aktivität pflanzeeigener Proteasen ein leichter Rückgang der Reinproteinanteile auf 86,8 bzw. 79,5 % festzustellen, wobei dieser Anteil dennoch als hoch einzuschätzen ist. Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, zeigten sich in den Silagen je nach Anwelkgrad erwartungsgemäß deutliche Unterschiede im TM-Gehalt, der bei 53 h Anwelkzeit bei Rotklee und Luzerne um 10 bzw. 18 %-Punkte höher lag. Als Faustzahlen für den Mindest-TM-Gehalt ( $TM_{\min}$ ) werden für Luzerne 40 und für Rotklee 35 % angegeben. Bereits bei 30 h Anwelkzeit wurden diese Werte weitgehend erreicht.

Die trockneren Silagen wiesen zudem deutlich höhere Restzuckergehalte auf. Bei der Luzernesilage kam es beim höheren Anwelkgrad zu einer Abnahme der Gehalte an Rohasche und Rohprotein. Die Energiegehalte waren von der Anwelkdauer nicht beeinflusst.

Tabelle 1: Rohnährstoffgehalte, Gärparameter und Proteinkennzahlen in Modellsilagen von Rotklee und Luzerne aus 30 h bzw. 53 h angewelktem Material (MW  $\pm$  s)

Parameter	Anwelkzeit	Luzernesilage			Rotkleeilage		
		30 h (n=5)	53 h (n=3)	p-Wert	30 h (n=5)	53 h (n=4)	p-Wert
<b>Rohnährstoffe und Energie</b>							
Trockensubstanz	% der FM	40,6 $\pm$ 0,52	58,9 $\pm$ 0,90	<0,001	34,2 $\pm$ 0,80	44,3 $\pm$ 0,26	<0,001
Rohasche		8,40 $\pm$ 0,07	7,95 $\pm$ 0,08	<0,001	9,29 $\pm$ 0,10	9,21 $\pm$ 0,09	0,336
Rohprotein	% der TM	18,6 $\pm$ 0,19	18,2 $\pm$ 0,08	0,037	17,3 $\pm$ 0,29	17,0 $\pm$ 0,40	0,302
Rohfaser		33,9 $\pm$ 0,48	34,8 $\pm$ 0,33	0,086	25,9 $\pm$ 0,57	25,3 $\pm$ 0,47	0,180
Gesamtzucker		1,94 $\pm$ 0,62	5,25 $\pm$ 0,09	<0,001	1,50 $\pm$ 0,90	8,75 $\pm$ 0,29	<0,001
ME	MJ/kg TM	8,73 $\pm$ 0,05	8,69 $\pm$ 0,04	0,419	9,54 $\pm$ 0,08	9,63 $\pm$ 0,07	0,180
NEL		5,03 $\pm$ 0,04	5,00 $\pm$ 0,03	0,438	5,63 $\pm$ 0,06	5,69 $\pm$ 0,05	0,151
<b>Gärparameter</b>							
pH		4,96 $\pm$ 0,10	5,70 $\pm$ 0	<0,001	4,96 $\pm$ 0,05	5,55 $\pm$ 0,05	<0,001
NH <sub>3</sub> -N	% am Gesamt-N	5,92 $\pm$ 1,13	1,86 $\pm$ 0,14	0,003	9,08 $\pm$ 1,07	3,69 $\pm$ 0,41	<0,001
Ethanol		4,27 $\pm$ 0,76	1,87 $\pm$ 0,05	0,006	9,50 $\pm$ 1,15	2,67 $\pm$ 0,28	<0,001
Milchsäure	g/kg TM	26,6 $\pm$ 0,84	n. n.		36,4 $\pm$ 1,05	4,11 $\pm$ 0,81	<0,001
Essigsäure + Propionsäure		11,2 $\pm$ 0,75	5,55 $\pm$ 0,40	<0,001	14,7 $\pm$ 0,94	8,83 $\pm$ 0,49	<0,001
Verdichtung	kg TM/m <sup>3</sup>	235 $\pm$ 4,42	210 $\pm$ 5,47		211 $\pm$ 3,95	203 $\pm$ 1,16	
<b>Proteinkennzahlen*</b>							
A		75,3	68,5		61,3	61	
B1		0,9	1,2		1,5	2,7	
B2		18,4	25,6		24,9	23,6	
B3	% des XP	1,4	2,3		7,2	7,1	
C		4	2,4		5,2	5,6	
Proteinlöslichkeit		76,2	69,7		62,8	63,7	
Reinprotein		24,7	31,5		38,8	39,0	
UDP5		7	10		17	19	

\*die Fraktionierung des Rohproteins erfolgte in Mischproben, daher keine statistische Auswertung möglich

In den Gärparametern zeigten sich deutliche Unterschiede. Bei 53 h Anwelkzeit wiesen die Silagen höhere pH-Werte auf, die oberhalb des so genannten „kritischen pH-Wertes“ von 4,8 (für > 45 % TM) lagen. Auch bei einer Anwelkzeit von 30 h wurde der „kritische pH-Wert“ von maximal 4,6 überschritten. Vergleichbare Beobachtungen für Luzerne (38,9 % TM) machte auch Nußbaum (2001). Die Milchsäuregehalte lagen bei 30 h Anwelkzeit aufgrund des Substratmangels vor allem in der Luzernesilage erwartungsgemäß auf geringem Niveau. Im Fall der Luzernesilage war bei Verwendung des stärker angewelkten Siliergutes keine Milchsäure nachweisbar. In der Rotkleeilage reduzierte sich der Milchsäuregehalt von 36,4 auf 4,1 g/kg TM.

Eine Silierung des Welkgutes hat nach 53 h Anwelkzeit demnach nicht bzw. in der Rotkleeilage nur in sehr begrenztem Umfang stattgefunden.

Ab einem TM-Gehalt von 50 % kann bei luftdichter Lagerung lediglich von einer Konservierung gesprochen werden (Heulage). Aufgrund der stark begrenzten bakteriellen Aktivität zeigten die Silagen bei einer Anwelkzeit von 53 h auch geringere Ammoniak-N-Anteile als die feuchteren Silagen, was lediglich auf einen geringen Proteinabbau schließen lässt. Ammoniak-N-Anteile von > 8 % am Gesamt-N deuten auf einen erhöhten Proteinabbau hin, wobei insbesondere Silagen unterhalb des empfohlenen Mindest-TM-Gehaltes betroffen sind. Ethanol als Abbauprodukt der alkoholischen Gärung durch Hefen kann bei starker Hefenaktivität im Zuge mangelnder aerober Stabilität Werte über 10 g/kg TM erreichen. Auch hier war eine signifikante Abnahme mit zunehmendem Anwelkgrad zu beobachten. Die Gehalte an Essigsäure und Propionsäure (letztere mit einer Konzentration von 0,2 g/kg TM) lagen für alle Silagen unterhalb der empfohlenen Obergrenze von 30 g/kg TM. Eine Essigsäuregärung hat demnach ebenfalls nur in begrenztem Maße stattgefunden. Buttersäure war in keiner der Silagen nachweisbar. Die Lagerdichten in den 30 h angewelkten Silagen lagen im von Honig (1987) empfohlenen Bereich. Nach 53-stündiger Anwelkzeit konnte das Siliergut hingegen nicht mehr ausreichend verdichtet werden.

Die Ergebnisse der Proteinfractionierung zeigen für die Luzernesilage mit zunehmendem Anwelkgrad eine leichte Verlagerung des Anteils der Fraktion A in die Fraktion B2, während die Proteinfractionen in der Rotkleeilage kaum von der Anwelkdauer beeinflusst wurden. Deutlich wird jedoch zwischen Luzerne- und Rotkleeilage der Unterschied in den Fraktionen A, B2 und B3, der sich in der Rotkleeilage in geringeren Proteinlöslichkeiten und höheren UDP5-Anteilen widerspiegelt. Diese Überlegenheit des Rotkleees im Hinblick auf die Qualität des Rohproteins gegenüber der Luzerne konnte auch in Gemengen mit Gras beobachtet werden (Baumgärtel 2016). Verantwortlich für die deutlich geringere Proteinlöslichkeit ist vermutlich ein Polyphenol-Oxidase-System im Rotklee, welches phenolische Verbindungen erzeugt, die wiederum die Proteolyse hemmen (Jones *et al.* 1995).

Die Reinproteinanteile der Silagen waren deutlich geringer als im frischen und angewelkten Erntegut. Dies deckt sich mit Aussagen von Richardt und Steinhöfel (2000), wonach der Reinproteinanteil im Kleegrass im Zuge der Silierung etwa halbiert wird. Der für Grassilagen von Eicken (2005) empfohlene Anteil an Reinprotein von mindestens 50 % wurde in keiner Silage erreicht. Möglicherweise sind die Orientierungswerte nur bedingt auf Silagen von kleinkörnigen Leguminosen übertragbar. Geringe Reinproteinanteile in Grassilagen werden im Zusammenhang mit gesundheitlichen Problemen von Milchkühen diskutiert.

### Schlussfolgerungen

Die Nährstoffgehalte und der Reineiweißanteil in Luzerne und Rotklee werden während des Anwelkens (bei günstigen Bedingungen) kaum beeinflusst. Zu beachten ist, dass Luzerne deutlich schneller trocknet als Rotklee. Nach 30-stündigem Anwelken waren die empfohlenen  $TM_{\min}$ -Gehalte sowohl in Luzerne als auch im Rotklee erreicht, wobei die Silagen eine gute Verdichtung und Gärqualität aufwiesen. Eine Anwelkdauer von 53 h ist für eine Silierung nicht zu empfehlen, da ab TM-Gehalten von > 50 % keine bzw. nur noch eine sehr begrenzte Milchsäuregärung stattfindet. In der Praxis sollte zudem auf einen Zusatz geeigneter Siliermittel nicht verzichtet werden.

### Literatur

- Baumgärtel, T. (2016): Untersuchungen zu Anbau, Ertragsleistung sowie Futterqualität kleinkörniger Leguminosen im Gemenge mit Gras in Thüringer Betrieben. *Versuchsbericht*, TLL-Eigenverlag, 15 S.
- Eicken, K. (2005): Mögliche gesundheitliche Probleme von Milchkühen bei Grassilage-betonten Rationen. *Nutztierpraxis*, 13, 13–16.
- Honig, H. (1987): Influence of forage type and consolidation on gas exchange and losses in silo. In: *Summary of papers*, 8<sup>th</sup> Silage Conference, Hurley (UK), 51–52.
- Jones, B.A., Muck, R.E. und Hatfield, R.D. (1995): Red clover extracts inhibit legume proteolysis. *J. Sci. Food Agric.* 67/3, 329–333.
- Nußbaum, H. (2001): Silierung von Luzerne unterschiedlichen TS-Gehaltes mit und ohne den Einsatz von Impfkulturen. *Versuchsbericht des Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf*. 4 Seiten.
- Richardt, W. und Steinhöfel, O. (2000): Untersuchungen zu Rohproteinfraktionen in Grundfuttermitteln. *VDLUFA-Schriftenreihe* 55/2000, Teil III, 9–15.
- Thüringer Landesamt für Statistik [TLS] (2016). *Statistischer Bericht – Bodennutzung in Thüringen 2016*.