

## Nachsaaterfolg und Persistenz von Leguminosen im Dauergrünland bei unterschiedlicher Nutzungs- und Düngeintensität

Meister, L.<sup>1</sup>, Thumm, U.<sup>2</sup> und Elsäßer, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW)

Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf

<sup>2</sup> Universität Hohenheim, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften

FG. Nachwachsende Rohstoffe (340)

[lisa.meister@lazbw.bwl.de](mailto:lisa.meister@lazbw.bwl.de)

### Einleitung und Problemstellung

In der EU werden ca. 70 % des Bedarfs an eiweißreichen Futtermitteln durch Importe in Form von Sojaprodukten aus Übersee – hauptsächlich Brasilien, Argentinien und den USA gedeckt. 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 und Schätzl 2012). 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 eine Möglichkeit diese Lücke zu schließen. Dazu kann das Potenzial und die Reserve von Dauergrünland genutzt werden, um die heimische Eiweißproduktion zu steigern. Forschungsaktivitäten im Rahmen der Eiweißinitiative Baden-Württemberg sollen klären, wie diese ungenutzten Reserven besser ausgenutzt werden können und wie weit eine Reduzierung der Eiweißlücke über eine Steigerung der Proteinerträge durch Leguminosennachsaat vom Dauergrünland möglich ist.

In viehhaltenden Betrieben ist die Steigerung der Eiweißerträge durch Leguminosen aufgrund der anfallenden und auf den Grünlandflächen auszubringenden wirtschaftseigenen Dünger jedoch nicht ohne weiteres möglich. Hohe N-Ausbringmengen hemmen bekanntlich die Etablierung von Leguminosen nachhaltig.

Deswegen wird untersucht, wie sich Leguminosen bei Nachsaat trotz Stickstoffdüngung verhalten, wie lange sich die nachgesäten Arten nach der Etablierung im Bestand halten können und welchen zusätzlichen Mehrertrag zur Düngung die Leguminosen auch bei einer Stickstoffgabe von 170 kg N/ha bringen können.

### Material und Methoden

Der Versuch wurde als teilweise randomisierte Blockanlage (Parzellengröße: 10m<sup>2</sup>) in drei Wiederholungen in einer intensiven Graslandregion in Baden-Württemberg (Oberschwaben: intensive Grünlandproduktion, 5 Schnitte) angelegt. Der mehrfaktorielle Versuch (Nachsaat, Düngungsintensität, Nutzungsintensität, Düngerart) wurde im Jahr 2014 mit folgenden Ausprägungen angelegt:

Tabelle 1: Übersicht über die Faktoren und die Ausprägungen der Faktoren

Faktor	Ausprägung
Nachsaat	<ul style="list-style-type: none"><li>• ohne Nachsaat</li><li>• Weißklee</li><li>• Rotklee</li></ul>
Nutzungsintensität	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3 Schnitte</li><li>• 5 Schnitte</li></ul>
Düngungsintensität	<ul style="list-style-type: none"><li>• ohne N-Düngung</li><li>• 35 % vom N-Bedarf</li><li>• 75 % vom N-Bedarf</li></ul>
Düngerart	<ul style="list-style-type: none"><li>• mineralisch</li><li>• organisch (Gülle)</li></ul>

Aufgrund der Versuchsanlage konnten nicht alle Kombinationen berücksichtigt werden. Bei der 3-maligen Nutzung fehlt die organische Stickstoffdüngung mit 35 % des Stickstoffbedarfes und bei der 5-maligen Nutzung mit 75 % des Stickstoffbedarfes musste die organische Düngung aufgrund der Versuchsanlage durch eine mineralische Düngung ergänzt werden.

Weißklee (*Trifolium repens*) und Rotklee (*Trifolium pratense*) wurden mit einer Saatstärke von 10 kg pro ha (Weißklee) bzw. 20 kg pro ha (Rotklee) ausgesät. Für den Weißklee wurden zu je 50 % die Sorten Merlyn (AF) und Riesling und für den Rotklee zu je 50 % die Sorten Merula (d) und Milvus (d) verwendet. Vor der Aussaat wurden Lücken mit einer starren Zinkenegge geschaffen. Mit einem Schwader wurden die losen Teile zusammengereicht und dann abgefahren. Die Nachsaat erfolgte mit einer Parzellendrillmaschine mit Doppelscheiben am 12.05.2014.

Die mineralische Düngung erfolgte parzellenscharf mit dem Düngefahrrad nach ausgebrachter Menge zum ersten bis zum dritten Aufwuchs. Für die Grunddüngung wurden nur Dünger verwendet, die für die ökologische Landwirtschaft zugelassen sind. Die Gülle wurde von der landwirtschaftlichen Lehr- und Versuchsanstalt des LAZBW zur Verfügung gestellt und zum ersten und zweiten Aufwuchs mit einem Güllefass und Schleppschlauchtechnik ausgebracht.

Um den Auflaufferfolg der nachgesäten Leguminosen zu ermitteln, wurde fünf Wochen nach der Nachsaat eine Auflaufbonitur mit einem vorgefertigten Bewertungsschema nach Engel *et al.* (2013) durchgeführt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Bewertungsschema der Auflaufbonitur nach Engel *et al.* (2013)

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

Ab dem Jahr nach der Nachsaat (2015) wurden jährlich vor dem ersten Schnitt die Pflanzenbestände nach Klapp/Stählin bestimmt und die Ertragsanteile jeder Art geschätzt. Zu jedem weiteren Aufwuchs wurden die Ertragsanteile von Gras, Kraut und Leguminosen parzellenscharf bestimmt. Mit dem Vollernter wurde zu jedem Schnitt eine Ertragsfeststellung durchgeführt. Gleichzeitig wurde von jeder Parzelle eine Teilprobe bei 60 °C und für mindestens 24 h getrocknet und gemahlen. Die Teilprobe diente der Bestimmung des Trockenmasse- und des Rohproteingehaltes. Die Bestimmung des Rohproteingehaltes wurde mittels NIRS durchgeführt.

Die Statistische Auswertung erfolgte mit Excel 2010 und R (Version 3.3.1, R Core Development Team 2008).

## Ergebnisse und Diskussion

### Auflaufbonitur

Die Leguminosenarten Weißklee und Rotklee liefen im Jahr 2014 gleich gut auf und unterscheiden sich innerhalb einer Düngevariation nicht voneinander (Abbildung 1). Je mehr gedüngt wurde, desto schlechter liefen beide Leguminosenarten auf. Wird auf eine Stickstoffgabe verzichtet, können Auflaufbonituren von 5 (sehr stark) beobachtet werden. Mit zunehmender Stickstoffmenge gehen die Auflaufferfolge bis auf Boniturnoten von 2 (gering) zurück. Bei einer Stickstoffgabe von 170 kg N/ha (min.) unterscheiden sich beide Leguminosenarten signifikant von den Varianten ohne Stickstoffdüngung. Der Effekt der Düngung scheint sich auf den Weißklee deutlicher auszuwirken als auf den Rotklee. So unterscheidet sich bei der 3-maligen Nutzung und einer Düngehöhe von 85 kg N/ha nur der Weißklee von der Variante ohne Stickstoffdüngung.

Der Grund könnte die unterschiedliche Wuchsform der Leguminosen sein. Die Stickstoffdüngung fördert vor allem die Gräser. Diese konkurrieren mit den Leguminosen und wirken sich vor allem auf den niedrig wachsenden Weißklee aus. Der Rotklee scheint konkurrenzkräftiger.

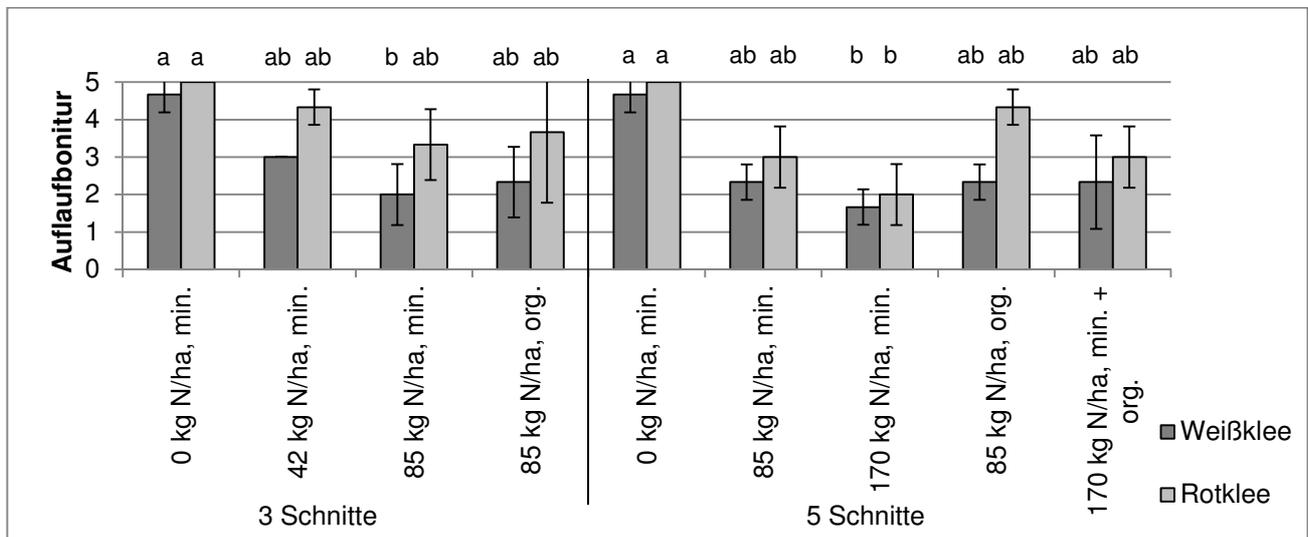


Abbildung 1: Durchschnittliche Auflaufboniturnote der nachgesäten Varianten über die Düngungsintensität bei 3 maliger (links) bzw. 5 maliger (rechts) Nutzung. Die Balken zeigen die Standardabweichung der Grundgesamtheit (n=3). Unterschiedliche Buchstaben über den Diagrammen zeigen statistische Unterschiede ( $p < 0,05$ ) zwischen den Düngungsintensitäten und Düngerarten bei einer Nutzungshäufigkeit

#### Ertragsanteile der Leguminosen

Der beobachtete Effekt der Stickstoffmenge auf die Auflaufbonitur setzt sich in den Anteilen der Leguminosen in den darauffolgenden Erntejahren fort (Abbildung 2).

Vor allem bei 5-maliger Nutzung ist zu beobachten, dass sich Leguminosen besser etablieren können, wenn auf eine Stickstoffgabe verzichtet wurde. So konnte der Weißklee in einigen Aufwüchsen in der ungedüngten Variante Anteile von bis zu 50 % und der Rotklee sogar 80–90 % entwickeln. Die höheren Ertragsanteile wurden in den späteren Aufwüchsen beobachtet. Wurde viel Stickstoff gedüngt, fielen die Ertragsanteile von Weißklee bei der 5-maligen Nutzung auf unter 20 % und die des Rotklee auf unter 60 %.

Die Ertragsanteile von Weißklee sind bei der 3-maligen Nutzung deutlich geringer als bei der 5-maligen Nutzung. In diesem Versuch lagen diese bei unter 20 % und in einigen Schnitten sogar unter 10 %, unabhängig von der Höhe der Stickstoffgabe. Dies liegt vermutlich an der geringen Wuchshöhe des Weißklee. Bei einer 3-maligen Nutzung können die Gräser höher wachsen, beschatten den Weißklee, und die Weißkleeanteile gehen zurück. Bei einer 3-maligen Nutzung scheint der Rotklee wesentlich weniger empfindlich auf die Höhe der Stickstoffgabe zu reagieren. Die Ertragsanteile liegen hier unabhängig von der Düngergabe bei durchschnittlich 70–80 %. Dabei ist zu beobachten, dass die Ertragsanteile über die Jahre leicht abnehmen.

Trotz einer 5-maligen Nutzung hält sich der Rotklee mit sehr hohen Ertragsanteilen im Bestand. Zu Beginn des dritten Erntejahres (2017) liegt er bei der ungedüngten Variante noch mit Anteilen von über 60 % vor.

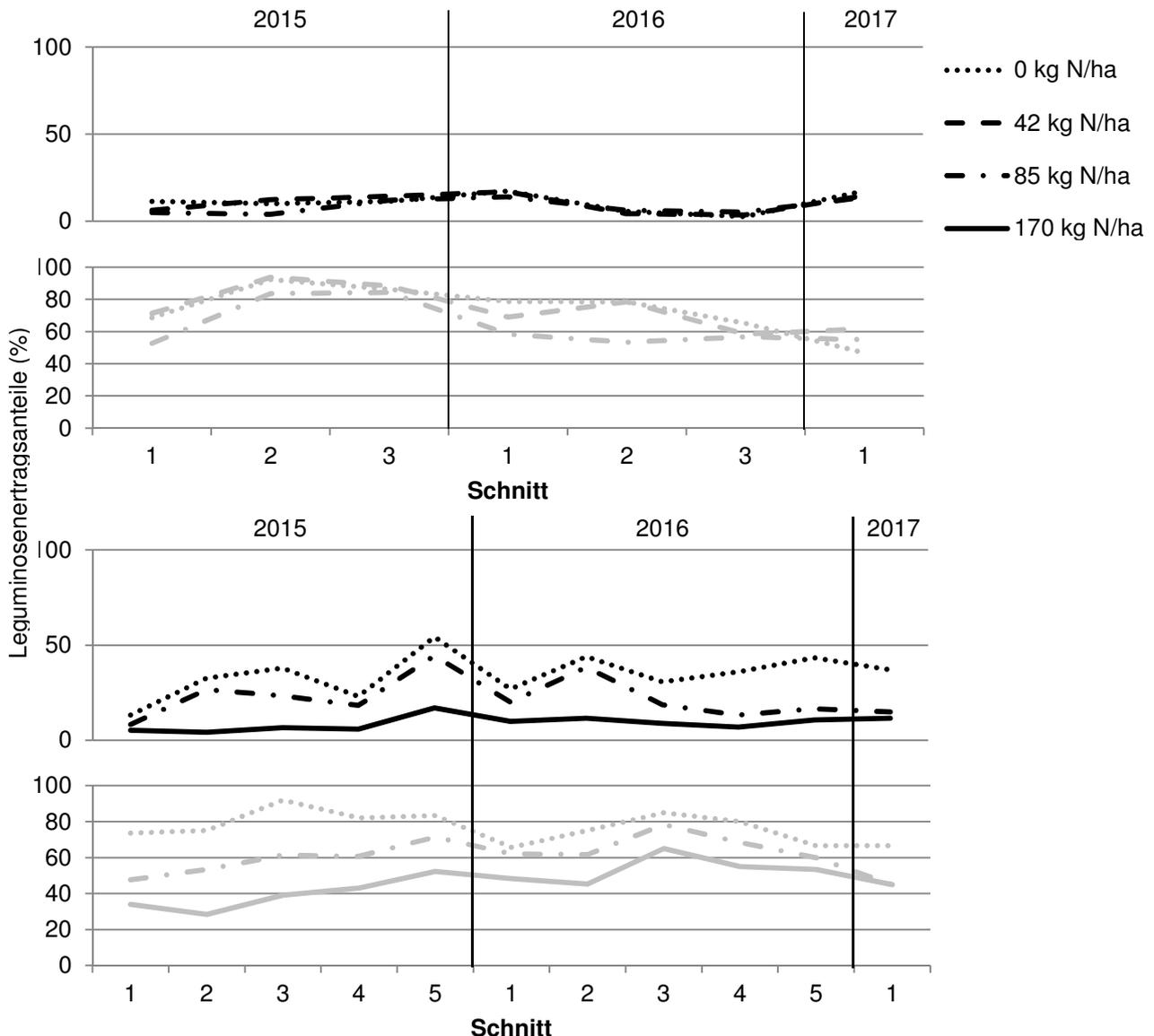


Abbildung 2: Leguminosenertragsanteile der Weißkleenachsaaten (schwarz) und der Rotkleenachsaaten (grau) bei 3-maliger (oben) und 5-maliger (unten) Nutzung in den Jahren 2015–2017

### Trockenmasse- und Rohproteinерtrag

Die Stickstoffgabe hat keinen signifikanten Einfluss auf den Trockenmasse- und Rohproteinерtrag innerhalb einer Nachsaatvariante (Tabelle 3). So liegt der Trockenmasseertrag bei einer 3-maligen Nutzung ohne Nachsaat zwischen 74,1 und 108,2 kg TM/ha, bei einer Weißkleenachsaat zwischen 94,2 und 131,7 kg TM/ha und bei einer Rotkleenachsaat zwischen 135,6 und 143,1 kg TM/ha. Wird die Fläche 5-mal genutzt, liegen die Trockenmasseerträge ohne Nachsaat zwischen 82,9 und 104,5 kg TM/ha, bei einer Weißkleenachsaat zwischen 103,3 und 118,7 kg TM/ha und bei einer Rotkleenachsaat zwischen 135,7 und 161,7 kg TM/ha. Dies könnte daran liegen, dass bei einer höheren Stickstoffgabe gleichzeitig der Leguminosenanteil zurückgeht. Es scheint eine Substitution zwischen Leguminosenanteil und Stickstoffdüngung vorzuliegen. Eine Untersuchung von Mallarino *et al.* 1990 zeigt, dass der fixierte Stickstoff durch Weißklee und Rotklee an die Begleitgräser weitergeleitet wird und dieser Transfer linear mit den Anteilen der Leguminosen ansteigt. Eine weitere Studie von Nyfeler *et al.* (2009) zeigt, dass ein Leguminosen-Gras-Gemenge mit 40–60 % Leguminosenanteil und gleichzeitiger Stickstoffdüngung von 50–150 kg/ha den gleichen Trockenmasseertrag bringen kann, wie eine Grasmonokultur die mit 450 kg N/ha gedüngt wird.

Bei den Rohproteinträgen sieht es ähnlich aus. Die Varianten ohne Nachsaat bringen insgesamt betrachtet die geringsten Erträge und die Rotkleenachsaaten die höchsten.

So liegen die Rohproteinträge bei einer 3-maligen Nutzung und ohne Nachsaat zwischen 8,8 und 11,5 kg XP/ha und bei einer Rotkleenachsaat zwischen 20,1 und 21,9 kg XP/ha. Wird die Fläche 5-mal genutzt, liegt der Rohproteintrag ohne Nachsaat zwischen 12,5 und 16,8 kg XP/ha und bei einer Rotkleenachsaat zwischen 24,7 und 29,0 kg XP/ha.

Es ist zu beobachten, dass in Bezug auf den Trockenmasseertrag zwischen den Nachsaatvarianten vor allem in den niedrigeren Düngerstufen (0 % und 35 % des N-Bedarfes) signifikante Unterschiede vorliegen. So unterscheidet sich bei Verzicht auf eine Stickstoffdüngung die Rotkleenachsaat signifikant von den Varianten ohne Nachsaat und von der Weißkleenachsaat. Wird 35 % des Stickstoffbedarfes (42 kg N/ha bzw. 85 kg N/ha) gedüngt, zeigt die Rotkleenachsaat einen signifikant höheren Trockenmasseertrag als die Varianten ohne Nachsaat. Bei einer höheren Düngung (85 kg N/ha bzw. 170 kg N/ha) geht der Vorteil des Rotklees zurück.

Tabelle 3: Mittlere Trockenmasse- (TM) und Rohproteinträge (XP) in dt pro ha mit Standardabweichung aus den Jahren 2015 und 2016. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikanten Unterschied mit  $p < 0,05$

	Nachsaat	ohne		Weißklee		Rotklee	
	3-Schnitt	<b>TM dt/ha</b>					
Düngerstufe	0 kg N/ha, PK	76,5 ±	8,6 a AB	113,9 ±	15,2 a A	142,6 ±	14,1 a B
	42 kg N/ha, min.	74,1 ±	4,9 a A	95,3 ±	5,0 a AB	143,1 ±	10,2 a B
	85 kg N/ha, min	96,8 ±	8,2 a A	94,2 ±	9,2 a A	141,9 ±	13,3 a A
	85 kg N/ha, org.	108,2 ±	8,8 a A	131,7 ±	37,7 a A	135,6 ±	7,5 a A
	5-Schnitt						
	0 kg N/ha, PK	82,9 ±	19,1 a A	103,3 ±	12,3 a A	157,4 ±	8,9 a B
	85 kg N/ha, min	86,4 ±	5,0 a A	110,8 ±	12,7 a A	139,4 ±	11,3 a A
	170 kg N/ha, min.	101,6 ±	5,3 a A	109,7 ±	9,0 a A	135,7 ±	17,5 a A
	85 kg N/ha, org.	88,6 ±	10,7 a A	116,3 ±	11,9 a AB	161,7 ±	11,8 a B
	170 kg N/ha, org.	104,5 ±	6,5 a A	118,7 ±	13,3 a A	145,3 ±	13,4 a A
	3-Schnitt	<b>XP dt/ha</b>					
Düngerstufe	0 kg N/ha, PK	8,8 ±	1,7 a A	14,0 ±	1,8 a AB	21,9 ±	2,0 a B
	42 kg N/ha, min.	8,9 ±	1,4 a A	11,3 ±	0,6 a A	21,0 ±	1,9 a B
	85 kg N/ha, min	10,2 ±	0,8 a A	12,1 ±	1,8 a A	20,4 ±	1,6 a A
	85 kg N/ha, org.	11,5 ±	1,3 a A	16,2 ±	3,1 a AB	20,1 ±	2,7 a B
	5-Schnitt						
	0 kg N/ha, PK	12,6 ±	3,1 a A	17,9 ±	1,9 a A	27,9 ±	1,3 a B
	85 kg N/ha, min	12,5 ±	1,0 a A	18,7 ±	2,6 a AB	25,5 ±	2,0 a B
	170 kg N/ha, min.	16,8 ±	0,7 a A	18,2 ±	1,2 a A	24,7 ±	4,2 a A
	85 kg N/ha, org.	14,5 ±	2,4 a A	20,5 ±	1,9 a A	29,0 ±	2,2 a B
	170 kg N/ha, org. + min.	15,5 ±	1,1 a A	18,8 ±	2,0 a AB	25,9 ±	2,4 a B

Unterschiedliche kleine Buchstaben kennzeichnen den signifikanten Unterschied innerhalb einer Nachsaat zwischen den Düngerstufen

Unterschiedliche große Buchstaben kennzeichnen den signifikanten Unterschied innerhalb einer Düngerstufe zwischen den Nachsaaten

In Bezug auf den Rohproteinерtrag unterscheidet sich vor allem die Rotkleenachsaat signifikant von der Variante ohne eine Nachsaat. Die Variante ohne Nachsaat und die Weißkleenachsaat unterscheiden sich nicht signifikant. Anders als in Bezug auf den Trockenmasseertrag, liegen zwischen der Variante ohne Nachsaat und der Rotkleenachsaat nicht nur in den niedrigeren Düngerstufen (0 % und 35 % des Stickstoffbedarfes) signifikante Unterschiede vor, sondern auch in der hohen Düngerstufe (70 % des Stickstoffbedarfes).

Hier scheint es jedoch einen Unterschied zwischen der mineralischen und der organischen Düngung zu geben. Der Rotklee unterscheidet sich nur bei hoher organischer Düngung signifikant von der Variante ohne eine Nachsaat.

### **Schlussfolgerungen**

Die Ergebnisse zeigen, dass für eine gute Etablierung von Leguminosen auf eine Stickstoffgabe verzichtet bzw. diese reduziert werden sollte. Weißklee reagiert dabei empfindlicher als Rotklee auf die Stickstoffdüngung. Je mehr Stickstoff gedüngt wird, desto geringere Leguminosenanteile wurden beobachtet, wobei diese beim Rotklee trotz 170 kg N/ha noch bei 60 % lagen.

Bereits im ersten Erntejahr konnten deutlich höhere Trockenmasse- und Rohproteinерträge durch Leguminosennachsaaten beobachtet werden, wenn die Stickstoffgabe reduziert wird. Dies setzt sich im darauffolgenden Jahr weiter fort und vor allem der Rotklee überzeugt. Ist eine Nachsaat erfolgt und wird dennoch viel Stickstoff gedüngt, geht der Leguminosenanteil zurück und der Mehrertrag durch die Nachsaat geht verloren.

### **Literatur**

- Engel, S., Elsäßer, M. und Thumm, U. (2013): Protein vom Grünland – Potenziale nutzen. Landinfo 1, 9–14.
- Mallarino, A.P., Wedin, W.F., Perdomo, C.H., Goyenola, R.S. und West, C.P. (1990): Nitrogen transfer from white clover, red clover, and birdsfoot trefoil to associated grass. *Agronomy Journal* 82, 790–795.
- Nyfeler, D., Huguenin-Elie, O., Sutter, M., Frossard, E., Connolly, J. und Lüscher, A., (2009): Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. *Journal of Applied Ecology* 46, 683–691.
- R Development Core Team, (2008): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Stockinger, B. und Schätzl, R. (2012): Strategien zur Erhöhung des Anteils von heimischen Eiweißfuttermitteln in der deutschen Nutztierfütterung. LFL: [www.gil-net.de/Publikation/24\\_291.pdf](http://www.gil-net.de/Publikation/24_291.pdf).