

Wie beeinflussen Unterschiede zwischen Weißklee-Populationen die Futterqualität im Mischanbau?

B. Tonn, S. Heshmati, J. Isselstein

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung
Graslandwissenschaft, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen
btonn@gwdg.de

Einleitung und Problemstellung

Leguminosen spielen eine wichtige Rolle im Futterbau. Aufgrund ihrer Fähigkeit zur symbiotischen Fixierung von Luftstickstoff haben sie das Potenzial, die Produktivität von Grünlandbeständen zu erhöhen und mineralischen Stickstoffdünger zu ersetzen. Da futterbaulich bedeutende Leguminosen wie Weißklee (*Trifolium repens*) oder Rotklee (*Trifolium pratense*) zudem in der Regel höhere Gehalte an Rohprotein (XP) und geringere Gehalte an Faserbestandteilen aufweisen als Gräser, können sie dazu beitragen, die Futterqualität von Grünlandaufwüchsen zu verbessern (Lüscher *et al.*, 2014).

Aufgrund dieser artspezifischen Unterschiede wird die Futterqualität von Mischungen wesentlich vom Biomasseanteil der Leguminosen bestimmt. Unter anderem deswegen stehen bei der Züchtung und Wertprüfung von Futterleguminosen vor allem Eigenschaften im Vordergrund, welche deren Durchsetzungskraft und Persistenz in Mischungen erhöhen (Caradus und Woodfield, 1997; Hoyos-Villegas *et al.*, 2019). Im Gegensatz dazu gibt es nur wenige Untersuchungen zur genetischen Variabilität der Futterqualität von Leguminosen (z.B. Gierus *et al.*, 2007). Als Folge davon ist unklar, ob Variabilität der Durchsetzungskraft oder der Futterqualität der Leguminosen-Komponente einen stärkeren Einfluss auf die Futterqualität von Mischungen hat. Diese Frage wurde in einem dreijährigen Versuch an zwei Standorten untersucht, bei dem acht Weißklee-Populationen in Reinkultur sowie in Mischungen mit unterschiedlichen Partnerarten angebaut wurden.

Material und Methoden

Der Feldversuch wurde als randomisierte Spaltanlage mit vier Wiederholungen und Parzellengrößen von 5 m × 3 m an zwei Standorten im südlichen Niedersachsen angelegt: Deppoldshausen (342 m NN, Kalksteinverwitterungsboden; 2014-2017: 9,0 °C Jahresmitteltemperatur, 592 mm Jahresniederschlag) und Reinshof (157 m NN, Auenboden auf Schwemmlöß, 10,1 °C, 637 mm).

Acht verschiedene Populationen von Weißklee (Deutsche Saatveredelung AG, Lippstadt) wurden in Mischungen mit Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne*, ELP 060687), Zichorie (*Cichorium intybus* Puna II) sowie Weidelgras und Zichorie zusammen mit Reinkulturen aller Weißklee-Populationen und Mischungspartner angebaut. Die Ansaat erfolgte im Juli 2014 mit einer Aussaatstärke von 1000 Samen je m² und einem Weißkleeanteil von 400 Samen je m² in Mischungen. Von 2015 bis 2017 wurden alle Parzellen viermal jährlich beerntet. An einer Unterprobe der geernteten Biomasse von ca. 250 g wurden die Biomasseanteile der angesäten Arten durch Sortieren bestimmt. Eine weitere Unterprobe wurde bei 60 °C getrocknet und mittels Nahinfrarotspektroskopie auf ihre Gehalte an Rohprotein (XP), wasserlöslichen Kohlenhydraten (WLK) und Säure-Detergenzien-Faser (ADF) untersucht.

Die statistische Auswertung erfolgte mit gemischten linearen Modellen (Paket „nlme“, Pinheiro *et al.*, 2018) in der Statistikumgebung R 3.5.1 (R Core Team, Wien). Für den Biomasse-

anteil von Weißklee in Mischungen wurde der Einfluss der festen Effekte Weißklee-Population, Mischungspartner, Standort, Jahr und ihrer Interaktionen geprüft. Block, Großteilstück (Großteilstückfaktor: Weißklee-Population) und Parzelle wurden als zufällige Faktoren aufgenommen. Die Gehalte an XP, WLK und ADF in Weißklee-Reinkulturen wurden ebenso analysiert, mit Ausnahme des Faktors Mischungspartner. Die beschriebenen vollen Modelle wurden um die Effekte und Interaktionen reduziert, deren Weglassen das korrigierte Akaike Informationskriterium (AIC_c) senkte.

Basierend auf diesen Analysen wurde berechnet, wie sich Unterschiede zwischen den Weißklee-Populationen hinsichtlich Durchsetzungskraft im Mischbau und Futterqualität in Reinkultur auf die zu erwartende Futterqualität in Mischungen auswirken. Diese wurde für jede Kombination von Standort, Jahr und Mischung aus der Futterqualität von Weißklee und Mischungspartnern in Reinkultur sowie dem Weißkleeanteil in der Mischung errechnet. Zunächst wurde betrachtet, wie sich die Futterqualität jeder Mischung ändert, wenn der Weißkleeanteil im Mischbau zwischen dem der konkurrenzstärksten und -schwächsten Population variiert, während die Futterqualitätsparameter der Weißklee-Komponente auf den Mittelwert über alle Populationen gesetzt werden. Anschließend wurde analog die Variation der Futterqualität der Mischungen quantifiziert, wenn die Futterqualität der Weißklee-Komponente zwischen dem niedrigsten und höchsten Wert variiert, der von einer Population in Reinkultur erzielt wurde, wobei ein mittlerer Weißkleeanteil in Mischung angenommen wurde.

Tab. 1: Einfluss von Weißklee-Population, Standort und Jahr auf die Futterqualität von Weißklee-Reinkulturen (XP: Rohproteingehalt, WLK: Gehalt wasserlöslicher Kohlenhydrate, ADF: Säure-Detergenzien-Faser-Gehalt) sowie Einfluss von Weißklee-Population, Standort, Jahr und Mischungspartner auf den Biomasseanteil von Weißklee in Mischungen. Strich: Effekt nicht im reduzierten Modell enthalten.

Effekt	Zielgröße							
	XP		WLK		ADF		Biomasseanteil	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Population (P)	11,6	<0,0001	13,5	<0,0001	15,8	<0,0001	17,0	<0,0001
Standort (S)	43,8	0,0006	–	–	66,6	0,0002	93,9	0,0001
Jahr (Y)	75,2	<0,0001	47,7	<0,0001	76,7	<0,0001	284,3	<0,0001
Mischungspartner (MP)							80,9	<0,0001
P × S	2,8	0,0185	–	–	–	–	–	–
S × J	5,3	0,0061	–	–	7,8	0,0007	62,4	<0,0001
MP × S							8,3	0,0004
MP × J							1,8	0,1297
MP × S × J							7,4	<0,0001

Ergebnisse und Diskussion

Die untersuchten Weißklee-Populationen unterschieden sich sowohl in ihrer Futterqualität als auch im Biomasseanteil, den sie in Mischungen erreichten (Tab. 1). Die Spanne zwischen der Population mit dem jeweils niedrigsten und höchsten Gehalt betrug 1,4 % WLK, 2,3 % ADF und, je nach Standort, 2,5 bzw. 1,9 % XP (Abb. 1). Im Vergleich zu den Reinkulturen von Weidelgras und Zichorie hatten alle Weißklee-Populationen deutlich höherer XP- und niedrigere ADF-Gehalte; die WLK-Gehalte lagen zwischen denen von Zichorie und Weidelgras (Abb. 1).

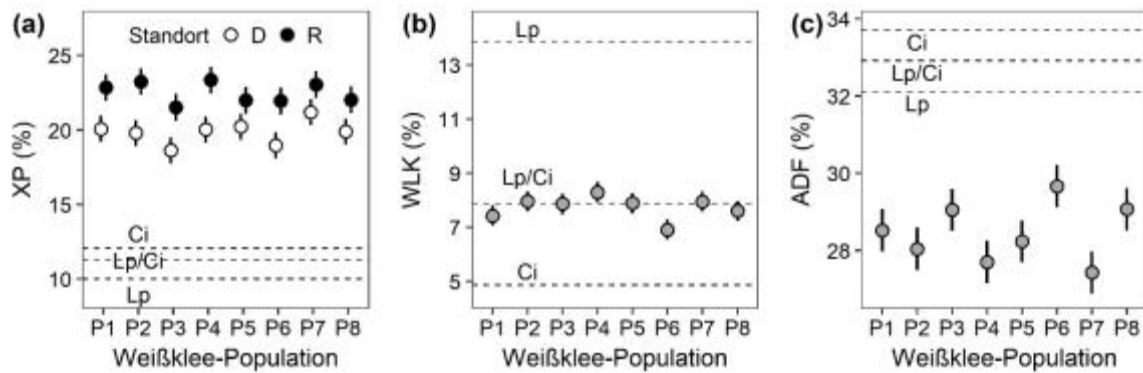


Abb. 1: Futterqualitätsparameter (XP: Rohprotein, WLK: Wasserlösliche Kohlenhydrate, ADF: Säure-Detergenzien-Faser) unterschiedlicher Weißklee-Populationen in Reinkultur an zwei Standorten (D: Deppoldshausen, R: Reinshof) über drei Jahre; Modellschätzer und 95%-Vertrauensintervalle. Gestrichelte Linien: entsprechende Futterqualitätsparameter von Deutschem Weidelgras (Lp) und Zichorie (Ci) in Reinkultur bzw. einer Mischung von Lp und Ci, gemittelt über Jahre und Standorte.

Der mittlere Biomasseanteil von Weißklee in Mischung variierte zwischen den Populationen um 12,7 % (Abb. 2b). Diese Populationsunterschiede waren unabhängig von Mischungs-partner, Jahr und Standort, auch wenn diese Faktoren an sich die Weißkleeanteile in den Mischungen noch weitaus stärker beeinflussten (Abb. 2a).

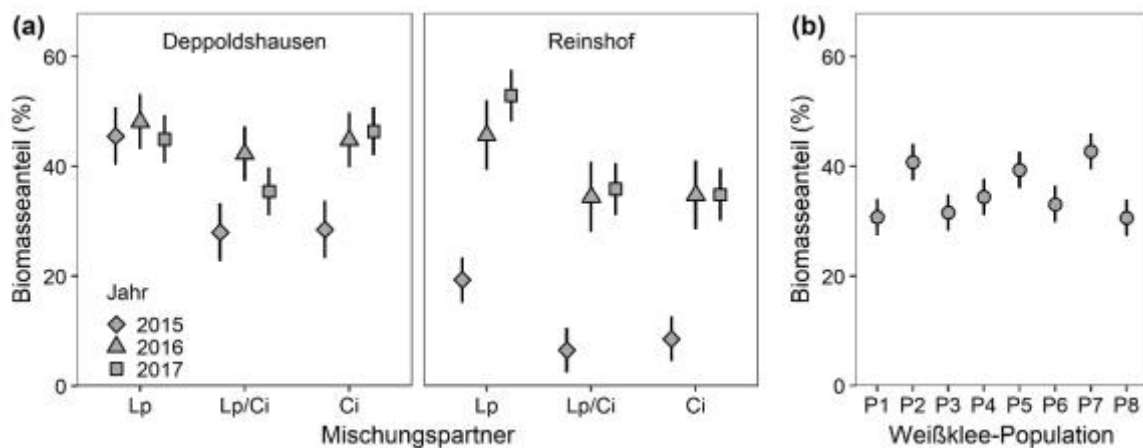


Abb. 2: Biomasseanteil von Weißklee in Mischungen mit Deutschem Weidelgras (Lp), Zichorie (Ci) oder Lp und Ci, (a) in Abhängigkeit von Jahr, Standort und Mischungs-partner, (b) in Abhängigkeit von Weißklee-Population; Modellschätzer und 95%-Vertrauensintervalle.

Die Variabilität der Futterqualität zwischen den untersuchten Weißklee-Populationen hatte eine ähnliche Bedeutung für die zu erwartende Futterqualität von Mischungen wie der populationspezifische Weißkleeanteil, der in Mischungen erreicht wurde (Abb. 3). Ob Unterschiede in der Durchsetzungskraft oder in der Futterqualität des Weißklee einen größeren Einfluss hatten, hing dabei sowohl vom betrachteten Inhaltsstoff als auch vom Mischungs-partner ab. Der XP-Gehalt aller Mischungen hing stärker vom Weißkleeanteil als von XP-Gehalt des Weißklee ab (Abb. 3a), für den ADF-Gehalt war das Gegenteil der Fall (Abb. 3c). Für den WLK-Gehalt der Dreiartenmischung Weißklee, Weidelgras und Zichorie waren Unterschiede im Weißkleeanteil unerheblich, lediglich Unterschiede in den WLK-Gehalten der Weißklee-Populationen spielten eine Rolle (Abb. 3c).

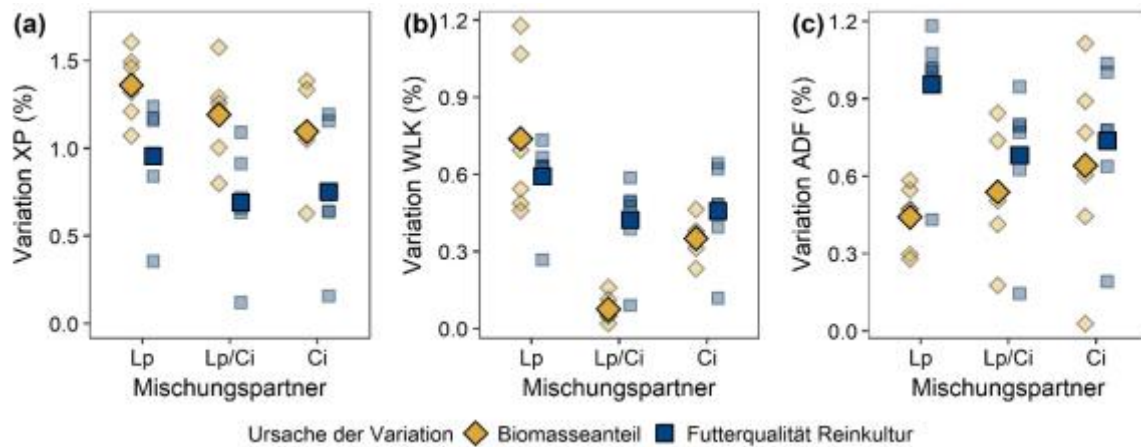


Abb. 3: Variation in der theoretischen Futterqualität von Mischungen, die durch Unterschiede zwischen Weißklee-Populationen verursacht wird: Differenz in der Futterqualität von Mischungen mit der Weißklee-Population mit niedrigstem und höchstem Biomasseanteil in Mischung (Rauten), bzw. mit niedrigstem und höchstem Gehalt des jeweiligen Inhaltsstoffs bei Anbau in Reinkultur (Quadrate) in Abhängigkeit vom Mischungspartner (Lp: Deutsches Weidelgras, Ci: Zichorie). Kleine Symbole: Mittelwerte je Jahr und Standort, große Symbole: Gesamtmittelwerte.

Schlussfolgerungen

Die erzielten Ergebnisse zeigen, dass die zwischen Weißklee-Populationen zu findende Variabilität in XP-, WLK- und ADF-Gehalten die zu erwartenden Gehalte dieser Futterqualitätsparameter in Mischungen in ähnlichem Maße beeinflusst wie die Variabilität der Biomasseanteile, welche diese Populationen in Mischungen erreichen. Deshalb sollte bei Züchtung und Wertprüfung von Weißklee der genetischen Variabilität der Futterqualität verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Literatur

Caradus J. R., Woodfield D. R. (1997): World checklist of white clover varieties II. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 40, 115-206.

Gierus M., Kleen J., Voss P., Ingwersen B., Luesink W., Taube F. (2007): Einfluss des Genotyps auf die Futterqualität und PPO-Aktivität von Rotklee. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 8, 115-119.

Hoyos-Villegas V., O'Connor J. R., Heslop A. D., Hilditch A., Jahufer M. Z. Z., Barrett B. A. (2019): Rate of genetic gain for persistence to grazing and dry matter yield in white clover across 90 years of cultivar development. *Crop Science* 59, 537-552.

Lüscher A., Mueller-Harvey I., Soussana J. F., Rees R. M., Peyraud J. L. (2014): Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science* 69, 206-228.

Pinheiro J., Bates D., DebRoy S., Sarkar D., R Core Team (2018): nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models, version 3.1-137. <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>.