

Einfluss von Heu aus artenreichen Bergwiesen mit erhöhten Gehalten an Polyphenolen auf die Stickstoffverwertung von Milchkühen

Ineichen, S.¹, Künzler, A.D.², Marquardt, S.², Kreuzer, M.² und Reidy, B.¹

¹ Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen, Schweiz

² ETH Zürich, Institut für Agrarwissenschaften, Zürich, Schweiz

beat.reidy@bfh.ch

Einleitung und Problemstellung

Mit der kürzlichen Einführung des Programms «Graslandbasierte Milch- und Fleischproduktion (GMF)» in der Schweiz soll die Nutzung von Wiesenfutter für Wiederkäuer gefördert werden (BLW 2013). Obwohl die Verwendung von Wiesenfutter als primäre Futtergrundlage in der Wiederkäuerernährung vielfältige Vorteile aufweist (d.h. Nutzung der betriebseigenen Futtergrundlage, artgerechte Fütterung, Erhöhung der Futterautonomie), sind der Stickstoff-Verwertung durch das Tier relativ enge Grenzen gesetzt. Im Vergleich zu beispielsweise Sojaextraktionsschrot wird das aus dem Wiesenfutter stammende Protein im Pansen zu einem höheren Anteil zu Ammoniak abgebaut (Givens und Rulquin 2004). Zugleich wird in graslandbasierten Systemen eine möglichst hohe Futterautonomie verbunden mit einer Minimierung der Zufuhr von energiereichen Kraftfutterkomponenten wie z.B. Weizen oder Mais, aber auch Maissilage angestrebt. Dies reduziert die Möglichkeit, den vorhandenen überschüssigen Stickstoff effizient zu verwerten. Dieser Anteil geht dann als direkte Proteinquelle verloren und belastet den Stoffwechsel des Tieres und die Umwelt. Es stellt sich deshalb die Frage, wie das im Wiesenfutter enthaltene Protein möglichst effizient genutzt werden kann. Interessanterweise bietet die botanische Vielfalt an Wiesenfutter selbst einen möglichen Lösungsansatz an. Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe (Polyphenole), wie sie besonders in kräuterreichen Naturwiesenbeständen (Fraise *et al.* 2007; Besle *et al.* 2010), aber auch in bestimmten Futterleguminosen (Grosse Brinkhaus *et al.* 2016) vorkommen, können die Pansenstabilität des Futterproteins und somit die N-Verwertung erhöhen. Um dieser Frage näher nachzugehen, wurde ein Fütterungsversuch mit Milchkühen durchgeführt, in dem der Einfluss von Heu von Kunst- und Naturwiesen aus unterschiedlichen Höhenlagen bzw. mit unterschiedlicher botanischer Zusammensetzung auf die Stickstoff-Verwertung und die Milchleistung untersucht wurde.

Material und Methoden

In einem Stickstoffbilanzversuch mit 24 Milchkühen auf der ETH-Forschungsstation Chamau (Zug) wurde der Einfluss vier unterschiedlicher Heurationen auf Milchleistung, Milchqualität und Stickstoffverwertung untersucht. Jede Ration bestand aus einem Heu (B, Kunstwiese, 2. Schnitt), welches zu rund 90 % aus Englisch Raigras (*Lolium perenne*) zusammengesetzt war und durch Heu (alle 1. Schnitt) von einer der vier folgenden Pflanzenbestände ergänzt wurde (Tabelle 1): gräserreich mit überwiegend Englisch Raigras (G_R, Kunstwiese), gräserreich mit diversen Arten (G, Naturwiese), ausgewogen (A, Naturwiese) und einem kräuterreichen Bestand (K, Naturwiese). Für den Fütterungsversuch wurde die Energieaufnahme (NEL) auf Basis von Laboranalysendaten in allen vier Gruppen gleich gehalten. Die Kühe erhielten ausser dem Heu nur ein vitaminisiertes Mineralfutter. Um den Einfluss von Heu mit erhöhten Gehalten an totalen phenolischen (TP) Inhaltsstoffen auf Milchproduktion und Stickstoffverwertung zu ermitteln, wurde je eine Kontrollration mit moderatem Gehalt an Rohprotein (RP) in der Trockensubstanz (TS) (15,5 %; R-P-, Bestand B + G_R) und mit hohem RP-Gehalt (17,5 %; R++P-, Bestand B + G) verfüttert. Diese Rationen zeichneten sich durch relativ tiefe Phenolgehalte aus (Tabelle 1).

Das Heu der beiden Testrationen mit erhöhten Gehalten an Phenolen entstammte von artenreichen Bergwiesen (R+P+, Bestand B + A; R++P+, Bestand B + K). Die beiden Testrationen wurden so gemischt, dass sie mit 15,5 % (R+P+) bzw. 16,1 % (R++P-) RP-Gehalte aufwiesen, die zwischen den beiden Kontrollrationen lagen. Mit mit 27,4 g/kg bzw. 34,9 g/kg TP in der TS enthielten sie verhältnismässig hohe Phenolgehalte.

Tabelle 1: Botanische Zusammensetzung und geschätzte Anteile verschiedener Pflanzenarten in den Versuchsheuchargen (Anteile in % der TS; nur Werte über 3 % aufgelistet) bestimmt im Aufwuchs während des jeweiligen Vegetationszyklus (Dietl 1995), sowie gemessene chemische Zusammensetzung und berechnete Energiegehalte

Name	B	G _R	G	A	K
Herkunft (Kanton)	Zug	Aargau	Jura	Bern	Graubünden
Typ	Kunstwiese	Kunstwiese	Naturwiese	Naturwiese	Naturwiese
Aufwuchs	2	1	1	1	1
Meter über Meer.	420	537	1100	1921	1668
NEL (MJ/kg TS)	5,63	5,24	4,53	5,25	4,72
RP (g/kg TS)	196	111	88	126	125
Phenole (g/kg TS)	11,6	13,5	11,7	27,4	34,9
KT ¹	–	–	–	2,8	12,6
HT ²	–	–	–	9,7	4,1
Anzahl Arten (n)	8	6	28	27	44
Gräser, (n)	93,5 %, (5)	95,0 %, (3)	95,0 %, (14)	60,0 %, (6)	15,0 %, (16)
<i>Agrostis stolonifera</i>				3,0 %	
<i>Bromus erectus</i>			23,7 %		
<i>Cynosurus cristatus</i>			15,2 %		
<i>Dactylis glomerata</i>			7,6 %		
<i>Festuca pratensis</i>				3,0 %	
<i>Holcus lanatus</i>			4,7 %		
<i>Lolium multiflorum</i>		92,5 %			
<i>Lolium perenne</i>	90,5 %		17,1 %		6,0 %
<i>Nardus stricta</i>				51,6 %	
<i>Poa pratensis</i>					3,0 %
<i>Trisetum flavescens</i>			16,1 %		
Kräuter, (n)	1,5 %, (1)	+ ³ , (1)	2,5 %, (10)	37,5 %, (17)	80 %, (24)
<i>Crepis aurea</i>				15,8 %	
<i>Crepis biennis</i>					4,0 %
<i>Crepis paludosa</i>					4,0 %
<i>Geranium sylvaticum</i>					3,2 %
<i>Plantago alpina</i>				9,4 %	
<i>Plantago lanceolata</i>					4,0 %
<i>Polygonum bistorta</i>					24,0 %
<i>Ranunculus acris</i>				7,5 %	
<i>Rhinanthus minor</i>					20,0 %
<i>Taraxacum officinale</i>					4,0 %
<i>Veratrum album</i>					3,6 %
Leguminosen, (n)	5,0 %, (2)	5,0 %, (2)	2,5 %, (4)	2,5 %, (4)	5,0 %, (4)
<i>Trifolium pratense</i>	4,0 %	5,0 %			4,0 %

¹ Kondensierte Tannine

² Hydrolysierbare Tannine

³ Vorhanden, Anteile unbedeutend

Die 24 Kühe wurden zufällig einer der vier Rationen zugeteilt, wobei folgende Parameter im Mittel möglichst gleich gehalten wurden: Leistung ($32,5 \pm 7,1$ kg energiekorrigierte Milch (ECM)/Tag, $1,31 \pm 0,29$ kg Fett/Tag, $1,10 \pm 0,22$ kg Protein/Tag), Anzahl Laktationstage (162 ± 92 Tage), Laktationsnummer ($3,6 \pm 1,5$), Rasse (insgesamt 8 Braunvieh-, 16 Holsteinkühe) und Körpergewicht (663 ± 44 kg).

In drei leicht überlappenden Durchgängen, die mit 13 Tagen Anfütterung begannen, wurden die Milchmenge und -inhaltsstoffe (Milcoscan, Suisselab AG, Zollikofen), sowie quantitativ der Futterverzehr und die Ausscheidung an Kot, Harn und Milch an insgesamt sieben Messtagen erfasst. Aus den entsprechenden N-Gehaltsanalysen wurde die Stickstoffbilanz berechnet. Die statistische Auswertung erfolgte mit R (V. 3.2.3, 2015) mittels einer Varianzanalyse mit Ration als Haupteffekt und dem Durchgang als Blockfaktor. Mittelwertvergleiche wurden mit dem Tukey-Test durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Der tägliche Verzehr an Heu von 15,6 kg TS unterschied sich nicht signifikant zwischen den vier getesteten Rationen (Tabelle 2). Die Aufnahme an RP in kg/Kuh und Tag war für die Kontrollgruppe mit hohem RP-Gehalt R++P-signifikant höher als für die anderen Gruppen. Die Aufnahme an Phenolen war bei den Testgruppen R+P+ und R++P+ mit ca. 350 g/Kuh und Tag vergleichbar und signifikant höher als bei den beiden Kontrollgruppen (ca. 210 211 g/Kuh und Tag). Sowohl die produzierte Milchmenge als auch die gemessenen Gehalte der Milch an Fett, Protein sowie Laktose unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Gruppen. Die Verwertung des Futterstickstoffs für die Milchproteinsynthese unterschied sich signifikant zwischen den beiden Kontrollgruppen mit tiefem resp. hohem RP-Gehalt in der Ration. Die beiden Testrationen mit hohen Gehalten an Phenolen zeigten eine signifikant unterschiedliche Verwertung des Stickstoffs, obwohl die RP-Aufnahme vergleichbar mit derjenigen der Kontrollgruppe R-P- war. Die Ration R+P+, welche sich sowohl durch einen hohen Anteil an Gräsern wie auch Kräutern auszeichnete, erzielte mit 27,4 % die insgesamt höchste Stickstoffverwertung, wohingegen die kräuterreiche Ration (R++P+) mit 21,5 % signifikant tiefer lag. Bei vergleichbarer RP-Aufnahme mit der Kontrollration R-P- und mit den beiden Testrationen zeigte sich somit, dass die Gehalte an Phenolen unterschiedlich auf die Stickstoffverwertung wirken. Eine mögliche Erklärung liefert die unterschiedliche Zusammensetzung der Tannine. Die Ration R+P+ enthielt mit 2,8 g/kg TS rund 4,5 mal weniger kondensierte Tannine als die Ration R++P+ mit 12,6 g/kg TS. Die hydrolysierbaren Tannine waren mit 9,7 g/kg TS in der Ration R+P+ jedoch rund doppelt so hoch wie in der Ration R++P+ mit 4,1 g/kg TS.

Tabelle 2: Heu-TS-Aufnahme, Milchleistung und Gehalt an Milchinhaltsstoffen, sowie Stickstoffverwertung von Milchkühen bei Verfütterung von Rationen mit unterschiedlichen Gehalten an RP (R) und Phenolen (P) (Werte sind Mittelwerte und Standardfehler, n=6)

	Kontrollrationen		Testrationen	
	R-P-	R++P-	R+P+	R++P+
Aufnahme (kg TS/Kuh und Tag)	$15,4 \pm 0,31$	$16,4 \pm 0,28$	$15,6 \pm 0,15$	$15,1 \pm 1,03$
RP-Aufnahme (kg/Kuh und Tag)	$2,3^b \pm 0,05$	$2,9^a \pm 0,04$	$2,4^b \pm 0,04$	$2,4^b \pm 0,12$
Gesamtphenole (g/Kuh und Tag)	$209^b \pm 4,3$	$211^b \pm 3,3$	$324^a \pm 4,0$	$366^a \pm 35,9$
ECM (kg/Kuh und Tag)	$19,0 \pm 0,69$	$19,3 \pm 1,44$	$21,3 \pm 1,23$	$16,6 \pm 1,64$
Fett (g/100 g Milch)	$4,94 \pm 0,40$	$4,36 \pm 0,12$	$5,16 \pm 0,25$	$5,19 \pm 0,29$
Protein (g/100 g Milch)	$3,63 \pm 0,29$	$3,48 \pm 0,13$	$3,72 \pm 0,22$	$3,74 \pm 0,26$
Stickstoffverwertung (Milchprotein-N in % der N-Aufnahme)	$26,2^a \pm 0,01$	$21,6^b \pm 0,01$	$27,4^a \pm 0,01$	$21,5^b \pm 0,01$

^{a-c} Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben sind signifikant voneinander verschieden ($P < 0.05$)

Schlussfolgerungen

Milchmenge und Milchinhaltsstoffe blieben durch die verschiedenen Rationen unbeeinflusst. Allerdings zeigte sich für die Gruppe R+P+, welche mit dem an Gräsern und Kräutern ausgewogenen Bergwiesenbestand gefüttert wurde, eine signifikant bessere Stickstoffverwertung. Dies zeigt einerseits das Potenzial dieses Pflanzenbestande bzw. einzelner darin enthaltener Arten auf, welches in der Fütterungspraxis gezielt genutzt werden könnte. Im Vergleich zum kräuterreichen Bestand der Ration R++P+ zeigt sich andererseits, dass die Zusammensetzung der Phenole auf den Futterverzehr und die Wirkung auf die Stickstoffverwertung grosse Bedeutung hat.

Literatur

- Besle, J.M., Viala, D., Martin, B., Pradel, P., Meunier, B., Berdague, J.L., Fraisse, D., La-maison, J.L. und Coulon, J.B. (2010): Ultraviolet-absorbing compounds in milk are related to forage polyphenols. *Journal of Dairy Science* 93, 2846–56.
- BLW (Bundesamt für Landwirtschaft) (2013): *Agrarbericht*, 2013.
- Dietl, W. (1995): Wandel der Wiesenvegetation im Schweizer Mittelland. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 4, 239–249.
- Fraisse, D., Carnat, A., Viala, D., Pradel, P., Besle, J.M., Coulon, J.B., Felgines, C. und La-maison, J.L. (2007): Polyphenolic composition of a permanent pasture: variations related to the period of harvesting. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87, 2427–2435.
- Givens, D.I. und Rulquin, H. (2004): Utilisation by ruminants of nitrogen compounds in silage-based diets. *Animal Feed Science and Technology* 114, 1–18.
- Grosse Brinkhaus, A., Bee, G., Silacci, P., Kreuzer, M. und Dohme-Meier, F. (2016): Effect of exchanging *Onobrychis viciifolia* and *Lotus corniculatus* for *Medicago sativa* on ruminal fermentation and nitrogen turnover in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99, 4384–4397.