

Maissilage ermöglicht bessere Stickstoffeffizienz der Bio-Kuhmilchproduktion als siliertes italienisches Raygras

Lisa Baldinger, Werner Zollitsch und Wilhelm Knaus

Institut für Nutztierwissenschaften, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Universität für Bodenkultur Wien

Einleitung

Im Bemühen um eine Ressourcen sparende Lebensmittelproduktion stellt die Effizienz der Nährstoffnutzung im tierischen Organismus eine wichtige Stellschraube dar. Ein diesbezüglicher Parameter in der Milcherzeugung ist die Stickstoffeffizienz, welche den Anteil des als Milcheiweiß abgegebenen Stickstoffs in % des über das Futter aufgenommenen Stickstoffs ausdrückt und sich üblicherweise in einem Bereich zwischen 8 und 42 % bewegt (Castillo 2000). Abgesehen vom wichtigsten Einflussfaktor, dem gesamten Stickstoffinput in das Produktionssystem, wird sie auch vom Verhältnis zwischen aufgenommener Energie und Protein beeinflusst.

In der österreichischen biologischen Landwirtschaft wird die häufig proteinreiche Gras- oder Klee-grassilage gerne mit energiereicher Maissilage kombiniert, wodurch die Versorgung mit pansenverfügbarem Protein und Energie ausgeglichener wird und eine bessere Stickstoffeffizienz erzielt werden kann. Berichte über eine im Vergleich zu Maissilage höhere Grundfutteraufnahme (Bernard et al. 2002) und eine sogar bessere Fütterungseffizienz beim Einsatz von siliertem italienischem Raygras (Cooke et al. 2008) werfen allerdings die Frage nach der damit erzielbaren Stickstoffeffizienz auf.

Material und Methoden

Der Fütterungsversuch war als change-over design mit zwei Versuchsgruppen angelegt und fand zwischen November 2010 und Februar 2011 am nach biologischen Richtlinien geführten Lehrbetrieb der HLFS Ursprung in Elixhausen (Salzburg) statt. Nach einer dreiwöchigen Angewöhnung der Kühe an das CALAN-Fressplatzsystem (zur Erhebung der Grundfutteraufnahme am Einzeltier) dauerte der Versuch 12 Wochen, wobei zu Beginn der Woche 7 die Rationen getauscht wurden. Insgesamt nahmen 22 laktierende Milchkühe der Rasse Holstein am Versuch teil, allerdings absolvierten 3 Kühe aufgrund verspäteter Abkalbung oder verfrühter Trockenstellung nicht den ganzen Versuch. Zu Versuchsbeginn wurden die Kühe auf zwei Gruppen zu je 11 Kühen aufgeteilt, nach den Kriterien Laktationszahl ($2,5 \pm 1,7$ bzw. $3,0 \pm 1,5$), Laktationstag (110 ± 65 bzw. 141 ± 109), Milchleistung ($27,4 \pm 9,5$ bzw. $23,9 \pm 5,1$ kg) und Lebendmasse (654 ± 62 bzw. 665 ± 47 kg).

Es wurden zwei aufgewertete Mischrationen verglichen, wovon eine Maissilage (Maisration, M) enthielt und die andere siliertes italienisches Raygras (Raygrasration, R; siehe Tabelle 1). Italienisches Raygras wurde 2010 auf Flächen der HLFS Ursprung angebaut, und der 2. und 3. Schnitt wurden für den Fütterungsversuch zu Ballensilage konserviert (2. bzw. 3. Schnitt: 160-118 g XP, 491-527 g NDF, 23-13 g Zucker und 6,14-5,55 MJ NEL kg^{-1} T). Aufgrund eines Ernteausfalls wurde Maissilage in Bioqualität zugekauft (75 g XP, 403 g NDF, 375 g Stärke, 9 g Zucker und 6,77 MJ NEL kg^{-1} T). Beide Mischrationen enthielten Grassilage (99 g XP, 426 g NDF, 21 g Zucker und 6,33 MJ NEL kg^{-1} T) und einen geringen Anteil Heu (85 g XP, 646 g NDF, 146 g Zucker und 5,38 MJ NEL kg^{-1} T). Bei der Grassilage handelte es sich um eine Mischung aus dem ersten Schnitt aus dem Dauergrünland und dem dritten Schnitt eines Klee-grasbestandes im dritten Hauptnutzungsjahr. Durch die Beimischung von betriebsei-

gener Gerste und zugekauftem Sojakuchen in unterschiedlichen Anteilen wurde beabsichtigt isonitrogene, aber nicht isoenergetische Mischrationen zu erzeugen, mit einem rechnerischen Rohproteingehalt von 142 g kg⁻¹ T. Die Kraftfütterergänzung erfolgte für beide Rationen mit einem Zukaufskraftfutter (166 g XP und 7,8 MK NEL kg⁻¹ T), wobei ab 15 kg täglicher Milchleistung für jedes zusätzliche kg Milch 0,5 kg Kraftfutter-T zugeteilt wurden, bis maximal 6 kg Kraftfutter-T pro Tag. Die Mischrationen wurden täglich frisch gemischt und zweimal täglich so vorgelegt dass Futterreste von 5-10 % gewährleistet waren. Das Zukaufskraftfutter wurde restriktiv zugeteilt und über eine jederzeit zu betretende transpondergesteuerte Kraftfütterstation angeboten.

Tabelle 1: Komponenten und Inhaltstoffe der aufgewerteten Mischrationen (g kg⁻¹ T, sofern nicht anders angegeben)

	Mischration	
	M	R
Komponenten		
Grassilage	380	380
Maissilage	400	
Siliertes italienisches Raygras, 2. Schnitt		200
Siliertes italienisches Raygras, 3. Schnitt		200
Heu	100	100
Gerste	20	100
Sojakuchen	100	20
Inhaltsstoffe		
Trockenmasse (T), g kg ⁻¹ Frischmasse	370	352
Rohprotein	122	141
nutzbares Rohprotein am Duodenum (nXP)	136	133
RNB	-2	1
NDF	449	468
ADF	267	287
Stärke	183	44
Zucker	35	41
Rohasche	82	110
NEL, MJ	6,30	6,15

Die Milchleistung und die Kraftfütterraufnahme wurden täglich automatisiert dokumentiert, während die tierindividuelle Grundfütterraufnahme mithilfe des CALAN Fressplatzsystems nur während 4 sechstägiger Erhebungsperiode erhoben wurde. Zur Analyse der Inhaltsstoffe wurden je Erhebungsperiode Sammelproben (über zwei Tage) jedes eingesetzten Einzelfuttermittels, der frischen Mischrationen und der Futterreste gezogen. Für die Analyse der Milchinhaltsstoffe wurden insgesamt 17 Proben je Kuh gezogen. Einmal wöchentlich wurden die Kühe unmittelbar nach dem Melken gewogen. Parameter der Futterverwertung wurden nach Methoden der GfE (2001) berechnet.

Die statistische Auswertung erfolgte mithilfe des Statistik-Pakets SAS 9.1 unter Verwendung der Prozedur MIXED. Das verwendete Modell enthielt die fixen Effekte Ration, Versuchstag, Order, Laktationszahl, Laktationstag, Milchleistung (kg ECM) und Lebendmasse, außerdem den zufälligen Effekt Kuh (Order) und die Wechselwirkungen Ration*Laktationszahl und Ration*Laktationsstadium. Nur signifikante Effekte mit einem P-Wert <0,05 verblieben im Modell. Von den getesteten Kovarianzstrukturen (KS) wurde diejenige ausgewählt deren Bayesisches Informationskriterium Null am nächsten, verwendet wurden daher first-order antedependence (ANTE[1]), heterogenous compound symmetry (CSH), spatial power law (SP[POW]) und spatial spherical (SP[SPH]). Die Tabellen 2 und 3 zeigen die Least

Squares Mittelwerte für die Ration, die Residualstandardabweichung (SE), den Wahrscheinlichkeitswert (P) und die verwendete Kovarianzstruktur (KS).

Ergebnisse und Diskussion

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich gelang es nur teilweise, durch Aufwertung mit Gerste und Soja isonitrogene Mischrationen zu erzeugen. Mit 136 (M) bzw. 133 g kg⁻¹ T (R) waren die nXP-Gehalte zwar fast ident, allerdings wies Mischration R einen höheren Rohproteingehalt auf als Mischration M. Weiters unterschieden sich die Mischrationen im Trockenmasse- und Energiegehalt, wobei beide Gehalte in der Maisration höher waren. Trockenmasse- und Energiegehalt des Futters sind wesentliche Faktoren die die Grundfutteraufnahme von Milchkühen positiv beeinflussen, daher hatte die Maisration auf fast alle Parameter der Futteraufnahme einen positiven Einfluss (siehe Tabelle 2), so waren etwa die Aufnahme der Mischration als auch die Energieaufnahme insgesamt höher. Die Unterschiede im Energie- und Trockenmassegehalt erklären auch die Diskrepanz zu Berichten von Bernard et al. (2002), die eine höhere Aufnahme von siliertem italienischem Raygras als alleinigem Grundfutter fanden als von Maissilage (45 % Kraftfutteranteil). Während die Aufnahme von Rohprotein bei Ration R signifikant höher war als bei Ration M, war der Effekt bei der Aufnahme von nXP genau umgekehrt, zurückzuführen auf die unterschiedlichen Energiegehalte der Mischrationen.

Tabelle 2: Aufnahme von Trockenmasse, Protein und Energie

	Ration		SE	P Wert	KS
	M	R			
Trockenmasse, kg					
Mischration	15,3	14,2	1,51	<0,001^a	SP(POW)
Kraftfutter	3,0	2,7	1,73	0,007	SP(POW)
Gesamt	18,4	17,0	1,58	<0,001	SP(POW)
Rohprotein, g	2380	2459	241,3	0,017	SP(POW)
nXP, g	2598	2364	231,7	<0,001	SP(POW)
Energie, MJ NEL	120	109	10,7	<0,001	SP(POW)

^aP-Wert der Wechselwirkung Ration*Laktationszahl =0.008

Sowohl die Milchleistung als auch der Proteingehalt der Milch waren bei Fütterung der Maisration signifikant höher als bei der Raygrasration, der Fettgehalt hingegen war signifikant niedriger (siehe Tabelle 3). Es zeigte sich hier der hinreichend bekannte Zusammenhang zwischen einer erhöhten Stärkezufuhr (Maisration) und der durch die Veränderungen im Pansenstoffwechsel verursachten Milchleistungssteigerung bei gleichzeitigem Absinken des Milchfettgehaltes (Walker et al. 2004). Der etwas verbesserte Proteingehalt der Milch durch Ration M wiederum ist zurückzuführen auf die erhöhte Energieaufnahme. Für den Milchharnstoffgehalt wurden signifikante Wechselwirkungen zwischen Ration und Laktationszahl und Ration und Laktationsstadium beobachtet, allerdings hatte Ration M immer einen negativen Effekt. Im Durchschnitt wurde bei Fütterung der Maisration ein Milchharnstoffgehalt von 78 mg l⁻¹ beobachtet, nach Fütterung der Raygrasration 137 mg l⁻¹. Werte zwischen 150 und 300 mg l⁻¹ werden als ausreichende Energie- und Proteinversorgung der Pansenmikroben interpretiert, daher deuten die Werte der Raygrasration auf eine knappe, die der Maisration auf eine wahrscheinlich schon mangelhafte Proteinversorgung der Pansenflora hin.

Wie die in Tabelle 3 dargestellten Nährstoffbilanzen zeigen waren die Kühe unabhängig von der Fütterung ausreichend mit nXP und Energie versorgt und mussten keine Lebendmasse mobilisieren. Die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) zeigt jedoch Unterschiede in der Proteinversorgung auf: Während die

mit der Raygrasration erzielte RNB von +9 g als optimal zu bezeichnen ist, ist die negative RNB von -29 g bei Fütterung der Maisration den Empfehlungen der GfE (2001) zufolge als Proteinunterversorgung der Pansenmikroben zu interpretieren. Das deckt sich mit der Interpretation des bei Ration M beobachteten niedrigen Milchwahrscheinlich bereits zu knappe Proteinversorgung der Pansenmikroben bei Fütterung der Maisration noch keine Beeinträchtigung der Kuh und ihrer Leistung verursachte. Die mit 30,4 % sehr hohe Stickstoffeffizienz bei Fütterung der Maisration ist eine positive Folge der knappen Proteinversorgung, während bei Fütterung der Raygrasration 25,9 % des Stickstoffs für die Milchproduktion genutzt wurden, was als durchschnittlich einzustufen ist.

Tabelle 3: Milchleistung, Nährstoffbilanzen und Produktionseffizienz

	Ration		SE	P Wert	KS
	M	R			
Milchleistung					
Milch, kg	22,7	20,4	5,72	<0,001	SP(POW)
ECM, kg	23,3	21,3	7,03	<0,001	CSH
Fett, g kg ⁻¹	40,8	43,7	6,61	<0,001	SP(POW)
Protein, g kg ⁻¹	33,0	31,8	2,61	<0,001	CSH
Harnstoff, mg 100 ml ⁻¹	7,8	13,7	2,84	<0,001 ^a	SP(POW)
Nährstoffbilanzen					
RNB über Gesamtration, g	-29	9	12,5	<0,001	ANTE(1)
nXP-Bilanz, %	119	120	13,2	0,512	SP(POW)
Lebendmasseänderung, kg Tag ⁻¹	0,20	0,10	1,403	0,509	SP(POW)
NEL- Bilanz, %	109	104	10,9	<0,001	SP(POW)
Produktionseffizienz					
ECM je kg Gesamtfuttermittel, kg	1,23	1,19	0,210	0,486	SP(SPH)
Stickstoffeffizienz, %	30,4	25,9	4,57	<0,001	SP(POW)

^aP-Werte der Wechselwirkungen Ration*Laktationszahl =0.005^c und Ration*Laktationsstadium =0.002^c

Der Einsatz von siliertem italienischem Raygras resultierte also in einer ausgeglichenen Versorgung der Pansenmikroben und einem zufriedenstellenden Milchleistungsniveau, der Einsatz von Maissilage aber bewirkte durch eine bedeutend knappere Proteinversorgung eine sehr hohe Stickstoffeffizienz.

Literatur

- Bernard, J. K., J. W. West, and D. S. Trammell. 2002. Effect of replacing corn silage with annual ryegrass silage on nutrient digestibility, intake, and milk yield for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 85(9):2277-2282
- Castillo, A. R., E. Kebreab, D. E. Beaver, and J. France. 2000. A review of efficiency of nitrogen utilisation in lactating dairy cows and its relationship with environmental pollution. *Journal of Animal and Feed Sciences* 9:1-32
- Cooke, K. M., J. K. Bernard, and J. W. West. 2008. Performance of Dairy Cows Fed Annual Ryegrass Silage and Corn Silage with Steam-Flaked or Ground Corn. *Journal of Dairy Science* 91(6):2417-2422
- GfE. 2001. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG, Frankfurt/Main, D
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. Cornell University Press, USA

Walker, G. P., F. R. Dunshea, and P. T. Doyle. 2004. Effects of nutrition and management on the production and composition of milk fat and protein: a review. *Australian Journal of Agricultural Research* 55(10):1009-1028

Autorenanschrift

DI Lisa Baldinger
Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Institut für Nutztierwissenschaften
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendel Str. 33, 1180 Wien
E-Mail: lisa.baldinger@boku.ac.at