

18 Stickstoffeffizienz in der Milchproduktion beim Austausch von Luzernesilage gegen Luzernetrockengrün

S. Martens¹, E. Thate^{1,2}, C. Kuhnitzsch¹, O. Steinhöfel¹, A. Zeyner²

¹Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung Landwirtschaft, Referat 75 Tierhaltung, Tierfütterung, Am Park 3, 04886 Köllitsch

²Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Naturwissenschaftliche Fakultät III, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Professur für Tierernährung, Theodor-Lieser-Str. 11, 06120 Halle (Saale)

1. Einleitung

In der Rinderfütterung gilt Luzerne als eine der wertvollsten Alternativen zu zugekauften Proteinkonzentraten. Mit Luzerne kann je Flächeneinheit nahezu doppelt so viel Rohprotein erzeugt werden wie mit Sojabohnen. Im Hinblick auf eine hohe Proteinqualität gilt die Silierung jedoch als ungeeignet. Während der Silierung von Luzerne wird ein hoher Reineiweißabbau provoziert. Die schonende Luzernetrocknung mit Warm- bzw. Heißluft gilt als Alternative und überzeugt durch Proteinqualitäten mit hoher ruminaler Beständigkeit (UDP). Durch die Nutzung dezentraler Verfahren und alternativer Energiequellen kann sich Luzernetrockengrünfutter auch in der Preiswürdigkeit gegenüber Proteinkonzentraten durchsetzen. Inwiefern sie Rapsextraktionsschrot in Milchviehrationen ersetzen kann, sollten Köllitscher Fütterungsversuche klären.

2. Material und Methoden

Es wurde ein Gruppenfütterungsversuch im Winter, Januar - Februar 2016 (WI), sowie einer im Spätsommer (SO), von August bis Oktober 2016, im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch durchgeführt. Die Luzerne für WI wurde im Herbst 2015 geerntet und zu einem Teil siliert, zum anderen Teil in einem Trocknungswerk getrocknet. Für SO erfolgte die Ernte Ende Juni 2016 mit der analogen Konservierung. Tabelle 1 charakterisiert die Luzerneconservate.

Tabelle 1: Mittlere Energie- und Nährstoffgehalte der Luzerneprodukte in Winter- und Sommerfütterung

g/kg TM	WI (n=10)		SO (n=12)		SEM
	Luzernesilage	Luzernetrockengrün	Luzernesilage	Luzernetrockengrün	
TM g/kg FM	374 ^b	916 ^c	258 ^a	934 ^d	1,7
Rohprotein	195 ^b	187 ^b	193 ^b	172 ^a	1,9
Rohfaser	255 ^a	269 ^{ab}	283 ^b	291 ^b	3,0
Rohfett	32 ^b	37 ^c	34 ^b	24 ^a	0,5
Rohasche	95 ^{ab}	100 ^{bc}	90 ^a	105 ^c	0,7
NDFom	371 ^a	463 ^c	360 ^a	430 ^b	3,7
ADFom	294 ^a	307 ^a	311 ^a	341 ^b	2,9
nRP	129 ^b	155 ^d	122 ^a	148 ^c	0,9
A-Frakt. des RP*	127 ^b	43 ^a	135 ^c	48 ^a	0,8
UDP5**	24 ^b	70 ^d	16 ^a	58 ^c	0,5
UDP5 % d. RP	12,3	37,3	8,5	33,7	
MJ NEL/kg TM	5,5 ^b	5,2 ^a	5,4 ^b	5,3 ^{ab}	0,0

*Rohproteinfraktionierung nach Licitra *et al.*, 1996

**pansenunabbaubares Rohprotein geschätzt nach Rohproteinfraktionierung (Kirchhof, 2007; Shannak *et al.*, 2000)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Periode bedeuten signifikante Unterschiede im Tukey-HSD (p < 0,05).

Die Versuchsgruppen setzten sich aus je 31 Holstein-Friesian-Kühen zusammen (Tab. 2).

In der Ration wurden je 3,0 (WI) bzw. 4,4 kg (SO) TM Luzernesilage (KON) gegen Luzernetrockengrün (LTG) ausgetauscht (Tabelle 3). Gleichzeitig wurde der Anteil an Rapsextraktionsschrot in der Ration LTG vermindert. Die Tiere hatten im Laufstall freien Zugang zu Tränkwasser.

Tabelle 2: Gruppenzusammensetzung zu Beginn des Fütterungsversuchs

Gruppe	Periode	kg Lebendmasse	Laktationstag	kg Milch/Tier*d	n
KON	WI	653 ±76,8	151 ±59,6	34,7 ±7,2	31
LTG	WI	653 ±68,8	152 ±57,2	34,6 ±8,7	31
KON	SO	661 ±68,7	156 ±48,4	39,8 ±6,7	31
LTG	SO	667 ±79,4	152 ±54,1	40,0 ±6,4	31

KON Kontrollgruppe, LTG Versuchsgruppe Luzernetrockengrün

Tabelle 3: Rationszusammensetzung sowie Energie- und Nährstoffgehalte in Winter- und Sommerfütterung

[kg TM/Tier*d]	WI		SO	
	KON	LTG	KON	LTG
Maissilage	6,46	6,46	4,66	4,66
Grassilage	2,04	2,04	2,11	2,11
Luzernesilage	3,03	-	4,43	-
Luzernetrockengrün	-	2,92	-	4,44
Zuckerrübenpressschnitzelsilage	1,76	1,76	-	-
Melassierte Zuckerrübentrockenschnitzel	-	-	0,9	0,9
Körnermais	2,64	2,64	2,64	2,64
Gerste	2,25	3,06	3,6	4,5
Mischfutter 16/3	2,00	2,00	2,30	2,30
Rapsextraktionsschrot	2,91	2,03	2,65	1,77
Glycerin	0,50	0,50	0,50	0,50
Futterkalk	0,03	0,03	-	-
Natriumbikarbonat	-	-	0,25	0,25
Summe Σ	23,62	23,44	24,04	24,07
[g/kg TM]	n=10	n=10	n=12	n=12
TM [g/kg FM]	433,6 ^a	473,3 ^b	447,1 ^a	607,6 ^c
Rohprotein	148,6 ^{ab}	144,5 ^a	154,3 ^{bc}	147,6 ^{ab}
Rohfaser	161,9 ^a	162,9 ^a	180,8 ^b	172,0 ^{ab}
Rohfett	33,6 ^{ab}	32,7 ^a	36,8 ^c	36,1 ^{bc}
Stärke	274,4 ^{bc}	290,8 ^c	226,3 ^a	252,5 ^b
aNDFom	368,7 ^b	377,0 ^b	357,7 ^{ab}	339,6 ^a
ADFom	203,6 ^a	204,2 ^a	214,7 ^b	201,2 ^a
nRP	157,8	157,6	156,4	156,0
A-Fraktion d. RP*	47,8 ^b	36,5 ^a	57,4 ^c	45,5 ^b
UDP5**	42,9 ^{ab}	45,5 ^b	40,5 ^a	40,3 ^a
MJ NEL/kg TM	6,97	6,91	6,90	6,96

*Rohproteinfraktionierung nach Licitra *et al.*, 1996

**pansenunabbaubares Rohprotein geschätzt nach Rohproteinfraktionierung (Kirchhof, 2007; Shannak *et al.*, 2000)

Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede im Tukey-HSD (p < 0,05).

KON Kontrollgruppe, LTG Versuchsgruppe Luzernetrockengrün, WI Winter, SO Sommer

Datenerfassung

Nach einer 7- (WI) bzw. 13- (SO) tägigen Vorfütterung wurde die Futtermenge täglich gruppenweise über die Futterausbringung und Rückwaage der Futterreste mit der jeweiligen TM-Bestimmung erfasst. Die Milchmengen wurden tierindividuell täglich als Summe aus zweimaligem Gemelk ermittelt. Die Milchhaltsstoffe wurden über Milchleistungsprüfungen im 5-wöchigen Versuchsverlauf bestimmt. Harn wurde viermalig (WI) bzw. fünfmalig (SO) an 8 Tieren pro Fütterungsgruppe spontanbepröbt.

Analysiert wurden Harnstoff, Purinderivate und Gesamt-N. Die Harn-N-Ausscheidung pro Tier*d wurde über die Gleichung von Chen and Orskov, 2003, berechnet. Tagestemperaturen wurden über die meteorologische Station in Köllitsch aufgezeichnet. Die Auswertung der Daten erfolgte mittels MS Excel und in SPSS (IBM SPSS Statistics, Version 19) über die Funktion Univariate.

3. Ergebnisse

Der Futterwert war im Winter wie im Sommer in Bezug auf die Energie und das nutzbare Rohprotein in allen Rationen vergleichbar (Tab. 3). Ein Einfluss der Außentemperatur auf die Futterraufnahme konnte nicht vermieden werden. Mit zunehmender Temperatur sank die Futterraufnahme, insbesondere der Trockengrünration ($r^2 = 0,22$, $p < 0,001$ für LTG, Abb. 2; $r^2 = 0,09$ für KON). Die Futterraufnahme war im Sommer geringer als im Winter (Tab. 4). Die Milchleistung in ECM war für beide Gruppen im Winter statistisch nicht verschieden, ebenso wie die Futtereffizienz (Tab. 4). Der geringe Fettgehalt der LTG-Milch führte im Sommer zu einer geringeren ECM-Leistung im Vergleich zur Kontrollgruppe (Tab. 4).

Tabelle 4: Futter- und UDP-Aufnahme, Milchleistung und -inhaltsstoffe sowie Futtereffizienz in den einzelnen Behandlungen und Perioden

Behandlung	Periode	TM-Aufnahme kg/Tier*d	UDP-Aufnahme g/Tier*d	kg Milch/ Tier*d	Milch-eiweiß %	Milch-fett %	kg ECM/Tier *d	kg Futter- TM/ kg ECM
KON	WI	24,82 ^b	1065,5 ^b	37,4 ^a	3,54	3,78 ^b	36,6 ^a	0,68 ^{bc}
LTG	WI	25,23 ^b	1148,7 ^c	37,9 ^a	3,51	3,66 ^{ab}	36,0 ^a	0,70 ^c
KON	SO	23,65 ^a	966,8 ^a	39,8 ^c	3,59	3,66 ^{ab}	38,4 ^b	0,61 ^a
LTG	SO	23,87 ^a	961,3 ^a	38,8 ^b	3,54	3,31 ^a	36,1 ^a	0,66 ^b
KON	MW	24,23	1107,1	38,7	3,57	3,72	37,6	0,65
LTG	MW	24,54	964	38,5	3,53	3,48	36,1	0,68
SEM		0,116	7,272	0,194	0,032	0,056	0,085	0,004
p Behandlung		0,174	0,009	0,404	0,383	0,041	<0,001	<0,001
p Periode		<0,001	<0,001	<0,001	0,359	0,040	<0,001	<0,001
p Behandlung*Periode		0,693	0,003	<0,001	0,899	0,328	<0,001	0,136

Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede im Tukey-HSD ($p < 0,05$).
KON Kontrollgruppe, LTG Versuchsgruppe Luzernetrockengrün, WI Winter, SO Sommer

Dies beeinflusste auch den Fett-Eiweißquotienten im Sommer (Tab. 5). Insgesamt wurden in beiden Versuchsperioden alle N-Ausscheidungen der LTG-Gruppe sowohl in der Milch als auch im Harn verringert (Tab. 5). Die N-Verwertungseffizienz war innerhalb jeder Periode vergleichbar (Tab. 5). Die Futtereffizienz war bei der im SO gefütterten KON am höchsten, ebenso die korrigierte Milchleistung (Tab. 4).

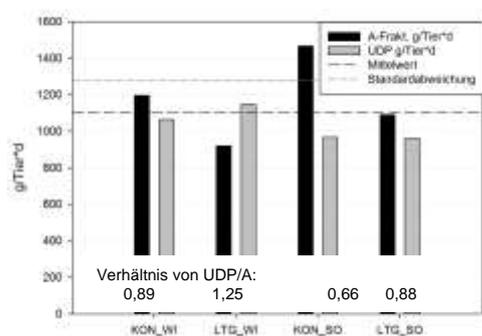


Abb. 1: Tägliche Aufnahme an leichtlöslicher A-Fraktion des RP und des Durchflussproteins

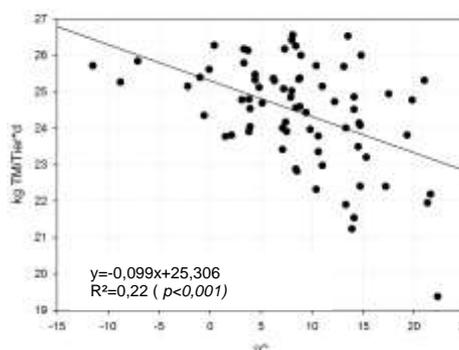


Abb. 2: Abhängigkeit der Futterraufnahme aus LTG von der Tagestemperatur

Tabelle 5: Fett-Eiweiß-Quotient sowie Variablen zur N-Verwertung und –effizienz

Behandlung	Periode	F/E	g Futter-N/g		Harnstoff [g/l]	g Milchharnstoff/Tier*d	g Harnstoff/Tier*d
			Milcheiweiß-N	Milchharnstoff [mg/l]			
KON	WI	1,07 ^b	2,88 ^b	174,6 ^c	10,59 ^b	6,53 ^d	243,7 ^b
LTG	WI	1,04 ^b	2,85 ^b	143,0 ^{ab}	9,47 ^b	5,30 ^b	160,7 ^a
KON	SO	1,02 ^{ab}	2,62 ^a	153,8 ^{bc}	9,69 ^b	6,06 ^c	224,8 ^b
LTG	SO	0,93 ^a	2,60 ^a	127,4 ^a	6,98 ^a	4,89 ^a	200,9 ^{ab}
<i>KON</i>	<i>MW</i>	<i>1,04</i>	<i>2,74</i>	<i>164,3</i>	<i>10,10</i>	<i>6,27</i>	<i>233,6</i>
<i>LTG</i>	<i>MW</i>	<i>0,99</i>	<i>2,72</i>	<i>135,1</i>	<i>8,13</i>	<i>5,08</i>	<i>182,3</i>
<i>SEM</i>		<i>0,014</i>	<i>0,019</i>	<i>3,167</i>	<i>0,235</i>	<i>0,024</i>	<i>5,823</i>
p Behandlung		<i>0,060</i>	<i>0,552</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>
p Periode		<i>0,006</i>	<i><0,001</i>	<i>0,005</i>	<i><0,001</i>	<i><0,001</i>	<i>0,362</i>
p Behandl.*Periode		<i>0,355</i>	<i>0,860</i>	<i>0,681</i>	<i>0,094</i>	<i>0,519</i>	<i>0,012</i>

Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede im Tukey-HSD (p<0,05).

KON Kontrollgruppe, LTG Versuchsgruppe Luzernetrockengrün, WI Winter, SO Sommer

4. Diskussion

Der Austausch von 3 kg TM Luzernesilage gegen die äquivalente Menge Luzernetrockengrün bei gleichzeitiger Verminderung des Rapsextraktionsschrotes um 30 % führte im Winter zu vergleichbaren Ergebnissen in der Milchleistung und in der N-Verwertung der beiden Versuchsgruppen (Tab. 4). Die N-Ausscheidung über Milchharnstoff und Harn war jedoch geringer (Tab. 5). Im Spätsommer führte der Austausch von 4,4 kg TM Luzernesilage gegen Trockengrün mit Verzicht auf 40 % des Rapsextraktionsschrotes zu einer geringeren ECM-Leistung im Vergleich zur Kontrollgruppe derselben Periode (Tab. 4). Die korrigierte Milchleistung war ähnlich wie im Winter. Das Verhältnis von UDP zur A-Fraktion war in der LTG (SO) der KON vergleichbar (WI) (Abb. 1), während die Kühe der KON (SO) deutlich mehr NPN aufnahmen. Durch diesen Quotienten von 0,66 UDP/A wurde in der KON (SO) offensichtlich ein weitgehend optimales Verhältnis von Input zu Output in Bezug auf Leistung und Nährstoffe getroffen. Zu dem aufgenommenen Gesamt-UDP trug dabei das Rapsextraktionsschrot mit 2,6 kg TM zu 33 % bei, während die Luzernesilage mit 4,4 kg TM 40 % der aufgenommenen NPN-Verbindungen lieferte.

5. Fazit

- Ein Austausch von 3 kg TM Luzernesilage durch heißluftgetrocknetes Luzernetrockengrünfutter mit kalkuliertem UDP-Gehalt von 35 % d. RP ersetzt ca. 1 kg Rapsextraktionsschrot in der Milchviehration.
- Höhere Außentemperaturen wirken verzehrmindernd bei höheren Einsatzmengen getrockneter Luzerne.
- Die Stickstoffverwertungseffizienz bezogen auf das Milcheiweiß ändert sich im gewählten Austausch von Futtermitteln nicht.
- Eine Kombination aus Luzernesilage und –trockengrün bei Verringerung des Rapsextraktionsschrotes ist im Hinblick auf die Optimierung des Verhältnisses von Durchflussprotein zu leichtlöslichem Stickstoff weiter zu hinterfragen.

6. Literatur

Chen, X.B., Orskov, E.R. (2003): Research on urinary excretion of purine derivatives in ruminants: Past, present and future, International Feed Resource Unit, Macaulay Land Use Research Institute, Craigiebuckler, Aberdeen, UK.

Kirchhof, S. (2007): Kinetik des ruminalen in situ-Nährstoffabbaus von Grünlandaufwüchsen des Alpenraumes unterschiedlicher Vegetationsstadien sowie von Maissilagen und Heu - ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Rationsgestaltung für Milchkühe, Dissertation, Christian-Albrechts-Universität Kiel.

Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J. (1996): Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 57, 347-358.

Shannak, S., Südekum, K.H., Susenbeth, A. (2000): Estimating ruminal crude protein degradation with in