

Zuckerreiches Heu für Milchkühe: Heu und Kraftfutter in einem Trog

Sugar-rich hay in dairy cows: Fibre and energy in one feed

Fenja Klevenhusen¹, Maria-Theresia Kleefisch² und Qendrim Zebeli^{2*}

Zusammenfassung

Milchkühe haben insbesondere in dem ersten Laktationsdrittel einen hohen Energiebedarf. Daher werden sie mit großen Mengen an stärke- bzw. energiereichem Kraftfutter gefüttert, was zu einer subakuten Pansenazidose führen kann. Das zuckerreiche Heu enthält ebenfalls fast gleich so viel Energie, jedoch in Form von wasserlöslichen Kohlenhydraten. Gleichzeitig weist dieses Heu einen geringeren Fasergehalt als herkömmliche Grobfutter auf – bei gleichzeitig höherem Proteinwert und höheren Mineralstoffgehalten. Aufgrund dieser Kombination könnte die Verfütterung dieses qualitativ hochwertigen Heus eine gesündere Alternative zur stärkereichen Kraftfutterfütterung darstellen. Allerdings besteht der Verdacht, dass das zuckerreiche Heu nicht über eine ausreichende Strukturwirksamkeit verfügt, damit die Kühe genügend wiederkauen, um die entstehenden Fermentationssäuren durch hinreichende Speichelbildung abzapfen zu können. Gleichzeitig kann eine alleinige Verfütterung des zuckerreichen Heus den Energiebedarf während des ersten Laktationsdrittels nicht ausreichend decken, da mit einer limitierten Aufnahme von voluminösem Raufutter gerade in der Früh-Laktation gerechnet werden muss. Beide dieser wichtigen Fragen werden im Rahmen dieses Übersichtsartikels beantwortet. Der Artikel liefert zudem Erkenntnisse und Faustzahlen zum Einsatz von zuckerreichem Heu bei Milchkühen, sowohl im Hinblick auf Milchleistung und Stoffwechselfgesundheit in der Früh-Laktation, als auch im Hinblick auf die Pansenfermentation und Futterbewertung.

Schlagwörter: zuckerreiches Heu, Energiebedarf, Milchkühe, Futterbewertung

Summary

Dairy cows have high requirement in energy during early and high lactation. This leads to increased levels of starchy concentrates and other low structural feedstuffs in their diets, increasing the risk of rumen acidosis. Sugar-rich hay is high in energy in form of water-soluble carbohydrates, but is lower in fiber and high in protein and minerals, as compared with commonly fed forages. Because of this combination of nutrients, the sugar-rich hay could be a good alternative for starchy concentrates in the feeding of dairy cows. However, it was not clear if the feeding of the sugar-rich hay provides enough stimuli for rumination and rumen buffering. In addition, because of the physical rumen fill, feeding cows with sugar-rich hay only might cause a large energy deficit in cows during early lactation. The aim of this review article is to summarize results of the two experiments we have conducted to evaluate the effects of feeding sugar-rich hay on both feed intake, performance and chewing activity, rumen fermentation and feed evaluation in dairy cows.

Keywords: sugar-rich hay, energy requirements, dairy cows, feed evaluation

¹ Bundesinstitut für Risikobewertung, Abteilung Sicherheit in der Nahrungskette, Berlin, Deutschland

² Veterinärmedizinische Universität Wien, Institut für Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien

* Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr. Qendrim Zebeli, email: qendrim.zebeli@vetmeduni.ac.at

1. Einleitung

Eine ausgewogene und wiederkäuergerechte Ernährung der Milchkuh ist die Grundvoraussetzung für einen hohen Gesundheitsstatus, das Wohlbefinden und eine hohe Lebensleistung. Um hohe Leistungen zu erzielen, werden Milchkuhe im Allgemeinen mit großen Mengen an Kraftfutter oder anderen schnell verdaulichen, faserarmen Nebenprodukten gefüttert. Wenngleich diese Fütterungsstrategie sinnvoll ist, um den hohen Energiebedarf für die Milchproduktion zu decken, wird sie den verdauungsphysiologischen Vorgängen der Wiederkäuer nicht gerecht. Dies liegt daran, dass die Fütterung großer Mengen an rasch fermentierbaren Kohlenhydraten (z.B. Stärke) zu einem schnellen Anstieg der kurzkettigen Fettsäuren im Pansensaft und dadurch zu einem schnellen Absinken des Pansen-pH-Wertes führt. Eine gesündere Alternative zur stärkereichen Kraftfutterfütterung könnte ein qualitativ hochwertiges Heu sein, das reich an Energie in Form von wasserlöslichen Kohlenhydraten ist, dafür aber einen geringeren Fasergehalt als herkömmliches Heu aufweist. Es wird oft vermutet, dass das zuckerreiche Heu nicht über eine ausreichende Strukturwirksamkeit verfügt, um die entstehenden Fermentationssäuren im Pansen durch hinreichende Speichelbildung abzupuffern. Diese Vermutung wird noch dringlicher, wenn zusätzlich zu dem zuckerreichen Heu stärkehaltige Kraftfuttermittel gefüttert werden. Gleichzeitig muss überprüft werden, ob eine alleinige Verfütterung des zuckerreichen Heus den Energiebedarf während der Laktation ausreichend decken kann, da mit einer limitierten Aufnahme von voluminösem Raufutter gerade in der Früh-laktation gerechnet werden muss.

Ziel dieses Übersichtsartikels ist es, wichtige Erkenntnisse unserer Versuche zum Einsatz von zuckerreichem Heu bei Milchkuhen zusammenzufassen. Zum einen werden die Erkenntnisse der Auswirkungen auf die Milchleistung und Stoffwechselgesundheit in der Früh-laktation beschrieben (Experiment 1), zum anderen werden die Effekte der Fütterung von zuckerreichem Heu auf den Pansen-pH und die Pansenbakterien beleuchtet (Experiment 2). Um Informationen über den Futterwert zu generieren, wurde eine Verdaulichkeitsuntersuchung mit Hammeln an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt.

2. Zuckereiches Heu – Produktion und Futterwert

Bei dem getesteten zuckerreichen Heu handelte es sich um einen ersten und zweiten Schnitt von Dauergrünlandbeständen in Höchst am Bodensee in Vorarlberg, welches von der ARGE Heumilch zur Verfügung gestellt wurde. Englisches Raygras war das Leitgras. Das Erntegut wurde bei einem Trockenmassegehalt von etwa 50 % bis 60 % in die Trocknungsboxen eingefahren und durch die Kombination von Solarwärme, Wärmebelüftung und Luftentfeuchter getrocknet. Das so für die Versuche erzeugte Heu wies einen Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten (WSC) von fast 200 g/kg TS auf und hatte einen Rohproteingehalt (XP) von über 200 g/kg TS (*Tabelle 1*). Im Vergleich dazu hatte das in den Versuchen eingesetzte Kontrollheu einen sehr geringen XP-Gehalt von <100 g/kg TS und einen Gehalt an WSC von ca. 110 g/kg TS. Um weitere Informationen über den Futterwert des zuckerreichen Heus zu erfahren, wurde eine Verdaulichkeitsstudie nach den Richtlinien der GfE (1991) und nach der Methode von GIGER und SAUVANT (1983) mit Hammeln an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Futterraufnahme und Ausscheidungen von Kot und Harn wurden dabei täglich über einen Zeitraum von 14 Tagen quantifiziert und Proben zur Bestimmung der Inhaltsstoffe gesammelt. Die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) der zwei Heuqualitäten und der Kraftfuttermischungen wurde berechnet als $RNB = (XP - nXP) / 6,25$, wobei das nutzbare Rohprotein am Duodenum (nXP) aus dem Verdaulichkeitsversuch geschätzt wurde. Die Ergebnisse sind in *Tabelle 1* dargestellt.

Der Verdaulichkeitsversuch mit Hammeln zeigte, dass das zuckerreiche Heu deutlich besser verdaulich ist, als das normale, faserreiche Heu. Aufgrund des hohen XP-Gehalts

Tabelle 1: Mittlere Nährstoffgehalte und -verdaulichkeiten der in den Versuchen eingesetzten Heuqualitäten (KLEEFISCH et al. 2017 und 2018)

Nährstoffe (g/kg TS)	Zuckerheu	Kontrollheu
Rohprotein	229	89
Neutral-Detergenz-Faser (NDF)	443	612
Säure-Detergenz-Faser (ADF)	225	366
Wasserlösliche Kohlenhydrate	193	112
Verdaulichkeit (%) im Hammelversuch		
Organische Substanz	81,83	59,84
Rohprotein	78,64	34,81
Neutral-Detergenz-Faser	85,40	60,29
Energiegehalt und Proteinwert¹		
ME (MJ/kg TS)	11,38	8,01
NEL (MJ/kg TS)	6,90	4,64
nXP (g/kg TS)	154	99,7
RNB (g/kg TS)	10,98	-5,53

¹ME = umsetzbare Energie, NEL = Netto Energie Laktation, nXP = nutzbares Rohprotein; RNB = Ruminale Stickstoffbilanz

in dem qualitativ hochwertigen, zuckerreichen Heu ergeben sich eine deutlich positive RNB mit zuckerreichem Heu und eine höhere Menge an nXP. Der NEL-Gehalt lag mit 6,90 MJ/kg TS auf einem Niveau vergleichbar mit einer sehr guten, körnerreichen Maissilage.

3. Effekte der Fütterung von zuckerreichem Heu bei Milchkühen

3.1 Effekte auf TS-, Energie- und Nährstoffaufnahme

In den Versuchen wurden die gleichen vier verschiedenen Rationen mit unterschiedlichen Anteilen an zuckerreichem Heu (60 %, 75 % und 100 %) in Kombination mit angepassten Kraftfuttermengen (0 %, 25 % und 40 % der TS) und in Relation zu einer Kontrollration bestehend aus 60 % faserreichen und zuckerarmen Heu und 40 % Kraftfutter getestet (Tabelle 2). Folglich unterschieden sich die Versuchsrationen stark in ihren Gehalten an Zucker (8,4 % bis 18,7 % TS), Stärke (18,2 % bis 0 % TS) und Rohprotein (15,9 % bis 23,5 % TS).

Insgesamt wurde das zuckerreiche Heu sehr gut von den Kühen gefressen. Bei trockenstehenden Kühen wurde eine signifikante Steigerung der Futteraufnahme durch den Einsatz von zuckerreichem Heu festgestellt (Ergebnisse nicht gezeigt). Bei den Kühen in der Früh-laktation stieg die TS-Aufnahme wie zu erwarten über die Versuchsdauer kontinuierlich an (Tabelle 3), nur die Kühe mit reiner Zuckerheufütterung stießen an die Grenzen der Aufnahmekapazität. So nahmen sie mit einer TS-Aufnahme von 18,8 kg pro Tag in der vierten Woche post-partum etwa 28 MJ NEL weniger pro Tag auf als die Kühe, die zusätzlich 40 % Kraftfutter in der Ration erhielten.

Die hohen Rohprotein- und RNB-Gehalte im zuckerreichen Heu überstiegen die Fütterungsempfehlungen nach GfE (2001), so dass das Futterprotein ohne zusätzliche Energie unverwertet blieb. Zudem hat eine zu hohe RNB negative Auswirkungen auf die Umwelt durch erhöhte N-Ausscheidungen. Die Bereitstellung an nXP konnte durch die Zulage von Kraftfutter verbessert werden.

Tabelle 2: Versuchsrationen und Nährstoffgehalte (KLEEFISCH et al. 2017 und 2018)

	60NQ	60HQ	75HQ	100HQ
Rationszusammensetzung (%)				
Faserreiches Heu	60	-	-	-
Zuckerreiches Heu	-	60	75	100
Kraftfuttermischung	40	40	25	-
Chemische Zusammensetzung (% TS)				
Organische Masse	92,6	92,2	91,6	90,8
Rohprotein	15,1	19,3	20,6	23,1
Stärke	17,8	18,0	11,2	0,00
Zucker	9,0	13,4	15,6	19,2
NDF	43,8	35,2	38,6	44,3
ADF	29,8	19,3	20,2	21,5
NEL (MJ/kg TS)	6,1	7,2	7,1	6,9

60NQ = 60 % faserreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 60HQ = 60 % zuckerreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 75HQ = 75 % zuckerreiches Heu + 25 % Kraftfutter; 100HQ = 100 % zuckerreiches Heu

Tabelle 3: TS-Aufnahme und Stickstoffbilanz bei Milchkühen in der Früh-laktation (n=6; KLEEFISCH et al. 2018)

	Versuchsrationen ¹				SEM ²	P-Werte	
	60NQ	60HQ	75HQ	100HQ		Ration	Tag
TS-Aufnahme (kg/Tag)							
Woche 1	13,9	16,4	14,3	14,1	0,864	0,088	<0,001
Woche 2	18,4 ^{ab}	19,7 ^a	19,0 ^a	15,9 ^b	0,957	0,007	0,003
Woche 3	19,8 ^{ab}	20,9 ^a	19,9 ^{ab}	17,7 ^b	1,01	0,015	0,200
Woche 4	21,3 ^{ab}	21,9 ^a	22,7 ^a	18,8 ^b	1,14	0,002	0,213
Ruminale N-Bilanz (g/Tag)							
Woche 1	-28,0 ^b	142,8 ^a	127,7 ^a	154,6 ^a	7,90	<0,001	<0,001
Woche 2	-4,3 ^c	131,1 ^b	146,2 ^{ab}	170,7 ^a	7,68	<0,001	0,175
Woche 3	11,2 ^d	115,9 ^c	152,5 ^b	193,4 ^a	6,93	<0,001	0,570
Woche 4	13,2 ^d	124,8 ^c	168,8 ^b	202,7 ^a	7,64	<0,001	0,036
nutzbares Rohprotein am Duodenum (g/Tag)							
Woche 1	1.718 ^b	2.573 ^a	2.229 ^{ab}	2.170 ^{ab}	144,4	<0,001	<0,001
Woche 2	2.459 ^{bc}	3.098 ^a	2.977 ^{ab}	2.399 ^c	160,2	0,002	0,001
Woche 3	2.742 ^b	3.304 ^a	3.140 ^{ab}	2.724 ^b	177,7	0,008	0,140
Woche 4	2.962 ^{ab}	3.479 ^a	3.559 ^a	2.875 ^b	186,2	<0,001	0,007

¹60NQ = 60 % faserreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 60HQ = 60 % zuckerreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 75HQ = 75 % zuckerreiches Heu + 25 % Kraftfutter; 100HQ = 100 % zuckerreiches Heu

²SEM, Standardfehler des Mittelwertes

3.2 Effekte auf Kauaktivität und Pansenfermentation

Die Kauaktivität wurde sowohl bei trockenstehenden als auch bei Kühen in der Früh-laktation mittels des RumiWatch-Systems (ITIN + HOCH GmbH, Fütterungstechnik, Liestal, Schweiz) gemessen. Allgemein gilt die Annahme, dass die Wiederkauaktivität eine entscheidende Rolle in der Stabilisierung des Pansen-pHs spielt und somit die Pansenfunktion erhält (MERTENS 1997). Aufgrund der geringen TS-Aufnahme bei trockenstehenden Kühen lassen sich die hier erhobenen Beobachtungen der Fress- und Kauaktivität nicht auf laktierende Kühe mit deutlich höherer Futteraufnahme übertragen. Bei trockenstehenden Kühen konnte der Einsatz von zuckerreichem Heu die Wieder-

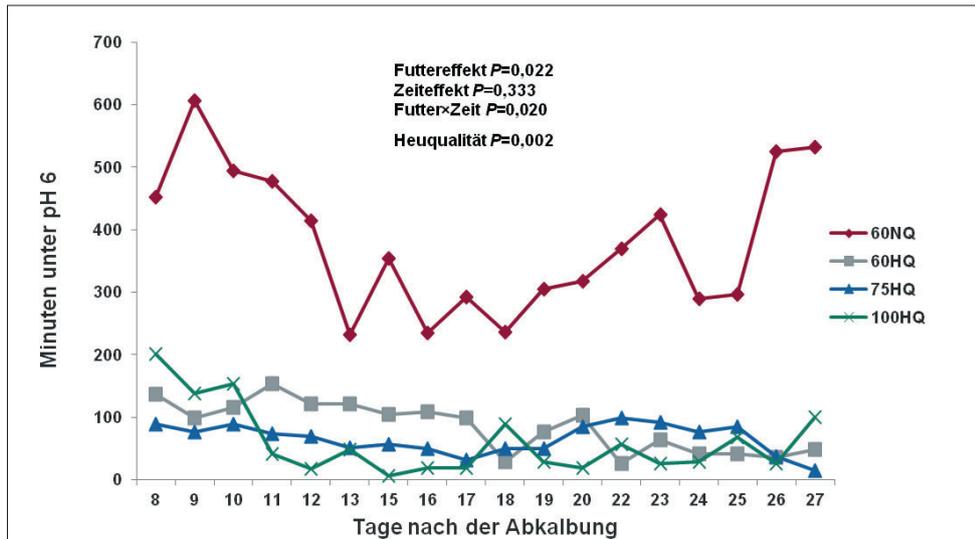


Abbildung 1: Pansen-pH bei Kühen in der Früh-laktation (n=4; Minuten am Tag unter pH 6) 60NQ = 60 % faserreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 60HQ = 60 % zuckerreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 75HQ = 75 % zuckerreiches Heu + 25 % Kraftfutter; 100HQ = 100 % zuckerreiches Heu

kauzeiten reduzieren, bei laktierenden Kühen wurde dagegen kein Unterschied in der Wiederkauzeit festgestellt. Die Untersuchungen zeigten keine großen Unterschiede im Pansen pH-Wert zwischen den Rationen mit zuckerreichem Heu und unterschiedlichen Kraftfutterniveaus und der Kontrollration mit faserreichem Heu, und das obwohl die Konzentration an flüchtigen Fettsäuren als Folge der verbesserten Verdaulichkeit durch die Verfütterung von zuckerreichem Heu signifikant anstieg (KLEEFISCH et al. 2017; KLEVENHUSEN et al. 2017). Im Gegenteil, die Verfütterung vom zuckerreichen Heu, mit oder ohne Kraftfutter, schien den Pansen-pH zu stabilisieren (Abbildung 1), was auch mit dem hohen Rohproteingehalt zusammenhängen kann (KLEVENHUSEN et al. 2019). Es ist anzumerken, dass die Tierzahl im Versuch begrenzt war, und weitere Untersuchungen mit größerer Tierzahl und zusätzlichen Rationszusammensetzungen sind notwendig.

3.3 Effekte auf Milchleistung und Zusammensetzung

Über vier Wochen post partum wurden die Milchleistungsdaten der Kühe im Versuch erfasst. Die Milchmenge stieg über den Versuchsraum kontinuierlich an. Ab der 3. Woche wurden erste Auswirkungen der Fütterung sichtbar. So zeigte sich, dass eine Kraftfutterzulage von 40 % in der Ration mit zuckerreichem Heu die Milchleistung noch weiter steigern konnte, allerdings waren die Unterschiede bezogen auf den Milchfettgehalt nicht mehr signifikant (Abbildung 2).

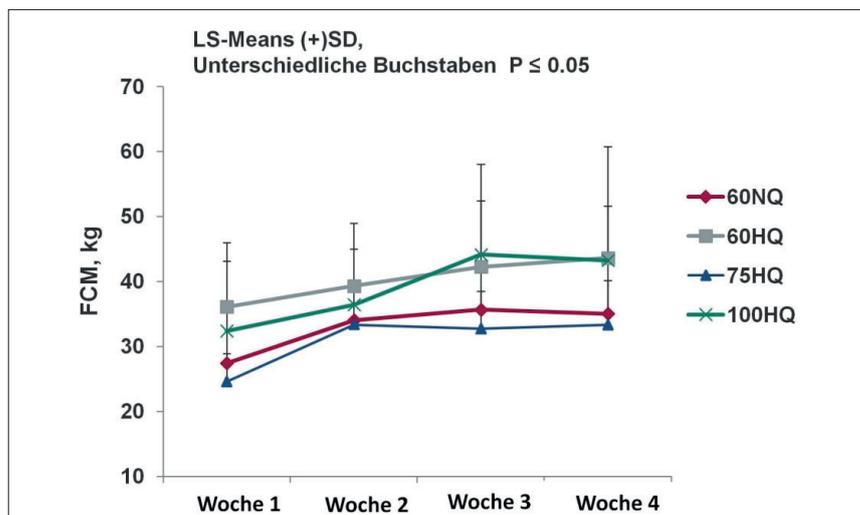


Abbildung 2: Fett-korrigierte Milch bei Kühen in der ersten 4. Wochen der Laktation (n=6; FCM mit 4 % Fett-Basis); 60NQ = 60 % faserreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 60HQ = 60 % zuckerreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 75HQ = 75 % zuckerreiches Heu + 25 % Kraftfutter; 100HQ = 100 % zuckerreiches Heu

Die Milchleistung blieb auf dem gleichen Niveau, wie bei den Gruppen 60NQ und 75HQ, weshalb die Tiere, die mit 100HQ gefüttert wurden, in eine stark negative Energiebilanz in den ersten 4 Wochen post partum gerieten. Der Milchharnstoffgehalt war signifikant am höchsten bei Kühen, die mit dem zuckerreichen Heu ohne Kraftfutterzulage gefüttert wurden. Das war aufgrund der hohen RNB und geringen NEL-Aufnahme zu erwarten. Positiv ist aufgefallen, dass die Verfütterung vom zuckerreichen Heu den Anteil für die Menschen gesundheitsfördernde alpha-Linolensäure und konjugierte Linolsäure in der Milch signifikant erhöhte (KHIAOSA-ARD et al. 2020).

Tabelle 4: Mittlere Milchhaltsstoffe (n=6; analysierte an Tag 7, 14, 21, und 28 post partum (KLEEFISCH et al. 2018)

	Versuchsrationen ¹				P-Werte		
	60NQ	60HQH	75HQH	100HQH	SEM [†]	Ration	Tag
Milchhaltsstoffe (%)							
Fett	4,25	4,67	4,12	5,15	0,357	0,110	0,908
Protein	3,30 ^{ab}	3,31 ^{ab}	3,60 ^a	3,18 ^b	0,087	0,009	<0,001
Laktose	4,70	4,67	4,70	4,66	0,065	0,943	<0,001
Harnstoff (mg/l)	268 ^{ab}	202 ^b	244 ^b	365 ^a	38,9	0,002	0,201
SCC [#] (log ₁₀ /ml)	4,62	4,51	4,59	4,61	0,201	0,981	<0,001
Fett:Protein	1,31 ^{ab}	1,42 ^{ab}	1,17 ^b	1,66 ^a	0,116	0,020	0,024
Fett (kg/Tag)	1,35	1,72	1,24	1,62	0,171	0,050	0,043
Protein (kg/Tag)	1,06 ^{ab}	1,23 ^a	1,13 ^{ab}	0,995 ^b	0,067	0,010	0,932
Lactose (kg/Tag)	1,53 ^{ab}	1,75 ^a	1,49 ^b	1,46 ^b	0,083	0,006	<0,001

60NQ = 60 % faserreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 60HQ = 60 % zuckerreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 75HQ = 75 % zuckerreiches Heu + 25 % Kraftfutter; 100HQ = 100 % zuckerreiches Heu

[†]SEM, Standardfehler des Mittelwertes; [#]SCC, Somatic Zellzahl

^{a,b}Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben unterscheiden sich signifikant (P < 0.05)

4. Schlussfolgerungen

Das zuckerreiche Heu ist hochverdaulich und erreicht einen Energiegehalt auf einem Niveau vergleichbar mit einer sehr guten, körnerreichen Maissilage. Gleichzeitig trägt das Zuckerheu maßgeblich zur Deckung des Bedarfs der Milchkühe in der Früh-laktation mit nutzbarem Protein bei, wobei aufgrund der fehlenden Energie im Heu das Teile des Stickstoffs im Pansen nicht verwertet werden können. Das zuckerreiche Heu konnte ausreichend Kauaktivität auslösen, so dass keine negativen Effekte auf den Pansenfermentation beobachtet wurden. Allerdings lag die tägliche Futtermittelaufnahme der Kühe 3 - 4 kg unter der TS-Aufnahme von Kühen, die zusätzlich Kraftfutter erhielten. Diese limitierte TS-Aufnahme spiegelte sich in der Energieaufnahme der Milchkühe in der Früh-laktation wieder. Eine Kraftfutttergabe von 25 % in der TS erhöhte die Menge an nutzbarem Rohprotein, die Futtermittelaufnahme schwächte somit die negative Energiebilanz deutlich ab. Schlussfolgernd lässt sich das zuckerreiche Heu sehr gut in der Milchkuhration integrieren. Mit einem Zusatz von etwa 25 % einer passenden (XP-armen) KF-Mischung kann die Fütterung der Hochleistungskuh weiter optimiert werden.

5. Literatur

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), 1991: Guidelines for determination of crude nutrient digestibility with ruminants (in German). Proc. Soc. Nutr. Physiol. 65, 229-234.

GIGER, S. und D. SAUVANT, 1983: Comparison of different methods for evaluation of digestibility coefficients of concentrate feeds in ruminants. Ann. Zootech. 32, 215-246.

KHIAOSA-ARD, R., M.T. KLEEFISCH, Q. ZEBELI und F. KLEVERHUSEN, 2020: Milk fatty acid composition reflects metabolic adaptation of early lactation cows fed hay rich in water-soluble carbohydrates with or without concentrates. *Anim. Feed Sci. Technol.* 264, 114470.

KLEEFISCH, M.T., Q. ZEBELI, E. HUMER, I. KRÖGER, P. ERTL und F. KLEVENHUSEN, 2017: Effects of the replacement of concentrate and fibre-rich hay by high-quality hay on chewing, rumination and nutrient digestibility in non-lactating Holstein cows. *Arch. Anim. Nutr.* 71, 21-36.

KLEEFISCH, M.T., Q. ZEBELI, E. HUMER, L. GRUBER und F. KLEVENHUSEN, 2018: Effects of feeding high-quality hay with graded amounts of concentrate on feed intake, performance and blood metabolites of cows in early lactation. *Arch. Anim. Nutr.* 72, 290-307.

KLEVENHUSEN, F., R.M. PETRI, M.T. KLEEFISCH, R. KHIAOSA-ARD, B.U. METZLER-ZEBELI, Q. ZEBELI, 2017: Changes in fibre-adherent and fluid-associated microbial communities and fermentation profiles in the rumen of cattle fed diets differing in hay quality and concentrate amount. *FEMS Microbiol Ecol.* 2017, 93(9).

KLEVENHUSEN, F., M.T. KLEEFISCH und Q. ZEBELI, 2019: Feeding hay rich in water-soluble carbohydrates improves ruminal pH without affecting rumination and systemic health in early lactation dairy cows. *J. Anim. Phys. Anim. Nutr.* 103, 466-476.

MERTENS, D.R., 1997: Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80, 1463-1481.