



Wie viel Stärke braucht die Kuh?

Christian Koch, LVAV Hofgut Neumühle und

Dr. Martin Pries, LWK NRW

Heutige Milchleistungen von 10000 bis 15000 kg Milch je Kuh und Laktation sind keine Seltenheit mehr. Für die Realisierung solch hoher Milchleistungen bei vorhandenem genetischem Potential bei Erhaltung der Tiergesundheit ist eine bedarfs- und wiederkäuergerechte Ernährung von herausragender Bedeutung. Auf Grund einer tierindividuell begrenzten Futteraufnahmekapazität kommt der Steigerung der Energiekonzentration durch den Einsatz von Fett und Stärke eine besondere Bedeutung zu. Wie viel Stärke ist bei der Milchkuh unter Berücksichtigung der physiologischen Gegebenheiten sinnvoll und nötig?

Um die oben beschriebenen Leistungen zu erzielen, sind Peakleistungen von 50 kg Milch pro Kuh/Tag und mehr eher die Normalität als die Ausnahme. Somit ist und bleibt ein erstrangiges Anliegen der Fütterungspraxis die Verbesserung der Versorgung der Hochleistungskühe mit Energie im ersten Drittel der Laktation, in dem der Bedarf der Tiere sehr hoch, das Futteraufnahmevermögen aber limitiert ist. So kann die täglich bereitzustellende Glucosemenge für eine Kuh mit einer Leistung von 50 kg Milch pro Tag auf ca. 3,6 kg geschätzt werden. Was eine hohe tägliche Milchleistung für die Milchkuh bedeutet ist in Tabelle 1 dargestellt. Um ausreichend Energie und Glucose der Kuh zur Verfügung zu stellen werden neben dem Einsatz hochwertiger Grobfuttermittel häufig Konzentrate verabreicht. In der Praxis hat dies zu Rationen mit steigenden Anteilen leichtfermentierbarer Kohlenhydraten, insbesondere Stärke geführt, welche im Pansen relativ schnell und nahezu vollständig abgebaut werden. Hohe Konzentratanteile führen jedoch zu abnehmenden Grobfutteranteilen in der Ration, wodurch sich die Wiederkauaktivität und folglich die Speichelproduktion vermindert. Als Folge der hierdurch bedingten geringeren Pufferkapazität im Pansen bei intensiver Fermentation der Kohlenhydrate kann eine deutliche pH-Wert Absenkung im Pansensaft und Veränderungen des Fermentationsmusters (Anteile flüchtiger Fettsäuren) nicht verhindert werden. Gesundheitsstörungen wie Acidose, Tympanie und

Labmagenverlagerung sowie eine verminderte Futteraufnahme und damit verbundene Stoffwechselstörungen sind zu erwarten. Um eine Reduktion des Kraftfutteranteils zu vermeiden, da die Kuh nun mal in dieser Laktationsphase einen sehr hohen Energie- und Glucosebedarf hat, werden teilweise Komponenten mit einem höheren Rohfasergehalt oder sogenannter „Bypass-Stärke“ eingesetzt. Bei letzterer handelt es sich um Futtermittel deren Stärke relativ langsam und unvollständig im Pansen abgebaut wird und dadurch größere Mengen den Dünndarm erreichen. Sorghum und Mais sind hier als Vertreter zu nennen (vgl. Tabelle 2).

Aus energetischer Sicht ist es effizienter, Stärke durch körpereigene Enzyme im Dünndarm zu verdauen als den energieaufwendigeren Weg über den Abbau zu flüchtigen Fettsäuren im Pansen und anschließender Zuckerneubildung in der Leber zu wählen. Dies setzt jedoch eine Spaltung der am Dünndarm anflutenden Stärke sowie eine Absorption der Glucose voraus. Mehrere Untersuchungen deuten jedoch darauf hin, dass die Kapazität der Milchkuh dazu begrenzt zu sein scheint, d. h. die Milchkuh kann nur eine maximale Menge an Glucose im Dünndarm absorbieren. Im Dünndarm nicht verdaute Stärke wird entweder über den Kot ausgeschieden oder ebenso wie nicht absorbierte Glucose, im Dickdarm mikrobiell abgebaut.

Tabelle 1: Tägliche Syntheseleistung (kg) von Milchkühen (FLACHOWSKY, 1999)

	Milchleistung (kg/Tier und Tag)		
	30	40	50
Abgabe von Energie (MJ/d) ¹	96	128	160
Synthese von	Inhaltsstoffe (kg/Tier und Tag)		
Protein (3,2 %)	0,96	1,28	1,60
Fett (4 %)	1,20	1,60	2,00
Lactose (4,8 %)	1,44	1,92	2,40
Täglich mit der Milch sezernierte OS (kg)	3,60	4,80	6,00

OS = organische Substanz; ¹ je kg Milch: 3,2 MJ

Tabelle 2: Verdaulichkeit von Mais und Gerste im Pansen, Dünndarm und gesamten Verdauungstrakt (Quelle: THEURER, 1986)

Verdaulichkeit (%)	Mais	Gerste
im Pansen	73 - 84	88 – 93
im Dünndarm	82 – 94	78 – 93
im gesamten Verdauungstrakt	96 - 99	99

Stärkeverdauung beim Wiederkäuer

Beim Wiederkäuer wird ein Großteil der zugeführten Stärke mikrobiell im Pansen zu flüchtigen Fettsäuren fermentiert. Stärke, die den Abbau im Pansen und Dünndarm übersteht, wird im Dickdarm fermentiert oder über den Kot ausgeschieden. Das Ausmaß und die Geschwindigkeit des ruminalen Abbaus hängen zum einen von den Verhältnissen im Pansen (z. B. pH-Wert) und von futtermittelspezifischen Eigenschaften ab.

Bei Rationen mit hohem Krafftfutteranteil kommt es aufgrund einer intensiven Fermentation der Stärke zur Bildung großer Mengen an flüchtigen Fettsäuren. Bei gleichzeitig reduziertem Grobfutteranteil führt eine verminderte Kau- und Wiederkauaktivität zu einer verminderten Speichelproduktion und somit geringerer Pufferwirkung. Die Absenkung des Pansen pH-Werts wird beschleunigt und eine Veränderung in den Anteilen an flüchtigen Fettsäuren ist zu erwarten. In der Tabelle 3 wird der Einfluss der Stärkequelle auf den pH-Wert im Pansen dargestellt. Die Fermentation großer Stärkemengen führt zu höheren Anteilen an Propionat (Propionsäure). Wohingegen strukturreiche Rationen das Verhältnis zugunsten des Acetats (Essigsäure) verschieben. Bei einem pH-Wert von unter 5,8 besteht die Gefahr einer Pansenübersäuerung (Pansenacidose). Da celluloseabbauende Bakterien empfindlicher gegenüber einem niedrigen pH-Wert reagieren als stärkeabbauende Bakterien und aufgrund der vorhandenen Nährstoffkonkurrenz zwischen celluloseabbauenden und stärkeabbauenden Bakterien nimmt gleichzeitig die Aktivität der celluloseabbauenden Bakterien ab. Eine reduzierte Verdaulichkeit der Faserbestandteile ist die Folge. Eine geringere Verdaulichkeit der Faserbestandteile könnte auch durch eine erhöhte Passagerate einhergehend mit verkürzter Verweildauer des Futters im Pansens bedingt sein. Ein Mangel an strukturiertem Futter führt weiterhin zu einer unzureichenden mechanischen Stimulierung der Pansemotilität und Schichtung des Panseninhaltes.

Tabelle 3: Einfluss der Stärkequelle und ihres Anteils an der Ration (T) auf den pH-Wert im Pansen (JENTSCH et al., 1992 und FLACHOWSKY, 1994a)

Getreide in % der T	Stärkequelle		
	Mais	Gerste	
10	6,65	6,67	JENTSCH et al. 1992
25	6,69	6,64	
50	6,50	6,27	
0	6,64	6,64	
25	6,64	6,50	FLACHOWSKY 1994a
50	6,13	6,17	
75	6,29	5,83	
100	5,60	5,18	

Bei steigenden Anteilen (bis 25 %) von Getreide in der Trockenmasse der Ration sind tendenzielle Unterschiede zugunsten von Mais zu erkennen. Ein Anteil von 50 % Gerste führt jedoch zu einem Rückgang des Pansen pH-Werts von 6,5 zu 6,27. Werden mehr als 50 % des Getreides aus Mais oder Gerste verfüttert, zeigen sich deutlich geringere Pansen pH-Werte in der Gersten-Gruppe. Stärke aus Mais wird bedeutend langsamer im Pansen abgebaut als Stärke aus anderen Getreidearten. Die zuletzt aufgeführten Futtermittel werden ruminal zu 95% abgebaut, so dass bei Stärkemengen von 8 kg lediglich 400 g für die enzymatische Verdauung und die Glucoseabsorption im Dünndarm zur Verfügung stehen. Somit bewirkt die Verfütterung von Mais einen höheren pH-Wert im Pansen, was die Acidosegefahr und eine Reduktion des Celluloseabbaus vermindert.

Alle Abbau- und Syntheseprozesse, die im Ökosystem Pansen ablaufen, benötigen Energie. Somit hängt auch die mikrobielle Proteinsynthese in erster Linie davon ab, wie viel fermentierbare Energie im Pansen verfügbar ist. Bei geringer ruminaler Verdaulichkeit steht den Mikroorganismen somit weniger Energie zur Verfügung und die Versorgung des Tieres mit mikrobiellem Protein wird reduziert. Eine ausreichende Energieversorgung ist demnach nicht nur für das Wirtstier, sondern auch für die Pansemikroben von großer Bedeutung. Die Wichtigkeit einer Synchronisierung der Fermentierbarkeit von Kohlenhydraten und Stickstoffquellen soll hier hervorgehoben werden, d. h. es sollten Futtermittel (Eiweiß- und Energieträger) eingesetzt werden, die in etwa gleiche Abbaucharakteristika im Pansen zeigen. Ist im Pansen zu wenig Energie vorhanden, um den freigesetzten Stickstoff für die Proteinsynthese zu nutzen, kann es partiell zu einer Anreicherung von Ammoniak im Pansen

kommen. Das Ammoniak wird in der Leber zu Harnstoff umgewandelt und über den Harn ausgeschieden, was den Stoffwechsel der Tiere belastet und zusätzlich Energie verbraucht.

Abbau der Stärke und Absorption der Glucose im Dünndarm

Um die sogenannte Bypass-Stärke effizient nutzen zu können, wird durch das Ausmaß der Stärkeverdauung und der Glucoseabsorption im Dünndarm bestimmt. Der Stärkeabbau (Hydrolyse) und die Glucoseabsorption scheinen jedoch begrenzt zu sein, da der Wiederkäuer im Laufe der Evolution nicht gezwungen war, sich an große Stärkemengen im Dünndarm zu adaptieren.

Angaben zur maximal im Dünndarm hydrolysierbaren und als Glucose absorbierbare Stärkemenge sind sehr unterschiedlich. Im Mittel werden 5 – 20 % der aufgenommenen Stärke nach verlassen des Pansens verdaut, das meiste davon im Dünndarm.

Bei Hochleistungskühen mit 60 bis 70 % Kraftfutter in der Trockenmasse der Ration kann die Stärkeanflutung am Duodenum zwischen 550 und 3160 g betragen (McALLAN und LEWIS, 1985; LOOSE, 1999). Nach FLACHOWSKY (1994b) schwanken die Angaben über die bei einem 500 kg schweren Rind im Dünndarm effektiv hydrolysierbare und als Glucose absorbierbare Menge an Maisstärke zwischen 800 und 1500 g pro Tag. Nach REYNOLDS et al. (1996) können bis zu 2000 g, nach McCARTHY et al. (1989) maximal 4,6 kg Maisstärke hydrolysiert und absorbiert werden. Tabelle 4 zeigt einige zu diesem Thema durchgeführten Versuche.

Tabelle 4: Versuche zur Bestimmung der Stärkeverdaulichkeit im Dünndarm bei Rindern

Autor	Körper- masse in kg	Stärke- quelle	Stärke- aufnahme in g/d	im Dünndarm verschwundene Stärke	
				in g/d	in % der Bypass-Stärke
Axe et al. (1987)	295	Sorghum	2670	867	63
Bock et al. (1991)	349	Weizen	4090 - 4340	368 – 453	67 – 78
Hibberd et al. (1985)	340	Sorghum	4130 - 4820	281 - 668	29 – 67
Karr et al. (1966)	360	Körnermais	1000 - 2680	331 - 624	64 – 93
Russell et al. (1981)	350	Körnermais	1700 - 3200	221 - 415	46 – 49
Streeter et al. (1990a)	230	Sorghum	2800 - 3080	168 - 330	24 – 42
Zinn (1989)	315	Gerste	2000 - 2200	154 - 173	80 – 81

Die großen Spannbreiten der verschwundenen Menge an Stärke verdeutlichen die Beeinflussung durch verschiedene Faktoren, wie Körpermasse, Rationsgestaltung und Stärkeaufnahme.

Schlussfolgerungen

Die Glucoseversorgung der Hochleistungskuh hat herausragende Bedeutung für Leistung, Tiergesundheit und Fruchtbarkeit.

Energie- und stärkereiche Rationen bergen jedoch das Risiko eines erniedrigten pH-Werts im Pansen und damit häufig verbundene Stoffwechselbelastungen und Gesundheitsstörungen. Einige zusammenfassende Punkte sollen nachfolgend genannt werden:

- Leichtlösliche Kohlenhydrate sind wichtig für die Energieversorgung der Milchkuh (und die mikrobielle Proteinsynthese).
- Große Stärkemengen bedeutet geringer pH-Wert im Pansen, mit verringertem Celluloseabbau.
- Begrenzte Nutzung der im Dünndarm anflutenden Stärkemenge, scheint auf 1,5 – 2 kg limitiert zu sein.
- Eingesetzte Stärketräger und deren ruminale Abbaubarkeit sind zu beachten (synchroner Abbau von Energie- und Eiweißträgern).
- Beachtung der Abbaucharakteristika und Abstimmung der eingesetzten Futtermittel im Rahmen der Rationsplanung durch die Fütterungsberatung.
- Der Höhe der Futter- bzw. Energieaufnahme kommt bei der Hochleistungskuh größere Bedeutung zu als der Verlagerung der Stärkeverdauung in den Dünndarm.

Stärkebeständigkeit für silierte Maisprodukte

Die Stärkebeständigkeit für Maissilage wird bisher in Anlehnung an CVB (1999) in Abhängigkeit vom Stärkegehalt festgelegt, wobei für Stärkegehalte ab 30 % eine konstante Beständigkeit von 30 % angenommen wird. Auf Grund aktueller deutscher, französischer und dänischer in situ und in vivo Untersuchungen ergeben sich neue Erkenntnisse für die Beständigkeit der Stärke in silierten Maisprodukten. Nach diesen Untersuchungen wird die Stärke aus Maissilage zum überwiegenden Teil im Pansen fermentiert. Die im Vergleich zu frischem oder getrocknetem Mais relativ hohe Fermentationsrate kann durch die Säureeinwirkung auf das Maiskorn während des Silierprozesses erklärt werden. Hierdurch werden die Stärkegranula so verändert, dass sie dem mikrobiellen Abbau zugänglich sind. Der Arbeitskreis Futter und Fütterung der DLG empfiehlt deshalb für die Kalkulation der beständigen Stärke (bXS) in Maissilage einen Wert von 10 % bis 15 %. Der Tabelle 1 sind die bisherigen sowie die angepassten Stärkebeständigkeiten für Maisprodukte zu entnehmen.

Futtermittel	TM %	XS g/kg TM	Stärkebeständigkeit (%)	
			alt*	neu
Frischmais	28	225	23	23
Maissilage, ca. 55 % TM im Korn	28 – 32	210 – 300	21 – 30	10
Maissilage, ca. 60 % TM im Korn	33 – 36	> 300	30	15**
Lieschkolbensilage (LKS)	50	420		15
CCM	60 – 65	634	30	25
Feuchtmais	60 – 65	661	30	25
Körnermais	88	694	42	42
Maiskleberfutter	44	340	10	10

* DLG-Info 2/2001;

** Sofern die Pflanze nicht frühzeitig abreift, wird die Ernte für Silomais bei voller Ausreife des Korns empfohlen (58 % TM und mehr). In der Regel ist daher von einer Beständigkeit der Stärke im Silomais von 15 % auszugehen.

Alle silierten Maisprodukte sind teilweise mit deutlichen Abschlägen in der Beständigkeit versehen. Dies hat zur Folge, dass zum Beispiel die Abbaubarkeit der Stärke aus Maissilage jetzt ähnlich hoch liegt wie die für Weizenstärke. Dennoch sind Mais- und Weizenstärke nicht als austauschbar zu betrachten, da hinsichtlich der Abbaugeschwindigkeit nach wie vor Unterschiede bestehen (vgl. DLG-Info 2/2001). Die Kohlenhydrate aus Maissilage werden in

der Geschwindigkeit des Abbaus als mittel schnell und diese aus Getreide als sehr schnell eingestuft. Hierdurch resultiert ein unterschiedliches Acidoserisiko. Da Maissilage in vielen Rationen für Milchkühe mengenmäßig einen sehr großen Anteil einnehmen kann oder sogar das wichtigste Grobfutter darstellt, ergeben sich erhebliche Konsequenzen für die rechnerischen Gehalte an beständiger Stärke. In einer Ration mit 9 kg TM Maissilage reduziert sich z. B. der Gehalt an beständiger Stärke je nach Stärkegehalt der Maissilage um 300 bis 500 g bzw. 14 – 23 g/kg TM. Um keine falschen Akzente für die ergänzende Versorgung mit beständiger Stärke z. B. aus Körnermais zu setzen, wird eine Anpassung der Orientierungsdaten für die Rationsplanung für notwendig erachtet. Diese sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Orientierungsdaten für die Rationsplanung bezüglich der Versorgung mit beständiger Stärke (bXS) in Abhängigkeit vom Milchleistungsniveau der Herde

Herdenleistung, kg/Tier/Jahr	6.000	8.000	10.000
Frischmelkende Kuhgruppe Tagesleistung, kg/Kuh/Tag	32	37	42
Bisher: bXS, g/kg TM	10-60	20-60	30-60
Neu: bXS, g/kg TM	10-50	20-50	25-50

In der Beratung soll darauf hingewiesen werden, dass höhere Aufnahmen an beständiger Stärke nicht zwingend zu besseren Leistungen führen. Deshalb wird eine Spannbreite bezüglich der Versorgung mit beständiger Stärke empfohlen, innerhalb derer erfahrungsgemäß hohe Leistungen bei guter Tiergesundheit erreicht werden können.

Empfehlungen für die Rationsplanung

- Die Werte für die Beständigkeit der Stärke sind bei silierten Maisprodukten dem aktuellen Kenntnisstand wie folgt anzupassen:

Maissilage: **10 % - 15 %** Stärke-Beständigkeit

LKS: **15 %** Stärke-Beständigkeit

CCM und Feuchtmals: **25 %** Stärke-Beständigkeit

- Der unkritische Bereich in der Ration wird auf maximal 50 g bXS je kg TM angepasst.
- Der unkritische Bereich für die unbeständige Stärke und Zucker bleibt bei max. 250 g je kg TM.
- Zwischen Mais- und Getreidestärke sind die Unterschiede in der Geschwindigkeit des Abbaus der Kohlenhydrate zu beachten.

Weitere Infos unter www.futtermittel.net

Kontakt:

Dipl.-Ing.agr. Christian Koch

Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung

Hofgut Neumühle, 67728 Münchweiler an der Alsenz

Tel.: 06302/60343

e-mail: c.koch@neumuehle.bv-pfalz.de