

Tiere

Agroscope Science | Nr. 67 / 11. September 2018



Nutztiertagung

Editoren

Johanna Besier, Dieter Hess,
Walter Stoll



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Impressum

Herausgeber	Agroscope Rte de la Tioleyre 4, Postfach 64 1725 Posieux www.agroscope.ch
Titelbild	Gabriela Brändle, Agroscope
Fotos	Agroscope
Gestaltung	Johanna Besier et Olivier Bloch, Agroscope
Druck	BBL, Bern
Download	www.agroscope.ch/science
Copyright	© Agroscope 2018
ISSN	2296-729X
ISBN	978-3-906804-57-6

Inhalt

1	Kein Kraftfutter für Milchkühe – die Auswirkungen	4
2	Einfluss des Nährstoffangebotes auf das Verhalten von weidenden Milchkühen	6
3	Shredlage: Nährwerte und Konservierung	8
4	Maissilage in der Munimast: Einfluss der Erntetechnik «Shredlage® im Vergleich zu herkömmlicher Ganzpflanzensilage» auf die Mastleistung und das Fressverhalten	11
5	Zuckergehalt und Silagequalität - am Morgen oder am Abend mähen	14
6	Erhöhter Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen (Fressstände) für Milchkühe	16
7	Ölsaatenprodukte und Methanemission bei Milchkühen.....	18
8	Einfluss der Faseraufnahme auf die Magnesium-Absorption bei der Milchkuh	20
9	Verhaltensänderungen zur Früherkennung von Lahmheiten bei Milchkühen	23
10	Einfluss von Stress bei der Schlachtung auf Physiologie und Fleischqualität von Mastbullen...	25

1 Kein Kraftfutter für Milchkühe – die Auswirkungen

F. Schori

Agroscope, Forschungsgruppe Wiederkäuer, Posieux

Einführung

In Anbetracht der zukünftigen Herausforderung die Weltbevölkerung zu ernähren, wird die Verfütterung von potenziellen Lebensmitteln an Wiederkäuer, wie Getreide, Körnerleguminosen und Ölsaaten, infrage gestellt. Im biologischen Landbau wird in Zukunft der Kraftfutteranteil bei Wiederkäuern auf 5% der Jahresration begrenzt und 100% Schweizer Knospenfutter werden gefordert. Ivemeyer et al. (2014) und Leiber et al. (2017) fanden nur moderate Auswirkungen einer reduzierten Kraftfutterfütterung auf Milchleistung und Gesundheitsmerkmale. Verbesserung des Managements, kleine Differenzen im Durchschnitt zwischen den Verfahren sowie bescheidene maximale Kraftfuttermengen könnten für diese Resultate mitverantwortlich sein. Folglich war das Ziel unserer Studie, die Auswirkungen von zwei gegensätzlichen Behandlungen für BioSuisse Standards, 0 kg und 750 kg Kraftfutter pro Kuh und Laktation, auf die Milchleistung und -zusammensetzung, die Zellzahl, das Gewicht sowie die Körperkondition von zwei Holstein Kuhtypen zu untersuchen.

Material und Methoden

In den ersten zwei Jahren der drei Jahre dauernden Studie wurden insgesamt 50 Holstein-Kuhpaare, 2/3 schweizerischer (HCH) und 1/3 neuseeländischer Herkunft (HNZ), im Versuch eingesetzt. Während der Vegetationsperiode bestand die Ration aus Weidegras (178 g Rohprotein (RP) \pm 38 Standardabweichung (SD) und 6.1 MJ Nettoenergie Laktation (NEL) \pm 0.4 SD pro kg Trockensubstanz (TS)) und während des Winters bestand die Ration aus Dürrfutter (102 g RP \pm 13 SD und 5.0 MJ NEL \pm 0.3 SD pro kg TS). Die Milchkühe im Verfahren 750 kg verzehrten im Durchschnitt 653 kg (39 SD) energiereiches Kraftfutter (129 g RP \pm 12 SD und 8.1 MJ NEL \pm 0.1 SD pro kg TS) und 93 kg (37 SD) Proteinkonzentrat (423 g RP \pm 15 SD, und 8.3 MJ NEL \pm 0.2 SD pro kg TS), welches nur während der Winterfütterung eingesetzt wurde.

Ergebnisse und Diskussion

In der Tabelle 1 sind die Milchleistung und -zusammensetzung, die Zellzahl, das Gewicht und die Körperkondition der Milchkühe der Verfahren 0 kg sowie 750 kg Kraftfutter während der ersten beiden Versuchsjahre dargestellt.

Die Kühe ohne Kraftfutterergänzung produzierten mit 5479 kg eine beachtliche Menge an energiekorrigierter Milch (ECM), obschon das Dürrfutter im Winter von bescheidener Qualität war. Pro kg zusätzlichem Kraftfutter erzeugten die HCH Kühe 1.06 kg ECM, während die HNZ Kühe 0.99 kg ECM produzierten. Diese Werte sind höher als die von Heublein et al. (2017), aber sie stimmen überein mit denen aus der Übersichtsarbeit von Bargo et al. (2003). Schon Horan et al. (2005) fanden pro kg zusätzlichem Kraftfutter unterschiedliche Auswirkungen auf die Milchproduktion je nach Kuhtyp. Die Tatsache, dass die Milchleistung pro kg zusätzlichem Kraftfutter nur etwa um 1 kg ansteigt, wird einerseits durch die Substitution von Raufutter durch Kraftfutter erklärt und andererseits durch die vermehrte Mobilisierung von Körperreserven von nicht oder weniger ergänzten Kühen (Delaby et al., 2003). In unserer Studie waren die numerischen Unterschiede in Bezug auf Körpergewicht und Körperkondition statistisch nicht signifikant. Die mittlere Körperkondition von HCH Kühen über 305 DIM von 2.6 war jedoch ziemlich tief und tiefer als die der HNZ Kühe. Die Milchzusammensetzung und die Zellzahl, ein Indikator für die Eutergesundheit, wurden von der Kraftfutterergänzung nicht beeinflusst, ähnlich den Ergebnissen von Leiber et al. (2017). Bei grösseren Kraftfuttermengen stellten Heublein et al. (2017) und Delaby et al. (2003) eine Abnahme des Milchfettgehalts und einen leichten Anstieg des Milchproteingehalts fest.

Tab. 1: Resultate der Versuchstiere

	0 kg		750 kg		P-Werte	
	HCH	HNZ	HCH	HNZ	Kraftfutter	Kuhtyp
Anzahl Tiere	34	16	34	16		
Milch [kg]	5697	4940	6539	5517	***	***
ECM [kg]	5670	5287	6461	6028	***	*
Fett [%]	4.15	4.56	4.10	4.55	-	***
Protein [%]	3.19	3.52	3.20	3.61	-	***
Laktose [%]	4.64	4.69	4.64	4.70	-	t
Harnstoff [mg/dl]	23	23	22	22	-	-
Zellzahl [Log10/ml]	4.98	4.95	4.94	5.06	-	-
Gewicht [kg]	602	526	615	539	-	***
Körperkondition	2.5	2.8	2.6	2.9	-	***
ECM/Gewicht [kg/kg]	9.4	10.10	10.5	11.20	***	**

CH: schweizerische Holsteinkühe, NZ: neuseeländische Holsteinkühe, ECM: energiekorrigierte Milchmenge
 -: $P > 0.1$, t: $P < 0.1$, *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$

Fazit

Die Kühe ohne Kraftfutter produzierten weniger Milch, ansonsten waren keine signifikanten Auswirkungen feststellbar. Die Auswirkung eines zusätzlichen kg Kraftfutters auf die Milchleistung sowie die Körperkondition im Allgemeinen können Aufschluss über die Eignung eines Kuhtyps für ein bestimmtes Fütterungssystem geben.

Literatur

- Bargo F., Muller L.D., Kolver E.S., Delahoy J.E., 2003. Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. *Journal of Dairy Science* 86, 1-42.
- Delaby L., Peyraud J.L., Delagard R., 2003. Faut-il compléter les vaches laitières au pâturages ? *INRA Production Animales* 16 (3), 183-195.
- Heublein C., Dohme-Meier F., Südekum K.-H., Bruckmaier R.M., Thanner S., Schori F., (2017). Impact of cow strain and concentrate supplementation on grazing behaviour, milk yield and metabolic state of dairy cows in an organic pasture-based feeding system. *Animal* 11 (7), 1163-1173.
- Horan B., Dillon P., Faverdin P., Delaby L., Buckley F., Rath M., 2005. The Interaction of Strain of Holstein-Friesian Cows and Pasture-Based Feed Systems on Milk Yield, Body Weight, and Body Condition Score. *Journal of Dairy Science* 88 (3), 1231-1243.
- Ivemeyer S., Walkenhorst M., Holinger M., Maeschli A., Klocke P., Spengler Neff A., Staehli P., Krieger M., Notz C., 2014. Changes in herd health, fertility and production under roughage based feeding conditions with reduced concentrate input in Swiss organic dairy herds. *Livestock Science* 168, 159-167.
- Leiber F., Schenk I.K., Maeschli A., Ivemeyer S., Zeitz J.O., Moakes S., Klocke P., Staehli P., Notz C., Walkenhorst M., 2017. Implications of feed concentrate reduction in organic grassland-based dairy systems: a long-term on-farm study. *Animal* 11 (11), 2051-260.

2 Einfluss des Nährstoffangebotes auf das Verhalten von weidenden Milchkühen

F. Dohme-Meier¹, E. Müller¹, A. Münger¹, R. Mandel³, L. Eggerschwiler¹, A.-C. Schwinn², J. J. Gross², R. M. Bruckmaier², H. D. Hess¹

¹Agroscope, Forschungsgruppe Wiederkäuer, Posieux, ²Abt. Veterinär-Physiologie, Vetsuisse Fakultät Universität Bern, ³ETH Zürich, Institut für Agrarwissenschaften

Einleitung

In Ländern wie der Schweiz mit reichlichem und regelmäßigem Graswachstum sind weidebetonte Milchproduktionssysteme attraktiv, da Weidegras ein kostengünstiges Futtermittel ist und nicht für die menschliche Ernährung genutzt werden kann. Darüber hinaus bietet die Weide den Milchkühen größere Möglichkeiten, ihr natürliches Verhalten zu zeigen. Allerdings können Milchkühe auf Vollweide ohne wesentliche Zufütterung Perioden ungenügender Nährstoff- bzw. Energieversorgung ausgesetzt sein, was besonders in der Frühlaktation, zu Stoffwechselbelastungen und damit vermindertem Wohlbefinden führen kann. Um solche Situationen rasch erkennen zu können, sind Hilfsmerkmale nötig, da bei weidenden Tieren Informationen zur Futteraufnahme fehlen. In Bezug auf das Wohlbefinden haben Verhaltensmerkmale einen besonderen Stellenwert. Das Verzehr- und Bewegungsverhalten jedoch ist auf der Weide in starkem Mass von essentiellen Bedürfnissen mitbestimmt (Nahrungsaufnahme). Verhaltensforscher schlagen zur Beurteilung des Wohlbefindens daher schwächer motivierte Verhaltensmerkmale zur Beobachtung vor (Held and Špinka 2011). Sie sind dadurch charakterisiert, dass sie bei beschränkten Zeit- oder Energieressourcen reduziert werden. Bei Milchkühen wurde unter anderem der Gebrauch von automatischen Bürsten (Mandel et al. 2013) als ein solches Merkmal identifiziert. Ziel der vorliegenden Studie war es, die Verhaltensreaktionen von weidenden Milchkühen auf einen abrupten Krafftutterentzug zu untersuchen. Neben den grundsätzlichen Verhaltensmerkmalen wie Fressen, Wiederkäuen und Liegen, wurde die Benutzung einer automatischen Bürste auf der Weide untersucht.

Material und Methoden

Der Versuch wurde mit 15 multiparen Milchkühen der Rasse Holstein durchgeführt und dauerte drei Wochen. Zu Beginn des Versuchs standen die Kühe im Mittel im 24 ± 7.4 Laktationstag und ihre Milchleistung lag bei 42.4 ± 4.7 kg/d. In der ersten Versuchswoche weideten die Kühe Tag und Nacht und erhielten Krafftutter während der Melkzeiten (6.49 ± 1.25 kg/d). Am ersten Tag der zweiten Woche wurde der Zugang zum Krafftutter gesperrt und erst zu Beginn der dritten Woche wieder freigegeben. Die Milchleistung wurde täglich erfasst. In jeder Versuchswoche wurden vom ersten bis vierten und am siebten Tag Milch- und Blutproben zur Bestimmung der Milchinhaltsstoffe bzw. Blutmetaboliten entnommen. Vom ersten bis zum fünften Tag waren die Kühe mit den Halftern und Pedometern des RumiWatch-Systems (Itin + Hoch GmbH, Fütterungstechnik, Liestal) ausgestattet, damit Fress- und Wiederkauaktivität sowie die Bewegungsaktivität aufgezeichnet werden konnten. Die Benutzung der automatischen Bürste (VPB2, Buri AG, Hasle-Rüegsau) auf der Weide (Abb. 1) wurde von zwei Videokameras über die gesamte Versuchsdauer aufgezeichnet. Die Wetterbedingungen wurden von einer Wetterstation in unmittelbarer Nähe der Weide registriert



Abb. 1: Milchkuh beim Benutzen der automatischen Bürste (Foto E. Müller, Agroscope)

Resultate und Diskussion

Wie erwartet sank ($P < 0.001$) mit dem Krafftutterentzug die Milchleistung der Kühe von 43.3 kg/d auf 37.3 kg/d. Die metabolische Belastung der Kühe zeigte sich deutlich anhand der abnehmenden Glukosekonzentration im Blut ($P < 0.01$) und der ansteigenden Konzentration von beta-Hydroxybutyrat im Blut ($P < 0.05$) sowie von Aceton in der Milch ($\alpha/2 = 0.05$). Ähnliche Effekte wurden gefunden, als hochleistende Milchkühe in der Früh-laktation ausschliesslich Gras erhalten haben (Zbinden et al. 2017). Die Fresszeit (560 vs. 642 min/d), Wiederkauzeit (448 vs. 526 min/d) und die Zeit, die die Kühe mit Stehen und langsamem Gehen verbrachten, stieg mit dem Krafftutterentzug deutlich an ($P < 0.05$). Der Anteil Kühe, der die Bürste pro Tag mindestens einmal nutzte, nahm mit dem Krafftutterentzug ebenso ab ($P < 0.05$) wie auch die tägliche Dauer der Bürstennutzung ($\alpha/2 = 0.05$).

Fazit

Es scheint, dass die Kühe versuchen, einen Nährstoffmangel durch längere Fresszeiten auf der Weide zu kompensieren. Die Bürstennutzung nahm zwar mit dem Krafftutterentzug ab, das Wetter hatte aber ebenfalls einen grossen Einfluss, so dass wir dieses Merkmal auf Basis unserer Studie nicht als Indikator für das Wohlbefinden der Kühe auf der Weide empfehlen können.

Literatur

- Held, S. D. E., Špinko, M., 2011. Anim. Behav., 81, 891–899.
Mandel, R., et al., 2013. J. Dairy Sci., 96, 6506–6513.
Zbinden, R. S., et al., 2017. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 101, 767–778.

3 Shredlage: Nährwerte und Konservierung

M. Rothacher, Y. Arrigo, U. Wyss

Agroscope, Forschungsgruppe Forschungsaufträge Tiere und Forschungsgruppe Wiederkäuer, Posieux

Einleitung

Um die Strukturwirksamkeit von Maissilage zu erhöhen, wurde die Shredlage-Technik in den USA entwickelt, die sich nun auch in Europa verbreitet. Aber führt diese Erntemethode tatsächlich zu den von den Herstellern angepriesenen Verbesserungen? Um den Einfluss dieser Technik auf die Schlüsselparmeter von Maissilagen zu untersuchen, wurden ein Silierversuch und ein Verdauungsversuch durchgeführt. Verglichen wurden vier Varianten: Ganzpflanzenmaissilage in Ballen (MGP Ballen), MGP aus dem Hochsilo mit der Silofräse entnommen (MGP Hochsilo), Shredlage aus Ballen (MGP-Shredlage) und Powermais, Ganzpflanzenmais angereichert mit Kolben beim Einsilieren, aus Ballen (MGPK). Das Ziel des Versuches war es, den Nährwert des Futters mit Hilfe des *in vivo* Verdaulichkeitsversuches zu bestimmen und die Schätzgleichungen zu überprüfen.

Material und Methoden

Die MGP und Shredlage der Sorte Gottardo stammten von der gleichen Parzelle und wurden im Abstand von wenigen Tagen geerntet. Die Häcksellänge betrug bei den Standard-MGP und der MGPK 10 mm, bei der MGP-Shredlage hingegen 30 mm. Um die Anteile der verschiedenen Partikel in den vier Silagen zu vergleichen, wurde der Partikelseparator Schüttel-Box (Penn State Particle Separator, Nasco, USA) verwendet. Im Rahmen eines Silierversuchs wurden die chemische Zusammensetzung, die Gärparameter und die mikrobiologische Qualität analysiert. Ausserdem erfolgte ein Nachgärungstest (kontinuierliche Temperaturmessung der Silage in einem Raum mit 20°C Umgebungstemperatur).

Für den *in vivo* Verdaulichkeitsversuch wurden je vier adulte kastrierte Schafe der Rasse Braunkopf (Typ Oxford) in Abhängigkeit ihres Alters (5±3 Jahre) und ihres Lebendgewichts (83±25 kg) auf vier Varianten verteilt, um die scheinbaren Verdaulichkeiten der unterschiedlichen Silagen zu bestimmen. Die Rationen wurden in Abhängigkeit des Gewichts der Tiere (0.38 MJ umsetzbarer Energie/kg LG^{0.75}) berechnet und mit Sojaschrot ergänzt, um 110 g Rohprotein pro kg TS in der Ration zu gewährleisten. Nach einer dreiwöchigen Anpassungsphase erfolgte die Bilanzperiode in zwei aufeinander folgenden Wochen an jeweils 4 Tagen pro Woche.

Ergebnisse und Diskussion

Gemäss den chemischen Analysen sind die Gehalte der Shredlage vergleichbar mit denen der MGP-Standardstilagen. Lässt man die MGPK-Silage ausser Acht, treten keine signifikanten Unterschiede der Verdaulichkeiten der organischen Substanz (vOS), des Rohproteins (vRP), der Rohfaser (vRF), der Lignocellulose (vADF), der Zellwände (vNDF) und der Bruttoenergie (vBE) auf (Abbildung 1).

Allein die vOS der MGPK ist mit +4.5 Punkten signifikant höher (P=0.045). Ettle (2016) erzielte bei Shredlage verglichen mit konventioneller Maissilage generell weniger gute vOS, vRP und Verdaulichkeiten der Fasern. Die Unterschiede sind jedoch nicht signifikant (P>0.1).

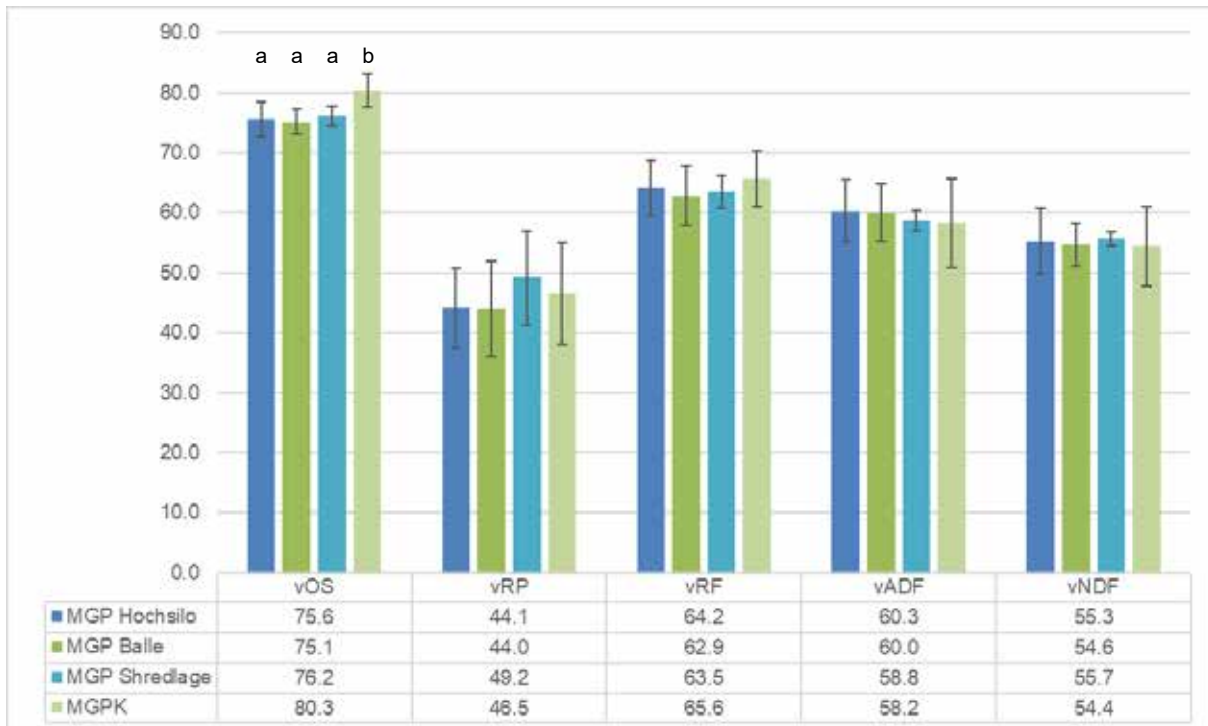


Abb. 1: In vivo Verdaulichkeitskoeffizienten der verschiedenen Maissilagen in %

Die mit unterschiedlichen Buchstaben (a, b) bezeichneten Werte unterscheiden sich signifikant ($p < 0.05$).

MGP Maisganzpflanzen; **MGPK** mit Kolben angereicherte Maisganzpflanzen; **vOS** Verdaulichkeit der organischen Substanz; **vRP** Verdaulichkeit des Rohproteins; **vRF** Verdaulichkeit der Rohfaser; **vADF** Verdaulichkeit der Lignozellulose; **vNDF** Verdaulichkeit der Zellwände

Die Schätzgleichungen für die vOS und die vRP im Grünen Buch ermöglichen genaue Schätzungen für die Shredlage-MGP.

Der Vorteil einer besseren Stärkeverdaulichkeit, die von den Shredlage-Entwicklern hervorgehoben wird, liess sich in diesem Versuch nicht quantifizieren (Werte unter der Nachweisgrenze).

Die Nährwerte der verschiedenen Maissilagen weisen keinerlei Unterschiede auf (Tabelle 1)

Tab. 1: Nährwerte, berechnet mit den in vivo Verdaulichkeiten, der mit unterschiedlichen Erntetechniken hergestellten Maissilagen

	MGP Hochsilo	MGP Balle	MGP Shredlage	MGPK
NEL, MJ/kg TS	6.7	6.7	6.7	7.3
NEV, MJ/kg TS	7.0	6.9	7.0	7.8
APDE, g/kg TS	65	64	64	64
APDN, g/ kg TS	42	42	43	38

NEL Netto Energie Laktation, **NEV** Netto Energie Mast, **APDE** absorbierbares Protein im Darm, das auf Grund der verfügbaren Energie aufgebaut werden kann, **APDN** absorbierbares Protein im Darm, das auf Grund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann.

Die Shredlage wies mit durchschnittlich 21% einen höheren Anteil an langen Partikeln (>19mm) auf als die übrigen Silagen (2 % bei MGP Hochsilo, 3 % bei MGP und MGPK). Der von den Herstellern angekündigte höhere Anteil an langen Partikeln wurde nicht erreicht.

Der Silierversuch zeigte, dass die Verdichtung in den Ballen ausreichend war (zwischen 264 und 257 kg TS/m³) und die pH-Werte, Milchsäure-, Essigsäure- sowie Ethanolgehalte ähnlich waren. Shredlage wies hingegen deutlich mehr Hefen auf als MGP Balle (292'750 gegenüber 16'555 Kolonien bildende Einheiten pro g). Schimmelpilze und Bakterien waren in geringeren Mengen vorhanden. Der Nachgärttest zeigte, dass sich Shredlage rascher erwärmte als die MGP aus den Ballen, was sich durch die Entwicklung der Hefen erklären lässt.

In einem in Deutschland von Pries und Bothe (2016) durchgeführten Versuch wurde Shredlage im Hinblick auf die Konservierung und Fütterung (inklusive pH und Wiederkäuen) mit Standardmaissilage verglichen. Die erzielten Resultate weisen keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den beiden Futterarten auf.

Fazit

Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es kein Argument, das die Anwendung der Shredlage-Technik bei der Ernte von MGP für die Herstellung von Silage rechtfertigt, da diese Technik kostspieliger ist und ein grösseres Risiko für Nacherwärmungen birgt. Ein gutes Management ist erforderlich. Dennoch wäre die Shredlage-Technik erneut in Betracht zu ziehen, wenn sich herausstellen sollte, dass die Standardrationen für Wiederkäuer aufgrund geänderter Produktionsbedingungen überarbeitet werden müssten.

Literatur

Agroscope, 2015. Fütterungsempfehlungen und Berechnungsprogramme (Grünes Buch). 15 Formeln und Regressionen.

Zugang:

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/dienste/futtermittel/fuetterungsempfehlungen-wiederkaeuer.html> (23.08.2018).

Ettle T., 2016. Shredlage – Hype oder Fortschritt. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Pries M., Bothe B. 2016. Riswicker Ergebnisse 2/2016. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Fachbereich 71 – Tierproduktion, Bad Sassendorf, 57 S.

4 Maissilage in der Munimast: Einfluss der Erntetechnik «Shredlage® im Vergleich zu herkömmlicher Ganzpflanzensilage» auf die Mastleistung und das Fressverhalten

I. Morel, J.-L. Oberson, V. Nadau, U. Wyss, M. Rothacher, Y. Arrigo

Agroscope, Forschungsgruppe Wiederkäuer und Forschungsgruppe Forschungsaufträge Tiere, Posieux

Einleitung

In der Munimastfütterung nimmt der Silomais eine zentrale Stellung ein. In den dazu bestimmten Futterrationen kann die Maissilage Anteile von bis zu 75 % erreichen (Abb.1). Die Qualität der Maissilage und ihr Nährwert sind deshalb von zentraler Bedeutung für das Mastergebnis. Die Siliertechnik ist ein Faktor, der einen wesentlichen Einfluss auf die Eigenschaften des einsiliierten Futters haben kann. Die Erntetechnik Shredlage® zielt zum einen auf den Effekt einer veränderten Struktur des Rohfaseranteils der Pflanze und zum anderen auf den integralen Aufschluss der Maiskörner ab, um die Struktur der Ration beziehungsweise den verfügbaren Stärkeanteil im Pansen zu erhöhen.

Material und Methoden

Dreissig Mastmunis mit unterschiedlichem genetischen Ursprung (Kreuzungen aus Limousin mit Holstein, Red Holstein und Fleckvieh einerseits oder Simmental und Montbéliard sowie deren Kreuzungen mit Fleckvieh oder Red Holstein andererseits) wurden gleichmässig bezüglich des genetischen Typs, Gewicht und Tageszuwachs während der Aufzuchtphase in zwei Gruppen aufgeteilt: eine Kontrollvariante gefüttert mit einer Ration auf der Basis von auf 10 mm lang gehäckselter Ganzpflanzen-Standardmaissilage (MST) und eine Versuchsvariante mit Shredlage®-Maissilage (SHR), welche auf 30 mm Länge gehäckselte wurde. Die Tiere wurden in einem Laufstall mit Liegeplatz auf Tiefstreu sowie einem Laufhof gehalten. Die Mastperiode begann bei einem mittleren Lebendgewicht von 170 kg (169 ± 17.5) und dauerte bis zum finalen Lebendgewicht von ungefähr 530 kg (527.5 ± 6.1).

Für beide Rationen wurde der gleiche Fütterungsplan verwendet, indem für beide Silagen ein vergleichbarer Nährwert berücksichtigt wurde. Die Rationen ergänzte man mit handelsüblichem Kraffutter. In beiden Versuchsvarianten stand den Tieren Stroh in einer Futterraufe zur freien Verfügung, dessen Verzehr gruppenweise gemessen wurde.

Ergebnisse und Diskussion

Die 11 Analysen der beiden im Versuch verwendeten Silagen ergaben einen um 5.4 ± 3.1 % höheren Stärkegehalt und einen um 3 bis 4 % tieferen Fasergehalt (Rohfaser, ADF, NDF) für die SHR-Silage. Die Gehalte der übrigen Nährstoffe sind ähnlich. Beim mittleren TS-Verzehr über die ganze Mastdauer ist der Unterschied zwischen MST mit 7.30 ± 0.46 und SHR mit 6.97 ± 0.46 kg TS pro Tag nahe am Signifikanzniveau ($p=0.054$). Das angebotene Stroh wurde von den Tieren der Gruppe MST mit einem durchschnittlichen Verzehr von 77 g pro Tag im Vergleich zu jenen der Gruppe SHR mit einem durchschnittlichen Verzehr von 53 g pro Tag bevorzugt gefressen. Ohne die gruppenweise Strohzugabe zu berücksichtigen, war der für die Ration nach Beauchemin und Yang (2005) berechnete Fasergehalt ausgedrückt in peNDF (physically effective Neutral detergent fiber) in der Variante SHR (17.4 %) nicht besser als jene der Variante MST (19.2 %). Das mit Hilfe von Rumiwatch (ITIN + HOCH GmbH, Schweiz) gemessene Fressverhalten brachte eine für SHR ($P<0.05$) tiefere Fresszeit zutage, die nur teilweise durch eine längere Wiederkauzeit ($+2.1$ %-Punkte; $P>0.05$) kompensiert wurde. Der mittlere Tageszuwachs (TZW) betrug in der Phase von 170 bis 530 kg LG 1578 ± 188 g für die Variante MST beziehungsweise 1500 ± 126 g für die

Variante SHR ($P=0.067$). In der Phase zwischen dem Zukauf der Kälber mit 72 kg (71.6 ± 6.1) und 530 kg LG betrug der TZW 1452 ± 136 g für MST beziehungsweise 1403 ± 118 g für SHR ($P=0.10$). Die auf die TS, die Energie und das APD bezogene Futtermittelverwertung zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Verfahren. Anhand der in Abbildungen 2 und 3 dargestellten Verzehr- und Wachstumskurven lassen sich die Ergebnisse besser interpretieren.

Es zeigt sich, dass mit der Ration SHR vor allem zu Beginn der Mastperiode der Verzehr und folglich der Zuwachs tiefer war. Dies bedeutet, dass entweder die zwei Wochen Angewöhnungsdauer an das neue Futter nicht ausreichend waren oder dass dessen Fressbarkeit für die Jungtiere bis ungefähr 250 kg LG weniger gut ist (Abb. 2). Es scheint hingegen so zu sein, dass die Ration SHR zwischen 300 und 450 kg LG gegenüber MST besser verwertet wurde (Abb. 3).

Die Schlachtausbeute der Tiere betrug 57.4 ± 1.6 % für die Variante SHR bzw. 55.9 ± 1.1 % für die Variante MST ($P<0.05$). Diese brachte einen Unterschied im Schlachtgewicht von nahezu 7 kg mit sich. Diese bessere Ausbeute lässt sich nur schwer erklären da sie weder auf die Fleischigkeit noch auf die Fettgewebeklasse einen günstigen Effekt hatte. In wirtschaftlicher Hinsicht ist das Ergebnis der beiden untersuchten Varianten ähnlich.

Fazit

In unserem Mastversuch ergab die mit der Shredlage®-Technik hergestellte Maissilage keine Verbesserung der Mastleistung der Mastmünis gegenüber einer herkömmlichen Ganzpflanzen-Maissilage. Wie die Analyse der verschiedenen

Produktionsphasen zeigt, hat der Einsatz einer Shredlage®-Maissilage als alleiniges Raufutter in der Ration, bei Mastbeginn ein tieferes Verzehr-niveau zur Folge, das aber ab der Mitte der Mast durch eine bessere Verwertung der Ration kompensiert wird. Im Übrigen scheint die Shredlage®-Silage eine bessere Ausbeute bei der Schlachtung zu bewirken, allerdings ohne positive Auswirkung auf das wirtschaftliche Ergebnis.



Abb. 1: In der Munimast ist eine hohe Qualität der Maissilage aufgrund des hohen Anteils dieses Futters in der Ration entscheidend (Bild: Agroscope)

Literatur

Beauchemin K. A., Yang W. Z., 2005. Effects of Physically Effective Fiber on Intake, Chewing Activity, and Ruminant Acidosis for Dairy Cows Fed Diets Based on Corn Silage. *Journal of Dairy Science* 88, 2117-2129.

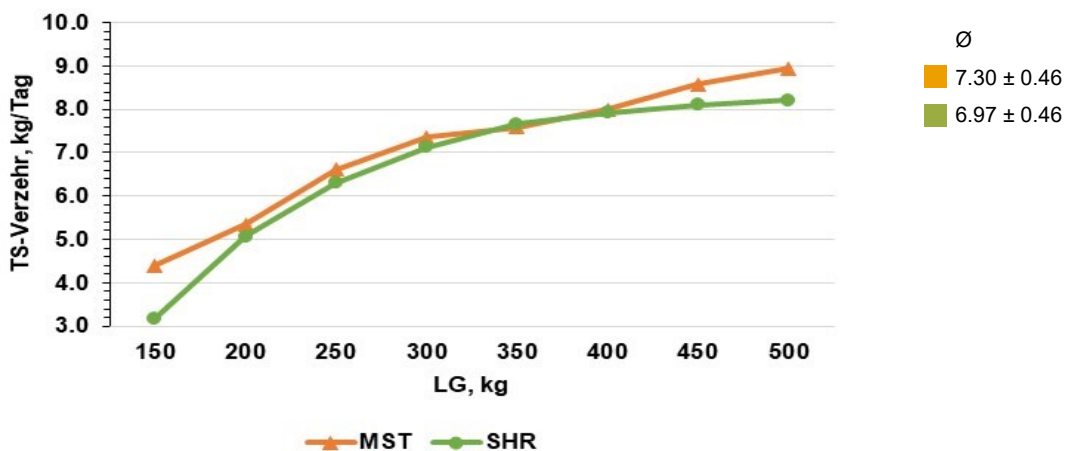


Abb. 2: Täglicher TS-Verzehr der beiden Rationen zwischen 150 und 530 kg Lebendgewicht

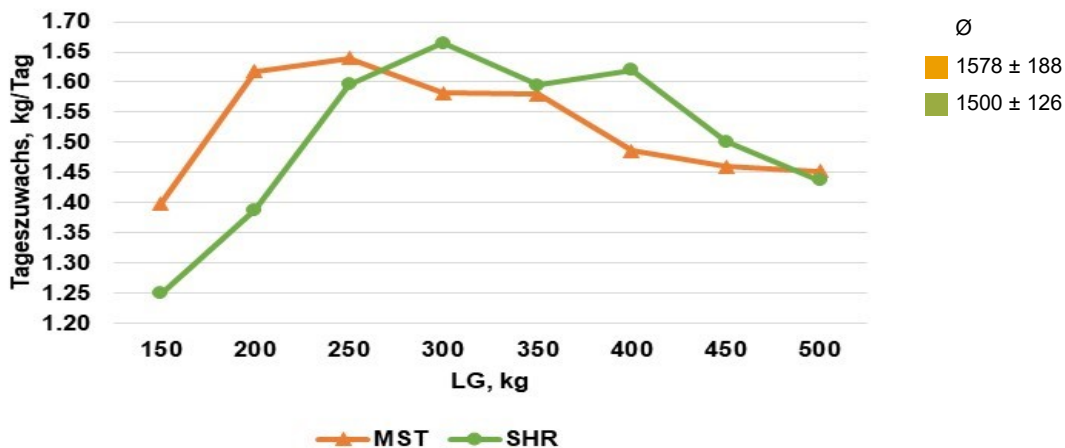


Abb. 3: Entwicklung der täglichen Zunahme zwischen 150 und 530 kg Lebendgewicht

5 Zuckergehalt und Silagequalität - am Morgen oder am Abend mähen

U. Wyss

Agroscope, Forschungsgruppe Wiederkäuer, Posieux

Einleitung

Der Zeitpunkt des Mähens beeinflusst den Zuckergehalt bzw. die wasserlöslichen Kohlenhydrate (WSC). Am Abend weist das Futter in der Regel höhere Gehalte auf als am Morgen (Berthiaume et al. 2012; Pelletier et al. 2010). In einem Versuch wurde untersucht, wie sich der Zeitpunkt des Mähens auf die Silagequalität und die aerobe Stabilität der Silagen auswirkt.

Material und Methoden

Von zwei Kunstwiesen (1. Schnitt, A gräserreich-raigrasbetont und B ausgewogen-raigrasbetont) wurde ein Teil am Abend (19 Uhr) und der restliche Teil am nächsten Morgen (9 Uhr) gemäht. Das Futter wurde auf 40 % Trockensubstanz (TS) angewelkt, gehäckselt und in Laborsilos, jeweils drei Wiederholungen pro Verfahren, einsiliert. Nach einer Lagerdauer von 93 Tagen wurden die Silos geöffnet. Im Ausgangsmaterial, beim Einsilieren und in den Silagen wurden die Roh Nährstoffe bestimmt. In den Silagen wurden zusätzlich die pH-Werte, Gär säuren und aerobe Stabilität bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

Die TS-Gehalte des Futters, welches am Abend gemäht wurde, waren höher als beim Futter, welches am nächsten Morgen gemäht wurde (Tab. 1). Beim Futter A nahm der WSC-Gehalt während der Nacht ab. Dies war beim Futter B nicht der Fall (Tab. 1).

Tab. 1: TS-Gehalt und Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten (WSC) nach dem Mähen und beim Einsilieren

		KW A		KW B		SE	Signifikanz		
		Abend	Morgen	Abend	Morgen		KW	Zeit	KW x Zeit
TS ¹	%	23.0	21.1	18.6	17.9	0.15	***	***	*
WSC ¹	g/kg TS	242	214	179	191	5.6	**	ns	*
TS ²	%	45.2	40.4	40.8	37.2	0.98	*	*	ns
WSC ²	g/kg TS	277	254	213	203	2.9	***	**	ns

¹ nach dem Mähen; ² beim Einsilieren; TS: Trockensubstanz; KW: Kunstwiese; SE: Standardfehler; ns: nicht signifikant; * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

Beim Einsilieren wies das Futter der Kunstwiese A einen höheren TS- und WSC-Gehalt als bei der Kunstwiese B auf, was auf die unterschiedliche botanische Zusammensetzung zurückzuführen ist (Tab. 1). Die pH-Werte, Milchsäure-, Essigsäure- und Ethanolgehalte wurden durch den Wiesentyp und den Mähzeitpunkt beeinflusst (Tab. 2). Höhere pH-Werte und tiefere Gehalte an Gär säuren wurden auch in den Silagen von Berthiaume et al. (2012) gefunden, welche am Nachmittag gemäht wurde. Alle Silagen wiesen hohe DLG-Punkte auf, was auf eine gute Gärqualität hindeutet.

Die Silagen, bei welchen das Futter am Morgen gemäht wurde, hatten eine bessere aerobe Stabilität (Tab. 2). Verantwortlich dafür könnten die tieferen TS-Gehalte und höheren Essigsäuregehalte gewesen sein.

Tab. 2: TS-Gehalt, pH-Wert, Gärsäuren, DLG-Punkte und aerobe Stabilität

		KW A		KW B		SE	Signifikanz		
		Abend	Morgen	Abend	Morgen		KW	Zeit	KW x Zeit
TS	%	43.6	39.6	39.5	34.8	0.77	**	**	ns
pH		5.5	4.8	5.2	4.7	0.04	*	***	ns
MS	g/kg TS	23	46	48	76	2.0	***	***	ns
ES	g/kg TS	7	14	13	22	0.8	***	***	ns
BS	g/kg TS	1	2	2	2	0.1	**	ns	ns
Ethanol	g/kg TS	29	7	9	8	1.5	**	**	**
DLG	Punkte	90	91	90	93	0.5	ns	*	ns
Stabilität	Tage	4.9	10.4	5.9	13.3	0.70	ns	***	ns

KW: Kunstwiese; **SE:** Standardfehler; **ns:** nicht signifikant; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; **TS:** Trockensubstanz; **MS:** Milchsäure; **ES:** Essigsäure; **BS:** Buttersäure; **DLG:** Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft

Fazit

Die WSC-Gehalte waren beim gräserreichen-raigrasbetonten Futter am Abend höher als am Morgen. Beim ausgewogenen-raigrasbetonten Futter war das Gegenteil der Fall. Die pH-Werte und die Gehalte der verschiedenen Gärsäuren wurden durch den Futtertyp und den Mähzeitpunkt beeinflusst. Zudem hatte der Mähzeitpunkt einen deutlichen Einfluss auf die aerobe Stabilität. Beim am Morgen gemähten Futter war diese deutlich besser als beim Futter, das am Abend gemäht wurde.

Literatur

- Berthiaume, R., Cino, A., Lafrenière, C., Fortin, J., Gariépe, C, Mandell, I., Faucitano, L., 2012. Growth, feed efficiency, carcass quality and consumer perception of beef cattle fed PM vs AM cut grass or a red clover-grass mixture. Proceedings of the XVI International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland. pp. 166–167.
- Pelletier, S., Tremblay, G.F., Bélanger, G., Bertrand, A., Castonguay, Y., Pageau, D., Drapeau, R., 2010. Forage nonstructural carbohydrates and nutritive value as affected by time of cutting and species. Agronomy Journal 102: 1388–1398.

6 Erhöhter Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen (Fressstände) für Milchkühe

M. Zähler¹, F. Hildebrandt¹, J.-B. Burla², K. Zeyer³, J. Mohn³, S. Schrade¹

¹Agroscope, Forschungsgruppe Wiederkäuer, Tänikon 1, 8356 Ettenhausen

²Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, Tänikon 1, 8356 Ettenhausen

³Empa, Abteilung Luftfremdstoffe / Umwelttechnik, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf

Einleitung

Ein erhöhter Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen (Fressstände) in Laufställen für Milchkühe ermöglicht saubere und trockene Standflächen und verbessert so die Klauensauberkeit und -gesundheit (DeVries et al. 2013). Die Abtrennungen führen zu weniger Verdrängungen sowie höheren Fressdauern (Benz et al. 2014; DeVries und von Keyserlingk 2006). Ausserdem wird die stark verschmutzte Fläche im Laufbereich reduziert, was ebenfalls einen positiven Einfluss auf die Klauensauberkeit und -gesundheit hat. Häufigere Entmistungsschieber-Fahrten im Laufgang hinter den Fressständen verstärken diesen Effekt, ohne die Tiere beim Fressen zu stören. Ziel der Untersuchung war die Bewertung von Fressständen für Milchkühe im Hinblick auf Ammoniakminderung, Tierverhalten und Sauberkeit.

Material und Methoden

Die Untersuchung erfolgte im Emissionsversuchsstall von Agroscope in Tänikon. Zwei räumlich getrennte Versuchsbereiche für je 20 Milchkühe ermöglichen vergleichbare Messbedingungen (z. B. Klima) im Praxismassstab. In einem Versuchsbereich war der Fressbereich unterteilt in ein um 10 cm erhöhtes Podest von 160 cm Tiefe und einen 260 cm breiten, planbefestigten Laufgang mit Entmistungsschieber (Minderungsvariante, Abb. 1). Der andere Versuchsbereich hatte im Fressbereich einen 330 cm breiten, planbefestigten Laufgang mit Entmistungsschieber (Referenz). Als organisatorische Untervariante wurde eine zwölfmalige und eine dreimalige Entmistungshäufigkeit pro Tag verglichen. Messungen in drei Jahreszeiten deckten die klimatischen Schwankungen im Jahresverlauf ab. Jede Variante und Untervariante dauerte vier Tage. Zur Bestimmung der Emissionen wurde eine Tracer-Ratio-Methode eingesetzt (Mohn et al. 2018). Die Klauensauberkeit wurde bonitiert, die Verdrängungen am Fressplatz mittels Video-beobachtungen erhoben und bei je zehn Tieren pro Gruppe das Fressverhalten (Fressdauer, Anzahl Fressperioden) automatisch mittels RumiWatch-Halter (ITIN + HOCH GmbH, Schweiz) erfasst.



Abb. 1: Versuchsbereich mit erhöhtem Fressbereich und Fressplatzabtrennungen (Fressstand, Bild: Agroscope)

Ergebnisse und Diskussion

Erste Berechnungen der Ammoniakemissionen für die Untervariante mit zwölfmaligem Entmisten zeigen deutliche saisonale Effekte: Die Minderung im Versuchsbereich mit den Fressständen war in der Übergangszeit mit 19 % und im Winter mit 16 % deutlich höher als im Sommer mit 8 %. Die Bein- und Klauensauberkeit wurden durch die häufigere Entmistungsfrequenz verbessert (Beine: $p < 0.001$; Klauen: $p < 0.001$), jedoch unterschieden sich die Varianten mit und ohne Fressstand bei gleicher Entmistungshäufigkeit nicht. Die mittlere Fressdauer pro Tag lag zwischen 436 und 463 Minuten und wies zwischen den Varianten und Untervarianten keine Unterschiede auf. Jedoch führten sowohl das Vorhandensein von Fressplatzabtrennungen ($p = 0.015$) als auch die dreimalige Entmistungshäufigkeit ($p = 0.03$) zu einer Verringerung der Anzahl Fressperioden pro Tag; von maximal 11.5 bei der Variante "ohne Fressstand, zwölfmaliges Entmisten" auf 9.5 bei "mit Fressstand, dreimaliges Entmisten". Für die Anzahl Verdrängungen mit Kontakt (von der Seite und von hinten) wurde bei den Varianten mit und ohne Fressstand kein Unterschied beobachtet ($\bar{O} 8.9$ und $\bar{O} 8.8$ Verdrängungen pro Stunde; $p = 0.45$). In der Variante mit Fressstand kamen gegenüber der Variante ohne Fressstand aber vermehrt Verdrängungen von hinten ($p < 0.001$) und weniger von der Seite ($p = 0.005$) vor (Abb. 2).

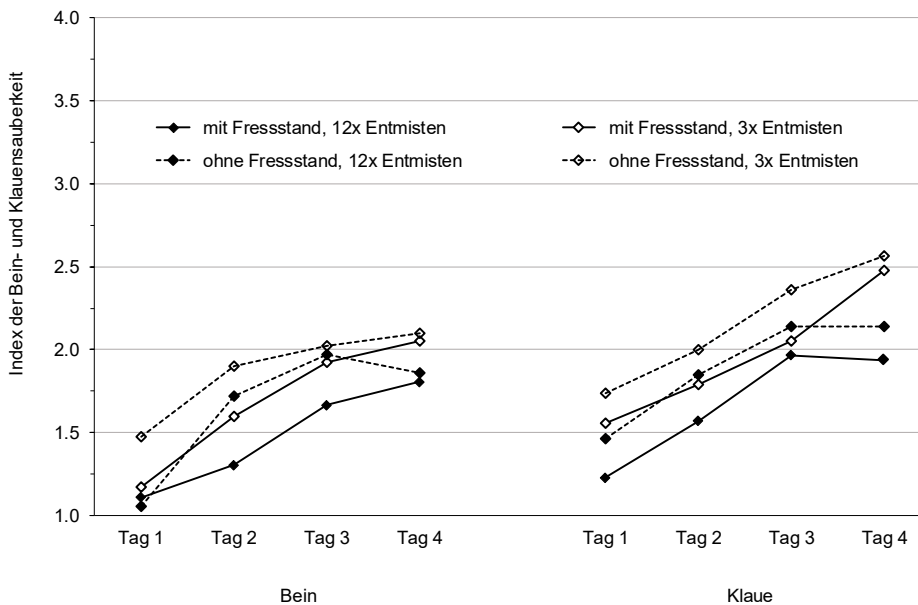


Abb. 2:

Bein- und Klauensauberkeit der vier aufeinanderfolgenden Tage für die Varianten mit und ohne Fressstand sowie drei- und zwölfmalige Entmistungshäufigkeit.

Fazit

Fressstände ermöglichen eine höhere Entmistungshäufigkeit, ohne dass die Kühe durch den Entmistungsschieber gestört werden. Dadurch wurden die Ammoniakemissionen reduziert und die Bein- und Klauensauberkeit verbessert. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein erhöhter Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen, sog. Fressstände, kombiniert mit einer höheren Entmistungsfrequenz, dazu beitragen kann, die Haltungsbedingungen für Milchkühe im Laufstall zu optimieren.

Literatur

- Benz B, Ehrmann S. und Richter T., 2014. The influence of elevated feed stalls on feeding behaviour of lactating dairy cows. *Livestock and Machinery* 69, 232-237.
- DeVries T.J und von Keyserlingk M.A.G., 2006. Feed stalls affect the social and feeding behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89, 3522-3531.
- DeVries T.J., Aarnoudse M.G., Barkema H.W., Leslie K.E. und von Keyserlingk M.A.G., 2013. Associations of dairy cow behavior, barn hygiene, cow hygiene, and risk of elevated somatic cell count. *Journal of Dairy Science* 95, 5730-5739.
- Mohn J., Zeyer K., Keck M., Keller M., Zähler M., Poteko J., Emmenegger L. und Schrade S., 2018. A dual tracer ratio method for comparative emission measurements in an experimental dairy housing. *Atmospheric Environment* 179, 12-22.

7 Ölsaatenprodukte und Methanemission bei Milchkühen

A Münger, L. Eggerschwiler, F. Dohme-Meier

Agroscope, Forschungsgruppe Forschungsaufträge Tiere und Forschungsgruppe Wiederkäuer, Posieux

Einleitung

Die Methanemission von Wiederkäuern, die ihren Ursprung im mikrobiellen Abbau der Futtermittel im Pansen hat, trägt als eine der bedeutenden landwirtschaftlichen Quellen zur Treibhausgas-Problematik bei. Durch Fütterungsmassnahmen lässt sich die Produktion von Methan im Pansen beeinflussen (Beauchemin et al. 2008). Eine Möglichkeit ist der Zusatz von ölhaltigen Futterkomponenten zur Ration (Beauchemin et al. 2009). Für die Wirkung pflanzlicher Fette, im Speziellen der darin enthaltenen ungesättigten Fettsäuren, auf die mikrobielle Fermentation im Pansen - mit dem Effekt einer Reduktion der Methanbildung - gibt es mehrere Wege:

- ein hemmender oder toxischer Einfluss auf faserabbauende Mikroben, deren Tätigkeit anteilmässig am meisten Substrat für Methan bildende Organismen liefert
- eine toxische Wirkung auf Protozoen, die ebenfalls Wasserstoff produzieren
- hemmende Effekte auf Methan produzierende Mikroorganismen
- Verbrauch von Wasserstoff für die Hydrierung von ungesättigten Fettsäuren
- Fette stehen selber als Substrat für die Pansenfermentation nicht zur Verfügung (Verdünnungseffekt)

Ein indirekter Einfluss ergibt sich auch dadurch, dass die Fütterung von grösseren Mengen von Fetten zu einer Verzehrsreduktion führen kann (Jenkins 1993), womit dann auch weniger Substrat für die potenzielle Methanbildung vorhanden ist. Dies ist aber ein unerwünschter Effekt, ebenso die mögliche Verschlechterung der Verdaulichkeit der Nährstoffe, insbesondere der Faserfraktion. Die Wirkungen werden von der Fettsäurezusammensetzung der eingesetzten Produkte, ihrer Aufbereitung und Interaktionen mit den übrigen Rationskomponenten beeinflusst.

In der hier vorgestellten Untersuchung wurden zwei Ölsaaten verglichen, die unterschiedlich aufbereitet waren: extrudierte Leinsamen und gemahlene Rapssamen; in einer Kontrollvariante wurde der gleiche Fettgehalt der Ration mit pansenstabilem Fett eingestellt. Betrachtet wurden über einen Zeitraum von 12 Wochen Verzehrdaten, Leistungen sowie die Methanabgabe.

Material und Methoden

Die Versuchsgruppe umfasste 33 Milchkühe der Rassen Holstein / Red Holstein in verschiedenen Laktationen, davon 15 Erstlaktierende, und in variablen Laktationsstadien. Sie wurden in drei bezüglich Laktationsnummer, Laktationsstadium, Gewicht und Leistung der Vorversuchswochen homogene Gruppen eingeteilt. Die Fütterung bestand in einer Totalmischration (TMR), ad libitum vorgelegt, mit den Raufutterkomponenten - in der Trockensubstanz (TS) - Maissilage 30%, Grassilage 17%, Heu 30% und Proteinkonzentrat 8%, sowie der Versuchsfutterkomponente 14% mit den Varianten extrudierte Leinsamen (L), gemahlene Rapssamen (R) und pansenstabiles Fett (Alikon, Kontrollvariante, K). Die Rationen wurden isoenergetisch, isonitrogen und isolipidisch berechnet. Der mittlere Rohproteingehalt der TMR lag bei 158 (s 9.1) g/kg TS, der NDF-Gehalt bei 378 (s 12.3) g/kg TS und der Fettgehalt bei 62 (s 4.21) g/kg TS.

Die Futteraufnahme der Einzeltiere wurde täglich mit automatischen Wiegetrögen erfasst und für die drei Versuchsvarianten wöchentlich eine Probe der TMR genommen und analysiert. Die Milchproduktion wurde bei jedem Gemelk registriert, ausserdem wöchentlich eine individuelle Milchprobe aus Abend und Morgengemelk gesammelt und analysiert. Individuelle Wochenwerte der Methanabgabe wurden an zwei Stationen des GreenFeed Systems (Münger et al. 2018) erhoben, das Atemgase während Besuchen an einer Lockfutterstation misst und daraus (über mehrere Tage) einen Tagesemissionswert ermittelt. Im Versuch wurden die Stationen im Mittel 4.5 mal pro Tag aufgesucht.

Ergebnisse und Diskussion

Der mittlere TS-Verzehr (Tabelle) der Kühe in der Variante L war tiefer als in den beiden anderen Gruppen. Dagegen lag die Milchmenge der L-Gruppe beträchtlich über den beiden anderen Varianten. Da jedoch die Fett- und Eiweissgehalte bei L deutlich tiefer waren, ergibt sich energetisch korrigiert kein signifikanter Unterschied der Leistungen. Der geringere Fettgehalt wie auch der tiefere Verzehr bei L deuten auf einen möglichen negativen Einfluss auf die Faserverdauung hin (Jenkins, 1993; Martin et al., 2008).

Die Abgabe von Methan wurde durch die beiden Ölsaaten in gleichem Masse reduziert, nämlich um rund 9%. Dies ist ähnlich oder etwas tiefer als in vergleichbaren Untersuchungen (Martin et al., 2008; Beauchemin et al. 2009). Wenn die Methanemission zur besseren Vergleichbarkeit auf ECM bezogen wird, ergeben sich die selben Unterschiede: K: 13.9; L: 12.2, R: 12.4 g/kg ECM. Im Verhältnis zur Futteraufnahme betrachtet (K: 22.7, L: 23.1, R: 20.2 g/kg TS-Verzehr), zeigen nur die Rapssamen eine nachhaltige, bzw. nicht durch andere Effekte kompensierte Wirkung.

Tab. 1: Resultate des Vergleichs von Ölsaaten und pansenstabilem Fett als Rationskomponenten

	Kontrolle	Lein-samen	Raps-samen	SE	p (Var)
TS-Verzehr kg/Tag	21.4	19.9	22.1	0.5	< 0.01
Milchproduktion kg/Tag	29.4	34.0	31.3	2.4	< 0.01
Fettgehalt %	4.59	4.08	4.45	0.17	0.01
Proteingehalt %	3.75	3.48	3.68	0.08	< 0.01
Lactosegehalt %	4.84	4.86	4.88	0.04	0.21
ECM kg/Tag	32.4	34.7	33.9	1.7	0.11
Methanabgabe g/Tag	451	423	420	17	< 0.01

ECM: energiekorrigierte Milch;

SE: Standardfehler modellierter Daten; p (Var): Signifikanzniveau des Faktors Variante im Modell

Fazit

Mit der Verfütterung von Ölsaaten als Rationskomponente kann die Methanemission von laktierenden Milchkühen beeinflusst werden. Über die ganze Versuchsdauer betrachtet, betrug die Reduktion in dieser Untersuchung 9 %. Gemahlene Rapssaat hatte dabei einen vergleichbaren Effekt wie ein Produkt aus extrudierten Leinsamen.

Literatur

- Beauchemin, K.A, Kreuzer, M., O'Mara, F., McAllister, T.A., 2008. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Austr. J. Exp. Agr.* 48, 21-27.
- Beauchemin, K.A, McGinn, S.M., Benchaar, C., Holtshausen, L., 2009. Crushed sunflower, flax, or canola seeds in lactating dairy cow diets: Effects on methane production, rumen fermentation, and milk production. *J. Dairy Sci.*, 92:2118-2127.
- Jenkins, T.C., 1993. Lipid Metabolism in the Rumen. *J. Dairy Sci.*, 76, 3851-3863.
- Martin, C., Rouel, J., Jouany, J. P., Doreau, M., Chilliard, Y., 2008. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. *J. Anim. Sci.*, 86:2642-2650.
- Münger, A., Denninger T., Martin, C., Eggerschwiler, L., Dohme-Meier, F., 2018: Emissions de méthane de vaches au pâturage: comparaison de deux méthodes de mesure / Methanemissionen von weidenden Milchkühen: Vergleich zweier Messmethoden. *Recherche Agronomique Suisse / Agrarforschung Schweiz*, 9: 180-185.

8 Einfluss der Faseraufnahme auf die Magnesium-Absorption bei der Milchkuh

J.-L. Oberson^{1,2}, S. Probst², P. Schlegel¹

¹Agroscope, Forschungsgruppe Wiederkäuer, Posieux, ²Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, Zollikofen

Einführung

Hypomagnesämie bei Milchkühen ist immer wieder ein Thema, insbesondere im Frühling und Herbst. Denn das Risiko für einen Magnesiummangel ist erhöht, wenn die Ration aus jungem Gras besteht, das einen geringen Gehalt an Fasern und Magnesium (Mg) und einen hohen Gehalt an rasch fermentierbaren Proteinen und Kalium (K) aufweist. Obwohl, die antagonistische Wirkung von K auf die Mg-Absorption gut bekannt ist, bestehen grosse Unterschiede bei den vorgeschlagenen Gleichungen zur Quantifizierung der Mg-Absorbierbarkeit, welche bei einem typischen K-Gehalt von grasbetonten Rationen (25-35 g/kg) vom einfachen bis zum doppelten Wert reicht. Eine gute Schätzung der Mg-Absorbierbarkeit ist jedoch für die Mg-Ergänzung wichtig, da der Mg-Bedarf mithilfe der faktoriellen Methode bestimmt wird, also durch die Summe aus Nettobedarf für Erhaltung und Produktion dividiert durch die Absorbierbarkeit (Schlegel und Kessler 2015). Die Mg-Absorbierbarkeit kann jedoch neben dem K auch durch andere Faktoren beeinflusst werden. Als Faktoren wurden die Raufutter- und Rationstypen, der Kraffutteranteil und der Proteinüberschuss genannt (Weiss et al. 2004; Schonewille et al. 2008). Der gemeinsame Nenner könnte die Kinetik der Pansenpassage sein, welche die Mg-Absorption durch die Pansenwand beeinflussen würde, über die die Absorption hauptsächlich stattfindet.

Ziel der Studie war es, die Absorption und Retention von Mg bei der laktierenden Kuh in Abhängigkeit der Pansenpassagekinetik zu bestimmen. Dazu wurden Rationen mit faserreicher bzw. faserarmer Grassilage aber gleichen Anteilen von Kraffutter und K eingesetzt.

Material und Methoden

Sechs multipare Kühe (697±61 kg LG, 130±60 Tage in Laktation), von denen 4 mit einer Pansenfistel versehen waren, wurden nacheinander mit 3 verschiedenen Rationen über 3 Zeiträume zu je 3 Wochen gefüttert. Es wurden zwei Grassilagen und drei Ergänzungsfutter (20% der TS Aufnahme) verwendet. Das Gras für die Silagen wurde zu unterschiedlichen Stadien in derselben Parzelle geerntet, wobei der Gehalt an Zellwänden (NDF) 341 bzw. 572 g/kg TS betrug. Die Ration **NDF-** bestand aus der Silage von jungem Gras, die Rationen **NDF+** und **NDF+RP** aus der Silage von spät geerntetem Gras. Die Ration **NDF+RP** war im Vergleich zur Ration **NDF-** bezüglich APDN gleichwertig. Die drei verschiedenen Rationen waren gleichwertig bezüglich Ca, P, Mg (2.35 g/kg TS), K (27 g/kg TS) und Na. In jedem Zeitraum wurden die Rationen während den ersten beiden Wochen zur freien Verfügung vorgelegt, anschliessend wurde die Menge aufgrund der in der 2. Woche aufgenommenen TS festgelegt. Während der 3. Woche waren die Kühe in einem Stoffwechselstall für die quantitative Sammlung von Kot und Harn. Die kinetischen Parameter zur Passage der flüssigen bzw. festen Phase des Panseninhalts wurden über die zeitliche Entwicklung der Marker (Co-EDTA bzw. Ytterbium-markierte Nahrungsfasern) bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Pansenpassagekinetik der Ration **NDF-** war geprägt von einer Verminderung des Volumens der festen und flüssigen Phase um 40% bzw. 26% im Vergleich zu den Rationen **NDF+** und **NDF+RP** ($P < 0.05$), ohne dass dabei die Geschwindigkeit der Passage verändert wurde. Pro kg weniger aufgenommene NDF wurde das Volumen der flüssigen Phase um 11.8 ± 2.4 l reduziert ($R^2 = 0.70$, $P < 0.001$). Mit einer zwischen den Rationen vergleichbaren Aufnahme von Mg und K stieg bei der Ration **NDF-** die Mg-Ausscheidung über Kot um bis zu 14% ($P < 0.01$) und die scheinbare Mg-Absorbierbarkeit war tendenziell um 7 Einheiten reduziert ($P < 0.10$). Pro Liter Abnahme der flüssigen Phase sank die Mg-Absorption um 0.10 ± 0.02 g/Tag ($R^2 = 0.60$,

$P < 0.001$). Schliesslich reduzierte sich die Mg-Absorption pro kg weniger NDF-Aufnahme um 1.32 ± 0.28 g ($R^2 = 0.48$, $P < 0.001$). Die reduzierte Mg-Absorption bei NDF- wurde teilweise durch eine eingeschränkte Mg-Ausscheidung über den Harn kompensiert, aber nicht ausreichend, um die Abnahme des Mg-Spiegels im Blut zu verhindern ($P < 0.10$). Der APDN-Überschuss bei NDF+RP hatte weder Auswirkungen auf die Kinetik der Pansenpassage noch auf die Mg-Bilanz.

Bei NDF- war im Pansen der pH reduziert und die Mg-Löslichkeit erhöht. Dieses Phänomen, das als günstig für die Mg-Absorption gilt, wurde durch den negativen Effekt der Pansenpassagekinetik vollständig aufgehoben. Zwar ist der genaue Mechanismus noch unklar, die Wirkung könnte aber mit der Oberfläche der Pansenwand, die sich mit der flüssigen Phase in Kontakt befindet, oder mit der Konsistenz des Panseninhalts zusammenhängen.

Fazit

Neben der bekannten antagonistischen Wirkung von K im Futter, zeigt diese Studie, dass die Mg-Absorption von der NDF-Aufnahme abhängt, was sich mit einer Veränderung des Volumens des Panseninhalts erklären lässt. Der bei jungem Gras oft beobachtete RP-Überschuss hatte keinen Einfluss auf die Mg-Absorption. Die Fütterungsempfehlungen für Mg können nun präzisiert werden, indem bei der Schätzung der Mg-Absorbierbarkeit der Faseranteil der Ration berücksichtigt wird.

Tab. 1: Kinetik der Pansenpassage, Pansensaftgehalt und Magnesium-Bilanz

Parameter	Rationen			Standard Fehler	P-Wert ¹
	NDF-	NDF+RP	NDF+		
Pansenpassage Kinetik					
Flüssigphase (l)	116 ^b	146 ^a	156 ^a	7.2	*
Passagerate Flüssigphase (%/h) ²	17.5	16.0	15.9	0.65	n.s.
Festphase (kg NDF)	3.69 ^b	5.72 ^a	6.20 ^a	0.79	***
Passagerate Festphase (%/h)	1.50	1.57	1.46	0.030	n.s.
Pansenlösliche Mineralstoffe					
Mg (mmol/l)	3.90 ^a	2.13 ^b	1.83 ^b	0.162	***
K (mmol/l)	34.8 ^a	26.2 ^b	24.4 ^b	0.16	***
Mg / K (mol/mol)	112.0 ^a	80.9 ^b	74.0 ^b	0.47	***
Magnesium Bilanz (g/T)					
Aufnahme	44.6	43.0	43.2	1.21	n.s.
Fäkale Ausscheidung	39.2 ^a	35.8 ^b	35.0 ^b	1.28	**
Scheinbare Absorption	5.2	7.6	8.3	0.58	n.s.
Scheinbare Absorbierbarkeit (% der Aufnahme)	11.9	17.5	18.9	1.37	+
Harn Ausscheidung	1.7 ^b	3.3 ^a	3.5 ^a	0.25	***
Milch Ausscheidung	2.85 ^{ab}	2.94 ^a	2.53 ^b	0.140	*
Retention	0.6	1.3	2.3	0.39	n.s.
Retention (% der Aufnahme)	1.26	3.04	4.86	0.924	n.s.

¹ P-Wert: *** < 0.001; ** < 0.01; * < 0.05; + < 0.10; n.s. > 0.10

² Das Kinetikmodell beinhaltet einen quadratisch negativen Zeiteffekt (0 – 23h)

Die Werte gelten bei maximaler Steigung.

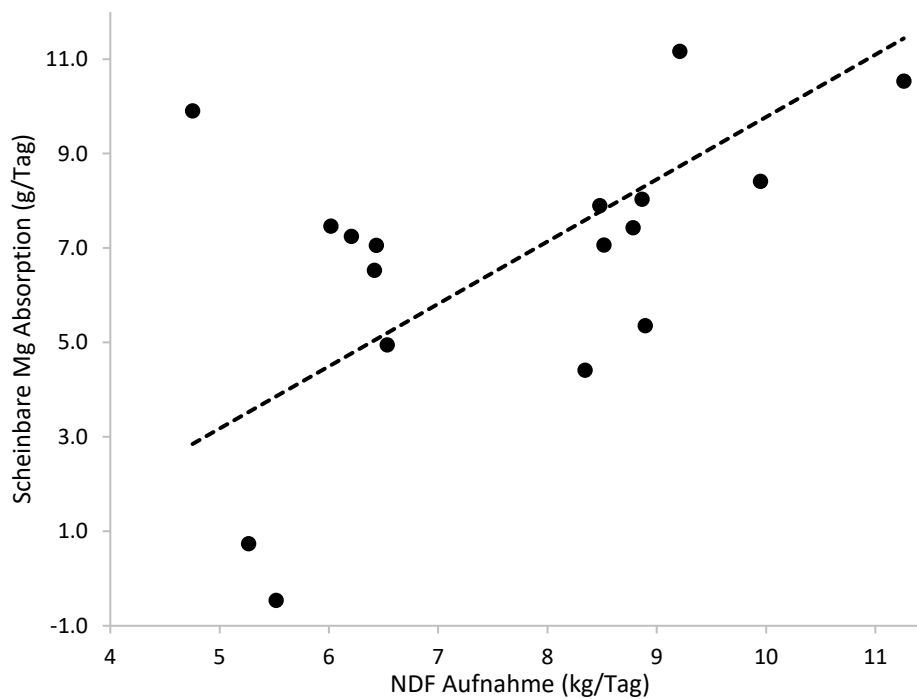


Abb. 1: Beziehung zwischen der scheinbaren Magnesiumabsorption (g/Tag) und der NDF-Aufnahme (kg/Tag) bei der laktierenden Milchkuh

Literatur

- Schlegel P. und Kessler J., 2015. Mineralstoffe und Vitamine. In: Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch), Kapitel 4., Hrsg. Agroscope, Posieux (29.08.2018)
- Schonewille J.T., Everts H., Jittakhot S., Beynen A.C., 2008. Quantitative prediction of magnesium absorption in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91, 271–278.
- Weiss W.P., 2004. Macromineral digestion by lactating dairy cows: factors affecting digestibility of magnesium. *Journal of Dairy Science* 87, 2167–2171.

9 Verhaltensänderungen zur Früherkennung von Lahmheiten bei Milchkühen

J.-B. Burla¹, H. Weigele¹, L. Gygax¹, A. Steiner², B. Wechsler¹

¹Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, Zentrum für tiergerechte Haltung Wiederkäuer und Schweine, Agroscope Tänikon, Ettenhausen

²Universität Bern, Vetsuisse Fakultät, Klinik für Wiederkäuer, Bern

Einleitung

Klauenerkrankungen und dadurch bedingte Lahmheiten sind bei Milchkühen in Laufställen stark verbreitet und gehören zu den drei häufigsten Ursachen für frühzeitige Abgänge (Juarez et al. 2003). Sowohl für das Tierwohl als auch aus wirtschaftlichen Gründen ist es daher wichtig, lahme Kühe zuverlässig zu identifizieren und schnellstmöglich zu behandeln. In verschiedenen Studien konnte nachgewiesen werden, dass es bei ausgeprägter Lahmheit zu Verhaltensänderungen kommt. Die Auswirkungen von mässiger Lahmheit auf das Verhalten von Kühen wurde hingegen erst wenig erforscht. Ziel der vorliegenden Studie war es deshalb, Verhaltensänderungen von mässig lahmen im Vergleich zu nicht lahmen Kühen zu untersuchen. Der Fokus lag insbesondere auf automatisch erfassbaren Verhaltensweisen, welche in Zukunft eine zuverlässige und praxistaugliche Früherkennung von Lahmheiten bei Milchkühen ermöglichen könnten.

Material und Methoden

An der Studie nahmen 17 Schweizer Milchviehbetriebe teil (Weigele et al. 2018). Jeder Betrieb wurde zu zwei Zeitpunkten im Abstand von 6 - 10 Wochen besucht, wobei je über 48 h kontinuierlich Daten erhoben wurden. Zwischen den beiden Datenerfassungen wurde einmalig eine therapeutische Klauenpflege durchgeführt. Auf jedem Betrieb wurden mittels visuellem Lahmheitsscoring (nach Sprecher et al. 1997) jeweils mässig lahme (Score 3 von 5) und nicht lahme (Score 1 von 5) Fokustiere ausgewählt. Insgesamt wurden 66 mässig lahme und 142 nicht lahme Kühe zum 1. Zeitpunkt sowie 53 mässig lahme und 125 nicht lahme Kühe zum 2. Zeitpunkt untersucht. Das Lahmheitsscoring wurde jeweils zu Beginn und am Ende jeder Datenerfassung wiederholt, um sicher zu stellen, dass sich der Lahmheitsgrad einer Kuh während dieser Zeitspanne nicht verändert hatte. Während der Datenaufnahme war jede Kuh mit Beschleunigungssensoren (MSR145 data logger, MSR Electronics GmbH, Schweiz) zur Erfassung von Liegeverhalten und Bewegungsaktivität sowie einem Halfter mit Nasenband-Sensor (RumiWatch, ITIN + HOCH GmbH, Schweiz) zur Erfassung der Fress- und Wiederkauaktivität ausgestattet. Des Weiteren wurden die Besuche an den Krafffutterstationen und an rotierenden Kratzbürsten sowie die Melkreihenfolge per Videoaufnahmen oder über das betriebseigene Transpondersystem erfasst. Die statistische Auswertung erfolgte mit linearen gemischte Effekte Modellen.

Ergebnisse und Diskussion

Mässig lahme Kühe zeigten eine längere Liegedauer pro 24 h ($p = 0.027$; Abb. 1A) und eine längere durchschnittliche Liegedauer pro Liegeperiode ($p = 0.008$) als nicht lahme Kühen. Jedoch war kein Unterschied in der Anzahl Liegeperioden pro 24 h ($p = 0.11$) vorhanden. Die durchschnittliche Bewegungsaktivität pro Stunde war bei den mässig lahmen Kühen geringer als bei nicht lahmen Kühen ($p = 0.007$; Abb. 1B), ebenso auch die Bewegungsaktivität in den ersten 60 min nach Fütterung (frische Futtevorlage oder Nachschieben; $p = 0.008$). Die Fressdauer pro 24 h ($p = 0.033$; Abb. 1C) und die Anzahl Kauschläge pro 24 h ($p = 0.05$) war bei mässig lahmen Kühen geringer als bei nicht lahmen Kühen. Die durchschnittliche Fressgeschwindigkeit unterschied sich jedoch nicht ($p = 0.98$). Ebenfalls wurde kein Einfluss von mässiger Lahmheit auf die Wiederkaudauer pro 24 h ($p = 0.53$), die Anzahl Wiederkauschläge pro 24 h ($p = 0.86$) und die durchschnittliche Wiederkaugeschwindigkeit ($p = 0.17$) gefunden. Mässig lahme Kühe hatten jedoch eine geringere Anzahl Besuche an den Krafffutterstationen ($p = 0.014$) und an

rotierenden Kratzbürsten ($p = 0.046$) als nicht lahme Kühe und standen in der Melkreihenfolge weiter hinten ($p = 0.001$).

Die Ergebnisse veranschaulichen, dass eine Lahmheit bereits in einem frühen Stadium zu deutlichen Verhaltensänderungen führt (Weigele et al. 2018). Diese Veränderungen entsprechen jenen, die in Studien an Kühen mit ausgeprägter Lahmheit beschrieben wurden, das Ausmass der Veränderungen ist bei mässig lahmen Kühen jedoch geringer. Des Weiteren zeigt die vorliegende Studie, dass sich automatisiert erfassbare Verhaltensänderungen potenziell als Indikatoren zur Früherkennung von Lahmheiten bei Milchkühen eignen.

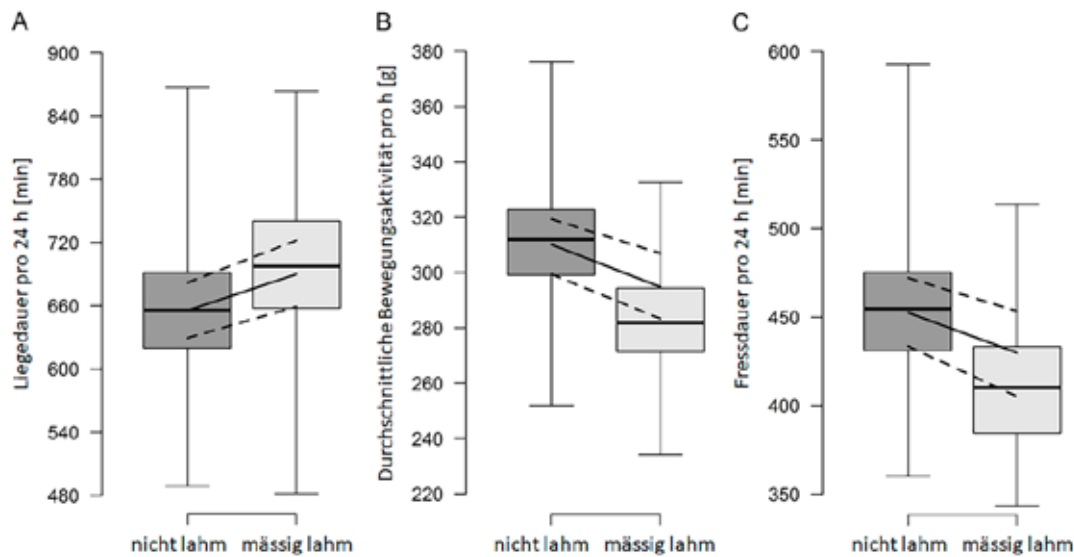


Abb. 1: Liegedauer pro 24 h (A), durchschnittliche Bewegungsaktivität pro h (B) und Fressdauer pro 24 h (C) von nicht lahmen und mässig lahmen Kühen.

Fazit

Die Verhaltensänderungen im Liege-, Bewegungs- und Fressverhalten verursachen Nachteile in Bezug auf die körperliche Konstitution und die Energieversorgung, weshalb bereits eine mässige Lahmheit zu weiteren Gesundheitsproblemen und frühzeitigen Abgängen führen kann. Die Einschränkungen in der Bewegungsaktivität zur Vermeidung von Belastungsschmerzen an erkrankten Klauen haben somit weiterführende Auswirkungen. Somit wirkt sich das Auftreten einer Lahmheit bereits in einem frühen Stadium negativ auf das alltägliche Leben von Milchkühen in Laufställen aus und hat daher einen grossen potenziellen Einfluss auf das Tierwohl und die allgemeine Tiergesundheit.

Literatur

- Juarez S. T., Robinson P. H., DePeters E. J., Price E. O., 2003. Impact of lameness on behavior and productivity of lactating Holstein cows. *Applied Animal Behaviour Science* 83, 1-14.
- Sprecher D. J., Hostetler D. E., Kaneene J. B., 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47, 1179-1187.
- Weigele H., Gygax L., Steiner A., Wechsler B., Burla J.-B., 2018. Moderate lameness leads to marked behavioral changes in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 101, 2370-2382.

10 Einfluss von Stress bei der Schlachtung auf Physiologie und Fleischqualität von Mastbullen

A. Reiche^{1,2}, J.-L. Oberson¹, P. Silacci¹, F. Dohme-Meier¹, H.-D. Hess¹, E.M.C. Terlouw³

¹Agroscope, Forschungsgruppe Wiederkäuer, Posieux, ²ETH Zürich, Tierphysiologie, Departement Umweltsystemwissenschaften, ³INRA, UMR 1213 Herbivores, Saint-Gènes-Champanelle, Frankreich

Einleitung

Das Erleben von Stress kurz vor dem Schlachten und sein Einfluss auf die Physiologie und Fleischqualität sowie deren Zusammenhänge sind beim Rind noch wenig erforscht und könnten unterschätzt werden (Ferguson and Warner, 2008). Um den Einfluss physischen und emotionalen Stresses am Schlachthof (kurz vor der Schlachtung) auf Physiologie und Fleischqualität zu untersuchen, wurden 81 Bullen mittels zweier verschiedener Schlachtprotokolle (SP) geschlachtet.

Tiere, Material und Methoden

Die 81 Bullen wurden von Ende 2015 bis Ende 2016 in Posieux gemästet und kurz vor der Schlachtung auf die beiden SP aufgeteilt. Das SP «Limitierter Stress (LS)» enthielt eine auf den Transport folgende, zweistündige Ruhezeit in einer Wartebucht im Schlachthof und das daran anschliessende direkte Schlachten. Das SP «zusätzlicher Stress (ZS)» beinhaltete das nach dem Transport direkte Entladen in den Schlachtgang und einen dortigen 30-minütigen physischen und emotionalen Stress, erzeugt durch das Hin- und Herreiben der Bullen im Schlachtgang mittels eines standardisierten Protokolls. Unmittelbar daran anschliessend wurden die ZS Bullen geschlachtet.

Folgende physiologische Parameter wurden ante- und post-mortem (pm) gemessen: Herzfrequenzen (HF) vom Verladen bis zur Betäubung, Konzentrationen von Stresshormonen im Speichel sowie Urin vor dem Transport bzw. nach der Betäubung, das glykolytische Potenzial (GP) und der pH- und Temperaturabfall 1-48 h post mortem. Parameter der Fleischqualität (Wasserverluste und Scherkraft) wurden am Longissimus thoracis bestimmt. Ein geschultes Panel erfasste die Parameter Zartheit und Saftigkeit in einer sensorischen Analyse.

Statistische Analysen zur Auswertung des Einflusses des SP wurden mittels eines gemischten Modelles vorgenommen. Abhängigkeiten zwischen mehreren Variablen wurden mithilfe von Hauptkomponentenanalysen (PCA) dargestellt. Um einzelne Zusammenhänge zwischen Physiologie und Fleischqualität zu quantifizieren, wurden Korrelationsanalysen innerhalb der jeweiligen SP-Untergruppen durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 1 zeigt den Verlauf der Herzfrequenzen der Bullen der zwei SP während der Phasen der Schlachtung. Der ZS erhöhte die HF während der letzten 30 Minuten vor Schlachtung signifikant. Unabhängig vom SP wurden die höchsten HF zum Zeitpunkt des Betäubens gemessen, was vorherige, die soziale Isolation und räumliche Beengtheit als stärkste Stressfaktoren für Rinder beschreibende Studien bestätigt (Grandin, 1997). Wie erwartet, zeigten LS Bullen signifikant niedrigere Konzentrationen von Cortisol im Speichel sowie von Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol im Urin, einen beschleunigten Abfall des pm-pH sowie erhöhte pm-Temperaturen auf. Eine PCA, die 53% der Gesamtvarianz erklärte, stellte die engen positiven Zusammenhänge der HF, Stresshormonkonzentrationen und pm-Temperaturen sowie deren negative Korrelation mit dem pm-pH dar. Diese Ergebnisse belegen – in Übereinstimmung mit der Literatur (Terlouw, 2015) – dass sich eine erhöhte physiologische Aktivität ante-mortem (höhere HF, Stresshormonkonzentration und Körpertemperatur) pm fortsetzt (z.B. im erniedrigten pH). End-pH und GP waren vom SP unbeeinflusst. Der ZS kann folglich als «moderater» Stress betrachtet werden, der sich nicht auf die Glykogen- bzw. Energie-Reserven der Bullen auswirkte. Die sensorische Analyse ergab eine verminderte Saftigkeit der ZS Bullen im Vergleich zu den LS Bullen, die Zartheit blieb unbeeinflusst. Innerhalb des LS SP waren höhere HF beim Betäuben signifikant mit höherem Wasserverlust beim Kochen 14 Tage nach Reifung assoziiert (Pearson Korrelation, $r = 0.57$). Negative Effekte von Stress auf das Wasserbindevermögen wurden in der Literatur bereits bei Lämmern beobachtet (Warner et al., 2000), die zugrundeliegenden Mechanismen sind allerdings noch ungeklärt.

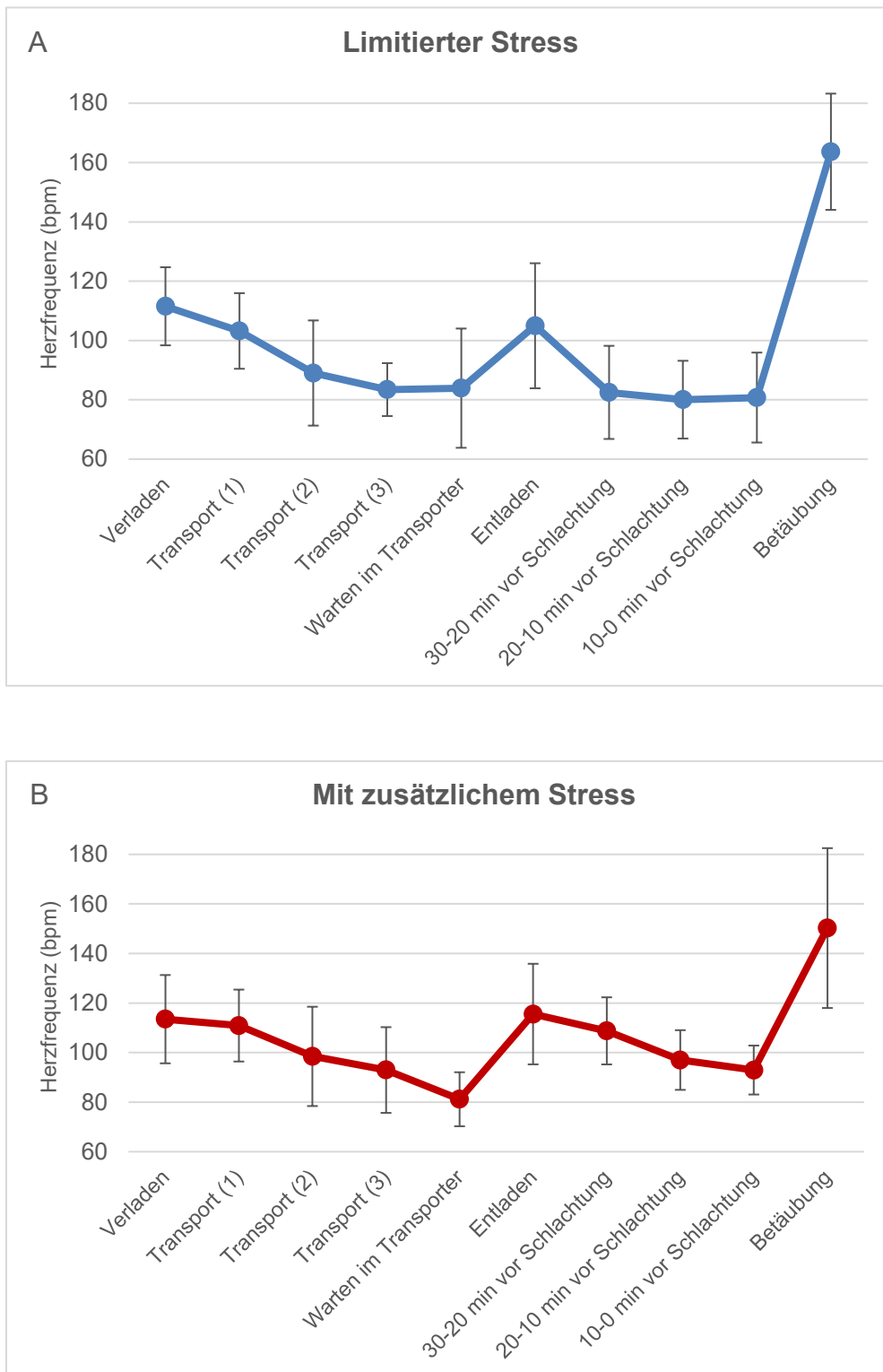


Abb. 1 A + B:

Herzfrequenzen der Bullen während der Phasen der Schlachtung mit limitiertem (A) oder zusätzlichem (B) Stress.

Punkte repräsentieren Mittelwerte, Fehlerindikatoren die Standardabweichung. Transport (1), (2) und (3) bezeichnen jeweils den ersten, zweiten und dritten 10-minütigen Abschnitt des Transports zum Schlachthof.

Fazit

Die Ergebnisse legen dar, dass sich ein physischer und emotionaler Stress kurz vor dem Schlachten auf Physiologie und Fleischqualität von Mastbullen auswirkt. Zusätzlicher Stress bzw. einzelne Stress-Indikatoren waren mit einem geringeren Wasserbindevermögen sowie reduzierter Saftigkeit verbunden. Die Ergebnisse reihen sich in die Literatur über die komplexen Zusammenhänge zwischen Physiologie und Fleischqualität ein, die beim Rind z.T. widersprüchlich sind und weiterer Forschung bedürfen.

Literatur

- Ferguson, D. and R. Warner. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat science* 80(1):12-19.
- Grandin, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *J Anim Sci* 75(1):249-257.
- Terlouw, C. 2015. Stress reactivity, stress at slaughter and meat quality. CRC Press, Philadelphia, Pa, USA.
- Warner, R. D., J. J. Bond, and M. G. Kerr. 2000. Meat quality traits in lamb M. Longissimus thoracis et lumborum: The effect of pre-slaughter stress and electrical stimulation. 46th international congress of meat science and technology:154-155.

