



*Konjugierte Linolsäuren (CLA)
Im Milchfett und Ihre Anreicherung über die Fütterung
eine Bestandsaufnahme*

Konjugierte Linolsäuren (CLA) im Milchfett und ihre Anreicherung über die Fütterung - eine Bestandsaufnahme

Antje Koch, Friedrich Schöne

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Str. 98, 07743 Jena

Konjugierte Linolsäuren (conjugated linoleic acids, CLA) besitzen genauso wie die übliche Linolsäure 18 Kohlenstoffatome und zwei Doppelbindungen. Bei der CLA befinden sich jedoch diese Doppelbindungen an benachbarten Kohlenstoffatomen; sie sind also nicht wie bei der Linolsäure durch mehrere Kohlenstoffatome getrennt (Abb. 1). Aus dem „Aneinanderrücken“ der Doppelbindungen, chemisch ihrer Konjugation, resultieren besondere Wirkungen im Organismus, die CLA in unserer Nahrung und die Anreicherung in der Milch, vielversprechend erscheinen lassen.

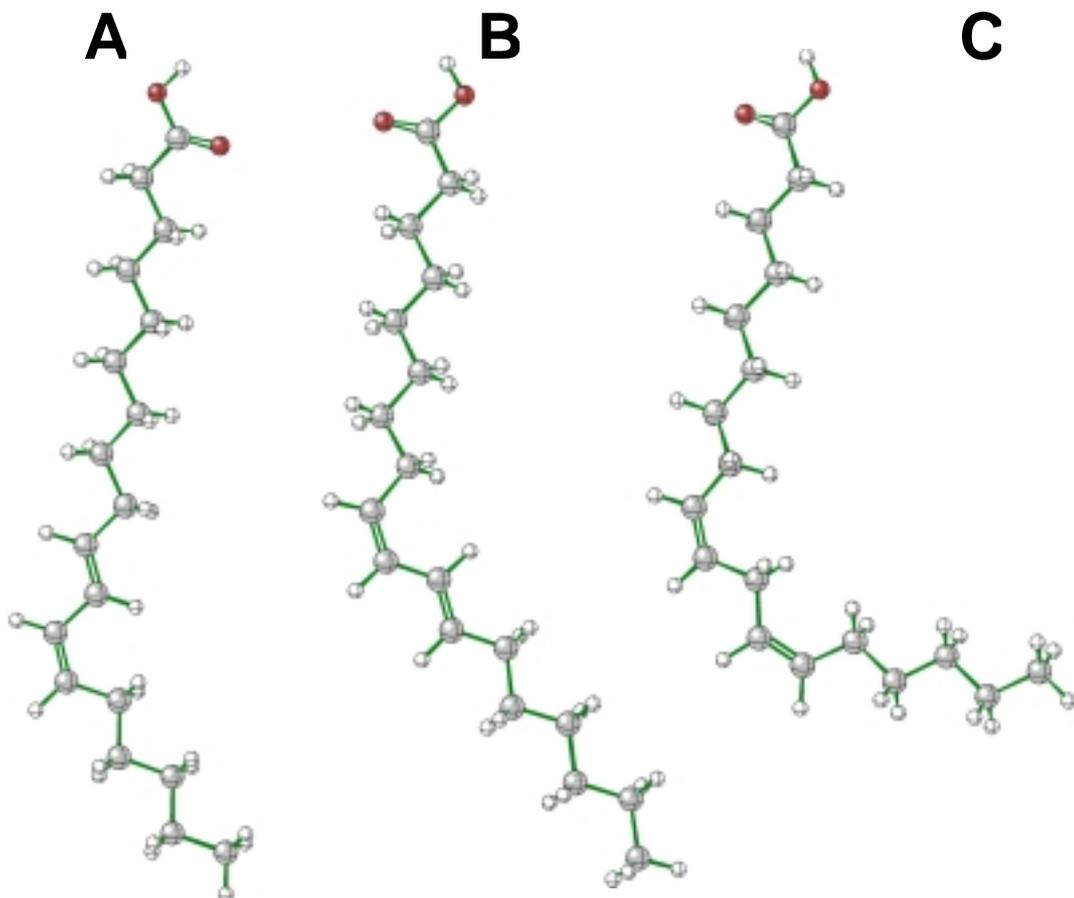


Abbildung 1: Vergleich der als physiologisch wirksam erkannten CLA-Isomeren A und B mit der „Muttersubstanz“ Linolsäure C. Die „Sauerstoffe“ der funktionellen Gruppe sind rot. (A = *trans*-10, *cis*-12-CLA, B = *cis*-9, *trans*-11-CLA, C = *cis*-9, *cis*-12 C18:2).

Im Provokationstest mit krebserregenden Stoffen an Labornagern, also Ratten und Mäusen, trat bei gleichzeitiger Verabreichung von CLA Krebs nicht oder weniger stark auf. Zu diesem Nachweis einer Krebshemmung kamen dann Beweise für Wirkungen auf das Immunsystem und auf die Blutgefäße hinzu. Jedoch ist für die beiden letzteren Untersuchungsbefunde noch nicht klar, wie sie zu deuten sind, ob es sich um eine erwünschte Stärkung der Immunabwehr handelt und um die Vorbeugung der Arteriosklerose oder ob die nachgewiesenen Wirkungen unbedeutend oder sogar unerwünscht sind (Übersicht KRAFT und JAHREIS 2001).

Bewiesen an Ratte, Maus und Schwein (TISCHENDORF u.a. 2002) ist die Verschiebung in der Körperzusammensetzung. CLA fördern den Muskelansatz und hemmen die Verfettung. Obwohl diese anabolen Wirkungen am Menschen bisher nicht zweifelsfrei nachgewiesen werden konnten, sind CLA-Präparate in der „Bodybuilder-Szene“ bereits verbreitet. Solcherart Präparate basieren auf chemisch veränderten Ölen ausgehend meist vom Distelöl. Auf natürlichem Wege entstehen CLA im Pansen, besonders aus Futtermitteln, die reich an den mehrfach ungesättigten Fettsäuren (polyunsaturated fatty acids, PUFA) *Linolsäure* und *Linolensäure* sind. Vor allem sind dies Pflanzenöle, Gras und Kräuter.

Milch- und Milchprodukte sowie Fleisch vom Wiederkäuer sind die bevorzugten CLA-Quellen in unserer Nahrung, wobei sich Schafmilch (JAHREIS u.a. 1999a) als besonders CLA-reich erwies. In Deutschland wird die mittlere tägliche Pro-Kopf-Aufnahme auf einige hundert Milligramm geschätzt, wobei wir uns unterhalb der australischen sowie neuseeländischen aber oberhalb der Aufnahme in den USA befinden.

Bildung der CLA und deren Vorstufen durch Pansenbakterien

CLA kommen in Pflanzen und deren Fetten in Spuren, d.h. so gut wie nicht vor. Im Pansen entstehen CLA bei der mikrobiellen Hydrierung der ungesättigten Fettsäuren. Hydrierung bedeutet Wasserstoffaddition, wodurch Doppelbindungen beseitigt und so aus ungesättigten Fettsäuren gesättigte werden. Die ruminale Biohydrierung, auch – hydrogenierung, ist nicht vollständig, also keine Totalhydrierung, sondern immer nur eine Teilhydrierung. Im anaeroben wasserstoffreichen Pansenmilieu entstehen aus den PUFA eben nicht nur gesättigte Fettsäuren (saturated fatty acids, SFA) sondern auch einfach ungesättigte Fettsäuren (monounsaturated fatty acids, MUFA) und auch die MUFA werden nicht vollständig zu den SFA hydriert. Es werden Positionen der Wasserstoffgruppen an den Doppelbindungen verändert: *cis*-Isomeren, wie sie im Pflanzenfett dominieren werden in *trans*-Isomeren umgewandelt (Abb. 2). Des weiteren können die isolierten Doppelbindungen der Pflanzenöle zusammenrücken, treten in Konjugation und ergeben so die erwünschten CLA. Besonders das Pansenbakterium *Butyrivibrio fibrisolvens* bildet das Enzym Linolsäure-Isomerase, das bevorzugt die Linolsäuren aus dem Futter in CLA der *cis/trans*-, *cis/cis*-, *trans/trans*- und *trans/cis*-Konfigurationen überführt. Der je nach Futterfettquelle mehr oder weniger mit CLA angereicherte Panseninhalt wird nach der Labmagenpassage zusammen mit den weiteren langkettigen Fettsäuren der Nahrung und Pansenmikroben im Dünndarm resorbiert.

Sie gehen nach dem Passieren der Darmwand und nach der Wiederveresterung in den großen Transportpool der Lymphe und des Blutes ein, dazu die Fettsäuren und Triglyceride aus der Neusynthese und aus den Körperfettdepots.

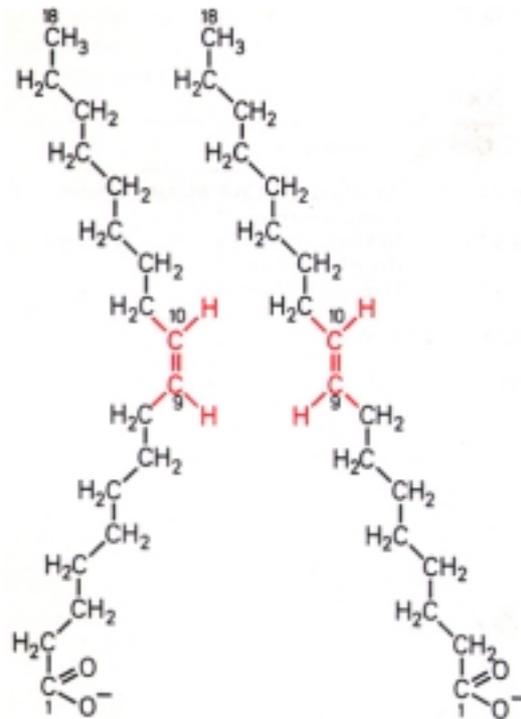


Abbildung 2: Struktur von *cis*- und *trans*-Fettsäuren. [Ölsäure (*cis*-Form; Abb. links) und Elaidinsäure (*trans*-Form; Abb. rechts) als Beispiele für die *cis-trans*-Isomerie ungesättigter Fettsäuren]

Einbau der ruminal und in den Geweben gebildeten CLA in das Milchfett

Die Milchfettzusammensetzung resultiert mehr aus den im Euter synthetisierten SFA und MUFA als aus dem „Durchfluss der Fette vom Futter, eingeschlossen die PUFA und die ruminal gebildeten CLA, bis zur Dünndarmresorption“ (Abb. 3).

Hauptort der Fettsynthese der Milchkuh ist das Milchbildungsepithel der Alveole im Euter. Bis zwei Drittel des Milchfettes gehen auf langkettige Fettsäuren aus der Eigensynthese zurück – Bausteine sind die kurzkettigen Fettsäuren, besonders die Essigsäure, die vorher durch die Pansenwand resorbiert und über das Blut zum Milchbildungsepithel transportiert wurden. Maximal ein Drittel der Fettsäuren des Milchfettes entstammt den Fettsäuren des Futterfettes aus der Dünndarmresorption nach der Pansenhydrierung. Der Teil Fettsäuren für die Milchfettbildung besonders der frischlaktierenden Kuh, den die Fetteigensynthese und das Futterfett nicht abdecken, kommt aus den körpereigenen Fettdepots, wobei auch Ketonkörper anfallen, vorwiegend beta-Hydroxybutyrat.

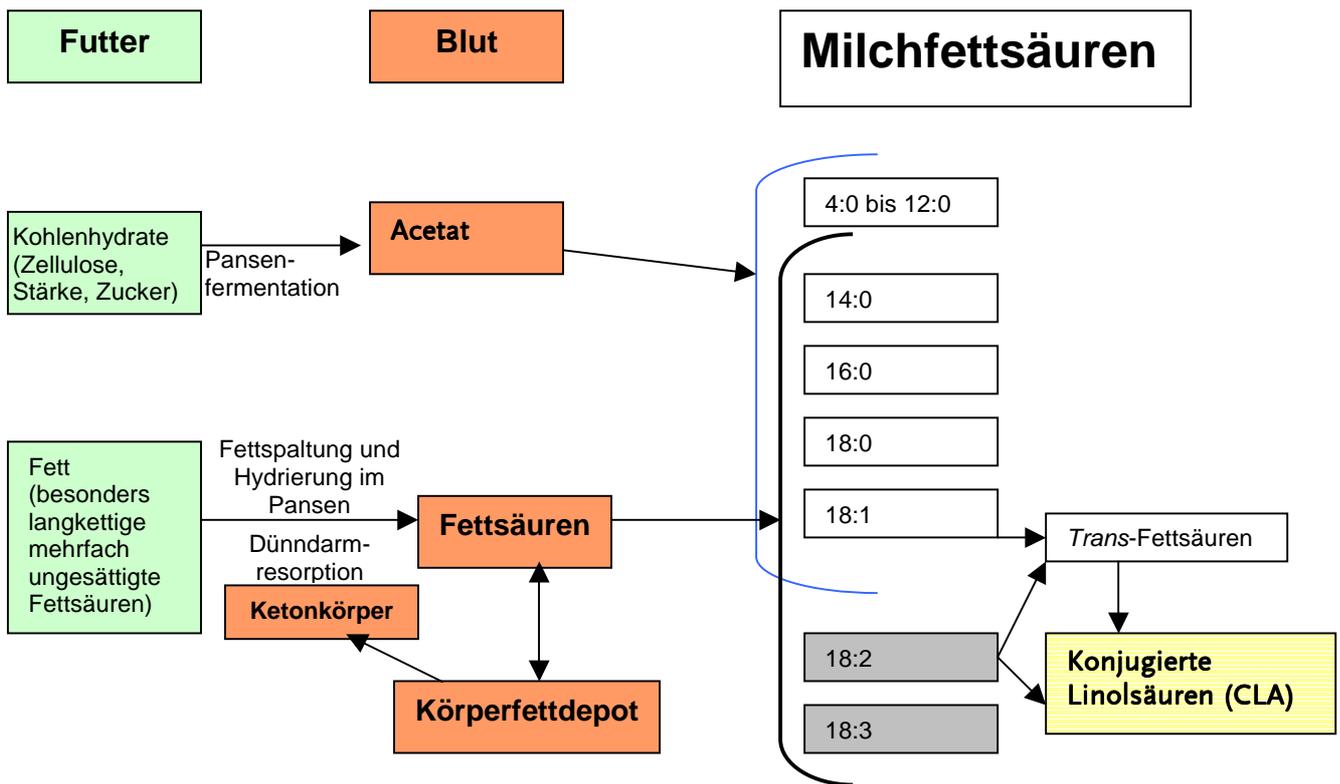


Abbildung 3: Fettstoffwechsel des Wiederkäuers. Hauptverdauungsort ist der Pansen, aus dem unter den flüchtigen Fettsäuren der Fettsäurebaustein Acetat resorbiert wird und langkettige Fettsäuren, die aus dem Futter- und dem Mikrobenfett stammen, in den Dünndarm übertreten.

- Fettsäuren können eigenständig synthetisiert werden
- ┌ Fettsäuren können in begrenztem Maße über die Nahrung aufgenommen werden
- Fettsäuren die essentiell sind, weil sie der Organismus nicht bilden kann und sie ausschließlich über die Nahrung aufgenommen werden müssen.

Die PUFA, eingeschlossen die CLA sowie die trans-Vaccensäure als CLA-Vorstufe, werden nur in begrenztem Umfang im Dünndarm und im Milchfett erscheinen. Der Säugerorganismus bildet aber mittels eines Enzyms aus trans-Vaccensäure (trans-11 C18:1), das dieser am neunten C-Atom Wasserstoff entzieht, cis-9, trans-11-CLA. Dieses Enzym *delta 9-Dehydrogenase* kommt in allen Geweben, besonders im Milchbildungsepithel, vor (Abb. 4) und es ist neben der direkten CLA-Aufnahme der eigentliche Garant dafür, dass sich bei Ernährung mit Milch und Milcherzeugnissen die cis-9, trans-11-CLA in unserem Organismus und in der Muttermilch wiederfindet bzw. sogar anreichert (JAHREIS u. a. 1999a).

Über die Fütterung lässt sich der Milch-CLA-Gehalt erhöhen, wobei drei Maßnahmen bisher untersucht wurden:

1. direkte Verabreichung (pansengeschützter) CLA-Präparate
2. Pflanzenölverabreichung: besonders Rapsöl und Sojaöl
3. Verabreichung von Grünfütter-dominierten Rationen

Erstere Variante mit bestimmten CLA-Isomeren führte zu einem Abfall des Milchfettes, teils bei Anstieg des Milcheiweißes und der Milchmenge (KRAFT u.a. 2000). Fortschritte werden in der gezielten Auswahl anderer an solchen Nebenwirkungen ärmerer CLA-Isomeren und in deren effektivem Schutz während der Pansenpassage erwartet (BELL und KENNELLY 2002). Praxisrelevante Lösungen, den Milch-CLA-Gehalt nachhaltig zu erhöhen, deuten sich derzeit durch die PUFA-Zufuhr über Pflanzenöle oder über Gras und Kräuter an.

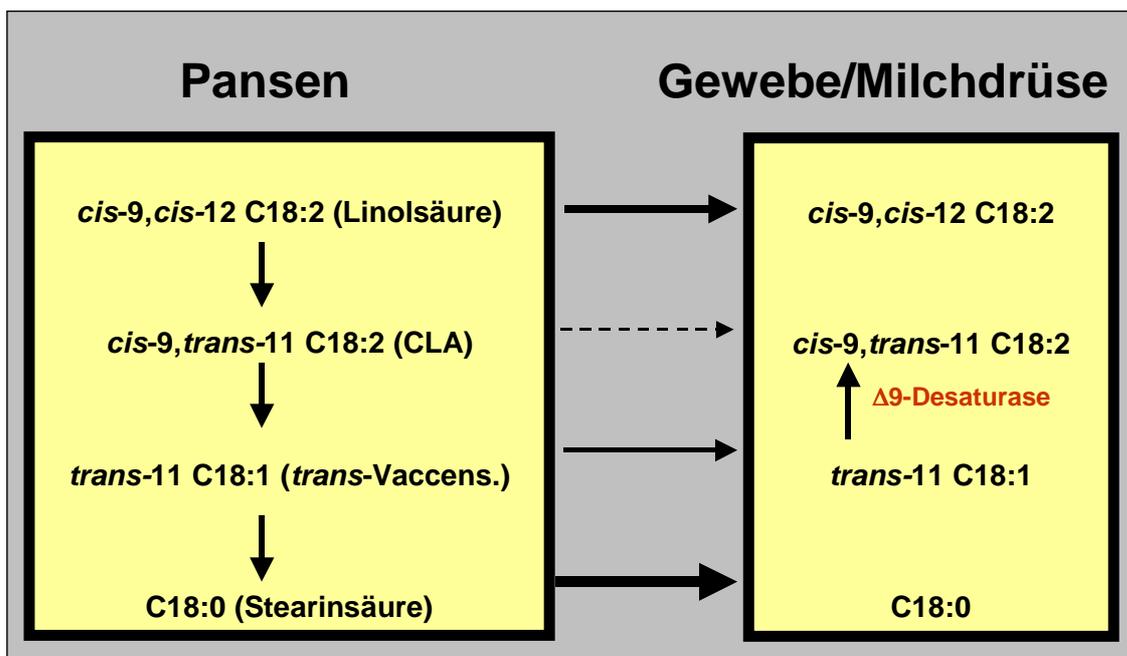


Abbildung 4: Bildung von CLA aus Linolsäure bei Wiederkäuern nach Griinari und Baumann (1999), modifiziert von Jahreis und Kraft (2002)

Erhöhung des CLA-Gehaltes der Milch durch Pflanzenöl oder durch Grünfutter- Ergebnisse aus Versuchen und Erhebungen

Pflanzenölfütterung

In den bisherigen Fütterungsversuchen, in der Regel mit frischlaktierenden Kühen, reicherten Pflanzenölzusätze die CLA im Milchfett signifikant an (Tab. 1). Im Vergleich zu Kontrollgruppen, die kein zusätzliches Pflanzenöl erhielten, wurde bis eine Vervierfachung des CLA-Gehaltes nachgewiesen (KELLY u. a. 1998).

Auf der anderen Seite muss immer das Risiko einer Störung der Pansenverdauung bzw. der Acetat-Bildung mit der Folge der Verminderung der Milchfettsynthese beachtet werden. Besonders die an PUFA reicheren Pflanzenöle, wie Sonnenblumenöl oder Sojaöl, scheinen sich negativ auszuwirken. So verminderte die Verabreichung von 400 g Sonnenblumenöl je Milchkuh den Milchfettgehalt (JAHREIS u. a. 1999b), wogegen es unter dem Einfluss der gleichen Tagesmenge Rapsöl zu keiner Veränderung der Milchfettmenge kam. Die Zugabe eines Pansenpuffers konnte den PUFA-vermittelten Milchfettabfall kompensieren. Der CLA-Anteil des Milchfettes betrug 1,12 bis 1,46 % im Mittel der Gruppen – das Zwei- bis Dreifache der CLA-Milchfett-Konzentration ohne Pflanzenölfütterung. Es ergab sich eine Tendenz zu Gunsten der Kühe, die Pansenpuffer erhielten

Der durch Rapsöl-Verabreichung bedingte CLA-Anstieg im Milchfett lässt sich bis zur Butter verfolgen, wie in gemeinsamen Untersuchungen der TLL mit der Universität Jena nachgewiesen wurde (SCHÖNE u. a. 2001). Eine in Thüringen durch kontrollierte Rapsölverabreichung an Kühe erzeugte Premiumbutter enthielt ein Drittel mehr CLA als Butter aus Milch von üblich, also weitgehend ohne Pflanzenölzusatz, gefütterten Kühen.

Tabelle 1: Anreicherung konjugierter Linolsäuren (CLA) im Milchfett durch Pflanzenöl

Öl	CLA im Milchfett %		Literaturquelle
	Kontrolle	Behandlung	
4,4% Lein 1)	0,39	1,63	DHIMAN et al. 1997
4,4% Soja	0,50	2,08	DHIMAN et al. 1997
5,3% Sonnenblume	2)	2,44	KELLY et al., 1998
5,3% Lein	2)	1,67	KELLY et al., 1998
5,3% Erdnuss	2)	1,33	KELLY et al., 1998
700 g Raps 3)	0,48	0,79	STANTON et al., 1997
Mittelwert	0,46 (n=3)	1,66 (n=6)	

- 1) Anteil Trockenmasse an der Ration
- 2) Keine Kontrolle
- 3) Geschrotete Vollfettsaat

Bei Pflanzenölfütterung findet sich neben dem erhöhten CLA-Gehalt ebenfalls ein erhöhter *trans*-Fettsäuren-Anteil in der Milch (JAHREIS u.a. 1996). Die *trans*-Vaccen-Säure als CLA-Vorstufe (Abb. 4) wird positiv beurteilt, während die *trans*-10-Octadecensäure für den Abfall des Milchfettgehaltes verantwortlich ist (GRIINARI u.a. 1998). Die abschließende Wertung einer Beeinflussung und möglichen Steuerung der Biohydrierung im Pansen unter Pflanzenölgabe im Hinblick auf eine Anreicherung bestimmter *trans*-Fettsäuren im Milchfett ist derzeit noch nicht möglich.

Verabreichung von Grünfütter

In Sammelmilchproben aus drei Thüringer Betrieben, die gleichzeitig für drei unterschiedliche Fütterungsregimes bzw. Produktionstypen stehen, wurden die in Tab. 2 angegebenen CLA-Konzentrationen des Milchfettes nachgewiesen.

Tabelle 2: Anteile des Milchfettes an konjugierten Linolsäuren (CLA) und Transisomeren der Ölsäure bei unterschiedlicher Produktionsintensität (JAHREIS u.a., 1997)

	Intensiv Stall	Intensiv Weide	Weniger intensiv Weide
	Maissilage	Mais- und Grassilage in der Winterfütterung	Klee-Luzerne-Grassilage in der Winterfütterung
	Kraftfutterreich	Kraftfutterreich	Wenig Kraftfutter ¹⁾
CLA (%)	0,34	0,61	0,80
Gesamte <i>trans</i> -Fettsäuren (%) darunter <i>trans</i> -Vaccensäure (%)	2,98 1,21	4,12 2,21	4,98 2,67

¹⁾ökologisch wirtschaftender Betrieb

Die Mittelwerte repräsentieren jeweils 12 Einzelwerte aus Proben, die monatlich über den Zeitraum von einem Jahr genommen wurden. Im Vergleich der drei Herden ergab sich für den intensiven Produktionstyp (Fütterung besonders von Maissilage und Kraftfutter, Haltung ganzjährig im Stall) eine deutlich niedrigere CLA-Konzentration der Milch als bei den Herden mit Weidehaltung in der Vegetationszeit. Vergleicht man die beiden Weidebetriebe, so ist die Milch bei konventioneller Produktion CLA-ärmer als bei ökologischer Wirtschaftsweise. Unterschiede im PUFA-Gehalt des Grünfutters unterschiedlicher Grünland- bzw. Pflanzenbausysteme sind nicht bekannt. Die Höhe der Kraftfuttermenge könnte sich aber auswirken. Zwei Effekte des Konzentrates, die sich addieren, sind denkbar: Erstens ändert sich die Biohydrogenierung im Pansen. Im saureren Pansenmilieu, das aus dem Abbau der Getreidestärke resultiert, entsteht weniger *trans*-Vaccensäure, aber mehr *trans*-10-C18:1. Zweitens ist bei höherem (nicht zu hohem!)

Getreideanteil die Gesamtmenge der im Pansen gebildeten kurzkettigen Fettsäuren höher, woraus eine höhere Eigensynthese langkettiger Fettsäuren resultiert und durch diese im Milchfett ein Verdünnungseffekt auf die CLA eintritt.

Fazit

Konjugierte Linolsäuren (CLA) werden in unserer Ernährung favorisiert auf Grund einer im Tierversuch nachgewiesenen Krebsverhütung und wegen der Förderung der günstigen fettkatabolen Wirkung bei gleichzeitiger Erhöhung des Muskelmasseanteils. In der Gesundheitsvorsorge würden CLA gegen Übergewicht und Adipositas und möglicherweise gegen einen sich zunehmend verbreitenden Alterszucker (Diabetes Typ II) wirken. CLA kommen in nennenswerten Mengen nur in Fleisch und Milch von Wiederkäuern vor und dort erscheint ihre Anreicherung durch gezielte Fütterungsmaßnahmen möglich und wünschenswert.

CLA entstehen durch Biohydrogenierung der mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA), zum einen direkt im Pansen infolge Positionsveränderungen der Doppelbindungen, zum anderen aber auch in den Geweben, besonders in der Milchdrüse, aus dem PUFA-Abbauprodukt *trans*-Vaccensäure (trans-11-C18:1). Dabei dehydriert das körpereigene Enzym Delta-9-Desaturase diese einfach ungesättigte Fettsäure, indem am neunten C-Atom eine Doppelbindung eingefügt wird.

Unter den Maßnahmen zur Erhöhung des CLA-Gehaltes der Milch haben sich in Versuchen und Erhebungen die Verabreichung von Pflanzenöl bzw. pflanzenöhlhaltigen Futtermitteln aber auch von Grünfutter mit seinem hohen PUFA-Anteil als erfolgversprechend gezeigt.

Durch Fütterung, besonders des Rapsöles mit seinem hohen Gehalt an MUFA und PUFA, lässt sich eine Steigerung des CLA-Gehaltes der Milch auf das Zweifache (von 0,4 bis auf 0,8 % des Milchfettes) erreichen. Die Verwendung von Pansenpuffern deutet auf Vorteile, besonders, wenn die PUFA-reicheren Sonnenblumen- und Sojaöle zum Einsatz kommen.

Bei Pflanzenölanwendung ist die begrenzte Fettverträglichkeit des Wiederkäuers zu beachten. Der Rohfettgehalt der Rationstrockenmasse darf 6 % nicht überschreiten, davon maximal die Hälfte, also 3 %, als Pflanzenölzusatz. Für eine Kuh mit 15 kg Trockenmasseaufnahme bedeutet dies 400 g Pflanzenöl als Tageshöchstmenge oder als Pflanzenöläquivalente, z.B. über die entsprechenden Mengen an Rapspresskuchen (SCHÖNE u.a. 1999). Die Anpassung der Tiere an den Fettzusatz sollte über einen Mindestzeitraum von drei Wochen erfolgen, wobei die Tagesgaben beginnend in der ersten Woche mit 100 – 150 g in der zweiten und dritten Woche jeweils um diese Mengen zu steigern sind.

Rapskuchen hat sich als gute Fettquelle auch für den ökologisch wirtschaftenden Betrieb (Verbot von Extraktionsschrotten laut EWG-VO 2092/91) erwiesen, obwohl die Verfügbarkeit von ökologisch erzeugtem Raps nur sehr begrenzt gegeben ist. Anbautechnische Probleme (hoher Bedarf an Nährstoffen in der Vegetationsperiode) und beträchtlicher Schaderregerdruck stehen bisher einer wirtschaftlich vertretbaren ökologischen Erzeugung von Raps entgegen (KARALUS und WUNDERLICH 2002). Ökologisch gehaltene Rinder können allerdings in der Gesamtration jährlich bis zu 10 % der

Trockenmasse aus Futtermitteln herkömmlicher Produktion erhalten. In dieser Menge von 1,5 bis 2,5 kg/Kuh und Tag wäre der Rapskuchen aus konventioneller Herkunft einsetzbar, wenn keine weiteren Futtermittel aus konventioneller Erzeugung verwendet würden.

Grünfütterationen, besonders in Verbindung mit geringem Konzentrateinsatz, führten zu einer Erhöhung des CLA-Gehaltes der Milch. Weidehaltung dominiert in ökologisch wirtschaftenden Betrieben (EWG-VO 2092/91; Verordnung über den ökologischen Landbau in der Europäischen Union), ebenfalls wird dort das teurere Getreide „sparsamer“ eingesetzt, so dass eine CLA reichere Milch für Ökobetriebe wahrscheinlicher als für konventionell wirtschaftende Betriebe erscheint.

Soll ein CLA-reicheres Milchfett gezielt für ökologisch wirtschaftende Betriebe ausgelobt und damit marktwirksam gemacht werden, sind für die einzelnen Herden ständige Sammelmilchuntersuchungen etwa im Monatsrhythmus durch ein anerkanntes Prüfinstitut erforderlich.

Literatur

- Bell, J.A. and Kennelly, J.J. (2002): The potential of nutrition to modify the fat composition of dairy products. Proceedings of Eastern Nutrition Conference, University of Guelph, 15 pages.
- Dhiman, T.R., Satter, L.D., Pariza, M.W., Galli, M.P., and Albright, K. (1997): Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. J. Dairy Sci. 80 (Suppl. 1), 184 (P171).
- Griinari, J.M. and Bauman (1999): Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. Pages 180 – 200 in Advances in conjugated linoleic acid research. M.P. Yuraweza, M.M. Massoba, J.G.K. Kramer, G. Nelson and m.W. Pirizza, ed. AOAC press, Champaign, IL.
- Griinari, J.M.; Nurmela, K.V.V.; Corl, B.A.; Chourinard, P.Y. and Bauman, D.E. (1998): The endogenous synthesis of milk fat conjugated linoleic acid (CLA) from absorbed vaccenic acid in dairy cows. AOCS Annual Meeting Abstracts: p21 (Abstr.).
- Jahreis, G.; Fritsche, J.; Möckel, P.; Schöne, F.; Möller, U. and Steinhart, H. (1999a): The potential anticarcinogenic conjugated linoleic acid, cis-9 trans-11 C18:2, in milk of different species cow, goat, ewe, sow, mare, woman. Nutr. Res. 19, 1541-1549.
- Jahreis, G.; Fritsche, J. and Steinhart, H. (1997): Conjugated linoleic acid in milk fat: High variation depending on production system. Nutr. Res. 17, 1479-1484.
- Jahreis, G. and Kraft, J. (2002): Sources of conjugated linoleic acid in the human diet. Feature, Lipid Technology 14; 29-32.
- Jahreis, G.; Steinhart, H.; Pfalzgraf, A; Flachkowsky, G. and Schöne, F. (1996): Zur Wirkung von Rapsölfütterung an Milchkühe auf das Fettsäurenspektrum des Butterfettes. Z. Ernährungswiss.; 35: 185-190.
- Jahreis, G.; Tischendorf, F.; Möckel, P. and Schöne, F.: Conjugated linoleic acids (CLA) and trans fatty acids in milk fat of dairy cows fed rapeseed or sunflower oil. Proc. 10th International Rapeseed Congress. Canberra, Australia, Ed. N. WRATTEN and P.A.SALISBURY 1999 (electronic document, 5 pages).

- Karalus, W. und Wunderlich, T. (2002): Anbau von Öko-Raps unter schwierigen Standortbedingungen. Infodienst für Beratung und Schule der Sächsischen Agrarverwaltung, 11/2002, 71 – 75.
- Kelly, M.L., Kolver, E. S., Bauman, D.E., Van Amburgh, M. E., and Muller, L.D. (1998): Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. J. Dairy Sci. 81, 1630-1636.
- Kraft, J.; Lebzien, P.; Flachowsky, G.; Möckel, P. and Jahreis, G. (2000): Duodenal infusion of conjugated linoleic acid mixture influences milk fat synthesis and milk CLA content in dairy cows. Milk Composition, Occasional Publication No. 25 – British Society of Animal Science.
- Kraft, J. und Jahreis, G. (2001): Konjugierte Linolsäuren: Genese und metabolische Wirkungen. Ernährungs-Umschau 48, Heft 9
- Stanton, C.; Lawless, F.; Kjellmer, G.; Harrington, D.; Devery, R.; Connolly, J.F. and Murphy, J. (1997): Dietary influences on bovine milk cis-9, trans-11-conjugated linoleic acid content. J. Food Sci. 62, 1083-1086.
- Schöne, F.; Hartung, H. und Jahreis, G. (2001): Fettsäurenprofil und Streichfähigkeit einer Premiumbutter im Jahresverlauf. Proc. Germ. Nutr. Soc., 3, 45.
- Schöne, F.; Schwarting, G. und Ziegler, H.-J. (1999): Rapskuchen in der Rinderfütterung. Argumente Einsatzempfehlungen. Broschüre, CMA.
- Tischendorf, F.; Schöne, F.; Kirchheim, U. und Jahreis, G. (2002): Influence of a conjugated linoleic acid mixture on growth, organ weights, carcass traits and meat quality in growing pigs. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 86, 117 – 128.
- Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau / die biologische Landwirtschaft und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel und Folgerecht, besonders Verordnung (EG) Nr. 1804/1999 des Rates vom 19. Juli 1999 zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, Ausgabe I, Nr. 222 vom 24. August 1999, S. 0001 – 0028.