

Untersuchungen über den Einfluß verseiften Pflanzenfettsäuren auf die Milchleistung und die Milchinhaltstoffe

PETER LEBZIEN, REINHARD DAENICKE und KLAUS ROHR

Institut für Tierernährung

1. Einleitung und Problemstellung

Futterfette im Milchleistungsfutter dienen vorrangig dem Zweck, die Energieversorgung hochleistender Kühe zu verbessern bzw. die Zusammensetzung des Milchfettes positiv zu beeinflussen. Dem Einsatz größerer Mengen an ungeschütztem Fett steht allerdings entgegen, daß sie die (Grund-)Futteraufnahme sowie den Milchfett- und Eiweißgehalt negativ beeinflussen (Palmquist und Jenkins, 1980; Jilg et al., 1988; Rohr und Lebzien, 1990). Diese unerwünschten Effekte lassen sich - soweit sie aus einer Beeinträchtigung der Pansenfermentation resultieren - durch Verwendung "geschützter" (pansenstabiler) Fette weitgehend vermeiden. Unter den verschiedenen Verfahren zum Schutz gegen die lipolytische Aktivität der Pansenflora hat die Verseifung langkettiger Fettsäuren mit Calcium besonderes Interesse gefunden.

Erfahrungen über den Einsatz von Ca-Seifen bei Milchkühen wurden in größerem Umfang bereits in den USA gesammelt. Unter den Bedingungen einer erhöhten Energiezufuhr (Zulage von Ca-Seifen zum Kontrollfutter) war zumeist eine Steigerung der Milchleistung zu verzeichnen. Nur in wenigen Fällen (Palmquist, 1984; Grummer, 1988; Kent und Arambel, 1988; Schauff und Clark, 1989) blieb die Milchmenge unbeeinflusst. Von Ausnahmen (Schneider et al., 1988; Klusmeyer et al., 1989a,b) abgesehen, wurde der Milchfettgehalt nicht signifikant verändert. Eindeutig sind die Ergebnisse im Hinblick auf den Milcheiweißgehalt: außer in Versuchen von Schneider et al. (1988) bzw. Schauff und Clark (1989) führten Ca-Seifen stets zu einem Abfall des Proteingehaltes in der Milch.

Ziel des vorliegenden Versuches war es, den Einfluß eines isoenergetischen Austausches von Kohlenhydraten gegen verseiftes Pflanzenfett auf die Milchleistung und -zusammensetzung zu überprüfen. Ferner sollte der Frage nachgegangen werden, ob und in welchem Umfang die Milchfettzusammensetzung durch den Einsatz von Ca-Seifen verändert werden kann. Dieser Frage kommt insbesondere dann erhebliche Bedeutung zu, wenn die Konsistenz der Winterbutter nicht den von den Molkereien bzw. vom Verbraucher gestellten Anforderungen entspricht.

2. Versuchsdurchführung

Für den Versuch standen 32 Schwarzbunte Kühe zur Verfügung. Die Tiere wurden während des 12 Wochen dauernden Meßzeitraumes einzeln gefüttert; Rückwaagen wurden täglich erfaßt. Das zugeteilte Grundfutter - 9,5 kg Trockenmasse (T) eines Gemisches aus Mais- und Grassilage (50:50 auf T-Basis) - reichte hinsichtlich der Energie für den Erhaltungsbedarf

und die Erzeugung von 7 kg fettkorrigierter Milch (FCM). Nach einer zweiwöchigen Vorperiode mit einer der aktuellen Leistung angepaßten Kraftfuttergabe wurden zwei Gruppen zu je 16 Tieren (12 Kühe und 4 Färsen) gebildet. Die Einteilung erfolgte entsprechend der FCM-Leistung in der Vorperiode und des Laktationsalters (im Mittel 29 Tage). Die Kontrollgruppe erhielt ein übliches Kraftfutter ohne Fettzusatz, die Versuchsgruppe ein solches mit 8,1 % Ca-verseiften Palmölfettsäuren (Bergafat PCA). Die Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen geht aus Tabelle 1 hervor.

	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe
Sojaschrot	30	40
Gerste	30	19
Weizen	20	12,9
Trockenschnitzel	17	17
Mineralfutter	2	2
Sojaöl	1	1
BERGAFAT	-	8,1

Tabelle 1: Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen (in % der lufttr. Substanz)

Für den NEL-Gehalt in der Trockenmasse wurden auf der Basis eines vorausgegangenen Verdauungsversuchs Werte von 8,2 bzw. 9,0 MJ/kg zugrunde gelegt.

Der Gesamtfettgehalt der Ca-Seifen betrug 85 %; der Fettsäureanteil am Gesamtfett belief sich auf 88 %. Dominierende Bestandteile waren Palmitin- (47 %) und Ölsäure (37 %). Myristin-, Stearin-, Linol- und Linolensäure waren zu 2 %, 6 %, 7 % bzw. 1 % enthalten.

Ausgehend von der Leistung in der Vorperiode erhielten die Tiere der Kontrollgruppe für jedes kg Milch, welches über 7 kg FCM/Tag hinausging, 0,44 kg Kraftfutter; bei den Tieren der Versuchsgruppe belief sich die Menge - entsprechend dem höheren Energiegehalt - auf 0,40 kg. Nach der Hälfte der insgesamt 12 Wochen dauernden Versuchsfütterung wurde die Kraftfuttermenge einmal an die aktuelle Leistung angepaßt. Kraftfuttergaben von über 8 kg/Tag wurden auf 3 Mahlzeiten, solche von über 10 kg/Tag auf 4 Mahlzeiten verteilt. Die Milchleistung wurde täglich erfaßt, die Bestimmung der Milchzusammensetzung erfolgte zweimal wöchentlich. Die Roh Nährstoffzusammensetzung des Kraftfutters wurde in jeder neu gemischten Charge, diejenige des Silagegemisches in einer wöchentlich gezogenen Probe ermittelt.

3. Untersuchungsmethoden

Die Analyse der Rohnährstoffe in den Futtermitteln, in den Rückwaagen und im Kot erfolgte nach den Verbandsmethoden der VDLUFA. "Gesamtfett" wurde nach HCL-Aufschluß und Extraktion mit Petroläther bestimmt. Zur Messung des Gehaltes an Milchinhaltsstoffen fand ein Infrarot-Analysator (Milko Scan 104A/B der Fa. FOSS ELECTRIC) Verwendung. Für die gaschromatographische Quantifizierung der Milchfettsäuren wurden diese in ihre Methylester überführt (Hadorn und Zürcher, 1970). Die Auftrennung (Hewlett-Packard-Gaschromatograph 5880 A mit FID) wurde auf einer 2m-Glassäule mit 15 % Diäthylenglycolsuccinat als stationärer Phase (auf Chromosorb AW 60/80) vorgenommen.

Bei der statistischen Auswertung der Versuchsdaten wurde den in der Vorperiode bestehenden Unterschieden durch Anwendung der Kovarianzanalyse Rechnung getragen.

4. Ergebnisse

Die mittleren Rohnährstoffgehalte der einzelnen Futtermittel sind in Tabelle 2 wiedergegeben.

	Trocken- masse (%) (n)	in % der Trockenmasse				
		Org.Subst.	Rohprot.	Ges.fett	Rohf.	NfE
Silagegemisch (20)	31,9 ±2,9	90,8 ±1,0	12,0 ±0,8	4,1 ±0,2	25,2 ±1,4	50,6 ±1,7
Kontrollkraftfutter (3)	88,3 ±0,4	94,2 ±0,2	22,2 ±0,1	3,5 ±0,4	8,0 ±0,4	60,5 ±0,5
Versuchskraftfutter (3)	88,8 ±0,2	92,5 ±0,2	24,5 ±0,9	10,3 ±0,2	8,1 ±0,5	49,6 ±1,7

Tabelle 2: Mittlere Trockenmasse- und Rohnährstoffgehalte der Futtermittel

Durch den höheren Rohproteingehalt des Versuchskraftfutters war sichergestellt, daß trotz geringerer Konzentratmenge die Rohproteinaufnahme der Versuchsgruppe derjenigen der Kontrollgruppe entsprach. Angaben über die mittlere Futteraufnahme während des Versuchszeitraumes finden sich in Tabelle 3.

		Kontrolle (n=16)	Ca-Seifen (n=16)
Gras-/Maissilage (kg T/d) (50:50)		8,56 ± 0,76	8,65 ± 0,62
Kraftfutter (kg T/d)		9,00 ± 1,24	7,96 ± 1,44
Gesamt-T (kg/d)		17,56	16,61
NEL (MJ/d)		126,7	125,9
Rohprotein (g/d)		3024	2986
Rohfaser (% d. T)		16,4	17,0
Ges.fett (g/d)		663	1168

Tabelle 3: Mittlere Futter- und Nährstoffaufnahme während des Versuchszeitraumes

Die Tiere der Versuchsgruppe erhielten danach im Mittel etwa 1 kg weniger Kraftfutter als die der Kontrollgruppe. Hinsichtlich der Nährstoffaufnahme ergaben sich gravierende Unterschiede allein beim Gesamtfett; der Zusatz der verseiften Fettsäuren resultierte in einer um 500 g/Tag höheren Fettzufuhr.

Der Einfluß der beiden unterschiedlichen Rationen auf die Milchleistung und die Milchzusammensetzung ist in Tabelle 4 dargestellt.

		Kontrolle (n=16)	Ca-Seifen (n=16)
Milchmenge (kg/Tag)		30,0 ^a	32,3 ^b
Milchfett (%)		3,80	3,74
Milcheiweiß (%)		3,08 ^B	2,76 ^A
FCM ^D (kg/Tag)		919	891
		29,0 ^a	31,0 ^b

a < b (p ≤ 0,05), A < B (p ≤ 0,01)

¹⁾ FCM = fettkorrigierte Milch (4 % Fett)

Tabelle 4: Angaben über die mittleren Milchleistungsparameter

Die Milchleistung der Versuchsgruppe lag signifikant über der der Kontrollgruppe; der Milchfettgehalt blieb dabei unverändert. Demgegenüber war der Proteingehalt der Milch bei Zusatz der Ca-Seifen signifikant erniedrigt. Die tägliche Milcheiweißmenge unterschied sich jedoch nur geringfügig.

Die Ergebnisse in Tabelle 5 geben Aufschluß über den Einfluß der Futterration auf das Fettsäuremuster des Milchfettes. Der Einsatz der Ca-Seifen führte zu signifikant höheren Anteilen an Stearin- und Ölsäure im Milchfett. Dagegen waren die Anteile an kürzer- und mittelkettigen Fettsäuren aus der de novo-Synthese signifikant erniedrigt.

	Kontrolle	Ca-Seifen
Fettsäuren im Milchfett (Gewichts %)		
C 4 - C 15	30,4 ± 1,4 ^b	23,6 ± 1,0 ^a
C 16	41,3 ± 1,8 ^b	34,5 ± 0,9 ^a
C 16:1	3,6 ± 0,4 ^a	2,7 ± 0,2 ^a
C 18	5,3 ± 0,4 ^a	8,5 ± 0,3 ^b
C 18:1	15,9 ± 0,6 ^a	26,6 ± 1,4 ^b
C 18:2	2,4 ± 0,5	3,1 ± 0,7
C 18:3	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,2

a < b (p ≤ 0,05)

Tabelle 5: Einfluß von Ca-verseiften Fettsäuren auf die Milchfettzusammensetzung

5. Diskussion

In der Literatur finden sich zahlreiche Hinweise auf eine Steigerung der Milchleistung beim Einsatz von Ca-Seifen bzw. anderen geschützten Fetten (Burgess et al., 1987; Downer et al., 1987; Robb und Chalupa, 1987; Schneider et al., 1987; Ferguson et al., 1988, 1989; Grummer, 1988; Schneider et al., 1988; Baker et al., 1989; Erickson et al., 1989; Klusmeyer et al., 1989b);

Sklan et al., 1991). Diese Steigerung läßt sich in fast allen Fällen auf eine erhöhte Energiezufuhr zurückführen. Bei gleich hoher Energiezufuhr konnte Hermansen (1990) keine Leistungsunterschiede zwischen Kontroll- und Versuchstieren beobachten. Demgegenüber erbrachten die Ca-Seifen bei isokalorischer Rationsgestaltung in den von uns durchgeführten Untersuchungen einen signifikanten Anstieg der Milchmenge. Dies Ergebnis läßt sich damit erklären, daß das Fett aufgrund der geringen intraruminalen Verluste und des direkten Einbaus von Fettsäuren in das Milchfett im Vergleich zu Kohlenhydraten effizienter genutzt wird (Kronfeld, 1976; Brumby et al., 1978).

Der Fettgehalt der Milch wurde im vorliegenden Versuch durch den Einsatz verseifeter Pflanzenfettsäuren nicht beeinflusst. Diesbezüglich besteht Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Autoren (Burgess et al., 1987; Downer et al., 1987; Robb und Chalupa, 1987; Schneider et al., 1987; Grummer, 1988; Kent und Arambel, 1988). Eine von Jilg et al. (1988) postulierte positive Beziehung zwischen der Menge an geschütztem Futterfett und dem Milchfettgehalt wäre nur dann zu erwarten, wenn die Hemmung der de novo-Synthese kurzkettiger Milchfettsäuren durch den Einbau präformierter Fettsäuren ins Milchfett ausgeglichen oder überkompensiert wird.

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen fast aller Untersuchungen zum Einsatz sowohl ungeschützter als auch geschützter Futterfette war der Proteingehalt der Milch im vorliegenden Versuch signifikant herabgesetzt. Über die Ursachen für diesen Rückgang bestehen nach wie vor Unklarheiten. Weder ein etwaiger Mangel an im Darm verfügbaren Aminosäuren (Rohr et al., 1978) noch der Verdünnungseffekt bei höherer Milchleistung (Schauff und Clark, 1989) liefern eine ausreichende Erklärung.

Die durch den Einsatz der Ca-Seifen bewirkten Verschiebungen im Fettsäuremuster des Milchfettes decken sich mit den Ergebnissen anderer Autoren (Jilg et al., 1988). Während der Anteil an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren abnahm, war derjenige der längerkettigen Fettsäuren erhöht. Dies beruht nach Hibbitt (1966) sowie Moore und Steele (1968) auf einer Hemmung der Acetyl-CoA-Carboxylase durch langkettige Fettsäuren, woraus eine verminderte de novo-Fettsäuresynthese resultiert. Ausgenommen hierbei ist - wie im vorliegenden Versuch - die Buttersäure, deren Synthese über einen anderen Weg erfolgt (Barbano und Sherbon, 1980). Am stärksten war der Anteil der Ölsäure erhöht, was im Hinblick auf die Milchfettkonsistenz als positiv zu bewerten ist. Der Anstieg der Ölsäure war höher als aufgrund der durch die Ca-Seifen bedingten zusätzlichen Anflutung am Duodenum (Lebzien et al., 1991) zu erwarten gewesen wäre. Demgegenüber war der Stearinsäureanteil im Milchfett trotz hoher Mengen im Duodenalchymus (Lebzien et al., 1991) nur gering. Dies ist nach Moore und Christie (1981) damit zu erklären, daß in der Milchdrüse Ölsäure auch durch Desaturierung aus Stearinsäure gebildet wird. Der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren blieb aufgrund der nur wenig erhöhten Zufuhr fast unverändert. Nur wenn geschützte Fette mit hohen Anteilen an Polyensäuren zum Einsatz kommen, ist mit einer entsprechenden Anreicherung im Milchfett zu rechnen (Wood et al., 1975).

6. Zusammenfassung

In einem Fütterungsversuch von 12 Wochen Dauer erhielten zwei Gruppen zu je 16 Hochleistungskühen neben dem Grundfutter (Gras- und Maissilage im Verhältnis 1:1) ein Kraftfutter ohne Fettbeimischung (Kontrollgruppe) bzw. mit 8 %

Ca-verseiften Palmfettsäuren (Versuchsgruppe). Die Rationen beider Gruppen waren annähernd isokalorisch und isonitrogen; lediglich die Aufnahme an Gesamtfett lag bei der Versuchsgruppe um 500 g pro Tier und Tag höher.

Durch den Einsatz des fettreichen Kraftfutters wurde die Leistung von 30 kg auf 32,3 kg pro Kuh und Tag gesteigert. Während der Milchfettgehalt mit 3,74 % gegenüber 3,80 % keinen gesicherten Unterschied aufwies, war der Milcheiweißgehalt bei den Tieren der Versuchsgruppe (2,76 %) im Vergleich zu dem der Kontrolltiere (3,08 %) signifikant erniedrigt; auch die täglich produzierte Milcheiweißmenge war der Tendenz nach verringert. Der Einsatz der Ca-Seifen führte zu erhöhten Anteilen langkettiger Fettsäuren im Milchfett, wobei die Zunahme der Ölsäure besonders ausgeprägt war.

Effects of Ca-soaps of palm oil fatty acids on milk yield and milk composition

Two groups of 16 high-yielding cows each were fed concentrates without (control group) or with an addition of 8 % calcium soaps of palm oil fatty acids (experimental group) over a period of 12 weeks. The basic feed consisted of grass silage and maize silage (1:1). With the rations being roughly isoenergetic and isonitrogenous, crude fat intake was 500 g/d higher in the experimental group.

Milk yield was increased from 30 kg to 32.3 kg per cow and day with the high-fat concentrates. Whereas milk fat content was similar for both groups (3.74 % vs. 3.80 %), milk protein content was significantly lower in the experimental group (2.76 %) as compared with the control group (3.08 %). Total milk protein also tended to be lower. The use of calcium-saponified fatty acids increased the portion of long chain fatty acids in milk fat with the increment being most pronounced for oleic acid.

Literatur

- Baker, J.G.; Tomlinson, J.E.; Johnson, D.D. und Boyd, M.E. (1989): Influence of two whole oilseed sources supplemented with MEGALAC on the performance and milk composition of early lactation cows. - J. Dairy Sci. 72 (Suppl. 1), S. 483.
- Barbano, D.M. und Sherbon, J.W. (1980): Polyunsaturated protected lipid: Effect on triglyceride molecular weight distribution. - J. Dairy Sci. 63. S. 731-740.
- Brumby, P.E.; Storry, J.E.; Bines, J.A. und Fulford, Rosemary J. (1978): Utilization of energy for maintenance and production in dairy cows given protected tallow during early lactation. - J. agric. Sci., Camb. 91. S. 151-159.
- Burgess, P.L.; Muller, L.D.; Varga, G.A. und Griel, Jr., L.C. (1987): Addition of calcium salts of fatty acids to rations varying in neutral detergent fibre content for lactating dairy cows. - J. Dairy Sci. 70 (Suppl. 1), S. 220.
- Downer, J.V.; Kutches, A.J.; Cummings, K.R. und Chalupa, W. (1987): High fat rations for lactating cows supplemented with the calcium salts of long chain fatty acids. - J. Dairy Sci. 70 (Suppl. 1), S. 220.
- Erickson, P.S.; Murphy, M.R. und Clark, J.H. (1989): Calcium salts of long chain fatty acids and nicotinic acid supplementation of diets fed to Holstein cows in early lactation. - J. Dairy Sci. 72 (Suppl. 1), S. 483.

- Ferguson, J.D.; Torralba, J.; Schneider, P.L.; Vecchiarelli, B.; Sklan, D.; Kronfeld, D.S. und Chalupa, W. (1988): Response of lactating cows in commercial dairies to calcium salts of long chain fatty acids. - *J. Dairy Sci.* 71 (Suppl. 1), S. 254.
- Ferguson, J.D.; Sniffen, C.J.; Muscato, T.; Pilbeam, T. und Sweeney, T. (1989): Effects of protein degradability and protected fat supplementation on milk yield in dairy cows. - *J. Dairy Sci.* 72 (Suppl. 1), S. 415.
- Grummer, Ric R. (1988): Influence of prilled fat and calcium salt of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility. - *J. Dairy Sci.* 71, S. 117-123.
- Hadorn, H. und Zürcher, K. (1970): Universal-Methode zur gaschromatographischen Untersuchung von Speisefetten und Ölen. - *Deutsche Lebensmittelrundschr.* 66, S. 77-87.
- Hibbitt, K.G. (1966): Some factors involved in the control of fatty acid synthesis in the lactating bovine mammary gland. - *Biochim. Biophys. Acta* 116, S. 56-66.
- Houdebine, L.M.; Djiane, J.; Dusanter-Fourt, I.; Martel, P.; Kelly, P.A.; Devinoy, E. und Servely, J.L. (1985): Hormonal action controlling mammary activity. - *J. Dairy Sci.* 68, S. 489-500.
- Jilg, T.; Aiple, K.P. und Steingass, H. (1988): Fettstoffwechsel und Wirkungen von Futterfetten beim Wiederkäuer. - *Übers. Tierernähr.* 16, S. 109-152.
- Kent, B.A. und Arambel, M.J. (1988): Effects of calcium salts of long-chain fatty acids on dairy cows in early lactation. - *J. Dairy Sci.* 71, S. 2412-2415.
- Klusmeyer, T.H.; Lynch, G.L.; Clark, J.H. und Nelson, D.R. (1989a): Effects of source of protein and calcium salts of long chain fatty acids (Ca-LCFA) on ruminal fermentation and flow of nutrients to the small intestine of lactating dairy cows. - *J. Dairy Sci.* 72 (Suppl. 1), S. 482.
- Klusmeyer, T.H.; Lynch, G.L.; Clark, J.H. und Nelson, D.R. (1989b): Effect of amount of forage and calcium salts of long chain fatty acids (Ca-LCFA) on ruminal fermentation and flow of nutrients to the small intestine of lactating dairy cows. - *J. Dairy Sci.* 72 (Suppl. 1), S. 482.
- Kronfeld, D.S. (1976): The potential importance of the proportions of glucogenic, lipogenic and aminogenic nutrients in regard to the health and productivity of the dairy cow. - *Adv. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 7, S. 5-26.
- Lebzien, P.; Rohr, K.; Engling, F.-P. und Schafft, H. (1991): Zum Einfluß geschützter Fette (kristallines Fett bzw. Ca-verseifte Fettsäuren) auf die Verdauungsvorgänge bei Milchkühen. - *Agribiol. Res.* 44, S. 247-260.
- Moore, J.H. und Christie, W.W. (1981): Lipid metabolism in the mammary gland of ruminant animals. - In: *Lipid metabolism in ruminant animals* (W.W. Christie, ed.). Pergamon Press, Oxford, New York. S. 227-276.
- Moore, J.H. und Steele, W. (1968): Dietary fat and milk fat secretion in the cow. - *Proc. Nutr. Soc.* 27, S. 66-70.
- Palmquist, D.L. (1984): Calcium soaps of fatty acids with varying unsaturation as fat supplements for lactating cows. - *Can. J. Anim. Sci.* 64 (Suppl.), S. 240-241.
- Palmquist, D.L. und Jenkins, T.C. (1980): Fat in lactation rations: Review. - *J. Dairy Sci.* 63, S. 1-14.
- Robb, E.J. und Chalupa, W. (1987): Lactational responses in early lactation to calcium salts of long chain fatty acids. - *J. Dairy Sci.* 70 (Suppl. 1), S. 220.
- Rohr, K.; Daenicke, R. und Oslage, H.J. (1978): Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Fettbeimischungen zum Futter auf Stoffwechsel und Leistung von Milchkühen. - *Landbauforsch. Völkenrode* 28, S. 139-150.
- Rohr, K. und Lebzien, P. (1990): Zum Einsatz von Futterfett bei Milchkühen. - *Fat Sci. Technol.* 92, S. 582-586.
- Schauff, D.J. und Clark, J.H. (1989): Effects of prilled fatty acids and calcium salts of fatty acids on rumen fermentation, nutrient digestibilities, milk production and milk composition. - *J. Dairy Sci.* 72, S. 917-927.
- Schneider, P.L.; Downer, J. und Chalupa, W. (1987): Early lactation responses to ruminally inert dietary fat. - *J. Dairy Sci.* 70, (Suppl. 1), S. 220.
- Schneider, P.; Sklan, D.; Chalupa, W. und Kronfeld, D.S. (1988): Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows. - *J. Dairy Sci.* 71, S. 2143-2150.
- Sklan, D.; Moallem, U. und Folman, Y. (1991): Effect of feeding calcium soaps of fatty acids on production and reproductive responses in high producing lactating cows. - *J. Dairy Sci.* 74, S. 510-517.
- Wood, F.W.; Murphy, M.F. und Dunkley, W.L. (1975): Influence of elevated polyunsaturated fatty acids on processing and physical properties of butter. - *J. Dairy Sci.* 58, S. 839-845.

Verfasser: Lebzien, Peter, Dr. sc. agr.; Daenicke, Reinhard, Dr. sc. agr.; Rohr, Klaus, Prof. Dr. agr., Dr. habil., Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Leiter: Professor Dr. agr., Dr. habil. Klaus Rohr.