

Fettsäurenmuster von österreichischer Alm-, Vollweide- und Trinkmilch sowie von Milch aus Maissilage-Ration

Fatty acid profile of Austrian dairy cow milk from Alpine pastures, continuous grazing, retail marketes and from maize silage based ration

Margit Velik^{1*}, Sabine Breitfuss¹, Marc Urdl¹, Josef Kaufmann¹, Andreas Steinwider¹
und Andrea Hackl²

Zusammenfassung

Zahlreiche Studien belegen, dass durch die Wiederkäuer-Fütterung das Fettsäurenmuster der Milch beeinflusst wird. Somit können Fettsäuren als Qualitätskriterium für grünlandbasierte Produktionssysteme dienen. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde das Fettsäurenmuster von Kuhmilch von/aus (1) Alm, (2) Kurzrasenweide, (3) Grassilage/Heu/Kraftfutter-Ration, (4) Maissilage/Kraftfutter-Ration sowie von (5) österreichischer Trinkmilch aus dem Supermarkt verglichen.

Es wurden rund 250 Milchproben analysiert. Nach den Ergebnissen dieser Studie ist der Einfluss des Fütterungssystems auf die gesättigten (SFA) und einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) der Milch zwar gegeben, aber nur mäßig (60 bis 68 g SFA /100 g Milchfett und 17 bis 24 g MUFA). Der Einfluss auf die Omega-6 (n-6) Gehalte der Milch war nicht klar erkennbar (1,6 bis 1,8 g). Die Omega-3 (n-3) Fettsäuren und die konjugierte Linolsäure (CLA) wurden sehr stark vom Fütterungssystem beeinflusst. Milch aus Vollweidehaltung enthielt die höchsten Gehalte an CLA (1,3 g) und n-3 (1,4 g), gefolgt von der Alm-Milch. Die niedrigeren CLA und n-3 Gehalte der Alm-Milch dürften primär auf die höheren Kraftfuttergaben der Almbetriebe zurückzuführen sein. Rationen aus Maissilage/Kraftfutter-Rationen reduzierten die CLA und n-3 Gehalte der Milch sehr stark (jeweils 0,4 g). Im Jahresverlauf zeigten sich in den CLA und n-3 Gehalten erhebliche Unterschiede, sowie in moderaterem Ausmaß bei den SFA und MUFA.

Schlagwörter: Kuhmilch, Weide, Fütterungssystem, Trinkmilch, Omega-3

Summary

Several studies have revealed that ruminant nutrition had a major impact on the fatty acid profile of milk. Hence, fatty acids can be used as a criteria to access the intensity of production systems. Aim of the present study was to examine and compare the fatty acid profile of dairy cow milk of (1) Alpine pasture systems, (2) continuous grazing on short grass, (3) grass silage/hay/concentrate ration, (4) maize silage/concentrate ration and (5) Austrian fresh milk of different milk companies/labels provided in supermarkets.

About 250 milk samples were analysed. The present study revealed that the impact of feeding system on milk content of saturated (SFA) and mono unsaturated fatty acids (MUFA) was moderate (60 - 68 g SFA/100 g milk fat and 17 - 24 g MUFA). The influence on omega-6 (n-6) fatty acids was not clear (1.6 - 1.8 g). However, omega-3 (n-3) fatty acids and conjugated linoleic acid (CLA) were markedly influenced by feeding system. Milk from continuous grazing contained the highest values of CLA (1.3 g) and n-3 (1.4 g), followed by the Alpine pasture milk. The lower CLA and n-3 contents of the Alpine pasture milk might be mainly due to higher concentrate use in the examined Alpine systems. Milk from maize silage/concentrate rations contained the lowest CLA and n-3 contents (0.4 g each). CLA and n-3 contents of milk were markedly influenced by season; SFA and MUFA contents were tendentially influenced.

Keywords: dairy cow milk, pasture, feeding system, milk from retail markets, omega-3

1. Einleitung

Seit den letzten Jahren wird der ernährungsphysiologische und gesundheitliche Wert von Nahrungsmitteln ein immer bedeutenderer Qualitätsfaktor für den Konsumenten (STEHLE 2007). In diesem Zusammenhang werden häufig der Fettgehalt und das Fettsäurenmuster von Lebensmitteln genannt. Fette sind chemisch gesehen Tri(acyl)glyzeride, die

aus Glycerol und drei Fettsäuren aufgebaut sind. Fettsäuren sind Carbonketten von unterschiedlicher Länge mit einer Carboxylgruppe am Ende. Fettsäuren werden in gesättigte und ungesättigte Fettsäuren (enthalten mindestens eine Doppelbindung) eingeteilt. Je nach Zahl der Doppelbindungen werden die ungesättigten Fettsäuren in einfach bzw. mehrfach ungesättigte (zwei oder mehrere Doppelbindungen) Fettsäuren unterteilt. Je nach Art der Doppelbindung werden

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, A-8952 Irdning

² Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien

* Ansprechpartner: Dr. Margit Velik, email: margit.velik@raumberg-gumpenstein.at



ungesättigte Fettsäuren mit trans (gestreckte Form) bzw. cis (geknickte Form) Konfiguration unterschieden. Liegt zwischen den Doppelbindungen nur eine Einfachbindung ($C=C-C=C$), so spricht man nicht von isolierten, sondern konjugierten ungesättigten Fettsäuren. Mit Hilfe der Omega Nomenklatur wird die Lage der ersten Doppelbindung vom apolaren Kettenende her definiert. Fettsäuren gliedern sich somit im Wesentlichen in gesättigte Fettsäuren (SFA), einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA) und mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA). Zu den PUFA gehören die Omega-3 (n-3) und Omega-6 (n-6) Fettsäuren sowie die konjugierten Linolsäuren (CLA).

In Hinblick auf die menschliche Ernährung sind die n-3 und die n-6 Fettsäuren sowie die CLA von zentraler Bedeutung, da sie vom menschlichen Organismus nicht selbst synthetisiert werden können und daher über die Nahrung aufgenommen werden müssen. Die n-3 Fettsäuren finden sich hauptsächlich in Fischfett und bestimmten pflanzlichen Ölen aber auch in Fleisch und Milch; CLA finden sich (fast) ausschließlich in Wiederkäuerprodukten.

Die Fettsäuren in Fleisch und Milch von Wiederkäuern stammen entweder direkt aus dem Futter, aus der Biohydrogenierung im Pansen, der Körperfettmobilisation bzw. der Biosynthese im Fettgewebe (und in der Milchdrüse). Im Fett von Milch finden sich circa 400 verschiedene Fettsäuren, wobei nur 15 in Anteilen von mehr als 1 % vorkommen.

Die quantitativ wichtigste n-3 Fettsäure in Fleisch und Milch ist die α -Linolensäure (ALA, C18:3cis9,12,15). Weitere wichtige n-3 Fettsäuren, die durch intermediäre Metabolisierung (Desaturierung und Elongation) der α -Linolensäure entstehen, sind die Eicosapentaensäure (EPA, C20:5) und die beiden Docosahexaensäuren (DPA C22:5cis7,10,13,16,19 und DHA C22:6). CLA ist ein Sammelbegriff für alle Isomere der Linolsäure (C18:2), die eine trans Konfiguration und konjugierte Doppelbindungen haben. Ernährungsphysiologisch hat das cis9trans11 Isomer (Rumensäure) die größte Bedeutung. Wichtige n-6 Fettsäuren sind die Linolsäure (C18:2cis9,12), Linolelaidinsäure (C18:2trans9,12) und die Arachidonsäure (C20:4).

Die n-3 Fettsäuren und die CLA können sich positiv bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Hauterkrankungen, Rheumatismus, Entzündungen oder Diabetes auswirken (MACRAE et al. 2005, DEWHURST et al. 2006, DGE et al. 2008). In der menschlichen Ernährung sollte das Verhältnis n-6 zu n-3 Fettsäuren kleiner 5:1 sein (DGE et al. 2008).

Bei der bakteriellen Fermentation im Pansen entstehen neben den CLA auch andere Transfettsäuren, denen negative Gesundheitseffekte (Cholesterinspiegel, Atherosklerose, kardiovaskuläre Erkrankungen) nachgesagt werden. Eine Ausnahme dürfte die Vaccensäure (C18:1 trans11) darstellen, die als Ausgangssubstrat für die endogene Synthese von CLA genützt wird. Gesättigte Fettsäuren entstehen bei der ruminalen Fermentation kurzkettiger Fettsäuren (Essig-, Propion- und Buttersäure) und werden bei zu hoher Aufnahme ebenfalls negative Gesundheitseffekte (Cholesterin) zugeschrieben (DGE et al. 2008).

Es ist bekannt, dass die Grundfutterbasis (Gras und Graskonserven, Maissilage, Leguminosen) und die Kraftfuttermenge das Fettsäurenmuster in tierischen Produkten beeinflussen. Durch grundfutterbetonte Futtermischungen werden die ernährungsphysiologisch wertvollen ungesättigten

Fettsäuren in Milch und Fleisch erhöht (JAHREIS et al. 1997, DEWHURST et al. 2006, ELGERSMA et al. 2006, VLAEMINCK et al. 2006). Auch durch Futterzusatzstoffe (Fette, Öle, ölhaltige Samen) wird das Fettsäurenmuster beeinflusst (CHOUINARD et al. 2001, SCHROEDER et al. 2004, GLASSER et al. 2008, MURPHY et al. 2008). Weiters werden die Wirtschaftsweise (konventionell vs. ökologisch), die Jahreszeit, die geografische Lage (Höhenlage und Region), die Genetik und die Energiebilanz des Tieres als mögliche Einflussfaktoren diskutiert. Des Weiteren spielen tierindividuelle Einflüsse eine wesentliche Rolle (WHITE et al. 2001, KELSEY et al. 2003, LEIBER 2005, ELGERSMA et al. 2006, ELLIS et al. 2006, MOREL et al. 2010).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es das Fettsäurenmuster (insbesondere n-3 und CLA) von Kuhmilch aus vier unterschiedlich intensiven Milchproduktionssystemen (Alm, Vollweide, Grassilage/Heu/Kraftfutter, Maissilage/Kraftfutter) sowie von österreichischer Trinkmilch aus dem Supermarkt im Jahresverlauf darzustellen und zu vergleichen.

2. Tiere, Material und Methoden

Das vorliegende Projekt setzt sich aus vier Teilbereichen zusammen.

Die untersuchten Milchproben stammten jeweils aus einer Sammelprobe, die während einer Morgen- und einer Abendmelkung gezogen wurde. Die Milchfettsäuren-Analysen wurden am LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Extraktion des Fettes für die Fettsäuren-Untersuchung erfolgte nach der von FOLCH et al. (1957) entwickelten Methode, die vom Zentrallabor Grub der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft leicht modifiziert wurde. Die Derivatisierung zu Fettsäuremethylester erfolgte mit TMSH (DGF 2006). Die einzelnen Fettsäuren wurden mittels Gaschromatographie mit dem GC Varian (Modell 3900, ausgestattet mit der Säule Supelco Fused Silica SP 2380, 100 m) bestimmt. Die Umrechnung von qualitativ (g/100 g Fettsäuren) in quantitativ (g/100 g Milchfett) erfolgte nach der Umrechnungsformel, die in SCHREIBER (2002) zu finden ist:

$$\text{g Fettsäure/100 g Milchfett} = (\text{g Fettsäure/100 g Gesamtfettsäuren}) * 87,5 \%$$

(der Anteil des Glycerinrestes macht durchschnittlich 12,5 % des gesamten Fettmoleküls aus)

2.1 Almmilch-Betriebe

Im ersten von vier Projektteilen wurden im Jahr 2011 von 13 österreichischen Milchvieh-Almbetrieben Tankmilchproben gezogen (1 Kärntner Almbetrieb; 6 Steirische Almbetriebe; 6 Tiroler Almbetriebe). Die Erhebung der für die Milchqualität relevanten Parameter, insbesondere jene der Ration, erfolgte mittels Fragebogen im direkten Gespräch vor Ort. Die Almen lagen zwischen 1.100 und 2.300 m Seehöhe. Von jeder Alm wurden durchschnittlich 5 Milchproben gezogen (jeweils 1 Probe vor und nach der Almpériode und 3 Proben während der Almpériode). Der Weideauftrieb erfolgte großteils im Juni. Der Almbetrieb erfolgte im Jahr 2011 vermehrt schon Anfang September. Dies ergab sich aus dem relativ geringen Weidefütterertrag, der aus einem trockenen Frühjahr und kalten Sommermonaten resultierte. Laut Angaben der Almwirte hatten 46 %

der Betriebe die Kühe 23 Weiden pro Tag auf der Weide und 54 % der Betriebe 12 Stunden. Durchschnittlich wurden 3,6 kg (von 1 bis 8 kg) Kraftfutter pro Tier und Tag gefüttert. Als Stallfüttermittel dienten bei 67 % der Betriebe Grünfütter, Heu und Kraftfutter und bei 34 % der Betriebe nur Grünfütter und Kraftfutter.

Die Datenauswertung erfolgte mit SAS 9.2. (SAS Institute Inc., Cary, NC) mit der Prozedur GLM und Alm sowie Beprobungsmonat als fixe Effekte.

2.2 Bio-Vollweidebetrieb Moarhof

Vom Bio-Betrieb Moarhof (LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8951 Trautenfels) wurden zwischen März und November 2011 monatlich (Kalenderwoche 9, 14, 18, 22, 27, 31, 37, 41, 44) von 10 Kühen (6 Holstein Friesian, 4 Braunvieh) Einzelmilchproben gezogen. Die Weidehaltung erfolgte auf Basis einer betriebsangepassten Kurzrasenweide bei einer Grasaufwuchshöhe von Ø 4,7 cm (3,5 - 6,5 cm). Die Umstellung von Stunden- und Halbtagsweide zu Weidebeginn auf Tag- und Nachtweide (Vollweide) erfolgte Ende April 2011. Die Weidehaltung wurde Anfang November beendet. Die Kühe kalbten großteils im Jänner und Februar ab; daraus ergab sich kurz vor Weideaustrieb im April eine durchschnittliche Milchleistung von 29,2 ± 4,1 kg bei einem Laktationstag von 67 ± 18 Tagen und einer Laktationszahl von 2,7 ± 2,2. Während der rund 6-monatigen Vollweide-Periode betrug die durchschnittliche Milchleistung 17,0 ± 6,8 kg bei einem Laktationstag von 180 ± 61 Tagen und einer Laktationszahl von 1,8 ± 1,4 (5 Kühe vor dem Ende der Datenerhebung bereits trockengestellt).

Die Datenauswertung erfolgte mit SAS 9.2. (SAS Institute Inc., Cary, NC) mit der Prozedur Mixed mit Beprobungsmonat als fixen und wiederholten Effekt (repeated statement) sowie Kuh als kleinste experimentelle Einheit (subject).

2.3 Trinkmilch aus Supermärkten

Im dritten Projektteil wurden im März, Mai, Juli, September und November 2011 (Kalenderwochen 9/11/12, 18, 27, 35/36, 44) in österreichischen Supermärkten (Billa, Hofer, Spar, Unimarkt, regionale Bäckerei) Vollmilchproben (3,5 % Fett, 1 Liter Tetrapack) von 13 österreichischen Molkereien/Marken in den Bundesländern Steiermark (Be-

zirk Liezen), Niederösterreich (Bezirk Zwettl), Wien und Kärnten (Bezirk Spittal/Drau) gezogen. Vier der 13 Trinkmilchmarken waren sogenannte ESL-(extended shelf life = länger frisch)-Milch, die restlichen frische Vollmilch. Vier Trinkmilchmarken stammten aus biologischer Produktion und 9 aus konventioneller Produktion. Da laut Literatur die Milchverarbeitung keinen Einfluss auf das Fettsäurenmuster hat (Ausnahme Hartkäse), ist davon auszugehen, dass es zwischen ESL und frischer Vollmilch keine Unterschiede gibt (SCHREIBER 2002, BERGAMO 2003, HERZALLAH et al. 2005, BISIG et al. 2007, REHBERGER et al. 2008). Im Ergebnisteil werden die Trinkmilchmarken nicht einzeln dargestellt, da im vorliegenden Projekt der *status quo* von österreichischer Trinkmilch erhoben werden soll und keine Wertung erfolgen soll. *Tabelle 1* zeigt die untersuchten österreichischen Trinkmilchmarken.

Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.2. (SAS Institute Inc., Cary, NC) mit der Prozedur GLM und Trinkmilch-Marke und Beprobungsmonat als fixe Effekte. Jene Marken mit zwei Milchproben pro Monat, wurden jeweils gemittelt.

2.4 Gumpensteiner Versuche

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurden Milchproben aus folgenden zwei am LFZ Raumberg-Gumpenstein laufenden Projekten ausgewertet. Zum Zeitpunkt der Manuskriptlegung waren die beiden unten genannten Projekte noch nicht abgeschlossen. Im Folgenden werden die Projektversuchspläne und die Futteraufnahme-Ergebnisse – nur soweit es für die Auswertung der Milchfettsäuren-Daten relevant ist – beschrieben.

Dafne-Projekt 100574: Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Nährstoffverluste, Futterwert, Milchproduktion und Milchqualität.

Laut Versuchsplan war der Milchviehfütterungsversuch als lateinisches Quadrat mit vier Gras-Konservierungsverfahren (Bodentrocknungsheu, Entfeuchterrocknungsheu, Kaltbelüftungsheu, Ballensilage) und vier Kühen pro Konservierungsverfahren angelegt. Der Versuch dauerte 16 Wochen, von April bis Juli 2011 (Erntejahr 2010). Insgesamt waren 16 Kühe (12 Holstein Friesian und 4 Fleckvieh) im Versuch. Am Ende von jeder der vier Erhebungsperioden wurde pro Kuh eine Milchprobe gezogen. Im Durchschnitt über die

Tabelle 1: Übersicht über die 13 beprobten Trinkmilchmarken aus dem Supermarkt

Marke	Haltbarkeit	Wirtschaftsweise	gekauft in (Bundesland)	Molkerei
A faire Milch	ESL ¹	konv ³	STMK	keine Angaben
Clever	N ²	konv ³	STMK	Delikatessa
Ennstal Milch	N ²	konv ³	STMK	Ennstalmilch
Heumilch	N ²	konv ³	STMK	aus Salzburger Tennengau
Ja! Natürlich	N ²	bio ⁴	STMK	Pinzgauer Milch
Kärntner Milch	N ²	konv ³	K	Kärntner Milch
Milfina*	N ²	konv ³	(1) STMK, (2) W	(1) Obersteirische Molkerei, (2) Gmundner Milch
Naturpur*	(1) N ² , (2) ESL ¹	bio ⁴	(1) STMK, (2) W	Kärntner Milch
Nöm	N ²	konv ³	W	Nöm
Schärdinger*	ESL ¹	konv ³	(1) STMK, (2) NÖ	Berglandmilch
Stainzer	ESL ¹	konv ³	STMK	Stainzer Molkerei
Xsundheitswelt	N ²	bio ⁴	NÖ	Waldviertler Oberland
Zurück zum Ursprung*	N ²	bio ⁴	(1) STMK, (2) W	(1) Obersteirische Molkerei, (2) Tirol Milch

*wurden in zwei verschiedenen Bundesländern beprobt

¹länger frisch Vollmilch, ²frische Vollmilch, ³konventionell, ⁴biologisch

16-wöchige Versuchsperiode gaben die Kühe $20,3 \pm 4,8$ kg Milch bei einem Laktationstag von 208 ± 71 Tagen und einer Laktationszahl von $1,9 \pm 1,3$.

Für die statistische Auswertung wurden die Daten der vier Kühe pro Konservierungsverfahren gemittelt. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.2. (SAS Institute Inc., Cary, NC) als lateinisches Quadrat mit der Prozedur GLM mit Konservierungsverfahren, Kalenderwoche und Tier (Mittelwert der vier Tiere pro Konservierungsverfahren) als fixe Effekte nach KAPS und LAMBERSON (2007).

Dafne-Projekt 100344: Prüfung des Futterwertes aktueller Silomaissorten.

Laut Versuchsplan war der Milchviehfütterungsversuch als lateinisches Quadrat mit 9 Silomaissorten und drei Silomais-Reifegruppen (drei Silomaissorten je Reifegruppe) angelegt. Der Versuch wurde in zwei Wiederholungen von Jänner bis April 2009 (Erntejahr 2008) und April bis Juli 2011 (Erntejahr 2010) durchgeführt und dauerte pro Wiederholung 12 Wochen. Folgende Reifegruppen wurden untersucht: I (früh- bis mittelfrühreifend, RZ 230-260), II (mittelfrüh- bis mittelspätreifend, RZ 260-320) und III (mittelspät- bis sehr spätreifend, RZ > 320). Pro Silomaissorte wurde eine Kuh gefüttert (drei Kühe pro Reifegruppe); insgesamt waren 9 Kühe im Versuch. Am Ende von jeder der drei Erhebungsperioden wurde pro Kuh eine Milchprobe gezogen. Im Durchschnitt über die 12-wöchige Versuchsperiode gaben die Kühe $26,7 \pm 5,2$ kg Milch bei einem Laktationstag von 150 ± 70 Tagen und einer Laktationszahl von $2,3 \pm 1,0$. Im Durchgang 2009 waren 4 Holstein Friesian, 1 Holstein Friesian \times Braunvieh und 4 Fleckvieh Kühe im Versuch, im Erntejahr 2011 waren 6 Holstein Friesian, 2 Holstein Friesian \times Fleckvieh und 1 Fleckvieh Kuh im Versuch.

Zur Vereinfachung wurden für die statistischen Fettsäuren-Auswertungen nur die drei Reifegruppen und nicht die 9 Silomaissorten ausgewertet. Für die statistische Auswertung wurden die Daten der drei Kühe pro Reifegruppe gemittelt. Die beiden Fütterungsversuche wurden getrennt ausgewertet. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.2. (SAS Institute Inc., Cary, NC) als lateinisches Quadrat mit der Prozedur GLM mit Reifegruppe, Kalenderwoche und Tier (Mittelwert der drei Tiere pro Reifegruppe) als fixe Effekte nach KAPS und LAMBERSON (2007).

3. Ergebnisse

Bei der Ergebnisdarstellung werden folgende fünf Fettsäuregruppen dargestellt: (1) gesättigte Fettsäuren (SFA), (2) einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA), (3) konjugierte Linolsäure (CLA), (4) Omega-3 (n-3) Fettsäuren, (5) Omega-6 (n-6) Fettsäuren. Zusätzlich wird in den *Tabellen* – nicht jedoch in den *Abbildungen* – die Gruppe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) ausgewiesen. Ergebnisse zu Futterration und Futteraufnahme der am LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführten Versuche werden im vorliegenden Projekt als Durchschnitt (arithmetischer Mittelwert in Excel berechnet) jener Tage, an denen Milchfettsäure-Proben gezogen wurden, dargestellt. Die im Bericht angeführten Futtermittelanalysen stammen von monatlichen Sammelpuben.

In den *Tabellen* und *Abbildungen* des Ergebnisteils sind die Lsmean-Werte aus der statistischen Auswertung mit SAS

Tabelle 2: Fettsäuregehalte der Alm-Milch während der Almperiode (Juni - September)

	Ø aller 13	Almen ¹		
		SEM*	Minimum	Maximum
SFA	59,6	1,06	57,0	61,9
MUFA	23,9	1,01	21,8	26,8
PUFA	4,0	0,18	3,4	4,6
CLA	1,13	0,12	0,84	1,65
Omega-3	1,06	0,08	0,74	1,31
Omega-6	1,78	0,08	1,36	2,24
Omega-6 : Omega-3	1,7	0,20	1,2	3,1

¹sämtliche Werte sind Lsmeans (für den Ø der 13 Almen wurden die Lsmeans gemittelt)

*standard error of the mean; bei unterschiedlichen SEM wird höchster angeführt

dargestellt (Ausnahme sind die Werte in *Tabelle 9*; hier sind die arithmetischen Mittelwerte angegeben).

3.1 Almmilch-Betriebe

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Fettsäuregehalte der Alm-Milch während der Almperiode Juni bis September 2011. Die Minima und Maxima legen nahe, dass es zwischen Almbetrieben eine gewisse Streuung im Fettsäurenmuster gibt. Die statistische Auswertung zeigte, dass es bei den SFA und MUFA keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den 13 Almen gab. Bei der CLA hatte ein Almbetrieb mit 1,7 g CLA/100 g Milchfett signifikant höhere Werte als die anderen Almbetriebe und bei den n-3 ein Almbetrieb mit 0,7 g signifikant niedrigere Werte als die anderen Almbetriebe. Bei den n-6 zeigten zwei Betriebe signifikant höhere und ein Betrieb signifikant niedrigere Gehalte als die übrigen Betriebe. Beim Verhältnis n-6 zu n-3 hob sich ein Betrieb mit einem Verhältnis von 3,1 signifikant von den anderen Betrieben ab.

Abbildung 1 beschreibt das Fettsäurenmuster der Alm-Milch im Jahresverlauf. Die statistische Auswertung zeigte, dass es während der Almperiode (Juni bis September) bei keiner der angeführten Fettsäuregruppen statistische Unterschiede gab. Des Weiteren belegte die statistische Auswertung, dass die MUFA und CLA vor (Mai) und nach (November) der Almperiode signifikant niedriger als während der Almsaison waren und die SFA signifikant höher. Bei den n-3 und dem Verhältnis n-6 zu n-3 zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Almperiode und Nichtalm-Periode. Im November waren die n-6 im Vergleich zu den anderen Monaten teilweise signifikant niedriger.

3.2 Bio-Vollweidebetrieb Moarhof

Im März und April 2011 – also noch vor Umstellung auf die Vollweidehaltung (Kurzrasenweide) – setzte sich im Stall die Futterration der Kühe, von denen Milchproben zur Fettsäurenbestimmung gezogen wurden, durchschnittlich aus 54 % Grassilage, 24 % Heu und 23 % Kraftfutter (Zusammensetzung wurde im Rahmen des Projektes nicht erfragt) zusammen. Im April wurden die Kühe bereits stundenweise auf die Weide ausgetrieben. Während der Vollweideperiode (ab Ende April) wurden jeder Kuh im Stall pro Tag 4,3 kg Heu TM vorgelegt. Des Weiteren erhielten im Mai noch 4 Kühe zwischen 0,5 und 2 kg Kraftfutter TM. Danach erhielt während der Weideperiode kein Tier mehr Kraftfutter. Zu Weideende wurde den Kühen zusätzlich im

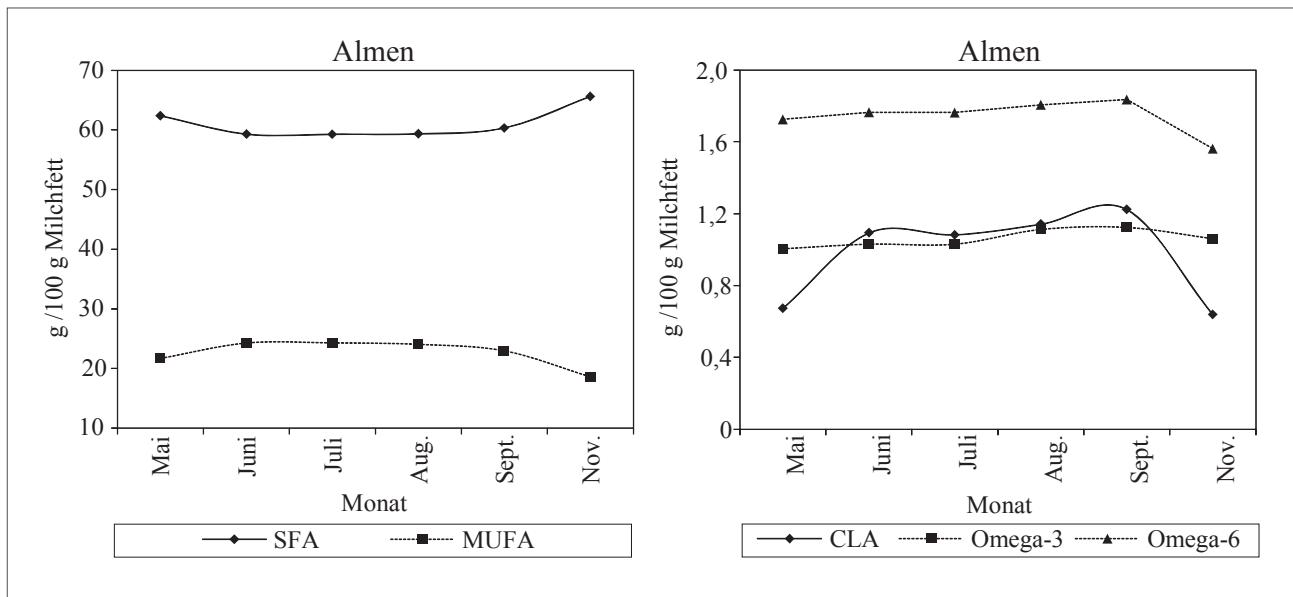


Abbildung 1: Durchschnittliche Fettsäuregehalte der Alm-Milch im Jahresverlauf (Almperiode Juni - September)

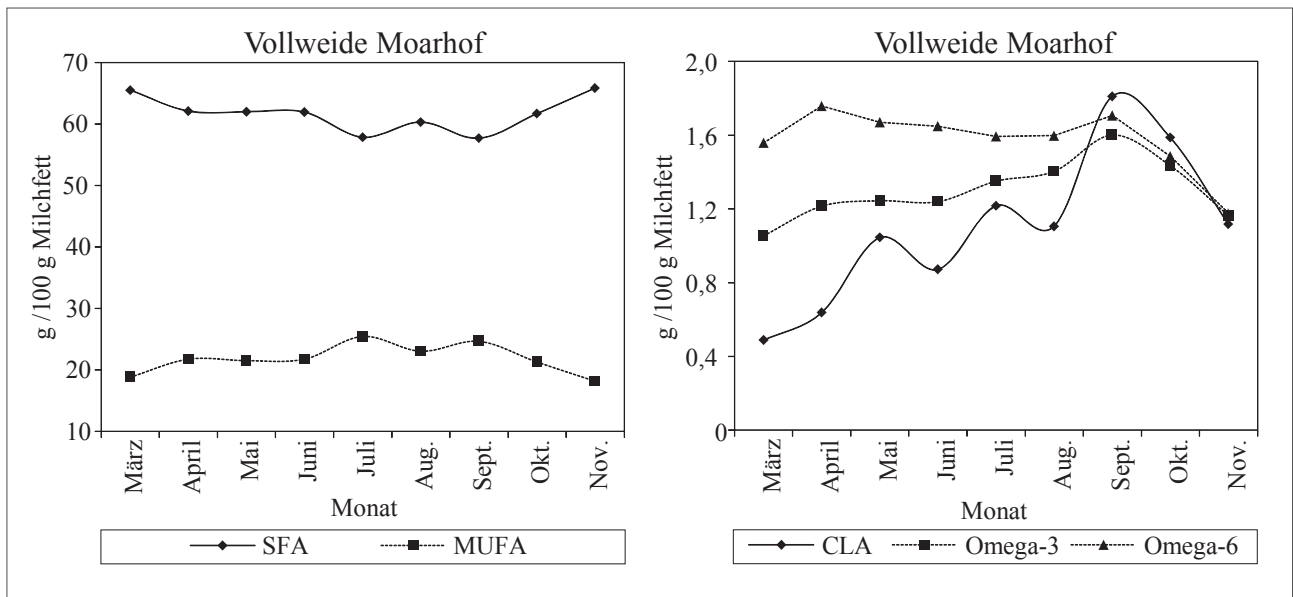


Abbildung 2: Milch-Fettsäurenmuster des Bio-Vollweidebetriebs Moarhof im Jahresverlauf (Vollweideperiode Mai - Oktober)

Tabelle 3: Durchschnittliche Energie- und Nährstoffgehalte des Bio-Vollweidebetriebs Moarhof

in g /kg TM		Kurzrasenweide	Heu
Trockenmasse	g/kg FM	165	826
Energie	MJ ME	10,6	9,2
XP	g	216	119
XL	g	27	24
XF	g	211	272
NDF	g	421	524
ADF	g	254	308

Stall Grassilage *ad libitum* vorgelegt. In Tabelle 3 sind aus STEINWIDDER et al. (2011) entnommene durchschnittliche Energie- und Nährstoffgehalte der Weide und des Heus des Bio-Betriebs Moarhof festgehalten.

Abbildung 2 zeigt das Milch-Fettsäurenmuster des Bio-Vollweidebetriebs Moarhof im Jahresverlauf. Bei der

statistischen Auswertung ergab sich eine Vielzahl an signifikanten Unterschieden zwischen einzelnen Monaten (auch während der Weideperiode), was die Ergebnisinterpretation erschwert. Im März, also noch vor Weidebeginn, und im November unterschieden sich die SFA und MUFA signifikant von den Gehalten im Juli, August und September. Die n-3 Gehalte im März waren im Vergleich zu den Monaten Juli bis Oktober signifikant niedriger. Die CLA Gehalte im März waren im Vergleich zu den Monaten Mai bis November signifikant niedriger. Die n-6 Gehalte im März unterschieden sich signifikant von den Gehalten im April und November. Im November waren die n-3 Gehalte signifikant niedriger als im September und die CLA Gehalte signifikant niedriger als im September und Oktober. Die n-6 Gehalte waren im November signifikant niedriger als in den anderen Monaten. Das Verhältnis n-6 zu n-3 lag vor der Weideperiode (März, April) bei 1,5 und während der Weideperiode zwischen 1,3 und 1,0.

Tabelle 4: Durchschnittliche Fettsäuregehalte der österreichischen Trinkmilchmarken aus dem Supermarkt (März - November)

in g /100 g Milchfett	Ø ²		Trinkmilchmarken ¹		Ø 3	Ø 3
	aller 13	SEM*	Minimum	Maximum	günstigsten	ungünstigsten
SFA	64,6	0,52	62,8	65,6	63,6	65,3
MUFA	19,7	0,44	19,0	21,0	20,2	19,3
PUFA	3,2	0,10	2,8	3,7	3,6	2,9
CLA	0,69	0,06	0,48	0,98	0,96	0,49
Omega-3	0,87	0,03	0,63	1,11	1,07	0,70
Omega-6	1,61	0,04	1,41	1,74	1,61	1,68
Omega-6 : Omega-3	1,9	0,08	1,3	2,8	1,5	2,5

¹sämtliche Werte sind Lsmean-Werte (Ø-Werte wurden aus den Lsmeans berechnet); ²Beprobungszeitraum März - November

*standard error of the mean; bei unterschiedlichen SEM wird der höchste angeführt

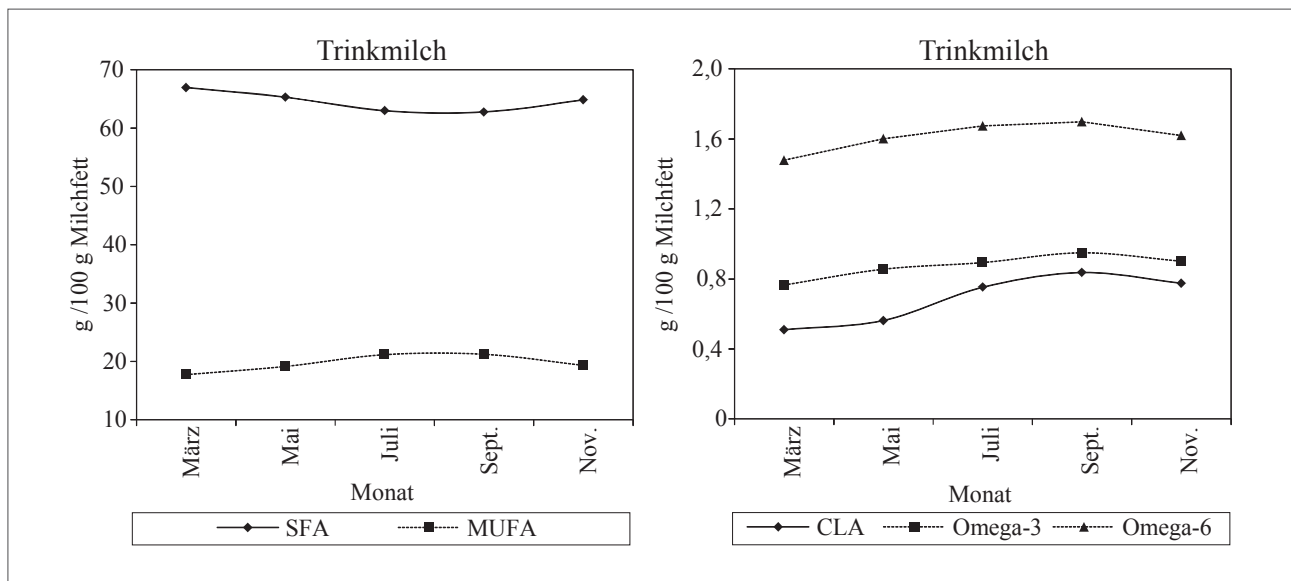


Abbildung 3: Durchschnittliche Fettsäuregehalte der österreichischen Trinkmilchmarken im Jahresverlauf

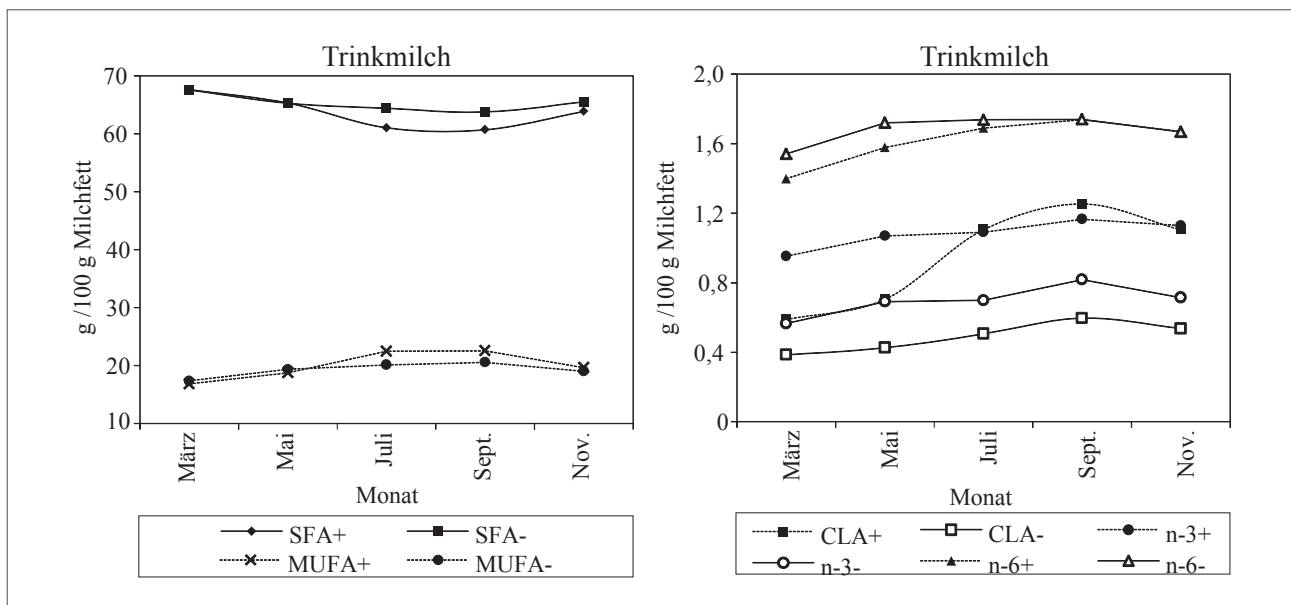


Abbildung 4: Durchschnitt der drei österreichischen Trinkmilchmarken mit dem günstigsten (+) und ungünstigsten (-) Fettsäurenmuster

3.3 Trinkmilch aus Supermärkten

Im Ergebnisteil werden die Trinkmilchmarken nicht einzeln dargestellt, da im vorliegenden Projekt der *status quo*

von österreichischer Trinkmilch erhoben wurde und keine Wertung erfolgen soll. Detaillierte Informationen zu einzelnen Trinkmilchmarken können beim Projektleiter erfragt werden. Bei den Trinkmilchmarken zeigten sich relativ ein-

Tabelle 5: Durchschnittliche Nährstoffgehalte der Rationskomponenten

in g /kg TM		Konservierung				EKF ¹
		Bodenheu	Entfeuchterheu	Kaltluftheu	Silage	
Trockenmasse	g/kg FM	892	892	891	382	882
Energie	MJ ME	-	-	-	-	-
XP	g	143	145	145	164	164
XL	g	23	22	23	34	23
XF	g	251	245	250	238	44
NDF	g	479	474	477	437	174
ADF	g	289	288	290	292	61

¹(30 % Mais, 29 % Weizen, 26 % Gerste, 7 % Ackerbohne, 5 % Rapsextraktionsschrot, 3 % Maiskleber)

- Cellulase-Bestimmung noch ausständig

Tabelle 6: Einfluss des Konservierungsverfahrens auf das Milch-Fettsäurenmuster

in g /100 g Milchlffett	Konservierung				SEM*
	Bodenheu	Entfeuchterheu	Kaltluftheu	Silage	
SFA	67,0 ^b	67,3 ^b	68,2 ^a	66,6 ^b	0,17
MUFA	17,2 ^{ab}	16,8 ^b	16,1 ^c	17,7 ^a	0,19
PUFA	3,3	3,3	3,1	3,2	0,06
CLA	0,66	0,65	0,62	0,76	0,03
Omega-3	1,02 ^a	1,02 ^a	0,95 ^{ab}	0,88 ^b	0,03
Omega-6	1,62	1,66	1,57	1,55	0,03
Omega-6 : Omega-3	1,7	1,7	1,8	1,8	0,08

*standard error of the mean

deutig drei Marken mit dem günstigsten bzw. ungünstigsten Fettsäurenmuster (siehe letzten beiden Spalten in *Tabelle 4*). Bei den n-3 und CLA zeigten sich zwischen der Milchmarke mit dem höchsten bzw. niedrigsten Gehalt, Unterschiede von rund 100 % (CLA) bzw. 80 % (n-3).

Abbildung 3 beschreibt die durchschnittlichen Fettsäuregehalte zwischen März und November 2011. Im Juli und September waren die SFA signifikant niedriger und die MUFA signifikant höher als in den anderen Monaten. Die CLA waren im März und Mai und die n-3 im März signifikant niedriger als in den anderen Monaten. Bei den n-6 zeigten sich im Juli und September die statistisch höchsten Gehalte.

Abbildung 4 zeigt, dass es bei den SFA, MUFA und n-6 zwischen den drei Trinkmilchmarken mit dem günstigsten und ungünstigsten Fettsäurenmuster keine nennenswerten Unterschiede (maximal 5 % Unterschied bei den SFA und maximal 10 % Differenz bei den MUFA und n-6) gibt. Die n-3 waren bei den drei „günstigsten“ Milchmarken um rund 50 % höher. Die CLA waren in den Monaten Juli, September und November doppelt so hoch wie bei den drei „ungünstigsten“ Milchmarken.

3.4 Gumpensteiner Versuche

Dafne-Projekt 100574: Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Nährstoffverluste, Futterwert, Milchproduktion und Milchqualität.

Die durchschnittlichen Energie- und Nährstoffgehalte der drei Heuvarianten sowie der Ballensilage sind in *Tabelle 5* dargestellt. Zwischen den drei Heu-Konservierungsverfahren zeigten sich in den Nährstoffgehalten keine nennenswerten Unterschiede. Bei der Grassilage stachen die gegenüber dem Heu um rund 20 g höheren Rohproteingehalte hervor. Die Kühe nahmen durchschnittlich 15,9 kg TM Heu bzw. Grassilage auf und 3,5 kg Kraftfutter TM; dies ergibt einen ungefähren Rationsanteil von 82 % Heu bzw. Grassilage und 18 % Kraftfutter.

Hinsichtlich des Fettsäurenmusters zeigten sich kleine, aber dennoch statistisch signifikante Unterschiede bei den SFA, MUFA und n-3 (*Tabelle 6*). Die SFA waren in der Variante Kaltbelüftungsheu mit 68 g/100 g Milchlffett am höchsten, während die MUFA mit 16 g am niedrigsten waren. Die n-3 waren in den Varianten Bodenbelüftungsheu und Entfeuchtertrocknungsheu signifikant höher als in der Milch aus Ballensilage. Bei den anderen Fettsäuregruppen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Konservierungsverfahren.

Dafne-Projekt 100344: Prüfung des Futterwertes aktueller Silomaisorten.

Die durchschnittlichen Energie- und Nährstoffgehalte der drei Silomais-Reifegruppen (I (früh- bis mittelfrüheifend, RZ 230 - 260), II (mittelfrüh- bis mittelspätreifend, RZ 260 - 320) und III (mittelspät- bis sehr spätreifend, RZ > 320)) sind in *Tabelle 7* dargestellt.

Die Kühe nahmen durchschnittlich 13,3 kg TM Maissilage, 1,7 kg TM Heu und 3,1 kg TM Kraftfutter auf; dies ergibt einen ungefähren Rationsanteil von 70 % Maissilage, 9 % Heu und 21 % Kraftfutter.

Zwischen den Silomais-Reifegruppen zeigten sich keine Unterschiede im Fettsäurenmuster. Einzige Ausnahme war das Verhältnis n-6 zu n-3 im Erntejahr 2010; hier unterschieden sich die drei Silomaisreifegruppen signifikant voneinander (*Tabelle 8*). Der SEM war bei den SFA und MUFA im Jahr 2010 deutlich höher als im Jahr 2008.

4. Diskussion

Zu Beginn des Diskussionskapitels werden die Projekt-Ergebnisse nochmals in *Abbildung 5* sowie *Tabelle 9* gegenübergestellt. In *Abbildung 5* ist die Rationszusammensetzung der Produktionssysteme dargestellt. Die erste Säule entspricht der Ration aus dem Dafne-Projekt 100344 „Silomaisorten“ und die zweite und dritte Säule

Tabelle 7: Durchschnittliche Energie- und Nährstoffgehalte der Rationskomponenten

in g /kg TM		Maissilage-Reifegruppe			Heu	EKF ¹	Soja ²
		I	II	III			
Trockenmasse	g/kg FM	333	322	305	892	879	887
Energie	MJ ME	10,5	10,5	10,6	-	-	-
XP	g	75	73	75	155	115	531
XL	g	33	33	32	27	24	17
XF	g	224	220	212	24t9	34	61
NDF	g	422	416	405	496	132	124
ADF	g	245	240	233	286	46	87

¹(30 % Gerste, 35 % Mais, 33 % Weizen, 2 % Rapsöl), ²Sojaextraktionsschrot

- Cellulasebestimmung noch ausständig

Tabelle 8: Einfluss der Silomais-Reifegruppe auf das Milch-Fettsäuremuster

in g /100 g Milchfett	Erntejahr 2008				SEM*	Erntejahr 2010				SEM*
	Silomais-Reifegruppe					Silomaisreifegruppe				
	I	II	III		I	II	III			
SFA	67,9	68,5	68,9	0,56	68,5	67,9	67,7	2,31		
MUFA	17,0	16,3	15,9	0,43	16,6	17,1	17,4	2,15		
PUFA	2,6	2,7	2,6	0,13	2,4	2,5	2,4	0,16		
CLA	0,44	0,42	0,39	0,02	0,38	0,36	0,35	0,04		
Omega-3	0,40	0,40	0,40	0,03	0,49	0,43	0,46	0,03		
Omega-6	1,77	1,85	1,84	0,09	1,54	1,69	1,58	0,10		
Omega-6 : Omega-3	4,5	4,6	4,6	0,12	3,2 ^c	4,1 ^a	3,5 ^b	0,01		

*standard error of the mean

Tabelle 9: Fettsäuremuster in den Produktionssystemen

Fettsäure ¹ g/100 g Milchfett	Maissilage/ Heu/KF ²	Heu/ KF ²	Grassilage/ KF ²	Grassilage/ Heu/KF ²	Kurzrasen- Weide/Heu	Almen	Österr. Trinkmilch
Zeitraum	-	-	-	März - April	Mai - Okt.	Mai - Sept.	Mai - Sept.
Anzahl Milchproben	54	48	15	20	57	46	51
SFA	68	67	67	64	60	60	64
MUFA	17	17	18	20	23	24	21
PUFA	2,5	3,3	3,2	3,4	4,3	4,0	3,3
CLA	0,4	0,6	0,7	0,6	1,3	1,1	0,7
n-3	0,4	1,0	0,9	1,1	1,4	1,0	0,9
n-6	1,7	1,6	1,5	1,7	1,6	1,8	1,7
n-6/n-3	4,1	1,7	1,8	1,5	1,2	1,8	1,9

¹arithmetische Mittelwerte, ²Kraftfutter

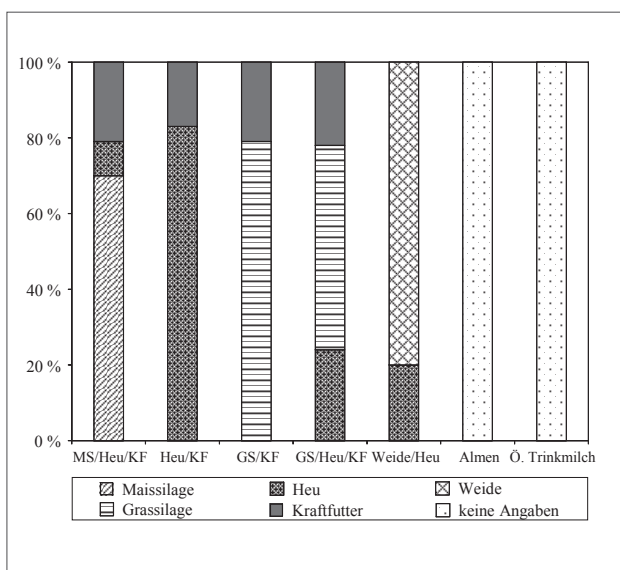


Abbildung 5: Rationszusammensetzung in den Produktionssystemen

jener aus dem Dafne-Projekt 100574 „Konservierung von Wiesenfutter“. Die vierte Säule zeigt die Stallration des Bio-Vollweidebetriebs Moarhof im März/April und die fünfte Säule die Ration während der Vollweideperiode. Laut Angaben der 13 für die statistische Auswertung herangezogenen Almwirte (Säule 6) hatten 46 % der Almbetriebe 23 Stunden Weidegang pro Tag und 54 % 12 Stunden. Durchschnittlich wurden 3,6 kg Kraftfutter FM (von 1 bis 8 kg) pro Tier und Tag gefüttert. Die Stallfüttermittel waren bei 67 % der Betriebe Grünfutter, Heu und Kraftfutter und bei 34 % der Betriebe Grünfutter und Kraftfutter.

4.1 Gesättigte (SFA) und einfach ungesättigte (MUFA) Fettsäuren

Die SFA Gehalte der Milch unterschieden sich zwischen den im vorliegenden Projekt untersuchten Produktionssystemen um maximal 19 % (58 g /100 g Milchfett bei Vollweidehaltung im September (Abbildung 2) vs. 69 g bei Maissilage/Heu/Kraftfutter-Ration (Tabelle 8). COUVREUR et al. (2006) fanden, dass die SFA der Milch bei 100 % Grünfütterung plus 3 kg Kraftfutter im Vergleich

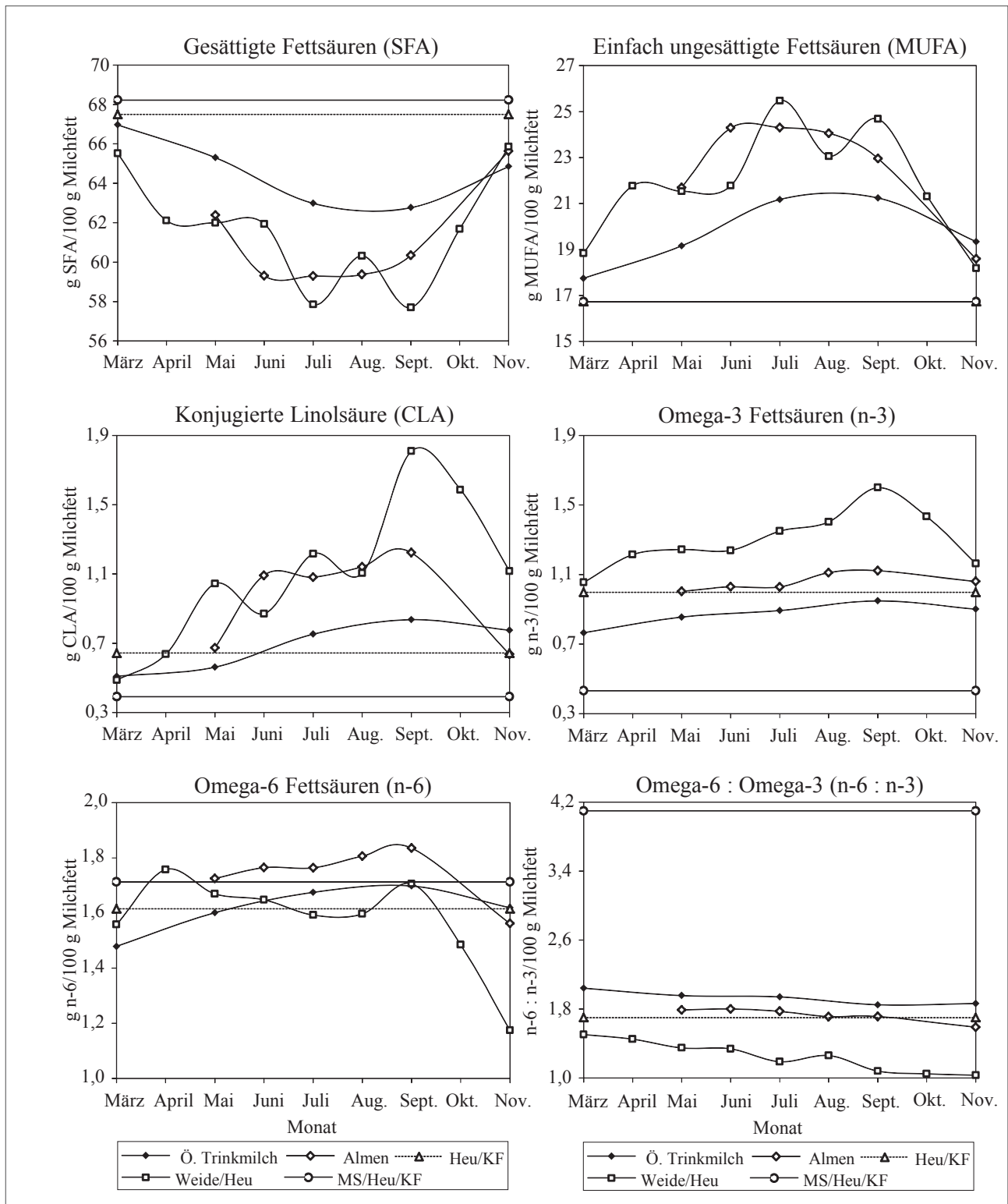


Abbildung 6: Fettsäurenmuster der Produktionssysteme im Jahresverlauf

zu 100 % Maissilage plus 3 kg Kraftfutter um rund 11 % sanken. Der Einfluss der Fütterung auf die SFA der Milch konnte mit den vorliegenden Ergebnissen belegt werden, das Ausmaß der Beeinflussung bewegt sich jedoch in einem moderaten Bereich.

Bei dem MUFA Gehalt der Milch verhielt es sich genau umgekehrt wie bei den SFA. Die niedrigsten MUFA (16 g

wurden bei der Heu/Kraftfutter-Ration (Tabelle 6) und der Maissilage/Heu/Kraftfutter-Ration (Tabelle 8) gefunden und die höchsten bei Vollweidehaltung (26 g im Juli) (Abbildung 2). Die Unterschiede zwischen den untersuchten Produktionssystemen betragen bis zu 60 %. Dem gegenüber fanden COUVREUR et al. (2006) in ihrer Studie mit unterschiedlich hohen Grünfütteranteilen einen maximalen Unterschied von 20 % in den MUFA.

Während der Sommermonate zeigten sich bei der Alm- und Vollweidehaltung niedrigere SFA (58 vs. 66 g) und höhere MUFA (26 vs. 19 g) Gehalte als während der Frühjahrs- und Herbstfütterung im Stall (*Abbildung 1, Abbildung 2*). Dies deckt sich gut mit den Studien von LOCK und GARNSWORTHY (2003), WYSS et al. (2007b), BISIG et al. (2008) und HECK et al. (2009). Auch die in der vorliegenden Studie untersuchten österreichischen Trinkmilchmarken ließen den Trend von niedrigeren SFA und höheren MUFA Gehalten während der Sommermonate erkennen (*Abbildung 3*). Allerdings zeigten sich bei den SFA und MUFA keine Unterschiede zwischen den drei Trinkmilchmarken mit dem günstigsten bzw. ungünstigsten Fettsäurenmuster (*Abbildung 4*). Im Durchschnitt enthielt österreichische Trinkmilch 65 g SFA und 20 g MUFA (*Tabelle 4*).

4.2 Konjugierte Linolsäure (CLA) und Omega-3 (n-3) Fettsäuren

Bei den CLA (c9t11CLA) und n-3 konnten in der vorliegenden Studie beachtliche Unterschiede zwischen den Produktionssystemen festgestellt werden, was bereits in zahlreichen Studien bestätigt wurde (JAHREIS et al. 1996, LEIBER 2005, COUVREUR et al. 2006, CROISSANT et al. 2007, BUTLER et al. 2008, SAMKOVA et al. 2009). Bei den n-3 konnten Unterschiede von bis zu 300 % festgestellt werden (1,6 g n-3 pro 100 g Milchfett bei Vollweidehaltung im September vs. 0,4 g bei Maissilage/Heu/Kraftfutter-Ration). Bei der CLA zeigten sich sogar Unterschiede von über 300 % (1,8 g bei Vollweidehaltung im September vs. 0,4 g bei Maissilage/Heu/Kraftfutter-Ration) (*Abbildung 2, Tabelle 8*). Auch LOCK und GARNSWORTHY (2003) und HECK et al. (2009) fanden, dass bei den CLA die größte Variation im Jahresverlauf bzw. bei unterschiedlichen Rationen auftritt.

Der jahreszeitliche Einfluss auf das Fettsäurenmuster wurde in der vorliegenden Studie sowie in Studien von JAHREIS et al. (1996), LOCK und GARNSWORTHY (2003), THORS DOTIR, et al. (2004), ELGERSMA et al. (2006) und BISIG et al. (2008) belegt. Der Unterschied ist aber nicht auf die Jahreszeit *per se*, sondern auf die unterschiedliche Fütterung zurückzuführen. In der vorliegenden Studie war der Unterschied zwischen Sommer- und Winterfütterung erwartungsgemäß bei der Alm- und insbesondere der Vollweidehaltung deutlich ausgeprägt (*Abbildung 1, Abbildung 2*). So war im Vollweide-Haltungssystem der CLA Gehalt der Milch im März/April (Stallfütterung mit rund 20 % Kraftfutter) um rund zwei Drittel niedriger als während der Vollweideperiode im September/Oktober (*Abbildung 2*). Einen Anstieg der CLA Gehalte zu Weideende wurde auch teilweise von ELGERSMA et al. (2006), WYSS et al. (2007a), BISIG et al. (2008) und BUTLER et al. (2008) beobachtet. Der Einfluss des Weide-Vegetationsstadiums bzw. des späten Laktationsstadiums wären als Grund für die hohen CLA Gehalte zu Weideende denkbar. Ein direkter Zusammenhang mit dem Milchfettgehalt kann laut ELGERSMA et al. (2006) ausgeschlossen werden.

Milch aus Vollweidehaltung enthielt mit 1,3 g CLA und 1,4 g n-3 die höchsten Werte (*Abbildung 2*), gefolgt von der Alm-Milch (*Abbildung 1, Tabelle 2*). Diese Ergebnisse stimmen mit den Untersuchungen von LEIBER (2005) überein. LEIBER (2005) fand in Milch, die auf intensiv

bewirtschafteten Weiden im Schweizer Flachland erzeugt wurde, durchschnittliche CLA und n-3 Gehalte von 1,5 g und 1,3 g. Auf der Alm (2.000 m NN) lagen die CLA bzw. n-3 Gehalte bei 1,2 g bzw. 1,7 g. BISIG et al. (2008) verglichen die Tankmilch aus fünf Schweizer Bergregionen bei Sommer- bzw. Winterfütterung. Die Sommerfütterung enthielt rund 93 % Raufutter (davon 74 % Gras), während die Winterfütterung rund 88 % Raufutter und 12 % Kraftfutter enthielt. Die Sommermilch enthielt signifikant niedrigere Gehalte an CLA (1,7 vs. 1,0 g). Die n-3 Fettsäuren waren zwar statistisch nicht signifikant verschieden zwischen Sommer- und Wintermilch (durchschnittlich 1,5 g). Mit steigendem Grünland-Anteil in der Ration stiegen jedoch die n-3 und der Gehalt an ALA (=α-Linolensäure; n-3 Fettsäure, die als Vorstufe für die n-3 Fettsäuren EPA, DPA und DHA dient) war in der Sommermilch signifikant höher als in der Wintermilch.

Auch bei der österreichischen Trinkmilch war bei den CLA und n-3 während der Sommermonate (Juli/September) ein Trend zu höheren Gehalten feststellbar (*Abbildung 3, Abbildung 4*). Bei den CLA Gehalten war im Sommer der Unterschied zwischen den drei Trinkmilchmarken mit dem „günstigsten“ und „ungünstigsten“ Fettsäurenmuster sehr stark ausgeprägt (1,2 g vs. 0,6 g) (*Abbildung 4*).

Österreichische Trinkmilch und Milch, die aus einer Ration bestehend aus 80 % Heu und 20 % Kraftfutter produziert wurde, wiesen ähnliche CLA (0,7 g) und n-3 Gehalte (0,9 g) auf (*Abbildung 3, Tabelle 6*). EHRlich (2006) beprobte 15 deutsche Molkereien und fand im Februar/März 2006 durchschnittliche CLA und n-3 Gehalte von 0,6 bzw. 0,9 g. SCHREIBER (2002) untersuchte ebenfalls Milch von 17 österreichischen Molkereien im August und Dezember 2001 und fand im August mit durchschnittlich 1,0 g CLA höhere Werte als in dieser Arbeit.

In der Literatur wird auch der Einfluss der Höhenlage auf das Fettsäurenmuster diskutiert. So stiegen in der Studie von COLLOMB et al. (2001), LEIBER et al. (2005) und BISIG et al. (2008) mit steigender Höhenlage die Gehalte an CLA und n-3 signifikant an. Nach LEIBER (2005) dürfte das Fettsäurenmuster von Alm-Milch nicht durch die Höhenlage *per se* oder Hypoxie (Sauerstoffmangel), sondern durch die Futtermittelration und Futterzusammensetzung auf Almen sowie ein Energiedefizit der Tiere zurückzuführen sein, die wiederum die Biohygenisierung im Pansen verändern. Der Einfluss der Höhenlage konnte mit den in dieser Studie vorliegenden Daten nicht beurteilt werden. In der vorliegenden Studie dürften die Unterschiede zwischen der Vollweide-Milch und der Almmilch hauptsächlich auf die Futtermittelration (höherer Kraftfuttereinsatz auf der Alm als am Bio-Vollweidebetrieb Moarhof) zurückzuführen sein.

Zwischen der Ration, die aus Heu und Kraftfutter bzw. Grassilage und Kraftfutter (Dafne-Projekt Konservierung von Wiesenfutter) zeigten sich in den CLA der Milch keine Unterschiede; die n-3 waren in der Milch aus Silage signifikant niedriger als in der Milch aus Boden- und Entfeuchtertrocknungsheu (*Tabelle 6*). WYSS et al. (2007b) stellten fest, dass in von Naturwiesen produzierter Milch im Gegensatz zu Kunstwiesen mehr n-3 und CLA enthalten sind. Die Naturwiesen bestanden aus 45 % Gräsern und 45 % Kräutern und die Kunstwiesen aus rund 85 % Gräsern. Das Fettsäurenmuster der Milch dürfte also großteils durch

den Anteil an Kräutern und Gräsern, die botanische Futterzusammensetzung sowie das Alter des Futters und nicht durch die Konservierungsart *per se* (Weide vs. Heu vs. Grassilage) bestimmt werden (MOREL et al. 2006, DOHME 2007, WYSS et al. 2007b, BRAACH 2012).

Milch aus Maissilage-Kraftfutter lag in den CLA und n-3 Gehalten deutlich niedriger (jeweils 0,4 g) als die anderen Herkünfte, was mit Ergebnissen von COUVREUR et al. (2006), EHRLICH (2006) und SAMKOVA et al. (2009) übereinstimmt.

4.3 Omega-6 (n-6) Fettsäuren

Bei den n-6 zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Produktionssystemen (Abbildung 1, Abbildung 2, Abbildung 3, Tabelle 6, Tabelle 8). Die n-6 bewegten sich durchschnittlich zwischen 1,6 und 1,8 g/100 g Milchfett (Tabelle 9). Auch COUVREUR et al. (2006) und KLIEM et al. (2008) konnten beim Verfüttern von Grassilage bzw. Maissilage keinen wesentlichen Einfluss auf die n-6 Gehalte feststellen. Auch LEIBER et al. (2005) konnte in seinen Versuchen bei den n-6 keinen klaren Trend erkennen. SAMKOVA et al. (2009) beobachteten, dass wenn in der Ration ein Teil der Grassilage durch Maissilage ersetzt wird, die n-6 Gehalte der Milch sinken. BISIG et al. (2008) fanden beim Vergleich der Milch aus Sommer- und Winterfütterung zwar deutliche Unterschiede in anderen Fettsäuregruppen, nicht jedoch bei den n-6. In der Studie von BISIG et al. (2008) war jedoch ein Trend zu höheren n-6 Gehalten mit sinkendem Grünlandanteil in der Ration erkennbar. BUTLER et al. (2008) fanden in „High input-Milchsystemen“ (56 % Gras und Graskonserven und 34 % Kraftfutter) signifikant höhere n-6 Gehalte der Milch als in „Low-input-Systemen“ (93 % Gras und Graskonserven und 7 % Kraftfutter). DALEY et al. (2010) fanden in ihrer Literaturübersicht kein einheitliches Bild hinsichtlich dem Einfluss der Fütterung auf den n-6 Gehalt in Rindfleisch. Somit lässt sich festhalten, dass der Einfluss der Fütterung auf die n-6 Gehalte der Milch nicht eindeutig belegt ist.

In der vorliegenden Studie waren die n-6 Gehalte der Milch während der Sommermonate höher als in den Wintermonaten. Dies war besonders deutlich bei der Vollweide- und Almmilch ausgeprägt (Abbildung 1, Abbildung 2), jedoch auch bei der österreichischen Trinkmilch zu erkennen (Abbildung 3, Abbildung 4).

Das Verhältnis n-6 zu n-3 lag bei der Milch aus Maissilage/Heu/Kraftfutter-Ration bei rund 4,1, während es bei den anderen Produktionssystemen durchschnittlich unter 2 lag.

4.4 Bedarfsberechnung Omega-3

Der Tagesbedarf an Omega-3 (n-3) Fettsäuren variiert nach Alter, Geschlecht und körperlicher Aktivität. Der n-3 Ta-

gesbedarf eines Erwachsenen liegt laut DGE et al. (2008) bei durchschnittlich 1,3 g (Annahme: Mann mit Energieerichtwert von 10,2 MJ (2.400 kcal; PAL 1,4; 30 % Fett der Energie =80 g Gesamtfett). Omega-3 Fettsäuren haben eine Reihe von positiven gesundheitlichen Wirkungen wie beispielsweise bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen (senken Blutfette), (2) Hauterkrankungen (z.B. Neurodermitis), (3) Rheumatismus sowie (4) entzündungshemmende, (5) antikarzinogene, (6) antidiabetogene, (7) anabole, (8) antithrombotische, (9) antiarteriosklerotische Wirkung (MACRAE et al. 2005, DEWHURST et al. 2006). DGE et al. (2008) weisen allerdings auch darauf hin, dass ein Mangel an essenziellen Fettsäuren sehr selten ist. Ein durchschnittlicher Erwachsener verzehrt täglich bis zu einem Liter Milch (inklusive Milchprodukte wie Jogurt, Obers, Rahm, Butter, Käse,...). Tabelle 10 zeigt, dass mit einem Liter Milch aus Vollweidehaltung durchschnittlich 40 % des täglichen Bedarfs an n-3 Fettsäuren eines Erwachsenen gedeckt werden kann, während es bei Milch aus Maissilage-Kraftfutterbetonten Rationen nur rund 12 % sind. Mit 1 Liter österreichischer Trinkmilch können durchschnittlich 30 % des Bedarfs an n-3 Fettsäuren gedeckt werden.

Für die CLA gibt es keine einheitlichen Bedarfs-Empfehlungen, weshalb hier keine Tagesbedarfs-Deckung angeführt ist.

5. Schlussfolgerungen

- Durch die Milchkuh-Fütterung lassen sich die Gehalte an konjugierter Linolsäure (CLA) und Omega-3 (n-3) Fettsäuren sehr stark beeinflussen. Der Einfluss der Fütterung auf die gesättigten Fettsäuren (SFA) und einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) der Milch ist zwar gegeben, aber nur mäßig. Der Einfluss auf die Omega-6 (n-6) Gehalte der Milch ist nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie nicht klar gegeben.
- Zwischen österreichischen Trinkmilchmarken zeigen sich im Gehalt an CLA und n-3 deutliche Unterschiede. Im Gehalt an SFA und MUFA zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede. Österreichische Trinkmilch enthält durchschnittlich 65 g SFA, 20 g MUFA, 0,7 g CLA, 0,9 g n-3 und 1,6 g n-6 pro 100 g Milchfett.
- Im Jahresverlauf zeigen sich bei Alm-Milch, Weide-Milch sowie bei der österreichischen Trinkmilch deutliche Unterschiede in den CLA und n-3 Gehalten, sowie in moderaterem Ausmaß bei den SFA und MUFA. Während der Sommermonate sind in der Milch die CLA, n-3 und MUFA Gehalte höher und die SFA Gehalte niedriger als während der Winterfütterungs-Periode. Dies ist jedoch nicht auf die Jahreszeit *per se* zurückzuführen, sondern auf die unterschiedliche Fütterung.
- Milch aus Vollweidehaltung (Kurzrasenweide und Heubefütterung), hat im Vergleich zu den anderen in der vor-

Tabelle 10: Tagesbedarf-Bedeckung an n-3 Fettsäuren durch Milch aus unterschiedlicher Produktion

Produkt	Fettgehalt	Tagesbedarfsdeckung in % (g n-3 /100 g Fett)				
		Vollweide Mai - Okt.	Almen Mai - Sept.	Österr. Trinkmilch 3 besten	Mai - Sept. Ø	Maissilage/Heu/KF ¹
1 Liter Milch	40 g	43 % (1,4 g n-3)	31 % (1,0 g n-3)	34 % (1,1 n-3)	28 % (0,9 g n-3)	12 % (0,4 g n-3)

¹Kraftfutter

liegenden Studie untersuchten Produktionssystemen das günstigste Fettsäurenmuster (höchsten CLA und n-3 und niedrigsten SFA Gehalte). Almmilch hat etwas niedrigere CLA und n-3 Gehalte als Milch aus Vollweidehaltung. In den SFA und MUFA der Milch zeigen sich zwischen Alm- und Vollweide-Milch keine nennenswerten Unterschiede. Die Unterschiede in den CLA und n-3 dürften hauptsächlich auf die auf den untersuchten Almen eingesetzten Kraftfuttergaben zurückzuführen sein. Zwischen einzelnen Almen zeigen sich erwartungsgemäß sehr große Unterschiede im Fettsäurenmuster der Milch.

- Zwischen Milch, die aus Grassilage bzw. Heu (und Kraftfutter) produziert wird, zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede im Fettsäurenmuster. Das Konservierungsverfahren *per se* (Weide, Heu, Grassilage) dürfte nicht primär das Fettsäurenmuster der Milch bestimmen, sondern vielmehr die botanische Zusammensetzung des Futters, das Verhältnis Gräser-Kräuter und das Vegetationsstadium (Alter) der Futterpflanzen und schlussendlich natürlich die Beifutter-Komponenten.
- Milch, die aus Maissilage/(Heu)/Kraftfutter-Rationen erzeugt wird, hat das, von allen in der vorliegenden Studie untersuchten Produktionssystemen, ungünstigste Fettsäurenmuster (niedrigsten CLA, n-3, MUFA Gehalte, höchsten SFA Gehalte).
- Die CLA und n-3 Gehalte sind gut als ein Qualitätskriterium geeignet, um die Intensität von Produktionssystemen zu beurteilen. In einem weiterführenden Projekt könnte versucht werden aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie CLA, n-3, MUFA und SFA Grenzwerte für Milch aus grünlandbasierter Produktion (Alm-, Weidehaltung, etc.) abzuleiten.

6. Danksagung

Unser besonderer Dank gilt DI Franz Legner, Amt der Tiroler Landesregierung, und DI Barbara Kircher, Amt der Kärntner Landesregierung, für die Hilfestellung bei der Alm-Auswahl sowie bei der Datenerhebung vor Ort.

7. Literaturverzeichnis

- BERGAMO, P., E. FEDELE, L. IANNIBELLE und G. MARZILLO, 2003: Fat-soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. *Food Chem.* 82, 625-631.
- BISIG, W., P. EBERHARD, M. COLLOMB und B. REHBERGER, 2007: Influence of processing on the fatty acid composition and the content of conjugated linolenic acid in organic and conventional dairy products - a review. *Lait* 87, 1-19.
- BISIG, W., M. COLLOMB, U. BÜTIKOFER, R. SIEBER, M. BREGY und L. ETTER, 2008: Saisonale Fettsäurezusammensetzung von Schweizer Bergmilch. *Agrarforschung* 15, 38-43.
- BRAACH, J., 2012: Spezielle Milchinhaltsstoffe bei unterschiedlichen Futterrationen im Vergleich zu graslandbasierter Milch. Universität für Bodenkultur, Wien, Diplomarbeit.
- BUTLER, G., J.H. NIELSEN, T. SLOTS, C. SEAN, M.D. EYRE, R. SANDERSON und C. LEIFERT, 2008: Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *J. Sci. Food Agric.* 88, 1431-1441.
- COUVREUR, S., C. HURTAUD, C. LOPEZ, L. DELABY und J.L. PEYRAUD, 2006: The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties. *J. Dairy Sci.* 89, 1956-1969.
- CHOUINARD, P.Y., L. CORNEAU, W.R. BUTLER, Y. CHILLIARD, J.K. DRACKLEY und D.E. BAUMAN, 2001: Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk fat. *J. Dairy Sci.* 84, 680-690.
- COLLOMB, M., U. BÜTIKOFER, R. SIEBER, J.O. BOSSET und B. JEANGROS, 2001: Conjugated linoleic acid and trans fatty acid composition of cows' milk fat produced in lowlands and highlands. *J. Dairy Res.* 68, 519-523.
- CROISSANT, A.E., S.P. WASHBURN, L.L. DEAN und M.A. DRAKE, 2007: Chemical properties and consumer perception of fluid milk from conventional and pasture-based production systems. *J. Dairy Sci.* 90, 4942-4953.
- DALEY C.A., A. ABBOTT, P.S. DOYLE, G.A. NADER und S. LARSON, 2010: A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef [serial online], *Nutrition Journal* 2010, 9: 10. Available from <http://www.nutritionj.com/content/9/1/10> (accessed Jul 27, 2012).
- DEWHURST, R.J., K.J. SHINGFIELD, M.R.F. LEE und N.D. SCOLLAN, 2006: Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 168-206.
- DGE, ÖGE, SGE und SVE (eds.), 2008: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Neuer Umschau Buchverlag, Frankfurt/Main.
- DGF (eds.), 2006: Methode C-VI 11 (98) - Fettsäurenmethylester (TMSH-Methode). In: DGF-Einheitsmethoden: Deutsche Einheitmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.
- DOHME, F., 2007: Fettsäurenmuster von Milch aus reiner Grasfütterung und Gras-Heufütterung. In: Der besondere Wert graslandbasierter Milch (eds: Stoll W., E. Frioud und M. Lobsiger), Tagungsband, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 8. November 2007, S. 108-110.
- EHRlich, M.E., 2007: Fettsäurezusammensetzung (CLA, Omega-3 Fettsäuren) und Isotopensignatur (C) der Milch ökologischer und konventioneller Betriebe und Molkereien. Universität Kassel, Ökologische Agrarwissenschaften, Fachgebiet: Landnutzung und regionale Agrarpolitik. Kassel, Diplomarbeit.
- ELGERSMA, A., S. TAMMINGA und G. ELLEN, 2006: Modifying milk composition through forage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 207-225.
- ELLIS, K.A., G. INNOCENT, D. GROVE-WHITE, P. CRIPPS, G. MCLEAN, C.V. HOWARD und M. MIHM, 2006: Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *J. Dairy Sci.* 89, 1938-1950.
- FOLCH J., M. LEES und G.H. SLOANE STANLEY, 1957: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509.
- GLASSER, F., A. FERLEY und Y. CHILLIARD, 2008: Oilseed lipid supplements and fatty acid composition of cow milk - a meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 91, 4687-4703.
- HECK, J.M.L., H.J.F. Van VALENBERG, J. DIJKSTRA und A.C.M. Van HOOIJDONK, 2009: Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *J. Dairy Sci.* 92, 4745-4755.
- HERZALLAH, S.M., M.A. HUMEID und K.M. Al-ISMAIL, 2005: Effect of heating and processing methods of milk and dairy products on

- conjugated linoleic acid and trans fatty acid isomer content. *J. Dairy Sci.* 88, 1301-1310.
- JAHREIS, G., J. FRITSCHKE und H. STEINHART, 1997: Monthly variations of milk composition with special regard to fatty acids depending on season and farm management systems - conventional versus ecological. *Lipid* 98, 356-359.
- KAPS, M. und W. LAMBERSON, 2007: *Biostatistics for animal science*. CABI Publishing, Oxfordshire, UK, Cambridge, USA.
- KELSEY, J.A., B.A. CORL, R.J. COLLIER und D.E. BAUMAN, 2003: The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86, 2588-2597.
- KLIEM K.E., R. MORGAN, D.J. HUMPHRIES, K.J. SHINGFIELD und D.I. GIVENS, 2008: Effect of replacing grass silage with maize silage in the diet on bovine milk fatty acid composition. *Anim.* 2, 1850-1858.
- LEIBER, F., 2005: Causes and extent of variation in yield, nutritional quality and cheese-making properties of milk by high altitude grazing of dairy cows. ETH-Zürich, Dissertation.
- LOCK, A.L. und P.C. GARNSWORTHY, 2003: Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and [Delta]9-desaturase activity in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 79, 47-59.
- MACRAE, J., L. O'REILLY und P. MORGAN, 2005: Desirable characteristics of animal products from a human health perspective. *Livest. Prod. Sci.* 94, 95-103.
- MOREL, I., U. WYSS und M. COLLOMB, 2006: Grünfütter- oder Silagezusammensetzung und Milchinhaltsstoffe. *Agrarforschung* 13, 228-233.
- MOREL, I., M. COLLOMB, A. Van DORLAND und R. BRUCKMAIER, 2010: Einfluss eines Energiedefizits auf die Zusammensetzung der Milch. *Agrarforschung* 1, 66-73.
- MURPHY, J.J., M. COAKLEY und C. STANON, 2008: Supplementation of dairy cows with a fish oil containing supplement and sunflower oil to increase the CLA content of milk produced at pasture. *Livest. Sci.* 116, 332-337.
- REHBERGER, B., W. BISIG, U. BÜTIKOFER, M. COLLOMB, P. EBERHARD, S. MALLIA, P. PICCINALI, H. SCHLICHOTHERLE-CERNY und U. WYSS, 2008: Einfluss der Milchverarbeitung auf die konjugierten Linolsäuren. *Agrarforschung* 15, 300-355.
- SAMKOVA, E., M. PESEK, J. SPICKA, T. PELIKANOVA und O. HANUS, 2009: The effect of feeding diets markedly differing in the proportion of grass and maize silages on bovine milk fat composition. *Czech J. Anim. Sci.* 54, 93-100.
- SCHREIBER, M., 2002: Gehalt an konjugierten Linolsäuren (CLA) in österreichischer Trinkmilch unterschiedlicher Provenienz. Universität Wien, Wien, Diplomarbeit.
- SCHROEDER, G.F., G.A. GAGLIOSTRO, F. BARGA, J.E. DELAHOY und L.D. MULLER, 2004: Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture - a review. *Livestock Prod. Sci.* 86, 1-18.
- STEHLE, P., 2007: Ernährungsphysiologischer Wert von Fettsäuren in der Humanernährung. In: Der besondere Wert graslandbasierter Milch (eds: W. Stoll, E. Frioud und M. Lobsiger), Tagungsband, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 8. November 2007, S. 57-65.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, L. PODSTATZKY, J. GASTEINER, R. PFISTER, H. ROHRER und M. GALLNBÖCK, 2011: Einfluss des Abkalbezeitpunktes von Milchkühen auf Produktionsparameter bei Vollweidehaltung im Berggebiet. *Züchtungskunde* 83, 203-215.
- THORSODDOTTIR, I., J. HILL und A. RAMEL, 2004: Short Communication: Seasonal variation in cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid content in milk fat from Nordic countries. *J. Dairy Sci.* 87, 2800-2802.
- VLAEMINCK, B., V. FIEVEZ, A.R.J. CABRITA, A.J.M. FONSECA und R.J. DEWHURST, 2006: Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk - a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 389-417.
- WHITE, S.L., J.A. BERTRAND, M.R. WADE, S.P. WASHBURN, J.T. GREEN Jr. und T.C. JENKINS, 2001: Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 84, 2295-2301.
- WYSS, U., A. MÜNGER und M. COLLOMB, 2007a: Verlauf des Fettsäurenmusters in der Milch während der Weideperiode. In: Der besondere Wert graslandbasierter Milch (eds: Stoll W., E. Frioud und M. Lobsiger), Tagungsband, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 8. November 2007, S. 111-113.
- WYSS, U., I. MOREL und M. COLLOMB, 2007b: Einfluss der Verfütterung von Grünfütter und dessen Konserven auf das Fettsäurenmuster von Milch. In: 13. Alpenländisches Expertenforum - Milch und Fleisch vom alpenländischen Grünland. 29. März 2007, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdring, S. 15-20.