



lfz
raumberg
gumpenstein

Lehr- und Forschungszentrum
Landwirtschaft
www.raumberg-gumpenstein.at

Abschlussbericht Milchfettsäure

Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 100694

Fettsäuremuster von österreichischer Alm-, Vollweide- und Trinkmilch sowie von Milch aus intensiverer Produktion

**Fatty acid profile of Austrian dairy cow milk from
Alpine pastures, continuous grazing, retail
markets and intensive dairy
cow production**

Projektleitung und Berichtlegung:

Dr. Margit Velik, LFZ Raumberg-Gumpenstein
DI Sabine Breidfuss, Verwaltungspraktikantin, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

Andrea Hackl, Diplomandin BOKU- Wien, Institut Nutztierwissenschaften
DI Marcus Urdl, LFZ Raumberg-Gumpenstein
PD. Dr. Andreas Steinwider, LFZ Raumberg-Gumpenstein
Ing. Josef Kaufmann, LFZ Raumberg-Gumpenstein
Roland Kitzer, LFZ Raumberg-Gumpenstein
Johann Häusler, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektpartner:

DI Franz Legner, Amt der Tiroler Landesregierung
DI Barbara Kircher, Amt der Kärntner Landesregierung

Projektlaufzeit:

2010 – 2012



lebensministerium.at

www.raumberg-gumpenstein.at

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Einleitung.....	4
Tiere, Material und Methoden	6
<i>TEIL I: ALMMILCH-BETRIEBE</i>	<i>7</i>
<i>TEIL II: BIO-VOLLWEIDEBETRIEB MOARHOF</i>	<i>7</i>
<i>TEIL III: TRINKMILCH AUS SUPERMÄRKTEN</i>	<i>8</i>
<i>TEIL IV: GUMPENSTEINER VERSUCHE</i>	<i>8</i>
<i>Dafne-Projekt 100574: Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Nährstoffverluste, Futterwert, Milchproduktion und Milchqualität.....</i>	<i>9</i>
<i>Dafne-Projekt 100344: Prüfung des Futterwertes aktueller Silomaissorten.....</i>	<i>9</i>
Ergebnisse	10
<i>TEIL I: ALMMILCH-BETRIEBE</i>	<i>10</i>
<i>TEIL II: BIO-VOLLWEIDEBETRIEB MOARHOF</i>	<i>14</i>
<i>TEIL III: TRINKMILCH AUS SUPERMÄRKTEN</i>	<i>15</i>
<i>TEIL IV: GUMPENSTEINER VERSUCHE</i>	<i>16</i>
<i>Dafne-Projekt 100574: Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Nährstoffverluste, Futterwert, Milchproduktion und Milchqualität.....</i>	<i>16</i>
<i>Dafne-Projekt 100344: Prüfung des Futterwertes aktueller Silomaissorten.....</i>	<i>17</i>
Diskussion	19
<i>GESÄTTIGTE (SFA) UND EINFACH UNGESÄTTIGTE (MUFA) FETTSÄUREN</i>	<i>20</i>
<i>KONJUGIERTE LINOLSÄURE (CLA) UND OMEGA-3 (N-3) FETTSÄUREN</i>	<i>21</i>
<i>OMEGA-6 (N-6) FETTSÄUREN</i>	<i>22</i>
<i>BEDARFSBERECHNUNG OMEGA-3</i>	<i>22</i>
Schlussfolgerungen.....	24
Literaturverzeichnis.....	25
Anhang	28

Zusammenfassung

Zahlreiche Studien belegen, dass durch die Wiederkäuer-Fütterung das Fettsäuremuster der Milch beeinflusst wird. Somit können Fettsäuren neben ihrem ernährungsphysiologischen und gesundheitlichen Wert auch als Qualitätskriterium für die Intensität von Produktionssystemen dienen. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde das Fettsäuremuster von Kuhmilch aus vier Produktionssystemen [(1) Alm, (2) Vollweide, (3) Grassilage/Heu/Kraftfutter-Ration, (4) Maissilage/Kraftfutter-Ration] sowie von (5) österreichischer Trinkmilch aus dem Supermarkt im Jahresverlauf dargestellt und verglichen.

Österreichische Trinkmilch enthielt durchschnittlich 65 g /100 g Milchfett gesättigte Fettsäuren (SFA) und 20 g einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA). Milch, die auf Vollweide bzw. auf Almen erzeugt wurde, wies niedrigere SFA und höhere MUFA auf und Milch aus Maissilage/Kraftfutter-, Heu/Kraftfutter- bzw. Grassilage/Kraftfutter-Rationen höhere SFA und niedrigere MUFA als die österreichische Trinkmilch. Milch aus Vollweidehaltung enthielt mit 1,3 g konjugierter Linolsäure (CLA cis9trans11) und 1,4 g Omega-3 Fettsäuren (n-3) die höchsten Werte, gefolgt von der Alm-Milch. Die im Vergleich zur Vollweide niedrigeren CLA und n-3 Gehalte der Alm-Milch dürften primär auf die höheren Kraftfuttermengen der Almbetriebe zurückzuführen sein. Österreichische Trinkmilch und Milch, die aus der Heu/Grassilage/KF-Ration erzeugt wurde, wiesen ähnliche CLA und n-3 Gehalte auf (rund 0,6 g CLA und 0,9 g n-3). Milch aus Maissilage/KF-Rationen lag in den CLA und n-3 Gehalten deutlich niedriger als die anderen Herkünfte (jeweils 0,4 g). Bei den Omega-6 (n-6) zeigten sich keine eindeutigen Unterschiede zwischen den fünf Herkünften. Das Verhältnis n-6 zu n-3 lag bei der Milch aus Maissilage/KF bei rund 4,1, während es bei den anderen vier Herkünften durchschnittlich unter 2 lag. Im Jahresverlauf zeigten sich bei Vollweide- und Alm-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 waren in der Milch die CLA, n-3 und MUFA Gehalte höher und die SFA Gehalte niedriger als während der Winterfütterungs-Periode. Weiterführend könnte versucht werden aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie CLA, n-3, MUFA und SFA Grenzwerte für Milch aus grünlandbasierten Milchproduktionssystemen abzuleiten.

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 – besides their nutritional and health value – 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 four production systems [(1) Alpine pasture, (2) continuous grazing on short grass, (3) grass silage/hay/concentrate ration, (4) maize silage/concentrate ration] and Austrian fresh milk of different milk companies/labels provided in supermarkets throughout the year.

Austrian milk from retail markets had on average 65 g saturated fatty acids (SFA) /100 g milk fat and 20 g mono unsaturated fatty acids (MUFA). Milk from continuous grazing and Alpine pastures had lower SFA and higher MUFA contents and milk produced from maize silage/concentrate, hay/concentrate or grass silage/concentrate diets had higher SFA and lower MUFA contents compared to Austrian retail milk. Milk from continuous grazing contained with 1.3 g conjugated linoleic acid (CLA cis9trans11) and 1.4 g omega-3 fatty acids (n-3) the highest values, followed by Alpine pasture milk. The lower CLA and n-3 contents of the Alpine pasture milk compared to continuous grazing might be mainly due to higher concentrate use in Alpine systems. Milk from Austrian supermarkets and milk produced from hay/grass silage/concentrate diets showed similar CLA and n-3 contents (on average 0.6 g CLA and 0.9 g n-3). Milk from maize silage/concentrate rations contained the lowest CLA and n-3 contents (0.4 g each). Regarding omega-6 fatty acids (n-6) no clear differences between the five milk origins was observed. The n-6 to n-3 ratio was in milk from maize silage/concentrates highest at 4.1, while it was below 2 in the other milk origins. CLA and n-3 contents of milk from continuous grazing, Alpine pastures and Austrian retail markets were markedly influenced by season. SFA and MUFA contents of these three milk origins were tendentially influenced by season: During the summer months milk CLA, n-3 and MUFA contents were higher and SFA contents lower than in the winter feeding period. The present results could be used to define CLA, n-3, MUFA and SFA threshold values for milk produced in grassland-based production systems.

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 Fettsäuremuster 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 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) (siehe auch Tab. 1).

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, C18:3 cis9,12,15). 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, C-22:5 cis7,10,13,16,19 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. Die wichtigsten n-6 Fettsäuren sind die Linolsäure (C18:2 trans9,12) und die Arachidonsäure (C20:4) (siehe auch Tab. 1).

Die n-3 Fettsäuren und die CLA können sich in folgenden Bereichen positiv auf den Gesundheitsstatus des Menschen auswirken: (1) Herz-Kreislauf-Erkrankungen (senken Blutfette), (2) Hauterkrankungen (z.B. Neurodermitis), (3) Rheumatismus, (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). 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 (Cholosterinspiegel, 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 zugeschrieben (DGE et al. 2008).

Es ist bekannt, dass die Grundfutterbasis (Gras und Graskonserven, Maissilage, Leguminosen) und die Kraftfuttermenge das Fettsäuremuster in tierischen Produkten beeinflussen. Durch grundfutterbetonte Futterrationen 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, ölhältige Samen) wird das Fettsäuremuster 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 Fettsäuremuster (insbesondere Omega-3 (n-3) und konjugierte Linolsäure (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.

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. In allen vier Projektteilen wurden die Milchinhaltsstoffe Fett, Eiweiß, Laktose und fettfreie Trockenmasse (FFT) im Milchprüflabor Süd, St. Michael/Obersteiermark untersucht und für den Transport mit Bronopol (flüssig, 2 Tropfen pro 50 ml) versetzt. Die Milchfettsäure-Analysen wurden am LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Proben für die Milchfettsäuren der Projektteile „Almmilch-Betriebe“, „Trinkmilch aus Supermärkten“ und „Bio-Vollweidebetrieb Moarhof“ wurden mit Natriumazid (1 Tablette pro 100 ml) konserviert (Milchfettsäure-Proben aus dem Projektteil „Gumpensteiner Versuche“ wurden nicht konserviert). Anschließend wurden die Milchproben für die Fettsäure-Untersuchungen bis zur Analyse tiefgeköhlt gelagert. Die Extraktion des Fettes für die Fettsäure-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 Fettsäurezusammensetzung wurde mittels Gaschromatographie mit dem GC Varian (Modell 3900, ausgestattet mit der Säule Supelco Fused Silica SP 2380, 100 m) bestimmt. Die Injektions- und Detektionstemperatur betrugen 250 bzw. 260° Celsius. Als Trägergas diente Helium; es wurde eine konstante Druck-Methode (Säulendruck 3,4 bar) verwendet. 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)

Tab. 1: Übersicht der analysierten Fettsäuren

gesättigte FS ¹ (SFA)	einfach ungesättigte FS ¹ (MUFA)	mehrfach ungesättigte FS ¹ (PUFA)
C-4:0	C-14:1	C-18:2 trans 9,12
C-5:0	C-15:1	C-18:2 cis 9,12
C-6:0	C-16:1 cis 9	C-18:3 cis 6,9,12
C-7:0	C-17:1	C-20:2
C-8:0	Σ C-18:1 trans	C-20:3 cis 8,11,14
C-10:0	C-18:1 cis 9	C-20:4
C-11:0	C-18:1 cis 11	C-22:2
C-12:0	C-20:1	C-18:3 cis 9,12,15 (ALA)
C-13:0 anteiso	C-22:1	C-20:3 cis 11,14,17
C-13:0	C-24:1	C-20:5 (EPA)
C-14:0		C-22:5 cis 7,10,13,16,19 (DPA)
C-15:0 iso		C-22:6 (DHA)
C-15:0 anteiso		CLA cis 9, trans 11
C-15:0		CLA (konjugierte Linolsäure)
C-16:0 iso		
C-16:0		
C-17:0 iso		
C-17:0 anteiso		
C-17:0		
C-18:0		
C-19:0 anteiso		
C-19:0		
C-20:0		
C-21:0		
C-22:0		
C-23:0		
C-24:0		

¹Fettsäure

Teil I: Almmilch-Betriebe

Im ersten von vier Projektteilen wurden im Jahr 2011 von 18 österreichischen Milchvieh-Almbetrieben Tankmilchproben gezogen (2 Kärntner Almbetriebe; 6 steirische Almbetriebe, wobei 2 Betriebe auf der gleichen Alm waren; 10 Tiroler Almbetriebe, wobei 2 bzw. 5 Betriebe auf der gleichen Alm waren (also 5 unterschiedliche Almen)). Zusätzlich wurden von 1 Tiroler Sennerei, an die Almmilch und Nicht-Almmilch geliefert wird, Milchproben gezogen.

Tab. 2 gibt einen Überblick über die beprobten Almen. 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; 13 Betriebe waren auf Gemeinschaftsalmen und 5 Betriebe auf Privatalmen. Die unterschiedliche Milchproben-Anzahl der einzelnen Betriebe (siehe in Tab. 2 letzte Spalte „Anzahl Milchproben“) ergab sich aus den regionalen Gegebenheiten und der Beprobungsbereitschaft der Landwirte. Der Almabtrieb 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. Für die Ergebnisauswertung wurden die Almen basierend auf Bundesland und Gemeinde codiert.

Die Datenauswertung erfolgte zum einen deskriptiv in Excel. Jene 13 Almen, die in Tab. 2 kursiv und fett dargestellt sind, wurden zusätzlich mit SAS 9.2. (SAS Institute Inc., Cary, NC) mit der Prozedur GLM und Alm sowie Beprobungsmonat als fixe Effekte ausgewertet.

Tab. 2: Übersicht über die 18 beprobten Almbetriebe und den Sennerei-Betrieb

Alm-Codierung	Bundes-land	Almauf-enthalt (KW ¹ von-bis)	Weide-stunden /Tag	Futter-mittel im Stall	Kraftfutter (kg/Tier u. Tag)	Anzahl Milchproben (in dieser KW ¹)
T-Sennerei-Alm	T					5 (20,26,30,34)
T-Sennerei-Nichtalm	T					5 (20,26,30,34,37,47)
T-Rettenschoess	T	19-? ²	10-12	? ²	1	4 (26,30,34,47)
<i>T-Tux_1</i>	<i>T</i>	23-39	23	GF, KF	3	7 (20,21,30,31,34,37,47)
T-Tux_3	T	? ²	? ²	? ²	? ²	6 (20,30,31,34,37,47)
<i>T-Vomp_1</i>	<i>T</i>	21-36	12	GF, KF, H	2,5	5 (20,26,30,34,47)
<i>T-Vomp_2</i>	<i>T</i>	21-38	12	GF, KF, H	8	6 (20,26,30,34,37,47)
<i>T-Vomp_3</i>	<i>T</i>	21-38	12	GF, KF, H	5	6 (20,26,30,34,37,47)
<i>T-Vomp_4</i>	<i>T</i>	21-38	? ²	? ²	8	6 (20,26,30,34,37,47)
<i>T-Vomp_5</i>	<i>T</i>	21-38	12	GF, KF, H	4,5	6 (20,26,30,34,37,47)
T-Vomp_6	T	21-38	12	GF, KF, H	5	4 (26,30,34,37)
T-Wildschönau	T	21-38	12	GF, KF, H	1	4 (26,30,34,37)
<i>ST-Donnerbach</i>	<i>STMK</i>	20-37	23	GF, KF, H	1	6 (18,24,28,33,37,46)
<i>ST-Gröbming</i>	<i>STMK</i>	22-33	23	GF, KF, H	3	5 (18,24,28,33,46)
<i>ST-Kleinsoelk</i>	<i>STMK</i>	22-37	23	KF	1	5 (18,24,28,33,46)
<i>ST-Liezen_1</i>	<i>STMK</i>	23-35	23	GF, KF	2	5 (18,24,28,33,46)
<i>ST-Liezen_2</i>	<i>STMK</i>	23-36	23	GF, KF	3,5	5 (18,24,28,33,46)
<i>ST-Rohrmoos</i>	<i>STMK</i>	21-35	12	GF, KF, H	2	5 (18,24,28,33,46)
<i>K-Millstatt_1</i>	<i>K</i>					5 (18,27,31,36,44)
<i>K-Millstatt_2</i>	<i>K</i>					3 (27,31,36)

* Angaben der Landwirte; wurden von S. Breitfuß via Fragebogen erhoben

¹KW.....Kalenderwoche

?².....keine Daten vorhanden

Teil II: 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 (im Oktober nur mehr von 8 und im November nur mehr von 5 Kühen). Zusätzlich wurde monatlich eine Tankmilchprobe (Milch von rund 30 Einzeltieren) von allen am Betrieb gemolkenen Kühen gezogen.

Die folgenden Betriebsdaten wurden aus den Publikationen von Steinwider et al. (2011) entnommen: Der Betrieb liegt auf einer Höhe von 680 m über NN (durchschnittliche Temperatur 7°C, Niederschlag 1.014 mm/Jahr, 132 Frost- (<0°C) bzw. 44 Sommertage ($\geq 25^\circ\text{C}$), Vegetationsperiode Ende März bis Anfang November. Die Weidehaltung erfolgte auf Basis einer betriebsangepassten Kurzrasenweide bei einer Grasaufwuchshöhe von $\varnothing$ 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 $29,2 \pm 4,1$ kg bei einem Laktationstag von 67 ± 18 Tagen und einer Laktationszahl von $2,7 \pm 2,2$. Während der rund 6-monatigen Vollweide-Periode betrug die durchschnittliche Milchleistung $17,0 \pm 6,8$ kg bei einem Laktationstag von 180 ± 61 Tagen und einer Laktationszahl von $1,8 \pm 1,4$ (4 Kühen vor dem Ende der Datenerhebung bereits trocken gestellt).

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).

Teil III: 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 (Bezirk Liezen), Niederösterreich (Bezirk Zwettl), Wien und Kärnten (Bezirk Spittal/Drau) gezogen. Fünf der 13 Trinkmilchproben wurden pro Monat zwei Mal (in zwei verschiedenen Bundesländern) 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 Fettsäuremuster 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. Folgende österreichische Trinkmilchmarken wurden beprobt:

Tab. 3: Übersicht über die 13 beprobten Trinkmilchmarken aus dem Supermarkt

A faire Milch	Natur pur*
Clever	Nöm
Ennstal Milch	Schärdinger*
Heumilch	Stainzer
Ja! Natürlich	Xundheitswelt
Kärntner Milch	Zurück zum Ursprung*
Milfina*	

* wurden in zwei verschiedenen Bundesländern beprobt

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.

Teil IV: Gumpensteiner Versuche

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurden Milchproben aus folgenden zwei am LFZ Raumberg-Gumpenstein laufenden Projekten ausgewertet:

Dafne-Projekt 100574: Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Nährstoffverluste, Futterwert, Milchproduktion und Milchqualität (Projektleiter DI M. Urdl)

Dafne-Projekt 100344: Prüfung des Futterwertes aktueller Silomaisorten (Projektleiter DI M. Urdl)

Zum Zeitpunkt der Endberichtlegung waren die beiden genannten Projekte noch nicht abgeschlossen. Im Folgenden werden die Projektversuchspläne und die Futteraufnahme-Ergebnisse – nur soweit es für die Auswertung der MilCHFettsäure-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, Entfeuchtertrocknungsheu, 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 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 Silomaisorten

Laut Versuchsplan war der Milchviehfütterungsversuch als lateinisches Quadrat mit 9 Silomaisorten und drei Silomais-Reifegruppen (drei Silomaisorten 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 Silomaisorte 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 x Braunvieh und 4 Fleckvieh Kühe im Versuch, im Erntejahr 2011 waren 6 Holstein Friesian, 2 Holstein Friesian x Fleckvieh und 1 Fleckvieh Kühe im Versuch.

Zur Vereinfachung wurden für die statistischen Fettsäuren-Auswertungen nur die drei Reifegruppen und nicht die 9 Silomaisorten 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).

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. Die Zusammensetzung der einzelnen Fettsäuregruppen ist Tab. 1 in Kapitel „Tiere, Material und Methodik“ zu entnehmen. Ergebnisse zu einzelnen Fettsäuren werden nicht dargestellt.

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 Sammelproben.

In den Tabellen und Abbildungen des Ergebnisteils sind die Lsmean-Werte aus der statistischen Auswertung mit SAS dargestellt, mit der Ausnahme von Abb. 3 sowie Abb. 8 und Tab. 13. Abb. 3 zeigt den Fettsäure-Verlauf der 18 Einzelalmen und des Sennerei-Betriebes; diese Werte wurden direkt aus Excel entnommen. Abb. 8 zeigt den jeweils den Durchschnitt der 3 Trinkmilchproben mit dem höchsten bzw. niedrigsten Fettsäuregehalt im Jahresverlauf; diese Werte sind arithmetische Mittelwerte, die in Excel berechnet wurden. In Tab. 13 sind die Ergebnisse der vier Projektteile zusammengefasst; auch hier sind die Werte arithmetische Mittelwerte.

Teil I: Almmilch-Betriebe

Informationen zu den Futterrationen auf den Almen sind Tab. 2 im Kapitel „Tiere, Material und Methodik“ zu entnehmen.

Tab. 4 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 Fettsäuremuster 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 1,6 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.

Tab. 4: Fettsäuregehalte der Alm-Milch während der Almperiode (Juni - September)

	Ø aller 13	SEM*	Almen ¹	
			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

Abb. 1 beschreibt das Fettsäuremuster 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. Die Milch-Inhaltsstoffe sind nur zur Vollständigkeit in Abb. 2 angeführt, werden jedoch im Text nicht näher erläutert.

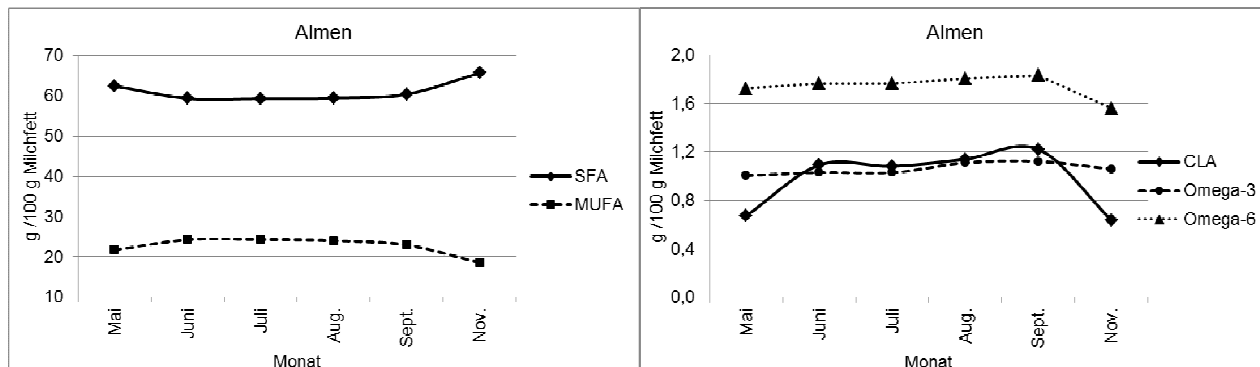


Abb. 1: Durchschnittliche Fettsäuregehalte der Alm-Milch im Jahresverlauf (Almperiode Juni - September)

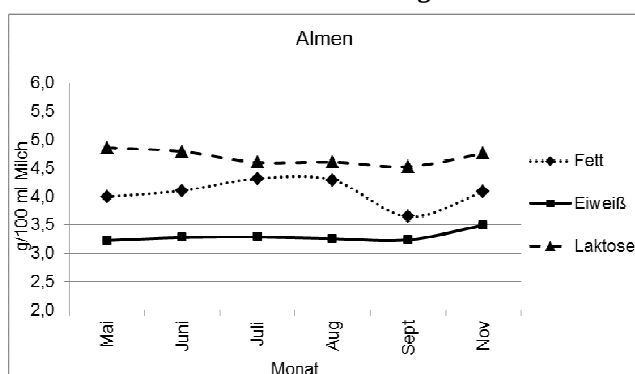


Abb. 2: Durchschnittliche Inhaltsstoffe der Alm-Milch im Jahresverlauf (Almperiode Juni - September)

Abb. 3a und 3b gibt das Fettsäuremuster der 18 Einzelalmen sowie des Sennerei-Betriebs wieder. Diese Abbildung soll die Streuung, die auf österreichischen Almen zu finden ist, verdeutlichen. Auf Einzelbetriebsebene und mit nur einer Tankmilchprobe pro Monat war im Allgemeinen der aus der Literatur bekannte Zusammenhang von hohen n-3 und CLA-Gehalten, niedrigen SFA Gehalten und einem engen n-6 zu n-3 Verhältnis erkennbar. Dennoch gab es Betriebe, bei welchen dieser Trend nicht klar erkennbar war. Beim Vergleich der 18 Einzelalmen war es daher auch nicht möglich jeweils drei Almen herauszufiltern, die das günstigste (höchsten n-3 und CLA Gehalte sowie niedrigsten SFA Gehalte) bzw. ungünstigste Fettsäuremuster aufwiesen.

Bei einzelnen Almen lagen in einigen Monaten bestimmte Fettsäure-Gehalte außerhalb des Erwarteten bzw. passten nicht zu den Fettsäure-Gehalten der übrigen Monate. Ein Fehler bei der Probenziehung, eine geringe Kuhzahl bzw. das Vertauschen von Proben wären als Ursache denkbar. Ein Fehler bei der Fettsäuren-Analyse konnte ausgeschlossen werden. Dies sind folgende Almen:

T-Vomp_2 von Juni bis September: n-6

St-Donnersbach von Juni bis September: CLA

T-Wildschönau im September: SFA, MUFA, n-3, CLA, n-6:n-3

T-Tux_1 im September: n-3, CLA, n-6

T-Vomp_6 im September: SFA, MUFA, n-3, CLA, n-6

ST-Rohrmoss im November: n-3

T-Sennerei-Nichtalm im November: CLA

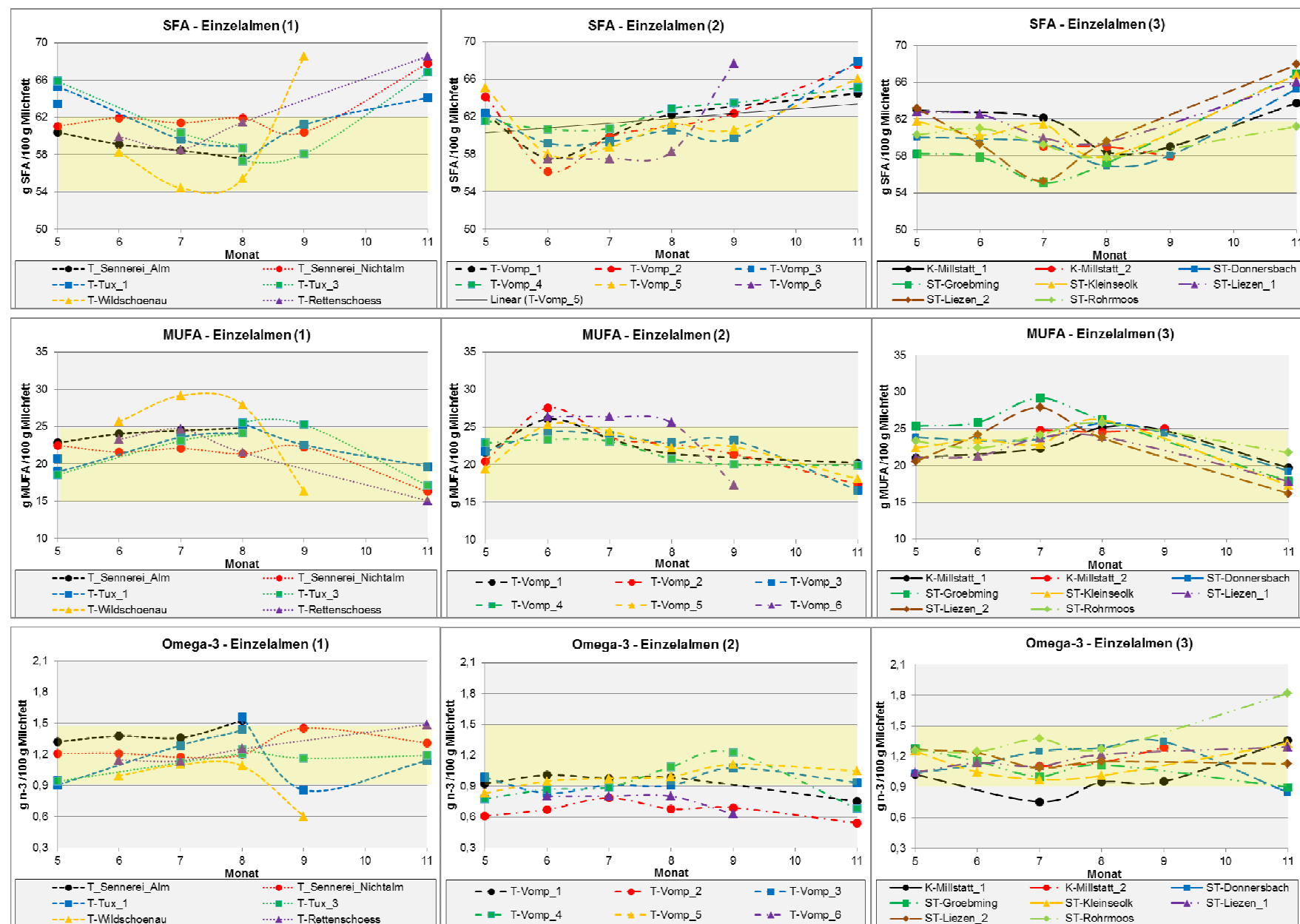


Abb. 3a: Fettsäuregehalte der Alm-Milch (Almperiode Juni - September)

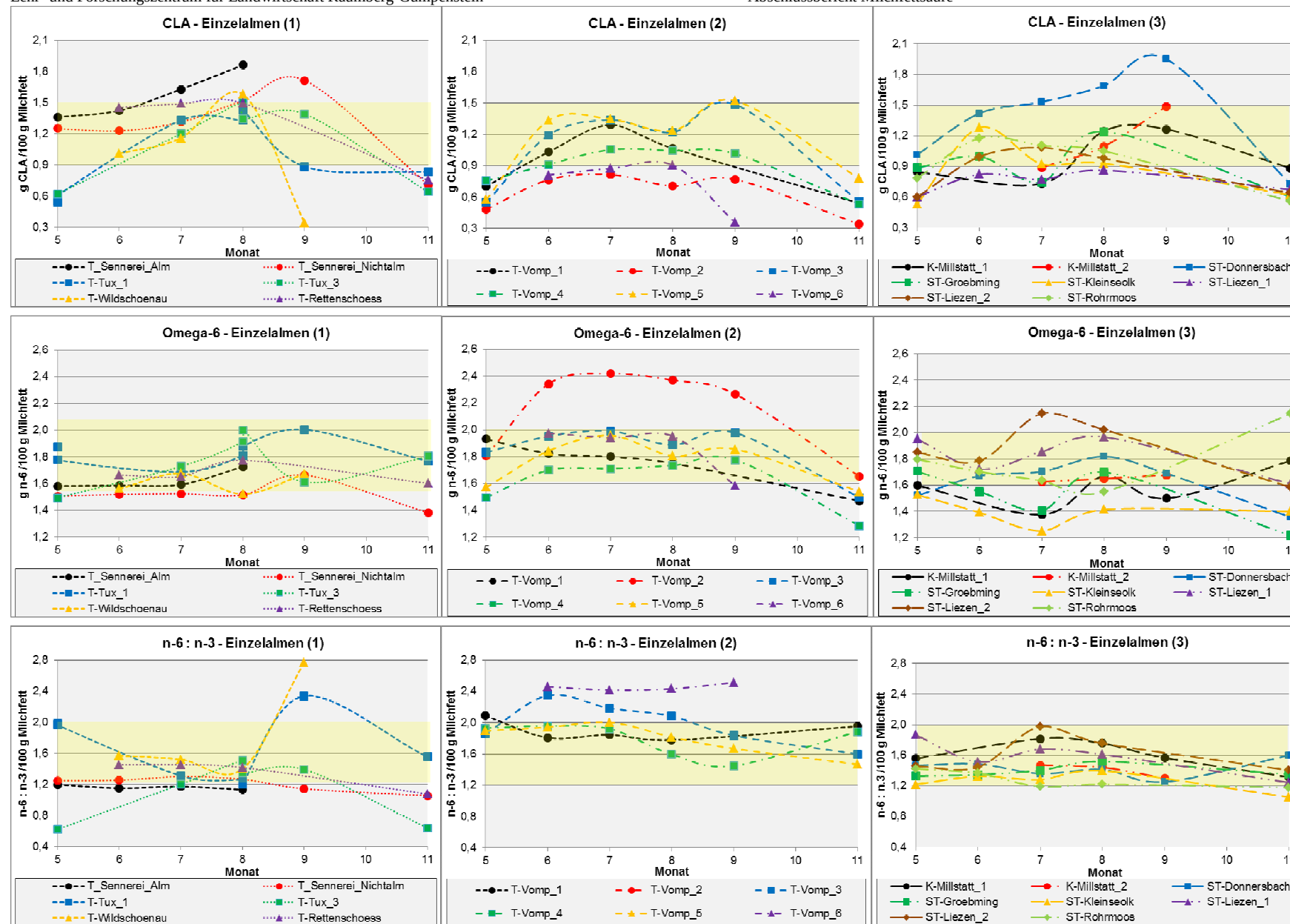


Abb. 3b: Fettsäuregehalte der Alm-Milch (Almperiode Juni - September)

Teil II: 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 Fettsäurebestimmung 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 Stall Grassilage ad libitum vorgelegt. In Tab. 5 sind aus Steinwider et al. (2011) entnommene durchschnittliche Energie- und Nährstoffgehalte der Weide und des Heus des Bio-Betriebs Moarhof festgehalten.

Tab. 5: 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
XA	g	107	91
NDF	g	421	524
ADF	g	254	308

Abb. 4 zeigt das Milch-Fettsäuremuster 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.

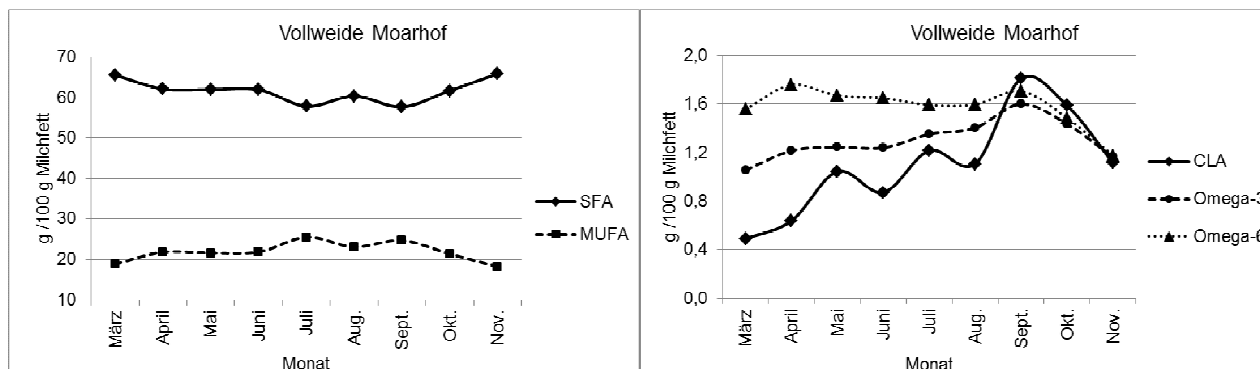


Abb. 4: Milch-Fettsäuremuster des Bio Vollweidebetriebs Moarhof im Jahresverlauf (Vollweideperiode Mai - Oktober)

In Abb. 5 werden die durchschnittlichen n-3 und CLA Gehalte der Einzeltierproben (siehe auch Abb. 4) der monatlich gezogenen Tankmilchprobe (Milch von rund 30 Einzeltieren) gegenübergestellt. Bei den n-3, sowie den SFA, MUFA und n-6 zeigten sich keine nennenswerten Unterschiede zwischen der Tankmilchprobe und dem Durchschnitt der 10 Einzeltierproben. Bei den CLA wurden Unterschiede von bis zu 15 % (0,2 g CLA) festgestellt.

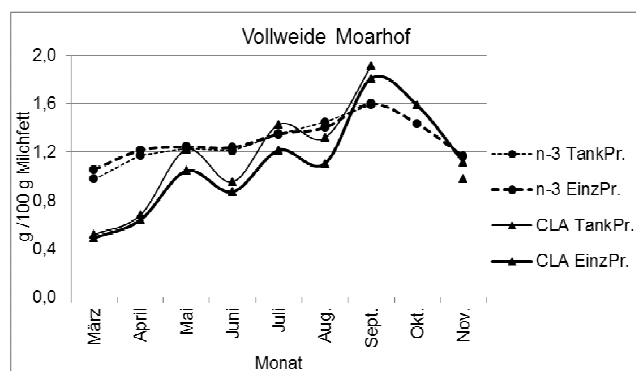


Abb. 5: Vergleich des Milch-Fettsäuremusters der Tankprobe (Tankpr.) mit dem Durchschnitt der Einzeltierproben (EinzPr.) des Bio-Vollweidebetriebs Moarhof im Jahresverlauf (Vollweideperiode Mai - Oktober)

Die Milch-Inhaltsstoffe sind nur zur Vollständigkeit in Abb. 6 angeführt, werden jedoch im Text nicht näher erläutert. Detaillierte Informationen zum Einfluss der Vollweidehaltung auf die Milch-Inhaltsstoffe sind Veröffentlichungen von Dr. Steinwider, Leiter des Bio Instituts Moarhof, zu entnehmen.

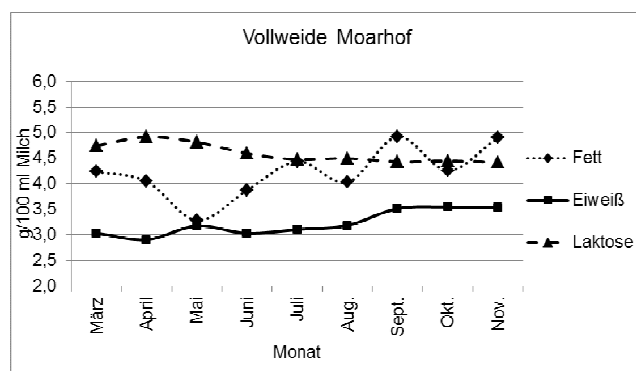


Abb. 6: Milch-Inhaltsstoffe des Bio-Vollweide-Betriebs Moarhof im Jahresverlauf (Vollweideperiode Mai - Oktober)

Teil III: 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 eindeutig drei Marken mit dem günstigsten bzw. ungünstigsten Fettsäuremuster (siehe letzten beiden Spalten in Tab. 6). 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).

Tab. 6: Durchschnittliche Fettsäuregehalte der österreichischen Trinkmilchmarken aus dem Supermarkt

in g /100 g Milchfett	Ø ²		Trinkmilchmarken ¹		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 Lsmens berechnet); ²Beprobungszeitraum März - November

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

Abb. 7 beschreibt die durchschnittlichen Fettsäuregehalte zwischen März und November. 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 Mai signifikant niedriger als in den anderen Monaten. Bei den n-6 zeigten sich im Juli und September die statistisch höchsten Gehalte.

Abb. 8 zeigt, dass es bei den SFA, MUFA und n-6 zwischen den drei Trinkmilchmarken mit dem günstigsten und ungünstigsten Fettsäuremuster keine nennenswerten Unterschiede (maximal 5 % Unterschied bei den SFA und maximal 10 % Differenz bei den MUFA und n-6). 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.

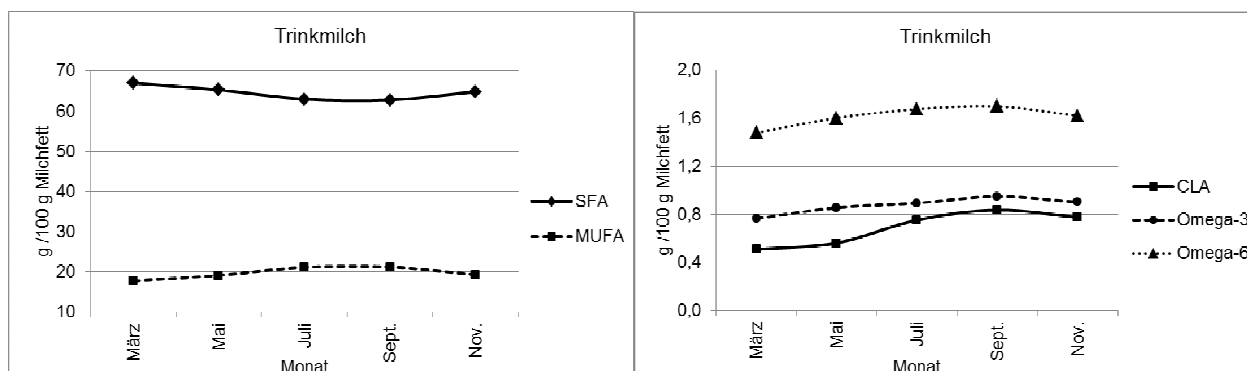


Abb. 7: Durchschnittliche Fettsäuregehalte der österreichischen Trinkmilchmarken im Jahresverlauf

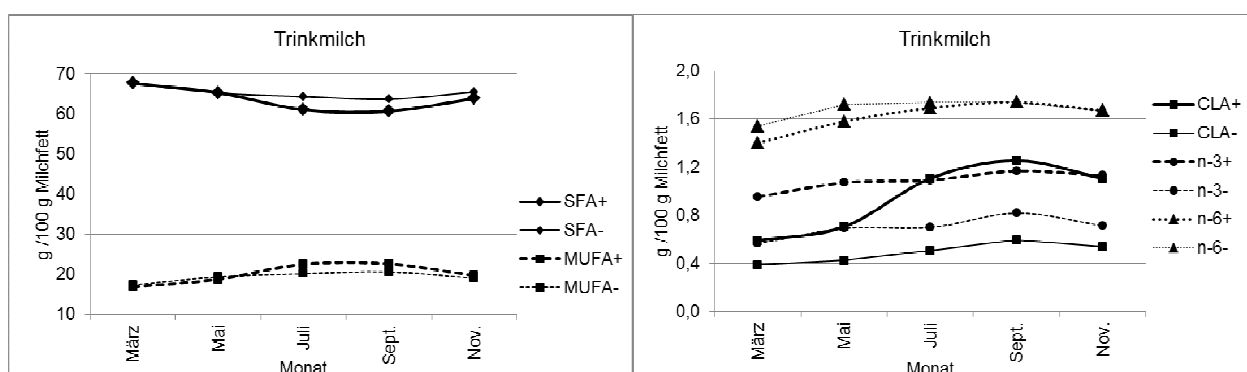


Abb. 8: Drei österreichische Trinkmilchmarken mit dem günstigsten (+) und ungünstigsten (-) Fettsäuremuster

Teil IV: 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 Tab. 7 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. Silage auf und 3,5 kg Kraftfutter TM; dies ergibt einen ungefähren Rationsanteil von 82 % Heu bzw. Silage und 18 % Kraftfutter.

Tab. 7: Durchschnittliche Nährstoffgehalte der Rationskomponenten

in g /kg TM		Konservierung				EKF1
		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
XA	g	91	81	86	96	24
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

Hinsichtlich des Fettsäuremusters zeigten sich kleine, aber dennoch statistisch signifikante Unterschiede bei den SFA, MUFA und n-3 (Tab. 8). Die SFA waren in der Variante Kaltbelüftungsheu mit 68 g/100 g Milchfett 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. Das Konservierungsverfahren hatte – bis auf die fettfreie Trockenmasse – keinen Einfluss auf die Milch-Inhaltsstoffe (Tab. 9).

Tab. 8: Einfluss des Konservierungsverfahrens auf das Milch-Fettsäuremuster

in g /100 g Milchfett	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

Tab. 9: Einfluss des Konservierungsverfahrens auf die Milch-Inhaltsstoffe

pro l Milch		Konservierung				SEM*
		Bodenheu	Entfeuchterheu	Kaltluftheu	Silage	
Fett	%	4,2	4,5	4,6	4,3	0,21
Eiweiß	%	3,4	3,4	3,4	3,3	0,05
Laktose	%	4,6	4,5	4,6	4,4	0,08
FFT ¹	%	8,8 ^a	8,8 ^a	8,9 ^a	8,6 ^b	0,04

¹Fettfreie Trockenmasse, *standard error of the mean

Dafne-Projekt 100344: Prüfung des Futterwertes aktueller Silomaisorten

Die durchschnittlichen Energie- und Nährstoffgehalte der drei Silomais-Reifegruppen (I (früh- bis mittelfrühreifend, RZ 230-260), II (mittelfrüh- bis mittelspätreifend, RZ 260-320) und III (mittelspät- bis sehr spätreifend, RZ > 320) sind in Tab. 10 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.

Tab. 10: 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
XA	g	40	40	40	89	20	71
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

Zwischen den Silomais-Reifegruppen zeigten sich keine Unterschiede im Fettsäuremuster. Einzige Ausnahme war das Verhältnis n-6 zu n-3 im Erntejahr 2010; hier unterschieden sich die drei Silomaisreifegruppen signifikant voneinander (Tab. 11). Der SEM war bei den SFA und MUFA im Jahr 2010 deutlich höher als im Jahr 2008. Auf die Milch-Inhaltsstoffe hatte die Silomais-Reifegruppe keinen Einfluss (Tab. 12).

Tab. 11: Einfluss der Silomais-Reifegruppe auf das Milch-Fettsäuremuster

in g /100 g MilCHFett	Erntejahr 2008				Erntejahr 2010			
	Silomais-Reifegruppe			SEM*	Silomaisreifegruppe			SEM*
	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

Tab. 12: Einfluss der Silomais-Reifegruppe auf die Milch-Inhaltsstoffe

pro l Milch		Erntejahr 2008				Erntejahr 2010			
		Silomais-Reifegruppe			SEM*	Silomais-Reifegruppe			SEM*
		I	II	III		I	II	III	
Fett	%	4,8	4,7	4,9	0,17	4,7	4,9	4,5	0,23
Eiweiß	%	3,3	3,4	3,4	0,02	3,2	3,3	3,3	0,07
Laktose	%	4,9	4,9	4,8	0,03	4,7	4,6	4,7	0,05
FFT ¹	%	-	-	-	-	8,7	8,8	8,8	0,02

¹Fettfreie Trockenmasse, *standard error of the mean

Diskussion

Zu Beginn des Diskussionskapitels werden die Projekt-Ergebnisse nochmals in zwei Abbildungen (Abb. 9 und 10) sowie Tab. 13 gegenübergestellt. In Abb. 9 ist die Rationszusammensetzung der Produktionssysteme dargestellt. Die erste Säule entspricht der Ration aus dem Dafne-Projekt 100344 „Silomaisorten“ und die zweite und dritte Säule 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 Stallfuttermittel waren bei 67 % der Betriebe Grünfutter, Heu und Kraftfutter und bei 34 % der Betriebe Grünfutter und Kraftfutter.

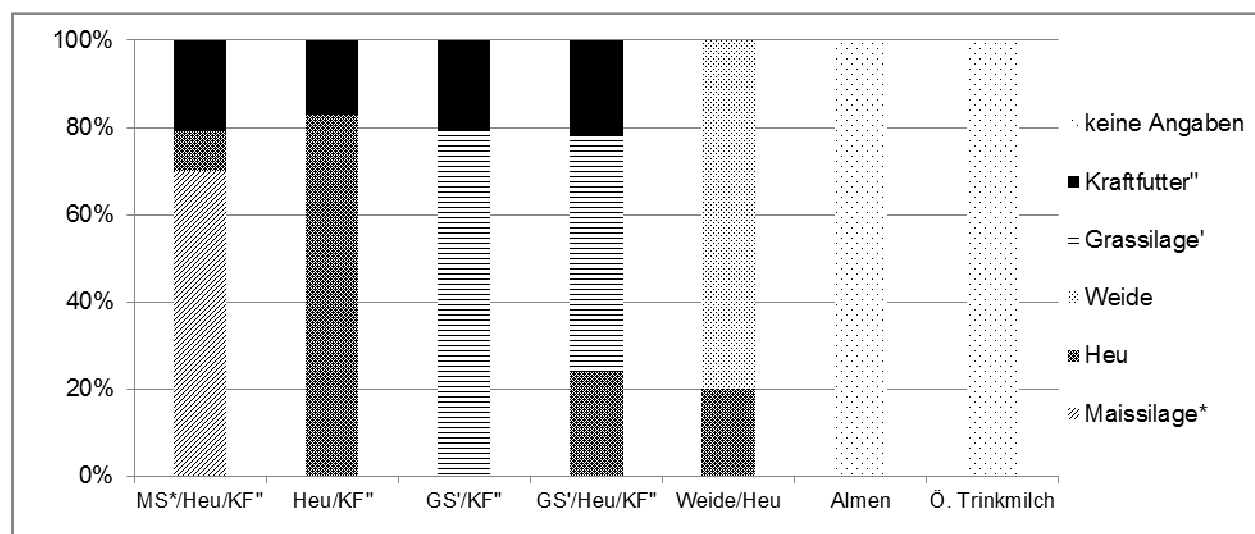


Abb. 9: Rationszusammensetzung in den Produktionssystemen

Tab. 13: Fettsäuremuster in den Produktionssystemen

Fettsäure ¹ g/100 g Milchsäure	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

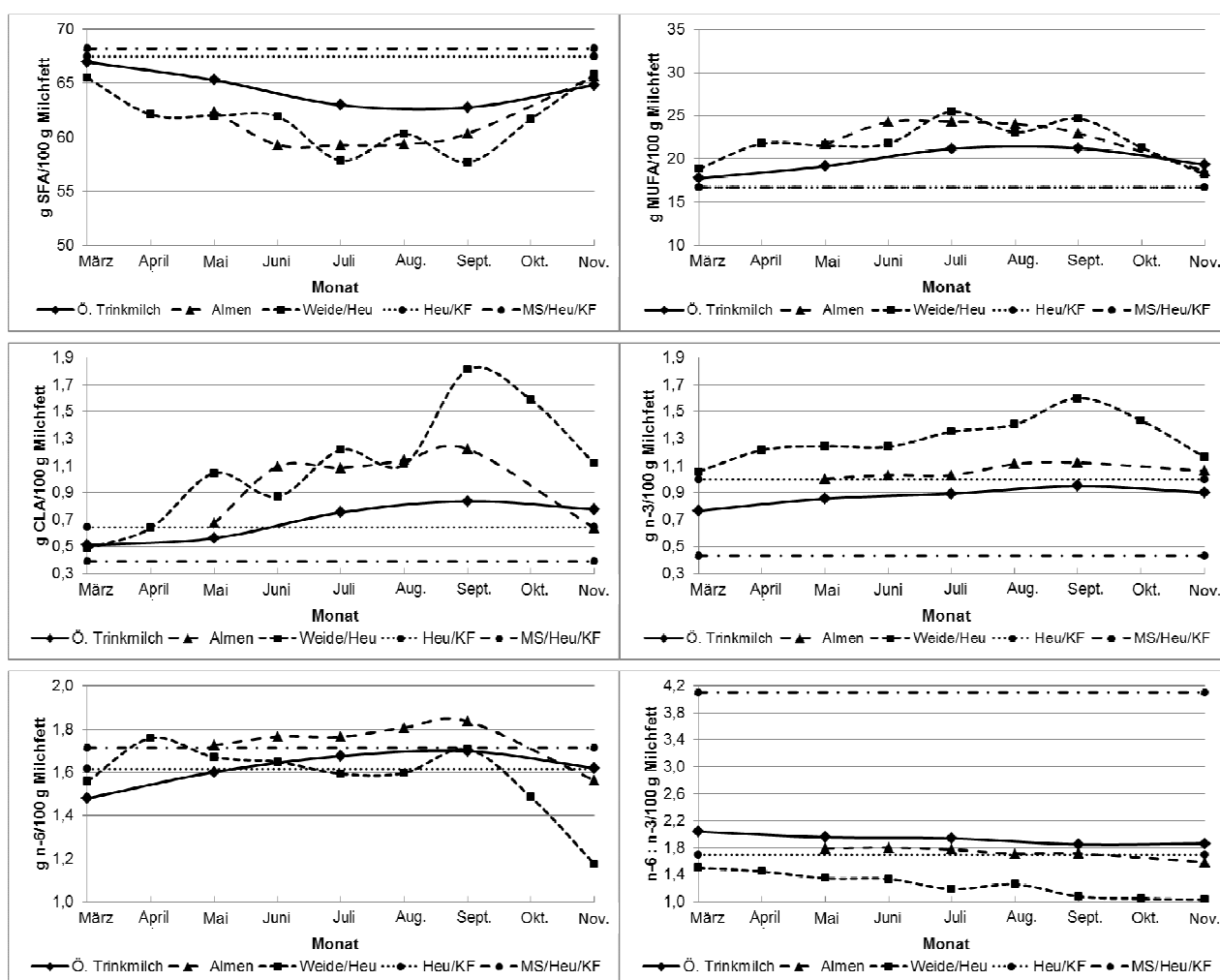


Abb. 10: Fettsäuremuster der Produktionssysteme im Jahresverlauf

Gesättigte (SFA) und einfach ungesättigte (MUFA) Fettsäuren

Die SFA Gehalte der Milch unterschieden sich zwischen den im vorliegenden Projekt untersuchten Produktionssystemen um maximal 19 % (57 g /100 g Milchfett bei Vollweidehaltung im September (Abb. 4, Tab. 16) vs. 69 g bei Maissilage/Heu/Kraftfutter-Ration (Tab. 11). Couvreur et al. (2006) fanden, dass die SFA der Milch bei 100 % Grünfütterung plus 3 kg Kraftfutter im Vergleich 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 (Tab. 8) und der Maissilage/Heu/Kraftfutter-Ration (Tab. 11) gefunden und die höchsten bei der Vollweidehaltung (26 g im Juli) (Abb. 4, Tab. 16). Die Unterschiede zwischen den untersuchten Produktionssystemen betrugen 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 Vegetationsperiode zeigten sich bei der Alm- und Vollweidehaltung im Sommer niedrigere SFA (58 vs. 66 g) und höhere MUFA (26 vs. 19 g) Gehalte als während der Winterfütterung im Stall (Abb. 1, Abb. 4, Tab. 15, Tab. 16). Dies deckt sich gut mit der Schweizer Studie von Bisig et al. (2008) sowie den Ergebnissen von Lock und Garnsworthy (2003) und Wyss et al. (2007b). Auch die in der vorliegenden Studie untersuchten österreichischen Trinkmilchmarken ließen den Trend von höheren SFA und niedrigeren MUFA Gehalten während der Sommermonate erkennen (Abb. 7, Tab. 17). Allerdings zeigten

sich bei den SFA und MUFA keine Unterschiede zwischen den drei Trinkmilchmarken mit dem günstigsten bzw. ungünstigsten Fettsäuremuster (Abb. 8). Im Durchschnitt enthielt österreichische Trinkmilch 65 g SFA und 20 g MUFA (Tab. 6).

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) (Abb. 4, Tab. 11, Tab. 16). 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 jahreszeitlicher Einfluss auf das Fettsäuremuster wurde in der vorliegenden Studie sowie in Studien von Jahreis et al. (1996), Lock und Garnsworthy (2003), Thorsdottir, 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 (Abb. 1, Abb. 4, Tab. 15, Tab. 16). So war im Vollweide-Haltungssystem der CLA Gehalt der Milch im März/April (Stallfütterung mit rund 20 % Kraftfutter) um rund 200 % niedriger als während der Vollweideperiode im September/Okttober (Abb. 4, Tab. 16). 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 (Abb. 4, Tab. 16), gefolgt von der Alm-Milch (Abb. 1, Tab. 4). 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 waren bei den CLA und n-3 während der Sommermonate (Juli/September) ein Trend zu höheren Gehalten feststellbar (Abb. 7, Tab. 17). Bei der CLA Gehalten war im Sommer der Unterschied zwischen den drei Trinkmilchmarken mit dem „günstigsten“ und „ungünstigsten“ Fettsäuremuster sehr stark ausgeprägt (1,2 g vs. 0,6 g) (Abb. 8).

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 (Abb. 7, Tab. 6, Tab. 8). 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 Jahr 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 Fettsäuremuster 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 Fettsäuremuster von Alm-Milch nicht durch die Höhenlage per se oder Hypoxie (Sauerstoffmangel), sondern durch die Futterration 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 Futterration (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 (Tab. 8). 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 Fettsäuremuster der Milch dürfte also größtenteils 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. Grasisilage) bestimmen werden (Morel et al. 2006, Dohme 2007, Wyss et al. 2007b).

Milch aus Maissilage-KF 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.

Omega-6 (n-6) Fettsäuren

Bei den n-6 zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Produktionssystemen (Abb.1, Abb. 4, Abb. 7, Tab. 8, Tab. 11). Die n-6 bewegten sich durchschnittlich zwischen 1,6 und 1,8 g/100 g Milchfett (Tab. 13). Auch Couvreur et al (2006) konnte 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 (Abb. 1, Abb. 4 Tab. 15, Tab. 16), jedoch auch bei der österreichischen Trinkmilch zu erkennen (Abb. 7, Abb. 8, Tab. 17).

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

Bedarfsberechnung Omega-3

Der Tagesbedarf an Omega-3 (n-3) Fettsäuren variiert nach Alter, Geschlecht und körperlicher Aktivität. Der n-3 Tagesbedarf eines Erwachsenen liegt laut DGE et al. (2008) bei durchschnittlich 1,3 g (Annahme: Mann mit Energierichtwert 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,...). Tab. 14 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.

Tab. 14: Tagesbedarf-Bedeckung an Omega-3 (n-3) Fettsäuren durch Milch aus unterschiedlicher Produktion

Produkt	Fett- gehalt	Tagesbedarfsdeckung in % (g n-3 /100 g Fett)				
		Vollweide	Almen	Österr. Trinkmilch Mai - Sept.		Maissilage/ Heu/KF
		Mai - Okt.	Mai - Sept.	3 besten	Ø	
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)

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 Omega-3 und 1,6 g Omega-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 Heubeifütterung), hat im Vergleich zu den anderen in der vorliegenden Studie untersuchten Produktionssystemen das günstigste Fettsäuremuster (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 Fettsäuremuster der Milch.
- Zwischen Milch, die aus Grassilage bzw. Heu (und Kraftfutter) produziert wird, zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede im Fettsäuremuster. Das Konservierungsverfahren per se (Weide, Heu, Grassilage) dürfte nicht primär das Fettsäuremuster 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 Fettsäuremuster (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.

Literaturverzeichnis

- Bergamo, P., E. Fedele, L. Iannibelle, G. Marzillo (2003). Fat-soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. *Food Chemistry* 82: 625-631.
- Bisig, W., P. Eberhard, M. Collomb, 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, L. Etter (2008). Saisonale Fettsäurezusammensetzung von Schweizer Bergmilch. *Agrarforschung* 15: 38-43.
- Butler, G., J.H. Nielsen, T. Slots, C. Seal, M.D. Eyre, R. Sanderson, C. Leifert (2008). Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 1431-1441.
- Couvreux, S., C. Hurtaud, C. Lopez, L. Delaby, J.L. Peyraud (2006). The Linear Relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties. *Journal of Dairy Science*. 89: 1956-1969.
- Chouinard, P.Y., L. Corneau, W.R. Butler, Y. Chilliard, J.K. Drackley, D.E. Bauman (2001). Effect of Dietary Lipid Source on Conjugated Linoleic Acid Concentrations in Milk Fat. *Journal of Dairy Science* 84: 680-690.
- Collomb, M., U. Bütikofer, R. Sieber, J.O. Bosset, B. Jeangros, (2001). Conjugated linoleic acid and trans fatty acid composition of cows' milk fat produced in lowlands and highlands. *Journal of Dairy Research* 68: 519-523.
- Croissant, A.E., S.P. Washburn, L.L. Dean, M.A. Drake (2007). Chemical properties and consumer perception of fluid milk from conventional and pasture-based production systems. *Journal of Dairy Science* 90: 4942-4953.
- Daley C.A., A. Abbott, P.S. Doyle, G.A. Nader, 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, N.D. Scollan (2006). Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Animal Feed Science and Technology* 131: 168-206.
- DGE, ÖGE, SGE, 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: W. Stoll, E. Frioud, 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, G. Ellen (2006). Modifying milk composition through forage. *Animal Feed Science and Technology* 131: 207-225.
- Ellis, K.A., G. Innocent, D. Grove-White, P. Cripps, G. McLean, C.V. Howard, M. Mihm (2006). Comparing the Fatty Acid Composition of Organic and Conventional Milk. *Journal of Dairy Science* 89: 1938-1950.
- Folch J., M. Lees, 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. Ferlay, Y. Chilliard (2008). Oilseed lipid supplements and fatty acid composition of cow

milk: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science* 91: 4687-4703.

Heck, J.M.L., H.J.F. van Valenberg, J. Dijkstra, A.C.M. van Hooijdonk (2009). Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *Journal of Dairy Science* 92: 4745-4755.

Herzallah, S.M., M.A. Humeid, K.M. Al-Ismael (2005). Effect of Heating and Processing Methods of Milk and Dairy Products on Conjugated Linoleic Acid and Trans Fatty Acid Isomer Content. *Journal of Dairy Science* 88: 1301-1310.

Jahreis, G., J. Fritsche, 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., W. Lamberson (2007). *Biostatistics for animal science*. CABI Publishing, Oxfordshire, UK, Cambridge, USA. !

Kelsey, J.A., B.A. Corl, R.J. Collier, D.E. Bauman (2003). The Effect of Breed, Parity, and Stage of Lactation on Conjugated Linoleic Acid (CLA) in Milk Fat from Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 86: 2588-2597.

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., P.C. Garnsworthy (2003). Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and [Delta]9-desaturase activity in dairy cows. *Livestock Production Science* 79: 47-59.

MacRae, J., L. O'Reilly, P. Morgan (2005). Desirable characteristics of animal products from a human health perspective. *Livestock Production Science* 94: 95-103.

Morel, I., U. Wyss, M. Collomb (2006). Grünfutter- oder Silagezusammensetzung und Milchinhaltsstoffe. *Agrarforschung* 13:228-233.

Morel, I., M. Collomb, A. van Dorland, R. Bruckmaier (2010). Einfluss eines Energiedefizits auf die Zusammensetzung der Milch. *Agrarforschung* 1: 66-73.

Murphy, J.J., M. Coakley, C. Stanton (2008). Supplementation of dairy cows with a fish oil containing supplement and sunflower oil to increase the CLA content of milk produced at pasture. *Livestock Science* 116: 332-337.

Rehberger, B., W. Bisig, U. Bütikofer, M. Collomb, P. Eberhard, S. Mallia, P. Piccinali, H. Schlichtherle-Cerny, U. Wyss (2008). Einfluss der Milchverarbeitung auf die konjugierten Linolsäuren. *Agrarforschung* 15: 300-355.

Samkova, E., M. Pesek, J. Spicka, T. Pelikanova, O. Hanus (2009). The effect of feeding diets markedly differing in the proportion of grass and maize silages on bovine milk fat composition. *Czech Journal of Animal Science* 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, L.D. Muller (2004). Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture: a review. *Livestock Production Science* 86: 1-18.

Stehle, P. (2007). Ernährungsphysiologischer Wert von Fettsäuren in der Humanernährung. In: Der besondere Wert graslandbasierter Milch (eds: W. Stoll, E. Frioud, M. Lobsiger), Tagungsband, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 8. November 2007, S. 57-65.

Steinwigger, A., W. Starz, L. Podstatzky, J. Gasteiner, R. Pfister, H. Rohrer, M. Gallnböck (2011). Einfluss des Abkalbezeitpunktes von Milchkühen auf Produktionsparameter bei Vollweidehaltung im Berggebiet. *Züchtungskunde* 83: 203-215.

Thorsdottir, I., J. Hill, A. Ramel (2004). Short Communication: Seasonal Variation in cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid content in milk fat from Nordic countries. *Journal of Dairy Science* 87: 2800-2802.

Vlaeminck, B., V. Fievez, A.R.J. Cabrita, A.J.M. Fonseca, R.J. Dewhurst (2006). Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: a review. *Animal Feed Science and Technology* 131: 389-417.

White, S.L., J.A. Bertrand, M.R. Wade, S.P. Washburn, J.T. Green Jr., T.C. Jenkins (2001). Comparison of

fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science* 84: 2295-2301.

Wyss, U., A. Mürger, M. Collomb (2007a): Verlauf des Fettsäurenusters in der Milch während der Weideperiode. In: Der besondere Wert graslandbasierter Milch (eds: W. Stoll, E. Frioud, M. Lobsiger), Tagungsband, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 8. November 2007, S. 111-113.

Wyss U., I. Morel, M. Collomb (2007b). Einfluss der Verfütterung von Grünfütter und dessen Konserven auf das Fettsäuremuster von Milch. In: 13. Alpenländisches Expertenforum - Milch und Fleisch vom alpenländischen Grünland. 29. März 2007, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, S. 15-20.

Anhang

Tab 15: Durchschnittliche Fettsäuregehalte der Alm-Milch im Jahresverlauf (Almperiode Juni - September) – Werte zu Abb. 1

g/100 g Milchfett	Monat						SEM*
	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Nov.	
SFA	62,4	59,3	59,3	59,4	60,3	65,6	0,73
MUFA	21,7	24,3	24,3	24,1	23,0	18,6	0,68
PUFA	3,4	3,9	3,9	4,1	4,2	3,3	0,16
CLA	0,67	1,09	1,08	1,14	1,22	0,64	0,08
Omega-3	1,00	1,03	1,03	1,11	1,12	1,06	1,12
Omega-6	1,73	1,76	1,76	1,81	1,84	1,56	1,84
n-6 : n-3	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,77

*standard error of the mean

Tab. 16: Milch-Fettsäuremuster des Bio Vollweidebetriebs Moarhof im Jahresverlauf (Vollweideperiode Mai - Oktober) – Werte zu Abb. 4

g/100 g Milchfett	Monat									SEM*
	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	
SFA	65,5	62,1	62,0	61,9	57,8	60,3	57,7	61,7	65,9	1,41
MUFA	18,8	21,8	21,5	21,8	25,5	23,1	24,7	21,3	18,2	1,28
PUFA	3,1	3,6	4,0	3,8	4,2	4,1	5,1	4,5	3,4	0,21
CLA	0,49	0,64	1,04	0,87	1,22	1,11	1,81	1,59	1,12	0,14
Omega-3	1,05	1,22	1,24	1,24	1,35	1,40	1,60	1,43	1,16	0,10
Omega-6	1,56	1,76	1,67	1,65	1,59	1,60	1,71	1,48	1,18	0,07
n-6 : n-3	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,3	1,1	1,0	1,0	0,11

*standard error of the mean

Tab. 17: Durchschnittliche Fettsäuregehalte der österreichischen Trinkmilchmarken im Jahresverlauf – Werte zu Abb. 7

g/100 g Milchfett	Monat					SEM*
	März	Mai	Juli	Sept.	Nov.	
SFA	67,0	65,3	63,0	62,8	64,9	0,28
MUFA	17,7	19,2	21,2	21,2	19,3	0,24
PUFA	2,8	3,0	3,3	3,5	3,3	0,05
CLA	0,51	0,56	0,75	0,84	0,78	0,03
Omega-3	0,77	0,86	0,89	0,95	0,90	0,02
Omega-6	1,48	1,60	1,68	1,70	1,62	0,02
n-6 : n-3	2,0	2,0	1,9	1,8	1,9	0,05

*standard error of the mean