



# Untersuchung von Molkereimilchprodukten aus Deutschland auf gesundheitlich bedeutsame Fettsäuren (Omega 3, Omega 6, CLA) unter Berücksichtigung des eingesetzten Maisfutters

Verfasser:

Dipl. Ing. agr. Maria Ehrlich

Universität Kassel

Fachbereich 11 – Ökologische Agrarwissenschaften/FG Landnutzung  
Nordbahnhofstraße 1a

37214 Witzenhausen

Juni 2006

mit finanzieller Unterstützung durch Greenpeace Deutschland e.V.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Literatur</b> .....	<b>3</b>
2.1 Kohlenstoffisotopenanalyse.....	3
2.2 Omega-3-Fettsäuren und das Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren.....	4
2.3 CLA.....	4
<b>3 Material &amp; Methoden</b> .....	<b>5</b>
<b>4 Ergebnisse</b> .....	<b>8</b>
4.1 Ergebnisse Kohlenstoffisotopen.....	8
4.2 Ergebnisse Omega-3-Fettsäuren.....	9
4.3 Ergebnisse Omega-6 zu Omega-3 Verhältnis.....	12
4.4 Ergebnisse CLA.....	13
4.5 Ergebnisse Einzelmilchprobenschwankungen.....	15
4.6 Werbung versus Gehalt an gesundheitlich wertvollen Fettsäuren bzw. Maisanteil.....	16
<b>5 Fazit</b> .....	<b>18</b>
<b>6 Literaturverzeichnis</b> .....	<b>19</b>

## 1 Einleitung

In der heutigen Zeit bestimmt die Herkunft und Authentizität von Lebensmitteln immer mehr auch ihren Preis und ihre Qualität. Schaut man sich Verpackungen von Milchprodukten an oder die Internetseiten diverser Molkereien, so wird einem der Eindruck vermittelt ein Naturprodukt zu kaufen, das von Kühen stammt, die ihr Leben auf saftigen schier endlosen Weiden verbringen und ihre Milch aus nichts als Gras produzieren. Die Werbeslogans lauten dazu: „Milch von glücklichen Kühen“, „Saftige grüne Wiesen, frische Luft und gutes Wasser (...) alles was gute Milch braucht“, „Saftiges Wiesengrün und frisches Wasser - etwas anderes kommt der Kuh im Sommer nicht in den Futtertrog!“, „Produkte aus hochwertiger Alpenmilch“, „Landmilch - frisch von ausgesuchten Bauernhöfen“, „aus kontrollierter umweltschonender Gründlandbewirtschaftung“ etc.

Gerade mit den Bezeichnungen „Alpenmilch“ und „Bergmilch“ verknüpft der Verbraucher in Deutschland auch den Bezug zu einer bestimmten regionalen Herkunft.

Doch was ist dran an den Worten der Werbung, den Bildern und den Bezeichnungen?

Stammt eine „Alpenmilch“ wirklich aus den Alpen, eine „Bergmilch“ aus den Bergen? Stammen diese so deklarierten Produkte vor allem von Kühen, die mit frischem Weidefutter bzw. dem entsprechenden Winterfutter Heu und Grassilage gefüttert worden sind?

Und sind die wertgebenden gesundheitsfördernden Inhaltsstoffe bei diesen Markenprodukten besonders hoch? Wie schaut es bei vergleichbaren ökologisch erzeugten Milchprodukten aus? Hat eine Ökomilch einen höheren Anteil gesundheitlich wertvoller Fettsäuren/Inhaltsstoffe als konventionelle Milch? Wird in der Ökolandwirtschaft weniger Mais und Kraftfutter eingesetzt als in der konventionellen Landwirtschaft?

Um diesen Fragen nachzugehen, sind Trinkmilchproben verschiedener Molkereien in ganz Deutschland (mit und ohne besondere Bezeichnung, ökologischer und konventioneller Herkunft) zum Ende des Winters (Ende Februar bis Ende März) in normalen Einkaufsstätten in ganz Deutschland eingekauft und auf verschiedene Inhaltsstoffe untersucht worden. Einerseits wurde mit Hilfe der Kohlenstoffisotopenbestimmung der Milch der Anteil des verfütterten Maises am Gesamtfutter festgestellt. Andererseits wurden die Milchprodukte auf ihre Fettsäurezusammensetzung untersucht, wobei besonderes Augenmerk den Omega-3-Fettsäuren und dem Gehalt an Konjugierter Linolsäure (CLA) galt, da diese als gesundheitlich besonders wertvolle Fettsäuren gelten.

## 2 Literatur

Im Folgenden soll der Hintergrund der untersuchten Parameter kurz dargestellt werden.

### 2.1 Kohlenstoffisotopenanalyse

Die klassische Lebensmittelanalytik kann den Anforderungen der Authentizitätsprüfung von Lebensmitteln mit beispielsweise geschützter geographischer Herkunft oftmals nicht mehr gerecht werden (PILONELL ET AL. 2003, SCHMIDT ET AL. 2005), weshalb die Stabile Isotopenanalytik in jüngster Zeit an Bedeutung gewinnt. Jedes Lebensmittel besitzt in Abhängigkeit vom Ursprung und Herstellungsprozess eine charakteristische Isotopensignatur (HABERHAUER ET AL. 2002). Bei Kohlenstoff ist seit einigen Jahren bekannt, dass bei der Aufnahme von CO<sub>2</sub> durch die Pflanze und der anschließenden Photosynthese das schwere Isotop <sup>13</sup>C im Vergleich zum leichteren <sup>12</sup>C „diskriminiert“ wird. Diese Diskriminierung ist bei C3 und C4 Pflanzen unterschiedlich stark: Im Gewebe von C3 Pflanzen findet man verhältnismäßig weniger <sup>13</sup>C, als es von Natur aus in der Luft vorkommt. C4 Pflanzen diskriminieren weniger stark, d. h. in ihren Geweben findet man verhältnismäßig mehr <sup>13</sup>C als in C3 Pflanzen (HABERHAUER ET AL. 2002, PILONELL ET AL. 2003). Die Kohlenstoffsignatur der Milch wird also stark vom Maisanteil (C4-Pflanze) in der Fütterung beeinflusst und zeigt an, ob die Rinderfütterung wesentlich acker- oder grünlandbasiert ist (HABERHAUER ET AL. 2002, SCHWERTL ET AL. 2005).

SCHWERTL ET AL. (2005) analysierten die Isotopensignatur in Schwanzhaaren von 13 Betrieben in Bayern (von je 3-5 Tieren) und stellten folgenden Zusammenhang zwischen der <sup>13</sup>C Signatur in Rinderhaaren (y) und dem Maisanteil in der Ration (x) fest:  $y = 0,152 x - 25,7$  ( $r^2=0,96$ ). KÖHLER ET AL. (2005) untersuchten Milchproben von 16 Betrieben in Bayern (n = 16), erfragten die Rationskomponenten und -mengen und fanden folgenden Zusammenhang zwischen der <sup>13</sup>C Signatur in Milch (y) und dem Maisanteil in der Ration (x):  $y = 0,199 x - 29,0$  ( $r^2 = 0,9$ ). WINKELMANN (2006) analysierte die Isotopensignatur der Milch von 26 bayrischen Betrieben mit definierter Fütterung (n = 600) und ermittelten die Regressionsgerade:  $y = 0,1746 x - 29,99$ .

## **2.2 Omega-3-Fettsäuren und das Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren**

Omega-3-Fettsäuren sind eine Gruppe von mehrfach ungesättigten, für den Menschen essentielle, Fettsäuren. Diese Gruppe heißen Omega-,3“-Fettsäuren, weil sie die erste Doppelbindung am 3. C-Atom (vom apolaren Kettenende her gezählt, also von der Methylgruppe) aufweisen (U.A. PFEUFFER 1997, STEHLE 2006).

Die wichtigsten Omega-3-Fettsäuren sind die alpha-Linolensäure (n-3 C18:3), die Eicosapentaensäure (EPA n-3 C20:5) und die Docosahexaensäure (DHA n-3 C22:6). Zu den wichtigsten Omega-6-Fettsäuren zählen Linolsäure (n-6 C18:2) und Arachidonsäure (n-6 C20:4), wobei Linolsäure im menschlichen Körper und im tierischen Organismus, aber nicht in Pflanzen, in Arachidonsäure umgewandelt werden kann. Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren konkurrieren im menschlichen Körper um bestimmte Enzymsysteme und übernehmen unterschiedliche Funktionen, die für die Wirkung bei bestimmten Krankheitsbildern von Bedeutung sind (U.A. PFEUFFER 1997, FUHRMANN 2003, STEHLE 2006).

Gemäß den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE 2000) sollte das empfohlene Verhältnis von Omega-6- zu Omega -3-Fettsäuren weniger als 5:1 betragen. STEHLE (2006) gibt ein derzeitiges Verhältnis von 7,5:1 für Deutschland an. Während Grönländer mit ihrem hohen Verzehr an fettreichen Kaltwasserfischen sogar ein Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren von 1:1 bis 4:1 realisieren, bewegt sich das Verhältnis in den meisten westlichen Industrieländern laut UFOP (2006) zwischen 20:1 und 30:1. Das Problem ist, dass die üblicherweise häufig verzehrten Nahrungsmittel zu wenige Omega-3-Fettsäuren liefern (KOGLER 2005).

Eine Vielzahl von Untersuchungen weltweit ergaben zahlreiche Hinweise auf sehr unterschiedliche günstige Effekte von Omega-3-Fettsäuren im menschlichen Körper (u.a. HILDEBRANDT 2006, KOGLER 2005):

- Senkung der Serumtriglyceridwerte (Neutralblutfettwerte)
- Entzündungshemmende Wirkung bei chronisch-entzündlichen Erkrankungen
- Stabilisierung von arteriosklerotische veränderten Gefäßwänden
- Hemmung der Thrombozytenaggregation (Verminderung der Verklumpung von Blutplättchen in den Blutgefäßen)
- Mögliche Beeinflussbarkeit von verschiedenen neurologischen und psychischen Erkrankungen
- Unterstützung bei Fettstoffwechselstörungen des Diabetikers
- Verbesserung einiger Symptome bei rheumatoider Arthritis
- Verbesserung bei Hauterkrankungen wie Neurodermitis, Psoriasis, wenn ein Omega-3- und Linolensäure-Mangel vorliegt

## **2.3 CLA**

CLA (conjugated linoleic acid) steht als Sammelbegriff für alle Isomeren der Octadecadiensäure (C18:2), die nicht isolierte, sondern konjugierte (d.h. benachbarte) Doppelbindungen an den Positionen 9, 11 bzw. 10, 12 besitzen (U.A. WAGNER 2006, SCHUBERT UND JAHREIS 2005). Das cis9trans11 Isomer ist das wichtigste Isomer der CLA und macht 80-

90 % der CLA aus (BAUMANN ET AL. 1999). Aus diesem Grund wird das c9t11 Isomer in dieser Arbeit bevorzugt ausgewertet.

CLA können entweder *cis*- oder *trans*-konfiguriert sein und stellen somit eine besondere Gruppe der *trans*-Fettsäuren dar. Während *trans*-Fettsäuren in vielen Fällen negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben, werden den CLA positive Effekte auf den Stoffwechsel zugeschrieben.

Produkte von Wiederkäuern bzw. Produkte, die Zutaten von Wiederkäuern (Fleisch, Milch bzw. deren Fette) enthalten, sind die Hauptquelle für CLA in der menschlichen Ernährung (JAHREIS 1997, WAGNER 2006). Von Nichtwiederkäuern gewonnene Lebensmittel enthalten keine oder nur geringe Anteile an CLA. Hinsichtlich der festgestellten Wirkungen von CLA muss zwischen Zellkultur-, Tier- und Humanstudien unterschieden werden. Während aus den ersten beiden genannten Systemen viel versprechende Ergebnisse abgeleitet werden konnten, sind die Untersuchungen im Humanbereich begrenzt und widersprüchlich. Eine Zusammenstellung allgemeiner gesundheitlicher Wirkungen von CLA gibt Abb. 1.

Jahr	Physiologische Wirkung
1987	Antikarzinogene Eigenschaften (HA et al. 1987)
1993	Immunmodulierende Eigenschaften (COOK et al. 1993)
1994	Antiatherogene Eigenschaften (LEE et al. 1994)
1995	Anabole Eigenschaften (PARK et al. 1995)
1997	Modulation der Knochenmasse (SEIFERT U. WATKINS 1997)
1998	Antidiabetogene Eigenschaften (HOUSEKNECHT et al. 1998)
1999	Antithrombotische Eigenschaften (TRUITT et al. 1999)

Abb. 1: Entdeckungsgeschichte der CLA-Eigenschaften (KRAFT 2003)

### 3 Material & Methoden

Die Untersuchung fand an Hand von regionalen Molkereipaaaren (ökologisch/konventionell) statt. Es wurde im Februar und März 2006 „Frische Vollmilch“ (pasteurisiert, teilweise homogenisiert) in Supermärkten und Läden von insgesamt 15 Molkereien aus ganz Deutschland gekauft, in 3ml-Proberöhrchen abgefüllt und eingefroren. Es handelte sich um 6 Proben ökologische Trinkmilch und 9 Proben konventioneller Milch

Tab. 1: Übersicht über die untersuchte Molkereimilch

Ö/K	Molkerei	Nr.	Verkaufsbezeichnung	MHD	besondere Werbung
Ö	Milchwerke Berchtesgadener Land Chiemgau in Piding	D-BY 110	FrISChe Alpenvollmilch (Demeter)	13.3. + 16.3. + 20.3.	Alpenmilch
K	Milchwerke Berchtesgadener Land Chiemgau in Piding	BY 110	FrISChe Bergbauernmilch	25.2. + 26.2. + 27.2. + 28.2	Herkunftsgarantie. Milch stammt ausschließlich aus den oberbayrischen Bergen (staatlich anerkannte Bergbauernhöfe aus der Alpenregion)
K	Allgäuland-Käsereien GmbH in Sonthofen/Oberallgäu	BY 707	Bergbauern Vollmilch	21.2. + 22.2. + 24.2. + 25.2.	von Bergbauern nach EU-Richtlinie (über 800 m NN, Sommer Weidegang, 12-15 Kühe etc)
K	Allgäuer Alpenmilch GmbH in Mühldorf	BY 150	Bärenmarke-AlpenfrISChe Vollmilch	28.3. + 29.3. + 30.3. + 31.3.	Alpenmilch
Ö	Allgäuland-Käsereien GmbH in Wangen	BW 020	Haltbare Milch "Von hier"-Feneberg	2.6. + 8.6. + 12.6. + 17.6.	
K	Staatliche Molkerei Weihestephan GmbH & Co KG Weihestephan	D-BY 103	FrISChe Alpenmilch	19.3. + 25.3. + 27.3. + 29.3.	Klare Luft, wunderbare Natur und herrliche FrISChe kennzeichnen die Region der Alpen und des Alpenvorlandes, aus der wir frisch unsere gute Milch bekommen.
Ö	Breisgaumilch GmbH in Freiburg	D-BW 376	Die Fallers-FrISChe Bio-milch	22.2. + 23.2. + 25.2. + 27.2.	
K	Breisgaumilch GmbH in Freiburg	D-BW 376	Schwarzwälder Landmilch - frisch von ausgesuchten Bauernhöfen	13.2.+ 15.2. + 16.2. + 17.2.	Aus kontrollierter umweltschonender Grünlandbewirtschaftung des Hochschwarzwaldes
Ö	Upländer Bauernmolke-rei GmbH in Willingen-Usseln	D-HE 005	FrISChe Vollmilch	14./15./16 ./19.3.	
K	Landliebe Molkereiprodukte GmbH, Campina Heilbronn	D-NW 401	Landliebe FrISChe Landmilch	16./18./ 19./20.3.	Auf den Landliebe Bauernhöfen stehen die Gesundheit und das Wohlergehen des Milchtieres im Vordergrund. Dies wird durch artgerechte Tierhaltung gesichert. (Landliebe Qualitätsgarantie)
Ö	Hamfelder Hof, Abfüller: Meierei Trittau eG		Vollmilch	7.3. + 8.3. + 9.3. + 11.3.	

K	Hansa Milch AG in Uphal	D-MV 006	Hansano - Die maxi- frische Voll- milch	25.2. + 26.2. + 28.2. + 29.2.
Ö	Gläserne Meierei GmbH in Uphal	D-MV 006	FrISChe Bio- Vollmilch	3.3. + 5.3. + 6.3. + 8.3.
K	MBP Milchprodukte GmbH Werk Elsterwerda (Campina)	D-BB 007	Milsani FrISChe Voll- milch	15.3. + 16.3. + 20.3.+ 21.3.
K	Molkerei Wernigerode GmbH in Silstedt	D-ST 217	FrISChe Voll- milch	12.3. + 16.3. + 17.3.+ 18.3.

Insgesamt wurden 18 Proben untersucht. Bei der Milch einer Molkerei wurden vier aufeinander folgende Haltbarkeitsdaten einer konventionellen Milch einzeln gemessen, um der Frage nachzugehen, wie groß die Schwankungen innerhalb der gleichen Milchmarke sein können.

Bei allen anderen Proben wurden ebenfalls vier aufeinander folgende Haltbarkeitsdaten gekauft, diese jedoch vermischt und als eine Sammelprobe abgefüllt und getestet. Es sollte Milch mit verschiedenen Haltbarkeitsdaten gemischt werden, um nicht nur eine Zufallsprobe zu erhalten, sondern eine Mischmilch aus verschiedenen Sammeltouren der Molkereien.

Besonderes Augenmerk bei der Auswahl der Molkereien wurde auf Molkereiprodukte gesetzt, die als Weide/Alpenprodukte vermarktet werden oder mit anderen Imagequalitäten (z.B. Bergbauern, Landmilch) werben.

Diese Proben wurden einerseits auf ihr Fettsäuremuster und andererseits auf ihre Isotopensignatur hin untersucht.

Für die Bestimmung des Fettsäuremusters wurden folgende Methoden angewandt:

- Fettextraktion nach HALLERMAYER (1976)
- Veresterung der Fettextrakte mit TMSH (DGF-EINHEITSMETHODE 2000)
- Gaschromatographische Bestimmung (GC 6890 von Hewlett Packard)
- Auswertung der Datenläufe über die Software Chromeleon
- Umrechnung der Daten auf geläufige Einheit mg/g Fettsäuren nach DGF-EINHEITSMETHODE (2000)
- Auswertung mittels SPSS und Excel

Für die Bestimmung der Isotopensignatur wurden folgende Arbeitsschritte unternommen:

- Auftauen, Homogenisieren der gebildeten Phasen
- je 10 µl in Zinn Cups (4x6 mm Standardkappen) einwiegen
- 3 h im Trockenschrank trocknen bei 30° C
- Cups mit Trockensubstanz knüllen

- Analyse mittels ‚Continuous-Flow‘ Isotopenverhältnis Massenspektrometer (IsoPrime, GV Instruments, Manchester, Großbritannien)
- Angabe der Ergebnisse in Promille ( $\delta^{13}\text{C} = [(R_{\text{Probe}} / R_{\text{Standard}}) - 1] * 1000$  wobei  $R = {}^{13}\text{C} / {}^{12}\text{C}$  in der Probe oder im Standard (PDB und AIR))
- Auswertung mit Excel

## 4 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die wichtigsten Ergebnisse kurz beschrieben und dargestellt. Der Probenumfang ( $n = 18$ ) und die Saisonalität der Probenziehung lassen nur Schlüsse für die Milchqualität einer Auswahl von Molkereien im Winterhalbjahr zu. Durch einen größeren Probenumfang sowie eine Wiederholung der Untersuchung im Sommer während der Sommerfütterperiode könnten die vorliegenden Ergebnisse sinnvoll ergänzt werden, um zu einem Gesamtbild der Milcherzeugungsqualität in Deutschland zu kommen.

### 4.1 Ergebnisse Kohlenstoffisotopen

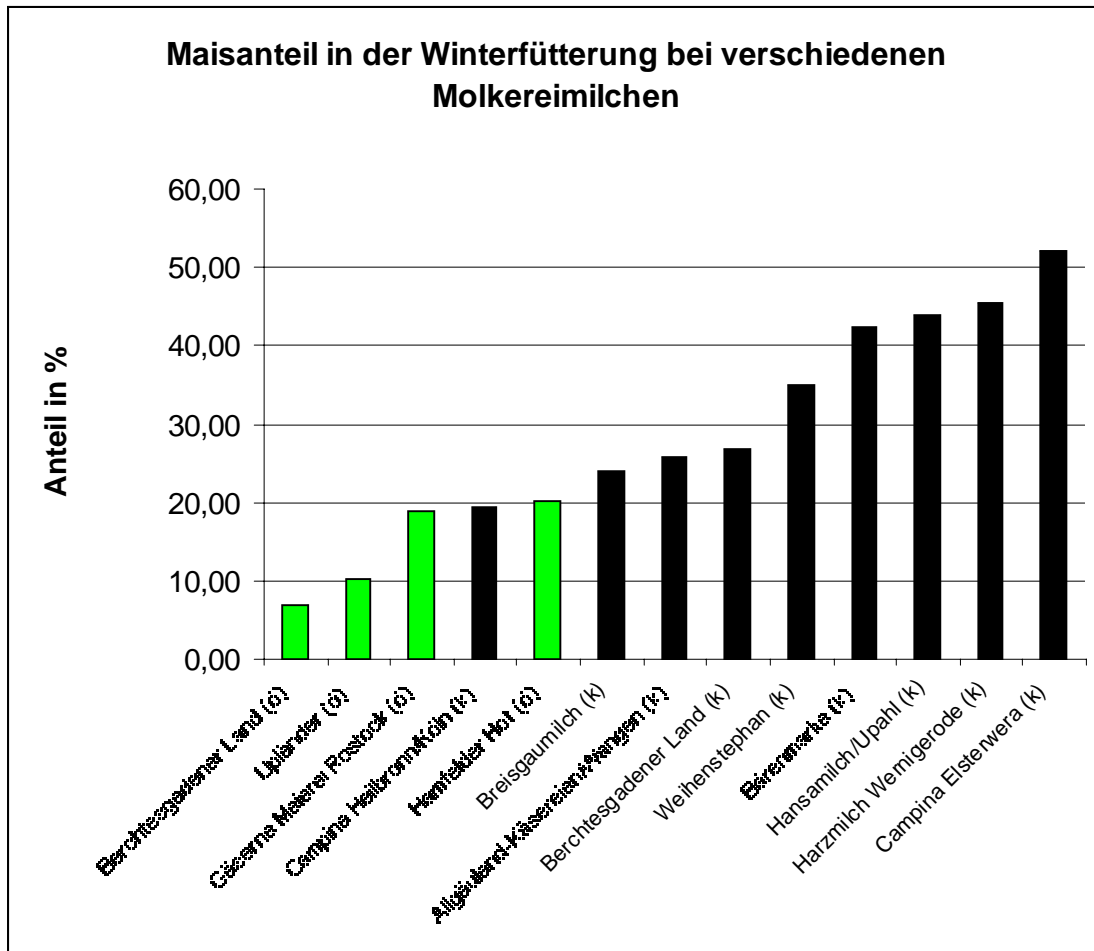
Für zwei Molkereimilchen (Allgäuland ökologisch und Breisgaumilch ökologisch) liegen keine Ergebnisse aufgrund fehlerhafter Probenvorbereitung vor. Die  $\delta^{13}\text{C}$  Werte der untersuchten Trinkmilch lagen zwischen  $-27,95$  und  $-21,08$  ‰.

Die Berechnung des Maisanteils auf Basis der Beziehung  $y = 0,152x - 29,0$  (KÖHLER ET AL. 2005) ergab geschätzte durchschnittliche Maisanteile von 7 bis 52 %.<sup>1</sup>

Den niedrigsten Maisanteil in der Winterfütterung weist in Übereinstimmung mit der Untersuchung von Molkereimilchen durch Köhler et al. (2005) die „Frische Alpenvollmilch“ (Demeter) der Molkerei Berchtesgadener Land mit nur rund 7% Maisanteil im Futter der Tiere auf. Auch bei der Erzeugung der ökologischen Milch der Upländer Bauernmolkerei und Gläsernen Meierei in Rostock sowie der konventionellen Milch von Campina am Standort Köln lag der Maisanteil in der Fütterung unter 20%. In den jeweiligen Erfassungsbetrieben dieser Molkereien scheint der Maisanbau nur eine untergeordnete Rolle zu spielen. Der höchste Maisanteil wurde bei Milchprodukten aus den neuen Bundesländern gemessen. Dort lagen die Maisanteile deutlich über 40%. Überraschend hoch waren auch die Maisanteile bei den bekannten süddeutschen Marken Bärenmarke sowie Allgäuer Alpenmilch (Weihenstephan), wo Mais mehr als ein Drittel des Winterfutters im Schnitt ausmacht. (Abb. 2). Weniger überraschend ist, dass im Schnitt bei der Milcherzeugung nach ökologischen Gesichtspunkten durchschnittlich deutlich wesentlich weniger Mais in der Fütterung eingesetzt wird als in der konventionellen Erzeugung.

<sup>1</sup> Verwendet man die Beziehung  $y=0,1746x-29,99$  (WINKELMANN 2006), liegen die Maisanteile zwischen 12 und 52 %. Verwendet man die Regressionsgerade von SCHWERTL ET AL. (2005) ( $y = 0,152x - 25,7$ ), so haben die berechneten Maisanteile eine noch größere Spanne und schwanken zwischen 0 bis 64 %.

Abb. 2: Errechnete Maisanteile in der Trinkmilch; berechnet über drei verschiedene in der Literatur angegebene Regressionsgeraden, geordnet nach den Anteilen (k = konventionell, ö = ökologisch)



#### 4.2 Ergebnisse Omega-3-Fettsäuren

Der Anteil der Omega-3-Fettsäuren differierte in den eingesammelten Milchen je nach Molkerei sehr stark. Die höchsten Wert wurden mit 12,06 mg/g Fett bei der Ökomilch der Molkerei Berchtesgadener Land gefunden, der niedrigste Wert mit 5,86 mg/g Fett war in der Milch der Molkerei Allgäuer Alpenmilch (Bärenmarke – Alpenfrische Vollmilch, ) auf (Abb. 3).

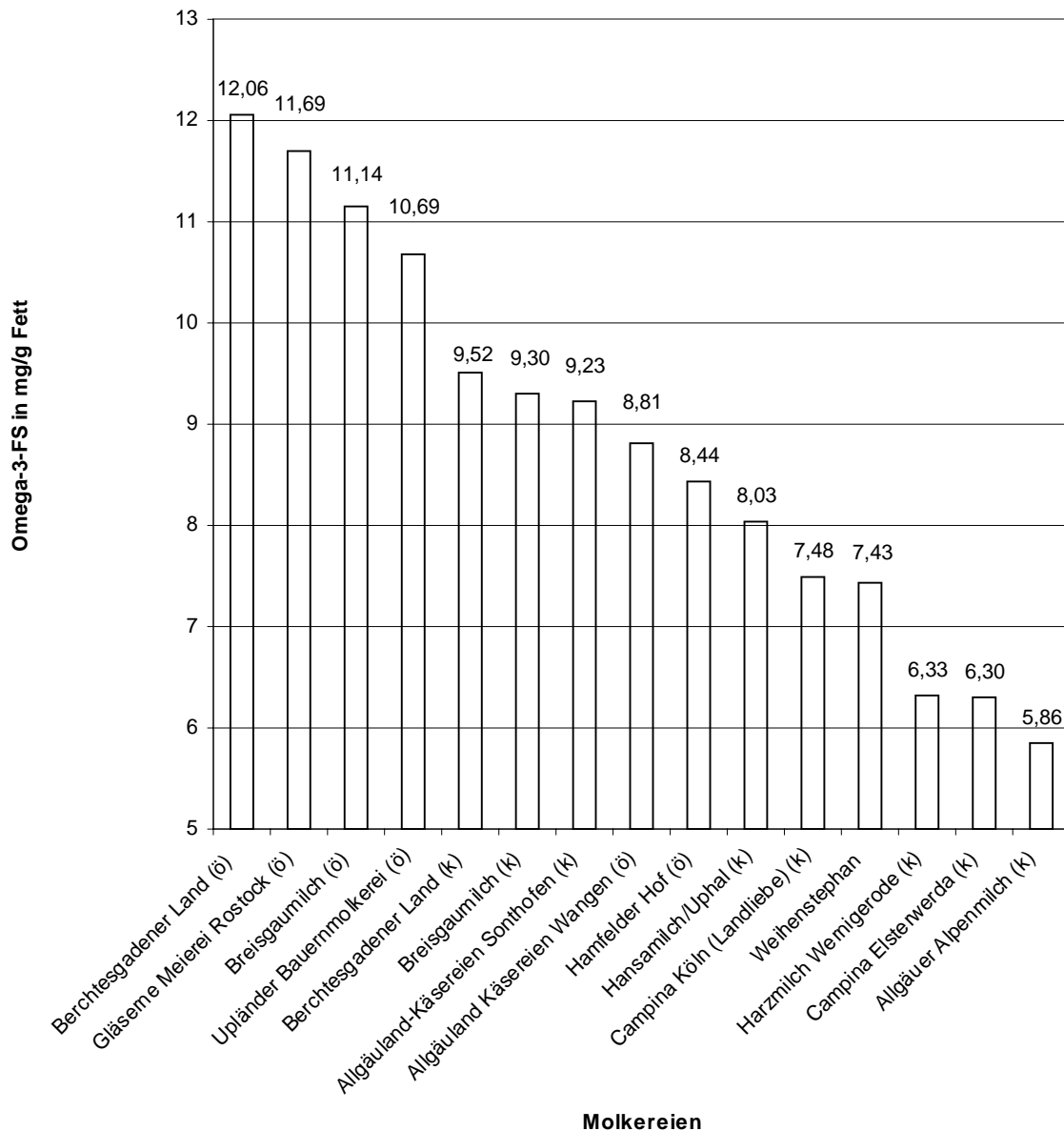


Abb. 3: Omega-3-Fettsäuregehalte der verschiedenen Milchproben (k = konventionell, ö = ökologisch)

Mehr als 10 mg Omega-3-FS/g Fett wurden nur in Milch aus ökologischer Herkunft gemessen (Berchtesgadener Land, Gläserne Meierei Rostock, Breisgaumilch, Upländer Bauernmolkerei). Einen Wert zwischen 8 und 10 mg Omega-3-FS/g Fett erreichte auch konventionelle Milch aus Süddeutschland (Berchtesgadener Land, Allgäuland-Käsereien Sonthofen, Breisgaumilch) sowie die Ökomilchprodukte der Allgäuland Käsereien Wangen und des Hamfelder Hofes (Schleswig-Holstein). Die niedrigsten Gehalte wies konventionelle Milch der Molkereien Hansamilch Uphal, Campina (Elsterwerda), Harzmilch, Allgäuer Alpenmilch (Bärenmarke) und Weihenstephan auf.

Da bislang in Deutschland keine Detailergebnisse von Molkereimilchen öffentlich publiziert worden sind, ist ein Abgleich mit anderen Untersuchungen hier nicht möglich. Eine Gegenüberstellung der Daten mit den Ergebnissen der mehrmonatigen Beprobung von 25

Einzelmilchviehbetrieben in Süddeutschland von WEISS ET AL. (2005) ergibt zumindest vergleichbare Werte. WEISS ET AL. (2005) geben für eine grünlandbasierte Winterfütterung ohne Maissilage und einem maximalen Kraftfutteranteil von 10 % durchschnittliche Omega-3-Werte von 13,3 mg/g Fett und für eine ganzjährige Stallhaltung mit mehr als 20 % Maissilage und mehr als 20 % Kraftfutter durchschnittliche Werte von 5,6 mg/g Fett an. KRAFT ET AL. (2003) geben bei einer Probenziehung in den Sommermonaten für vier verschiedene Betriebe in Thüringen mit ganzjähriger Stallhaltung und TMR (> 300 Kühe) einen Ø Omega-3 Gehalt von 4,82 mg/g Fett und für vier ökologische Betriebe (ca. 120-200 Kühe) mit Weidehaltung im Sommer einen Wert von Ø 10,95 mg/g Fett. Noch deutlich höhere Omega-3-Fettsäuregehalte wurden bei Sommererweidefütterung festgestellt (z.B. COLLOMB ET AL. 2002<sup>c</sup> – CH-Alp: 20,9 mg/g Fett; LEIBER ET AL 2005<sup>a</sup> – CH-Alp: 19,8 mg/g Fett).

In der Abb. 4 sind neben den Gehalten an Omega-3-Fettsäuren der einzelnen Milchproben auch die berechneten Maisanteile in der Milch dargestellt.

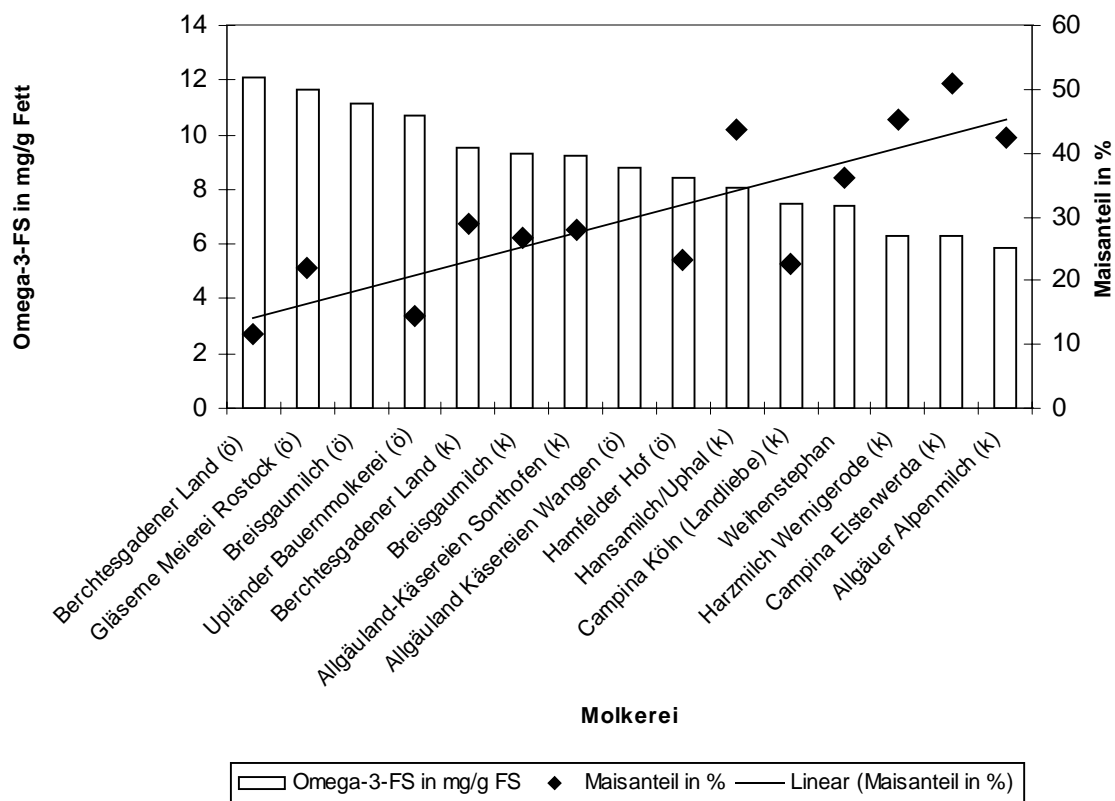


Abb. 4: Gehalt an Omega-3-Fettsäuren in mg/g Fett geordnet nach abnehmendem Gehalt und der berechnete Maisanteil in % nach der Beziehung  $y = 0,1746 x - 29,99$  (WINKELMANN 2006) (k = konventionell, ö = ökologisch)

Aus Abbildung 4 ist abzulesen, dass es eine negative Korrelation zwischen steigendem Maisanteil und Omega-3-Fettsäuregehalt gibt. Diese Ergebnisse bestätigen zahlreiche andere empirische Untersuchungen (u.a. WEISS ET AL. 2006, KRAFT ET AL. 2003, COLLOMB ET AL. 2002<sup>c</sup>),

in denen festgestellt wurde, dass mit steigendem Mais- und Kraftfutteranteil in der Ration die Omega-3-Fettsäuregehalte sinken.

Berücksichtigt man, dass bei ökologisch wirtschaftenden Betrieben der Einsatz von Silomais und auch Kraftfutter im Winterfutter häufig eine geringere Bedeutung hat als in der konventionellen Milcherzeugung, so erklärt sich, dass ökologische Milch in dieser Untersuchung im Schnitt höhere Omega-3-Fettsäuregehalte (Mittelwert 10,47 mg/g Fett) als konventionelle Milch (Mittelwert 7,72 mg/g Fett) (Abb. 5) aufwies.

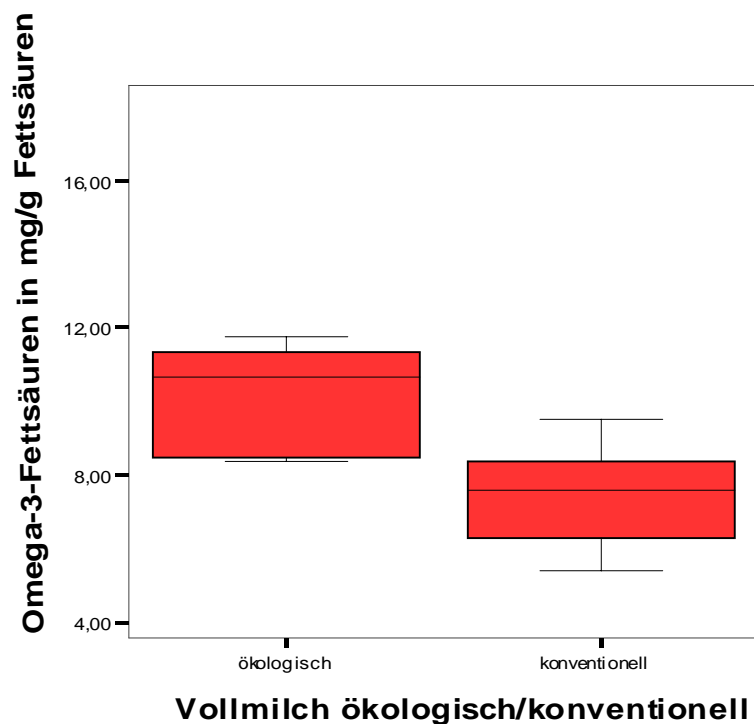


Abb. 5: Gehalte an Omega-3-Fettsäuren in ökologischer und konventioneller Milch

#### **4.3 Ergebnisse Omega-6 zu Omega-3 Verhältnis**

Auch bei einem Vergleich des Omega-6 zu Omega-3 Verhältnisses der diversen Milchproben bleibt das Ranking aus der Omega-3 Untersuchung weitgehend erhalten. Die untersuchten Biomilchprodukte zeigten fast durchweg ein sehr enges Verhältnis dieser beiden Fettsäuregruppen. Das engste Omega-6 zu Omega-3-Verhältnis wurde bei der Demetermilch der Molkerei Berchtesgadener Land (1,4:1,0), das weiteste Verhältnis von 3,2:1,0 bei der Vollmilch der Molkerei Campina Elsterwerda festgestellt.

In der folgenden Abb. 6 sind die Gehalte an Omega-6- und Omega-3-Fettsäuren und das Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren graphisch dargestellt. Die Milchproben sind nach den Omega-3-Fettsäuregehalten geordnet.

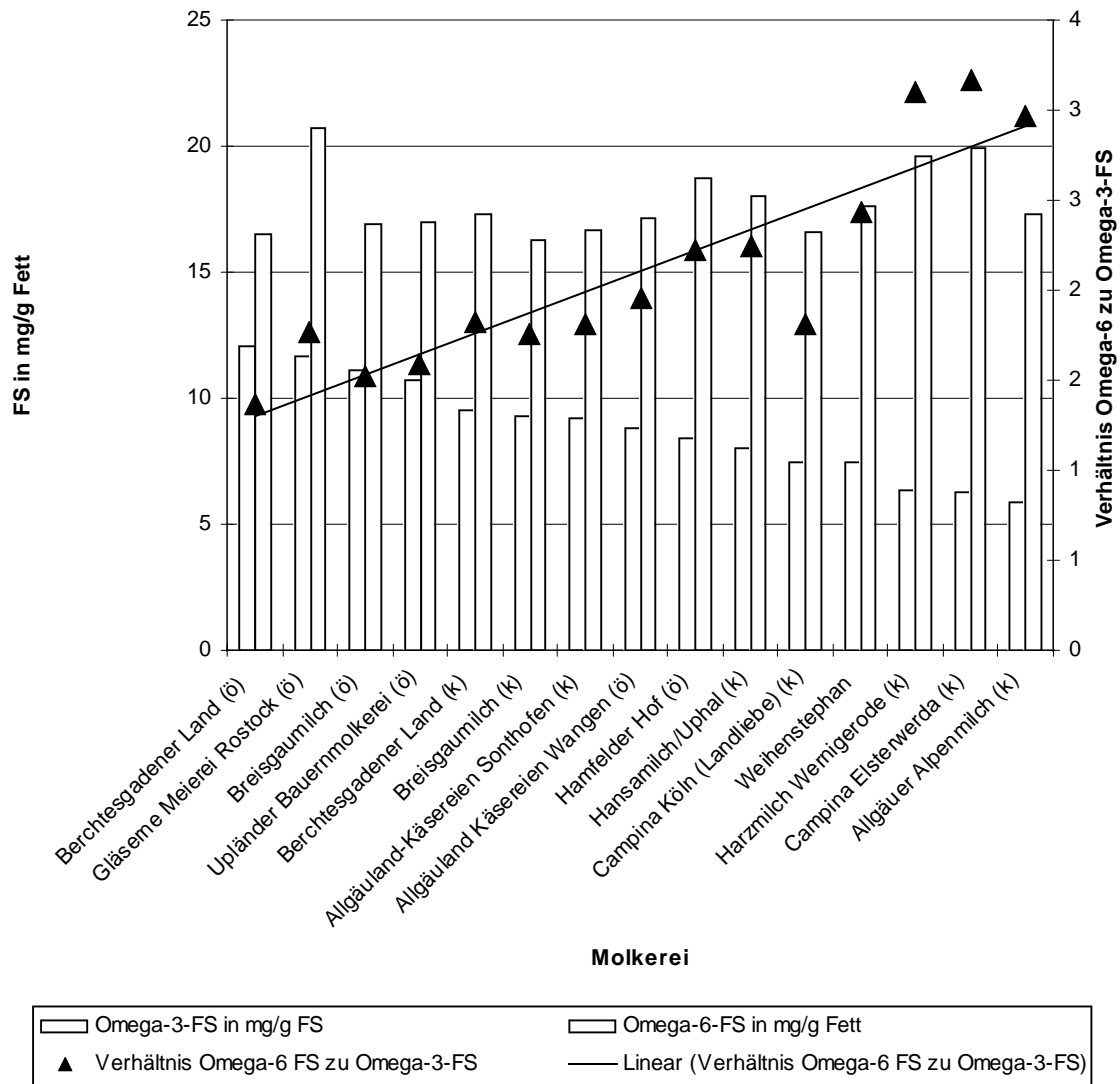


Abb. 6: Gehalte an Omega-6 und Omega-3-Fettsäuren und das Verhältnis von Omega-6 zu Omega-3-Fettsäuren, geordnet nach Omega-3-Fettsäuregehalte (k = konventionell, ö = ökologisch)

Je höher der Anteil der Omega-3-Fettsäuregehalte im Vergleich zu den Omega-3-Fettsäuregehalten liegt, desto enger ist das Verhältnis. Ein enges Verhältnis von Omega-6 zu Omega-3 in einem Lebensmittel gilt bei vielen Ernährungswissenschaftlern als anstrebenswert.

#### 4.4 Ergebnisse CLA

Die c9t11-CLA-Gehalte in der vorliegenden Untersuchung schwanken zwischen 8,31 mg/g Fett (Frische Alpenvollmilch“ (Demeter), Molkerei Berchtesgadener Land) und 4,09 mg/g Fett (Vollmilch (Bioland), Hamfelder Hof).

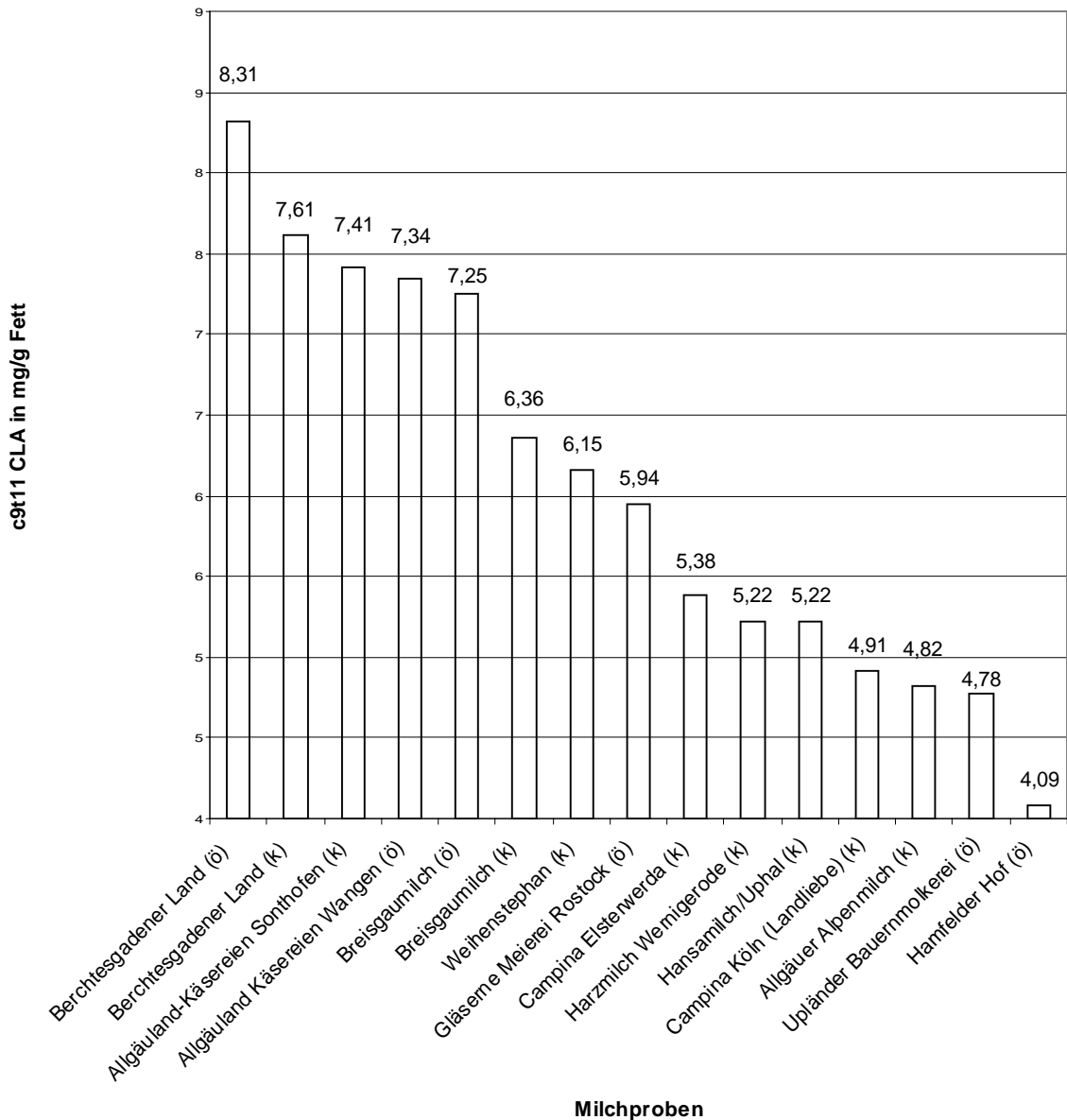


Abb. 7: Gehalt an c9t11-CLA in mg/g Fett geordnet nach abnehmendem Gehalt

Auffällig ist, dass alle Proben aus dem süddeutschen Raum (Allgäu, Südbayern, Schwarzwald), mit Ausnahme der Allgäuer Alpenmilch (Bärenmarke), Werte über 6 mg c9t11-CLA/g Fett aufweisen. Alle anderen Molkereien aus Mittel-, Nord- und Ostdeutschland haben Werte unter 6 mg c9t11-CLA/g Fett. Möglicherweise hat hier die Region/ Höhenlage einen größeren Einfluss auf die CLA-Gehalte als die ökologische oder konventionelle Produktionsweise.

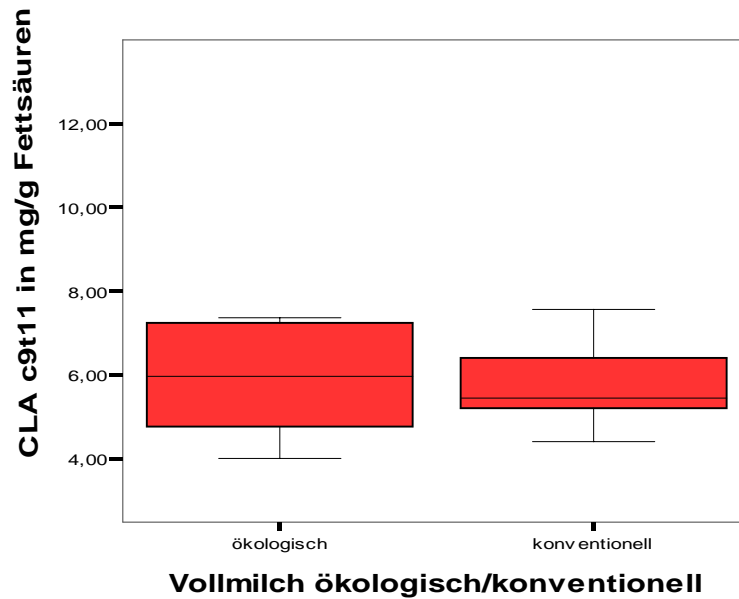


Abb. 8: Gehalte an c9t11-CLA in ökologischer und konventioneller Milch

Aus Abb. 8 wird deutlich, dass der Mittelwert der ökologischen Milch an CLAs etwas höhere Werte aufweist als der Mittelwert der konventionellen Milch, allerdings streuen die Werte bei beiden Herkünften sehr stark.

Nimmt man wiederum die Ergebnisse von WEISS ET AL. (2005) zum Vergleich, liegen die beschriebenen Ergebnisse im mittleren Bereich (grünlandbasierte Winterfütterung ohne Maissilage und einem maximalen Kraftfutteranteil von 10 %: Ø CLA-Gehalte von 14,4 mg/g Fett/ ganzjährige Stallhaltung mit mehr als 20 % Maissilage und mehr als 20 % Kraftfutter Ø Werte von 5,0 mg/g Fett). KRAFT ET AL. (2003) geben bei einer Probenziehung in den Sommermonaten für vier verschiedene Betriebe in Thüringen mit ganzjähriger Stallhaltung und TMR (> 300 Kühe) einen Ø c9t11-CLA-Gehalt von 2,76 mg/g Fett und für vier ökologische Betriebe in Thüringen (ca. 120-200 Kühe) mit Weidehaltung im Sommer einen Gehalt von Ø 8,72 mg/g Fett.

Generell sind die CLA-Gehalte im Vergleich zu anderen Untersuchungen aufgrund der Winterfütterung recht niedrig (z.B. Collomb et al. 2002<sup>c</sup> – CH-Alp: 21,8 mg/g Fett; Leiber et al 2005<sup>a</sup> – CH-Alp: 13,4 mg/g Fett).

#### **4.5 Ergebnisse Einzelmilchprobenschwankungen**

Um zu überprüfen, ob es erhebliche Varianzen innerhalb der Milch einer Molkerei gibt, wurden bei einer Molkerei die vier Einzelproben (verschiedene Abfülldaten) nicht vermischt, sondern getrennt untersucht. In Tab. 2 sind die Schwankungen im Gehalt an Omega-3-Fettsäuren, c9t11 CLA, dem Verhältnis von Omega-6 zu Omega-3 und dem Maisanteil zwischen vier verschiedenen Abfülldaten im Vergleich zu den Schwankungen aller Sammelproben dargestellt.

Tab. 2: Schwankungen der Einzelmilchproben einer Molkerei im Vergleich zu den Schwankungen aller Proben hinsichtlich Omega-3-Fettsäuren, c9t11 CLA, Omega-6 zu Omega-3-Verhältnis, Maisanteil

	<b>Omega-3-FS (mg/g Fett)</b>	<b>c9t11 CLA (mg/g Fett)</b>	<b>Omega-6:Omega-3</b>	<b>Maisanteil (%)</b>
<b>Einzelmilchproben</b>	7,6 6,1 8,0 8,3	5,9 5,6 6,8 6,4	2,4 : 1 3,0 : 1 2,2 : 1 2,2: 1	36 41 29 33
<b>alle Sammelproben</b>	<b>5,8 - 12,1</b>	<b>4,1 - 8,3</b>	<b>1,4 - 3,2 : 1</b>	<b>7 - 52</b>

Wie erwartet sind Schwankungen innerhalb der Milch einer Molkerei vorhanden, was auf verschiedene Erfassungstouren schließen lässt. Jede größere Molkerei hat weitläufige Milcheinzugsgebiete in unterschiedlichen Regionen. Geht eine Sammeltour durch ein reines Ackerbaugebiet, so sind die Gehalte an gesundheitlich wertvollen Fettsäuren zwangsläufig geringer als wenn die Milch aus einem reinen Grünlandgebiet eingesammelt wird, wo kein Mais angebaut werden kann und die Fütterung hauptsächlich auf Grünland basiert.

Schaut man sich jedoch die Spanne zwischen dem minimalsten und dem maximalsten Wert aller Proben an, so sind die Unterschiede erheblich. Im Vergleich dazu liegen die Schwankungen innerhalb ein und derselben Molkerei in einem vergleichsweise engen Fenster.

#### **4.6 Werbung versus Gehalt an gesundheitlich wertvollen Fettsäuren bzw. Maisanteil**

Abschließend sollen die Ergebnisse (Fettsäuremuster und Maisanteil) mit den beworbenen Imagequalitäten („Alpenmilch“, „Bergbauernmilch“, „Landmilch“, „ohne besondere Kennzeichen“) gegenübergestellt werden.

Tab. 3: Gehalte an Omega-3-Fettsäuren, c9t11-CLA sowie Maisanteile in % in verschiedener Milch mit und ohne besondere Kennzeichnung

<u>Image</u>	<u>Molkerei</u>	<u>Omega-3-FS in mg/g FS</u>	<u>c9t11 CLA in mg/g Fett</u>	<u>Maisanteil in %</u>
<u>Alpenmilch</u>				
Ökologisch	Berchtesg.Land 12,06	8,31	6,9	
<u>Alpenmilch</u>				
konventionell	Allgäuer Alpenmilch	5,86	4,82	42,3
	Weihenstephan	7,43	6,15	35,0
<u>Bergbauern</u>				
konventionell	Bercht. Land	9,52	7,61	26,8
	Allgäuland Käseereien	9,23	7,41	25,7
<u>Landmilch</u>				
konventionell	Breisgaumilch	9,30	6,36	24,1
	Landliebe	7,48	4,91	19,5
<u>ohne Bezeichnung</u>				
konventionell	Hansamilch	8,03	5,22	43,8
	Campina E.	6,30	5,38	52,1
	Harzmilch	6,33	5,22	45,5
ökologisch	Gläserne Meierei	11,69	5,94	18,9
	Breisgaumilch	11,14	7,25	k.A.
	Upländer	10,69	4,78	10,2
	Allgäuer Käseereien	8,81	7,34	k.A.
	Hamfelder	8,44	4,09	20,2

Die konventionelle als „Alpenmilch“ verkauften Produkte der Molkereien Allgäuer Alpenmilch und Weihenstephan haben mit die höchsten Maisanteile (42,3 % und 35,0 %) und die niedrigsten Omega-3- und c9t11-CLA-Gehalte. Im Gegensatz enthält die ökologische „Alpenmilch“ der Molkerei Berchtesgadener Land die doppelte Menge an Omega-3-Fettsäuren bei 1/6 des Maisanteils der konventionellen Alpenmilch.

Die konventionelle Trinkmilch der Breisgaumolkerei wirbt mit der Zusatzinformation „Aus kontrollierter umweltschonender Grünlandbewirtschaftung des Hochschwarzwaldes“. Bei einer Grünlandbewirtschaftung kann davon ausgegangen werden, dass kein Silomais angebaut werden kann, Mais höchstens zugekauft wird. Die Maisanteile in der Trinkmilch müssten dementsprechend gering sein. Trotzdem wurde in dieser Milch ein Maisanteil von 26,6 % berechnet. Auch die konventionelle Bergbauernmilch weist einen durchschnittlichen Maisanteil von 28,5 % auf, was aufgrund der Werbeaussagen verwundern muß („Herkunftsgarantie. Milch stammt ausschließlich aus den oberbayrischen Bergen - staatlich anerkannte Bergbauernhöfe aus der Alpenregion“, „von Bergbauern nach EU-Richtlinie - über 800 m NN, Sommer Weidegang, 12-15 Kühe etc“). Die Omega-3- und c9t11-CLA-Gehalte liegen aber im oberen Durchschnitt (Omega-3: 9,4 mg/g Fett und c9t11-CLA: 7,5 mg/g Fett). Hier liegt die Vermutung nahe, dass die gleichzeitige Verfütterung von Heu und

Grassilage aus Höhenlagen einen positiven Einfluss auf die Fettsäurezusammensetzung hatte, wie dies aus anderen Untersuchungen bereits bekannt ist (U.A. BISIG ET AL. 2005, KRAFT ET AL. 2003, COLLOMB ET AL. 2002<sup>c</sup>).

## 5 Fazit

Verbraucher können in Deutschland Kuhmilchprodukte aus sehr unterschiedlicher regionaler Herkunft einkaufen. Beispielsweise kann man die „Alpenfrische Vollmilch“ (Bärenmarke) der Molkerei Allgäuer Alpenmilch deutschlandweit erwerben, während andere Milch (z.B. Vollmilch der Molkerei Hamfelder Hof) hauptsächlich in der Region vermarktet wird, in der sie hergestellt wird (Raum Hamburg). Je nach dem wie und wo Kuhmilch produziert wurde, schwankt der Gehalt an gesundheitlich wertvollen Fettsäuren erheblich. Vorliegende Untersuchung zeigt, dass Milch, die während der Winterfütterungsperiode erzeugt worden ist, je nach Molkerei unterschiedlich hohe Anteile an wertgebenden Fettsäuren (Omega-3-Fettsäuren, CLA) beinhaltet.

Grundsätzlich ist der Gehalt an gesundheitlich wertvollen Fettsäuren dort am höchsten, wo die Kühe einen hohen Anteil an grünlandbasiertem Winterfutter erhalten, sowie niedrige Kraftfuttermengen und geringe Anteile Maissilage.

In vorliegender Untersuchung konnte festgestellt werden, dass von den untersuchten Milchprodukten die ökologisch erzeugte Milch insgesamt höhere Omega-3-Gehalte, sowie geringere Maisanteile aufweist als Milch aus konventioneller Erzeugung. Hinsichtlich der CLA-Gehalte streuen die Werte sowohl bei ökologischer als auch bei konventioneller Milch stark, insgesamt gesehen weist ökologische Milch höhere Werte auf, jedoch zeichnet sich die Tendenz ab, dass Milch aus Süddeutschland höhere CLA Gehalte aufweist als Milch aus Nord- und Ostdeutschland. Es bleibt zu vermuten, dass hier die Höhenlage einen stärkeren Einfluss auf die CLA-Gehalte hat.

Die ökologisch erzeugte Milch aus der Bergregion („Frische Alpenvollmilch“, Berchtesgadener Land) hatte die höchsten Gehalte an Omega-3-Fettsäuren und CLA, sowie den niedrigsten Maisanteil. Die konventionelle „Alpenmilch“ hingegen unterschied sich hinsichtlich Fettsäuregehalten und Maisanteil nicht von anderer Milch ohne Bezeichnung aus anderen Teilen Deutschlands.

Mit Hilfe neuer Untersuchungsmethoden ist es heute möglich, Werbeaussagen von Molkereien auf ihren Wahrheitsgehalt zu überprüfen. Mit Hilfe der Isotopenanalyse und der Bestimmung des Fettsäuremusters ließ sich in vorliegender Arbeit feststellen, dass die konventionelle „Alpenmilch“ entgegen ihrer Werbung, und wahrscheinlich entgegen den Assoziationen der Verbraucher mit dem Begriff Alpenmilch, nicht allein mit grünlandbasierten Futtermitteln in der Bergregion erzeugt worden sein kann. So zeigen die Analyseergebnisse, dass sowohl die „Alpenmilch“ der Molkerei Weihenstephan wie die

„Alpenfrische Vollmilch“ der Molkerei Allgäuer Alpenmilch (Bärenmarke) zu einem hohen Anteil mit Hilfe von Maisfutter erzeugt worden ist und im Vergleich zu Milchproben anderer Molkereien aus dem Alpenraum mit die niedrigsten Gehalte an gesundheitlich wertvollen Fettsäuren aufweisen. Im Gegensatz dazu steht die ökologische „Alpenmilch“ der Molkerei Berchtesgadener Land mit einem sehr geringen Maisanteil und den höchsten Omega-3 und CLA-Gehalten.

Es bleibt zu hoffen, dass in Zukunft eine stärkere Übereinstimmung zwischen Marketing/Außendarstellung der Molkereien und den realen Erfassungsgebieten und Produktionsmethoden bei Milchprodukten erfolgen wird.

## 6 Literaturverzeichnis

BAUMANN, D.E., BAUMGARD, L.H., CORL, B. A. AND J. M. GRINARI. 1999. BIOSYNTHESIS OF CONJUGATED LINOLEIC ACID IN RUMINANTS. PROCEEDINGS OF THE AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE

BISIG, W., CLERC, F., ETTER, L., BREGY, M. 2006. MILCHPRODUKTE AUS BERGMILCH. SCHWEIZERISCHE HOCHSCHULE FÜR LANDWIRTSCHAFT (SHL)/ BERNER FACHHOCHSCHULE BFH. POSTER

COLLOMB, M., BÜTIKOFER, U., SIEBER, R., JEANGROS, B., BOSSET, J.-O. 2002<sup>c</sup>. COMPOSITION OF FATTY ACIDS IN COW`S MILK FAT PRODUCED IN THE LOWLANDS, MOUNTAINS AND HIGHLANDS OF SWITZERLAND USING HIGH-RESOLUTION GAS CHROMATOGRAPHY. INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL 12, 649-659

DGE. 2000. Deutsche, österreichische und schweizerische Ernährungsgesellschaften veröffentlichen neue Referenzwerte. <http://www.dge.de/modules.php>

DGF-EINHEITSMETHODE 2000. TMSH-Methode, DGF-Einheitsmethoden C-VI 11e

FUHRMANN W. 2003. Reduktion des plötzlichen Herztodes durch Omega-3-Fettsäuren in der Sekundärprävention des Myokardinfarktes. *Journal für Kardiologie* 2003; 10 (11), 504-508

HABERHAUER, G., PAPESCH, W., RAJNER, V., TESCH, R., GERZABECK, M. H. 2002. ISOTOPISCHE HERKUNFTSBESTIMMUNG VON LEBENSMITTELN UND WASSER. IT`S T.I.M.E. 02/02. 26-31

HALLERMAYER R. 1996. E.G. BLIGH AND W.J. DYER, CAN. JOUR. BIOCHEM. PHYS., VOL. 37, (1959), 911-917 MODIFIZIERT VON R. HALLERMAYER, DEUTSCHE LEBENSMITTELRUNDSCHAU, 10, (1976), 356-359

JAHREIS, G. 1997. KREBSHEMMENDE FETTSÄUREN IN MILCH UND RINDFLEISCH. ERNÄHRUNGSSUMSCHAU 44/ HEFT 5

KÖHLER I. , HÄMMERLE V., VON LE SUIRE J. 2005. Projektarbeit: Alpenmilch = Alpenmilch? Technische Universität München. Wissenschaftszentrum Weihenstephan

KOGLER, K. 2005. Essenzielle Omega-3-Fettsäuren – eine Übersicht. *Phytotherapie* Nr. 3/ S. 4-6

KRAFT, J., COLLOMB, M., MÖCKEL, P., SIEBER, R., JAHREIS, G. 2003. Differences in CLA Isomer distribution of cow`s milk lipids. *Lipids*. Vol. 38, no. 6

KRAFT, J. 2003. Incorporation von konjugierten Linolsäuren in Körperlipide unter besonderer Berücksichtigung der Isomerenverteilung. Jena, Friedrich-Schiller-Universität, Biologisch-Pharmazeutische Fak., Diss.

LEIBER, F., M. KREUZER, M. R. L. SCHEEDER, H.-R. WETTERSTEIN. 2005<sup>A</sup>. ARTENREICHES RAUHFUTTER ALS ALLEINFUTTER UND FETTSÄUREMUSTER DER MILCH. ÖKOLANDBAUTAGUNG „ENDE DER NISCHE“ KASSEL 2005

PILLONEL, L., BADERTSCHER, P., FROIDEVAU, P., HABERHAUER, G., OLZL, S.H., HORN, P., JAKOB, A., PFAMMATTER, E., PIANTINI, U., ROSSMANN, A., TABACCHI, R., BOSSET, J.O. 2003. STABLE ISOTOPE RATIOS, MAJOR, TRACE AND RADIOACTIVE ELEMENTS IN EMMENTAL CHEESES OF DIFFERENT ORIGINS. LEBENSM.-WISS. U.-TECHNOL. 36 / 615–623

PFEUFFER, M. 1997. Bedeutung mehrfach ungesättigter Fettsäuren in der Ernährung. Fette in der Ernährung. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Köller Druck+Verlag GmbH. Bonn 1997. Heft 464. S. 35-67

SCHÄUFELE, R., AUERSWALD, K., WEISS, D. 2006. Isotopenanalytik – Potentiale zum Nachweis des Produktionssystems bei tierischen Erzeugnissen. Vortrag beim Interdisziplinären Symposium „Omega 3 Weidemilch – Chancen und Möglichkeiten für Milch- und Rindfleischerzeugnisse vom Grünland“. 14.3.2006. Kempten

SCHMIDT, H.L., ROSSMANN, A., STÖCKIGT, D., CHRISTOPH, N. 2005. Herkunft und Authentizität von Lebensmitteln. Chem. Unserer Zeit. 39. 90-99

SCHUBERT, R. UND JAHREIS G. 2005<sup>1</sup>. Ernährungsphysiologisch wertbestimmende Bestandteil der Milch und deren zukünftige Nutzung. Quelle?

SCHWERTL, M., AUERSWALD, K., SCHÄUFELE, R., SCHNYDER, H. 2005. Carbon and nitrogen stable isotope composition of cattle hair: ecological fingerprints of production systems? Agriculture, Ecosystems & Environment (article in press)

STEHLE, PETER 2006. Bedeutung von Omega-3-Fettsäuren in der Humanernährung. Vortrag beim Interdisziplinären Symposium „Omega 3 Weidemilch – Chancen und Möglichkeiten für Milch- und Rindfleischerzeugnisse vom Grünland“. 14.3.2006. Kempten

UFOP 2006. Fette und Diabetes mellitus Typ 2. Rapsölinformation aus Wissenschaft und Forschung. <http://www.ufop.de/464.php>

WAGNER, K. H. 2006. EINE BESONDERE ART VON FETTSÄUREN. BIOLOGISCHE WIRKSAMKEIT VON KONJUGIERTEN LINOLSÄUREN. [WWW.SUESSEFACTS.DE/DOWNLOAD/WPD0402.PDF](http://WWW.SUESSEFACTS.DE/DOWNLOAD/WPD0402.PDF). 22.03.2006

WEISS, D., KIENBERGER, H., EICHINGER, H.M. 2006. Fettsäuremuster der Milch in Abhängigkeit praxisüblicher Fütterungsstrategien. Vortrag beim Interdisziplinären Symposium „Omega 3 Weidemilch – Chancen und Möglichkeiten für Milch- und Rindfleischerzeugnisse vom Grünland“. 14.3.2006. Kempten

WINKELMANN, S. 2006. Unveröffentlichte Diplomarbeit an der TU München; Lehrstuhl für Grünlandlehre