



DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Fettsäureverteilung in österreichischer Heumilch –
Einfluss der silagefreien Fütterung im Jahresverlauf“

Verfasserin

Michaela Seiz

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, Oktober 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 474

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Diplomstudium Ernährungswissenschaften

Betreuer:

Priv.-Doz. Dr. Matthias Schreiner

DANKSAGUNG

Hiermit möchte ich mich sehr herzlich bei Herrn Priv.-Doz. Dr. Matthias Schreiner für die Bereitstellung des Themas, seine Hilfe und Erklärungen bei der Arbeit im Labor und seine endlose Geduld und seinen Beistand bei der Verfassung der Diplomarbeit bedanken.

Wenn im Labor einmal etwas nicht so geklappt hat wie es sollte, waren Iris Biedermann und Nicole Schamberger stets zur Stelle, um mir auszuweichen, daher gebührt auch ihnen ein großer Dank.

Bei meinen Freunden, Geschwistern und Studienkollegen, die mich während meiner Studienzeit begleitet und mir während der Verfassung meiner Diplomarbeit zur Seite gestanden sind, möchte ich mich an dieser Stelle ebenfalls bedanken.

Zu guter Letzt gilt mein besonderer Dank meinen Eltern, die mir das Studium durch ihre finanzielle und motivierende Unterstützung erst ermöglicht haben.

DANKE!

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	V
TABELLENVERZEICHNIS	VII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	VIII
1 EINLEITUNG.....	1
2 LITERATURÜBERSICHT	3
2.1 DEFINITION VON MILCH	3
2.2 HEUMILCH	3
2.2.1 Definition und Bestimmungen des Heumilchregulativs	3
2.2.2 Vergleich Biomilch mit Heumilch	5
2.2.3 Heumilch- und Biomilch-Produktion in Österreich.....	6
2.3 MILCHFETT.....	7
2.3.1 Chemische Struktur von Fett.....	7
2.3.2 Aufbau, physikalischer Verteilungszustand und Zusammensetzung.....	10
2.3.3 Biosynthese der Fettsäuren.....	12
2.3.3.1 Biohydrogenierung	12
2.3.3.2 Biosynthese in der Milchdrüse	14
2.3.3.3 Biosynthese im Fettgewebe	14
2.4 ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGISCH INTERESSANTE FETTSÄUREGRUPPEN UND IHRE AUSWIRKUNGEN AUF DIE MENSCHLICHE GESUNDHEIT	15
2.4.1 Omega-3-Fettsäuren	15
2.4.2 Konjugierte Linolsäure – CLA.....	20
2.4.3 Gesättigte Fettsäuren	25
2.4.4 Trans-Fettsäuren	26
2.4.5 Milchstudien.....	28
2.4.6 Fazit aus der Literatur über Fett- und Milchzufuhr	29
2.5 EINFLÜSSE AUF DIE FETTSÄUREZUSAMMENSETZUNG DER MILCH	30
2.5.1 Auswirkungen der Fütterung: Grünfütterung versus Silage	31
2.5.2 Auswirkungen der Fütterung: Weidefütterung in Höhenlage	34
2.5.3 Auswirkungen der Fütterung: biologische Fütterung.....	38
2.5.4 Auswirkungen der Fütterung: Ölsaaten.....	39
2.5.5 Auswirkungen der Fütterung: CLA-Supplementation.....	39
2.5.6 Auswirkungen der Fütterung auf die Fettsäurezusammensetzung der Ziegenmilch	40
2.5.7 Fazit aus der Literatur über die Auswirkungen der Fütterung auf das Fettsäurespektrum der Milch.....	40

3	MATERIAL UND METHODEN	41
3.1	MATERIAL HEUMILCH- UND HEUMILCHKÄSEPROBEN	41
3.1.1	Beschreibung der Proben	41
3.1.2	Probenprotokoll	43
3.2	METHODEN.....	44
3.2.1	Fettextraktion aus den Milchproben.....	44
3.2.2	Fettextraktion aus den Käseproben	45
3.2.3	Transmethylierung	45
3.2.4	Gaschromatographische Analyse	46
3.2.5	Qualitative Analyse	47
3.2.5.1	Zuordnung mittels Standard.....	47
3.2.5.2	Zuordnung mittels eines Massenspektrums	47
3.2.5.3	Zuordnung mittels einer hydrierten Probe	47
3.2.6	Quantitative Auswertung.....	49
3.2.7	Statistische Auswertung.....	50
4	ERGEBNISSE	51
4.1	ERGEBNISSE DER DATEN ZUR FÜTTERUNG	51
4.1.1	Fütterung aller Proben und aller Heumilchkäse- und Heumilchproben	51
4.1.1.1	Grundfuttervarianten	52
4.1.1.2	Anteil des Weidegangs	53
4.1.1.3	Menge an Kraftfutter	54
4.1.2	Änderung der Fütterung im Jahresverlauf	54
4.1.2.1	Heumilchkäse.....	55
4.1.2.2	Grundfutter bei der Heumilchkäseerzeugung	56
4.1.2.3	Weidegang bei der Heumilchkäseerzeugung	57
4.1.2.4	Kraftfuttermenge bei der Heumilchkäseerzeugung	58
4.1.2.5	Heumilch	58
4.1.2.6	Grundfutter bei der Heumilchproduktion.....	59
4.1.2.7	Weidegang bei der Heumilchproduktion.....	60
4.1.2.8	Kraftfuttermenge bei der Heumilchproduktion	61
4.1.2.9	Fütterung der Heumilchziegen.....	61
4.2	ERGEBNISSE FETTSÄUREANALYTIK	62
4.2.1.1	Verteilung der gesättigten, einfach ungesättigten, mehrfach ungesättigten und trans-Fettsäuren.....	63
4.2.1.2	Verteilung von kurz-, mittel- und langkettigen Fettsäuren	64
4.2.1.3	Gehalte an Omega-3-Fettsäuren	65
4.2.1.4	Gehalte an Omega-6-Fettsäuren	66
4.2.1.5	Verhältnis von n6/n3-Fettsäuren.....	67
4.2.1.6	Gehalte an CLA.....	67
4.2.1.7	Gehalte an trans-Fettsäuren	68

4.2.1.8	Gehalte an Buttersäure	69
4.2.2	Veränderung der Fettsäurezusammensetzung im Jahresverlauf	70
4.2.2.1	Veränderung der Gehalte an Omega-3-Fettsäuren	70
4.2.2.2	Veränderung der Gehalte an Omega-6-Fettsäuren	71
4.2.2.3	Veränderung des n6/n3-Fettsäurenverhältnisses	73
4.2.2.4	Veränderung des Gehaltes an CLA	75
4.2.3	Veränderung der Fütterung in den einzelnen Betrieben im Jahresverlauf und ihre Auswirkungen auf die Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie an CLA.....	79
4.2.3.1	Betriebe aus Vorarlberg	79
4.2.3.2	Betriebe aus Tirol	80
4.2.3.3	Betriebe aus Salzburg	83
4.2.3.4	Heumilch.....	88
5	DISKUSSION	92
5.1	FETTSÄUREN	92
5.1.1	Gehalt an Buttersäure	92
5.1.2	Gehalt an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren	93
5.1.3	Gehalt an gesättigten Fettsäuren	94
5.1.4	Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren	94
5.1.5	Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren	95
5.1.6	Gehalt an Omega-3-Fettsäuren.....	95
5.1.7	Gehalt an Omega-6-Fettsäuren.....	96
5.1.8	Gehalt an trans-Fettsäuren.....	97
5.1.9	Gehalt an CLA	98
5.2	UNTERSCHIEDE IN DER FETTSÄUREVERTEILUNG ZWISCHEN HEUMILCH-BERGMILCH UND HEUMILCH-EMMENTALER	99
5.3	EINFLUSS DER FÜTTERUNG AUF DEN GEHALT AN OMEGA-3- UND OMEGA-6-FETTSÄUREN SOWIE CLA	100
5.3.1	Heumilchkäse	100
5.3.1.1	Krafffuttermenge.....	100
5.3.1.2	Anteil an Weidegang	100
5.3.1.3	Dauer der Lagerung	101
5.3.2	Heumilch.....	102
5.3.3	Ziegenheumilch	102
5.4	AUSWIRKUNGEN DER HÖHENLAGE AUF DIE GEHALTE AN OMEGA-3- UND OMEGA-6-FETTSÄUREN SOWIE CLA.....	103
5.4.1	Heumilchkäse	103
5.4.2	Heumilch.....	106
5.5	BEITRAG VON ESSENTIELLEN FETTSÄUREN UND CLA ZUR ERNÄHRUNG BEI KONSUM VON HEUMILCH UND HEUMILCHKÄSE	107
6	SCHLUSSBETRACHTUNG	110

7	ZUSAMMENFASSUNG.....	113
8	ABSTRACT	115
9	LITERATURVERZEICHNIS.....	117
	ANHANG	132
	LEBENS LAUF.....	211

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Strukturformeln von wichtigen C18-Fettsäuren.....	9
Abbildung 2: Schema Fettkügelchen.....	11
Abbildung 3: Stoffwechselweg im Pansen von Linol- und α -Linolensäure zu Ölsäure .	13
Abbildung 4: Essentielle Fettsäuren.....	16
Abbildung 5: Stoffwechselwege der Omega-6- und Omega-3-Fettsäuren.....	18
Abbildung 6: Verschiedene Stoffwechselwege der CLA-Isomere.....	21
Abbildung 7: Schematische Darstellung einer cis- und einer trans-Bindung.....	27
Abbildung 8: Anteil von Heu, Grünfutter oder Heu + Grünfutter als Grundfutter aller Heumilchkäse- und Heumilchproben sowie der gesamten Proben.....	52
Abbildung 9: Anteil des Weidegangs aller Heumilchkäse- und Heumilchproben sowie der gesamten Proben.....	53
Abbildung 10: Menge des Krafftutters aller Heumilchkäse- und Heumilchproben sowie der gesamten Proben.....	54
Abbildung 11: Anteil von Heu, Grünfutter oder Heu + Grünfutter als Grundfutter zum Zeitpunkt der Käseerzeugung aller Heumilchkäseproben im Jahresverlauf.....	56
Abbildung 12: Anteil des Weidegangs zum Zeitpunkt der Käseerzeugung aller Heumilchkäseproben im Jahresverlauf	57
Abbildung 13: Menge des Krafftutters zum Zeitpunkt der Käseerzeugung aller Heumilchkäseproben im Jahresverlauf	58
Abbildung 14: Anteil von Heu, Grünfutter oder Heu + Grünfutter als Grundfutter zum Zeitpunkt der Milcherzeugung aller Heumilchproben im Jahresverlauf.....	59
Abbildung 15: Anteil des Weidegangs zum Zeitpunkt der Milcherzeugung aller Heumilchproben im Jahresverlauf	60
Abbildung 16: Menge des Krafftutters zum Zeitpunkt der Milcherzeugung aller Heumilchproben im Jahresverlauf.....	61
Abbildung 17: Vergleich der Verteilung verschiedener Fettsäuregruppen der gesamten Proben	63
Abbildung 18: Vergleich der Verteilung von kurz-, mittel- und langkettigen Fettsäuren aller Proben	64
Abbildung 19: Vergleich des Gehaltes an Omega-3-Fettsäuren der gesamten Proben	65
Abbildung 20: Vergleich des Gehaltes an Omega-6-Fettsäuren der gesamten Proben	66

Abbildung 21: Verhältnis von n6/n3-Fettsäuren der gesamten Proben.....	67
Abbildung 22: Vergleich des Gehaltes an CLA der gesamten Proben.....	67
Abbildung 23: Vergleich des Gehaltes an trans-Fettsäuren der gesamten Proben.....	68
Abbildung 24: Vergleich des Gehaltes an Buttersäure der gesamten Proben	69
Abbildung 25: Gehalte an Omega-3-Fettsäuren in Heumilch, konventioneller Milch und Ziegenheumilch im Jahresverlauf	70
Abbildung 26: Gehalte an Omega-3-Fettsäuren in Heumilchkäse im Jahresverlauf	71
Abbildung 27: Gehalte an Omega-6-Fettsäuren in Heumilch, konventioneller Milch und Ziegenheumilch im Jahresverlauf	71
Abbildung 28: Gehalte an Omega-6-Fettsäuren in Heumilchkäse im Jahresverlauf	72
Abbildung 29: n6/n3-Fettsäurenverhältnis von Heumilch, konventioneller Milch und Ziegenheumilch im Jahresverlauf	73
Abbildung 30: n6/n3-Fettsäurenverhältnis von Heumilchkäse im Jahresverlauf	74
Abbildung 31: Gehalte an CLA in Heumilch, konventioneller Milch und Ziegenheumilch im Jahresverlauf.....	75
Abbildung 32: Gehalte an CLA in Heumilchkäse im Jahresverlauf	76

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Anteil an Bio- und Heumilch in Österreich	6
Tabelle 2: Wichtige Fettsäuren und ihre Trivialnamen	10
Tabelle 3: Wichtige Fettsäuren in Sommer- und Wintermilchfett	12
Tabelle 4: CLA-Gehalte verschiedener Nahrungsmittel.....	22
Tabelle 5: Humanstudien über die gesundheitlichen Auswirkung von CLA	25
Tabelle 6: Zeitpunkte der Probenahme der Käse- bzw. Milchproben je Durchgang	41
Tabelle 7: Beschreibung der Milchproben	41
Tabelle 8: Beschreibung der Käseproben	42
Tabelle 9: Protokoll für Milch- und Käseproben.....	43
Tabelle 10: Daten zur gaschromatographischen Analyse	47
Tabelle 11: Theoretische Korrekturfaktoren	50
Tabelle 12: Anzahl der Proben an den verschiedenen Fütterungsarten	52
Tabelle 13: Anzahl der Heumilchkäseproben an den verschiedenen Fütterungsarten	55
Tabelle 14: Anzahl der Heumilchproben an den verschiedenen Fütterungsarten.....	59
Tabelle 15: Beschreibung der Fettsäuregruppen	62
Tabelle 16: Fettsäureprofil der konventionellen Milch, der Heumilch, des Heumilchkäses und der Ziegenheumilch.....	63
Tabelle 17: Fettsäureverteilung der Heumilchproben je Durchgang.....	77
Tabelle 18: Fettsäureverteilung der konventionellen Milchproben je Durchgang.....	77
Tabelle 19: Fettsäureverteilung der Heumilchkäseproben im Jahresverlauf.....	78
Tabelle 20: Fettsäureverteilung der Ziegenheumilchproben je Durchgang.....	78
Tabelle 21: Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA und das n6/n3- Verhältnis aller Heumilchkäseproben inklusive Daten zum Futter und zum Erzeugungsmonat.....	85
Tabelle 22: Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA und das n6/n3- Verhältnis aller Heumilchproben inklusive Daten zum Futter und zum Erzeugungsmonat.....	90
Tabelle 23: Gehalte an verschiedenen Fettsäuregruppen der gesamten Heumilchkäseproben sowie der Heumilchbergkäse- und Heumilchemmentalerproben	99

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AMA	Agrarmarkt Austria
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
Art	Artikel
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
CLA	konjugierte Linolsäure
D-A-CH	Sammelbegriff für Deutschland, Österreich, Schweiz
DHA	Docosahexaensäure
EG	Europäische Gemeinschaft
EPA	Eicosapentaensäure
FAME	fatty acid methyl ester, Fettsäuremethylester
FS	Fettsäure
F.i.T.	Fett in Trockenmasse
g	Gramm
GC	Gaschromatograph
HDL	High Density Lipoprotein
idgF	in der gültigen Fassung
kg	Kilogramm
kPa	Kilopascal
LDL	Low Density Lipoprotein
m	Meter
min	Minute
mL	Milliliter
mm	Millimeter
µL	Mikroliter
MUFA	mono-unsaturated fatty acid, einfach ungesättigte Fettsäure
Nr.	Nummer
n3-FA	Omega-3-Fettsäure
n6-FA	Omega-6-Fettsäure
PUFA	poly-unsaturated fatty acid, mehrfach ungesättigte Fettsäure
p.a.-Qualität	pro Analysis-Qualität, analytischer Reinheitsgrad
RollAMA	rollierende Agrarmarktanalyse

rpm	rounds per minute, Umdrehungen pro Minute
SFA	saturated fatty acid, gesättigte Fettsäure
TFA	trans-Fettsäure
usw.	und so weiter
VLDL	Very Low Density Lipoprotein
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel

1 EINLEITUNG

Milch – die erste Nahrung für ein neugeborenes Säugetier – ist naturgemäß reich an lebenswichtigen Nährstoffen, sowohl an energieliefernden und strukturbildenden Makronährstoffen wie Protein, Laktose und Fett, als auch an Mikronährstoffen wie Vitaminen und Mengen- sowie Spurenelementen. Kuhmilch und Kuhmilchprodukte liefern mehr als die Hälfte der täglich aufgenommenen Menge an Calcium. Dieses ist besonders für die Knochengesundheit von Bedeutung, eine adäquate Aufnahme von Calcium wirkt präventiv gegen die Entwicklung von Osteoporose. Vor allem der hohe Calciumgehalt brachte der Milch somit ein positives gesundheitsförderndes Image in der Bevölkerung ein.

Den rasanten Anstieg von Zivilisationskrankheiten wie Adipositas, Hypertonie und anderen Herz-Kreislauf-Erkrankungen brachte man anfangs mit einer hohen Aufnahme an Fett in Verbindung. Bald darauf wurde nicht mehr das Nahrungsfett allgemein angeprangert, sondern nach Fettinhaltsstoffen differenziert. Daher wurden vor allem tierische Fette mit Zivilisationskrankheiten korreliert. Durch das gesteigerte Gesundheitsbewusstsein in der Bevölkerung gerieten Milch und Milchprodukte somit in den Ruf, sich negativ auf die Gesundheit auszuwirken.

Tatsächlich bringt der Großteil der wissenschaftlichen Studien hohe Aufnahmen an gesättigten Fettsäuren, die den Hauptanteil von tierischem Fett ausmachen, mit höherer Prävalenz von Herz-Kreislauferkrankungen in Verbindung. Omega-3-Fettsäuren – ungesättigte Fettsäuren, die in einem hohen Anteil in pflanzlichen Ölen vorkommen – auf der anderen Seite werden positive Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit zugesprochen.

Das Milchfett, trotz hohem Anteil an gesättigten und eher geringem Anteil an Omega-3-Fettsäuren, lässt sich mittels Fütterung dahingehend beeinflussen, dass es eine ernährungsphysiologisch günstigere Verteilung der Fettsäuren aufweist. Hier stehen eine Senkung des Anteils an gesättigten Fettsäuren und v.a. eine Erhöhung des Anteils an Omega-3-Fettsäuren im Fokus der Wissenschaft.

Durch Ergebnisse aus Tierversuchen, die einer bis vor einiger Zeit unbekanntem Fettsäuregruppe – den konjugierten Linolsäuren – antikanzerogene, antiatherogene und andere gesundheitsförderliche Wirkungen zusprechen, sind auch diese für die Wissenschaft interessant geworden. Da konjugierte Linolsäuren als Zwischenprodukte

der Biohydrierung im Pansen von Wiederkäuern entstehen, finden sich diese nur in Produkten wie Fleisch oder Milch von Wiederkäuern.

Ohne Silofutter produzierte Milch wird seit jeher für die Herstellung bestimmter Rohmilchkäsesorten wie Emmentaler oder Bergkäse verwendet, da silofreie Milch eine weit geringere Anzahl an käsereschädlichen Clostridiensporen aufweist. Erst seit wenigen Jahren wird in Österreich silofreie Milch unter dem Namen „Heumilch“ auch als Trinkmilch auf den Markt gebracht und verkauft. Als besonders naturnah beworben profitiert sie vom positiven Image der Biomilch, ohne eine solche zu sein. Die silagefreie Fütterung, die im Zentrum der Bestimmungen der Heumilch steht, wirkt sich nicht nur auf die Hartkäsetauglichkeit einer Milch aus, sondern auch auf das Fettsäurespektrum. Besonders durch den höheren Gehalt an Omega-3-Fettsäuren als in konventioneller Milch könnte Heumilch einen Beitrag zur Aufnahme dieser essentiellen Fettsäuren leisten; inwieweit dies der Fall ist, war auch Gegenstand dieser Arbeit. Über die Fettsäurezusammensetzung der Heumilch, wie sie in Österreich produziert wird, gibt es noch keine Studien.

Die vorliegende Diplomarbeit gibt mit der Literaturübersicht einen Einblick in bisherige wissenschaftliche Studien über verschiedene Fettsäuregruppen und deren Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit sowie über den Einfluss der Fütterung auf das Fettsäuremuster, mit besonderem Fokus auf Omega-3-Fettsäuren und konjugierte Linolsäuren der Milch. Im zweiten Teil dieser Arbeit werden die Ergebnisse der Fettsäureanalysen von verschiedenen Heumilch- und Heumilchkäseproben, die ein Jahr lang im Zweimonatsabstand auf ihre Fettsäurezusammensetzung untersucht wurden, präsentiert und mit den Ergebnissen der Fettsäureanalyse von zur selben Jahreszeit produzierten konventionellen Milchproben verglichen. Im Besonderen wird der Frage nachgegangen, inwiefern sich die Fettsäureprofile von Heumilch bzw. Heumilchkäse und konventioneller Milch unterscheiden.

2 LITERATURÜBERSICHT

Folgende Punkte sollen Bestimmungen der Begriffe „Milch“ und „Heumilch“ sowie Grundlagen der Chemie von Fett und der Milchfettzusammensetzung liefern. Des Weiteren wird ein Einblick in den aktuellen wissenschaftlichen Stand über die gesundheitlichen Auswirkungen von verschiedenen Fettsäuregruppen gegeben. Der Einfluss von Futter auf das Fettsäurespektrum von Milch wird näher beleuchtet und zuletzt wird ein Fazit aus der zitierten Literatur gezogen.

2.1 Definition von Milch

Milch ist aus biologischer Sicht „das Sekret der Milchdrüse weiblicher Säugetiere, das nach der Geburt zum Zwecke der Ernährung der Neugeborenen einige Zeit (Laktationsperiode) abgesondert wird.“ [FOISSY, 1997]

Laut Österreichischem Lebensmittelcodex (Codex Alimentarius Austriacus) ist Milch „das durchmischte, unveränderte Gesamtmelk eines oder mehrerer Milchtiere. Unter Milch ohne Artenbezeichnung wird Kuhmilch verstanden, die Milch anderer Tierarten wird entsprechend der jeweiligen Tierart bezeichnet (z. B. Schafmilch, Ziegenmilch, Büffelmilch). Die Rohmilch entspricht zumindest den lebensmittelrechtlichen Bestimmungen, insbesondere der Verordnung (EG) Nr.853/2004 idgF.“ [BMG, 2011]

2.2 Heumilch

2.2.1 Definition und Bestimmungen des Heumilchregulativs

Heumilch bezeichnet Milch von Kühen (gegebenenfalls auch von Ziegen und Schafen), die unter Verzicht von Silage-Futtermitteln produziert wird. Der Begriff wurde von der ARGE Heumilch, die 2004 gegründet wurde, geprägt. Die ARGE Heumilch umfasst mehr als 8.000 Landwirte und 60 Verarbeitungsbetriebe aus den österreichischen Bundesländern Vorarlberg, Tirol, Salzburg, Oberösterreich und Steiermark, die an der ÖPUL (Österreichisches Programm für umweltgerechte Landwirtschaft)-Maßnahme „Silageverzicht“ teilnehmen. Zudem müssen die Bestimmungen des sogenannten Heumilchregulativs eingehalten werden, das von unabhängigen Stellen kontrolliert wird [ARGE Heumilch, 2009]. Das Heumilchregulativ regelt vor allem, welche Futtermittel

verwendet werden dürfen und welche verboten sind. Die verbotenen Futtermittel sind:

- Silofutter (auch Herstellung und Verkauf sind verboten);
- Feuchtheu oder Gärheu (auch die Herstellung ist verboten);
- Rückstände von Brauereien, Brennereien, Mostereien oder andere Rückstände der Lebensmittelindustrie (Ausnahme: Trockenschnitte sind als Mischfuttermittel, aber nicht als Einzelfuttermittel zulässig);
- Futtermittel in eingeweichtem Zustand;
- Futtermittel tierischen Ursprungs (z.B. Milch, Molke, Tiermehle usw.);
- Abfälle aus Küche und Garten, Obstabfälle, Kartoffeln und Harnstoff.
- Futtermittel, die Antibiotika, Hormone oder Chemotherapeutika enthalten

Erlaubte Futtermittel sind:

- Grünraps, Grünmais, Grünroggen, Futterrüben, sowie Heu-, Luzerne- und Maispellets als Beifutter;
- Weizen, Gerste, Hafer, Triticale, Roggen und Mais als Kraftfutter in marktüblicher Form (z.B. Pellets oder Kleie);
- Ackerbohnen, Futtererbsen, Ölfrüchte und Extraktionsschrote bzw. Kuchen als Teil der Kraftfuttermittelration.

Der Raufutteranteil in der Tagesration muss mindestens 60% der Trockenmasse ausmachen. Auf allen landwirtschaftlichen Nutzflächen ist das Düngen mit Klärschlamm, Klärschlammprodukten und Kompost aus kommunalen Aufbereitungsanlagen verboten. Nach der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern muss eine Mindestwartezeit von drei Wochen eingehalten werden, bevor die Futterflächen benutzt werden. Zudem gibt es noch Bestimmungen über den Einsatz chemischer Hilfsstoffe und Lieferverbote. Milch, die diesen Bestimmungen entspricht, darf mit dem Logo „Heumilch – die reinste Milch“ ausgezeichnet werden [ARGE Heumilch, 2009].

Der wohl größte Vorteil an silofreier Milch ist der geringere Gehalt an Clostridien sporen im Vergleich zu Silomilch. Die anaeroben Clostridien (vor allem *Clostridium tyrobutyricum* [JONSSON, 1990]) können sich in Silage, aber nicht in Heu vermehren und bilden dort Sporen aus, die durch Pasteurisierung nicht abgetötet werden können [GEISLER und GINZINGER, 2010]. Die Sporen gelangen über Verschmutzungen am Euter, entweder indirekt durch den Kot einer mit Silage gefütterten Kuh oder direkt über

Futterreste und Personal, in die Milch [GINZINGER et al., 2001]. Die Sporen keimen im Käse aus, wodurch es zu einer Buttersäuregärung und darauffolgend zu einer fehlerhaften Lochung und Rissen im Käse sowie zu Geschmacksfehlern kommt [GEISLER und GINZINGER, 2010]. Die technologische Störgrenze für käsereischädliche Clostridiensporen bei Schnitt- und Hartkäse liegt bei 200/Liter. Dieser Gehalt wird in silofreier Milch unterschritten, während in Silomilch bis zu 100.000 Clostridiensporen pro Liter vorkommen können [GINZINGER et al., 2001]. Bei Käse aus Silomilch kann das Auskeimen der Sporen verhindert werden, indem Konservierungsmittel wie Nitrat oder Lysozym eingesetzt werden. Alternativ können die Clostridiensporen aus der Milch auch mittels Zentrifugalentkeimung oder Mikrofiltration reduziert werden. Da Heumilch ohne zusätzliche Behandlung verkäst werden kann, ist für viele Hartkäsesorten wie Emmentaler, Bergkäse oder Parmesan, die aus Rohmilch hergestellt werden, silofreie Milch vorgeschrieben [GEISLER und GINZINGER, 2010]. So sieht auch für österreichischen Emmentaler, Alp- und Bergkäse der österreichische Lebensmittelcodex eine „silofreie, hartkäsetaugliche Rohmilch“ vor.

Bei Silagen können durch Fehlgärungen Geruchsfehler entstehen, die durch die Fütterung während des Melkens oder auch durch die Lagerung von Silage im Stall in die Milch gelangen können und (vor allem bei Trinkmilch) durch Geruchs- und Geschmacksfehler zu Qualitätseinbußen führt. Bei einer Untersuchung an der Bundesanstalt für alpenländische Milchwirtschaft Rotholz wurde bei 77% der Heumilchproben kein Fehlgeschmack festgestellt, bei den Silomilchproben waren es nur 29% [GINZINGER und TSCHAGER, 1993]. Geringeres Risiko für Geruchs- und Geschmacksfehler ist somit ein weiterer Vorteil der Heumilch.

Der dritte wissenschaftlich bestätigte Vorteil der Heumilch ist der höhere Gehalt an Omega-3-Fettsäuren [GEISLER und GINZINGER, 2010], der Einfluss der Fütterung auf die Fettsäurezusammensetzung der Milch wird noch detailliert in einem eigenen Kapitel dieser Diplomarbeit beschrieben.

2.2.2 Vergleich Biomilch mit Heumilch

Für die Fütterung von Heumilchkühen wird im Sommer als Basis die Weidehaltung, Alpung und Eingrasen angegeben, für die Winterfütterung Heu und Kraftfutter als Ergänzung [NEUHOFER, 2010]. Damit springt Heumilch marketingtechnisch auf den „Bio-Zug“ auf und bedient sich der Klischees von auf Almweiden grasenden Kühen [GROLL und LOITZL, 2007]. Tatsächlich ist Heumilch aber keine Biomilch und im Heumilchregulativ gibt es keine Bestimmungen hinsichtlich Weidehaltung. Bio-

Heumilch muss zusätzlich die EU-Bioverordnung Nr. 834/2007 einhalten [ARGE Heumilch, 2009]. Diese besagt unter anderem:

- „Die Tiere müssen ständigen Zugang zu Freigelände, vorzugsweise zu Weideland, haben, wann immer die Witterungsbedingungen und der Zustand des Bodens dies erlauben, es sei denn, es gelten mit dem Gemeinschaftsrecht im Einklang stehende Einschränkungen und Pflichten zum Schutz der Gesundheit von Mensch und Tier.“ Art 14b(iii)
- „Der Tierbesatz muss so niedrig sein, dass Überweidung, Zertrampeln des Bodens, Erosion oder Umweltbelastung verursacht durch die Tiere oder die Ausbringung des von ihnen stammenden Wirtschaftsdüngers möglichst gering gehalten werden.“ Art 14b(iv)
- „Die Futtermittel für die Tierhaltung sind hauptsächlich in dem Betrieb, in dem die Tiere gehalten werden, oder in anderen ökologischen/biologischen Betrieben im gleichen Gebiet zu erzeugen.“ Art 14d(i)

Silofutter ist in der Biomilch-Produktion erlaubt, somit versteht sich Bio-Heumilch als Milch, die sowohl biologisch, als auch silofrei produziert wird.

2.2.3 Heumilch- und Biomilch-Produktion in Österreich

Im Jahr 2011 wurden 318.704 t Heumilch angeliefert, das sind nicht ganz so viel wie Biomilch mit 395.879 t. Der Anteil an Biomilch an der Gesamtanlieferung ist in den letzten Jahren annähernd gleich geblieben, während der Anteil an Heumilch seit 2008 stetig steigt.

Tabelle 1: Anteil an Bio- und Heumilch in Österreich [AMA, 2012]

Jahr	Gesamte Milchanlieferung in t	Anteil Biomilch	Anteil Heumilch
2008	2.716.178	12,7%	8,9%
2009	2.708.839	13,2%	9,4%
2010	2.781.071	13,7%	10,2%
2011	2.904.364	13,6%	11,0%

Für Biomilch erhielten die Produzenten im Jahr 2011 einen Zuschlag von 6,32 Cent/kg, der Heumilch-Zuschlag betrug 2,73 Cent/kg [AMA, 2012].

In einer Untersuchung der RollAMA mit Daten aus 2.500 Haushalten in Österreich lag der Anteil an Heumilch bei 3,5% im Jahr 2009, bei 4,7% im Jahr 2010 und bei 6,7% im Jahr 2011 [RollAMA, 2012]. Der starke Anstieg von 2010 auf 2011 könnte mit der Einführung der Heumilchprodukte der Supermarktkette BILLA im Februar 2011 zusammenhängen, die sehr stark beworben wurden [MAYR, 2012].

2.3 Milchfett

2.3.1 Chemische Struktur von Fett

Die Gruppe der Lipide ist sehr vielfältig, doch wird im deutschen Sprachgebrauch mit dem Begriff „Fett“ jene Substanz gemeint, deren Hauptbestandteil Triglyceride sind. Diese bestehen aus dem dreiwertigen Alkohol Glycerin und drei Fettsäuren, die mit dem Glycerin verestert sind. Fettsäuren sind Monocarbonsäuren, sie sich aus einer Carboxygruppe (COOH) und einem Kohlenwasserstoffrest zusammensetzen. Normalerweise liegen sie als unverzweigte, aliphatische Monocarbonsäuren mit mindestens vier Kohlenstoffatomen vor. Nicht alle, jedoch die meisten wichtigen Fettsäuren haben einen Trivialnamen, einen systematischen Namen besitzen aber alle Fettsäuren, im Beispiel der Buttersäure ist es Butansäure. Zudem kann jede Fettsäure mit einer Kurzschreibweise beschrieben werden, wobei die erste Zahl die Anzahl der C-Atome und die zweite Zahl die Anzahl der Doppelbindungen angibt. C4:0 beschreibt also eine Fettsäure mit vier Kohlenstoffatomen, aber ohne Doppelbindung – die Buttersäure. Bei ungesättigten Fettsäuren kann außerdem die Lage der Doppelbindungen und ihre Konfiguration angegeben werden, z.B. C18:3 (c9,c12,c15) (α -Linolensäure) [CLAUS, 2004].

Fettsäuren kann man klassifizieren nach:

- der Anzahl der C-Atome:
Fettsäuren mit 4 bis 8 C-Atomen werden als kurzkettig, mit 10 bis 14 C-Atomen als mittelkettig und mit 16 oder mehr C-Atomen als langkettig bezeichnet, wobei diese Einteilung nicht starr ist.

- dem Vorkommen von Doppelbindungen:
Sind keine Doppelbindungen vorhanden, ist die Fettsäure gesättigt (saturated fatty acid/SFA), hat eine Fettsäure ein oder mehrere Doppelbindungen, ist sie ungesättigt.

Ungesättigte Fettsäuren kann man weiter unterteilen nach:

- dem Grad der Ungesättigkeit:
Eine Fettsäure mit einer Doppelbindung ist einfach ungesättigt und somit eine Monoenfettsäure (mono-unsaturated fatty acid/MUFA), mit mehreren Doppelbindungen ist sie mehrfach ungesättigt – eine Polyenfettsäure (poly-unsaturated fatty acid/PUFA), die man des weiteren in Dien-, Trien-, Tetraen-, Pentaen- und Hexaensäuren gliedern kann (zweifach, dreifach, vierfach, fünffach oder sechsfach ungesättigte Fettsäuren).
 - der Konfiguration der Doppelbindungen (cis/trans-Isomerie):
Wenn beide Wasserstoff-Atome auf der selben Seite der Doppelbindung stehen, spricht man von cis-Konfiguration, wenn sie auf der gegenüberliegenden Seite stehen, sind sie trans-konfiguriert.
 - den Positionen der Doppelbindungen:
Um die Lage der Doppelbindungen zu beschreiben, kann man entweder von der Carboxygruppe beginnen zu zählen (Delta- bzw. Δ -System) oder aber man geht von der endständigen Methylgruppe aus (Omega- bzw. ω -Nomenklatur). Die α -Linolensäure ist demnach eine 9,12,15-Octatriensäure bzw. eine Omega-3-Octatriensäure.
 - der Trennung der Doppelbindungen durch Einfachbindungen:
In der Regel sind die Doppelbindungen in Polyenfettsäuren isoliert, d.h. durch meist eine Methylengruppe getrennt (methylene-interrupted double bonds). Wenn mehr als eine Methylengruppe zwischen den Doppelbindungen liegt, spricht man von non-methylene-interrupted double bonds. Doppelbindungen können auch konjugiert (durch nur eine Einfachbindung getrennt) vorkommen.
- der Essentialität:
Essentielle Fettsäuren erfüllen wichtige Funktionen und können vom menschlichen Körper nicht selbst synthetisiert und müssen daher mit der Nahrung

zugeführt werden. Dazu gehören die Omega-3- und die Omega-6-Fettsäuren, alle anderen Fettsäuren sind nicht essentiell für den Menschen.

- den Verzweigungen:

Größtenteils sind Fettsäuren unverzweigt, jedoch können sie auch Verzweigungen aufweisen. Von einer iso-Verzweigung spricht man, wenn die Fettsäure eine zusätzliche Methylgruppe am vorletzten C-Atom hat, von einer anteiso-Verzweigung, wenn die Methylgruppe am vorvorletzten C-Atom hängt [CLAUS, 2004; ELMADFA, 2004].

Die Abbildung zeigt die vereinfachte chemische Darstellung von wichtigen C18-Fettsäuren. Jeder „Knick“ stellt ein Kohlenstoffatom dar; die Anzahl der Wasserstoffe, die an das Kohlenstoffatom gebunden sind, hängt davon ab, ob das C-Atom durch eine Doppelbindung und eine Einfachbindung (ein H-Atom) oder ob es durch zwei Einfachbindungen mit den benachbarten C-Atomen verbunden ist (zwei H-Atome). Das endständige C-Atom ist mit drei H-Atomen verbunden.

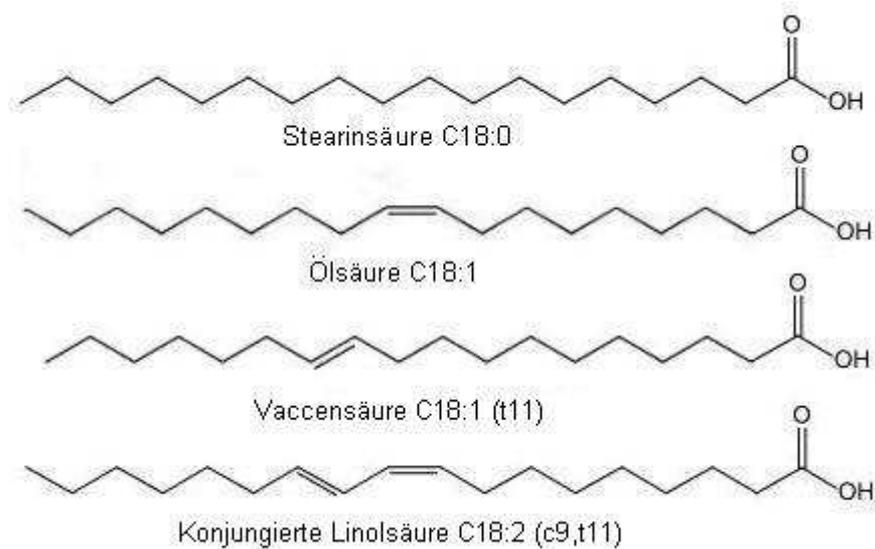


Abbildung 1: Strukturformeln von wichtigen C18-Fettsäuren

Tabelle 2: Wichtige Fettsäuren und ihre Trivialnamen

SFAs		MUFAs und PUFAs	
Kurz-s.w.	Trivialname	Kurz-schreibweise	Trivialname
C4:0	Buttersäure	C14:1 (c9)	Myristoleinsäure
C6:0	Capronsäure	C16:1 (c9)	Palmitoleinsäure
C8:0	Caprylsäure	C18:1 (c9)	Ölsäure
C10:0	Caprinsäure	C18:1 (t11)	Vaccensäure
C12:0	Laurinsäure	C18:2 (c9,c12)	Linolsäure
C14:0	Myristinsäure	C18:2 (c9,t11)	Rumensäure
C16:0	Palmitinsäure	C18:3 (c9,c12,c15)	Alpha-Linolensäure
C18:0	Stearinsäure	C20:4 (c5,c8,c11,c14)	Arachidonsäure
		C20:5 (c5,c8,c11,c14,c17)	Timnodonsäure* (EPA)
		C22:6 (c4,c7,c10,c13,c16,c19)	Cervonsäure* (DHA)

*Systematische Kurznamen EPA bzw. DHA geläufiger als Trivialnamen

2.3.2 Aufbau, physikalischer Verteilungszustand und Zusammensetzung

Milch besteht aus Wasser (ca. 87%), Milchzucker (ca. 4,8%), Fett (ca. 4%), Protein (ca. 3,3%) und Mineralstoffen (ca. 0,75%) [FOISSY, 1997]. Da das Ziel dieser Diplomarbeit die Analyse von Milchfett auf seine Fettsäurezusammensetzung ist, wird nur auf den Milchbestandteil Fett näher eingegangen.

Abgesehen von den Triglyceriden (ca. 97 – 98%) besteht das Milchfett aus

- Mono- und Diglyceriden,
- freien Fettsäuren,
- Phospholipiden,
- Glykosphingolipiden (v.a. Cerebroside),
- Sterolen (hauptsächlich freies Cholesterin) und
- fettlöslichen Vitaminen (A, D, E, K) [FOISSY, 1997; SCHLIMME und BUCHHEIM, 1999].

Das Fett in der Milch dient dem Neugeborenen als Energielieferant und wird im Körper zudem unter anderem als Bestandteil der Zellmembrane und als Vorstufen von Coenzymen und Hormonen benötigt [MEYER, 2005].

Milch ist eine Fett-in-Wasser-Emulsion, in der das Milchfett in Form von ca. 1 – 4 µm großen Fettkügelchen (ca. 10 Milliarden pro ml Milch) vorliegt [SCHLIMME und BUCHHEIM, 1999]. Diese Fettkügelchen werden von einer Membran umgeben (Fettkügelchenmembran, FKM), die vor allem aus Phospholipiden, Cholesterin,

Glykoproteinen und Enzymen besteht [EBERMANN und ELMADFA, 2008]. Zusätzlich befindet sich in und außerhalb der Membran das FKM-Eiweiß (FKME) [FOISSY, 1997].

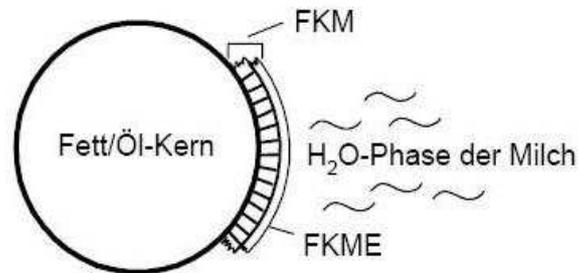


Abbildung 2: Schema Fettkügelchen [FOISSY, 1997]

Beim Stehenlassen von Rohmilch tendieren die Fettkügelchen zu Traubenbildung und schließen sich in Aggregaten zusammen, was zu einer Phasentrennung in eine (fettreiche) Rahmschicht und eine (fettarme) Magermilch führt – dies nennt man Aufrahmung [EBERMANN und ELMADFA, 2008]. Mittels Homogenisierung kann man die Größe der Fettkügelchen verringern und der Aufrahmung entgegenwirken [FOISSY, 1997].

Im Milchfett sind über 400 Fettsäuren nachgewiesen worden, wovon nur etwa 15 in einer Konzentration von mehr als einem Prozent (relativer Massenanteil) vorkommen. Die restlichen, in sehr geringen Konzentrationen vorkommenden Fettsäuren nennt man Minorfettsäuren [COLLOMB et al., 2002c]. Den Hauptteil nehmen die gesättigten Fettsäuren ein (ca. 60%), gefolgt von den einfach ungesättigten Fettsäuren (ca. 30%) und einem kleinen Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (ca. 2%). Die zahlreichen, sehr unterschiedlichen Minorfettsäuren machen in Summe etwa 8% aus. Dazu gehören unter anderem ungeradzahlige, verzweigt-kettige, zyklische und Hydroxy-Fettsäuren [FOISSY, 1997].

Tabelle 3: Wichtige Fettsäuren in Sommer- und Wintermilchfett [SIEBER, 2011]

Fettsäure	Sommer	Winter
C4:0 Buttersäure	3,09	3,16
C6:0 Capronsäure	1,95	2,08
C8:0 Caprylsäure	1,12	1,2
C10:0 Caprinsäure	2,38	2,56
C12:0 Laurinsäure	2,78	3,12
C14:0 Myristinsäure	9,31	10,35
C15:0 Pentadecansäure	1,04	1,11
C16:0 Palmitinsäure	23,52	28,69
C16:1 Palmitoleinsäure	1,19	1,31
C18:0 Stearinsäure	8,32	7,81
C18:1 t10-11	3,15	1,44
C18:1 Ölsäure	17,2	15,74
C18:2 Linolsäure	1,15	1,27
C18:2c9t11 CLA	1,44	0,64
C18:3 Linolensäure	0,83	0,69

Angaben in g/100g Fett

2.3.3 Biosynthese der Fettsäuren

Die Fettsäuren in der Milch können aus drei verschiedenen Quellen kommen: aus dem Pansen, dem Fettgewebe und der Milchdrüse [MEYER, 2005].

2.3.3.1 Biohydrogenierung

Im Pansen werden die Triglyceride aus der Nahrung hydrolysiert, also in ihre Einzelbausteine (Glycerin und freie Fettsäuren) zerlegt. Dies wird durch mikrobielle Lipasen katalysiert, die z.B. von *Anaerovibrio lipolytica* oder *Butyrivibrio fibrisolvens* synthetisiert werden [JENKINS, 1993].

Auf diesen ersten Stoffwechselschritt folgt die Biohydrierung der ungesättigten Fettsäuren. Auch hierfür sind ruminale Bakterien verantwortlich, die sich in zwei Gruppen gliedern lassen [BAUMAN et al., 1999; COLLOMB et al., 2002c]. Die Gruppe A-Bakterien hydrieren Linolsäure und α -Linolensäure über C18:2(c9,t11) bzw. C18:3(c9,t11,c15) hauptsächlich zu Vaccensäure – C18:1(t11) [BAUMAN et al., 1999]. Die Gruppe B-Bakterien können cis- und trans-Isomere der ungesättigten Fettsäuren (hier vor allem Vaccensäure) zu Stearinsäure hydrieren [COLLOMB et al., 2002c]. Da die Hydrierung der Rumensäure – C18:2(c9,t11) – zu Vaccensäure schnell verläuft, der Reaktionsschritt von Vaccensäure zu Stearinsäure jedoch langsam, kommt es häufig zur Akkumulierung von Vaccensäure [BAUMAN et al., 1999].

Die Endprodukte der Biohydrierung im Pansen können nun wieder desaturiert werden, so wird die Stearinsäure in großem Umfang zu Ölsäure reduziert [COLLOMB et al., 2002c].

Abgesehen von der Biohydrierung der mit der Nahrung aufgenommenen Fettsäuren ist noch ein weiterer Stoffwechselweg im Pansen für die in der Milch vorkommenden Fettsäuren relevant: der mikrobielle Abbau von Kohlenhydraten. Dadurch entstehen kurzkettige Fettsäuren (Buttersäure/3-Hydroxy-Butyrat, Essigsäure/Acetat usw.), die entweder als solche in der Milch wiederzufinden sind, oder in der Milchdrüse bzw. im Fettgewebe zur Fettsäurebiosynthese herangezogen werden [COLLOMB et al., 2002c; MEYER, 2005].

Die hohen Mengen an kurzkettigen Fettsäuren sowie an Ölsäure stellen sicher, dass der Schmelzpunkt des Milchfetts unter der Körpertemperatur der Kuh bleibt [COLLOMB et al., 2002c].

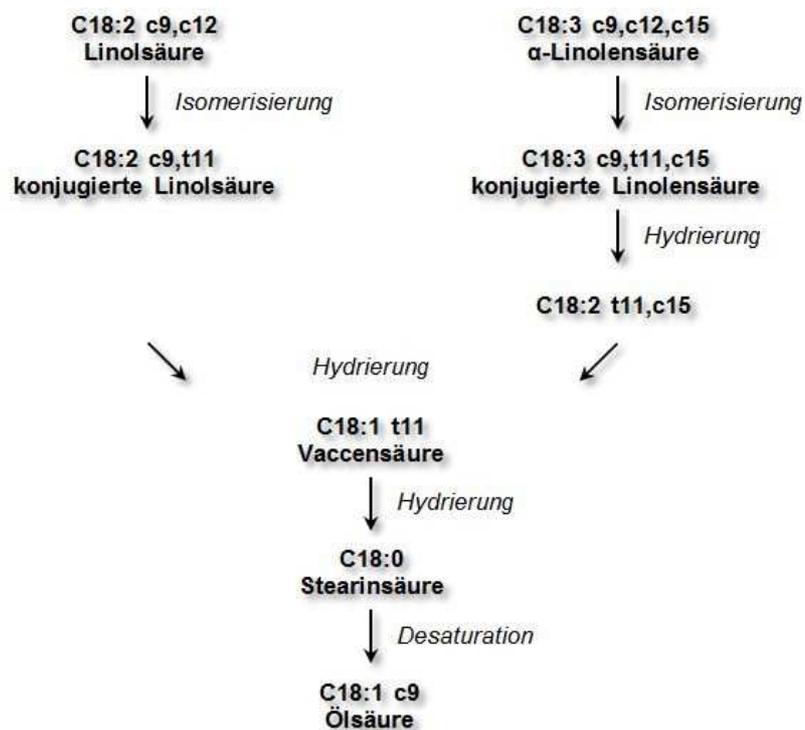


Abbildung 3: Stoffwechselweg im Pansen von Linol- und α-Linolensäure zu Ölsäure

2.3.3.2 *Biosynthese in der Milchdrüse*

Der Großteil der kurz- und mittelkettigen Fettsäuren wird in der Milchdrüse synthetisiert. Die Substrate der Biosynthese sind das 3-Hydroxy-Butyrat (vier Kohlenstoffatome) und das Acetyl-CoA (zwei Kohlenstoffatome), die beide aus dem Pansen stammen [COLLOMB et al., 2002c; EDER, 2007]. Dies erklärt, warum Fettsäuren in der Regel geradzahlig sind. Das Besondere an der Biosynthese in der Milchdrüse ist das Enzym Thioesterase-II, das sonst in keinem Gewebe gefunden wurde. Dieses bricht die Fettsäuresynthese bei maximal 16 C-Atomen ab. Die so synthetisierten Fettsäuren sind allesamt gesättigt und können im Organismus kaum desaturiert werden [MEYER, 2005].

Die Expression der Thioesterase-II ist außerhalb der Laktation sehr niedrig [MEYER, 2005], dann übernimmt wieder das Fettgewebe das Gros der Fettsäuresynthese [COLLOMB et al., 2002c].

2.3.3.3 *Biosynthese im Fettgewebe*

Zusätzlich zur Mobilisierung des Fettgewebes können auch Fettsäuren im Fettgewebe neu synthetisiert werden. Hier erfolgt der Kettenabbruch bei 16 bis 18 C-Atomen durch das Enzym Thioesterase I. Das vorherrschende Endprodukt ist die Stearinsäure, die überwiegend zur Ölsäure desaturiert wird. Auch Heptadecansäure (C17:0) wird im Fettgewebe hergestellt; die Synthese beginnt hier mit Propionat, das aus dem Pansen durch den Abbau vom Glycerin der Triglyceride bereitgestellt wird [MEYER, 2005].

Größenordnungsmäßig stammen gut die Hälfte der in der Milch vorkommenden Fettsäuren aus dem Blutplasma, die zuvor im Pansen bzw. im Fettgewebe synthetisiert wurden oder direkt aus der Nahrung stammen [COLLOMB et al., 2002c]. Die Verteilung der Quellen, aus denen die Fettsäuren für die Milchfettproduktion herangezogen werden, hängt jedoch stark von der metabolischen Situation der Kuh ab. Bei Nahrungsüberschuss beispielsweise hat die Fettsäurebiosynthese in der Milchdrüse die größte Bedeutung, bei Energiedefizit jedoch die Lipolyse im Fettgewebe [MEYER, 2005].

2.4 Ernährungsphysiologisch interessante Fettsäuregruppen und ihre Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit

2.4.1 Omega-3-Fettsäuren

Omega-3-Fettsäuren sind mehrfach ungesättigte Fettsäuren, die die erste Doppelbindung am dritten C-Atom, von der Methylgruppe zu zählen beginnend, haben – daher Omega-3- oder auch n3-Fettsäuren. Analog dazu haben die Omega-6-Fettsäuren die erste Doppelbindung am sechsten C-Atom. Beide Fettsäuregruppen – die Omega-3- sowie die Omega-6-Fettsäuren – sind für den Menschen essentiell und müssen mit der Nahrung aufgenommen werden, da sie im Körper nicht synthetisiert werden können. Sie sind wichtige Komponenten der Zellmembranen und in Triglyceriden, Cholesterolestern und Phospholipiden zu finden. Docosahexaensäure DHA ist einer der wichtigsten Bestandteile der Strukturlipide im menschlichen Gehirn [SIMOPOULOS, 2008].

Die wichtigsten Omega-3-Fettsäuren sind α -Linolensäure (ALA, C18:3n3), Eicosapentaensäure (EPA, C20:5n3) und Docosahexaensäure (DHA, C22:6n3), die wichtigsten Vertreter der Omega-6-Fettsäuren sind Linolsäure (C18:2n6) und Arachidonsäure (C20:4n6). Linolsäure findet sich vor allem in Pflanzenölen wie Sonnenblumen-, Distel- und Maiskeimöl, Getreide, Tierfett und Vollkornbrot [METZNER und LÜDER, 2007; WALL et al., 2010]. Die Hauptquellen für α -Linolensäure sind grünes Blattgemüse, Leinsamen, Raps und Walnüsse [WALL et al., 2010; DE CATERINA, 2011]. EPA und DHA werden von niederen Pflanzen (z.B. Phytoplankton) synthetisiert und sind vorwiegend in Meerestieren zu finden, für die westliche Ernährung sind v.a. fette Fische wie Lachs, Hering, Makrele oder Sardinen von Bedeutung [BRENNA, 2002; DE CATERINA, 2011]. Zudem kann EPA und DHA in Säugetieren auch aus α -Linolensäure hergestellt werden, dieser Stoffwechselweg wird in Abbildung Nr. 5 beschrieben.

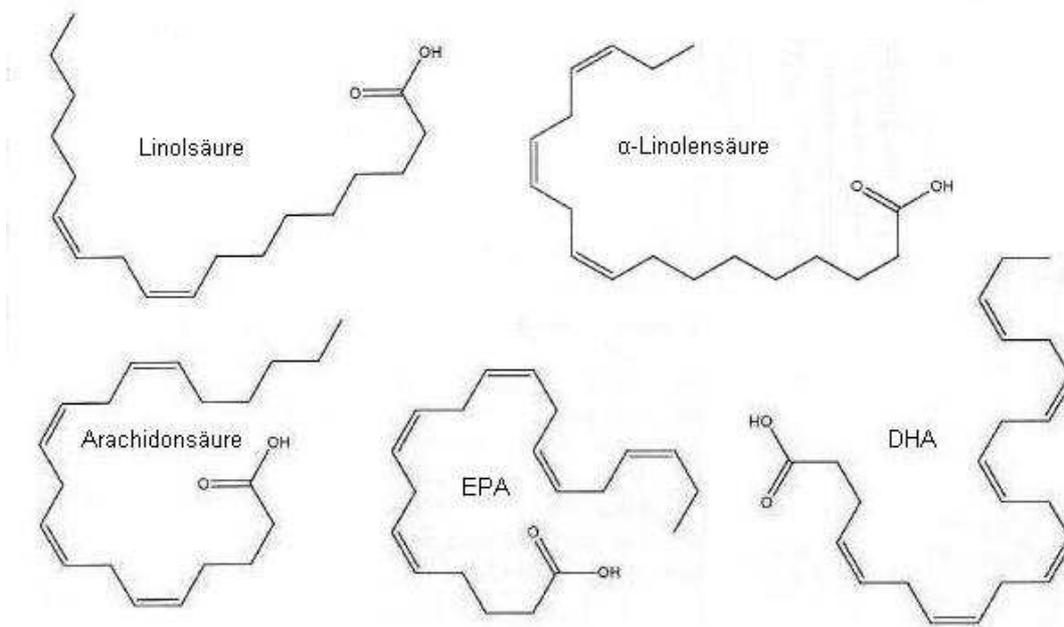


Abbildung 4: Essentielle Fettsäuren [EBERMANN und ELMADFA, 2008]

Auf die Omega-3-Fettsäuren aufmerksam geworden ist man durch die Beobachtung, dass Inuits in Grönland verglichen mit einer dänischen Bevölkerungsgruppe weit seltener an ischämischen Herzerkrankungen litten. Auf der Suche nach der Ursache wurden Probanden auf ihre Plasmalipide untersucht und es stellte sich heraus, dass die Eskimos eine viel höhere Omega-3- und eine viel kleinere Omega-6-Fettsäuren-Konzentration im Blut hatten als die dänische Gruppe [BANG und DYERBERG, 1972]. In einer Folgestudie, in der die Ernährung der Eskimos untersucht wurde, zeigte sich, dass die Nahrung der Eskimos reich an Robbenfleisch und Fisch und daher auch reich an Omega-3-Fettsäuren war, während bei den Dänen der Anteil an Omega-6-Fettsäuren höher war [BANG et al., 1980].

Groß angelegte Studien wie die DART- (2.033 Probanden) [BURR et al., 1989], Lyon Diet Heart- (605 Probanden) [DE LORGERIL et al., 1999], GISSI- (11.324 Probanden) [GISSI-Investigators, 1999] oder die JELIS-Studie (18.645 Probanden) [YOKOYAMA et al., 2007] konnten bestätigen, dass hohe Aufnahmen von Omega-3-Fettsäuren das Risiko für Myokardinfarkte, Schlaganfälle und kardiale Mortalität senken.

Die Studien über Omega-3-Fettsäuren wurden größtenteils mit Fischölkapseln oder erhöhter Fischzufuhr durchgeführt.

Ein Grund, warum sich Omega-3-Fettsäuren positiv auf Immun- und Herz-Kreislauf-System auswirken, sind die Eicosanoide, die aus den Omega-3-Fettsäuren

synthetisiert werden [STEHLE, 2006]. α -Linolensäure kann verschiedene Stoffwechselwege durchlaufen: der größte Anteil der α -Linolensäure wird mittels β -Oxidation entweder komplett oder partiell (mit Acetat als Endprodukt, das für die de novo-Synthese von Fettsäuren verwendet wird) abgebaut [BRENNA, 2002]. Durch Elongierung und Desaturierung kann aus α -Linolensäure aber auch EPA und DHA gebildet werden. Die Umwandlungsrate von α -Linolensäure zu EPA ist allerdings nicht besonders hoch und wird auf ca. 0,2 – 6% geschätzt. Die für DHA liegt – je nach Quelle – bei ca. 3,8% [EMKEN et al., 1994] oder ist kaum nachweisbar (0,05% oder weniger) [BURDGE, 2006]. Durch Senkung der Linolsäurezufuhr durch die Nahrung wird endogen vermehrt EPA aus α -Linolensäure synthetisiert. Bei Steigerung der Aufnahme von α -Linolensäure nimmt die DHA-Bildung zu, bleibt aber dennoch sehr gering. Daher wird empfohlen, EPA und DHA direkt aufzunehmen [GOYENS et al., 2006].

Aus EPA und DHA sowie aus Arachidonsäure werden im menschlichen Körper Eicosanoide gebildet, die als Signalsubstanzen mit hormonähnlicher Wirkung u.a. die Blutgerinnung sowie Entzündungs- und Immunreaktionen beeinflussen. Zu den Eicosanoiden, die aus 20 C-Atomen aufgebaut sind, zählen Prostaglandine, Prostazykline, Thromboxane und Leukotriene [METZNER und LÜDER, 2007].

Folgende Abbildung zeigt den Stoffwechselweg von α -Linolensäure und Linolsäure zu ihren Metaboliten EPA, DHA und Arachidonsäure sowie verschiedenen Eicosanoiden.

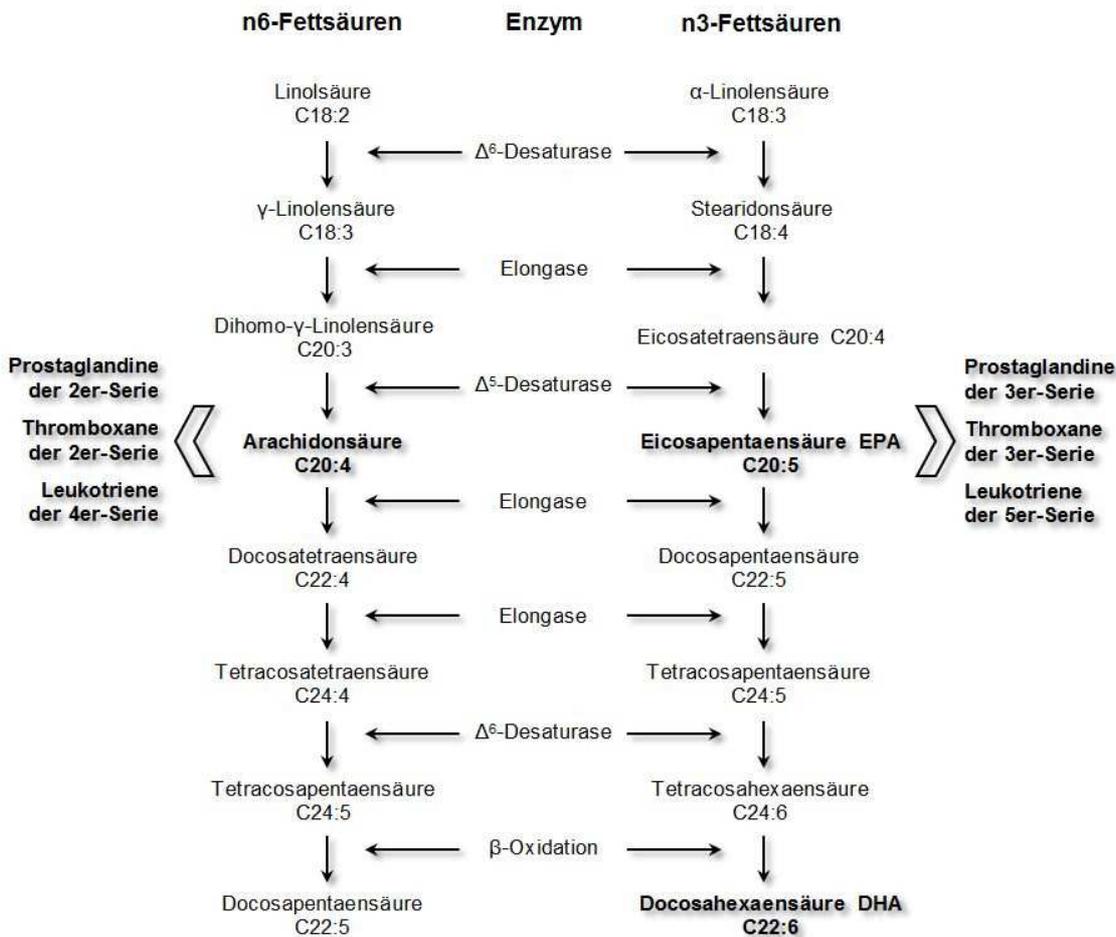


Abbildung 5: Stoffwechselwege der Omega-6- und Omega-3-Fettsäuren [WALL et al., 2010]

Die Eicosanoide, die mittels den Enzymen Cyclooxygenase und Lipoxygenase aus den Omega-6-Fettsäuren gebildet werden, wirken zum Großteil proinflammatorisch, vasokonstriktorisch und prothrombotisch. Werden durch die Nahrung reichlich Omega-3-Fettsäuren aufgenommen, verdrängen sie die Arachidonsäure aus den Phospholipiden der Zellmembranen. Dadurch steht zum einen weniger Arachidonsäure als Substrat zur Verfügung, zum anderen haben EPA und DHA eine höhere Affinität zu den Enzymen als Arachidonsäure. Die Eicosanoide, die aus den Omega-3-Fettsäuren gebildet werden, wirken hauptsächlich antiinflammatorisch, vasodilatatorisch und antithrombotisch [CALDER, 2003; GLEISSMAN et al., 2010; MOZAFFARIAN und WU, 2011].

Den Omega-3-Fettsäuren werden einige positive Auswirkungen auf die Gesundheit nachgesagt. So sollen bei einer Erhöhung der Aufnahme von Omega-3-Fettsäuren

- die Fließeigenschaften des Blutes verbessert,

- die Oxidation von LDL verringert,
- die Thrombozytenaggregation und –adhäsion verringert,
- das inflammatorische Potential verringert
- das Risiko eines plötzlichen Herztods verringert,
- die Serumtriglyceridwerte gesenkt,
- der Blutdruck gesenkt,
- das Risiko für Arrhythmien gesenkt und
- das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen gesenkt werden.

Somit wirken sie sich positiv auf den Gesundheitszustand von Patienten mit chronisch-entzündlichen Erkrankungen und koronaren Herzerkrankungen aus [METZNER und LÜDER, 2007; VRABLIK et al., 2009; MOZAFFARIAN und WU, 2011].

Zudem werden positive Effekte auf Patienten mit

- Diabetes mellitus Typ II,
- Metabolischem Syndrom,
- Adipositas,
- Krebs,
- Atherosklerose,
- degenerativen Augenerkrankungen und
- Depression

diskutiert [YASHODHARA et al., 2009; GLEISSMAN et al., 2010].

Trotz der fast durchwegs positiven Ergebnisse der Studien über die Auswirkungen von Omega-3-Fettsäuren auf die menschliche Gesundheit und insbesondere auf die Herzgesundheit konnte in einer Meta-Analyse, in der die Daten von 36.913 Teilnehmern ausgewertet wurden, kein klarer Effekt von lang- und kürzerkettigen Omega-3-Fettsäuren auf totale Mortalität, kombinierte kardiovaskuläre Ereignisse und Krebs gefunden werden [HOOPER et al., 2006].

An der Essentialität der Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren wird jedoch nicht gezweifelt, die von D-A-CH empfohlene Zufuhr liegt bei 0,5% der Gesamtenergie für Omega-3-Fettsäuren und 2,5% der Gesamtenergie für Omega-6-Fettsäuren [D-A-CH, 2012], das entspräche etwa 1 g Omega-3-Fettsäuren und 5 g Omega-6-Fettsäuren pro Tag. Laut österreichischem Ernährungsbericht 2008 nehmen österreichische Erwachsene 15,2 g Omega-6-Fettsäuren (Linolsäure und Arachidonsäure) und 1,5 g Omega-3-Fettsäuren (α -Linolensäure, EPA und DHA) zu sich [ELMADFA et al., 2011].

Die Aufnahme an Omega-3-Fettsäuren ist somit zufriedenstellend, jedoch ist der Wert an Omega-6-Fettsäuren zu hoch, was zu einem hohen Omega-6/Omega-3-Quotienten (etwa 10:1) führt, was nicht ungewöhnlich für die westliche Ernährungsweise ist. Der Omega-6/Omega-3-Quotient sollte 5:1 oder kleiner sein [METZNER und LÜDER, 2007; SIMOPOULOS, 2008], daraus folgernd sollte der österreichische Konsument sowohl mehr Omega-3- als auch weniger Omega-6-Fettsäuren mit der Nahrung zu sich nehmen.

2.4.2 Konjugierte Linolsäure – CLA

Bei der konjugierten Linolsäure (CLA – conjugated linoleic acid) handelt es sich nicht um eine einzelne Fettsäure, sondern ist als ein Sammelbegriff für Isomere der Octadecadiensäure (C18:2) zu verstehen, die sich von der Linolsäure darin unterscheiden, dass die Doppelbindungen nicht isoliert, sondern konjugiert sind [SIEBER, 1995; BAUMAN et al., 1999; BADINGA und STAPLES, 2005]. Die Doppelbindungen können u.a. an den C-Atomen 8 und 10, 9 und 11, 10 und 12, sowie 11 und 13 positioniert sein und entweder cis-trans, trans-cis, cis-cis oder trans-trans konfiguriert sein [EULITZ et al., 1999]. Die CLA, denen positive Auswirkungen auf den Stoffwechsel zugesprochen werden, nehmen eine Sonderstellung in der Gruppe der trans-Fettsäuren ein, denen vielfach negative Effekte auf die menschliche Gesundheit nachgesagt werden. CLA umfasst mehrere verschiedene positionelle und geometrische Isomere, von denen zwei – cis-9, trans-11 CLA (c9t11-CLA) und trans-10, cis-12-CLA (t10c12-CLA) – biologisch aktiv sind [PARIZA et al., 2001].

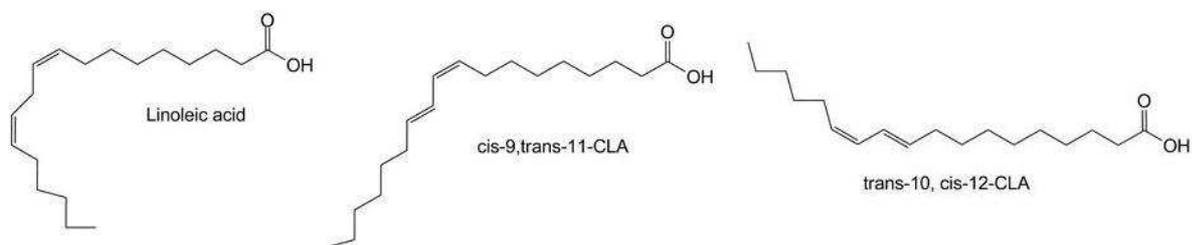


Abb.: Linolsäure, c9,t11-CLA und t10,c12-CLA. Quelle [NAKAMURA et al., 2008]

Die CLA wird auf zwei Wegen synthetisiert: zum einen ist sie ein Zwischenprodukt der Biohydrierung von Linolsäure im Rindermagen. Dieser Stoffwechselweg wird von Pansenbakterien katalysiert (z.B. c9t11-CLA von *Butyrivibrio fibrisolvens* [KEPLER et al., 1966] und t10c12-CLA von *Megasphaera elsdenii* [KIM et al., 2002]). Zum anderen

wird sie in der Milchdrüse der laktierenden Kuh aus der Vaccensäure (C18:1 t11) – ebenfalls ein Zwischenprodukt der Biohydrierung von Linol-, aber auch von α -Linolensäure – mittels des Enzyms Δ^9 -Desaturase produziert [GRINARI et al., 2000]. Der Anteil der endogenen Synthese der c9t11-CLA wird auf ca. 78% [CORL et al., 2001] bzw. in einer anderen Quelle sogar auf über 91% geschätzt [KAY et al., 2004]. Andere Isomere werden so gut wie ausschließlich über die Δ^9 -Desaturase hergestellt [CORL et al., 2002]. Folgende Abbildung zeigt einen Überblick über die Synthese von drei verschiedenen CLA-Isomeren.

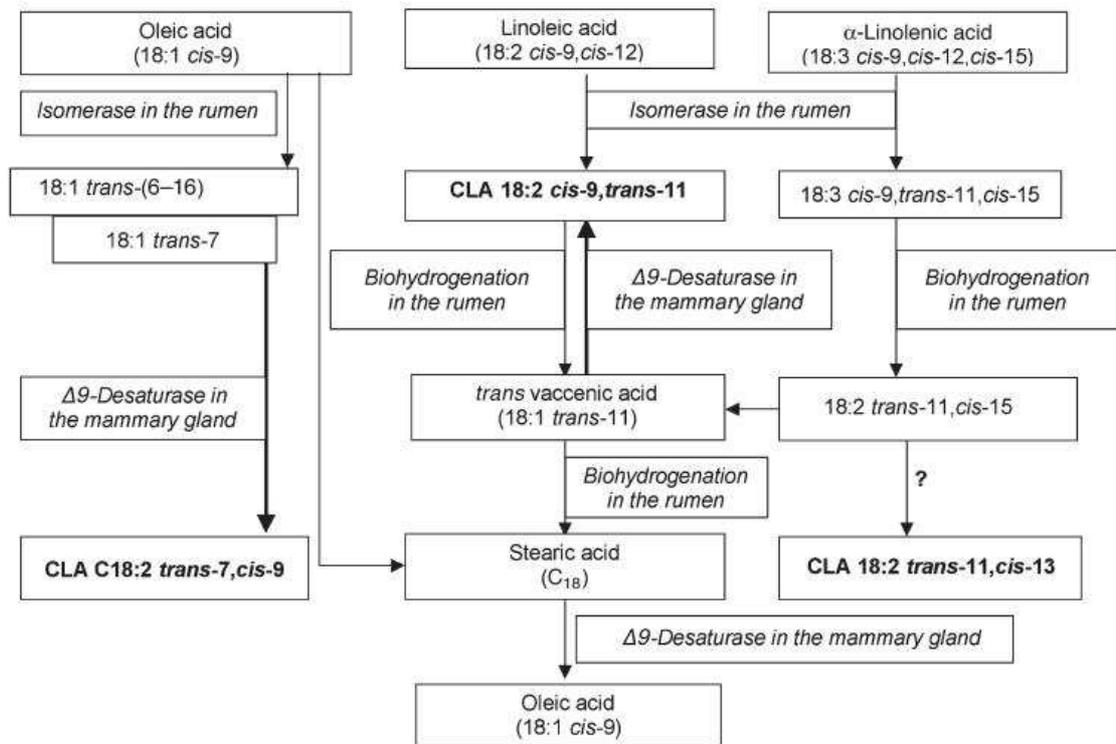


Abbildung 6: Verschiedene Stoffwechselwege der CLA-Isomere [COLLOMB et al., 2004]

Die Hauptquellen der CLA in der menschlichen Ernährung stellen Wiederkäuerfleisch sowie Milch und Milchprodukte dar [CHIN et al., 1992]. Das c9t11-Isomer kommt am häufigsten vor, der Anteil an der Gesamt-CLA macht etwa 80 – 90% aus [BAUMAN et al., 1999]. Für dieses Isomer wurde der Name Rumensäure vorgeschlagen [KRAMER et al., 1998]. Folgende Tabelle listet den CLA-Gehalt von verschiedenen Nahrungsmitteln auf.

Tabelle 4: CLA-Gehalte verschiedener Nahrungsmittel [CHIN et al., 1992]

Lebensmittel	CLA (g/kg fat)	c9t11-CLA (%)
Fleisch		
frisches Rinderfaschiertes	4,3	85
Hühnerfleisch	0,9	84
Lammfleisch	5,6	92
Milch und Milchprodukte		
homogenisierte Milch	5,5	92
Butter	4,7	88
Cheddar	3,6	92
Hüttenkäse	4,5	83

Die mittlere Aufnahme von CLA liegt in Österreich bei 316 mg pro Kopf und Tag, davon stammen etwa 78% aus Milch und Milchprodukten. In den Mitgliedsstaaten der EU-25 werden 59% in Spanien bis 89% in der tschechischen Republik der CLA mit Milchprodukten aufgenommen [SZAKÁLY et al., 2010].

CLA wurden 1935 erstmals als Fettsäuren mit konjugierten Doppelbindungen entdeckt [BOOTH et al., 1935] und 1977 als konjugierte Octadecadiensäuren klassifiziert [PARODI, 1977]. Die Arbeitsgruppe um Pariza fand bald darauf einen antimutagenen Faktor in Rinderfaschiertem, bei dem man auch antikanzerogene Aktivitäten vermutete [PARIZA et al., 1979].

Diese Annahme wurde in zahlreichen Tierversuchen bestätigt, die in mehreren Übersichtsarbeiten zusammengefasst wurden [BELURY, 1995; SIEBER, 1995; MCGUIRE und MCGUIRE, 1999; BADINGA und STAPLES, 2005]. In der ersten Studie über die antikanzerogenen Eigenschaften von CLA wurden bestimmte Fraktionen von Rinderfaschiertem, die mutagenese-hemmende Wirkung zeigten, auf die Haut von Mäusen aufgetragen. Fünf Minuten später wurden diese Hautstellen mit einem starken Kanzerogen – 7,12-Dimethylbenz(a)anthracen (DMBA) – behandelt, welches, so angewendet, Epidermaltumore initiiert [PARIZA und HARGRAVES, 1985]. Ha et al. isolierten aus einer derartigen Fraktion vier CLA-Isomere und erweiterten diesen Versuch (CLA wurde fünf Minuten, drei Tage und sieben Tage vor Behandlung mit DMBA aufgetragen). Die Mäuse in der CLA-Gruppe entwickelten nur halb so viele Geschwulste verglichen mit einer Kontroll- und einer mit Linolsäure behandelten Gruppe, zudem konnte die Behandlung mit CLA die Tumorzinzidenz um etwa 20% verringern [HA et al., 1987].

Auch in Studien über Vormagen-Tumore bei Mäusen [HA et al., 1990] und Mamma-Tumore bei Ratten [IP et al., 1991] konnte die krebshemmende Wirkung von CLA gezeigt werden.

In Zellkulturstudien reduzierte CLA signifikant die Proliferation von mehreren Arten menschlicher Krebszellen (M21-HPB – maligne Melanomzellen, HT-29 – Kolorektalkrebszellen und MCF-7 – Brustkrebszellen) [SHULTZ et al., 1992]. Denselben wachstumsinhibierenden Effekt hatte mit CLA supplementierte Nahrung auf humane Adenokarzinomzellen der Brustdrüse [VISONNEAU et al., 1997] und Prostatakrebszellen [CESANO et al., 1998] in SCID (severe combined immunodeficient) Mäusen.

Die Studie von Ip et al. war die erste, bei der nicht nur die kommerziell erhältliche CLA-Mischung, sondern auch eine CLA-reiche Butter an die Versuchsratten verfüttert wurde. Die Ratten der beiden Gruppen, die CLA erhielten (aus der Butter oder aus der synthetischen Mischung) entwickelten nur halb so viele Brusttumore wie die Ratten aus der Kontrollgruppe [IP et al., 1999].

Nicht nur antikanzerogene Eigenschaften werden der CLA zugesprochen, auch mögliche antiatherogene Effekte werden diskutiert. In einer Studie mit Kaninchen senkte CLA die LDL- und Gesamtcholesterin- sowie die Triglyceridwerte im Blut. Zudem wurden in den Aorten der mit CLA gefütterten Kaninchen weniger atherosklerotische Plaques gefunden [LEE et al., 1994]. Eine Studie an Hamstern zeigte ein ähnliches Ergebnis: die Blutwerte für Gesamt- und VLDL/LDL-Cholesterin und Triglyceride waren in der CLA-Gruppe niedriger als in der Kontrollgruppe, in der Linolsäure-gefütterten Gruppe waren nur der Gesamtcholesterinwert signifikant vermindert [NICOLOSI et al., 1997]. Diesen Ergebnissen widersprach die Arbeit von Munday et al. Zwar hatten die mit CLA gefütterten Mäuse einen niedrigeren Triglyceridspiegel und ein höheres HDL:Gesamtcholesterin-Verhältnis, jedoch die Bildung von „Fatty Streaks“ in der Aorta war erhöht [MUNDAY et al., 1999].

Toomey et al. konnten in einem Versuch an ApoE-defizienten Mäusen zeigen, dass CLA (80% c9t11 und 20% t10c12-CLA) nicht nur den Fortschritt von Atherosklerose verhindert, sondern auch deren Rückbildung bewirkt. Das Vorkommen der Rezeptoren PPAR α und PPAR γ , die beide bei Aktivierung antiinflammatorische Effekte haben, war in der Aorta der CLA-Gruppe erhöht [TOOMEY et al., 2003; TOOMEY et al., 2006].

Die Studie von Houseknecht et al. lieferte erste Anzeichen, dass CLA auch bei Diabetes positive Wirkungen haben könnte. Vordiabetische ZDF (Zucker diabetic fatty) Ratten wurden mit CLA gefüttert. Die CLA konnte sowohl die gestörte Glucosetoleranz normalisieren als auch die Hyperinsulinämie verbessern, zudem war der Gehalt an freien Fettsäuren im Blut im Vergleich mit der Kontrollgruppe reduziert. Diese Eigenschaften werden der Aktivierung von PPAR γ zugeschrieben [HOUSEKNECHT et al., 1998]. Zhou et al. kamen auf sehr ähnliche Ergebnisse (CLA konnte die Plasmakonzentrationen von freien Fettsäuren, Triglyceriden, Cholesterin, Leptin sowie die Insulin- und die Blutglucosekonzentration senken) [ZHOU et al., 2008]. In einer anderen Studie konnte das t10c12-Isomer der CLA zwar die Fettmasse senken und die fettfreie Masse der Mäuse erhöhen, allerdings wurde auch die Insulinresistenz erhöht, wohingegen das c9t11-Isomer die Insulinresistenz verhindern konnte [HALADE et al., 2010].

In mehreren Tierstudien an Mäusen, Hühnern, Hamstern, Ratten und Schweinen konnte 0,5 – 1% CLA in der Nahrung den Gehalt an Körperfett senken [WAHLE et al., 2004]. Des Weiteren konnten in Tierversuchen positive Effekte auf das Immunsystem und die Knochengesundheit sowie antiinflammatorische Eigenschaften von CLA gezeigt werden [MACDONALD, 2000].

So vielversprechend die Ergebnisse aus den Tierversuchen klingen, konnten sie jedoch in Studien mit Versuchspersonen nur bedingt bestätigt werden. Eine aktuelle Übersichtsarbeit gibt einen Überblick über die Gesundheitseffekte von CLA beim Menschen [MCCRORIE et al., 2011].

Tabelle 5: Humanstudien über die gesundheitlichen Auswirkung von CLA [MCCRORIE et al., 2011]

Effekt von CLA auf	Anzahl Studien	Ergebnisse
Krebs	8	keine Assoziation, bei zwei Studien Risikoverminderung bei hohen CLA-Dosen
Körperzusammensetzung (Normalgewichtige)	16	keine signifikanten Veränderungen im Körpergewicht, bei sechs Studien geringerer Körperfettanteil
Körperzusammensetzung (Übergewichtige)	23	größtenteils keine Unterschiede, bei einigen wenigen Studien positive Effekte wie geringerer Körperfettanteil oder geringeres Körpergewicht
Blutlipidkonzentration	23	größtenteils keine signifikanten Veränderungen, in manchen Studien wurde eine höhere oder auch eine niedrigere HDL-Konzentration gefunden
Entzündungen und andere Immunindizes	21	etwa die Hälfte der Studien zeigten keine Effekte, bei den restlichen war z.B. C-reaktives Protein (Risikofaktor für Atherosklerose) erhöht, andere Entzündungsmarker zum Teil erhöht oder auch erniedrigt
Insulinresistenz	25	fast alle Studien zeigten keine Veränderungen auf Insulin, Glucose und Insulinresistenz

In den meisten Studien wurden synthetische CLA-Präparate verwendet, die oft zur Hälfte aus c9t11-CLA und zur anderen Hälfte aus t10c12-CLA bestehen und somit nicht das Verhältnis aufweisen, wie es in Milchprodukten vorkommt. Zudem waren die verabreichten Dosen oft höher, als man sie durch natürliche Aufnahme erreichen könnte [MCCRORIE et al., 2011].

Obwohl die Tierstudien zu den Auswirkungen von CLA auf die Gesundheit fast durchwegs positiv waren, brachten die Humanstudien größtenteils keine signifikanten Resultate. Die wohl attraktivste Wirkung, die in manchen Studien nachgewiesen wurde, ist die Reduktion des Körperfettanteils, weshalb es in Kapselform als Supplementierung im Leistungssport und als Unterstützung bei Diäten vermarktet wird [EDER, 2007].

2.4.3 Gesättigte Fettsäuren

Gesättigte Fettsäuren haben keine Doppelbindungen, die Kohlenstoffatome sind daher mit Wasserstoffatomen „gesättigt“. Vor allem tierische Fette sind reich an gesättigten Fettsäuren, in der Milch macht ihr Anteil etwa 60% aus [FOISSY, 1997]. Die D-A-CH-Gesellschaften empfehlen eine maximale Zufuhr von gesättigten Fettsäuren von 10% der Gesamtenergiezufuhr, die tägliche Zufuhr liegt bei Österreichern mit durchschnittlich 14% über den Empfehlungen [ELMADFA et al., 2011].

In der groß angelegten Sieben-Länder-Studie, die Anfang der 1950er-Jahre gestartet wurde, wurde ein stark signifikanter Zusammenhang zwischen der Aufnahme von gesättigten Fettsäuren und koronaren Todesfällen gefunden [KEYS, 1980]. Die Gesamtfetzzufuhr hatte keinen großen Einfluss – Finnland hatte die meisten Fälle an koronaren Herzerkrankungen und Kreta die wenigstens, obwohl in beiden Ländern etwa gleich viel Fett konsumiert wurde (etwa 40% der Gesamtenergiezufuhr).

Meta-Analysen und Übersichtsarbeiten der letzten Jahre konnten allerdings keinen Zusammenhang zwischen der Aufnahme von gesättigten Fettsäuren und koronaren Herzerkrankungen finden [MENTE et al., 2009; SKEAFF und MILLER, 2009; SIRI-TARINO et al., 2010a]. Dennoch dürfte sich eine Reduktion von gesättigten Fettsäuren und eine Steigerung der ungesättigten Fettsäuren positiv auf die Herzgesundheit auswirken und das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen senken [JAKOBSEN et al., 2009; MOZAFFARIAN et al., 2010; SIRI-TARINO et al., 2010b].

In einer Analyse der Ergebnisse der Nurses' Health Study mit über 80.000 Krankenschwestern wurden bei der Aufnahme der kürzerkettigen gesättigten Fettsäuren (C4:0 bis C10:0) keine Assoziation mit koronaren Herzerkrankungen gefunden, während die Aufnahme der längerkettigen (C12:0 bis C18:0) jeweils mit einem kleinen Risikoanstieg verbunden war [HU et al., 1999a]. Die Autoren schätzten, dass ein Ersetzen der gesättigten Fettsäuren um 5% der Gesamtenergiezufuhr mit derselben Menge ungesättigter Fettsäuren zu einem um 42% geringeren Risiko für koronarer Herzkrankheiten führt [HU et al., 1997].

2.4.4 Trans-Fettsäuren

Trans-Fettsäuren sind ungesättigte Fettsäuren mit mindestens einer trans-konfigurierten Doppelbindung, in diesem Fall stehen die Wasserstoffatome nicht auf derselben Seite der Doppelbindung sondern einander gegenüber. Dadurch haben trans-Fettsäuren, ähnlich den gesättigten Fettsäuren, eine gerade Kohlenstoffkette und sind nicht, wie die cis-konfigurierten ungesättigten Fettsäuren, in ihrer Struktur gebogen [HUNTER, 2006].

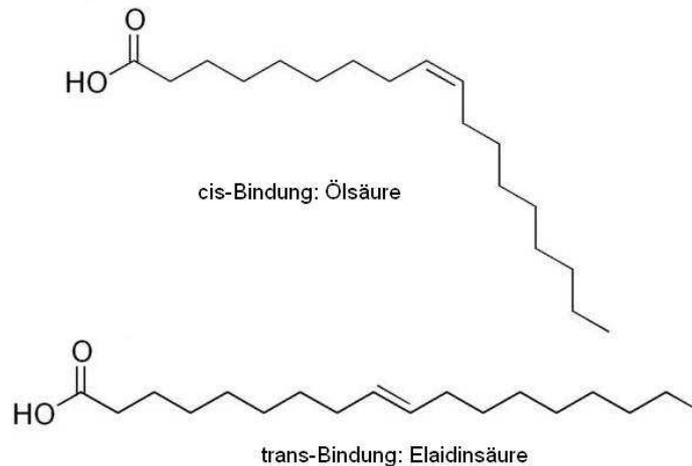


Abbildung 7: Schematische Darstellung einer cis- und einer trans-Bindung

Trans-Fettsäuren entstehen während der partiellen Hydrierung von mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Dieser Vorgang erfolgt bakteriell im Pansen von Wiederkäuern, während der industriellen Härtung von pflanzlichen Ölen oder Fischölen mittels Wasserstoff und Katalysatoren und – in geringerem Maße – bei langem und starkem Erhitzen von Fett [WAGNER et al., 2009; HOFBAUER, 2010]. Somit enthalten Milch, Milchprodukte und Wiederkäuerfleisch trans-Fettsäuren durch Biohydrierung auf der einen Seite und Margarine, Kekse, Kartoffelchips und Popcorn trans-Fettsäuren durch industrielle Härtung auf der anderen Seite [DHAKA et al., 2011]. Die Haupt-trans-Fettsäure in Wiederkäuerprodukten ist die Vaccensäure (C18:1t11), während in teilgehärteten Fetten mehrere Isomere zu etwa gleichen Anteilen vorkommen und die Elaidinsäure (C18:1t9) zu den typischen trans-Fettsäuren in industriellen Fetten zählt [WOLFF et al., 1998]. Der Gehalt an trans-Fettsäuren schwankt in Wiederkäuerprodukten von etwa 2-8% und kann etwa bei Kartoffelchips bis zu 22% der Gesamtfettsäuren betragen [FRITSCHKE und STEINHART, 1997].

Da hohe Aufnahmen an trans-Fettsäuren Auswirkungen auf verschiedene kardiovaskuläre Risikofaktoren hat und beispielsweise den LDL-Cholesterin-Serumspiegel ansteigen und den HDL-Cholesterin-Serumspiegel sinken lässt [WEGGEMANS et al., 2004; HUNTER, 2006; MICHA und MOZAFFARIAN, 2008; MOZAFFARIAN et al., 2009], sollte die trans-Fettsäuren-Aufnahme idealerweise komplett vermieden werden [DHAKA et al., 2011]. Dass den trans-Fettsäuren „natürlichen“ Ursprungs im Gegensatz zu denen „künstlichen“ Ursprungs oftmals keine negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit attestiert werden, könnte an der geringen Aufnahmemenge liegen [BENDSEN et al., 2011].

In Dänemark wurde als erstem Land der Welt bereits 2003 eine Höchstmenge von trans-Fettsäuren in industriell hergestellten Fetten festgelegt. Sie darf maximal 2% des Gesamtfettgehaltes betragen [HAHN, 2008]. Auch in Österreich ist seit 2009 die Trans-Fettsäuren-Verordnung in Kraft, die es verbietet, Lebensmittel – ausgenommen Lebensmittel tierischen Ursprungs – mit über 2 g trans-Fettsäuren/100 g Fett in den Verkehr zu bringen. Bei einem Produkt mit maximal 20% Gesamtfettgehalt darf der Gehalt an trans-Fettsäuren 4 g/100 g Fett betragen, bei einem Produkt mit maximal 3% Gesamtfettgehalt 10 g/100 g Fett [BMG, 2009].

Die D-A-CH-Gesellschaften empfehlen eine maximale Zufuhr an trans-Fettsäuren von 1% der Gesamtfettzufuhr, entsprechend etwa 2-3 g/Tag. Da schon vor Inkrafttreten der Trans-Fettsäuren-Verordnung die Aufnahme bei österreichischen Jugendlichen im Schnitt gering war (etwa 1 g/Tag) und die Produzenten den trans-Fettsäuren-Gehalt in Lebensmittel über die Jahre immer weiter gesenkt haben, ist die Aufnahme an trans-Fettsäuren als nicht gesundheitsschädlich zu betrachten [WAGNER et al., 2009].

2.4.5 Milchstudien

Milch mit ihrem hohen Gehalt an Calcium wird schon seit einiger Zeit als positiv für die Knochengesundheit propagiert. Zudem enthält Milch noch einige andere wertvolle Mikronährstoffe wie Jod oder Vitamin B₂ sowie hochwertiges Protein. Die ÖGE und DGE (Österreichische bzw. Deutsche Gesellschaft für Ernährung) empfehlen daher zwei bis drei Portionen bzw. 340 g Milch und Milchprodukte täglich, bei Kindern und Jugendlichen sogar bis zu 500 g pro Tag. Der tatsächliche Verzehr in Österreich liegt durchschnittlich bei etwa 180 g pro Tag, also weit unter den Empfehlungen. Etwa die Hälfte des täglich aufgenommenen Calciums stammt aus Milch und Milchprodukten, mit der täglichen Gesamtaufnahme von durchschnittlich 776 mg werden die empfohlenen Aufnahmemengen von 1000 mg jedoch nicht erreicht [ELMADFA et al., 2011].

Trotz der anerkannten Tatsache, dass Calcium als eine der Faktoren wichtig für die Knochengesundheit ist und auch der Milchkonsum in wissenschaftlichen Arbeiten positiv hervorgehoben wurde [HEANEY, 2009], konnten in anderen Arbeiten keine signifikanten positiven Auswirkungen von Milchkonsum auf die Knochengesundheit gefunden werden [WEINSIER und KRUMDIECK, 2000; LANOU et al., 2005; BISCHOFF-FERRARI et al., 2011].

Der hohe Gehalt an gesättigten und trans-Fettsäuren in der Milch lässt zudem den Schluss zu, dass Milch nicht positiv, sondern eher negativ auf die Gesundheit zu bewerten ist, insbesondere auf die Herzgesundheit. Aus diesem Grund empfehlen die D-A-CH-Gesellschaften den Konsum von fettarmer Milch [ELMADFA et al., 2011]. Milch ist jedoch ein komplexes Lebensmittel, das aus vielen verschiedenen Nährstoffen besteht und sollte als solches betrachtet werden. Mehrere Übersichtsarbeiten, die sich mit Studien zum Thema Milch und Herzgesundheit beschäftigten, konnten keine Auswirkungen von Milchkonsum auf kardiovaskulären Erkrankungen feststellen [GERMAN et al., 2009; HUTH und PARK, 2012] oder es ergab sich sogar ein geringeres Risiko [ELWOOD et al., 2010; GIVENS, 2010; SOEDAMAH-MUTHU et al., 2011]. Insbesondere fettarme Milchprodukte können, wie auch in der DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension)-Diät empfohlen, den Blutdruck senken [MARTINI und WOOD, 2009; RALSTON et al., 2012]. Goldbohm et al. resümierten in ihrer Übersichtsarbeit, dass sich der Konsum von Milchprodukten weder negativ noch positiv auf das Risiko, jung zu sterben, auswirkt [GOLDBOHM et al., 2011] und auch Haug et al. sehen in einer moderaten Milchaufnahme keinerlei Risiko für die menschliche Gesundheit [HAUG et al., 2007]

2.4.6 Fazit aus der Literatur über Fett- und Milchzufuhr

Obwohl in der Gesamtbewertung Milch als ein gesundes Lebensmittel gelten muss, so würde es doch im Sinne des Konsumenten liegen, das Fettsäureprofil in Richtung der ernährungsphysiologisch wünschenswerten Fettsäuren zu beeinflussen.

2.5 Einflüsse auf die Fettsäurezusammensetzung der Milch

Lange Zeit lag die Effizienzsteigerung im Vordergrund der landwirtschaftlichen Forschung rund um die Milchproduktion. Durch das gesteigerte Gesundheitsbewusstsein und das größere Wissen der Konsumenten über einzelne Lebensmittelinhaltsstoffe rückte zunehmend das Interesse an Functional Food und Lebensmittel mit verbesserten Nährstoffprofilen in den Mittelpunkt [MILNER, 1999]. Aus diesem Grund wird zunehmend daran geforscht, wie man die Inhaltsstoffe in Lebensmitteln dahingehend ändern kann, dass sie verbesserte ernährungsphysiologische Eigenschaften aufweisen. Von den drei energieliefernden Komponenten der Milch – Fett, Protein und Laktose – lässt sich das Fett in weit größerem Umfang modifizieren als Protein oder Laktose [JENKINS und MCGUIRE, 2006].

Das Fettsäuremuster der Milch hat aber nicht nur Auswirkungen auf die ernährungsphysiologischen Eigenschaften, sondern auch auf die physikalische Qualität der Milch und Milchprodukte (z.B. bezüglich Streichfähigkeit der Butter oder Konsistenz des Käseteiges) und auf die Organoleptik [CHILLIARD et al., 2000], somit ist es auch für die Milchtechnologie von großer Bedeutung, die Fettzusammensetzung zu ihren Gunsten ändern zu können.

Die Zusammensetzung der Fettsäuren in der Milch ist von mehreren Faktoren abhängig. Den wohl größten Einfluss hat die Menge und Zusammensetzung des Nahrungsfettes, da vor allem die langkettigen Fettsäuren auch direkt ins Milchfett übergehen können. Des Weiteren hängt die Fettsäurezusammensetzung von der Genetik (rassebedingte und individuelle Unterschiede), dem Laktationsstadium, den Umweltbedingungen und dem Futter ab [PALMQUIST et al., 1993].

Wie schon in den Kapiteln über die einzelnen Fettsäuregruppen erwähnt, stehen aktuell im Zentrum der Forschung rund um die Modifizierung der Milchfettzusammensetzung die Reduktion der gesättigten Fettsäuren, da diese auf Grund ihrer negativen ernährungsphysiologischen Eigenschaften den Ruf der Milch in Mitleidenschaft gezogen haben, sowie die Erhöhung der ungesättigten Fettsäuren, denen positive Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit nachgesagt werden, allen voran die essentiellen Omega-3-Fettsäuren und die CLA. Im Folgenden werden einige Studien zu verschiedenen Fütterungsstrategien zur Veränderung der Fettsäurezusammensetzung in der Milch vorgestellt.

2.5.1 Auswirkungen der Fütterung: Grünfütterung versus Silage

Für die Heumilch, die definitionsgemäß ohne siliertes Futter produziert wird, hat es naturgemäß größte Bedeutung, welche Unterschiede im Milchfett diese Art von Fütterung hervorbringt, verglichen mit der Silagefütterung.

Wyss et al. verglichen die Milch aus der Produktion eines weidebetonten Fütterungssystems mit der aus der Produktion eines Stallfütterungssystems. Die Kühe aus der Weidegruppe standen von März bis November auf der Weide (zu Beginn der Laktation wurde Krafftutter zugesetzt) und kalbten zwischen Februar und April ab. Die Kühe aus der Stallgruppe wurden mit Gras- und Maissilage sowieso mit Krafftutter gefüttert und kalbten während des ganzen Jahres ab, hauptsächlich zwischen Juni und September. Monatlich wurde je eine Milchprobe entnommen und auf die Fettsäurezusammensetzung untersucht, der Versuch lief über zwei Jahre.

Die Milch der Weidekühe hatte weniger gesättigte Fettsäuren und mehr einfach sowie mehrfach ungesättigte Fettsäuren als die Milch der Stallkühe. CLA und Omega-3-Fettsäuren waren in der Weidegruppe höher als in der Stallgruppe und stiegen kontinuierlich bis zum September an, während sie in der Stallgruppe relativ konstant blieben. Während sich der CLA-Gehalt der Weidegruppe im Februar noch kaum von dem CLA-Gehalt der Stallgruppe (ca. 0,5 g/100 g Fett) unterschied, stieg er bis zum September auf den fünffachen Wert an (ca. 2,5 g/100 g Fett). Auch der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren wies im September den größten Unterschied auf (ca. 0,7 g/100 g Fett in der Stallhaltung vs. ca. 2,1 g/100 g Fett in der Weidehaltung) [WYSS et al., 2010].

Bei einer etwas älteren Untersuchung von Wyss und Collomb, bei der drei Wiesenfutterarten (1. Naturwiese, 2. Kunstwiese und 3. Naturwiese plus Maissilage) miteinander verglichen wurden, hatte die Milch aus der Naturwiese plus Silage-Gruppe die höchsten Werte an gesättigten Fettsäuren und die niedrigsten (35-40% niedriger) Werte an Omega-3-Fettsäuren und CLA [WYSS und COLLOMB, 2007].

Frelich et al. untersuchten die Milchfettzusammensetzung der Milch von drei Milchfarmen in den Bergen der tschechischen Republik. Die Kühe wurden von November bis April im Stall mit Silage gefüttert, von Mai bis Oktober standen sie auf der Weide. Von Februar bis November wurde monatlich je eine Milchprobe pro Betrieb gezogen. Signifikante zwischenbetriebliche Unterschiede wurden nur bei fünf Fettsäuren gefunden, während sich der saisonale Unterschied (Weide- vs. Stallhaltung) bei

sechzehn Fettsäuren bemerkbar machte. Die Gehalte an langkettigen, einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren waren in der Weideperiode erhöht (49,2; 31,7 bzw. 4,7 g/100 g Fett vs. 42,3; 27,6 bzw. 4,2 g/100 g Fett in der Stallperiode). Auch der CLA-Gehalt war während der Weidefütterung höher (1,1 g/100 g Fett vs. 0,7 g/100 g Fett während der Silagefütterung). Im Vergleich zu den Sommermonaten waren in der Milch der Stallperiode die mittelkettigen und gesättigten Fettsäuren zu einem größeren Anteil zu finden (48,9 bzw. 67,2 g/100 g Fett vs. 41,3 bzw. 62,2 g/100 g Fett während der Sommermonate) [FRELICH et al., 2009].

Morel et al. ergründeten die Auswirkungen des Silierprozesses von drei Grünfutmischungen auf das Milchfettprofil. Eine Gräsermischung, eine Mischung aus Gräsern und Klee sowie eine Mischung aus Gräsern und Luzerne wurden Milchkühen als Grünfutter und danach als Silage verfüttert.

Beim Grünfutter hatte die Gräsermischung den höchsten Wert an gesättigten Fettsäuren. Die Gras-Luzerne-Mischung wies als Grünfutter verfüttert die größten Mengen an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren sowie Linol- und α -Linolensäure in der Milch auf. Die Verfütterung mit der frischen Gräser-Klee-Mischung ergab den höchsten Gehalt an Vaccensäure.

Nach dem Silierprozess enthielt die Gras-Luzerne-Mischung den größten Anteil an gesättigten Fettsäuren (insbesondere an Palmitinsäure) und einen wesentlich geringeren Anteil an α -Linolensäure (Verlust von 35%). Als Silage enthielt die Gras-Luzerne-Mischung die höchsten Werte an Linolsäure und die Gras-Klee-Mischung die höchsten Werte für die α -Linolensäure und andere Omega-3-Fettsäuren. Dass Luzerne einen positiven Einfluss auf die Fettsäurezusammensetzung der Milch hat, konnten die Autoren mit diesem Versuch bestätigen, sie sollte allerdings am besten als Grünfutter verfüttert werden. Unter den Silagen hatte die Gras-Klee-Mischung die ernährungsphysiologisch beste Milchfettzusammensetzung [MOREL et al., 2006].

Die Autoren führten auch einen Versuch mit Grünfutter und Dürrfutter durch [MOREL et al., 2005] und fassten aus beiden Versuchen zusammen, dass beide Konservierungsarten von Grünfutter, sowohl Trocknung als auch Silierung zu einer Verlagerung der einfach ungesättigten Fettsäuren zu gesättigten Fettsäuren in der Milch führen (Grünfutter vs. Silage: 28,2 bzw. 23,6% MUFA und 66,8 bzw. 71,8% SFA der Gesamtfettsäuren; Grünfutter vs. Dürrfutter: 32,4 bzw. 25,8% MUFA und 62,6 bzw. 69,0% SFA der Gesamtfettsäuren). Da aber der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren in der Milch in den Heu- und Silagegruppen deutlich geringer war gegenüber der

Grünfüttergruppe, die Omega-3-Fettsäuren aber sogar schwach anstiegen, war das Omega-3/Omega-6-Verhältnis in den konservierten Gruppen günstiger (fast 1) als bei der Frischfüttergruppe (ca. 0,75). Einen höheren Omega-3- und CLA-Wert bei der Grünfütterung gegenüber der Silagefütterung konnte in diesem Versuch nicht gezeigt werden [MOREL et al., 2006].

Weiß et al. untersuchten mehrere Betriebe mit unterschiedlichen Fütterungssystemen wie z.B. ganzjähriger Stallbetrieb mit Silagefütterung, Weidefütterung mit Silagezusatz oder ausschließliche Weidefütterung. Verglichen mit einer Fütterung mit 20% Silomais und mehr als 20% Krafftutter enthielt die Milch nach Fütterung von mehr als 70% Frischgras und weniger als 10% Krafftutter ca. doppelt bzw. dreifach so viele Omega-3-Fettsäuren und CLA (0,56 und 0,50% in der Silagefütterung bzw. 1,35 und 1,59% in der Frischfütterung für Omega-3-Fettsäuren und CLA). Auch eine grünlandbasierte Winterfütterung ohne Maissilage und höchstens 10% Krafftutter führte zu einem höheren Wert für Omega-3-Fettsäuren und CLA in der Milch (1,33 und 1,44%) [WEISS et al., 2006].

Wiking et al. verglichen vier Fütterungsarten miteinander, davon waren drei Grünfütterssysteme (mit hohem Anteil an Weißem Klee, Rotem Klee oder Luzerne) und die vierte eine Mais/Grassilage-Fütterung. Zwischen den drei Frischfütterungsarten gab es in der Milchfettzusammensetzung keine großen Unterschiede, sie alle hatten höhere Werte für Vaccensäure, c9t11-CLA, t10c12-CLA und C18:3-Fettsäuren in der Milch als die Silage-produzierte Milch. Die Autoren untersuchten auch den Einfluss der Fütterungsarten auf die Transkription der Enzyme der Milchfettsynthese und schlussfolgerten, dass die Art der Fütterung einen größeren Einfluss auf die Pansenfermentation hat als die Enzymtranskription [WIKING et al., 2010].

Einige Studien befassten sich nur oder hauptsächlich mit dem Gehalt an CLA in der Milch [PRECHT und MOLKENTIN, 1997; KELLY et al., 1998b; DHIMAN et al., 1999; STOCKDALE et al., 2003; GREGA et al., 2005; MOHAMMED et al., 2009]. Die Ergebnisse bestätigten durchwegs die höheren Werte an CLA in der Milch, wenn die Kühe Weidezugang haben und/oder hauptsächlich mit Gras ernährt werden. Der CLA-Anteil in der Milch war bei grünfütterbasierter Fütterung etwa doppelt so hoch wie bei silage- oder getreidebasierter Fütterung [KELLY et al., 1998b] bis sogar fünffach [DHIMAN et al., 1999]. In einer Studie wurde nicht nur ein Einfluss von Grünfütter,

sondern auch ein Einfluss der Rasse festgestellt (CLA-Gehalt war höher im Polnischen Rotvieh als im Deutschen Fleckvieh und ca. dreimal so hoch wie im Schwarzweiß- und Rotweiß-Vieh) [GREGA et al., 2005]. Beim Vergleich Holstein- mit Braunvieh konnte keine Rasseabhängigkeit festgestellt werden, dafür fanden Kelsey et al. große individuelle Unterschiede, die sie mit der verschiedenen hohen $\Delta 9$ -Desaturase-Aktivität und der unterschiedlich hohen Menge an im Pansen produzierter Vaccensäure erklärten [KELSEY et al., 2003]. Beide Studien hatten eine hohe Stichprobenanzahl (pro Rasse 100 oder mehr Kühe).

Stockdale et al. stellten die Hypothese auf, dass der höhere Gehalt an CLA bei grasgefütterten Kühen nicht nur auf den höheren Gehalt an Linolsäure im Futter zurückzuführen ist, sondern auch mit der Verweildauer des Futters im Pansen zusammenhängt. Wenn die Futterzufuhr steigt, nimmt die Verweilzeit im Pansen ab und somit läuft die Biohydrogenation zu größeren Teilen nur unvollständig ab, was in höheren CLA-Werten resultiert [STOCKDALE et al., 2003].

Höhere CLA-Gehalte in der Milch gehen zumeist mit höheren Gehalten an Vaccensäure einher [PRECHT und MOLKENTIN, 1997].

2.5.2 Auswirkungen der Fütterung: Weidefütterung in Höhenlage

In einigen Studien wurde gezeigt, dass sich Bergmilch in der Fettsäurezusammensetzung von Talmilch unterscheidet.

Bugaud et al. bestimmten auf je fünf Tal- (850-1100 m) und Bergweiden (1500-1850 m), die von drei Molkereibetrieben genutzt wurden, mehrere Komponenten in der Milch, die zur Käseherstellung von Bedeutung sind, darunter auch das Milchfett. Die Gehalte an C18:1-Fettsäuren und Stearinsäure unterschieden sich nicht zwischen der Berg- und der Talgruppe. Die mehrfach ungesättigten Fettsäuren waren in der Berggruppe signifikant erhöht (6,3 – 9,1 vs. 4,5 – 5,6 g/100 g Fett auf dem Berg bzw. im Tal), wohingegen die Werte der kurzkettigen Fettsäuren geringer waren (19,2 – 24,3 vs. 23,2 – 30,4 mg/g Fett auf dem Berg bzw. im Tal). Die Autoren führten diese Werte auf die Umweltbedingungen zurück, mit denen Kühe auf dem Berg vorlieb nehmen müssen. Durch die niedrigere Temperatur und dadurch, dass sie oftmals gezwungen sind, größere Strecken zurückzulegen, um an Futter zu kommen, steigt der Wert an Ölsäure in der Milch, weil der Körper der Kuh Fett mobilisieren muss. Die niedrigeren Gehalte an kurzkettigen Fettsäuren erklärten die Autoren mit der geringeren

Futteraufnahme, weswegen für die Synthese der Fettsäuren in der Milchdrüse weniger Substrat (Acetat, β -Hydroxybutyrat) zur Verfügung steht [BUGAUD et al., 2001].

Collomb et al. untersuchten 44 Sommermilchproben, die von drei verschiedenen Standorten kamen (in Tallagen – 600-650 m, im Gebirge – 900-1210 m und auf der Alp – 1275-2120 m Höhe) auf ihre Fettsäuren [COLLOMB et al., 2002a]. Die Gehalte an CLA (0,87/1,61/2,36), mehrfach ungesättigten Fettsäuren (4,24/5,37/6,86), trans-Fettsäuren (0,96/1,11/1,54), Omega-3-Fettsäuren (1,39/1,49/2,09) und die trans10+11-C18:1 (2,11/3,66/5,10) stiegen mit zunehmender Höhenlage (Gehalte in mg/g Fett, jeweils für die Standorte Tal/Berg/Alp). Die gesättigten Fettsäuren nahmen mit zunehmender Höhenlage ab (58,9/54,7/52,7), die einfach ungesättigten Fettsäuren waren im Bergland und auf der Alp höher als im Flachland, der Anstieg war jedoch nicht linear (23,84/27,83/27,56). Die Autoren führten die erhöhten Gehalte an Vaccensäure und CLA auf die höhere Biohydrogenationsrate bei in Höhenlage weidenden Kühen und mit den höheren Konzentrationen an mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Fett der Bergpflanzen zurück [COLLOMB et al., 2002b]

Die Arbeitsgruppe bestimmte auch die botanische Zusammensetzung der verschiedenen hoch gelegenen Weiden, um in weiterer Folge den Zusammenhang zwischen einzelnen Pflanzenarten und dem Gehalt an verschiedenen Fettsäuren herstellen zu können [COLLOMB et al., 2002b]. Die Wiesen im Tal setzten sich aus nur acht verschiedenen Pflanzenspezies zusammen, alle aus den Familien der Süßgräser und Hülsenfrüchtler. Die Pflanzendiversität auf dem Berg und der Alp war um ein Vielfaches größer und beinhaltete auch Pflanzen der Familien der Korbblütler, Hahnenfußgewächse und Rosengewächse. Drei Pflanzenarten im Futter (*Leontodon hispidus* – Steifhaariger Löwenzahn, *Lotus corniculatus* – Gewöhnlicher Hornklee und *Trifolium pratense* – Wiesenklee) korrelierten positiv mit den Gehalten an mehrfach ungesättigten Fettsäuren, CLA und den trans-C18:1-Fettsäuren in der Milch. Zwei weitere Pflanzenarten (*Carum carvi* – Wiesenkümmel und *Aposeris foetida* – Hainsalat) korrelierten ebenfalls positiv mit den Konzentrationen an mehrfach ungesättigten Fettsäuren und zwei andere (*Plantago alpina* – Alpenwegerich und *Prunella vulgaris* – Kleine Braunelle) mit den CLA-Gehalten in der Milch.

Kraft et al. verglichen die Fettsäurezusammensetzung von vier Gruppen verschieden gehaltener und gefütterter Kühen. Die erste Gruppe wurde im Stall auf 200 m Höhenlage gehalten und mit Silage und hohen Kraffuttermengen gefüttert, die zweite

Gruppe bestand aus Kühen eines Biobetriebs auf 500 m Höhenlage mit Weidefütterung im Sommer und nur geringem Krafffutteranteil (beide Gruppen in Deutschland) und die dritte sowie die vierte Gruppe weideten den Sommer über auf den Schweizer Alpen auf 1275-2200 Höhenmeter, ohne Krafffutteranteil. Die Milch von den auf der Alp gehaltenen Kühen hatte einen höheren Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren und einen geringeren Anteil an gesättigten Fettsäuren. Die c9,t11-CLA und die Vaccensäure waren auf der Alp um ein Vielfaches erhöht (CLA: 2,76; 8,72; 22,94 und 26,7 mg/g Fett und Vaccensäure: 3,48; 14,28; 32,31 und 38,57 mg/g Fett in der Stall-, Bio- bzw. den zwei Alpgruppen). Die Autoren stellten fest, dass die Mikroorganismen im Pansen der Alpinkühe eine sehr hohe Aktivität aufwiesen und auch die Δ^9 -Desaturase arbeitete sehr effektiv in Alpinkühen, was den hohen Gehalt an CLA erklären würde. Auch die Isomer-Verteilung der CLA ist in Alpinkühen anders: normalerweise ist in der Milch das t7,c9-Isomer das zweithäufigste Isomer, in der Bergmilch ist es jedoch das t11,c13-Isomer [KRAFT et al., 2003].

Collomb et al., die ebenfalls höhere Gehalte an diesem Isomer in Alpinmilch feststellten, schlugen vor, dass die t11,c13-CLA zum Nachweis von Sommer-Alpinmilch herangezogen werden könnte [COLLOMB et al., 2001].

Hauswirth et al. untersuchten das Fettsäureprofil von verschiedenen Käsen: Bergkäse, der ausschließlich mit Milch von Grünfütter hergestellt wurde (Höhenlage 1130-1890 m), Bergkäse mit partieller Silagefütterung, Schweizer Käse mit Leinsamen-supplementierter Fütterung, industriell produzierter Cheddar und Emmentaler. Der Bergkäse hatte die höchsten Gehalte an Omega-3-Fettsäuren und CLA, während der Cheddar die niedrigsten Werte hatte (Omega-3-Fettsäuren: 1,6 vs. 0,7 g/100 g FAME, CLA: 2,5 vs. 0,9 g/100 g FAME für Bergkäse bzw. Cheddar). Die Konzentration an Palmitinsäure war im Bergkäse am niedrigsten und im Cheddar am höchsten (24,7 vs. 30,1 g/100 g FAME). Verglichen mit den Werten des Bergkäses hatte der Käse, der mit Leinsamensupplementen in der Milchkuhfütterung produziert wurde, nur etwa halb so viel α -Linolensäure, der Emmentaler ca. 40% davon im Käsefett. Obwohl die Schweizer einen sehr hohen Käsekonsum haben, ist die Mortalität an kardiovaskulären Krankheiten eher gering. Die Autoren glauben damit zumindest teilweise ein „Swiss alpine paradox“ (in Analogie zum französischen Paradox) erklären zu können. Ausgehend von einer mittleren Käseaufnahmen von 55 g pro Tag würde man bei Konsum von Bergkäse (272 mg ALA) 210 mg mehr α -Linolensäure zu sich nehmen als bei Konsum von Cheddar (62mg ALA). Die Autoren schätzen anhand der Ergebnisse

der Nurses' Health Study ([HU et al., 1999b]), dass dieser Mehrkonsum an α -Linolensäure das Risiko einen tödlichen Herzinfarkt zu erleiden um 15 – 20% verringert [HAUSWIRTH et al., 2004].

Entgegen den vorherigen Ergebnissen fanden Leiber et al. in ihren Versuchen keine erhöhten α -Linolensäure- und CLA-Werte in der Alpmilch. Der Verzicht auf Kraftfutter und Silage war ausschlaggebend, dass die Werte gegenüber der Kontrollgruppe stiegen, jedoch nicht die Höhenlage. Dennoch versuchten sie sich an einer Erklärung für die Wirkungsweisen des Energiemangels, der sich aus der niedrigeren Energiedichte der Nahrung und dem geringeren Luftdruck auf der Alp ergibt [LEIBER et al., 2004b]. Durch den Energiemangel könnte die mikrobielle Aktivität im Pansen sinken, somit wird weniger Acetat und in weiterer Folge weniger mittelkettige gesättigte Fettsäuren produziert werden. Dies würde den Anteil an ungesättigten Fettsäuren indirekt erhöhen. Zudem würde auch die Biohydrierungsrate sinken, was den unveränderten Transit von α -Linolensäure mit sich bringen würde. Der Energiemangel bewirkt auch die verstärkte Mobilisierung von Fettsäuren, vor allem von der α -Linolensäure [LEIBER et al., 2004a; LEIBER et al., 2005].

Die reduzierte mikrobielle Aktivität im Pansen könnte auch noch andere Gründe haben. So könnte sie durch bestimmte sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, wie z.B. Tannine, gehemmt werden [MOLAN et al., 2001].

Eine energetische Unterversorgung wirkt sich jedoch auf längere Sicht negativ auf die Gesundheit der Tiere aus, deshalb müssen im Zusammenhang mit der Fütterung in Höhenlage zur Verbesserung des Fettsäuremusters der Milch auch ethische Aspekte bedacht werden [LEIBER et al., 2004b].

Westermair et al. untersuchten Milch verschiedener Fütterungsarten auf ihr Fettsäureprofil (Bergmilch, Biomilch, Grünlandmilch, Milch aus Ackerbauregion und konventionell produzierte Milch). In der Bio- und der Bergmilch fand man höhere Werte an mehrfach ungesättigten Fettsäuren, Omega-3-Fettsäuren und CLA verglichen mit der Milch der anderen Fütterungsarten, aber auch in der konventionell produzierten Grünlandmilch waren diese Fettsäuren im Vergleich zur konventionell produzierten Milch und der Milch aus der Ackerbauregion erhöht. Die konventionell produzierte Milch wies außerdem weniger trans-Fettsäuren auf. Das ließe darauf schließen, dass die Grünfütterung mehr Einfluss auf die Fettsäurezusammensetzung der Milch hat als eine biologische Fütterungsweise oder die Höhenlage [WESTERMAIR, 2006].

2.5.3 Auswirkungen der Fütterung: biologische Fütterung

Die schon erwähnte Studie von Westermair ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen Bio-, Bergland- und Grünlandmilch [WESTERMAIR, 2006].

Baars et al. verglichen u.a. die Fettsäurezusammensetzung von Wintermilch aus fünf Biobetrieben mit Milch aus fünf konventionell geführten Betrieben in den Niederlanden. In den konventionellen Betrieben wurde hauptsächlich Grassilage, Silomais und Kraftfutter verfüttert, in den biologischen Betrieben kam wenig oder kein Silomais und nur die Hälfte der Kraftfuttermenge zum Einsatz, stattdessen Kleegrassilage und manchmal Heu. Die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren waren in der Biomilch mehr als doppelt so hoch wie in der konventionellen Milch, die CLA war nur leicht erhöht (Omega-3-Fettsäuren: 10,63 vs. 4,94 mg/g Fett, CLA: 6,27 vs. 5,12 mg/g Fett in Biomilch bzw. konventioneller Milch) [BAARS et al., 2005]. In einem anderen Versuch dieser Arbeitsgruppe mit vier verschiedenen Betrieben (biologisch und konventionell, jeweils einmal intensiv – kraftfutter- und silagebasiert – und einmal extensiv – grünfütterbasiert – bewirtschaftet) resümierten die Autoren, dass die extensive Wirtschaftsweise einen größeren Effekt auf den CLA-Gehalt in der Milch hat als die biologische Haltung [BAARS et al., 2011].

Ellis et al. untersuchten ein Jahr lang einmal pro Monat die Milch von 17 biologischen und 19 konventionellen Betrieben in Großbritannien auf ihr Fettsäureprofil. Im Durchschnitt fanden sich in der Biomilch höhere Werte an mehrfach ungesättigten Fettsäure und Omega-3-Fettsäuren (PUFA: 3,89 vs. 3,33% der Gesamtfettsäuren, n3-FA: 1,11 vs. 0,66% der Gesamtfettsäuren in der Bio- bzw. konventioneller Milch). Kaum Unterschiede zeigten sich bei den Gehalten an CLA und gesättigten Fettsäuren (CLA: 0,65 vs. 0,58%, SFA: 68,13 vs. 67,25% der Gesamtfettsäuren in der Bio- bzw. konventioneller Milch) [ELLIS et al., 2006].

Fall et al. bestimmten die Fettsäurezusammensetzung der Milch von 18 biologisch und 19 konventionell geführten schwedischen Betrieben in der Wintersaison. Sie konnten einen höheren Gehalt an CLA, Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren feststellen (CLA: 0,63 vs. 0,48%, n3-FA: 1,44 vs. 1,04%, n6-FA: 2,72 vs. 2,20% der Gesamtfettsäuren in Bio- bzw. konventioneller Milch). Die Konzentration an mehrfach ungesättigten Fettsäuren war zwar in der Biomilch höher als in der konventionellen Milch, der Unterschied war jedoch nicht signifikant; die Konzentration an gesättigten Fettsäuren

war in Bio- und konventioneller Milch nahezu gleich hoch (PUFA: 4,19 vs. 3,22%, SFA: 68,7 vs. 68,6% der Gesamtfettsäuren in Bio- bzw. konventioneller Milch) [FALL und EMANUELSON, 2011].

Ein Grund für die weniger großen Unterschiede könnte sein, dass in Schweden auch in konventionellen Betrieben Kleegrassilage als Grundfutter verwendet wird und nicht, wie in vielen anderen Ländern, Maissilage [BAARS et al., 2005; ELLIS et al., 2006; FALL und EMANUELSON, 2011].

2.5.4 Auswirkungen der Fütterung: Ölsaaten

Um den Gehalt an ungesättigten Fettsäuren zu steigern und den an gesättigten Fettsäuren in der Milch zu senken, ist es naheliegend, den Milchkühen Futter zu verabreichen, das reich an ungesättigten Fettsäuren ist. Da neben Fischölen vor allem pflanzliche Öle viele ungesättigte Fettsäuren enthalten, wurde an der Supplementation von Ölsaaten im Futter viel geforscht. Durch Verfütterung von Ölsaaten kann die Milchqualität sowohl technologisch als auch physiologisch verbessert werden [STOLL et al., 2003], allerdings muss eine Höchstgrenze von etwa 1 kg Ölsaaten pro Tag und Kuh eingehalten werden, da sich der hohe Fettgehalt in der Nahrung sonst negativ auf die Aktivität der Pansenbakterien auswirkt [SCHORI, 2007]. Zur Anwendung kommen unter anderem Sonnenblumenkerne [STOLL et al., 2003; SCHORI et al., 2005; WYSS und COLLOMB, 2005], Leinsamen und Leinöl [KELLY et al., 1998a; DHIMAN et al., 2000; STOLL et al., 2003; SCHORI et al., 2005; POTTIER et al., 2006; EGGER et al., 2007], Raps und Rapsöl [STOLL et al., 2003; SCHREINER und WINDISCH, 2006; EGGER et al., 2007; KOCH et al., 2011], Erdnussöl [KELLY et al., 1998a] sowie Sojabohnen und Sojaöl [DHIMAN et al., 2000].

Da die Fütterung von Ölsaaten für diese Diplomarbeit nicht wesentlich ist, wird nicht näher auf die Studien eingegangen.

2.5.5 Auswirkungen der Fütterung: CLA-Supplementation

Durch die vielversprechenden Ergebnisse der gesundheitsförderlichen Wirkung von CLA in Tierversuchen untersuchte man auch die Steigerung der CLA im Milchfett durch supplementierte CLA-Mischungen in der Nahrung der Milchkuh. Da die CLA, allen voran das t10,c12-Isomer, jedoch zu sogenannten Milchfettdepression führt (bis zu 50%), scheint diese Art von Supplementation der Milchproduktion negativ zu bewerten zu sein [CHOUINARD et al., 1999; DE VETH et al., 2004; PERFIELD et al., 2004].

2.5.6 Auswirkungen der Fütterung auf die Fettsäurezusammensetzung der Ziegenmilch

Die Veränderung der Fettsäurezusammensetzung bei Ziegenmilch durch die Fütterung scheint der der Kuhmilch sehr ähnlich zu sein. Obwohl der Milchfettgehalt im Unterschied zur Kuhmilch in der Ziegenmilch durch Fettsupplementierung nicht unverändert bleibt sondern ansteigt, ist die Auswirkung auf die einzelnen wichtigen Fettsäuren vergleichbar. Beispielsweise steigt der Gehalt an CLA in Ziegenmilch nach Pflanzenölsupplementierung oder Grünfütterung an, wie dies auch bei der Kuhmilch zu beobachten ist [CHILLIARD et al., 2003]. Da in dieser Diplomarbeit die Ziegenmilch nur am Rande von Bedeutung ist, wird dieses Thema nicht näher beleuchtet.

2.5.7 Fazit aus der Literatur über die Auswirkungen der Fütterung auf das Fettsäurespektrum der Milch

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass naturnahe Fütterung der Kühe (mehr Grünfutter, weniger Maissilage und Kraffutter) zu einem für den Menschen günstigeren Fettsäuremuster in der Milch führt.

3 MATERIAL UND METHODEN

3.1 Material Heumilch- und Heumilchkäseproben

3.1.1 Beschreibung der Proben

Im Jahr 2010 wurden im zeitlichen Intervall von etwa zwei Monaten insgesamt 150 Heumilch- und Heumilchkäseproben gezogen und tiefgefroren angeliefert. Die Proben stammten aus Produktionsstätten aus dem Westen Österreichs. Jeder der sechs Durchgänge bestand aus 18 Proben Heumilchkäse, 4 – 7 Proben Heumilch (ab dem zweiten Durchgang auch je eine Probe Ziegenheumilch) und 2 Proben konventioneller Milch aus Deutschland als Vergleichsproben.

Tabelle 6: Zeitpunkte der Probenahme der Käse- bzw. Milchproben je Durchgang

Durchgang Nummer	Käse	Milch
1	20.1. - 2.2.2010	25.1. - 2.2.2010
2	22.2. - 11.3.2010	22.2. - 13.3.2010
3	14.5. - 31.5.2010	17.5. - 20.5.2010
4	8.7. - 20.7.2010	12.7. - 18.7.2010
5	7.9. - 23.9.2010	7.9. - 26.9.2010
6	15.11. - 23.11.2010	14.11. - 23.11.2010

Tabelle 7: Beschreibung der Milchproben

Bezeichnung der Milch	Betrieb und Herkunft*	Durchgänge	Anmerkung
Bregenzwälder Frischmilch	Sennerei Lingenau (V)	1 - 6	
Zillertaler Ziegenmilch	Sennerei Zillertal (T)	2 - 6	
Zillertaler Roh-/Heu-/Bergmilch	Sennerei Zillertal (T)	1 - 6	insgesamt 11 Proben
Bio-Heumilch	Käserei Plangger (T)	5	2 Proben
Bergbauernheumilch	Alpenmilch Salzburg (S)	1 - 6	ESL-Milch, in Durchgängen 1+2 fettreduziert (1,5% Fett)
Frische Landmilch	Landliebe (D)	1 - 6	
Frische Alpenmilch	Weihenstephan (D)	1 - 6	ESL-Milch

*V – Vorarlberg, T – Tirol, S – Salzburg, D – Deutschland, ESL – Extended shelf-life (länger haltbar)

Tabelle 8: Beschreibung der Käseproben

Bezeichnung des Käses	Betrieb und Herkunft*	Durchgänge	Zusätzliche Auslobung
Vorarlberger Bergkäse	Sennerei Lingenau (V)	1 - 6	
Vorarlberger Bergkäse	Dorfsennerei Schlins-Röns (V)	1 - 6	
Vorarlberger Bergkäse	Sennerei Eichenberg-Lutzenreute (V)	1 - 6	
F.M. Felder Bergkäse	Bergkäserei Schoppernau (V)	1 - 6	
Hirschhubers Zillertaler Bergkäse	Bergkäserei Zillertal (T)	1 - 6	Der mild-würzige aus naturbelassener silofreier Heumilch
Hochfügener Bergkäse	Käserei Fügen (T)	1 - 4	Hergestellt aus silofreier Milch - Silofrei - ohne gärende Futtermittel
Bergkäse	Käserei Plangger (T)	1 - 6	
Lechtaler Bergkäse	Naturkäserei Sojer (T)	1 - 6	
Bio-Bergkäse	Andechser Natur (T)	1 - 6	
Zillertaler Alpenkönig	Käserei Fügen (T)	5 - 6	
Alpbachtaler Hornkäse	Sennerei Reith (T)	1 - 6	Silofrei aus pasteurisierter Milch
Emmentaler	Wildberg Käsewerk Stegmann (T)	1 - 6	
Emmentaler	Woerle (S)	1 - 6	Der Milde - Aus wertvoller Heumilch - Das ganze Jahr Sommer
Emmentaler	Käserei Elixhausen (S)	1 - 6	Natur-Emmentaler aus silofreier Milch
Emmentaler	Käsereigenossenschaft Anthering (S)	1 - 6	
Emmentaler	Dorfkäserei Pötzelsberger (S)	1 - 6	
Emmentaler	Käsehof, Betrieb Lamprechtshausen (S)	1 - 6	
Emmentaler	Privatkäserei Andreas Walkner (S)	1 - 6	Aus silofreier unpasteurisierter Rohmilch
Emmentaler	Vöckla-Käserei Pöndorf (OÖ)	1 - 6	

* V – Vorarlberg, T – Tirol, S – Salzburg, OÖ – Oberösterreich

3.1.2 Probenprotokoll

Zusätzlich zu jeder Probe wurde ein Probenprotokoll mitgeliefert, das Angaben zur jeweiligen Probe, ihrer Herkunft und der Fütterung enthielt.

Tabelle 9: Protokoll für Milch- und Käseproben

Probenprotokoll	
Betrieb	
Betriebsnummer	
Durchgang (1 - 6)	
Datum der Probenahme	
Bezeichnung der Milch/des Käses	
deklarerter Fettgehalt/F.i.T.Gehalt	
Abfülldatum/Erzeugungsdatum (Charge)	
Herkunftsgebiet der Milch mit ungefährender Höhenlage	
Fütterung: Grundfutter	Heu Grünfutter
Weide: geschätzter Anteil	über 50% unter 50% keine
Kraffutter: geschätzte Menge	viel mittel wenig
Heubelüftung: geschätzter Anteil	über 50% unter 50%
<u>vorherrschende Rinderrasse</u>	
Angaben zur Fütterung waren anzukreuzen	

3.2 Methoden

3.2.1 Fettextraktion aus den Milchproben

Das Milchfett wurde mittels der Methode nach Röse-Gottlieb [1987] aus den Proben extrahiert. Die quantitative Bestimmung des Milchfetts war in dieser Arbeit nicht von Bedeutung, die extrahierte Menge an Fett war ausreichend für die Analyse der Fettsäurezusammensetzung.

Verwendete Geräte und Chemikalien:

- Mojonnierkolben
- Messpipetten (2 mL, 10 mL)
- Zentrifuge (Funke Gerber – Super Vario-N)
- Spitzkolben (500 mL)
- Rotavapor (Büchi R-134)

- Ammoniaklösung 25%, p.a.-Qualität
- Ethanol, p.a.-Qualität
- Diethylether, p.a.-Qualität
- Petroleumbenzin, Siedebereich 40 – 60°C, p.a.-Qualität

10 mL der aufgetauten Milchproben wurden in die Mojonnierkolben pipettiert und 2 mL Ammoniaklösung zugegeben. Nach kurzem Schütteln der Röhrrchen wurden sie 15 bis 20 Minuten stehen gelassen. Für den ersten Schritt der Extraktion wurden 10 mL Ethanol zugegeben und die Röhrrchen geschüttelt. Anschließend wurden 25 mL Diethylether und 25 mL Petroleumbenzin hinzugefügt, wobei nach jeder Zugabe die Röhrrchen jeweils eine Minute lang gut geschüttelt wurden. Nun wurden durch fünfminütiges Zentrifugieren bei 1100 Umdrehungen pro Minute (rounds per minute – rpm) die zwei Phasen getrennt und danach die obere organische Phase in Spitzkolben überführt. Zur unteren Phase wurden 15 mL Diethylether und 15 mL Petroleumbenzin zugegeben und die Röhrrchen geschüttelt. Abermals wurden die Röhrrchen 5 Minuten bei 1100 rpm zentrifugiert und die obere Phase zur Flüssigkeit des ersten Extraktionsschrittes in die Spitzkolben zugegeben. Dieser zweite Extraktionsschritt wurde noch einmal wiederholt. Das Lösungsmittel wurde anschließend am Rotavapor bei 400 mbar und 40°C abgedampft. Der Unterdruck wurde in 50er-Schritten soweit wie möglich (auf ca. 60 mbar) verringert, um das Lösungsmittel vollständig zu

entfernen. Das erhaltene MilCHFett wurde in Vials gefüllt und tiefgefroren oder zur sofortigen Analyse herangezogen.

3.2.2 Fettextraktion aus den Käseproben

Die Extraktion des Fetts aus den Käseproben wurde mit einem Solvent Extractor durchgeführt.

Verwendete Geräte und Chemikalien:

- Solvent Extractor (VELP Scientifica SER 148/6)
- Extraktionshülsen, 501, Zellulose, 33 x 80mm
- Extraktionshalter
- Extraktionsbecher
- Becherglas 100 mL
- Watte
- Analysewaage
- Multivapor (Büchi P-6)

- Petroleumbenzin, Siedebereich 40 – 60°C, p.a.-Qualität

Der Käse wurde gerieben, ca. 10 g davon in die Extraktionshülsen eingewogen und die Hülsen mit Watte leicht verschlossen. In die Extraktionsbecher wurden je 70 mL Petroleumbenzin gefüllt, die Hülsen wurden am Apparat befestigt und in den Petroleumbenzin eingetaucht. In dieser Position wurde das Lösungsmittel bei 110°C zum Sieden gebracht, das durch die Kondensierung am Wasserkühler das Fett aus dem Käse löste. Nach 60 Minuten wurden die Extraktionshülsen in einer Position über der Oberfläche des Lösungsmittels weitere 60 Minuten fixiert. Anschließend wurde das Lösungsmittel am Rotavapor (bzw. Multivapor) abgedampft (siehe oben).

3.2.3 Transmethylierung

Um das Fett gaschromatographisch auftrennen zu können, müssen die Fettsäuren als Fettsäuremethylester (fatty acid methyl ester – FAME) vorliegen. Dies erfolgte im Rahmen dieser Arbeit mittels alkalischer Transmethylierung nach Christopherson und Glass [1969].

Verwendete Geräte und Chemikalien:

- Reaktionsröhrchen 15 mL mit teflonbeschichtetem Schraubverschluss
- Mikropipette 200 μ L
- Messpipette 2 mL
- Pasteurpipette
- Analysewaage
- Vial

- n-Heptan, p.a.-Qualität
- 2M KOH in Methanol, p.a.-Qualität
- NaHSO₄, p.a.-Qualität

Mit einer Pasteurpipette wurde das flüssige Fett in die Reaktionsröhrchen eingewogen (0,2 g). Dieses wurde in 2 mL n-Heptan gelöst, mit 105 μ L 2M KOH/Methanol versetzt und eine Minute lang am Vortex geschüttelt. Nach fünfminütiger Wartezeit wurde die Reaktion mittels Zugabe von 0,5 g NaHSO₄ gestoppt, die Reaktionsröhrchen kurz geschüttelt und anschließend bei 1100 rpm 5 Minuten zentrifugiert. Aus der flüssigen Phase wurde mit einer Pasteurpipette ein Vial halb voll gefüllt und die zweite Hälfte mit n-Heptan aufgefüllt (Verdünnung 1:2), da die Peaks bei der gaschromatographischen Auftrennung ohne Verdünnung zu überladen waren. Die Proben wurden an jedem Labortag frisch transmethyliert und innerhalb des Tages in den GC injiziert, da bei Lagerung leicht flüchtige Fettsäuren verloren gehen und das Ergebnis verfälschen könnten.

3.2.4 Gaschromatographische Analyse

Für die gaschromatographische Analyse wurden zwei verschiedene Geräte verwendet: die Käseproben der Durchgänge 1 und 2 wurden mit dem Gaschromatograph Carlo Erba Instruments MFC 500 (HRGC 5300 Mega Series) analysiert, für die Milchproben der Durchgänge 1 und 2 sowie alle weiteren Proben wurde ein Fisons GC 8000 Gaschromatograph verwendet. Die Proben wurden manuell injiziert und wie folgt in die Injektionsspritze aufgezogen: zuerst wurden 0,8 μ L n-Heptan aufgezogen, dann 0,2 μ L Luft, 1 μ L Probe und zuletzt noch 2 μ L Luft (Methode mit nachfolgender Lösungsmittelspritzen nach Grob und Biedermann [2000]). Die Details zur gaschromatographischen Analyse sind in folgender Tabelle aufgelistet.

Tabelle 10: Daten zur gaschromatographischen Analyse

Daten zur gaschromatographischen Analyse	
Säule	CP-SIL 88 (Fused Silica), 100 m, I.D. 0.25 mm
Trägergas	Wasserstoff mit angelegtem Druck von 150 kPa
Einspritzmenge	1 μ L
Injektor	Split/Splitless-Injektor 1:100, 240°C
Detektor	FID, 240°C
Temperaturprogramm	50°C (3 min gehalten) 10°C/min bis 150°C (0 min gehalten) 2,5°C/min bis 220°C (30 min gehalten)
Analysendauer	71 Minuten

3.2.5 Qualitative Analyse

Um die Peaks den einzelnen Fettsäuren zuzuordnen, wurden mehrere Methoden eingesetzt.

3.2.5.1 Zuordnung mittels Standard

Die Retentionszeiten der Peaks aus den Chromatogrammen der Proben wurden mit denen vom Supelco 37 Standard (37 FAMES mit jeweils 2 bzw. 4 Gewichtsprozent) verglichen. Die FAMES, die nicht im Standard vorhanden waren, wurden mittels Retentionsindices aus der Literatur bestimmt und mit folgenden Methoden verifiziert.

3.2.5.2 Zuordnung mittels eines Massenspektrums

Für die Identifizierung der Minorfettsäuren wurden die Fettsäuren einer Käseprobe gaschromatographisch getrennt und mit einem Massenspektrometer detektiert, die Auswertung des Massenspektrums erfolgte extern.

3.2.5.3 Zuordnung mittels einer hydrierten Probe

Um größere Sicherheit über die Identifizierung der ungesättigten Fettsäuren zu erlangen, wurde eine Käseprobe hydriert.

Verwendete Geräte und Chemikalien

- Pasteurpipette
- Messpipette 1000 mL
- Gummischlauch
- Liebig-Kühler
- Muffe
- Klemme
- Spitzkolben 100 mL
- Spritze mit Filter
- Rotavapor

- Tetrahydrofuran, p.a.-Qualität
- Platin-oxid-hydrat, p.a.-Qualität
- n-Hexan, p.a.-Qualität

Etwa 10 mg des transmethylierten Käsefetts wurden in einen Spitzkolben pipettiert und mit Tetrahydrofuran THF verdünnt, dazu wurde eine Spatelspitze Platin-oxid-hydrat gegeben. Der Spitzkolben wurde an eine selbstgebaute Apparatur gesteckt: ein Liebig-Kühler wurde mit einer Klemme und einer Muffe vertikal fixiert. In den Kühler wurde eine 1000 mL-Messpipette gesteckt, deren oberes Ende durch einen Gummischlauch mit einem Wasserstoffhahn verbunden wurde. An das untere Ende wurde nun der Spitzkolben angebracht, sodass die Pipette mit dem Wasserstoffstrahl in die Probe getaucht wurde. Bei absinkendem Flüssigkeitsstand wurde oben THF nachgefüllt und zudem wurde ab und zu geschwenkt. Nach zwei Stunden wurde die Flüssigkeit im Spitzkolben mit etwas Hexan aufgefüllt und mittels einer Pasteurpipette über eine Spritze mit Filter in einen neuen Spitzkolben überführt. Das Lösungsmittel wurde anschließend mit einem Rotavapor abgedampft (bei 300 mbar bis 200 mbar, 40°C). Zuletzt wurde etwa 1 mL Hexan zugegeben, die Probe mit einer Pasteurpipette in ein Vial überführt und für die gaschromatographische Analyse herangezogen.

Da die Doppelbindungen hydriert wurden, enthielt diese Probe keine ungesättigten Fettsäuremethylester mehr. Aus diesem Grund waren die Peaks der ungesättigten Fettsäuremethylester, die normalerweise in einem Chromatogramm einer Käsefettprobe zu sehen sind, nicht vorhanden und stattdessen im Peak des gesättigten Fettsäuremethylesters derselben Kohlenstoffkettenlänge zu finden. Der Vergleich der Chromatogramme einer Käsefettprobe und der hydrierten Käsefettprobe stellte eine

Entscheidungshilfe bei nicht eindeutiger Identifizierung der ungesättigten Fettsäuremethylester dar.

Insgesamt wurden bis zu 90 Fettsäuremethylester detektiert, wovon 45 anhand der erwähnten Methoden bestimmt werden konnten.

3.2.6 Quantitative Auswertung

Für die Auswertung wurde die Software Chrom-Card for Windows, Version 1.21 verwendet.

Die relative Masse der einzelnen Fettsäuremethylester wurde wie folgt berechnet:

$$W_i = A_i * 100 / A_n$$

W_i = Massenanteil des Fettsäuremethylesters i in g/100 g FAME

A_i = Peakfläche des Fettsäuremethylesters i in Flächeneinheiten

A_n = Summe der Peakflächen aller Fettsäuremethylester

Um die geringere „Response“ des FID bei kurzkettigen Fettsäuremethylestern auszugleichen, wurde dieser Wert noch mit einem theoretischen Korrekturfaktor multipliziert („Response Factor“). Diese wurden vorher empirisch bestätigt, indem ein frisch aufgemachter Larodan-Standard (Me 62), der 13 FAMEs in gleichem Massenverhältnis beinhaltet (jeweils 7,7%), in den GC injiziert wurde und die Peakflächen mit den Korrekturfaktoren multipliziert wurden. Für marine Öle existiert eine AOCS-Methode, die als Validitätskriterium angibt, dass die empirischen Responsefaktoren sich von den theoretischen Responsefaktoren nicht mehr als 5% unterscheiden dürfen (AOCS Official Method Ce 1b-89). Diese Grenzwerte wurden auch für diese Analyse herangezogen und in den Kalibrierungsläufen bestätigt.

Tabelle 11: Theoretische Korrekturfaktoren [SCHREINER und HULAN, 2004]

FAME	Anzahl der Doppelbindungen					
	0	1	2	3	4	5
C4ME	1,71	-	-	-	-	-
C6ME	1,39	-	-	-	-	-
C8ME	1,24	-	-	-	-	-
C10ME	1,15	1,14	-	-	-	-
C12ME	1,09	1,08	-	-	-	-
C14ME	1,05	1,04	-	-	-	-
C16ME	1,02	1,02	1,01	-	-	-
C18ME	1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	-
C20ME	0,98	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95
C22ME	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94
C24ME	0,95	0,95	-	-	-	-

3.2.7 Statistische Auswertung

Um statistisch signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Fettsäuren oder Fettsäuregruppen der verschiedenen Proben Gruppen (Konventionelle Milch, Heumilch, Heumilchkäse und Ziegenheumilch) feststellen zu können, wurde das Programm SigmaStat 3.5 verwendet. Getestet wurde mittels One-Way ANOVA mit nachgeschaltetem Holm-Sidak-Test. Bei einem p-Wert < 0,05 wurde der Unterschied als signifikant gewertet.

4 ERGEBNISSE

Im Folgenden werden zuerst die Daten zur Fütterung und danach die Fettsäurezusammensetzung der Heumilch bzw. des Heumilchkäses präsentiert. In beiden Fällen wurden die Daten einerseits als Jahresdurchschnitt ausgewertet, andererseits wurde auch die Veränderung der Fütterung und der Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA im Jahresverlauf näher beleuchtet. Zuletzt werden alle Heumilch- und Heumilchkäseproben im Einzelnen betrachtet und der Frage nachgegangen, ob die Gehalte der eben genannten Fettsäuregruppen mit der Fütterung zum Zeitpunkt der Erzeugung im Zusammenhang stehen.

4.1 Ergebnisse der Daten zur Fütterung

Jede Probe wurde mit einem vorgedruckten Probenprotokoll angeliefert, das die Zuständigen in den Molkereien in ihrem eigenen Ermessen ausgefüllt hatten. Hierbei wurde auch nach dem Grundfutter, dem Anteil des Weidegangs und der Menge des Kraftfutters gefragt. Die Angaben beschränken sich auf Grundfutter – Heu, Grünfutter oder beides, Weide – über 50%, unter 50% oder keine, sowie Kraftfutter – viel, mittel oder wenig. Sie sind somit nicht sehr genau, auch die Bedeutung von viel/mittel/wenig Kraftfutter wurde nicht präzisiert, dennoch kann ein grober Überblick gegeben werden, wie die Heumilchkühe gefüttert wurden. Die Probenblätter der konventionellen Milchproben aus Deutschland enthielten keine Angaben zur Fütterung, man kann aber davon ausgehen, dass konventionell gehaltene Kühe aus dem Einzugsgebiet der Molkereien und der dort üblichen Haltungsmethoden wenig bis keinen Weidegang, tendenziell hohe Mengen an Kraftfutter sowie Silage gefüttert bekommen.

Zuerst werden die Angaben über die Fütterung aller Proben sowie unterteilt nach Heumilchkäse- und Heumilchproben vorgestellt, anschließend wird näher beleuchtet, wie sich die Fütterung während eines Kalenderjahres ändert.

4.1.1 Fütterung aller Proben und aller Heumilchkäse- und Heumilchproben

Folgende Tabelle listet die Anzahl der Proben auf, für die die jeweilige Fütterungsangabe auf den Protokollen gemacht wurde.

Tabelle 12: Anzahl der Proben an den verschiedenen Fütterungsarten

	Heumilchkäse gesamt	Heumilch gesamt*	Proben gesamt
<i>Probenanzahl</i>	n=108	n=25	n=133
<i>Futter</i>			
Grundfutter:			
Heu + Grünfutter	14	8	22
Heu	55	10	65
Grünfutter	39	7	46
Weide:			
über 50%	25	11	36
unter 50%	37	4	41
keine	46	10	56
Kraftfutter:			
viel	11	6	17
mittel	75	18	93
wenig	22	1	23

*ohne Ziegenheumilch

Für einen besseren Überblick werden diese Ergebnisse auch graphisch dargestellt.

4.1.1.1 Grundfuttervarianten

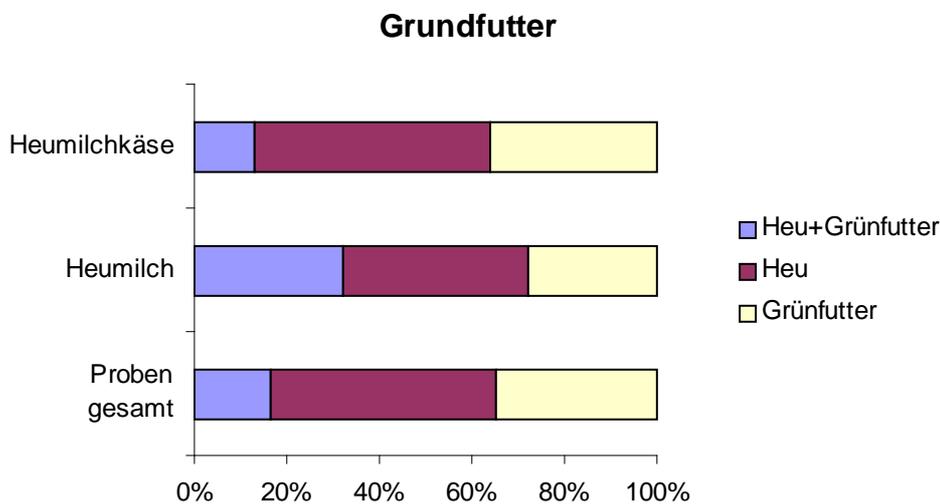


Abbildung 8: Anteil von Heu, Grünfutter oder Heu + Grünfutter als Grundfutter aller Heumilchkäse- und Heumilchproben sowie der gesamten Proben

Grünfutter war übers Jahr gesehen nur für etwa ein Drittel der Heumilchkühe das Grundfutter. Werden die Kühe, die Heu und Grünfutter als Grundfutter bekommen,

dazugezählt, erhielten über die Hälfte der Heumilchkühe Grünfutter oder Heu und Grünfutter als Grundfutter, die andere Hälfte wurde hauptsächlich von Heu ernährt.

4.1.1.2 Anteil des Weidegangs

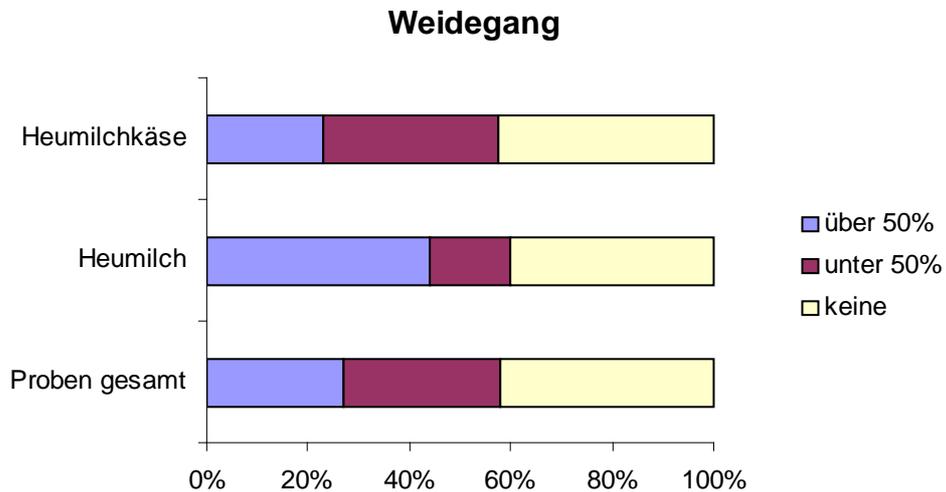


Abbildung 9: Anteil des Weidegangs aller Heumilchkäse- und Heumilchproben sowie der gesamten Proben

Etwa 42% der Heumilchkühe hatten übers ganze Jahr gesehen zum Zeitpunkt der Erzeugung der Milch keinen Zugang zu einer Weide. Somit hatten fast 58% der Heumilchkühe Weidegang (weniger bzw. mehr als 50% der Zeit Zugang zu einer Weide). Die großen Unterschiede zwischen den Daten über den Weidegang der Heumilchproben und der Heumilchkäseproben lässt sich dadurch erklären, dass die Probenanzahl der Heumilchproben viel geringer war als die der Heumilchkäseproben (25 bzw. 108 Proben) und zudem ein großer Anteil der Heumilchproben (11 von 25 Proben) aus einem Betrieb (Sennerei Zillertal) stammten, während die Heumilchkäseproben zu gleichen Teilen aus insgesamt 18 verschiedenen Betrieben stammten.

4.1.1.3 Menge an Kraftfutter

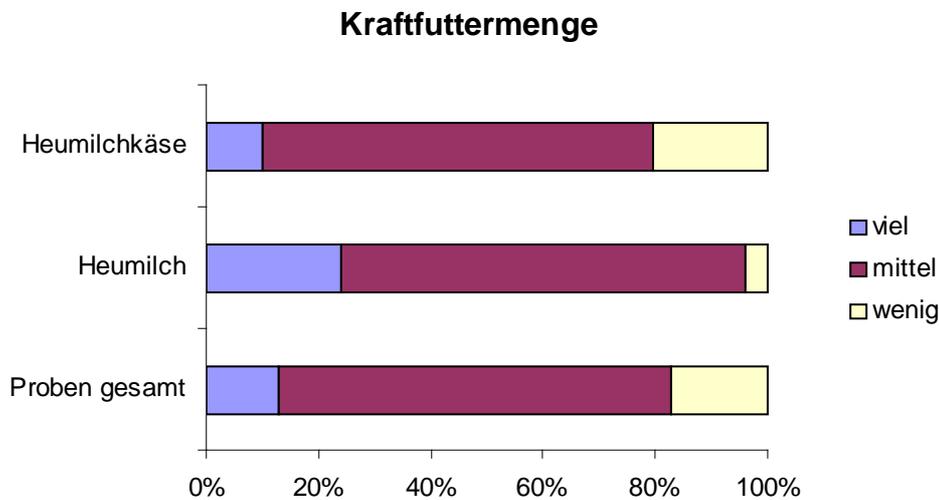


Abbildung 10: Menge des Kraftfutters aller Heumilchkäse- und Heumilchproben sowie der gesamten Proben

Die Angabe „mittel“ bei der Menge des Kraftfutters war am häufigsten vertreten, was die Mengenangaben „viel/mittel/wenig“ bedeuten, wurde jedoch in den Probenprotokollen nicht erwähnt. Dadurch ist der Vergleich der Kraftfuttermenge schwierig, da die Verantwortlichen in den Molkereien die Mengenangaben unterschiedlich auslegen konnten. Auch über die Art des Kraftfutters wurden keine Angaben gemacht.

Der Unterschied zwischen den Daten zur Kraftfuttermenge der Heumilchkäseproben und der Heumilchproben liegt, wie schon bei den Daten zum Weidegang erwähnt, wahrscheinlich wieder in der unterschiedlichen Aufteilung der Betriebe (Heumilchproben zu einem großen Teil aus der Sennerei Zillertal, Heumilchkäseproben aus vielen verschiedenen Betrieben).

4.1.2 Änderung der Fütterung im Jahresverlauf

Um einen genaueren Einblick in die Fütterung in den verschiedenen Jahreszeiten zu erlangen, wurden die Daten auch nach Datum der Probenahme (Milch) bzw. Erzeugungsdatum (Käse) geordnet ausgewertet.

4.1.2.1 Heumilchkäse

Die Probenziehungen der Heumilchkäseproben erfolgten im Jänner/Februar, Februar/März, Mai, Juli, September und November 2010. Da die Käseherstellung immer einen Reifungsprozess von mehreren Wochen bis Monaten mit sich bringt, wurde die zur Käseherstellung verwendete Heumilch jedoch schon zu einem früheren Zeitpunkt produziert. Das früheste Erzeugungsdatum der Heumilchkäseproben war der 28. Februar 2009, das späteste am 11. September 2010. Um einen besseren Überblick über die Variation der Fütterung eines Kalenderjahres zu erlangen, wurden die Jahreszahlen außer Acht gelassen und die Daten beider Jahre miteinander vermischt. Im Folgenden werden diese Daten vorgestellt.

Tabelle 13: Anzahl der Heumilchkäseproben an den verschiedenen Fütterungsarten

	Heumilchkäse					
	Monate Jän/Feb Probenanzahl n=14	Mär/Apr n=21	Mai/Jun n=18	Jul/Aug n=19	Sept/Okt n=14	Nov/Dez n=22
<i>Futter</i>						
Grundfutter:						
Heu + Grünfutter	-	4	1	3	3	3
Heu	14	15	1	1	5	19
Grünfutter	-	2	16	15	6	-
Weide:						
über 50%	-	1	8	10	6	-
unter 50%	1	9	10	8	4	6
keine	13	11	-	1	4	16
Krafffutter:						
viel	2	3	1	-	2	3
mittel	10	14	14	11	10	15
wenig	2	4	3	8	2	4

Die graphischen Darstellungen dazu lassen die Veränderungen im Jahresverlauf gut erkennen.

4.1.2.2 Grundfutter bei der Heumilchkäseerzeugung

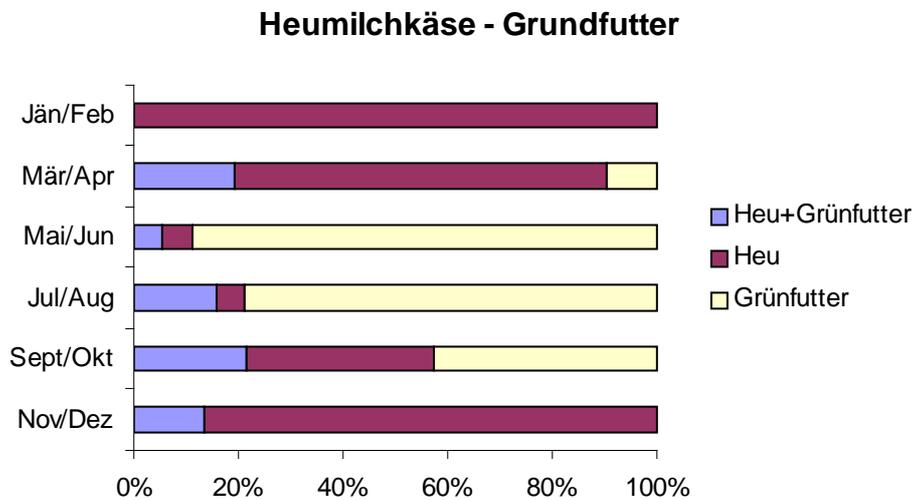


Abbildung 11: Anteil von Heu, Grünfütter oder Heu + Grünfütter als Grundfutter zum Zeitpunkt der Käseerzeugung aller Heumilchkäseproben im Jahresverlauf

Grünfütter als Grundfutter hatte im Jänner und Februar keine Bedeutung und auch im März und April nur geringfügig. Das änderte sich jedoch in den Sommermonaten: im Mai und Juni wurden in 16 von 18 Betrieben Grünfütter als Grundfutter verwendet, auch im Juli und August waren es immerhin 15 von 19 Betrieben, die Grünfütter als Futterbasis heranzogen, und weitere 3, die sowohl Heu als auch Grünfütter als Grundfutter nutzten. Im September und Oktober verwendeten nur mehr 6 von 15 Betrieben Grünfütter und weitere 3 Grünfütter und Heu als Grundfutter. Im November und Dezember spielte, wie auch am Jahresanfang, das Grünfütter als alleiniges Grundfutter keine Rolle, lediglich in 3 von 22 Betrieben war Heu und Grünfütter die Futterbasis.

4.1.2.3 Weidegang bei der Heumilchkäseerzeugung

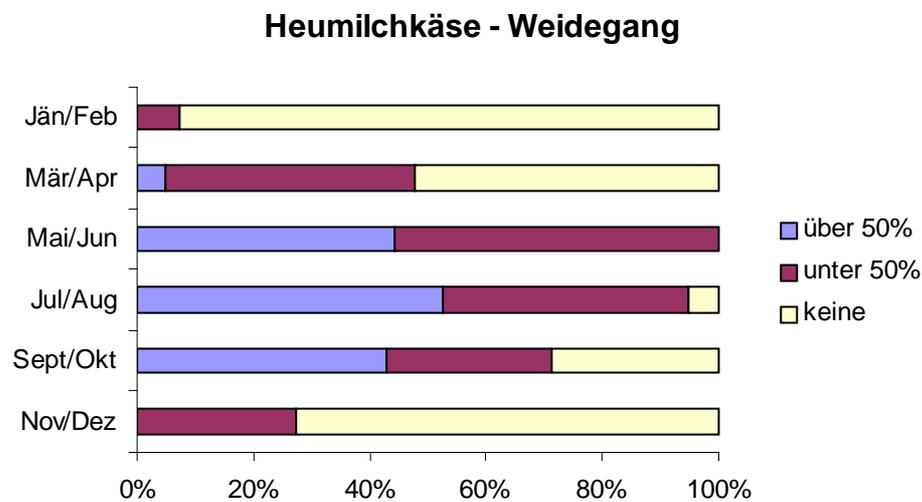


Abbildung 12: Anteil des Weidegangs zum Zeitpunkt der Käseerzeugung aller Heumilchkäseproben im Jahresverlauf

Im Jänner und Februar war in einem Betrieb ein wenig Weidegang (Käserei Plangger) angegeben, was der Jahreszeit entsprechend eher als Auslauf zu interpretieren ist, die Kühe in den restlichen 13 Betrieben bekamen keinen Auslauf. Im März und April bekamen die Kühe von 9 Betrieben (von insgesamt 21) zumindest ein wenig Weidegang, in einem Betrieb (ebenfalls Käserei Plangger) sogar über 50%. Im Mai und Juni hatten die Kühe in allen Betrieben Weidegang, in 8 von 18 Betrieben über 50%. Im Juli und August kamen die Kühe in 10 von 19 Betrieben über 50% auf die Weide und weitere 8 hatten unter 50% Weidegang. Nur in einem Betrieb (Käserei Elixhausen) gab es für die Kühe gar keinen Weidegang. Im September und Oktober gab es nur in 4 von 14 Betrieben keinen Weidegang, während es im November und Dezember schon 16 von 22 Betrieben waren, deren Kühe keinen Zugang zu einer Weide hatten.

Beim einzigen reinen Biobetrieb, der in dieser Untersuchung vertreten war (Biokäserei Walchsee), war der Weidegang bei 4 von 6 Proben mit „über 50%“ angegeben, bei einer Probe mit „unter 50%“ und ebenfalls bei einer Probe mit „keine“. Die Käserei Plangger, die sowohl Bio, als auch konventionelle Milch produziert, gab den Weidegang bei 2 von 6 Proben mit „über 50%“, bei 3 mit „unter 50%“ und bei einer Probe mit „keine“ an.

4.1.2.4 Kraftfuttermenge bei der Heumilchkäseerzeugung

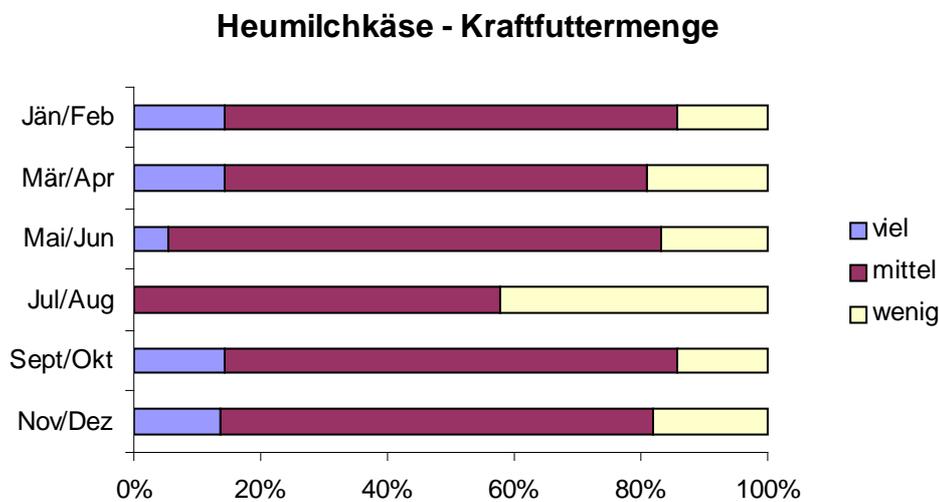


Abbildung 13: Menge des Kraftfutters zum Zeitpunkt der Käseerzeugung aller Heumilchkäseproben im Jahresverlauf

Die Menge an Kraftfutter, die den Heumilchkühen gefüttert wurde, änderte sich während des Jahres nur wenig und war hauptsächlich mit „mittel“ angegeben. Lediglich in den Monaten Juli und August wurde in 8 von 19 Betrieben wenig Kraftfutter und in keinem Betrieb viel Kraftfutter gefüttert, in den übrigen Monaten gab es jeweils 2 bis 4 Betriebe, die wenig Kraftfutter, und keinen bis 3 Betriebe, die viel Kraftfutter gefüttert haben, der Rest fütterte den Kühen eine mittlere Menge an Kraftfutter.

Auch hatten im Juli und August 4 Proben (von insgesamt 7 im ganzen Jahr) die Fütterungskombination „Weide über 50%“ + „wenig Kraftfutter“ und keine Probe (von insgesamt 10 im ganzen Jahr – alle davon in Vorarlberg) die Fütterungskombination „keine Weide“ + „viel Kraftfutter“.

4.1.2.5 Heumilch

Die Probenziehungen der Heumilchproben erfolgten – wie die der Heumilchkäseproben – im Jänner/Februar, Februar/März, Mai, Juli, September und November 2010. Die Probenanzahl an Heumilch ist sehr viel geringer als die Probenanzahl an Heumilchkäse, zudem kamen 11 der 25 Heumilchproben aus einem Betrieb – Sennerei Zillertal – von insgesamt vier vertretenen Betrieben (Käserei Plangger war jedoch nur in Durchgang 5 vertreten), während es bei den Heumilchkäseproben eine größere Diversität an Betrieben gab und somit ein besserer Überblick über die Fütterung in

verschiedenen Betrieben gegeben werden konnte. Dennoch kann auch aus den wenigen vertretenen Betrieben ein Überblick über die Veränderung der Fütterung im Jahresverlauf gegeben werden.

Tabelle 14: Anzahl der Heumilchproben an den verschiedenen Fütterungsarten

		Heumilch					
Monate		Jän/Feb	Feb/Mär	Mai	Jul	Sep	Nov
Probenanzahl		n=4	n=3	n=5	n=4	n=6	n=3
<i>Futter</i>							
Grundfutter:							
Heu + Grünfutter		-	-	4	-	3	1
Heu		4	3	1	1	-	1
Grünfutter		-	-	-	3	3	1
Weide:							
über 50%		-	-	2	3	5	1
unter 50%		-	-	1	-	1	1
keine		4	3	2	1	-	1
Kraftfutter:							
viel		1	1	1	1	1	1
mittel		3	2	3	3	5	2
wenig		-	-	1	-	-	-

4.1.2.6 Grundfutter bei der Heumilchproduktion

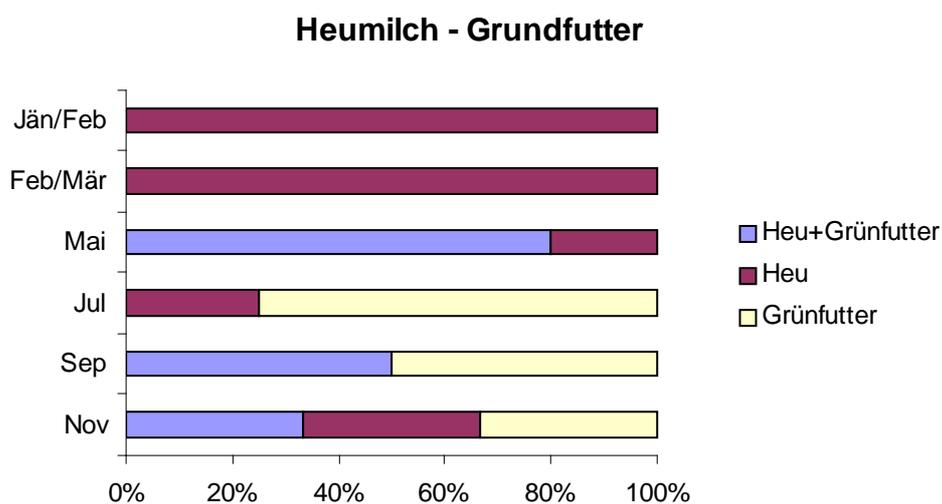


Abbildung 14: Anteil von Heu, Grünfutter oder Heu + Grünfutter als Grundfutter zum Zeitpunkt der Milcherzeugung aller Heumilchproben im Jahresverlauf

Trotz geringer Probenanzahl lässt sich erkennen, dass Grünfutter als Grundfutter für die Heumilchkühe vor allem in den Sommer- und Herbstmonaten eine Rolle spielt. In den ersten beiden Durchgängen (Jänner/Februar und Februar/März) wurde in allen drei Betrieben (Sennerei Lingenau, Sennerei Zillertal und Alpenmilch Salzburg) Heu als Futterbasis verwendet. In Durchgang 5 (September) wurde entweder Grünfutter oder Heu und Grünfutter als Grundfutter herangezogen, in diesem Durchgang war auch ein vierter Betrieb vertreten (Käserei Plangger).

4.1.2.7 Weidegang bei der Heumilchproduktion

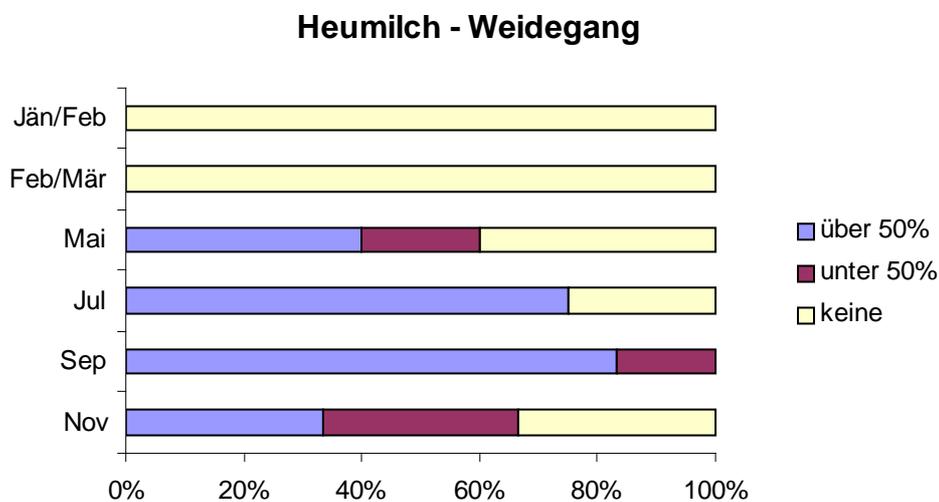


Abbildung 15: Anteil des Weidegangs zum Zeitpunkt der Milcherzeugung aller Heumilchproben im Jahresverlauf

In den Wintermonaten (Jänner/Februar/März) gab es der Jahreszeit entsprechend in keinem Betrieb Weidegang für die Heumilchkühe. Im September gewährten alle Betriebe ihren Heumilchkühen Weidegang, bei 5 von 6 Proben waren es sogar über 50%.

4.1.2.8 Kraftfuttermenge bei der Heumilchproduktion

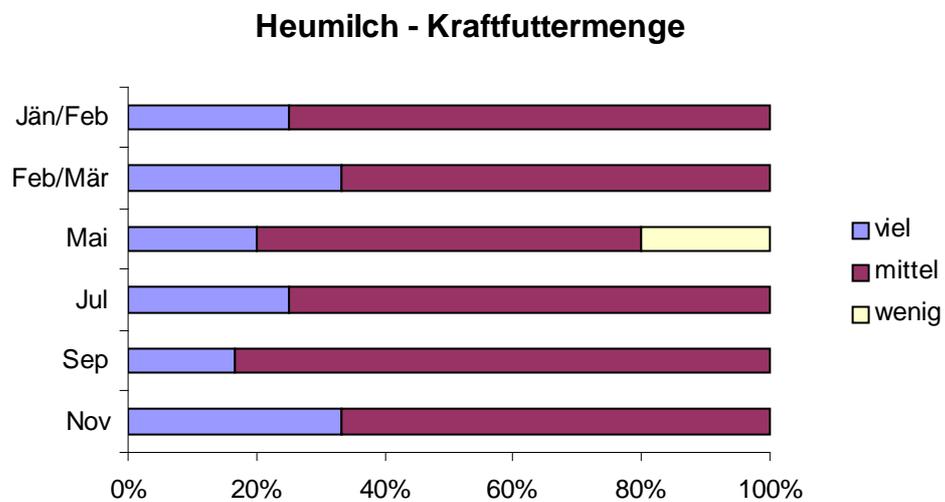


Abbildung 16: Menge des Kraftfutters zum Zeitpunkt der Milcherzeugung aller Heumilchproben im Jahresverlauf

Wie beim Heumilchkäse war auch bei der Heumilch die Angabe „mittel“ bei der Kraftfuttermenge am häufigsten vertreten. Jeweils eine Probe aus jedem Durchgang wurde mit viel Kraftfutter produziert (Bregenzerwälder Frischmilch der Sennerei Lingenau). Lediglich eine Probe wurde mit wenig Kraftfutter hergestellt (Bergbauernheumilch der Alpenmilch Salzburg in Durchgang 3).

Bei den Milchproben hatte keine Probe die Fütterungskombination „Weide über 50%“ + „wenig Kraftfutter“, dafür insgesamt 4 Proben die Fütterungskombination „keine Weide“ + „viel Kraftfutter“ (alle aus der Sennerei Lingenau).

4.1.2.9 Fütterung der Heumilchziegen

Ab dem 2. Durchgang (Probenahme Februar/März) wurde auch je Durchgang eine Ziegenheumilch aus der Sennerei Zillertal angeliefert, somit waren es insgesamt nur 5 Proben Ziegenheumilch. Die Fütterung blieb das ganze Jahr über gleich und bestand aus Heu als Grundfutter und einer mittleren Menge an Kraftfutter. Weidegang bekamen die Heumilchziegen keinen.

4.2 Ergebnisse Fettsäureanalytik

Wie im Methodenteil beschrieben konnten durch gaschromatographische Analyse 45 Fettsäuren in den Milch- und Käseproben bestimmt werden. Diese wurden in mehreren Fettsäuregruppen zusammengefasst, um die Präsentation der Ergebnisse übersichtlicher zu machen. Die Auswertungen der einzelnen Fettsäuren finden sich im Anhang. Folgende Tabelle stellt die Fettsäuregruppen und die darin enthaltenen Fettsäuren vor.

Tabelle 15: Beschreibung der Fettsäuregruppen

Fettsäuregruppe oder Einzelfettsäure	Beinhaltende Fettsäuren
Buttersäure	C4:0
kurz- und mittelkettige Fettsäuren	C6 - C12
langkettige Fettsäuren	ab C14
SFAs	gesättigte Fettsäuren
MUFAs	einfach ungesättigte Fettsäuren (nur cis)
PUFAs	mehrfach ungesättigte Fettsäuren
TFAs	trans-Fettsäuren (C18:1t, C18:2t)
n3-Fettsäuren	C18:3n3, C20:5n3, C22:5n3
n6-Fettsäuren	C18:2n6, C20:3n6, C20:4n6
CLA	C18:2c9t11

Die nächste Tabelle präsentiert die Ergebnisse aus der Fettsäurebestimmung der Proben. Die Ergebnisse der einzelnen Fettsäuren bzw. der Fettsäuregruppen werden als Mittelwert in % FAME und Standardabweichung aller analysierten Proben der konventionellen Milch, Heumilch, Ziegenheumilch und des Heumilchkäses vorgestellt.

Tabelle 16: Fettsäureprofil der konventionellen Milch, der Heumilch, des Heumilchkäses und der Ziegenheumilch

Fettsäuregruppe	Konv. Milch n=12	Heumilch n=25	Heumilchkäse n=108	Ziegenheumilch n=5
Buttersäure	4,4 ± 0,22 ^a	4,2 ± 0,96 ^a	4,4 ± 0,64 ^a	3,0 ± 0,30 ^b
kurz-mittelkettig	10,9 ± 0,23 ^b	10,1 ± 1,05 ^c	10,0 ± 1,08 ^c	19,4 ± 0,80 ^a
langkettig	83,2 ± 0,51 ^a	83,7 ± 2,77 ^{ab}	84,2 ± 1,48 ^a	76,1 ± 0,77 ^c
SFAs	69,5 ± 0,76	68,2 ± 3,63	69,0 ± 3,34	70,1 ± 1,16
MUFAs	23,3 ± 0,56	22,3 ± 1,89	22,2 ± 1,89	21,7 ± 1,10
PUFAs	2,3 ± 0,10 ^c	2,6 ± 0,18 ^b	2,6 ± 0,26 ^b	3,6 ± 0,15 ^a
TFAs	2,8 ± 0,21 ^b	3,9 ± 0,96 ^a	4,0 ± 1,14 ^a	2,5 ± 0,25 ^b
n3-Fettsäuren	0,6 ± 0,05 ^c	1,0 ± 0,09 ^a	1,0 ± 0,14 ^a	0,9 ± 0,06 ^b
n6-Fettsäuren	1,7 ± 0,09 ^b	1,6 ± 0,15 ^{bc}	1,6 ± 0,20 ^c	2,6 ± 0,09 ^a
CLA	0,6 ± 0,08 ^b	1,1 ± 0,34 ^a	1,1 ± 0,36 ^a	0,7 ± 0,09 ^b

* Angaben in % Fettsäuremethylester ± Standardabweichung

a, b, c: Zahlenwerte mit unterschiedlichen Exponenten innerhalb einer Zeile unterscheiden sich signifikant (p < 0,05)

4.2.1.1 Verteilung der gesättigten, einfach ungesättigten, mehrfach ungesättigten und trans-Fettsäuren

Verteilung verschiedener Fettsäuregruppen

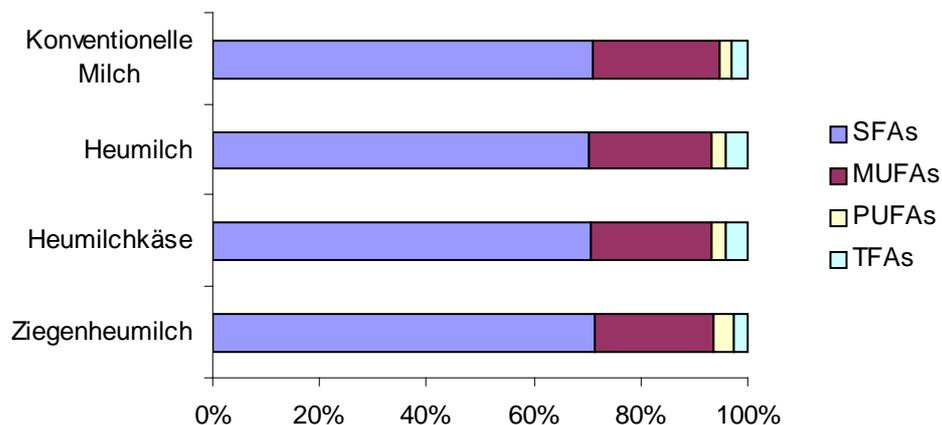


Abbildung 17: Vergleich der Verteilung verschiedener Fettsäuregruppen der gesamten Proben

Wie man an der Graphik erkennen kann, unterschieden sich die verschiedenen Arten von Milch und der Käse in ihrer Verteilung von gesättigten, einfach ungesättigten, mehrfach ungesättigten und trans-Fettsäuren nur wenig. Signifikante Unterschiede gab es vor allem in der Gruppe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren: in dieser Gruppe

unterschieden sich Ziegenheumilch von konventioneller Milch, Heumilch und Heumilchkäse ($p < 0,05$). Der Heumilchkäse unterschied sich in seinem Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren von konventioneller Milch, auch Heumilch und konventionelle Milch unterschieden sich voneinander ($p < 0,05$). Nur Heumilch und Heumilchkäse unterschieden sich nicht in ihrem Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren ($p > 0,05$).

In den Gruppen der gesättigten Fettsäuren und der einfach ungesättigten Fettsäuren gab es keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,05$).

In der Gruppe der trans-Fettsäuren unterschieden sich der Heumilchkäse und die Heumilch von der Ziegenheumilch und der konventionellen Milch ($p < 0,05$).

Der Anteil von Ölsäure (C18:1) an den einfach ungesättigten Fettsäuren lag bei 83% für konventionelle Milch, Heumilchkäse und Heumilch sowie bei 90% für Ziegenheumilch. Palmitinsäure (C16:0), die wichtigste Fettsäure im Milchfett, hatte einen Anteil an 42 – 43% bei konventioneller Milch, Heumilchkäse und Heumilch sowie 35% bei Ziegenheumilch an der Gruppe der gesättigten Fettsäuren.

4.2.1.2 Verteilung von kurz-, mittel- und langkettigen Fettsäuren

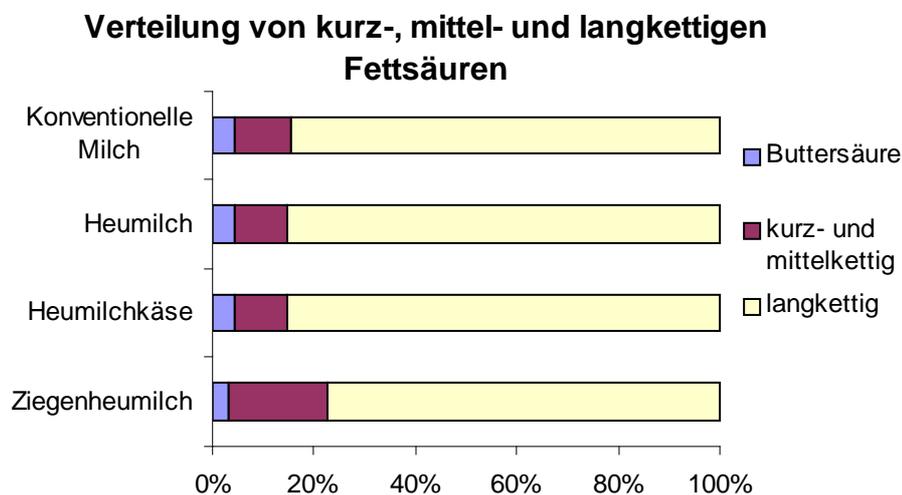


Abbildung 18: Vergleich der Verteilung von kurz-, mittel- und langkettigen Fettsäuren aller Proben

Auch bei dieser groben Einteilung der Fettsäuren fiel nur die Ziegenheumilch aus dem Rahmen, die geringere Gehalte an Buttersäure und langkettigen Fettsäuren und

höhere Gehalte an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren hatte. Diese Unterschiede waren signifikant, in der Gruppe der kurz- und mittelkettigen Fettsäuren unterschieden sich zudem die konventionelle Milch und der Heumilchkäse bzw. konventionelle Milch und die Heumilch voneinander ($p < 0,05$). Trotz geringen Unterschieds war auch der Unterschied bei den langkettigen Fettsäuren in konventioneller Milch und Heumilchkäse signifikant ($p < 0,05$).

4.2.1.3 Gehalte an Omega-3-Fettsäuren

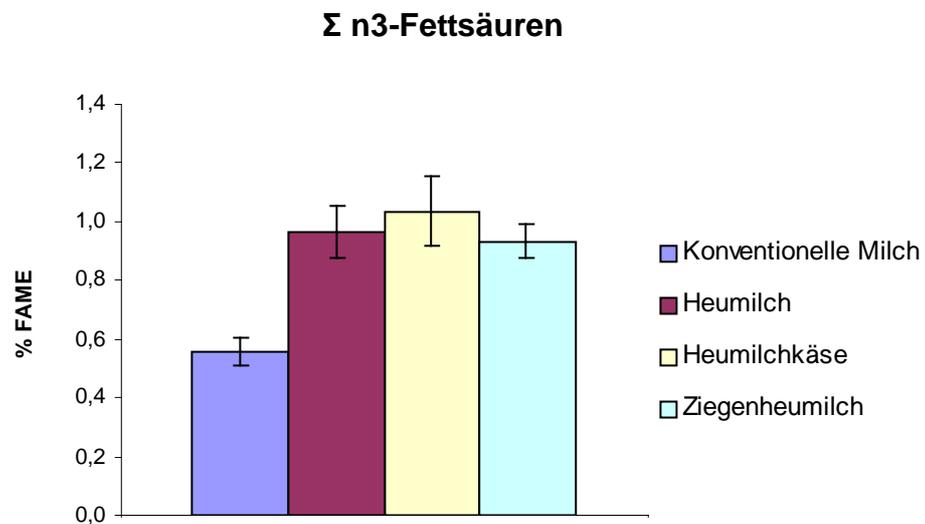


Abbildung 19: Vergleich des Gehaltes an Omega-3-Fettsäuren der gesamten Proben

In der Gruppe der Omega-3-Fettsäuren unterschied sich die konventionelle Milch signifikant von der Heumilch, der Ziegenheumilch und dem Heumilchkäse, zusätzlich unterschied sich der Heumilchkäse noch von der Heumilch und der Ziegenmilch ($p < 0,05$).

Die relative Standardabweichung war am höchsten beim Heumilchkäse (11,4%) und am niedrigsten bei der Ziegenheumilch (6,4%). Bei der konventionellen Milch betrug die relative Standardabweichung 9,1% und bei der Heumilch 9,2%.

Die α -Linolensäure war die mengenmäßig wichtigste Omega-3-Fettsäure in der Milch, ihr Gehalt an den Gesamt-Omega-3-Fettsäuren lag bei 82 – 85%.

Der geringste Wert an Omega-3-Fettsäuren lag bei den Heumilchproben bei 0,8%, der höchste bei 1,1%. Bei den konventionellen Milchproben lag der niedrigste Wert bei

0,5%, der höchste bei 0,7%. Der niedrigste Gehalt an Omega-3-Fettsäuren beim Heumilchkäse war 0,8% und der höchste 1,5%.

4.2.1.4 Gehalte an Omega-6-Fettsäuren

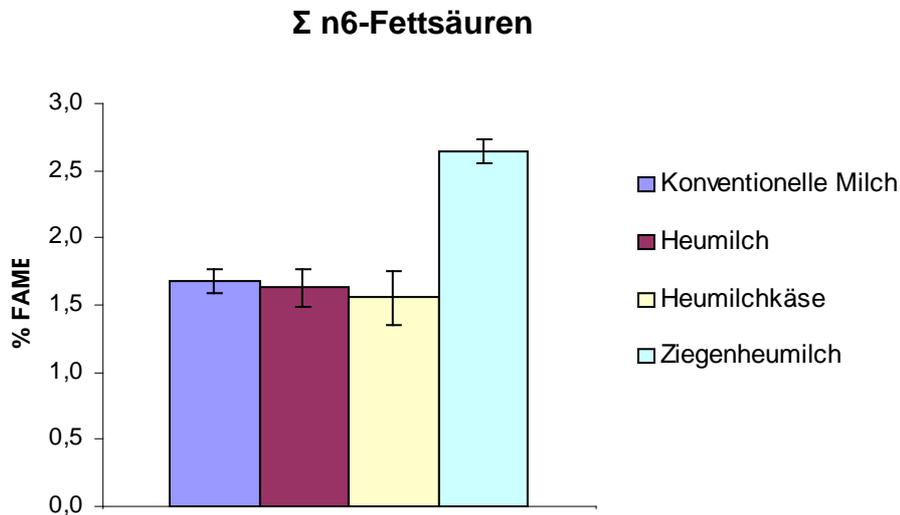


Abbildung 20: Vergleich des Gehaltes an Omega-6-Fettsäuren der gesamten Proben

Konventionelle Milch, Heumilch und Heumilchkäse hatten einen ähnlichen Gehalt an Omega-6-Fettsäuren, nur die Ziegenmilch hatte einen höheren Gehalt an Omega-6-Fettsäuren ($p < 0,05$). Obwohl der Unterschied zwischen konventioneller Milch und Heumilchkäse nicht sehr groß war, war er doch signifikant ($p < 0,05$).

Wieder lag die kleinste relative Standardabweichung bei der Ziegenmilch (3,4%) und die höchste beim Heumilchkäse (13,0%). Die konventionelle Milch hatte eine relative Standardabweichung von 5,3%, die Heumilch von 9,0%.

4.2.1.5 Verhältnis von n6/n3-Fettsäuren

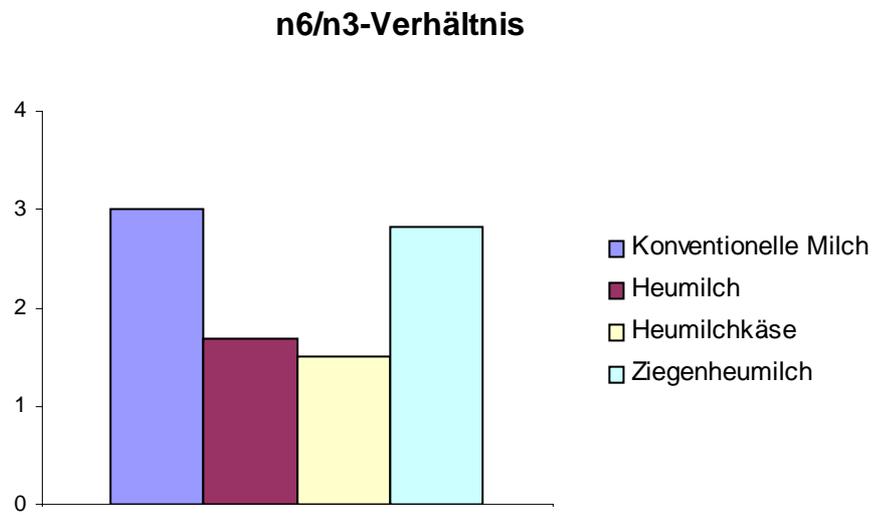


Abbildung 21: Verhältnis von n6/n3-Fettsäuren der gesamten Proben

Das Verhältnis n6/n3-Fettsäuren lag für die konventionelle Milch bei 3,0:1, für Ziegenheumilch bei 2,8:1, für Heumilch bei 1,7:1 und für Heumilchkäse bei 1,5:1.

4.2.1.6 Gehalte an CLA

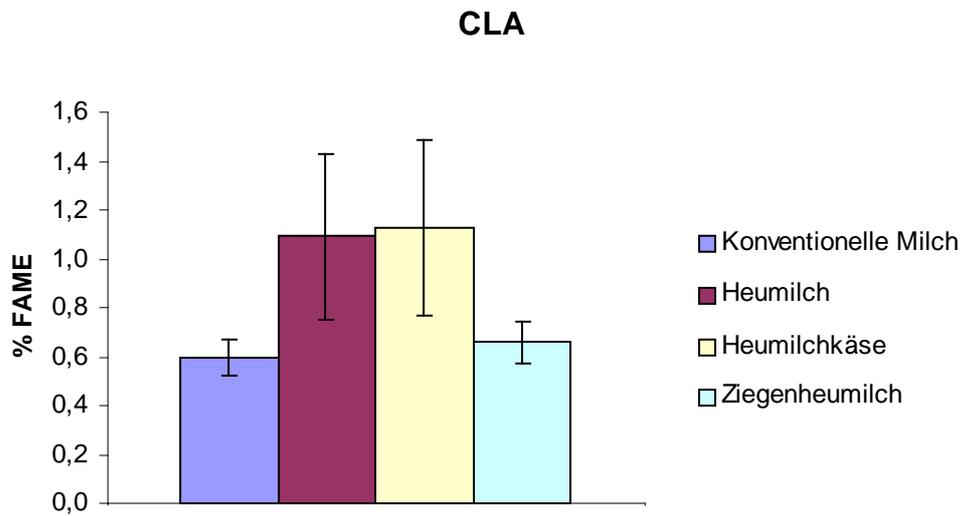


Abbildung 22: Vergleich des Gehaltes an CLA der gesamten Proben

Die Gehalte an CLA unterschieden sich signifikant in Heumilch und konventioneller Milch sowie in Heumilchkäse und konventioneller Milch ($p < 0,05$), während sich der Gehalt an CLA in Ziegenmilch nicht von dem der konventionellen Milch unterschied ($p > 0,05$). Es konnten zudem signifikante Unterschiede zwischen dem Gehalt an CLA in Ziegenheumilch und Heumilchkäse sowie Heumilch festgestellt werden ($p < 0,05$).

Die relative Standardabweichung der Heumilch und des Heumilchkäses war sehr hoch und lag bei 31,2% bzw. 32,2%. Die Gründe für diese hohe Streuung werden im nächsten Absatz behandelt. Bei der konventionellen Milch und der Ziegenheumilch lag die relative Standardabweichung bei 12,7% bzw. 13,1%.

Den geringsten Gehalt an CLA unter allen Heumilchproben hatte die Zillertaler Frischmilch in Durchgang 1 (0,7%), dieser war sogar geringer als der höchste Wert an CLA bei einer Vergleichsmilch (Landliebe Landmilch in Durchgang 5: 0,8%). Den höchsten Gehalt an CLA wies die Bio-Heumilch der Käserei Plangger in Durchgang 5 auf (1,8%). Beim Heumilchkäse schwankte der CLA-Gehalt zwischen 0,6% und 2,0%, bei der Ziegenheumilch zwischen 0,6% und 0,8%.

4.2.1.7 Gehalte an trans-Fettsäuren

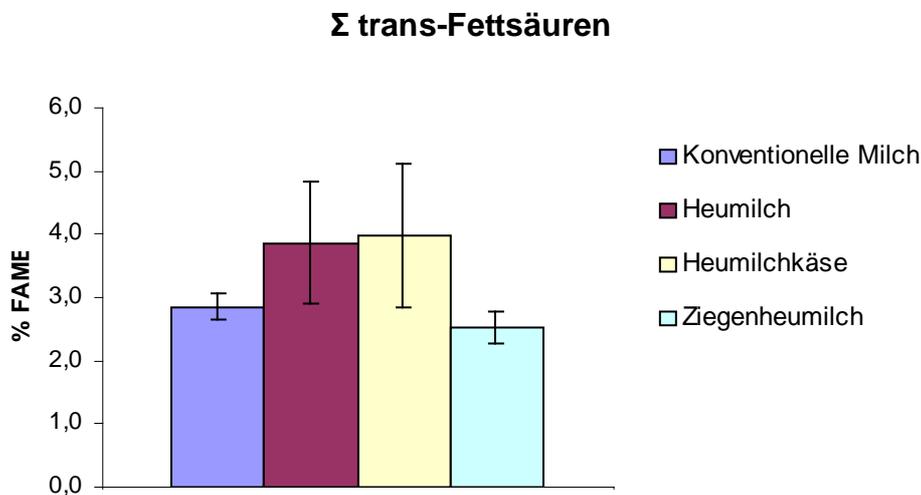


Abbildung 23: Vergleich des Gehaltes an trans-Fettsäuren der gesamten Proben

Die Werte für trans-Fettsäuren unterschieden sich zwischen Heumilchkäse und konventioneller Milch bzw. Heumilchkäse und Ziegenheumilch sowie zwischen Heumilch und konventioneller Milch bzw. Heumilch und Ziegenmilch signifikant ($p < 0,05$).

Die relative Standardabweichung lag für Heumilch und Heumilchkäse wieder sehr hoch (25,0% bzw. 28,7%). Für konventionelle Milch und Ziegenheumilch lag die relative Standardabweichung bei 7,3% bzw. 9,9%.

Der geringste und der höchste Wert an trans-Fettsäuren fand sich bei den Heumilchkäseproben (2,3% – Walkner Emmentaler bzw. 6,3% – Pötzensberger Emmentaler). Der Gehalt an trans-Fettsäuren schwankte bei der Heumilch zwischen 2,7% (Zillertaler Heumilch) und 5,8% (Käserei Plangger Bio-Heumilch). Die Werte in der konventionellen Milch schwankten nicht so stark und lagen bei 2,6% und 3,4%. Der trans-Fettsäuren-Gehalt in der Ziegenheumilch war etwas geringer und lag bei 2,1 – 2,8%.

4.2.1.8 Gehalte an Buttersäure

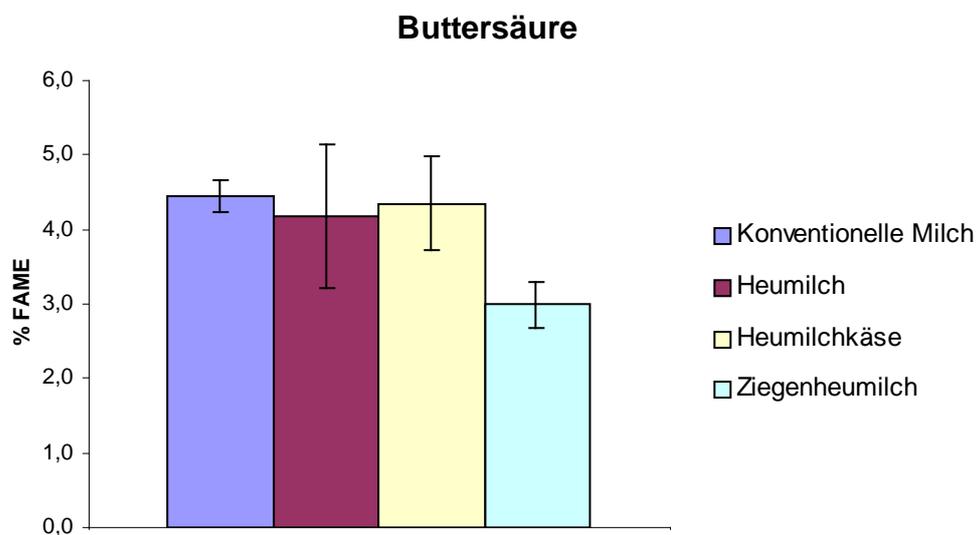


Abbildung 24: Vergleich des Gehaltes an Buttersäure der gesamten Proben

Die Gehalte an Buttersäure in konventioneller Milch, Heumilch und Heumilchkäse waren sehr ähnlich, alle drei Gruppen unterschieden sich aber signifikant im Gehalt an Buttersäure von der Ziegenheumilch ($p < 0,05$).

Die relative Standardabweichung der konventionellen Milchproben war im Vergleich mit der der Heumilchproben recht gering (5,0% bzw. 23,0%). Für die Ziegenheumilch und den Heumilchkäse lag sie bei 10,1% bzw. 14,7%.

Bei der konventionellen Milch lagen die Werte für Buttersäure bei 4,1 – 4,8%, bei der Ziegenheumilch bei 2,5 – 3,3%. Bei der Heumilch und dem Heumilchkäse gab es

einige wenige Proben mit einem sehr geringen Gehalt, hier schwankte der Wert zwischen 1,6 – 5,4% (Heumilch) bzw. 1,7 – 5,3% (Heumilchkäse).

4.2.2 Veränderung der Fettsäurezusammensetzung im Jahresverlauf

Im Folgenden werden die Gehalte der Omega-3-Fettsäuren, der Omega-6-Fettsäuren und der CLA der einzelnen Proben nach Datum geordnet graphisch dargestellt, um eine Übersicht zu geben, wie sehr sich die Gehalte an diesen Fettsäuregruppen innerhalb eines Jahres verändern. Die konventionellen Milch-, die Heumilch- und die Ziegenheumilchproben wurden nach dem Datum ihrer Probenahme geordnet, während die Heumilchkäseproben nach Erzeugungsdatum geordnet wurden (die Jahreszahlen 2009 oder 2010 wurden dabei nicht beachtet, um eine Übersicht über ein ganzes Jahr von Jänner bis Dezember zu erhalten).

4.2.2.1 Veränderung der Gehalte an Omega-3-Fettsäuren

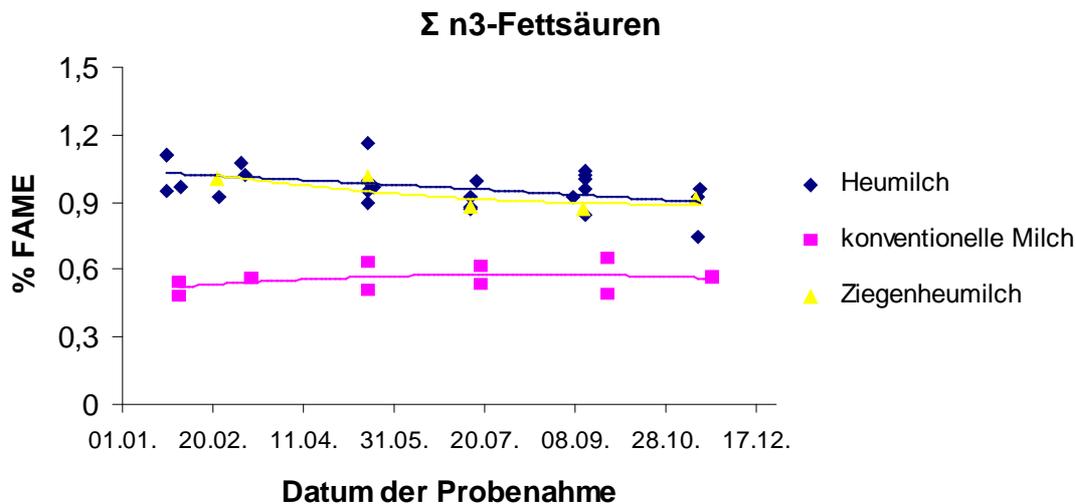


Abbildung 25: Gehalte an Omega-3-Fettsäuren in Heumilch, konventioneller Milch und Ziegenheumilch im Jahresverlauf

Beim Gehalt an Omega-3-Fettsäuren gab es deutliche Unterschiede zwischen Heumilch und konventioneller Milch, wie auch schon beschrieben wurde. In der konventionellen Milch blieb der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren ab dem 2. Durchgang konstant, während er bei der Heumilch und bei der Ziegenheumilch leicht schwankte und gegen Jahresende eher abnahm.

Heumilchkäse - Σ n3-Fettsäuren

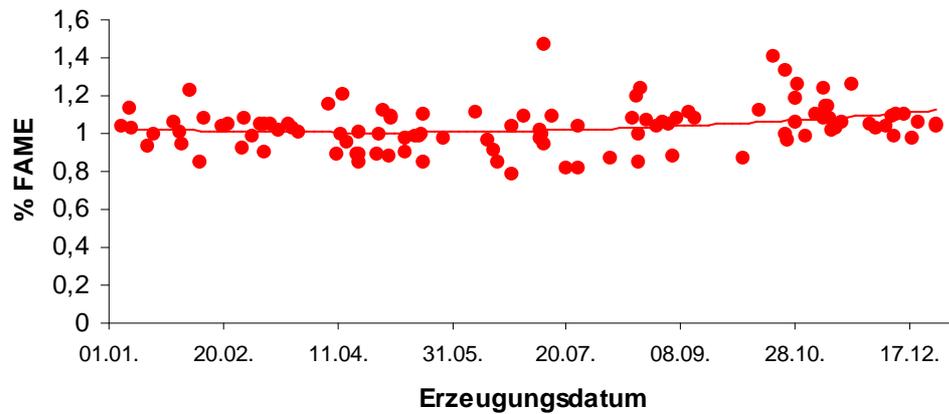


Abbildung 26: Gehalte an Omega-3-Fettsäuren in Heumilchkäse im Jahresverlauf

Auch im Heumilchkäse änderte sich der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren übers Jahr gesehen nur geringfügig, nahm aber gegen Jahresende tendenziell leicht zu.

4.2.2.2 Veränderung der Gehalte an Omega-6-Fettsäuren

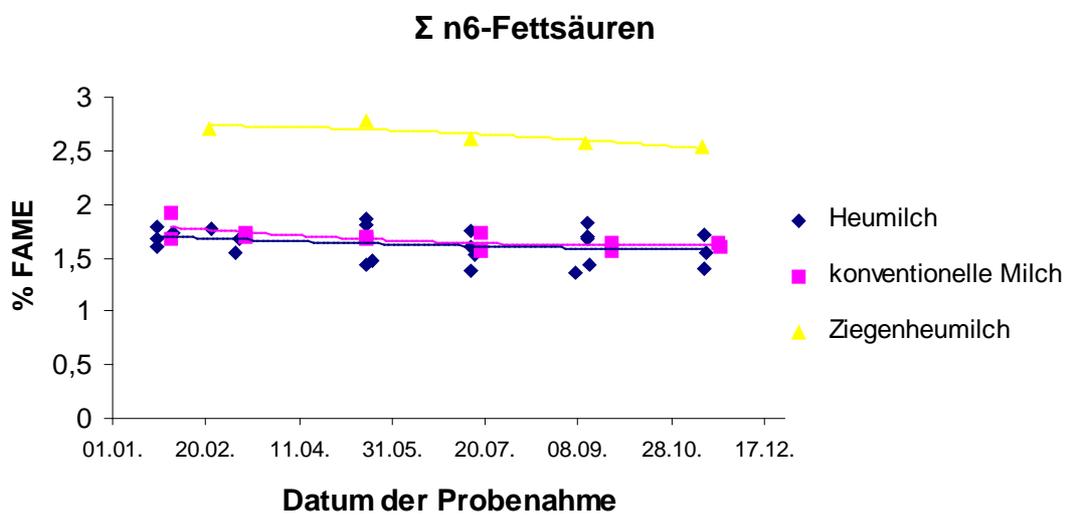


Abbildung 27: Gehalte an Omega-6-Fettsäuren in Heumilch, konventioneller Milch und Ziegenheumilch im Jahresverlauf

Die Gehalte an Omega-6-Fettsäuren von Heumilch und konventioneller Milch variierten im Mittel kaum voneinander und nahmen gegen Jahresende eher ab. Auch in der Ziegenheumilch nahm der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren im Jahresverlauf leicht ab,

lag im Mittel jedoch höher als bei der Kuhmilch (sowohl konventioneller als auch Heumilch).

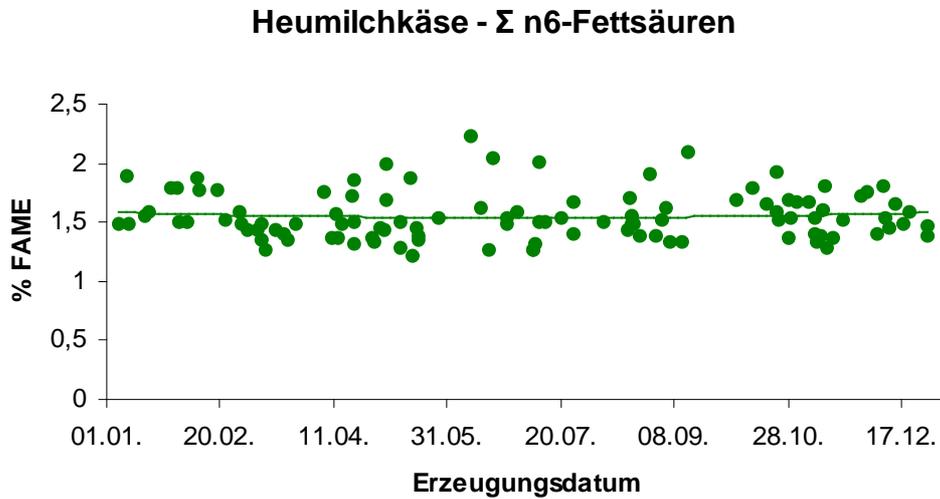


Abbildung 28: Gehalte an Omega-6-Fettsäuren in Heumilchkäse im Jahresverlauf

Im Heumilchkäse änderte sich der Wert für Omega-6-Fettsäuren im Jahresverlauf praktisch gar nicht, die Streuung der Werte war jedoch in der Jahresmitte am größten.

4.2.2.3 Veränderung des n6/n3-Fettsäurenverhältnisses

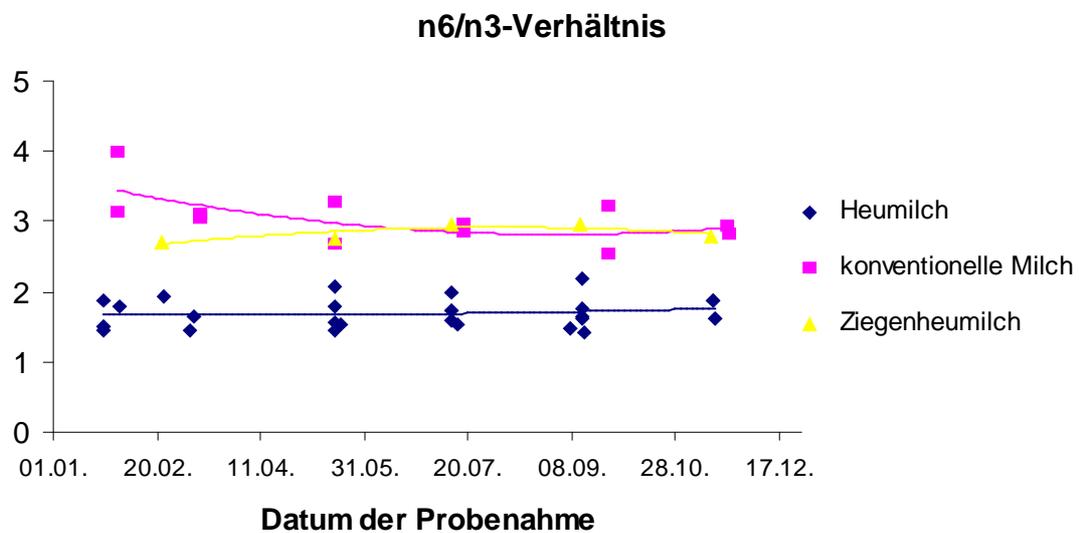


Abbildung 29: n6/n3-Fettsäurenverhältnis von Heumilch, konventioneller Milch und Ziegenheumilch im Jahresverlauf

Das n6/n3-Verhältnis bei der Heumilch war am höchsten im November (1,8:1) und am geringsten im Jänner/Februar (1,6:1). Das Verhältnis lag bei der konventionellen Milch deutlich höher als bei der Heumilch, das höchste Verhältnis lag im Jänner/Februar (3,5:1) und das kleinste im September (2,8:1). Die Ziegenheumilch hatte das höchste Verhältnis im Juli (3,0:1) und das kleinste im Februar/März (2,7:1).

Die n6/n3-Fettsäurenverhältnisse änderten sich kaum im Jahresverlauf, nur das in der konventionellen Milch nahm gegen Jahresende leicht ab.

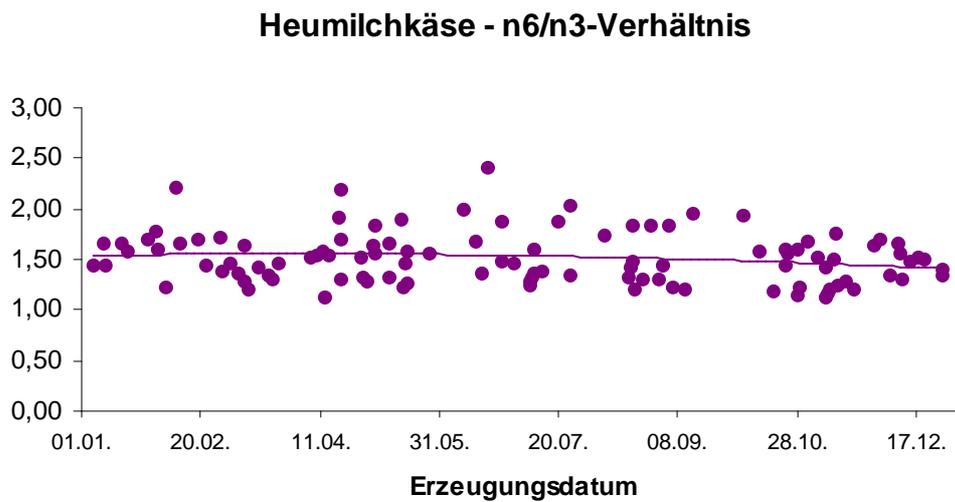


Abbildung 30: n6/n3-Fettsäurenverhältnis von Heumilchkäse im Jahresverlauf

Beim Heumilchkäse lag das höchste Verhältnis im Jänner/Februar (1,6:1) und das kleinste im November/Dezember (1,4:1), eine deutliche Änderung ist auch hier nicht zu erkennen.

4.2.2.4 Veränderung des Gehaltes an CLA

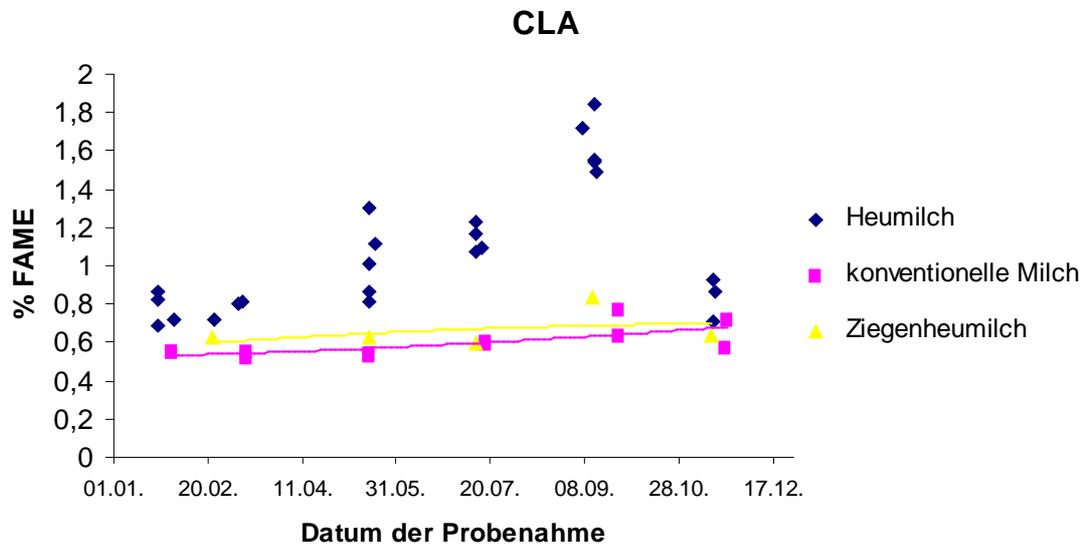


Abbildung 31: Gehalte an CLA in Heumilch, konventioneller Milch und Ziegenheumilch im Jahresverlauf

Die Gehalte an CLA in konventioneller Milch und Ziegenheumilch unterschieden sich nur wenig voneinander und nahmen gegen Jahresende geringfügig zu. Der Gehalt an CLA in Heumilch ist deutlich höher als in konventioneller Milch und Ziegenheumilch und stieg im Jahresverlauf stark an, um im September seinen mittleren Spitzenwert zu erreichen (1,6%). Gegen Jahresende nahm er wieder ab und erreichte im November nur mehr etwa halb so viel wie im September (0,8%).

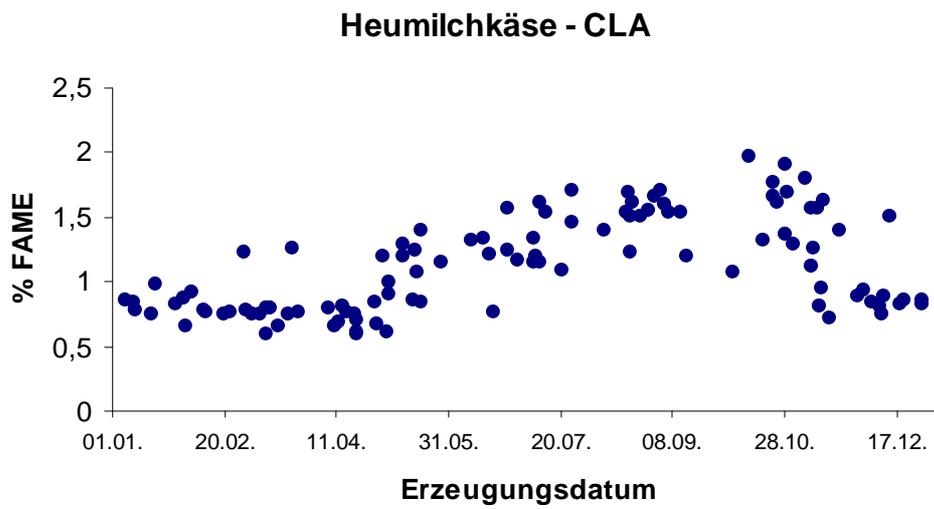


Abbildung 32: Gehalte an CLA in Heumilchkäse im Jahresverlauf

Der Gehalt an CLA stieg im Heumilchkäse wie in der Heumilch im Jahresverlauf an und erreichte seinen mittleren Höchstwert von 1,6% im September/Oktober. Im Winter sank der Wert wieder und lag im November/Dezember bei 1,1%.

Tabelle 17: Fettsäureverteilung der Heumilchproben je Durchgang

Monate	Heumilch					
	Jänner/ Februar	Februar/ März	Mai	Juli	September	November
Probenanzahl	n=4	n=3	n=5	n=4	n=6	n=3
FS/FS-Gruppe						
Buttersäure	4,3 ± 0,11	4,2 ± 0,17	4,5 ± 0,06	4,7 ± 0,26	3,2 ± 1,56	4,6 ± 0,11
kurz-mittel	10,6 ± 0,34	10,6 ± 0,32	10,6 ± 0,48	9,9 ± 0,78	8,9 ± 1,23	10,8 ± 0,27
lang ab 14	83,7 ± 0,29	83,9 ± 0,38	83,3 ± 0,63	83,7 ± 1,25	84,7 ± 5,32	82,5 ± 0,78
SFAs	71,4 ± 0,92	71,6 ± 0,62	68,9 ± 1,04	66,6 ± 2,16	63,3 ± 2,73	71,0 ± 0,78
MUFAs	20,8 ± 0,71	20,9 ± 0,58	22,0 ± 0,87	23,7 ± 1,78	24,1 ± 1,62	20,6 ± 0,76
PUFAs	2,8 ± 0,04	2,7 ± 0,04	2,7 ± 0,19	2,5 ± 0,14	2,6 ± 0,17	2,5 ± 0,20
trans-FS	2,8 ± 0,10	2,8 ± 0,02	3,9 ± 0,50	4,4 ± 0,42	5,1 ± 0,30	3,1 ± 0,29
n3-FS	1,0 ± 0,08	1,0 ± 0,06	1,0 ± 0,09	0,9 ± 0,05	1,0 ± 0,07	0,9 ± 0,09
n6-FS	1,7 ± 0,06	1,7 ± 0,09	1,7 ± 0,17	1,6 ± 0,14	1,6 ± 0,16	1,6 ± 0,13
CLA	0,8 ± 0,07	0,8 ± 0,04	1,0 ± 0,18	1,1 ± 0,06	1,6 ± 0,12	0,8 ± 0,09

Tabelle 18: Fettsäureverteilung der konventionellen Milchproben je Durchgang

Monate	Konventionelle Milch					
	Jänner/ Februar	Februar/ März	Mai	Juli	September	November
Probenanzahl	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2
FS/FS-Gruppe						
Buttersäure	4,4 ± 0,38	4,2 ± 0,08	4,6 ± 0,01	4,6 ± 0,08	4,4 ± 0,04	4,4 ± 0,10
kurz-mittel	11,1 ± 0,12	10,8 ± 0,23	10,9 ± 0,03	10,9 ± 0,29	10,7 ± 0,05	10,9 ± 0,28
lang ab 14	82,8 ± 0,69	83,5 ± 0,32	83,2 ± 0,09	83,0 ± 0,30	83,6 ± 0,13	83,0 ± 0,59
SFAs	70,2 ± 0,04	70,0 ± 0,19	69,6 ± 0,54	69,1 ± 0,91	68,6 ± 0,76	69,5 ± 0,11
MUFAs	22,5 ± 0,21	23,0 ± 0,18	23,4 ± 0,22	23,7 ± 0,52	24,0 ± 0,13	23,2 ± 0,23
PUFAs	2,3 ± 0,08	2,3 ± 0,03	2,3 ± 0,09	2,2 ± 0,13	2,2 ± 0,11	2,2 ± 0,02
trans-FS	2,7 ± 0,10	2,8 ± 0,03	2,8 ± 0,12	3,0 ± 0,18	3,1 ± 0,34	2,8 ± 0,03
n3-FS	0,5 ± 0,03	0,6 ± 0,00	0,6 ± 0,06	0,6 ± 0,04	0,6 ± 0,08	0,6 ± 0,01
n6-FS	1,8 ± 0,11	1,7 ± 0,02	1,7 ± 0,01	1,7 ± 0,09	1,6 ± 0,03	1,6 ± 0,02
CLA	0,6 ± 0,00	0,5 ± 0,02	0,5 ± 0,00	0,6 ± 0,00	0,7 ± 0,06	0,7 ± 0,07

Tabelle 19: Fettsäureverteilung der Heumilchkäseproben im Jahresverlauf

Monate	Heumilchkäse					
	Jänner/ Februar	März/ April	Mai/ Juni	Juli/ August	September/ Oktober	November/ Dezember
Probenanzahl	n=14	n=21	n=18	n=19	n=14	n=22
FS/FS-Gruppe						
Buttersäure	4,6 ± 0,19	4,6 ± 0,67	4,4 ± 0,95	4,5 ± 0,65	4,0 ± 0,42	4,1 ± 0,26
kurz-mittel	10,7 ± 0,88	10,9 ± 0,57	10,2 ± 1,04	9,4 ± 0,80	8,7 ± 1,04	9,7 ± 0,54
lang ab 14	83,3 ± 0,96	83,2 ± 1,13	84,0 ± 1,63	84,5 ± 1,13	85,5 ± 1,25	85,0 ± 1,10
SFAs	71,2 ± 2,24	72,3 ± 1,32	68,3 ± 2,8	66,5 ± 2,30	65,1 ± 2,39	69,7 ± 2,32
MUFAs	21,2 ± 1,58	20,7 ± 1,03	22,7 ± 1,87	23,2 ± 1,77	23,9 ± 2,15	22,1 ± 0,91
PUFAs	2,7 ± 0,17	2,5 ± 0,15	2,6 ± 0,31	2,6 ± 0,35	2,8 ± 0,28	2,7 ± 0,15
trans-FS	3,1 ± 0,55	2,8 ± 0,46	4,2 ± 0,77	5,1 ± 0,51	5,3 ± 0,55	3,6 ± 1,02
n3-FS	1,0 ± 0,09	1,0 ± 0,09	1,0 ± 0,10	1,0 ± 0,15	1,1 ± 0,15	1,1 ± 0,07
n6-FS	1,7 ± 0,15	1,5 ± 0,15	1,6 ± 0,28	1,5 ± 0,19	1,6 ± 0,21	1,5 ± 0,15
CLA	0,9 ± 0,13	0,8 ± 0,13	1,1 ± 0,24	1,4 ± 0,20	1,6 ± 0,24	1,1 ± 0,33

Tabelle 20: Fettsäureverteilung der Ziegenheumilchproben je Durchgang

Monate	Ziegenheumilch				
	Februar/ März	Mai	Juli	September	November
FS/FS-Gruppe					
Buttersäure	2,78	3,32	3,31	2,99	2,54
kurz-mittel	18,53	19,23	18,59	20,31	20,36
lang ab 14	77,34	76,34	76,39	75,48	75,16
SFAs	67,89	70,21	70,3	71,15	70,9
MUFAs	23,81	21,43	21,34	20,74	21
PUFAs	3,73	3,83	3,51	3,47	3,47
trans-FS	2,6	2,8	2,55	2,59	2,05
n3-FS	1	1,01	0,88	0,87	0,91
n6-FS	2,71	2,78	2,61	2,57	2,54
CLA	0,62	0,62	0,59	0,83	0,64

4.2.3 Veränderung der Fütterung in den einzelnen Betrieben im Jahresverlauf und ihre Auswirkungen auf die Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie an CLA

Im Jahresdurchschnitt bekamen die Kühe in etwa der Hälfte der Heumilchbetriebe Heu, in etwa ein Drittel der Betriebe Grünfutter und in den restlichen Betrieben Heu und Grünfutter als Grundfutter. Nur gut ein Viertel der Proben wurde mit über 50% Weidegang produziert, fast die Hälfte der Proben wurden im Stall ohne Weidegang hergestellt, der Rest mit einem Anteil an unter 50% Weide. Die Kraftfuttermenge war in mehr als zwei Drittel der Fälle mit „mittel“ angegeben, in den restlichen Betrieben wurde mit „wenig“ oder „viel“ Kraftfutter gefüttert.

Im Folgenden soll der Frage nachgegangen werden, wie die Betriebe im Einzelnen ihre Heumilchkühe gefüttert haben und ob sich die Fütterung auf den Gehalt an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA ausgewirkt hat.

4.2.3.1 Betriebe aus Vorarlberg

Fünf der sechs Proben Vorarlberger Bergkäse der Sennerei Lingenau wurden mit der Fütterungskombination Heu/keine Weide/viel Kraftfutter (KF) produziert (im Oktober und November 2009, Jänner, März und April 2010), im Mai 2010 mit Grünfutter (GF)/über 50% Weide/ viel KF. Der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren änderte sich kaum und variierte von 0,9% im Mai bis 1,1% im November, auch der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren schwankte nur wenig von 1,4 (März) bis 1,6% (Oktober). Der Gehalt an CLA war jedoch großen Schwankungen unterworfen: von Oktober 2009 bis April 2010 nahm er relativ kontinuierlich ab von 1,7% bis 0,8%. Im Mai 2010, die einzige Probe, die mit über 50% Weidegang produziert wurde, lag der CLA-Gehalt bei 1,3%. Im Jahresverlauf gesehen lag der CLA-Gehalt von Jänner bis April relativ niedrig bei 0,8 – 0,9%, stieg im Mai an, erreichte seinen Höhepunkt im Oktober und nahm bis November wieder ab. Es wurde zwar keine Probe aus dieser Sennerei angeliefert, die im Sommer produziert wurde, aber es ist anzunehmen, da im Mai der Weidegang mit über 50% angegeben wurde, dass die Kühe in diesem Betrieb im Sommer Weidegang haben. Das würde erklären, warum der CLA-Gehalt im Oktober so hoch war, obwohl die Kühe zu dem Zeitpunkt keinen Weidegang mehr hatten. Der Bergkäse der Sennerei Lingenau ist der einzige Käse dieser Untersuchung, der das ganze Jahr über mit viel Kraftfutter produziert wurde.

Beim Vorarlberger Bergkäse der Sennerei Schlins-Röns wurden vier der sechs Proben mit Heu/keine Weide/viel KF produziert (Oktober und November 2009, Jänner und April 2010), eine Probe mit GF/unter 50% Weide/mittel KF (Mai 2010) und eine Probe mit GF/über 50% Weide/mittel KF (August 2010). Der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren schwankte von 1,0% bis 1,2% mit dem höchsten Gehalt im August. Der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren variierte von 1,6% (April) bis 1,8% (Jänner). Der CLA-Gehalt schwankte am stärksten von 0,7% im April bis 1,7% im August. Die Probe, die im Oktober erzeugt wurde, hatte den zweithöchsten CLA-Gehalt mit 1,4%, alle anderen Werte lagen unter 1%.

Der Vorarlberger Bergkäse der Sennerei Eichenberg-Lutzenreute wurde wie folgt erzeugt: Heu+Grünfutter (HG)/über 50% Weide/mittel KF (Oktober 2009), Heu/keine Weide/mittel KF (November 2009, Jänner und Februar 2010), GF/über 50% Weide/mittel KF (Mai und Juli 2010). Der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren lag zwischen 0,8% (Juli) und 1,1% (Jänner), an Omega-6-Fettsäuren zwischen 1,7% (Juli und November) und 2,0% (Mai). Der CLA-Gehalt lag nur bei zwei von sechs Proben unter 1% (Jänner und Februar), der Höchstwert lag bei 2,0% (Oktober), der zweithöchste bei 1,5% (Juli). Der CLA-Gehalt von 2,0% ist zugleich der höchste aller Heumilchkäseproben dieser Untersuchung.

Der Franz Michael Felder-Bergkäse der Bergkäserei Schoppernau wurde mit Heu/keine Weide/mittel KF (Oktober 2009, Februar und April 2010), Heu/keine Weide/viel KF (Dezember 2009) und GF/über 50% Weide/mittel KF (Mai und Juni 2010) erzeugt. Die Werte für Omega-3-Fettsäuren lagen zwischen 1,0% (Mai) und 1,3% (Oktober), für Omega-6-Fettsäuren zwischen 1,5% (Mai) und 1,9% (Oktober). Der Gehalt an CLA schwankte von 0,8% (Februar) bis 1,8% (Oktober). Der Käse, der im Oktober produziert wurde, hatte somit die höchsten Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA.

4.2.3.2 Betriebe aus Tirol

Für die Produktion des Hirschhubers Zillertaler Bergkäses der Bergkäserei Zillertal wurde wie folgt gefüttert: HG/über 50% Weide/wenig KF (August und Oktober 2009), Heu/keine Weide/mittel KF (Jänner 2010), HG/unter 50% Weide/mittel KF (zwei Proben von April 2010) und HG/über 50% Weide/mittel KF (Juli 2010). Die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren lagen in allen sechs Proben unter 1% (0,8 – 0,9%). Die Gehalte

an Omega-6-Fettsäuren schwankten zwischen 1,4% (April) und 1,7% (Oktober). Die Werte für CLA lagen zwischen 0,6% (April) und 1,4% (August).

Der Hochfügener Bergkäse der Käserei Fügen wurde mit Heu/unter 50% Weide/mittel KF (Oktober und Dezember 2009, März 2010) und Heu/keine Weide/mittel KF (Februar 2010) produziert. Der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren schwankte zwischen 0,9% (März) und 1,1% (Dezember), der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren zwischen 1,5% (März) und 1,6% (Dezember). Den niedrigsten CLA-Gehalt hatte dieser Käse bei der Produktion im März mit 0,6%, während er bei der Produktion im Oktober bei 1,6% lag. Beim 5. und 6. Durchgang wurde von dieser Sennerei statt des Hochfügener Bergkäses der Zillertaler Alpenkönig verschickt. Dieser wurde im Mai 2010 mit HG/unter 50% Weide/mittel KF und im Juni 2010 mit GF/über 50% Weide/mittel KF hergestellt. Die Probe, die im Juni produziert wurde, hatte den geringsten Gehalt an Omega-3-Fettsäuren aller Heumilchkäseproben (0,8%), auch die Probe vom Mai hatte keinen viel höheren Gehalt (0,9%). Die Gehalte an Omega-6-Fettsäuren lagen bei 1,4% und 1,5%. Der Wert für CLA lag bei der Produktion im Juni doppelt so hoch wie bei der Produktion im Mai (1,3% vs. 0,6%).

Der Bergkäse der Käserei Plangger hatte bei Produktion der Proben folgende Fütterungskombinationen: Heu/keine Weide/wenig KF (Februar 2009), Heu/keine Weide/mittel KF (November 2009), Heu/unter 50% Weide/mittel KF (November 2009), HG/unter 50% Weide/mittel KF (März 2010), Heu/über 50% Weide/mittel KF (März 2010), HG/über 50% Weide/mittel KF (Juli 2010). Der Anteil an Omega-3-Fettsäuren lag bei 0,9% (Februar) bis 1,2% (November). Der Anteil der Omega-6-Fettsäuren schwankte zwischen 1,3% (März) und 1,6% (Februar). Der CLA-Gehalt lag in nur einer Probe dieses Käses unter 1% (im März bei 0,8%), der höchste Gehalt lag bei 1,7% (Juli).

Der Lechtaler Bergkäse der Naturkäserei Sojer wurde wie folgt produziert: Heu/unter 50% Weide/mittel KF (September 2009), GF/über 50% Weide/mittel KF (Juni 2009), GF/über 50% Weide/wenig KF (Juli 2009), Heu/keine Weide/mittel KF (Februar und April 2010), GF/über 50% Weide/wenig KF (Juni 2010). Der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren in diesem Käse schwankte ungewöhnlich stark von 0,9% bis 1,5% (Juli), der letztere Wert war der höchste Gehalt an Omega-3-Fettsäuren in allen Heumilchkäseproben. Der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren variierte ebenfalls stärker

als bei den Käseproben bisher zwischen 1,9% (April) und 2,2% (Juni), letzterer war der höchste Wert an Omega-6-Fettsäuren aller Heumilchkäseproben. Der Gehalt an CLA lag zwischen 0,7% (April) und 1,6% (Juli). Der Lechtaler Bergkäse hatte im Schnitt das höchste n6/n3-Verhältnis (2,0:1), drei von sechs Proben wiesen ein n6/n3-Verhältnis von über 2:1 auf.

Der Bio-Bergkäse von Andechser Natur wurde mit folgenden Fütterungskombinationen erzeugt: HG/über 50% Weide/mittel KF (Oktober 2009), GF/über 50% Weide/wenig KF (August 2009 und Juli 2010), Heu/keine Weide/wenig KF (Februar 2010), Heu/unter 50% Weide/wenig KF (April 2010), GF/über 50% Weide/mittel KF (Mai 2010). Die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren lagen bei 1,1% (Juli) bis 1,4% (Oktober). Die Gehalte an Omega-6-Fettsäuren variierten von 1,4% (April) bis 1,7% (Oktober). Der CLA-Gehalt lag nur in zwei Proben unter 1% (0,8% im April, 0,9% im Februar), diese waren auch die einzigen beiden Proben dieses Käses, bei denen die Kühe bei Erzeugung nicht über 50% Weidegang hatten. Der höchste Wert für CLA lag bei 1,6% (August).

Der Alpbachtaler Hornkäse der Sennerei Reith hatte folgende Angaben zur Fütterung: Heu/keine Weide/mittel KF (Dezember 2009 und Jänner 2010), Heu/unter 50% Weide/mittel KF (März 2010), GF/unter 50% Weide/mittel KF (Mai 2010), GF/über 50% Weide/mittel KF (August 2010) und GF/über 50% Weide/wenig KF (September 2010). Der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren schwankte von 0,9% (Mai und August) bis 1,1% (Dezember). Der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren lag zwischen 1,4% (Mai) und 1,7% (Dezember). Der Gehalt an CLA schwankte von 0,8% (März) bis 1,6% (September).

Der Wildberg Emmentaler aus dem Käsewerk in Reutte wurde wie folgt produziert: Heu/keine Weide/mittel KF (November und Dezember 2009, Februar und April 2010), Heu/unter 50% Weide/mittel KF (Mai 2010) und GF/über 50% Weide/wenig KF (August 2010). Der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren lag zwischen 0,9% (April) und 1,0% (August), der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren lag zwischen 1,7% (April) und 1,9% (August). Der Gehalt an CLA lag in fünf von sechs Proben unter 1%, der kleinste bei 0,8% (April). Der höchste CLA-Gehalt betrug 1,6% (August), somit lagen die höchsten Werte aller genannten Fettsäuren im August.

4.2.3.3 Betriebe aus Salzburg

Der Woerle Emmentaler wurde mit zwei Varianten an Futterkombinationen erzeugt: GF/unter 50% Weide/mittel KF (Oktober 2009, Mai, Juli und August 2010) und Heu/keine Weide/mittel KF (Dezember 2009 und März 2010). Den niedrigsten Gehalt an Omega-3-Fettsäuren hatte der Käse, der im Mai produziert wurde (1,0%), den höchsten der von der Produktion im Oktober (1,3%). Auch bei den Omega-6-Fettsäuren hatte der Käse, der im Mai produziert wurde, den geringsten Anteil (1,3%), den höchsten wieder der von der Produktion im Oktober (1,5%). Nur zwei Proben dieses Käses hatten einen CLA-Wert unter 1% (0,8% bei Produktion im März, 0,9% bei Produktion im Dezember), der höchste Wert lag bei 1,7% (Oktober). Die Probe, die im Oktober erzeugt wurde, hatte somit den höchsten Gehalt an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA von allen sechs Proben dieses Käses.

Für die Produktion des Emmentalers der Käserei Elixhausen wurde wie folgt gefüttert: HG/unter 50% Weide/mittel KF (November 2009), Heu/keine Weide/mittel KF (Dezember 2009, März 2010), GF/unter 50% Weide/mittel KF (Mai 2010), GF/keine Weide/mittel KF (Juli und September 2010). Die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren lagen zwischen 1,0% (Mai) und 1,2% (November), die Gehalte an Omega-6-Fettsäuren zwischen 1,2% (Mai) und 1,5% (Dezember). Der CLA-Gehalt lag nur in zwei Proben dieses Käses unter 1% (0,8% im März, 0,9% im Dezember), der höchste Wert lag bei 1,6% (November).

Der Emmentaler der Käsereigenossenschaft Anthering wurde wie folgt produziert: GF/unter 50% Weide/mittel KF (Oktober 2009, April, Juli und August 2010), Heu/keine Weide/mittel KF (März und April 2010). Die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren schwankten zwischen 0,9% (April) und 1,2% (Oktober), die Gehalte an Omega-6-Fettsäuren zwischen 1,3% (Juli) und 1,4% (Dezember). Die Werte für CLA lagen zwischen 0,8% (März) und 1,9% (Oktober).

Der Pötzelsberger Emmentaler wurde folgendermaßen produziert: Heu/keine Weide/mittel KF (November und Dezember 2009, Februar 2010), GF/unter 50% Weide/mittel KF (Mai und Juli 2010) und GF/über 50% Weide/mittel KF (September). Der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren schwankte zwischen 1,0% (Juli) und 1,1% (November), der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren zwischen 1,5% (Mai) und 1,7% (November). Der Gehalt an CLA lag zwischen 0,8% (Februar) und 1,8% (November).

Von den sechs Proben dieses Käse hatte die Probe, die im November produziert wurde, die höchsten Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA.

Der Käsehof Emmentaler wurde das ganze Jahr über mit wenig Krafftutter produziert. Die Futterkombinationen im Detail: Heu/keine Weide/wenig KF (November und Dezember 2009, März 2010), GF/unter 50% Weide/wenig KF (April, Juni und August 2010). Die Werte für Omega-3-Fettsäuren lagen zwischen 1,0% (Juni) und 1,3% (November), für Omega-6-Fettsäuren zwischen 1,3% (April) und 1,6% (Juni). Der CLA-Gehalt lag zwischen 0,7% (April) und 1,6% (August).

Der Walkner Emmentaler wurde wie folgt produziert: HG/unter 50% Weide/mittel KF (November 2009 und April 2010), Heu/keine Weide/mittel KF (November 2009 und März 2010), GF/unter 50% Weide/mittel KF (Juni 2010) und GF/über 50% Weide/mittel KF (September 2010). Der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren schwankte zwischen 0,9% (Juni) und 1,2% (November). Der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren lag zwischen 1,3% (Juni) und 1,4% (März). Die Werte für CLA lagen zwischen 0,6% (April) und 1,6% (November mit der Futterkombination HG/unter 50% Weide/mittel KF). Die Probe, die ebenfalls im November produziert wurde, bei der aber Heu als Grundfutter verwendet wurde und es keinen Weidegang gab, hatte einen sehr viel geringeren CLA-Gehalt von 0,72%.

Der Emmentaler der Vöckla-Käserei Pöndorf wurde unter folgenden Fütterungsbedingungen produziert: Heu/unter 50% Weide/wenig KF (November 2009 und August 2010), HG/unter 50% Weide/wenig KF (Dezember 2009), Heu/keine Weide/mittel KF (Jänner 2010), GF/unter 50% Weide/wenig KF (Mai und Juli 2010). Die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren lagen zwischen 1,0% (Dezember) und 1,1% (Mai), die Gehalte an Omega-6-Fettsäuren zwischen 1,5% (Mai) und 1,6% (November). Die CLA-Gehalte variierten zwischen 0,8% (Dezember) und 1,5% (August).

Tabelle 21: Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA und das n6/n3-Verhältnis aller Heumilchkäseproben inklusive Daten zum Futter und zum Erzeugungsmontat

Vorarlberger Bergkäse Lingenau							
<i>Probennr:</i>	7	28	66	87	124	141	MW ± SA
n3-FS	1	1,08	1,04	0,99	0,96	0,91	1,0 ± 0,05
n6-FS	1,59	1,54	1,49	1,44	1,48	1,51	1,5 ± 0,05
CLA	1,66	1,12	0,87	0,76	0,77	1,3	1,1 ± 0,32
n6/n3	1,59	1,43	1,43	1,45	1,54	1,66	1,51
Futter	H-k-v	H-k-v	H-k-v	H-k-v	H-k-v	G-ü-v	
Erz.monat	Okt	Nov	Jän	Mär	Apr	Mai	

Vorarlberger Bergkäse Schlins-Röns							
<i>Probennr:</i>	8	26	64	86	123	144	MW ± SA
n3-FS	1,06	1,05	1,06	1	1,09	1,2	1,1 ± 0,06
n6-FS	1,69	1,73	1,79	1,57	1,69	1,71	1,7 ± 0,07
CLA	1,37	0,89	0,83	0,7	0,91	1,69	1,1 ± 0,35
n6/n3	1,59	1,65	1,69	1,57	1,55	1,43	1,58
Futter	H-k-v	H-k-v	H-k-v	H-k-v	G-u-m	G-ü-m	
Erz.monat	Okt	Nov	Jän	Apr	Mai	Aug	

Vorarlberger Bergkäse Eichenberg-Lutzenreute							
<i>Probennr:</i>	10	27	65	89	126	142	MW ± SA
n3-FS	1,13	0,99	1,14	1,04	1,08	0,82	1,0 ± 0,11
n6-FS	1,79	1,67	1,9	1,77	1,99	1,67	1,8 ± 0,12
CLA	1,97	1,3	0,85	0,75	1	1,47	1,2 ± 0,42
n6/n3	1,58	1,69	1,67	1,70	1,84	2,04	1,74
Futter	HG-ü-m	H-k-m	H-k-m	H-k-m	G-ü-m	G-ü-m	
Erz.monat	Okt	Nov	Jän	Feb	Mai	Jul	

F.M. Felder Bergkäse Schoppernau							
<i>Probennr:</i>	9	29	67	88	125	143	MW ± SA
n3-FS	1,34	1,09	1,08	1,16	0,98	1,04	1,1 ± 0,11
n6-FS	1,92	1,8	1,78	1,76	1,53	1,54	1,7 ± 0,14
CLA	1,77	0,82	0,77	0,8	1,16	1,57	1,1 ± 0,40
n6/n3	1,43	1,65	1,65	1,52	1,56	1,48	1,54
Futter	H-k-m	H-k-v	H-k-m	H-k-m	G-ü-m	G-ü-m	
Erz.monat	Okt	Dez	Feb	Apr	Mai	Jun	

Hirschhubers Zillertaler Bergkäse							
<i>Probennr:</i>	1	19	53	96	114	127	MW ± SA
n3-FS	0,87	0,87	0,94	0,89	0,89	0,82	0,9 ± 0,04
n6-FS	1,51	1,69	1,55	1,51	1,37	1,54	1,5 ± 0,09
CLA	1,4	1,08	0,76	0,62	0,66	1,09	0,9 ± 0,28
n6/n3	1,74	1,94	1,65	1,70	1,54	1,88	1,74
Futter	HG-ü-w	HG-ü-w	H-k-m	HG-u-m	HG-u-m	HG-ü-m	
Erz.monat	Aug	Okt	Jän	Apr	Apr	Jul	

<i>Probennr.:</i>	Hochfögener Bergkäse				Zillertaler Alpenkönig		
	2	20	54	95	112	128	
n3-FS	0,97	1,06	0,95	0,91	0,88	0,79	
n6-FS	1,52	1,58	1,51	1,49	1,44	1,48	
CLA	1,62	0,86	0,67	0,6	0,62	1,25	
n6/n3	1,57	1,49	1,59	1,64	1,64	1,87	
Futter	H-u-m	H-u-m	H-k-m	H-u-m	HG-u-m	G-ü-m	
Erz.monat	Okt	Dez	Feb	Mär	Mai	Jun	

<i>Probennr.:</i>	Käserei Plangger Bergkäse						MW ± SA
	4	22	56	91	109	130	
n3-FS	0,93	1,03	1,15	1,05	1,03	1,04	1,0 ± 0,06
n6-FS	1,59	1,28	1,34	1,26	1,35	1,4	1,4 ± 0,11
CLA	1,24	1,64	1,27	0,81	1,26	1,71	1,3 ± 0,30
n6/n3	1,71	1,24	1,17	1,2	1,31	1,35	1,32
Futter	H-k-w	H-k-m	H-u-m	HG-u-m	H-ü-m	HG-ü-m	
Erz.monat	Feb	Nov	Nov	Mär	Mär	Jul	

<i>Probennr.:</i>	Lechtaler Bergkäse						MW ± SA
	5	23	57	90	113	133	
n3-FS	1,08	1,12	1,47	0,85	0,85	0,85	1,0 ± 0,22
n6-FS	2,1	2,23	2,01	1,88	1,86	2,05	2,0 ± 0,13
CLA	1,21	1,33	1,62	0,78	0,71	0,77	1,1 ± 0,34
n6/n3	1,94	1,99	1,37	2,21	2,19	2,41	1,95
Futter	H-u-m	G-ü-m	G-ü-w	H-k-m	H-k-m	G-ü-w	
Erz.monat	Sep	Jun	Jul	Feb	Apr	Jun	

<i>Probennr.:</i>	Bio-Bergkäse (Andechser Natur)						MW ± SA
	11	25	63	93	110	131	
n3-FS	1,41	1,24	1,23	1,21	1,1	1,09	1,2 ± 0,11
n6-FS	1,66	1,49	1,51	1,37	1,38	1,5	1,5 ± 0,10
CLA	1,33	1,62	0,93	0,82	1,41	1,55	1,3 ± 0,30
n6/n3	1,18	1,20	1,23	1,13	1,25	1,38	1,22
Futter	HG-ü-m	G-ü-w	H-k-w	H-u-w	G-ü-m	G-ü-w	
Erz.monat	Okt	Aug	Feb	Apr	Mai	Jul	

<i>Probennr.:</i>	Alpbachtaler Hornkäse						MW ± SA
	3	21	55	94	111	129	
n3-FS	1,11	1,03	1,01	0,85	0,85	0,88	1,0 ± 0,10
n6-FS	1,65	1,49	1,48	1,35	1,56	1,62	1,5 ± 0,10
CLA	1,51	0,79	0,77	0,85	1,23	1,6	1,1 ± 0,34
n6/n3	1,49	1,45	1,47	1,59	1,84	1,84	1,60
Futter	H-k-m	H-k-m	H-u-m	G-u-m	G-ü-m	G-ü-w	
Erz.monat	Dez	Jän	Mär	Mai	Aug	Sep	

Wildberg Emmentaler							
<i>Probennr:</i>	6	24	58	92	115	132	MW ± SA
n3-FS	1,02	1,03	1,01	0,9	0,99	1,04	1,0 ± 0,05
n6-FS	1,8	1,75	1,79	1,73	1,87	1,91	1,8 ± 0,06
CLA	0,95	0,94	0,88	0,75	0,87	1,56	1,0 ± 0,26
n6/n3	1,76	1,70	1,77	1,92	1,89	1,84	1,81
Futter	H-k-m	H-k-m	H-k-m	H-k-m	H-u-m	G-ü-w	
Erz.monat	Nov	Dez	Feb	Apr	Mai	Aug	

Woerle Emmentaler							
<i>Probennr:</i>	12	36	74	83	120	138	MW ± SA
n3-FS	1,26	1,05	1,08	0,98	1	1,07	1,1 ± 0,09
n6-FS	1,53	1,47	1,49	1,29	1,32	1,39	1,4 ± 0,09
CLA	1,69	0,87	0,79	1,2	1,21	1,51	1,2 ± 0,32
n6/n3	1,21	1,4	1,38	1,32	1,32	1,30	1,32
Futter	G-u-m	H-k-m	H-k-m	G-u-m	G-u-m	G-u-m	
Erz.monat	Okt	Dez	Mär	Mai	Jul	Aug	

Elixhausen Emmentaler							
<i>Probennr:</i>	13	30	68	82	121	139	MW ± SA
n3-FS	1,15	1,11	1,05	0,99	1,02	1,12	1,1 ± 0,06
n6-FS	1,38	1,45	1,41	1,21	1,27	1,34	1,3 ± 0,08
CLA	1,58	0,89	0,75	1,25	1,15	1,54	1,2 ± 0,31
n6/n3	1,2	1,31	1,34	1,22	1,25	1,20	1,25
Futter	HG-u-m	H-k-m	H-k-m	G-u-m	G-k-m	G-k-m	
Erz.monat	Nov	Dez	Mär	Mai	Jul	Sep	

Anthering Emmentaler							
<i>Probennr:</i>	14	33	71	79	122	140	MW ± SA
n3-FS	1,19	1,04	1,05	0,9	0,98	1,06	1,0 ± 0,09
n6-FS	1,37	1,4	1,35	1,36	1,26	1,39	1,4 ± 0,05
CLA	1,91	0,85	0,8	0,85	1,34	1,67	1,2 ± 0,44
n6/n3	1,15	1,35	1,29	1,51	1,29	1,31	1,31
Futter	G-u-m	H-k-m	H-k-m	G-u-m	G-u-m	G-u-m	
Erz.monat	Okt	Dez	Mär	Apr	Jul	Aug	

Pötzensberger Emmentaler							
<i>Probennr:</i>	15	32	70	85	117	135	MW ± SA
n3-FS	1,1	0,98	1,05	1	0,95	1,05	1,0 ± 0,05
n6-FS	1,68	1,49	1,52	1,46	1,51	1,52	1,5 ± 0,07
CLA	1,8	0,84	0,77	1,08	1,15	1,72	1,2 ± 0,40
n6/n3	1,53	1,52	1,45	1,46	1,59	1,45	1,50
Futter	H-k-m	H-k-m	H-k-m	G-u-m	G-u-m	G-ü-m	
Erz.monat	Nov	Dez	Feb	Mai	Jul	Sep	

Käsehof Emmentaler							
<i>Probennr.:</i>	16	35	73	84	119	137	MW ± SA
n3-FS	1,26	1,04	1,05	1	0,97	1,08	1,1 ± 0,09
n6-FS	1,52	1,39	1,43	1,33	1,63	1,43	1,5 ± 0,10
CLA	1,41	0,83	0,76	0,68	1,34	1,55	1,1 ± 0,35
n6/n3	1,21	1,34	1,36	1,33	1,68	1,32	1,36
Futter	H-k-w	H-k-w	H-k-w	G-u-w	G-u-w	G-u-w	
Erz.monat	Nov	Dez	Mär	Apr	Jun	Aug	

Walkner Emmentaler							
<i>Probennr.:</i>	18	31	69	80	118	136	MW ± SA
n3-FS	1,24	1,06	1,02	1,01	0,92	1,08	1,1 ± 0,10
n6-FS	1,4	1,37	1,44	1,32	1,26	1,33	1,4 ± 0,06
CLA	1,58	0,72	0,67	0,6	1,22	1,54	1,1 ± 0,41
n6/n3	1,13	1,29	1,41	1,31	1,37	1,23	1,28
Futter	HG-u-m	H-k-m	H-k-m	HG-u-m	G-u-m	G-ü-m	
Erz.monat	Nov	Nov	Mär	Apr	Jun	Sep	

Vöcklakäserei Pöndorf Emmentaler							
<i>Probennr.:</i>	17	34	72	81	116	134	MW ± SA
n3-FS	1,08	0,99	1	1,13	1,09	1	1,1 ± 0,05
n6-FS	1,61	1,54	1,58	1,46	1,59	1,49	1,6 ± 0,05
CLA	0,82	0,76	0,99	1,2	1,18	1,51	1,1 ± 0,25
n6/n3	1,49	1,56	1,58	1,29	1,46	1,49	1,47
Futter	H-u-w	HG-u-w	H-k-m	G-u-w	G-u-w	H-u-w	
Erz.monat	Nov	Dez	Jän	Mai	Jul	Aug	

* H – Heu, G – Grünfütter, HG – Heu+Grünfütter, k – keine Weide, u – unter 50% Weide, ü – über 50% Weide, w – wenig Kraftfütter, m – mittlere Menge Kraftfütter, v – viel Kraftfütter, Erz.monat – Erzeugungsmoat

4.2.3.4 Heumilch

Die Bregenzerwälder Frischmilch der Sennerei Lingenau wurde wie folgt produziert: Heu/keine Weide/viel KF (Jänner, März, Mai und Juli 2010), HG/über 50% Weide/viel KF (September 2010) und GF/über 50% Weide/viel KF (November 2010). Die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren lagen zwischen 0,9% (September) und 1,1% (Jänner), die Gehalte an Omega-6-Fettsäuren zwischen 1,4% (September) und 1,7% (Jänner). Die Gehalte an CLA variierten von 0,8% (März) bis 1,7% (September).

Die Bergbauernmilch von Alpenmilch Salzburg hatte folgende Futterangaben: Heu/keine Weide/mittel KF (Jänner und März 2010), HG/unter 50% Weide/wenig KF (Mai 2010), GF/über 50% Weide/mittel KF (Juli und September 2010) und HG/unter 50% Weide/mittel KF (November). Die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren schwankten

zwischen 0,8% (November) und 1,1% (Jänner), die Gehalte an Omega-6-Fettsäuren zwischen 1,4% (Juli) und 1,6% (Jänner). Die CLA-Werte lagen zwischen 0,8% (März) und 1,5% (September).

Von der Bioheumilch der Käserei Plangger standen nur zwei Proben zur Verfügung, beide wurden im September erzeugt. Eine davon wurde mit der Futterkombination HG/über 50% Weide/mittel KF, die andere mit HG/unter 50% Weide/mittel KF produziert, somit unterschieden sie sich in der Fütterung nur durch den Anteil am Weidegang. Die Probe, die mit über 50% Weide produziert wurde, hatte einen geringeren Gehalt an Omega-3-Fettsäuren (0,8% vs. 1,0%), einen höheren Gehalt an Omega-6-Fettsäuren (1,8% vs. 1,7%) und einen geringeren Gehalt an CLA (1,6% vs. 1,8%).

Von der Heumilch der Sennerei Zillertal standen insgesamt elf Proben zur Verfügung. Diese wurden wie folgt produziert: Heu/keine Weide/mittel KF (Jänner, zwei Proben im Februar, je ein Probe im Mai und November 2010), HG/über 50% Weide/mittel KF (zwei Proben im Mai 2010), GF/über 50% Weide/mittel KF (je zwei Proben im Juli und September 2010). Die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren lagen zwischen 0,9% (Juli) und 1,2% (Mai), letzterer war der höchste Wert für Omega-3-Fettsäuren aller Heumilchproben. Die Gehalte an Omega-6-Fettsäuren lagen zwischen 1,6% (Juli) und 1,9% (Mai ohne Weidegang), die Gehalte an CLA schwankten zwischen 0,7% (Jänner) und 1,6% (September). Auch die zweite Probe von September hatte einen hohen CLA-Gehalt von 1,6%. Obwohl auch schon im Juli mit der Kombination GF/über 50% Weide/mittel KF gefüttert wurde, waren die Gehalte an CLA in diesen Proben viel geringer bei 1,2%.

Die Ziegenheumilch wurde das ganze Jahr mit der selben Fütterung produziert: Heu/keine Weide/mittel KF. Die Gehalte der Omega-3-Fettsäuren schwankten von 0,9% (September) bis 1,0% (Mai). Die Gehalte der Omega-6-Fettsäuren lagen zwischen 2,5% (November) und 2,8% (Mai). Die CLA-Gehalte variierten von 0,6% (Juli) bis 0,8% (September).

Tabelle 22: Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA und das n6/n3-Verhältnis aller Heumilchproben inklusive Daten zum Futter und zum Erzeugungsmonat

Bregenzerwälder Frischmilch Lingenau							
Probennr:	37	43	59	78	103	145	MW ± SA
n3-FS	1,11	1,02	0,97	0,99	0,92	0,96	1,0 ± 0,06
n6-FS	1,68	1,67	1,48	1,53	1,36	1,55	1,6 ± 0,11
CLA	0,82	0,81	1,11	1,09	1,72	0,86	1,1 ± 0,32
n6/n3	1,51	1,64	1,53	1,55	1,48	1,61	1,55
Futter	H-k-v	H-k-v	H-k-v	H-k-v	HG-ü-v	G-ü-v	
Erz.monat	Jän	Mär	Mai	Jul	Sep	Nov	

Alpenmilch Salzburg Bergbauernheumilch							
Probennr:	42	45	60	75	102	150	MW ± SA
n3-FS	1,11	1,07	0,99	0,87	1	0,75	1,0 ± 0,12
n6-FS	1,61	1,54	1,44	1,38	1,43	1,4	1,5 ± 0,08
CLA	0,86	0,8	1,3	1,07	1,49	0,93	1,1 ± 0,25
n6/n3	1,45	1,44	1,45	1,59	1,43	1,87	1,54
Futter	H-k-m	H-k-m	HG-u-w	G-ü-m	G-ü-m	HG-u-m	
Erz.monat	Jän	Mär	Mai	Jul	Sep	Nov	

Zillertaler Roh/Heu/Bergmilch						
Probennr:	38	41	44	49	50	
n3-FS	0,95	0,97	0,92	0,95	0,9	
n6-FS	1,78	1,73	1,77	1,7	1,86	
CLA	0,69	0,72	0,72	0,86	0,81	
n6/n3	1,87	1,78	1,92	1,79	2,07	
Futter	H-k-m	H-k-m	H-k-m	HG-ü-m	H-k-m	
Erz.monat	Jän	Feb	Feb	Mai	Mai	

Zillertaler Roh/Heu/Bergmilch							
Probennr:	52	98	99	104	105	147	MW ± SA
n3-FS	1,16	0,88	0,92	1,04	1,02	0,92	1,0 ± 0,09
n6-FS	1,8	1,76	1,6	1,69	1,68	1,72	1,8 ± 0,05
CLA	1,01	1,17	1,23	1,55	1,54	0,71	0,80 ± 0,11
n6/n3	1,55	2,00	1,74	1,63	1,65	1,87	1,89
Futter	HG-ü-m	G-ü-m	G-ü-m	G-ü-m	G-ü-m	H-k-m	
Erz.monat	Mai	Jul	Jul	Sep	Sep	Nov	

Plangger Bioheumilch			
Probennr:	106	108	MW ± SA
n3-FS	0,84	0,96	0,9 ± 0,06
n6-FS	1,83	1,7	1,8 ± 0,06
CLA	1,55	1,84	1,7 ± 0,14
n6/n3	2,18	1,77	1,97
Futter	HG-ü-m	HG-u-m	
Erz.monat	Sep	Sep	

Landliebe Landmilch Deutschland							
<i>Probennr:</i>	39	48	62	76	100	149	MW ± SA
n3-FS	0,54	0,56	0,63	0,61	0,65	0,56	0,6 ± 0,04
n6-FS	1,68	1,7	1,69	1,73	1,64	1,64	1,7 ± 0,03
CLA	0,55	0,52	0,54	0,59	0,77	0,57	0,6 ± 0,08
n6/n3	3,11	3,04	2,68	2,84	2,52	2,93	2,85
Erz.monat	Feb	Mär	Mai	Jul	Sep	Nov	

Weihenstephan Alpenmilch Deutschland							
<i>Probennr:</i>	40	47	61	77	101	148	MW ± SA
n3-FS	0,48	0,56	0,51	0,53	0,49	0,57	0,5 ± 0,03
n6-FS	1,91	1,74	1,67	1,56	1,57	1,6	1,7 ± 0,12
CLA	0,55	0,55	0,53	0,6	0,64	0,72	0,6 ± 0,07
n6/n3	3,98	3,11	3,27	2,94	3,20	2,81	3,22
Erz.monat	Feb	Mär	Mai	Jul	Sep	Nov	

Ziegenheumilch						
<i>Probennr:</i>	46	51	97	107	146	MW ± SA
n3-FS	1	1,01	0,88	0,87	0,91	0,9 ± 0,06
n6-FS	2,71	2,78	2,61	2,57	2,54	2,6 ± 0,09
CLA	0,62	0,62	0,59	0,83	0,64	0,7 ± 0,09
n6/n3	2,71	2,75	2,97	2,95	2,79	2,83
Futter	H-k-m	H-k-m	H-k-m	H-k-m	H-k-m	
Erz.monat	Feb	Mai	Jul	Sep	Nov	

* H – Heu, G – Grünfutter, HG – Heu+Grünfutter, k – keine Weide, u – unter 50% Weide, ü – über 50% Weide, w – wenig Krafffutter, m – mittlere Menge Krafffutter, v – viel Krafffutter

5 DISKUSSION

Zwar gibt es bereits einige Studien, die die Fettsäureprofile von silofreier Milch mit Silomilch vergleichen, jedoch ist diese Untersuchung die erste, die das Fettsäuremuster österreichischer Heumilch, bei der abgesehen von der silofreien Fütterung noch zusätzliche Vorgaben über Fütterung eingehalten werden müssen, mit dem konventioneller Milch vergleicht.

Die Heumilch und Heumilchkäseproben wurden von verschiedenen Betrieben aus dem Westen Österreichs angeliefert und waren Proben von Produkten, die auch im normalen Handel erhältlich sind. Da die Sennereien in der Regel unterschiedliche Einzugsgebiete haben, ist die Heumilch, die als Trinkmilch verkauft wird bzw. die Heumilch, die zur Produktion des Heumilchkäses herangezogen wurde, eine Mischmilch aus verschiedenen Betrieben. Daher ist die Datenlage zur Fütterung sehr ungenau und es können nur in begrenztem Rahmen Rückschlüsse auf die Wechselwirkung des Futters und der Fettsäurezusammensetzung gezogen werden. Dennoch kann ein Trend aufgezeigt werden, zudem lieferten diese Ergebnisse ein klareres Bild der Heumilchprodukte, die sich auf dem Markt befinden, als wenn Einzelmilchproben in den Molkereien gezogen worden wären.

Die Probenanzahl der Heumilchkäseproben war relativ groß (108 Proben) und stammten aus insgesamt 18 Betrieben. Von der Heumilch standen nur 25 Proben zur Verfügung, sie repräsentierten insgesamt vier Betriebe, wobei 11 der 25 Proben aus einem Betrieb stammten. Die konventionellen Milchproben kamen aus zwei deutschen Betrieben und waren mit 12 Proben vertreten. Von der Ziegenheumilch wurden lediglich fünf Proben aus einem Betrieb angeliefert. Durch die hohe Probenanzahl und die hohe Anzahl der verschiedenen Betriebe konnte bei den Heumilchkäseproben der beste Überblick über die am Markt befindliche Situation gemacht werden.

Die im vorigen Teil präsentierten Ergebnisse werden im weiteren Verlauf diskutiert und anschließend wird eine Schlussfolgerung gezogen.

5.1 Fettsäuren

5.1.1 Gehalt an Buttersäure

Die Gehalte an Buttersäure lagen bei $4,4 \pm 0,22\%$ in der konventionellen Milch, $4,2 \pm 0,96\%$ in der Heumilch und $4,4 \pm 0,64\%$ im Heumilchkäse und wiesen keine signifikanten Unterschiede zwischen der konventionellen Milch und der Heumilch auf.

Verglichen mit Werten aus der Literatur (z.B. 3,1% im Jahresmittel [SIEBER, 2011]), wirken diese Werte sehr hoch. Dies liegt daran, dass die Werte in dieser Untersuchung in % FAME und nicht, wie oft in der Literatur, in % Gesamtfettsäuren (total fatty acids) angegeben werden.

Bei der Methylierung werden die Fettsäuren mit Methanol verestert, somit wird aus dem Carboxylende COOH der Methylester COOCH₃. Dies hat eine Erhöhung des Molekulargewichts zur Folge, was sich bei kleineren Molekülen wie etwa der Buttersäure verhältnismäßig stark auswirkt. Die molare Masse von Buttersäure ist 88 g/mol, die molare Masse von Buttersäuremethylester ist 102 g/mol, das ist eine Erhöhung um 16%. Bei Fettsäuren mit größerem Molekulargewicht wirkt sich der Unterschied Fettsäure zu Fettsäuremethylester nicht so stark aus. Aus diesem Grund sind die Werte von kurzkettigen Fettsäuren in % FAME angegeben höher als wenn sie in % Gesamtfettsäuren angegeben werden.

In einer anderen Literaturquelle wurden die Daten in % FAME angegeben (Gehalt an Buttersäure 4,4% im Jahresmittel [SIEBER et al., 1998]), diese sind in etwa so hoch wie die Werte in dieser Untersuchung (siehe Absatz oben).

Dieser Unterschied zwischen der Angabe der Gehalte in % FAME oder in % Gesamtfettsäuren, der sich vor allem bei kurzkettigen Fettsäuren stark auswirkt, ist wichtig zu erwähnen, da in der Literatur oft nur eine Prozentzahl angegeben wird, ohne Hinweis darauf, ob sich dieser Wert auf % FAME oder % Gesamtfettsäuren bezieht. Ohne diese Angabe ist es jedoch schwierig, Fettsäuregehalte zu vergleichen, insbesondere wenn es sich um kurzkettige Fettsäuren handelt. Wenn nicht anders angegeben, handelt es sich im Folgenden bei den Prozentangaben um % FAME.

Der Buttersäuregehalt in Ziegenmilch war um einiges geringer als in der Kuhmilch (2,1% in der Ziegenmilch vs. 3,1% in der Kuhmilch, Werte in % Gesamtfettsäuren [SIEBER, 2011]). Da die Werte in dieser Untersuchung in % FAME angegeben werden, liegen diese wieder höher als in der Literatur bei $3,0 \pm 0,30\%$.

5.1.2 Gehalt an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren

Die Gehalte an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren (C6:0 bis C12:0) lagen bei den konventionellen Milchproben, Heumilchproben und Heumilchkäseproben ebenfalls über den Werten in der Literatur ($10,9 \pm 0,23\%$, $10,1 \pm 1,05\%$ bzw. $10,0 \pm 1,08\%$ vs. 8,6% in der Literatur [SIEBER, 2011]).

Ziegenmilch hat von Natur aus höhere Gehalte an Caprylsäure (C8:0, etwa doppelt so hoch) und Caprinsäure (C10:0, etwa dreimal so hoch), das zeigt sich auch in der Menge an den gesamten kurz- und mittelkettigen Fettsäuren. Die Ziegenheumilch dieser Untersuchung hatte einen Gehalt von $19,4 \pm 0,80\%$ an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren (vs. $16,1\%$ in der Literatur [SIEBER, 2011]). Da auch die Werte an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren zwischen konventionellen Milchproben und Heumilchproben dieser Untersuchung kaum divergierten und die Werte in der Literatur geringer sind, lassen sich die Unterschiede im Gehalt an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren in der Ziegenheumilch dieser Untersuchung und der konventionellen Ziegenmilch in der Literatur, wie auch bei den Gehalten an Buttersäure erwähnt, durch den Unterschied der Angabe in % FAME (in dieser Untersuchung) bzw. % Gesamtfettsäuren (in der Literatur) erklären. Ob die Kühe bzw. Ziegen nach Vorgaben des Heumilchregulativs gefüttert oder konventionell gehalten wurden, hatte offenbar auf diese Fettsäuregruppe keine Auswirkungen.

5.1.3 Gehalt an gesättigten Fettsäuren

Die Gehalte an gesättigten Fettsäuren in konventioneller Milch, Heumilch und Heumilchkäse unterschieden sich nicht voneinander und lagen bei $69,5 \pm 0,76\%$, $68,2 \pm 3,63\%$ bzw. $69,0 \pm 3,34\%$, somit können die Ergebnisse der Literatur, die Milch aus silofreier Fütterung einen geringeren Gehalt an gesättigten Fettsäuren bescheinigt [FRELICH et al., 2009; WYSS et al., 2010], nicht bestätigt werden. Auffällig war nur die viel höhere Streuung der Gehalte an gesättigten Fettsäuren bei Heumilch und Heumilchkäse als bei konventioneller Milch.

Auch die Ziegenheumilch hatte einen ähnlichen Gehalt an gesättigten Fettsäuren ($70,1 \pm 1,16\%$), lag aber deutlich über den Werten in der Literatur ($62,0\%$ [SIEBER, 2011]). Ob dieser Unterschied auf die silofreie Fütterung oder auf andere Bedingungen zurückzuführen ist, ist unklar.

5.1.4 Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren

Wie auch die Gehalte an gesättigten Fettsäuren, wiesen die Gehalte an einfach ungesättigten Fettsäuren in konventioneller Milch, Heumilch und Heumilchkäse keine Unterschiede auf und lagen bei $23,3 \pm 0,56\%$, $22,3 \pm 1,89\%$ bzw. $22,2 \pm 1,89\%$. Auch hier war eine höhere Streuung der Werte bei Heumilch und Heumilchkäse als bei

konventioneller Milch zu sehen. Dass der Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in Heumilch sich nicht von dem in konventioneller Milch unterschied, stimmt nicht mit den Ergebnissen aus der Literatur überein, da in der Regel in silofreier Milch höhere Werte an einfach ungesättigten Fettsäuren gefunden wurden [FRELICH et al., 2009; WYSS et al., 2010]. Jedoch ist silofreie Milch nicht ganz gleichbedeutend mit Heumilch, aus diesem Grund können diese Ergebnisse nicht eins zu eins miteinander verglichen werden.

Der Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in Ziegenheumilch lag bei $21,7 \pm 1,10\%$ und deckte sich mit den Werten aus der Literatur ($21,7\%$ [SIEBER, 2011]).

5.1.5 Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren

Die Gehalte an mehrfach ungesättigten Fettsäuren unterschieden sich in allen vier Probengruppen, außer zwischen Heumilch und Heumilchkäse. Die Werte für mehrfach ungesättigte Fettsäuren in konventioneller Milch, Heumilch und Heumilchkäse lagen bei $2,3 \pm 0,10\%$, $2,6 \pm 0,18\%$ bzw. $2,6 \pm 0,26\%$. Diese Ergebnisse deckten sich mit denen der Literatur, in der die Gehalte an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in silofreier Milch erhöht waren [FRELICH et al., 2009; WYSS et al., 2010].

Der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in der Ziegenheumilch lag deutlich höher als bei der Kuhheumilch bei $3,6 \pm 0,15\%$, jedoch unter den Werten aus der Literatur für konventionelle Ziegenmilch ($4,5\%$ [SIEBER, 2011]). Dies ist schwer zu erklären, da die Fütterung und Haltung nach Vorgaben des Heumilchregulativs in Kuhmilch einen höheren Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren gegenüber konventionell gehaltenen und gefütterten Kühen mit sich brachte.

5.1.6 Gehalt an Omega-3-Fettsäuren

Den größten Anteil (82 – 85%) der Gesamt-Omega-3-Fettsäuren in der Milch hatte die α -Linolensäure (C18:3n3), den Rest nahmen die beiden länger-kettigen Fettsäuren EPA (C20:5n3) und DPA (C22:5n3) ein. Beim Gehalt an Omega-3-Fettsäuren war ein ganz deutlicher Unterschied zwischen konventioneller Milch und Heumilch zu erkennen: in konventioneller Milch lag der Gehalt bei $0,6 \pm 0,05\%$, in Heumilch dagegen fast doppelt so hoch bei $1,0 \pm 0,09\%$. Dies bestätigte die Ergebnisse über erhöhte Gehalte an

Omega-3-Fettsäuren in silofreier Milch aus der Literatur [WEIß et al., 2006; WYSS et al., 2010].

In dieser Untersuchung gab es keine Käseproben von Kühen aus konventioneller Haltung, da Rohmilchkäse wie Bergkäse oder Emmentaler traditionell immer schon aus silofreier Milch hergestellt werden. Aus diesem Grund ist es schwierig, direkte Vergleiche herzustellen. Da die Gehalte an α -Linolensäure in konventionell hergestellten Hartkäse aus der Literatur denen in der konventionellen Milch aus dieser Untersuchung ähnelten (z.B. 0,4% [PRANDINI et al., 2009], 0,5% [KHANAL et al., 2005] oder 0,6% [INTORRE et al., 2011] verglichen mit 0,5% konventioneller Milch dieser Untersuchung), kann davon ausgegangen werden, dass die Gehalte in Heumilchkäse so wie die Gehalte in Heumilch mit denen in konventioneller Milch verglichen werden können.

Der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren in Heumilchkäse lag bei $1,0 \pm 0,14\%$ und somit, wie der Gehalt in Heumilch, etwa doppelt so hoch wie in der konventionellen Milch. Daraus kann geschlossen werden, dass die Haltung und Fütterung nach Vorgaben des Heumilchregulativs (allen voran die silofreie Fütterung) eine sehr starke Auswirkung auf den Gehalt an Omega-3-Fettsäuren hat und diesen positiv beeinflusst.

Die Ziegenheumilch hatte einen Omega-3-Fettsäuren-Gehalt von $0,9 \pm 0,06\%$ FAME. Verglichen mit dem Wert aus der Literatur war er etwas geringer ($1,1\%$ [SIEBER, 2011]). Werden jedoch nur die Gehalte an α -Linolensäure verglichen, war dieser in der Ziegenheumilch höher als in der Literatur ($0,8\%$ in Ziegenheumilch vs. $0,6\%$ in konventioneller Ziegenmilch [SIEBER, 2011]). Somit ist es möglich, dass zwar der Gehalt an α -Linolensäure durch silofreie Fütterung höher, jedoch die Gehalte der restlichen Omega-3-Fettsäuren niedriger sind als bei konventioneller Fütterung.

5.1.7 Gehalt an Omega-6-Fettsäuren

Die Omega-6-Fettsäuren in den Proben bestanden zu einem großen Anteil an Linolsäure (90 – 93%) sowie aus der Dihomo- γ -Linolensäure (C20:3n6) und der Arachidonsäure (C20:4n6).

Die Gehalte an Omega-6-Fettsäuren in konventioneller Milch und Heumilch unterschieden sich nicht voneinander und lagen bei $1,7 \pm 0,09\%$ und $1,6 \pm 0,15\%$. In Heumilchkäse lag der Gehalt bei $1,6 \pm 0,20\%$.

Die Werte in der Literatur für Linolsäure in konventionellem Hartkäse lagen sogar bis zu über doppelt so hoch wie der Linolsäuregehalt in konventioneller Milch dieser

Untersuchung (1,8% [INTORRE et al., 2011], 2,4% [PRANDINI et al., 2009] und 3,6% [KHANAL et al., 2005] vs. 1,5% in konventioneller Milch dieser Untersuchung). Der Linolsäuregehalt von 1,5% im Heumilchkäse war somit niedriger als in Käse aus konventioneller Produktion.

In der Ziegenheumilch lag der Omega-6-Fettsäuregehalt deutlich höher als in der Kuhmilch bei $2,64 \pm 0,09\%$ und war auch höher als der Wert in der Literatur bei 2,38% [SIEBER, 2011]. Vor allem der Gehalt an Linolsäure war in der Ziegenheumilch gegenüber der konventionellen Ziegenmilch in der Literatur stark erhöht (2,52% vs. 1,67%). Daher dürfte davon auszugehen sein, dass die silofreie Fütterung den Gehalt an Omega-6-Fettsäuren in Kuhmilch erniedrigt, in Ziegenmilch jedoch erhöht. Ein ähnlicher Effekt ist auch bei den mehrfach ungesättigten Fettsäuren zu erkennen (siehe Kapitel 5.1.5).

5.1.8 Gehalt an trans-Fettsäuren

Den höchsten Anteil der trans-Fettsäuren in Milchfett nimmt die Vaccensäure ein, die im Pansen im Zuge der Biohydrierung aus Linolsäure und α -Linolensäure gebildet wird [BAUMAN et al., 1999]. Abgesehen von der Vaccensäure konnten im Zuge dieser Untersuchung noch andere Isomere der trans-C18:1-Fettsäure sowie trans-C18:2-Isomere im Milchfett gefunden werden, sie alle wurden als Gesamt-trans-Fettsäuren zusammengefasst.

Die Gehalte an trans-Fettsäuren lagen in Heumilch und Heumilchkäse deutlich höher als in konventioneller Milch (3,9% bzw. 4,0% vs. 2,8%). Da bei Verzicht auf Silage und Verwendung von Grünfutter der Anteil an ungesättigten Fettsäuren in der Nahrung der Kühe höher ist als bei Silagefütterung, stehen den Pansenbakterien mehr Substrat für die Biohydrierung zur Verfügung, daher muss man bei silofreier Fütterung mit einem höheren Anteil an trans-Fettsäuren rechnen [MOREL et al., 2006]. Die Menge an trans-Fettsäuren, die in Heumilch und Heumilchkäse gefunden wurde, ist jedoch als nicht gesundheitsschädlich zu betrachten [WAGNER et al., 2009].

Die Ziegenheumilch unterschied sich in ihrem Gehalt an trans-Fettsäuren nicht von der konventionellen Kuhmilch (2,5% vs. 2,8%), lag aber unter dem Gehalt aus der Literatur (3,5% [SIEBER, 2011]).

5.1.9 Gehalt an CLA

Obwohl CLA ein Sammelbegriff für verschiedene Isomere konjugierter Linolsäuren ist, wurde in dieser Diplomarbeit der Begriff als Synonym für das c9,t11-Isomer verwendet. Dieses Isomer ist in der Milch mit Abstand am häufigsten zu finden [BAUMAN et al., 1999] und ist das einzige, das im Zuge der Analysen mit den zur Verfügung stehenden Mitteln detektiert werden konnte, da andere Isomere der konjugierten Linolsäure nur in Spuren in Milchfett zu finden sind. CLA entsteht als Zwischenprodukt der Biohydrierung von Linolsäure und α -Linolensäure im Pansen und endogen in der Milchdrüse aus Vaccensäure [GRIINARI et al., 2000].

Der CLA-Gehalt lag in der Heumilch deutlich über dem in der konventionellen Milch (1,1% vs. 0,6%). Auch in der Literatur sind durchwegs höhere CLA-Werte bei silofreier oder grünlandbasierter als bei silagebasierter Fütterung zu finden [PRECHT und MOLKENTIN, 1997; KELLY et al., 1998b; DHIMAN et al., 1999]. Vergleicht man die Werte für CLA im Heumilchkäse dieser Untersuchung mit Werten aus der Literatur in konventionellen Käse, so lag der Gehalt in Heumilchkäse bei der doppelten Menge (1,1% vs. 0,55% [PRANDINI et al., 2009] oder 0,47% [KHANAL et al., 2005]).

In der Ziegenheumilch lag der CLA-Gehalt von 0,7% unter dem Gehalt in der Literatur von 0,9% [SIEBER, 2011]. Da jedoch auch der Gehalt an trans-Fettsäuren deutlich unter und der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in der Ziegenheumilch deutlich über dem in der Kuhheumilch lag, könnte dies auf eine geringere Pansenaktivität in den Ziegen als in den Kühen hindeuten, somit würden mehr ungesättigte Fettsäuren aus dem Futter ohne hydriert zu werden in die Milch übergehen.

5.2 Unterschiede in der Fettsäureverteilung zwischen Heumilch-Bergkäse und Heumilch-Emmentaler

Die angelieferten Heumilchkäseproben bestanden hauptsächlich aus Bergkäse- und Emmentalerproben, zusätzlich waren noch zwei Proben Zillertaler Alpenkönig (Käserei Fügen) und sechs Proben Alpbachtaler Hornkäse (Sennerei Reith) vertreten. In den Vergleichen der Fettsäuregehalte in Heumilchkäse mit denen in konventioneller Milch wurde immer der Durchschnittswert aller Heumilchkäseproben herangezogen, doch ist es auch von Interesse, wie sehr die Gehalte an bestimmten Fettsäuren und Fettsäuregruppen zwischen Bergkäse und Emmentaler divergierten.

Insgesamt gab es 52 Bergkäseproben und 48 Emmentalerproben. Lediglich in den Gruppen der Omega-6-Fettsäuren und der mehrfach ungesättigten Fettsäuren unterschieden sich diese zwei Käsesorten voneinander, die Gehalte dieser Fettsäuregruppen waren im Bergkäse leicht erhöht gegenüber den Gehalten im Emmentaler (n6-FS: $1,6 \pm 0,22\%$ im Bergkäse vs. $1,5 \pm 0,16\%$ im Emmentaler, PUFAs: $2,7 \pm 0,28\%$ im Bergkäse vs. $2,6 \pm 0,21\%$ im Emmentaler, $p < 0,05$). Die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren, CLA sowie alle anderen Fettsäuregruppen unterschieden sich zwischen den beiden Käsesorten nicht voneinander ($p > 0,05$).

Durch den höheren Gehalt an Omega-6-Fettsäuren in Bergkäse ergab sich für Bergkäse ein leicht höheres n6/n3-Verhältnis als für Emmentaler (1,6:1 für Bergkäse, 1,4:1 für Emmentaler).

Tabelle 23: Gehalte an verschiedenen Fettsäuregruppen der gesamten Heumilchkäseproben sowie der Heumilchbergkäse- und Heumilchemmentalerproben

	Käse gesamt	Bergkäse	Emmentaler
SFAs	$69,0 \pm 3,34$	$68,6 \pm 3,94$	$69,4 \pm 2,44$
MUFAs	$22,2 \pm 1,89$	$22,3 \pm 2,39$	$22,0 \pm 0,98$
PUFAs	$2,6 \pm 0,26$	$2,7 \pm 0,28$	$2,6 \pm 0,21$
TFAs	$4,0 \pm 1,14$	$4,1 \pm 1,18$	$3,9 \pm 1,12$
n3-FS	$1,0 \pm 0,12$	$1,0 \pm 0,14$	$1,0 \pm 0,14$
n6-FS	$1,6 \pm 0,20$	$1,6 \pm 0,22$	$1,5 \pm 0,16$
CLA	$1,1 \pm 0,36$	$1,1 \pm 0,37$	$1,1 \pm 0,36$
n6/n3	1,5	1,6	1,4

5.3 Einfluss der Fütterung auf den Gehalt an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA

5.3.1 Heumilchkäse

Bei der Auswertung der Futterdaten im Jahresverlauf kann man erkennen, dass Grünfutter als alleiniges Grundfutter bei der Produktion von Heumilchkäse in den Wintermonaten November bis April so gut wie keine Rolle spielte, in dieser Zeit bekamen die Kühe hauptsächlich Heu als Grundfutter. Erst von Mai bis August nahm Grünfutter als Grundfutter eine wichtige Rolle ein, bis auf einen Betrieb gewährten alle Betriebe ihren Kühen Weidegang. Die Krafftuttermenge blieb mit hauptsächlich „mittel“ das ganze Jahr über konstant, nur in den Monaten Juli und August wurde in fast der Hälfte der Betriebe wenig und in keinem Betrieb viel Krafftutter gefüttert.

Im Durchschnitt aller Heumilchkäseproben ist die CLA die einzige Fettsäure, die eine nennenswerte Änderung im Jahresverlauf vorwies. Ihr Gehalt stieg von Jahresanfang bis September/Oktober an und fiel im Winter wieder ab.

5.3.1.1 Krafftuttermenge

Der Einfluss des Krafftutters auf die Gehalte dieser Fettsäuren lässt sich schwer bestimmen, da die meisten Betriebe eine mittlere Menge Krafftutter fütterten und die Menge übers Jahr gesehen auch nicht immer gleich blieb. Der einzige Heumilchkäse, der das ganze Jahr über mit wenig Krafftutter produziert wurde, ist der Emmentaler der Vöckla-Käserei Pöndorf. Auch gab es einen Heumilchkäse, der das ganze Jahr über mit viel Krafftutter produziert wurde – der Vorarlberger Bergkäse der Sennerei Lingenau. Vergleicht man die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren, Omega-6-Fettsäuren und CLA dieser beiden Käsen miteinander, so gab es keine Unterschiede ($p > 0,05$). Die Daten, die dieser Untersuchung zur Verfügung stehen, lassen demnach keine Auswirkungen der Krafftuttermenge auf Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA erkennen.

5.3.1.2 Anteil an Weidegang

Die Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren schwankten in Großteil der Käse aus den verschiedenen Betrieben nicht sehr stark und scheinen daher nicht allzu sehr vom Anteil des Weidegangs beeinflusst worden zu sein. Dagegen könnte die biologische Haltung einen Einfluss auf den Gehalt an Omega-3-Fettsäuren haben, da

dieser im Bio-Bergkäse von Andechser Natur höhere Werte aufwies als die anderen Heumilchkäseproben ($p < 0,05$).

Die Werte an CLA und an trans-Fettsäuren zeigten eine starke saisonale Schwankung und waren zumeist am höchsten im Herbst (September/Oktober/November), selbst dann, wenn zum Zeitpunkt der Erzeugung die Heumilchkühe keinen Weidegang hatten. Im Sommer bekamen die Kühe in jedem Betrieb Weidegang, wenn auch in manchen Fällen nur unter 50%. Dass die Gehalte an CLA im Herbst so hoch waren, kann daher auch daran liegen, dass die Kühe in den Wochen zuvor sehr viel Grünfutter erhalten hatten.

Der CLA-Gehalt war jedenfalls stark abhängig von der Menge an Grünfutter und des Weidegangs und damit auch von der Jahreszeit.

5.3.1.3 Dauer der Lagerung

Nicht alle Käseproben wurden vor der Tiefkühlung gleich lang gelagert, doch kann die Lagerung durch hydrolytische Prozesse und Oxidation einen Einfluss auf die Fettsäurezusammensetzung haben. Die Lagerung des Bergkäses betrug zwischen drei und sechs Monaten (nur in drei Fällen über sechs Monate). Der Emmentaler wurde zwei bis drei Monate gelagert, am kürzesten war die Lagerdauer beim Alpbachtaler Hornkäse (ein bis zwei Monate). Die Unterschiede in der Fettsäurezusammensetzung zwischen Bergkäse und Emmentaler wurden bereits in Kapitel 5.2 besprochen.

Die Käserei Plangger lieferte unterschiedlich lang gereifte Bergkäseproben: der Käse für den 1. Durchgang wurde elf Monate gelagert, der Käse für den 2. und 3. Durchgang wurde in beiden Fällen im November produziert und wurde einmal drei und einmal sechs Monate gelagert, für den 4. und 5. Durchgang wurde er im März produziert und einmal vier und einmal sechs Monate gelagert und der Käse für den 6. Durchgang wurde vier Monate gelagert. Im Falle des im November produzierten Käses hatte der kürzer gelagerte Käse einen geringeren Anteil an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren, aber einen höheren Gehalt an CLA, jedoch war auch die Fütterung nicht gleich: beim kürzer gelagerten Käse gab es für die Kühe keinen Weidegang, beim länger gelagerten unter 50% Weidegang. Der im März produzierte Käse unterschied sich ebenfalls in der Fütterung: bei der Produktion des Käses, der vier Monate gelagert wurde, war Heu und Grünfutter als Grundfutter und es gab unter 50% Weidegang, beim sechs Monate gereiften Käse war Heu das Grundfutter und es gab über 50% Weidegang. In diesem Fall hatte der kürzer gereifte Käse mit weniger Weidegang geringere Gehalte an CLA

und Omega-6-Fettsäuren, die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren unterschieden sich nur geringfügig.

Beim Lechtaler Bergkäse wies der im Juli mit Grünfütter, über 50% Weidegang und wenig Krafftutter produzierte und neun Monate gelagerte Käse die höchsten Werte dieses Käses an Omega-3-Fettsäuren und CLA auf. Der im Juni 2009 produzierte und acht Monate gelagerte Käse hatte verglichen mit dem im Juni 2010 produzierten und fünf Monate gelagerten Käse höhere Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA (Fütterung bis auf die Krafftuttermenge gleich).

Beim Bergkäse der restlichen Betriebe und beim Emmentaler gab es keine so großen Unterschiede in der Lagerdauer. In den Fällen des Plangger Bergkäses und des Lechtaler Bergkäses konnten jedoch keine negativen Auswirkungen der Lagerdauer auf Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA festgestellt werden, die Gehalte der mehrfach ungesättigten Fettsäuren waren sogar in dem am längsten gelagerten Käse der beiden Sennereien am höchsten verglichen mit den restlichen fünf Proben.

5.3.2 Heumilch

Wie beim Heumilchkäse streuten die Gehalte an Omega-3- und der Omega-6-Fettsäuren auch bei der Heumilch nicht sehr stark und können nicht mit dem Anteil des Weidegangs in Verbindung gebracht werden. Obwohl der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren beim Bio-Bergkäse im Vergleich zu den anderen Käsen erhöht war, konnte dieser Effekt bei der Bioheumilch im Vergleich zu den restlichen Heumilchproben nicht beobachtet werden.

Die CLA-Gehalte zeigten auch bei der Heumilch starke jahreszeitliche Schwankungen und lagen bei der Heumilch von allen drei Betrieben, die über das ganze Jahr Heumilchproben geschickt hatten, am höchsten im September. In allen Fällen gab es für die Heumilchkühe im September über 50% Weidegang.

Im Fall der Bioheumilch, von denen nur zwei Proben aus der Produktion im September vorhanden waren, lag der Wert an CLA in der Probe, die mit unter 50% Weidegang erzeugt wurde, höher als jene, die mit über 50% Weidegang erzeugt wurde.

5.3.3 Ziegenheumilch

Da sich die Fütterung bei den Heumilchziegen übers Jahr gesehen nicht geändert hat, können keine Rückschlüsse auf den Gehalt der genannten Fettsäuren und der Fütterung geschlossen werden.

5.4 Auswirkungen der Höhenlage auf die Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA

Die Auswertungen der Daten zur Höhenlage gestalteten sich schwierig, da auf der einen Seite meist keine großen Unterschiede in der Höhenlage zu erkennen waren und auf der anderen Seite zum Teil sehr große Spannweiten angegeben wurden, da die Sennereien verschiedene Belieferungsgebiete hatten und für die Produktion keine Einzelmilch, sondern Mischmilch verwendeten. Der Hirschhubers Zillertaler Bergkäse wurde beispielsweise auf 550 – 1500 Höhenmeter produziert, der Pötzensberger Emmentaler und die Alpenmilch Salzburg Bergbauernheumilch auf 500 – 1000 m. Da auf 1000 oder auf 1500 Höhenmeter andere Bedingungen herrschen als auf 500 Höhenmeter (leicht anderes Klima, andere Fauna und Flora) lassen sich diese Angaben in Bezug auf ihre Auswirkungen auf einzelne Fettsäuren in der Milch schlecht verwerten. Da die Höhenlage aber mitunter einen Einfluss auf die Fettsäurezusammensetzung hat, werden die vorhandenen Daten dazu im Folgenden diskutiert.

5.4.1 Heumilchkäse

Die Emmentalerproben wurden im Schnitt auf etwa 500 – 700 m produziert. Eine Ausnahme hiervon stellte der Wildberg Emmentaler dar, dieser wurde auf 1000 m hergestellt. Verglichen mit den Mittelwerten von allen Emmentalerproben hatte er einen etwa gleich hohen Gehalt an Omega-3-Fettsäuren, einen leicht geringeren Gehalt an CLA (nur in einer Probe – Produktion im August – lag der CLA-Gehalt über dem Durchschnitt) und einen etwas höheren Gehalt an Omega-6-Fettsäuren.

Auch der Pötzensberger Emmentaler wurde in höheren Lagen produziert (500 – 1100 m). Die Spannweite der Daten zur Höhenlage sind zwar sehr groß, dennoch kann davon ausgegangen werden, dass die Kühe zum Teil in Berglagen gehalten wurden. Dieser Käse hatte bei der Erzeugung im November 2009, trotz Heu als Grundfutter und keinem Weidegang, den höchsten Wert an CLA von allen Käseproben (1,8%). Da der Gehalt an Vaccensäure ebenfalls erhöht ist bei erhöhten CLA-Gehalten [PRECHT und MOLKENTIN, 1997], hatte diese Probe auch den höchsten Wert an trans-Fettsäuren (6,27%). Bei der Käseerzeugung im April 2010 hatte dieser Käse allerdings einen sehr viel geringeren Gehalt an CLA (0,77%) und trans-Fettsäuren (2,83%). Da die Fütterung der beiden Proben gleich war (Heu als Grundfutter, kein Weidegang und mittlere

Krafftuttermenge), ist es möglich, dass die Kühe im November in höheren Lagen gehalten wurden und im April in niederen (die Angabe zur Höhenlage war bei allen Proben dieses Käse gleich bei 500 – 1000 bzw. 1100 m).

Den geringsten Gehalt an CLA von allen Käseproben hatte der Walkner Emmentaler, der auf 500 – 700 m und mit unter 50% Weidegang im April 2010 produziert wurde (0,6%). Diese Käseprobe hatte auch den geringsten trans-Fettsäuregehalt mit 2,29%. Wie beim Pötzelsberger Emmentaler hatte aber auch dieser Emmentaler bei der Erzeugung im November 2009 viel höhere Werte an CLA und trans-Fettsäuren (1,58% bzw. 5,03%). Auch in diesem Fall war die Fütterung in beiden Fällen gleich (Heu und Grünfutter als Grundfutter, unter 50% Weidegang und mittlere Krafftuttermenge). Eine andere Probe dieses Emmentalers, die ebenfalls im November 2009 produziert wurde, hatte jedoch weit geringere CLA- und trans-Fettsäuregehalte (0,72% bzw. 2,63%). Für die Erzeugung dieser Probe wurde jedoch anders gefüttert (Heu als Grundfutter, kein Weidegang und mittlere Krafftuttermenge), somit könnte die Erklärung dieses Unterschieds in der unterschiedlichen Menge an Grünfutter liegen.

Der Bergkäse wurde tendenziell in höheren Lagen produziert als der Emmentaler, jedoch waren auch beim Bergkäse Betriebe vertreten, die auf etwa 500 – 700 m produzieren.

Der Bergkäse, der in den höchsten Lagen produziert wurde, ist der Lechtaler Bergkäse mit einer Höhenlage von 1100 m. Bei der Probe, die im Juli 2009 produziert wurde, lag die Höhenangabe sogar bei 1700 – 2000 m. Diese Probe hatte den höchsten Gehalt an Omega-3-Fettsäuren aller Käseproben (1,47% vs. 1,04% im Käsedurchschnitt). Gefüttert wurden die Kühe mit Grünfutter als Grundfutter, hatten über 50% Weidegang und bekamen nur wenig Krafftutter. Dieser Käse hatte bei der im Juni 2009 produzierten Probe auch den höchsten Gehalt an Omega-6-Fettsäuren (2,23% vs. 1,56% im Käsedurchschnitt). Der Durchschnittsgehalt der sechs Proben Lechtaler Bergkäse unterschied sich jedoch im Gehalt an Omega-3-Fettsäuren und CLA nicht vom Käsedurchschnitt, lediglich der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren lag leicht über dem Durchschnitt von allen Käseproben (nicht signifikant).

Hirschhubers Zillertaler Bergkäse wurde zum Teil auch in höheren Lagen produziert, allerdings ist die Höhenangabe so ungenau, dass sie sich nicht verwerten lässt (550 – 1500 m).

Der einzige als Bio deklarierte Bergkäse stammte aus der Sennerei Walchsee. Dieser wurde in verschiedenen Höhenlagen produziert: im Oktober 2009 auf 700 – 800 m, im August 2009 auf 1000 – 1200 m, im Februar und April 2010 auf 900 m und im Mai und Juli 2010 auf 700 m. Im Durchschnitt lagen die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren und CLA im Bio-Bergkäse über dem Käsedurchschnitt (1,21% vs. 1,04%), dieser Unterschied ist signifikant ($p < 0,05$). Der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren unterschied sich nicht vom Käsedurchschnitt (1,49% vs. 1,55%), ebenso wenig der Gehalt an CLA (1,28% vs. 1,13%). Die Probe, die in höchster Lage produziert wurde (1000 – 1200 m) wies den höchsten Wert an CLA unter den sechs Proben dieses Bergkäses auf (1,62%), der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren wich jedoch nicht vom Durchschnitt der sechs Proben dieses Käses ab (1,24%).

Um einen direkten Vergleich des Gehaltes an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA in Bergkäse verschiedener Höhenlagen zu erlangen, werden im Folgenden der Vorarlberger Bergkäse aus Schlins-Röns (tiefere Lagen bei 490 – 610 m), Vorarlberger Bergkäse aus Eichenberg-Lutzenreute und F.M.Felder Bergkäse Schoppernau (mittlere Lagen bei 850 m) sowie Lechtaler Bergkäse (höhere Lagen bei 1100 m) miteinander verglichen. Es werden jeweils die Durchschnittsgehalte der 6 Proben jedes Käses angegeben.

Die Gehalte der Omega-3-Fettsäuren ergaben sich wie folgt: 1,08% (tiefe Lagen), 1,03% und 1,12% (mittlere Lagen) sowie 1,04% (hohe Lagen).

Die CLA-Gehalte waren 1,07% (tiefe Lagen), 1,22% und 1,15% (mittlere Lagen) sowie 1,07% (hohe Lagen).

Die Gehalte an Omega-6-Fettsäuren lagen bei 1,70% (tiefe Lagen), 1,80% und 1,72% (mittlere Lagen) sowie 2,02% (hohe Lagen). Somit ergab sich ein $n6/n3$ -Verhältnis von 1,58 (tiefe Lagen), 1,74 und 1,54 (mittlere Lagen) sowie 1,95 (hohe Lagen).

Die Höhenlage scheint also keinen großen Einfluss auf die Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA zu haben. Einzig der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren und somit das $n6/n3$ -Verhältnis war in höheren Lagen etwas höher als in tieferen und mittleren Lagen ($p < 0,05$).

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass es sich bei "Berg"-käse und Emmen-"tal"-er um prozesstechnisch unterschiedliche Käsesorten handelt und die Bezeichnung selbst keinen verlässlichen Hinweis auf die Höhenlage bzw. Lebensräume der Milchkühe darstellt.

5.4.2 Heumilch

Die Heumilchproben stammten aus insgesamt vier Betrieben. Der Betrieb Lingenau produzierte auf 700 m, Alpenmilch Salzburg auf 500 – 1000 m, die Käserei Plangger schickte je eine Probe aus Produktion auf 500 m und auf 800 m, und die Sennerei Zillertal produzierte auf ca. bzw. über 1000 m, eine Probe aus diesem Betrieb wurde jedoch in Tallagen produziert.

Da die Angabe zur Höhenlage der Bergbauernheumilch von Alpenmilch Salzburg nicht eindeutig war, ist ein Vergleich von Fettsäuregehalten in Abhängigkeit der Höhenlage im Falle dieses Betriebes schwierig. Es können jedoch die zwei Proben aus unterschiedlicher Höhenlage der Käserei Plangger miteinander verglichen werden, die Probe aus Tallagen der Sennerei Zillertal mit Proben desselben Durchgangs aus höheren Lagen sowie der Durchschnitt der Fettsäuregehalte der Proben der Sennerei Lingenau (700 m) mit dem der Heumilch der Sennerei Zillertal (ca. 1000 m).

Der Vergleich der beiden Proben der Käserei Plangger (im September 2010 produzierte Bioheumilch) zeigte leicht höhere Werte an Omega-3-Fettsäuren bei der Produktion auf 500 m als auf 800 m (0,96% vs. 0,84% FAME), leicht geringere Werte an Omega-6-Fettsäuren in den tieferen Lagen als in den höheren (1,7% vs. 1,83%) sowie höhere Werte an CLA (1,84% vs. 1,55% FAME). Der Gehalt an CLA von 1,84% stellte zugleich den höchsten Wert an CLA aller Heumilchproben dar (Durchschnitt der Heumilchproben liegt bei 1,09%). Die Probe, die auf 500 m produziert wurde, hatte auch den höchsten Gehalt an trans-Fettsäuren aller Heumilchproben (5,78% vs. 3,86% im Heumilchdurchschnitt).

Vergleicht man den Gehalt an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie an CLA der Heumilchprobe aus Tallagen mit den beiden anderen Proben desselben Durchgangs der Sennerei Zillertal (Probenahme Mai 2010), ergibt sich folgendes Bild:

0,95% in Tallagen vs. 0,9% und 1,16% in höheren Lagen für Omega-3-Fettsäuren, 1,7% in Tallagen vs. 1,86% und 1,80% in höheren Lagen für Omega-6-Fettsäuren sowie 0,86% in Tallagen vs. 0,81% und 1,01% in höheren Lagen für CLA. Somit lässt sich kein deutlicher Unterschied zwischen der Produktion in Tallagen und der Produktion in höheren Lagen im Gehalt dieser Fettsäuren erkennen.

Auch der Vergleich der Gehalte an Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie an CLA von Heumilch der Sennerei Lingenau (Produktion auf 700 m) mit der Heumilch der Sennerei Zillertal (10 von 11 Proben auf 1000 m produziert), ergibt keine großen Unterschiede: 1,00% auf 700 m vs. 0,97% auf 1000 m für Omega-3-Fettsäuren, 1,55% auf 700 m vs. 1,74% FAME auf 1000 m für Omega-6-Fettsäuren sowie 1,07% auf 700 m vs. 1,00% auf 1000 m für CLA.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Probenanzahl dieser Untersuchung, vor allem bei den Heumilchproben, zu gering war, um eine Auswirkung der Höhenlage auf die Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie CLA zu erkennen. Zudem waren die Angaben teilweise ungenau und lagen auch nicht sehr weit auseinander. Die Vergleiche, die im Rahmen dieser Untersuchung möglich waren, lassen keine Rückschlüsse auf eine Auswirkung der Höhenlage auf Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren sowie auf die CLA zu.

5.5 Beitrag von essentiellen Fettsäuren und CLA zur Ernährung bei Konsum von Heumilch und Heumilchkäse

Die D-A-CH-Empfehlungen für Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren liegen bei etwa 1 g Omega-3-Fettsäuren und 5 g Omega-6-Fettsäuren pro Tag [D-A-CH, 2012].

Beim durchschnittlichen Milchkonsum der Österreicher von 142 g/Tag und Käsekonsum von 38 g/Tag [ELMADFA et al., 2011] würden insgesamt etwa 165 mg Omega-3-Fettsäuren aufgenommen werden, wenn man beim Milch- und Käsekauf nur zu Heumilchprodukten greift (ca. 1% Omega-3-Fettsäuren im Milchfett) bei konventionellen Milchprodukten käme man auf etwa 100 mg (ca. 0,6% Omega-3-Fettsäuren im Milchfett). Alle errechneten Werte gelten für den tatsächlichen täglichen Verzehr der Österreicher von Milch mit einem Fettanteil von 3,6% und von Käse mit einem Fettanteil von ca. 30%. Hielte man sich an die Empfehlungen, etwa doppelt so viel Milchprodukte zu sich nehmen, dafür fettarme Produkte zu wählen, käme man etwa auf dieselben Werte.

Der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren unterschied sich nicht zwischen konventioneller Milch und Heumilch, mit Heumilchprodukten würde man etwa 265 mg pro Tag zu sich nehmen, mit konventionellen Milchprodukten etwa 280 mg pro Tag.

Mit Heumilchprodukten würde man daher ca. 16,5% des Tagesbedarfs an Omega-3-Fettsäuren decken, mit konventionellen Milchprodukten nur ca. 10%. Den Bedarf an Omega-6-Fettsäuren deckt man mit Milchprodukten zu etwa 5,5%.

Laut österreichischem Ernährungsbericht ist die Zufuhr von Omega-3-Fettsäuren ausreichend (ca. 1,2 g/Tag), die von Omega-6-Fettsäuren übersteigt die Empfehlungen um das Dreifache (ca. 15 g/Tag) [ELMADFA et al., 2011]. Da das n6/n3-Fettsäurenverhältnis unter 5:1 liegen sollte, wird empfohlen, auf Lebensmittel mit einem günstigen n6/n3-Verhältnis zurückzugreifen. Dieses Verhältnis lag für die konventionelle Milch dieser Untersuchung bei 3:1, für die Heumilch bei 1,7:1, für den Heumilchkäse bei 1,5:1 und für die Ziegenheumilch bei 2,8:1. Somit entsprach das n6/n3-Verhältnis in allen Probengruppen den Empfehlungen, lag aber am günstigsten bei der Heumilch und beim Heumilchkäse. Dennoch macht die Aufnahme von Omega-6-Fettsäuren aus Milchprodukten täglich nur knapp 2% der Gesamtaufnahme aus, daher ist dieser geringe Unterschied an der absoluten Menge der Omega-6-Fettsäuren in konventioneller Milch und Heumilch vermutlich vernachlässigbar.

Der durchschnittliche CLA-Gehalt in der Heumilch lag bei 1,1%, im Sommer und Herbst lag er jedoch höher bei etwa 1,5%. Entscheidet man sich also im Sommer für Heumilchprodukte, so nimmt man damit etwa 250 mg CLA zu sich. In konventioneller Milch blieb der CLA-Gehalt übers Jahr gesehen weitgehend gleich bei 0,6%, damit nimmt man mit konventionellen Milchprodukten täglich etwa 100 mg CLA zu sich. Da die Datenlage zur CLA noch unzureichend ist und es bisher nicht geklärt ist, ob die Aufnahme von CLA überhaupt positive Auswirkungen auf den menschlichen Organismus mit sich bringt, gibt es bis dato keine Empfehlungen zur Aufnahmemenge von CLA. Es ist jedoch anzunehmen, dass trotz der etwa doppelt so hohen Menge an CLA in Heumilchprodukten als in konventionellen Milchprodukten der Gehalt an CLA auch in Heumilchprodukten zu gering ist, um ihre vermuteten positiven Einflüsse entfalten zu können, da in den Studien über die Auswirkungen von CLA weit höhere Mengen verwendet wurden, die nur mit Nahrungsergänzungsmitteln erreicht werden können [MCCRORIE et al., 2011].

Was nicht außer Acht gelassen werden darf, ist, dass der Anteil an gesättigten Fettsäuren in Heumilch und Heumilchkäse sich nicht von dem in konventioneller Milch unterscheidet. Die D-A-CH-Gesellschaften empfehlen eine maximale Aufnahme an gesättigten Fettsäuren von 10 Energie%. Bei einer Tagesenergieaufnahme von 2000

kcal entspricht das etwa 22 g gesättigten Fettsäuren pro Tag. Österreicher nehmen jedoch etwa 30 g gesättigte Fettsäuren pro Tag zu sich, daher sollte die Zufuhr verringert werden. Bei Konsum von 142 g Milch/Tag und 38 g Käse/Tag (durchschnittlicher Konsum der Österreicher [ELMADFA et al., 2011]) nimmt man sowohl mit (vollfetten) Heumilchprodukten als auch mit konventionellen Milchprodukten etwa 11 g gesättigte Fettsäuren pro Tag zu sich, womit man allein mit den täglich verzehrten Milchprodukten die Hälfte der empfohlenen Maximalmenge an gesättigten Fettsäuren zu sich nimmt. Entscheidet man sich für fettreduzierte Produkte, verringert sich dementsprechend auch die Aufnahme an Omega-3-Fettsäuren. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, zur Aufnahme der essentiellen Fettsäuren eher zu pflanzlichen Ölen als zu Heumilch zu greifen.

6 SCHLUSSBETRACHTUNG

Durch das größere Gesundheitsbewusstsein der Konsumenten, dem Boomen von Functional Food – Lebensmittel mit einem künstlich oder natürlich verbesserten Nährwertprofil – und der Abnahme des Milchverbrauchs in Österreich, steigt das Interesse der Milchproduzenten, ihre Produkte dahingehend zu modifizieren, dass sie eine ernährungsphysiologisch günstigere Zusammensetzung aufweisen.

Von allen Milchkomponenten lässt sich das Fett am einfachsten über die Fütterung beeinflussen [JENKINS und MCGUIRE, 2006]. In verschiedenen Versuchen konnte gezeigt werden, dass vor allem der Verzicht auf Silage und die Erhöhung des Anteils an Grünfutter ein für die menschliche Ernährung besseres Fettsäureprofil in der Milch mit sich bringt. Es wurde beobachtet, dass eine grünfutterbasierte Nahrung der Kühe geringere Gehalte an gesättigten Fettsäuren und höhere Gehalte an essentiellen Omega-3-Fettsäuren sowie CLA in der Milch zur Folge hat [MOREL et al., 2006; FRELICH et al., 2009; WYSS et al., 2010].

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden insgesamt 133 Heumilch- und Heumilchkäseproben sowie 5 Ziegenheumilchproben und 12 konventionelle Milchproben auf ihr Fettsäuremuster untersucht.

Konventionelle Milch und Heumilch bzw. Heumilchkäse unterschieden sich nicht in ihren Gehalten an gesättigten und einfach ungesättigten Fettsäuren, dafür in ihren Gehalten an mehrfach ungesättigten Fettsäuren, letztere lagen in Heumilch bzw. Heumilchkäse höher als in der konventionellen Milch.

Die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren wiesen deutliche Unterschiede zwischen konventioneller Milch und Heumilch bzw. Heumilchkäse auf, sie lagen in Heumilch bzw. Heumilchkäse fast doppelt so hoch wie in konventioneller Milch (1,0% vs. 0,6%), ebenso die Gehalte an CLA (1,1% vs. 0,6%). Bezüglich der Gehalte an Omega-6-Fettsäuren unterschieden sich konventionelle Milch und Heumilch bzw. Heumilchkäse nicht voneinander, durch den höheren Gehalt an Omega-3-Fettsäuren wies Heumilch bzw. Heumilchkäse jedoch ein geringeres und damit günstigeres n6/n3-Verhältnis auf. Mit Ausnahme der CLA zeigten die genannten Fettsäuregruppen keine erwähnenswerten jahreszeitlichen Schwankungen, somit wurden zwar die Omega-3-Fettsäuren und die mehrfach ungesättigten Fettsäuren von der Fütterung nach Vorgaben des Heumilchregulativs stark beeinflusst, nicht jedoch durch den Anteil an Grünfutter oder Weidegang.

Die Gehalte an CLA in Heumilch bzw. Heumilchkäse variierten jedoch stark und lagen zumeist am höchsten im Sommer und Herbst bei bis zu 1,97%. Da alle Betriebe im Sommer ihren Kühen zumindest teilweise Weidegang gewährten, kann der hohe Gehalt an CLA im Sommer und Herbst auf den höheren Anteil an Grünfutter in der Nahrung der Kühe zurückgeführt werden.

Nicht nur der höhere Anteil an Grünfutter und der Verzicht auf Silage kann das Fettsäuremuster von Milch positiv beeinflussen, auch durch Haltung der Kühe in höheren Lagen könnte es möglich sein, die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren und CLA in der Milch gegenüber den Gehalten dieser Fettsäuren in Milch aus Tallagen anzuheben [COLLOMB et al., 2002a; KRAFT et al., 2003]. Durch die unzureichenden Daten zur Höhenlage, auf denen die Kühe gehalten wurden, konnte kein Zusammenhang zwischen der Höhenlage und dem Fettsäuremuster der Milch festgestellt werden.

Positiv zu erwähnen ist, dass die Kühe in allen Betrieben im Sommer zumindest teilweise, in vielen Betrieben sogar über 50% Weidegang hatten, obwohl dieser vom Heumilchregulativ nicht vorgeschrieben ist. Dahingegen hatten die Heumilchziegen zu keinem Zeitpunkt der Probenahme Zugang zu einer Weide. Durch die silofreie und rau- bzw. grünfutterbasierte Fütterung ist aber in jedem Fall eine naturnähere Fütterung als bei konventioneller Haltung gegeben, was den Interessen der Konsumenten entgegenkommt. Über die Herkunft des verfütterten Heus gab es für diese Untersuchung jedoch keine Daten.

Heumilch bzw. Heumilchkäse wies einen fast doppelt so hohen Gehalt an Omega-3-Fettsäuren auf. Heumilchprodukte können daher zu einem gewissen Anteil an der Zufuhr dieser essentiellen Fettsäuren beitragen, jedoch kann allein durch Milchprodukte nie der gesamte Tagesbedarf gedeckt werden. Zwar ist in Heumilchprodukten ein viel höherer Gehalt an CLA gefunden worden als in der konventionellen Milch. Ob diese sich jedoch positiv auf die menschliche Gesundheit auswirkt, muss erst genauer untersucht werden. Es konnte daher bis jetzt keine Zufuhrempfehlung für CLA ausgesprochen werden.

Da bei erhöhten Gehalten an CLA auch mit höheren Gehalten an trans-Fettsäuren gerechnet werden muss [PRECHT und MOLKENTIN, 1997], waren die trans-Fettsäuren-Gehalte in Heumilch und Heumilchkäse tendenziell höher als in konventioneller Milch.

Trotz der höheren Gehalte an Omega-3-Fettsäuren und CLA in Heumilch als in konventioneller Milch gab es im Gehalt an gesättigten Fettsäuren keine Unterschiede.

Da die Aufnahme an gesättigten Fettsäuren der Österreicher über der maximal empfohlenen Zufuhr liegt, sollte bei gesättigten Fettsäuren eingespart werden. Daher ist Milch im Allgemeinen nur bedingt als Quelle für essentielle Fettsäuren zu betrachten und es empfiehlt sich, zu diesem Zwecke auf pflanzliche Öle bzw. Fisch zurückzugreifen.

Durch den geringen Probenumfang an Ziegenheumilch und dem Fehlen von Vergleichswerten von konventioneller Ziegenmilch ist eine Bewertung des Fettsäureprofils in Ziegenheumilch nicht möglich. Hierzu müssten zusätzlich zu den Ziegenheumilchproben Vergleichsproben von zur selben Jahreszeit produzierter konventioneller Ziegenmilch gezogen werden.

Bei der Kuhmilch wäre es von Vorteil, österreichische Heumilch mit österreichischer konventioneller Milch zu vergleichen, da diese unter Umständen anders produziert wird als deutsche konventionelle Milch, die in dieser Untersuchung als Vergleichsmilch herangezogen wurde. Mit einer präziseren Angabe zu Fütterung und Höhenlage könnten noch genauere Rückschlüsse auf den Gehalt an einzelnen Fettsäuren und Fettsäuregruppen und der Art der Fütterung geschlossen werden.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Für bestimmte Rohmilchkäsesorten wie Emmentaler oder Bergkäse wird traditionsgemäß silofreie Milch verwendet. Da durch rau- und grünfütterbasierte Fütterung die Milch eine ernährungsphysiologisch günstigere Fettsäurezusammensetzung als Silomilch aufweist, wird seit 2004 in Österreich silofreie Milch unter dem Namen Heumilch auch als Trinkmilch vermarktet, die abgesehen vom Verzicht auf Silage noch andere Bestimmungen des Heumilchregulativs erfüllen muss.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden über ein Jahr verteilt insgesamt 25 Heumilch-, 108 Heumilchkäse-, 5 Ziegenheumilch- und 12 konventionelle Milchproben auf ihr Fettsäureprofil untersucht. Die Proben wurden im Zweimonatsabstand gezogen und tiefgefroren angeliefert. Das Fett wurde extrahiert, transmethyliert und mittels gaschromatographischer Analyse (GC-FID) auf seine Zusammensetzung untersucht.

Der Vergleich der Fettsäureprofile von Heumilch bzw. Heumilchkäse und konventioneller Milch ergab etwa doppelt so hohe Gehalte an Omega-3-Fettsäuren und CLA in Heumilch und Heumilchkäse als in konventioneller Milch. Die Gehalte an mehrfach ungesättigten Fettsäuren und trans-Fettsäuren waren in Heumilch und Heumilchkäse höher als in konventioneller Milch, in allen restlichen Fettsäuregruppen unterschieden sie sich nicht voneinander.

Die Ziegenheumilch hatte höhere Gehalte an kurz- und mittelkettigen, mehrfach ungesättigten, Omega-3- sowie Omega-6-Fettsäuren als die konventionelle Kuhmilch. Der Gehalt an CLA und an trans-Fettsäuren unterschied sich nicht von dem in konventioneller Kuhmilch. Um die Auswirkungen der Heumilchfütterung auf Ziegenmilch erfassen zu können, müsste Ziegenheumilch jedoch mit zur selben Jahreszeit produzierter konventioneller Ziegenmilch verglichen werden.

Im Jahresverlauf zeigten sich nur wenige Veränderungen im Fettsäureprofil der Heumilch und des Heumilchkäses mit Ausnahme der CLA und der trans-Fettsäuren, deren Gehalte meist im Herbst ihre Höhepunkte erreichten.

Da es noch keine Zufuhrsempfehlungen für CLA gibt, kann der höhere CLA-Gehalt in Heumilch noch nicht beurteilt werden, der höhere trans-Fettsäuren-Gehalt ist jedoch nicht als negativ zu werten.

Zwar können Heumilch und Heumilchprodukte durch ihren höheren Gehalt an Omega-3-Fettsäuren als in konventioneller Milch zur Aufnahme dieser essentiellen Fettsäuren beitragen, durch den hohen Gehalt an gesättigten Fettsäuren in Milch ist jedoch zur

Bedarfsdeckung an Omega-3-Fettsäuren pflanzlichem Fett bzw. Fischfett der Vorzug zu geben.

8 ABSTRACT

Certain raw milk cheeses like Emmental or mountain cheese are traditionally produced with silage-free milk. Due to the more favourable fatty acid composition in milk from cows fed roughage and green fodder than from cows fed silage fodder, silage-free milk has been merchandised in Austria as drinking milk named 'Heumilch' since 2004. Despite the omission of silage in the fodder, Heumilch has to comply with some more provisions according to the 'Heumilchregulativ'.

Within this thesis, the fatty acid compositions of 25 samples of Heumilch, 108 samples of Heumilch-cheese, 5 samples of caprine Heumilch, and 12 samples of conventionally produced bovine milk were being analysed spread over one year.

The samples were drawn every two months and were delivered frozen. The milk or cheese fat has been extracted, trans-methylated and its composition has been examined by means of gaschromatographic analysis (GC-FID).

Comparing the fatty acid composition of Heumilch and Heumilch-cheese with conventionally produced milk, the contents of omega-3 fatty acids and conjugated linoleic acid (CLA) were twice as high as in conventionally produced milk. The contents of poly-unsaturated fatty acids and trans-fatty acids were higher in Heumilch and Heumilch-cheese than in conventionally produced milk, however there were no differences found in the contents of the remaining fatty acids.

The caprine Heumilch had higher contents of short- and medium-chain, poly-unsaturated, omega-3-, and omega-6 fatty acids than the conventionally produced bovine milk. The contents of CLA and trans-fatty acids did not differ between the caprine Heumilch and the conventionally produced bovine milk. However, to be able to see the effects of feeding according to the Heumilchregulativ, caprine Heumilch would have to be compared to conventionally produced caprine milk from the same season.

There had only been little changes in the fatty acid composition of Heumilch and Heumilch-cheese over the course of the year with the exception of the contents of CLA and trans-fatty acids which varied strongly and had their peaks in autumn.

Due to the lack of recommendations for the intake of CLA, the higher contents of CLA in Heumilch can not yet be assessed, however the higher contents of trans-fatty acids are not to be rated negatively.

Though Heumilch and products made of Heumilch can contribute to the intake of omega-3 fatty acids due to their higher contents of these essential fatty acids than in conventionally produced milk, it is yet more recommended to meet the needs of

omega-3 fatty acids by consumption of oily fish or vegetable oil due to the high amounts of saturated fatty acids in milk.

9 LITERATURVERZEICHNIS

- AMA (2012). "Biomilch und Heumilch Österreich." http://www.ama.at/Portal.Node/public?genetics.rm=PCP&genetics.pm=qti_full&p.contentid=10008.99891&181_Bio_Heumilchanl_98_11.pdf. Stand: 24.6.2012
- ARGE Heumilch (2009). "Heumilchregulativ - Vorschriften für silofreie Milch." http://www.heumilch.at/fileadmin/editors/download/Heumilchregulativ_Nov10_.pdf. Stand: 12.4.2012
- Baars, T., R. Adriaanse, M. Huber and J. Wohlers (2005). "Milchqualität und menschliche Gesundheit." *Lebendige Erde* 6: 42-45.
- Baars, T., D. Kusche, J. Wohlers and S. Mosler (2011). "Milchqualität biologisch-dynamisch." *Lebendige Erde* 1: 42-45.
- Badinga, L. and C. R. Staples (2005). "Conjugated linoleic acid: More than an anticancer factor." *Proceedings of the 12th annual Florida ruminant nutrition symposium*: 8-21.
- Bang, H. O. and J. Dyerberg (1972). "Plasma lipids and lipoproteins in Greenlandic west coast Eskimos." *Acta Med Scand* 192(1-2): 85-94.
- Bang, H. O., J. Dyerberg and H. M. Sinclair (1980). "The composition of the Eskimo food in north western Greenland." *Am J Clin Nutr* 33(12): 2657-2661.
- Bauman, D. E., L. H. Baumgard, B. A. Corl and J. M. Griinari (1999). "Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants." *Proceedings of the American Society of Animal Science*.
- Belury, M. A. (1995). "Conjugated dienoic linoleate: a polyunsaturated fatty acid with unique chemoprotective properties." *Nutr Rev* 53(4 Pt 1): 83-89.
- Bendsen, N. T., R. Christensen, E. M. Bartels and A. Astrup (2011). "Consumption of industrial and ruminant trans fatty acids and risk of coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis of cohort studies." *Eur J Clin Nutr* 65(7): 773-783.
- Bischoff-Ferrari, H. A., B. Dawson-Hughes, J. A. Baron, J. A. Kanis, E. J. Orav, H. B. Staehelin, D. P. Kiel, P. Burckhardt, J. Henschkowski, D. Spiegelman, R. Li, J. B. Wong, D. Feskanich and W. C. Willett (2011). "Milk intake and risk of hip fracture in men and women: a meta-analysis of prospective cohort studies." *J Bone Miner Res* 26(4): 833-839.
- BMG (2009). *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich: Trans-Fettsäuren-Verordnung* 20. August 2009.

- BMG (2011). "Österreichisches Lebensmittelbuch IV. Auflage." Codexkapitel / B32 / Milch und Milchprodukte: 7.
http://bmg.gv.at/cms/home/attachments/4/9/6/CH1252/CMS1167207128242/b_32_milch_und_milchprodukte.pdfStand: 6.8.2012
- Booth, R. G., S. K. Kon, W. J. Dann and T. Moore (1935). "A study of seasonal variation in butter fat. A seasonal spectroscopic variation in the fatty acid fraction." *Biochem J* 29: 133-137.
- Brenna, J. T. (2002). "Efficiency of conversion of alpha-linolenic acid to long chain n-3 fatty acids in man." *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 5(2): 127-132.
- Bugaud, C., S. Buchin, J.-B. Coulon, A. Hauwuy and D. Dupont (2001). "Influence of the nature of alpine pastures on plasmin activity, fatty acid and volatile compound composition of milk." *Le Lait* 81(3): 401-414.
- Burdge, G. C. (2006). "Metabolism of alpha-linolenic acid in humans." *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 75(3): 161-168.
- Burr, M. L., A. M. Fehily, J. F. Gilbert, S. Rogers, R. M. Holliday, P. M. Sweetnam, P. C. Elwood and N. M. Deadman (1989). "Effects of changes in fat, fish, and fibre intakes on death and myocardial reinfarction: diet and reinfarction trial (DART)." *Lancet* 2(8666): 757-761.
- Calder, P. C. (2003). "N-3 polyunsaturated fatty acids and inflammation: from molecular biology to the clinic." *Lipids* 38(4): 343-352.
- Cesano, A., S. Visonneau, J. A. Scimeca, D. Kritchevsky and D. Santoli (1998). "Opposite effects of linoleic acid and conjugated linoleic acid on human prostatic cancer in SCID mice." *Anticancer Res* 18(3A): 1429-1434.
- Chilliard, Y., A. Ferlay, R. M. Mansbridge and M. Doreau (2000). "Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids." *Ann. Zootech.* 49(3): 181-205.
- Chilliard, Y., A. Ferlay, J. Rouel and G. Lamberet (2003). "A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis." *J Dairy Sci* 86(5): 1751-1770.
- Chin, S. F., W. Liu, J. M. Storkson, Y. L. Ha and M. W. Pariza (1992). "Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens." *Journal of Food Composition and Analysis* 5(3): 185-197.
- Chouinard, P. Y., L. Corneau, D. M. Barbano, L. E. Metzger and D. E. Bauman (1999). "Conjugated linoleic acids alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows." *J Nutr* 129(8): 1579-1584.

- Christopherson, S. W. and R. L. Glass (1969). "Preparation of milk fat methyl esters by alcoholysis in an essentially nonalcoholic solution." *J. Dairy Sci.* 52: 1289-1290.
- Claus, P. (2004). *Chemie der Naturstoffe - Skript zur Vorlesung für die Studienrichtung Ernährungswissenschaften*, Wien, Universität Wien
- Collomb, M., U. Butikofer, R. Sieber, O. Bosset and B. Jeangros (2001). "Conjugated linoleic acid and trans fatty acid composition of cows' milk fat produced in lowlands and highlands." *J Dairy Res* 68(3): 519-523.
- Collomb, M., U. Bütikofer, R. Sieber, B. Jeangros and J.-O. Bosset (2002a). "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.
- Collomb, M., U. Bütikofer, R. Sieber, B. Jeangros and J.-O. Bosset (2002b). "Correlation between fatty acids in cows' milk fat produced in the Lowlands, Mountains and Highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder." *International Dairy Journal* 12: 661-666.
- Collomb, M., H. Eyer and R. Sieber (2002c). "Chemische Struktur und Fettsäureverteilung des Milchfettes." *Agrarforschung* 9(6): 240-245.
- Collomb, M., R. Sieber and U. Bütikofer (2004). "CLA isomers in milk fat from cows fed diets with high levels of unsaturated fatty acids." *Lipids* 39(4): 355-364.
- Corl, B. A., L. H. Baumgard, D. A. Dwyer, J. M. Griinari, B. S. Phillips and D. E. Bauman (2001). "The role of Delta(9)-desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA." *J Nutr Biochem* 12(11): 622-630.
- Corl, B. A., L. H. Baumgard, J. M. Griinari, P. Delmonte, K. M. Morehouse, M. P. Yurawecz and D. E. Bauman (2002). "Trans-7,cis-9 CLA is synthesized endogenously by delta9-desaturase in dairy cows." *Lipids* 37(7): 681-688.
- D-A-CH (2012). "Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr"
<http://www.dge.de/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=3&page=1>
1. Stand: 23.3.2012
- De Caterina, R. (2011). "n-3 fatty acids in cardiovascular disease." *N Engl J Med* 364(25): 2439-2450.
- de Lorgeril, M., P. Salen, J. L. Martin, I. Monjaud, J. Delaye and N. Marmel (1999). "Mediterranean diet, traditional risk factors, and the rate of cardiovascular complications after myocardial infarction: final report of the Lyon Diet Heart Study." *Circulation* 99(6): 779-785.

- de Veth, M. J., J. M. Griinari, A. M. Pfeiffer and D. E. Bauman (2004). "Effect of CLA on milk fat synthesis in dairy cows: comparison of inhibition by methyl esters and free fatty acids, and relationships among studies." *Lipids* 39(4): 365-372.
- Dhaka, V., N. Gulia, K. S. Ahlawat and B. S. Khatkar (2011). "Trans fats - sources, health risks and alternative approach - A review." *J Food Sci Technol* 48(5): 534-541.
- Dhiman, T. R., G. R. Anand, L. D. Satter and M. W. Pariza (1999). "Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets." *J Dairy Sci* 82(10): 2146-2156.
- Dhiman, T. R., L. D. Satter, M. W. Pariza, M. P. Galli, K. Albright and M. X. Tolosa (2000). "Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid." *J Dairy Sci* 83(5): 1016-1027.
- Ebermann, R. and I. Elmadfa (2008). *Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung*, Wien, Springer-Verlag.79-87
- Eder, K. (2007). "Wirkung von konjugierten Fettsäuren (CLA) bei der Milchkuh. Vortrag auf der Vilomix-Fachtagung 2006/2007." www.vilomix.com/pdf_files/tiererhnaehrung/cla_milchvieh_eder_vilomix_07.pdf. Stand. 5.3.2012
- Egger, P., G. Holzer, S. Segato, E. Werth, F. Schwienbacher, G. Peratoner, I. Andrighetto and A. Kasal (2007). "Effects of oilseed supplements on milk production and quality in dairy cows fed a hay-based diet." *Ital.J.Anim.Sci.* 6: 395-405.
- Ellis, K. A., G. Innocent, D. Grove-White, P. Cripps, W. G. McLean, C. V. Howard and M. Mihm (2006). "Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk." *J Dairy Sci* 89(6): 1938-1950.
- Elmadfa, I. (2004). *Ernährungslehre*, Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer.92-94
- Elmadfa, I., H. Freisling, V. Nowak and D. Hofstädter (2011). *Österreichischer Ernährungsbericht 2008*, 3. Auflage. 3. Auflage, Wien, Institut für Ernährungswissenschaften.29,129-132
- Elwood, P. C., J. E. Pickering, D. I. Givens and J. E. Gallacher (2010). "The consumption of milk and dairy foods and the incidence of vascular disease and diabetes: an overview of the evidence." *Lipids* 45(10): 925-939.
- Emken, E. A., R. O. Adlof and R. M. Gulley (1994). "Dietary linoleic acid influences desaturation and acylation of deuterium-labeled linoleic and linolenic acids in young adult males." *Biochim Biophys Acta* 1213(3): 277-288.

- Eulitz, K., M. P. Yurawecz, N. Sehat, J. Fritsche, J. A. Roach, M. M. Mossoba, J. K. Kramer, R. O. Adlof and Y. Ku (1999). "Preparation, separation, and confirmation of the eight geometrical cis/trans conjugated linoleic acid isomers 8,10- through 11,13-18:2." *Lipids* 34(8): 873-877.
- Fall, N. and U. Emanuelson (2011). "Fatty acid content, vitamins and selenium in bulk tank milk from organic and conventional Swedish dairy herds during the indoor season." *J Dairy Res* 78(3): 287-292.
- Foissy, H. (1997). *Milchtechnologie - Eine vorlesungsorientierte Darstellung*, Wien, IMB-Verlag.4,7-9
- Frelich, J., M. Šlachta, O. Hanuš, J. Špička and E. Samková (2009). "Fatty acid composition of cow milk fat produced on low-input mountain farms." *Czech J. Anim. Sci.* 54(12): 532-539.
- Fritsche, J. and H. Steinhart (1997). "Contents of trans fatty acids (TFA) in German foods and estimation of daily intake." *Lipid* 99(9): 314-318.
- Geisler, A. and W. Ginzinger (2010). "Heumilch - Eine besondere Qualität?" 37. *Viehwirtschaftliche Fachtagung* 13. und 14. April 2010: 81-82.
- German, J. B., R. A. Gibson, R. M. Krauss, P. Nestel, B. Lamarche, W. A. van Staveren, J. M. Steijns, L. C. de Groot, A. L. Lock and F. Destailats (2009). "A reappraisal of the impact of dairy foods and milk fat on cardiovascular disease risk." *Eur J Nutr* 48(4): 191-203.
- Ginzinger, W., F. Eliskases-Lechner and F. Osl (2001). "Einfluss der Silage auf die Milch." *ALVA Jahrestagung 2001*, 29.-31.05.2001, Wolfpassing: 161-162.
- Ginzinger, W. and E. Tschager (1993). "Einfluss der Fütterung auf Qualität von Milch und Milchprodukten." *Österr. Braunvieh* 23: 4-6.
- Givens, D. I. (2010). "Milk and meat in our diet: good or bad for health?" *Animal* 4(12): 1941-1952.
- Gleissman, H., J. I. Johnsen and P. Kogner (2010). "Omega-3 fatty acids in cancer, the protectors of good and the killers of evil?" *Exp Cell Res* 316(8): 1365-1373.
- Goldbohm, R. A., A. M. Chorus, F. Galindo Garre, L. J. Schouten and P. A. van den Brandt (2011). "Dairy consumption and 10-y total and cardiovascular mortality: a prospective cohort study in the Netherlands." *Am J Clin Nutr* 93(3): 615-627.
- Goyens, P. L., M. E. Spilker, P. L. Zock, M. B. Katan and R. P. Mensink (2006). "Conversion of alpha-linolenic acid in humans is influenced by the absolute amounts of alpha-linolenic acid and linoleic acid in the diet and not by their ratio." *Am J Clin Nutr* 84(1): 44-53.

- Grega, T., M. Sady, D. Najgebauer, J. Domagala, H. Pustkowiak and B. Faber (2005). "Factors affecting the level of conjugated linoleic acid (CLA) in milk from different cow's breeds." *Biotechnology in Animal Husbandry* 21(5-6): 241-244.
- Griinari, J. M., B. A. Corl, S. H. Lacy, P. Y. Chouinard, K. V. Nurmela and D. E. Bauman (2000). "Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Delta(9)-desaturase." *J Nutr* 130(9): 2285-2291.
- Grob, K. and M. Biedermann (2000). "Video-taped sample evaporation in hot chambers simulating gas chromatography split/splitless injectors. I. Thermospray injection." *J Chromatogr A* 897(1-2): 237-246.
- Groll, M. and G. Loitzl (2007). *Die 50 größten Bio-Lügen*, Wien, Hubert Krenn VerlagsgesmbH.46-47
- Ha, Y. L., N. K. Grimm and M. W. Pariza (1987). "Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid." *Carcinogenesis* 8(12): 1881-1887.
- Ha, Y. L., J. Storkson and M. W. Pariza (1990). "Inhibition of benzo(a)pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid." *Cancer Res* 50(4): 1097-1101.
- Hahn, A. (2008). "Risiko trans-Fettsäuren?" http://www.suessefacts.de/suessefacts.de/pdf-download/sf_wpd0108.pdf. *LCI Moderne Ernährung Heute* 1: 8-13.
- Halade, G. V., M. M. Rahman and G. Fernandes (2010). "Differential effects of conjugated linoleic acid isomers in insulin-resistant female C57Bl/6J mice." *J Nutr Biochem* 21(4): 332-337.
- Haug, A., A. T. Hostmark and O. M. Harstad (2007). "Bovine milk in human nutrition - a review." *Lipids Health Dis* 6: 25.
- Hauswirth, C. B., M. R. Scheeder and J. H. Beer (2004). "High omega-3 fatty acid content in alpine cheese: the basis for an alpine paradox." *Circulation* 109(1): 103-107.
- Heaney, R. P. (2009). "Dairy and bone health." *J Am Coll Nutr* 28 Suppl 1: 82S-90S.
- Hofbauer, A. (2010). "Trans-Fettsäuren: Situation in Österreich." *Journal für Ernährungsmedizin* 12(1): 14-19.
- Hooper, L., R. L. Thompson, R. A. Harrison, C. D. Summerbell, A. R. Ness, H. J. Moore, H. V. Worthington, P. N. Durrington, J. P. Higgins, N. E. Capps, R. A. Riemersma, S. B. Ebrahim and G. Davey Smith (2006). "Risks and benefits of

- omega 3 fats for mortality, cardiovascular disease, and cancer: systematic review." *BMJ* 332(7544): 752-760.
- Houseknecht, K. L., J. P. Vanden Heuvel, S. Y. Moya-Camarena, C. P. Portocarrero, L. W. Peck, K. P. Nickel and M. A. Belury (1998). "Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty fa/fa rat." *Biochem Biophys Res Commun* 244(3): 678-682.
- Hu, F. B., M. J. Stampfer, J. E. Manson, A. Ascherio, G. A. Colditz, F. E. Speizer, C. H. Hennekens and W. C. Willett (1999a). "Dietary saturated fats and their food sources in relation to the risk of coronary heart disease in women." *Am J Clin Nutr* 70(6): 1001-1008.
- Hu, F. B., M. J. Stampfer, J. E. Manson, E. Rimm, G. A. Colditz, B. A. Rosner, C. H. Hennekens and W. C. Willett (1997). "Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women." *N Engl J Med* 337(21): 1491-1499.
- Hu, F. B., M. J. Stampfer, J. E. Manson, E. B. Rimm, A. Wolk, G. A. Colditz, C. H. Hennekens and W. C. Willett (1999b). "Dietary intake of alpha-linolenic acid and risk of fatal ischemic heart disease among women." *Am J Clin Nutr* 69(5): 890-897.
- Hunter, J. E. (2006). "Dietary trans fatty acids: review of recent human studies and food industry responses." *Lipids* 41(11): 967-992.
- Huth, P. J. and K. M. Park (2012). "Influence of dairy product and milk fat consumption on cardiovascular disease risk: a review of the evidence." *Adv Nutr* 3(3): 266-285.
- Intorre, F., M. S. Foddai, E. Azzini, B. Martin, M. C. Montel, G. Catasta, E. Toti, E. Finotti, L. Palomba, E. Venneria, A. Raguzzini, A. Fumagalli, M. F. Testa, L. Rossi and G. Maiani (2011). "Differential effect of cheese fatty acid composition on blood lipid profile and redox status in normolipidemic volunteers: a pilot study." *Int J Food Sci Nutr* 62(6): 660-669.
- Investigators, G.-P. (1999). "Dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids and vitamin E after myocardial infarction: results of the GISSI-Prevenzione trial. Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'Infarto miocardico." *Lancet* 354(9177): 447-455.
- Ip, C., S. Banni, E. Angioni, G. Carta, J. McGinley, H. J. Thompson, D. Barbano and D. Bauman (1999). "Conjugated linoleic acid-enriched butter fat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats." *J Nutr* 129(12): 2135-2142.

- Ip, C., S. F. Chin, J. A. Scimeca and M. W. Pariza (1991). "Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid." *Cancer Res* 51(22): 6118-6124.
- Jakobsen, M. U., E. J. O'Reilly, B. L. Heitmann, M. A. Pereira, K. Balter, G. E. Fraser, U. Goldbourt, G. Hallmans, P. Knekt, S. Liu, P. Pietinen, D. Spiegelman, J. Stevens, J. Virtamo, W. C. Willett and A. Ascherio (2009). "Major types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a pooled analysis of 11 cohort studies." *Am J Clin Nutr* 89(5): 1425-1432.
- Jenkins, T. C. (1993). "Lipid metabolism in the rumen." *J Dairy Sci* 76(12): 3851-3863.
- Jenkins, T. C. and M. A. McGuire (2006). "Major advances in nutrition: impact on milk composition." *J Dairy Sci* 89(4): 1302-1310.
- Jonsson, A. (1990). "Enumeration and confirmation of *Clostridium tyrobutyricum* in silages using neutral red, D-cycloserine, and lactate dehydrogenase activity." *J Dairy Sci* 73(3): 719-725.
- Kay, J. K., T. R. Mackle, M. J. Auldist, N. A. Thomson and D. E. Bauman (2004). "Endogenous synthesis of cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid in dairy cows fed fresh pasture." *J Dairy Sci* 87(2): 369-378.
- Kelly, M. L., J. R. Berry, D. A. Dwyer, J. M. Griinari, P. Y. Chouinard, M. E. Van Amburgh and D. E. Bauman (1998a). "Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows." *J Nutr* 128(5): 881-885.
- Kelly, M. L., E. S. Kolver, D. E. Bauman, M. E. Van Amburgh and L. D. Muller (1998b). "Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows." *J Dairy Sci* 81(6): 1630-1636.
- Kelsey, J. A., B. A. Corl, R. J. Collier and D. E. Bauman (2003). "The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows." *J Dairy Sci* 86(8): 2588-2597.
- Kepler, C. R., K. P. Hirons, J. J. McNeill and S. B. Tove (1966). "Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*." *J Biol Chem* 241(6): 1350-1354.
- Keys, A. (1980). *Seven Countries: A Multivariate of Death and Coronary Heart Disease*, Cambridge, MA, Harvard University Press
- Khanal, R. C., T. R. Dhiman, A. L. Ure, C. P. Brennand, R. L. Boman and D. J. McMahon (2005). "Consumer acceptability of conjugated linoleic acid-enriched

- milk and cheddar cheese from cows grazing on pasture." *J Dairy Sci* 88(5): 1837-1847.
- Kim, Y. J., R. H. Liu, J. L. Rychlik and J. B. Russell (2002). "The enrichment of a ruminal bacterium (*Megasphaera elsdenii* YJ-4) that produces the trans-10, cis-12 isomer of conjugated linoleic acid." *J Appl Microbiol* 92(5): 976-982.
- Koch, C., F.-J. Romberg, H. Steingaß and K.-H. Südekum (2011). "Einfluss von Rapskuchen auf die Milchfettzusammensetzung von hochleistenden Milchkühen." Tagungsband des 10. BOKU-Symposiums "Tierernährung: Gesunde Tierernährung - Qualität vom Futtermittel bis zum Nahrungsmittel" am 28.05.2011: 70-76. http://www.boku.ac.at/tte-symposium/TTE/Tagungsband/BOKU_Symposium_2011.pdf Stand: 17.5.2012
- Kraft, J., M. Collomb, P. Mockel, R. Sieber and G. Jahreis (2003). "Differences in CLA isomer distribution of cow's milk lipids." *Lipids* 38(6): 657-664.
- Kramer, J. K., P. W. Parodi, R. G. Jensen, M. M. Mossoba, M. P. Yurawecz and R. O. Adlof (1998). "Rumenic acid: a proposed common name for the major conjugated linoleic acid isomer found in natural products." *Lipids* 33(8): 835.
- Lanou, A. J., S. E. Berkow and N. D. Barnard (2005). "Calcium, dairy products, and bone health in children and young adults: a reevaluation of the evidence." *Pediatrics* 115(3): 736-743.
- Lee, K. N., D. Kritchevsky and M. W. Pariza (1994). "Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits." *Atherosclerosis* 108(1): 19-25.
- Leiber, F., M. Kreuzer, B. Jörg, H. Leuenberger and H.-R. Wettstein (2004a). "Contribution of altitude and Alpine origin of forage to the influence of Alpine sojourn of cows on intake, nitrogen conversion, metabolic stress and milk synthesis." *Animal Science* 78: 451-466.
- Leiber, F., M. Kreuzer, D. Nigg, H. R. Wettstein and M. R. Scheeder (2005). "A study on the causes for the elevated n-3 fatty acids in cows' milk of alpine origin." *Lipids* 40(2): 191-202.
- Leiber, F., M. R. L. Scheeder, H.-R. Wettstein and M. Kreuzer (2004b). "Die besondere Fettzusammensetzung der Alpmilch: Was sind die Ursachen?" Schriftenreihe der Fachtagung "Lipide in Fleisch, Milch und Ei - Herausforderung für die Tierernährung" aus dem Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich. 25: 69-80.
<http://alpwirtschaft.com/Dateien/A2/Almmilchqualitaet/Alpmilch%20Schweiz.pdf>
Stand: 4.5.2012

- MacDonald, H. B. (2000). "Conjugated linoleic acid and disease prevention: a review of current knowledge." *J Am Coll Nutr* 19(2 Suppl): 111S-118S.
- Martini, L. A. and R. J. Wood (2009). "Milk intake and the risk of type 2 diabetes mellitus, hypertension and prostate cancer." *Arq Bras Endocrinol Metabol* 53(5): 688-694.
- Mayr, J. (2012). "Heumilch bei Billa - Wer gewinnt? Wer verliert?" Vortrag Zukunftswerkstätte Milchmarkt 2020, 26. März 2012, Salzburg.
- McCrorie, T. A., E. M. Keaveney, J. M. Wallace, N. Binns and M. B. Livingstone (2011). "Human health effects of conjugated linoleic acid from milk and supplements." *Nutr Res Rev* 24(2): 206-227.
- McGuire, M. A. and M. K. McGuire (1999). "Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health." *Proceedings of the American Society of Animal Science*.
- Mente, A., L. de Koning, H. S. Shannon and S. S. Anand (2009). "A systematic review of the evidence supporting a causal link between dietary factors and coronary heart disease." *Arch Intern Med* 169(7): 659-669.
- Metzner, C. and W. Lüder (2007). "Pflanzliche ω 3- und ω 6-Fettsäuren." *Pharm. Unserer Zeit* 2(36): 134-141.
- Meyer, H. H. D. (2005). "Lipide der Milch: Biosynthese, Transport und Funktion." *dmz* 1/2005: 24-27.
- Micha, R. and D. Mozaffarian (2008). "Trans fatty acids: effects on cardiometabolic health and implications for policy." *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 79(3-5): 147-152.
- Milner, J. A. (1999). "Functional foods and health promotion." *J Nutr* 129(7 Suppl): 1395S-1397S.
- Mohammed, R., C. S. Stanton, J. J. Kennelly, J. K. Kramer, J. F. Mee, D. R. Glimm, M. O'Donovan and J. J. Murphy (2009). "Grazing cows are more efficient than zero-grazed and grass silage-fed cows in milk rumenic acid production." *J Dairy Sci* 92(8): 3874-3893.
- Molan, A. L., G. T. Attwood, B. R. Min and W. C. McNabb (2001). "The effect of condensed tannins from *Lotus pedunculatus* and *Lotus corniculatus* on the growth of proteolytic rumen bacteria in vitro and their possible mode of action." *Can J Microbiol* 47(7): 626-633.
- Morel, I., U. Wyss and M. Collomb (2006). "Grünfütter- oder Silagezusammensetzung und Milchinhaltsstoffe." *AGRARForschung* 13(6).

- Morel, I., U. Wyss, M. Collomb and U. Bütikofer (2005). "Grün- oder Dürrfutterzusammensetzung und Milchinhaltstoffe." *AGRARForschung* 12(11-12): 496-501.
- Mozaffarian, D., A. Aro and W. C. Willett (2009). "Health effects of trans-fatty acids: experimental and observational evidence." *Eur J Clin Nutr* 63 Suppl 2: S5-21.
- Mozaffarian, D., R. Micha and S. Wallace (2010). "Effects on coronary heart disease of increasing polyunsaturated fat in place of saturated fat: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials." *PLoS Med* 7(3): e1000252.
- Mozaffarian, D. and J. H. Wu (2011). "Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events." *J Am Coll Cardiol* 58(20): 2047-2067.
- Munday, J. S., K. G. Thompson and K. A. James (1999). "Dietary conjugated linoleic acids promote fatty streak formation in the C57BL/6 mouse atherosclerosis model." *Br J Nutr* 81(3): 251-255.
- Nakamura, Y. K., N. Flintoff-Dye and S. T. Omaye (2008). "Conjugated linoleic acid modulation of risk factors associated with atherosclerosis." *Nutr Metab (Lond)* 5: 22.
- Neuhofer, K. (2010). "Heumilch-Produktion - Eine echte Chance?" 37. Viehwirtschaftliche Fachtagung 13. und 14. April 2010: 69-70.
- Nicolosi, R. J., E. J. Rogers, D. Kritchevsky, J. A. Scimeca and P. J. Huth (1997). "Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters." *Artery* 22(5): 266-277.
- Palmquist, D. L., A. D. Beaulieu and D. M. Barbano (1993). "Feed and animal factors influencing milk fat composition." *J Dairy Sci* 76(6): 1753-1771.
- Pariza, M. W., S. H. Ashoor, F. S. Chu and D. B. Lund (1979). "Effects of temperature and time on mutagen formation in pan-fried hamburger." *Cancer Lett* 7(2-3): 63-69.
- Pariza, M. W. and W. A. Hargraves (1985). "A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumors by 7,12-dimethylbenz[a]anthracene." *Carcinogenesis* 6(4): 591-593.
- Pariza, M. W., Y. Park and M. E. Cook (2001). "The biologically active isomers of conjugated linoleic acid." *Prog Lipid Res* 40(4): 283-298.
- Parodi, P. W. (1977). "Conjugated octadecadienoic acids of milk fat." *J Dairy Sci* 60: 1550-1553.

- Perfield, J. W., 2nd, A. Saebo and D. E. Bauman (2004). "Use of conjugated linoleic acid (CLA) enrichments to examine the effects of trans-8, cis-10 CLA, and cis-11, trans-13 CLA on milk-fat synthesis." *J Dairy Sci* 87(5): 1196-1202.
- Pottier, J., M. Focant, C. Debier, G. De Buysser, C. Goffe, E. Mignolet, E. Froidmont and Y. Larondelle (2006). "Effect of dietary vitamin E on rumen biohydrogenation pathways and milk fat depression in dairy cows fed high-fat diets." *J Dairy Sci* 89(2): 685-692.
- Prandini, A., S. Sigolo and G. Piva (2009). "Conjugated linoleic acid (CLA) and fatty acid composition of milk, curd and Grana Padano cheese in conventional and organic farming systems." *J Dairy Res* 76(3): 278-282.
- Precht, D. and J. Molkentin (1997). "Effect of feeding on conjugated cis delta 9, trans delta 11-octadecadienoic acid and other isomers of linoleic acid in bovine milk fats." *Nahrung* 41(6): 330-335.
- Ralston, R. A., J. H. Lee, H. Truby, C. E. Palermo and K. Z. Walker (2012). "A systematic review and meta-analysis of elevated blood pressure and consumption of dairy foods." *J Hum Hypertens* 26(1): 3-13.
- RollAMA (2012). "Markentwicklung Heumilchprodukte Chart 11." http://www.ama-marketing.at/home/groups/4/Charts_RollAMA_final.pdf. Stand. 5.8.2012
- Röse-Gottlieb (1987). "International IDF Standard 1C:1987:Milk. Determination of Fat Content - Rose Gottlieb Gravimetric Method."
- Schlimme, E. and W. Buchheim (1999). *Milch und ihre Inhaltsstoffe: chemische und physikalische Eigenschaften*, 2. überarbeitete Auflage, Gelsenkirchen, Verlag Th. Mann.10-20
- Schori, F. (2007). "Steuerung der Milchfettzusammensetzung bei der Kuh durch die Fütterung." Vortrag für Info Milchproduzenten Landiswil, Nesselgraben und Schwanden am 12. September 2007.
- Schori, F., C. Fragnière, W. Schaeren and W. Stoll (2005). "Leinsamen und Sonnenblumenkerne in der Milchviehfütterung." *AGRARForschung* 12(11-12): 502-507.
- Schreiner, M. and H. W. Hulan (2004). "Determination of the carbon deficiency in the flame ionization detector response of long-chain fatty acid methyl esters and dicarboxylic acid dimethyl esters." *J Chromatogr A* 1045(1-2): 197-202.
- Schreiner, M. and W. Windisch (2006). "Supplementation of cow diet with rapeseed and carrots: influence on fatty acid composition and carotene content of the butter fat." *J Food Lipids* 13(4): 434-444.

- Shultz, T. D., B. P. Chew, W. R. Seaman and L. O. Luedecke (1992). "Inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and beta-carotene on the in vitro growth of human cancer cells." *Cancer Lett* 63(2): 125-133.
- Sieber, R. (1995). "Konjugierte Linolsäuren in Lebensmitteln: eine Übersicht." *Ernährung* 6: 265-270.
- Sieber, R. (2011). "Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten schweizerischer Herkunft." *ALP science* 538.
- Sieber, R., R. Badertscher, U. Bütikofer, M. Collomb and B. Nick (1998). "Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von schweizerischer Butter." *Mitt. Gebiete Lebensm. Hygiene* 89: 84-96.
- Simopoulos, A. P. (2008). "The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases." *Exp Biol Med (Maywood)* 233(6): 674-688.
- Siri-Tarino, P. W., Q. Sun, F. B. Hu and R. M. Krauss (2010a). "Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease." *Am J Clin Nutr* 91(3): 535-546.
- Siri-Tarino, P. W., Q. Sun, F. B. Hu and R. M. Krauss (2010b). "Saturated fatty acids and risk of coronary heart disease: modulation by replacement nutrients." *Curr Atheroscler Rep* 12(6): 384-390.
- Skeaff, C. M. and J. Miller (2009). "Dietary fat and coronary heart disease: summary of evidence from prospective cohort and randomised controlled trials." *Ann Nutr Metab* 55(1-3): 173-201.
- Soedamah-Muthu, S. S., E. L. Ding, W. K. Al-Delaimy, F. B. Hu, M. F. Engberink, W. C. Willett and J. M. Geleijnse (2011). "Milk and dairy consumption and incidence of cardiovascular diseases and all-cause mortality: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies." *Am J Clin Nutr* 93(1): 158-171.
- Stehle, P. (2006). "Bedeutung von Omega-3-Fettsäuren in der Humanernährung." Tagungsband des interdisziplinären Symposiums "Omega 3 Weidemilch - Chancen und Möglichkeiten für Milch- und Rindfleischerzeugnisse vom Grünland" in Kempten, 14.03.2006: 4-5.
- Stockdale, C. R., G. P. Walker, W. J. Wales, D. E. Dalley, A. Birkett, Z. Shen and P. T. Doyle (2003). "Influence of pasture and concentrates in the diet of grazing dairy cows on the fatty acid composition of milk." *J Dairy Res* 70(3): 267-276.

- Stoll, W., H. Sollberger, M. Collomb and W. Schaeren (2003). "Raps- und Leinsamen sowie Sonnenblumenkerne in der Milchviehfütterung." *AGRARForschung* 10(9): 354-359.
- Szakály, Z., B. H. Kovács, V. Szente and S. Szakály (2010). "Conjugated linoleic acid intake of the population of the EU-25 - the role of dairy products." *Milchwissenschaft* 65(3): 258-262.
- Toomey, S., B. Harhen, H. M. Roche, D. Fitzgerald and O. Belton (2006). "Profound resolution of early atherosclerosis with conjugated linoleic acid." *Atherosclerosis* 187(1): 40-49.
- Toomey, S., H. Roche, D. Fitzgerald and O. Belton (2003). "Regression of pre-established atherosclerosis in the apoE^{-/-} mouse by conjugated linoleic acid." *Biochem Soc Trans* 31(Pt 5): 1075-1079.
- Visonneau, S., A. Cesano, S. A. Tepper, J. A. Scimeca, D. Santoli and D. Kritchevsky (1997). "Conjugated linoleic acid suppresses the growth of human breast adenocarcinoma cells in SCID mice." *Anticancer Res* 17(2A): 969-973.
- Vrablik, M., M. Prusikova, M. Snejdrllova and L. Zlatohlavek (2009). "Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease risk: do we understand the relationship?" *Physiol Res* 58 Suppl 1: 19-26.
- Wagner, K.-H., S. Kanzler and E. Plasser (2009). "Die Situation der trans-Fettsäuren - Immer noch ein Problem?" Publikation im Österreichischen Ernährungsbericht 2008: 289-295.
- Wahle, K. W., S. D. Heys and D. Rotondo (2004). "Conjugated linoleic acids: are they beneficial or detrimental to health?" *Prog Lipid Res* 43(6): 553-587.
- Wall, R., R. P. Ross, G. F. Fitzgerald and C. Stanton (2010). "Fatty acids from fish: the anti-inflammatory potential of long-chain omega-3 fatty acids." *Nutr Rev* 68(5): 280-289.
- Weggemans, R. M., M. Rudrum and E. A. Trautwein (2004). "Intake of ruminant versus industrial trans fatty acids and risk of coronary heart disease – what is the evidence?" *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 106: 390-397.
- Weinsier, R. L. and C. L. Krumdieck (2000). "Dairy foods and bone health: examination of the evidence." *Am J Clin Nutr* 72(3): 681-689.
- Weiß, D., H. Kienberger and H. M. Eichinger (2006). "Fettsäuremuster der Milch in Abhängigkeit praxisüblicher Fütterungsstrategien." Tagungsband des interdisziplinären Symposiums "Omega 3 Weidemilch - Chancen und

- Möglichkeiten für Milch- und Rindfleischerzeugnisse vom Grünland" in Kempten, 14.03.2006: 12-13.
- Westermair, T. (2006). "Fettsäurezusammensetzung in der Molkereimilch und in Alpmilch." Tagungsband des interdisziplinären Symposiums "Omega 3 Weidemilch - Chancen und Möglichkeiten für Milch- und Rindfleischerzeugnisse vom Grünland" in Kempten, 14.03.2006: 10-11.
- Wiking, L., P. K. Theil, J. H. Nielsen and M. T. Sorensen (2010). "Effect of grazing fresh legumes or feeding silage on fatty acids and enzymes involved in the synthesis of milk fat in dairy cows." *J Dairy Res* 77(3): 337-342.
- Wolff, R. L., D. Precht and J. Molkentin (1998). Occurrence and distribution profiles of trans-18:1 acids in edible fats of natural origin. In: J. L. Sébédio, W. W. Christie, editors. *Trans fatty acids in human nutrition*, Dundee (UK), The Oily Press
- Wyss, U. and M. Collomb (2005). "Sonnenblumenkerne und Grünfutter: Milchfettzusammensetzung." *AGRARForschung* 12(11-12): 508-513.
- Wyss, U. and M. Collomb (2007). "Milchfettzusammensetzung bei Kunst- und Naturwiesenfutter." *AGRARForschung* 14(9): 418-423.
- Wyss, U., M. Collomb, H. J. Frey and P. Hofstetter (2010). "Seasonal variation in fatty acid contents of cow milk from indoor and pasture-based feeding." *Grassland Science in Europe* 15: 634-636.
- Yashodhara, B. M., S. Umakanth, J. M. Pappachan, S. K. Bhat, R. Kamath and B. H. Choo (2009). "Omega-3 fatty acids: a comprehensive review of their role in health and disease." *Postgrad Med J* 85(1000): 84-90.
- Yokoyama, M., H. Origasa, M. Matsuzaki, Y. Matsuzawa, Y. Saito, Y. Ishikawa, S. Oikawa, J. Sasaki, H. Hishida, H. Itakura, T. Kita, A. Kitabatake, N. Nakaya, T. Sakata, K. Shimada and K. Shirato (2007). "Effects of eicosapentaenoic acid on major coronary events in hypercholesterolaemic patients (JELIS): a randomised open-label, blinded endpoint analysis." *Lancet* 369(9567): 1090-1098.
- Zhou, X. R., C. H. Sun, J. R. Liu and D. Zhao (2008). "Dietary conjugated linoleic acid increases PPAR gamma gene expression in adipose tissue of obese rat, and improves insulin resistance." *Growth Horm IGF Res* 18(5): 361-368.

ANHANG

Relative Fettsäurezusammensetzung der Heumilchkäseproben

Fettsäure/Probennr.	Vorarlberger Bergkäse (Lingenau)					
	7	28	66	87	124	141
C 4:0	3,8	4,32	4,69	5,01	4,77	4,54
C 6:0	1,98	2,35	2,59	2,76	2,67	2,48
C 8:0	1,08	1,33	1,44	1,54	1,47	1,41
C 10:0	2,23	2,82	3,1	3,31	3,29	2,93
C 11:0	0,25	0,31	0,35	0,36	0,35	0,3
C 12:0	2,51	3,2	3,5	3,73	3,72	3,26
C 13i	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
C 13ai	0,07	0,08	0,1	0,09	0,07	0,07
C 13:0	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08
C 12:1	0,06	0,08	0,07	0,09	0,09	0,07
C 14i	0,13	0,14	0,15	0,15	0,15	0,12
C 14:0	9,74	11,48	12,07	12,78	12,59	11,38
C 15i	0,27	0,25	0,28	0,27	0,28	0,27
C 15ai	0,52	0,5	0,51	0,51	0,52	0,55
C 14:1	0,83	0,97	1,09	1,07	1,05	0,92
C 15:0	1,11	1,17	1,2	1,19	1,19	1,18
C 16i	0,26	0,27	0,26	0,26	0,28	0,24
C 16:0	27,36	30,29	31,75	32,36	31,97	27,37
C 17i	0,54	0,47	0,4	0,39	0,4	0,47
C 16:1n9	0,23	0,19	0,2	0,2	0,19	0,17
C 16:1n7 + C17ai	1,53	1,61	1,72	1,66	1,68	1,53
C 17:0	0,7	0,74	0,73	0,69	0,72	0,62
C 18i	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,07
C 17:1	0,23	0,22	0,2	0,2	0,19	0,22
C 18:0	10,8	9,24	8,05	7,89	8,34	9,96
C 18:1n9t gesamt	4,86	3,26	2,48	2,53	2,57	3,93
C 18:1n9c	20,92	18,21	16,02	15,52	16,04	19,16
C 18:1n11c	0,57	0,52	0,43	0,42	0,46	0,6
C 19:0	0,21	0,17	0,13	0,13	0,13	0,2
C 18:2n6t gesamt	0,92	0,47	0,51	0,43	0,37	0,63
C 18:2n6c	1,47	1,46	1,4	1,36	1,39	1,41
C 20:0	0,14	0,14	0,13	0,09	0,1	0,14
C 20:1	0,03	0,02	0,69	0,02	0,02	0,03
C 18:3n3	0,85	0,94	0,92	0,84	0,81	0,77
C 18:2c9t11	1,66	1,12	0,87	0,76	0,77	1,3
C 21:0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
C 20:2	0,02	n.d.	0,02	0,01	0,01	0,02
C 22:0	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,06
C 20:3n6	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04
C 20:4n6	0,07	0,04	0,06	0,05	0,06	0,06
C 23:0	0,02	0,02	0,63	0,02	0,03	0,02
C 22:2	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
C 20:5n3	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06
C 24:0	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,04
C 22:5n3	0,09	0,08	0,05	0,09	0,09	0,08
Unknown Peaks	1,49	1,13	0,83	0,86	0,83	1,15

Fettsäure/Probennr.	Vorarlberger Bergkäse (Schlins-Röns)					
	8	26	64	86	123	144
C 4:0	4,06	4,32	4,61	4,69	4,76	4,43
C 6:0	2,28	2,34	2,6	2,66	2,61	2,15
C 8:0	1,31	1,31	1,47	1,5	1,43	1,11
C 10:0	2,82	2,8	3,25	3,33	3,06	2,14
C 11:0	0,32	0,3	0,34	0,34	0,31	0,24
C 12:0	3,26	3,2	3,64	3,66	3,36	2,38
C 13i	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
C 13ai	0,1	0,07	0,09	0,09	0,08	0,05
C 13:0	0,1	0,08	0,09	0,08	0,07	0,05
C 12:1	0,1	0,08	0,1	0,1	0,09	0,07
C 14i	0,13	0,14	0,15	0,15	0,14	0,16
C 14:0	11,22	11,49	12,08	12,43	11,49	9,37
C 15i	0,26	0,25	0,26	0,28	0,28	0,31
C 15ai	0,5	0,49	0,52	0,53	0,53	0,59
C 14:1	1,06	1,02	1,03	1,03	0,89	0,8
C 15:0	1,29	1,19	1,17	1,26	1,2	1,15
C 16i	0,25	0,26	0,24	0,27	0,24	0,25
C 16:0	29,01	31,87	30,22	32,16	29,34	24,37
C 17i	0,5	0,4	0,4	0,38	0,45	0,58
C 16:1n9	0,23	0,18	0,21	0,2	0,24	0,32
C 16:1n7 + C17ai	1,75	1,76	1,65	1,69	1,68	1,54
C 17:0	0,74	0,75	0,7	0,71	0,69	0,72
C 18i	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,06
C 17:1	0,23	0,22	0,19	0,2	0,22	0,24
C 18:0	8,82	8,98	8,84	8,37	9,33	11,01
C 18:1n9t gesamt	3,86	2,54	2,59	2,21	3,12	4,97
C 18:1n9c	18,21	17,95	17,19	16,22	18,04	22,4
C 18:1n11c	0,51	0,5	0,52	0,47	0,55	0,73
C 19:0	0,18	0,15	0,16	0,13	0,15	0,23
C 18:2n6t gesamt	0,92	0,42	0,58	0,37	0,58	1,01
C 18:2n6c	1,56	1,62	1,67	1,47	1,59	1,62
C 20:0	0,13	0,14	0,12	0,1	0,12	0,19
C 20:1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
C 18:3n3	0,9	0,91	0,92	0,85	0,95	1,06
C 18:2c9t11	1,37	0,89	0,83	0,7	0,91	1,69
C 21:0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
C 20:2	0,02	n.d.	0,02	0,01	0,01	0,03
C 22:0	0,06	0,05	0,06	0,04	0,04	0,08
C 20:3n6	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03
C 20:4n6	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
C 23:0	0,02	n.d.	0,02	0,03	0,02	0,02
C 22:2	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
C 20:5n3	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
C 24:0	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,06
C 22:5n3	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08
Unknown Peaks	1,46	0,89	1,02	0,92	1,05	1,48

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Vorarlberger Bergkäse (Eichenberg-Lutzenreute)					
	10	27	65	89	126	142
C 4:0	3,07	4,13	4,5	4,69	1,74	4,44
C 6:0	1,66	2,29	2,56	2,62	1,48	2,35
C 8:0	0,92	1,32	1,47	1,51	1,07	1,28
C 10:0	2,01	2,89	3,26	3,4	2,73	2,66
C 11:0	0,22	0,32	0,36	0,36	0,28	0,3
C 12:0	2,46	3,33	3,65	3,88	3,36	2,99
C 13i	0,03	0,03	0,01	0,03	0,03	0,04
C 13ai	0,07	0,09	0,1	0,1	0,08	0,07
C 13:0	0,07	0,1	0,1	0,1	0,08	0,07
C 12:1	0,08	0,08	0,1	0,1	0,09	0,07
C 14i	0,1	0,12	0,13	0,14	0,11	0,11
C 14:0	9,68	11,03	12	12,44	11,76	10,66
C 15i	0,23	0,24	0,24	0,25	0,24	0,25
C 15ai	0,5	0,5	0,46	0,5	0,51	0,52
C 14:1	0,94	1,07	1,14	1,15	0,98	0,99
C 15:0	1,21	1,17	1,16	1,22	1,14	1,13
C 16i	0,23	0,22	0,22	0,23	0,23	0,22
C 16:0	27,42	28,12	30,24	30,58	29,78	27,11
C 17i	0,58	0,48	0,39	0,37	0,43	0,51
C 16:1n9	0,26	0,21	0,22	0,2	0,23	0,26
C 16:1n7 + C17ai	1,75	1,79	1,8	1,78	1,73	1,68
C 17:0	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7	0,64
C 18i	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	0,06
C 17:1	0,24	0,24	0,22	0,2	0,22	0,21
C 18:0	9,99	9,25	8,3	8,08	10,13	10,08
C 18:1n9t gesamt	5,02	3,74	2,58	2,56	3,59	4,1
C 18:1n9c	21,47	19,4	17,44	16,91	20,17	20,16
C 18:1n11c	0,6	0,56	0,49	0,51	0,63	0,66
C 19:0	0,21	0,17	0,15	0,13	0,16	0,17
C 18:2n6t gesamt	1,15	0,82	0,6	0,47	0,7	0,69
C 18:2n6c	1,66	1,54	1,78	1,66	1,87	1,56
C 20:0	0,13	0,12	0,14	0,1	0,12	0,13
C 20:1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
C 18:3n3	0,98	0,84	0,98	0,88	0,92	0,7
C 18:2c9t11	1,97	1,3	0,85	0,75	1	1,47
C 21:0	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
C 20:2	0,04	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02
C 22:0	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06
C 20:3n6	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
C 20:4n6	0,07	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06
C 23:0	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01
C 22:2	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
C 20:5n3	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05
C 24:0	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04
C 22:5n3	0,09	0,09	0,09	0,1	0,1	0,07
Unknown Peaks	1,74	1,23	1,1	0,92	1,21	1,25

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	F.M. Felder Bergkäse (Schoppernau)					
	9	29	67	88	125	143
C 4:0	4,04	4,44	4,89	1,78	4,65	4,39
C 6:0	1,99	2,45	2,69	1,53	2,54	2,28
C 8:0	1,04	1,37	1,48	1,09	1,41	1,25
C 10:0	2,04	2,94	3,19	2,83	3,06	2,53
C 11:0	0,22	0,3	0,35	0,31	0,31	0,26
C 12:0	2,3	3,34	3,56	3,54	3,42	2,77
C 13i	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04
C 13ai	0,05	0,07	0,08	0,1	0,08	0,07
C 13:0	0,05	0,08	0,09	0,09	0,08	0,06
C 12:1	0,07	0,08	0,07	0,09	0,09	0,07
C 14i	0,12	0,15	0,16	0,16	0,14	0,12
C 14:0	8,93	11,9	12,27	13,12	11,89	10,14
C 15i	0,24	0,25	0,29	0,28	0,27	0,27
C 15ai	0,51	0,49	0,51	0,54	0,57	0,58
C 14:1	0,73	0,94	1,06	1,16	0,94	0,8
C 15:0	1,12	1,21	1,23	1,34	1,25	1,1
C 16i	0,25	0,28	0,28	0,29	0,26	0,25
C 16:0	25,73	33,12	32,46	35,84	29,72	25,96
C 17i	0,62	0,4	0,39	0,39	0,48	0,61
C 16:1n9	0,27	0,17	0,2	0,21	0,24	0,28
C 16:1n7 + C17ai	1,57	1,6	1,69	1,78	1,61	1,69
C 17:0	0,8	0,75	0,75	0,76	0,7	0,71
C 18i	0,07	0,05	0,06	0,04	0,04	0,08
C 17:1	0,28	0,21	0,22	0,21	0,21	0,27
C 18:0	11,06	8,57	7,99	7,78	8,9	10,49
C 18:1n9t gesamt	4,92	2,46	2,28	2,44	3,64	4,75
C 18:1n9c	22,08	16,47	15,87	16,26	17,22	20,62
C 18:1n11c	0,62	0,43	0,44	0,42	0,48	0,72
C 19:0	0,2	0,14	0,18	0,13	0,14	0,2
C 18:2n6t gesamt	1,03	0,43	0,48	0,47	0,61	0,82
C 18:2n6c	1,8	1,68	1,67	1,64	1,44	1,44
C 20:0	0,15	0,14	0,1	0,11	0,12	0,14
C 20:1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
C 18:3n3	1,17	0,95	0,96	0,98	0,82	0,9
C 18:2c9t11	1,77	0,82	0,77	0,8	1,16	1,57
C 21:0	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
C 20:2	0,03	n.d.	0,02	0,01	0,02	0,02
C 22:0	0,07	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
C 20:3n6	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04
C 20:4n6	0,08	0,07	0,06	0,07	0,05	0,06
C 23:0	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
C 22:2	0,03	0,03	n.d.	0,02	0,03	0,03
C 20:5n3	0,07	0,07	0,07	0,08	0,06	0,06
C 24:0	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02	0,05
C 22:5n3	0,1	0,07	0,05	0,1	0,1	0,08
Unknown Peaks	1,53	0,86	0,85	0,97	1,03	1,29

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Hirschhubers Zillertaler Bergkäse					
	1	19	53	96	114	127
C 4:0	4,32	3,65	4,64	4,76	4,99	4,72
C 6:0	2,28	1,74	2,56	2,64	2,72	2,3
C 8:0	1,25	0,89	1,41	1,48	1,49	1,16
C 10:0	2,66	1,72	3,27	3,21	3,24	2,28
C 11:0	0,26	0,16	0,31	0,32	0,32	0,23
C 12:0	2,93	1,93	3,51	3,59	3,58	2,46
C 13i	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
C 13ai	0,06	0,05	0,08	0,09	0,09	0,05
C 13:0	0,07	0,04	0,08	0,08	0,08	0,05
C 12:1	0,09	0,05	0,09	0,08	0,1	0,06
C 14i	0,12	0,12	0,16	0,15	0,16	0,13
C 14:0	10,27	8,21	11,91	12,35	12,29	9,34
C 15i	0,25	0,25	0,27	0,27	0,29	0,25
C 15ai	0,53	0,48	0,51	0,5	0,53	0,53
C 14:1	0,79	0,63	0,92	0,96	0,96	0,7
C 15:0	1,24	0,95	1,22	1,21	1,3	1,02
C 16i	0,26	0,25	0,3	0,29	0,31	0,25
C 16:0	27,06	26,24	31,51	32,68	31,68	25,43
C 17i	0,54	0,53	0,15	0,38	0,41	0,52
C 16:1n9	0,24	0,25	0,19	0,19	0,2	0,28
C 16:1n7 + C17ai	1,59	1,72	1,75	1,73	1,82	1,71
C 17:0	0,71	0,71	0,74	0,71	0,73	0,65
C 18i	0,05	0,07	0,04	0,04	0,04	0,06
C 17:1	0,23	0,28	0,24	0,2	0,23	0,25
C 18:0	10,38	12,83	8,82	8,28	8,35	12,08
C 18:1n9t gesamt	4,25	3,74	2,37	2,23	2,33	3,74
C 18:1n9c	19,91	25,63	17,13	16,34	16,64	23,34
C 18:1n11c	0,55	0,7	0,51	0,46	0,52	0,78
C 19:0	0,2	0,19	0,22	0,13	0,13	0,19
C 18:2n6t gesamt	1,21	0,69	0,41	0,37	0,39	0,59
C 18:2n6c	1,4	1,58	1,48	1,41	1,29	1,44
C 20:0	0,15	0,18	0,17	0,11	0,11	0,15
C 20:1	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03
C 18:3n3	0,72	0,75	0,81	0,75	0,76	0,7
C 18:2c9t11	1,4	1,08	0,76	0,62	0,66	1,09
C 21:0	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
C 20:2	0,03	n.d.	0,03	0,01	0,01	0,01
C 22:0	0,07	0,07	0,06	0,04	0,04	0,06
C 20:3n6	0,04	0,04	n.d.	0,04	0,03	0,04
C 20:4n6	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06
C 23:0	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02	0,02
C 22:2	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	n.d.
C 20:5n3	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	0,05
C 24:0	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04
C 22:5n3	0,09	0,07	0,06	0,08	0,07	0,07
Unknown Peaks	1,47	1,22	0,91	0,98	0,9	1,05

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Hochfugener Bergkäse			Zillertaler Alpenkönig		
	2	20	54	95	112	128
C 4:0	4,05	4,15	4,55	4,52	4,86	4,93
C 6:0	2,18	2,28	2,57	2,52	2,74	2,34
C 8:0	1,2	1,28	1,43	1,4	1,52	1,17
C 10:0	2,54	2,71	3,12	3,09	3,39	2,35
C 11:0	0,26	0,27	0,32	0,3	0,34	0,23
C 12:0	2,85	3,1	3,57	3,51	3,79	2,58
C 13i	0,04	n.d.	0,03	n.d.	0,03	0,04
C 13ai	0,07	0,06	0,09	0,09	0,09	0,04
C 13:0	0,07	0,08	0,09	0,08	0,09	0,05
C 12:1	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,06
C 14i	0,13	0,16	0,16	0,16	0,15	0,14
C 14:0	10,11	11,13	12,22	12,12	12,61	9,76
C 15i	0,27	0,28	0,28	0,3	0,28	0,28
C 15ai	0,53	0,5	0,53	0,56	0,52	0,53
C 14:1	0,84	0,89	1,01	0,95	0,96	0,72
C 15:0	1,25	1,23	1,25	1,28	1,24	1,09
C 16i	0,28	0,31	0,31	0,31	0,29	0,27
C 16:0	27,5	31,64	32,75	32,44	32,14	26,58
C 17i	0,57	0,44	0,4	0,4	0,39	0,55
C 16:1n9	0,24	0,17	0,19	0,19	0,18	0,28
C 16:1n7 + C17ai	1,63	1,72	1,81	1,88	1,76	1,66
C 17:0	0,72	0,8	0,74	0,75	0,71	0,69
C 18i	n.d.	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05
C 17:1	n.d.	0,24	0,23	0,24	0,21	0,23
C 18:0	9,89	9,32	8,16	8,25	8,11	11,28
C 18:1n9t gesamt	4,34	2,51	2,05	1,87	2,18	3,82
C 18:1n9c	20,2	18,62	16,54	17,42	16,21	22,16
C 18:1n11c	0,57	0,52	0,46	0,5	0,5	0,77
C 19:0	0,2	0,18	0,14	0,13	0,13	0,08
C 18:2n6t gesamt	1,06	0,47	0,47	0,46	0,39	0,57
C 18:2n6c	1,4	1,47	1,4	1,39	1,34	1,38
C 20:0	0,14	0,2	0,12	0,11	0,11	0,18
C 20:1	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
C 18:3n3	0,82	0,89	0,79	0,75	0,74	0,69
C 18:2c9t11	1,62	0,86	0,67	0,6	0,62	1,25
C 21:0	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
C 20:2	0,03	n.d.	0,02	0,01	0,01	0,02
C 22:0	0,06	0,1	0,05	0,04	0,05	0,06
C 20:3n6	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
C 20:4n6	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
C 23:0	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,05
C 22:2	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
C 20:5n3	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05
C 24:0	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04
C 22:5n3	0,09	0,1	0,09	0,1	0,08	0,05
Unknown Peaks	1,46	0,88	0,91	0,85	0,85	0,79

n.d. – nicht detektierbar

Käserei Plangger Bergkäse						
Fettsäure/Probennr.	4	22	56	91	109	130
C 4:0	4,1	4,53	4,51	4,92	4,79	4,54
C 6:0	2,07	2,41	2,46	2,68	2,49	2,31
C 8:0	1,09	1,35	1,37	1,46	1,36	1,21
C 10:0	2,2	2,87	3	3,21	2,88	2,5
C 11:0	0,21	0,3	0,31	0,31	0,28	0,25
C 12:0	2,42	3,24	3,4	3,59	3,16	2,77
C 13i	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04	0,04
C 13ai	0,06	0,07	0,09	0,8	0,07	0,07
C 13:0	0,11	0,08	0,08	0,08	0,06	0,06
C 12:1	n.d.	0,08	0,1	0,09	0,08	0,07
C 14i	0,15	0,13	0,16	0,16	0,15	0,14
C 14:0	9,46	11,27	11,92	12,63	11,1	10,52
C 15i	0,3	0,27	0,31	0,32	0,33	0,33
C 15ai	0,55	0,52	0,55	0,58	0,59	0,56
C 14:1	0,68	0,93	0,98	0,96	0,83	0,8
C 15:0	1,14	1,27	1,37	1,37	1,25	1,28
C 16i	0,3	0,24	0,27	0,3	0,28	0,27
C 16:0	26,35	29,1	30	32,41	28,17	27,37
C 17i	0,57	0,54	0,52	0,43	0,58	0,61
C 16:1n9	0,25	0,22	0,25	0,21	0,27	0,29
C 16:1n7 + C17ai	1,73	1,66	1,79	1,78	1,77	1,67
C 17:0	0,76	0,73	0,8	0,77	0,75	0,72
C 18i	0,07	0,04	0,05	0,05	0,05	0,07
C 17:1	0,28	0,24	0,25	0,24	0,27	0,25
C 18:0	11,22	8,51	8,28	7,71	9,17	9,79
C 18:1n9t gesamt	3,98	4,36	3,45	2,53	3,69	4,57
C 18:1n9c	22,62	17,68	16,88	15,65	18,92	19,42
C 18:1n11c	0,65	0,47	0,47	0,44	0,57	0,67
C 19:0	0,18	0,19	0,17	0,14	0,17	0,22
C 18:2n6t gesamt	0,92	1,05	0,84	0,56	0,83	0,9
C 18:2n6c	1,49	1,2	1,25	1,18	1,26	1,32
C 20:0	0,16	0,12	0,14	0,1	0,11	0,11
C 20:1	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
C 18:3n3	0,8	0,88	0,99	0,9	0,88	0,93
C 18:2c9t11	1,24	1,64	1,27	0,81	1,26	1,71
C 21:0	0,03	0,02	0,11	0,02	0,02	0,03
C 20:2	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03
C 22:0	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06
C 20:3n6	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03
C 20:4n6	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05
C 23:0	0,02	n.d.	0,02	0,02	0,03	0,04
C 22:2	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03
C 20:5n3	0,06	0,06	0,08	0,07	0,06	0,06
C 24:0	0,05	0,05	0,04	0,02	0,02	0,05
C 22:5n3	0,07	0,09	0,08	0,08	0,09	0,05
Unknown Peaks	1,37	1,33	1,12	0,94	1,13	1,18

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Lechtaler Bergkäse (Naturkäserei Sojer)					
	5	23	57	90	113	133
C 4:0	4,39	4,07	4,81	4,74	5,29	4,85
C 6:0	2,24	2,02	2,23	2,6	2,81	2,57
C 8:0	1,2	1,06	1,09	1,44	1,52	1,4
C 10:0	2,42	2,15	2,18	3,12	3,23	2,91
C 11:0	0,24	0,22	0,23	0,33	0,33	0,3
C 12:0	2,65	2,41	2,01	3,52	3,53	3,26
C 13i	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03
C 13ai	0,06	0,05	0,06	0,09	0,08	0,07
C 13:0	0,06	0,05	0,05	0,07	0,08	0,07
C 12:1	0,06	0,06	0,07	0,09	0,08	0,07
C 14i	0,1	0,1	0,16	0,15	0,16	0,15
C 14:0	9,51	8,96	7,61	12,12	12,22	11,44
C 15i	0,21	0,21	0,3	0,27	0,27	0,24
C 15ai	0,48	0,47	0,6	0,53	0,53	0,51
C 14:1	0,73	0,68	0,73	1,01	0,98	0,92
C 15:0	1,04	1,01	1,26	1,19	1,16	1,14
C 16i	0,23	0,23	0,28	0,3	0,31	0,29
C 16:0	26,3	25,86	25,83	30,84	30	29,34
C 17i	0,51	0,55	0,64	0,39	0,41	0,4
C 16:1n9	0,28	0,3	0,43	0,17	0,2	0,2
C 16:1n7 + C17ai	1,64	1,6	1,62	1,6	1,65	1,66
C 17:0	0,72	0,71	0,76	0,69	0,67	0,69
C 18i	0,07	0,06	0,06	0,04	0,04	0,05
C 17:1	0,27	0,27	0,27	0,19	0,19	0,2
C 18:0	10,45	10,96	10,91	8,76	8,76	9,36
C 18:1n9t gesamt	4	4,5	5	2,51	2,67	2,73
C 18:1n9c	22,05	23	21,68	17,41	17,19	18,89
C 18:1n11c	0,67	0,69	0,68	0,61	0,54	0,72
C 19:0	0,19	0,22	0,27	0,12	0,13	0,2
C 18:2n6t gesamt	0,96	0,96	1,1	0,37	0,36	0,35
C 18:2n6c	1,97	2,09	1,88	1,76	1,75	1,91
C 20:0	0,13	0,14	0,18	0,12	0,11	0,16
C 20:1	0,04	0,04	0,02	0,03	0,03	0,04
C 18:3n3	0,96	0,99	1,31	0,72	0,72	0,74
C 18:2c9t11	1,21	1,33	1,62	0,78	0,71	0,77
C 21:0	0,02	0,02	0,15	0,02	0,02	0,02
C 20:2	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,03
C 22:0	0,06	0,06	0,08	0,05	0,04	0,06
C 20:3n6	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,06
C 20:4n6	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08
C 23:0	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04
C 22:2	0,02	n.d.	0,04	0,02	0,02	0,02
C 20:5n3	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05
C 24:0	0,05	0,05	0,06	0,02	0,03	0,04
C 22:5n3	0,07	0,08	0,1	0,08	0,08	0,06
Unknown Peaks	1,48	1,48	1,34	0,87	0,86	0,91

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Bio-Bergkäse (Andechser Natur)					
	11	25	63	93	110	131
C 4:0	3,85	4,16	4,44	4,71	4,94	4,68
C 6:0	2,09	2,22	2,47	2,59	2,64	2,33
C 8:0	1,15	1,23	1,33	1,39	1,45	1,21
C 10:0	2,46	2,65	2,99	3,09	3,11	2,48
C 11:0	0,24	0,27	0,3	0,3	0,29	0,23
C 12:0	2,81	3,06	3,38	3,51	3,4	2,75
C 13i	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04
C 13ai	0,07	0,06	0,11	0,09	0,07	0,07
C 13:0	0,07	0,07	0,08	0,07	0,06	0,06
C 12:1	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08
C 14i	0,16	0,14	0,19	0,18	0,15	0,17
C 14:0	10,62	10,94	11,98	12,44	11,35	10,22
C 15i	0,29	0,29	0,33	0,34	0,33	0,32
C 15ai	0,53	0,56	0,6	0,57	0,61	0,6
C 14:1	0,83	0,85	0,94	0,92	0,79	0,68
C 15:0	1,33	1,36	1,4	1,39	1,28	1,25
C 16i	0,29	0,27	0,31	0,31	0,28	0,27
C 16:0	31,96	28,97	33,64	34,44	27,62	26,4
C 17i	0,54	0,57	0,48	0,46	0,59	0,63
C 16:1n9	0,25	0,23	0,25	0,22	0,29	0,31
C 16:1n7 + C17ai	1,73	1,7	1,88	1,84	1,66	1,61
C 17:0	0,84	0,81	0,83	0,8	0,73	0,75
C 18i	0,06	0,05	0,07	0,05	0,05	0,08
C 17:1	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26	0,26
C 18:0	8,6	8,82	7,31	7,07	9,05	10,73
C 18:1n9t gesamt	3,58	4,32	2,58	2,55	4,18	4,67
C 18:1n9c	17,61	17,93	15,17	14,49	17,54	19,48
C 18:1n11c	0,5	0,53	0,47	0,45	0,58	0,69
C 19:0	0,2	0,22	0,23	0,14	0,17	0,24
C 18:2n6t gesamt	0,99	1,19	0,7	0,59	0,92	0,96
C 18:2n6c	1,53	1,39	1,41	1,29	1,3	1,4
C 20:0	0,13	0,14	0,15	0,1	0,12	0,17
C 20:1	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02
C 18:3n3	1,22	1,06	1,12	1,04	0,91	0,94
C 18:2c9t11	1,33	1,62	0,93	0,82	1,41	1,55
C 21:0	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03
C 20:2	0,09	0,04	0,02	0,02	0,04	0,03
C 22:0	0,06	0,07	0,07	0,04	0,05	0,07
C 20:3n6	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04
C 20:4n6	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06
C 23:0	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
C 22:2	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
C 20:5n3	0,08	0,07	0,09	0,08	0,08	0,08
C 24:0	0,04	0,06	0,04	0,03	0,04	0,05
C 22:5n3	0,11	0,11	0,02	0,09	0,11	0,07
Unknown Peaks	1,18	1,35	1,09	0,93	1,26	1,22

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Alpbachtaler Hornkäse (Sennerei Reith)					
	3	21	55	94	111	129
C 4:0	3,88	4,41	4,6	4,81	5,27	4,47
C 6:0	2,16	2,4	2,49	2,64	2,51	2,24
C 8:0	1,2	1,3	1,39	1,48	1,27	1,17
C 10:0	2,57	2,82	3,01	3,24	2,52	2,44
C 11:0	0,23	0,26	0,29	0,31	0,25	0,23
C 12:0	2,89	3,21	3,38	3,6	2,71	2,7
C 13i	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04
C 13ai	0,06	0,07	0,08	0,08	0,04	0,06
C 13:0	0,06	0,07	0,08	0,07	0,05	0,06
C 12:1	0,07	0,08	0,09	0,09	0,07	0,07
C 14i	0,16	0,17	0,18	0,17	0,17	0,16
C 14:0	10,86	11,68	11,93	12,33	10,03	10,01
C 15i	0,3	0,31	0,32	0,31	0,3	0,31
C 15ai	0,51	0,55	0,57	0,58	0,54	0,55
C 14:1	0,74	0,81	0,87	0,88	0,7	0,72
C 15:0	1,24	1,31	1,31	1,31	1,13	1,21
C 16i	0,32	0,33	0,33	0,34	0,29	0,29
C 16:0	31,7	32,46	31,01	30,09	25,97	26,11
C 17i	0,45	0,44	0,44	0,47	0,56	0,57
C 16:1n9	0,18	0,19	0,21	0,24	0,29	0,27
C 16:1n7 + C17ai	1,75	1,73	1,75	1,7	1,72	1,7
C 17:0	0,81	0,79	0,76	0,69	0,66	0,67
C 18i	0,07	0,05	0,05	0,04	0,05	0,07
C 17:1	0,25	0,23	0,25	0,21	0,25	0,25
C 18:0	9,66	8,77	8,79	8,6	10,42	10,37
C 18:1n9t gesamt	2,41	2,39	2,34	2,64	3,99	4,29
C 18:1n9c	18,93	17,35	17,62	17,63	21,51	21,53
C 18:1n11c	0,56	0,5	0,53	0,53	0,75	0,8
C 19:0	0,16	0,16	0,15	0,14	0,17	0,21
C 18:2n6t gesamt	0,64	0,55	0,55	0,5	0,7	0,78
C 18:2n6c	1,51	1,38	1,37	1,26	1,46	1,49
C 20:0	0,18	0,17	0,16	0,11	0,14	0,13
C 20:1	0,04	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03
C 18:3n3	0,94	0,87	0,84	0,69	0,7	0,79
C 18:2c9t11	1,51	0,79	0,77	0,85	1,23	1,6
C 21:0	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
C 20:2	0,03	n.d.	n.d.	0,01	0,02	0,03
C 22:0	0,04	0,06	0,07	0,05	0,06	0,07
C 20:3n6	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
C 20:4n6	0,09	0,07	0,07	0,05	0,06	0,08
C 23:0	0,03	0,02	0,04	0,02	0,03	0,03
C 22:2	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
C 20:5n3	0,07	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05
C 24:0	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05
C 22:5n3	0,1	0,08	0,09	0,1	0,09	0,04
Unknown Peaks	1,1	0,9	0,92	0,93	1,07	1,18

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Wildberg Emmentaler					
	6	24	58	92	115	132
C 4:0	4,21	4,21	4,8	5	4,92	4,54
C 6:0	2,32	2,29	2,6	2,7	2,56	2,3
C 8:0	1,29	1,27	1,41	1,49	1,37	1,25
C 10:0	2,75	2,72	3,02	3,16	2,86	2,57
C 11:0	0,3	0,29	0,33	0,33	0,29	0,28
C 12:0	3,16	3,14	3,43	3,57	3,16	2,87
C 13i	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
C 13ai	0,09	0,07	0,09	0,08	0,08	0,06
C 13:0	0,08	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06
C 12:1	0,07	0,07	0,08	0,09	0,08	0,07
C 14i	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13
C 14:0	11,53	11,51	11,92	12,36	11,24	10,52
C 15i	0,28	0,27	0,27	0,28	0,27	0,27
C 15ai	0,53	0,51	0,52	0,55	0,52	0,55
C 14:1	1,01	1,01	1,05	1,03	0,9	0,9
C 15:0	1,23	1,21	1,2	1,24	1,17	1,2
C 16i	0,3	0,28	0,27	0,28	0,27	0,26
C 16:0	31,61	31,92	31,42	31,5	29,34	26,77
C 17i	0,44	0,42	0,43	0,39	0,43	0,54
C 16:1n9	0,19	0,18	0,22	0,2	0,24	0,3
C 16:1n7 + C17ai	1,71	1,72	1,76	1,76	1,64	1,62
C 17:0	0,76	0,75	0,73	0,72	0,71	0,69
C 18i	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05
C 17:1	0,23	0,22	0,21	0,2	0,23	0,22
C 18:0	8,59	8,57	8,15	7,95	9,31	9,67
C 18:1n9t gesamt	2,84	2,83	2,65	2,59	3,03	4,31
C 18:1n9c	17,77	17,84	16,93	16,7	18,85	19,87
C 18:1n11c	0,54	0,56	0,53	0,59	0,6	0,76
C 19:0	0,14	0,15	0,18	0,14	0,14	0,18
C 18:2n6t gesamt	0,53	0,56	0,53	0,37	0,53	0,87
C 18:2n6c	1,67	1,62	1,66	1,61	1,78	1,79
C 20:0	0,16	0,13	0,12	0,11	0,12	0,16
C 20:1	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
C 18:3n3	0,89	0,88	0,87	0,77	0,85	0,91
C 18:2c9t11	0,95	0,94	0,88	0,75	0,87	1,56
C 21:0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	n.d.
C 20:2	n.d.	0,01	0,03	0,01	0,01	0,03
C 22:0	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
C 20:3n6	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05
C 20:4n6	0,08	0,08	0,08	0,07	0,05	0,07
C 23:0	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
C 22:2	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
C 20:5n3	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05	0,05
C 24:0	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05
C 22:5n3	0,07	0,09	0,07	0,08	0,09	0,08
Unknown Peaks	1,07	1,03	0,93	0,78	0,95	1,41

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Woerle Emmentaler					
	12	36	74	83	120	138
C 4:0	3,72	3,91	4,68	4,64	4,69	4,46
C 6:0	2,07	2,11	2,52	2,59	2,56	2,4
C 8:0	1,15	1,17	1,38	1,47	1,41	1,31
C 10:0	2,53	2,59	2,99	3,29	3,11	2,77
C 11:0	0,24	0,26	0,27	0,3	0,28	0,26
C 12:0	2,9	3,02	3,34	3,63	3,45	3,08
C 13i	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
C 13ai	0,07	0,08	0,09	0,08	0,07	0,07
C 13:0	0,07	0,15	0,08	0,08	0,07	0,07
C 12:1	0,08	0,17	0,09	0,09	0,08	0,07
C 14i	0,12	n.d.	0,18	0,13	0,14	0,13
C 14:0	10,39	11,23	11,71	11,82	11,91	10,92
C 15i	0,28	0,35	0,36	0,28	0,33	0,31
C 15ai	0,46	0,55	0,58	0,55	0,55	0,5
C 14:1	0,84	0,94	0,9	0,83	0,83	0,81
C 15:0	1,19	1,3	1,33	1,3	1,29	1,29
C 16i	0,23	0,31	0,32	0,25	0,26	0,23
C 16:0	29,74	32,73	31,28	28,72	29,2	28,07
C 17i	0,54	0,48	0,48	0,52	0,54	0,59
C 16:1n9	0,24	0,19	0,23	0,27	0,28	0,29
C 16:1n7 + C17ai	1,71	2,03	1,99	1,68	1,64	1,66
C 17:0	0,75	0,84	0,81	0,71	0,73	0,69
C 18i	0,04	0,06	0,07	0,04	0,04	0,07
C 17:1	0,24	0,3	0,28	0,23	0,24	0,24
C 18:0	9,19	8,22	8,1	9,01	9,19	9,66
C 18:1n9t gesamt	4,34	2,34	2,18	3,44	3,87	4,38
C 18:1n9c	18,8	18,7	17,73	17,46	16,74	18,34
C 18:1n11c	0,53	0,57	0,57	0,53	0,52	0,6
C 19:0	0,2	0,16	0,2	0,16	0,17	0,23
C 18:2n6t gesamt	1,07	0,48	0,53	0,83	0,82	0,88
C 18:2n6c	1,42	1,37	1,38	1,2	1,23	1,3
C 20:0	0,13	0,14	0,16	0,12	0,11	0,13
C 20:1	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
C 18:3n3	1,09	0,89	0,91	0,8	0,85	0,94
C 18:2c9t11	1,69	0,87	0,79	1,2	1,21	1,51
C 21:0	0,03	0,03	0,07	0,02	0,03	0,03
C 20:2	0,04	n.d.	0,03	0,02	0,02	0,03
C 22:0	0,06	0,07	0,06	0,05	0,04	0,06
C 20:3n6	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
C 20:4n6	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05	0,05
C 23:0	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
C 22:2	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03
C 20:5n3	0,08	0,08	0,09	0,07	0,07	0,07
C 24:0	0,04	0,05	0,04	0,03	0,02	0,05
C 22:5n3	0,09	0,08	0,08	0,11	0,08	0,06
Unknown Peaks	1,4	0,96	0,86	1,3	1,14	1,26

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Elixhausen Emmentaler					
	13	30	68	82	121	139
C 4:0	4,06	4,24	4,61	4,6	4,7	3,56
C 6:0	2,25	2,37	2,54	2,57	2,53	2,44
C 8:0	1,27	1,3	1,39	1,46	1,38	1,34
C 10:0	2,78	2,89	3,02	3,24	2,98	2,87
C 11:0	0,28	0,28	0,3	0,29	0,29	0,29
C 12:0	3,23	3,38	3,38	3,62	3,28	3,21
C 13i	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
C 13ai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
C 13:0	0,08	0,18	0,08	0,08	0,07	0,07
C 12:1	0,09	0,19	0,09	0,09	0,09	0,07
C 14i	0,13	n.d.	0,17	0,13	0,14	0,13
C 14:0	11,06	12,18	11,85	11,94	11,54	11,35
C 15i	0,31	0,38	0,38	0,32	0,35	0,32
C 15ai	0,52	0,62	0,6	0,6	0,57	0,53
C 14:1	0,92	1,03	0,98	0,87	0,86	0,91
C 15:0	1,27	1,47	1,35	1,33	1,32	1,27
C 16i	0,24	0,31	0,3	0,26	0,27	0,23
C 16:0	29,21	34,79	32,18	28,74	29,35	29,38
C 17i	0,54	0,49	0,47	0,55	0,56	0,55
C 16:1n9	0,23	0,2	0,22	0,26	0,28	0,27
C 16:1n7 + C17ai	1,8	2,15	2,09	1,66	1,7	1,74
C 17:0	0,78	0,87	0,81	0,73	0,73	0,72
C 18i	0,05	0,06	0,06	0,04	0,05	0,07
C 17:1	0,25	0,29	0,31	0,24	0,25	0,24
C 18:0	8,81	8,38	7,82	9,11	9,27	9,05
C 18:1n9t gesamt	3,87	2,37	2,07	3,78	3,71	4,02
C 18:1n9c	18,36	17,91	17,11	16,94	17,31	17,96
C 18:1n11c	0,5	0,51	0,56	0,52	0,51	0,61
C 19:0	0,2	0,3	0,18	0,17	0,17	0,24
C 18:2n6t gesamt	1,01	0,43	0,48	0,8	0,78	0,85
C 18:2n6c	1,28	1,34	1,31	1,13	1,18	1,25
C 20:0	0,13	0,15	0,14	0,12	0,11	0,13
C 20:1	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
C 18:3n3	0,97	0,93	0,9	0,8	0,85	0,97
C 18:2c9t11	1,58	0,89	0,75	1,25	1,15	1,54
C 21:0	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02
C 20:2	0,04	n.d.	0,02	0,02	0,02	0,03
C 22:0	0,06	0,07	0,06	0,05	0,04	0,06
C 20:3n6	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04
C 20:4n6	0,06	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05
C 23:0	0,02	0,02	0,04	0,03	0,03	0,04
C 22:2	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
C 20:5n3	0,08	0,09	0,09	0,07	0,07	0,08
C 24:0	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,04
C 22:5n3	0,1	0,09	0,06	0,12	0,1	0,07
Unknown Peaks	1,32	0,84	0,92	1,17	1,1	1,24

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Anthering Emmentaler					
	14	33	71	79	122	140
C 4:0	3,66	3,82	4,5	5,1	4,51	4,48
C 6:0	2,05	2,13	2,46	2,79	2,44	2,32
C 8:0	1,17	1,16	1,35	1,55	1,36	1,23
C 10:0	2,6	2,61	2,9	3,36	2,99	2,59
C 11:0	0,27	0,26	0,29	0,3	0,27	0,25
C 12:0	3,02	3,05	3,33	3,68	3,34	2,86
C 13i	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
C 13ai	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,06
C 13:0	0,08	0,08	0,09	0,07	0,07	0,06
C 12:1	0,08	0,07	0,08	0,09	0,09	0,07
C 14i	0,12	0,18	0,18	0,16	0,14	0,15
C 14:0	10,57	11,37	11,74	12,54	11,57	10,68
C 15i	0,3	0,35	0,38	0,36	0,34	0,35
C 15ai	0,5	0,58	0,61	0,62	0,57	0,55
C 14:1	0,89	0,93	0,97	0,88	0,83	0,83
C 15:0	1,22	1,37	1,42	1,39	1,31	1,35
C 16i	0,23	0,31	0,32	0,29	0,26	0,25
C 16:0	27,95	32,42	32	30,65	28,66	27,64
C 17i	0,57	0,49	0,48	0,49	0,58	0,62
C 16:1n9	0,22	0,2	0,23	0,25	0,29	0,29
C 16:1n7 + C17ai	1,74	2,08	2,14	1,88	1,7	1,71
C 17:0	0,76	0,84	0,85	0,74	0,75	0,72
C 18i	0,05	0,07	0,06	0,05	0,05	0,08
C 17:1	0,25	0,3	0,31	0,28	0,26	0,26
C 18:0	9,07	8,11	7,57	7,62	9,33	9,47
C 18:1n9t gesamt	4,63	2,32	2,08	2,64	3,91	4,37
C 18:1n9c	19,31	18,82	17,71	16,59	17,64	19,14
C 18:1n11c	0,6	0,61	0,62	0,57	0,56	0,59
C 19:0	0,24	0,2	0,2	0,14	0,17	0,24
C 18:2n6t gesamt	1,21	0,56	0,51	0,63	0,79	0,92
C 18:2n6c	1,27	1,29	1,25	1,29	1,17	1,3
C 20:0	0,13	0,14	0,15	0,09	0,11	0,14
C 20:1	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
C 18:3n3	1,01	0,87	0,89	0,78	0,8	0,9
C 18:2c9t11	1,91	0,85	0,8	0,85	1,34	1,67
C 21:0	0,02	0,03	0,06	0,02	0,03	0,03
C 20:2	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
C 22:0	0,07	0,06	0,06	0,03	0,05	0,06
C 20:3n6	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04
C 20:4n6	0,06	0,07	0,06	0,04	0,05	0,05
C 23:0	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02
C 22:2	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03
C 20:5n3	0,08	0,08	0,08	0,06	0,07	0,07
C 24:0	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04
C 22:5n3	0,1	0,09	0,08	0,06	0,11	0,09
Unknown Peaks	1,69	0,92	0,86	1,04	1,24	1,32

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Pötzensberger Emmentaler					
	15	32	70	85	117	135
C 4:0	3,84	4,11	4,67	4,91	4,81	4,56
C 6:0	2,07	2,25	2,52	2,61	2,52	2,39
C 8:0	1,13	1,25	1,35	1,43	1,34	1,29
C 10:0	2,47	2,78	2,92	3,09	2,87	2,75
C 11:0	0,23	0,27	0,28	0,28	0,26	0,25
C 12:0	2,82	3,22	3,27	3,33	3,17	3,02
C 13i	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
C 13ai	0,06	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06
C 13:0	0,06	0,09	0,07	0,07	0,06	0,05
C 12:1	0,08	0,07	0,08	0,08	0,09	0,07
C 14i	0,13	0,19	0,19	0,16	0,16	0,13
C 14:0	9,88	11,83	11,71	11,62	11,5	10,87
C 15i	0,28	0,33	0,35	0,59	0,34	0,28
C 15ai	0,53	0,57	0,59	0,59	0,57	0,54
C 14:1	0,71	0,92	0,89	0,79	0,79	0,76
C 15:0	1,22	1,31	1,3	1,28	1,26	1,24
C 16i	0,27	0,33	0,34	0,29	0,32	0,26
C 16:0	26,93	33,25	31,41	28,46	28,65	27,45
C 17i	0,62	0,46	0,5	0,55	0,57	0,6
C 16:1n9	0,26	0,18	0,24	0,25	0,28	0,29
C 16:1n7 + C17ai	1,59	1,91	1,92	1,67	1,69	1,61
C 17:0	0,74	0,79	0,78	0,72	0,71	0,67
C 18i	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06
C 17:1	0,25	0,25	0,27	0,25	0,25	0,22
C 18:0	10,25	8,19	8,4	9,28	9,44	9,64
C 18:1n9t gesamt	5,1	2,45	2,29	3,41	3,73	4,82
C 18:1n9c	19,83	17,14	17,51	17,99	18,08	18,34
C 18:1n11c	0,57	0,46	0,53	0,51	0,55	0,62
C 19:0	0,22	0,15	0,19	0,16	0,16	0,18
C 18:2n6t gesamt	1,17	0,55	0,54	0,74	0,7	0,99
C 18:2n6c	1,56	1,39	1,42	1,38	1,41	1,43
C 20:0	0,15	0,13	0,16	0,14	0,11	0,14
C 20:1	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02
C 18:3n3	0,94	0,87	0,89	0,84	0,8	0,9
C 18:2c9t11	1,8	0,84	0,77	1,08	1,15	1,72
C 21:0	0,04	0,03	0,05	0,02	0,02	0,02
C 20:2	0,03	n.d.	0,03	n.d.	0,02	0,02
C 22:0	0,07	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06
C 20:3n6	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04
C 20:4n6	0,07	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05
C 23:0	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03
C 22:2	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
C 20:5n3	0,07	0,03	0,08	0,06	0,06	0,06
C 24:0	0,05	0,04	0,05	0,02	0,02	0,05
C 22:5n3	0,09	0,08	0,08	0,1	0,09	0,09
Unknown Peaks	1,61	0,84	0,92	1,12	1,06	1,28

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Käsehof Emmentaler (Betrieb Lamprechtshausen)					
	16	35	73	84	119	137
C 4:0	3,51	4,08	4,61	4,61	4,53	4,4
C 6:0	1,93	2,23	2,48	2,52	2,33	2,3
C 8:0	1,08	1,24	1,33	1,38	1,26	1,23
C 10:0	2,36	2,76	2,93	3,06	2,6	2,65
C 11:0	0,23	0,28	0,27	0,29	0,26	0,25
C 12:0	2,72	3,19	3,33	3,46	2,83	2,94
C 13i	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
C 13ai	0,07	0,08	0,09	0,08	0,06	0,07
C 13:0	0,06	0,08	0,08	0,07	0,05	0,07
C 12:1	0,07	0,08	0,09	0,09	0,07	0,07
C 14i	0,14	0,19	0,17	0,18	0,12	0,13
C 14:0	10,23	11,69	11,67	12,21	10,08	10,73
C 15i	0,32	0,36	0,35	0,38	0,27	0,31
C 15ai	0,52	0,58	0,58	0,6	0,56	0,51
C 14:1	0,79	0,95	0,91	0,92	0,73	0,83
C 15:0	1,25	1,35	1,33	1,37	1,13	1,3
C 16i	0,27	0,31	0,31	0,33	0,26	0,23
C 16:0	29,72	33,09	32,11	32,28	26,04	28,17
C 17i	0,56	0,48	0,46	0,46	0,56	0,59
C 16:1n9	0,21	0,2	0,22	0,17	0,3	0,29
C 16:1n7 + C17ai	1,83	2,06	2,04	1,91	1,72	1,72
C 17:0	0,83	0,83	0,82	0,8	0,69	0,7
C 18i	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07
C 17:1	0,28	0,3	0,3	0,29	0,27	0,25
C 18:0	9,78	7,91	8	7,87	10,48	9,56
C 18:1n9t gesamt	3,58	2,2	2,11	2,08	4,05	4,19
C 18:1n9c	20,2	17,83	17,55	17,14	21,61	18,89
C 18:1n11c	0,57	0,54	0,54	0,52	0,69	0,75
C 19:0	0,18	0,17	0,18	0,14	0,17	0,18
C 18:2n6t gesamt	0,71	0,44	0,54	0,51	0,73	0,87
C 18:2n6c	1,4	1,31	1,33	1,24	1,53	1,34
C 20:0	0,15	0,12	0,14	0,11	0,14	0,13
C 20:1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02
C 18:3n3	1,06	0,88	0,88	0,83	0,81	0,94
C 18:2c9t11	1,41	0,83	0,76	0,68	1,34	1,55
C 21:0	0,03	0,02	0,06	0,02	0,02	0,03
C 20:2	0,02	n.d.	0,03	0,01	0,02	0,03
C 22:0	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06
C 20:3n6	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04
C 20:4n6	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05
C 23:0	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03
C 22:2	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03
C 20:5n3	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,07
C 24:0	0,05	0,04	0,03	0,02	0,03	0,04
C 22:5n3	0,11	0,08	0,09	0,1	0,1	0,07
Unknown Peaks	1,29	0,81	0,81	0,89	1,21	1,27

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Walkner Emmentaler					
	18	31	69	80	118	136
C 4:0	3,63	4,31	4,57	4,65	4,47	4,64
C 6:0	2,04	2,33	2,51	2,51	2,38	2,4
C 8:0	1,17	1,27	1,41	1,38	1,3	1,28
C 10:0	2,63	2,78	3,12	3,07	2,8	2,81
C 11:0	0,26	0,26	0,3	0,28	0,26	0,25
C 12:0	3,08	3,24	3,56	3,52	3,12	3,13
C 13i	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
C 13ai	0,07	0,08	0,09	0,09	0,07	0,05
C 13:0	0,08	0,09	0,03	0,07	0,06	0,07
C 12:1	0,08	0,08	n.d.	0,1	0,08	0,06
C 14i	0,12	0,16	0,16	0,17	0,14	0,12
C 14:0	10,7	11,42	12,15	12,32	11,25	11,12
C 15i	0,27	0,33	0,35	0,36	0,34	0,27
C 15ai	0,46	0,54	0,57	0,58	0,56	0,47
C 14:1	0,85	0,91	0,95	0,94	0,83	0,81
C 15:0	1,2	1,33	1,35	1,39	1,29	1,23
C 16i	0,23	0,29	0,29	0,3	0,27	0,22
C 16:0	29,75	33,03	32,55	33,06	28,6	28,75
C 17i	0,54	0,45	0,45	0,43	0,55	0,56
C 16:1n9	0,22	0,19	0,23	0,16	0,25	0,28
C 16:1n7 + C17ai	1,79	2,06	2,07	1,97	1,76	1,7
C 17:0	0,78	0,83	0,83	0,81	0,76	0,7
C 18i	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,07
C 17:1	0,26	0,3	0,28	0,3	0,27	0,23
C 18:0	8,84	7,96	7,63	7,39	9,59	9,49
C 18:1n9t gesamt	3,91	2,19	1,87	1,82	3,7	4,04
C 18:1n9c	19,02	18,06	17,11	16,9	18,68	18,28
C 18:1n11c	0,53	0,56	0,5	0,54	0,59	0,67
C 19:0	0,22	0,16	0,2	0,14	0,18	0,22
C 18:2n6t gesamt	1,12	0,44	0,51	0,47	0,79	0,7
C 18:2n6c	1,3	1,28	1,33	1,23	1,17	1,26
C 20:0	0,13	0,12	0,13	0,1	0,13	0,12
C 20:1	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	n.d.
C 18:3n3	1,04	0,89	0,86	0,83	0,74	0,95
C 18:2c9t11	1,58	0,72	0,67	0,6	1,22	1,54
C 21:0	0,03	0,03	0,06	0,03	0,03	0,02
C 20:2	0,04	n.d.	0,02	0,02	0,02	0,02
C 22:0	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
C 20:3n6	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
C 20:4n6	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,04
C 23:0	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03
C 22:2	0,04	0,03	0,03	0,05	0,04	0,03
C 20:5n3	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07
C 24:0	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04
C 22:5n3	0,11	0,09	0,08	0,1	0,11	0,06
Unknown Peaks	1,46	0,76	0,78	0,93	1,19	1,05

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Vöckla-Käserei Pöndorf Emmentaler					
	17	34	72	81	116	134
C 4:0	3,91	4,02	4,43	1,74	1,88	4,77
C 6:0	2,15	2,24	2,41	1,48	1,52	2,49
C 8:0	1,18	1,25	1,33	1,09	1,05	1,35
C 10:0	2,64	2,8	2,88	2,88	2,65	2,92
C 11:0	0,25	0,27	0,28	0,27	0,25	0,28
C 12:0	3,06	3,26	3,27	3,63	3,24	3,25
C 13i	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
C 13ai	0,08	0,06	0,08	0,08	0,07	0,07
C 13:0	0,07	0,17	0,09	0,09	0,06	0,06
C 12:1	0,08	n.d.	0,07	0,1	0,08	0,08
C 14i	0,16	0,16	0,16	0,12	0,13	0,11
C 14:0	11,21	11,6	11,42	12,11	11,94	11,24
C 15i	0,33	0,32	0,33	0,29	0,32	0,26
C 15ai	0,54	0,53	0,52	0,54	0,53	0,47
C 14:1	0,84	0,9	0,92	0,86	0,8	0,84
C 15:0	1,29	1,27	1,25	1,32	1,31	1,22
C 16i	0,31	0,3	0,29	0,25	0,27	0,22
C 16:0	33,2	32,89	32	30,37	30,33	28,9
C 17i	0,46	0,44	0,44	0,5	0,54	0,52
C 16:1n9	0,19	0,18	0,21	0,26	0,3	0,28
C 16:1n7 + C17ai	2,01	2,01	2,06	1,75	1,72	1,69
C 17:0	0,82	0,78	0,78	0,75	0,75	0,68
C 18i	0,06	0,06	0,06	0,03	0,06	0,05
C 17:1	0,28	0,28	0,28	0,23	0,25	0,2
C 18:0	8,19	8,11	7,91	9,58	10,17	9,08
C 18:1n9t gesamt	2,27	2,23	2,07	3,54	3,92	3,94
C 18:1n9c	18,27	18,14	17,78	19,06	19,11	17,98
C 18:1n11c	0,53	0,53	0,6	0,56	0,55	0,56
C 19:0	0,16	0,15	0,19	0,17	0,18	0,17
C 18:2n6t gesamt	0,6	0,46	0,53	0,89	0,63	0,89
C 18:2n6c	1,49	1,43	1,46	1,35	1,47	1,39
C 20:0	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,09
C 20:1	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,08
C 18:3n3	0,92	0,85	0,85	0,91	0,92	0,88
C 18:2c9t11	0,82	0,76	0,99	1,2	1,18	1,51
C 21:0	0,03	0,02	n.d.	0,03	0,02	0,03
C 20:2	0,01	n.d.	0,03	0,02	0,02	0,03
C 22:0	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06
C 20:3n6	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04
C 20:4n6	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06
C 23:0	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02
C 22:2	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03
C 20:5n3	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,06
C 24:0	0,04	0,04	0,03	0,04	0,02	0,04
C 22:5n3	0,08	0,07	0,07	0,14	0,1	0,06
Unknown Peaks	0,98	0,95	0,83	1,26	1,19	1,03

n.d. – nicht detektierbar

Relative Fettsäurezusammensetzung der Heumilchproben

Fettsäure/Probennr.	Breggenzerwälder Frischmilch (Sennerei Lingenau)					
	37	43	59	78	103	145
C 4:0	4,43	4,21	4,51	4,71	4,48	4,55
C 6:0	2,52	2,43	2,61	2,56	2,42	2,52
C 8:0	1,43	1,4	1,5	1,41	1,36	1,38
C 10:0	3,07	3,12	3,28	2,94	2,87	3,01
C 11:0	0,35	0,35	0,36	0,31	0,33	0,32
C 12:0	3,49	3,59	3,71	3,19	3,27	3,41
C 13i	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	n.d.
C 13ai	0,09	0,09	0,1	0,08	0,09	0,06
C 13:0	0,08	0,09	0,1	0,07	0,08	0,07
C 12:1	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08
C 14i	0,16	0,15	0,12	0,13	0,14	0,14
C 14:0	12	12,21	12,3	11,26	11,52	11,67
C 15i	0,29	0,27	0,28	0,26	0,3	0,24
C 15ai	0,52	0,53	0,55	0,51	0,55	0,48
C 14:1	1,05	1,11	1,09	0,95	1,08	1,02
C 15:0	1,2	1,21	1,2	1,19	1,18	1,23
C 16i	0,28	0,27	0,24	0,25	0,26	0,25
C 16:0	31,68	32,67	29,08	27,98	27,37	31,31
C 17i	0,41	0,39	0,43	0,47	0,56	0,37
C 16:1n9	0,2	0,15	0,19	0,25	0,25	0,17
C 16:1n7 + C17ai	1,71	1,7	1,58	1,6	1,58	1,59
C 17:0	0,74	0,74	0,67	0,64	0,63	0,73
C 18i	0,06	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05
C 17:1	0,21	0,21	0,07	0,21	0,2	0,18
C 18:0	8,37	8,1	8,72	9,88	9,09	8,26
C 18:1n9t gesamt	2,42	2,28	3,11	3,35	4,39	2,67
C 18:1n9c	16,65	16,4	17,1	18,93	18,61	16,06
C 18:1n11c	0,47	0,43	0,45	0,59	0,54	0,53
C 19:0	0,15	0,18	0,16	0,15	0,15	0,18
C 18:2n6t gesamt	0,55	0,52	0,69	0,61	0,74	0,35
C 18:2n6c	1,56	1,55	1,37	1,43	1,28	1,45
C 20:0	0,12	0,11	0,13	0,12	0,1	0,12
C 20:1	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,08
C 18:3n3	0,93	0,87	0,82	0,81	0,79	0,84
C 18:2c9t11	0,82	0,81	1,11	1,09	1,72	0,86
C 21:0	0,03	0,01	0,03	0,02	0,02	0,08
C 20:2	0,01	n.d.	0,02	0,01	0,02	0,01
C 22:0	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,04
C 20:3n6	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04
C 20:4n6	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06
C 23:0	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
C 22:2	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
C 20:5n3	0,08	0,07	0,07	0,07	0,05	0,06
C 24:0	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03
C 22:5n3	0,1	0,08	0,08	0,11	0,08	0,06
Unknown Peaks	1,34	1,27	1,73	1,44	1,54	3,22

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Zillertaler Roh-/Heu-/Bergmilch					
	38	41	44	49	50	52
C 4:0	4,24	4,43	4,47	4,57	4,57	4,44
C 6:0	2,46	2,53	2,5	2,49	2,53	2,4
C 8:0	1,4	1,4	1,4	1,38	1,4	1,36
C 10:0	3,08	3,05	3,06	2,98	3,08	2,86
C 11:0	0,3	0,3	0,31	0,3	0,31	0,26
C 12:0	3,53	3,41	3,44	3,27	3,43	3,14
C 13i	n.d.	n.d.	0,03	0,03	0,03	0,03
C 13ai	0,08	0,06	0,08	0,07	0,08	0,06
C 13:0	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07
C 12:1	0,1	0,08	0,09	0,08	0,1	0,08
C 14i	0,15	0,16	0,16	0,15	0,14	0,12
C 14:0	11,94	11,97	11,91	11,3	11,45	10,48
C 15i	0,25	0,26	0,27	0,28	0,25	0,24
C 15ai	0,5	0,53	0,52	0,55	0,52	0,51
C 14:1	0,93	0,91	0,93	0,85	0,96	0,76
C 15:0	1,24	1,21	1,21	1,16	1,23	1,17
C 16i	0,3	0,31	0,3	0,3	0,26	0,26
C 16:0	31,74	31,95	31,44	29,24	29,36	28,45
C 17i	0,38	0,39	0,37	0,46	0,42	0,5
C 16:1n9	0,15	0,18	0,15	0,21	0,21	0,29
C 16:1n7 + C17ai	1,65	1,68	1,68	1,7	1,73	1,74
C 17:0	0,82	0,75	0,72	0,78	0,73	0,75
C 18i	0,05	0,04	0,05	0,06	n.d.	0,06
C 17:1	0,2	0,2	0,2	0,22	n.d.	0,26
C 18:0	9,02	9,04	8,85	9,57	8,87	9,52
C 18:1n9t gesamt	2,44	2,26	2,37	2,74	2,65	3,24
C 18:1n9c	16,67	16,97	17,35	18,54	18,62	19,5
C 18:1n11c	0,45	0,44	0,5	0,57	0,58	0,57
C 19:0	0,17	0,07	0,18	0,2	0,16	0,23
C 18:2n6t gesamt	0,39	0,42	0,41	0,61	0,68	0,85
C 18:2n6c	1,66	1,61	1,64	1,59	1,72	1,68
C 20:0	0,16	0,14	0,13	0,16	0,12	0,12
C 20:1	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02
C 18:3n3	0,77	0,82	0,78	0,8	0,77	1
C 18:2c9t11	0,69	0,72	0,72	0,86	0,81	1,01
C 21:0	0,01	0,02	0,02	0,06	0,03	0,06
C 20:2	0,02	n.d.	n.d.	0,03	0,01	0,02
C 22:0	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06
C 20:3n6	0,05	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05
C 20:4n6	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07
C 23:0	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
C 22:2	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
C 20:5n3	0,12	0,07	0,06	0,07	0,06	0,08
C 24:0	0,04	0,03	0,03	0,06	0,04	0,05
C 22:5n3	0,06	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08
Unknown Peaks	1,5	1,17	1,25	1,32	1,31	1,44

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Zillertaler Roh-/Heu-/Bergmilch				
	98	99	104	105	147
C 4:0	4,41	4,71	1,71	1,72	4,79
C 6:0	2,24	2,37	1,32	1,38	2,61
C 8:0	1,2	1,26	0,88	0,95	1,46
C 10:0	2,55	2,58	2,1	2,32	3,18
C 11:0	0,23	0,24	0,24	0,25	0,31
C 12:0	2,85	2,8	2,62	2,88	3,58
C 13i	0,03	0,04	0,04	0,04	0,02
C 13ai	0,07	0,07	0,06	0,08	0,09
C 13:0	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07
C 12:1	0,1	0,08	0,07	0,08	0,11
C 14i	0,14	0,14	0,14	0,15	0,13
C 14:0	10,04	10,1	10,47	10,96	12,1
C 15i	0,28	0,3	0,3	0,31	0,24
C 15ai	0,57	0,56	0,56	0,57	0,48
C 14:1	0,79	0,75	0,9	0,88	0,96
C 15:0	1,18	1,19	1,23	1,17	1,34
C 16i	0,28	0,27	0,28	0,3	0,25
C 16:0	25,34	25,8	28,04	28,37	31,49
C 17i	0,54	0,56	0,56	0,55	0,39
C 16:1n9	0,28	0,3	0,28	0,27	0,2
C 16:1n7 + C17ai	1,81	1,66	1,65	1,69	1,75
C 17:0	0,71	0,69	0,74	0,71	0,72
C 18i	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
C 17:1	0,28	0,26	0,25	0,25	0,22
C 18:0	10,68	10,76	10,9	10,07	8,32
C 18:1n9t gesamt	4,16	4,13	4,3	4,21	2,35
C 18:1n9c	21,83	21,11	22,48	21,67	16,58
C 18:1n11c	0,77	0,7	0,65	0,66	0,63
C 19:0	0,17	0,16	0,18	0,17	0,16
C 18:2n6t gesamt	0,65	0,68	0,82	0,77	0,38
C 18:2n6c	1,64	1,5	1,57	1,56	1,6
C 20:0	0,15	0,15	0,16	0,14	0,14
C 20:1	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04
C 18:3n3	0,73	0,77	0,88	0,84	0,78
C 18:2c9t11	1,17	1,23	1,55	1,54	0,71
C 21:0	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02
C 20:2	0,02	0,02	0,02	0,02	n.d.
C 22:0	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
C 20:3n6	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
C 20:4n6	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07
C 23:0	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
C 22:2	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
C 20:5n3	0,05	0,05	0,05	0,07	0,06
C 24:0	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
C 22:5n3	0,1	0,1	0,11	0,11	0,08
Unknown Peaks	1,52	1,51	1,49	1,87	1,35

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Alpenmilch Salzburg Bergbauernheumilch					
	42	45	60	75	102	150
C 4:0	4,2	4,05	4,44	5,13	4,42	4,57
C 6:0	2,31	2,32	2,43	2,73	2,36	2,46
C 8:0	1,32	1,3	1,37	1,49	1,3	1,36
C 10:0	2,84	2,9	3	3,09	2,84	3,01
C 11:0	0,26	0,28	0,27	0,29	0,27	0,27
C 12:0	3,26	3,34	3,35	3,33	3,19	3,41
C 13i	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02
C 13ai	0,08	0,06	0,08	0,05	0,07	0,05
C 13:0	0,07	0,07	0,08	0,06	0,07	0,07
C 12:1	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09
C 14i	0,18	0,18	0,14	0,15	0,13	0,11
C 14:0	11,57	11,84	11,29	11,37	11,35	11,5
C 15i	0,35	0,36	0,3	0,29	0,29	0,24
C 15ai	0,59	0,6	0,56	0,52	0,51	0,43
C 14:1	0,89	0,88	0,78	0,8	0,85	0,87
C 15:0	1,36	1,35	1,29	1,22	1,27	1,27
C 16i	0,33	0,33	0,26	0,26	0,27	0,23
C 16:0	31,36	31,78	28,24	28,2	19,28	30,86
C 17i	0,48	0,49	0,54	0,49	0,56	0,39
C 16:1n9	0,19	0,23	0,25	0,26	0,27	0,18
C 16:1n7 + C17ai	1,93	1,96	1,67	1,67	1,73	1,77
C 17:0	0,83	0,81	0,74	0,7	0,72	0,67
C 18i	0,06	0,07	0,05	0,06	0,03	0,06
C 17:1	0,29	0,29	0,24	0,25	0,23	0,21
C 18:0	7,96	8,09	9,43	9,14	8,74	8,91
C 18:1n9t gesamt	2,33	2,28	3,79	3,21	3,98	2,8
C 18:1n9c	18	17,48	17,97	17,76	17,98	17,79
C 18:1n11c	0,56	0,57	0,55	0,56	0,54	0,62
C 19:0	0,19	0,2	0,18	0,18	0,16	0,19
C 18:2n6t gesamt	0,5	0,55	0,89	0,79	0,87	0,63
C 18:2n6c	1,48	1,42	1,33	1,28	1,33	1,3
C 20:0	0,12	0,16	0,15	0,11	0,1	0,13
C 20:1	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
C 18:3n3	0,94	0,89	0,81	0,72	0,87	0,62
C 18:2c9t11	0,86	0,8	1,3	1,07	1,49	0,93
C 21:0	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
C 20:2	n.d.	n.d.	0,02	0,02	0,02	0,02
C 22:0	0,06	0,07	0,07	0,05	0,03	0,04
C 20:3n6	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
C 20:4n6	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
C 23:0	0,02	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01
C 22:2	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03
C 20:5n3	0,09	0,08	0,08	0,06	0,05	0,05
C 24:0	0,04	0,04	0,05	0,02	0,02	0,04
C 22:5n3	0,08	0,1	0,1	0,09	0,08	0,08
Unknown Peaks	1,69	1,39	1,57	2,16	1,42	1,61

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Plangger Bioheumilch	
	106	108
C 4:0	5,35	1,61
C 6:0	2,63	1,32
C 8:0	1,39	0,94
C 10:0	2,7	2,48
C 11:0	0,26	0,22
C 12:0	2,94	3,04
C 13i	0,03	0,03
C 13ai	0,04	0,06
C 13:0	0,06	0,07
C 12:1	0,07	0,07
C 14i	0,12	0,11
C 14:0	10,57	11,59
C 15i	0,26	0,21
C 15ai	0,46	0,44
C 14:1	0,76	0,87
C 15:0	1	1,19
C 16i	0,25	0,25
C 16:0	25,7	28,86
C 17i	0,5	0,52
C 16:1n9	0,22	0,26
C 16:1n7 + C17ai	1,77	1,79
C 17:0	0,58	0,67
C 18i	0,04	0,03
C 17:1	0,24	0,22
C 18:0	9,94	9,73
C 18:1n9t gesamt	4,25	4,89
C 18:1n9c	20,57	20,4
C 18:1n11c	0,62	0,61
C 19:0	0,14	0,19
C 18:2n6t gesamt	0,71	0,89
C 18:2n6c	1,74	1,59
C 20:0	0,1	0,09
C 20:1	0,02	0,04
C 18:3n3	0,71	0,81
C 18:2c9t11	1,55	1,84
C 21:0	0,02	0,03
C 20:2	0,02	0,04
C 22:0	0,04	0,03
C 20:3n6	0,03	0,04
C 20:4n6	0,06	0,07
C 23:0	0,02	0,03
C 22:2	0,02	0,02
C 20:5n3	0,04	0,06
C 24:0	0,02	0,01
C 22:5n3	0,09	0,09
Unknown Peaks	1,34	1,66

Relative Fettsäurezusammensetzung der konventionellen Milchproben

Fettsäure/Probennr.	Frische Landmilch (Landliebe)					
	39	48	62	76	100	149
C 4:0	4,05	4,3	4,59	4,56	4,31	4,52
C 6:0	2,42	2,47	2,56	2,52	2,44	2,55
C 8:0	1,4	1,44	1,43	1,41	1,41	1,46
C 10:0	3,18	3,2	3,1	3,05	3,09	3,24
C 11:0	0,3	0,31	0,3	0,28	0,3	0,31
C 12:0	3,64	3,64	3,46	3,35	3,46	3,63
C 13i	n.d.	n.d.	0,02	0,02	0,02	0,02
C 13ai	0,08	0,09	0,07	0,06	0,08	0,07
C 13:0	0,08	0,08	0,08	0,06	0,08	0,09
C 12:1	0,12	0,12	0,1	0,1	0,1	0,09
C 14i	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08
C 14:0	11,29	11,27	11,06	11,04	11,12	11,35
C 15i	0,2	0,21	0,22	0,22	0,22	0,2
C 15ai	0,42	0,42	0,43	0,45	0,43	0,04
C 14:1	0,99	0,97	0,92	0,89	1,02	1,01
C 15:0	1,19	1,17	1,1	1,09	1,11	1,17
C 16i	0,2	0,21	0,21	0,23	0,2	0,19
C 16:0	30,09	29,58	28,6	27,78	28,37	29,5
C 17i	0,35	0,35	0,38	0,39	0,4	0,35
C 16:1n9	0,17	0,16	0,21	0,22	0,23	0,2
C 16:1n7 + C17ai	1,79	1,75	1,84	1,77	1,85	1,84
C 17:0	0,69	0,68	0,65	0,63	0,62	0,64
C 18i	0,03	0,03	0,05	0,05	0,03	0,06
C 17:1	0,19	0,2	0,22	0,22	0,2	0,2
C 18:0	9,99	10,15	10,16	10,51	9,71	9,66
C 18:1n9t gesamt	2,28	2,24	2,27	2,49	2,69	2,27
C 18:1n9c	18,71	18,91	19,61	20,15	20,03	18,79
C 18:1n11c	0,69	0,68	0,72	0,79	0,69	0,78
C 19:0	0,23	0,22	0,2	0,16	0,16	0,21
C 18:2n6t gesamt	0,55	0,54	0,64	0,64	0,71	0,51
C 18:2n6c	1,54	1,56	1,56	1,6	1,51	1,51
C 20:0	0,16	0,13	0,14	0,12	0,11	0,14
C 20:1	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
C 18:3n3	0,46	0,46	0,53	0,49	0,53	0,45
C 18:2c9t11	0,55	0,52	0,54	0,59	0,77	0,57
C 21:0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
C 20:2	n.d.	n.d.	0,02	0,01	0,01	0,01
C 22:0	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04
C 20:3n6	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
C 20:4n6	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
C 23:0	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
C 22:2	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
C 20:5n3	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
C 24:0	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
C 22:5n3	0,04	0,06	0,06	0,08	0,08	0,07
Unknown Peaks	1,5	1,47	1,51	1,56	1,53	1,52

n.d. – nicht detektierbar

Fettsäure/Probennr.	Frische Alpenmilch (Weihenstephan)					
	40	47	61	77	101	148
C 4:0	4,82	4,13	4,58	4,72	4,39	4,33
C 6:0	2,57	2,35	2,51	2,62	2,41	2,39
C 8:0	1,43	1,37	1,4	1,47	1,37	1,37
C 10:0	3,2	3,08	3,17	3,23	3,07	3,09
C 11:0	0,28	0,27	0,26	0,28	0,27	0,27
C 12:0	3,69	3,53	3,57	3,6	3,48	3,51
C 13i	n.d.	n.d.	n.d.	0,03	0,02	0,02
C 13ai	0,06	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07
C 13:0	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
C 12:1	0,11	0,11	0,11	0,11	0,1	0,09
C 14i	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11
C 14:0	11,5	11,54	11,61	12	11,73	11,59
C 15i	0,2	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22
C 15ai	0,4	0,41	0,42	0,45	0,44	0,42
C 14:1	0,79	0,83	0,79	0,82	0,84	0,86
C 15:0	1,16	1,15	1,13	1,16	1,13	1,17
C 16i	0,24	0,29	0,28	0,27	0,28	0,25
C 16:0	30,31	30,31	30,02	29,28	30,27	30,13
C 17i	0,29	0,34	0,31	0,35	0,35	0,37
C 16:1n9	0,16	0,2	0,15	0,2	0,19	0,18
C 16:1n7 + C17ai	1,73	1,86	1,74	1,81	1,91	1,91
C 17:0	0,62	0,68	0,64	0,62	0,62	0,64
C 18i	n.d.	0,05	0,04	0,04	0,03	0,05
C 17:1	0,16	0,21	0,2	0,22	0,22	0,22
C 18:0	9,03	9,33	9,32	9,04	8,69	8,85
C 18:1n9t gesamt	2,13	2,08	2,07	2,17	2,12	2,18
C 18:1n9c	18,77	19,37	19,58	19,25	19,99	19,42
C 18:1n11c	0,54	0,59	0,62	0,68	0,63	0,71
C 19:0	0,08	0,22	0,17	0,14	0,13	0,17
C 18:2n6t gesamt	0,5	0,63	0,6	0,6	0,6	0,67
C 18:2n6c	1,74	1,59	1,53	1,43	1,44	1,47
C 20:0	0,1	0,12	0,11	0,1	0,11	0,13
C 20:1	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03
C 18:3n3	0,4	0,45	0,44	0,42	0,39	0,46
C 18:2c9t11	0,55	0,55	0,53	0,6	0,64	0,72
C 21:0	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
C 20:2	0,01	0,01	0,02	n.d.	0,01	0,01
C 22:0	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05
C 20:3n6	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
C 20:4n6	0,1	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08
C 23:0	0,03	0,02	n.d.	0,01	0,02	0,02
C 22:2	0,01	0,02	n.d.	0,02	0,02	0,02
C 20:5n3	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04
C 24:0	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
C 22:5n3	0,04	0,06	0,04	0,07	0,07	0,07
Unknown Peaks	1,87	1,44	1,26	1,44	1,29	1,45

n.d. – nicht detektierbar

Relative Fettsäurezusammensetzung der Ziegenheumilchproben

Fettsäure/Probennr.	Zillertaler Ziegenheumilch				
	46	51	97	107	146
C 4:0	2,78	3,32	3,31	2,99	2,54
C 6:0	2,49	2,87	2,79	2,71	2,39
C 8:0	2,7	2,93	2,84	2,9	2,69
C 10:0	8,91	9,28	9,08	9,92	9,74
C 11:0	0,23	0,22	0,2	0,26	0,28
C 12:0	4,2	3,93	3,68	4,52	5,26
C 13i	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
C 13ai	0,05	0,02	0,02	0,04	0,06
C 13:0	0,1	0,07	0,05	0,1	0,14
C 12:1	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09
C 14i	0,09	0,1	0,09	0,08	0,09
C 14:0	9,88	9,72	9,66	10,56	11,66
C 15i	0,21	0,2	0,2	0,2	0,18
C 15ai	0,31	0,34	0,32	0,31	0,28
C 14:1	0,18	0,12	0,1	0,18	0,27
C 15:0	0,95	0,96	0,94	1,02	1,02
C 16i	0,23	0,23	0,22	0,21	0,2
C 16:0	23,2	24,19	24,66	25,02	25,61
C 17i	0,43	0,46	0,48	0,45	0,38
C 16:1n9	0,32	0,33	0,37	0,3	0,27
C 16:1n7 + C17ai	0,88	0,83	0,83	0,84	0,97
C 17:0	0,76	0,74	0,7	0,7	0,48
C 18i	0,06	0,04	0,03	0,02	0,03
C 17:1	0,23	0,22	0,2	0,18	0,18
C 18:0	9,89	10,15	10,59	8,77	7,51
C 18:1n9t gesamt	2,1	2,12	2,08	2,08	1,62
C 18:1n9c	21,63	19,36	19,29	18,78	18,78
C 18:1n11c	0,46	0,46	0,45	0,35	0,42
C 19:0	0,12	0,18	0,13	0,11	0,1
C 18:2n6t gesamt	0,5	0,68	0,47	0,51	0,43
C 18:2n6c	2,58	2,64	2,49	2,47	2,43
C 20:0	0,16	0,15	0,17	0,14	0,15
C 20:1	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
C 18:3n3	0,84	0,84	0,72	0,75	0,79
C 18:2c9t11	0,62	0,62	0,59	0,83	0,64
C 21:0	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
C 20:2	n.d.	0,01	n.d.	0,01	n.d.
C 22:0	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04
C 20:3n6	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
C 20:4n6	0,12	0,12	0,11	0,09	0,1
C 23:0	0,02	n.d.	0,02	0,02	0,02
C 22:2	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
C 20:5n3	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04
C 24:0	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
C 22:5n3	0,1	0,12	0,12	0,08	0,08
Unknown Peaks	1,28	1,21	1,64	1,2	1,85

n.d. – nicht detektierbar

Probenblätter für Käse 1. Durchgang

<i>Probennummer</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Betrieb	Bergkäserei Zillertal	Fügen	Sennerei Reith i M
Betriebsnummer	8058	110280	10028051
Durchgang	1	1	1
Datum der Probenahme	25.01.2010	25.01.2010	25.01.2010
Bezeichnung des Käses	Zillertaler Bergkäse	Hochfügener Bergkäse	Alpbachtaler Hornkäse (Schnittkäse)
deklarerter F.i.T.Gehalt	Mind. 50% FiT	45% FiT	45%
Erzeugungsdatum/Charge	08.08.2009	24.10.2009	14.12.2009
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Vorderes Zillertal, Weerberg 550-1500m	Fügen und Umgebung durchschn. 800m	600-1100m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x	x	x
Grünfutter	x		
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		
unter 50%		x	
keine			x
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel		x	x
wenig	x		
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%		x	x
unter 50%	x		
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh, Braunvieh	Fleckvieh	Fleckvieh

<i>Probennummer</i>	4	5	6
Betrieb	Käserei Plangger	Sojer	Reutte
Betriebsnummer	28046	AT 70244 EG	8004/ AT 70148 EG
Durchgang	1	1	1
Datum der Probenahme	25.01.2010	25.01.2010	25.01.2010
Bezeichnung des Käses	Bergkäse	Tiroler Bergkäse	Emmentaler
deklariertes F.i.T.Gehalt	50%	45%	45%
Erzeugungsdatum/Charge	28.02.2009	14.09.2010	13.11.2009 1
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Erl-Niederndorf 650-1800m	Steeg CO 1100	Lechtal ca 1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%		x	
keine	x		x
Kraftfutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel		x	x
wenig	x		
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	
unter 50%			x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh - Braunvieh	Fleckvieh	Wildberg Käsewerk Adolf Stegmann GmbH Reutte

<i>Probennummer</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Betrieb	Lingenau	Schlins-Röns	Schoppernau
Betriebsnummer	MV 21	MV 12	MV 33
Durchgang	1	1	1
Datum der Probenahme	26.01.2010	26.01.2010	26.01.2010
Bezeichnung des Käses	Bergkäse	Bergkäse	Bergkäse
deklariertes F.i.T.Gehalt	mind 45%	mind 45%	mind 45%
Erzeugungsdatum/Charge	23.10.2009	28.10.2009 Nr. 486	23.10.2009
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	700m Lingenau	490m Schlins 610m Röns	850m Schoppernau
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%			
keine	x	x	x
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel	x	x	
mittel			x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	x
unter 50%			
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh	Braunvieh	Braunvieh

<i>Probennummer</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
Betrieb	Eichenberg, Lutzenreute	Biokäserei Walchsee	Woerle
Betriebsnummer	MV-17	AT-70152 EG	5004
Durchgang	1	1	1
Datum der Probenahme	26.01.2010	25.01.2010	20.01.2010
Bezeichnung des Käses	Bergkäse	Bergkäse	Emmentaler
deklarerter F.i.T.Gehalt	50%	50%	45% FIT
Erzeugungsdatum/Charge	12.10.2009	Chnr. 359828 18.10.2009	29.10.2009
Herkunftsgebiete der Milch		Walchsee- Umgebung	Fertiger 1 Flachgau
mit ungefährender Höhenlage	850m Eichenberg	700-800m	550-600m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x	x	ca. 20%
Grünfutter	x	x	ca. 80%
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	
unter 50%			x
keine			
Krafffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	
unter 50%			x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh, Schwarz-Bunt	Braunvieh	Fleckvieh

<i>Probennummer</i>	13	14	15
Betrieb	Elixhausen	Käsereigenossen- schaft Anthering	Pötzelsberger
Betriebsnummer	5020	5011	10025052
Durchgang	1	1	1
Datum der Probenahme	02.02.2010	02.02.2010	28.01.2010
Bezeichnung des Käses	Emmentaler kon	Antheringer Natur- Emmentaler	Emmentaler
deklariertes F.i.T.Gehalt	45%	45%	mind 45%
Erzeugungsdatum/Charge	11.11.2009	28.10.2009 / I	06.11.2009
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Seekirchen 500m	430-730m	Adnet 500-1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x		x
Grünfütter	x	x	x 10%
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%	x	x	
keine			x
Krafffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%		x	
unter 50%	x		x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh	ca. 80% Fleckvieh	Fleckvieh

<i>Probennummer</i>	16	17	18
Betrieb	Käsehof, Betrieb Lamprechtshausen	Vöcklakäserei Pöndorf	Walkner
Betriebsnummer	50134	4015	10025012
Durchgang	1	1	1
Datum der Probenahme	26.01.2010	28.01.2010	28.01.2010
Bezeichnung des Käses	Emmentaler kon.	Emmentaler	Heumilch
deklariertes F.i.T.Gehalt	45%	45%	45% FIT
Erzeugungsdatum/Charge	21.11.2009/L3235	12.11.2009/Fertiger I	9.11.2009/Fertiger 3
Herkunftsgebiete der Milch	Haunsberg, L'hausen, Innviertel	Alpenvorland	Erhitzung: 52°C PLZ 5164+5165 u. Umgebung
mit ungefährender Höhenlage	450-700m	550m	500-700m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x	x	x
Grünfutter			x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%		x	x
keine	x		
Krafffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel			x
wenig	x	x	
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%		x	x
unter 50%	x		
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh- Kreuzungen, Fleckvieh, Schwarzbunte	Fleckvieh	Fleckvieh Anmerkung: Probenblatt für Milch, war aber ein Emmentaler

Probenblätter für Käse 2. Durchgang

<i>Probennummer</i>	19	20	21
Betrieb	Bergkäserei Zillertal	Heumilchsennerei Fügen	Sennerei Reith
Betriebsnummer	8058	110280	10028051
Durchgang	2	2	2
Datum der Probenahme	22.02.2010	23.02.2010	23.02.2010
Bezeichnung des Käses	Zillertaler Bergkäse	Hochfügener Bergkäse	Hornkäse
deklariertes F.i.T.Gehalt	mind 50% FiT	45% FiT	45%
Erzeugungsdatum/Charge	05.10.2009	20.12.2009	11.01.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Vorderes Zillertal, Weerberg 550-1500m	Fügen u. Umgebung 800m	Alpbachtal 600-1100m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x	x	x
Grünfutter	x		
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		
unter 50%		x	
keine			x
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel		x	x
wenig	x		
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%		x	
unter 50%	x		x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh, Braunvieh	Fleck	Fleckvieh

<i>Probennummer</i>	22	23	24
Betrieb	Käserei Plangger	Lechtaler Natur- käserei Sojer	Reutte
Betriebsnummer	T02 / 28046	AT 70224 EG	AT 70148 EG
Durchgang	2	2	2
Datum der Probenahme	23.02.2010	23.02.2010	24.02.2010
Bezeichnung des Käses	K-Bergkäse 3 Monate	Bergkäse	Emmentaler
deklariertes F.i.T.Gehalt	50%	45% FiT	45%
Erzeugungsdatum/Charge	14.11.2009	10.06.2009	2.12.2010 / 1*
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Er/ Walchsee ca. 1000m	Steeg 1100m	Lechtal ca 1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x		x
Grünfutter		x	
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%		x	
unter 50%			
keine	x		x
Krafftutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%	x	x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh	Braunvieh	
			*vermutlich Fehler in der Jahreszahl

<i>Probennummer</i>	25	26	27
Betrieb	SG Walchsee	Schlins-Röns	Eichenberg Lutzenreute
Betriebsnummer	AT-N-01 BIO - 02 11-V		
Durchgang	2	2	2
Datum der Probenahme	23.02.2010	10.03.2010	11.03.2010
Bezeichnung des Käses deklariertes F.i.T.Gehalt	Bio-Bergkäse 50%	Bergkäse mild mind 45% FiT	Bergkäse
Erzeugungsdatum/Charge	21.08.2009	29.11.209 - 534	01.11.2009
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	ca 1000-1200m	Schlins, Röns 500m	Eichenberg 850m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil: über 50%	x		
unter 50%			
keine		x	x
Kraffutter geschätzte Menge: viel		x	
mittel			x
wenig	x		
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50%		x	x
unter 50%	x		
vorherrschende Rinderrasse(n)	FV, BV	Braunvieh	Schwarz Bunt

<i>Probennummer</i>	28	29	30
Betrieb	Sennerei Lingenau	Sennerei Schoppernau	Elixhausen
Betriebsnummer			5020
Durchgang	2	2	2
Datum der Probenahme	11.03.2010	11.03.2010	11.03.2010
Bezeichnung des Käses deklarerter F.i.T.Gehalt	Bergkäse	Bergkäse mild mind 45%	Emmentaler 45%
Erzeugungsdatum/Charge	09.11.2009	9.12.2009 416224	11.12.2009
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	700m	Schoppernau, Schröcken 850m	Seekirchen 500m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil: über 50% unter 50% keine	x	x	x
Krafftutter geschätzte Menge: viel mittel wenig	x	x	x
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50% unter 50%	x	x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh	Braunvieh	

<i>Probennummer</i>	31	32	33
Betrieb	Walkner	Pötzelsberger	Käsereigenossen- schaft Anthering
Betriebsnummer	10025012	10025052	5011
Durchgang	2	2	2
Datum der Probenahme	11.03.2010	08.03.2010	11.03.2010
Bezeichnung des Käses	Emmentaler	Emmentaler	Antheringer Natur-Emmentaler
deklariertes F.i.T.Gehalt	45%	mind. 45%	45%
Erzeugungsdatum/Charge	17.11.2009? Charge: 080310	18.12.2009	06.12.2009
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	500-600m	500 bis 1100m	430-700m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil: über 50% unter 50% keine	x	x	x
Krafffutter geschätzte Menge: viel mittel wenig	x	x	x
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50% unter 50%	x	x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh	Fleckvieh	Flecken und Pinzgauer

<i>Probennummer</i>	34	35	36
Betrieb	Vöcklakäserei (Pöndorf)	Käsehof, Betrieb Lamprechtshausen	Woerle
Betriebsnummer	AT 40152 EG	50134	5004
Durchgang	2	2	2
Datum der Probenahme	10.03.2010	09.03.2010	09.03.2010
Bezeichnung des Käses deklarerter F.i.T.Gehalt	EK 45%	Emmentaler kon. 45%	Emmentaler 45% FIT
Erzeugungsdatum/Charge	10.12.2009	28.12.2009/L3556	28.12.2009 Fertiger 7
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährrer Höhenlage		Haunsberg, L'hausen, Innviertel, Irrsdorf, Seekirchen, Schleedorf 450-700m	Flachgau 500-600m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x	x	ca 100%
Grünfutter	x		ca 0%
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%	x		
keine		x	x
Kraftfutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel			x
wenig	x	x	
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		
unter 50%		x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)		Fleckvieh- Kreuzungen, Fleckvieh, Schwarzbunte	Fleckvieh

Probenblätter für Käse 3. Durchgang

<i>Probennummer</i>	53	54	55
Betrieb	Bergkäserei Zillertal	Heumilchsennerei Fügen	Sennerei Reith i.A.
Betriebsnummer	8058	110280	10028051
Durchgang	3	3	3
Datum der Probenahme	17.05.2010	17.05.2010	15.05.2010
Bezeichnung des Käses	Zillertaler Bergkäse	Hochfügener Bergkäse	Alpbachtaler Hornkäse
deklariertes F.i.T.Gehalt	mind 50% FiT	45	45%
Erzeugungsdatum/Charge	18.01.2010	02.02.2010	25.03.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Vorderes Zillertal, Weerberg 550-1500m	Fügen ca 800m	 650 - 1200m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil: über 50%			
unter 50%			x
keine	x	x	
Kraffutter geschätzte Menge: viel			
mittel	x	x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50%		x	x
unter 50%	x		
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh, Braunvieh	Fl/Braun	

<i>Probennummer</i>	56	57	58
Betrieb	Käserei Plangger	Lechtaler Naturkäserei	Reutte
Betriebsnummer	T02/28046	AT 70244 EG	8004/AT 70148 EG
Durchgang	3	3	3
Datum der Probenahme	17.05.2010	18.05.2010	18.05.2010
Bezeichnung des Käses deklariertes F.i.T.Gehalt	Bergkäse 6 Monate 50%	Bergkäse 45% FiT	Emmentaler 45%
Erzeugungsdatum/Charge	10.11.2009	10.07.2009	1.2.2010/1
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Walchsee ca 900m	Steeg 1700-2000m	Lechtal ca 1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil: über 50%		x	
unter 50%	x		
keine			x
Kraftfutter geschätzte Menge: viel			
mittel	x		x
wenig		x	
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50%			
unter 50%	x	x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh	Braunvieh	

<i>Probennummer</i>	63	64	65
Betrieb	Walchsee	Schlins-Röns	Eichenberg-Lutzenreute
Betriebsnummer	AT-N01 Bio-011-V	AT-80132 EG	AT-
Durchgang	3	3	3
Datum der Probenahme	17.05.2010	19.05.2010	19.05.2010
Bezeichnung des Käses deklarerter F.i.T.Gehalt	Bergkäse	Vlbg.-Bergkäse mind 45% FiT	Bergkäse 50%
Erzeugungsdatum/Charge	05.02.2010	29.01.2010	10.01.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährrer Höhenlage	Walchsee ca 900m	490 Schlins 610m Röns	Eichenberg 850m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil: über 50% unter 50% keine	x	x	x
Krafffutter geschätzte Menge: viel mittel wenig	x	x	x
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50% unter 50%	x	x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)	FL/Braun	Braunvieh	Braunvieh, Schwarz-Bunt

<i>Probennummer</i>	66	67	68
Betrieb	Lingenau	Schoppernau	Elixhausen
Betriebsnummer	AT-80128 EG	AT-80133 EG	AT-M-S0008/5020
Durchgang	3	3	3
Datum der Probenahme	19.05.2010	19.05.2010	28.05.2010
Bezeichnung des Käses	Vlbg-Bergkäse	Franz-Michael Felder Bergkäse	Emmentaler
deklariertes F.i.T.Gehalt	mind 45%	mind 45%	45%
Erzeugungsdatum/Charge	06.01.2010	11.02.2010	20.03.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Lingenau 700m	Schoppernau 850m	Seekirchen 500m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%			
keine	x	x	x
Kraftfutter geschätzte Menge:			
viel	x		
mittel		x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	
unter 50%			x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh	Braunvieh	Fleckvieh

<i>Probennummer</i>	69	70	71
Betrieb	Käserei Walkner	Pötzelsberger	Käserei Anthering
Betriebsnummer	10025012	10025052	5011
Durchgang	3	3	3
Datum der Probenahme	25.05.2010	18.05.2010	31.05.2010
Bezeichnung des Käses	Emmentaler	Emmentaler	Emmentaler
deklariertes F.i.T.Gehalt	45%	mind 45%	45%
Erzeugungsdatum/Charge	16.03.2010/ Fertiger 3	22.02.2010	10.03.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefähre Höhenlage	600	500-1000m	430-700m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%			
keine	x	x	x
Krafffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		x
unter 50%		x	
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh	Fleckvieh	Fleckvieh und Pinzgauer

<i>Probennummer</i>	<i>72</i>	<i>73</i>	<i>74</i>
Betrieb	Vöcklakäserei (Pöndorf)	Käsehof, Betrieb Lamprechtshausen	Woerle
Betriebsnummer	AT 40152 EG	AT 50134 EG	5004
Durchgang	3	3	3
Datum der Probenahme		18.05.2010	14.05.2010
Bezeichnung des Käses deklarerter F.i.T.Gehalt	Bergkäse 50% FIT	Emmentaler kon. 45%	Emmentaler 45% FIT
Erzeugungsdatum/Charge	20.01.2010 Fert. I	08.03.2010/L0657 Haunsberg,	1.3.2010 Fertiger 3
Herkunftsgebiete der Milch		L'hausen, Innviertel, Irrsdorf Seekirchen,	Flachgau/ Mondseeland
mit ungefährender Höhenlage	500m	Schleedorf 450-700m	500-600m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	ca 100% ca 0%
Weide: geschätzter Anteil: über 50% unter 50% keine	x	x	x
Krafffutter geschätzte Menge: viel mittel wenig	x	x	x
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50% unter 50%	x	x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)		Fleckvieh- 18.05.2010 Kreuzungen, Fleckvieh, Schwarzbunte	Fleckvieh

Probenblätter für Käse 4. Durchgang

<i>Probennummer</i>	<i>79</i>	<i>80</i>	<i>81</i>
Betrieb	Käserei Anthering	Käserei Walkner	Vöcklakäserei Pöndorf
Betriebsnummer	5011	1002 5012	4015
Durchgang	4	4	4
Datum der Probenahme	20.07.2010	13.07.2010	08.07.2010
Bezeichnung des Käses	Emmentaler	Heumilch	Emmentaler
deklarerter F.i.T.Gehalt	45%	45%	45%
Erzeugungsdatum/Charge	28.04.2010	20.04.2010/Fertiger 3	01.05.2010/ Fertiger 1
Herkunftsgebiete der Milch		Flachgau/ angrenz. Innviertel	Alpenvorland
mit ungefährender Höhenlage	430-700m	550m	550m
Fütterung: Grundfutter: Heu		x	
Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%	x	x	x
keine			
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	
wenig			x
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	
unter 50%			x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh und Pinzgauer	Fleckvieh	Fleckvieh

<i>Probennummer</i>	82	83	84
Betrieb	Elixhausen	Woerle	Käsehof, Betrieb Lamprechtshausen
Betriebsnummer	AT-M-S0008/5020	5004	AT 50134 EG
Durchgang	4	4	4
Datum der Probenahme	19.05.2010	14.07.2010	12.07.2010
Bezeichnung des Käses deklarerter F.i.T.Gehalt	Emmentaler 45%	Emmentaler 45%	Emmentaler kon. 45%
Erzeugungsdatum/Charge	16.05.2010	10.05.2010 Fertiger 1	29.04.2010/L1143
Herkunftsgebiete der Milch	Seekirchen	Flachgau/ Mondseeland	Haunsberg, L'hausen/Innviertel, Irrsdorf/Seekirchen, Schleedorf
mit ungefährrer Höhenlage	500	500-600m	450-700m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	ca 15% ca 85%	x
Weide: geschätzter Anteil: über 50% unter 50% keine	x	x	x
Kraftfutter geschätzte Menge: viel mittel wenig	x	x	x
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50% unter 50%	x	x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh	Fleckvieh	Fleckvieh- Kreuzungen, Fleckvieh, Schwarzbunte

<i>Probennummer</i>	<i>85</i>	<i>86</i>	<i>87</i>
Betrieb	Pötzelsberger	Schlins-Röns	Lingenau
Betriebsnummer	1002 5052	AT-80132	AT-80128 EG
Durchgang	4	4	4
Datum der Probenahme	14.07.2010	13.07.2010	15.07.2010
Bezeichnung des Käses	Emmentaler	Vorarlberger Bergkäse	Vorarlberger Bergkäse
deklariertes F.i.T.Gehalt	45%	mind 45%	mind 45%
Erzeugungsdatum/Charge	17.05.2010 I	735 vom 12.04.2010	04.03.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage		Schlins, Röns 490m Schlins 610m Röns	Lingenau 700m
Fütterung: Grundfutter: Heu		x	x
Grünfutter	x		
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%	x		
keine		x	x
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel		x	x
mittel	x		
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%		x	x
unter 50%	x		
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh	Braunvieh	Braunvieh

<i>Probennummer</i>	88	89	90
Betrieb	Schoppernau	Eichenberg Lutzenreute	Lechtaler Naturkäserei
Betriebsnummer	AT-80133 EG		AT 70220EG
Durchgang	4	4	4
Datum der Probenahme	15.07.2010	15.07.2010	13.07.2010
Bezeichnung des Käses	F.M.Felder	Lutzenreuter Bergkäse	Lechtaler Naturbergkäse
deklariertes F.i.T.Gehalt	mind 45%	50%	45%
Erzeugungsdatum/Charge	07.04.2010/418054	19.02.2010	10.02.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Schoppernau 850	Eichenberg 850m	Lechtal/Steeg 1125
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil: über 50% unter 50% keine	x	x	x
Krafftutter geschätzte Menge: viel mittel wenig	x	x	x
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50% unter 50%	x	x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh	Schwarzbunt Braunvieh,	Braunvieh

<i>Probennummer</i>	91	92	93
Betrieb	Käserei Plangger	Wildberg Reutte	Walchsee
Betriebsnummer	AT 70151EG	AT 70148EG	AT 70152EG
Durchgang	4	4	4
Datum der Probenahme	12.07.2010	13.07.2010	12.07.2010
Bezeichnung des Käses deklariertes F.i.T.Gehalt	Plangger Bergkäse 4 Monate mind 50%	Emmentaler 45%	Bergkäse
Erzeugungsdatum/Charge	12.03.2010	19.04.2010	13.04.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefähre Höhenlage	Walchsee ca. 1000m	Lechtal ca. 1000m	Walchsee ca. 900m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x	x	x
Grünfütter	x		
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%	x		x
keine		x	
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	
wenig			x
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%	x	x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh		FL/Braun

<i>Probennummer</i>	94	95	96
Betrieb	Reith. i. A	Zillertaler Heumilch-Sennerei	Bergkäserei Zillertal
Betriebsnummer	AT 70169EG	AT 70144EG	8058
Durchgang	4	4	4
Datum der Probenahme	12.07.2010	12.07.2010	09.07.2010
Bezeichnung des Käses	Alpbachtaler Hornkäse	Hochfügener Bergkäse	Zillertaler Bergkäse
deklariertes F.i.T.Gehalt	45%	45%	mind 50%
Erzeugungsdatum/Charge	18.05.2010	10.03.2010	20.04.2010
Herkunftsgebiete der Milch	Reith/Alpbach	Fügen	Vorderes Zillertal, Weerberg
mit ungefährender Höhenlage	ca. 1000m	700m	550-1500m
Fütterung: Grundfutter: Heu		x	x
Grünfutter	x		x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%	x	x	x
keine			
Krafftutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	
unter 50%			x
vorherrschende Rinderrasse(n)	FL	FL	Fleckvieh, Braunvieh

Probenblätter für Käse 5. Durchgang

<i>Probennummer</i>	<i>109</i>	<i>110</i>	<i>111</i>
Betrieb	Käserei Plangger	S. G. Walchsee	Sennerei Reith
Betriebsnummer	10028046/451	AT-N-01-Bio-0211-V	10028051
Durchgang	5	5	5
Datum der Probenahme	13.09.2010	13.09.2010	14.09.2010
Bezeichnung des Käses	Bergkäse Heumilch	Bio Bergkäse	Hornkäse (Alpbachtal)
deklariertes F.i.T.Gehalt	50%	45%	45%
Erzeugungsdatum/Charge	22.03.2010	18.05.2010	20.08.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	ca. 800m	Walchsee ca. 700	650-1600m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x		
Grünfutter		x	x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	x
unter 50%			
keine			
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		x
unter 50%		x	
vorherrschende Rinderrasse(n)		BV/FV	

<i>Probennummer</i>	112	113	114
Betrieb	Zillertaler Heumilch-Sennerei	Lechtaler Naturkäserei	Käserei Zillertal
Betriebsnummer	AT-70144 EG	AT 70274 EG (?)	8058
Durchgang	5	5	5
Datum der Probenahme	13.09.2010	14.09.2010	13.09.2010
Bezeichnung des Käses	Zillertaler Alpenkönig	Lechtaler Bergkäse	Zillertaler Bergkäse
deklarerter F.i.T.Gehalt	45%	45%	45%
Erzeugungsdatum/Charge	03.05.2010	20.04.2010	10.04.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Fügen, Aschau	Lechtal 1100m	Vorderes Zillertal 800-1100m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x	x	x
Grünfutter	x		x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%	x		x
keine		x	
Krafffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		x
unter 50%		x	
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleck	Braunvieh	FL/BV

<i>Probennummer</i>	<i>115</i>	<i>116</i>	<i>117</i>
Betrieb	Wildberg Reutte	Vöcklakäserei Pöndorf	Pötzelsberger
Betriebsnummer	18004	4015	10025052
Durchgang	5	5	5
Datum der Probenahme	14.09.2010	17.09.2010	13.09.2010
Bezeichnung des Käses deklarerter F.i.T.Gehalt	Emmentaler 45%	Emmentaler 45%	Emmentaler 45%
Erzeugungsdatum/Charge	15.05.2010	01.07.2010/ Fertiger 1	10.07.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährrer Höhenlage	800-1000m	Alpenvorland 550m	Adnet 500-1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x		
Grünfütter		x	x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%	x	x	x
keine			
Krafftutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x		x
wenig		x	
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	
unter 50%			x
<u>vorherrschende Rinderrasse(n)</u>	<u>Braunvieh</u>	<u>Fleckvieh</u>	<u>Fleckvieh</u>

<i>Probennummer</i>	<i>118</i>	<i>119</i>	<i>120</i>
Betrieb	Käserei Walkner	Käsehof, Betrieb Lamprechtshausen	Woerle
Betriebsnummer	10025012	AT 50134 EG	5004
Durchgang	5	5	5
Datum der Probenahme	16.09.2010	14.09.2010	13.09.2010
Bezeichnung des Käses deklarerter F.i.T.Gehalt	Emmentaler 45%	Emmentaler kon. 45%	Emmentaler 45%
Erzeugungsdatum/Charge	18.06.2010/Fertiger 2	15.06.2010/L1716	9.7.2 Fertiger 2
Herkunftsgebiete der Milch		Haunsberg, L'hausen/Innviertel, Irrsdorf	Flachgau
mit ungefährender Höhenlage	600m	450-700m	500-600m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter			ca. 5% ca. 95%
	x	x	
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%	x	x	x
keine			
Krafftutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x		x
wenig		x	
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		
unter 50%		x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh	Fleckvieh- Kreuzungen, Fleckvieh, Schwarzbunte	Fleckvieh

<i>Probennummer</i>	121	122	123
Betrieb	Elixhausen	Käserei Anthering	Schlins-Röns
Betriebsnummer	AT-M-S0008/5020	5011	AT 80132
Durchgang	5	5	5
Datum der Probenahme	21.09.2010	23.09.2010	10.09.2010
Bezeichnung des Käses	Emmentaler	Emmentaler	Vorarlberger Bergkäse
deklariertes F.i.T.Gehalt	45%	45%	mind 45%
Erzeugungsdatum/Charge	08.07.2010	08.07.2010	04.05.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Seekirchen 500	430-700m	Schlins, Röns 490m Schlins, 610m Röns
Fütterung: Grundfutter: Heu			10%
Grünfutter	x	x	90%
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%		x	x
keine	x		
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%		x	x
unter 50%	x		
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh	Fleckvieh und Pinzgauer	Braunvieh

<i>Probennummer</i>	124	125	126
Betrieb	Lingenau	Bergkäserei Schoppernau	Lutzenreute Eichenberg
Betriebsnummer	AT 80128	AT 80133	
Durchgang	5	5	5
Datum der Probenahme	08.09.2010	07.09.2010	10.09.2010
Bezeichnung des Käses	Vlbg Bergkäse	F.M. Felder Bergkäse	Vorarlberger Bergkäse
deklariertes F.i.T.Gehalt	mind 45%	mind 45%	50%
Erzeugungsdatum/Charge	15.04.2010	27.05.2010/418965	04.05.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Lingenau ca 700m	Schoppernau 850m	Eichenberg 850m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x	10%	10%
Grünfutter		90%	90%
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%		x	x
unter 50%			
keine	x		
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel	x		
mittel		x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	x
unter 50%			
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh	Braunvieh	Braunvieh, Schwarzbunt

Probenblätter für Käse 6. Durchgang

<i>Probennummer</i>	127	128	129
Betrieb	Bergkäserei Zillertal	Zillertaler Heumilch Sennerei	Reith
Betriebsnummer	8058	10028019	AT 70168 EG
Durchgang	6	6	6
Datum der Probenahme	15.11.2010	15.11.2010	15.11.2010
Bezeichnung des Käses	Zillertaler Bergkäse	Zillertaler Alpenkönig	Alpbachtaler Hornkäse
deklariertes F.i.T.Gehalt	mind 50% FiT	45% FiT	45%
Erzeugungsdatum/Charge	20.07.2010	26.06.2010	04.09.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Vorderes Zillertal, Weerberg 550 - 1500m	Fügen - Aschau 14.000 (?)	Alpbachtal 800 - 1100m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x		
Grünfütterung	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	x
unter 50%			
keine			
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	
wenig			x
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%	x	x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh, Braunvieh	Fleckvieh	FL

<i>Probennummer</i>	<i>130</i>	<i>131</i>	<i>132</i>
Betrieb	Käserei Plangger	Walchsee	Reutte Wildberg
Betriebsnummer	AT 70151 EG	AT N-01 Bio 0211V	AT 76148 EG
Durchgang	6	6	6
Datum der Probenahme	15.11.2010	15.11.2010	16.11.2010
Bezeichnung des Käses	Heumilch Bergkäse	Walchsee BioBergkäse	Emmentaler
deklariertes F.i.T.Gehalt	50%	50%	45%
Erzeugungsdatum/Charge	25.07.2010/ 2907 Woche	13.7/12.7	28.8.2010/Fertiger 1
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Walchsee + Umgebung 400 - 700m	Walchsee + Umgebung ca 700m	Reutte ca 1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x		
Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	x
unter 50%			
keine			
Krafffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x		
wenig		x	x
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%	x	x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh		

<i>Probennummer</i>	133	134	135
Betrieb	Lechtaler Naturkäserei	Vöcklakäserei Pöndorf	Pötzelsberger
Betriebsnummer	AT 70220 EG	4015	10025052
Durchgang	6	6	6
Datum der Probenahme	16.11.2010	17.11.2010	21.11.2010
Bezeichnung des Käses	Lechtaler Naturbergkäse	Emmentaler	Emmentaler
deklariertes F.i.T.Gehalt	45%	45%	45%
Erzeugungsdatum/Charge	20.06.2010	20.08.2010/ Fertiger I	02.09.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Lechtal/Steg 1125	Alpenvorland 550m	500-1100
Fütterung: Grundfutter: Heu		x	
Grünfütter	x		x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		x
unter 50%		x	
keine			
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel			x
wenig	x	x	
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%		x	
unter 50%	x		x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh	Fleckvieh	Fleckvieh

<i>Probennummer</i>	<i>136</i>	<i>137</i>	<i>138</i>
Betrieb	Walkner	Käsehof, Betrieb Lamprechtshausen	Woerle
Betriebsnummer	10025012	AT 50134 EG	5004
Durchgang	6	6	6
Datum der Probenahme	18.11.2010	15.11.2010	22.11.2010
Bezeichnung des Käses deklarerter F.i.T.Gehalt	Heumilch/Emmentaler 45%	Emmentaler kon. 45%	Emmentaler 45% FIT
Erzeugungsdatum/Charge	06.09.2010/ Fertiger 2	18.08.2010/L2533	24.08.2010/ Fertiger 2
Herkunftsgebiete der Milch		Buchberg, Hausnberg, L'hausen	Flachgau/ Mondseeland
mit ungefährer Höhenlage	500-600	Innviertel, Irrsdorf 450-700m	500-600m
Fütterung: Grundfutter: Heu			ca. 3%
Grünfutter	x	x	ca. 97%
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		
unter 50%		x	x
keine			
Krafftutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x		x
wenig		x	
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		
unter 50%		x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh	Fleckvieh- Kreuzungen, Fleckvieh, Schwarzbunte	Fleckvieh

<i>Probennummer</i>	<i>139</i>	<i>140</i>	<i>141</i>
Betrieb	Elixhausen	Käserei Anthering	Lingenau
Betriebsnummer	AT-M-S0008/5020	5011	AT 80128
Durchgang	6	6	6
Datum der Probenahme	23.11.2010	23.11.2010	16.11.2010
Bezeichnung des Käses	Emmentaler	Emmentaler	Vorarlberger Bergkäse
deklariertes F.i.T.Gehalt	45%	45%	mind 45%
Erzeugungsdatum/Charge	11.09.2010	31.08.2010	10.05.2010
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Seekirchen 500	430-700m	Lingenau ca. 700m
Fütterung: Grundfutter: Heu			<10%
Grünfutter	x	x	>90%
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			x
unter 50%		x	
keine	x		
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel			x
mittel	x	x	
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%		x	x
unter 50%	x		
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh	Fleckvieh und Pinzgauer	Braunvieh

<i>Probennummer</i>	142	143	144
Betrieb	Lutzenreute Eichenberg	Bergkäserei Schoppernau	Schlins-Röns
Betriebsnummer		AT 80133	
Durchgang	6	6	6
Datum der Probenahme	16.11.2010	16.11.2010	19.11.2010
Bezeichnung des Käses	Vorarlberger Bergkäse	FM Felder Bergkäse	Vorarlberger Bergkäse
deklariertes F.i.T.Gehalt	50% FiT	mind 45%	
Erzeugungsdatum/Charge	25.07.2010	26.06.2010 419366	19.08.2010 920
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefähre Höhenlage	Eichenberg 850m		Schlins-Röns 500m
Fütterung: Grundfutter: Heu	<10%	<10%	
Grünfutter	>90%	>90%	x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	x
unter 50%			
keine			
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	
unter 50%			x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh, Schwarzbunt	Braunvieh	Braunvieh

Probenblätter für Milch 1. Durchgang

<i>Probennummer</i>	37	38	39
Betrieb	Sennerei Lingenau	Sennerei Zillertal	Landliebe
Betriebsnummer	MV 21 9039?	AT 70128 EG	DE NW 401 EG
Durchgang	1	1	1
Datum der Probenahme	25.01.2010	25.01.2010	01.02.2010
Bezeichnung der Milch	Frischmilch	Frischmilch	frische Landmilch
deklariertes Fettgehalt	3,60%	3,60%	3,80%
Abfülldatum/Charge	25.01.2010		K 03.02.10 17:08 T3/L1/S4/3
Erhitzung: °C/Zeit	74°C - 20 sec	75°C	pasteurisiert
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefähre Höhenlage	700m	1000m	Vergleichsprobe Deutschland
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%			
keine	x	x	
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel	x		
mittel		x	
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	
unter 50%			
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh	Braunvieh - Fleckvieh	

<i>Probennummer</i>	<i>40</i>	<i>41</i>	<i>42</i>
Betrieb	Weihenstephan	Sennerei Zillertal	Alpenmilch Salzburg
Betriebsnummer	BY 103	AT 70128 EG	5001
Durchgang	1	1	1
Datum der Probenahme	01.02.2010	02.02.2010	25.01.2010
Bezeichnung der Milch	Frische Alpenmilch	Frischmilch	Spar Vital Bergbauernheumilch
deklariertes Fettgehalt	3,50%	3,60%	1,50%
Abfülldatum/Charge	10.02.10 - 1705101784608	MHD 08.02.2010/2	25.01.2010
Erhitzung: °C/Zeit	pasteurisiert, länger haltbar 75°C		125°C/5sec
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Vergleichsprobe Deutschland	1000m	500 bis 1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter		x	x (Winter)
Weide: geschätzter Anteil: über 50% unter 50% keine		x	x (Winter)
Krafffutter geschätzte Menge: viel mittel wenig		x	x
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50% unter 50%		x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)		Braunvieh, Fleckvieh	Fleckvieh

Probenblätter für Milch 2. Durchgang

<i>Probennummer</i>	43	44	45
Betrieb	Sennerei Lingenau	Sennerei Zillertal	Alpenmilch Salzburg
Betriebsnummer		8039	5001
Durchgang	2	2	2
Datum der Probenahme	10.03.2010	23.02.2010	08.03.2010
Bezeichnung der Milch	Lingenauer Frischmilch	Heumilch	Spar Vital Berg- bauernheumilch
deklariertes Fettgehalt	3,60%	4,00%	1,50%
Abfülldatum/Charge	10.03.2010	23.02.2010	08.03.2010
Erhitzung: °C/Zeit	75°C/20sec		125°C/5sec
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefähre Höhenlage	700m	ab 1000m	500 bis 1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfütter	x	x	x *
Weide: geschätzter Anteil: über 50% unter 50% keine	x	x	x
Kraffutter geschätzte Menge: viel mittel wenig	x	x	x
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50% unter 50%	x	x	x
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh		Fleckvieh * Fütterung zur Zeit der Herstellung der Milch

<i>Probennummer</i>	<i>46</i>	<i>47</i>	<i>48</i>
Betrieb	Sennerei Zillertal	Weihenstephan	Landliebe
Betriebsnummer	8039	BY 103	DE NW 401 EG
Durchgang	2	2	2
Datum der Probenahme	22.02.2010	13.03.2010	13.03.2010
Bezeichnung der Milch deklarerter Fettgehalt	Ziegenmilch ca 3%	Frische Alpenmilch 3,50%	Frische Landmilch 3,80%
Abfülldatum/Charge	22.02.2010	18.03.2010/ 8,05205E+11	15.03.10/14:58 T5 L1 N3 2
Erhitzung: °C/Zeit	90°C	pasteur./länger haltbar	pasteur.
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährrer Höhenlage	Österreich		
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter		x	
Weide: geschätzter Anteil: über 50%			
unter 50%			
keine		x	
Krafffutter geschätzte Menge: viel			
mittel		x	
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50%			
unter 50%		x	
<u>vorherrschende Rinderrasse(n)</u>			

Probenblätter für Milch 3. Durchgang

<i>Probennummer</i>	<i>49</i>	<i>50</i>	<i>51</i>
Betrieb	Sennerei Zillertal	Sennerei Zillertal	Sennerei Zillertal
Betriebsnummer	8039	8039	8039
Durchgang	3	3	3
Datum der Probenahme	17.05.2010	17.05.2010	17.05.2010
Bezeichnung der Milch	Rohmilch	Heumilch	Ziegenmilch
deklariertes Fettgehalt	4%	3,60%	ca 3%
Abfülldatum/Charge	17.05.2010	17.05.2010	17.05.2010
Erhitzung: °C/Zeit	keine	75°C	90°C
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefähre Höhenlage	Tallagen	Tux ab 1000	Österreich
Fütterung: Grundfutter: Heu	x	x	x
Grünfutter	x	x	
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		
unter 50%		x	
keine			x
Krafffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	x
unter 50%			
<u>vorherrschende Rinderrasse(n)</u>			

<i>Probennummer</i>	<i>52</i>	<i>59</i>	<i>60</i>
Betrieb	Sennerei Zillertal	Sennerei Lingenau	Alpenmilch Salzburg
Betriebsnummer	8039	AT 80128 EG	5001
Durchgang	3	3	3
Datum der Probenahme	17.05.2010	20.05.2010	17.05.2010
Bezeichnung der Milch	Bergmilch	Frischmilch	Salzburgerland Berg- bauernheumilch
deklariertes Fettgehalt	3,60%	3,60%	3,50%
Abfülldatum/Charge	17.05.2010	20.05.2010	17.05.2010
Erhitzung: °C/Zeit	110°C	74°C - 20sec	125°C/5sec
Herkunftsgebiete der Milch	Brandberg/ Zillergrund		
mit ungefährender Höhenlage	1000m	700	500 bis 1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x	x	x
Grünfütterung	x		x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		
unter 50%			x
keine		x	
Krafftütter geschätzte Menge:			
viel		x	
mittel	x		
wenig			x
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	x
unter 50%			
<u>vorherrschende Rinderrasse(n)</u>		Braunvieh	Fleckvieh

<i>Probennummer</i>	61	62
Betrieb	Weihenstephan	Landliebe
Betriebsnummer	DE BY 103 EG	DE NW 401 EG
Durchgang	3	3
Datum der Probenahme	17.05.2010	17.05.2010
Bezeichnung der Milch deklariertes Fettgehalt	Frische Alpenmilch 3,50%	Frische Landmilch 3,80%
Abfülldatum/Charge	20.05.2010 1,50521E+12	K 18.05.2010 N" T7 L10 06:29
Erhitzung: °C/Zeit	länger haltbar	pasteurisiert
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage		
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter		
Weide: geschätzter Anteil: über 50% unter 50% keine		
Krafftutter geschätzte Menge: viel mittel wenig		
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50% unter 50%		
vorherrschende Rinderrasse(n)		

Probenblätter für Milch 4. Durchgang

<i>Probennummer</i>	75	76	77
Betrieb	Alpenmilch Salzburg	Landliebe	Weihenstephan
Betriebsnummer	5001	DE NW 401 EG	DE BY 103 EG
Durchgang	4	4	4
Datum der Probenahme	12.07.2010	18.07.2010	18.07.2010
Bezeichnung der Milch	Salzburgerland Berg bauernheumilch	Frische Landmilch	Frische Alpenmilch
deklariertes Fettgehalt	3,50%	3,80%	3,50%
Abfülldatum/Charge	13.08.2010	19.07.2010/11:25 T2 L10 R4 2	23.07.2010/ 1,01312E+12
Erhitzung: °C/Zeit	125°C/5sec	pasteurisiert	Länger haltbar
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefähre Höhenlage	500-1000m		
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter		x	
Weide: geschätzter Anteil: über 50%		x	
unter 50%			
keine			
Krafftutter geschätzte Menge: viel			
mittel		x	
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50%		x	
unter 50%			
vorherrschende Rinderrasse(n)	Fleckvieh		

<i>Probennummer</i>	<i>78</i>	<i>97</i>	<i>98</i>
Betrieb	Lingenu	Sennerei Zillertal	Sennerei Zillertal
Betriebsnummer	AT-80128 EG	8039	8039
Durchgang	4	4	4
Datum der Probenahme	15.07.2010	12.07.2010	12.07.2010
Bezeichnung der Milch	Bregenzerwälder Frischmilch	Ziegenmilch	Bergmilch
deklariertes Fettgehalt	3,60%	ca 3%	4%
Abfülldatum/Charge	15.07.2010	11.07.2010	12.07.2010
Erhitzung: °C/Zeit	74°C - 20 sec		
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährer Höhenlage	Lingenu 700		Tux ca 1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil: über 50%			x
unter 50%			
keine	x	x	
Krafftutter geschätzte Menge:			
viel	x		
mittel		x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	x
unter 50%			
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh		

<i>Probennummer</i>	99
Betrieb	Sennerei Ziller
Betriebsnummer	8039
Durchgang	4
Datum der Probenahme	12.07.2010
Bezeichnung der Milch deklariertes Fettgehalt	3,60%
Abfülldatum/Charge	12.07.2010
Erhitzung: °C/Zeit	
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefähre Höhenlage	Zillergrund/Tux mehr als 1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter	x
Weide: geschätzter Anteil: über 50% unter 50% keine	x
Kraftfutter geschätzte Menge: viel mittel wenig	x
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50% unter 50%	x
<u>vorherrschende Rinderrasse(n)</u>	

Probenblätter für Milch 5. Durchgang

<i>Probennummer</i>	<i>100</i>	<i>101</i>	<i>102</i>
Betrieb	Landliebe	Weihenstephan	Alpenmilch Salzburg
Betriebsnummer	DE NW 401 EG	DE BY 103 EG	5001
Durchgang	5	5	5
Datum der Probenahme	26.09.2010	26.09.2010	14.09.2010
Bezeichnung der Milch	Frische Landmilch	Frische Alpenmilch	Salzburgerland Berg bauernheumilch
deklariertes Fettgehalt	3,80%	3,50%	3,50%
Abfülldatum/Charge	K 27.09.10/04:56 T3/L3/R4/1	03.10.10/ 1,30523E+12	06.09.2010/15:31
Erhitzung: °C/Zeit	pasteurisiert	Länger haltbar	125°C/5sec.
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage			500 Meter bis 1000 Meter
Fütterung: Grundfutter: Heu Grünfutter			x
Weide: geschätzter Anteil: über 50% unter 50% keine			x
Kraffutter geschätzte Menge: viel mittel wenig			x
Heubelüftung: geschätzter Anteil: über 50% unter 50%			x
vorherrschende Rinderrasse(n)			Fleckvieh

<i>Probennummer</i>	<i>103</i>	<i>104</i>	<i>105</i>
Betrieb	Lingenau	Sennerei Zillertal	Sennerei Zillertal
Betriebsnummer	AT 80128	8039	8039
Durchgang	5	5	5
Datum der Probenahme	07.09.2010	13.09.2010	13.09.2010
Bezeichnung der Milch	Bregenzerwälder Frischmilch	Rohmilch	Rohmilch
deklariertes Fettgehalt	3,60%	ca. 4%	ca. 4%
Abfülldatum/Charge	07.09.2010	13.09.2010	13.09.2010
Erhitzung: °C/Zeit	74°C - 20 sec.	keine	keine
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefährender Höhenlage	Lingenau 700m	Zillergrund 2 ab 1000m	Tux 3 ab 1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x		
Grünfutter	x	x	x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	x
unter 50%			
keine			
Krafftutter geschätzte Menge:			
viel	x		
mittel		x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:		(durchgestrichen)	(durchgestrichen)
über 50%	x		
unter 50%			
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh		

<i>Probennummer</i>	<i>106</i>	<i>107</i>	<i>108</i>
Betrieb	Käserei Plangger	Sennerei Zillertal	Käserei Plangger
Betriebsnummer	10028046/451	8039	10028046/278
Durchgang	5	5	5
Datum der Probenahme	13.09.2010	12.09.2010	13.09.2010
Bezeichnung der Milch deklariertes Fettgehalt	Bio Heumilch 4,30%	Rohmilch ca 3%	Bio Heumilch 4,10%
Abfülldatum/Charge	12.09.2010	12.09.2010	12.09.2010
Erhitzung: °C/Zeit	-	keine	-
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefähre Höhenlage	800m	Ziegenmilch 5	500m
Fütterung: Grundfutter: Heu	x	x	x
Grünfutter	x		x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		
unter 50%			x
keine		x	
Krafftutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel	x	x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	x
unter 50%			
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh		Fleckvieh

Probenblätter für Milch 6. Durchgang

<i>Probennummer</i>	145	146	147
Betrieb	Lingenau	Sennerei Zillertal	Sennerei Zillertal
Betriebsnummer	AT 80128	8039	8039
Durchgang	6	6	6
Datum der Probenahme	16.11.2010	14.11.2010	15.11.2010
Bezeichnung der Milch	Bregenzerwälder Frischmilch	Ziegenmilch	Rohmilch
deklariertes Fettgehalt	3,60%	ca. 3,8% schwankt	ca 4%
Abfülldatum/Charge	15.11.2010	14.11.2010	15.11.2010
Erhitzung: °C/Zeit	74°C - 20sec	keine	keine
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefähre Höhenlage	Lingenau 700m	Österreich	Brandberg, Tux 1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu	>10%	x	x
Grünfutter	<90%		
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%	x		
unter 50%			
keine		x	x
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel	x		
mittel		x	x
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%	x	x	x
unter 50%			
vorherrschende Rinderrasse(n)	Braunvieh		

<i>Probennummer</i>	<i>148</i>	<i>149</i>	<i>150</i>
Betrieb	Weihenstephan	Landliebe	Alpenmilch Salzburg
Betriebsnummer	DE BY 103 EG	DE NW 401 EG	5001
Durchgang	6	6	6
Datum der Probenahme	23.11.2010	22.11.2010	15.11.2010
Bezeichnung der Milch	Frische Alpenmilch	Frische Landmilch	Salzburgerland Berg bauernheumilch
deklariertes Fettgehalt	3,50%	3,80%	3,50%
Abfülldatum/Charge	28.11.2010/ 1,30513E+12	K 22.11.2010/08:06 T6 L10 R1/2	08.11.2010/09:20
Erhitzung: °C/Zeit	länger haltbar	pasteurisiert	125°C/5sec
Herkunftsgebiete der Milch mit ungefähre Höhenlage			500-1000m
Fütterung: Grundfutter: Heu			X
Grünfutter			x
Weide: geschätzter Anteil:			
über 50%			
unter 50%			X
keine			
Kraffutter geschätzte Menge:			
viel			
mittel			X
wenig			
Heubelüftung: geschätzter Anteil:			
über 50%			X
unter 50%			
vorherrschende Rinderrasse(n)			Fleckvieh

LEBENS LAUF

Persönliche Daten

Name: Michaela Seiz

Geburtsdatum: 18.08.1986

Geburtsort: Wien

Staatsangehörigkeit: Österreich

Ausbildung

Seit 10/2005	Studium der Ernährungswissenschaften an der Universität Wien
09/2004 – 06/2005	Academic Year an der EF International School (Proficiency Level) in Dublin, Irland
09/1996 – 06/2004	GRG XVI, Maroltingergasse, 1160 Wien
09/1992 – 06/1996	Volksschule Karl-Toldt-Weg, 1140 Wien

Berufspraxis

08/2007	Praktikum bei AGES PharmMed (OMCL), Wien
08 – 09/2010	Praktikum bei OnkoTec, Waidhofen/Thaya