

## Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von Schafmilch schweizerischer Herkunft

Jürg Maurer, Walter Schaeren, René Badertscher, Ueli Bütikofer, Marius Collomb und Robert Sieber

Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Bern

Eingegangen am 20. Dezember 2006, akzeptiert am 22. März 2007

Die Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten schweizerischer Herkunft ist in verschiedenen Publikationen der früheren Forschungsanstalt für Milchwirtschaft und der heutigen Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP) niedergelegt: Milch (1), Joghurt (2), Rahm (3), Butter (4), Hart- (5), Halbhart- und Weichkäse (6), Quark und Hüttenkäse (7), Ziger (8), Glarner Kräuterkäse (9) und Ziegenmilch (10). Zudem sind diese Daten mit Ausnahme der Ziegenmilch in einer Übersicht zusammengefasst und stehen der Öffentlichkeit auf dem Netz zur Verfügung (11). Auch wurden sie in die schweizerische Nährwertdatenbank integriert, deren Schaffung aufgrund des gestiegenen Interesses der Konsumenten an Gesundheits- und Ernährungsfragen realisiert wurde (12). Daneben leistet diese Datenbank hilfreiche Dienste für die Ernährungsberatung und die Beurteilung des Ernährungszustandes der schweizerischen Bevölkerung. Neben der schweizerischen Nährwerttabelle bestehen im europäischen Raume noch weitere solcher Nachschlagwerke für Lebensmittel (13–16) wie auch speziell für Milch und Milchprodukte (17).

Über die Produktion wie auch die Verwertung von Schafmilch sind in der Milchstatistik nur wenige Angaben vorhanden. Im Jahre 2005 wurden in der Schweiz 8881 Milchschafe der Rassen Ostfriesisches Milchschaaf und Lacaune, 10892 Zuchtwidder, 229392 weibliche Zuchtschafe (über 1 Jahr alt) und 197185 Jungschafe unter 1 Jahr gehalten. Insgesamt wurden 3100 t Schafmilch produziert, was einer mittleren Milchleistung von 349 Liter pro Jahr und Tier entspricht. Daraus wurden unter anderem 143 t pasteurisierte Schafmilch, 197 t Schafmilchjoghurt

und 214 t Schafkäse hergestellt (18). Es zeigt sich, dass der grössere Teil der produzierten Milch in die Herstellung von Schafkäse geht.

Über die Zusammensetzung wie auch über einzelne Aspekte von Schafmilch schweizerischer Herkunft liegen nur wenige Angaben vor. So berichteten *Gerber und Baumgartner* (19) über die Zusammensetzung der Milch von drei Schafen, *Colomb et al.* (20) über die Fettsäurezusammensetzung von Schafmilch, die in unterschiedlichen Höhenlage produziert wurde, sowie *Eberhard und Bütikofer* (21) über die Möglichkeit, Schafmilch mit dem UHT-Verfahren zu behandeln. In der ausländischen Literatur finden sich verschiedene Arbeiten über die Zusammensetzung von Schafmilch (22–27) wie auch zu einzelnen Aspekten der Zusammensetzung wie Protein und Aminosäuren (28–31), Fett und Fettsäuren (32–35), Vitamine (36, 37), Mineralstoffe und Spurenelemente (24, 37–41) und die Bedeutung der Schafmilch in der Ernährung (22, 23, 42).

Für die vorliegende Arbeit wurde monatlich Schafmilch aus dem Emmental, Entlebuch und dem Kanton Aargau erhoben. In einer Stichprobe von 13 Milchschaftbetrieben wurde neben verschiedenen anderen Parametern die Zusammensetzung analysiert, wobei die gleichen Nährstoffe wie in der vorangehenden Arbeit zu Ziegenmilch (10) in die Untersuchungen einbezogen wurden. Diese Untersuchung hatte zum Ziel, die Grundlage für eine umfassende Darstellung der Zusammensetzung der Milch zweier Schafrassen schweizerischer Herkunft zu liefern. Weitere Ergebnisse dieser Studie, über die an anderer Stelle berichtet wird, betreffen die Zellzahl, die Zahl an aeroben mesophilen, aeroben psychrotrophen und salztoleranten Keimen, Enterokokken, Enterobacteriaceen, *Escherichia coli*, koagulasepositiven Staphylokokken, Propionsäurebakterien, fakultativ heterofermentative Laktobazillen, Clostridiensporen, Yersinien, Listerien und Salmonellen sowie den Gefrierpunkt und den Harnstoffgehalt.

## Material und Methoden

### *Auswahl der Proben*

Zwischen April und November 2005 wurden monatlich Bestandesmischmilchproben aus 13 Milchschaftbetrieben aus dem Emmental, dem Entlebuch und dem Kanton Aargau erhoben. Es handelte sich dabei um Herden der Rassen Ostfriesisches Milchschaft (3), Lacaune (6) und um Tiere dieser beiden Rassen als Kreuzungstiere (4). Die Herden bewegten sich in der Grössenordnung von etwa 20 bis 200 Tieren. Die Milchproben wurden in den Betrieben erhoben, mit Kühlboxen möglichst rasch in die Labors von ALP transportiert und bis zur Analyse in Eiswasser gekühlt. Für die Bestimmung der Trockenmasse, von Protein, Fett, Laktose, Fettsäuren, Mineralstoffe und Spurenelemente wurden Proben zwischen April und November 2005 (die Anzahl der untersuchten Proben pro Monat ist im Titel der Abbildung 1 erwähnt) und für diejenige der Aminosäuren und Vitamine diejenigen von September 2005 verwendet.

### *Untersuchungsmethoden*

Die Bestimmungen wurden in akkreditierten Laboratorien der ALP durchgeführt: Wasser (43), Total-N (daraus wurde das Gesamtprotein mit dem Faktor 6,38 berechnet) (44), Fett (45), Laktose (46), Phosphor (47), Kalzium, Natrium, Kalium, Magnesium, Zink (Flammen-Atomabsorption nach Aufschluss mit Salpetersäure), Eisen, Kupfer, Mangan (Graphitrohr-Atomabsorption mit Zeeman-Untergrundkorrektur nach Druckaufschluss mit Salpetersäure), die Vitamine A und E nach noch unveröffentlichten HPLC-Methoden (Probe mit ethanolischer Kaliumhydroxidlösung verseifen, mit Petroleumbenzin extrahieren, mit Wasser waschen, mit Natriumsulfat behandeln, zur Trockene eindampfen, Rückstand in Methanol aufnehmen und mittels HPLC durch Fluoreszenzdetektion mit programmierbaren Wellenlängen quantitativ bestimmen), die Vitamine B<sub>1</sub> (48), B<sub>2</sub> (49), B<sub>6</sub> (50), B<sub>12</sub> (51), D<sub>3</sub> (52) und Folsäure (53) mit Hilfe der HPLC. Die Bestimmung der Fettsäuren erfolgte nach *Collomb und Bühler* (54) und diejenige der Aminosäuren mit HPLC (55).

Die Werte werden als arithmetisches Mittel mit der Standardabweichung (als Mass der Streuung) angegeben. Bei den Vitaminen wurden die Resultate nur als Medianwerte angegeben, da sie nicht «symmetrisch» verteilt sind. Der Energiegehalt (kcal/100 g) wurde nach den Angaben des Lebensmittelbuches mit folgenden Faktoren berechnet: Fett 8,79, Eiweiss 4,27, Kohlenhydrate 3,87 (56). Die Umrechnung von kcal in kJ erfolgte mit dem Faktor 4,184, wobei die berechneten Werte auf die nächste Fünfeinheit auf- oder abgerundet wurden.

### **Resultate und Diskussion**

Im Folgenden werden vor allem die Resultate aller Tiere sowie diejenigen der beiden Rassen Ostfriesisches Milchschaaf und Lacaune besprochen, weniger die gemischten Herden beider Rassen mit Kreuzungstieren.

#### *Protein, Fett, Laktose*

Die Zusammensetzung der Schafmilch an Protein, Fett, Laktose und Energie ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Der Proteingehalt betrug im Mittel über alle Proben 5,61 g/100 g (Minimum: 4,73 g/100 g im November und Maximum: 7,70 g/100 g im September), der Fettgehalt knapp 7,08 g/100 g (4,59 g/100 g im April und 10,23 g/100 g im September) und der Laktosegehalt 4,7 g/100 g (4,04 g/100 g im September und 5,16 g/100 g im Oktober). Über den monatlichen Verlauf des Protein-, Fett- und Laktosegehalts der Schafmilch orientiert Abbildung 1; dabei ist bis September ein Anstieg des Fett- und Proteingehaltes und ein geringer Abfall des Laktosegehaltes zu beobachten. Die Unterschiede zwischen den beiden Rassen Ostfriesische Milchschafe und Lacaune sind beim Fett mit 1,07 g/100 g recht bedeutend, dagegen bei Protein und Laktose als gering zu bezeichnen. Dabei umfasst der Fettgehalt bei der Rasse Lacaune einen Bereich von 5,99 bis 10,23 und bei den Ostfriesischen Milchschaafen von 4,72 bis 9,37 g/100 g. Beim Protein sind die Bereiche (Minimum –

Tabelle 1  
Chemische Zusammensetzung von Schafmilch schweizerischer Herkunft im Vergleich zu Ziegen- (10) und pasteurisierter Kuhmilch (1) (Angaben pro 100 g)

Parameter	Ein- heit	Schafmilch <sup>1</sup>				Ziegenmilch				Kuhmilch past.	
		Alle n=86	Ostfriesisches Milchschaf n=18	Lacaune n=41	Kreuzungstiere n=27	n=165	n=10	$\bar{x}$	$s_x$	$\bar{x}$	$s_x$
Trockenmasse	g	18,16	17,63	18,60	17,82	11,34	12,7	0,68	12,7	0,2	
Protein	g	5,61	5,68	5,58	5,62	2,83	3,3	0,24	3,3	0,1	
Fett	g	7,08	6,46	7,53	6,80	3,23	4,0	0,37	4,0	0,2	
Laktose <sup>2</sup>	g	4,70	4,84	4,87	4,79	4,22	4,7	0,18	4,7	0,1	
Cholesterin	mg	26,7	nb	nb	nb	nb	14,9		14,9	1,4	
Energie	kcal	103	100	109	102	57	67		67	2	
	kJ	430	420	455	430	240	280		280	7	

<sup>1</sup>  $\bar{x}$  = Mittelwert;  $s_x$  = Standardabweichung; nb = nicht bestimmt

<sup>2</sup> Probenahmezeitraum: April bis November 2005

<sup>3</sup> Laktosemonohydrat

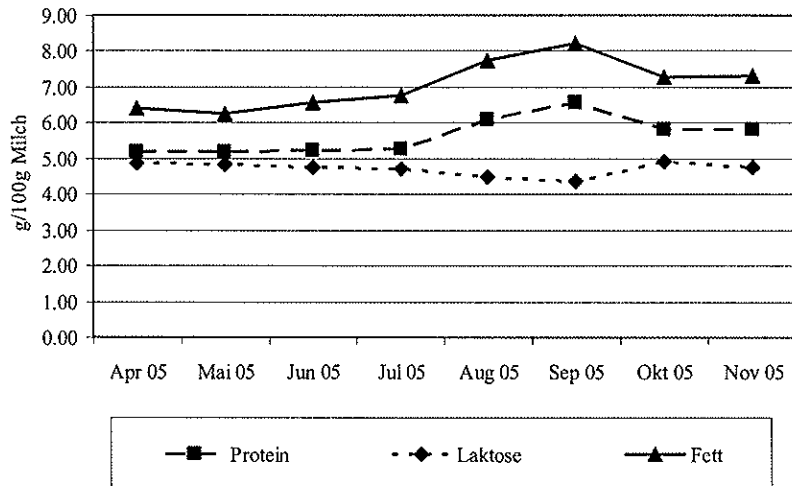


Abbildung 1 Monatlicher Verlauf des Protein-, Fett- und Laktosegehalts in Schafmilch (Anzahl Proben pro Monat: 12, 13, 13, 10, 10, 12, 8, 7)

Maximum) mit 4,84 bis 7,70 bei den Ostfriesischen Milchschaften und mit 4,73 bis 7,45 g/100 g bei den Lacaune sowie beim Laktosegehalt: 3,85 bis 4,82 und 3,84 bis 4,90 g/100 g recht ähnlich. Aus diesen Ausführungen wird deutlich, dass sich ein Vergleich der Zusammensetzung von Schafmilch auf die untersuchte Rasse beziehen sollte (Tabelle 1).

Schafmilch schweizerischer Herkunft von einer früheren Erhebung (je fünf Proben Morgen- und Abendmilch von ostfriesischen Milchschaften: eine Probe Februar, je zwei Proben April und Juni) enthielt weniger Protein (5,25 g/100 g) und Laktose (4,62 g/100 g) sowie mehr Fett (6,81 g/100 g) (19) als die vorliegenden Ergebnisse für die gleiche Schafrasse. In Schafmilch deutscher Herkunft bestimmten *Kirst et al.* (26) 4,99 g Protein/100 g, 5,42 g Fett/100 g und mit der IR-Methode 5,11 g Laktose/100 g (in der vorliegenden Untersuchung wurde der Laktosegehalt noch zusätzlich mit der IR-Methode bestimmt und ein etwas tieferer Wert gefunden: 4,84 g/100 g). Damit unterscheiden sich diese von Schafmilch schweizerischer Herkunft vor allem beim Fett recht deutlich. In einer anderen Untersuchung zu Ostfriesischen Milchschaften, bei denen innerhalb einer Laktationsperiode (April bis November) monatlich Proben erfasst und untersucht wurden, fanden *Hampel et al.* (22) in 100 g Schafmilch  $4,74 \pm 0,21$  g Protein,  $5,86 \pm 0,15$  g Fett und  $4,42 \pm 0,06$  g Laktose. Im Vergleich zu dieser Arbeit sind die von uns bestimmten Gehalte für die Ostfriesischen Milchschafe mit 5,68 (Protein), 6,46 (Fett) und 4,84 (Laktose) g/100 g zum Teil deutlich höher. *Bencini und Pulina* (27) haben für die gleiche Rasse einen

im Vergleich zu unserer Arbeit höheren Proteingehalt von 6,21 g/100 g und einen vergleichbaren Fettgehalt von 6,64 g/100 g angegeben.

Ein Vergleich mit der Zusammensetzung von Ziegen- (10) und Kuhmilch (1) schweizerischer Herkunft zeigt einige Unterschiede. Schafmilch hat einen deutlich höheren Gehalt von Fett und Protein als Ziegen- und Kuhmilch und einen mit der Kuhmilch vergleichbaren Laktosegehalt, der aber etwas höher liegt als in der Ziegenmilch. Damit geht auch ein Energiegehalt der Schafmilch einher, der im Vergleich zu Ziegen- und Kuhmilch um die Hälfte und mehr erhöht ist (Tabelle 1). Da die Proteine der Schafmilch recht ähnlich denjenigen der Kuhmilch sind (57), kann Schafmilch von Personen, die unter einer Allergie gegenüber Kuhmilchprotein leiden, nicht ohne weiteres als Ersatz empfohlen werden (31).

### Aminosäuren

Neben den Hauptnährstoffen interessieren auch deren Bestandteile. Denn das Protein ist nämlich der Lieferant verschiedener essentieller und nicht-essentieller Aminosäuren. Deshalb wurde das Protein der Schafmilch auf ihren Gehalt an diesen verschiedenen Aminosäuren mit Ausnahme des Tryptophans – nach Souci-Fachmann-Kraut (13) ist der Tryptophangehalt von Schafmilch 70 mg/100 g – untersucht. Diese Daten sind für sämtliche Proben in Tabelle 2 zusammengestellt. Die

Tabelle 2  
Gesamte Aminosäuren von Schafmilch schweizerischer Herkunft im Vergleich zu Ziegen- (10) und pasteurisierter Kuhmilch (1) (Median und Interquartilbereich, mg/100 g)

Aminosäure	Schafmilch <sup>1</sup> (n=11)		Ziegenmilch (n=12)		Kuhmilch past. (n=10)	
	$\bar{x}$	$I_{25;75}$	$\bar{x}$	$I_{25;75}$	$\bar{x}$	$I_{25;75}$
Asparaginsäure + Asparagin	481	433; 488	287	258; 317	269	253; 310
Glutaminsäure + Glutamin	1424	1376; 1468	707	641; 749	747	725; 824
Serin	351	332; 356	175	153; 194	200	194; 203
Histidin	154	143; 165	85	79; 88	92	90; 94
Glycin	121	117; 123	56	55; 60	65	61; 70
Threonin	269	255; 280	178	154; 188	157	152; 167
Alanin	217	204; 230	100	92; 113	109	107; 119
Arginin	193	148; 227	103	89; 112	119	114; 123
Tyrosin	295	278; 304	123	114; 138	166	163; 178
Valin	393	378; 403	237	211; 245	209	203; 216
Methionin	166	149; 170	86	78; 88	87	83; 92
Isoleucin	309	293; 317	156	145; 165	170	165; 176
Phenylalanin	287	275; 297	162	144; 167	162	159; 173
Leucin	607	573; 617	333	302; 342	333	325; 359
Lysin	502	418; 519	254	243; 265	279	267; 291
Prolin	611	583; 643	329	298; 367	332	328; 338
Summe	6280	6048; 6516	3419	3062; 3586	3487	3413; 3720

$\bar{x}$  = Median;  $I_{25;75}$  = Interquartilbereich

<sup>1</sup> Probenahmezeitraum: April bis November 2005

dominierendsten Aminosäuren waren Glutaminsäure+Glutamin, gefolgt von Prolin, Leucin, Lysin, Asparaginsäure+Asparagin, Valin und Isoleucin. Bedingt durch den höheren Proteingehalt liegen auch die Aminosäuregehalte der Schafmilch deutlich höher als in Ziegen- und Kuhmilch.

### Fettsäuren

Ebenso wie beim Protein ist auch beim Fett die Zusammensetzung ihrer Bestandteile, der Fettsäuren, als Lieferanten von essentiellen Fettsäuren von besonderem Interesse. Die heute zur Verfügung stehenden analytischen Methoden erlauben eine umfassendere Bestimmung der verschiedenen Fettsäuren und die Resultate können auf 100 g Fett bezogen und nicht wie bis anhin in relativen Gewichtsprozenten angegeben werden. In der von ALP verwendeten Bestimmungsmethode werden bis zu 70 verschiedene Fettsäuren ermittelt (54). Die Angaben zu den wichtigsten Fettsäuren, den Minorfettsäuren und den verschiedenen Fettsäuregruppen sind in den Tabellen 3 bis 5 zusammengestellt.

Unter den verschiedenen Fettsäuren dominieren mit über 9 g/100 g Fett die Palmitin-, Öl- und Stearinsäure, gefolgt von zehn Fettsäuren im Bereich von 1 bis 9 g/100 g Fett (Tabelle 3). Diese Reihenfolge gilt auch für die einzelnen Rassen, bei denen die Ostfriesischen Milchschafe mehr Palmitin- und Ölsäure enthielten als die Lacaune, was aber nicht für die Stearinsäure zutrifft. Auch in der Studie von *Hampel et al.* (22) wiesen die Palmitin- (24,81 vs 21,09 g/100 g Fett in dieser Studie), die Öl- (16,67 vs 18,23 g/100 g Fett) und die Stearinsäure (10,07 vs 9,55 g/100 g Fett) die höchsten Konzentrationen im Milchfett von Ostfriesischen Milchschaafen auf. Ebenfalls bei Ziegen- (10) und Kuhmilch (54) war die Reihenfolge Palmitin- und Ölsäure dieselbe, während bei der Ziegenmilch als nächste Fettsäure die Stearinsäure und bei der Kuhmilch die Myristinsäure folgten. Neben den so genannten Makrofettsäuren wurden verschiedene Minorfettsäuren nachgewiesen, die mit einem Masseanteil von weniger als 1 g/100 g Fett vorhanden sind (Tabelle 4). Darunter sind auch iso- und anteiso-Formen sowie trans-Fettsäuren vorhanden.

Die Resultate zu den Fettsäuren werden in Tabelle 5 in verschiedene Fettsäuregruppen zusammengefasst. In Bezug auf die Gruppierung der Kettenlänge dominieren im Schafmilchfett die langkettigen Fettsäuren vor den mittel- und den kurzkettigen und in Bezug auf gesättigte - ungesättigte Fettsäuren die gesättigten Fettsäuren (58,2 g/100 g Fett) vor den einfach-ungesättigten (24,1 g/100 g Fett) und den mehrfach-ungesättigten Fettsäuren (6,5 g/100 g Fett). *Hampel et al.* (22) geben für Ostfriesische Milchschafe gegenüber dieser Studie einen deutlich höheren Gehalt an gesättigten Fettsäuren an: 65,7 vs 57,4 g/100 g Fett (Weideperiode 65,1, Stallperiode 67,9 g/100 g Fett), während die einfach-ungesättigten Fettsäuren bei 19,1 vs 25,0 g/100 g Fett (19,5 resp. 17,5 g/100 g Fett) und die mehrfach-ungesättigten Fettsäuren bei 4,4 vs 6,7 g/100 g Fett (4,3 resp. 4,0 g/100 g Fett) lagen. In australischer Schafmilch (58) waren die gesättigten Fettsäuren mit 66,2 g/100 g Fett wie auch die mehrfach-ungesättigten Fettsäuren mit 5,0 g/100 g Fett mit denjenigen der

Tabelle 3  
Zusammensetzung der wichtigsten Fettsäuren von Schafmilch schweizerischer Herkunft im Vergleich zu Ziegen- (10) und pasteurisierter Kuhmilch (54) (g/100 g Fett)

	alle		Schafmilch <sup>1</sup> (n=86)			Ziegenmilch (n=je 15)			Kuhmilch (n=je 15)	
	$\bar{x}$	$s_x$	O	L	K	April	Oktober	Winter	Sommer	
C4	3,02	0,31	2,97	3,02	3,06	2,20	1,99	3,16	3,09	
C6	2,11	0,29	1,86	2,15	2,22	2,09	2,07	2,08	1,95	
C8	1,87	0,38	1,51	1,93	2,00	2,29	2,32	1,20	1,12	
C10	5,44	1,24	4,42	5,59	5,84	7,26	8,52	2,56	2,38	
C10:1	0,25	0,06	0,23	0,24	0,26	0,24	0,37	0,30	0,30	
C12	3,11	0,72	2,56	3,23	3,28	3,18	4,45	3,12	2,78	
C14	8,56	0,90	8,33	8,64	8,59	8,42	10,22	10,35	9,31	
C15	0,99	0,13	1,13	0,94	0,98	0,97	1,09	1,11	1,04	
C16	19,70	1,54	21,09	19,37	19,32	21,68	23,92	28,69	23,52	
C16:1c	0,68	0,14	0,79	0,64	0,65	0,55	0,67	1,31	1,19	
C17	0,61	0,11	0,60	0,65	0,57	0,66	0,46	0,49	0,63	
C18	9,75	1,43	9,55	10,04	9,44	9,18	6,13	7,81	8,32	
C18:1 c9	17,41	2,21	18,23	17,82	16,25	19,30	14,48	15,74	17,20	
C18:2 c9, c12	2,06	0,47	2,18	1,98	2,09	2,06	1,27	1,27	1,15	
C18:3 c9c12c15	1,17	0,27	1,12	1,16	1,22	0,67	0,56	0,69	0,83	
C18:1 t10-11	2,88	0,78	2,68	2,82	3,11	1,38	1,98	1,44	3,15	
C18:2 c9t11*	1,41	0,38	1,49	1,30	1,53	0,68	1,19	0,64	1,44	
C20:4 (n-6)	0,17	0,06	0,22	0,14	0,17	0,15	0,11	0,16	0,13	
C20:5 EPA (n-3)	0,08	0,02	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	
C22:5 DPA (n-3)	0,15	0,03	0,15	0,14	0,15	0,14	0,14	0,10	0,11	
C22:6 DHA (n-3)	0,06	0,02	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,01	0,01	

$\bar{x}$  = Mittelwert;  $s_x$  = Standardabweichung

O = Ostfriesisches Milchschaf (n=18); L = Lacaune (n=41); K = Kreuzungstiere (n=27)

\* Probennahmezeitraum: April bis November 2003

\* in der Schafmilch noch die Isomeren t8c10 + t7c9 enthalten



Tabelle 4  
Zusammensetzung der Minorfettsäuren von Schafmilch schweizerischer Herkunft im Vergleich zu Ziegen- (10) und pasteurisierter Kuhmilch (54) (g/100 g Fett)

Fettsäuren	alle		Schafmilch (n=81)			Ziegenmilch (n=je 15)			Kuhmilch (n=je 15)		
	$\bar{x}$	$s_x$	O	L	K	April	Oktober	Winter	Sommer	$\bar{x}$	$\bar{x}$
C5	0,07	0,02	0,08	0,06	0,07	0,03	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02
C7	0,03	<0,01	0,02	0,02	0,03	0,09	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
C12 iso	0,03	<0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
C12 aiso	0,04	0,01	0,04	0,04	0,04	0,03	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
C12:1 c und C13	0,12	0,03	0,12	0,12	0,13	0,14	0,24	0,16	0,16	0,14	0,14
C13 iso	0,12	0,02	0,14	0,11	0,10	0,11	0,08	0,12	0,12	0,10	0,10
C14:1 c	0,16	0,05	0,17	0,16	0,15	0,11	0,23	0,88	0,88	0,86	0,86
C14 iso	0,27	0,05	0,31	0,25	0,28	0,23	0,19	0,24	0,24	0,24	0,24
C14:1 t	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
C14 aiso	0,45	0,09	0,57	0,40	0,47	0,38	0,32	0,44	0,44	0,45	0,45
C15 iso	0,27	0,05	0,32	0,24	0,27	0,29	0,19	0,26	0,26	0,23	0,23
C16 iso	0,39	0,07	0,46	0,36	0,40	0,39	0,32	0,30	0,30	0,36	0,36
C16:1 t	0,22	0,09	0,23	0,20	0,25	0,14	0,17	0,10	0,10	0,19	0,19
C16 aiso	0,39	0,07	0,46	0,36	0,40	0,44	0,36	0,61	0,61	0,73	0,73
C17 iso	0,07	0,02	0,07	0,07	0,06	0,06	0,04	0,06	0,06	0,05	0,05
C17:1 t	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02
C17 aiso	0,23	0,05	0,24	0,24	0,21	0,32	0,20	0,25	0,25	0,22	0,22
C18:1 t4	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01
C18:1 t5	0,02	<0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
C18:1 t6-8	0,14	0,05	0,15	0,14	0,15	0,12	0,12	0,07	0,07	0,14	0,14
C18:1 t9	0,28	0,06	0,30	0,27	0,28	0,24	0,23	0,22	0,22	0,27	0,27
C18:1 t12	0,25	0,07	0,25	0,25	0,27	0,18	0,17	0,15	0,15	0,19	0,19
C18:1 t13-14+c6-8	0,77	0,24	0,79	0,70	0,87	0,33	0,45	0,37	0,37	0,59	0,59
C18:1 c11	0,39	0,11	0,42	0,37	0,39	0,50	0,34	0,40	0,40	0,43	0,43
C18:1 c12	0,18	0,09	0,18	0,16	0,21	0,15	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12
C18:1 c13	0,05	0,01	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
C18:1 c14+t16	0,37	0,08	0,38	0,35	0,39	0,21	0,20	0,23	0,23	0,29	0,29
C18:2 tnMID	0,10	0,03	0,10	0,10	0,12	0,04	0,07	0,07	0,07	0,16	0,16

Fettsäuren	alte		Schafmilch (n=81)			K	Ziegenmilch (n=je 15)		Kuhmilch (n=je 15)	
	$\bar{x}$	$s_x$	O	L	$\bar{x}$		April	Oktober	Winter	Sommer
C18:2 c9c11+t11c13	0,07	0,02	0,05	0,07	0,07	0,07	0,02	0,03	0,04	0,09
C18:2 t9t11	0,04	0,01	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
C18:2 t9t12	0,02	<0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,04	0,01	0,02
C18:2 c9t13 + (t8c12)	0,36	0,09	0,39	0,32	0,39	0,39	0,18	0,25	0,15	0,26
C18:2 c9t12 + (cc-MID+t8c13)	0,34	0,06	0,37	0,31	0,36	0,36	0,21	0,22	0,35	0,24
C18:2 t11c15 + t9c12	0,41	0,14	0,34	0,40	0,48	0,48	0,13	0,33	0,22	0,52
C18:2 c9c15	0,03	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04
C18:3 c6c9c12	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01
C19	0,11	0,03	0,12	0,11	0,12	0,12	0,08	0,06	0,08	0,10
C20	0,24	0,04	0,27	0,24	0,23	0,23	0,21	0,19	0,17	0,14
C20:1 t	0,05	0,01	0,05	0,04	0,05	0,05	0,03	0,02	0,04	0,04
C20:1 c5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,01	0,01
C20:1 c9	0,04	<0,01	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,08	0,16	0,13
C20:1 c11	0,05	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,17	0,05	0,04
C20:2 c,c (n-6)	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
C20:3 (n-6)	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,05	0,05
C20:3 (n-3)	0,04	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03	0,01	0,17	0,01	0,02
C22	0,16	0,07	0,20	0,15	0,15	0,15	0,06	0,07	0,08	0,06

$\bar{x}$ =Mittelwert;  $s_x$ =Standardabweichung

O=Ostfriesisches Milchschatf (n=18); L=Lacaune (n=41); K=Kreuzungstiere (n=27)

Tabelle 5  
Fettsäuregruppen von Schafmilch schweizerischer Herkunft im Vergleich zu Ziegen- (10) und pasteurisierter Kuhmilch (54) (g/100 g Fett)

	alle		Schafmilch (n=86)				Ziegenmilch (n=je 15)			Kuhmilch (n=je 15)	
	$\bar{x}$	$s_x$	O	L	K	April	Oktober	Winter	Sommer		
$\Sigma$ kurzketige Fs	12,82	1,91	11,09	13,10	13,48	14,20	15,38	9,36	8,90		
$\Sigma$ mittellangketige Fs	35,62	2,39	36,83	35,26	35,40	37,08	42,55	47,80	41,26		
$\Sigma$ langketige Fs	40,52	4,23	41,42	40,61	39,82	37,63	30,02	31,84	37,46		
$\Sigma$ gesättigte Fs	58,15	2,19	57,42	58,43	58,19	60,67	63,41	63,10	56,99		
$\Sigma$ gesättigte C12, C14, C16	31,41	2,18	31,98	31,33	31,18	33,28	38,59	42,16	35,61		
$\Sigma$ C18:1	22,68	2,52	23,46	22,80	21,99	22,44	18,13	18,84	22,47		
$\Sigma$ C18:2	4,80	0,77	5,01	4,51	5,12	3,37	3,42	2,71	4,01		
$\Sigma$ ungesättigte Fs	30,69	3,02	31,81	30,42	30,38	28,10	24,31	25,50	30,48		
$\Sigma$ einfach- ungesättigte Fs	24,10	2,52	25,01	24,16	23,43	23,59	19,85	21,71	25,26		
$\Sigma$ mehrfach- ungesättigte Fs	6,54	0,94	6,74	6,22	6,90	4,48	4,44	3,79	5,39		
$\Sigma$ CLA	1,51	0,41	1,58	1,39	1,64	0,72	1,24	0,70	1,55		
$\Sigma$ C18:1t	4,33	1,06	4,20	4,14	4,70	2,26	2,97	2,30	4,37		
$\Sigma$ C18:2t ohne CLA t	1,22	0,29	1,22	1,12	1,36	0,57	0,88	0,70	1,25		
$\Sigma$ C18:2t mit CLA	2,66	0,65	2,75	2,44	2,39	1,27	2,09	1,36	2,72		
$\Sigma$ trans ohne CLA	5,84	1,39	5,73	5,52	6,40	3,00	4,07	3,17	5,88		
$\Sigma$ trans mit CLA	7,28	1,74	7,26	6,84	7,96	3,70	5,28	3,83	7,35		
$\Sigma$ n-3 Fs	1,95	0,40	1,82	1,93	2,06	1,07	1,20	1,15	1,62		
$\Sigma$ n-6 Fs	3,05	0,57	3,28	2,88	3,17	2,80	1,95	2,02	1,91		

$\bar{x}$  = Mittelwert;  $s_x$  = Standardabweichung  
 1) C10:1, C14:1ct, C16:1ct, C17:1t, C18:1 r4-c14t16, C18:2 n:NMID -C18:2 c9e15, C20:1t-C20:2 cc, C20:3 (n-6) -C22:6 (n-3)  
 2) C10:1, C14:1ct, C16:1ct, C17:1ct, C18:1t4-c14-16, C20:1t-C20:1 c11  
 3) C18:2-n:NMID-c9e15, C18:3-c69c12+-c9e12c15, C18:2-c9t11-C20:2cc, C20:3-C22:6  
 4) C18:2 trans (Summe -t:NMID, -9t12, -c9t13, -t11c15 + 9e12) 5) C14:1t, C16:1t, C17:1t, C20:1t, C18:1t+C18:2t  
 6) C14:1t, C16:1t, C17:1t, C20:1t, C18:1 trans + C18:2 trans + CLA trans  
 7) C18:2-t11c15+c9e15, C18:3 c9e12c15, C20:3 n-3, C20:5, C22:5, C22:6  
 8) C18:1-t12 + c12, C18:2-t9t12-c9t12-c9e12, C18:3-c69c12, C20:2cc, C20:3 n-6, C20:4 n-6

Studie von *Hampel et al.* (22) vergleichbar, während die einfach-ungesättigten Fettsäuren bei 28,6 g/100 g Fett lagen. Der relativ hohe Gehalt an mehrfach-ungesättigten Fettsäuren wird durch die Linolsäure (2,06), konjugierte Linolsäure (CLA = conjugated linoleic acid) (1,41) und die  $\alpha$ -Linolensäure (1,17 g/100 g Fett) dominiert. Das Verhältnis von n-6 zu n-3 beträgt 1:0,6. Im Vergleich zu unseren Werten bei den mehrfach-ungesättigten Fettsäuren (6,74 g/100 g Fett),  $\alpha$ -Linolensäure (1,12 g/100 g Fett) und dem Verhältnis von n-6/n-3 (1:0,6) wiesen die Ostfriesischen Milchschafe von *Hampel et al.* einen Gehalt von  $4,4 \pm 0,5$  und  $1,9 \pm 0,2$  g/100 g Fett sowie ein Verhältnis von 1:1,4 auf.

Wie Ziegen- und Kuhmilch enthält auch Schafmilch verschiedene trans-Fettsäuren, zu denen auch die CLA zählen. Diese entstehen über die Biohydrierung der über das Futter aufgenommenen mehrfach-ungesättigten Fettsäuren. Dabei bildet sich als Zwischenprodukt die trans-Vaccensäure (59). Den CLA werden verschiedene bedeutsame physiologische Funktionen zugeschrieben (60, 61). Der Gehalt der trans-Vaccensäure und des gesamten CLA in Schafmilch beträgt 2,88 resp. 1,51 g/100 g Fett und liegt damit unter dem in einer früheren Studie gefundenen Werten für Schafmilch aus dem Talgebiet (3,82 resp. 1,85 g/100 g Fett) wie auch des Berg- (4,18 resp. 2,01 g/100 g Fett) und des Alpengebietes (5,02 resp. 2,43 g/100 g Fett) (20). Bei den Ostfriesischen Milchschafern haben *Hampel et al.* (22) 1,62 g CLA/100 g Fett (Weideperiode 1,58 und Stallperiode 1,76 g CLA/100 g Fett) gefunden. Dieser Gehalt ist damit vergleichbar mit dem in dieser Studie für dieselbe Rasse ermittelten Wert von 1,58 g CLA/100 g Fett. Der erhaltene CLA-Wert der Schafmilch liegt im gleichen Rahmen wie derjenige der Kuhmilch aus der Sommerproduktion und ist höher als bei der Ziegen- (April und Oktober) und Kuhmilch aus der Winterproduktion (Tabelle 5). In Fett von Kuhmilch, die in unterschiedlichen Höhenstufen (600–650, 900–1210, 1275–2120 m) produziert wurde, haben wir einen deutlich erhöhten CLA-Gehalt in der Alpenmilch festgestellt (62). Dass das Schafmilch- ebenso wie das Kuhmilchfett (63) saisonal bedingte Unterschiede: mehr CLA im Sommer- als im Wintermilchfett aufweist, haben bereits *Jahreis et al.* (64) nachgewiesen.

### Vitamine

Die Untersuchung der Vitamine in Schafmilch beschränkte sich auf die Vitamine A, E, D<sub>3</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> und Folsäure (Tabelle 6). Mit Ausnahme der Vitamine D<sub>3</sub> und B<sub>12</sub> wurden Konzentrationen im  $\mu\text{g}/100$  g-Bereich gemessen. Diese Resultate unterscheiden sich von denjenigen von *Hampel et al.* (22): deutlich beim Vitamin A  $41 \pm 4$   $\mu\text{g}/100$  g, Vitamin E  $39 \pm 3$   $\mu\text{g}/100$  g, Vitamin B<sub>2</sub>  $429 \pm 74$   $\mu\text{g}/100$  g und liegen etwa im ähnlichen Rahmen beim Vitamin B<sub>1</sub>  $70 \pm 8$   $\mu\text{g}/100$  g (Tabelle 6). Gegenüber der Ziegen- und Kuhmilch ist in Schafmilch die Konzentration der untersuchten Vitamine A, E, B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> höher. Ausnahmen davon bilden die Vitamine B<sub>6</sub> (vergleichbare Gehalte) und B<sub>12</sub> (nur für Kuhmilch zutreffend, da in Ziegenmilch kein B<sub>12</sub> gefunden wurde).

Tabelle 6

Vitamingehalt von Schafmilch schweizerischer Herkunft im Vergleich zu Ziegen- (10) und pasteurisierter Kuhmilch (1) (Median und Interquartilbereich; µg/100 g)

Vitamin	Schafmilch <sup>1</sup> (n=11)		Ziegenmilch (n=12)		Kuhmilch past. (n=10)	
	$\bar{x}$	$I_{25;75}$	$\bar{x}$	$I_{25;75}$	$\bar{x}$	$I_{25;75}$
Vit. A	108	104; 114	52	42; 56	46	43; 48
Vit. E	247	215; 346	67	54; 85	112	99; 115
Vit. D <sub>3</sub>	<0,02		0,025	0,010; 0,053	nb	nb
Vit. B <sub>1</sub>	82	76; 93	16	11; 19	20	20; 21
Vit. B <sub>2</sub>	305	263; 320	108	76; 116	147	135; 156
Vit. B <sub>6</sub>	31	29; 34	38	36; 45	28	25; 30
Vit. B <sub>12</sub>	0,30 <sup>a</sup>	0,28; 0,31	0		0,12	0,11; 0,13
Folsäure	10,0	7,9; 13,2	nb		5,1	

$\bar{x}$ =Median;  $I_{25;75}$ =Interquartilbereich

nb= nicht bestimmt

<sup>1</sup>Probenahmezeitraum: April bis November 2005

<sup>a</sup>n=4; im Rahmen der Arbeit von Collomb et al. (20) ermittelt, aber unveröffentlicht

### Mineralstoffe und Spurenelemente

Die Gehalte für die untersuchten Mineralstoffe und Spurenelemente sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Unter den Mineralstoffen enthält Schafmilch am meisten Kalzium. Eine frühere Studie zur Milch von ostfriesischen Milchschaafen schweizerischer Herkunft kam im Vergleich zur vorliegenden Studie zu folgenden Resultaten: Natrium 37 vs 46 mg/100 g, Kalzium 180 vs 171 mg/100 g, Kalium 140 vs 121 mg/100 g und Phosphor 130 vs 149 mg/100 g (19). In der Studie von Hampel et al. (22), in der Milch von Ostfriesischen Milchschaafen untersucht wurde, war der Gehalt des Kalziums ( $207 \pm 18$  vs 171 mg/100 g), des Natriums ( $56 \pm 8$  vs 46,4 mg/100 g), des Kaliums ( $164 \pm 8$  vs 121 mg/100 g) und des Magnesiums ( $24 \pm 3$  vs 19,1 mg/100 g) deutlich höher, aber derjenige des Phosphors vergleichbar ( $150 \pm 8$  vs 149 mg/100 g). In italienischer roher Schafmilch (n=7) betrug der Magnesiumgehalt  $44,2 \pm 8,7$  mg/100 g (41). In Bezug auf die beiden untersuchten Rassen konnten bei den Mineralstoffen Kalzium, Magnesium und Phosphor statistisch signifikante Unterschiede festgestellt werden.

Ein Vergleich mit dem Mineralstoffgehalt von Ziegen- und Kuhmilch zeigt folgende Unterschiede: Natrium ist in der Schafmilch um mehr als 40 % resp. etwas weniger als 20 %, Kalzium um die Hälfte, Magnesium um mehr als 70 % und Phosphor um mehr als 60 resp. 50 % höher als in der Ziegen- und Kuhmilch, dagegen Kalium um 40 resp. etwas mehr als 20 % tiefer (Tabelle 7).

Unter den verschiedenen Spurenelementen weist Zink die höchste Konzentration auf, gefolgt von Eisen, Kupfer und Mangan (Tabelle 7). Auch hier zeigten sich zwischen den untersuchten Rassen einige statistisch signifikante Unterschiede. Der Spurenelementgehalt in der Milch der Ostfriesischen Milchschaafe dieser Studie und derjenigen von Hampel et al. (22) unterscheidet sich zum Teil recht deutlich: Zink  $475$  resp.  $513 \pm 11$  µg/100 g, Eisen  $27,6$  resp.  $51 \pm 10$  µg/100 g, Kupfer  $4,0$  resp.  $8,7 \pm$

Tabelle 7

Gehalt an Mineralstoffen und Spurenelementen von Schafmilch schweizerischer Herkunft im Vergleich zu Ziegen- (10) und pasteurisierter Kuhmilch (1) (Angaben pro 100 g)

Parameter	Einheit	alle		Schafmilch <sup>1</sup>			Ziegenmilch		Kuhmilch past. (n=10)	
		$\bar{x}$	$s_x$	(n=81)			(n=30)		$\bar{x}$	$s_x$
				O	L	K	$\bar{x}$	$s_x$		
Natrium	mg	45,9	8,4	46,4	45,6	46,1	31,9	2,5	39,0	1,7
Kalzium	mg	180	14	171	182	181	120	7	122	10
Kalium	mg	118	14	121	117	118	195	8	155	4
Magnesium	mg	17,5	2,1	19,1	17,1	17,2	10,0	0,8	10,4	0,4
Phosphor	mg	140	13	149	137	140	87	6	92	4
Zink	µg	512	79	475	540	492	294	39	362	52
Eisen	µg	26,1	8,0	27,6	24,0	28,4	17,2	3,3	14,5	1,5
Kupfer	µg	6,4	4,9	4,0	7,7	6,1	5,3	1,7	2,4	0,5
Mangan	µg	5,5	1,3	5,9	5,9	5,1	4,3	1,2	2,1	0,2

O=Ostfriesische Milchschafe (n=18); L=Lacaune=(n=41), K=Kreuzungstiere (n=27)

<sup>1</sup>Probenehmezzeitraum: April bis November 2005

1,6 µg/100 g. Rohe Schafmilch aus Italien enthielt deutlich höhere Gehalte an diesen Spurenelementen: Zink 2160±850 µg/100 g, Eisen 333±92 µg/100 g, Kupfer 90±34 µg/100 g (41). Nach diesen Autoren könnten die festgestellten höheren Gehalte mit möglichen Kontaktkontaminationen während der Probenerhebung erklärt werden. Im Vergleich zu Ziegen- und Kuhmilch ist die Schafmilch reicher an diesen Spurenelementen.

#### Nährstoffdichte

Als ein Kriterium zum Vergleich von Lebensmitteln untereinander kann die Nährstoffdichte herangezogen werden. Dabei handelt es sich um das Verhältnis des Nährstoffgehaltes (Menge in 100 g) bezogen auf die Energie (kcal, im Folgenden auf 100 kcal bezogen). Das Resultat dieser Berechnungen für Schaf-, Ziegen- und Kuhmilch ist in Tabelle 8 zusammengefasst. Am Beispiel des Kalziums kann ausgesagt werden, dass die Ziegenmilch mit 211 mg/100 kcal nährstoffreicher ist als die Kuhmilch mit 182 mg/100 kcal und die Schafmilch mit 175 mg/100 kcal. Die Nährstoffdichte war in der Ziegenmilch bei neun Nährstoffen am höchsten gegenüber sechs in der Schaf- und zwei in der Kuhmilch.

Tabelle 8  
Nährstoffdichte von Schaf-, Ziegen- und Kuhmilch (pro 100 kcal)

		<i>Schafmilch</i>	<i>Ziegenmilch</i>	<i>Kuhmilch</i>
Protein	g	5,4	5,0	4,9
Fett	g	6,9	5,7	6,0
Laktose	g	4,6	7,4	7,0
Vit. A	µg	109,6	91,2	68,7
Vit. E	µg	283,5	117,5	167,2
Vit. B <sub>1</sub>	µg	82,5	28,1	29,9
Vit. B <sub>2</sub>	µg	284,5	189,5	219,4
Vit. B <sub>6</sub>	µg	32,0	66,7	41,8
Vit. B <sub>12</sub>	µg	0,29	0	0,18
Natrium	mg	44,6	56,0	58,2
Kalzium	mg	174,8	210,5	182,1
Kalium	mg	114,6	342,1	231,3
Magnesium	mg	17,0	17,5	15,5
Phosphor	mg	135,9	152,6	137,3
Zink	µg	497,1	515,8	540,3
Eisen	µg	25,3	30,2	21,6
Kupfer	µg	6,2	9,3	3,6
Mangan	µg	5,3	7,5	3,1

fett markiert=Nährstoff mit der höchsten Nährstoffdichte

### Nährwertprofil

Dank ihrer Zusammensetzung kann die Schafmilch einen bedeutenden Beitrag an die Nährstoffversorgung leisten, was im Folgenden mit dem Verzehr von 4 dl Milch aufgezeigt wird. Dazu wurden die DACH-Empfehlungen (65) herbeigezogen. Mit dem Nährwertprofil wird dargestellt, welcher prozentuale Teil des empfohlenen Bedarfs durch die vorgegebene Menge an Schafmilch gedeckt wird. Das Nährwertprofil für eine Frau von 25 bis 51 Jahren zeigt, dass im Vergleich zur Energie Protein, Fett, Vitamin A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> und B<sub>12</sub> sowie Natrium, Kalzium, Phosphor und Zink höhere prozentuale Anteile am empfohlenen Bedarf aufweisen (Abb. 2). Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich Natrium und Kalium auf den täglichen Mindestbedarf beziehen.

Im gleichen Nährwertprofil (Abb. 2) wurden auch die Werte für Kuh- und Ziegenmilch integriert. Der Vergleich zwischen diesen drei Milcharten zeigt einige wichtige Unterschiede auf. Die bedeutendsten liegen beim Fett und Protein und damit auch bei der Energie, beim Vitamin A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> und B<sub>12</sub> sowie bei den Mineralstoffen.

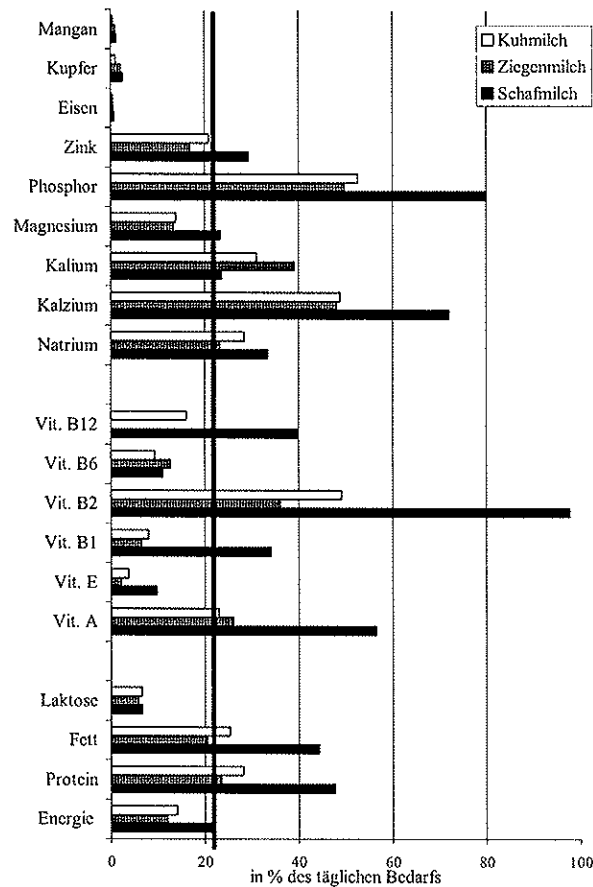


Abbildung 2 Nährwertprofil für den Verzehr von 4 dl Schaf-, Ziegen- und Kuhmilch für eine Frau von 25 bis 51 Jahren (Natrium und Kalium beziehen sich auf den geschätzten täglichen Mindestbedarf)

### Schlussfolgerung

Mit dieser Arbeit liegen unseres Wissens erstmals umfassende Resultate zur Zusammensetzung von in über einen Zeitraum von 6 Monaten produzierter Schafmilch schweizerischer Herkunft vor. Dabei wurden Resultate zur Zusammensetzung der Milch der beiden Schafrassen Ostfriesische Milchschafe und Lacaune sowie von Kreuzungstieren gewonnen. Diese Ergebnisse könnten Grundlagen für eine eventuelle Qualitäts- und Gehaltsbezahlung liefern. Im Vergleich zur Kuh- und Ziegenmilch sind einige Unterschiede vorhanden.



## Dank

Den verschiedenen Milchschaftbesitzern sind wir für die zur Verfügung gestellten Milchproben zu Dank verpflichtet. Wir danken unseren Kolleginnen Maria Brühlhart, Marie-Louise Geisinger, Désirée Hirschi, Agathe Liniger, Priska Noth, Madeleine Tatschl für die Bestimmung von Fett, Protein, Mineralstoffen und Spurenelementen, Lychou Abbühl für diejenige von Laktose, Doris Fuchs für diejenige von Vitaminen und Aminosäuren, Monika Spahni-Rey und unserem Kollegen Patrick Malke für diejenige der Fettsäuren.

## Zusammenfassung

Schafmilch schweizerischer Herkunft wurde analytisch auf ihre Zusammensetzung untersucht. Dabei wurden der Gehalt an Protein, Fett, Laktose, Vitaminen, Mineralstoffen, Spurenelementen, Aminosäuren und Fettsäuren bestimmt. Der Vergleich mit der Kuh- und Ziegenmilch zeigt einige Unterschiede auf.

## Résumé

Le lait de brebis d'origine suisse a été analysé quant à sa composition en protéines, matière grasse, lactose, vitamines, sels minéraux, oligo-éléments, acides aminés et en acides gras. Des différences existent entre la composition du lait de brebis et celles de vache et de chèvre.

## Summary "Composition of Swiss ewes milk"

In a study on the composition of sheep's milk available on the Swiss market, the contents of protein, fat, lactose, vitamins, mineral salts, trace elements, amino acids and fatty acids were determined. The comparison with milk of cow's and goat's shows some differences.

## Key words

Sheep Milk, Composition, Nutrient

## Literatur

- 1 Sieber R., Badertscher R., Bütikofer U. und Nick B.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von schweizerischer pasteurisierter und ultrahocherhitzter Milch. Mitt. Lebensm. Hyg. 90, 135–148 (1999)
- 2 Sieber R., Badertscher R., Bütikofer U. und Nick B.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von schweizerischem Joghurt. Mitt. Geb. Lebensm. Hyg. 87, 743–754 (1996)
- 3 Sieber R., Badertscher R., Eyer H., Fuchs D. und Nick B.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von schweizerischem Voll-, Halb- und Kaffeerahm. Mitt. Geb. Lebensm. Hyg. 87, 103–110 (1996)
- 4 Sieber R., Badertscher R., Bütikofer U., Collomb M., Eyer H. und Nick B.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von schweizerischer Butter. Mitt. Geb. Lebensm. Hyg. 89, 84–96 (1998)

- 5 Sieber R., Collomb M., Lavanchy P. und Steiger G.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung schweizerischer konsumreifer Emmentaler, Greyerzer, Sbrinz, Appenzeller und Tilsiter. Schweiz. Milchwirt. Forsch. 17, 9–16 (1988)
- 6 Sieber R., Badertscher R., Fuchs D. und Nick B.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung schweizerischer konsumreifer Weich- und Halbhartkäse. Mitt. Geb. Lebensm. Hyg. 85, 366–381 (1994)
- 7 Sieber R., Badertscher R., Bütikofer U. und Nick B.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von schweizerischem Quark und Hüttenkäse. Mitt. Lebensm. Hyg. 90, 662–669 (1999)
- 8 Sieber R.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von schweizerischem Ziger. Mitt. Geb. Lebensm. Hyg. 89, 294–300 (1998)
- 9 Sieber R., Badertscher R., Bütikofer U. und Meyer J.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von Glarner Kräuterkäse (Glarner Schabziger). Mitt. Lebensm. Hyg. 92, 188–196 (2001)
- 10 Sollberger H., Schaeren W., Collomb M., Badertscher R., Bütikofer U. und Sieber R.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von Ziegenmilch schweizerischer Herkunft. Mitt. Lebensm. Hyg. 95, 68–84 (2004)
- 11 Sieber R.: Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten schweizerischer Herkunft. FAM-Information Nr. 426, 1–23 (2001), [http://www.db-alp.admin.ch/de/publikationen/docs/pub\\_SieberR\\_2001\\_15231.pdf](http://www.db-alp.admin.ch/de/publikationen/docs/pub_SieberR_2001_15231.pdf), eingesehen 6. Dezember 2006
- 12 Bundesamt für Gesundheit und Eidgenössische Technische Hochschule Zürich: Schweizer Nährwertdatenbank (2006), <http://www.swissfir.ethz.ch/>, eingesehen 6. Dezember 2006
- 13 Scherz H. und Senser F.: Souci Fachmann Kraut. Food Composition and Nutrition Tables. Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert-Tabellen. La composition des aliments. Tableaux des valeurs nutritives. 6. Auflage. medpharm Scientific Publishers, Stuttgart (2000)
- 14 Heseke B. und Heseke H.: Nährstoffe in Lebensmitteln. Die Grosse Energie- und Nährstofftabelle. 2. aktualisierte Auflage. Frankfurt (1999)
- 15 Favier J.-C., Ireland-Ripert J., Toque C. et Feinberg M.: Répertoire générale des aliments. Table de composition. 2<sup>e</sup> éd. Paris (1995)
- 16 Food Standards Agency: McCance and Widdowson's the Composition of Foods: Summary Edition. 6<sup>th</sup> Edition. Royal Society of Chemistry, Oxford (2004)
- 17 Renner E. und Renz-Schauen A.: Nährwerttabellen für Milch und Milchprodukte. Verlag B. Renner, Giessen (1992)
- 18 TSM Treuhand GmbH, Schweizer Milchproduzenten (SMP), Sekretariat des Schweizerischen Bauernverbandes: Milchstatistik der Schweiz 2005. Brugg (2006)
- 19 Gerber H. und Baumgartner H.: Untersuchungen über die Zusammensetzung von Schafmilch. Mitt. Geb. Lebensm. Hyg. 56, 38–40 (1965)
- 20 Collomb M., Bütikofer U., Maurer J. und Sieber R.: Fettsäuren in Schafmilch von unterschiedlichen Höhenlagen. Agrarforschung 13, 330–335 (2006)
- 21 Eberhard P. und Bütikofer U.: UHT-Schaf- und -Ziegenmilch. Alimenta 2, 4–5 (16) (2006)
- 22 Hampel K., Schöne F., Böhm V., Leiterer M. und Jahreis G.: Zusammensetzung und ernährungsphysiologische Bedeutung von Schafmilch und Schafmilchprodukten. Dtsch. Lebensm. Rdsch. 100, 425–430 (2004)
- 23 Hardy G. and Marin A.: The nutritional value of sheep milk: a natural supplement for clinical nutrition? Bull. Int. Dairy Fed. 354, 36–37 (2000)
- 24 Martin-Hernandez C., Amigo L., Martin-Alvarez P.J. and Juarez M.: Differentiation of milks and cheeses according to species based on the mineral content. Z. Lebensm.-Unters.-Forsch. 194, 541–544 (1992)
- 25 Albanell E., Caceres P., Caja G., Molina E. and Gargouri A.: Determination of fat, protein, and total solids in ovine milk by near-infrared spectroscopy. J. Assoc. Off. Anal. Chem. Int. 82, 753–758 (1999)

- 26 Kirst E., Rensing A., Hammel M., Klopsch B. und Schurig J.: Untersuchung von Schaf- und Ziegenmilch. Dt. Molk.-Ztg Lebensmittelind. Milchw. 123, 37–43 (2002)
- 27 Bencini R. and Pulina G.: The quality of sheep milk: a review. Wool Technology and Sheep Breeding 45, 182–220 (1997), zitiert nach Hampel et al. (22)
- 28 Fitscher C.: Untersuchungen zum Vorkommen, zur Bedeutung und zur Variabilität der Proteine, Peptide und freien Aminosäuren in Schafmilch. Dissertation Universität Giessen, 1–37 (1986)
- 29 Kracmar S., Gajdusek S., Kuchtik J., Zeman L., Horak F., Doupovcova G., Matejkova R. and Kracmarova E.: Changes in amino acid composition of ewe's milk during the first month of lactation. Czech J. Anim. Sci. 43, 369–374 (1998)
- 30 Caric M. and Djordjevic J.: Amino acid composition of sheep milk casein. Milchwissenschaft 28, 166–168 (1973)
- 31 Bernard H., Creminon C., Negroni L., Peltre G. and Wal J.M.: IgE cross-reactivity with caseins from different species in humans allergic to cow's milk. Food Agric. Immunol. 11, 101–111 (1999)
- 32 Mozzon M., Frega N.G., Fronte B. and Tocchini M.: Effect of dietary fish oil supplements on levels of n-3 polyunsaturated fatty acids, trans acids and conjugated linoleic acid in ewe milk. Food Technol. Biotechnol. 40, 213–219 (2002)
- 33 Addis M., Cabiddu A., Pinna G., Decandia M., Piredda G., Pirisi A. and Molle G.: Milk and cheese fatty acid composition in sheep fed Mediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid cis-9,trans-11. J. Dairy Sci. 88, 3443–3454 (2005)
- 34 Cabiddu A., Decandia M., Addis M., Piredda G., Pirisi A., and Molle G.: Managing Mediterranean pastures in order to enhance the level of beneficial fatty acids in sheep milk. Small Rum. Res. 59, 169–180 (2005)
- 35 Cabiddu A., Addis M., Pinna G., Spada S., Fiori M., Sitzia M., Pirisi A., Piredda G. and Molle G.: The inclusion of a daisy plant (*Chrysanthemum coronarium*) in dairy sheep diet. I: Effect on milk and cheese fatty acid composition with particular reference to C18:2 cis-9, trans-11. Livestock Sci. 101, 57–67 (2006)
- 36 Scott K.J. and Bishop D.R.: Nutrient content of milk and milk products: vitamins of the B complex and vitamin C in retail market milk and milk products. J. Dairy Sci. Technol. 39, 32–35 (1986)
- 37 Sawaya W.N., Khalili J.K., Al-Shalhat A.F. and Al-Mohammad M.M.: Mineral and vitamin contents of sheep milk. Milchwissenschaft 40, 81–83 (1985)
- 38 Sahan N., Say D. and Kacar A.: Changes in chemical and mineral contents of Awassi ewes' milk during lactation. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 29, 589–593 (2005)
- 39 Van Dael P., Shen L., van Renterghem R. and Deelstra H.: Selenium content of sheep's milk and its distribution in protein fractions. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 196, 536–539 (1993)
- 40 Coni E., Bocca A., Coppolelli P., Caroli S., Cavallucci C. and Marinucci M.T.: Minor and trace element content in sheep and goat milk and dairy products. Food Chem. 57, 253–260 (1996)
- 41 Coni E., Bocca B. and Caroli S.: Minor and trace element content of two typical Italian sheep dairy products. J. Dairy Res. 66, 589–598 (1999)
- 42 Skeaff C.M., Williscroft K., Mann J. and Chisholm A.: Replacing cows' with sheep's dairy fat lowers plasma cholesterol concentration in participants consuming dairy fat-rich diets. Eur. J. Clin. Nutr. 58, 250–257 (2004)
- 43 Anonymous: Cheese and processed cheese products. Determination of the total solids contents. IDF Standard 4A (1982)
- 44 Collomb M., Spahni M. et Steiger G.: Dosage de la teneur en azote selon Kjeldahl de produits laitiers et de certaines de leurs fractions azotees a l'aide d'un systeme automatise. Trav. chim. aliment. hyg. 81, 499–509 (1990)

- 45 *Anonymous*: Milk. Fat content (Röse Gottlieb). IDF Standard 1C (1987)
- 46 *Anonymous*: Methoden der biochemischen Analytik und Lebensmittelanalytik. Boehringer GmbH, Mannheim (1986)
- 47 *Anonymous*: Cheese and processed chesse products. Determination of total phosphorus content (Photometric method). IDF Standard 33 C (1987)
- 48 *Tagliaferri E., Bosset J.O., Bütikofer U., Eberhard P. und Sieber R.*: Untersuchung einiger Kriterien zum Nachweis von Veränderungen der Vollmilch nach thermischen und mechanischen Behandlungen sowie nach verschiedenen langen Belichtungszeiten. II. Bestimmung des Vitamins B<sub>1</sub> mit Hilfe einer neuentwickelten RP-HPLC-Methode. Mitt. Geb. Lebensm. Hyg. 83, 435–452 (1992)
- 49 *Tagliaferri E., Sieber R., Bütikofer U., Eberhard P. und Bosset J.O.*: Untersuchung einiger Kriterien zum Nachweis von Veränderungen der Vollmilch nach thermischen und mechanischen Behandlungen sowie nach verschiedenen langen Belichtungszeiten. III. Bestimmung des Vitamins B<sub>2</sub> mit Hilfe einer neuentwickelten RP-HPLC-Methode. Mitt. Geb. Lebensm. Hyg. 83, 467–491 (1992)
- 50 *Bognar A.*: Bestimmung von Vitamin B<sub>6</sub> in Lebensmitteln mit Hilfe der Hochdruckflüssigkeits-Chromatographie. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 181, 200–205 (1981)
- 51 *Gauch R., Leuenberger U. und Müller U.*: Bestimmung der wasserlöslichen Vitamine B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> und B<sub>12</sub> in Milch durch HPLC. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 195, 312–315 (1992)
- 52 *Anonymous*: Schweizerisches Lebensmittelbuch, Vitamin D. Kapitel 62, Untersuchungsmethode 3 (2000)
- 53 *Vahteristo L.T., Ollilainen V., Koivistoinen P.E. and Varo P.*: Improvements in the analysis of reduced folate monoglutamates and folic acid in food by high-performance liquid chromatography. J. Agric. Food Chem. 44, 477–482 (1996)
- 54 *Collomb M. et Bühler T.*: Analyse de la composition en acides gras de la graisse de lait, I. Optimisation et validation d'une méthode générale à haute résolution. Trav. chim. aliment. hyg. 91, 306–332 (2000)
- 55 *Bütikofer U., Fuchs D., Bosset J.O. and Gmür W.*: Automated HPLC-amino acid determination of protein hydrolysates by precolumn derivatization with OPA and FMOC and comparison with classical ion exchange chromatography. Chromatographia 31, 441–447 (1991)
- 56 *Högl O. und Lauber E.*: Nährwert der Lebensmittel. In: Schweizerisches Lebensmittelbuch, S. 713–735. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (1964)
- 57 *Sieber R.*: Allergene in der Milch. In: Wüthrich, B. (Hsg.), Nahrungsmittel und Allergie, S. 175–191. Dustri-Verlag Dr. Karl Feistle, München-Deisenhofen (2002)
- 58 *Templeman R.P. and Tivey D.R.*: Australian Hyfer ewe's milk: Fatty acid composition and fat globule size. Austr. J. Dairy Technol. 52, 98–101 (1997)
- 59 *Collomb M., Sieber R. and Bütikofer U.*: CLA isomers in milk fat from cows fed diets with high levels of unsaturated fatty acids. Lipids 39, 355–364 (2004)
- 60 *Pariza M.W.*: Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. Am. J. Clin. Nutr. 79, 1132S–1136S (2004)
- 61 *MacDonald H.B.*: Conjugated linoleic acid and disease prevention: A review of current knowledge. J. Am. Coll. Nutr. 19, 111S–118S (2000)
- 62 *Collomb M., Bütikofer U., Sieber R., Bosset J. and Jeangros B.*: Conjugated linoleic acid and trans fatty acid composition of cows' milk fat produced in lowlands and highlands. J. Dairy Res. 68, 519–523 (2001)
- 63 *Collomb M., Malke P., Spahni M., Bütikofer U. et Sieber R.*: Dosage des acides gras trans et linoléique conjugués dans la matière grasse du lait par chromatographie gaz-liquide: Comparaison des méthodes et étude de la variation des teneurs en fonction des saisons et de l'altitude. Trav. chim. aliment. hyg. 93, 459–480 (2002)

- 64 *Jahreis G., Fritsche J., Möckel P., Schone F., Möller U. and Steinhart H.:* The potential anticarcinogenic conjugated linoleic acid, cis-9,trans-11 C18:2, in milk of different species: cow, goat, ewe, sow, mare, woman. *Nutr. Res.* **19**, 1541–1549 (1999)
- 65 *Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung und Schweizerische Vereinigung für Ernährung,* Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 1. Auflage. Umschau/Braus, Frankfurt am Main (2000)

Korrespondenzadresse: Jürg Maurer, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 3003 Bern, E-Mail: [juerg.maurer@alp.admin.ch](mailto:juerg.maurer@alp.admin.ch)