

# Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von Ziegenmilch schweizerischer Herkunft

Heinz Sollberger, Walter Schaeren, Marius Collomb, René Badertscher, Ueli Bütikofer und Robert Sieber, Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft (FAM), Bern-Liebefeld, Schweiz

Eingegangen 4. Juli 2003, angenommen 22. Dezember 2003

## Einleitung

Über die Zusammensetzung von Hart- (1), Weich- und Halbhartkäsen (2), Rahm (3), Joghurt (4), Butter (5), Ziger (6), Glarner Kräuterkäse (7) und Milch (8) schweizerischer Herkunft haben wir bereits in vorangehenden Arbeiten berichtet und dazu einen Bericht zusammengestellt (9). Damit sollte ein Beitrag zu einer schweizerischen Nährwerttabelle geleistet werden (10). Die Forderung nach einer spezifisch schweizerischen Nährwerttabelle ist auf das gestiegene Interesse der Konsumenten an Gesundheits- und Ernährungsfragen zurückzuführen. Ebenso sind Nährwerttabellen für verschiedene Zwecke unabdingbar wie beispielsweise für die Ernährungsberatung und die Beurteilung des Ernährungszustandes der schweizerischen Bevölkerung. Angaben über die Zusammensetzung von Nahrungsmitteln finden sich auch in *Souci et al.* (11), *Heseker und Heseker* (12), *Favier et al.* (13) sowie speziell für Milch und Milchprodukte in *Renner et al.* (14), daneben auch auf EDV-Datenträgern wie dem deutschen Bundeslebensmittelschlüssel (15).

Über die Produktion wie auch die Verwertung von Ziegenmilch sind in der Milchstatistik der Schweiz nur wenige Angaben vorhanden. Im Jahre 2002 wurde ein durchschnittlicher Ertrag von 550 kg je Milchziege ermittelt und nach den Landwirtschaftlichen Betriebsstrukturerhebungen wurden 65 950 Ziegen, davon 31 449 Milchziegen, gehalten. Die als weibliche Herdebuchtiere aufgeführten 23 643 Milchziegen teilen sich in 6 449 Saanen-, 771 Appenzeller-, 3 233 Toggenburger-, 7 259 Gemsfarbige Gebirgs-, 1 100 Bündner Strahlen-, 1 404 Verzasca-, 2 329 Walliser Schwarzhals-, 586 Pfauen-, 113 Buren- und 399 Stiefel-Ziegen auf (16). Es ist davon auszugehen, dass der grösste Teil der produzierten Milch in die Herstellung von Ziegenkäse geht.

Mit der Zusammensetzung wie auch mit einzelnen Aspekten von Ziegenmilch schweizerischer Herkunft haben sich bereits verschiedene Autoren befasst. So berichtete anfangs der 30er Jahre *Koestler* (17, 18) über neuere Erkenntnisse zur Ziegenmilch wie auch über den so genannten «Bockgeruch». In ihren Dissertationen haben sich sodann *Allgöwer* (19, 20) mit der Zellzahl und den Hauptbestandteilen und *Büeler* (21) mit den genetischen Varianten des Kaseins befasst. Über Mineralstoffe der Ziegenmilch hat *Kessler* (22) und über die Zusammensetzung verschiedener Ziegenmilchrassen wurde in kurzen Abhandlungen berichtet (23–25).

Auch in der ausländischen Literatur finden sich verschiedene Übersichtsartikel über die Zusammensetzung von Ziegenmilch (26–29) wie auch zu einzelnen Aspekten der Zusammensetzung wie Protein (30, 31), Fett (32–37), Vitamine (38, 39), Mineralstoffe und Spurenelemente (37, 40–44) und die Bedeutung der Ziegenmilch in der Ernährung (45).

Für die vorliegende Arbeit wurde Ziegenmilch aus dem Umkreis eines Käsefabrikanten im Emmental und dem angrenzenden Gebiet des Kantons Luzern ausgewählt. In einer grösseren Stichprobe wurde neben verschiedenen anderen Parametern die Zusammensetzung analysiert, wobei mit Ausnahme der freien Aminosäuren und der biogenen Amine die gleichen Nährstoffe wie in einer vorangehenden Arbeit (2) in die Untersuchungen einbezogen wurden. Diese Untersuchung hatte zum Ziel, die Grundlage für eine umfassende Darstellung der Zusammensetzung der Milch zweier Ziegenrassen schweizerischer Herkunft zu liefern. Weitere Ergebnisse dieser Studie, über die bereits berichtet wurde (46, 47), betreffen die Zellzahl, die Zahl an aeroben mesophilen, aeroben psychrotrophen und saltoleranten Keimen, Enterokokken, Enterobakteriaceen, *Escherichia coli*, koagulasepositiven Staphylokokken, Proteolyten sowie den Gefrierpunkt, die Partikelgrösse der Fettkügelchen und den Harnstoffgehalt.

## Material und Methoden

### Auswahl der Proben

Zwischen April und Juni 2002 wurden in neun Serien und im Oktober 2002 in zwei Serien je 15 Proben Ziegenmilch aus dem Emmental und dem angrenzenden Gebiet des Kantons Luzern erhoben. Es handelte sich dabei um Milch der Rassen Brienzer- und Saanenziegen. Die Erhebung der Milchproben erfolgte entweder in der Käserei oder in externen Sammelstellen. Am Vorabend der Untersuchung gefasste Proben wurden in fliessendem Wasser auf 10 bis 12 °C gekühlt, nach Liebefeld überführt und bis zur Analyse in Eiswasser gelagert. Die am Morgen erhobenen Milchproben wurden in Kühlboxen nach Liebefeld transportiert und in Eiswasser gekühlt. Für die Bestimmung von Fett und Protein wurden sämtliche Proben zwischen April und Juni 2002, für Laktose und Trockenmasse vom 16. und 22. Oktober 2002, Fettsäuren vom 16. April und 2. Oktober 2002, Aminosäuren und Vitamine vom 7. Oktober und 26. November 2002 sowie Mineralstoffe und Spurenelemente

vom 22. und 29. April 2002 verwendet. Mit Ausnahme des Monats April wurden die Tiere auf der Weide gehalten.

### Untersuchungsmethoden

Die Bestimmungen wurden in akkreditierten Laboratorien der FAM durchgeführt: Wasser (48), Total-N (daraus wurde das Gesamtprotein mit dem Faktor 6,38 berechnet) (49), Fett (50), Laktose (51), Phosphor (52), 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 Methoden, die Vitamine B<sub>1</sub> (53), B<sub>2</sub> (54), B<sub>12</sub> (55) und D<sub>3</sub> (56) sowie das Vitamin B<sub>6</sub> (57) mit HPLC. Die Bestimmung der Fettsäuren erfolgte nach *Collomb und Bühler* (58) und diejenige der Aminosäuren mit HPLC (59).

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 (60). 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

#### Protein, Fett, Laktose

Die Zusammensetzung der Ziegenmilch an Protein, Fett und Laktose ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Dabei unterscheiden sich diese Gehalte zwischen den Brienzer- und Saanenziegen nicht allzu stark voneinander. Frühere Angaben zum Protein- und Fettgehalt von verschiedenen Ziegenrassen (24, 25) deuten auf eine deutliche Variabilität hin (Tabelle 2). Diese Tabelle wurde noch mit den Resultaten von *Büeler* (21) und dieser Arbeit ergänzt. Dabei umfasst der Proteingehalt einen Bereich von 2,57 bis 3,22 und der Fettgehalt einen solchen von 2,73 bis 3,67 g/100 g. Damit wird auch deutlich, dass sich ein Vergleich der Zusammensetzung von Ziegenmilch immer auf die untersuchte Rasse beziehen sollte. Deshalb können sich die in der Literatur vorhandenen Werte deutlich unterscheiden (26, 27).

Ein Vergleich mit der Zusammensetzung von Kuhmilch schweizerischer Herkunft (8) zeigt insgesamt einen tieferen Protein-, Fett- und Laktosegehalt in der Ziegenmilch und damit auch einen erniedrigten Energiegehalt (Tabelle 1).

Tabelle 1

Chemische Zusammensetzung von Ziegenmilch schweizerischer Herkunft im Vergleich zur pasteurisierten Kuhmilch (Angaben pro 100 g)

Parameter	Einheit	Ziegenmilch						Kuhmilch past.	
		Alle n=165		Brienzer n=54		Saanen n=58		$\bar{x}$	S <sub>x</sub>
		$\bar{x}$	S <sub>x</sub>	$\bar{x}$	S <sub>x</sub>	$\bar{x}$	S <sub>x</sub>		
Trockenmasse	g	11,34	0,68					12,7	0,2
Protein	g	2,83	0,24	2,86	0,22	2,76	0,25	3,3	0,1
Fett <sup>1</sup>	g	3,23	0,37	3,31	0,37	3,11	0,36	4,0	0,2
Laktose <sup>2</sup>	g	4,22	0,18	4,25	0,14	4,22	0,11	4,7	0,1
Energie	kcal	57		58		56		67	2
	kJ	240		245		235		280	7

$\bar{x}$  = Mittelwert; S<sub>x</sub> = Standardabweichung

<sup>1</sup> Mittelwert aus der Bestimmung mit Röse-Gottlieb und Gerber-Roeder

<sup>2</sup> Laktosemonohydrat, n=alle: 30, Brienzer: 6, Saanen: 8

Tabelle 2

Zusammensetzung der Milch verschiedener Ziegenrassen schweizerischer Herkunft (g/100 g)

Ziegenrasse	n	Protein		Fett		Laktose		Literatur
		$\bar{x}$	S <sub>x</sub>	$\bar{x}$	S <sub>x</sub>	$\bar{x}$	S <sub>x</sub>	
Appenzeller/Zürcher		2,75		3,08				24
Appenzeller	85	2,64		2,96		4,60		25
Brienzer	54	2,86	0,22	3,31	0,37	4,25	0,14	diese Arbeit
Bündner Strahlen		3,22		3,07				24
Gemsfarbige		3,04		3,67				24
Gemsfarbige								
Kt. BE-FR	890	2,86		3,50		4,62		25
Gemsfarbige Kt. GR	103	2,76		3,42		4,47		25
Gemsfarbige								
Gebirgsziegen	134	3,00	0,31	3,03	0,55	4,58	0,29	21
Nera Verzasca		2,97		3,24				24
Nera Verzasca	26	2,73		3,38		4,70		25
Schwarzahls		2,79		2,73				24
Saanen		2,79		3,12				24
Saanen	1108	2,67		3,21		4,60		25
Saanen	242	2,97	0,26	2,57	0,67	4,63	0,32	21
Saanen	58	2,76	0,25	3,11	0,36	4,22	0,11	diese Arbeit
Strahlen	32	3,00		3,53		4,68		25
Toggenburger		2,83		3,26				24
Toggenburger	526	2,70		3,22		4,60		25
Toggenburger	355	2,57	0,39	3,43	0,67	4,54	0,31	21

#### Aminosäuren

Das Protein ist der Lieferant verschiedener essentieller und nicht-essentieller Aminosäuren. Deshalb wurde das Protein der Ziegenmilch auf ihren Gehalt an diesen verschiedenen Aminosäuren mit Ausnahme des Tryptophans untersucht. Die

Daten für sämtliche Proben sowie für die beiden Ziegenrassen sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Die dominierendsten Aminosäuren waren die Glutaminsäure + Glutamin, gefolgt von Leucin, Prolin, Asparaginsäure + Asparagin, Lysin und Valin. Die Aminosäurezusammensetzung der Milch von Briener- und Saanenziegen unterschied sich nicht signifikant voneinander. Mit Ausnahme von Asparaginsäure + Asparagin, Threonin und Valin sowie Methionin und Leucin liegen die Aminosäuregehalte der Ziegenmilch leicht tiefer als in der pasteurisierten Kuhmilch.

**Tabelle 3**  
**Gesamte Aminosäuren von Ziegenmilch im Vergleich zur pasteurisierten Kuhmilch (Median und Interquartilbereich, mg/100 g)**

Aminosäure	Ziegenmilch (n=12)		Briener (n=6)		Saanen (n=6)		Kuhmilch past.	
	$\bar{x}$	$I_{25;75}$	$\bar{x}$	$I_{25;75}$	$\bar{x}$	$I_{25;75}$	$\bar{x}$	$I_{25;75}$
Asparaginsäure + Asparagin	287	258; 317	299	286; 314	271	248; 343	269	253; 310
Glutaminsäure + Glutamin	707	641; 749	725	700; 744	643	607; 823	747	725; 824
Serin	175	153; 194	184	173; 193	157	147; 212	200	194; 203
Histidin	85	79; 88	86	84; 88	77	72; 89	92	90; 94
Glycin	56	55; 60	57	56; 60	53	51; 60	65	61; 70
Threonin	178	154; 188	181	176; 188	157	152; 207	157	152; 167
Alanin	100	92; 113	104	98; 112	92	87; 121	109	107; 119
Arginin	103	89; 112	105	102; 112	89	85; 120	119	114; 123
Tyrosin	123	114; 138	129	121; 136	114	107; 149	166	163; 178
Valin	237	211; 245	241	236; 243	210	203; 270	209	203; 216
Methionin	86	78; 88	86	85; 87	76	72; 92	87	83; 92
Isoleucin	156	145; 165	161	155; 165	146	137; 184	170	165; 176
Phenylalanin	162	144; 167	164	161; 166	144	136; 185	162	159; 173
Leucin	333	302; 342	339	327; 342	301	284; 383	333	325; 359
Lysin	254	243; 265	254	251; 261	284	234; 296	279	267; 291
Prolin	329	298; 367	345	328; 363	303	273; 401	332	328; 338
Summe	3419	3062; 3586	3477	3369; 3583	3072	2900; 3969	3487	3413; 3720

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

### Fettsäuren

Beim Fett interessiert nicht nur dessen Gehalt, sondern auch die Zusammensetzung ihrer Bestandteile, der Fettsäuren. 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 verwendeten Bestimmungsmethode werden bis zu 70 verschiedene Fettsäuren ermittelt (58). Die Angaben zu den wichtigsten Fettsäuren, den Minorfettsäuren und den verschiedenen Fettsäuregruppen sind in den Tabellen 4 bis 6 zusammengestellt. Unter den verschiedenen Fettsäuren dominieren mit über 10 g/100 g Fett die Palmitin- und Ölsäure sowie im

Oktober noch die Myristinsäure, gefolgt von neun Fettsäuren im Bereich von 1 bis 10 g/100 g Fett (Tabelle 4). Die Zusammenstellung dieser Resultate in verschiedene Fettsäuregruppen zeigt, dass im Ziegenmilchfett die gesättigten Fettsäuren mit etwa 60 g/100 g dominieren (Tabelle 6). Neben den so genannten Makrofettsäuren wurden verschiedene Minorfettsäuren nachgewiesen, die mit einem Masseanteil von weniger als 1 g/100 g Fett vorhanden sind (Tabelle 5). Darunter sind iso- und anteiso-Formen sowie trans-Fettsäuren vorhanden.

Die hier untersuchten Fettsäuren wurden im Fett von im April (Dürrfütterung) und Oktober (Grünfütterung) gewonnenen Ziegenmilch bestimmt. Wie bereits vom Kuhmilchfett bekannt (58), unterscheidet sich auch das Ziegenmilchfett zwischen den Monaten April und Oktober (Tabelle 4 bis 6). Die auffälligsten Unterschiede sind bei der Laurin-, Myristin-, Palmitin-, Stearin- und Ölsäure sowie bei den konjugierten Linolsäuren (CLA) zu verzeichnen. Diese Fettsäurezusammensetzung wurde derjenigen der im Winter und Sommer gewonnenen Kuhmilch gegenübergestellt (58). Ein Vergleich der Fettsäuregruppen des Ziegenmilch- mit denjenigen des Kuhmilchfettes zeigt in ersterem vor allem einen deutlich höheren Anteil an den Fettsäuren Caprin-, Capryl- und Ölsäure sowie im Kuhmilchfett vor allem an der Butter-, Myristin-, Palmitin-, Palmitoleinsäure (Tabelle 4).

Zu den trans-Fettsäuren zählen auch die konjugierten Linolsäuren (CLA). Letzteren werden jedoch verschiedene bedeutsame physiologische Funktionen zugeschrieben werden (61, 62). Der gesamte CLA-Gehalt in Ziegenmilch betrug im April 0,72 und im Oktober 1,24 g/100 g Fett und lag damit etwas höher als die von *Jahreis et al.* (63) gefundenen Werte für Ziegenmilch, die über die verschiedenen Jahreszeiten etwa zwischen 0,35 und 0,9 g/100 g Fettsäuremethylester lagen. Er war teilweise mit demjenigen der Kuhmilch vergleichbar (Tabelle 6). In Fett von Kuhmilch, die im Tal- und Berggebiet sowie in den Alpen erzeugt wurde, haben wir einen deutlich erhöhten CLA-Gehalt in der Alpenmilch festgestellt (64). Ebenso wies das Kuhmilchfett saisonal bedingte Unterschiede auf: mehr CLA im Sommer als im Wintermilchfett (65). Dies konnte auch beim Ziegenmilchfett bestätigt werden (Tabelle 6).

### Vitamine

Die Untersuchung der Vitamine beschränkte sich auf die Vitamine A, E, D<sub>3</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> und B<sub>12</sub> (Tabelle 7). Mit Ausnahme des Vitamins B<sub>12</sub>, das in Ziegenmilch nicht nachgewiesen werden konnte, und D<sub>3</sub> wurden Konzentrationen im µg/100 g-Bereich gemessen. Deutlich unterschieden sich diese Resultate von denjenigen von *Lavigne et al.* (39), die beim Vitamin B<sub>1</sub> 58 µg und beim Vitamin B<sub>2</sub> 155 µg/100 ml fanden gegenüber 16 und 108 µg/100 ml in dieser Arbeit (Tabelle 7). Gegenüber Kuhmilch ist in Ziegenmilch die Konzentration an Vitamin A etwa vergleichbar, Vitamine E, B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> geringer und Vitamin B<sub>6</sub> höher. Die Gehalte an Vitamin D<sub>3</sub> liegen tendenziell tiefer als in Kuhmilch mit Konzentrationen von 0,02 bis 0,096 µg/100 g (11).

Tabelle 4  
Zusammensetzung der wichtigsten Fettsäuren von Ziegenmilch im Vergleich zur Kuhmilch (g/100 g Fett)

Fettsäuren	Ziegenmilch (n=je 15)					Kuhmilch (n=je 15)				
	April		Oktober		Max	Winter		Sommer		
	$\bar{x}$	$s_x$	Min	Max		$\bar{x}$	$s_x$	Min	Max	
C4	2,20	0,18	1,93	2,49	1,99	0,20	1,65	2,30	3,16	3,09
C6	2,09	0,12	1,93	2,35	2,07	0,20	1,72	2,40	2,08	1,95
C8	2,29	0,22	1,83	2,60	2,32	0,24	1,90	2,76	1,20	1,12
C10	7,26	0,77	5,54	8,18	8,52	0,89	6,17	9,96	2,56	2,38
C10:1	0,24	0,05	0,14	0,32	0,37	0,07	0,22	0,49	0,30	0,30
C12	3,18	0,38	2,35	3,72	4,45	0,64	2,73	5,23	3,12	2,78
C14	8,42	0,70	7,26	9,65	10,22	1,21	8,03	12,60	10,35	9,31
C15	0,97	0,18	0,80	1,33	1,09	0,15	0,83	1,37	1,11	1,04
C16	21,68	1,54	19,45	23,92	23,92	2,35	19,34	28,63	28,69	23,52
C16:1c	0,55	0,08	0,41	0,69	0,67	0,27	0,36	1,57	1,31	1,19
C17	0,66	0,14	0,42	0,88	0,46	0,06	0,33	0,56	0,49	0,63
C18	9,18	1,40	6,95	11,36	6,13	1,44	4,02	9,41	7,81	8,32
C18:1 c9	19,30	1,91	16,07	23,08	14,48	2,03	9,24	17,31	15,74	17,20
C18:2 c9,c12	2,06	0,37	1,52	2,87	1,27	0,22	0,99	1,78	1,27	1,15
C18:3 c9c12c15	0,67	0,19	0,26	1,00	0,56	0,11	0,33	0,76	0,69	0,83
C18:1 r10-11	1,38	0,33	0,92	2,01	1,98	1,33	0,72	6,55	1,44	3,15
C20:4 (ω-6)	0,15	0,03	0,11	0,19	0,11	0,02	0,04	0,13	0,16	0,13
C20:5 EPA (ω-3)	0,07	0,02	0,03	0,10	0,07	0,05	0,04	0,27	0,07	0,08
C22:5 DPA (ω-3)	0,14	0,04	0,09	0,23	0,14	0,11	0,08	0,53	0,10	0,11
C22:6 DHA (ω-3)	0,04	0,02	0,01	0,08	0,04	0,03	0,01	0,16	0,01	0,01

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

Tabelle 5  
Zusammensetzung der Minorfettsäuren von Ziegenmilch im Vergleich zur Kuhmilch (g/100 g Fett)

Fettsäuren	Ziegenmilch (n=je 15)					Kuhmilch (n=je 15)				
	April		Oktober		Max	Winter		Sommer		
	$\bar{x}$	$s_x$	Min	Max		$\bar{x}$	$s_x$	Min	Max	
C5	0,03	0,01	0,01	0,04	0,07	0,01	0,06	0,08	0,02	0,02
C7	0,09	0,02	0,06	0,13	0,04	0,01	0,02	0,07	0,03	0,03
C12 iso	0,02	0	0,01	0,03	0,02	0,00	0,02	0,03	0,02	0,03
C12 aiso	0,03	0,01	0,02	0,06	0,07	0,02	0,03	0,10	0,08	0,08
C12:1 c und C13	0,14	0,03	0,08	0,18	0,24	0,05	0,13	0,36	0,16	0,14
C13 iso	0,11	0,04	0,06	0,20	0,08	0,02	0,05	0,11	0,12	0,10
C14:1 c	0,11	0,03	0,07	0,17	0,23	0,07	0,11	0,35	0,88	0,86
C14 iso	0,23	0,06	0,16	0,34	0,19	0,02	0,15	0,23	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
C14 aiso	0,38	0,08	0,26	0,55	0,32	0,05	0,23	0,39	0,44	0,45
C15 iso	0,29	0,06	0,22	0,42	0,19	0,03	0,14	0,25	0,26	0,23
C16 iso	0,39	0,07	0,31	0,49	0,32	0,08	0,26	0,59	0,30	0,36
C16:1 t	0,14	0,03	0,08	0,19	0,17	0,07	0,07	0,39	0,10	0,19
C16 aiso	0,44	0,08	0,29	0,60	0,36	0,04	0,29	0,46	0,61	0,73
C17 iso	0,06	0,03	0,02	0,13	0,04	0,02	0,02	0,09	0,06	0,05
C17:1 t	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,03	0,01	0,10	0,0	0,02
C17 aiso	0,32	0,09	0,16	0,47	0,20	0,04	0,14	0,27	0,25	0,22
C18:1 t4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,02	0,03	0,01
C18:1 t5	0,01	0	0,01	0,02	0,01	0	0,01	0,02	0,01	0,01
C18:1 t6-8	0,12	0,05	0,06	0,26	0,12	0,07	0,05	0,32	0,07	0,14
C18:1 t9	0,24	0,05	0,17	0,36	0,23	0,07	0,14	0,39	0,22	0,27
C18:1 t12	0,18	0,07	0,11	0,37	0,17	0,07	0,09	0,35	0,15	0,19
C18:1 t13-14+c6-8	0,33	0,12	0,20	0,63	0,45	0,31	0,21	1,53	0,37	0,59
C18:1 c11	0,50	0,06	0,41	0,58	0,34	0,29	0,20	1,42	0,40	0,43
C18:1 c12	0,15	0,05	0,09	0,30	0,10	0,05	0,06	0,26	0,12	0,12
C18:1 c13	0,04	0,01	0,03	0,05	0,04	0,03	0,02	0,13	0,05	0,05
C18:1 c14+r16	0,21	0,06	0,14	0,34	0,20	0,06	0,10	0,32	0,23	0,29

## Fettsäuren

## Ziegenmilch (n = je 15)

## Kuhmilch (n = je 15)

	April			Oktober			Winter			Sommer		
	$\bar{x}$	$s_x$	Min	Max	$\bar{x}$	$s_x$	Min	Max	$\bar{x}$	$s_x$	Min	Max
C18:2 trNMID	0,04	0,01	0,03	0,06	0,07	0,04	0,03	0,19	0,07	0,07	0,16	0,16
C18:2 e9c11+t11c13	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,06	0,04	0,04	0,09	0,09
Rumensäure	0,68	0,14	0,44	0,98	1,19	0,33	0,60	1,81	0,64	0,64	1,44	1,44
C18:2 t9t11	0,02	0	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
Linoelaidinsäure	0,01	0	0,01	0,01	0,04	0,05	0,01	0,12	0,01	0,01	0,02	0,02
C18:2 e9t13+(t8c12)	0,18	0,05	0,12	0,32	0,25	0,06	0,17	0,41	0,15	0,15	0,26	0,26
C18:2 e9t12 + (cc-MID+t8c13)	0,04	0,15	0,29	0,22	0,05	0,17	0,35	0,24	0,29	0,29	0,21	0,21
C18:2 t11c15+t9c12	0,13	0,03	0,07	0,17	0,33	0,38	0,13	1,75	0,22	0,22	0,52	0,52
C18:2 e9c15	0,02	0,01	0,01	0,04	0,03	0,01	0,02	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04
C18:3 c6c9c12	0,02	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,01	0,18	0,01	0,01	0,01	0,01
C19	0,08	0,02	0,04	0,11	0,06	0,01	0,05	0,09	0,08	0,08	0,10	0,10
C20	0,21	0,03	0,17	0,28	0,19	0,07	0,14	0,44	0,17	0,17	0,14	0,14
C20:1 t	0,03	0,01	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04
C20:1 c5	<0,01		<0,01	<0,01	0,05	0,00	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01
C20:1 e9	0,04	0,01	0,03	0,05	0,08	0,11	0,03	0,49	0,16	0,16	0,13	0,13
C20:1 c11	0,05	0,01	0,04	0,07	0,17	0,49	0,02	2,01	0,05	0,05	0,04	0,04
C20:2 c,c (w-6)	0,02	0	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08	0,03	0,03	0,02	0,02
C20:3 (w-6)	0,01	0	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
C20:3 (w-3)	0,01	0	0,01	0,01	0,17	0,16	0,01	0,33	0,01	0,01	0,02	0,02
C22	0,06	0,02	0,03	0,09	0,07	0,02	0,04	0,10	0,08	0,08	0,06	0,06

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

Tabelle 6

## Fettsäuregruppen von Ziegenmilch im Vergleich zur Kuhmilch (g/100 g Fett)

## Fettsäuren

## Ziegenmilch (n = je 15)

## Kuhmilch (n = je 15)

	April			Oktober			Winter			Sommer		
	$\bar{x}$	$s_x$	Min	Max	$\bar{x}$	$s_x$	Min	Max	$\bar{x}$	$s_x$	Min	Max
$\Sigma$ kurzkettige Fs	14,20	1,04	12,04	15,68	15,38	1,50	11,78	17,96	9,36	8,90	8,90	8,90
$\Sigma$ mittellange Fs	37,08	2,47	33,31	41,29	42,55	3,56	34,93	47,22	47,80	41,26	41,26	41,26
$\Sigma$ lange Fs	37,63	3,46	31,67	42,89	30,02	3,53	25,12	37,39	31,84	37,46	37,46	37,46
$\Sigma$ Gesättigte Fs	60,67	1,91	57,40	63,67	63,41	4,26	49,53	68,78	63,10	56,99	56,99	56,99
$\Sigma$ Gesättigte C12, C14, C16	33,28	2,37	29,34	37,26	38,59	3,60	30,09	43,57	42,16	35,61	35,61	35,61
$\Sigma$ C18:1	22,44	2,11	18,81	25,86	18,13	1,85	15,31	21,64	18,84	22,47	22,47	22,47
$\Sigma$ C18:2	3,37	0,46	2,84	4,65	3,42	0,77	2,33	5,60	2,71	4,01	4,01	4,01
$\Sigma$ ungesättigte Fs	28,10	2,34	24,53	31,72	24,31	3,09	20,24	32,78	25,50	30,48	30,48	30,48
$\Sigma$ einfach- ungesättigte Fs	23,59	2,13	19,96	26,99	19,85	2,23	16,80	25,06	21,71	25,26	25,26	25,26
$\Sigma$ mehrfach- ungesättigte Fs	4,48	0,52	3,58	5,86	4,44	1,00	3,14	7,66	3,79	5,39	5,39	5,39
$\Sigma$ CLA	0,72	0,15	0,46	1,04	1,24	0,34	0,63	1,84	0,70	1,55	1,55	1,55
$\Sigma$ C18:1t	2,26	0,59	1,53	3,66	2,97	1,79	1,23	9,09	2,30	4,37	4,37	4,37
$\Sigma$ C18:2t	0,57	0,11	0,44	0,83	0,88	0,48	0,49	2,60	0,70	1,25	1,25	1,25
ohne CLA t	1,27	0,22	0,96	1,74	2,09	0,74	1,11	4,42	1,36	2,72	2,72	2,72
$\Sigma$ C18:2t mit CLA	3,00	0,70	2,16	4,70	4,07	2,36	1,83	12,24	3,17	5,88	5,88	5,88
$\Sigma$ trans ohne CLA	3,70	0,80	2,71	5,61	5,28	2,60	2,44	14,06	3,83	7,35	7,35	7,35
$\Sigma$ trans mit CLA	1,07	0,28	0,49	1,55	1,20	0,64	0,77	3,54	1,15	1,62	1,62	1,62
$\Sigma$ $\omega$ 3 Fs	2,80	0,50	2,08	4,03	1,95	0,35	1,57	2,91	2,02	1,91	1,91	1,91
$\Sigma$ $\omega$ 6 Fs												

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

- 1) C10:1, C16:1c, C16:1c, C17:1t, C18:1t4-c14t16, C18:2 rNMID - C18:2 e9c15, C20:1t-C20:2 cc, C20:3 In-6) -C22:6 (n-3)
- 2) C10:1, C14:1c, C16:1c, C17:1c, C18:1t4-c14-16, C20:1t-C20:1 c11
- 3) C18:2-tNMID-e9c15, C18:3-e6e9c12+-c9c12c15, C18:2-e9t11-C20:2cc, C20:3-C22:6
- 4) C18:2 trans (Summe -tNMID, -t9t12, -c9t13+(t8c12), -c9t13+(t8c13), -t11c15+t8c12)
- 5) C14:1t, C16:1t, C17:1t, C20:1t, C18:1t+C18:2
- 6) C14:1t, C16:1t, C17:1t, C20:1t, C18:1t trans+C18:2 trans+CLA trans
- 7) C18:2-t11c15+e9c15, C18:3-c9c12c15, C20:3 n-3, C20:5, C22:5, C22:6
- 8) C18:1-t12+c12, C18:2-t9t12+c9c12, C18:3-e6e9c12, C20:2cc, C20:3 n-6, C20:4 n-6

**Tabelle 7**  
**Vitamingehalt von Ziegenmilch schweizerischer Herkunft im Vergleich zur pasteurisierten Kuhmilch (Median und Interquartilbereich; µg/100 g)**

Vitamin	Ziegenmilch (n = 12)		Saanen (n = 6)		Brienzer (n = 6)		Kuhmilch past.	
	$\bar{x}$	$I_{25; 75}$	$\bar{x}$	$I_{25; 75}$	$\bar{x}$	$I_{25; 75}$	$\bar{x}$	$I_{25; 75}$
Vit. A	52	42; 56	54	45; 70	52	45; 55	46	43; 48
Vit. E	67	54; 85	59	26; 80	73	59; 91	112	99; 115
Vit. D <sub>3</sub>	0,025	0,010; 0,053	0,045	0,025; 0,065	0,015	0,010; 0,028	nb	nb
Vit. B <sub>1</sub>	16	11; 19	12	7; 23	17	13; 18	20	20; 21
Vit. B <sub>2</sub>	108	76; 116	91	68; 113	109	90; 133	147	135; 156
Vit. B <sub>6</sub>	38	36; 45	38	36; 40	41	36; 49	28	25; 30
Vit. B <sub>12</sub>	0		0		0		0,12	0,11; 0,13

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

### Mineralstoffe und Spurenelemente

Bei den Mineralstoffen Kalzium, Magnesium, Natrium und Kalium konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede in Bezug auf die beiden Rassen festgestellt werden. Ziegenmilch ist eine reiche Kalziumquelle. Ein Vergleich mit dem Mineralstoffgehalt der Kuhmilch zeigt folgende Unterschiede: Kalium war mehr als 10%, Kalzium nur geringfügig höher, Magnesium tiefer und Natrium um mehr als 20% tiefer in der Ziegen- als in Kuhmilch (Tabelle 8). Unter den verschiedenen Spurenelementen wurden Zink, Eisen, Kupfer und Mangan bestimmt. Ziegenmilch ist reicher an Eisen, Kupfer und Mangan sowie ärmer an Zink als die Kuhmilch.

**Tabelle 8**  
**Gehalt an Mineralstoffen und Spurenelementen von Ziegenmilch schweizerischer Herkunft im Vergleich zur pasteurisierten Kuhmilch (Angaben pro 100 g)**

Parameter	Einheit	Ziegenmilch sämtliche (n=30) <sup>1</sup>		Brienzer (n=6)		Saanen (n=8)		Kuhmilch past.	
		$\bar{x}$	$S_x$	$\bar{x}$	$S_x$	$\bar{x}$	$S_x$	$\bar{x}$	$S_x$
Natrium	mg	31,9	2,5	31,6	2,3	32,4	4,0	39,0	1,7
Kalzium	mg	120	7	120	8	118	9	122	10
Kalium	mg	195	8	195	7	192	9	155	4
Magnesium	mg	10,0	0,8	10,0	1,0	9,9	1,0	10,4	0,4
Phosphor <sup>2</sup>	mg	87	6	83	6	89	5	92	4
Zink <sup>2</sup>	µg	294	39	320	45	288	22	362	52
Eisen <sup>2</sup>	µg	17,2	3,3	18,8	3,5	15,7	2,7	14,5	1,5
Kupfer <sup>2</sup>	µg	5,3	1,7	5,5	2,1	4,0	0,4	2,4	0,5
Mangan <sup>2</sup>	µg	4,3	1,2	4,3	1,0	4,4	1,4	2,1	0,2

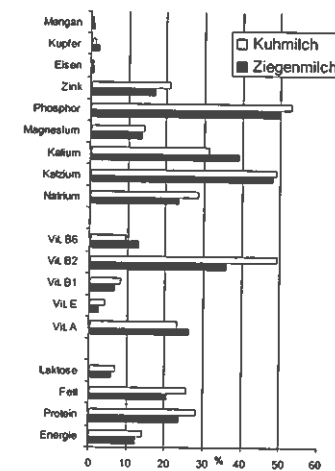
<sup>2</sup>n = 29, <sup>1,2</sup>davon Saanen: n = 8; Brienzer: n = 6, übrige = Sammelmilch oder gemischte Herden

### Vergleich der Resultate in Abhängigkeit der Rassen

Die hier durchgeführte Untersuchung wurde mit Milch der beiden Ziegenrassen Brienzer und Saanen durchgeführt. Die signifikanten Unterschiede zwischen diesen beiden Rassen sind mit 0,1 g/100 g beim Fett und 0,2 g/100 g beim Protein als gering zu bezeichnen (Tabelle 1). Einzig zur Milch der Saanenrasse wurden weitere Resultate publiziert (21, 24, 25). Der Proteingehalt (in dieser Arbeit 2,83) schwankte zwischen 2,57 und 3,22 und der Fettgehalt (in dieser Arbeit 3,11) zwischen 2,57 und 3,67 g/100 g (Tabelle 2). Die Milch der Saanenrasse enthielt durchwegs weniger gesamte Aminosäuren (Tabelle 3) und weniger Vitamin E, B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> sowie mehr Vitamin D<sub>3</sub> (Tabelle 7) als diejenige der Brienzerasse. Bei den Mineralstoffen traten keine signifikanten Unterschiede auf. Die Unterschiede bei den Spurenelementen waren zwar grösser, aber wegen der höheren Standardabweichungen nicht signifikant (Tabelle 8).

### Nährwertprofil

Dank ihrer Zusammensetzung kann die Ziegenmilch einen bedeutenden Beitrag an die Nährstoffversorgung leisten, was im Folgenden mit dem Verzehr von 4 dl Milch aufgezeigt wird. Dazu wurden die DACH-Empfehlungen (66) herangezogen. Mit dem Nährwertprofil wird dargestellt, welcher prozentuale Teil des empfohlenen Bedarfs durch die vorgegebene Menge an Ziegenmilch gedeckt wird. Das Nährwertprofil für eine Frau von 25 bis 51 Jahren zeigt (Abbildung 1), dass im Vergleich zur



**Abbildung 1 Nährwertprofil für den Verzehr von 4 dl Ziegen- und Kuhmilch für eine Frau von 25–51 Jahren (Natrium und Kalium beziehen sich auf den geschätzten täglichen Mindestbedarf)**

Energie die Nährstoffe Protein, Fett, Vitamin A, B<sub>2</sub>, Natrium, Kalzium, Kalium, Phosphor und Zink höhere prozentuale Anteile am empfohlenen Bedarf aufweisen, wobei sich Natrium und Kalium auf den täglichen Mindestbedarf beziehen.

Im gleichen Nährwertprofil (Abbildung 1) wurden auch die Werte für Kuhmilch integriert. Der Vergleich zwischen diesen beiden Milcharten zeigt einige wenige Unterschiede auf. Die bedeutendsten liegen beim Fett und Protein und damit auch bei der Energie, beim Vitamin B<sub>2</sub> sowie bei Natrium, und Zink, wo Ziegenmilch tiefere Werte aufweist. Einzig bei Mangan, Kupfer und Kalium weist Ziegenmilch höhere Werte auf.

### Schlussfolgerung

Mit dieser Arbeit liegen unseres Wissens erstmals umfassende Resultate zur Zusammensetzung von in zwei verschiedenen Jahreszeiten produzierter Ziegenmilch schweizerischer Herkunft vor. Dabei wurden Resultate zur Zusammensetzung der Milch der beiden Ziegenrassen Brienzer und Saanen gewonnen. Diese Ergebnisse könnten Grundlagen für eine eventuelle Qualitäts- und Gehaltsbeurteilung liefern. Im Vergleich zur Kuhmilch sind einige Unterschiede vorhanden.

### Dank

Herrn Hans Guggisberg, Milchkäufer im Gohl, danken wir für die Organisation der Milchproben und den Milchproduzenten für die zur Verfügung gestellten Milchproben. Wir danken unseren Kolleginnen Melanie Bruderer, Marie-Louise Geisinger, Agathe Liniger, Eva Miller, Priska Noth, Madeleine Tatschl für die Bestimmung von Fett, Protein, Mineralstoffen und Spurenelementen, Doris Fuchs für diejenige von Vitaminen und Aminosäuren und Monika Spahni-Rey für diejenige der Fettsäuren.

### Zusammenfassung

Ziegenmilch 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 Kuhmilch zeigt einige Unterschiede auf.

### Résumé

Le lait de chèvre d'origine suisse a été analysé quant à sa composition en protéines, en matière grasse, en lactose, en vitamines, en sels minéraux, en oligo-éléments, en acides aminés et en acides gras. La comparaison avec le lait de vache montre quelques différences.

### Summary "Composition of Swiss goat's milk"

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

### Key words

Goat milk, composition, nutrient

### Literatur

- 1 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)
- 2 Sieber R., Badertscher R., Fuchs D. und Nick B.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung schweizerischer konsumreifer Weich- und Halbhartkäse. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 85, 366–381 (1994)
- 3 Sieber R., Badertscher R., Eyer H., Fuchs D. und Nick B.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von schweizerischem Voll-, Halb- und Kaffeerahm. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 87, 103–110, 653 (1996)
- 4 Sieber R., Badertscher R., Bütikofer U. und Nick B.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von schweizerischem Joghurt. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 87, 743–754 (1996)
- 5 Sieber R., Badertscher R., Bütikofer U., Collomb M. und Nick B.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von schweizerischer Butter. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 89, 84–96 (1998)
- 6 Sieber R.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung von schweizerischem Ziger. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 89, 294–300 (1998)
- 7 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)
- 8 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)
- 9 Sieber R.: Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten schweizerischer Herkunft. FAM-Information 426, 1–22 (2001), [http://www.sar.admin.ch/fam/docu/info\\_01/faminfo\\_426.pdf](http://www.sar.admin.ch/fam/docu/info_01/faminfo_426.pdf)
- 10 Schweizerisches Bundesamt für Gesundheit und Eidgenössische Technische Hochschule Zürich: Schweizer Nährwertdatenbank, Stand März 2003. CD-Rom zu beziehen bei: SVE, Postfach 8333, CH-3001 Bern
- 11 Souci S.W., Fachmann W. und Kraut H.: Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert-Tabellen. 5. revidierte und ergänzte Auflage, bearbeitet von H. Scherz und F. Sensler. medpharm, Stuttgart (1994)
- 12 Heseke B. und Heseke H.: Nährstoffe in Lebensmitteln. Die Grosse Energie- und Nährwert-tabelle. 2. aktualisierte Auflage. Umschau Zeitschriftenverlag Breidenstein, Frankfurt (1999)
- 13 Favier J.-C., Ireland-Ripert J., Toque C. et Feinberg M.: Répertoire générale des aliments. Table de composition, Composition tables. 2e éd. Editions Tec & doc, Paris (1995)
- 14 Renner E., Renz-Schauen A. und Drathen M.: Nährwerttabellen für Milch und Milchprodukte. 2. Ergänzungen. Verlag M. Drathen, Giessen (1994)
- 15 Kroke A.: Der Bundeslebensmittelschlüssel: BLS. Ernährungs-Umschau 39, 152–155 (1992)
- 16 Schweizerischer Bauernverband: Milchstatistik der Schweiz 2002. Sekretariat des Schweizerischen Bauernverbandes, Brugg (2003)
- 17 Koestler G.: Weitere Untersuchungen über Ziegenmilch. 2. Int. Kongress für Ziegenzucht, Antwerpen 4. Abtlg. a, Seite 6–7 (1930)
- 18 Koestler G. und Wegmüller E.: Ein dem sog. «Bockgeruch» analoges riechendes Prinzip als regelmässiger Bestandteil des Ziegenmilchfettes. Landwirt. Jhb. Schweiz 842–852 (1934)
- 19 Allgöwer B.: Beitrag zur Erweiterung der Kenntnisse über Ziegenmilch. Dissertation ETH Zürich Nr. 8890 (1989)

- 20 Allgöwer B. und Bachmann M.R.: Eiweissfraktionen und Gerinnungsverhalten von Ziegenmilch. Schweiz. Milchwirt. Forsch. 19, 23–30 (1990)
- 21 Büeler T.: Casein-Polymorphismus und gerinnungsrelevante Eigenschaften von Milch Schweizerischer Ziegenrassen. Dissertation ETH Zürich Nr. 14876 (2002), <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/show?type=diss&nr=14876>
- 22 Kessler J.: Elements minéraux majeurs chez la chèvre. Données de base et apports recommandés. In: Nutrition et systèmes d'alimentation de la chèvre (Morand-Fehr P., Bourbouze A. et de Simiane M. eds.) 196–209, INRA, Tours (1981)
- 23 Muggli J.: Die Zusammensetzung von Ziegenmilch. Schweiz. Milchztg. 108, 199 (1982)
- 24 Anonym: Alle Angaben widerlegt. Ziegenmilch hat doch tieferen Gehalt. Schweiz. Milchztg. 114, 3(38) (1988)
- 25 Anonym: Ziegenmilch. Der Gehalt ist ziemlich ausgeglichen. Schweiz. Milchztg. 118, 3(31) (1992)
- 26 Parkash S. and Jenness R.: The composition and characteristics of goats' milk: a review. Dairy Sci. Abstr. 30, 67–87 (1968)
- 27 Jenness R.: Composition and characteristics of goat milk: review 1968–1979. J. Dairy Sci. 63, 1605–1630 (1980)
- 28 Espie W.E. and Mullan W.M.A.: Compositional aspects of goat milk in Northern Ireland. Milchwissenschaft 45, 361–362 (1990)
- 29 Kirst E., Rensing A., Hammel M., Klopsch B. und Schurig J.: Untersuchung von Schaf- und Ziegenmilch. Dt. Molkerei-Ztg. Lebensmittelind. Milchwirt. 123, 37–43 (2002)
- 30 Pierre A., le Quere J.L., Famelart M.H., Riaublanc A. and Rousseau F.: Composition, yield, texture and aroma compounds of goat cheeses as related to the A and O variants of alpha(s1) casein in milk. Lait 78, 291–301 (1998)
- 31 Kracmar S., Gajdusek S., Kuchtik J., Zeman L., Horak F., Doupsovicova G. and Kracmarova E.: Changes in amino acid composition of goat's milk during the first month of lactation. Czech J. Anim. Sci. 43, 251–255 (1998)
- 32 Hellin P., Lopez M.B., Jordan M.J. and Laencina J.: Fatty acids in Murciano-Granadina goats' milk. Lait 78, 363–369 (1998)
- 33 LeDoux M., Rouzeau A., Bas P. and Sauvant D.: Occurrence of trans-C-18:1 fatty acid isomers in goat milk: Effect of two dietary regimens. J. Dairy Sci. 85, 190–197 (2002)
- 34 Fraga M.J., Fontecha J., Lozada L., Martinez-Castro I. and Juarez M.: Composition of the sterol fraction of caprine milk fat by gas chromatography and mass spectrometry. J. Dairy Res. 67, 437–441 (2000)
- 35 Chilliard Y., Ferlay A., Rouel J. and Lamberett G.: A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. J. Dairy Sci. 86, 1751–1770 (2003)
- 36 Park Y.W.: Cholesterol contents of US and imported goat milk cheeses as quantified by different colorimetric methods. Small Ruminant Res. 32, 77–82 (1999)
- 37 Park Y.W.: Comparison of mineral and cholesterol composition of different commercial goat milk products manufactured in USA. Small Ruminant Res. 37, 115–124 (2000)
- 38 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. Tech. 39, 32–35 (1986)
- 39 Lavigne C., Zee J.A., Simard R.E. and Béliveau B.: Effect of processing and storage conditions on the fate of vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, and C and on the shelf-life of goat's milk. J. Food Sci. 54, 30–34 (1989)
- 40 Pitti A., Albano E., Leotta R., Taccini F., Liponi G.B., Colombani B. and Orlandi M.: Variation in the content of Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Cu and Zn in goat milk during a lactation period. Annali Facoltà Med. Vet. Pisa 41, 163–173 (1989)
- 41 Park Y. and Chukwu H.I.: Trace mineral concentrations in goat milk from French-alpine and Anglo-Nubian breeds during the first 5 months of lactation. J. Food Compositional Anal. 2, 161–169 (1989)
- 42 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)
- 43 De la Fuente M.A., Olano A. and Juarez M.: Distribution of calcium, magnesium, phosphorus, zinc, manganese, copper and iron between the soluble and colloidal phases of ewe's and goat's milk. Lait 77, 515–520 (1997)
- 44 Rodriguez Rodriguez E.M., Sanz Alaejos M. and Diaz Romero C.: Mineral content in goats' milks. J. Food Qual. 25, 343–358 (2002)
- 45 Desjeux J.F.: Valeur nutritionnelle du lait de chèvre. Lait 73, 573–580 (1993)
- 46 Sollberger H. und Schaeren W.: Hygiene bei der Ziegenmilch-Gewinnung und -Lagerung sowie ihre Auswirkung auf die Keimgehalte in der Verkehrsmilch. Forum Kleinwiederkäuer (3), 18–22 (2003)
- 47 Sollberger H. und Schaeren W.: Inhaltsstoffe in Ziegenmilch, Unterschiede nach Rassen und Vergleich der Analysen-Methoden. Forum Kleinwiederkäuer (4), 22–26 (2003)
- 48 Anonym: Cheese and processed cheese products. Determination of the total solids contents. IDF Standard 4A (1982)
- 49 Collomb M., Spahni-Rey M. et Steiger G.: Dosage de la teneur en azote selon Kjeldahl de produits laitiers et de certaines de leurs fractions azotées à l'aide d'un système automatisé. Trav. chim. alim. hyg. 81, 499–509 (1990)
- 50 Anonym: Milk. Fat content (Röse Gottlieb). IDF Standard 1C (1987)
- 51 Anonym: Methoden der biochemischen Analytik und Lebensmittelanalytik. Boehringer GmbH, Mannheim (1986)
- 52 Anonym: Cheese and processed cheese products. Determination of total phosphorus content (photometric method). IDF Standard 33 C (1987)
- 53 Tagliaferri E., Bosset J.O., Eberhard P., Bütikofer U. und Sieber R.: Untersuchung einiger Kriterien zum Nachweis von Veränderungen der Vollmilch nach thermischen und mechanischen Behandlungen sowie nach verschiedenen langen Belichtungszeiten. Teil II: Bestimmung des Vitamins B<sub>1</sub> mit Hilfe einer neuentwickelten RP-HPLC-Methode. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 83, 435–452 (1992)
- 54 Tagliaferri E., Sieber R., Eberhard P., Bütikofer U. und Bosset J.O.: Untersuchung einiger Kriterien zum Nachweis von Veränderungen der Vollmilch nach thermischen und mechanischen Behandlungen sowie nach verschiedenen langen Belichtungszeiten. Teil III: Bestimmung des Vitamins B<sub>2</sub> mit Hilfe einer neuentwickelten RP-HPLC-Methode. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 83, 467–491 (1992)
- 55 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. Untersuch.-Forsch. 195, 312–315 (1992)
- 56 Schweizerisches Lebensmittelbuch, Kapitel 62: Vitamin D, Untersuchungsmethode 3 (2000)
- 57 Bogner A.: Bestimmung von Vitamin B<sub>6</sub> in Lebensmitteln mit Hilfe der Hochdruckflüssigkeits-Chromatographie. Z. Lebensm.-Unters. Forsch. 181, 200–205 (1981)
- 58 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. alimen. hyg. 91, 306–332 (2000)
- 59 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)
- 60 Högl O. und Lauber E.: Nährwert der Lebensmittel. Schweizerisches Lebensmittelbuch, S. 713–735. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (1964)



- 61 *MacDonald H.B.*: Conjugated linoleic acid and disease prevention: A review of current knowledge. *J. Amer. Coll. Nutr.* 19, 111S–118S (2000)
- 62 *Banni S., Murru E., Angioni E., Carta G. and Melis M.P.*: Conjugated linoleic acid isomers (CLA): good for everything? *Sci. Aliments* 22, 371–380 (2002)
- 63 *Jabreis 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)
- 64 *Collomb M., Bütikofer U., Sieber R., Bosset J.O. 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)
- 65 *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. *Mitt. Lebensm. Hyg.* 93, 459–480 (2002)
- 66 *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/Main (2000)

Korrespondenzadresse: Dr. W. Schaeren, Agroscope Liebefeld-Posieux,  
Eidg. Forschungsanstalt für Nutztiere und Milchwirtschaft (ALP), CH-3003 Bern,  
[walter.schaeren@alp.admin.ch](mailto:walter.schaeren@alp.admin.ch)