

Lebensmi

Raclettekäse: weniger Kalzium für bessere Schmelzeigenschaften

Marie-Therese Fröhlich-Wyder, Ueli Bütikofer, Dominik Guggisberg und Daniel Wechsler, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-3003 Bern

Auskünfte: Marie-Therese Fröhlich-Wyder, E-Mail: marie-therese.froehlich@alp.admin.ch, Fax +41 31 323 82 27, Tel. +41 31 323 82 23

Zusammenfassung

ALP hat Versuche mit Raclettekäse aus pasteurisierter Milch durchgeführt, um den Einfluss von Kalzium auf dessen Schmelzeigenschaften zu verstehen. Das Ziel des hier vorgestellten Versuchs, mittels verschiedener Faktoren den Kalziumgehalt im Käse zu senken und den Anteil an gelöstem Kalzium zu erhöhen, konnte erreicht werden. Die stärkste Wirkung hatte die Zugabe von Zitronensäure mit dem Waschwasser. Die Schmelzeigenschaften waren in diesen Käsen praktisch über alle Parameter hinweg (ausser Geschmack, Beliebtheit) hoch signifikant besser. Die wichtige Rolle des Kalziums – je weniger gebundenes Kalzium im Teig, desto besser die Schmelzeigenschaften – konnte hiermit bestätigt werden.

Die Variation der Temperaturen bei der Milchpasteurisation während des Herstellungsprozesses und im Salzbad hatte nur eine geringe Wirkung auf den Kalziumgehalt und die Schmelzeigenschaften. Die ALP-Versuchskäse wiesen, verglichen mit Raclettekäse aus der Praxis, bereits einen tiefen Kalziumgehalt und ein gutes Schmelzverhalten auf. Es ist daher schwierig, mittels technologischer Faktoren den Kalziumgehalt weiter zu senken.

Raclettekäse¹, wie es der Name sagt (franz. *racler* = (ab)schaben, (ab)streichen; Abstreichen des geschmolzenen Käses), wird hauptsächlich geschmolzen konsumiert. Die Schmelzeigenschaften gehören somit zu seinen wesentlichsten Produkteigenschaften. In den vergangenen Jahren hat die Bedeutung von Raclettekäse stark zugenommen; er ist nun der bedeutendste Schweizer Halbhartkäse. Die jährliche Produktion beläuft sich zur Zeit (Jahr 2005) auf etwa 13'000 t Käse, wovon etwa 2'000 t Walliser Raclettekäse sind.

Ziel aller Raclettekäse-Fabrikanten ist es, auch mit relativ kurzen Reifungszeiten (12 – 14 Wochen) mittels der zur Verfügung stehenden Technologien ein möglichst gut schmelzendes Produkt herzustellen. Da-

bei ist es das Zusammenspiel verschiedener Faktoren, welche die Schmelzeigenschaften von Raclettekäse beeinflussen.

Wichtige Faktoren für gute Schmelzeigenschaften

Der wahrscheinlich wichtigste Faktor ist der Wassergehalt: Ein höherer Wassergehalt beeinflusst die Schmelzeigenschaften positiv (Rüegg 1990; Eberhard *et al.* 1987). Beliebig erhöhen kann man diesen jedoch nicht, da sonst Qualitätseinbussen in Kauf genommen werden müssen. So wird beispielsweise die Formstabilität der Käselaipe reduziert und die Schneidbarkeit erschwert, da die Käse zu weich oder gar klebrig werden.

In verschiedensten Untersuchungen von ALP hatte sich mehrmals herausgestellt, dass der Kalziumgehalt eine wichtige Rolle für die Schmelzeigenschaften von Raclettekäse spielen muss. Ein tieferer Gehalt stand immer in Zusammenhang mit besseren Schmelzeigen-

schaften. Vor allem das gebundene Kalzium beeinflusste das Schmelzen negativ (Fröhlich-Wyder und Bütikofer 2005).

Die Säuerung – also der pH-Verlauf – während der Fabrikation ist daher ein wichtiger Einflussfaktor. Tiefere pH-Werte zu Beginn der Käseherstellung führen dazu, dass mehr Kalzium aus der Käsematrix gelöst wird. Tiefere pH-Werte im reifenden Käse sind verantwortlich für einen erhöhten Anteil an gelöstem Kalzium (Johnson und Lucey 2006).

Auch die Proteolyse hat einen Einfluss auf die Schmelzbarkeit von Raclettekäse. Doch dieser Faktor ist schwieriger zu beeinflussen, da er stark von den Wechselwirkungen anderer Faktoren abhängt. Für eine gute Schmelzbarkeit von Raclettekäse muss ein Optimum in der Proteolyse gefunden werden. Gemäss Rüegg (1989) ist eine erhöhte Proteolyse in die Breite von Vorteil; gemäss Eberhard *et al.* (1988) jedoch eine Proteolyse in die Tiefe. Generell kann festgehalten werden, dass längere Peptidketten eher zu einem dickflüssigen und langen geschmolzenen Teig beitragen und kürzere Peptidketten, die mehr Wasser binden können, zu einem eher dünnflüssigen und kurzen Teig.

Kalzium und Käsestruktur

Jede Käsesorte hat einen eigenen, sortenspezifischen Kalziumgehalt, der die strukturellen und textuellen Eigenschaften

¹ In dieser Arbeit handelt es sich um Raclettekäse aus pasteurisierter Milch, dessen Bezeichnung nach einem allfälligen Inkrafttreten einer geschützten Ursprungsbezeichnung (AOC) neu festgelegt werden müsste.

tttel

des Käses erheblich beeinflusst. Der Kalziumgehalt ist abhängig vom Säuerungsverlauf des Käses – von der Kessmilch bis zum 24-stündigen Käse – während dessen Herstellung. Bis Ende der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde lediglich der totale Kalziumgehalt im Käse bestimmt und dem Gehalt an gebundenem Kalzium praktisch gleich gesetzt. Proteolyse und pH-Wert wurden als die bedeutend wichtigeren Parameter für die Käsetextur angesehen. Erst nach und nach wurde die Bedeutung des Gleichgewichts zwischen gebundenem und gelöstem Kalzium erkannt, sodass heute meist auch das ungelöst vorliegende Kalzium in Prozent des totalen Kalziumgehaltes angegeben wird (Johnson und Lucey 2006).

Gebundenes, ungelöstes Kalzium, oder kolloidales Kalzium-Phosphat, wird mit zunehmender Säurebildung aus der Kaseinmatrix herausgelöst. Für unsere traditionellen Käsesorten liegt der optimale pH-Wert im frischen Käse bei 5,0 – 5,3. Der Anteil an gelöstem Kalzium ist optimal, die Kasein-Mizellen werden beweglich und das Wasserbindungsvermögen ist gut. Es sind gute Schmelzeigenschaften zu erwarten. Der Zeitpunkt der pH-Absenkung beziehungsweise des Herauslösens von Kalzium während der Käseherstellung ist wesentlich. Ein tiefer pH-Wert der Kessmilch bei der Gerinnung und der Säuerungsverlauf zu Beginn der Synärese sind wichtig für ein

gutes Herauslösen von Kalzium aus dem Kasein.

Die wichtige Funktion von Kasein-gebundenem Kalzium beim Schmelzen von Mozzarella und Cheddar ist schon seit längerem bekannt. Eine gezielte pH-Absenkung während der Fabrikation, um das gebundene Kalzium aus den Kasein-Mizellen herauszulösen, ist ein wesentlicher Prozessschritt in der Herstellung von Mozzarella und Cheddar (Joshi *et al.* 2002 und Lee *et al.* 2005).

Auch bei Raclettekäse ist die Rolle einer guten Säuerung respektive pH-Absenkung unbestritten, obwohl bezüglich der Funktion von Kalzium wenig Kenntnisse vorliegen. Aus diesem Grund hat ALP Versuche durchgeführt, um die wichtige Funktion von Kalzium besser zu verstehen.

Versuche in der Modellkäserei

In der Modellkäserei Liebefeld von ALP können mit der gleichen Milch parallel acht verschiedene Varianten pro Tag getestet werden. In einem ersten multifaktoriellen Versuch mit Modell-Raclettekäse aus pasteurisierter Milch (70 l Milch pro Kessi) wurden zur Senkung des Kalziumgehaltes im Käse die folgenden vier Faktoren auf jeweils zwei Stufen getestet:

■ Faktor Pasteurisationstemperatur auf den Stufen 70 beziehungsweise 75 °C (Einfluss auf gebundenes Kalzium in der Milch)

■ Faktor Temperaturführung während der Fabrikation auf den Stufen Standardrezeptur, bei welcher die Temperatur bei der Gerinnung und dem Vorkäsen 32 °C, und beim Wärmen und Ausrühren 35 °C betrug beziehungsweise konstante Temperaturführung bei 35 °C während der ganzen Herstellung (Einfluss auf Säuerung)

■ Faktor Zugabe von Zitronensäure ($C_6H_6O_7 \cdot H_2O$) mit dem Waschwasser auf den Stufen 0 beziehungsweise 50 g (Einfluss auf pH-Wert beziehungsweise Komplexbildung mit Kalzium)

■ Faktor Salzbadtemperatur auf den Stufen 11 beziehungsweise 16 °C (Einfluss auf Säuerung)

Sensorische Tests der geschmolzenen Käse

Die Racletteproben wurden in einem Stöckli Cheeseboard V8 1100W auf maximaler Leistungsstufe während genau zwei Minuten und 15 Sekunden geschmolzen. Die Beurteilung erfolgte direkt nach dem Schmelzen in den Pfännchen. Um die sensorische Beurteilung von Raclettekäse möglichst konsumentennahe vorzunehmen, wurde ein zweites Pfännchen nach dem Schmelzen aus dem Ofen genommen, der Käse auf einen Keramikteller abgestrichen und nach 30 Sekunden beurteilt. Die Käsetemperatur im Innern ist auf dem Teller ca. 15 bis 20 °C tiefer als im Pfännchen (Abb. 1), was einen erheblichen Einfluss auf die Beurteilung haben kann. Die Benotung

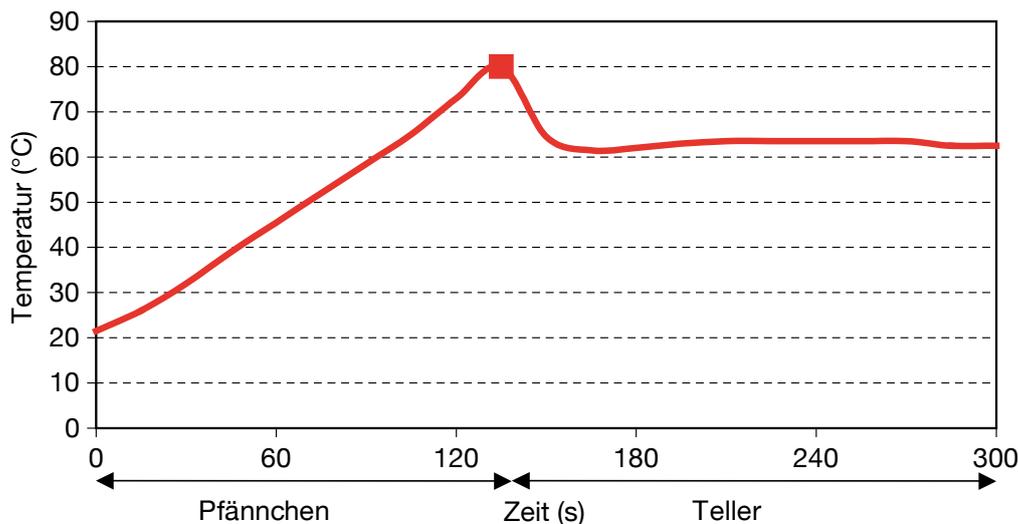


Abb. 1. Temperaturverlauf von Raclette während des Erwärms im Pfännchen und des Abkühlens auf dem Keramiksteller (Mittelwert von 2 Messungen).

der Parameter Fettabscheidung, Viskosität, Fadenziehen, Gummigkeit und Hautbildung erfolgte unter Anwendung einer Skala von eins bis fünf. Je höher die Benotung durch das Panel, desto besser waren die Schmelzeigenschaften.

Analyse der Käse nach 24 Stunden

Die Faktoren Zitronensäure, Temperaturführung während der Fabrikation und die Salzbadtemperatur hatten bereits in den ersten 24 Stunden signifikante Auswirkungen auf die Versuchskäse (Tab. 1).

Die Zugabe von Zitronensäure führte zu tieferen pH-Werten in den ersten Stunden, nach 20 Stunden war jedoch der pH-Wert ausgeglichen. Die Aktivität der Milchsäurebakterien wurde durch die frühe pH-Absenkung gebremst. Demzufolge wurde weniger Milchsäure im 24-stündigen Käse nachgewiesen. Auffallend war auch das schlechte Verwachsen der Bruchkörner in den Käsen mit Zitronensäure (Abb. 2). Als Folge davon verloren diese Varianten im Salzbad sehr viel Wasser (Tab. 2). Dies ist auf die grössere innere Bruchkornoberfläche zurückzu-

führen, über welche Molke bedingt durch die Phasentrennung verloren gehen kann.

Die konstante Temperaturführung bei 35 °C beeinflusste primär den Wassergehalt im Käse, der um 15 g/kg höher war. Als Folge davon blieb mehr Galaktose im Käse zurück, was zu einem erhöhten Gehalt an Milchsäure und zu einem entsprechend tieferen pH-Wert nach 20 Stunden führte.

Auch die Varianten mit einer hohen Salzbadtemperatur von 16 °C hatten nach 20 Stunden einen tieferen pH-Wert und mehr Milchsäure, was auf eine intensivere Milchsäuregärung schliessen lässt.

Veränderte Kalzium-Bilanz

Die Kalzium-Bilanz in den Versuchskäsen wurde hauptsächlich durch die Zugabe von Zitronensäure beeinflusst. Einerseits bindet die Zitronensäure das Kalzium komplex, andererseits resultierte aus der Zugabe eine starke pH-Absenkung, was zu einem vermehrten Herauslösen von Kalzium aus der Proteinmatrix beitrug (Tab. 2). Infolgedessen war der Kalzium-Verlust mit der Molke hoch und der nachgewiesene Kalziumgehalt im Käse deutlich tiefer. Das Ziel – weniger Kalzium in der Käsematrix – konnte damit erreicht werden. Auffällig ist auch das Gleichgewicht zwischen gelöstem und gebundenem Kalzium: In den gereiften Käsen mit Zitronensäure war der Anteil an gebundenem Kalzium deutlich tiefer, was in direktem Zusammenhang mit dem tieferen pH-Wert steht. Ebenso konnte mit der konstanten Temperaturführung bei 35 °C ein geringerer Kalziumgehalt und ein kleinerer Anteil an gebundenem Kalzium im reifen Käse erzielt werden. Dies ist ein Resultat des tieferen pH-Wertes nach 20 Stunden und des höherem Was-

Tab. 1. pH-Verlauf, Galaktose-, Milchsäure- und Wassergehalt im 24-stündigen Käse

Faktor (n=8)		pH 2 h	pH 4 h	pH 20 h	GMS (mmol/kg)	Galaktose (mmol/kg)	Wasser (g/kg)
Pasteurisation	70 °C	5,56	5,25	5,17	154,38	3,36	473,13
	75 °C	5,45	5,23	5,16	156,13	2,76	472,38
Temperaturführung	normal	5,49	5,23	5,20	153,50	2,79	463,75
	konstant	5,52	5,25	5,13	157,00	3,34	481,75
Zugabe	0 g	5,58	5,29	5,18	159,38	3,00	477,88
Zitronensäure	50 g	5,44	5,19	5,15	151,13	3,13	467,63
Temperatur Salzbad	11 °C	5,47	5,23	5,19	152,25	2,90	473,25
	16 °C	5,55	5,25	5,14	158,25	3,23	472,25
Pasteurisation		0,068	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Temperaturführung		n.s.	n.s.	***	n.s.	*	*
Zitronensäure		*	***	n.s.	*	n.s.	n.s.
Temperatur Salzbad		n.s.	n.s.	**	0,064	n.s.	n.s.

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; n.s. nicht signifikant; GMS Gesamtmilchsäure; normal = gemäss Standardrezeptur; konstant = bei 35 °C

sergehaltes im reifen Käse. Abschliessend muss jedoch festgehalten werden, dass der Kalziumgehalt in allen Versuchskäsen generell deutlich tiefer war als in Raclettekäse aus der Praxis, bei welchen in etwa sechs g/kg nachgewiesen werden.

Vergleich der reifen Käse

Die chemischen Parameter wurden in den reifen 14-wöchigen Käsen wiederum am stärksten durch die Zugabe von Zitronensäure beeinflusst (Tab. 3). Der pH-Wert und der Wassergehalt waren signifikant tiefer und die Proteolyse verlief intensiver (höhere Gehalte an löslichem Stickstoff (LN) bei pH 4,6 und Nichtprotein Stickstoff (NPN). Es ist bekannt, dass mit zunehmendem Anteil an löslichem Kalzium beziehungsweise mit sinkendem Kalziumgehalt die proteolytische Aktivität steigt (Johnson und Lucey 2006), denn die Kaseinmatrix wird durch fehlende Kalzium-Phosphat-Brücken für die Enzyme zugänglicher und ist weniger stabil. Möglicherweise wird auch das Chymosin durch den tieferen pH-Wert stärker aktiviert.

Die Pasteurisierung bei der höheren Temperatur von 75 °C führte zu einer stärkeren Proteolyse in die Tiefe. Dies ist einerseits mit dem leicht höheren Wassergehalt erklärbar und andererseits mit der stärkeren Aktivierung von Plasminogen.

Die Salzbadtemperatur hatte primär einen Einfluss auf die Salzaufnahme im Käse: Die tiefere Temperatur führte zu einer verstärkten Salzaufnahme.

Sensorische Eigenschaften der ungeschmolzenen Käse

Die Zitronensäure beeinflusste die sensorischen Eigenschaften der Käse in hohem Masse. Die Qualitätsbeurteilung war für alle Eigenschaften (Lochung, Teig, Aroma) schlechter, ebenso die



Abb. 2. Verwachsen der Bruchkörner im 24-stündigen Käse. Das Verwachsen war deutlich schlechter in den Varianten mit Zusatz von Zitronensäure (EH Nr. 9) als in den Varianten ohne Zusatz (EH Nr. 11).

Beliebtheit. Die Lochanzahl war geringer, der Teig kürzer und fester, der Geschmack saurer und salziger. Die höhere Pasteurisationstemperatur hatte eine stärkere Bitterkeit zur Folge. Die konstante Temperaturführung führte zu mehr und kleineren Löchern, weshalb die Lochung schlechter benotet wurde.

Sensorische Beurteilung der Schmelzeigenschaften

Die Zugabe von Zitronensäure hatte den grössten Effekt und

führte vor allem bei der Beurteilung auf dem Teller zu einem weniger viskosen, weniger fadenziehenden und weniger gummigen Käse mit geringerer Hautbildung. Die Beurteilung im Pfännchen ergab, bedingt durch die höhere Käsetemperatur, bessere Werte für die Viskosität und die Parameter fadenziehend und gummig (Tab. 4). Die tiefere Pasteurisationstemperatur von 70 °C führte zu weniger viskosen und weniger fadenziehenden Käse, die Fettab-

Tab. 2. Kalziumgehalt in der Molke und im 14-wöchigen Käse sowie Wasserverlust im Salzbad

Faktor (n=8)		Kalzium Molke (mg/kg)	Wasserverlust im SB (g/kg)	Kalzium total (g/kg)	gebundenes Kalzium (%)
Pasteurisation	70 °C	356,50	4,91	4,99	24,2
	75 °C	367,06	9,44	4,85	22,5
Temperaturführung	normal	365,56	8,38	5,03	24,4
	konstant	358,00	5,97	4,82	22,2
Zugabe	0 g	290,75	2,97	5,64	30,7
Zitronensäure	50 g	432,81	11,38	4,21	16,0
Temperatur	11 °C	358,63	6,00	4,86	22,8
Salzbad	16 °C	364,94	8,34	4,98	23,8
Pasteurisation		*	n.s.	n.s.	n.s.
Temperaturführung		n.s.	n.s.	*	n.s.
Zitronensäure		***	*	***	***
Temperatur Salzbad		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; n.s. nicht signifikant; SB Salzbad; normal = gemäss Standardrezeptur; konstant = bei 35 °C

Tab. 3. Chemische Parameter im 14-wöchigen Käse

Faktor (n=8)		pH	Wasser (g/kg)	FIT (g/kg)	NaCl (g/kg)	TN (g/kg)	LN4.6 (g/kg)	NPN (g/kg)
Pasteurisation	70 °C	5,36	451,0	500,4	22,65	37,05	8,23	6,07
	75 °C	5,40	453,4	490,5	23,54	37,38	8,86	6,28
Temperaturführung	normal	5,39	445,3	499,5	22,34	37,54	8,57	6,11
	konstant	5,36	459,1	491,4	23,85	36,89	8,53	6,23
Zugabe	0 g	5,47	459,9	490,6	23,30	36,68	8,01	5,96
Zitronensäure	50 g	5,29	444,4	500,3	22,89	37,75	9,08	6,38
Temperatur Salzbad	11 °C	5,40	453,9	496,4	23,99	37,13	8,47	6,11
	16 °C	5,36	450,4	494,5	22,20	37,30	8,63	6,23
Pasteurisation		*	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	*
Temperaturführung		n.s.	*	*	0,087	0,058	n.s.	n.s.
Zitronensäure		***	*	*	n.s.	**	***	***
Temperatur Salzbad		*	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; n.s. nicht signifikant; FIT Fett in der Trockenmasse; TN Totaler Stickstoff; LN4,6 Löslicher Stickstoff bei pH 4,6; NPN Nichtprotein Stickstoff; normal = gemäss Standardrezeptur; konstant = bei 35 °C

scheidung war hingegen stärker als bei 75 °C. Die Temperaturführung bei 35 °C und die höhere Salzbadtemperatur von 16 °C führten tendenziell zu einer leicht besseren Beurteilung der Schmelzeigenschaften (nicht signifikant).

Schlussfolgerungen

In einigen Versuchsvarianten konnte der Kalziumgehalt von Raclettekäse erheblich gesenkt und der Anteil an löslichem

Kalzium im Käse erhöht werden. Die wichtige Rolle des Kalziums – je weniger gebundenes Kalzium im Teig, desto besser für die Schmelzeigenschaften – konnte bestätigt werden.

Die Zugabe von Zitronensäure erwies sich als jener Faktor, welcher die Käseeigenschaften am stärksten beeinflusste. Die Wirkung der Zitronensäure beruht sowohl auf der pH-Absenkung als auch auf der Komple-

xierung von Kalzium, wobei unklar ist, welcher der beiden Effekte bedeutender ist. Beide Effekte führen zu einem stärkeren Herauslösen des Kalziums. Die Schmelzeigenschaften waren in den Zitronensäure-Käse praktisch über alle Parameter hinweg (ausser Geschmack, Beliebtheit) hoch signifikant besser. In den reifen Zitronensäure-Käse waren der pH-Wert und der Kalziumgehalt tiefer, der LN-Gehalt war höher, der Wassergehalt tiefer. Es muss darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den Käsen mit Zitronensäure um ganz andere Produkte handelte, die in geschmacklicher Hinsicht auch nachteilige Veränderungen aufwiesen.

Die Pasteurisationstemperatur, die Temperaturführung und die Salzbadtemperatur zeigten weniger ausgeprägte Effekte. Die Pasteurisation bei tieferer Temperatur (70 °C) hatte einen positiven Einfluss auf die Schmelzeigenschaften (weniger viskos und weniger fadenziehend, sowie geringere Hautbildung). Der pH-Wert im reifen Käse war tiefer. Die konstante Temperaturführung von 35 °C hatte primär einen höheren Was-

Tab. 4. Sensorische Beurteilung von Raclettekäse nach 14 Wochen^a

Faktoren (n=8)	Stufe	Fettabscheidung		Viskosität		Fadenziehend		gummig		Hautbildung	
		Pfännli	Teller	Pfännli	Teller	Pfännli	Teller	Pfännli	Teller	Pfännli	Teller
Pasteurisation	70 °C	3,29	3,96	4,66	3,33	4,50	3,84	3,56	3,49	3,75	4,04
	75 °C	4,09	4,50	3,89	2,80	3,70	2,83	3,58	3,09	3,30	3,76
Temperaturführung	normal	3,73	4,19	4,15	2,86	3,88	3,24	3,45	3,18	3,31	3,78
	konstant	3,65	4,28	4,40	3,26	4,32	3,43	3,69	3,40	3,74	4,03
Zugabe	0 g	3,90	4,32	4,08	2,80	3,81	2,78	2,96	2,85	3,11	3,70
Zitronensäure	50 g	3,48	4,14	4,48	3,33	4,39	3,89	4,18	3,73	3,94	4,10
Salzbad	11 °C	3,80	4,30	4,24	3,06	4,00	3,14	3,55	3,09	3,51	3,85
	16 °C	3,58	4,16	4,31	3,06	4,20	3,53	3,59	3,49	3,54	3,95
Pasteurisation		**	n.s.	**	*	***	***	n.s.	n.s.	**	n.s.
Temperaturführung		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.
Citrat		n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	***	***	**	***	*
Salzbad		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; n.s. = nicht signifikant; normal = gemäss Standardrezeptur; konstant = bei 35 °C; ^aSkala für sensorische Beurteilung: 5 = leicht, 3 = mittel, 1 = stark

sergehalt zur Folge, was zu einem weicheren geschmolzenen Käse führte. Die Salzbadtemperatur beeinflusste hauptsächlich die Milchsäuregärung. Bei der höheren Salzbadtemperatur von 16 °C konnte ein höherer Milchsäuregehalt und ein tieferer pH-Wert nachgewiesen werden. Die Salzaufnahme war geringer. Der geschmolzene Käse war weicher.

Die Versuchskäse an ALP wiesen generell einen bedeutend tieferen Kalziumgehalt auf als Raclettekäse aus der Praxis. Daher ist sicher der Einfluss der technologischen Faktoren weniger stark ausgefallen als dies möglicherweise in der Praxis der Fall wäre. Denn ein bereits tiefer Kalziumgehalt kann weniger gut noch weiter abgesenkt werden.

Sowohl im Pfännchen als auch im Teller konnten die gleichen Aussagen zu den einzelnen ge-

testeten Faktoren gemacht werden. Die Beurteilung im Teller ergab tendenziell deutlichere und mehr Aussagen. Aus diesen Gründen, und weil sie eher der üblichen Konsumationsform entspricht, ist sie einer Beurteilung im Pfännchen vorzuziehen. Des Weiteren werden Produkte mit ungenügenden Schmelzeigenschaften auf dem Teller besser erkannt.

In einem Folgeversuch wurden verschiedene Varianten zur pH-Absenkung geprüft, wobei neben der Zugabe von Zitronensäure auch Varianten mit Milchsäure und vorgereifter Milch getestet wurden.

Literatur

■ Eberhard P., Moor U. & Rüegg M., 1988. Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften gut und ungenügend schmelzender Raclettekäse. *Schweiz. Milch. Forschung* **17**, 3-8.

■ Fröhlich-Wyder M.T. & Bütikofer U., 2005. Einfluss von Calcium auf die Schmelzeigenschaften von Raclette. *ALP intern* **125**, 1-44. (nicht publiziert)

■ Joshi N.S., Muthukumarappan K. & Dave R.I., 2002. Role of soluble and colloidal calcium contents on functionality of salted and unsalted part-skim mozzarella cheese. *Australian J. Dairy Technol.* **57**, 203-210.

■ Johnson M.E. and Lucey J.A., 2006. Calcium: a key factor in controlling cheese functionality. *Austr. J. Dairy Technol.* **61** (2) 147-153.

■ Lee M.-R., Johnson M.E. and Lucey J.A., 2005. Impact of modifications in acid development on the insoluble calcium content and rheological properties of cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* **88**:3798-3809.

■ Rüegg M., 1989. Schmelzeigenschaften von Käse. *Milchw. Berichte* **101**, 242-246.

RÉSUMÉ

Fromage à raclette: moins de calcium pour une meilleure aptitude à la fonte

ALP a réalisé des essais afin d'étudier l'influence du calcium lors de la fonte du fromage à raclette produit à partir de lait pasteurisé. L'objectif de l'essai présenté ici, visant à diminuer la teneur en calcium du fromage à l'aide de divers facteurs et à augmenter la part de calcium soluble, a été atteint. C'est l'ajout d'acide citrique à l'eau de lavage qui a eu l'effet le plus marqué. Dans les fromages traités de cette manière, l'aptitude à la fonte était nettement meilleure pratiquement pour tous les paramètres (mis à part la saveur et la préférence). Le rôle important du calcium – moins la pâte contient de calcium lié, plus l'aptitude à la fonte croît – a ainsi pu être confirmé.

Les variations de température lors de la pasteurisation du lait pendant le processus de fabrication et lors du saumurage n'ont eu que peu d'impact sur la teneur en calcium et l'aptitude à la fonte. Par rapport aux fromages à raclette issus de la pratique, les fromages d'essai d'ALP présentaient déjà une teneur en calcium peu élevée et disposaient d'une bonne aptitude à la fonte. C'est pourquoi il est difficile d'abaisser encore davantage la teneur en calcium à l'aide de facteurs d'ordre technologique.

SUMMARY

Raclette cheese: less calcium for better melting properties

ALP conducted studies with experimental raclette cheese made from pasteurised milk to obtain a better understanding of the influence of calcium on the melting properties of raclette cheese. The trial presented here achieved its aim of using various factors to lower the calcium content of the cheese and to increase the proportion of dissolved calcium. The addition of citric acid with the wash water had the most dramatic effect. In these cheeses the melting properties were very significantly superior across practically all parameters (apart from taste). This confirmed the important role of calcium – the less bound calcium in the curd, the better the melting properties.

Temperature variations in milk pasteurisation, during the manufacturing process and in the brine had only a minimal effect on calcium content and melting properties. Compared with raclette cheeses in practice the ALP trial cheeses had a low calcium content and good melting properties. It is therefore difficult to further reduce the calcium content by means of technological factors.

Key words: raclette cheese, melting properties, calcium, citric acid, sensorial testing