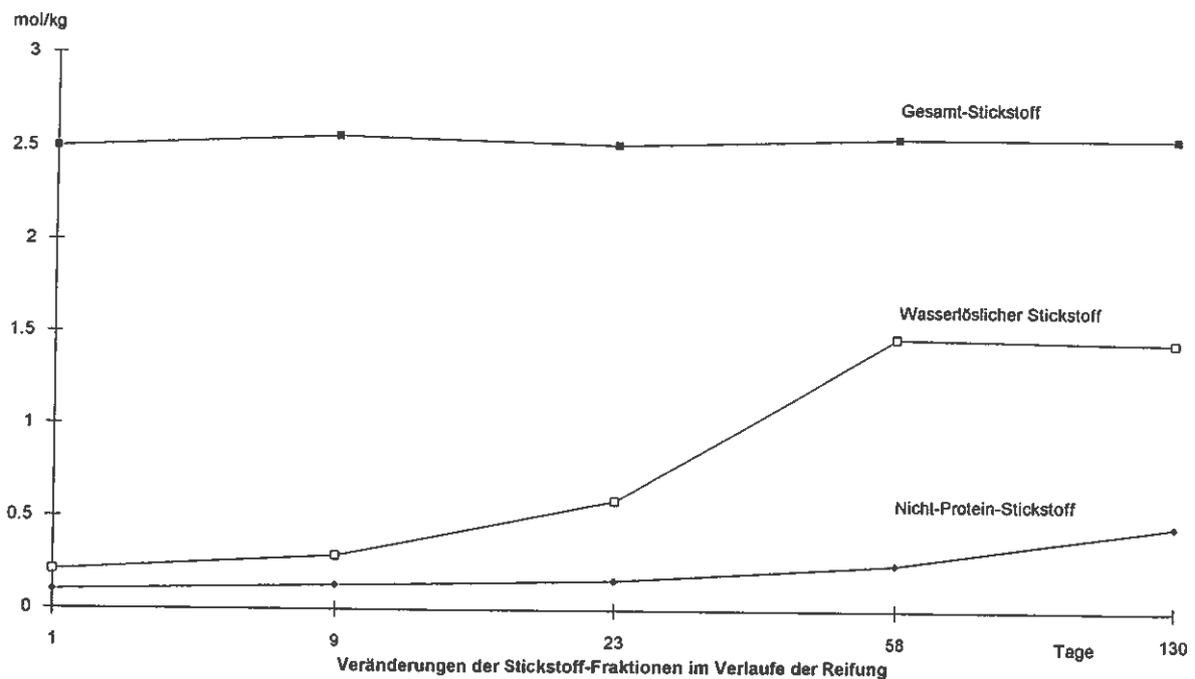


Dezember 1992 255 P/W

Forschungsanstalt
für Milchwirtschaft
CH-3097 Liebefeld-Bern

Untersuchungen über den Reifungsverlauf von qualitativ gutem Walliser Raclettekäse

H. Schär, H. Glättli, Ursula Moor
B. Nick, R. Sieber und G. Steiger



Untersuchungen über den Reifungsverlauf von qualitativ gutem Walliser Raclettekäse

H. SCHÄR, H. GLÄTTLI, Ursula MOOR,
B. NICK, R. SIEBER und G. STEIGER
Eidgenössische Forschungsanstalt für
Milchwirtschaft, 3097 Liebefeld-Bern

Eingereicht am 8.7. 1992

Bei 6 Walliser Raclettekäsen von guter Qualität wurde der Reifungsverlauf systematisch verfolgt. Dabei wurden am 1., 9., 23., 58. und 130. Tag Proben erhoben, die auf verschiedene mikrobiologische, enzymatische, chemische, physikalische und rheologische Parameter untersucht wurden. Mehrere Parameter veränderten sich im Verlaufe der Reifung. Es liegen damit erstmals umfassende, von denselben Käsen stammende Resultate aus verschiedenen Reifestadien vor.

1. Einleitung

Die Reifungsvorgänge eines Käses sind für dessen Qualität zum Zeitpunkt der Konsumreife von ausschlaggebender Bedeutung. Um bei auftretenden Fehlern diese Vorgänge beurteilen zu können, sind Kenndaten über den Reifungsverlauf von qualitativ guten Käsen erforderlich. In Fortführung der bereits mitgeteilten Resultate über den Reifungsverlauf von Gruyère (26) und Sbrinz (24) wird im folgenden über denjenigen des Walliser Raclettekäses berichtet.

Walliser Raclettekäse ist ein aus Rohmilch fabrizierter Halbhartkäse mit Ursprungsbezeichnung, der nur im Kanton Wallis hergestellt werden darf (14). Eingehende Untersuchungen über Raclettekäse aus roher und pasteurisierter Milch haben Gallmann und Mitarbeiter (8-10) durchgeführt. Dabei ging es vor allem um die Frage, welchen Einfluss die Pasteurisation der Kessmilch auf die Qualität des Endproduktes ausübt. Raclettekäse aus roher Milch unterschied sich gegenüber solchem aus pasteurisierter Milch in seiner organoleptischen Beurteilung wie auch in bezug auf die Proteolyse. So waren die Käse aus roher Milch „aromatish“ und „unrein“ und diejenigen aus pasteurisierter Milch „mild“ und „rein“; letztere wiesen auch eine beschleunigte Proteolyse auf. Dabei beeinflussten die in der Praxis üblichen Fabrikationsanpassungen bei der Verarbeitung von pasteurisierter Milch massgeblich die Käsequalität. Raclettekäse eignet sich dank seiner Eigenschaften zum Schmelzen. Deshalb wurden bereits eingehende Arbeiten über die Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften von gut und unge-

nügend schmelzenden Raclettekäsen (5,6,20) durchgeführt. Daneben haben Eberhard et al. (7) eine Methode zur objektiven Erfassung des Erweichungs- und Tropfpunktes von Raclettekäse erarbeitet sowie Rüegg und Moor (19) den Tropf- und Erweichungspunkt neben verschiedenen Käsen auch für den Raclettekäse bestimmt. Über den Gehalt von Raclettekäse aus roher und pasteurisierter Milch an Aminosäuren, Stickstoff-Fractionen und weiteren Parametern sind bereits Daten vorhanden (8,12).

2. Material und Methoden

Auswahl der Käse

Für diese Untersuchungen wurden 15 normalerweise gut fabrizierende Käsereien aus dem Kanton Wallis ausgewählt, die über den ganzen Kanton verteilt waren. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass die verschiedenen Bedingungen des ganzen Produktionsgebietes

in bezug auf die Rohmilchqualität, die verwendeten Kulturen wie auch die Fabrikation abgedeckt wurden. Die Fabrikation der Versuchskäse erfolgte in den Jahren 1987 und 1988 in 15 Käsereien (5 Serien zu 3 Käsereien) sowohl zur Zeit der Grün- als auch der Dürrfütterung. Dabei wurden aus einer Tagesproduktion jeweils 6 Käse ausgewählt. Die Käse wurden bis zum 58. Tage in den Käsereien gereift und anschliessend gemeinsam im Käsekeller der Landwirtschaftlichen Schule Châteauneuf weitergepflegt. Nach einer Reifungszeit von 1, 9, 23, 58 und 130 Tagen gelangte jeweils ein Käse zur Untersuchung. Probeentnahme und -aufbereitung für die einzelnen Labors erfolgten stets nach dem gleichen Schema. Dabei wurden vom Rand 2 cm und von der Oberfläche je 0,5 cm verworfen. Dann wurden die Käse halbiert. Die eine Hälfte wurde gerast und vermischt (chemische und biochemische Analysen), die andere Hälfte in ganzen Stücken für die mikrobiologischen, rheologischen und einige chemischen Analysen verwendet. Im Gegensatz zum Gruyère (26) und Sbrinz (24)

Tab. 1. Verhalten verschiedener Mikroorganismen während der Reifung von Walliser Raclettekäse (6 Laibe)^a

Parameter	Einheit	Reifungsalter in Tagen				
		1	9	23	58	130
Gramnegative Begleitflora	KBE/g	15759 2821-88045	3680 769-17596	1672 453-6170	260 28-2397	52 2-1106
Salztolerante	x10 ³	132	15	12	4	3
	KBE/g	21-844	41-56	3-44	1-16	0-43
Enterokokken	x10 ³	40	43	60	13	43
	KBE/g	4-401	7-262	23-159	1-118	3-563
Coliforme	KBE/g	2425 281-20941	423 32-5633	159 21-1220	9 3-31	6 4-11
	Obligat heterofermentative Milchsäurebildner	Keime/g	482 1-237973	482 0-824917	376 1-246336	56 0-20967
Hefen	KBE/g	769 39-15057	446 81-2463	377 115-1240	67 10-480	12 4-41
	Propionsäurebakterien	KBE /g	113 13-945	29 5-153	186 16-2181	123 6-2636

^a geometrischer Durchschnittswert mit unterer und oberer Vertrauensgrenze; KBE = koloniebildende Einheiten

Tab. 2. Verhalten verschiedener Mikroorganismen während der Reifung von Walliser Raclettekäse aus der Arbeit von Gallmann (8) (6 Laibe)^a

Parameter	Einheit	Reifungsalter in Tagen			
		1	8	30	120
Milchsäurebildner	x10 ⁶	308	1186	1166	505
	Keime/g	768-2768	466-3014	375-3619	133-1921
Salztolerante	x10 ³	449	432	86	100
	KBE/g	180-1110	91-2050	25-292	28-364
Enterokokken	x10 ³	350	443	305	475
	KBE/g	97-1250	112-1740	88-1060	119-18900
Coliforme	KBE/g	657 ^b	182 ^b	4106	62
		128-3370	36-933	174-96464	5-754
Hefen	KBE/g	3239	4457	1903	40
		2089-9628	149-133200	146-24702	14-116
Propionsäurebakterien	KBE/g	398	347	228	139
		160-988	117-1025	29-1769	13-1399

^a geometrischer Durchschnittswert mit unterer und oberer Vertrauensgrenze,

^b x10³

KBE = koloniebildende Einheiten

wurde beim Raclettekäse auf eine Unterteilung in die Zonen unter dem Narben und Mitte verzichtet.

Untersuchungsmethoden

Die angewendeten Methoden zur Bestimmung der gramnegativen Fremdkeime, der Salztoleranten, der Enterokokken, der Milchsäurebildner, der obligat und fakultativ heterofermentativen Milchsäurebildner und der Proteolyten wurden in der Arbeit über den Sbrinzkäse beschrieben (24). Im wässrigen Käseextrakt wurden die Aktivitäten der Enzyme alkalische Phosphatase und L-Leucin-Aminopeptidase untersucht. An Metaboliten wurden Galactose, L- und D-Lactat, Citrat, Acetat in die Untersuchung einbezogen und nach bereits früher beschriebenen Vorschriften bestimmt (25). Wasser, Fett und flüchtige Fettsäuren wurden nach dem Schweizerischen Lebensmittelbuch (13), Gesamt-Stickstoff, wasserlöslicher Stickstoff, andere Stickstoff-Fractionen und Nicht-Protein-Stickstoff nach Collomb et al. (2), Natriumchlorid nach der FIL-Methode Nr. 88A (1988), Calcium, Kalium, Magnesium, Zink und Kupfer mit Hilfe der Atomabsorption, Phosphor photometrisch, Cholesterin (unveröffentlichte Methoden), die biogenen Amine nach Bütikofer et al. (1), die freien Aminosäuren mit Hilfe der klassischen Ionenaustausch-Chromatographie und die rheologischen Eigenschaften nach Eberhard (3) bestimmt. Die Bestimmung des a_w -Wertes bei 25 °C wurde nach Rüegg (16) und derjenige des Tropf- und Erweichungspunktes nach Eberhard et al. (7) durchgeführt.

3. Resultate und Diskussion

Käsequalität

Sämtliche Käse aus den 15 Käsereien wurden im Alter von 130 Tagen in bezug auf Teig, Lochung, Geschmack und Aeusseres beurteilt. Aufgrund dieser Beurteilung durch Fachleute erfüllten nur Käse aus 6 Käsereien die Anforderungen an einen qualitativ einwandfreien Walliser Raclettekäse. Dass nur diese Käse qualitativ befriedigten, ist zum Teil darauf zurückzuführen, dass am Anfang des Versuches das Kellerklima zu trocken war. Dies führte zu einem zu starken Austrocknen der Käse der ersten beiden Serien, was sich ungünstig auf die Qualität auswirkte. Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, Normwerte über qualitativ hervorragende Walliser Raclettekäse vorzustellen. Deshalb werden im folgenden mit Ausnahme der Zusammensetzung von reifem Käse nur die Resultate von diesen 6 Käsereien vorgestellt und diskutiert.

Mikrobiologische Analysen

Beim Walliser Raclettekäse handelt es sich um einen Käse aus Rohmilch. Die höchste Temperatur während der Fabrikation liegt zwischen 38 und 42 °C, also wesentlich tiefer als bei Hartkäsen. Die vorliegenden Resultate erlauben zwar keine Aussage, ob diese tiefe Brenntemperatur einen Einfluss auf die grosse Streuung bei den mikrobiologischen Resultaten hatte (Tabelle 1). Mit Sicherheit prägt sie jedoch das Ausmass des Gehaltes an Fremdorganismen in der Käsemasse nach der Fabrikation. Die Streuun-

gen sind besonders bei den obligat heterofermentativen Milchsäurebakterien mit Differenzen bis zu über 5 Potenzen extrem gross (Tabelle 1). Erfahrungsgemäss üben die Art der verwendeten Kulturen und die verschiedenen Säuerungsverhältnisse neben anderen Fabrikationsparametern einen wesentlichen Einfluss auf die grosse Variation bei verschiedenen physiologischen Gruppen von Mikroorganismen aus. Auch Gallmann (8,9) hat in seiner Arbeit (mit z.T. anderen Nachweisverfahren) eine grosse Streuung festgestellt (Tabelle 2).

Ueber allfällige Interaktionen der verschiedenen Keimgruppen kann keine Aussage gemacht werden. Jedoch sind Symbiose- und Antibiose-Reaktionen mit Sicherheit nicht auszuschliessen.

In den untersuchten Proben war die Anzahl der kochsalztoleranten Keime zu Beginn mit >10⁵/g relativ hoch. Sie nahm jedoch während der Reifung stark ab (Tabelle 1). Dieselbe Beobachtung kann auch bei anderen physiologischen Gruppen von Mikroorganismen (gramnegative Begleitflora, Coliforme, Hefen) gemacht werden. Die übrigen Gruppen, d.h. die Enterokokken, die obligat heterofermentativen Milchsäurebildner sowie die Propionsäurebakterien zeigten ein anderes Verhalten. Einerseits wurden unter den reifen Käsen solche gefunden, die praktisch keine Propionsäurebakterien aufwiesen, während andere bis 10⁶ koloniebildende Einheiten pro Gramm Käse enthielten. Eine so hohe Keimzahl lässt auf eine Propionsäuregärung schliessen. Bei den Enterokokken und den obligat heterofermentativen Milchsäurebakterien konnten während der Reifung keine grossen Verschiebungen bei den Keimgehalten beobachtet werden. Im Vergleich zu den Werten von Gallmann (8,9) (Tabelle 2), der Resultate aus einem Fabrikationsversuch in einer Versuchskäserei der FAM ausserhalb des Ursprungsgebietes auswertete, liegen in der vorliegenden Arbeit die Keimzahlen für Enterokokken und Coliformen auf einem wesentlich tieferen Niveau.

Die in dieser Untersuchung erhaltenen Resultate der mikrobiologischen Analysen unterscheiden sich von den bei Sbrinz- (24) und Gruyèrekäsen (26) ermittelten Werten. Sicher spielen dabei die unterschiedlichen Fabrikationsbedingungen eine Rolle.

Biochemische Analysen

Aufgrund der vorhandenen Galactosekonzentration am ersten Tag wie auch des Anstiegs der Milchsäurekonzentration bis zum 9. Tage war die Milchsäuregärung nach einem Tag noch nicht abgeschlossen, wie dies beim Emmentaler (25), Gruyère (26) und beim Sbrinz (24) festgestellt werden konnte. Am ersten

Tab. 3. Veränderungen einiger biochemischer Parameter im Verlauf der Reifung von Walliser Raclettekäse (6 Laibe)^a

Parameter	Einheit	Reifungsalter in Tagen				
		1	9	23	58	130
Galactose	mmol/kg	9,4 9,4	nb	nb	nb	nb
Gesamt-Milchsäure (GMS)	mmol/kg	130 16	140 6	117 15	92 18	41 20
L-Milchsäure	mmol/kg	81 7	78 11	64 6	49 9	23 11
Anteil D-Milchsäure	% von GMS	37 7	44 6	45 9	47 3	43 9
Acetat enzymatisch bestimmt	mmol/kg	2,6 1,6	4,3 2,4	10,5 5,4	13,0 3,1	18,4 6,4
Citrat enzymatisch bestimmt	mmol/kg	7,9 0,7	7,7 2,0	5,6 2,0	2,1 1,7	0,8 1,0
Alkalische Phosphatase optimiert	IU	8078 4456	6922 2330	6018 2157	5883 1766	6301 2519
Leucin-Aminopeptidase	IU	15,4 8,4	15,3 4,0	13,1 4,2	11,0 2,9	10,6 3,8

^a 1. Zahl = arithmetischer Mittelwert; 2. Zahl = Standardabweichung; nb = nicht bestimmt

Tag wurden durchschnittlich 130 mmol/kg und am 9. Tage 140 mmol/kg Gesamtmilchsäure gemessen (Tabelle 3). In dieser Zeitspanne nahm wegen der Restzuckervergärung durch die Laktobazillen der D-Lactat-Anteil von 37 auf 44 % zu, doch war er im Vergleich zu Gruyère (ungefähr 60 % in der Mitte des Laibes) und Sbrinz (etwas mehr als 50 %) deutlich tiefer. Nach 1 Tag betrug die Konzentration an Galactose im Mittel 9,5 mmol/kg. Diese Substanz wurde in den folgenden Tagen gänzlich metabolisiert. Aufgrund dieser Tatsache kann auch der Walliser Raclettekäse, wie dies schon bei den Hartkäsen festgestellt wurde, lactoseintoleranten Personen zum Verzehr empfohlen werden.

Als weitere biochemische Parameter wurden noch das Citrat und das Acetat untersucht (Tabelle 3). Citrat wurde im Verlaufe der Reifung kontinuierlich abgebaut, beim Acetat konnte eine Zunahme festgestellt werden.

In dieser Arbeit wurde die Aktivität der alkalischen Phosphatase und der Leucin-Aminopeptidase bestimmt (Tabelle 3). Ihre Aktivitäten fielen im Verlaufe der Reifung ab. Doch erhöhte sich diejenige der alkalischen Phosphatase am Ende leicht. Dieses originäre Milchenzym dient als Mass zur Beurteilung der thermischen Behandlung der Ausgangsmilch. Die hier ermittelten Werte bestätigen, dass während der Fabrikation von Walliser Raclettekäse keine hohen Temperaturen er-

reicht wurden. Die exoproteolytische Aktivität der Leucin-Aminopeptidase geht im Verlaufe der Reifung leicht zurück.

Chemische Untersuchungen

Die Werte verschiedener Parameter veränderten sich im Verlaufe der Reifung. Dies ist einerseits auf die Gärungsvorgänge und andererseits auf den Verlust an Wasser zurückzuführen (Tabelle 4). So verlor der Walliser Raclettekäse bis zum reifen Stadium mehr als 30 g Wasser pro kg. Dies ist vor allem am Anfang der Reifung auf den Einfluss der Salzaufnahme zurückzuführen und im Verlaufe der weiteren Reifung mit Verlusten über die Rinde zu erklären. Im Vergleich zu Raclettekäse aus pasteurisierter Milch, bei dem Eberhard et al. (5) einen mittleren Kochsalzgehalt von 21,8 (Käse mit guter Schmelzbarkeit) und 24,2 g/kg (Käse mit ungenügender Schmelzbarkeit) feststellte, ist in dieser Arbeit der Kochsalzgehalt deutlich tiefer. Als Ergebnis der Gärungsvorgänge stieg nach dem 23. Tage die Konzentration der flüchtigen Fettsäuren an, wobei deren Herkunft eher mit der Bildung aus den Aminosäuren zu erklären ist als mit derjenigen aus dem Fettabbau. So entstehen beispielsweise die Essigsäure aus Alanin, i-Buttersäure aus Valin und i-Valeriansäure aus Leucin bzw. Isoleucin (15). Dabei lagen die hier bestimmten Konzentrationen zwischen denjenigen des Sbrinz (24) und des Gruyères (26). Im Verlaufe der Reifung veränderte sich der Anteil der einzelnen Fettsäuren. Konnten am 1. Tage noch etwa 90 Mol-% der flüchtigen Fettsäuren als Essigsäure

Tab. 4. Veränderungen einiger chemischer Parameter im Verlaufe der Reifung von Walliser Raclettekäse (6 Laibe)^a

Parameter	Einheit	Reifungsalter in Tagen				
		1	9	23	58	130
Wasser	g/kg	433 15	416 13	412 16	404 16	401 8
Flüchtige Fettsäuren	mmol/kg	8,9 4,2	6,1 2,5	9,2 3,3	14,8 6,2	26,3 13,2
Ameisensäure	Mol-%	0,2 0,2	0,5 0,2	0,7 0,5	1,1 0,6	0,8 0,6
Essigsäure	Mol-%	88,6 7,6	78,0 13,3	51,2 36,3	59,9 21,5	65,7 15,1
Propionsäure	Mol-%	0,6 0,7	4,9 4,0	15,5 22,3	14,9 8,9	19,4 14,2
CO ₂ im Teig	mmol/kg	nb	8,1 2,3	13,4 3,7	17,0 4,5	16,1 4,2
Calcium	mmol/kg	195,0 23,0	211,0 17,9	194,0 12,2	180,0 10,1	167,0 9,8
Calcium wasserlöslich	mmol/kg	107,7 14,3	106,0 29,6	112,3 13,1	104,5 17,3	96,3 8,6
Kochsalz	g/kg	0,8 0,1	12,6 2,2	nb	nb	18,7 2,6

^a 1. Zahl = arithmetischer Mittelwert; 2. Zahl = Standardabweichung; nb = nicht bestimmt

bestimmt werden, waren es im reifen Käse nurmehr etwa 65 Mol-%. Der Anstieg im Gehalt an Propionsäure, der vergleichbar mit demjenigen im Gruyère (26) ist, zeigt, dass unter Berücksichtigung der grossen Streuung im Verlaufe der Reifung in einzelnen Laiben eine Propionsäuregärung stattgefunden hat. Neben diesen beiden flüchtigen Fettsäuren konnten im reifen Käse in geringen Mengen (in der Regel weniger als 1 mmol/kg, einzige Ausnahme bildete die n-Buttersäure mit 1,7 mmol/kg) auch Ameisensäure, i- und n-Buttersäure, i-Valeriansäure, i- und n-Capronsäure gemessen werden. Gallmann et al. (10) hatten für den 120-tägigen Raclettekäse mit 31,1 mmol/kg eine geringfügig höhere Konzentration an gesamten flüchtigen Fettsäuren gefunden.

Der Gehalt an Gesamt-Stickstoff blieb praktisch konstant (Tabelle 5). Aus dem Stickstoffgehalt lässt sich der Gehalt an Protein für den reifen Käse mit 229 g/kg berechnen. Dagegen nahmen als Folge der Proteolyse die Stickstoff-Fractionen wasserlöslicher Stickstoff, Nicht-Protein-Stickstoff, Ammoniak, freie Aminosäuren und biogene Amine zu. So erreichte am Ende der Reifung der Anteil an wasserlöslichem Stickstoff mehr als 50 Mol-%, was im Vergleich zum Sbrinz (21,5 Mol-% in der Mitte nach 546 Tagen) (24) wie auch zum Gruyère (29,4 Mol-% in der Mitte) (26) eine prozentual höhere Menge darstellt. Im Gegensatz zu den beiden Hartkäsen findet hier also ein stärkerer Proteinabbau in die Breite statt. Mit einem Anteil des Nicht-Protein-Stickstoffs am Gesamt-Stickstoff von etwas weniger als 20 Mol-% sind im reifen Raclettekäse die Verhältnisse vergleichbar mit dem Sbrinz und dem Gruyère. Im Vergleich zum wasserlöslichen Stickstoff nimmt jedoch der Anteil an Nicht-Protein-Stickstoff weniger stark zu, wobei es sich mehrheitlich um freie Aminosäuren handelt. Die Konzentration der gesamten freien Aminosäuren nahm von 1,2 g/kg am ersten Tage auf etwa das Zwanzigfache im reifen Käse zu. Gallmann et al. (10) bestimmten mit 22,4 g/kg für den 120-tägigen Käse etwa denselben Wert. Dabei wiesen Glutaminsäure, Leucin und Lysin mehr als 20 mmol/kg, Prolin und Valin zwischen 10 und 20 mmol/kg auf. Ebenso nahm der Ammoniak zu und lag im reifen Käse zwischen den Werten des Sbrinz (24) und denjenigen des Gruyères (26). Gleichzeitig mit diesen Stickstoff-Fractionen nahm auch der Gehalt an biogenen Aminen zu. Bereits nach 9 Tagen konnte in einem Käse eine Tyraminbildung festgestellt werden. Im reifen Käse erreichte der Medianwert der gesamten biogenen Amine knapp 500 mg/kg, wobei Tyramin drei Viertel dieser Summe ausmachte (Tabelle 5). Die Angaben des

Tab. 5. Veränderungen der Stickstoff-Fractionen im Verlaufe der Reifung von Walliser Raclettekäse (6 Laibe)^a

Parameter	Einheit	Reifungsalter in Tagen				
		1	9	23	58	130
Gesamt-Stickstoff	mol/kg	2,50 0,08	2,56 0,10	2,52 0,08	2,56 0,05	2,56 0,03
Wasserlöslicher Stickstoff	mol/kg	0,21 0,07	0,29 0,06	0,59 0,13	1,48 0,41	1,46 0,41
Nicht-Protein-Stickstoff	mol/kg	0,10 0,04	0,13 0,04	0,16 0,03	0,25 0,04	0,46 0,14
Ammoniak	mmol/kg	1,6 1,2	3,1 2,3	9,1 5,1	30,7 15,0	74,5 29,9
Summe freier Aminosäuren	g/kg	1,2 0,5	2,0 0,4	4,2 1,4	8,3 2,0	23,6 11,3
Summe biogener Amine ^b	mg/kg	0 0;0	0 0;0	31 0;64	114 27;316	478 191;942

^a 1. Zahl = arithmetischer Mittelwert; 2. Zahl = Standardabweichung

^b Medianwert unter Angabe des unteren und oberen Quartils

Tab. 6. Veränderungen physikalischer Parameter in Walliser Raclettekäse im Verlaufe der Reifung (6 Laibe)^a

Parameter	Einheit	Reifungsalter in Tagen				
		1	9	23	58	130
pH-Wert		5,11 0,10	5,11 0,07	5,21 0,04	5,42 0,12	5,89 0,23
a _w -Wert	Pa/Pa	nb	0,977 0,002	0,973 0,002	0,970 0,006	0,963 0,005
Eindringtiefe	mm	nb	nb	12,3 4,9	13,9 3,7	19,0 6,2
Erweichungspunkt	°C	nb	nb	63,6 4,0	63,1 5,8	58,9 3,8
Tropfpunkt ^b	°C	nb	nb	71,0 7,1	64,6 3,9	63,5 3,0

^a 1. Zahl = arithmetischer Mittelwert; 2. Zahl = Standardabweichung; nb = nicht bestimmt

^b der Tropfpunkt konnte nur bei 4 Proben bestimmt werden

unteren und oberen Quartils zeigen, dass die Gehalte der biogenen Amine sehr stark schwanken. Damit ist die Konzentration der gesamten biogenen Amine des Walliser Raclettekäses um mehr als eine Zehnerpotenz höher als bei den mehrfach erwähnten Hartkäsen Sbrinz und Gruyère (24, 26) und erreicht Werte, wie sie bei Appenzeller, Tilsiter und anderen Halbhartkäsen gemessen wurden (1, 22). Einer der Gründe für diese Bildung von biogenen Aminen dürfte in der Zahl der Nicht-Starter-Bakterien (beispielsweise Enterokokken) liegen (23).

Physikalische und rheologische Untersuchungen

Als physikalische Parameter wurden der pH-Wert und die Wasseraktivität (a_w-Wert) gemessen (Tabelle 6). Der pH-Wert

nimmt nach dem 23. Tag kontinuierlich zu, was auch beim Gruyère beobachtet werden konnte (26). Nach Gallmann et al. (10) sank der pH-Wert im Verlaufe des ersten Tages auf 5,07 ab und erreichte am 120. Tage einen solchen von 5,69. Der a_w-Wert sinkt im Verlaufe der Reifung nicht so stark ab, wie dies beim Gruyère (0,992 am 8. und 0,948 am 245. Tage) (26) und beim Sbrinz (0,957 am 35. und 0,925 am 546. Tage) (24) beobachtet wurde (Tabelle 6). Die Wasseraktivität beeinflusst die Vermehrung und Stoffwechselaktivität der Bakterien. So liegt für die Propionsäurebakterien der für ihr Wachstum kritische a_w-Wert um 0,95 (16,27). Im Verlaufe der Reifung von Walliser Raclettekäse fällt der a_w-Wert nicht darunter (Tabelle 6), womit eine Vermehrung dieser Bakterien in diesem Käse möglich ist

(Tabelle 1). Aufgrund dieser Tatsache kann deshalb eine Propionsäuregärung nicht ausgeschlossen werden (Tabellen 1 und 4).

Unter den rheologischen Parametern wurde in dieser Arbeit nur die Eindringtiefe bestimmt (Tabelle 6). Nach diesen Resultaten wurde der Käseteig im Verlaufe der Reifung weicher. Im Vergleich dazu wiesen die von Eberhard et al. (6) untersuchten Käse (Alter: 4,2 Monate) mit einer gemessenen Eindringtiefe von 13,6 mm (s_x 3,9) einen festeren Teig auf.

Zur physikalischen Charakterisierung von Käse können auch der Erweichungs- und Tropfpunkt herbeigezogen werden. Im Verlaufe der Reifung sinken bei diesen beiden Parameter die Werte ab (Tabelle 6). Die Werte der Tropftemperatur sind aber nicht aussagekräftig, da einige Käse Fett abschieden, bevor die Tropftemperatur erreicht wurde. Bereits Eberhard et al. (6) haben dasselbe in ihrer Arbeit über die physikalischen Eigenschaften von gut und ungenügend schmelzendem Raclettekäse beobachtet und festgehalten, dass die Bestimmung der Tropftemperatur nicht zur Charakterisierung der Schmelzbarkeit herbeigezogen werden kann. Der hier ermittelte Erweichungspunkt für den reifen Käse war vergleichbar mit den Werten der erwähnten Arbeit von Eberhard et al. (6) sowie derjenigen von Rüegg und Moor (19). Diese Autoren massen bei Käsen im Alter von 4,2 Monaten einen Erweichungspunkt von 62,3 (6) und bei konsumreifen Käsen einen solchen von 61,9 °C (19).

Angaben über die Zusammensetzung von reifem Walliser Raclettekäse

Einige Angaben über die Zusammensetzung von Walliser Raclettekäse im Alter von 4 Monaten sind in der Arbeit von

Eberhard et al. (6) sowie von Gallmann et al. (8,10) vorhanden. In der vorliegenden Arbeit wurden zusätzlich noch der Gehalt einiger anderer Mineralstoffe sowie derjenige des Cholesterins bestimmt. Die in Tabelle 7 wiedergegebenen Gehaltswerte beziehen sich auf reife Käse von sämtlichen 15 untersuchten Käseereien und sind als Ergänzung zu den in einer früheren Arbeit (21) publizierten Angaben zur Zusammensetzung von Hart- und Halbhartkäsen gedacht. Zur Berechnung des Energiegehaltes wurden die dort angegebenen Werte verwendet. Es zeigt sich, dass die hier ermittelten Gehalte an Wasser, Fett, Protein, Kochsalz und Calcium gleich sind wie in der Arbeit von Eberhard et al. (6). Es fehlen jedoch weiterhin Angaben über den Vitamingehalt von Raclettekäse.

4. Schlussfolgerung

Die Resultate der untersuchten Käse aus insgesamt 15 Käseereien zeigten in verschiedenen Parametern eine weite Variationsbreite. Dies erstaunt wenig, da es sich beim Walliser Raclettekäse um einen Käse aus roher Milch mit einer tiefen Brenntemperatur handelt. Der Entwicklung der Rohmilchflora kommt deshalb ein nicht zu unterschätzender Einfluss auf das gesamte Gärgeschehen zu. Bereits Gallmann (8) hat darauf hingewiesen, dass sich die Fremdflora in Halbhartkäsen aus Rohmilch massiv vermehren kann. Gegenüber Käsen aus pasteurisierter Milch ist diese Fremdflora ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal. Sie kann während der Reifung zu einer breiten Streuung der Resultate beitragen. Um jedoch Aussagen über qualitativ einwandfreie Raclettekäse machen zu können,

wurden für diese Arbeit nur die 6 als qualitativ hervorragend taxierten Käse einbezogen.

Auf Grund der Tatsache, dass die Käse aus 9 von 15 Käseereien infolge Qualitätsmängeln (Nachgärung, Vielsatz oder Geschmacksfehler) nicht als typische Walliser Raclettekäse bezeichnet werden konnten, und im Hinblick auf die grossen Streuungen bei den mikrobiologischen Resultaten lassen sich aus dieser Arbeit für die Fabrikation von Walliser Raclettekäse folgende Empfehlungen ableiten:

- die Begleitflora in der Fabrikationsmilch sollte möglichst tief gehalten werden;
- das Wachstum dieser Bakterien ist durch eine genügende Säuerung, die aus dem Einsatz angepasster Kulturen resultiert, zu hemmen;
- durch ein leichtes Erhöhen des Kochsalzgehaltes und damit ein Verringern der Wasseraktivität könnte ein zu starkes Wachstum der unerwünschten Propionsäurebakterien verhindert werden;
- es ist auf ein optimales Kellerklima zu achten, damit die Käse nicht austrocknen und sich eine gute Schmiere ausbilden kann.

Diese Daten über den Reifungsverlauf von qualitativ gutem Walliser Raclettekäse dienen als Grundlage für weitere Fortschritte in der Qualitätsförderung dieses Käses wie auch für die Beratung bei Problemen in der Praxis.

Dank

Den Käsern sowie dem MKBD Wallis danken wir für die erhaltene Unterstützung. Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, die an der Organisation und den Untersuchungen beteiligt waren, sind wir zu Dank verpflichtet.

5. Literatur

- 1 BÜTIKOFER, U., FUCHS, D., HURNI, D., BOSSET, J.O.: Beitrag zur Bestimmung biogener Amine in Käse. Vergleich einer verbesserten HPLC- mit einer IC-Methode und Anwendung bei verschiedenen Käsesorten. Mitt.Gebiete Lebensm.Hyg. **81**, 120-133 (1990)
- 2 COLLOMB, M., SPAHNI-REY, M., 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. Mitt.Gebiete Lebensm.Hyg. **81**, 499-509 (1990)
- 3 EBERHARD, P.: Rheologische Eigenschaften ausgewählter Käsesorten. Diss. ETH Nr. 7836 (1985)

Tab. 7. Zusammensetzung von reifem Walliser Raclettekäse im Vergleich zur Arbeit von Eberhard et al. (6).

Parameter	Einheit	diese Arbeit (N=15)		Eberhard et al. (N=60) Alter: 4,2 Mte	
		Mittelwert	s_x	Mittelwert	s_x
Wasser	g/kg	386	23	388	21
Protein	g/kg	236	10	238	9
Fett	g/kg	328	16	327	17
Fett i.Tr.	g/kg	534	17	534	17
Milchsäure	g/kg	4,8	2		
Asche	g/kg	35,0	2,4		
Energie	kcal/kg	3908			
	kJ/kg	16350			
Natriumchlorid	g/kg	18,1	2,6	17,7	2,7
Natrium	g/kg	7,1	1,0		
Kalium	g/kg	0,8	0,1		
Magnesium	mg/kg	249	26		
Calcium	g/kg	7,1	0,8	6,8	0,8
Kupfer	mg/kg	10,4	3,2		
Zink	mg/kg	31,7	2,8		
Phosphor, gesamt	g/kg	4,8	0,2		
Cholesterin	mmol/kg	8,44	0,54		

- 4 EBERHARD, P., FLÜCKIGER, E.: Rheologische Messungen bei verschiedenen Käsesorten. Schweiz. Milchzeitung **107**, 23-24 (1981)
- 5 EBERHARD, P., MOOR, U., RÜEGG, M.: Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften gut und ungenügend schmelzender Raclettekäse. I. Raclettekäse aus pasteurisierter Milch. Schweiz. Milchw. Forschung **17**, 3-8 (1988)
- 6 EBERHARD, P., MOOR, U., RÜEGG, M.: Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften gut und ungenügend schmelzender Raclettekäse. II. Walliser Raclettekäse. Schweiz. Milchw. Forschung **17**, 47-52 (1988)
- 7 EBERHARD, P., MOOR, U., RÜEGG, M., FLÜCKIGER, E.: Objektive Erfassung des Erweichungs- und Tropfpunktes von Raclettekäse. Schweiz. Milchw. Forschung **15**, 93-96 (1986)
- 8 GALLMANN, P.: Einfluss der Rohmilchflora auf die biochemischen Vorgänge der Käsureifung am Beispiel von Raclette-Käse aus pasteurisierter und roher Milch. Dissertation Nr. 6972, ETH Zürich (1982)
- 9 GALLMANN, P., PUHAN, Z.: Die Rohmilchflora im Raclette-Käse aus nicht erhitzter Milch: Entwicklung und Bedeutung während der Fabrikation und Reifung. Schweiz. Milchw. Forschung **11**, 3-11 (1982)
- 10 GALLMANN, P., SCHÄR, H., PUHAN, Z.: Einfluss der Verarbeitung roher bzw. pasteurisierter Milch auf die Qualität von Raclette-Käse. Schweiz. Milchw. Forschung **12**, 23-19 (1983)
- 11 ISOLINI, D., GRAND, M., GLÄTTLI, H.: Selektivmedien zum Nachweis von obligat und fakultativ heterofermentativen Laktobazillen. Schweiz. Milchw. Forschung **19**, 57-59 (1990)
- 12 LAVANCHY, P., BÜHLMANN, C.: Valeurs normales de certains paramètres importants du métabolisme pour des fromages fabriqués en Suisse. Schweiz. Milchw. Forschung **12**, 3-12 (1983)
- 13 NN: Schweizerisches Lebensmittelbuch Band 2, Kap. 5, 5. Aufl. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (1970)
- 14 NN: Verordnung über die Bezeichnungen von Schweizer Käse vom 10. Dezember 1981 (SR 817.141). Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (1981)
- 15 RITTER, W., HÄNNI, H.: Die Anwendung der Gaschromatographie in der Milchwirtschaft. I. Der Nachweis und die Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren in Milchprodukten und Kulturen. Milchwissenschaft **15**, 296-302 (1960)
- 16 RÜEGG, M.: Water in dairy products related to quality, with special reference to cheese. In Properties of water in foods (Eds. Simatos, D., Multon, J.L.) M. Nijhoff Publ., Dordrecht, 603-625 (1985)
- 17 RÜEGG, M., BLANC, B.: Influence of water activity on the manufacture and aging of cheese. In Water activity, influences on food quality (Eds. Rockland, L.B., Stewart, G.F.) Academic Press, New York, 791-811 (1981)
- 18 RÜEGG, M., GLÄTTLI, H., BLANC, B.: Einfluss der Wasseraktivität auf Vermehrung und Stoffwechsel von Propionsäurebakterien. Schweiz. Milchw. Forschung **5**, 119-122 (1976)
- 19 RÜEGG, M., MOOR, U.: Erweichungs- und Tropfpunktstemperaturen verschiedener Halbhart- und Hartkäse. Schweiz. Milchw. Forschung **17**, 69-73 (1988)
- 20 SCHLUEP, K., PUHAN, Z.: Charakterisierung der Schmelzbarkeit von Raclettekäse mit definierbaren Parametern. Schweiz. Milchw. Forschung **16**, 61-67 (1987)
- 21 SIEBER, R., COLLOMB, M., LAVANCHY, P., STEIGER, G.: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung schweizerischer konsumreifer Emmentaler, Greyerzer, Sbrinz, Appenzeller und Tilsiter. Schweiz. Milchw. Forschung **17**, 109-116 (1988)
- 22 SIEBER, R., LAVANCHY, P.: Gehalt an biogenen Aminen in Milchprodukten und in Käse. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **81**, 82-105 (1990)
- 23 SIEBER, R., BILIC, N.: Ueber die Bildung der biogenen Amine in Käse. Schweiz. landwirt. Forsch. **32**, 33-58 (1992)
- 24 SOLLBERGER, H., GLÄTTLI, H., NICK, B., RÜEGG, M., SIEBER, R., STEIGER, G.: Untersuchungen über den Reifungsverlauf guter Sbrinzkäse. Schweiz. Milchw. Forschung **20**, 63-69 (1991)
- 25 STEFFEN, C.: Enzymatische Bestimmungsmethoden zur Erfassung der Gärungsvorgänge in der milchwirtschaftlichen Technologie. Lebensm.-Wiss. u. -Technol. **8**, 1-6 (1975)
- 26 STEFFEN, C., RENTSCH, F., NICK, B., STEIGER, G., SIEBER, R., GLÄTTLI, H., EBERHARD, P.: Reifungsverlauf in qualitativ gutem Gruyère. Landwirtschaft Schweiz **5**, 209-215 (1992)
- 27 STREIT, K., RÜEGG, M., BLANC, B.: Beeinflussung des Wachstums von Milchsäure- und Propionsäure-Bakterien durch die Wasseraktivität in Abhängigkeit des Zusatzes zum Nährmedium. Milchwissenschaft **34**, 459-462 (1979)

Résumé

Analyses de fromages à Raclette valaisans de bonne qualité au cours de la maturation

SCHÄR, H., GLÄTTLI, H., MOOR, U., NICK, B., SIEBER, R., STEIGER, G.: Schweiz. Milchw. Forschung **21**(3), 52-57(1992)

Le cours de la maturation de 6 fromages à Raclette valaisans de bonne qualité a été suivi systématiquement. Des échantillons ont été prélevés, au centre des meules, le jour suivant la fabrication des fromages ainsi qu'après 9, 23, 58 et 130 jours. Des paramètres microbiologiques, enzymatiques, chimiques, physiques et rhéologiques ont été soumis à des analyses répétées. Plusieurs paramètres changent pendant la maturation. Cette étude a permis d'obtenir pour la première fois des résultats d'analyses des mêmes fromages à Raclette pendant leur maturation.

Summary

Analyses of Walliser Raclette cheese of good quality during ripening

SCHÄR, H., GLÄTTLI, H., MOOR, U., NICK, B., SIEBER, R., STEIGER, G.: Schweiz. Milchw. Forschung **21**(3), 52-57(1992)

The changes during the ripening of 6 Walliser Raclette cheeses of good quality were followed systematically. Samples were taken the day following manufacture as well as after 9, 23, 58 and 130 days. Microbiological, enzymatic, chemical, physical and rheological parameters were submitted to repeated analyses. Several parameters changed during the ripening. For the first time the same Raclette cheeses were analysed systematically during ripening.