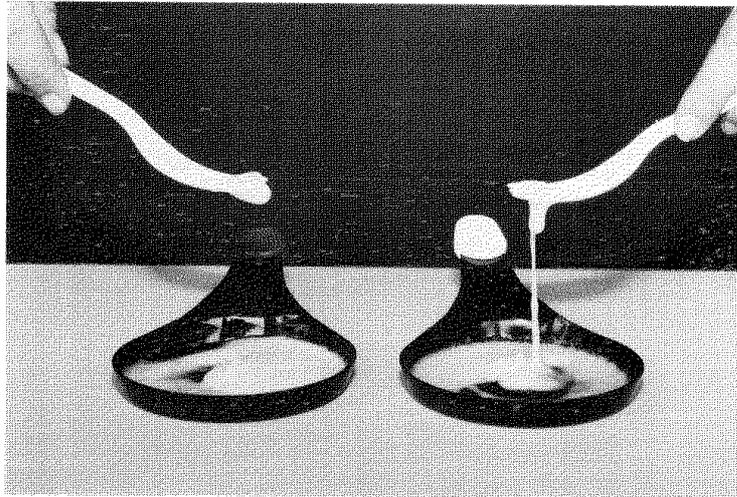


Oktober 1988/172 W

Forschungsanstalt
für Milchwirtschaft
CH-3097 Liebefeld

Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften gut und ungenügend schmelzender Raclettekäse

Teile I und II



P. Eberhard, U. Moor und M. Rüegg

Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften gut und ungenügend schmelzender Raclettekäse

I. Raclettekäse aus pasteurisierter Milch

P. EBERHARD, U. MOOR und M. RÜEGG
Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, 3097 Liebefeld-Bern
Eingereicht am 23. September 1987

Die Schmelzeigenschaften von 60 aus pasteurisierter Milch hergestellten Raclettekäsen wurden sensorisch und mit einem Tropfpunktmessgerät untersucht. Gleichzeitig wurde die chemische Zusammensetzung der Käse analysiert. Es bestätigte sich, dass die Bestimmung des Tropfpunktes zur Charakterisierung der Schmelzbarkeit von Raclettekäse geeignet ist. Wenn der Tropfpunkt unter 65 °C liegt, schmilzt der Käse mit grosser Wahrscheinlichkeit gut. Käse mit ungenügender Schmelzqualität wiesen einerseits durchschnittlich tiefere Wasser-, Fett- und NPN-Gehalte, andererseits höhere NaCl-, Ca- und WLN-Gehalte auf als gut schmelzende Käse. Die schlecht schmelzenden Käse hatten schon im kalten Zustand einen festeren Teig als die gut schmelzenden Käse.

1. Einleitung

Die Bedeutung des Raclettekäses hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Die Produktion stieg entsprechend von 3800 t im Jahr 1975 auf 8100 t im Jahr 1985. Der Raclettekäse hat damit ungefähr den gleichen Anteil von 20% an der Produktionsmenge von Halbhart- und Weichkäse wie Appenzeller und Tilsiter. Damit entwickelte er sich zu einer der drei wichtigsten Halbhartkäsesorten. Die kürzlich durch den Zentralverband Schweizerischer Milchproduzenten eingeführte Marktordnung für Raclettekäse zeugt ebenfalls von der wachsenden Beachtung, die dem Raclettekäse geschenkt wird.

Da der Raclettekäse grösstenteils in geschmolzener Form konsumiert wird, ist die objektive Beurteilung des Schmelzverhaltens wichtig. Neben der praxisgerechten, aber aufwendigen sensorischen Beurteilung wurde der Erweichungs- und der Tropfpunkt zur Beurteilung der Eignung für die Herstellung von Raclette eingeführt (1). Durch die Standardisierung der Messbedingungen und Verwendung eines automatischen Gerätes konnte die Messung des Erweichungs- und des Tropfpunktes erheblich verbessert und die zonalen Unterschiede im Käse aufgezeigt werden (3). Schlupe und Puhon (5) gaben kürzlich einen Überblick der Methoden zur Erfassung der Schmelzbarkeit

und untersuchten einige in- und ausländische, aus roher, thermisierter und pasteurisierter Milch hergestellte Raclettekäse sowie Vertreter verwandter Sorten. Sie bestätigten die enge Beziehung des Tropf- (TP) und des Erweichungspunktes (EP) und der Differenz (TP-EP) daraus zur sensorischen Beurteilung der Schmelzbarkeit.

Eigene Voruntersuchungen zeigten, dass für die Beurteilung der Schmelzbarkeit von Raclettekäse aus Rohmilch offenbar andere Kriterien gelten als für Raclettekäse, die aus pasteurisierter Milch und mit mehrheitlich tieferem Fettgehalt hergestellt werden. Aus diesem Grund wurde eine grössere Zahl der beiden Raclette-typen getrennt untersucht und ausgewertet. In diesem ersten Teil werden die Resultate der Untersuchung von Pastmilch-Raclettekäsen vorgestellt.

Den Untersuchungen lagen in erster Linie zwei Fragestellungen zugrunde:

- Wie unterscheiden sich gut und schlecht schmelzbare Raclettekäse bezüglich ihrer chemischen Zusammensetzung und einiger physikalischer Parameter
- Wie gut lassen sich Raclettekäse einzig aufgrund ihres Erweichungs- und ihres Tropfpunktes in gut und schlecht schmelzende Qualität einteilen

Die Beantwortung dieser Fragen kann zur Verbesserung der Schmelzeigenschaften und zur Qualitätssicherung von Raclettekäse beitragen.

2. Material und Methoden

Käseproben

Es gelangten 60 aus pasteurisierter Milch hergestellte Raclettekäse zur Untersuchung. Die Proben stammten aus dem Detailhandel oder wurden bei SGWH-Taxationen und bei Versuchen der Fromex Moudon entnommen. Die Käse wiesen ein Alter zwischen 2 und 7 Monaten auf, die meisten waren jedoch 3 bis 4 Monate alt.

Sensorische Beurteilung

Jeweils 6 bis 7 Degustatoren beurteilten die Raclettekäse einzeln in geschmolzenem Zustand nach den in Abbildung 1

aufgeführten Kriterien. Geruch und Geschmack sowie die Teigeigenschaften des ungeschmolzenen Käses wurden festgestellt, die Resultate jedoch nicht weiter ausgewertet.

Käsescheiben von durchschnittlich 40 x 40 x 5 mm wurden aus dem Zentrum der Laibe geschnitten und in einem Haushalt-Racletteofen mit Pfännchen (A. Stöckli Söhne, Netstal, Typ L11) praxisgerecht geschmolzen. Die Anfangstemperatur betrug in diesem Ofen etwa 180 °C. Die Erhitzungsdauer wurde den unterschiedlichen Käsen angepasst. Sie schwankte zwischen 1,5 und 3 Minuten.

Vorerst wurden Ausflockungen und Fettabscheidungen visuell festgestellt. Fehlerfreie Proben wurden mit 0, leichte Fehler mit 1 und starke Fehler mit 2 benotet. Viskosität, Konsistenz und Struktur wurden in dieser Reihenfolge, gemäss der Punkteskala in Abbildung 1 beurteilt.

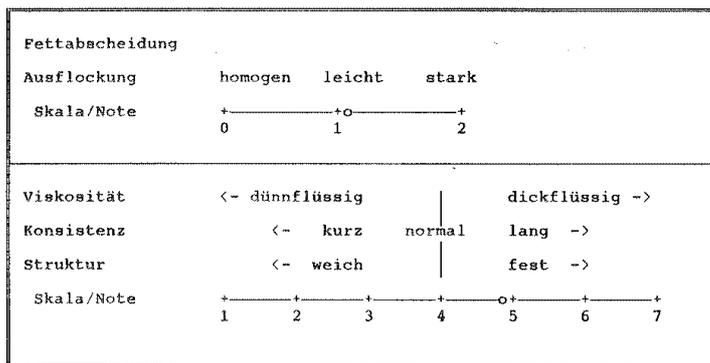


Abbildung 1 Sensorische Beurteilungsskalen (o: Grenzwerte für die Gruppeneinteilung)

Die Viskosität und Konsistenz wurden mit Hilfe einer Gabel geprüft: die Viskosität durch Umrühren der geschmolzenen Probe in den Pfännchen und die Konsistenz durch Anheben des Raclettekäses und das Feststellen des Abreissverhaltens. Die Struktur wurde im Mund aufgrund des Eindruckes beim Kauen und Schlucken der Probe beurteilt und dürfte das wichtigste sensorische Qualitätsmerkmal darstellen. Die Gruppierung der Käse mit guter und ungenügender Schmelzbarkeit erfolgte aufgrund der Mittelwerte dieser sensorischen Beurteilung nach folgenden Kriterien:

Gute Schmelzbarkeit:

Alle Mittelwerte von Viskosität, Konsistenz und Struktur unter 4.8 und zusätzlich diejenigen der Ausflockung und Fettausscheidung unter 1.1.

Ungenügende Schmelzbarkeit:

Ein oder mehrere Mittelwerte über diesen Grenzwerten.

Der Grenzwert wird zum Beispiel überschritten, wenn bei der Beurteilung 5 von 6 Personen des Panels (oder mehr als 80%) eine Note 5 (leichter Fehler) und eine Person die Note 4 (normal) geben.

Werden halbe Laibe am offenen Feuer oder in dafür vorgesehenen Öfen geschmolzen, muss der Viskosität eine grössere Beachtung geschenkt werden. Eine allzu dünnflüssige Beschaffenheit wäre für diesen Verwendungszweck ungünstig und müsste in der Qualitätsbeurteilung entsprechend berücksichtigt werden. Man müsste in diesem Fall für die Viskosität auch einen unteren Grenzwert definieren.

Physikalische Messungen

- Teighärte (penetrometrisch) (4)
- Flächenausdehnung (modifizierter «Schreiber-Test») (3)
- Erweichungspunkt (3)
- Tropfpunkt (3)

Als zusätzlicher Parameter wurde die Differenz zwischen Tropf- und Erweichungspunkt in die Auswertung einbezogen.

Chemische Untersuchungen

Die chemischen Untersuchungen erfolgten nach üblichen, standardisierten Methoden gemäss nachfolgender Zusammenstellung:

- Wassergehalt (6)
- Fettgehalt (6)
- Total Stickstoff (TN) (6)
- Wasserlöslicher Stickstoff (WLN) (7)
- Nichtproteinstickstoff (NPN) (7)
- Kochsalzgehalt (NaCl) (7)
- int. Standard FIL Nr. 88: 1979
- Kalziumgehalt (Ca) (7)
- Wasserlösliches Kalzium (WLCa) (7)
- pH (6)

Da es sich bei den Gehaltsangaben um relative Werte, bezogen auf 1 kg Käsemasse handelt, bestehen unerwünschte direkte Abhängigkeiten bei Gehaltsschwankungen einzelner Komponenten. Um solche Abhängigkeiten von der grobchemischen Zusammensetzung zu vermeiden, wurden Wasser, Fett und Stickstofffraktionen wie folgt umgerechnet:

- Wasser im fettfreien Käse (WFF)
- Fett in der Trockenmasse (FIT)
- WLN in % des TN (WLNP)
- NPN in % des WLN (NPNP)

Im folgenden werden die in Klammern angegebenen Abkürzungen verwendet.

Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung der Analysedaten kamen BMDP-Programme (8) zur Anwendung.

3. Resultate

Charakterisierung der Käse mit guter und ungenügender Schmelzbarkeit
Aufgrund der oben erwähnten Kriterien

wurden 32 Käse als gut und 28 als ungenügend schmelzend klassiert. Die Zusammensetzung und Eigenschaften der beiden Gruppen sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Die letzte Kolonne gibt Auskunft über Grösse und Signifikanz der Mittelwertunterschiede.

Sensorische Beurteilung: Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, war die Differenz zwischen beiden Gruppen bei der Beurteilung der Struktur am grössten. Dies bestätigt die Wichtigkeit dieser Position bei der sensorischen Beurteilung. Viskosität, Konsistenz und Struktur wurden von der Note 4 (normal) vermehrt in Richtung Note 7 (dickflüssig, lang, fest) klassiert als genteilig. Allein aufgrund von Fettausscheidungen wurde lediglich ein Käse und nur aufgrund von Ausflockungen kein Käse als ungenügend schmelzend klassiert.

Physikalische Messungen: Die vor dem Schmelzen bei 15 °C mit dem Penetrometer bestimmte Eindringtiefe war bei gut schmelzenden Käsen signifikant höher als bei ungenügend schmelzenden. Wahrscheinlich ist dies auf die Wasser- und Fettgehaltsunterschiede (WFF, FIT) zurückzuführen.

Der Erweichungs- und der Tropfpunkt sowie die Differenz zwischen diesen beiden Punkten waren bei gut schmelzenden Käsen signifikant kleiner als bei ungenügend schmelzenden. Der Unterschied zwischen beiden Gruppen war beim Tropfpunkt doppelt so gross als beim Erweichungspunkt. Dies zeigt, dass die Käse nach dem Tropfpunkt besser unterscheidbar sind. Beim Schreiber-Test, der die Flächenausdehnung einer Käsescheibe nach Erhitzen auf 140 °C misst, war andererseits der Unterschied zwischen beiden Gruppen nicht signifikant. Der Vergleich der Histogramme (Abbildung 2) verdeutlicht diese Unterschiede.

Beim Schreiber-Test wiesen einige Käse mit ungenügender Schmelzbarkeit eine grosse Flächenausdehnung auf. Beim Tropfpunkt wies die Gruppe mit guten Schmelzeigenschaften eindeutig tiefere Tropfpunkte auf. Dies zeigt, dass der Schreiber-Test allein zur Beurteilung der Schmelzbarkeit von Raclettekäse ungeeignet ist.

Bei den folgenden Auswertungen wurden nur noch der Erweichungs- und der Tropfpunkt zur objektiven Charakterisierung der Schmelzbarkeit benützt.

Chemische Untersuchungen: Beim Gruppenvergleich der chemischen Analysen wiesen Käse mit guter Schmelzbarkeit signifikant höhere WFF- und FIT-Gehalte sowie tiefere Kalzium- und Kochsalzgehalte auf, als solche mit ungenügender Schmelzbarkeit. Wasser und Fett, bezogen auf Käsemasse, waren nicht signifi-

Tabelle 1 Zusammensetzung und Eigenschaften der Raclettekäse mit guter und ungenügender Schmelzbarkeit (Mittelwerte, Standardabweichungen und Extremwerte von 32 bzw. 28 Käsen)

Parameter	Einheit	gute Schmelzbarkeit				Ungenügende Schmelzbarkeit				Signifikanz Gruppendiff. $\bar{x}_u - \bar{x}_G$
		\bar{x}_G	s_x	Min.	Max.	\bar{x}_u	s_x	Min.	Max.	
Sensorische Beurteilung										
Ausflockung		0.06	0.12	0.00	0.50	0.09	0.17	0.00	0.70	n.s.
Fettabscheidung		0.27	0.25	0.00	0.30	0.45	0.40	0.00	1.50	0.18 *
Viskosität		3.82	0.32	2.50	4.50	4.42	0.63	3.50	6.00	0.60 ***
Konsistenz		3.83	0.55	2.30	4.60	4.99	1.19	3.00	6.90	1.16 ***
Struktur		3.99	0.46	3.00	4.70	5.44	0.80	3.50	7.00	1.45 ***
Physikalische Messungen										
Erweichungspunkt	°C	56.4	2.4	51.7	61.8	59.3	2.9	54.1	67.1	2.9 ***
Tropfpunkt	°C	64.3	3.9	57.5	72.0	70.3	4.0	62.3	81.0	6.0 ***
Differenz (TP-EP)	°C	7.9	2.3	3.4	11.9	11.0	2.9	4.6	16.5	3.1 ***
"Schreiber-Test"	cm ²	16.7	1.9	12.7	20.8	15.8	2.1	12.8	21.7	n.s.
Teighärte (Eindringtiefe)	mm	17.5	5.3	7.7	28.0	14.9	4.0	7.0	24.0	-2.6 *
Chemische Untersuchungen										
Wasser	g/kg	434	14	402	459	427	21	374	459	n.s.
WFF	g/kg	602	14	567	633	588	22	527	621	-14 **
Fett	g/kg	280	11	257	310	274	14	244	293	n.s.
FIT	g/kg	494	15	467	529	478	17	446	516	-16 ***
NaCl	g/kg	21.8	4.0	9.6	30.9	24.2	5.4	12.2	37.0	2.4 *
Ca	g/kg	6.3	0.5	4.8	7.4	6.6	0.7	5.3	7.9	0.3 *
WLCa	g/kg	4.2	0.3	3.5	4.8	4.2	0.3	3.6	4.9	n.s.
TN	mol/kg	2.67	0.10	2.49	2.88	2.73	0.14	2.43	2.99	n.s.
WLN	mol/kg	1.24	0.44	0.61	2.12	1.31	0.41	0.83	2.10	n.s.
WLNP	%	46.7	16.4	24.4	77.4	47.8	14.6	28.6	73.0	n.s.
NPN	mol/kg	0.42	0.09	0.29	0.64	0.41	0.10	0.16	0.53	n.s.
NPNP	%	37.6	12.9	21.7	66.4	34.6	13.4	13.7	62.4	n.s.
pH		5.59	0.23	5.03	6.18	5.61	0.17	5.31	6.00	n.s.

* = p < 0.05; ** = p < 0.01; *** = p < 0.001; n.s. = nicht signifikant

kant verschieden, da sie eine direkte Abhängigkeit aufweisen und die rein zahlenmässigen Unterschiede auf dieser Basis kleiner sind.

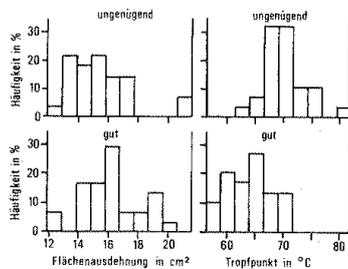


Abbildung 2 Häufigkeitsverteilung der gut und ungenügend schmelzenden Käse nach modifiziertem Schreiber-Test (Flächenausdehnung) und Tropfpunkt

Beziehungen zwischen der sensorischen Beurteilung der Schmelzbarkeit und der chemischen Zusammensetzung

Beim paarweisen Vergleich der sensorischen mit den chemischen Variablen

sind sowohl das Vorzeichen wie auch die Grösse der Korrelationskoeffizienten von Interesse (Tabelle 2). Die höchsten (negativen) Koeffizienten wurden beim FIT und WFF errechnet. Wie nach dem vorstehenden Vergleich der Gruppen von gut und ungenügend schmelzenden Käsen erwartet, waren die direkten Korrelationen mit Ca- und NaCl-Gehalt positiv. Der WLN-Gehalt zeigte eine negative Korrelation mit der Viskosität und Konsistenz. Bei steigendem Eiweissabbau in die Breite

waren die geschmolzenen Käseproben somit dickflüssiger und länger. Die mit dem BMDP9R-Programm berechneten besten Kombinationen der multiplen Regressionen (Tabelle 3) bestätigen im wesentlichen die schon beim paarweisen Vergleich festgestellten Zusammenhänge. Der Regressionskoeffizient gibt an, um wieviel sich die mittlere Note der sensorischen Beurteilung verändert, wenn die Konzentration der chemischen Komponente um eine Einheit (g/kg oder

Tabelle 2 Korrelation zwischen der sensorischen Beurteilung und der Zusammensetzung von Raclettekäse

Parameter	Viskosität	Konsistenz	Struktur
FIT	- 0,33	- 0,44	- 0,44
WFF	- 0,56	- 0,39	- 0,40
NaCl	0,27	n.s.	0,35
Ca	n.s.	n.s.	0,33
WLCa	n.s.	n.s.	n.s.
WLN	0,32	0,27	n.s.
NPN	n.s.	n.s.	n.s.
pH	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = nicht signifikant (< 0,254)

Tabelle 3 Beste Kombination von chemischen Parametern zur Erklärung der sensorisch bestimmten Schmelzbarkeitsunterschiede

Sensorische Beurteilung	Chemische Parameter	Regressionskoeffizient	Beitrag zum Bestimmtheitsmass
Viskosität	WFF	- 0,014	0,225
	WLN	0,580	0,155
	Ca	0,263	0,067
	NPN	- 1,500	0,055
Konsistenz	WLN	0,817	0,082
	NPN	- 3,131	0,068
	FIT	- 0,016	0,049
	WFF	- 0,013	0,042
	Ca	0,309	0,024
Struktur	NaCl	0,082	0,153
	Ca	0,522	0,095
	FIT	- 0,017	0,085

Tabelle 4 Korrelationen zwischen Zusammensetzung und instrumenteller Beurteilung der Schmelzbarkeit

Parameter	Erweichungspunkt	Tropfpunkt	TP - EP
FIT	- 0,33	- 0,49	- 0,48
WFF	- 0,62	- 0,48	n.s.
NaCl	0,52	0,47	n.s.
Ca	n.s.	0,27	n.s.
WLCa	n.s.	n.s.	n.s.
WLN	n.s.	n.s.	n.s.
NPN	n.s.	n.s.	n.s.
pH	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = nicht signifikant (< 0,254)

Tabelle 5 Beste Kombination von chemischen Parametern zur Erklärung der mit dem Tropfpunktgerät bestimmten Schmelzbarkeitsunterschiede

Bestimmung mit Tropfpunktgerät	Chemische Parameter	Regressionskoeffizient	Beitrag zum Bestimmtheitsmass
Erweichungspunkt	WFF	- 0,062	0,114
	NaCl	0,243	0,107
	Ca	0,906	0,028
Tropfpunkt	NaCl	0,525	0,240
	FIT	- 0,101	0,117
	Ca	2,312	0,072

Tabelle 6 Korrelationen zwischen sensorischer und instrumenteller Beurteilung der Schmelzbarkeit

Parameter	Viskosität	Konsistenz	Struktur
Erweichungspunkt (EP)	0,44	0,31	0,58
Tropfpunkt (TP)	0,43	0,41	0,71
TP - EP	0,27	0,37	0,58

(Kritischer Wert für $p = 0,05 : 0,254$)

mol/kg) erhöht wird. Ein negatives Vorzeichen bedeutet, dass das Schmelzverhalten verbessert wird (kleinere Note), wenn die Konzentration der chemischen Komponente erhöht wird. Das Bestimmtheitsmass zeigt, welcher Anteil der sensorisch festgestellten Schmelzbarkeitsunterschiede durch den betreffenden chemischen Parameter erklärt werden kann. Der Ca-Gehalt hatte auf alle drei erwähnten sensorischen Beurteilungsmerkmale einen signifikanten Einfluss. Der Eiweissabbau lieferte bei der Viskosität und Konsistenz je einen bedeutenden Anteil zum Bestimmtheitsmass, dies im Gegensatz zum Gruppenvergleich «gute/ungenügende Schmelzbarkeit», wo WLN und NPN keine signifikante Differenzierung ermöglichten (Tabelle 1).

Durch Eiweissabbau «in die Breite» (WLN) werden die geschmolzenen Käseproben dickflüssig und länger. Bei stärkerem Eiweissabbau «in die Tiefe» (NPN) wird der Käseteig durch die Verkleinerung der Kaseinketten und Erniedrigung des a_w -Wertes kürzer (2). Eine intensive Proteolyse scheint auch im geschmolzenen Zustand der Käse eine Verbesserung der Schmelzeigenschaften in Richtung dünnflüssig und kurz, jedoch nicht in bezug auf die Struktur (weich) zu bewirken. Die Vorzeichen der signifikanten Regressionskoeffizienten zwischen chemischen und sensorischen Parametern entsprachen jedenfalls den Erwartungen und waren erklärbar.

Beziehungen zwischen dem Erweichungs- und dem Tropfpunkt und der chemischen Zusammensetzung

Die Korrelationskoeffizienten zwischen den instrumentellen Bestimmungen der Schmelzbarkeit und der chemischen Zusammensetzung sind in Tabelle 4 eingetragen.

Es zeigten sich ähnliche Abhängigkeiten von der chemischen Zusammensetzung wie sie auch von der sensorischen Beurteilung festgestellt wurden. Allerdings zeigte keiner der Proteolyse-Parameter eine signifikante Beziehung zum Erweichungs- oder zum Tropfpunkt. Die besten Kombinationen von chemischen Parametern, durch welche die instrumentell bestimmte Schmelzbarkeit charakterisiert werden konnte, sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Beziehungen zwischen der sensorischen und instrumentellen Beurteilung der Schmelzbarkeit

Die durchwegs signifikanten Korrelationskoeffizienten aus dem paarweisen Vergleich der sensorischen mit der instrumentellen Beurteilung der Schmelzbarkeit sind in Tabelle 6 eingetragen.

Von den drei aufgeführten sensorischen

Kriterien wie die Struktur die engste Beziehung zu den instrumentellen Messungen auf. Die Benotungen der Konsistenz und Struktur korrelierten deutlich enger mit dem Tropf- als mit dem Erweichungspunkt. In Abbildung 3 sind die Zusammenhänge zwischen Struktur und dem Erweichungs- sowie dem Tropfpunkt graphisch dargestellt.

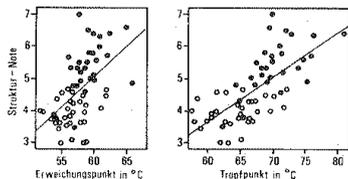


Abbildung 3 Zusammenhang zwischen der Struktur und dem Erweichungs- und Tropfpunkt (○ = gute, ● = ungenügende Schmelzbarkeit)

Eine Diskriminanzanalyse ergab, dass durch den Tropfpunkt allein das Schmelzverhalten von Raclettekäse ausreichend charakterisiert wird. Auch eine Verknüpfung des Tropfpunktes mit der Differenz (TP-EP) in der Form $TP \cdot (TP-EP)$ (5) als Schmelzkriterium erlaubte keine bessere Trennung der beiden Gruppen als der Tropfpunkt allein. Bei der Wahl eines Tropfpunktgrenzwertes für die Einteilung der Käse mit guter und ungenügender Schmelzbarkeit besteht folgendes Risiko, dass ungenügende als gut schmelzende Käse klassiert werden:

- TP < 64 °C: 5 % ungenügende als gut schmelzende Käse klassiert
- TP < 65 °C: 10 % ungenügende als gut schmelzende Käse klassiert
- TP < 67 °C: 20 % ungenügende als gut schmelzende Käse klassiert

Bei 67 °C werden die beiden Gruppen optimal getrennt. Je 20 % gut resp. ungenügend schmelzende Proben werden dabei durchschnittlich falsch klassiert. Wird die Grenze auf 64 °C gesenkt, so besteht eine relativ grosse Sicherheit, dass ungenügend schmelzende Käse ausgeschieden werden, allerdings auf Kosten einer beträchtlichen Anzahl gut schmelzender Käse, die deklassiert wird. Der schon früher festgelegte Höchstwert von 65 °C für gut schmelzende Raclettekäse (1) scheint somit auch nach den vorliegenden Untersuchungen vernünftig zu liegen, werden doch damit durchschnittlich nur 10 % falsch klassiert.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Die in der Einleitung gestellten Fragen in Zusammenhang mit der Schmelzbarkeit

von Raclettekäse lassen sich wie folgt beantworten:

Ungenügend schmelzende Käse wiesen tiefere WFF- und FIT- jedoch höhere Ca- und NaCl-Gehalte auf als gut schmelzende Käse. Der Eiweissabbau hatte nur auf die Viskosität und Konsistenz einen Einfluss: Bei tiefer Viskosität und kurzer Konsistenz war der Eiweissabbau in die Breite (WLN) weniger weit, die Proteolyse in die Tiefe (NPN) jedoch weiter fortgeschritten. Wohl als Folge der höheren WFF- und FIT-Gehalte waren die Käse mit guter Schmelzbarkeit schon im ungeschmolzenen Zustand weicher (Penetrometrie) als die schlecht schmelzenden. Diese Ergebnisse ergänzen die von Schlupe und Puhhan (5) an einem kleineren und inhomogeneren Material gemachten Feststellungen. Im Gegensatz zur erwähnten Arbeit, konnte im vorliegenden Versuch kein signifikanter Einfluss des pH-Wertes auf die Schmelzbarkeit beobachtet werden, obschon der Bereich, in dem sich die pH-Werte bewegten (5,09 bis 6,18), wesentlich grösser war als bei den Käsen in der erwähnten Untersuchung (5). Es scheint, dass sich andere Faktoren (WFF, FIT, Ca, NaCl, Eiweissabbau) stärker und direkter auf die Schmelzbarkeit von Raclettekäse auswirken als der pH-Wert.

Bei der sensorischen Beurteilung erwies sich die Struktur (weich-fest), die aufgrund des Eindruckes beim Kauen der Proben im Mund bewertet wird, als wichtigster Parameter.

Die Bestimmung des Tropfpunktes ist die am besten mit der sensorischen Beurteilung korrelierende objektive Messung zur Charakterisierung des Schmelzverhaltens. Der nach früheren Untersuchungen (1, 5) festgelegte Grenzwert für den Tropfpunkt von 65 °C ist auch nach den vorliegenden Untersuchungen gerechtfertigt. Die Folgerungen bezüglich der Tropfpunktgrenzwerte beruhen auf der Annahme, dass die beteiligten Degustatoren die Schmelzbarkeit ähnlich beurteilten wie

die Mehrheit der Konsumenten es getan hätte. Eine Verallgemeinerung der Befunde ist deshalb streng genommen nur zulässig, wenn ein Vergleich des Panels mit «Durchschnittskonsumenten» vorliegt. Da es sich bei den Degustatoren mehrheitlich um Käsefachleute handelte, dürfte die Notengebung eher derjenigen eines kritisch eingestellten Konsumenten entsprechen. Es sei ebenfalls – wie schon im experimentellen Teil – darauf hingewiesen, dass der Geruch und Geschmack nicht in die Auswertung miteinbezogen wurde, weil das Schmelzverhalten im Vordergrund stand.

5. Literatur

- 1 BLUMENTHAL, A., WEYMUTH, H. und HANSEN, W.: Schweiz. Milchztg, **102**, 391 (1976)
- 2 EBERHARD, P.: Rheologische Eigenschaften ausgewählter Käsesorten ETH Diss. Nr. 7 836, Zürich (1985)
- 3 EBERHARD, P., MOOR, U., RÜEGG, M. und FLÜCKIGER, E.: Schweiz. Milchw. Forsch., **15** (4) 93 (1986)
- 4 FLÜCKIGER, E. und WALSER, F.: Schweiz. Milchztg, **102**, 571 (1976)
- 5 SCHLUEP, K. und PUHAN, Z.: Schweiz. Milchw. Forsch., **16** (3) 2 (1987)
- 6 Schweiz. Lebensmittelbuch, Band 2, spez. Teil Eidg. Drucksachen u. Materialzentrale, Bern (1976)
- 7 STEIGER, G. und FLÜCKIGER, E.: Schweiz. Milchw. Forsch., **8**, 39–43 (1979)
- 8 BMDP Statistical Software, W. J. Dixon (Chief ed.), University of California Press, Berkeley (1985)

Tabelle 7 Unterschiede in der Zusammensetzung gut und ungenügend schmelzender Pastmilch-Raclettekäse

Tableau 7 Composition de fromages à raclette de bonne qualité de fonte et de qualité de fonte insuffisante

Komponente, composant	Einheit, unité	Mittlere Gehaltswerte, teneurs moyenne	
		gut bonne	ungenügend insuffisante
Wasser, eau	g/kg, WFF, HPD	602	588
Fett, graisses	g/kg, FIT, G/S	494	478
NaCl	g/kg	21,8	24,2
Ca	g/kg	6,3	6,6
WLN	g/kg	1,24	1,31
NPN	g/kg	0,42	0,41

Résumé

P. EBERHARD, U. MOOR et M. RÜEGG:
**Composition et propriétés physiques
de fromages à raclette de qualités de
fonte bonne et insuffisante**

I. Raclette au lait pasteurisé
Schweiz. Milchw. Forschung, 17 (1), 3-8
(1988)

La qualité de fonte de 60 fromages à raclette fabriqués à partir de lait pasteurisé a été examinée par analyse sensorielle et avec un instrument de mesure du point de goutte. La composition chimique des fromages a également été analysée. Les résultats confirment que la détermination du point de goutte est un moyen approprié de caractériser la qualité de fonte du fromage à raclette. Un point de goutte inférieur à 65°C assure une bonne qualité de fonte. Le tableau 7 présente les

composants chimiques qui influencent significativement ce paramètre de fromage à raclette. Les fromages à qualité de fonte insuffisante présentaient en moyenne des teneurs en eau, en graisse et en NPN plus basses et des teneurs en chlorure de sodium, en calcium et en WLN plus hautes que les fromages à bonne qualité de fonte. Les fromages qui fondaient mal avaient déjà à froid une pâte plus dure que ceux qui fondaient bien.

Summary

P. EBERHARD, U. MOOR and
M. RÜEGG:

**Composition and physical properties of
Raclette cheeses of good
and of insufficient melting quality**

I. Raclette cheese from pasteurized milk

Schweiz. Milchw. Forschung, 17 (1), 3-8
(1988)

The melting quality of 60 Raclette cheeses made of pasteurized milk was tested by sensoric analysis and with a dropping point measuring instrument. The chemical composition of the cheeses was also analyzed. The results confirm that determination of the dropping point is appropriate for characterizing the melting quality of Raclette cheese. When the dropping point is lower than 65°C, the meltability of the cheese is mostly good.

Raclette cheeses of insufficient melting quality had less water, fat and non protein nitrogen but higher contents of sodium chloride, calcium and water soluble nitrogen. They also had a firmer texture before melting than cheeses of good melting quality.

Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften gut und ungenügend schmelzender Raclettekäse

II. Walliser Raclettekäse

P. EBERHARD, U. MOOR und M. RÜEGG
Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, 3097 Liebefeld
Eingereicht am 20. Mai 1988

Die Schmelzeigenschaften von 66 aus Rohmilch hergestellten Walliser Raclettekäsen wurden sensorisch und mit einem Tropfpunktgerät untersucht. Gleichzeitig wurden die chemische Zusammensetzung der Käse, der pH-Wert und die Konsistenz des Teiges bestimmt und mit den im 1. Teil erhaltenen Resultaten der Raclettekäse aus pasteurisierter Milch verglichen.

Die Bestimmung des Tropfpunktes eignet sich bei Walliser Raclettekäse nicht zur Charakterisierung der Schmelzbarkeit, weil viele Käse Fett abscheiden, bevor die Tropftemperatur erreicht wird. Mit der Erweichungstemperatur, welche bei allen Käsen bestimmt werden konnte, wurden die Käse bezüglich ihrer Schmelzqualität weniger gut klassiert als durch die Kombination von zwei chemischen Parametern. Als beste Kombinationen chemischer Parameter zur Klassierung der Walliser Raclettekäse nach Schmelzqualität erwiesen sich pH-Wert und Ca-Gehalt oder pH-Wert und WFF-Gehalt.

Der Vergleich der Käse mit guter und ungenügender Schmelzbarkeit zeigte, dass gut schmelzende Käse höhere Wasser-, WLN-, NPN-Gehalte sowie pH-Werte und tiefere Gehalte an Fett, Kalzium und Milchsäure aufwiesen.

Beim Vergleich mit Raclettekäse aus pasteurisierter Milch wurde die Annahme bestätigt, dass der Walliser Raclettekäse nicht nur aufgrund der unterschiedlichen chemischen Zusammensetzung, sondern auch nach dem unterschiedlichen Schmelzverhalten als eigenständige Käsesorte zu betrachten ist.

1. Einleitung

Im ersten Teil dieser Arbeit über das Schmelzverhalten von Raclettekäse wurde auf dessen zunehmende wirtschaftliche Bedeutung hingewiesen (1). Es wurde auch dargelegt, dass Rohmilch-Raclettekäse und solche, die aus pasteurisierter Milch mit mehrheitlich tieferem Fettgehalt fabriziert werden, getrennt untersucht werden müssen.

Im ersten Teil wurden die Schmelzeigenschaften von 60 aus pasteurisierter Milch hergestellter Raclettekäse sensorisch und mit einem automatischen Tropfpunkt-

messgerät untersucht. Die sensorischen Befunde und instrumentellen Messungen wurden in Beziehung zur chemischen Zusammensetzung gebracht. Dabei konnten wichtige Einflussfaktoren der Schmelzbarkeit ermittelt werden.

Die vorliegende Arbeit stellt eine Erweiterung dieser Untersuchung auf den Walliser Rohmilch-Raclettekäse dar. Das Ziel der Arbeit war wiederum

- abzuklären, wie sich gut und ungenügend schmelzende Raclettekäse in ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheiden;
- wichtige Einflussfaktoren der Schmelzbarkeit zu ermitteln und
- zu prüfen, ob die Messung des Erweichungs- oder des Tropfpunktes sich zur Beurteilung der Schmelzqualität eignet.

2. Material und Methoden

Durch den Walliser Milch- und Landwirtschaftsverband MULTIVAL wurden 66 aus Rohmilch hergestellte Walliser Raclettekäse für die Untersuchungen ausgewählt. Nach einer Grobbeurteilung der MULTIVAL wiesen 22 der 66 Käse gute und 44 schlechte Schmelzeigenschaften auf. Das mittlere Alter der Käse zum Zeitpunkt der Untersuchungen betrug 4,2 Monate.

Die sensorische Beurteilung, die physikalischen Messungen und die chemischen Untersuchungen wurden nach den im 1. Teil bei den Raclettekäsen aus pasteurisierter Milch beschriebenen Methoden ausgeführt (1).

Die sensorische Beurteilung erfolgte wiederum nach praxisgerechtem Schmelzen in einem Haushaltssofen aufgrund der fünf Kriterien: Ausflockung, Fettabscheidung, Viskosität, Konsistenz und Struktur. Die physikalischen Messungen umfassten den Erweichungs- und den Tropfpunkt sowie die penetrometrische Teighärte bei 15°C. Zur chemischen Charakterisierung wurden analog zur früheren Untersuchung der Wasser-, Fett-, NaCl-, Ca- und Total-Stickstoffgehalt (TN), der wasserlösliche (WLN) und Nicht-Protein-Stickstoff (NPN) sowie der pH-Wert bestimmt. Im Hinblick auf die statistischen Auswertungen wurden – um die gegenseitige Abhängigkeit zu eliminieren – der Wasserge-

halt auf die fettfreie Käsemasse (WFF) und der Fettgehalt auf die fettfreie Trockenmasse (FIT) umgerechnet. Für Vergleichszwecke wurden ebenfalls der WLN als Anteil des TN (WLN/P in Prozenten) und der NPN als Anteil des WLN (NPN/P in Prozenten) berechnet.

3. Resultate

Charakterisierung der Käse mit guter und ungenügender Schmelzbarkeit

Walliser Raclettekäse wird üblicherweise aus Vollmilch ohne Einstellung des Fettgehaltes hergestellt. Die Käse weisen deshalb höhere Fettgehalte auf und neigen eher zu einer Fettabcheidung als standardisierte, aus Pastmilch hergestellte Raclettekäse. Tabelle 1 zeigt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Mittelwertsunterschiede der bei beiden Käsetypen erfassten Parameter. Mit nur einer Ausnahme (TN) waren alle Mittelwerte statistisch signifikant verschieden. Der

Fettgehalt im Walliser Raclettekäse und die sensorisch beurteilte Fettabscheidung beim Schmelzen korrelierten hochsignifikant ($r = 0,58$). Um dem höheren Fettgehalt Rechnung zu tragen, wurde für die Klassierung in ungenügend schmelzende Käse der Grenzwert für die Fettabscheidung von 1,1 auf 1,5 erhöht.

Nach den mit dieser Ausnahme gegenüber der Auswertung bei Pastmilchraclette unveränderten Kriterien wurden 22 Käse als gut und 44 als ungenügend schmelzend klassiert.

Die gleiche mengenmässige Verteilung in gute und ungenügende Qualität wurde auch bei der Grobbeurteilung durch MULTIVAL festgestellt. Allerdings wurden 18 der 66 Käse (27 Prozent) vom Panel der FAM aufgrund der sensorischen Beurteilung gegenteilig zur Grobbeurteilung der MULTIVAL klassiert.

Die Fettabscheidung war bei den Walliser Raclettekäsen durchschnittlich grösser als bei den aus pasteurisierter Milch her-

Tabelle 1: Vergleich der Zusammensetzung und einiger Teigeigenschaften von 66 Walliser (Rohmilch) Raclettekäsen mit 60 aus pasteurisierter Milch hergestellten Raclettekäsen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

Parameter	Einheit	Roh-Raclette		Past-Raclette		Mittelwertsunterschied $\bar{x}_R - \bar{x}_P$
		\bar{x}_R	s_x	\bar{x}_P	s_x	
Physikalische Messungen						
Erweichungspunkt	°C	62.3	4.0	57.8	3.0	4.5
Teighärte	mm	13.6	3.9	16.3	4.9	-2.7
Chemische Untersuchungen						
Wasser	g/kg	388	21	431	18	-43
WFF	g/kg	576	22	595	20	-19
Fett	g/kg	327	17	277	13	50
FIT	g/kg	534	17	486	18	48
NaCl	g/kg	17.7	2.7	22.9	4.8	-5.2
Ca	g/kg	6.78	0.76	6.41	0.63	0.37
TN	mol/kg	2.67	0.10	2.70	0.12	-0.03
WLN	mol/kg	1.71	0.58	1.27	0.42	0.44
WLNP	%	64.1	21.9	47.2	15.5	16.9
NPN	mol/kg	0.46	0.12	0.42	0.09	0.04
NPNP	%	29.9	11.6	36.2	13.1	-6.3
pH		5.79	0.28	5.60	0.20	0.19

gestellten und bei den ungenügend schmelzenden Käsen eindeutig stärker als bei den gut schmelzenden.

Die Penetrometermessung zeigte, dass gut schmelzende Käse auch im ungeschmolzenen Zustand einen weiche-

Tabelle 2: Zusammensetzung und Eigenschaften von Walliser Raclettekäse mit guter und ungenügender Schmelzbarkeit (Mittelwerte, Standardabweichungen und Extremwerte von 22 bzw. 44 Käsen)

Parameter	Einheit	gute Schmelzbarkeit				ungenügende Schmelzbarkeit				Gruppendiff. ¹ $\bar{x}_U - \bar{x}_G$
		\bar{x}_G	s_x	Min.	Max.	\bar{x}_U	s_x	Min.	Max.	
Sensorische Beurteilung										
Ausflockung		0.02	2)	0.00	0.30	0.10	2)	0.00	1.10	n.s.
Fettabscheidung		0.49	2)	0.00	1.50	0.94	2)	0.00	2.60	0.45 ***
Viskosität		3.58	0.48	2.40	4.20	4.11	0.33	3.50	5.20	0.53 ***
Konsistenz		3.77	0.72	2.00	4.70	5.00	0.84	2.70	6.30	1.23 ***
Struktur		3.89	0.53	2.90	4.70	5.41	0.65	4.20	6.90	1.52 ***
Physikalische Messungen										
Erweichungspunkt	°C	59.9	2.5	54.7	63.8	63.4	4.1	55.5	73.6	3.5 ***
Tropfpunkt	°C	(63.9) ³⁾				(65.6) ³⁾				
Teighärte (Eindringtiefe)	mm	15.6	3.3	10.6	20.7	12.5	3.8	6.5	22.5	-3.1 **
Chemische Untersuchungen										
Wasser	g/kg	398	13	379	423	383	23	331	429	-15 **
WFF	g/kg	585	13	567	609	571	24	508	616	-14 **
Fett	g/kg	319	12	300	344	331	18	285	381	12 *
FIT	g/kg	530	14	501	554	535	19	499	610	n.s.
NaCl	g/kg	17.8	2.8	12.3	23.2	17.7	2.7	12.0	22.7	n.s.
Ca	g/kg	6.3	0.5	5.3	7.1	7.0	0.8	5.5	9.1	0.7 ***
TN	mol/kg	2.67	0.08	2.46	2.79	2.67	0.11	2.44	2.90	n.s.
WLN	mol/kg	2.01	0.45	1.05	2.49	1.56	0.59	0.59	2.48	-0.45 **
WLNP	%	75.4	15.9	41.4	93.4	58.5	22.5	21.1	94.2	-16.9 **
NPN	mol/kg	0.55	0.13	0.33	0.89	0.42	0.10	0.21	0.68	-0.13 ***
NPNP	%	28.8	10.8	17.8	57.8	30.4	12.1	15.0	62.7	n.s.
pH		6.03	0.28	5.49	6.54	5.67	0.19	5.21	5.98	-0.36 ***
GMS	μmol/kg	42.0	26.9	4.4	104.3	68.5	25.1	22.1	106.6	26.6 ***
LMS	μmol/kg	20.8	13.4	2.8	55.8	32.4	12.9	12.4	75.1	11.6 **
DMS	μmol/kg	21.1	13.7	1.6	48.5	36.1	15.0	9.7	75.1	15.0 ***

1 * = $p < 0.05$;

** = $p < 0.01$;

*** = $p < 0.001$;

n.s. = nicht signifikant

2) stark asymmetrische Verteilung

3) nur bei 14 bzw. 18 Käsen bestimmbar;

Teig aufwiesen als ungenügend schmelzende.

Der Tropfpunkt konnte nur bei 32 der 66 Käse zuverlässig bestimmt werden. Bei 34 Käsen schied Fett aus, bevor die Tropftemperatur erreicht war. Von den 32 Käsen, bei denen der Tropfpunkt bestimmt werden konnte, lag der Mittelwert der 14 Käse mit guter Schmelzbarkeit bei 63,9 °C, derjenige der 18 Käse mit ungenügender Schmelzbarkeit bei 65,6 °C. Beim Raclette aus pasteurisierter Milch lagen die entsprechenden Werte bei 64,3 °C und 70,3 °C.

Der Erweichungspunkt konnte bei allen Käsen problemlos bestimmt werden. Die Käse mit guter Qualität wiesen im Mittel einen um 3,5 °C tieferen Erweichungspunkt auf als die ungenügend schmelzenden. Abbildung 1 zeigt, dass die Erweichungspunkte der Käse mit schlechteren Schmelzeigenschaften stark streuten. Der höchste Erweichungspunkt bei gut schmelzenden Käsen lag jedoch unter 64 °C.

Tabelle 2 enthält Angaben über die Zusammensetzung und physikalischen Eigenschaften der beiden Gruppen von Rohmilch-Raclettekäsen, die Mittelwertsunterschiede sowie Hinweise auf deren Signifikanz. Unter den fünf sensorischen Parametern wies die Strukturnote den grössten Mittelwertsunterschied auf. Dies war schon beim Raclettekäse aus pasteurisierter Milch der Fall.

Beim Gruppenvergleich der Analysenergebnisse (Tabelle 2) wiesen die aus Rohmilch hergestellten Raclettekäse mit guter Schmelzbarkeit signifikant höhere Was-

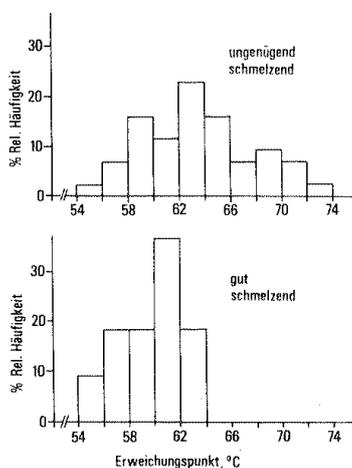


Abbildung 1: Häufigkeitsverteilung des Erweichungspunktes der gut und ungenügend schmelzenden Walliser Raclettekäse

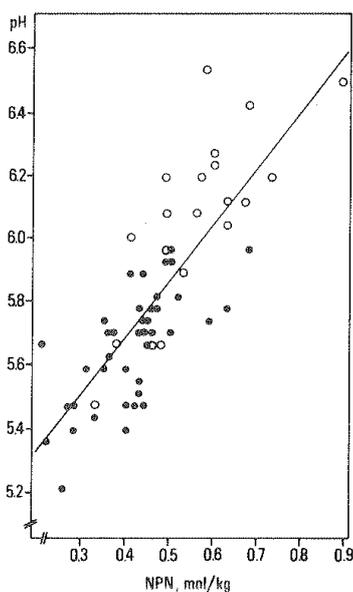


Abbildung 2: Beziehung zwischen dem NPN-Gehalt und dem pH-Wert konsumreifer Walliser Raclettekäse (o: gut schmelzend, •: ungenügend schmelzend)

ser- und WFF-Gehalte auf als die ungenügend schmelzenden.

Der mittlere Fettgehalt war bei den ungenügend schmelzenden Käsen höher. Der Fettgehalt in der Trockenmasse (FIT) war dagegen nicht signifikant verschieden. Dies ist wahrscheinlich auf die direkte Abhängigkeit von Fett- und Wassergehalt zurückzuführen. Wenn der Fettgehalt im Käse erhöht wird, sinkt der auf die gesamte Käsemasse bezogene Wassergehalt entsprechend. Die Schmelzeigenschaften können somit durch höhere Fettgehalte nicht beliebig verbessert werden. Zudem fördern höhere Fettgehalte die unerwünschte Fettabscheidung und führen, wegen der Kompensation im Wasseranteil, zu einer Verfestigung des Käseteiges, welche sich auf die Viskosität und Struktur negativ auswirkt. Der Korrelationskoeffizient zwischen Fettabscheidung und Struktur war signifikant und betrug 0,47.

Bei guter Schmelzbarkeit waren der Eiweissabbau weiter fortgeschritten und der pH-Wert höher. Abbildung 2 verdeutlicht den engen Zusammenhang zwischen pH-Wert und Eiweissabbau. Analog zum Raclettekäse aus pasteurisierter Milch war der Kalziumgehalt der gut schmelzenden Käse signifikant tiefer. Dies lässt sich damit erklären, dass Kalziumionen das Wasserbindungsvermögen des Kaseins erniedrigen und die Bildung von Kaseinaggregaten fördern (2,3).

Der Unterschied zu den ungenügend schmelzenden Käsen war noch ausgeprägter als bei den Past-Raclettekäsen (Tabelle 1).

Die Milchsäuregehalte (GMS) waren bei gut schmelzenden Käsen hochsignifikant tiefer. Beide Isomere der Milchsäure (LMS und DMS) waren also bei guter Schmelzbarkeit stärker abgebaut als bei ungenügend schmelzenden Käsen.

Beziehung zwischen der sensorischen Beurteilung der Schmelzbarkeit und der chemischen Zusammensetzung

Beim paarweisen Vergleich der sensorischen mit den chemischen Variablen können das Vorzeichen und die Grösse der Korrelationskoeffizienten Anhaltspunkte über Einflussfaktoren des Schmelzverhaltens liefern (Tabelle 3).

Die höchsten Korrelationen mit den sensorischen Befunden resultierten beim paarweisen Vergleich mit dem Eiweissabbau in die Tiefe (NPN), dem pH-Wert, den Milchsäuregehalten (LMS und DMS) und dem Kalziumgehalt. Die Korrelationskoeffizienten dürfen jedoch nicht überbewertet werden, da gewisse Abhängigkeiten unter den Parametern kausale Beziehungen vortäuschen können.

Die aus stufenweisen multiplen Regressionen erhaltenen Resultate sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Sie bestätigen im wesentlichen die schon beim paarweisen Vergleich angedeuteten Zusammenhänge. Der Regressionskoeffizient gibt an, um wieviel sich die Note der sensorischen Beurteilung durchschnittlich verändert, wenn die Konzentration der chemischen Komponente um eine Einheit (g/kg oder mol/kg) erhöht wird. Ein negatives Vorzeichen bedeutet, dass das Schmelzverhalten verbessert wird (kleinere Note), wenn die Konzentration der chemischen Komponente erhöht wird. Die Parameter sind nach abnehmendem Beitrag zum Bestimmtheitsmass geordnet. Das Bestimmtheitsmass zeigt, welcher Anteil der sensorisch festgestellten Schmelzbarkeitsunterschiede durch den betreffenden chemischen Parameter erklärt werden kann.

Als wichtiger Einflussfaktor auf die Viskosität und Konsistenz von geschmolzenem Walliser Raclettekäse erwies sich der «Eiweissabbau in die Tiefe», der mit dem Nichtproteinstickstoff (NPN) charakterisiert wird. Im Gegensatz zu den aus pasteurisierter Milch hergestellten Raclettekäsen hatten Ca- und WFF-Gehalte keinen signifikanten Einfluss auf die Viskosität und Konsistenz.

Auf das wichtigste sensorische Merkmal, die Struktur, haben der pH-Wert und der Ca-Gehalt einen signifikanten Einfluss. Bei höheren pH-Werten und geringeren Ca-Gehalten wurden die geschmolzenen

Racletteproben als weicher (feiner) beurteilt.

Eine Diskriminanzanalyse ergab, dass mit Hilfe des pH-Wertes und des Kalziumgehaltes die Schmelzeigenschaften von Walliser Raclettekäse am besten definiert werden können. 52 von 66 oder 78,8 Prozent der Käse konnten mit diesen chemischen Parametern richtig in die Gruppen der gut, beziehungsweise ungenügend schmelzenden Käse klassiert werden (73 Prozent der gut und 82 Prozent der unge-

nügend schmelzenden Käse wurden durch die Diskriminanzfunktion $D = -0,568 \cdot Ca + 3,786 \cdot pH - 18,086$ korrekt klassiert). Abbildung 3 veranschaulicht die Trennwirkung dieser Diskriminanzfunktion. Bei sechs Käsen fehlten die Milchsäuregehalte. Wurde die Diskriminanzanalyse mit den verbleibenden 60 Käsen gerechnet, so trennte die Funktion $D = 4,076 \cdot pH + 0,023 \cdot WFF - 37,211$ die beiden Gruppen am besten. Die Trennschärfe war mit 71 Prozent für die gut-

und 82 Prozent für die schlechtschmelzenden vergleichbar mit dem Ergebnis oben.

Beziehungen zwischen dem Erweichungspunkt und der chemischen Zusammensetzung

Beim paarweisen Vergleich korrelierten der WFF-Gehalt ($r = -0,77$) und der pH-Wert ($r = -0,41$) am stärksten mit der Erweichungstemperatur. In multiplen Regressionen bestätigten sich diese beiden Variablen als Haupteinflussfaktoren für die Erweichungstemperatur des Walliser Raclettekäseteiges (Tabelle 5).

Bei der Auswertung der 32 Käse, bei denen der Tropfpunkt bestimmt werden konnte, resultierten die gleichen signifikanten chemischen Parameter, mit den gleichen Vorzeichen wie bei den Pastmilch-Raclettekäsen: Hohe Kochsalz- und Kalziumgehalte und tiefe WFF-Gehalte waren gleichbedeutend mit hohen Tropfpunkten und damit schlechterer Schmelzbarkeit.

Tabelle 3: Korrelation (paarweiser Vergleich) zwischen der sensorischen Beurteilung und Zusammensetzung von Raclettekäse

Parameter	Viskosität	Konsistenz	Struktur
FIT	- 0.25	- 0.27	n.s.
WFF	- 0.32	n.s.	- 0.32
NaCl	n.s.	n.s.	n.s.
Ca	0.35	0.33	0.54
WLN	n.s.	n.s.	- 0.39
NPN	- 0.58	- 0.57	- 0.55
pH	- 0.47	- 0.49	- 0.66
LMS	0.43	0.31	0.44
DMS	0.38	0.45	0.49

n.s. = nicht signifikant

Tabelle 4: Beste Kombination von chemischen Parametern zur Erklärung der sensorisch bestimmten Schmelzbarkeitsunterschiede (Multiple lineare Regression)

Sensorische Beurteilung	Chemische Parameter	Regressionskoeffizient	Beitrag zum Bestimmtheitsmass
Viskosität	NPN	- 2.188	0.370
	WFF	- 0.008	0.113
	FIT	- 0.008	0.061
Konsistenz	NPN	- 4.236	0.180
	FIT	- 0.025	0.109
	DMS	0.029	0.075
Struktur	pH	- 1.803	0.252
	Ca	0.458	0.104

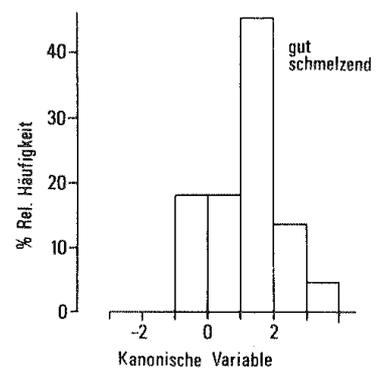
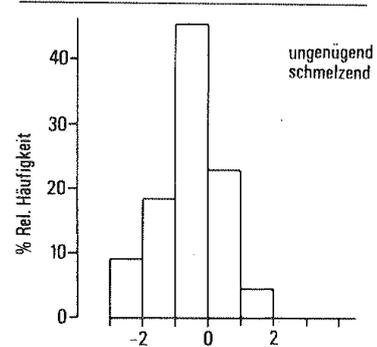


Abbildung 3: Diskriminierung der Rohmilch-Raclettekäse aufgrund ihres Ca-Gehaltes und des pH-Wertes (Diskriminanzfunktion $D = -18,086 - 0,568 \cdot Ca + 3,786 \cdot pH$)

Beziehungen zwischen der sensorischen und instrumentellen Beurteilung der Schmelzbarkeit

Die instrumentelle Beurteilung der Schmelzbarkeit von Rohmilch-Raclettekäse stimmt weniger gut mit der sensorischen Bewertung überein als bei den Past-Raclettekäsen. Der Tropfpunkt war, wie vorstehend erwähnt, nur bei rund der Hälfte der Walliser Raclettekäse bestimmbar. Die Beziehung zwischen dem Erweichungspunkt und der sensorischen Beurteilung der Struktur der Walliser Raclettekäse ist in Abbildung 4 grafisch dargestellt. Wie schon in Abbildung 1 ist auch hier die relativ starke Überlagerung der beiden Gruppen ersichtlich. Der Korrelationskoeffizient ist mit 0,48 relativ niedrig. Eine Diskriminanzanalyse ergab, dass bei der Einteilung der Walliser Raclettekäse aufgrund des Erweichungspunktes in gute und ungenügende Schmelzbarkeit mit folgenden Fehlklassierungen zu rechnen ist:

- EP < 57 °C 5 % ungenügende als gut schmelzende Käse klassiert
- EP < 58 °C 10 % ungenügende als gut schmelzende Käse klassiert
- EP < 60 °C 20 % ungenügende als gut schmelzende Käse klassiert

Schlussfolgerungen

Walliser Raclettekäse mit ungenügender Schmelzqualität unterscheiden sich von solchen guter Schmelzeigenschaften

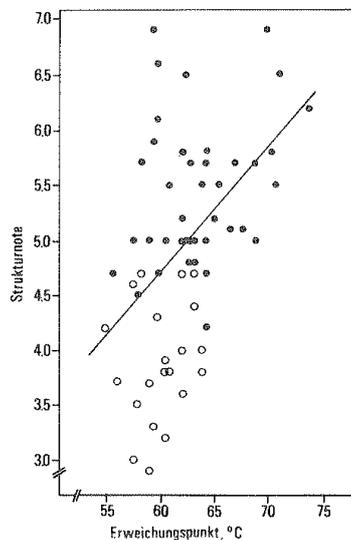


Abbildung 4: Beziehung zwischen der sensorischen Strukturnote und dem Erweichungspunkt gut (○) und ungenügend (●) schmelzender Walliser Raclettekäse

Tabelle 5: Beste Kombination von chemischen Parametern zur Erklärung des mit dem Tropfpunktgerät bestimmten Erweichungspunktes

Bestimmung mit Tropfpunktgerät	Chemische Parameter	Regressionskoeffizient	Beitrag zum Bestimmtheitsmass
Erweichungspunkt	WFF	-0.116	0.366
	pH	-9.513	0.120
	FIT	0.078	0.082
	NPN	11.050	0.046

deutlich in ihrer grobchemischen Zusammensetzung, dem Grad des Eiweissabbaus, dem pH-Wert, und der Teigbeschaffenheit in kaltem Zustand. Käse guter Schmelzqualität haben einerseits durchschnittlich höhere Wasser-, WLN- und NPN-Gehalte sowie pH-Werte und andererseits tiefere Gehalte an Fett, Ca, D- und L-Milchsäure. Der NPN-Gehalt, pH-Wert, WFF-, FIT- und Ca-Gehalt scheinen von den in dieser Untersuchung berücksichtigten Parametern die wichtigsten Einflussgrößen zu sein. Aufgrund des Ca-Gehaltes und des pH-Wertes oder des WFF-Gehaltes und des pH-Wertes können die Käse mit guter Schmelzqualität relativ gut von denjenigen mit ungenügenden Schmelzeigenschaften unterschieden werden.

Der Erweichungspunkt lässt sich zwar bei allen Raclettekäsen bestimmen, eignet sich aber nur beschränkt zur Beurteilung der Schmelzqualität. Der Tropfpunkt, der sich erfahrungsgemäss besser eignen würde, lässt sich nicht bei allen Walliser Raclettekäsen ermitteln. Man müsste den Durchmesser des Nippels der für die Tropfpunktmessung verwendet wird, vergrössern, damit die Bestimmung bei allen Käsen möglich wird (4). Wenn die Tropfpunktmessung infolge einer Fettabscheidung scheitert, ist es deshalb empfehlenswerter, chemische Analysen (zum Beispiel Ca und pH oder WFF und pH) durchzuführen, um Voraussagen über die Schmelzbarkeit zu machen.

Die Resultate dieser Untersuchung zeigen grundsätzliche Möglichkeiten zur Verbesserung oder Erhaltung der Schmelzqualität von Raclettekäse auf. Die konkreten fabrikationstechnischen Massnahmen müssen im einzelnen noch erarbeitet werden.

Es hat sich als richtig erwiesen, die Rohmilch-Raclettekäse und die Pastmilch-Raclettekäse getrennt zu betrachten. Die beiden Käsetypen unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung und ihren Schmelzeigenschaften.

Verdankungen

Wir danken Herrn J.-P. Probst (MULTIVAL) und Dr. P. Lavanchy (FAM) für die Beschaffung und Grobbeurteilung der Käseproben, den analytischen Laboratorien der Forschungsanstalt für die sorgfältige Durchführung der Gehaltsbestimmung und den Degustatoren für die aufwendige sensorische Beurteilung der Schmelzqualität.

Literatur

- 1 EBERHARD, P., MOOR, U. und RÜEGG, M., Schweiz. Milchw. Forsch., 17 (1) (1988)
- 2 RÜEGG, M. und MOOR, U., J. Dairy Res. 51, 103-111 (1984)
- 3 RÜEGG, M. und MOOR, U., Lebensm.-Wiss. u. Technol. 19, 386-391 (1986)
- 4 RÜEGG, M. und MOOR, U., Schweiz. Milchw. Forsch. (in Vorbereitung)

Résumé

P. EBERHARD, U. MOOR et M. RÜEGG: Composition et propriétés physiques de fromages à raclette de qualités de fonte bonne et insuffisante II. Fromage à raclette valaisan Schweiz. Milchw. Forschung, 17 (3), 47-52 (1988)

La qualité de fonte de 66 fromages à raclette valaisans fabriqués à partir de lait cru a été examinée par analyse sensorielle et avec un instrument de mesure du point de goutte. De plus, la composition chimique des fromages, leur pH et la consistance de la pâte ont été analysés et comparés avec les résultats obtenus préalablement pour le fromage à raclette fabriqué à partir de lait pasteurisé. Il n'a pas été possible de déterminer le point de goutte pour tous les fromages: plusieurs échantillons ont exsudé de la graisse avant d'atteindre la température

de point de goutte. Le point de ramollissement a pu être déterminé pour tous les échantillons. Ce paramètre est cependant moins approprié pour classer les échantillons en fromages de bonne qualité de fonte et de qualité de fonte insuffisante que la combinaison de certains paramètres chimiques. L'analyse discriminante montre que la meilleure combinaison pour caractériser la qualité de fonte de ces fromages et le pH et la teneur en calcium ou le pH et la teneur en eau du produit dégraissé.

Les fromages de bonne qualité de fonte présentent des valeurs plus élevées pour les teneurs en eau, en azote soluble dans l'eau, en azote non protéinique et pour le pH et des taux plus bas de matière grasse, de calcium et d'acide lactique. Le fromage à raclette valaisan se distingue considérablement du fromage à raclette fabriqué à partir de lait pasteurisé, à

la fois dans sa composition chimique et dans sa qualité de fonte.

Summary

P. EBERHARD, U. MOOR and M. RÜEGG:

Composition and physical properties of Raclette cheeses of good and of insufficient melting quality

II. Walliser Raclette cheese

Schweiz. Milchw. Forschung, **17** (3), 47-52 (1988)

The melting properties of 66 Raclette cheeses made in a traditional way of raw milk were tested by sensoric analysis and with an automatic dropping point apparatus. The chemical composition of the cheeses and their pH were also measured as well as the consistency of the cheeses at 15 °C. The dropping point could not be determined for all cheeses. Oiling off occurred in several cases before the temp-

erature of the dropping point was reached. The softening point could be determined for all samples, but it was a less efficient criterion for separating the sample of good and insufficient melting quality than the combination of some chemical parameters. A discriminant analysis revealed that a linear combination of calcium content and pH or alternatively, water content (on a fat-free basis) and pH, allows a fairly good separation of the groups of cheeses with good and insufficient melting quality.

Cheeses with a good melting quality had more water, water soluble nitrogen, non protein nitrogen and higher pH values but less fat, calcium and lactic acid than cheeses with a poor melting quality.

The chemical composition and the melting properties of Raclette cheese made from raw milk differed significantly from those of Raclette cheese made from pasteurized milk.