

Mai 1987/159 P/W

Eidgenössische Forschungsanstalt  
für Milchwirtschaft  
CH-3097 Liebefeld

## Natrium- und Kochsalzgehalt von Milch und Milchprodukten, im besonderen von Käse

---

R. Sieber, M. Collomb und G. Steiger

## Einführung

Natriumchlorid (Kochsalz) ist ein wichtiger Bestandteil unserer täglichen Nahrung und für eine normale Organfunktion unentbehrlich. Es kommt natürlicherweise wie auch nach der Verarbeitung in verschiedenen Nahrungsmitteln vor. Daneben ist Natrium in Zusatzstoffen wie Backpulver, Schmelzsalze, Pökelsalze und als Geschmacksverstärker in Streuwürzen vorhanden. Das Natriumion ist in unserem Organismus zur Aufrechterhaltung des Druckes und des Volumens des Blutes notwendig. Es ist für einen genügenden osmotischen Druck im Blut verantwortlich und kontrolliert in den Körperzellen den Ein- und Austritt von Wasser (1). Ebenso ist es für die Übermittlung der Nervenimpulse und für den Stoffwechsel von Kohlenhydraten und Proteinen notwendig.

In der medizinischen Literatur wird dem Natrium und damit auch dem Kochsalz in der Nahrung in Verbindung mit dem Bluthochdruck (arterielle Hypertonie) grosse Beachtung geschenkt. Dieser Zusammenhang zwischen Kochsalz und Hypertonie ist zwar wahrscheinlich, aber immer noch nicht eindeutig dokumentiert und hat zu verschiedenen Diskussionen Anlass gegeben (2); nach Auswertung von 13 randomisierten Versuchen wird die blutdrucksenkende Wirkung einer Natriumreduktion als klein bezeichnet (3). Auch sind neben dem Natrium eine Reihe weiterer Faktoren an der Entstehung der Hypertonie beteiligt (4, 5). Bluthochdruck muss als einer der gefährlichsten Risikofaktoren für die Entstehung der koronaren Herzkrankheiten, des Schlaganfalls und chronischem Nierenversagen angesehen werden (4). Nach *Ritzel* (6) leiden in der Schweiz mindestens 15% der Bevölkerung an Hypertonie und ihren Folgen. Zwischen dem Natriumhaushalt und der Pathogenese der primären essentiellen Hypertonie wird zurzeit folgende Beziehung diskutiert: Durch die erhöhte Natriumaufnahme nehmen die extrazelluläre Natriumkonzentration und das extrazelluläre Volumen zu. Über einen hormonalen Faktor wird wahrscheinlich die Membranper-

meabilität verändert; dadurch steigt intrazellulär die Natriumkonzentration an. Als Folge davon wird in den Gefässmuskelzellen auch die Calciumkonzentration erhöht, welche schliesslich einen erhöhten Gefässtonus erzeugt und damit für den erhöhten Blutdruck verantwortlich ist (7).

Da aber eine hohe Natriumzufuhr dazu beiträgt, die weit verbreitete Anlage zum Bluthochdruck manifest werden zu lassen, wird im allgemeinen aus präventivmedizinischen Gründen gefordert, die Natrium- und damit auch die Kochsalzzufuhr der gesamten Bevölkerung durch erzieherische und gesetzgeberische Massnahmen zu reduzieren.

### Kochsalzzufuhr durch die Nahrung

In Nahrungsmitteln kommt Kochsalz im wahren Sinne des Wortes als Natriumchlorid (NaCl) nicht vor, sondern stets sind Natrium und Chlorid in verschiedenen Mengen vorhanden. Drei Quellen sind massgeblich daran beteiligt:

- Natrium kommt in verschiedenen Nahrungsmitteln wie Fleisch, Fisch, Milchprodukten und Gemüse natürlicherweise vor. Nicht zu vernachlässigen ist auch die variierende Menge an Natrium in Mineralwässern (8, 9).
- Bei der industriellen Verarbeitung verschiedener Nahrungsmittel werden Kochsalz oder andere natriumenthaltende Zusatzstoffe beigelegt.
- Kochsalz wird durch den Konsumenten auch bei der Zubereitung im Haushalt und an die fertigen Gerichte bei Tisch zugelegt; nach amerikanischen Studien macht dieser Anteil etwa 30% der gesamten täglichen Natriumzufuhr aus (zit. nach 10), nach der Heidelberger Studie (11) und nach einer finnischen Arbeit (12) mehr als 40%.

Über die tägliche Natrium- bzw. Kochsalzaufnahme wie auch über die Ausscheidung im Urin können Angaben aus verschiedenen Publikationen der letzten Jahre entnommen werden (Tabelle 1). In der Schweiz beträgt nach *Kieffer* (13) die Natriumzufuhr pro Person und Tag 4,7 g = 11,9 g Kochsalz. Diese Kochsalzmenge übersteigt die von der *Deutschen Gesellschaft für Ernährung* (21) für Erwachsene als ausreichend empfohlene Zufuhr pro Tag von 5 g Kochsalz beachtlich. Nach Angaben der Schweizerischen Rheinsalinen lag der Speisesalzverkauf pro Person und Tag im Jahre 1980 bei 18,7 g (22). Die effektive Salzaufnahme wird auf 8 bis 12 g/Tag geschätzt, doch sind die individuellen Unterschiede im Salzkonsum mit 5–35 g pro Tag recht gross (13). Genauere Angaben über den Kochsalzverzehr in der Schweiz können einer Untersuchung von *Mordasini et al.* (14) entnommen werden. Bei 966 Erwachsenen aus verschiedenen Regionen wurde eine mittlere Natriumausscheidung im 24-Stunden-Urin von  $4,1 \pm 2,4$  g ermittelt; dies entspricht einer mittleren Kochsalzzufuhr von  $10,3 \pm 6,2$  g pro Tag. Männer schieben mit 4,5 g signifikant mehr Natrium aus als die Frauen mit 3,5 g. Die höchste Ausscheidung betrug dabei über 9,2 g Natrium/24 Stunden. Über den Urin werden nach *Holbrook et al.* (10) 86%, nach *Pietinen* (12) 93% und nach *Clark und Mossholder* (19) 83% der über die Nahrung aufgenommenen Natriummenge aus-

geschieden. Nach Berücksichtigung dieser Tatsache entspricht die von *Mordasini* et al. (14) ermittelte Natriumzufuhr von 4,1 g pro Tag weitgehend der von *Kieffer* (13) berechneten Menge. Bei einem anderen kleineren Kollektiv von 147 Probanden lag der Mittelwert deutlich tiefer als beim grösseren Kollektiv ( $3,3 \pm 1,4$  g Natrium/24 Stunden =  $8,4 \pm 3,6$  g Kochsalz) (14).

*Tabelle 1.* Natriumzufuhr und -ausscheidung aus verschiedenen Arbeiten (in g/Kopf/Tag)

Land Autor	n	Alter	Na-Zufuhr		Na-Ausscheidung im Urin	
			analytisch bestimmt	berechnet		
	♂/♀		♂	♀	♂	♀
Schweiz Kieffer (13) Mordasini (14)	966	18–75		4,7	4,1	
BRD DGE (15)		4– 6		2,0	1,6	
		7– 9		2,1	1,8	
		10–12		2,4	2,0	
		13–14		2,6	2,1	
		15–18		2,8	2,3	
		19–35		3,2	2,4	
		36–50		3,6	2,6	
		51–65		3,5	2,5	
		>65		3,3	2,3	
Schlierf (16)	800	20–40		2,62		
Schlierf (11)	383				4,53	
England Bull (17) Williams (18)	71/51	25–44	3,2	2,6	4,0	3,2
Finnland Pietinen (12)	102			4,8	3,4	4,2
USA Holbrook (10)	28	20–53	3,4	2,9	2,9	
	12/16		4,2	2,7	3,4	2,4
Clark (19)	8	13–15	2,5	1,9	2,4	
Morgan (20)	330	5– 8	2,7			
	327	9–12	3,0			

In Deutschland wurde für 1980/81 aus den zugeführten Lebensmitteln eine durchschnittliche tägliche Natriumzufuhr von 3,0 g bei männlichen und von

2,4 g bei weiblichen Personen berechnet; aufgliedert nach Altersgruppen (Tabelle 1) erstaunt die relativ hohe Natriumzufuhr schon bei den 4- bis 6jährigen Kindern (15). In diesen Werten sind die zur Speisewürzung mit Kochsalz verwendeten Natriummengen nicht erfasst. In der Heidelberger Studie wurde aus dem 7-Tage-Ernährungsprotokoll eine tägliche Natriumzufuhr von 2,62 g berechnet und im 24-Stunden-Urin eine mittlere Natriumausscheidung von 4,53 g (11,32 g Kochsalz; Bereich: 1,4–37,5 g) festgestellt (11, 16). In England wurde eine tägliche Natriumzufuhr von 2,6 g aus den verzehrten Lebensmitteln und 1,2 g über den Salzstreuer berechnet (17) und eine Ausscheidung über den Urin von 4,0 g bei den Männern und 2,9 g bei den Frauen bestimmt (18). In Finnland betrug die tägliche Natriumaufnahme  $4,8 \pm 1,2$  g bei den Männern und  $3,4 \pm 1,1$  g bei den Frauen und die Ausscheidung  $4,2 \pm 1,2$  resp.  $3,2 \pm 1,1$  g (12). In den USA wurde bei 28 erwachsenen Personen viermal im Jahr während einer Woche (10) und bei 8 weiblichen Jugendlichen während einer Woche (19) die Natriumzufuhr aus der Nahrung sowohl analytisch bestimmt wie auch aus den Tabellenwerken berechnet und mit der über den Urin ausgeschiedenen Natriummenge verglichen. Bei den Jugendlichen schwankte die tägliche Natriumzufuhr zwischen 1,9 und 4,7 g, und dabei stammten zwischen 0 und 1,7 g Natrium aus dem bei Tisch verwendeten Kochsalz (19). Bei Kindern im Alter von 5–8 Jahren resp. 9–12 Jahren wurde über 7 Tagen aus den verzehrten Lebensmitteln eine bedeutend höhere tägliche Natriumzufuhr festgestellt (20) als bei der entsprechenden Altersgruppe in der BRD (Tabelle 1).

Um abzuklären, bei welchen Nahrungsmitteln die Kochsalzzufuhr am wirkungsvollsten reduziert werden kann, ist es notwendig, die Natriumzufuhr der verschiedenen Nahrungsmittelgruppen zu kennen. Angaben dazu wurden im Zweiten Schweizerischen Ernährungsbericht keine veröffentlicht. Aus dem Deutschen Ernährungsbericht 1984 (15) ergeben sich Hinweise, durch welche Nahrungsmittel – neben dem Zusalzen – ein wesentlicher Beitrag zur Natriumzufuhr beigebracht wird; diese Angaben können noch mit Daten aus der Heidelberger Studie ergänzt werden (Tabelle 2). In der BRD wird bei den Nahrungsmitteln mehr als die Hälfte des täglichen Natriums durch Brot und Backwaren sowie durch Wurst und Wurstwaren zugeführt. Mit beachtlichem Abstand folgen Käse und Quark. Keine Natriumzufuhr erfolgt durch Butter, Kartoffeln, Frischobst, Südfrüchte, Obstprodukte, Zucker, Bohnenkaffee und Tee. Aus den Unterlagen zum Zweiten Schweizerischen Ernährungsbericht (pers. Mitteilung *F. Kieffer*, Bern) lässt sich die Natriumzufuhr durch Käse mit etwa 5% ermitteln; da aber Angaben über den Verzehr von Brot und Wurstwaren fehlen, kann deren prozentualer Anteil am Kochsalzkonsum nicht exakt berechnet werden. In Finnland trugen Brot und Backwaren 20% zur täglichen Natriumversorgung bei, Würste und andere Fleischprodukte 11,9%, Milch und Milchprodukte 10,9%, davon Käse 2,4% (12). Nach der amerikanischen NHANES II-Studie trugen zur Natriumversorgung Weissbrot mit 12,1%, Hot Dogs, Schinken und Frühstücksfleisch mit 9,8% und Käse mit 5,9% bei (24). Bei Kindern im Alter von 5–12 Jahren sind Sandwiches, Brot und Backwaren, Fleisch, Geflügel und Fisch sowie die Milch die bedeutendsten Natriumlieferanten (20).

**Tabelle 2.** Durchschnittlicher Verbrauch an Natrium (15) bzw. Kochsalz (23) in der BRD nach Lebensmittelgruppen, 1980/81 (in g/Kopf/Tag)

Lebensmittelgruppe	Natriumzufuhr		Kochsalzzufuhr	
	Männer	Frauen	Männer	Frauen
Fleisch	0,09	0,07	0,28	0,13
Wurst- und Fleischwaren	0,82	0,55	1,73	0,81
Fische und Fischwaren	0,19	0,17	0,29	0,12
Eier und Eiprodukte	0,06	0,06		
Milch und Milchprodukte	0,14	0,13	0,19	0,11
Käse und Quark	0,25	0,19	0,57	0,36
Butter	0	0		
Speisefette und -öle	0,02	0,02		
Brot <sup>a</sup> und Backwaren <sup>b</sup>	0,95	0,81	1,22 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>
Nährmittel	0,07	0,06	2,06 <sup>b</sup>	1,72 <sup>b</sup>
Kartoffeln	0	0		
Frischgemüse	0,02	0,01		
Gemüseprodukte	0,13	0,10		
Frischobst	0	0		
Südfrüchte	0	0		
Obstprodukte	0	0		
Marmelade	0,01	0		
Zucker	0	0		
Süßwaren	0,03	0,03		
Mayonnaisen, Gewürze	0,02	0,02		
Erfrischungsgetränke	0,17	0,11		
Bohnenkaffee	0	0		
Tee	0	0		
Alkoholische Getränke	0,08	0,03	0,07	0
andere Quellen			0,19	0,12
Lebensmittel gesamt	3,03	2,36	6,41	4,02
Zusalzen			4,72	4,78

### Analytische Bestimmung von Natrium und Kochsalz in Milch und Milchprodukten

In Milch und Milchprodukten lässt sich der Natriumgehalt spektrometrisch sowohl durch Flammenemission (25, 26) als auch durch Atomabsorption (27, 28) ermitteln. Chlorid kann in Milch auch mit Hilfe einer Festkörpermembran-Elektrode bestimmt werden (29); doch lässt sich daraus nach *Gregory* (30) nicht der Natriumgehalt der Milch berechnen, da in der Milch wie auch in der Molke ein Überschuss an Chlorid vorhanden ist. Für die Bestimmung des Kochsalzgehaltes

in Butter wurde eine kryoskopische Methode entwickelt, die auf der Tatsache beruht, dass die Salzzugabe während der Butterfabrikation den Gefrierpunkt der wässrigen Phase erniedrigt (31).

Für die analytische Bestimmung des Kochsalzgehaltes in Käse existieren verschiedene Verfahren. So kann Kochsalz durch Titration des Chloridions mit Silbernitrat: Mohr'sche Methode (32) oder durch Rücktitration des Silbernitrats mit Kaliumthiocyanat: Volhard'sche Methode (33) bestimmt werden. Im weiteren lassen sich chloridionen- (34, 35, 29, 36) wie auch natriumionenempfindliche (37, 38) Elektroden zur Bestimmung herbeiziehen. Ein Vergleich zwischen den beiden Titrationsmethoden und der chloridionenempfindlichen Elektroden wies für die ersten beiden gleiche Werte auf, während die ionenempfindliche Elektrode niedrigere Werte ergab (39). Nach *Kindstedt* und *Kosikowski* (40) unterschieden sich die Natriumionenelektrode- und die Volhard'sche Titrations-Methode im Durchschnitt um  $0,04 \pm 0,03\%$  Kochsalz.

Für unsere Untersuchungen wurde die von uns automatisierte (41) potentiometrische Methode des Internationalen Milchwirtschaftsverbandes (FIL-Norm 88, 1979) verwendet, bei der das Chloridion mit Silbernitrat titriert wird.

## Natriumgehalt von Milch und Milchprodukten mit Ausnahme von Käse

Vollmilch, Magermilch, Joghurt, Schlagrahm, Kaffeerahm, Buttermilch, Butter und Molke enthalten geringe Mengen an Natrium (Tabelle 3). In diesen Milchprodukten ist mit Ausnahme der ungesalzenen – diese ist mit weniger als 10 mg/100 g sehr natriumarm – wie auch der gesalzenen Butter und der aus einer solchen Fabrikation stammenden Buttermilch mit einem Natriumgehalt um die 50 mg/100 g zu rechnen; dies entspricht einem Kochsalzgehalt von etwa 120 mg/100 g. Einzig *Lindner* und *Dworschak* (25) führen für Kuhmilch einen Natriumgehalt von 124 mg/100 g an. *Kahlhofer* (27) fand mit Hilfe der Atomabsorptionsspektrometrie in Milch  $38,5 \pm 0,4$  nach Veraschung und  $39,3 \pm 0,6$  mg Natrium/100 g nach Verdünnung der Milch. Im Laufe eines Jahres schwankt der Natriumgehalt der Milch nach *Comberg* und *Groening* (55) zwischen 43,5 (Februar) und 50,3 (Oktober) mg/100 g, nach *Konrad* (26) zwischen 40,4 (Mai) und 46,7 (Oktober) sowie nach *Juarez et al.* (46) zwischen 33 (Februar) und 51 (April) mg/100 g.

In Kondensmilch und Milchpulver wird entsprechend der höheren Trockenmasse auch ein höherer Natriumgehalt nachgewiesen (Tabelle 3).

## Natrium- bzw. Kochsalzgehalt verschiedener Käse

Käse werden während der Fabrikation einer Kochsalzbehandlung unterworfen. Das Kochsalz hat dabei folgende Aufgaben zu erfüllen (57):

Table 3. Natriumgehalte in Milch und Milchprodukten (in mg pro 100 g)

Produkt/Autor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vollmilch	43	124	42,6	43,8 ± 1,4	55 ± 3	43 ± 7	48	55	50	50
Milch 1,8% Fett				46,8 ± 1,1			47			60
Magermilch	45			48,8 ± 3,0	58 ± 4		53	58	52	50
Schokoladenmilch				57,0 ± 12,5		83 ± 7				
Kondensmilch	94/157			113,6 ± 1,8			128	118	180	140
Kodensm. gezuck.	88			120,2			88	112	130	90
Vollmilchpulver	302				351 ± 16		371	410	440	370
Magermilchpulver	504	650		489,0 ± 14,9	521 ± 17		557	525	550	500
Joghurt	48	120		61,1 ± 5,3		54 ± 6	48	62	76	50
Joghurt mager	57						57			
Erdbeerjoghurt				58,3 ± 6,6						
Ice cream, Vanille				68,0 ± 4,4		75 ± 15				
Eismilch, Vanille				76,6 ± 14,2						
Sorbet, Orange				55,4 ± 34,7						
Kaffeerahm	35		50 ± 4		50 ± 3		40			40
Schlagrahm	28	35	42 ± 4		35 ± 3	42 ± 4	34	38	34	30
Sauerrahm	39			59,3 ± 9,4			53			30
Butter		10,9					5	10		10
Butter gesalzen				808,8 ± 57,6					870	280
Buttermilch	35			103,8 ± 26,6		114 ± 25	57	57		60
Buttermilchpulver	354									350
Molke	46				46 ± 6		45			50
					52 ± 2					

1 Becker und Zausch (42):  $n = 22, 6, 9, 3, 2, 3, 3, 3, 4, 2, 3, 3, 3, 2, 2$ .

2 Lindner und Dworschak (25): im allgemeinen 1–2 Proben.

3 Konrad (26): Vollmilch ( $n = 399$ ).

Florence et al. (43): Kaffeerahm ( $n = 68$ ), Schlagrahm ( $n = 73$ ).

4 Wong et al. (44):  $n = 4$ .

5 Feeley et al. (45):  $n = 13, 10, 4, 4, 3, 7$ .

Molke ( $n = 4$ ) von Cottage cheese und Cheddar-Käsen.

6 Juarez et al. (46): Vollmilch ( $n = 139$ ).

Morre und Franck (47): Joghurt ( $n = 9$ ).

Demott et al. (48): Schokoladenmilch ( $n = 15$ ), Ice cream ( $n = 9$ ) und Buttermilch ( $n = 7$ ).

7 Souci et al. (49); mit Ausnahme der Buttermilch (55 mg/100 g), der Butter (5 mg/100 g) und des Sauerrahms gleiche Werte ebenfalls bei Cremer et al. (50) und Elmadfa et al. (51).

8 Geigy (52).

9 Paul und Southgate (53).

10 Renner und Renz-Schauen (54); Renner (56) gibt für Vollmilch, Voll- und Magermilchpulver, Joghurt, Kaffee- und Schlagrahm, Butter, Buttermilch die gleichen Gehalte an, nicht aber für Kondensmilch: ungezuckert 110, gezuckert 120 mg/100 g.



- Es trägt zur Entwässerung des Käses bei; über die Veränderung der Wasserbindungseigenschaften der Proteine nimmt es an der Bildung der Käseoberfläche teil;
- Es beeinflusst die Entwicklung der Mikroorganismen, im besonderen die Aktivität ihrer proteolytischen Enzyme;
- Es ist am charakteristischen Geschmack des Käses beteiligt.

Über den Gehalt der Käse an Natrium bzw. Kochsalz liegen verschiedene Untersuchungen vor. Im folgenden sollen die in der Literatur vorhandenen Werte zusammengefasst und mit Ergebnissen aus Untersuchungen unserer Forschungsanstalt (FAM) ergänzt werden.

### Verteilung von Kochsalz im Käse

Kochsalz ist im Käse nicht gleichmässig verteilt. Dies ist aufgrund der Diffusion des Kochsalzes nach der Salzbehandlung von aussen nach innen verständlich. So ist bei Sbrinz eine Dauer von 3 Monaten erforderlich, bis im Zentrum der Salzgehalt mehr als 1 g/100 g beträgt (*A. Kessler* und *O. Flueler*, unveröffentlichte Resultate, 1984). Von *Kurmann et al.* (58) konnte bei 110 Tage altem Emmentalerkäse je nach der angewendeten Temperatur des Salzbades in der Randzo-

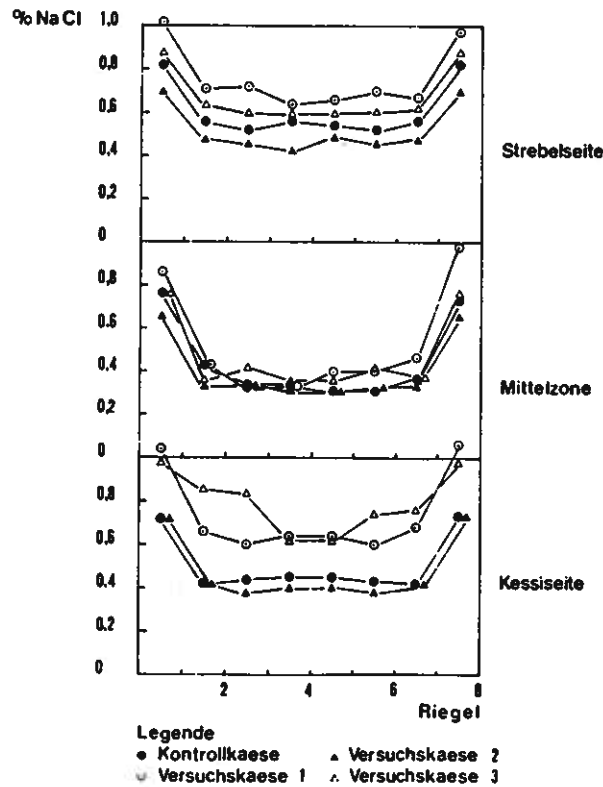


Abb. 1: Mittlerer Kochsalzgehalt von 110 Tage alten Emmentalerkäsen nach unterschiedlicher Salzbadbehandlung (58)

Kontrollkäse: 2 Tage bei 15 °C      Versuchskäse 2: 2 Tage bei 1 °C  
 Versuchskäse 1: 4 Tage bei 15 °C      Versuchskäse 3: 2 Tage bei 30 °C

ne 2- bis 5mal mehr Kochsalz nachgewiesen werden als in der Kernzone (Abb. 1). Diese ungleiche Verteilung wurde auch von *Mair-Waldburg* und *Heinrich* (59), *Koch* und *Prestel* (60) und *Mayr* (61) bestätigt. Es zeigte sich, dass vor allem in einer Entfernung von einem halben bis zwei Zentimetern von der Plattseite die höchsten Anteile an Kochsalz vorhanden waren (59). Auch in Parmesan diffundiert das Salz sehr langsam und erreicht erst nach 10 Monaten eine gleichmässige Verteilung (62).

Über die zonale Verteilung des Kochsalzes im Appenzellerkäse in Abhängigkeit von der Salzbehandlung wurden bei uns Untersuchungen durchgeführt (*J. Schnider*, unveröffentlichte Resultate, 1983) und stehen für andere Hartkäse vor dem Abschluss.

Über den Kochsalzgehalt im *Emmentaler* liegen verschiedene Resultate vor. Diese weisen auf einen Rückgang der Kochsalzkonzentration im Laufe dieses Jahrhunderts hin (Tabelle 4).

Die ersten bekannten Angaben über die Kochsalzkonzentration in Emmentalerkäse stammen von *Jensen* und *Plattner* aus dem Jahre 1906 (63). Bei 9 Monate alten Emmentalerkäsen (Zusammensetzung in 100 g: 33,1 g Wasser, 31,4 g Fett, 27,8 g N-haltige Substanzen) stellten sie zwischen 1,65 und 3,72 g Kochsalz/100 g fest; demgegenüber fanden sie in einem alten Allgäuer Backsteinkäse gar 5,04 g, in einem Cheddarkäse aber nur 1,68 g/100 g. Bis in die 60er Jahre wurde die Kochsalzkonzentration in Emmentaler mit über 1 g/100 g angegeben: *Koestler* (67) führte 1948 im Handbuch «Die schweizerische Milchwirtschaft» unter der chemischen Zusammensetzung verschiedener Käsesorten für Emmentaler 1,5 g Kochsalz/100 g an. 1963 hatte dann *Mair-Waldburg* (zit. nach 61) in einem Vortrag berichtet, dass die Kochsalzgehalte im allgemeinen niedriger seien als früher. Er forderte aber für den 3 bis 4 Monate alten Käse einen durchschnittlichen Gehalt von mindestens 1 g/100 g; *Erbacher* (68) hatte bereits 1949 von einem Kochsalzgehalt von 1,5–2 g/100 g gesprochen, mit dem man der Gefahr einer Fehlgärung am besten entgegenarbeiten könne. Noch 1969 verlangte *Oehen* (77) im Zusammenhang mit der Nachgärung, dass die Salzbehandlung der Käse ganz wesentlich zu verlängern sei, um wieder einen durchschnittlichen Gehalt von 1 g NaCl/100 g in den Käsen zu erreichen, und 1970 haben *Mair-Waldburg* und *Hefele* (78) in einem Diskussionsreferat ausgeführt, dass «bei Emmentaler ein mittlerer Kochsalzgehalt von 1% anzustreben wäre». Bei der Untersuchung von 361 Proben in den Jahren 1962–66 zeigte sich jedoch ein mittlerer Gehalt von 0,68 g Kochsalz/100 g, wobei sich diese Proben wie folgt aufteilten (59):

	<i>n</i>	Mittel	Bereich
		g/100 g	
1962	78	0,62	0,20–1,03
1963	70	0,63	0,40–1,22
1964	75	0,70	0,38–1,19
1965	72	0,77	0,40–1,33
1966	66	0,67	0,37–1,24

Untersuchungen in den 70er Jahren haben dann bestätigt, dass der Kochsalzgehalt im Emmentaler weit unter 1 g/100 g liegt (Tabelle 4). Die tiefen Kochsalzgehalte im Emmentalerkäse, die heute festgestellt werden können, sind auf eine veränderte Technologie zurückzuführen. Wurden früher die Käse während der ganzen Reifungszeit mit Salz behandelt, so wird der Emmentalerkäse heute nach

Tabelle 4. Natrium- und Kochsalzgehalt im Emmentalerkäse

Erstautor	Jahr	n	Natrium <sup>f</sup> mg/100 g	Kochsalz g/100 g	
Jensen (63)	1906	10	910	2,31	1,65–3,72
Koestler (64)	1938	12	390	0,98	0,51–1,58
Koestler (65)	1942	9	440	1,12	0,56–3,26
Koestler (66)	1943				0,91–1,79
Koestler (67)	1948		590	1,5	
Erbacher (68)	1949		470	1,2	
Becker (42)	1961	5	430	1,1	
Sturm (69)	1963	56 <sup>a</sup>	390	0,98	0,44–1,23
		56 <sup>b</sup>	480	1,22	0,79–1,52
Lindner (25)	1966		600	1,5	
Mair-Waldburg (59)	1966	361	270	0,68	0,20–1,33
Sahli (70)	1968	7 <sup>c</sup>	220	0,55	0,36–0,70
Rothenbühler (71)	1970	66	220	0,56	0,38–1,62
Mair-W. (72): BRD	1974		280	0,7	0,5 –1,0
Mair-W. (72): CH	1974		<390	<1	
FAM (unveröffentl.)	1976	25	240	0,62 ± 0,15	
Maurer <sup>d</sup> (73)	1976	306	230	0,58	
Mayr (61)	1976	20	290	0,74	0,46–1,06
Maurer <sup>d</sup> (74)	1977	293	230	0,58	
Geigy (52)	1977		620	1,58	
Steiger (75)	1979	120	260	0,66 <sup>e</sup>	
Souci (49)	1981		450	0,70	0,5 –1,0
Renner (56)	1982		240	0,6	
FAM (unveröffentl.)	1984	68	170	0,43 ± 0,07	0,28–0,58
Cremer (50)	1984		620	1,58	
Elmadfa (51)	1984		620	1,58	
Renner (54)	1986		400	0,8	

<sup>a</sup> Alter: 3–5 Monate.

<sup>b</sup> Alter: über 5 Monate.

<sup>c</sup> fehlerhafte Käse.

<sup>d</sup> Bei den Untersuchungen von Maurer (73) und Maurer und Stock (74) handelt es sich wahrscheinlich mit Ausnahme von 13 Proben um die gleichen Käseproben.

<sup>e</sup> Bei den Werten, die Steiger und Flückiger (75) in ihren vergleichenden Untersuchungen an Käsen mit und ohne Nachgärung ermittelten, handelt es sich um Durchschnittswerte der Zone 1–5 cm unter der Flachseite (siehe 76).

<sup>f</sup> aus dem Kochsalzgehalt berechnet.

dem Salzbad trocken gelagert. In einem vergleichenden Fabrikationsversuch hat sich gezeigt, dass ein zusätzliches Nachsalzen der Emmentalerkäse nach dem Salzbad zu deutlichen Qualitätseinbußen führt (*O. Flueler* und *H. Kaufmann*, unveröffentlichte Resultate, 1984).

Angaben über den Kochsalzgehalt in *Greyerzer* sind in Tabelle 5 zusammengefasst; dieser liegt heute bei etwa 1,5 g/100 g, nachdem *Koestler* (67) sowie *Rothenbühler* (71) noch von einem Gehalt von 2,5 resp. 2,0 g/100 g berichteten.

Tabelle 5. Natrium- und Kochsalzgehalt in Greyerzerkäse

Autor	Jahr	Anzahl Käse	Natrium <sup>c</sup> mg/100 g	Kochsalz g/100 g
Koestler (67)	1948		980	2,5
Sturm (69)	1963	7	560	1,42
Rothenbühler (71)	1970	3	790	2,0 (1,93–2,24)
Mair-Waldburg (72)	1974		ca. 390	ca. 1
FAM (unveröffentl.)	1976	23	570	1,45 ± 0,19
Steffen et al. (79)	1980	62 <sup>a</sup>	630	1,59 ± 0,2
		62 <sup>b</sup>	530	1,34 ± 0,22
Renner (56)	1982		830	2,1

<sup>a</sup> ohne Nachgärung.

<sup>b</sup> mit Nachgärung.

<sup>c</sup> aus dem Kochsalzgehalt berechnet.

In den vergleichenden Untersuchungen von Greyerzerkäsen mit und ohne Nachgärung (79) wurde für sämtliche 124 Käseproben ein Kochsalzgehalt von 1,47 g/100 g ermittelt; dabei waren die guten Käse ( $1,59 \pm 0,24$  g/100 g,  $n = 62$ ) salzreicher als die Nachgärungskäse ( $1,34 \pm 0,22$  g/100 g;  $n = 62$ ). Ausgehend aus den Erkenntnissen dieser Untersuchungen wird dem Kochsalzgehalt in Greyerzer spezielle Beachtung geschenkt. Im Rahmen der Bemühungen der FAM zur Qualitätsförderung der Käse wurden seit den Taxationen der Monate September/Oktober 1981 die Greyerzerkäse auf Kochsalz untersucht. Die vorhandenen Zahlen geben ein repräsentatives Bild über den NaCl-Gehalt in 3 Monate altem Greyerzerkäse. Eine graphische Darstellung der vorhandenen Daten weist auf einen Anstieg des NaCl-Gehaltes im Laufe der letzten Jahre hin (Abb. 2). Es ist anzunehmen, dass die Erkenntnisse aus den obigen Untersuchungen langsam in die Praxis umgesetzt werden.

In Tabelle 6 sind die Kochsalzgehalte für *Sbrinz* zusammengestellt. In den vergleichenden Untersuchungen von Sbrinzkäsen mit und ohne Nachgärung zählte das Kochsalz wie beim Emmentaler nicht zu den Risikofaktoren (80).

Nach *Dubach* und *Bachmann* (81) lässt sich der *Saanen-Hobelkäse* mit dem Sbrinz vergleichen; für neun zweijährige Käse betrug der Kochsalzgehalt durch-

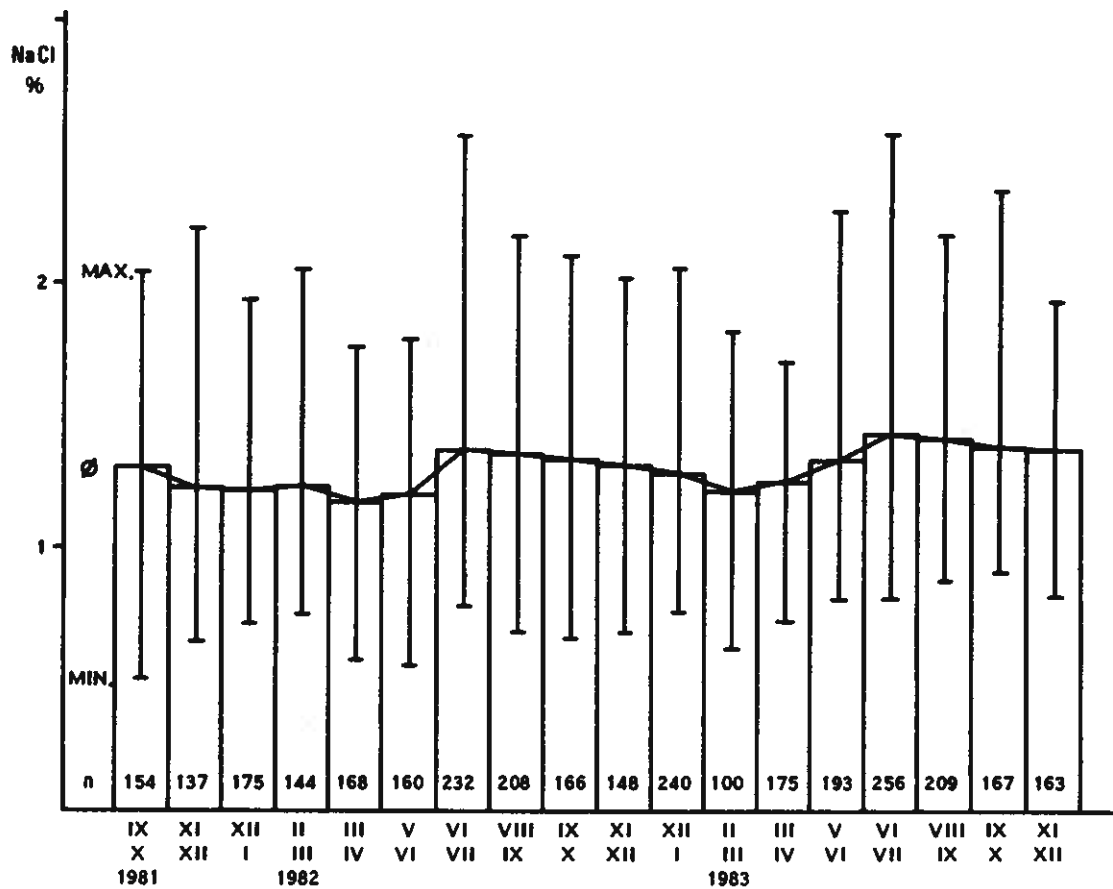


Abb. 2. Kochsalzgehalt in drei Monate alten Greyerzerkäsen in den Jahren 1981–83

schnittlich 2,0 (1,8–2,2) g/100 g. *Mair-Waldburg* (72) führte einen Wert von 1,6 (1,2–2,0) g/100 g an.

Der Kochsalzgehalt von *Tilsiter* variiert nach Koestler (67) in Abhängigkeit der Fettstufe zwischen 2,2 (vollfett) und 3,2 g/100 g (mager); halbfetter Käse enthält 2,5 und viertelfetter 2,8 g/100 g. Auch *Souci et al.* (49) geben für *Tilsiter* mit 30% Fett in der Trockenmasse mehr Kochsalz an als für solchen mit 45% Fett i. Tr., während nach *Renner und Renz-Schauen* (54) die Kochsalzkonzentration für

Tabelle 6. Natrium- und Kochsalzgehalt in Sbrinz

Autor	Jahr	n	Natrium <sup>a</sup> mg/100 g	Kochsalz g/100 g
Koestler (67)	1948		1180	3,0
Rothenbühler (71)	1970	1	670	1,71
Mair-Waldburg (72)	1974		790	2,0 (1,5–2,2)
FAM (unveröffentl.)	1976	21	750	1,90 ± 0,27
Steffen et al. (80)	1981	101	700	1,78 ± 0,27

<sup>a</sup> aus dem Kochsalzgehalt berechnet.

Tilsiter mit verschiedenem Fettgehalt (30, 40, 45, 50, 60% F. i. Tr.) gleich bleibt. Weitere Werte sind in Tabelle 7 zu finden. Bei den vergleichenden Untersuchungen von Tilsiterkäsen aus Rohmilch mit und ohne Nachgärung enthielten die guten Käse signifikant mehr Kochsalz als die Käse mit Nachgärung (82).

Tabelle 7. Natrium- und Kochsalzgehalt in Tilsiter

Autor	Jahr	n	Fettstufe % F. i. Tr.	Natrium <sup>c</sup> mg/100 g	Kochsalz g/100 g
Becker u. Zausch (42)	1961	3		760	1,93
Sturm (69)	1963	14		650	1,64 (1,34–1,92)
Rothenbühler (71)	1970	3		530	1,35 (1,18–1,46)
FAM (unveröffentl.)	1976	17 <sup>a</sup>	48	550	1,40 ± 0,21
Souci et al. (49)	1981		45	773	1,81
Souci et al. (49)	1981		30	1000	2,54
Renner (56)	1982			510	1,3
Steffen et al. (82)	1982	54 <sup>b, c</sup>	50	740	1,88 ± 0,20
		54 <sup>b, d</sup>	50	690	1,75 ± 0,21
Cremer et al. (50)	1984		45	773	1,81
Elmadfa et al. (51)	1984		30	1000	2,54
Renner und Renz-Schauen (54)	1986		50/45 40/30	900	2,0

<sup>a</sup> aus past. Milch; handelsreif, Spitzenqualität.

<sup>b</sup> aus Rohmilch.

<sup>c</sup> ohne Nachgärung.

<sup>d</sup> mit Nachgärung.

<sup>e</sup> aus dem Kochsalzgehalt berechnet.

Die verschiedenen Resultate über den Kochsalzgehalt in *Appenzellerkäse* sind in Tabelle 8 zusammengefasst. Auch hier wiederum weist der Käse mit einem niedrigen Fettgehalt eine höhere Kochsalzkonzentration auf; doch liegen unsere Werte für viertelfetten Appenzeller deutlich unter den von *Mair-Waldburg* (72) angegebenen Konzentrationen.

Vergleichende Untersuchungen an Appenzellerkäsen mit und ohne Nachgärung führten zu keinen Unterschieden im Kochsalzgehalt. Mit einem Durchschnittswert von  $1,62 \pm 0,19$  g/100 g (84) waren diese 120 Käseproben kochsalzreicher als die im Jahre 1976 untersuchten handelsreifen Appenzeller mit Spitzenqualität.

Der Kochsalzgehalt von *Raclettekäse* wird von *Mair-Waldburg* (72) mit ca. 2,0 g sowie von *Renner* und *Renz-Schauen* (54) mit 1,7 g/100 g angegeben. Nach den Resultaten der FAM bewegt er sich ebenfalls um diese Werte. So wurden im einen Falle bei 13 Proben  $1,87$  (1,15–2,55) g/100 g und im anderen Falle bei 12 Proben  $2,00 \pm 0,50$  (0,66–2,59) g/100 g nachgewiesen (FAM, unveröffentlichte Resultate, 1976 und 1984). *Gallmann* (85) hat im Rahmen seiner Dissertation die Zusammen-

Tabelle 8. Natrium- und Kochsalzgehalt in Appenzellerkäse

Autor	Jahr	n	Art	Natrium mg/100 g <sup>d</sup>	Kochsalz g/100 g
Zollikofer <sup>a</sup> (83)	1942	5	räss		1,7 – 3,2
Rothenbühler (71)	1970	3		760	1,92
Mair-Waldburg (72)	1974		vollfett ¼-fett		1,4 – 1,8 3–4
FAM (unveröffentl.) <sup>b</sup>	1976	18	vollfett	440	1,11 ± 0,18
Steffen et al. (84)	1981	120	vollfett	640	1,62 ± 0,19
FAM (unveröffentl.)	1984	10	¼-fett <sup>c</sup>	760	1,94 ± 0,36
Renner und Renz-Schauen (54)	1986		vollfett	700	1,6

<sup>a</sup> verschiedenes Alter: 6 Wochen–9½ Monate.

<sup>b</sup> handelsreif, Spitzenqualität.

<sup>c</sup> mild; Medianwert: 1,71 g NaCl/100 g.

<sup>d</sup> aus dem Kochsalzgehalt berechnet.

setzung von konsumreifem Raclettekäse und von Versuchskäsen aus roher und pasteurisierter Milch ermittelt. Für die Versuchskäse gibt er einen Kochsalzgehalt von etwa 2,5 g/100 g an, Werte für den konsumreifen Raclettekäse fehlen jedoch. Ein Vergleich der Zusammensetzung dieser verschiedenen Käse zeigt gewisse Unterschiede bei den Nährstoffen auf (Tabelle 9). Aufgrund des höheren Fettgehaltes ist zu vermuten, dass in den konsumreifen Käsen der Kochsalzgehalt etwas tiefer liegen dürfte.

Von den *übrigen Hart- und Halbhartkäsen* wurden nur in wenigen Arbeiten eine grössere Anzahl Proben auf Kochsalz untersucht. Im folgenden werden die verschiedenen Resultate über den Natrium- resp. Kochsalzgehalt in Cheddar, Edamer, Gouda und Parmesan sowie einiger englischer Käse zusammengestellt (Ta-

Tabelle 9. Zusammensetzung von Raclettekäse (85)

	konsumreifer Käse		Versuchskäse	
	past. n = 8	roh	past. n = 6	roh
Alter Monate	3,0	3,87	4	4
Wasser g/100 g	40,35	38,71	41,1	42,0
Fett g/100 g	30,08	34,81	29,57	28,88
Eiweiss g/100 g	24,22	23,42	24,50	24,18
Kochsalz g/100 g	—	—	2,53	2,46
Natrium g/100 g (berechnet)	—	—	1,00	0,97

belle 10). In Parmesan ( $n = 20$ ) blieb der Natriumgehalt während der Reifung praktisch gleich: nach 6 Monaten 0,43, nach 12 Monaten 0,45 und nach 18 Monaten 0,46 g/100 g (28). Für spanische Käse aus Kuh-, Schaf- und Ziegenmilch geben *Marcos et al.* (90) Werte für Natrium zwischen 259 und 1007 mg/100 g Käse an.

In den Nährwerttabellen sowie im Handbuch für Käse sind für diese Käse folgende Natrium- bzw. Kochsalzkonzentrationen angegeben (Tabelle 11).

Im weiteren sind für verschiedene andere Käse noch Einzelwerte vorhanden. *Zollikofer* und *Fuchs* (91) fanden in der äusseren und inneren Schicht von 10 Monate altem Toggenburger-Ploderkäse eine Kochsalzkonzentration von 4,33 und 4,73 g/100 g. Piorakäse weist einen Gehalt von 1,5–2,0 g/100 g auf (92). *Rothenbühler* (71) hat noch in je einer Probe folgender Käse den Kochsalzgehalt bestimmt:

Urner Bergkäse	1,93 g/100 g
Glarner Bergkäse	2,21
Caciotta	3,66
Blondel	1,59
Trappistenkäse	2,80
Fontalkäse	2,00
Kümmelkäse	1,01

In verschiedenen Jarlsbergkäsen ( $n = 5$ ) wurde Kochsalz mit 1,82 (0,86–2,13) g/100 g nachgewiesen (FAM, unveröffentlichte Resultate, 1978).

Unter den *Weichkäsen* wird in den Tabellen von *Souci et al.* (49) sowie von *Mair-Waldburg* (72) für Roquefort mit 4,1–5,0 g/100 g der höchste Kochsalzgehalt angegeben; bei *Renner* (56) sind für Roquefort 4,3 und Feta 4,6 g/100 g aufgeführt, während nach *Renner* und *Renz-Schauen* (54) Feta nurmehr 3,0 g Kochsalz/100 g enthält. Die übrigen Weichkäse wie Brie, Camembert, Limburger, Münster und Romadur liegen meistens in der Grössenordnung von 1,5–3 g/100 g. Schweizerische Weichkäse wie Tomme vaudoise, Reblochon, Vacherin Mont-d'Or und Tête de Moine enthalten weniger als 2 g/100 g Kochsalz (93). In der Tabelle 12 sind die analytisch bestimmten Kochsalzgehalte der bekannteren Weichkäse sowie die in den Nährwerttabellen aufgeführten Werte zusammengestellt. Nicht aufgeführt wurden die Angaben von *Mair-Waldburg* (72), die mit Ausnahme des Brie (3,9) im wesentlichen mit den Angaben von *Souci et al.* (49) übereinstimmen sowie von *Geigy* (52) und *Paul* und *Southgate* (53), die einzig Werte für Camembert (1,15 bzw. 1,41 g/100 g) anführen. Weitere Resultate von verschiedenen Weichkäsen sind in den Arbeiten von *Rothenbühler* (71), *Feeley et al.* (45), *Flückiger et al.* (93), *Morre* und *Frank* (47), *Wong et al.* (86) sowie von *Florence et al.* (89) vorhanden (Tabelle 13).

### Mögliche Reduktion des Kochsalzes in Käse

Die Bedenken gegenüber einem zu hohen Natriumkonsum haben die Lebensmittelwissenschaft veranlasst, nach Möglichkeiten zu suchen, den Kochsalzge-



**Tabelle 10.** Konzentration an Natrium und Kochsalz in weiteren Hart- und Halbhart-Käsen

Käse	n	Natrium mg/100 g	Kochsalz g/100 g	Autor
Cheddar, mild	4	498 ± 71	1,27 <sup>b</sup>	1
	7	666 ± 40	1,69 <sup>b</sup>	2
Cheddar, scharf	4	570 ± 103	1,50 <sup>b</sup>	1
	6	653 ± 30	1,66 <sup>b</sup>	2
Cheddar	63	600 <sup>a</sup>	1,52 ± 0,14	3
Cheddar	207	600 <sup>a</sup>	1,52 ± 0,15	3
Cheddar	231	630 <sup>a</sup>	1,60 ± 0,16	3
Cheddar	5	620 <sup>a</sup>	1,58 (1,50–1,68)	4
	15	673 ± 181	1,8 <sup>b</sup> (1,1–2,4)	8
Chester	3	1360	3,40 <sup>b</sup>	9
Parmesan	4	1853 ± 539	4,71 <sup>b</sup>	1
	1	860 <sup>a</sup>	2,19	5
	6	910 <sup>a</sup>	2,31	7
Swiss	8	271 ± 37	0,69 <sup>b</sup>	2
Provolone	8	939 ± 56	2,39 <sup>b</sup>	2
Wenleysdale	23	503 ± 141	1,2 <sup>b</sup> (0,9–2,1)	8
Double Gloucester	22	588 ± 121	1,5 <sup>b</sup> (1,0–2,1)	8
Leicester	27	653 ± 138	1,6 <sup>b</sup> (1,0–2,3)	8
Derby	14	536 ± 108	1,4 <sup>b</sup> (0,9–1,7)	8
	3	757 ± 115	1,93 <sup>b</sup>	1
Edamer	1	890 <sup>a</sup>	2,25	5
	9	820 <sup>a</sup>	2,08 ± 0,16	6
	6	1069 ± 168	2,72 <sup>b</sup>	2
	5	737	1,84 <sup>b</sup>	9
Gouda	1	760 <sup>a</sup>	1,94	5
	6	580 <sup>a</sup>	1,48	7
	5	810 <sup>a</sup>	2,07 (1,67–2,44)	4
	2	869	2,17 <sup>b</sup>	9
Lancashire	22	589 ± 110	1,5 <sup>b</sup> (1,1–2,2)	8
Caerphilly	20	511 ± 81	1,3 <sup>b</sup> (0,9–1,9)	8
Romadur	1	1230	3,08 <sup>b</sup>	9
Limburger	1	1300	3,25 <sup>b</sup>	9

<sup>a</sup> aus dem Kochsalzgehalt berechnet.

<sup>b</sup> aus dem Natriumgehalt berechnet.

1 Wong et al. (86).

8 Florence et al. (89).

2 Feeley et al. (45).

9 Becker und Zausch (42).

3 Pearce und Gilles (87).

4 Kindstedt und Kosikowski (40).

5 Rothenbühler (71).

6 FAM: unveröffentlichte Resultate (1979).

7 Araya et al. (88).

**Tabelle 11.** Gehalt an Natrium bzw. Kochsalz in Cheddar, Edamer, Gouda und Parmesan in verschiedenen Nährwerttabellen

	Fett i. Tr.	Natrium mg/100 g			Kochsalz g/100 g			
		1	2	3	4	2	5	6
Cheddar		0,675	0,675		0,610	1,58	1,7	1,3–2,0
Edamer	45	0,654	0,654	0,737	0,98	1,7–2,0	2	
	40		0,900			1,88	2	
	30	0,800	0,800			1,7–2,0	2	1,8
Gouda		0,869	0,869		2,1	2,1	1,7	
Parmesan		0,704	0,704	0,755	0,76	1,1–1,75	2,5	2,1

- 1 Cremer et al. (50); Elmadfa et al. (51).    4 Paul und Southgate (53).  
 2 Souci et al. (49).    5 Renner und Renz-Schauen (54).  
 3 Geigy (52).    6 Mair-Waldburg (72).

**Tabelle 12.** Natrium- und Kochsalzgehalte in verschiedenen Weichkäsen  
(in g/100 g)

Käse	Fett i. T.	1 NaCl		2 NaCl		3 NaCl		4 NaCl Na		5 NaCl Na		6 Na
		"	"	"	"	NaCl	Na	NaCl	Na	NaCl	Na	Na
Brie	45			3	1,75	6	2,4			1,8	0,8	
	50					6	2,2	2,60	1,17	1,8	0,8	1,17
Camembert	60							2,41	0,94	1,6	0,7	0,74
	50			3	2,07	6	2,5	2,00	0,90	1,8	0,8	
	45	3	1,53			21	2,6	2,20	0,98	1,8	0,8	1,15
	40								0,83	1,8	0,8	
	30					16	2,8	2,39	0,90	1,8	0,8	0,95
Roquefort		3	4,63					4,1–5	1,81			
Limburger	40			3	2,58			2,70	1,30	2,8	0,8	1,30
	20							2,85	1,28	2,8	0,8	1,28
Münster	50	4	1,55					2,30	0,90	2,3	1,1	
	45			3	2,32			2,60	1,02	2,6	1,1	
Romadur	50							2,38		2,8	1,2	
	45							2,96		2,8	1,2	
	40			3	2,94			2,50		2,8	1,2	
	30							2,87	1,23	2,8	1,2	1,23
	20							3,24		2,8	1,2	
Reblochon				3	1,37							

- 1 Wong et al. (86).    4 Souci et al. (49).  
 2 Flückiger et al. (93).    5 Renner und Renz-Schauen (54).  
 3 Schulz und Kay (94).    6 Cremer et al. (50), Elmadfa et al. (51).

Tabelle 13. Natrium- und Kochsalzgehalt in verschiedenen Weichkäsen

Autor(en)	n	Natrium mg/100 g	Kochsalz g/100 g
Rothenbühler (71)			
Brie	1	600 <sup>a</sup>	1,53
Roquefort	1	1680 <sup>a</sup>	4,27
Reblochon	1	605 <sup>a</sup>	1,54
Stilton	1	1290 <sup>a</sup>	3,28
Taleggio	1	1000 <sup>a</sup>	2,55
Boursault au poivre	1	940 <sup>a</sup>	2,38
Feeley et al. (45)			
Cottage: short-set, gelabt	3	15 ± 6	0,04 <sup>b</sup>
long-set, gesäuert	2	10	0,03 <sup>b</sup>
mit gesalzenerm Rahm	7	406 ± 54	1,03 <sup>b</sup>
Ricotta: aus teilentrahmter Milch	6	91 ± 20	0,23 <sup>b</sup>
aus Vollmilch	4	84 ± 29	0,21 <sup>b</sup>
Camembert	6	932 ± 53	2,37 <sup>b</sup>
Mozzarella	5	673 ± 39	1,71 <sup>b</sup>
Blue	8	1229 ± 90	3,12 <sup>b</sup>
Münster	6	643 ± 49	1,63 <sup>b</sup>
Flückiger et al. (93)			
Vacherin Mont d'Or	3	700 <sup>a</sup>	1,77
Combiér	3	810 <sup>a</sup>	2,06
Tête de Moine	3	750 <sup>a</sup>	1,91
Bel Paese	3	990 <sup>a</sup>	2,51
Belle Suisse	3	900 <sup>a</sup>	2,28
Tomme vaudoise	3	550 <sup>a</sup>	1,41
Morre und Franck (47)			
Petits suisses	6	25 ± 5	0,10 <sup>b</sup>
Quark	9	34 ± 3	0,09 <sup>b</sup>
Wong et al. (86)			
Cottage cheese	4	260,8 ± 41,8	0,66 <sup>b</sup>
Mozzarella	4	315,5 ± 111,7	0,80 <sup>b</sup>
Blue	4	1727,4 ± 295,5	4,39 <sup>b</sup>
Feta	4	1116,1 ± 200,8	2,84 <sup>b</sup>
Ricotta	2	224,9 ± 50,3	0,57 <sup>b</sup>
Demott et al. (48)			
Cottage cheese	25	457 ± 60	1,16 ± 0,15
	17	378 ± 58	0,96
fettreduziert	14	322 ± 44	0,81
Florence et al. (89)			
Blue Stilton	13	1064 ± 126	2,70 <sup>b</sup>
White Stilton	3	750	1,90 <sup>b</sup>

*Tabelle 13. Fortsetzung*

Autor(en)	<i>n</i>	Natrium mg/100 g	Kochsalz g/100 g
Becker und Zausch (42)			
Edelpilzkäse	1	1790	4,48 <sup>b</sup>
Camembert 30% F. i. Tr.	1	818	2,05 <sup>b</sup>
Camembert 45–50% F. i. Tr.	3	1050	2,63 <sup>b</sup>
Brie	1	822	2,06 <sup>b</sup>
Rahmbrie	1	1170	2,93 <sup>b</sup>
Quark	7	34	0,08 <sup>b</sup>
Doppelrahmkäse	3	339	0,85 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> aus dem Kochsalzgehalt berechnet.

<sup>b</sup> aus dem Natriumgehalt berechnet.

halt in Lebensmitteln zu senken. Die vorgesehenen Massnahmen wie Reduktion oder Ersetzen des Natriums wirken sich auf die funktionellen Eigenschaften der verschiedenen Lebensmittel aus. Andere Salze wie Kaliumchlorid (KCl), Magnesiumchlorid (MgCl<sub>2</sub>), Calciumchlorid (CaCl<sub>2</sub>) und deren Mischungen mit Kochsalz wurden für die Verwendung in verschiedenen Lebensmitteln überprüft. So wurden bereits mit Brot (96), Konservengemüse (95) und Fleisch (97, 98) solche Untersuchungen durchgeführt, während bei Käse vor allem Cheddar und Hüttenkäse (Cottage cheese) einbezogen wurden.

Cheddar mit einem Kochsalzgehalt von 1,25 g/100 g wurde deutlich weniger bevorzugt als Käse mit einem Kochsalzgehalt von 1,5 g/100 g (99). Bei Hüttenkäse (Cottage cheese) wurden erst bei einer Reduktion des Natriumgehaltes auf 50% und mehr ausgeprägte Veränderungen in Textur, Aromaintensität und Beliebtheit festgestellt (100). Ein vollständiger Ersatz des Kochsalzes durch Magnesiumchlorid, Calciumchlorid oder Kaliumchlorid führte wiederum bei Cheddar zu extrem bitteren Käsen (101); die gleiche Beobachtung konnte auch an Emmentalerkäse gemacht werden (FAM, unveröffentlichte Resultate, 1985). Diese Salze haben eine ausgeprägte Lipolyse sowie eine starke Proteolyse verursacht sowie die Textur der Käse beeinflusst (101). Ein teilweiser Ersatz von Kochsalz durch Phosphate führte zu einem Abfall in der Aromaintensität und zu einer veränderten Textur (102). Auch bei einem Gemisch von Natrium- und Kaliumchlorid war Cheddar-Käse nach 6 und 9 Monaten Lagerung bitterer als Käse mit einem reduzierten Kochsalzgehalt; in der sensorischen Analyse wurden sie meist weniger bevorzugt (99). Hüttenkäse, der mit 1,26% Natriumchlorid, 1,26% einer Mischung von NaCl und KCl oder einer Mischung von 0,949% NaCl und 0,315% KCl fabriziert wurde, wurde im Aroma gleich bewertet, nicht aber solcher mit 1% der Mischung von NaCl und KCl (48).

## Schlussfolgerungen

Käse enthalten im Durchschnitt 1–4 g Natriumchlorid/100 g; Ausnahmen bilden der Emmentaler, der Hüttenkäse (Cottage cheese) mit Konzentrationen unter 1 g/100 g sowie der Roquefort und Feta mit Konzentrationen über 4 g/100 g. Für die schweizerischen konsumreifen Hart- und Halbhartkäse ergeben sich aufgrund unserer Untersuchungen die in Tabelle 14 aufgeführten Werte.

*Tabelle 14.* Mittlerer Gehalt an Kochsalz und Natrium in verschiedenen schweizerischen Käsen

	"	NaCl g/100 g	Na <sup>a</sup> mg/100 g
Emmentaler	68	0,43	169
Greyerzer	120	1,47	578
Sbrinz	101	1,78	700
Tilsiter, Rohmilch	108	1,82	716
Tilsiter, past. Milch	17	1,40	551
Appenzeller vollfett	138	1,55	609
Appenzeller viertelfett	10	1,94	763
Raclette	25	1,93	759

<sup>a</sup> aus dem Kochsalzgehalt berechnet.

In der Ernährungswissenschaft wird neuerdings die Nährstoffdichte zur Beurteilung der Qualität eines Lebensmittels als Nährstofflieferant herbeigezogen; dabei wird der Nährstoffgehalt auf den Energiegehalt bezogen. In diesem Falle werden für die verschiedenen Käse von *Elmadfa et al.* (51) Werte von 1,5 g bis 6,8 g Natrium/1000 kcal angegeben. Aufgrund der Tatsache, dass nach der *Deutschen Gesellschaft für Ernährung* (21) eine tägliche Menge von 2 g Natrium unter üblichen Lebensbedingungen für Erwachsene ausreichend ist, werden diese Werte als hoch bezeichnet. Die Nährstoffdichte wird aber den gegebenen Verhältnissen in der Praxis nicht unbedingt gerecht, da die einzelnen Lebensmittel in unterschiedlichen Mengen verzehrt werden, wie dies eben auch für Käse zutrifft.

Nach der Milchstatistik (103) wurden in der Schweiz im Jahre 1985 pro Durchschnittsverbraucher insgesamt 12,3 kg Käse verzehrt, die sich auf die einzelnen Käse wie in Tabelle 15 angegeben verteilen. Daraus berechnet sich die Kochsalzzufuhr durch den Käseverzehr pro Kopf für das Jahr 1985 auf etwas mehr als 200 g, was etwa 0,6 g NaCl/Tag ausmacht. *Kieffer* (13) hat für den Zweiten Schweizerischen Ernährungsbericht eine Natriummenge von 4,7 g/Tag (= 11,95 g NaCl) berechnet. Bezogen auf diesen Wert beträgt in der Schweiz der Kochsalzanteil aus Käse etwa 5%. Zur gleichen Angabe kommen auch *Schlierf et al.* (11) in der Heidelberger Studie (siehe Tabelle 2).

**Tabelle 15.** Kochsalzzufuhr durch Käse für den schweizerischen Durchschnittsverbraucher im Jahre 1985

Käse	verzehrte Käsemenge g/Kopf	NaCl-Gehalt g/100 g Käse	durch Käse zugeführte NaCl-Menge g/Kopf
Emmentaler	1494	0,43	6,424
Greizer	2282	1,47	33,545
Sbrinz	398	1,78	7,084
Tilsiter	1009	1,82	18,364
Appenzeller	535	1,55	8,293
andere Hart- und Halbhartkäse	1887	1,98 <sup>+</sup>	37,363
Weichkäse	4690	2,10 <sup>*</sup>	98,490
Total	12295		209,563
pro Kopf und Tag	34		0,574

<sup>+</sup> durchschnittlicher Kochsalzgehalt für Raclettekäse, Edamer und Gouda.

<sup>\*</sup> durchschnittlicher Kochsalzgehalt der von Flückiger et al. (83) bestimmten Weichkäse.

Der Ruf nach weniger Kochsalz in unserer Nahrung ist aufgrund der pathogenetischen Beziehung des Natriums und dem Auftreten von Bluthochdruck und der Beziehung: empfohlene – tatsächliche verzehrte Menge an Natrium (2 g gegenüber 4,7 g/Tag) verständlich. Bei der Diskussion des Kochsalzgehaltes in unserer Nahrung darf aber folgendes nicht ausser acht gelassen werden. In der Schweiz trägt nach *Mordasini et al.* (14) das iodierte Kochsalz wesentlich zur Jodversorgung bei. Im weiteren stellen Käse wie auch Milch und Milchprodukte insgesamt eine reiche Quelle an Calcium dar. Über die Frage, ob ein Mangel an Calcium Bluthochdruck verursacht, wird zurzeit in der Literatur diskutiert (104, 105).

### *Zusammenfassung*

Dem Natrium wird in der medizinischen Literatur eine grosse Bedeutung zugemessen wegen seiner wahrscheinlichen, aber noch nicht eindeutig dokumentierten Rolle bei der Entstehung der Hypertonie. Damit wird natürlich auch dem Kochsalzgehalt in den Lebensmitteln Beachtung geschenkt. In dieser Übersicht werden Gehalte von Kochsalz bzw. Natrium in Milch und Milchprodukten, im speziellen in Käse, zusammengefasst. Im weiteren wird der Beitrag der Käse an der täglichen Natriumversorgung diskutiert.

### *Résumé*

La littérature médicale accorde une grande importance au sodium pour le rôle que ce composant pourrait jouer dans les cas d'hypertonie. Par conséquent, la teneur en sodium et

en sel de cuisine des aliments doit être prise en considération. Cet article présente un résumé des teneurs en sel resp. en sodium du lait et des produits laitiers (spécialement des fromages). En outre, la contribution du fromage en tant que pourvoyeur de sodium est discutée.

### Summary

According to medical literature, salt is likely to be an important risk factor in the etiology of hypertension. It is therefore essential to consider the salt concentration in foods. This review deals with salt and sodium contents in milk and milk products, especially in cheese, as well as with the daily sodium supply from cheese.

### Literatur

1. *Hartmann, G.*: Wozu braucht der Mensch Kochsalz? Physiologische Grundlagen. Schriftenreihe Schweiz. Vereinigung für Ernährung, Heft 53a, 6–11 (1984).
2. *Brown, J. J., Lever, A. F., Robertson, J. I. S. and Semple, P. F.*: Should dietary sodium be reduced? The sceptics' position. *Quart. J. Med.* **53**, 427–437 (1984).
3. *Grobbée, D. E. and Hofman, A.*: Does sodium restriction lower blood pressure? *Br. Med. J.* **293**, 27–29 (1986).
4. N. N.: Dietary factors and blood pressure. *Dairy Council Digest* **52**, 25–30 (1981).
5. *Sebranek, J. G., Olson, D. G., Whiting, R. C., Benedict, R. C., Fust, R. E., Kraft, A. A. and Woychik, J. H.*: Physiological role of dietary sodium on human health and implications of sodium reduction in muscle foods. *Food Technol.* **37**, 51–59 (7) (1983).
6. *Ritzel, G.*: Blutdruck und Ernährung. Sprechstunde Nr. 5, 6–7 (1984).
7. *Zumkley, H.*: Die Behandlung der Hypertonie mit kochsalzärmer Kost. *Ernährungs-Umschau* **31**, 305–308 (1984).
8. *Högl, O.*: Die Mineral- und Heilquellen der Schweiz. Verlag P. Haupt, Bern und Stuttgart 1980.
9. *Korch, G. C.*: Sodium content of potable water: Dietary significance. *J. Am. Diet. Ass.* **86**, 80–83 (1986).
10. *Holbrook, J. T., Patterson, K. Y., Bodner, J. E., Douglas, L. W., Veillon, C., Kelsay, J. L., Mertz, W. and Smith, J. C.*: Sodium and potassium intake and balance in adults consuming self-selected diets. *Am. J. Clin. Nutr.* **40**, 786–793 (1984).
11. *Schlierf, G., Arab, L. und Schellenberg, B.*: Zum Kochsalzverbrauch in Deutschland. *Akt. Ernähr.* **6**, 123–124 (1981).
12. *Pietinen, P.*: Estimating sodium intake from food consumption data. *Ann. Nutr. Metab.* **26**, 90–99 (1982).
13. *Kieffer, F.*: Verbrauch an Mineralstoffen und Spurenelementen. In: Aebi, H., Blumenthal, A., Bohren-Hoerni, M., Brubacher, G., Frey, U., Müller, H.-R., Ritzel, G. und Stransky, M., Zweiter Schweizerischer Ernährungsbericht S. 81–88. Verlag H. Huber, Bern, Stuttgart, Wien 1984.
14. *Mordasini, C., Abetel, G., Lauterburg, H., Ludi, P., Perrenoud, J. P., Schmid, H. und Studer, H.*: Untersuchungen zum Kochsalzkonsum und zur Jodversorgung der schweizerischen Bevölkerung. *Schweiz. med. Wschr.* **114**, 1924–1929 (1984).

15. *Deutsche Gesellschaft für Ernährung*: Ernährungsbericht 1984. Frankfurt 1984.
16. Schlierf, G., Arab, L., Schellenberg, B., Oster, P., Mordasini, R., Schmidt-Gayk, H. and Vogel, G.: Salt and hypertension: data from the "Heidelberg study". *Am. J. Clin. Nutr.* **33**, 872–875 (1980).
17. Bull, N. L. and Buss, D. H.: Contributions of foods to sodium intakes. *Proc. Nutr. Soc.* **39**, 30A (1980).
18. Williams, D. R. R. and Bingham, S. A.: Sodium and potassium intakes in a representative population sample: estimation from 24 h urine collections known to be complete in a Cambridgeshire village. *Br. J. Nutr.* **55**, 13–22 (1986).
19. Clark, A. J. and Mossholder, S.: Sodium and potassium intake measurements: dietary methodology problems. *Am. J. Clin. Nutr.* **43**, 470–476 (1986).
20. Morgan, K. J., Zabik, M. E. and Stampely, G. L.: Amount and food sources of sodium intake by children. *Nutr. Res.* **5**, 239–252 (1985).
21. *Deutsche Gesellschaft für Ernährung*: Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. Umschau Verlag, Frankfurt 1985.
22. Spinnler, K. und Studer, H.: Die Jodversorgung in der Schweiz. In: Aebi, H., Blumenthal, A., Bohren-Hoerni, M., Brubacher, G., Frey, U., Müller, H.-R., Ritzel, G. und Stransky, M., Zweiter Schweizerischer Ernährungsbericht S. 299–307, Verlag H. Huber, Bern, Stuttgart, Wien 1984.
23. Arab, L., Schellenberg, B. and Schlierf, G.: Nutrition and health. A survey of young men and women in Heidelberg. *Annals Nutr. Metabol.* **26**, Suppl. 1 (1982).
24. Block, G., Dresser, C. M., Hartman, A. M. and Carroll, M. D.: Nutrient sources in the American diet: quantitative data from the NHANES II survey. *Am. J. Epidemiol.* **122**, 13–26 (1985).
25. Lindner, K. und Dworschak, E.: Für Serienuntersuchungen geeignete flammenphotometrische Methode zur Bestimmung von Kalium, Natrium, Calcium und Magnesium in Lebensmitteln. *Z. Lebensm. Unters.-Forsch.* **131**, 207–215 (1966).
26. Konrad, H.: Beitrag zur flammenphotometrischen Natrium- und Kaliumbestimmung in Milch. *Nahrung* **13**, 537–544 (1969).
27. Kablhofer, H.: Die Bestimmung von Kalium, Natrium, Calcium und Magnesium in Milch, Trockenmilch und Käse (Edamer) mit Hilfe der Atomabsorptionsspektralphotometrie. *Oesterr. Milchwirt.* **26**, 33–36 (Wiss. Beilage 5) (1971).
28. Coppini, D., Monzani, A., Parenti, C. e Pless, M.: Indagine spettrofotometrica di assorbimento atomico sul contenuto di alcuni elementi metallici nel formaggio Parmigiano Reggiano. *Scienza Tecnica lattiero-casearia* **30**, 263–279 (1979).
29. Jäger, H. und Tschager, E.: Ein Vergleich von Direkt-, Aufstock- und Titrationsverfahren zur Bestimmung von Chlorid bzw. Kochsalz in Milch, Käse und Salzbad mit Hilfe einer Chlorid-Selektiven Festkörpermembran-Elektrode. *Dtsch. Molk. Ztg.* **100**, 1658–1669 (1979).
30. Gregory, A. G.: Molar ratio of sodium and chloride in sweet-type whey and inability to determine sodium concentrations from chloride measurements. *J. Food Protect.* **49**, 285–289 (1986).
31. Wolfschoon-Pombo, A. F., De Lima, A. and Emaldi, G. C.: A cryoscopic method for salt (NaCl) content determination in butter. *Milchwissenschaft* **38**, 349–351 (1983).
32. Dixon, B. D.: Determination of salt in cheese. Rapid methods for laboratory and factory. *Aust. J. Dairy Technol.* **20**, 67–70 (1965).
33. *Association of Official Analytical Chemists*: Official methods of analysis. *Offic. Anal. Chem.*, Washington 1985.



34. *Randell, A. W. and Linklater, P. M.*: The rapid analysis of Cheddar cheese. 1. The determination of salt content using an electrode specific for chloride ion. *Aust. J. Dairy Technol.* **27**, 51–53 (1972).
35. *McNaught, R.*: Salt analysis in cheese products by ion selective electrode method. *Dairy Field* **164**, 86 (1981).
36. *Holsinger, V. H., Posati, L. P. and Pallansch, N. J.*: Rapid determination of chloride concentration of cheese by use of a pungor electrode. *J. Dairy Sci.* **50**, 1189–1193 (1967).
37. *Kindstedt, P. S., Mattick, L. R. and Kosikowski, F. V.*: Simple selective sodium ion electrode measure of sodium in cheese. *J. Dairy Sci.* **66**, 988–993 (1983).
38. *Florence, E.*: Determination of sodium in salted foods using an ionselective electrode. *Analyst* **111**, 571–573 (1986).
39. *Johnson, M. E. and Olson, N. F.*: A comparison of available methods for determining salt levels in cheese. *J. Dairy Sci.* **68**, 1020–1024 (1985).
40. *Kindstedt, P. S. and Kosikowski, F. V.*: Measurement of sodium chloride in cheese by a simple sodium ion electrode method. *J. Dairy Sci.* **67**, 879–883 (1984).
41. *Collomb, M. and Steiger, G.*: Automated methods for potentiometric determinations in dairy products, especially sodium chloride in cheese. Challenges to contemporary dairy analytical techniques. Special Publ. No. 49, pp. 185–191, Royal Society of Chemistry, London 1984.
42. *Becker, W. und Zausch, G.*: Natrium-, Kalium- und Calcium-Tabellen von Lebensmitteln. *Dtsch. med. J.* **12**, 26–28 (1961).
43. *Florence, E., Milner, D. F. and Harris, W. M.*: Nutrient composition of dairy products. II. Creams. *J. Soc. Dairy Technol.* **37**, 16–18 (1984).
44. *Wong, N. P., LaCroix, D. E. and Alford, J. A.*: Mineral content of dairy products. I. Milk and milk products. *J. Am. Diet. Ass.* **72**, 288–291 (1978).
45. *Feeley, R. M., Criner, P. E., Murphy, E. W. and Toepfer, E. W.*: Major mineral elements in dairy products. *J. Am. Diet. Ass.* **61**, 505–510 (1972).
46. *Juarez, M., Martinez-Castro, I., Ramos, M. and Martin-Alvarez, P. J.*: Composition of milk in Spain. 2. Ash, sodium, potassium and nitrogen fractions. *Milchwissenschaft* **34**, 149–151 (1979).
47. *Morre, J. et Franck, M.*: Sodium et potassium dans les aliments de régime et dans ceux du nourrisson. *Bull. Acad. Vét.* **47**, 441–443 (1974).
48. *Demott, B. J., Hitchcock, J. P. and Sanders, O. G.*: Sodium concentration of selected dairy products and acceptability of a sodium substitute in Cottage cheese. *J. Dairy Sci.* **67**, 1539–1543 (1984).
49. *Souci, S. W., Fachmann, W. und Kraut, H.*: Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert-Tabellen 1981/82. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart 1981.
50. *Cremer, H.-D., Aign, W., Elmadfa, I., Muskat, E. und Schäfer, H.*: Die grosse Nährwert-Tabelle. Gräfe und Unzer, München 1984.
51. *Elmadfa, I., Fritzsche, D. und Cremer, H.-D.*: Die grosse Vitamin- und Mineralstoff-Tabelle. Gräfe und Unzer, München 1984.
52. *Documenta Geigy*: Wissenschaftliche Tabellen, 8. Auflage, Ciba-Geigy, Basel 1977.
53. *Paul, A. A. and Southgate, D. A. T.*: McCance and Widdowson's the composition of foods. Her Majesty's Stationery Office, London 1978.
54. *Renner, E. und Renz-Schauen, A.*: Nährwerttabellen für Milch und Milchprodukte. Verlag B. Renner, Giessen 1986.
55. *Comberg, G. und Gröning, M.*: Die Einwirkung der Umwelt auf die Milchbestandteile. *Milchwissenschaft* **22**, 274–281 (1967).

56. *Renner, E.*: Milch und Milchprodukte in der Ernährung des Menschen. Volkswirtschaftlicher Verlag, München 1982.
57. *Hardy, J.*: L'activité de l'eau et le salage des fromages. In: Eck, A., Le fromage p. 37–61, Lavoisier, Paris 1984.
58. *Kurmann, J. L., Gehriger, G., Flückiger, E., Steffen, C. und Kaufmann, H.*: Die Salzbadbehandlung der Emmentaler bei verschiedenen Temperaturen. Schweiz. Milchztg. **102**, 57–58 (1976).
59. *Mair-Waldburg, H. und Heinrich, C.*: Zum Kochsalzgehalt des Emmentalers. Dtsch. Molk. Ztg. **87**, 1142–1147 (1966).
60. *Koch, M. J. und Prestel, A.*: Über ein Verfahren zur Erhöhung des Kochsalzgehaltes im Emmentaler. Dtsch. Molk. Ztg. **97**, 744–748 (1976).
61. *Mayr, A.*: Zur Kochsalzkonzentration in Emmentalerkäse. Dtsch. Molk. Ztg. **97**, 493–496 (1976).
62. *Resmini, P., Volonterio, G., Annibaldi, S. e Ferri, G.*: Studio sulla diffusione del sale nel formaggio Parmigiano-Reggiano mediante l'uso di  $\text{Na}^{36}\text{Cl}$ . Scienza Tecnica Latt.-Cas. **25**, 149–166 (1974).
63. *Jensen, O. und Plattner, E.*: Beitrag zur Käseanalyse. Landwirt. Jahrbuch Schweiz **20**, 419–436 (1906).
64. *Koestler, G.*: Zur Kenntnis der Teigeigenschaften des Emmentalerkäses. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **29**, 188–201 (1938).
65. *Koestler, G.*: Zustandsanalytische Betrachtungen am Gel des Emmentalerkäses. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **33**, 33–47 (1942).
66. *Koestler, G.*: Über Teigverschiedenheiten in ein und demselben Emmentalerkäse. Landwirt. Jahrbuch Schweiz **57**, 266–289 (1943).
67. *Koestler, G.*: Das Werden des Käses im Spiegel wissenschaftlicher Erkenntnis. Die Schweiz. Milchwirtschaft, Thun, 428–439 (1948).
68. *Erbacher, E.*: Die Qualität der Käse in ihrer Abhängigkeit von Trockenmasse und Kochsalz. Süddtsch. Molk. Ztg. **70**, 973–975 (1949).
69. *Sturm, W.*: Über den Kochsalzgehalt einiger schweizerischer Käsesorten. Schweiz. Milchztg. **89**, 210 (1963).
70. *Sabli, K. W.*: Bakteriologisch-chemische Untersuchungen aus fehlerhaften, handels- und konsumreifen Emmentalerkäsen. Schweiz. Milchztg. **94**, 997–1012 (Wiss. Beilage Nr. 119) (1968).
71. *Rothenbühler, E.*: Der Kochsalzgehalt des Emmentalerkäses heute, im Vergleich zu früher. Schweiz. Milchztg. **96**, 1047–1051 (Wiss. Beilage Nr. 122) (1970).
72. *Mair-Waldburg, H.*: Handbuch der Käse. Volkswirtschaftlicher Verlag, Kempten 1974.
73. *Maurer, L.*: Natriumchloridgehalt in Emmentalerkäse und dessen Beziehung zu Käsefehlern. Milchwirt. Ber. 113–114 (47) (1976).
74. *Maurer, L. und Stock, H.*: Der Natriumchloridgehalt österreichischer Emmentalerkäse und dessen Beziehung zu Käsefehlern. Oest. Milchwirt. **32**, 1–2 (Wiss. Beilage Nr. 1) (1977).
75. *Steiger, G. und Flückiger, E.*: Vergleichende Untersuchungen in Emmentalerkäsen mit und ohne Nachgärung. V. Chemische und physikalische Untersuchungen. Schweiz. Milchw. Forsch. **8**, 39–43 (1979).
76. *Steffen, C., Bühlmann, C., Schnider, J., Schär, H. und Rentsch, F.*: Vergleichende Untersuchungen in Emmentalerkäsen mit und ohne Nachgärung. I. Probenerhebung, statistische Auswertung und Fabrikationsdaten. Schweiz. Milchw. Forsch. **8**, 3–8 (1979).

77. *Oehen, V.*: Kommen «Salzsiebli» und «Salzbürste» zu neuen Ehren? Schweiz. Milchztg. 95, 56 (1969).
78. *Mair-Waldburg, H.* und *Hefele, B.*: Fragen zur Rolle des Kochsalzgehaltes im Käse. Dtsch. Molk. Ztg. 91, 2410–2411 (1970).
79. *Steffen, C., Glättli, H., Steiger, G., Flückiger, E., Bühlmann, C., Lavanchy, P.* und *Nick, B.*: Vergleichende Untersuchungen von Greyerzerkäse mit und ohne Nachgärung. I. Bakteriologische, biochemische, chemische und rheologische Untersuchungen. Schweiz. Milchw. Forsch. 9, 19–27 (1980).
80. *Steffen, C., Glättli, H., Steiger, G., Flückiger, E., Bühlmann, C., Lavanchy, P., Nick, B.* und *Schnider, J.*: Vergleichende Untersuchungen von Sbrinzkäsen mit und ohne Nachgärung. Schweiz. Milchw. Forsch. 10, 3–11 (1981).
81. *Dubach, O.* und *Bachmann, M. R.*: Verwendung von kessiuunabhängigen Kulturen für die Saanen-Hobelkäsefabrikation. 2. Der Reifungsverlauf. Schweiz. Milchw. Forsch. 13, 9–13 (1984).
82. *Steffen, C., Glättli, H., Steiger, G., Flückiger, E., Rüegg, M., Bühlmann, C., Lavanchy, P., Nick, B., Schnider, J.* und *Rentsch, F.*: Vergleichende Untersuchungen von Rohmilchtilsiterkäsen mit und ohne Nachgärung. Schweiz. Milchw. Forsch. 11, 51–61 (1982).
83. *Zollikofer, E.*: Chemisch-bakteriologische Studien über die Reifungsvorgänge in Appenzeller-Räskäse. Schweiz. Milchztg. 68, 123–124 (1942).
84. *Steffen, C., Glättli, H., Steiger, G., Flückiger, E., Bühlmann, C., Lavanchy, P., Nick, B., Schnider, J.* und *Rentsch, F.*: Vergleichende Untersuchungen von Appenzellerkäsen mit und ohne Nachgärung (bakteriologische, biochemische, chemische und rheologische Analysen). Schweiz. Milchw. Forsch. 10, 51–58 (1981).
85. *Gallmann, P.*: Einfluss der Rohmilchflora auf die biochemischen Vorgänge der Käserreifung am Beispiel von Raclette-Käse aus pasteurisierter und roher Milch. Dissertation ETH Nr. 6972 (1982).
86. *Wong, N. P., LaCroix, D. E.* and *Alford, J. A.*: Mineral content of dairy products. II. Cheeses. J. Am. Diet. Ass. 72, 608–611 (1978).
87. *Pearce, K. N.* and *Gilles, J.*: Composition and grade of Cheddar cheese manufactured over three seasons. New Zeal. J. Dairy Sci. Technol. 14, 63–71 (1979).
88. *Araya, C. A. de, Farah, M., Zucarelli, M. T.* and *Masson, L.*: [Content of sodium and potassium in some Chilean foods]. Arch. Latinoam. Nutr. 31, 146–155 (1981), zit. DSA 44, 138 (1982).
89. *Florence, E., Milner, D. F.* and *Harris, W. M.*: Nutrient composition of dairy products. I. Cheeses. J. Soc. Dairy Technol. 37, 13–16 (1984).
90. *Marcos, A., Millan, R., Esteban, M. A., Alcalá, M.* and *Fernandez-Salguero, J.*: Chemical composition and water activity of Spanish cheeses. J. Dairy Sci. 66, 2488–2493 (1983).
91. *Zollikofer, E.* und *Fuchs, A.*: Der Toggenburger-Ploderkäse. Schweiz. Milchztg. 74, 477 (1948).
92. *Zollikofer, E.* und *Juri, R.*: Der Piorakäse. Schweiz. Milchztg. 75, 17, 29, 41 (1949).
93. *Flückiger, E., Schilt, P.* und *Lowe, A.*: Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung in der Schweiz hergestellter konsumreifer Weichkäse. Schweiz. landw. Forsch. 11, 13–26 (1972).
94. *Schulz, M. E.* und *Kay, H.*: Auswertung von Käse-Analysen für die Camembert- und Brikäse-Herstellung. Dtsch. Molk. Ztg. 77, 1385–1387 (1956).
95. *Wyatt, J. C.*: Comparison of sodium and sodium/potassium salt mixtures in processed vegetables. J. Food Sci. 46, 302–303 (1981).
96. *Wyatt, J. C.* and *Ronan, K.*: Evaluation of potassium chloride as a salt substitute in bread. J. Food Sci. 47, 672–673 (1982).

97. *Maurer, A. J.*: Reduced sodium usages in poultry muscle foods. *Food Technol.* **37**, 60–65 (7) (1983).
98. *Terrell, R. N.*: Reducing the sodium content of processed meats. *Food Technol.* **37**, 66–71 (7) (1983).
99. *Lindsay, R. C., Hargett, S. M. and Bush, C. S.*: Effect of sodium/potassium (1:1) chloride and low sodium chloride concentrations on quality of Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* **65**, 360–370 (1982).
100. *Wyatt, J. C.*: Acceptability of reduced sodium in breads, Cottage cheese, and pickles. *J. Food Sci.* **48**, 1300–1302 (1983).
101. *Fitzgerald, E. and Buckley, J.*: Effect of total and partial substitution of sodium chloride on the quality of Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* **68**, 3127–3134.
102. *Green, M. L.*: Effect of replacing part of the sodium chloride in Cheddar cheese by sodium or potassium phosphates on ripening, flavour and texture. *J. Dairy Res.* **53**, 329–332 (1986).
103. *Milchstatistik der Schweiz 1985. Statistische Schriften des Schweiz. Bauernsekretariates Nr. 150* (1986).
104. *Parrott-Garcia, M. and McCarron, D. A.*: Calcium and hypertension. *Nutr. Rev.* **42**, 205–213 (1984).
105. *Henry, H. J., McCarron, D. A., Morris, C. D. and Parrott-Garcia, M.*: Increasing calcium intake lowers blood pressure: The literature reviewed. *J. Am. Diet. Ass.* **85**, 182–185 (1985).

Dr. R. Sieber  
Dr. M. Collomb  
G. Steiger  
Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft  
CH-3097 Liebefeld