

# DAS SALZ UND SEINE BEDEUTUNG

Diskussionsgruppen



## Index

1. Einleitung	2
2. Einfluss von Salz auf die sensorische Qualität von Lebensmitteln	3
3. Das Salz in der Ernährung	3
3.1 Die Funktion des Salzes NaCl	3
3.2 Konsum und Empfehlungen	3
3.3 Mit hohem Salzkonsum assoziierte Krankheiten	4
4. Möglichkeiten, den Natriumgehalt von Käse zu reduzieren	5
5. Das Salzen von Käse	6
5.1 Salzabsorption des Käses	6
5.2 Salzungsmethoden	7
5.3 Salzdifffusion	8
5.4 Möglichkeiten für eine Beschleunigung der Käsesalzung	9
6. Bedeutung des Salzes in der Käsetechnologie	10
6.1 Einfluss auf Geschmack und Aroma	10
6.2 Einfluss auf die Oberfläche, die Rindenbildung und die Schmierflora	10
6.3 Teigkonsistenz und Teigstruktur	10
6.4 Gewichtsverluste	10
6.5 Entwicklung der Mikroflora im Teig	11
7. Salz als «Hemmstoff» für Propionsäurebakterien	12
7.1 Hemmung der Propionsäuregärung in Cheddar mit Hilfe von NaCl	12
7.2 Hemmung von Propionsäurebakterien mit NaCl in einem Modell-Gruyère	13
8. Momentan für Käsereien empfohlene Salze und ihre Zusätze	14
9. Verwendung von jodiertem Salz	15
9.1 Deklarationen im Zusammenhang mit der Verwendung von Salz in der Schweiz	15
10. Zusammenfassung	16
11. Quellen	17

## 1. Einleitung

Salz ist bereits seit der Frühgeschichte für seine Eigenschaften als Würz- und Konservierungsstoff für Nahrungsmittel bekannt. Es wirkt geschmacksverstärkend, wodurch sich seine weit verbreitete Verwendung in der Küche erklärt. Auch bei der Herstellung von Käse ist Salz, im Hinblick auf Geschmack und Qualität, ein unentbehrliches Element.

Im vorliegenden Artikel wird Salz unter verschiedenen Aspekten behandelt und es wird auf seine Bedeutung in der Ernährung und in der Käsetechnologie eingegangen.

## 2. Einfluss von Salz auf die sensorische Qualität von Lebensmitteln

Heutzutage wird salzig ebenso wie süß, sauer, bitter und umami (Träger des Geschmacks umami ist z.B. Natriumglutamat) als eine Basisgeschmacksrichtung betrachtet. Die Geschmäcker, die von Molekülen, welche im Speichel gelöst sind, hervorgerufen werden, nimmt der Mensch in der Mundhöhle über die sogenannten Geschmackspapillen wahr. Die für die Geschmackserkennung verantwortlichen Mechanismen sind seit Jahrzehnten Thema wissenschaftlicher Arbeiten. Über die Mechanismen für das Erkennen von Süße und Bitterkeit liegen recht gute Erkenntnisse vor, im Hinblick auf die Wahrnehmung von Salzigkeit sind jedoch noch zahlreiche Fragen offen. Die menschliche Wahrnehmung von Salz bezieht sich gewöhnlich auf die sensorische Wahrnehmung von Natriumchlorid (NaCl). Anscheinend dringen die Natriumionen über Ionenkanäle, die sich in der Membran befinden, in die sensorischen Zellen der Geschmackspapillen ein. Auf welche Weise genau die Rezeptoren der Geschmackszellen die chemische Information des Natriumions in elektrische Nervenreize umwandeln, ist ein aber noch immer ein Rätsel, das darauf wartet, gelöst zu werden.

Salz, um genauer zu sein Natrium, verfügt im Hinblick auf den Geschmack über zwei verschiedene Merkmale. Das erste und bekanntere ist seine Fähigkeit, den salzigen Geschmack hervorzurufen. Die meisten Erwachsenen und Kinder mögen Salziges. Dies ist eine angeborene Reaktion, die wahrscheinlich widerspiegelt, dass Salz lebensnotwendig ist. Hinzu kommt eine Vorliebe für Salziges, die der Mensch vor allem in seiner Kindheit erwirbt und welche eine im Verhältnis zum effektiven Bedarf zu hohe Salzzufuhr zur Folge hat.

Das zweite Merkmal des Salzes ist seine Wechselwirkung mit Komponenten des Flavours, worunter wir die Kombination aus Geschmack, Aroma und so genannt trigeminaler Wahrnehmungen (scharf, brennend, kühlend usw.) verstehen. Diese Wechselwirkung nutzen wir zur Verbesserung sensorischer Eigenschaften von Lebensmitteln. So ist Salz ein leistungsstarker Suppressor zahlreicher bitterer Substanzen und verstärkt die Wahrnehmung von Zucker. Ausserdem wirkt Salz geschmacksverstärkend. Aus diesen Gründen wird Salz systematisch zu verarbeiteten Lebensmitteln hinzugefügt.

Momentan konzentrieren sich die Forschungsarbeiten auf die Eigenschaften der Ionenkanäle, die wahrscheinlich aus drei bis vier Untereinheiten bestehen. Das Bedürfnis, das Rätsel um die Wahrnehmung des Salzgeschmacks zu lösen, hat aufgrund der mit übermäßigem Salzgenuss in Verbindung stehenden Gesundheitsprobleme beträchtlich an Bedeutung gewonnen.

## 3. Das Salz in der Ernährung

### 3.1 Die Funktion des Salzes NaCl

Kochsalz ist die chemische Verbindung der Elemente Natrium (Na) und Chlor (Cl), die wichtige Funktionen im menschlichen Körper übernehmen. So ist Natrium unter anderem verantwortlich für die Regulation des Wasserhaushaltes und des osmotischen Druckes in den Zellen und ist bei der Regulation des Säure-Basen-Haushaltes beteiligt. Auch für die Erregbarkeit von Muskeln und Nerven ist Natrium wichtig. Ebenso ist Chlorid für den Säure-Basen-Haushalt von Bedeutung. Der physiologische Salzbedarf des Menschen ist bisher nicht genau definiert worden. Der Minimalbedarf an Natrium, resp. Chlorid liegt für Erwachsene bei 550 mg und 830 mg, was gerade mal 1,4 g Kochsalz entspricht.

### 3.2 Konsum und Empfehlungen

In der Schweiz liegt die Salzaufnahme im Bereich 7 bis 13 g pro Tag und Person und sollte laut offiziellen Empfehlungen langfristig auf 6 g reduziert werden können. Bei der Salzreduktion darf aber nicht vergessen werden darf, dass Salz in der Schweiz eine der wichtigsten Jodquellen darstellt.

Brot, Käse, Suppen, Fertigmahlzeiten und Fleischerzeugnisse sind die Lebensmittelgruppen, die am meisten zum täglichen Salzkonsum beitragen. Wie viel die einzelnen Lebensmittel jedoch zum Salzkonsum genau beitragen, ist schwierig abzuschätzen. Bisherige Berechnungen basieren auf Verbrauchszahlen; etwa 70-80% des Salzkonsums geht zu Lasten der verarbeiteten Lebensmittel, ca. 15-20% nimmt man über den natürlichen Salzgehalt der Lebensmittel auf und den Rest über die Salzzugabe beim Essen.

### 3.3 Mit hohem Salzkonsum assoziierte Krankheiten

Oftmals wird Salz als erstes mit Bluthochdruck (Hypertonie) assoziiert. Hypertonie ist die wohl bekannteste, aber nicht die einzige Thematik betreffend Salz und Gesundheit. Auch andere Krankheiten wurden mit einer zu hohen Natriumzufuhr in Verbindung gebracht. Weitere wissenschaftliche Abklärungen sind jedoch nötig, um sichere Aussagen treffen zu können. Meist werden negative gesundheitliche Effekte nicht einzelnen salzhaltigen Lebensmitteln zugeschrieben, sondern dem Salz per se.

Schweizweit weisen ca. 40% der Männer und 25% der Frauen einen erhöhten Bluthochdruck auf, wobei das Vorkommen mit dem Alter steigt. Hypertonie ist ein erheblicher Risikofaktor für Herz-Kreislaufkrankungen, welche nebst der häufigsten Zivilisationskrankheit gleichzeitig auch die häufigste Todesursache in der Schweiz ist. Die Ursachen für Hypertonie sind vielschichtig und beinhalten die Überproduktion bestimmter Hormone, Gefässveränderungen, Diabetes, Übergewicht und verschiedene Ernährungsfaktoren. Übergewicht und Ernährung sind beeinflussbare Einflüsse und stellen deshalb einen Ansatz (nebst medikamentöser Behandlung) zur Senkung des Blutdruckes dar. Ein hoher Natrium- (z.B. salzhaltige Lebensmittel) und tiefer Kalium- (z.B. Früchte, Gemüse) und Kalzium- (z.B. Milchprodukte) Konsum begünstigt je nach Veranlagung einen erhöhten Blutdruck. Jedoch nicht alle Leute reagieren in gleicher Weise auf einen hohen, resp. tiefen Salzkonsum. Salzempfindliche Patienten reagieren auf eine erhöhte Salzzufuhr mit einer Blutdruckerhöhung, wohingegen dieser bei salzunempfindlichen Leuten nicht beeinflusst wird. Es gibt jedoch keine allgemeine Definition für die Salzempfindlichkeit und die Mechanismen sind auch noch nicht geklärt. Es wird geschätzt, dass rund 15% der Personen mit normalem Blutdruck salzempfindlich sind, während der Anteil bei den Hypertonie-Patienten bei rund 50 – 60% liegt. Aufgrund der abnehmenden Nierenfunktion wird wahrscheinlich ein grosser Teil der älteren Leute (ca. > 65 Jahre) salzempfindlich. Es profitieren somit „nur“ die salzempfindlichen Patienten von einer Salzreduktion in der Ernährung. Dass eine bevöl-

kerungsweite Reduktion des Salzkonsums gesundheitliche Vorteile bringt, ist nicht bewiesen und von Experten umstritten. Es scheint aber bestimmte Bevölkerungsgruppen (z.B. salzempfindliche Hypertoniker) zu geben, bei denen sich eine Salzreduktion durchaus positiv auswirkt.

Bevölkerungsstudien über den Zusammenhang von Salzzufuhr und Bluthochdruck ergaben einander widersprechende Resultate.

Es gibt andere Salze, wie zum Beispiel das Kaliumchlorid, welches als Begleitkomponente auch in unraffiniertem Speisesalz enthalten ist, die als Ersatz für Kochsalz verwendet werden können, um einen Überkonsum von Natrium zu vermeiden. Leider sind diese Salze wenig verbreitet, und sie sind teurer und weisen weitere Nachteile auf (siehe Abschnitt 4, unten).

#### 4. Möglichkeiten, den Natriumgehalt von Käse zu reduzieren

Durch die Verwendung von Substitutionssalzen, lässt sich Käse herstellen, der für Personen geeignet ist, welche krankheitsbedingt eine salzarme Diät einzuhalten haben. In der Lebensmittelindustrie wird dafür am häufigsten Kaliumchlorid verwendet. Kaliumchlorid wird im Mund aber nicht nur salzig, sondern zusätzlich auch als bitter oder «metallisch» wahrgenommen.

Die Versuche von ALP haben gezeigt, dass Salz (NaCl) im Käse durch Kaliumchlorid (KCl) ersetzt werden kann; der NaCl-Gehalt im Käse sinkt linear mit der Erhöhung des Anteils von KCl in der Salzlake. Tabelle 1 zeigt die Analysenergebnisse der Versuchskäse.

Tabelle 1: Zusammensetzung von reifem Raclettekäse

Varianten (n=4)	Fett	Wasser	pH-Wert	NaCl	Natrium	Kalium
	[g/kg]	[g/kg]		[g/kg]		
Kontrolle (nur NaCl)	259.75	465.88	5.37	23.95	9.41	0.82
KCl 10 %	259.13	465.13	5.33	20.90	8.22	2.53
KCl 20 %	260.38	461.75	5.46	17.41	6.84	3.97
KCl 30 %	254.38	470.88	5.36	16.47	6.47	5.88
p-Wert (Varianten)	n.s.	n.s.	*	***	***	***

\*  $p \leq 0.05$ ; \*\*  $p \leq 0.01$ ; \*\*\*  $p \leq 0.001$ ; n.s. nicht signifikanter Einfluss der Varianten

Maximal 30 % Salz (NaCl) konnten durch Kaliumchlorid ersetzt werden. Wurde das Verhältnis weiter erhöht, wurde der Käse zu bitter, wie in Abbildung 1 ersichtlich ist.

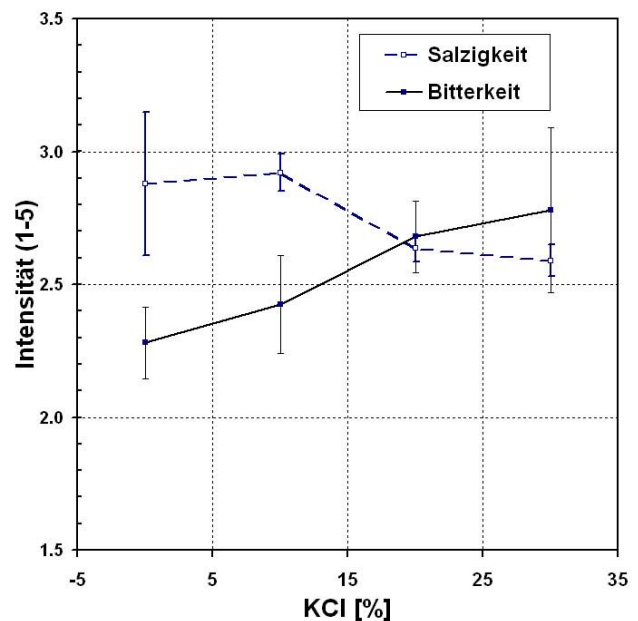


Abb. 1 : Salzigkeit und Bitterkeit in reifem Raclettekäse in Abhängigkeit vom KCl-Anteil im Salzwasser

#### Wichtiger Hinweis

Wird Kaliumchlorid (KCl) zum teilweisen Ersatz von Kochsalz (NaCl) eingesetzt, so muss der Salzgehalt im Käse mittels einer Natriumanalyse bestimmt werden. Die praxisübliche Bestimmung des Kochsalzgehaltes anhand einer Chloridanalyse führt zu falschen, d.h. zu überhöhten Resultaten!

## 5. Das Salzen von Käse

### 5.1 Salzabsorption des Käses

Ein Versuch mit dem Ziel, die Salzabsorption von Appenzeller besser kennen zu lernen, zeigte, dass diese von der Verweildauer des Käses im Salzbad, dem Salzgehalt des Käse-Pflegewassers und dem Wassergehalt des Käses vor dem Salzbad beeinflusst wird. Ausserdem wurde bestätigt, dass die Salzgehalte nach dem Salzbad durch die Verwendung von mehr oder weniger gesalzenem Pflegewasser ausgeglichen werden können.

Generell lässt sich hinsichtlich des Geschmacks feststellen, dass eine Salzkonzentration von 3.5 bis 4.5 % in der Flüssigphase des Käses ideal ist.

Ausgehend vom absoluten Salz- und Wassergehalt des Käses kann die Salzkonzentration in der wässrigen Phase (allgemein Salz im Wasser genannt) nach folgender Formel berechnet werden :

$$\text{NaCl in der wässrigen Phase [g/100g]} = \frac{\text{Salzgehalt des Käses [g/kg]} \times 100}{\text{Wassergehalt des Käses [g/kg]}}$$

Rechenbeispiel für einen Hartkäse:

Absoluter NaCl-Gehalt: 15 g/kg  
Wassergehalt: 359 g/kg  
Salzkonzentration in der wässrigen Phase: 4.17 g/100g

$$\frac{15 \times 100}{359} = 4.17 \text{ g/100g}$$

Tabelle 2: Ideale Salzgehalte verschiedener Käsesorten

Käsesorte	Absoluter Salzgehalt [g/kg]
Sbrinz	von 16 bis 20
Gruyère	von 13 bis 16
Emmental	von 3 bis 5
Tête de moine	von 17 bis 21
Tilsit	von 14 bis 16
Appenzeller	von 14 bis 18
Raclette	von 15 bis 19
Vacherin fribourgeois	von 15 bis 18
Vacherin Mont-d'or	von 12 bis 15
Reblochon	von 14 bis 17
Camembert	von 15 bis 18

Die in der Tab. 2 angegebenen Bandbreiten sind enger als die in den Pflichtenheften der verschiedenen Käsesorten genannten Gehaltsbereich. Aus Sicht der Käsequalität gelten dies Gehalte jedoch als optimal.

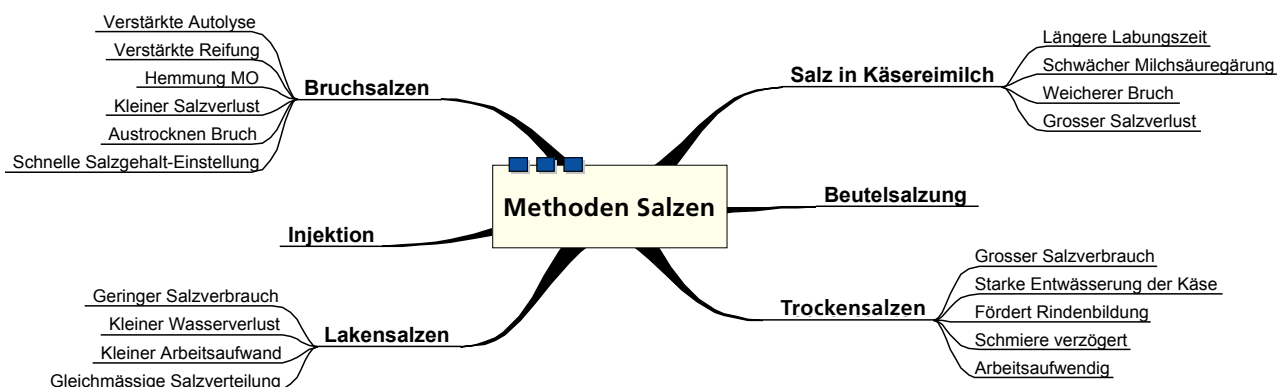
Tabelle 3 : Salz- und Wassergehalte von verschiedenen Schweizer Käsesorten (Mittelwerte aus ALP-Datei)

Sorte	NaCl		Wasser		Salz im Wasser	Tägliche Salzzufuhr mit 50g Käse
	[g/kg]		[g/kg]		%	% des Tagessolls*
<b>Emmental</b>	<b>4,29</b>	<b>± 0,76</b>	<b>350</b>	<b>± 8</b>	<b>1.2</b>	<b>6 %</b>
Hüttenkäse	8,17	± 1,11	786	± 19	1.0	11 %
Brie	12,76	± 1,59	514	± 27	2.5	17 %
Vacherin fribourgeois	12,76	± 1,94	423	± 29	3.0	17 %
Tilstit past.	13,87	± 2,02	420	± 22	3.3	18 %
<b>Gruyère</b>	<b>14,88</b>	<b>± 2,27</b>	<b>359</b>	<b>± 11</b>	<b>4.1</b>	<b>20 %</b>
Appenzeller	15,63	± 2,02	396	± 13	3.9	21 %
Vacherin Mont d'Or	17,07	± 4,06	568	± 16	3.0	22 %
Tilsit aus Rohmilch	17,40	± 2,02	396	± 16	4.4	23 %
Sbrinz	17,90	± 2,77	319	± 09	5.6	24 %
Tomme	18,13	± 2,87	550	± 38	3.3	24 %
Raclette past.	18,36	± 1,49	414	± 20	4.4	24 %
Limburger	19,14	± 6,88	559	± 18	3.4	25 %
Reblochon	20,17	± 4,82	517	± 34	3.9	27 %
Appenzeller ¼-fett	20,43	± 5,04	482	± 17	4.2	27 %
Camembert	22,47	± 12,5	521	± 31	4.3	30 %
Tête de Moine	23,43	± 2,87	352	± 22	6.7	31 %

\* Tagessoll = Idealwert von 3800mg NaCl pro Tag gemäss Ernährungsempfehlungen

## 5.2 Salzungsverfahren

In der industriellen Milchverarbeitung werden verschiedene Arten der Salzung angewandt:



Die am weitesten verbreitete Salzungsverfahren ist das Salzbad, wobei meist zusätzliches Salz während der Pflege hinzugefügt wird.

### 5.3 Salzdifffusion

Das Salz breitet sich nur sehr langsam ins Innere des Käse-laibes aus. Bei Gruyère werden beispielsweise 90 Tage benötigt, damit sich das Salz gleichmässig in der ganzen Käsemasse verteilt. Gruyère nimmt ungefähr 50 % des Salzes während seines Verweils im Salzbad auf, 30 % während der Käsepflege in den ersten 10 Tagen und den Rest während der Pflege bis zu 3 Monaten.

Um mehr Kenntnisse über die Ausbreitung des Salzes zu gewinnen, wurden bei ALP neun im Winter und neun im Sommer hergestellte Laibe Gruyère untersucht. Es wurde je eine Probe gezogen nach 3, 10, 30, 60, 90, 120, 150 und 180 Tagen Reifung. Diese Proben wurden so verarbeitet, dass man wie in Abb. 2 dargestellt drei Zonen erhielt (0.5 cm Rinde wurden entfernt). In den verschiedenen Zonen wurde der Wasser- und Salzgehalt analysiert, wodurch sich die Salzdifffusion von der Rinde bis ins Käseinnere verfolgen liess.

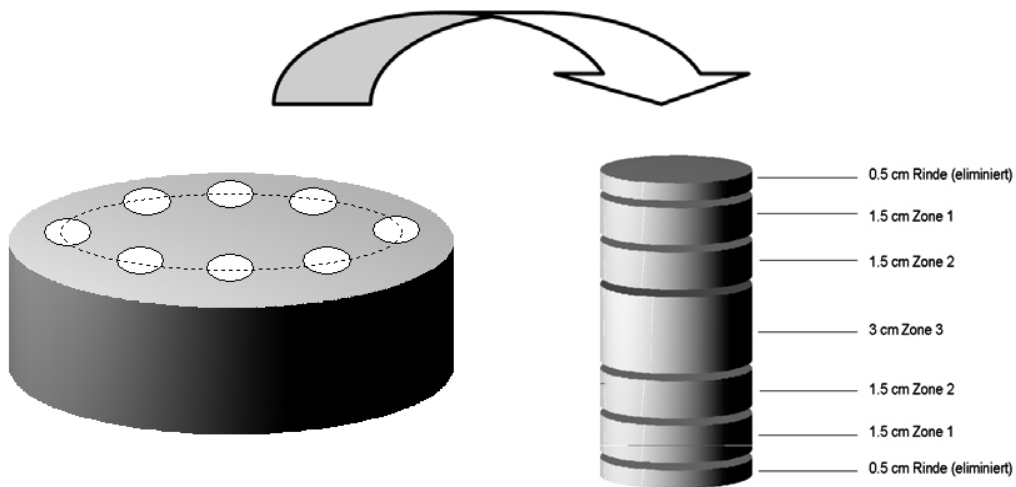


Abb. 2 : Probennahme beim Salzdifffusionsversuch im Gruyère.

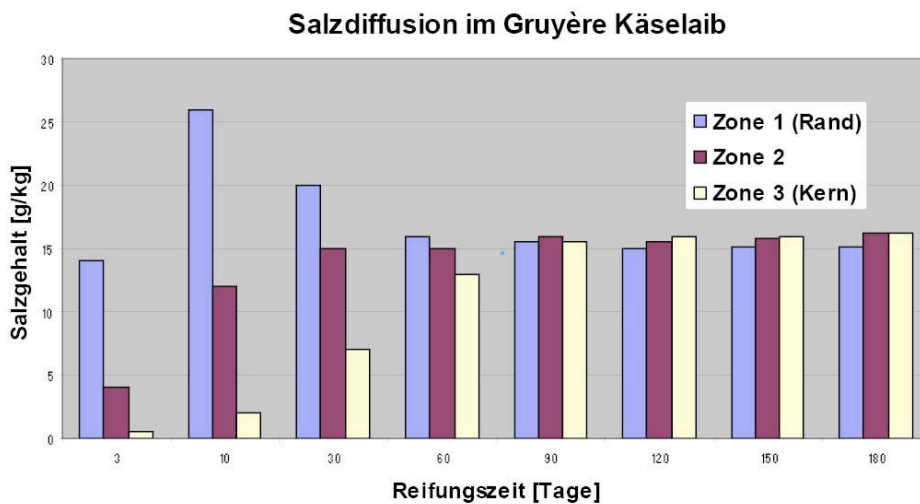


Abb. 3 : Salzdifffusion in den verschiedenen Zonen im Gruyère.



Bei genauer Bestimmung der für das Salzen und die Pflege des Käses verwendeten Salzmenge liessen sich bei den 18 untersuchten Käseläuben keine saisonalen Unterschiede bezüglich der absorbierten Salzmenge feststellen.

Das Salz diffundiert sehr langsam ins Innere der Laibe. Es werden etwa 90 Tage benötigt, um in allen 3 Zonen eine annähernd gleiche Konzentration zu erreichen.

Zu Beginn der Käsereifung lässt sich die Wirkung der Salzens in Zone 1 gut erkennen. Hingegen enthält diese Zone am Ende der Reifung weniger Salz als die beiden anderen Zonen. Dieses Phänomen lässt sich dadurch erklären, dass die Käse in der späteren Phase der Reifung mit reinem Wasser (ohne Salzzusatz) gepflegt werden.

### Schlussfolgerungen aus dem Versuch

Salz wird von Käse nicht in gleichmässiger Weise absorbiert.

Die Faktoren, welche die Diffusionsgeschwindigkeit des Salzes beeinflussen, sind folgende:

- Langsame Säuerung (hoher pH-Wert nach 2 und 4 Stunden) → schnellere Diffusion des Salzes
- Hoher Milchsäuregehalt nach 24 Stunden → schnellere Diffusion de Salzes
- Hoher Wassergehalt, tiefer Fettmassegehalt, hoher Wff → schnellere Diffusion des Salzes
- Höhe der Laibe

Der Käser kann den Salzgehalt des Käses zielgenau steuern, wenn er die folgenden Punkte beherrscht:

- Gleichmässigkeit des Wassergehaltes im Käse
- Konstante Säuerung
- Gleichmässigkeit der Höhe der Käseläube
- Optimale Dauer des Salzbadaufenthaltes
- Dosierung der Trockensalzung
- Kenntnis und Einhaltung des Salzgehaltes im Pflegewasser

Die Dauer der Salzung im Salzbad ist sehr unterschiedlich und hängt von den folgenden Faktoren ab:

- Salzkonzentration der Lake (empfohlene Konzentration 22° Bé)

- Umrühren der Salzlake.

Das Umrühren der Salzlake birgt zwei Vorteile: ausgeglichene Temperaturen im Salzbad und eine Minimierung der salzärmeren Grenzschicht zwischen Käse und Salzlake.

- Volumen des Käseläubes (Verhältnis zwischen Oberfläche und Gewicht des Käses)

Das Volumen und die mit der Salzlake im direkten Kontakt befindliche Oberfläche ist für die Salzaufnahme der Käse sehr bedeutend:

- Im Salzbad nimmt ein Appenzeller Käse während einem Tag ungefähr 10 g Salz pro kg Käse auf,
- wogegen ein Gruyère in der gleichen Zeit nur etwa 7 g Salz pro kg Käse aufnimmt.

Es lässt sich feststellen, dass die Osmose unmittelbar nach dem Eintauchen des Käses sehr intensiv ist. Sobald sich die Rinde durch den Wasserentzug verhärtet hat, verlangsamt sich dieser Prozess.

Erhöht man die Zeit im Salzbad auf mehr als einen Tag, steigt die Salzmenge leicht an.

Es ist häufig erforderlich, über die Pflege zusätzliches Salz zuzuführen, um den gewünschten Salzgehalt zu erreichen.

Um den Salzgehalt der Käse im Griff zu haben, sind die bei der Käsepflege hinzugefügten Salzmengen korrekt zu dosieren.

### 5.4 Möglichkeiten für eine Beschleunigung der Käsesalzung

Bei grossen Käseläuben, die rasch bis ins Innere gesalzen werden müssen, wie der Sbrinz, wurden mehrere Varianten untersucht, um das Salzen zu beschleunigen.

Das Salzen des Käsebruchs während der Formgebung hatte nicht das gewünschte Ergebnis geliefert. Entweder ging der grösste Teil des Salzes mit der Molke verloren oder das Salz beeinträchtigte die Säuerung und das Abtropfen des Käses.

Generell beschleunigt das Rühren der Salzlake die Salzabsorption.

## 6. Bedeutung des Salzes in der Käsetechnologie

In der Käsetechnologie wirkt sich das Salz auf die folgenden Produktmerkmale und Vorgänge aus:

- Geschmack und Aroma
- Oberfläche und Rinde
- Konsistenz und Struktur des Teiges
- Entwicklung der Mikroflora und der Proteolyse

### 6.1 Einfluss auf Geschmack und Aroma

Zu wenig gesalzener Käseteig führt zu unangenehmen Geschmackswahrnehmungen. Der Geschmack ist fade, wenig ausgeprägt, atypisch und nicht selten treten weitere Geschmacksfehler wie Unreinheit oder Bitterkeit zu Tage. Salz hat nämlich die Eigenschaft, Fehl aromen zu maskieren. Gut bekannt ist dies beim Bittergeschmack.

Im Gegensatz dazu verfügt salziger Käse über ausgeprägte Aromen, welche nicht allein auf das Salz, sondern auch auf dessen Wirkung als Geschmacksverstärker zurückzuführen sind.

Bei gefrorenem Käsebruch zeigen die sensorischen Analysen, dass die Salzung die Oxydation des Fettes beschleunigt. Deshalb muss auf jegliche Salzung von Käsebruch, der für die Tiefgefrierung bestimmt ist, verzichtet werden.

### 6.2 Einfluss auf die Oberfläche, die Rindenbildung und die Schmiereflora

Salz entzieht der Käsoberfläche Feuchtigkeit, wodurch es zur Rindenbildung kommt.

Ergebnisse eines Versuchs mit Appenzeller zeigen, dass die Laibe, die während 18 Stunden in der Salzlake verweilten und mit ungesalzenem oder wenig gesalzenem Wasser gepflegt wurden, häufig Fehler aufweisen wie eine rauhe, fleckige oder an Rindenkrebs erkrankte Oberfläche. Im Gegensatz dazu entwickelt Käse, der 3 Tage in der Salzlake verweilte und mit sehr salzigem Schmierewasser (15 % NaCl) gepflegt wurde, eine klebrige Käseschmiere, die zwischen den einzelnen Behandlungen nicht mehr «trocknete».

Schliesslich beeinflusst das Salz auch die Oberflächenflora des Käses.

Bakterien werden durch Salz im Allgemeinen am stärksten im Wachstum gehemmt, da sie die höchsten Ansprüche bezüglich Feuchtigkeit stellen (Optimaler  $a_w$ -Wert  $> 0.98$ ). Auch *Geotrichum candidum* toleriert keine allzu hohen Salzkonzentrationen ( $a_w$ -Wert  $> 0.94 = 9\%$  NaCl), während viele andere Hefen und Schimmelpilze auch bei Salzkonzentrationen von 20%, d.h. einem  $a_w$ -Wert von 0.84 noch nicht vollständig inhibiert werden. Trockensalzen der Oberfläche hemmt somit primär die Bakterien der Schmiereflora.

Das Wachstum nützlicher Schimmelpilze wie *P. camemberti* wird von Salz gehemmt. Die Wachstumsgrenze liegt bei etwa 20% Salz im wässrigen Milieu. Ab 10% lässt sich eine Wachstumsverzögerung von einer Woche beobachten. Salz begünstigt hingegen die Ausbreitung des Pilzrasens auf der Oberfläche. In ungesalzenem Milieu schwärmen die meisten Stämme so gut wie nicht aus, wohingegen bei Konzentrationen, die mit der Käsetechnologie kompatibel sind, die Hälfte der Stämme auschwärmen.

### 6.3 Teigkonsistenz und Teigstruktur

Der Teig von Hartkäse und Halbhartkäse wird mit zunehmendem Salzgehalt brüchiger. Dies geschieht aufgrund der Verdrängung des Calciums aus dem Casein-Calciumphosphat-Komplex durch Natrium.

### 6.4 Gewichtsverluste

Die Dauer des Salzbadens und die Salzkonzentration des Pflegewassers beeinflussen den Gewichtsverlust von Halbhart- und Hartkäse.

Je länger die Verweildauer im Salzbad, um so grösser ist der nach dem Salzbad gemessene Gewichtsverlust. Gegen Ende der Reifezeit ist jedoch der Gesamtgewichtsverlust im selben Käse geringer. Insgesamt verliert der Käse folglich weniger Gewicht.

Ähnlich zeigten Versuche, dass der Gewichtsverlust bei dem mit stark gesalzenem Wasser (15% NaCl) gepflegtem Käse geringer ist als bei Käse, der mit weniger salzigem Wasser (von 0 bis 10%) behandelt wurde.

## 6.5 Entwicklung der Mikroflora im Teig

Wie oben bereits ausgeführt wurde (6.2), gibt es salzempfindliche, salztolerante und salzliebende Mikroorganismen. Sie alle haben einen Bedarf an freiem Wasser, der mittels  $a_w$ -Wert gemessen wird. Der  $a_w$ -Wert entspricht der relativen Luftfeuchte, die sich im Kopfraum eines geschlossenen Gefäßes bildet, nachdem in dieses eine Probe (z.B. etwas Salzlösung) gebracht wurde. Reines Wasser erzeugt eine relative Luftfeuchte von 100% und sein  $a_w$ -Wert liegt folglich bei 1.0.

Die Bakterien können im Allgemeinen nur bei  $a_w$ -Werten oberhalb von 0.92 wachsen, was einer maximalen Salzkonzentration von etwa 12% entspricht. Oberhalb dieses Wertes herrscht ein Mangel an freiem Wasser, der das Wachstum unterbindet!

Mit steigender Salzkonzentration im Käse vermindert sich die Proteolysegeschwindigkeit, da die mikrobielle und enzymatische Aktivität rückläufig ist. Folglich verringert sich auch die Geschwindigkeit der Reifung. Die Salzkonzentration spielt also für die Mikroflora, die Reifung und die Geschmacksentwicklung von Käse eine entscheidende Rolle.

Ab einer Konzentration von 4% Salz im Wasser werden die Propionsäurebakterien stark gehemmt. Bei einer Konzentration von etwa 5.5% NaCl hört ihr Wachstum auf. Braune Punkte, die sich in bestimmten Käsen entwickeln, sind Propionsäurebakterien-Kolonien. Die Erfahrungen von ALP und von Leuten aus der Praxis deuten tendenziell darauf hin, dass der Salzgehalt das Auftreten dieser braunen Punkte beeinflusst. Ein hoher Salzgehalt verringert ihr Auftreten, beeinflusst aber auch die Konsistenz und Struktur des Teiges.

Mit dem Ziel, die Grenze der Salztoleranz der Propionsäurebakterien im Käse zu bestimmen, hat ALP zwei Versuche durchgeführt.

## 7. Salz als «Hemmstoff» für Propionsäurebakterien

### 7.1 Hemmung der Propionsäuregärung in Cheddar mit Hilfe von NaCl

Das Ziel dieses Versuchs bestand darin, Aussagen zur Wirksamkeit von Salz hinsichtlich der Hemmung von Propionsäurebakterien zu machen und entsprechende Praxisempfehlungen abgeben zu können. Beim Versuch wurden – unter Verwendung der Cheddartechnologie - bestimmte Salzmenngen in den Käsebruch eingearbeitet.

Dabei sollten Konzentrationen von 3 bis 6% Salz in der wässrigen Phase erreicht werden. Für diesen Versuch wurde die Milch pasteurisiert. Anschliessend wurde die Kessilmilch mit einer Menge von 200 bis 300 Propionsäurebakterien pro ml (KbE/ml) angereichert.

Tabelle 4 Salzzufuhr pro 10 kg Käse im Cheddar-Versuch

Variante	% Salz im Wasser im Käse <b>gewünscht</b>	Salzzufuhr pro 10 kg	% Salz im Wasser im Käse <b>erreicht</b>
1	3.00	190 g	2.01
2	4.00	250 g	2.41
3	5.00	310 g	2.78
4	6.00	370 g	3.32

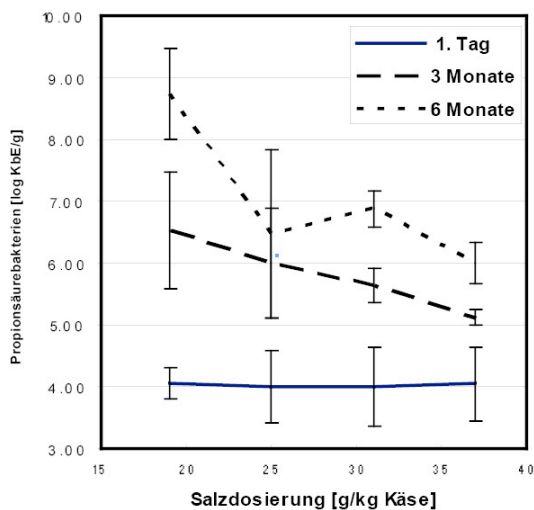


Abb. 4 : Propionsäurebakterien-Besatz im Versuchs-Cheddar in Abhängigkeit vom NaCl-Zusatz (-1 Tag, - -3 Monate, .... 6 Monate)

Nach 3 Monaten waren die Propionsäuregehalte bei allen Salzkonzentrationen gering. Nach 6 Monaten war hingegen eine Hemmung der Propionsäuregärung nur noch bei einer Salzkonzentration von mehr als 3% in der wässrigen Phase zu erzielen.

Nach einem Tag lag der Propionsäurebakterien-Besatz in allen vier Versuchsvarianten bei ca. 10'000 kolonienbildenden Einheiten je Gramm. Nach 3 und 6 Monaten war die Wirkung des Salzes messbar.

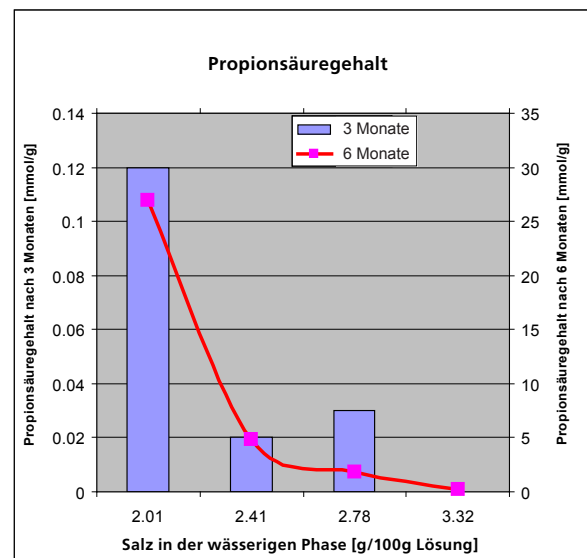


Abb. 5 : Propionsäurebildung im Versuchs-Cheddar in Abhängigkeit von der Salzkonzentration in der wässrigen Phase.

## 7.2 Hemmung von Propionsäurebakterien mit NaCl in einem Modell-Gruyère

Dieser Versuch wurde angelegt, um möglicherweise den empfohlenen Salzgehalt in Käse zu senken, ohne Propionsäuregärungen zu begünstigen. Es ist bekannt, dass Salz auf das Wachstum von Propionsäurebakterien hemmend wirkt.

Im Versuch wurden die folgenden zwei Faktoren variiert und bezüglich ihrer Wirkung untersucht:

Faktor 1 : Dauer des Salzbad: 1 Tag und 3 Tage  
 Faktor 2 : Pflegewasser:

Salzgehalt 2.5 %  
 Salzgehalt 6 %  
 Salzgehalt 22%

Die Kessmilch wurde mit Propionsäurebakterien in einer Menge von 200 bis 300 KbE/ml angereichert. Der Toleranzwert für Gruyère liegt bei 20 KbE/ml.

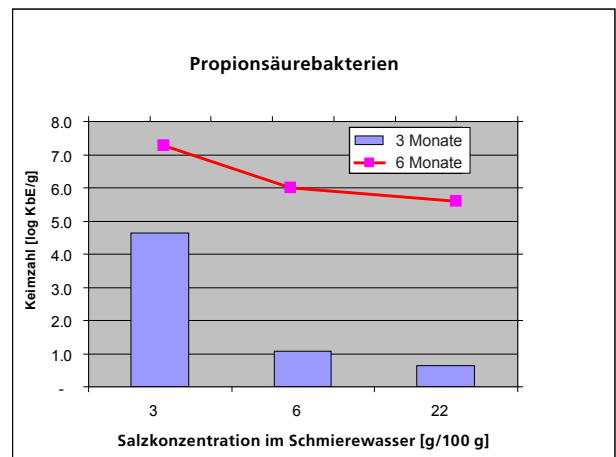
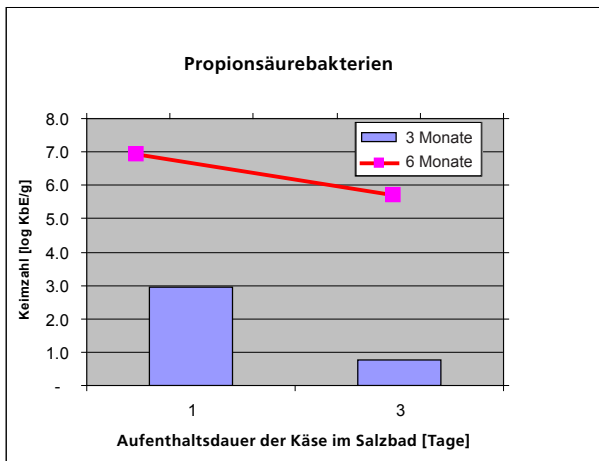


Abb. 6 : Wachstum von Propionsäurebakterien im Teig des Modell-Gruyère in Abhängigkeit von der Dauer des Salzbad (links) und der Salzkonzentration des Pflegewassers (rechts).

Bis nach 3 Monaten machte sich die Wirksamkeit des Salzes über die Dauer des Salzbad ebenso wie durch die Salzkonzentration des Pflegewassers bemerkbar. Nach 3 bis 6 Monaten vermehrten sich die Propion-

säurebakterien, aber ohne durch das Salz gehemmt zu werden (Abb. 6). Dies zeigte sich nach 6 Monaten auch im Propionsäuregehalt (Abb. 7) der Käse.

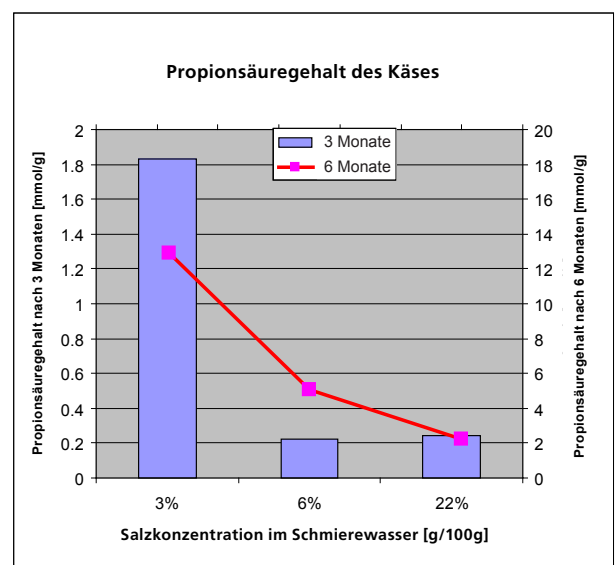
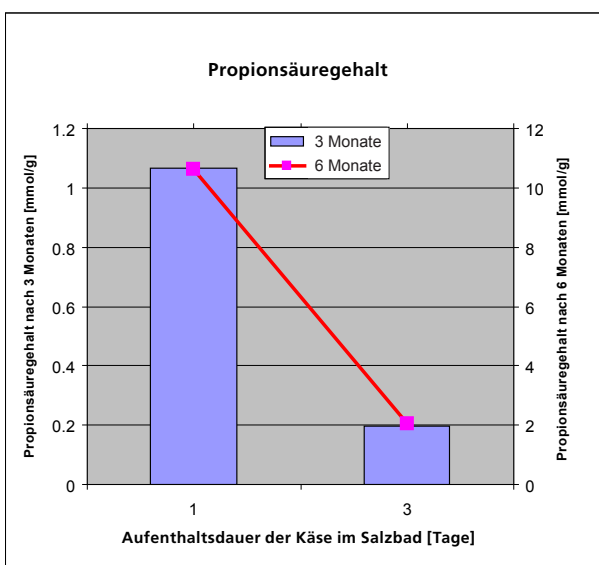


Abb. 7 : Propionsäurebildung im Teig des Modell-Gruyère in Abhängigkeit von der Dauer des Salzbad (links) und der Salzkonzentration des Schmierwassers (rechts).

Nach 3 Monaten waren die Propionsäuregehalte noch in Ordnung. Bei Verwendung eines Pflegewassers mit 3% Salz bewegte sich die Konzentration an der Toleranzgrenze. Nach 6 Monaten wies Käse, welcher 1 Tag im Salzbad verweilte oder mit Wasser gepflegt wurde, dessen Salzgehalt 3% betrug, sehr hohe Propionsäuregehalte auf.

Aus den beiden Versuchen lässt sich Folgendes schliessen:

1. Salz wirkt auf die Entwicklung von Propionsäurebakterien hemmend. Für eine vollständige Inhibition der Propionsäurebakterien muss der Salzgehalt in der wässrigen Phase 5% oder mehr betragen. Um ein unkontrolliertes Wachstum zu vermeiden und um eine gute Ausreifbarkeit des Käses sicherzustellen, muss die Kontamination der Kessmilch mit Propionsäurebakterien so gering wie möglich gehalten werden.

Eine hohe Salzmenge zu Beginn der Käsureifung verzögert die Entwicklung der Propionsäurebakterien und senkt auf diese Weise den Propionsäuregehalt.

2. Die verschiedenen Oberflächenbehandlungen haben zu deutlichen Unterschieden auf der Käseoberfläche geführt. Nur Käse, welcher mit Wasser gepflegt wurde, dessen Salzkonzentration bei 22% lag, hatte eine schöne Farbe, jedoch war die Käseschmiere leicht klebrig.
3. Ein hoher Salzgehalt wirkt sich negativ auf die Teigqualität aus (Käse mit 3-tägigem Salzbad).

## 8. Momentan für Käseereien empfohlene Salze und ihre Zusätze

### **Rheinsalinen:**

1473 JuraSel® Speisesalz 25 kg (1471 sac de 50 kg)  
1545 JuraSel® Speisesalz mit Jod und Fluor 25 kg  
5591 Käseisalz

### **Saline de Bex:**

1125 getrocknetes fluoriertes und jodiertes Kochsalz  
1225 getrocknetes Kochsalz  
1725 feuchtes fluoriertes und jodiertes Kochsalz  
1825 feuchtes Kochsalz ohne Jod und Fluor

Trennmittel = Verklumpungsinhibitor (E 536)

Jodmenge : 0.002% = entspricht 20 g pro Tonne Salz

Fluormenge : 0.025% = entspricht 250 g pro Tonne Salz

Im Anhang findet sich eine Muster-Spezifikation

## 9. Verwendung von jodiertem Salz

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt für Erwachsene eine minimale Jodaufnahme von 150 µg pro Tag und legt die Obergrenze auf 600 µg pro Tag fest. Die Jodgehalte von Grundnahrungsmitteln wurde kürzlich vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) analysiert und eine durchschnittliche tägliche Jodzufuhr von 140 µg pro Person festgestellt. Aus der Informationsschrift Nr. 282 der FAM vom Februar 1994 „Verwendung von jodiertem Kochsalz“ ging hervor, dass etwa 90% der Käsereien jodiertes Kochsalz verwendeten. ALP empfahl den Gebrauch dieses Salzes als Vorbeugemassnahme gegen Kropfbildung.

Gemäss einer Studie von ALP ist die Diffusion von Jod ins Käseinnere relativ schwach, d.h. der grösste Teil verbleibt in der Randzone. Bei Käse mit geschmierter Rinde wird ein Teil des Jods mit der nicht konsumierten Rinde entfernt. Bei einem täglichen Verzehr von 50g Käse ergibt sich ein aufgenommene Jodmenge, die zwischen 10 und 25 µg liegt.

Heute wird die Verwendung von jodiertem Salz wieder in Frage gestellt. Gemäss einer Stellungnahme der französischen Behörden ist die Anwendung von jodiertem Salz in verarbeiteten Lebensmitteln in Frankreich verboten. Dieses Verbot gründet auf dem Bericht „Entwicklung der ernährungswissenschaftlichen Auswirkungen der Einführung von jodierten Lebensmittelkomponenten“ der französische Lebensmittelsicherheitsbehörde AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments). In diesem Bericht ist geschrieben, dass die systematische Verwendung von jodiertem Salz in verarbeiteten Lebensmitteln die Bevölkerung dem Risiko einer Überschreitung der oberen Sicherheitsgrenze für Jod aussetzt.

In anderen Exportländern muss die Verwendung von Kochsalz mit Jod- und Fluorzusatz bei vorverpacktem Käse deklariert werden (siehe unter Punkt 8.1 „Deklaration“). Das bedeutet, dass die Exporteure bei jeder Käsecharge informiert sein müssen, ob jodiertes und/oder fluoriertes Salz verwendet wurde. Heutzutage haben Käseaffineure und –händler mit der Trennung der Käse je nach verwendeter Salzsorte einen hohen zusätzlichen Arbeitsaufwand zu leisten.

### Empfehlung von ALP

Aufgrund der Tatsache, dass die Verwendung von jodiertem Kochsalz in der Fabrikation von Hart- und Halbhartkäse bescheidenem Nutzen für die Konsumentinnen und Konsumenten ist (Jod reichert sich im nichtessbaren Teil an) und wegen der Deklarationspflicht bzw. des Verbotes von jodiertem Kochsalz in verarbeiteten Lebensmitteln in vielen Exportländern empfiehlt ALP den Käsereien, nur noch Salz ohne Jod- und Fluorzusatz zu verwenden.

Die Sortenorganisationen sollten sich rasch für eine einheitliche Regelung hinsichtlich der zu verwendenden Salzsorte für die Herstellung und Affinage ihres Käses entscheiden. Laut aktuellem Kenntnisstand hat die Verwendung von jod- und/oder fluorfreiem Salz keinerlei negative Auswirkungen auf die Entwicklung der Schmiere.

### 9.1 Deklarationen im Zusammenhang mit der Verwendung von Salz in der Schweiz

Bis heute verlangt die Schweizerische Gesetzgebung keine Deklaration von Salz im Käse. Folglich ist auch die Verwendung von jodiertem oder fluoriertem Salz nicht deklarationspflichtig.

Bei allen anderen Lebensmitteln, bei welchen Salz als Zutat deklariert werden muss, ist jedoch die Verwendung von jodiertem oder fluoriertem Salz zu deklarieren. In vielen Exportländer gilt diese Regelung auch für Käse.

## 10. Zusammenfassung

Die Verwendung von Salz ist wegen seiner geschmacksverstärkenden Wirkung weit verbreitet. Salz (NaCl) ist lebensnotwendig, sein Konsum ist jedoch zu kontrollieren. Mangel oder Überschuss wirken sich negativ auf die Gesundheit aus.

Es ist möglich, maximal ein Drittel des NaCl (Natriumchlorid) durch KCl (Kaliumchlorid) zu ersetzen. Bei höheren Anteilen von KCl wird der bittere Geschmack als störend empfunden.

In der Käsefabrikation ist die Verwendung von Salz unverzichtbar. Es ist unerlässlich, die gewünschten Gehalte der verschiedenen Käsesorten zu respektieren.

Die Rolle des Salzes ist vielfältig. Salz beeinflusst die folgenden Merkmale und Vorgänge im Käse:

- Affinage und Konservierung
- Verfestigung der Oberfläche und Rindenbildung
- Konsistenz und Struktur des Teiges
- Geschmack und Aroma
- Entwicklung der Mikroflora

Die Hemmwirkung von Salz auf das Wachstum von Propionsäurebakterien ist zu gering, um den Käse vor unerwünschten Propionsäuregärungen zu schützen. Darum muss auf eine möglichst geringe Belastung der Milch mit Propionsäurebakterien (< 20 KbE/g) geachtet werden.

Bei der Käseherstellung ist die Verwendung von Kochsalz mit Jod- und Fluorzusatz aufgrund der gesetzlichen Vorgaben in verschiedenen Exportländern nicht mehr empfehlenswert.



## 11. Quellen

Häni JP. 1997. Salzdifffusion im Gruyère Käse. Agrarforschung 4 (10) 405-406

Sieber R, Schär H. 1994. Jodiertes Kochsalz in der Käsefabrikation. Schweiz. Milchzeitung 120 (1) Seite 5

Sieber R, 2001. Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten schweizerischer Herkunft FAM-INFO Nr. 42.

Jakob E, Amrein R, Winkler H. 2005. Einfluss der Salzlake auf die Käsequalität. ALP forum Nr. 24

Fröhlich-Wyder MT, 2006a. Reduktion des Salzgehaltes in Käse: Teilweiser Ersatz von NaCl durch alternative Salze. ALP Intern Nr. 230 (unveröffentlicht)

Fröhlich-Wyder MT,, 2006b. Reduktion des Salzgehaltes in Käse: Maximal erforderlicher Salzgehalt zur Hemmung der Propionsäuregärung. ALP intern Nr. 241 (unveröffentlicht)

Fröhlich-Wyder MT, 2006c. Reduktion des Salzgehaltes in Käse: Teilweiser Ersatz von NaCl durch KCl. ALP Intern Nr. 285 (unveröffentlicht)

Fröhlich-Wyder MT, 2007. Hemmung der Propionsäuregärung in Gruyère-Modellkäse mittels NaCl: Suche nach dem max. erforderlichen Gehalt. ALP Intern Nr. 320 (unveröffentlicht)

Fröhlich-Wyder MT, Schafroth K. 2007. Hemmung der Propionsäuregärung mittels NaCl in Cheddar. ALP Intern Nr. 326 (unveröffentlicht)

Mitteilung an MIFROMA vom 23 November 2007 der Direction générale de la concurrence de la consommation et de la répression des fraudes de l'Etat Français, betreffend jodierten Käse.

**Herausgeber** Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-3003 Bern, Tel. +41 (0)31 323 84 18, Fax +41 (0)31 323 82 27, www.alp.admin.ch, e-mail: info@alp.admin.ch **Autoren** Daniel Goy, Jean-Pierre Häni, Patricia Piccinalli, Karin Wehrmüller, Ernst Jakob, Tél. +41 (0)31 323 82 28, e-mail: jean-pierre.haeni@alp.admin.ch www.alp.admin.ch **Layout** Marc Wassmer **Photos / Redaktion** Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP **Copyright** Vervielfältigung unter Angabe der Quelle und Senden eines Belegs an den Herausgeber gestattet.

ISSN 1660-7856 / 12.02.2008

## 12. Anhang Spezifikation

### Spezifikation:

Speisesalz, getrocknet ohne Jod/Fluor



Code: 1225

*Salz ist unsere Geschichte,  
unser Beruf, unsere Leidenschaft*

---

<b>Eigenschaften</b>	Bestehend aus Natriumchlorid, fein kristallisiert, weiss und getrocknet, Lebensmittel gemäss den Anforderungen der Lebensmittelverordnung. Der Zusatz eines Trennmittels verhindert das Verklumpen des Salzes und erlaubt eine optimale Dosierung des Produkts. Dieses Salz ist weder mit Jod noch mit Fluor angereichert (Vorbeugung von Kropfbildung, Kretinismus, Karies etc.) und ist folglich nicht als Koch- oder Tafelsalz zu verwenden.		
<b>Verwendung</b>	Speisesalz für die Industrie, wenn Jod und Fluor als Inhaltsstoffe unerwünscht sind. Dieses Salz ist nicht in der Restauration oder als Tafelsalz zu verwenden, da es weder mit Jod noch mit Fluor angereichert ist.		
<b>Sensorische Aspekte</b>	Farbe:	weiss	
	Geruch:	geruchlos	
	Geschmack:	rein salzig, als Lösung von 1 bis 6% in Wasser (Nachweisgrenze: ca. 0.6‰ oder 0.01M)	
<b>Zusammensetzung</b>	Natriumchlorid	min.	99.8 % NaCl
	Sulfate	max.	0.2 % SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	Calcium	max.	80 ppm Ca <sup>2+</sup>
	Magnesium	max.	10 ppm Mg <sup>2+</sup>
	Unlösliche Stoffe	max.	0.01 %
	Trennmittel	max.	5 ppm E536 ( K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] )
	Feuchtigkeit	max.	0.2 % H <sub>2</sub> O
<b>Physikalische Eigenschaften</b>	Spezifisches Gewicht: ca. 1.2 kg/dm <sup>3</sup> Körnung: 0.1- 0.5 mm Schmelzpunkt: 801 °C Sättigungspunkt: 357 g/l Wasser bei 20°C		
<b>Lagerbedingungen</b>	Hygroskopisches Produkt: kann sich bei Kontakt mit Wasser oder bei Kälte verhärteln. In einem trockenen, verschlossenen Raum bei mehr als 5 °C und einer relativen Luftfeuchte von weniger als 70 % lagern. Unter diesen Lagerbedingungen verändert sich das Produkt nicht. Die Lagerdauer hängt in erster Linie von den Umwelteinflüssen auf die Verpackung sowie deren Zustand ab.		
<b>Verpackung</b>	PE-Säcke von je 25 kg auf 1000 kg Euro-Paletten		