

Lebensmittelqualität und ihre verschiedenen Facetten

Aufgezeigt am Beispiel der Bedeutung von Salz im Käse

MARIE-THERESE FRÖHLICH-WYDER*



Salz ist bereits seit alters her für seine Eigenschaften als Würz- und Konservierungsstoff bei der Zubereitung von Nahrungsmitteln bekannt. Es wirkt geschmacksverstärkend, wodurch sich seine weitverbreitete Verwendung in der Küche erklärt. Auch bei der Herstellung von Käse ist Salz, im Hinblick auf Geschmack und Qualität, ein unentbehrlicher Bestandteil.

Bedeutung von Natriumchlorid in der Ernährung

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. Auch für die Erregbarkeit von Muskeln und Nerven ist Natrium wichtig. Beide – Natrium und Chlor – sind für den Säure-Basen-Haushalt von Bedeutung. Der Minimalbedarf an Natrium beziehungsweise Chlorid liegt für Erwachsene bei 550 mg und 830 mg, was gerade einmal 1,4 g Kochsalz entspricht. In der Schweiz liegt die Salzaufnahme im Bereich von 7 bis 13 g pro Tag und Person und sollte gemäss den WHO-Empfehlungen langfristig auf unter 5 g reduziert werden können. Dabei darf aber nicht vergessen werden, 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 bis 80 Prozent des Salzkonsums geht zu Lasten der verarbeiteten Lebensmittel, zirka 15 bis 20 Prozent nimmt man über den natürlichen Salzgehalt der Lebensmittel auf, den Rest über die Salzzugabe beim Essen. Neueste Untersuchungen gehen davon aus, dass in der Schweiz Käse und Käseerzeugnisse etwa 7,5 Prozent zur Gesamtnatriumzufuhr beitragen (in Grossbritannien sollen es ca. 11% sein).

Salz wird mit Bluthochdruck (Hypertonie) assoziiert. Hypertonie ist der wohl bekannteste, aber nicht der einzige Zusammenhang zwischen Salz und Gesundheit. Auch andere Krankheiten wurden mit einer zu hohen Natriumzufuhr in Verbindung gebracht. In diesem Kontext ist zu erwähnen, dass Milchprodukte mit ihrem hohen Kalziumgehalt den Salzeffekt auf den Blutdruck teilweise aufheben (1).

Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) lancierte eine Salzstrategie zur Reduktion der Salzaufnahme in der Bevölkerung. Tiefere Salzkonzentrationen in verarbeiteten Lebensmitteln sollen bis Ende 2012

kurzfristig den Konsum von durchschnittlich 9 g Salz auf 8 g pro Tag senken (2). Erstmals wurden konkrete Zielwerte für verschiedene Lebensmittelgruppen definiert; nicht so für Käse und Käseerzeugnisse. Gründe dafür sind die grosse Sortenvielfalt – für jede Sorte gilt ein optimaler Salzgehalt – und die wichtige technologische Bedeutung von Kochsalz bei der Käseherstellung (3, 4).

Salzgehalt in Käse und dessen Beitrag zur durchschnittlichen Salzaufnahme

Bei ALP-Haras wurde die Zusammensetzung verschiedener Schweizer Käsesorten untersucht, unter anderem auch ihr NaCl-Gehalt (5). In *Tabelle 1* ist die tägliche Salzzufuhr mit 50 g Käse berechnet worden; dies unter der Annahme, dass sich die empfohlene tägliche Aufnahme bei einem Idealwert von 5 g Salz befinden würde. Dabei fällt auf, dass Emmentaler mit Abstand den geringsten Salzgehalt besitzt: Es könnte dreimal mehr Emmentaler als irgendeine andere Käsesorte konsumiert werden, ohne dass mehr Salz aufgenommen würde!

Schweizer Käsesorten besitzen generell einen tieferen Salzgehalt als viele bedeu-

*Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux
ALP-Haras

tende Käsesorten aus dem Ausland. Bei gleich bleibender Salzaufnahme könnten beispielsweise bis zu dreimal mehr Appenzeller als Feta konsumiert werden.

Bedeutung von Salz für die Käsequalität

Kochsalz ist bei der Käseherstellung unabdingbar und erfüllt wichtige sensorische und technologische Funktionen. Beeinflusst werden insbesondere folgende Produktmerkmale und Vorgänge (6):

- Geschmack und Aroma
- Oberfläche und Rinde
- Konsistenz und Struktur des Teiges
- Zusammensetzung und Aktivität der Mikroflora
- Enzymaktivität.

Einfluss auf Geschmack und Aroma

Salziger Käse verfügt über ausgeprägte Aromen, die nicht allein auf das Salz, sondern auch auf dessen Wirkung als Geschmacksverstärker zurückzuführen sind. Im Gegensatz dazu führen zu wenig gesalzene Käse zu unangenehmen Geschmackswahrnehmungen: Der Geschmack wird als fade und atypisch wahrgenommen. Da Salz zudem die Eigenschaft besitzt, Fehlgerüche zu maskieren, treten nicht selten weitere Geschmacksfehler auf. Gut bekannt ist dies beim Bittergeschmack.

Einfluss auf die Oberfläche und die Rindenbildung

Bei der traditionellen Käseherstellung erfolgt das Salzen im Normalfall nach dem Formen und Pressen der Käselaike: Die jungen, nur wenige Stunden alten Käse kommen in eine gesättigte Salzlake, wo sie je nach Sorte zwischen wenigen Minuten (Weichkäse) bis mehrere Tage (Extrahartkäse) verbleiben (Abbildung 1: Salzbad). Während der nachfolgenden Reifezeit wird durch die Pflege der Käse mit Salzwasser oder Trockensalz dem Käse noch mehr Salz zugeführt. Das Salz entzieht der Käseoberfläche Feuchtigkeit, wodurch es zur Rindenbildung kommt.

Schliesslich beeinflusst das Salzen auch die Oberflächenflora des Käses. Hefen und Schimmelpilze gehören zu den salz-

toleranten Keimen, während Bakterien durch Salz am stärksten im Wachstum gehemmt werden, da sie die höchsten Ansprüche bezüglich Feuchtigkeit stellen. Trockensalzen der Oberfläche hemmt somit primär die Bakterien der Schmiereflora.

Das Wachstum nützlicher Schimmelpilze wie *Penicillium camemberti* wird zwar mit der Zugabe von Salz verzögert, aber die Ausbreitung des Pilzrasens auf der Käseoberfläche findet ohne Salz nicht statt. Auch bei Blauschimmelkäse wie Roquefort oder Gorgonzola spielt Salz eine wesentliche Rolle: Das Auskeimen der Sporen von *Penicillium roqueforti* wird bei einer Salzkonzentration zwischen 1 bis 3 Prozent stimuliert. Eine weitere Zunahme des Salzgehaltes im Käse während der Reifung hemmt zwar das Wachstum des



Abbildung 1: Käse im Salzbad.

Tabelle 1: Salzgehalt der verschiedenen Käsesorten

Produkt	Natrium mg/100 g	NaCl g/kg	Tägliche Salzzufuhr mit 50 g Käse % Tagessoll
Schweizer Käsesorten (5)			
Emmentaler	170	4,3	4
Gruyère	590	15,0	15
Sbrinz	710	18,0	18
Berner Alpkäse	657	16,7	17
Berner Hobelkäse	692	17,6	18
Appenzeller	620	15,7	16
Appenzeller ¼-fett	810	20,6	21
Tilsiter Rohmilch	690	17,5	18
Tilsiter Pastmilch	550	14,0	14
Brie	506	12,9	13
Camembert	891	22,6	23
Limburger	759	19,3	19
Raclette pasteurisiert	728	18,5	18
Reblochon	800	20,3	20
Tête de Moine	929	23,6	24
Tomme	719	18,3	18
Vacherin fribourgeois	603	15,3	15
Vacherin Mont d'Or	690	17,5	18
Andere Käsesorten (9)			
Cheddar		17	17
Gouda		24	24
Danish Blue		33	33
Roquefort		41	41
Romano-type		41	41
Feta		45	45
Domati		60	60

Tagessoll = Idealwert von 5 g NaCl pro Tag gemäss Empfehlungen des WHO.

Pilzes, induziert aber infolgedessen die Sporenbildung. Es sind ebendiese Sporen, die für die Blau-Grün-Färbung des Käses verantwortlich sind.

Teigeigenschaften

Die Behandlung der Käse mit Salz führt als Folge des osmotischen Druckunterschiedes zu einem Wasserverlust und somit zu einer Gewichtsabnahme der Käse; der Teig wird dadurch fester in seiner Konsistenz.

Das Salz breitet sich nur sehr langsam im Inneren des Käselaibes aus. Bei Gruyère werden beispielsweise 90 Tage benötigt, bis sich das Salz gleichmässig in der ganzen Käsemasse verteilt hat (Abbildung 2: Salzdifusion). Gruyèrekäse nimmt ungefähr 50 Prozent des Salzes im Salzbad auf, 30 Prozent während der Käsepflege in den ersten 10 Tagen und den Rest während der bis zu 3 Monate dauernden Pflege.

Der Teig von Hartkäse und Halbhartkäse wird mit zunehmendem Salzgehalt brüchiger. Dies geschieht aufgrund der Verdrängung des Kalziums aus dem Kasein-Kalziumphosphat-Komplex durch Natrium. Doch gerade dieser Vorgang – nämlich die Lockerung des Kaseingerüsts durch Verdrängung von Kalzium – verbessert die Schmelzeigenschaften von Raclette!

Mikrobiologische und enzymatische Aktivität

Wie oben bereits erwähnt, gibt es salzempfindliche, salztolerante und salzliebende Mikroorganismen. Sie alle haben einen Bedarf an freiem Wasser, der mittels aw-Wert gemessen wird. Der aw-Wert entspricht der relativen Luftfeuchte, die sich im Kopfraum eines geschlossenen Gefäßes bildet, nachdem in dieses eine Flüssigkeitsprobe (z.B. etwas Salzlösung) gebracht worden ist. Reines Wasser erzeugt eine relative Luftfeuchte von 100 Prozent, und sein aw-Wert liegt folglich bei 1,0.

Bakterien können im Allgemeinen nur bei aw-Werten oberhalb von 0,92 wachsen, was einer maximalen Salzkonzentration von etwa 12 Prozent entspricht. Oberhalb dieses Wertes herrscht ein Mangel an

freiem Wasser, der das Wachstum unterbindet! Bereits ab einer Konzentration von 4 Prozent Salz im Wasser werden beispielsweise Propionsäurebakterien stark gehemmt. Bei einer Konzentration von etwa 5,5 Prozent NaCl hört ihr Wachstum auf. Emmentaler mit einer erwünschten Propionsäuregärung wird daher nur mit wenig Salz behandelt. Ziel hier ist primär die Rindenbildung und Oberflächenbeschaffenheit. Bei den anderen Käsesorten ist eine Propionsäuregärung unerwünscht; der im Vergleich zu Emmentaler höhere Salzgehalt ist somit eine Hürde auf dem Weg zu einem qualitativ einwandfreien Produkt.

Mit steigender Salzkonzentration im Käse verringert sich die Proteolysegeschwindigkeit, da die mikrobielle und enzymatische Aktivität rückläufig wird. Folglich ist die Salzaufnahme durch den Käselaib ein wichtiger Faktor, um die Käsereifung unter Kontrolle zu halten. Kein oder zu wenig Salz würde sehr schnell zu unerwünscht hoher Aktivität verschiedenster Mikroorganismen und Enzyme führen. Das Resultat: geringe Haltbarkeit und massive Qualitätseinbussen!

Mikrobiologische Sicherheit

In Käse kann das Wachstum verschiedener pathogener Keime, wie Enterobakterien, Listerien und Salmonellen, oder die Bildung von Toxinen durch Staphylokokken eine biologische Gefahr darstellen. Nur eine Pasteurisation kann die Eliminierung pathogener Keime garantieren; das Risiko einer Rekontamination der pasteurisierten Milch bleibt allerdings bestehen. Bei der Herstellung von Käse aus roher

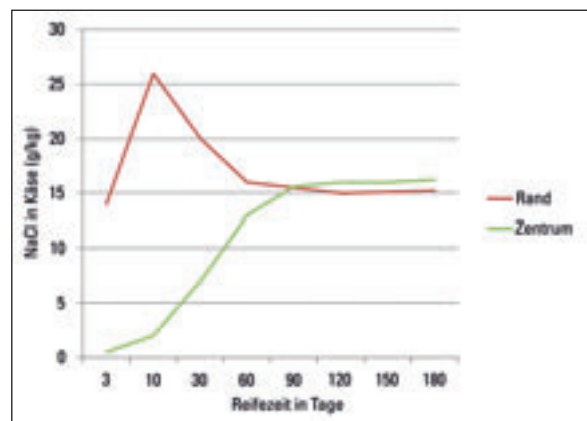


Abbildung 2: Salzdifusion in Gruyère von der Randzone ins Zentrum: Nach 90 Tagen ist der Salzgehalt ausgeglichen (6).

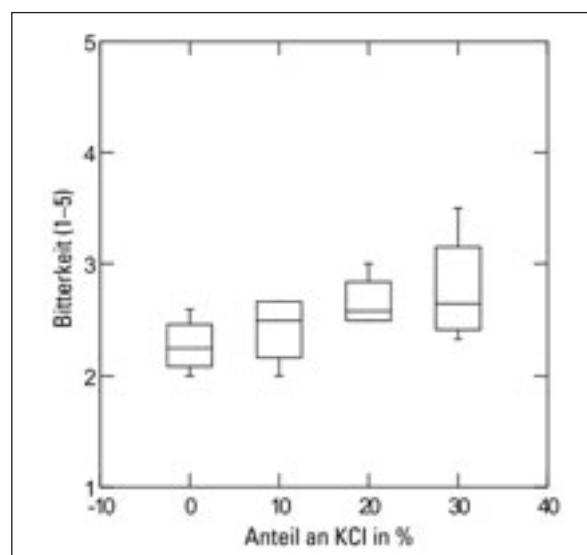


Abbildung 3: Mit alternativen Salzen kann der Kochsalzgehalt in Käse reduziert werden. Aber zu welchem Preis? Auch KCl führt zu mehr Bitterkeit im Käse (8). 5 = sehr bitter; 1 = nicht bitter.

oder thermisierter Milch gibt es keinen allein entscheidenden Prozessschritt für die Gewährleistung der Sicherheit; man wendet dort die Hürdentechnologie an, das heisst, die mikrobiologische Sicherheit wird dank mehrerer Hürden erreicht. Die erste Hürde ist die Milchqualität und -lagerung, dann folgen je nach Sorte eine Thermisation oder die Anwendung hoher Brenntemperaturen, die Milchsäuregärung (pH-Senkung), die Salzbehandlung (Senkung aw-Wert) und die Reifezeit. Bei einem gut gereiften Käse, der die erwähnten Hürden durchlaufen hat, kann eine vergleichbare Sicherheit wie bei einem Käse aus pasteurisierter Milch erzielt werden. Die Salzbehandlung bildet

Tabelle 2: Idealer Salzgehalt verschiedener Käsesorten (6)

Käsesorte	Absoluter Salzgehalt (g/kg)
Sbrinz	16–20
Gruyère	13–16
Emmentaler	3–5
Tête de Moine	17–21
Tilsiter	14–16
Appenzeller	14–18
Raclette	15–19
Vacherin fribourgeois	15–18
Vacherin Mont d'Or	12–15
Reblochon	14–17
Camembert	15–18

dabei, wie bereits im vorangegangenen Abschnitt erwähnt, eine wichtige Hürde: Fehlt diese Hürde, können die bis dahin überlebenden pathogenen Keime nicht weiter gehemmt oder reduziert werden.

Möglichkeiten der Salzreduktion in Käse

Trotz der grossen technologischen und sensorischen Bedeutung von NaCl im Käse stellt sich die Frage, ob der Salzgehalt nicht reduziert oder zumindest optimiert werden könnte. Die Salzgehalte zwischen den einzelnen Käsesorten können stark variieren, wie dies eingangs aufgezeigt wurde. Aber auch innerhalb einer Käsesorte, zwischen den Käsereien, bestehen grosse Unterschiede. In *Tabelle 2* sind die idealen Salzgehalte für verschiedene Käsesorten aufgelistet, die so der Praxis empfohlen werden (6). Auch hier wird deutlich erkennbar, dass man nicht davon ausgehen kann, dass der optimale Salz-

gehalt sich auf einen einzelnen Wert festnageln lässt. Ziel jedes Betriebes sollte sein, innerhalb der empfohlenen Bandbreite Käse zu produzieren. So lassen sich beispielsweise Propionsäurebakterien – Verursacher von unerwünschter Nachgärung – bei einem Salzgehalt von 5 Prozent in der wässrigen Phase vollständig hemmen, teilweise auch schon bei geringerem Gehalt. Eine weitere Erhöhung des Salzgehaltes im Käse bringt keinen Zusatznutzen mehr.

Natürlich wurde auch schon mehrmals versucht – im In- und Ausland –, NaCl durch andere Salze wie KCl, MgCl₂ oder CaCl₂ zu ersetzen. Doch die meisten dieser Bestrebungen scheiterten an den negativen Auswirkungen auf den Geschmack, die Textur und die Haltbarkeit der Produkte. Vor allem Magnesium- und Kalziumchlorid waren für grosse Bitterkeit und bröckeligen Käse verantwortlich. Auch die Haltbarkeit der Käse war eingeschränkt: Fehlgärungen machten sich bemerkbar. Im Gegensatz dazu konnte beim Einsatz von Kaliumchlorid ein teilweiser Erfolg verbucht werden. In Versuchen bei ALP-Haras mit Raclettekäse war es möglich, ohne grosse negative Nebeneffekte bis zu 30 Prozent Natrium durch Kalium zu ersetzen (7, 8). Höhere Anteile an Kalium führten ebenso zu grosser Bitterkeit und verminderter Haltbarkeit der Käse

(Abbildung 3: Bitterkeit). Ausserdem muss die Zugabe von Kalium gemäss der Zusatzstoffverordnung mit der entsprechenden E-Nummer deklariert werden. Dies wiederum verstösst gegen eine breit abgestützte Branchenvereinbarung, die besagt, dass bei der Herstellung von Schweizer Käse freiwillig auf den Einsatz von Zusatzstoffen verzichtet wird. Eine Auffassung, die viele Konsumenten durchaus zu schätzen wissen.

Korrespondenzadresse:

Dr. Marie-Therese Fröhlich-Wyder
 Lm-Ing. ETH, Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
 Forschungsanstalt Agroscope
 Liebefeld-Posieux ALP-Haras
 Milch- und Fleischverarbeitung
 Schwarzenburgstr. 161, 3003 Bern
 E-Mail: marie-therese.froehlich@alp.admin.ch

Literatur:

1. Walther B, Schmid A, Sieber R, Wehrmüller K. Cheese in nutrition and health, Dairy Science and Technology 88 (2008) 389–405.
2. BAG, Bundesamt für Gesundheit: Salz Strategie 2008–2012 (August 2009).
3. Uster A. Weniger Salz auf Schweizer Tellern, Alimenta 01 (2012), 38.
4. Allemann C, Züllig S. Weniger Salz im Käse – geht das? Alimenta 01 (2012) 39–40.
5. Sieber R. Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten Schweizerischer Herkunft, ALP science 538 (2011).
6. Goy D et al. Das Salz und seine Bedeutung, ALP forum 59 (2008).
7. Fröhlich-Wyder MT, Wechsler D. Lässt sich Salz im Käse ersetzen? Alimenta 20 (2006) 4–5.
8. Fröhlich-Wyder MT. Mehr Kochsalz, weniger Nachgärung? Alimenta 22 (2006) 4–5.
9. Guinee TP. Scrap the salt, Dairy Industries International (December 2004).