

Bedeutung und Einsatz von Salz bei der Käseherstellung

Dr. Wolfgang Hoffmann, Max Rubner-Institut, Kiel, Dr. Walter Bisig, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Bern, Schweiz

Berichtet wird über eine neue IDF-Monographie zur Bedeutung von Salz bei der Käseherstellung. Außerdem werden Wege zu einem konstant optimalen bzw. minimalen Salzgehalt im Käse beschrieben.



Wolfgang Hoffmann studierte Trophologie an der Universität Kiel. Nach der Promotion war er in der Milchindustrie als Produktentwickler tätig,

bevor er seit 1993 an der damaligen Bundesanstalt für Milchforschung in Kiel, die heute ein Standort des Max Rubner-Instituts ist, milchtechnologische Fragen bearbeitet.



Walter Bisig studierte Lebensmittelwissenschaften an der ETH Zürich und promovierte in Lebensmittelverfahrenstechnik. Nach 10 Jahren in leitenden Positionen in der Lebensmittel-

mittelindustrie wurde er Dozent für Lebensmitteltechnologie an der Berner Fachhochschule. Seit 2009 leitet er die Fachgruppe Verarbeitungstechnologie an Agroscope Liebefeld-Posieux ALP.

Salz ist lebenswichtig, aber ein zu hoher Konsum kann Bluthochdruck und somit Herzerkrankungen begünstigen. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat gerade erst eine neue Richtlinie zur Natriumaufnahme von Erwachsenen und Kindern herausgegeben. Erwachsene sollen täglich weniger als 2 g Natrium bzw. weniger als 5 g Natriumchlorid (NaCl) zu sich nehmen («strong recommendation»).

In Deutschland haben das Max Rubner-Institut (MRI), das Robert Koch-Institut (RKI) und das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) die Daten zur Salzaufnahme 2011 neu bewertet (BfR). Sie kommen zu dem Schluss, dass die tägliche Salzaufnahme mit durchschnittlich 9 g bei Männern und 6,5 g bei Frauen zu hoch ist. Hierbei sind noch nicht das individuelle Zusalzen und die genauen Beiträge aus Fertigprodukten berücksichtigt. Für die Aufnahme sind drei Lebensmittelgruppen

entscheidend: Brot, Fleisch- und Wurstwaren sowie Milchprodukte, davon v.a. Käse (Abb. 1). In der Schweiz lag 2011 die tägliche Natriumaufnahme von Frauen bei 7,8 g, von Männern bei 10,6 g. Als Ziel werden 6 g pro Tag im Jahre 2016 angepeilt. Käse trägt mit 7,5% zur Salzaufnahme bei.

Bei der Käseherstellung spielt Salz eine komplexe Rolle. Diese wird in einer neuen Monographie des Internationalen Milchwirtschaftsverbandes (IDF) zusammengefasst, die im Verlauf des Jahres erscheinen und eine große Verbreitung finden soll. Im Folgenden werden einige Aspekte daraus vorgestellt.

Einfluss von Salz bei der Käsereifung

Der Gehalt an NaCl beeinflusst die Käsequalität indirekt durch die Kontrolle der

Aktivität von Starterkulturen und die Modulation der Reifungsflora. Eine geringere Wasseraktivität begrenzt die Anzahl der mikrobiellen Spezies, die sich in Käse vermehren können und trägt zur Hemmung schädlicher Kontaminanten bei. Mit reduziertem Salzgehalt steigen die Wasseraktivität und damit auch die mikrobielle Aktivität allgemein.

Der Salzgehalt wirkt sich auch auf die Aktivität von Enzymen in Käse aus, einschließlich der milcheigenen, der Koagulantien und vieler Enzyme mikrobiellen Ursprungs. In Systemen mit geringer Wasseraktivität wie Käse reduziert das Salz die Wasseraktivität weiter, was enzymatische Reaktionen einschränkt. Eine verringerte Salzmenge begünstigt dagegen enzymatische Reaktionen und hindert Starterkulturen weniger bei Bruchsalzung (z.B. Cheddar). Es ist bekannt, dass Salz auch die Abspaltung des hydrophoben Carboxyl-Endes von β -Casein verhindern kann, die sonst zur Freisetzung bitterer Peptide führt. Salz fördert die für die Reifung wichtige Lyse der Bakterienzellen, verlangsamt aber insgesamt die Proteolyse (Abb. 2).

Pathogene Keime und Verderbniserreger

NaCl trägt, in Kombination mit der Wasseraktivität im Käse, zur Lebensmittelsicherheit der Produkte bei. Da pathogene Keime durch eine Pasteurisierung der Käsereimilch abgetötet werden, sollten diese nur bei der Herstellung von

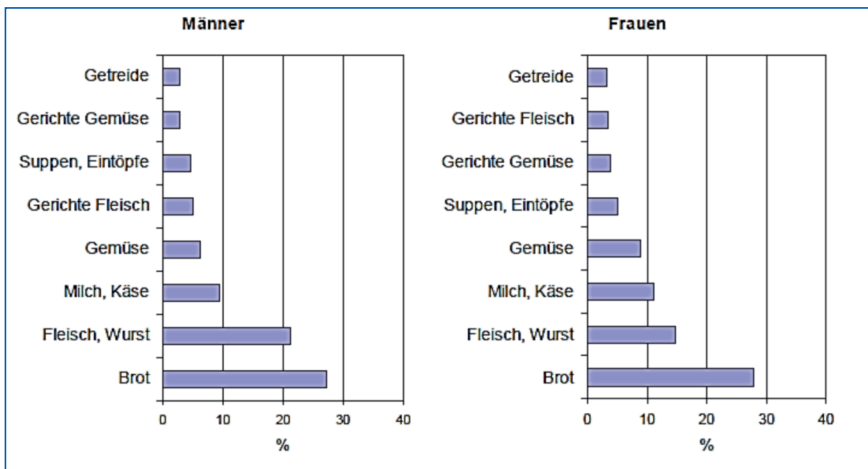


Abb. 1: Hauptquellen für Salz in Deutschland (Nat. Verzehrsstudie II, Neuberechnung mit dem Bundeslebensmittelschlüssel, Version 3.01, Max Rubner-Institut).

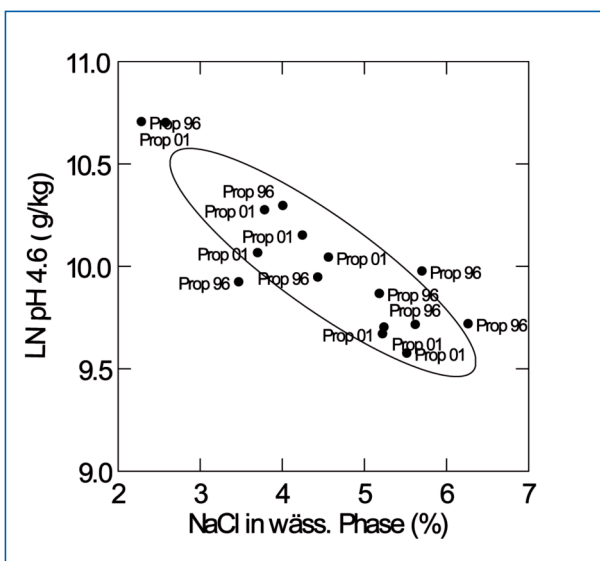


Abb. 2: Einfluss von NaCl auf die Proteolyse (Indikator: löslicher Stickstoff LN) von 6 Monate altem Gruyère ($r = -0.940$).

Rohmilchkäse auftreten, wenn keine nachfolgende Kontamination auftritt. Dabei gehören *Staphylococcus aureus* und *Listeria monocytogenes* zu den halotoleranten Keimen, die auch in sehr salziger Umgebung wachsen. Ein Salzgehalt im oberen Normalbereich bei Käse kann die Enterotoxinbildung von *Staph. aureus* reduzieren. Salzgehalte von $\leq 2,5\%$ können die Virulenz von *L. monocytogenes* erhöhen. *Campylobacter* werden bereits durch 1% Salz in Käse gehemmt. Salz im Käse trägt zur Hemmung von Salmonellen bei, die bis zu 3-4% Salz in der Wasserphase wachsen. Auch bei Shiga-Toxin produzierenden *E. coli* ist die Salzmenge allein kein Inhibitor. Beim Salzen in Lake werden nur die an der Oberfläche vorhandenen Keime inaktiviert.

Zu den verderbniserregenden Keimen gehören Propionibakterien in Rohmilchkäse, wenn sie sich dort unkontrolliert vermehren. Davon zu unterscheiden ist *Propionibacterium freudenreichii*, das maßgeblich an der typischen Lochbildung und dem besonderen Flavour von Emmentaler und anderen Großlochkäsen beteiligt ist. Für eine Hemmung von Propionibakterien aus Rohmilch sind bei Gruyère mindestens 3,5% Salz in der Wasserphase erforderlich, eine vollständige Hemmung tritt bei 5% auf. Eine Reduzierung auf 4,1% Salz im Wasser bzw. 1,3-1,6% Salz im Käse wird empfohlen.

Diese Menge ist u.a. bei Gruyère auch eine Hürde gegen die Buttersäuregärung durch *Clostridium tyrobutyricum*, wenn die Ausgangssporenzahl in der Milch 25/I nicht überschreitet.

Ausbildung der Käsestruktur

Sowohl ein hoher als auch ein niedriger Salzgehalt kann die Käsestruktur negativ beeinflussen. Dies geschieht durch die Salzwirkung auf Geschwindigkeit und Ausmaß der Säuerung bei Bruchsalzung, den Grad der Feuchtigkeit an der Bruchoberfläche, die Löslichkeit und Quellung des Kaseins und auf die Proteolyse. Generell sinkt der Wassergehalt im Käse mit steigendem Salzgehalt, bei sonst gleichen Herstellungsbedingungen. Eine Lake mit niedrigem Salzgehalt kann einen unerwünschten Aufweicheffekt an der Käseoberfläche durch Wasseraufnahme und Caseinhydratation bewirken, was zu Problemen bei der Rindenbildung führen kann. Dies kann durch eine niedrigere Temperatur der Lake und Zugabe von Calcium minimiert werden. Neben der Käsestruktur bei Kühl- bzw. Raumtemperatur ist bei diversen Käsesorten die Schmelzbarkeit von Bedeutung. Ein höherer Salzgehalt in schnittfestem Mozzarella oder in Raclette-Käse verbessert die Schmelzbarkeit als Folge der verringerten Protein-Protein-Interaktionen und der verstärkten Proteinhydratation.

Bildung des Käseflavours

Obwohl die sensorische Wahrnehmung von Salz zu den Grundgeschmacksarten gehört, wird NaCl dem Käse in erster Linie aus technologischen Gründen zugefügt. Es kontrolliert das Wachstum von zugesetzten und unerwünschten Mikroorganismen und damit auch die Entwicklung des Flavours, das von diesen Mikroorganismen gebildet wird. Salz beeinflusst die sensorische Wahrnehmung von Käse also durch seinen Geschmack selbst und durch Interaktionen mit anderen Flavourkomponenten, aber ebenso durch den Einfluss auf Mikroflora und Käseenzyme. Käse ohne Salz schmeckt fade und entwickelt Off-Flavours. Eine Verringerung des Salzgehaltes erfordert daher eine bessere Kontrolle über die mikrobiologische Zusammensetzung von Kesselmilch und Käse.

Gute Herstellungspraxis

Beim Salzen von Käse in Lake spielen Diffusionsvorgänge eine entscheidende Rolle. Die Salzaufnahme hängt dabei von

Milch oder Käse	Na (mg/100 g)	K (mg/100 g)	Na (*1986) (mg/100 g)
Kamel Milch	30	144	
Kuhmilch	48	157	
Schafmilch	51	168	
Ziegenmilch	42	181	
Appenzeller Käse (50% Fett i.Tr.)	620	82	
Brie Käse (50% Fett i.Tr.)	630	152	
Camembert Käse (45% Fett i.Tr.)	669	110	900 (+35%)
Cheddar Käse (50% Fett i.Tr.)	675	102	675 (± 0%)
Edamer Käse (45% Fett i.Tr.)	512	67	654 (+28%)
Emmentaler Käse (45% Fett i.Tr.)	275	95	450 (+64%)
Gouda Käse (45% Fett i.Tr.)	512	76	869 (+70%)
Parmesan Käse (36,6% Fett i.Tr.)	704	131	
Tilsiter Käse (45% Fett i.Tr.)	550	60	773 (+41%)

*zum Vergleich: Souci-Fachmann-Kraut von 1986

Tab. 1: Mittlerer Natrium- und Kaliumgehalt von Milch und Käse (Souci Fachmann Kraut, 7. Aufl. 2008).

Zusammensetzung, Form und Größe des geformten Bruchs ab. Ebenso sind die Bedingungen bei der Salzaufnahme von Bedeutung, die Salzkonzentration in der Lake, der Konzentrationsgradient zwischen NaCl und Bruchfeuchte, Temperatur, pH-Wert und Salzzeit.

Natürlich ist der Salzgehalt abhängig von der jeweiligen Käsesorte, aber innerhalb der Sorte oft auch länderspezifisch und markenabhängig. Innerhalb einer Marke wiederum kann der Salzgehalt je nach Auslobung in Bezug auf Alter und Flavourintensität variieren. Unterschiedliche Produktionsstandorte oder Prozessschwankungen innerhalb einer Käserei sind weitere Quellen für Schwankungen im Salzgehalt.

Prozessschwankungen können durch Implementieren eines Qualitätssicherungssystems (QA), zu der eine »Gute Herstellungspraxis« (GMP) gehört, minimiert werden.



Foto: LVBM

den. Die GMP stützt sich auf verschiedene ineinander greifende Systeme wie Prozessvalidierung, standardisierte Vorgehensweise (SOP), Messung aller kritischen Parameter (KPI), In-Prozess-Kontrolle (IPC), Statistische Qualitätskontrolle (SQC) und kontinuierliche Qualitätsverbesserung (CQP). Damit sollte der optimale bzw. minimale Salzgehalt in engen Grenzen gehalten werden können.

Wege zur Natriumreduzierung in Käse

Aufgrund der relativ engen chemischen Verwandtschaft lag der Gedanke nahe, NaCl partiell durch Kaliumchlorid (KCl) zu ersetzen. KCl hat eine etwas höhere molare Masse, bildet farblose Kristalle und ist ebenfalls sehr gut wasserlöslich. Der Geschmack ist allerdings nicht rein salzig, sondern auch bitter-metallisch. KCl wird bei Lebensmitteln vorwiegend als Geschmacksverstärker eingesetzt.

Nach der deutschen Zusatzstoff-Zulassungsverordnung ist KCl unter der E-Nummer 508 für Lebensmittel allgemein zugelassen (*quantum satis*), hier u.a. aber nicht für »nicht aromatisierte, mit lebenden Bakterien fermentierte Milcherzeugnisse«. Darunter dürfte auch Käse fallen.

Wie Tab. 1 zeigt, enthält Milch je nach Tierart etwa drei- bis viermal mehr Kalium als Natrium. Bei Käse wird dieses Verhältnis durch die Zugabe von NaCl umgekehrt.

Wenn der Käse zur Herstellung von Schmelzkäse verwendet wird, erhöhen Schmelzsalze, bei denen es sich meist um Natriumphosphate (E 339, E 450-452) oder Natriumcitrat (E 331) handelt, den Natriumgehalt weiter. Eigene Untersuchungen haben aber gezeigt, dass die Schmelzsalzmenge oft reduziert werden kann und Trinatriumcitrat durch Trikaliumcitrat (E 332) ausgetauscht werden kann.

Die WHO hat 2012 nicht nur eine Richtlinie für die Natriumaufnahme von Erwachsenen und Kindern herausgegeben, sondern auch für die Kaliumaufnahme (»conditional recommendation«). Empfohlen werden mindestens 3,51 g pro Tag für Erwachsene. Ein Austausch von Natrium gegen Kalium ist also ernährungsphysiologisch wünschenswert.

Bemühungen, den Natriumgehalt von Käse zu reduzieren, wurden schon Ende der 1980er Jahre vorgenommen, beispielsweise an der damaligen Bundesanstalt für MilCHForschung in Kiel oder an Agroscope. Anlass in Deutschland war die Aufnahme des Begriffs »natriumvermindert« in die Nährwertkennzeichnungs-Verordnung. Für natriumverminderte Käse und Erzeugnisse aus Käse gelten seitdem 450 mg Na/100 g (1,14% NaCl) als Obergrenze. Die Kieler Untersuchungen ergaben, dass sich ein solcher Edamer sensorisch einwandfrei produzieren ließ. Seit dieser Zeit sind die Natriumgehalte vieler Käsesorten in Deutschland mehr oder weniger deutlich gesunken, wie ein Vergleich der Analysen von 1986 und 2008 zeigt (Tab. 1).

Bei einer Literaturrecherche wurden 44 Arbeiten aus den Jahren 1982-2012 analysiert, die sich mit der Substitution von NaCl durch KCl beschäftigten. Die für die Autoren überraschend große Zahl von Publikationen zeigt, dass die Thematik weltweit aktuell ist. Die Versuche wurden am häufigsten bei Cheddar und Käsesorten in Lake durchgeführt. Insgesamt ergab sich, dass ein partieller Austausch möglich ist, wobei der Salzgehalt insgesamt oftmals gesenkt werden konnte. Sensorisches Problem ist dabei der bittere Geschmack des KCl. Nach Ergebnissen eines Fragebogens an die IDF-Mitgliedstaaten zeigte sich, dass die Natriumreduktion ein wichtiges Ziel ist, dass von vielen Regierungen angestrebt wird.

Das umfangreiche Literaturverzeichnis kann beim Verlag angefordert werden.