

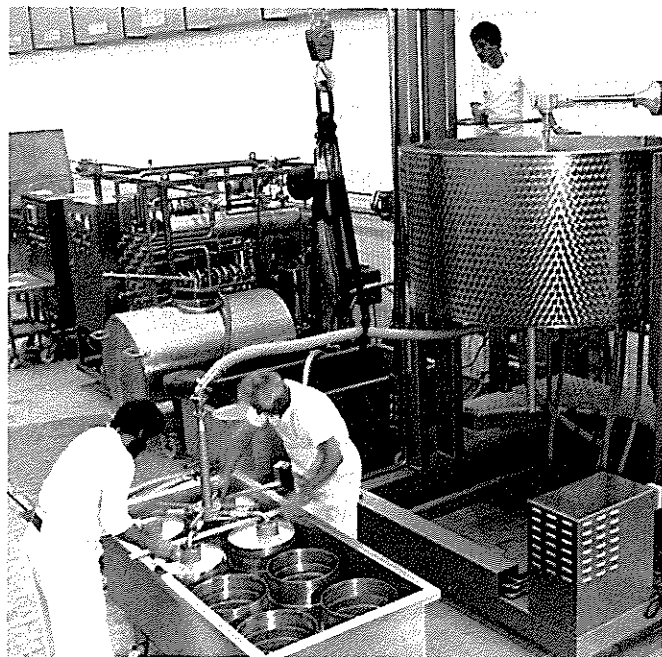


Abb. 4. Im grossen Kessi lassen sich in einem Arbeitsgang bis zu 8 identische Modellkäse herstellen. Sie bilden die Grundlage für Press- und Reifungsversuche.



Abb. 5. Beim Pressen der Modellkäse (nach der Fabrikation während 24 Std.) muss der Temperaturverlauf von Käsen in Originalgrösse simuliert werden, damit die Milchsäuregärung entsprechend verläuft. Deshalb sind die Käsepressen in Klimaschränken montiert. Diese Anordnung erlaubt auch Temperatur- und Pressversuche.

Themen von Versuchen, die in den letzten zwei Jahren in der Modellkäserei der FAM durchgeführt wurden

- Prüfung definierter Milchsäurebakterienkulturen für Emmentaler, Greyerzer, Tilsiter, Appenzeller, Sbrinz und andere Käse
- Bedeutung mesophiler Bakterien, die aus guten Käsen isoliert wurden, für die Qualität von Emmentaler, Tilsiter, Raclette und Sbrinz
- Prüfung konzentrierter, tiefgefrorener beziehungsweise gefriergetrockneter Kulturen für den Direkteinsatz (Tilsiter, Raclette, Emmentaler, Tessiner-Käse)
- Auswirkungen von *Lb. lactis* Kulturen, die sich in der Plasmidzahl unterscheiden, auf den Reifungsverlauf von Emmentaler
- Prüfung heterofermentativer Milchsäurebakterien für die Lochbildung im Käse (Greyerzer, Halbhart-Käse)
- Einfluss des Temperaturverlaufes auf die Phosphatase-Aktivität im Emmentaler
- Einfluss einer thermischen Milchbehandlung beim Modellemmentaler auf Reifungsverlauf und Qualitätsmerkmale
- Bedeutung der Wasserqualität bei der Herstellung von Emmentalerkäse
- Abklärungen über die Entstehung von «braunen Tupfen» (Kolonien von Propionsäurebakterien) im Käse
- Dosierung von Kupferionen durch Elektrolyse – ein Verfahren zum Einbringen von Kupferionen in den Käse
- Versuche zur Herstellung eines 3/4-fetten Reibkäses
- Ermitteln von Faktoren, um die Schmelzfähigkeit von Walliser-Raclettekäse zu verbessern
- Milch von Kühen im Energiedefizit: Einfluss auf den Reifungsverlauf und die Qualität von Modell-Emmentaler (Versuch in Zusammenarbeit mit der Schwesteranstalt in Posieux FAG)
- Rückbegasung der Käseeremilch mit Kohlensäure-Gas
- Einfluss einer teilweisen Substitution von Kochsalz auf die Qualität von Halbhart-Käsen
- Ermittlung möglicher Kontaminationsquellen von Listerien bei geschmierten Käsen
- Verhalten von Listerien bei der Hart- und Halbhartkäsefabrikation
- Herkunft, Konzentration und Verteilung der Benzoesäure im Käse.

mithelfen, unter Einsatz moderner, rationeller Technik, die Ursprünglichkeit und die Einzigartigkeit der Schweizer Käse zu erhalten und zu fördern.

Um in diesem Gebiet arbeiten zu können müssen wichtige Voraussetzungen erfüllt sein: Fachpersonal und eine breitgefächerte, angepasste Infrastruktur. Es braucht aber auch einen Organisationsaufbau, der eine Zusammenarbeit der verschiedenen Wissensgebiete ermöglicht.

Die FAM hat heute alle notwendigen Bedingungen, die eine wirksame und zielgerichtete Versuchstätigkeit auf dem Käsesektor erlauben.

Arbeitsweise

Die hauptsächlichsten Arbeitsinstrumente der Käseforschung der FAM sind Forschungslabors, Versuchskäsereien und die Modellkäserei.

Die konkrete Arbeit erfolgt in Projekten, an denen mehrere Wissensgebiete beteiligt sind (siehe Abb. 1).

Die Versuche in der Modellkäserei stellen ein eigentliches Bindeglied dar zwischen den reinen Laborversuchen und den praxisbezogenen Fabrikationsversuchen in Versuchskäsereien oder Praxisbetrieben. Zwei wichtige Eigenschaften der Modellkäserei sind Flexibilität und Wirtschaftlichkeit (siehe dazu den Text bei den Abbildungen).

Die Modellkäserei

In der Modellkäserei werden Fabrikationsversuche in halbertechnischem Massstab, sogenannten Pilot-plant-Versuchen durchgeführt. Emmentalerkäse zum Beispiel werden im Massstab 1:10 hergestellt. Bei anderen Käsen, wie Raclette oder Tilsiter, wird nur ein Käse pro Variante fabriziert. Die Abbildungen 2-6 geben Einblick in den Betrieb.

Versuchsplanung und Berichterstattung

Die Probleme, die in der Modellkäserei bearbeitet werden sind äusserst vielseitig (vergl. Kasten).

Summary

An instrument for cheese research: our pilot plant

Efficient promotion of Swiss cheese quality depends on the appropriate infrastructure. Besides research laboratories and experimental cheese factories, the Dairy Research Institute has a pilot plant, which is a link in the chain between laboratory research and cheese manufacture in practice. Cheese manufacture on a reduced scale is made in this pilot plant. The present infrastructure of our pilot plant is suitable for the necessary flexibility of our tasks.

Résumé

Un instrument de la recherche fromagère – Notre fromagerie pilote

Une promotion efficace de la qualité des fromages fabriqués en Suisse passe par une infrastructure adéquate. En plus des laboratoires de recherches et des fromageries expérimentales, la Station de recherches laitières (FAM) possède une fromagerie pilote. Elle est le lien entre la recherche au laboratoire et les fromageries du pays. Des fabrications sont conduites à échelle réduite (Pilot plant). Elles fournissent les informations demandées aussi bien à la consultation fromagère qu'à la recherche. L'actuelle infrastructure de notre fromagerie pilote répond, d'une façon rationnelle quant à son utilisation, à la flexibilité nécessaire à nos tâches.

Diese Berichte dienen als Grundlage für das weitere Vorgehen im Projekt und bilden den Rohstoff für Veröffentlichungen (Unterlagen für Käser-Diskussionsgruppen oder Publikationen). Schliesslich werden die Versuchsdaten auch in die im Aufbau begriffene EDV-«Datenbank Käseforschung» abgelegt.



Abb. 6. Für die Käseerzeugung stehen mehrere Klima-Räume zur Verfügung. Neben der Reifung der eigenen Versuchsproduktion, dienen die Keller auch zur Durchführung von Lagerungsversuchen mit Käsen aus verschiedenen Käsereien des Landes. Die Käse werden auf mobilen Gestellen gelagert.

Über die Beeinflussung des Kochsalzgehaltes von Käse

Robert SIEBER, Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, CH-3097 Liebefeld-Bern

Zusammenfassung

Kochsalz ist bei der Käseherstellung ein wichtiger Hilfsstoff. In der menschlichen Ernährung wird aber eine zu hohe Aufnahme mit dem Entstehen von Bluthochdruck in Verbindung gebracht. Deshalb ist auch die Milchwirtschaft bestrebt, den Kochsalzgehalt von Käse auf das technologisch und qualitativ notwendige Mass zu beschränken. Die Forschungsanstalt für Milchwirtschaft (FAM) hat in den letzten Jahren verschiedene Versuche zur Kochsalzreduktion und -substitution in Käse unternommen. Über einzelne dieser Versuche wird berichtet.

Bedeutung des Kochsalzes in der menschlichen Ernährung

Kochsalz ist seit altersher ein bedeutungsvolles Produkt in der menschlichen Ernährung, da es als klassische Methode zur Konservierung von Lebensmitteln verwendet wurde. Auch ist der Salzgeschmack einer der vier bekannten Sinnesempfindungen. Deshalb spricht der Mensch auch auf die Salzigkeit der Lebensmittel an. In den Lebensmitteln hat das Kochsalz verschiedene Aufgaben, wie Konservierung, Quelle von Natrium und Beitrag zum Aroma zu erfüllen.

In den westlichen Ländern liegt die Kochsalzzufuhr bei etwa 10-12 g/Tag

und Person. Eine zu hohe Aufnahme an Kochsalz wird mit dem Entstehen von Bluthochdruck in einen Zusammenhang gebracht (SIEBER und RÜEGG 1988). Dabei wird neben dem Natrium neuerdings auch dem Chlorid eine ebenso wichtige Rolle zugeschrieben (KURTZ *et al.* 1987), doch muss dem Natrium immer noch Beachtung geschenkt werden, da dieses praktisch immer mit dem Chlorid vergesellschaftet vorkommt (KIEFFER und SIEBER 1991). Einerseits wird festgestellt, dass die Aufnahme an Kochsalz zu hoch liegen dürfte, andererseits aber beträgt der Bedarf an Natrium pro Person und Tag weniger als 1 g. Deshalb wird in der menschlichen Ernährung der Kochsalzzufuhr besondere Beachtung geschenkt und eine Reduktion der Kochsalzaufnahme gefordert. Diese

lässt sich über verschiedene Massnahmen erreichen: sparsamere Verwendung des Kochsalzes in der Küche und beim Tisch, geringerer Verzehr an kochsalzreichen Lebensmitteln, Verminderung des Kochsalzgehaltes von Lebensmitteln oder Verwendung von Substitutionsprodukten bei der Lebensmittelherstellung (SIEBER und RÜEGG 1988).

Konsequenzen für die Milchwirtschaft

Die Forderung, die Kochsalzaufnahme zu reduzieren, hat auch Auswirkungen auf die Lebensmittelverarbeitung. Zu den Lebensmitteln, die kochsalzreich sind, zählen unter anderem Brot, Fleischwaren, aber auch Käse (SIEBER *et al.* 1987). Die Milchwirtschaft hat deshalb bereits verschiedene Anstrengungen unternommen, den Natriumchloridgehalt bei Milch und Milchprodukten zu vermindern. So wurden bereits bei Magermilch, Buttermilch und Ice Cream Versuche zur Kochsalzreduktion unternommen. Die grössten Möglichkeiten, den Kochsalzgehalt eines Milchproduktes zu vermindern, liegen beim Käse (SIEBER und RÜEGG 1988). Deshalb sind bereits zahlreiche Berichte über eine Reduktion wie auch eine Substitution von Kochsalz in Käse vorhanden (BARTH *et al.* 1989; PROKOPEK *et al.* 1990; SIEBER und RÜEGG 1988, SIEBER und SCHÄR 1990a, b).

Bei der Käsefabrikation wird Kochsalz aus verschiedenen Gründen eingesetzt. Es beeinflusst die Vermehrung und Stoffwechselaktivität der Mikroorganismen, somit auch die Aktivität der für die Gärungs- und Reifungsvorgänge verantwortlichen Enzyme, sodann die Wasserbindungsverhältnisse im Käseteig. Insgesamt werden durch Kochsalz der Geschmack, die Textur und die Haltbarkeit des Käses beeinflusst. Auf dessen Verwendung kann also bei der Käseherstellung, sofern ein typisches und qualitativ einwandfreies Produkt erhalten werden soll, nicht verzichtet werden.

Der Kochsalzgehalt von Käse wird über verschiedene Faktoren wie das Verhältnis Käsegewicht zu Käsoberfläche, die Temperatur im Käse, den pH-Wert im Käse und den Grad des Entmolkens zum Zeitpunkt des Salzens, die Salzbadstärke, den pH-Wert und den Säuregrad des Salzades sowie die Aufenthaltsdauer im Salzbad beeinflusst (BOCHTLER 1984; GUINEE und Fox 1987). Daraus ergeben sich einige Möglichkeiten zur Kochsalzre-

duktion beim Käse. Das verwendete Salzbad kann eine geringere Kochsalzkonzentration und eine tiefe Temperatur aufweisen. Bei üblicher Kochsalzkonzentration des Salzades kann die Aufenthaltsdauer des Käses reduziert werden. Schliesslich kann das Natriumion im Kochsalz durch andere, im Periodensystem ihm nahestehende Ionen wie Kalzium, Kalium und Magnesium teilweise ersetzt werden.

Versuche der FAM zur Kochsalzreduktion in Hart- und Halbhartkäse

Die FAM hat in den Jahren ihres Bestehens verschiedene Forschungsarbeiten unternommen, die einerseits genauere Kenntnisse über den Einfluss des Kochsalzes auf die Käsereifung ergeben (GROS und RÜEGG 1987; JENSEN 1906; HOSTETTLER *et al.* 1945; KOESTLER 1934, 1936; KURMANN *et al.* 1976; SIEBER und RÜEGG 1988; SIEBER *et al.* 1991; verschiedene unveröffentlichte Resultate) und andererseits auch den Kochsalzgehalt in Käse reduzieren sollten (SIEBER und SCHÄR 1990a; SOLLBERGER *et al.* 1991). Es hat sich jedoch in den Versuchen zur Nachgärung gezeigt, dass beispielsweise beim Greyerzer ein verminderter Kochsalzgehalt mit einer erhöhten Nachgärungsbildung einherging (STEFFEN *et al.* 1980). Es sind deshalb den Bestrebungen, den Kochsalzgehalt im Käse zu vermindern, von der Lagerfähigkeit der Käse her gewisse Grenzen auferlegt.

Modifizierte Salzbadbehandlung beim Emmentaler

Emmentalerkäse wies anfangs dieses Jahrhunderts noch einen Kochsalzgehalt von 23,1 g/kg auf (JENSEN und

PLATTNER 1906). Eine veränderte Technologie führte sodann zu einem deutlich tieferen Gehalt, der für das Jahr 1984 mit 4,3 g/kg angegeben werden konnte (SIEBER *et al.* 1987). Neue Untersuchungen haben indes gezeigt, dass inzwischen mit einem etwas höheren durchschnittlichen Gehalt gerechnet werden muss (SIEBER und BADERTSCHER 1991).

SOLLBERGER *et al.* (1991) haben Emmentalerkäse unterschiedlich lange im Salzbad gehalten (24 gegenüber den üblichen 48 Stunden). Neben der Salzbaddauer wurde auch der Säuregrad des Salzades (10 gegenüber 20°SH) verändert. Dieser Parameter hatte jedoch keinen Einfluss auf den Kochsalzgehalt des reifen Käses (Tab. 1). Dagegen wurde der Kochsalzgehalt durch die Aufenthaltsdauer im Salzbad deutlich beeinflusst. So wurde in den reifen Käsen nach einer Aufenthaltsdauer von 24 Stunden im Salzbad ein Kochsalzgehalt von 2,8 g/kg festgestellt gegenüber 4,6 beziehungsweise 4,5 g/kg bei den Varianten 48 Stunden/10°SH respektive 20°SH. Zudem wurden die Käse mit der kürzeren Salzbaddauer qualitativ deutlich bevorzugt. Aus diesem Versuch kann geschlossen werden, dass eine Verminderung des Kochsalzgehaltes von reifem Emmentalerkäse auf einen Gehalt von 3 g/kg durchaus im Bereich des Möglichen liegt.

Einfluss einer kürzeren Salzbaddauer auf reifen Halbhartkäse

Bei einem Halbhartkäse vom Typ Appenzellerkäse wurde der Einfluss eines verminderten Aufenthaltes im Salzbad überprüft und mit normal fabrizierten Käsen (12 gegenüber 24 Stunden) sowie mit solchen ohne Kochsalzbehandlung verglichen. Die näheren

Angaben zu diesem Versuch finden sich bei SIEBER und SCHÄR (1990a).

Ohne die Verwendung von Kochsalz lässt sich ein Käse, der vom Konsumenten als typisch beurteilt wird, praktisch nicht herstellen. Dies haben die Resultate von ungesalzene Käse gezeigt. Dieser wies in der sensorischen Prüfung eine leere, fade Salzigkeit, eine weiche Textur und einen bitteren, unreinen Geschmack auf (Tab. 2). Dagegen beeinflusste beim Halbhartkäse die verminderte Salzbaddauer von 12 gegenüber 24 Stunden den Kochsalzgehalt des reifen Käses nicht. Im Gegensatz dazu haben BARTH *et al.* (1989) bei einer Kochsalzkonzentration von 18% einen deutlichen Einfluss der Aufenthaltsdauer von Edamer im Salzbad festgestellt. So betrug der Kochsalzgehalt nach 6 Stunden 4,6, nach 12 Stunden 5,5, nach 18 Stunden 6,8 und nach 24 Stunden 7,2 g/kg.

Teilweiser Ersatz des Kochsalzes durch andere Salze

Eine Reduktion des Kochsalzgehaltes von Käse kann neben der verkürzten Salzbaddauer oder der verminderten Konzentration des Salzades auch dadurch erreicht werden, dass das Natrium im Kochsalz teilweise durch andere Ionen wie Kalium, Kalzium und Magnesium ersetzt wird (SIEBER und RÜEGG 1988). Diese Elemente stehen im Periodensystem in der Nähe des Natriums und können als Bestandteile von Chloridsalzen in der Lebensmit-

Tabelle 2. Einfluss einer verminderten Salzbaddauer auf den Natriumgehalt, die Teigkonsistenz und die sensorischen Eigenschaften von reifem Halbhartkäse (nach SIEBER und SCHÄR, 1990a)

Parameter		Verfahren					
		Kontrolle		NaCl 1/2		ohne NaCl	
		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Zusammensetzung							
Natrium	mmol/kg	305	74	310	54	37	7
Teigkonsistenz							
Eindringtiefe	mm	5,7	0,5	5,7	0,4	15,1	1,9 ^a
Deformation beim Bruch	%	51,9	1,3	52,4	1,1	— ^a	
Kraft beim Stauchbruch	N	42,2	2,8	43,0	3,0	— ^a	
Druckspannung	N	24,0	1,8	23,9	1,8	5,2	2,8 ^a
Sensorische Beurteilung							
Salzigkeit		normal		normal		leer, fade	
Textur		leicht hart		leicht hart		weich	
Geschmack		leicht sauer		leicht sauer		bitter, unrein	

— ein Bruch fand nicht statt

^a statistisch signifikanter Unterschied zur Kontrolle

telindustrie Verwendung finden. In einem weiteren Versuch wurde deshalb das Natrium im Kochsalz teilweise durch diese Ionen ersetzt und deren Einfluss auf die Zusammensetzung, auf den Gehalt an Mineralstoffen und freien Fettsäuren, auf die Teigkonsistenz und die sensorischen Eigenschaften wiederum bei einem Halbhartkäse überprüft.

Durch diese Massnahme gelang es, den Kochsalzgehalt zu reduzieren (Tab. 3). Jedoch zeigten sich bei der Bestimmung der Teigkonsistenz wie auch in der sensorischen Analyse deutliche Unterschiede zu normalfabrizier-

tem Käse. So wurde beim Geschmack dieser Käse mehrheitlich eine bittere Note festgestellt. Die ausführliche Beschreibung findet sich bei SIEBER und SCHÄR (1990b).

Schlussfolgerungen

Verschiedene Untersuchungen weisen darauf hin, dass die Kochsalzkonzentration in Käse gesenkt werden kann. Dabei scheint es, dass eine gewisse Grenze nicht unterschritten werden darf, ohne dass die sensorische Quali-

Tabelle 3. Einfluss des teilweisen Ersatzes von Kochsalz durch andere Salze auf die Zusammensetzung, die Teigkonsistenz und die sensorischen Eigenschaften von reifem Halbhartkäse (nach SIEBER und SCHÄR, 1990b)

Parameter		Salzkombination							
		Na-K 3:1		Na-K 1:1		Na-Ca 1:1		Na-Mg 1:1	
		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Zusammensetzung									
Natrium	mmol/kg	225	32	175	25	158	37	156	20
Kalzium	mmol/kg	237	7	226	16	266	18	235	10
Kalium	mmol/kg	104	15	182	27	25	3	27	3
Magnesium	mmol/kg	12,3	0,2	12,1	0,6	14,0	0,6	58,5	9,8
Teigkonsistenz									
Eindringtiefe	mm	7,8	0,6 ^a	8,0	1,1 ^a	10,4	0,6 ^a	9,2	1,4 ^a
Deformation beim Bruch	%	53,6	1,6 ^a	53,0	0,7 ^a	60,0	2,0 ^a	60,3	2,1 ^a
Kraft beim Stauchbruch	N	34,9	3,8 ^a	33,8	3,2 ^a	35,3	4,8 ^a	35,7	2,7 ^a
Druckspannung	N	18,6	1,8 ^a	16,2	5,2 ^a	13,1	2,4 ^a	13,6	1,2 ^a
Sensorische Beurteilung									
Salzigkeit		normal		normal bis leicht salzig		leicht bis sehr salzig		normal bis leicht fad	
Textur		leicht hart		normal		normal bis hart		normal	
Geschmack		leicht sauer		bitter		bitter, Abgeschmack		bitter	

^a statistisch signifikanter Unterschied zur Kontrolle

Tabelle 1. Einfluss einer unterschiedlichen Kochsalzbehandlung auf den Natriumgehalt, die Teigkonsistenz und die Qualitätsbeurteilung von reifem Emmentalerkäse (nach SOLLBERGER *et al.* 1991)

Parameter		Verfahren							
		10°SH, 48 h		10°SH, 24 h		20°SH, 48 h		20°SH, 24 h	
		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Zusammensetzung									
Kochsalzgehalt	g/kg	4,6	0,8	2,8	0,3 ^a	4,5	0,5	2,8	0,3 ^a
Teigkonsistenz									
Eindringtiefe	mm	7,0	1,4	7,6	1,8	7,3	2,0	7,8	2,3
Deformation beim Bruch	%	72,4	1,5	74,0	0,7 ^a	73,0	1,5	74,5	1,0 ^a
Qualitätsbeurteilung									
Qualitätsnote		16,2	4,8	18,6	0,6 ^a	16,3	2,9	18,7	0,5 ^a

^a statistisch signifikanter Unterschied zur Kontrolle

tät, vor allem bei Käsen mit langer Lagerung, herabgesetzt wird. Jedenfalls hat sich beim Edamer gezeigt, dass es möglich ist, sensorisch akzeptable Käse mit einem minimalen Kochsalzgehalt von 11,4 g/kg herzustellen (BARTH *et al.* 1989), auch bei industrieller Herstellung (PROKOPEK *et al.* 1990). Doch trifft dies offensichtlich unter den Schweizer Käsen beim Emmentaler nicht zu, bei dem diese Grenze ohne nennenswerte Qualitätsverluste unterschritten werden kann. Damit steht Personen, denen eine verminderte tägliche Kochsalzzufuhr empfohlen wird, ein Käse mit einem deutlich reduzierten Kochsalzgehalt zur Verfügung.

Literatur

- BARTH C., KRUSCH U., MEISEL H. *et al.*, 1989. Möglichkeiten und Grenzen der Reduzierung des Kochsalzgehaltes in Schnittkäse. *Kieler Milchwirt. Forschungsber.* 41, 105-136.
- BOCHTLER K., 1984. Kochsalzgehalt im Käse (Einflussfaktoren). *Dt. Milchwirt.* 35, 186-189.

Résumé

Modification de la teneur en sel du fromage

Le sel est une substance auxiliaire importante dans la fabrication du fromage. En nutrition humaine, une consommation trop élevée est associée au développement de l'hypertension. C'est pourquoi l'industrie laitière s'est appliquée à limiter la teneur en sel du fromage. Ces dernières années, la Station fédérale de recherches laitières a fait plusieurs essais pour diminuer le taux de sel du fromage ou pour le substituer.

- GROS J. B. and RÜEGG M., 1987. Determination of the apparent diffusion coefficient of sodium chloride in model foods and cheese. In: Physical properties of foods - 2, Jowitt R., Escher F., Kent M. *et al.* (eds.), Elsevier Applied Science, London-New York, 71-105.
- GUINEE T. P. and FOX P. F., 1987. Salt in cheese: physical, chemical and biological aspects. In: Chemistry, physics and microbiology. Vol. 1. General aspects, P. F. Fox (ed.), Elsevier Applied Science, London-New York, 251-295.
- HÖSTETTLER H., KÜRSTEINER J. und SAHLI K., 1945. Der Einfluss des Salzens des Käsebruchs im Käsekessel auf den Wasser- und Kochsalzgehalt sowie auf den Eiweissabbau des reifenden Käses. *Landwirt. Jahrbuch Schweiz*, 929-948.
- JENSEN O., 1906. Über den Einfluss des Salzens auf die im Emmentalerkäse stattfindende Lochbildung. *Landwirt. Jahrbuch Schweiz* 20, 437-438.
- JENSEN O. und PLATTNER E., 1906. Beitrag zur Käseanalyse. *Landwirt. Jahrbuch Schweiz* 20, 419-436.
- KIEFFER F. und SIEBER R., 1991. Angenährter Verzehr an Mineralstoffen und Spurenelementen. In: Dritter Schweizerischer Ernährungsbericht, H. B. Stähelin, J. Lüthy, A. Casabianca *et al.* (eds.), Eidg. Druckschachen- u. Materialzentrale, Bern, 70-78.
- KOESTLER G., 1934. Verhalten des Hartkäsesteiges gegenüber Einflüssen von aussen, insbesondere gegenüber Kochsalz. *Landwirt. Jahrbuch Schweiz*, 965-982.

Summary

Modification of salt content of cheese

Salt is an important auxiliary substance in cheese manufacture. In human nutrition a high intake of salt is associated with the development of hypertension. For this reason the dairy industry is interested in limiting the salt content of cheese. In recent years the Federal Dairy Research Institute has carried out several experiments for salt reduction or substitution in cheese.

Key words: cheese, salt, sodium chloride, sodium substitute, salt reduction.

- KOESTLER G., 1936. Zur Kenntnis der Beschaffenheit des Emmentalerkäsesteiges mit besonderer Berücksichtigung seines Verhaltens zu Kochsalzlösungen. *Landwirt. Jahrbuch Schweiz*, 979-1028.
- KURMANN J. L., GEHRIGER G., FLÜCKIGER E., STEFFEN C. und KAUFMANN H., 1976. Die Salzbadbehandlung der Emmentaler bei verschiedenen Temperaturen. *Schweiz. Milchwirt.* 102, 57-58.
- KURTZ T. W., AL-BANDER H. A. and MORRIS R. C., 1987. «Salt-sensitive» essential hypertension in men. Is the sodium ion alone important? *N. Engl. J. Med.* 317, 1043-1048.
- PROKOPEK D., BARTH C. A., KLOBES H. *et al.*, 1990. Reduzierung des Kochsalzgehaltes in Edamer Käse bei industrieller Herstellung. *Kieler Milchwirt. Forschungsber.* 42, 565-596.
- SIEBER R., COLLOMB M. und STEIGER G., 1987. Natrium- und Kochsalzgehalt von Milch und Milchprodukten, im besonderen von Käse. *Mitt. Geb. Lebensm. Hyg.* 78, 106-132.
- SIEBER R. und RÜEGG M., 1988. Zur Frage einer Kochsalzreduktion in Lebensmitteln, dargestellt am Beispiel des Käses. *Lebensmittel-Technologie* 21, 9-11, 34-44.
- SIEBER R. und SCHÄR H., 1990a. Einfluss einer verkürzten Salzbadbehandlung auf den Kochsalzgehalt und weitere chemische und sensorische Eigenschaften sowie die Textur bei Halbhartkäse. *Schweiz. Milchw. Forschung* 19, 74-77.
- SIEBER R. und SCHÄR H., 1990b. Zum teilweisen Ersatz von Kochsalz in Halbhartkäse durch Kalium-, Calcium- oder Magnesiumchlorid. *Schweiz. Milchw. Forschung* 19, 78-81.
- SIEBER R. und BADERTSCHER R., 1991. Über den Kochsalzgehalt von marktreifem Emmentalerkäse. *Schweiz. Milchw. Forschung*, im Druck.
- SIEBER R., BOSSET J. O. und BICAN P., 1991. Einfluss einer Reduktion und eines teilweisen Ersatzes von Kochsalz auf die Proteolyse bei Halbhartkäse. *Schweiz. Milchw. Forschung* 20, 9-12.
- SOLLBERGER H., KAUFMANN H. und SIEBER R., 1991. Einfluss einer verkürzten Salzbadbehandlung auf den Kochsalzgehalt von Emmentalerkäse. *Schweiz. Milchw. Forschung*, im Druck.
- STEFFEN C., GLÄTTLI H., STEIGER G., FLÜCKIGER E., BÜHLMANN C., LAVANCHY P. und NICK B., 1980. Vergleichende Untersuchungen von Greyerzerkäsen mit und ohne Nachgärung. I. Bakteriologische, biochemische, chemische und rheologische Untersuchungen. *Schweiz. Milchw. Forschung* 9, 19-27.

Aromaforschung an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Milchwirtschaft (FAM)

Jacques O. BOSSET, Ernst BAUMANN, Ulrich BÜTIKOFER, Doris FUCHS, Roland GAUCH, Miroslava IMHOF, René IMHOF und Gérald J. STEIGER, Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, CH-3097 Liebefeld-Bern

Zusammenfassung

Dieser Artikel behandelt die wichtigsten Aufgaben der FAM auf dem Gebiet der Aromaforschung in Milchprodukten. Dazu gehören spezifische Laborarbeiten zur Bestimmung von flüchtigen Substanzen mittels Gaschromatographie (GC) und von nichtflüchtigen Substanzen mit Hilfe der Flüssig-Chromatographie (HPLC und IEC) sowie sensorische Analysen, die von geschulten Degustatoren ausgeführt werden. Im weiteren wird die Entwicklung der Analysenmethoden im Laufe der letzten 25 Jahre beschrieben. Die Möglichkeiten und Grenzen der Laboratorien werden anhand von Beispielen kurz-, mittel- und langfristiger Zielsetzungen aufgezeigt. Schliesslich werden einige künftige Projekte erwähnt, so die Erstellung von Modellaromaprofilen zur Erfassung von Geschmacks- und Geruchsfehlern.

Einleitung

Unter dem Begriff Aroma versteht man die Bestandteile, die für Geschmack und Geruch eines Nahrungsmittels verantwortlich sind. Zum Verständnis der analytischen Aspekte der Aromaforschung ist es unerlässlich, zwischen Geruch und Geschmack zu unterscheiden:

- Mit der Nase, dem Geruchssinn, werden nur sogenannte flüchtige Substanzen wahrgenommen. Es handelt sich dabei vorwiegend um gasförmige oder um flüssige,

schnell verdampfende Bestandteile. Aufgrund ihrer Flüchtigkeit können die geruchsaktiven Komponenten eines Aromagemisches mit Hilfe der Gaschromatographie (GC) aufgetrennt werden.

- Der Geschmackssinn nimmt nichtflüchtige Bestandteile wahr. Sie befinden sich bei Raumtemperatur beinahe immer in festem Zustand. Die Analysenmethoden beruhen hier entweder auf der Polarität der zu trennenden Bestandteile des Aromagemisches oder auf deren Säure-Basen-Eigenschaften. Zur

Anwendung kommen die Hochleistungs-Flüssig-Chromatographie (HPLC) beziehungsweise die Ionen-Austausch-Chromatographie (IEC).

Eine Universalmethode für die gleichzeitige apparative Bestimmung von Geruchs- und Geschmackskomponenten existiert nicht. Es muss im voraus entschieden werden, ob mit der GC flüchtige Substanzen oder mit der HPLC beziehungsweise der IEC nichtflüchtige Substanzen zu bestimmen sind. Dieser Wahl geht im allgemeinen eine sensorische Analyse durch geschulte Degustatoren voraus. Nur mit einer solchen Sinnenprüfung lassen sich gleichzeitig geruchs- und geschmacksaktive Bestandteile erfassen. Nach der Lebensmittelverordnung werden die Aromastoffe der Lebensmittel in drei Kategorien eingeteilt: natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe. Die FAM untersucht ausschliesslich natürliche Aromastoffe in Milch und Milchprodukten. Dabei kann es sich um flüchtige oder nichtflüchtige, um angenehme oder unerwünschte Komponenten handeln. In die Aromaforschung der FAM nicht einbezogen werden Zuta-

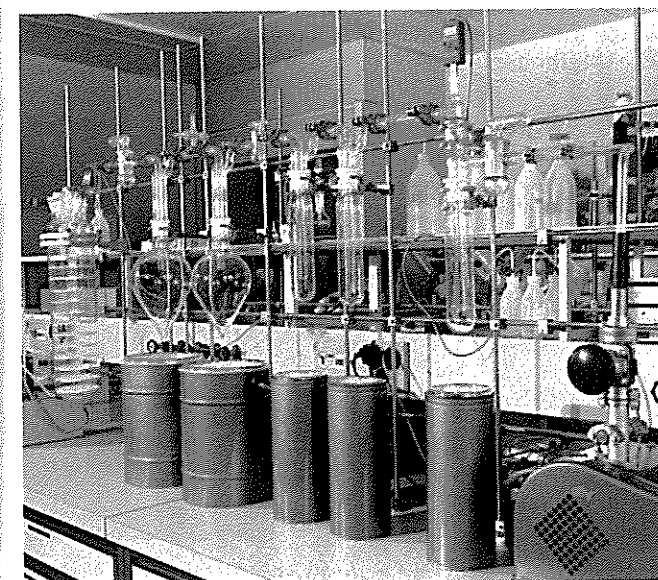


Abb. 1. Hochvakuumdestillationsanlage («Turmextraktion»).

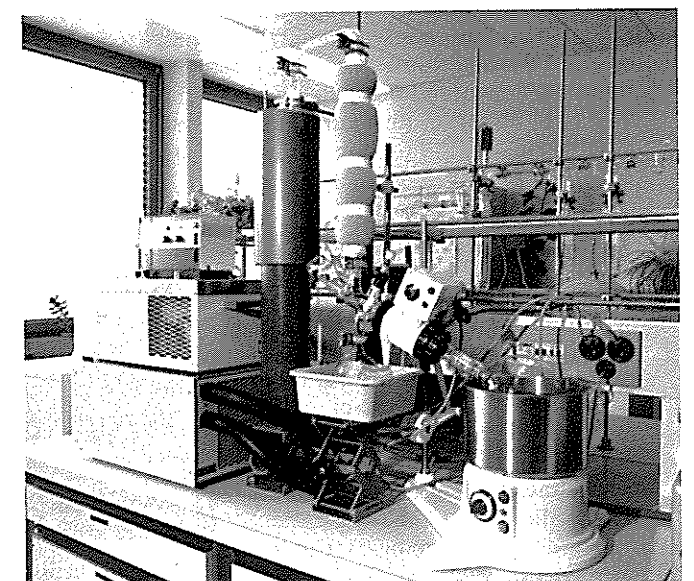


Abb. 2. Wasserdampfdestillationsanlage («Rotavap-Methode»).