



Kontrollierte Reifung von Harzer Käse

Wie ein „anrühiges“ Produkt attraktiver werden kann

Wilhelm Bockelmann und Knut J. Heller (Kiel)

Im Vergleich zu anderen Käsesorten fristet Harzer Käse ein Nischendasein. Dies ist eigentlich verwunderlich, da „Light“-Produkte einen immer höheren Stellenwert bei Verbrauchern einnehmen und Harzer Käse von Natur aus ein fettarmes Lebensmittel ist. Der Grund für die geringe Akzeptanz beim Verbraucher dürfte der intensive Geruch sein, den dieser Sauermilchkäse früher ausströmte. Heutzutage ist der Geruch deutlich milder. Allerdings bildet sich im Verzehrzeitraum häufig eine als unangenehm empfundene, klebrig-schmierige Oberfläche. Die Vorgänge um die Mikrobiologie der Reifung waren bis vor kurzem nur wenig verstanden.

Der Kultureinsatz in der Harzer Käseindustrie beschränkt sich auch heute noch in vielen Fällen lediglich auf den Zusatz von „Rotkultur“. Dies sind im Wesentlichen *Brevibacterium linens*-Kulturen, die den Käsen typisches Aroma und Farbe verleihen sollen. Auf der Oberfläche reifender Käse finden sich allerdings meist höhere Keimzahlen anderer Bakterien und Hefen. Damit wird deutlich, dass eine vollständige Prozesskontrolle, wie sie bei den meisten Labkäsen ohne Oberflächenreifung existiert, bei der Nutzung „zufällig“ vorhandener Hefen und Bakterien (Hausflora) nicht möglich ist.

Um sich ändernden Verbrauchererwartungen zu entsprechen, müssen die Produkte weiterentwickelt werden. Die dazu notwendige Forschung kann aber von

den meist sehr kleinen Betrieben nicht geleistet werden. So ist in den letzten Jahren zu beobachten, dass immer mehr Käsereien schließen, und es somit um die Zukunft dieser typisch deutschen Käsespezialität nicht zum Besten steht.

Da kommerziell arbeitende Kulturenhersteller an der Entwicklung von Kulturen speziell für Sauermilchkäse wegen des geringen Marktvolumens wenig bis kein Interesse haben, wurden in der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL) am Standort Kiel in einem Forschungsprojekt die mikrobiologischen Grundlagen für die Kulturentwicklung erarbeitet. Gefördert wurde das Projekt aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung über den Forschungsbereich der Ernährungsindustrie.

Traditionelle Produktion und Reifung

Das Ausgangsprodukt für die Harzer-Käse-Produktion, der Sauermilchquark, wird bis zum heutigen Tag – mit einer Ausnahme – nicht von den Käsereien selbst produziert, sondern von spezialisierten Herstellern angeliefert. Der Sauermilchquark besitzt neben der Säuerungskultur, bestehend aus *Lactobacillus bulgaricus* und *Streptococcus thermophilus*, eine zufällige Hefeflora unterschiedlicher Zusammensetzung. Der angelieferte Quark, der eine hohe Trockenmasse (größer als 30 Prozent) und krümelige Konsistenz besitzt, wird in den Harzer Käsereien zunächst mit so genannten Reifungssalzen vermischt (NaCl, NaHCO₃, CaCO₃, Abb. 1). Danach wird gereifter Käse, so genannter Kulturkäse, zugesetzt, um den Reifungsbeginn zu beschleunigen. Es werden also im Wesentlichen die Hausmikroflora der Quarkhersteller und der Käsereien für die Reifung genutzt.

Die Käse reifen für etwa 24 Stunden bei einer Temperatur von 30 Grad Celsius. Der Kultureinsatz am folgenden Tag be-



Abb. 1: Handelsüblicher Sauermilchquark für die Herstellung von Sauermilchkäsen mit ca. 32 Prozent Trockenmasse (Durchmesser des Bechers zehn Zentimeter).

schränkt sich im Wesentlichen auf das Besprühen der Käse mit kommerziellen *Brevibacterium linens*-Kulturen (Rotschmierebakterien, „Rotkultur“). Anschließend reifen die Käse für weitere ein bis drei Tage bei 10 bis 14 Grad Celsius, bevor sie verpackt und kühl gelagert werden. Die weitere Reifung verläuft dann während des Transports und der Lagerung im Handel und beim Verbraucher. Auf

diese Weise hergestellte Sauermilchkäse werden als Gelbkäse bezeichnet und dadurch von den Schimmel- und Halbschimmelkäsen abgegrenzt, die sich durch Schimmelwachstum (*Penicillium candidum*, *Geotrichum candidum*) an der Oberfläche auszeichnen.

Die Käse werden entweder jung verzehrt, wenn sie noch einen Quarkkern besitzen, oder im voll durchgereiften Stadium, wenn sie sehr aromatisch sind (Abb. 2).

Mikroflora kommerzieller Sauermilchkäse

Zu Beginn der Arbeiten an der BFEL wurde neben den Hefen *Kluyveromyces marxianus* und *Candida krusei* und verschiedenen Rotschmierebakterien (*Brevibacterium*, *Corynebacterium*) auch eine typische

Kontaminationsflora nachgewiesen, bestehend aus unerwünschten Hefen, *Staphylococcus saprophyticus*, verschiedenen Arten von Enterobakterien und Enterokokken.

Neben der Rotschmiereflora war die Kontaminationsflora in praktisch allen Betrieben auf Käsen nachweisbar. Grund dafür ist der Einsatz von „Kulturkäse“ zu Reifungsbeginn – ein Kreislauf, der die Rotschmierebakterien (Hausmikroflora), aber auch die Kontaminanten gleichermaßen in den Betrieben etabliert. Ziel des Forschungsprojekts war es, diesen Kulturkäsekreislauf durch den Einsatz definierter Hefen und Bakterien als Reifungskultur überflüssig zu machen.

Das sporadische Auftreten weiterer Hefen wie *Candida lipolytica*, *Saccharomyces cerevisiae* und *Trichosporon asahii* hatte keinen erkennbaren Einfluss auf Aussehen und Aroma der analysierten Käse.

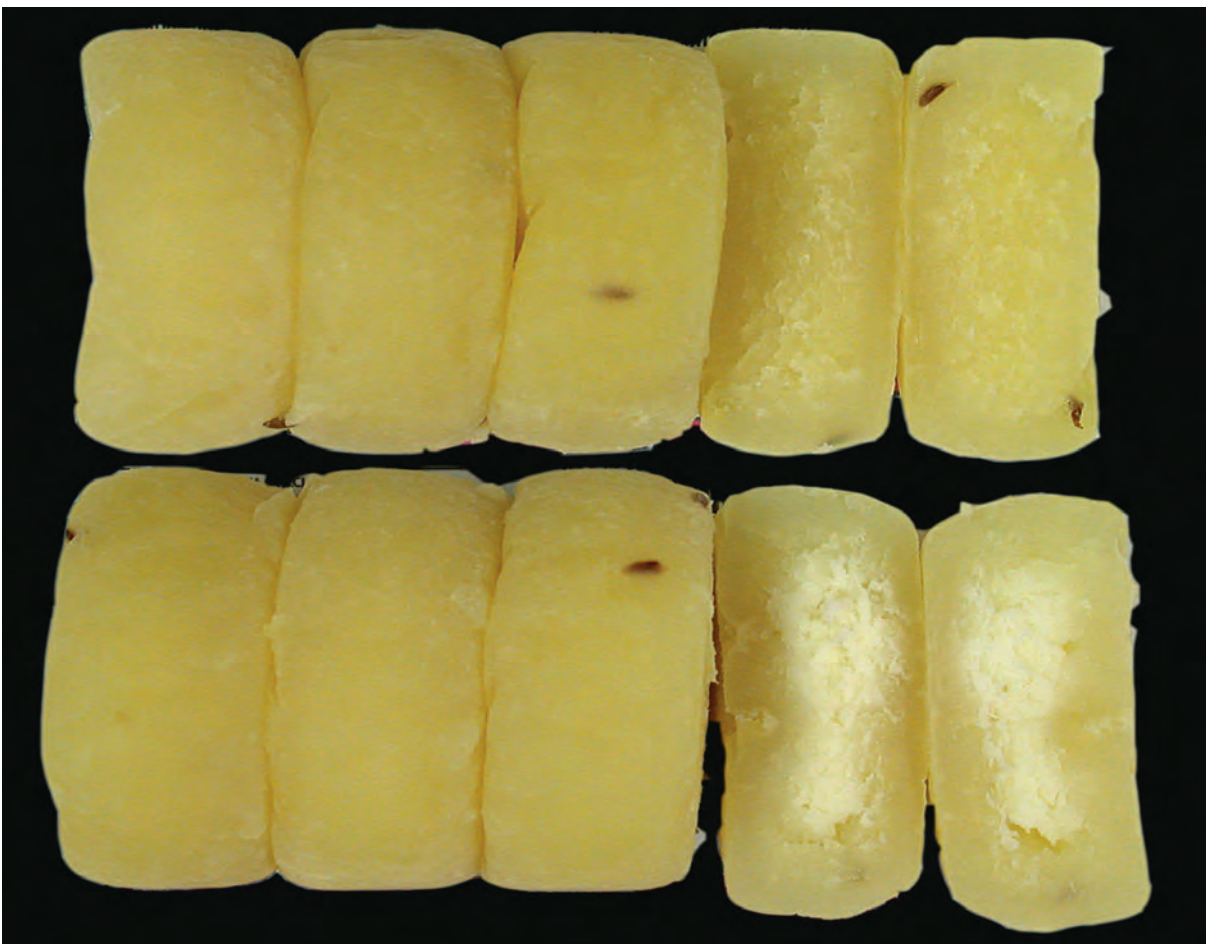


Abb. 2: Typische, verzehrfertige „Harzer Roller“ mit einzelnen Kümmelkörnern; oben: voll durchgereifter Käse mit ausgeprägtem Rotschmierearoma; unten: junger Käse mit mildem Aroma und noch bröckeliger Konsistenz.



Abb. 3: Rasterelektronenmikroskopie von Sauermilchquark (a) und ein Tag altem Harzer Käse (b + c). Der Quark wurde mit einer thermophilen Starterkultur (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* + *Streptococcus thermophilus*) und zugesetzten Hefen (*K. marxianus* + *C. krusei*) produziert und über fünf Tage gereift. Foto (a) zeigt deutlich Streptokokken, Laktobazillen und die länglichen Zellen der Hefe *C. krusei*. Der Kern (b) und die Oberfläche (c) der Harzer Käse zeigen deutlich schleimige Substanzen, vermutlich produziert von *K. marxianus*. (Fotos mit freundlicher Genehmigung von H. Neve, Institut für Mikrobiologie, BFEL, Kiel)

Quarkreifung

Aufgrund der besonderen Bedeutung der Quarkreifung wurde der Schwerpunkt der Arbeiten auf die Auswahl geeigneter Hefen und weniger auf die Auswahl der Rotschmierebakterien gelegt.

Die mikrobiologischen Analysen des gelagerten Sauermilchquarks zeigten, dass sich die natürlich vorhandene oder zugesetzte Hefeflora stark entwickelte. Dies war verbunden mit der Bildung eines intensiven, flüchtigen Aromas mit hefigen, fruchtigen, alkoholischen, esterartigen und Rotschmiere-typischen Komponenten. Dabei fiel auf, dass hohe Keimzahlen der Spezies *C. krusei* nur erreicht wurden, wenn der Quark nicht kühl gelagert wurde. Warm gelagerter Quark zeigte bei Vorhandensein von *K. marxianus* und *C. krusei* bereits ein Harzer-typisches Geruchsprofil mit deutlich Rotschmiere-ähnlichen Geruchsnoten.

Elektronenmikroskopische Untersuchungen ergaben, dass die Hefen auch die Textur des Quarks beeinflussen. Aus vorgereiftem (gelagertem) Quark hergestellter Harzer Käse zeigte bereits nach einem Tag eine glatte Oberfläche mit sehr hohen Dichten an darunter liegenden Hefezellen. Hierbei handelte es sich vermutlich um *K. marxianus*. Diese Art ist aus Laborversuchen als Schleimbildner bekannt. Durch die schnell geschlossene Oberfläche sind

junge Harzer Käse recht widerstandsfähig gegen Schimmelpilzbefall (Abb. 3).

Die Ergebnisse erklären die historisch gewachsene Trennung zwischen Quark- und Harzer Käse-Produktion. Die Zeit, die sich durch den meist ungekühlten Transport und die anschließende Lagerung vor der Weiterverarbeitung ergab, war wesentlich für die Entwicklung der natürlich vorhandenen Hefeflora. Diese wiederum war Voraussetzung für die innerhalb von nur ein bis drei Tagen erfolgende Reifung der Harzer Käse.

Heute sichern Käsehersteller die Käsereifungsfähigkeit des Quarks durch Mischen des Quarks verschiedener Hersteller, was die Anwesenheit beider Hefen im Rohmaterial wahrscheinlicher macht.

Käsereifung

Versuche zur Käsereifung im Labormaßstab ergaben, dass Versuchskäse auch dann die typische Bräunung von außen nach innen und das typische Harzer Grundaroma ausbildeten, wenn kein gereifter Kulturkäse und keine Rotschmierekulturen eingesetzt wurden. Dabei war im reifenden Quark *K. marxianus* für hefige, fruchtige, alkoholische und esterartige Geruchsnoten und *C. krusei* für das Rotschmiere-Aroma verantwortlich. Alle Versuchskäseproduk-

tionen ohne Einsatz von Kulturkäse zeigten die Bedeutung der Quarkreifung für die nachfolgende Käsereifung: Jüngere Versuchskäse, die aus vorgereiftem Quark hergestellt wurden, bildeten schneller typische Farbe und Aroma aus als ältere Käse, für die frischer Quark verwendet worden war.

Diese im Labormaßstab erfolgreich mit Hefen gereiften Käse waren natürlich nicht praxistauglich, da eine vollständige Rotschmiereflora fehlte. Dadurch boten die Käseoberflächen „ökologische Nischen“ für die Besiedlung mit bakteriellen Kontaminanten wie *Staphylococcus saprophyticus*. Diese Spezies ist in Deutschland in die Risikogruppe 2 eingeordnet (Merkblatt „Eingruppierung biologischer Agenzien“ der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie). Wenn auch das Risiko für den Verbraucher als gering eingeschätzt wird, kommt diese Spezies als Reifungskultur nicht in Frage. Um die unerwünschte Art zu verdrängen, wurden zur Käsereifung die lebensmitteltauglichen Staphylokokken *S. equorum* und/oder *S. xylosum* zugesetzt. Beide Arten konnten im Labormaßstab die Käseoberfläche in hohen Keimzahlen besiedeln, ohne das Aroma und Aussehen der Käse zu beeinflussen. In einem Pilotversuch in einer Käserei ließ der einmalige Einsatz von *S. equorum* die betriebstypischen *S. saprophyticus*-Keimzahlen auf den Käseoberflächen deutlich sinken. Bei längerfristigem

Einsatz sollte auch die völlige Verdrängung dieser unerwünschten Mikroorganismen möglich sein.

Als Rotschmierekultur wurden neben *Brevibacterium linens* auch verschiedene Corynebakterien eingesetzt. Sie sollten überhöhte Keimzahlen von *B. linens* verhindern, die zu einer untypischen Orangefärbung und einer schmierigen Oberfläche als Folge starker Proteolyse führen. Einige Stämme der Art *Corynebacterium variabile* scheinen sich in ersten Versuchen gut mit *B. linens* zu ergänzen. Weitere Versuche laufen zurzeit im Institut für Mikrobiologie der BFEL.

Optimierte Kulturzusammensetzung und Reifungsstrategie

Nach Einsatz von *K. marxianus* und *C. krusei* in der Kesselmilch (jeweils 10^2 Koloniebildende Einheiten KbE/ml) sollte der Sauermilchquark über ca. fünf Tage bei 15 bis 18 Grad Celsius gelagert (vorgereift) werden. Die erforderliche Zeit kann über eine Temperaturmessung des Quarkinnern bestimmt werden: Während sich die Hefe entwickelt, ist die Temperatur im Quark aufgrund der Stoffwechselaktivität der Hefezellen konstant ein bis zwei Grad Celsius höher als die Raumtemperatur. Ein Temperaturabfall im Quark nach einigen Tagen zeigt das Erreichen der maximalen Keimzahlen von ca. 10^7 Koloniebildende Einheiten pro Gramm (KbE/g) und damit die Käsereifeigenschaften des Quarks an (Abb 4).

In der Käseerei sollte *S. equorum* zusammen mit den Salzen in den Quarkmischer (10^5 - 10^7 KbE/g) gegeben werden. Derartig produzierte Versuchskäse zeigten auch ohne Kulturkäsezusatz eine im Vergleich zu kommerziellen Käsen schnellere Entsäuerung der Käseoberfläche und typische Entwicklung der Rotschmiereflora.

Der Zusatz von Corynebakterien schien sich in ersten Laborversuchen positiv auf Aussehen und Aroma der Versuchskäse auszuwirken. Neben dem Einsatz von aromatischen *B. linens* könnte der Einsatz der mild-aromatischen Corynebakterien das Aroma von Gelbkäse deutlich beeinflussen. Versuche hierzu werden zurzeit im Institut für Mikrobiologie durchgeführt.

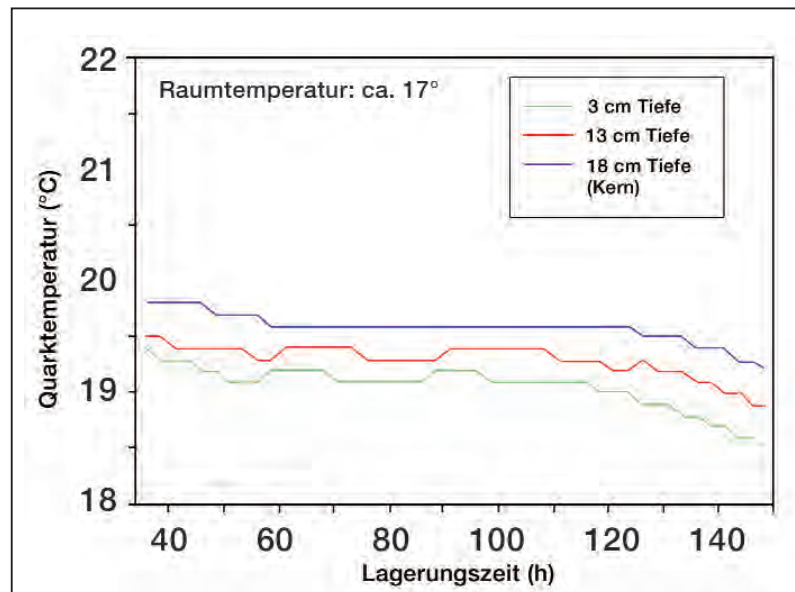


Abb. 4: Kontinuierliche Messung der Quarktemperatur über eingesteckte Pt100 Messfühler. Die maximale Hefekeimzahl wurde nach ca. 120 Stunden erreicht.

Voraussetzung für höhere Akzeptanz geschaffen

Als fettarmes Lebensmittel sollte der Harzer Käse in heutiger Zeit eine Renaissance erfahren können. Dem steht allerdings die immer noch zufällige Entwicklung der Mikroflora über die Hausfloren der Quark- und Käsehersteller entgegen. Eine umfassende Kenntnis und Kontrolle der Mikroflora ist aber Voraussetzung für eine Weiterentwicklung dieses traditionellen Lebensmittels hin zu einem mikrobiologisch einwandfreien Produkt.

Durch das Forschungsprojekt am Institut für Mikrobiologie der BFEL konnte gezeigt werden, dass bei angepasster Technologie der Einsatz von Kulturkäse verzichtbar ist – ein wichtiger Schritt, um den Kon-

taminationskreislauf zu durchbrechen. Darüber hinaus stehen nach Abschluss des Projekts technologisch geeignete Bakterien- und Hefestämme für die Herstellung von Sauermilchkäse zur Verfügung. Solche Reifungskulturen müssen kommerziell verfügbar sein, damit die kleinen und mittelständischen Betriebe der Quark- und Käsehersteller in der Lage sind, ihre Spezialitäten in hoher Qualität anzubieten. ■

BFEL Dr. Wilhelm Bockelmann,
Prof. Dr. Knut J. Heller,
Bundesforschungsanstalt für Ernährung
und Lebensmittel, Institut für
Mikrobiologie, Postfach 6069, 24121
Kiel.

E-mail: bockelmann@bafm.de,
heller@bafm.de

Danksagung

Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit / AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie (FEI) gefördert. Projekt Nr. AiF-FV 13018 N.

Wir danken unserem Projektingenieur Klaus-Peter Willems und unserer Assistentin Vera Meiners für die hervorragende Durchführung der Projektarbeiten.