

September 1979/92

Herausgegeben von der

Eidgenössischen Forschungsanstalt für Milchwirtschaft

CH-3097 Liebefeld

Direktor: Prof. Dr. B. Blanc

Käsefabrikation und Käseforschung in der Schweiz

von Chr. Steffen, Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, 3097 Liebefeld-Bern

Vortrag gehalten an der Jahresversammlung des Internationalen Milchwirtschaftsverbandes in Montreux am 10. 9. 1979.

1. Einleitung

Der schwergewichtige, grossgeloche Käse ist für die Schweiz gewissermassen zu einem Symbol geworden, und den Ruf als «Käseland» verdanken wir in erster Linie den weltweit bekannten Käsen Emmentaler, Greyerzer und Sbrinz.

Dabei stellt sich immer wieder die Frage, warum sich ausgerechnet in der kleinen Schweiz diese grosslaidigen Käse wie der Emmentaler entwickelt haben. Vor dem 19. Jahrhundert, als im schweizerischen Flachland noch die Dreifelderwirtschaft üblich war, beschränkte sich die eigentliche Milchproduktion auf die Alpregion. Im Sommer hielt man das Vieh auf den Alpweiden und verarbeitete die anfallende Milch am Ort zu einem haltbaren Produkt. In vielen Alpgebieten wurden bereits damals die Kühe verschiedener Bauern gemeinsam gesömmert und auch die Milch gemeinsam verkäst. Die Basis zu einer genossenschaftlichen Käseherstellung war somit bereits sehr früh gegeben.

Durch diese Produktionsgrundlage war man gezwungen, auf der Alp im Sommer eine Nahrungskonserve für die kargen Wintermonate anzulegen. Die Käse mussten für den Transport solid sein und eine genügend lange Haltbarkeit aufweisen. Diese Voraussetzungen konnten erreicht werden, indem man Hartkäse mit einem tiefen Wassergehalt herstellte, was eine sehr sorgfältige Fabrikation bedingte.

Die Umstellung auf einen rationellen Futterbau zu Beginn des 19. Jahrhunderts hatte eine Steigerung der Milchproduktion im Flachland zur Folge und damit eine Verlagerung der Käseherstellung in die Talgebiete. Die Bauern schlossen sich auch hier in den Dörfern zur gemeinsamen Milchverwertung zusammen, und es entstand die Dorfkäserei. Die Herstellungsweise wurde vom Alpbetrieb übernommen. Mit dem Milchquantum stieg ebenfalls das Käsegewicht bis zur qualitativ noch tragbaren Grenze von ca. 100 kg.

Noch heute bildet die damals geschaffene Käsestruktur für unser Land die Basis der Käseherstellung. Es wird vorwiegend in ca. 1500 gewerblich betriebenen Dorfkäsereien produziert, mit einer täglich verarbeiteten Milchmenge zwischen 1000 und 10 000 l pro Betrieb. Nebst den erwähnten Sorten Emmentaler, Greyerzer und Sbrinz haben sich ebenfalls weitere, teils bekannte Käsesorten entwickelt. Als Beispiele seien hier der Appenzeller, der Schweizer Rohmilchtilsiter, der Walliser Raclette, der Tête de Moine, der Vacherin Mont d'Or, der Vacherin fribourgeois, verschiedene Alpkäse und der Glarner Kräuterkäse erwähnt.

Im Jahre 1977 wurden in der Schweiz 46% der von den Landwirten abgelieferten Milchmenge zu Käse verarbeitet (4). Die Käseproduktion betrug im gleichen Jahr 115 000 Tonnen. Sie verteilte sich auf die wichtigsten Sorten wie folgt:

— Emmentaler	ca. 50 %
— Greyerzer	17 %
— Halbhart- und Weichkäse	12,5%
— Tilsiter	7 %
— Appenzeller	6 %
— Sbrinz	4 %

Der Anteil der Schweiz an der Weltproduktion an Käse ist mit 1,5% relativ klein. Auch der Anteil am Weltmarkt mit 5,4% mag für viele von Ihnen zu Recht als gering erscheinen; doch ist er für unsere Land- und Volkswirtschaft von grosser Bedeutung.

2. Grundsätze der Käseherstellung

Nach meiner Meinung wird die heutige Käsestruktur in der Schweiz aus der Ferne oft zu Unrecht als überholt bezeichnet; denn sie bietet unserem Land ganz konkrete Vorteile. Im Stammland verschiedener bekannter Käsesorten halten wir bewusst einige traditionelle und bewährte Grundsätze für die Käseherstellung hoch. Unser Land mit seinem relativ hohen Milchpreis kann im harten Konkurrenzkampf auf dem internationalen Markt nur bestehen, wenn unsere Käse eine vom Käufer anerkannte «Spezialität» sind und dies auch bleiben. Unter «Spezialität» verstehen wir ein **naturreines, gut gereiftes, qualitativ hochstehendes Produkt.**

Nach unserem Dafürhalten lässt sich dies nur mit der Verarbeitung einer keimarmen Rohmilch durch qualifizierte Fachleute verwirklichen. Zusätze ausser den natürlichen Hilfs-

...ren
...gelas-
...Verfeinerung dieser Grundsätze bedarf es verschiedener Voraussetzungen wie:

- eine gute Milchqualität
- ein ausgezeichnetes fachliches Wissen und Können des Käser
- eine wirksame Qualitätsüberwachung

Schon vor 70 Jahren wurden die Voraussetzungen für die Produktion einer **qualitativ hochstehenden Milch** als Basis für die Bereitung von Käse aus Rohmilch geschaffen. Bestimmte **Vorschriften** über die Fütterung der Milchkühe, die Milchgewinnung und die Milchbehandlung sind heute im «Schweizerischen Milchliefereungsregulativ» gesetzlich verankert. Ein gut funktionierender milchwirtschaftlicher Kontroll- und Beratungsdienst mit seinen speziell ausgebildeten Inspektoren und Beratern überwacht die Einhaltung dieser Vorschriften und steht dem Bauern beratend zur Seite.

1973 wurde ein neues, einheitliches Verfahren für die **individuell abgestufte Bezahlung der Verkehrsmilch nach bestimmten Qualitätsmerkmalen** in Kraft gesetzt. Als Beurteilungskriterien dienen die Gesamtkeimzahl, der Hemmstoffgehalt, der Zellgehalt sowie Geruch, Geschmack und Aussehen. Aus Kostengründen beschränkt man sich auf 1 Stichprobe pro Monat. Für die vom Bauern in die Sammelstelle eingelieferte Milch wird unter anderem eine Gesamtkeimzahl unter 80 000/ml gefordert und von über 90% der Bauern auch tatsächlich und dauernd erreicht.

Der Käser überprüft zusätzlich durch weitere, regelmässige Kontrollen die Käsereimilch. Der direkte Kontakt bei der täglich zweimaligen Ablieferung der Milch zwischen Milchproduzenten und Milchverwerter ist nach meiner Meinung eine bedeutende Voraussetzung für das Gelingen der Käsebereitung aus Rohmilch. Sofortige Einlieferung der frisch ermolkene Milch in die meist sehr nahe gelegene Dorfkäserei erlaubt dem Käser, den Grundstoff für seine Käseherstellung frühzeitig und gezielt vorzubereiten.

Der Käser muss über ein **gutes fachliches Wissen und Können verfügen**. Unsere Käser erarbeiten sich die praktischen und theoretischen Grundlagen in einer mindestens acht Jahre dauernden Ausbildungszeit.

Sie umfasst eine dreijährige Lehrzeit, vier Jahre praktische Tätigkeit als Käser und einen Jahreskurs an einer der vier Molkereischulen unseres Landes. Auch als Käsermeister muss er aber sein Wissen laufend dem neuesten Stand der Kenntnisse anpassen. Der Käser trifft sich deshalb ungefähr alle 2 Monate in den sogenannten Erfahrungsgruppen mit seinen Kollegen. Hier werden einerseits unter Mitarbeit der Käsereiinspektoren praktische Erfahrungen, Beobachtungen und vorhandenes Fachwissen ausgetauscht. Andererseits übermitteln wir bei dieser Gelegenheit von der Forschungsanstalt aus durch unsere Konsulenten die neuesten Ergebnisse der Käseforschung und der Käsereiberatung.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die **Qualitätsprüfung** der handelsreifen Käse. Bei der Uebernahme der Käse durch die Handelsfirmen in den Käsereien erfolgt die erste Selektion der Ware. Hier wird entschieden, in welche Qualitätsstufe der einzelne Käse einzuordnen ist. Anschliessend bewertet eine neutrale Taxationskommission die Gesamtheit der Prima-Ware aus jeder Käserei nach einem von der Schweizerischen Käseunion AG entwickelten, bewährten Punktesystem. Die Beurteilung umfasst die Merkmale Lochung, Teig und Farbe, Geschmack und Aroma sowie äussere Beschaffenheit und Lagerfähigkeit. Gleichzeitig werden Proben zur Kontrolle des Fett- und Wassergehaltes entnommen. Alle erwähnten Faktoren sind mitbestimmend für den Preis, den der Käsehersteller für sein Produkt löst.

3. Käseforschung

In der Schweiz war man sich schon früh bewusst, dass trotz langer Tradition in der Käseherstellung die Erhaltung und Verbesserung der Qualität unter Mithilfe einer gezielten

Forschung erfolgen muss. Die Käseforschung umfasst ein weites Teilgebiet der milchwirtschaftlichen Forschung unseres Landes. Sie wird vorab in den von der schweizerischen Eidgenossenschaft getragenen Instituten der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in Liebefeld und im Laboratorium für Milchwissenschaft der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich ausgeführt. Sie umfasst im Wesentlichen:

- Bakteriologische, biochemische, chemische, hygienische Studien über die Eigenschaften der zur Verarbeitung bestimmten Rohmilch
- Exakte Erforschung der Gärungsvorgänge im Käse
- Prüfung und Wahl der zu verwendenden Kulturen
- Versuche mit der sortenspezifischen Technologie in der Herstellung und Reifung
- Anpassung aller einschlägigen Faktoren beim Uebergang von der traditionellen Herstellungsweise zu den modernen Käsereieinrichtungen wie Käsefertiger, tuchlose Pressformen und arbeitssparenden Behandlung der Käse während der Reifung
- Untersuchung spezifischer Käsefehler.

In der Folge möchte ich Ihnen anhand des Käsefehlers «Nachgärung» einen kleinen Einblick in unsere Arbeiten der letzten Jahre geben.

Was ist Nachgärung?

Nach scheinbar abgeschlossener Reifung tritt bei der Lagerung bei 10—13°C durch weitere CO₂-Produktion eine Zunahme der Laibhöhe auf. Im Schnittbild (Abb. 1) zeigt der Käse mit Nachgärung grosse, gezogene Löcher und Spalten (Gläs) im Teig.

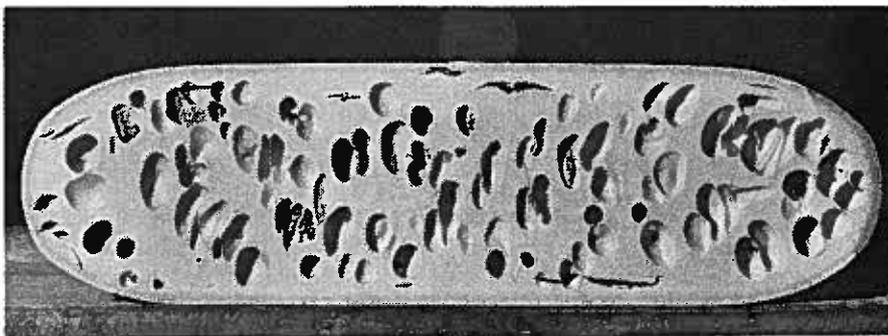


Abbildung 1:
Emmentaler mit dem Fehler «Nachgärung»

Die während vieler Jahre geläufige Erklärung der Nachgärung geht aus Abbildung 2 hervor.

Nach Abschluss der Lochbildung im Reifekeller vermutete man einen

Stillstand in der Stoffwechselaktivität der Propionsäurebakterien beim normal reifenden Käse und damit eine Einstellung der CO₂-Produktion. Andererseits glaubte man, dass bei fehlerhaften Käsen mit Nachgärung

die CO₂-Produktion, aus noch ungeklärten Gründen, weiter gehe.

Neue Forschungsergebnisse haben diese alte Ansicht widerlegt. Eine wichtige Vorarbeit dazu war die exakte Erfassung der Gärungsvorgänge im normal reifenden Emmentalerkäse mit biochemischen, enzymatischen Methoden.

Abbildung 3 zeigt die Veränderung der Lactose durch die Milchsäurebakterien und den Verlauf des Milchsäureabbaus durch die Propionsäurebakterien in den verschiedenen Altersstufen des Emmentalerkäses.

Als neue wichtige Erkenntnis liefern diese Untersuchungen den Beweis, dass die CO₂-Produktion im normal reifenden Käse auch im Lagerkeller bei 10–13 °C verlangsamt, aber stetig weitergeht.

Diese grundlegenden Resultate erlaubten nunmehr, ein neues Versuchsprogramm aufzustellen. Während eines Jahres sind 120 Emmentalerkäse, eingeteilt in die 2 Gruppen «normale, gute Qualität» und «Nachgärung», mit Hilfe von mehr als 80 verschiedenen Parametern charakterisiert worden. Für die Auswertung der über 60 000 Analysenresultate stand uns die moderne Computertechnik zur Verfügung. Die we-

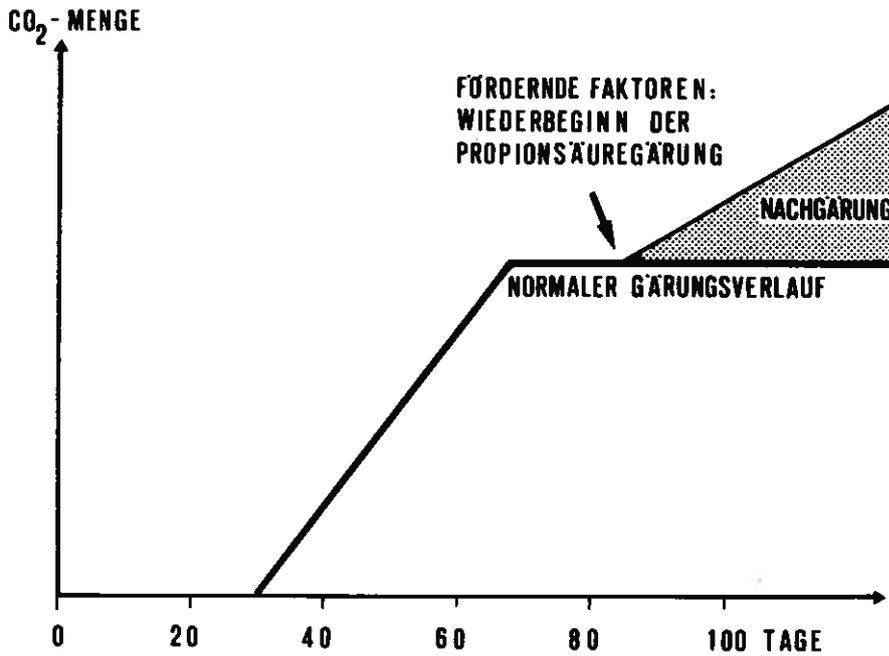


Abbildung 2: Schematische Darstellung der traditionellen Auffassung über die Ursachen der Nachgärung (6)

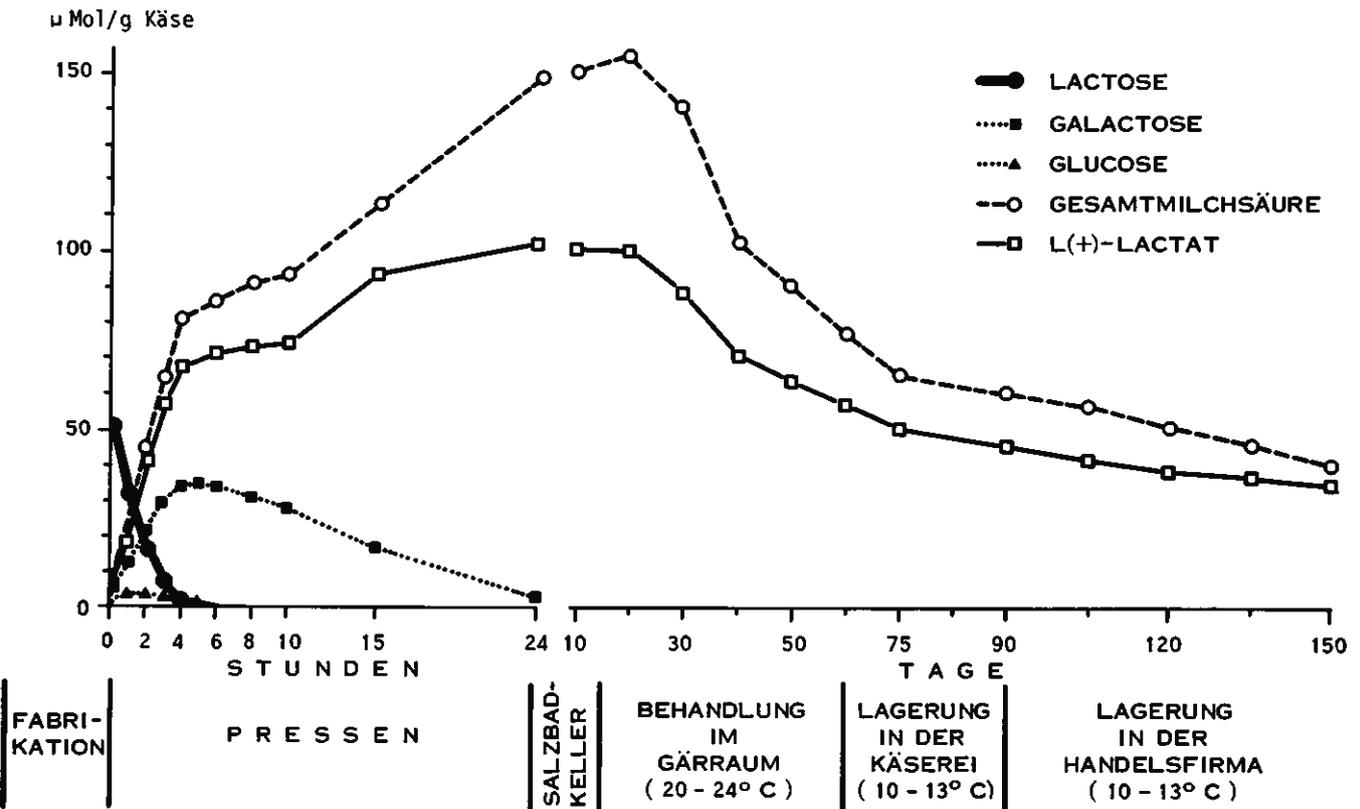


Abbildung 3: Lactoseabbau, Lactatbildung und Lactatabbau im reifenden Emmentalerkäse (5)

sentlichen Unterschiede der zwei Käsegruppen sind:

- Käse mit Nachgärung weisen im Vergleich zu solchen ohne den Fehler eine stärkere Proteolyse bis zu nieder-molekularen Abbauprodukten wie Peptiden und Aminosäuren auf, ermittelt anhand der Methoden Disk-Elektrophorese, Gel-Chromatographie, elektronenmikroskopische Aufnahmen, dem Nachweis von Stickstoff-Fractionen, freien Aminosäuren, pH-Labilität, proteolytische Enzymaktivität und Wassersorption (1, 3, 7, 9, 10).
- Nachgärungskäse durchlaufen eine intensivere Propionsäuregärung, wie aus dem Nachweis der freien Fettsäuren, von Succinat und Acetat sowie der Rest-Milchsäure zu schliessen ist (9, 10).
- Die Stoffwechselaktivität der Bakterienflora ist in den beiden Qualitätsgruppen unterschiedlich, in Abhängigkeit von den eingesetzten Milchsäurebakterienkulturen

und der bakteriologischen Qualität der verarbeiteten Rohmilch. Diese Aussage beruht auf den Ergebnissen der Aktivitätsbestimmung verschiedener Enzymgruppen und der anteilmässigen Verteilung der beiden Milchsäure-Isomere im Käse (3, 9).

- Die mit dem Fehler «Nachgärung» behafteten Käse haben eine festere Teigbeschaffenheit, wie die rheologischen Messungen zeigten (10).
- Zusätzliche mögliche Ursachen des erwähnten Käsefehlers sind bei einzelnen Fabrikationsschritten zu suchen. Dies geht aus den Erhebungen der entsprechenden Fabrikationsdaten, dem Wassergehalt und der Wasseraktivität hervor (1, 8, 10).

Im folgenden Schema (Abbildung 4) sind die Erkenntnisse über die Zusammenhänge bei der Nachgärung zusammengefasst.

Daraus ist ersichtlich, dass die Qualität der verarbeiteten Milch, die Zu-

sammensetzung der verwendeten Milchsäurebakterienkulturen und einzelne Herstellungsschritte für die Vermehrung der Mikroflora im Käse verantwortlich sind. Die intensivere Vermehrung unerwünschter Milchsäurebakterien und Fremdbakterien sowie das geringere Wachstum der erwünschten thermophilen Stämme von Milchsäurebakterien können direkt oder indirekt den Verlauf der Milchsäuregärung beeinflussen. Dies kann eine intensivere Proteolyse, sowie eine stärkere Propionsäuregärung zur Folge haben. Die Auswirkungen sind eine veränderte Teigbeschaffenheit, eine grössere CO₂-Produktion und damit der Fehler «Nachgärung».

Einblick in die Zusammenhänge bei der Nachgärung gibt auch die Ueberprüfung einzelner Fabrikationsschritte und die Verfolgung ausgewählter Merkmale während der Reifung. Dies sei anhand zweier Beispiele, Käsereikultur und CO₂-Produktion, kurz demonstriert. Im letzten Jahr wurden in unserer eigenen

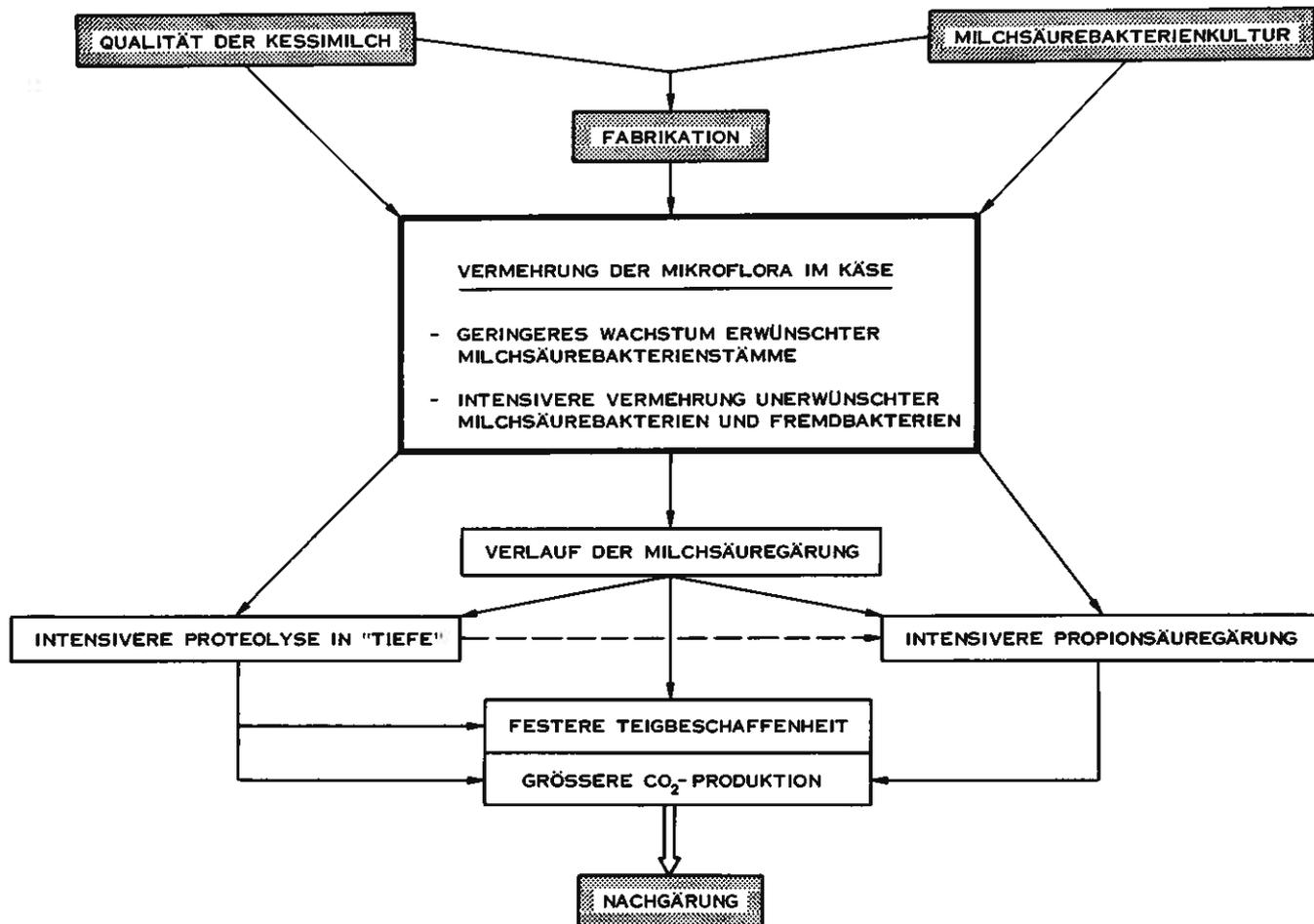


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Erkenntnisse über die Ursachen und den Verlauf der Nachgärung (7)

Versuchskäserei für Emmentalerkäse zur Charakterisierung einzelner Milchsäurebakterienkulturen über 800 Käse hergestellt. Der Einfluss

der verwendeten Kulturen kommt im Schnittbild (Abbildung 5) der reifen Käse, die im Parallelversuch mit der Milchsäurebakterienkultur als einzi-

ger Variablen hergestellt wurden, deutlich zum Ausdruck.

Die CO₂-Produktion sowie das Lösungs- und Diffusionsverhalten im Käseteig nehmen in der Frage der Nachgärung eine zentrale Stellung ein.

Die Kurve des während der Reifung aus dem Käse herausdiffundierenden CO₂ (siehe Abbildung 6) zeigt einerseits einen unerwartet frühen Beginn der CO₂-Bildung, andererseits auch eine ansehnliche Gasproduktion während der Lagerung bei tiefen Temperaturen. Die Erfassung des diffundierenden CO₂ erlaubt zusammen mit der Ermittlung des gelösten und des im Lochvolumen vorhandenen CO₂ die Errechnung der gesamt-haft im Käse entstehenden Gasmen-ge (2).

So versuchen wir im Mosaik der «Nachgärung» Stein an Stein zu rei-hen, um ein immer deutlicheres Bild über diesen Käsefehler zu erhalten.

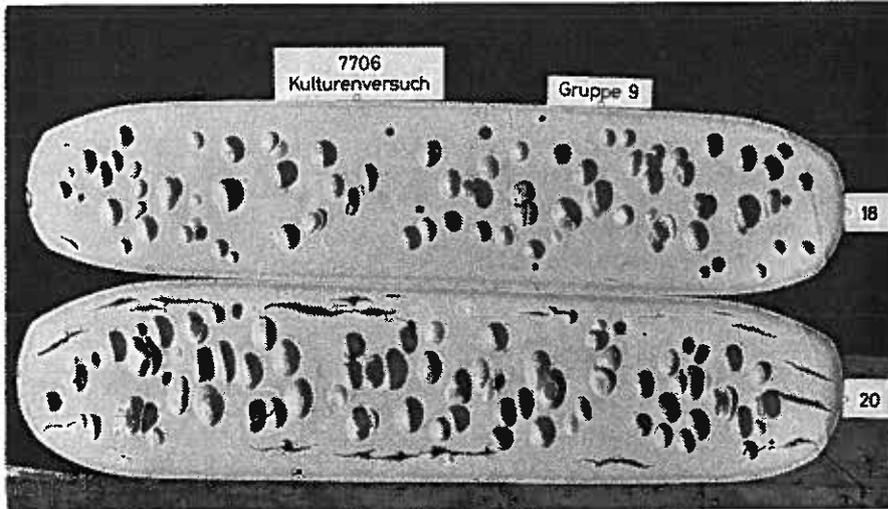


Abbildung 5: Schnittbild von Käsen hergestellt in Parallelversuchen mit unterschiedlichen Milchsäurebakterienkulturen

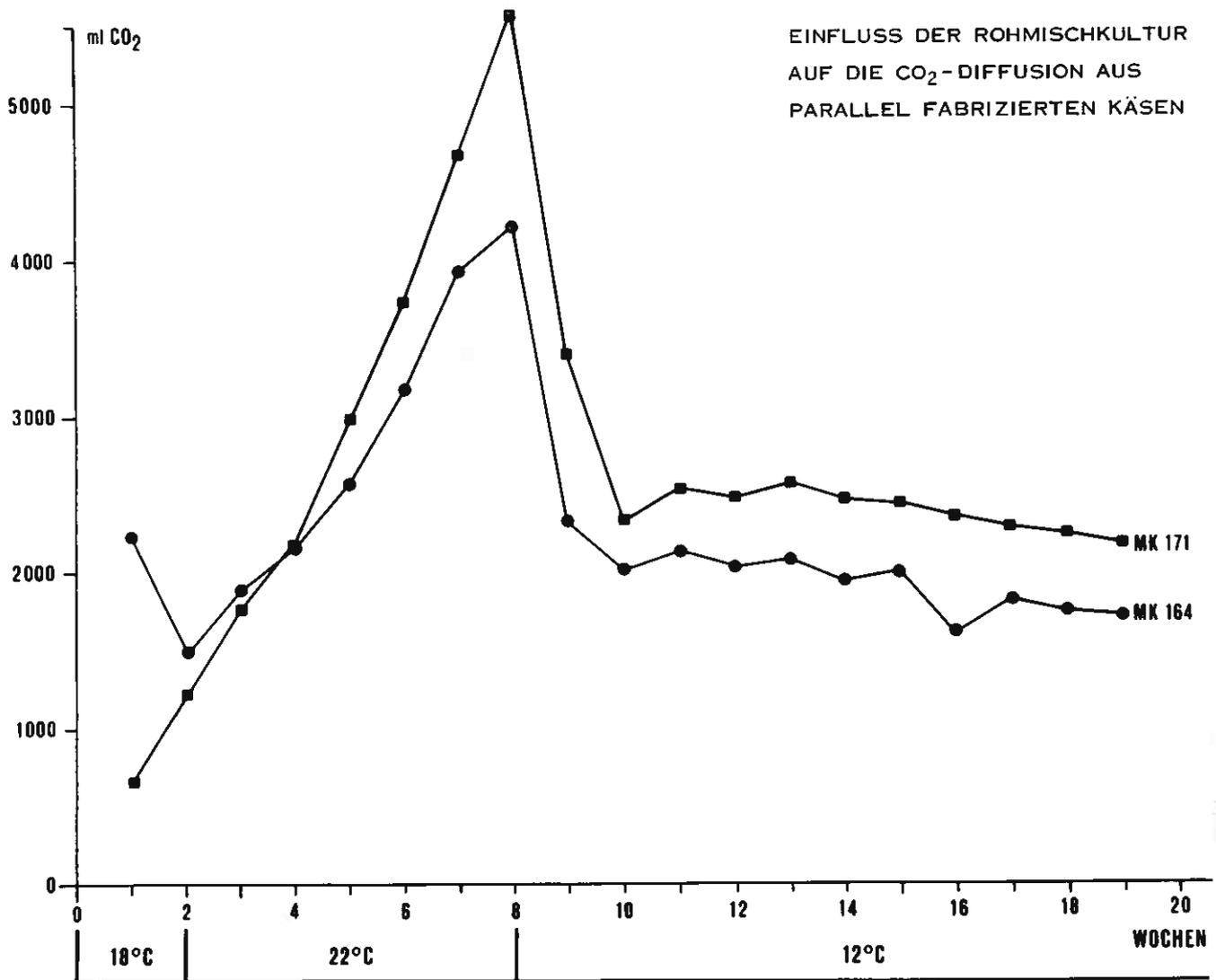


Abbildung 6: CO₂-Diffusion aus parallel hergestellten Käsen bei der Verwendung unterschiedlicher Milchsäurebakterienkulturen (2)

Die Käseforschung unseres Landes ist auf die Belange der Praxis ausgerichtet. Im Schema (Abbildung 7) sind die Beziehungen zwischen der Käseforschung, der Käseberatung und den Käsern aufgezeichnet.

Die 1500 Käsereien in der Schweiz werden laufend durch die Käseinspektoren des zuständigen regionalen milchwirtschaftlichen Beratungsdienstes betreut. In regelmässigen Fachtagungen teilen wir den Inspektoren die Resultate der Käseforschung laufend mit. Durch die Käseinspektoren der Käseforschung und die Käseinspektoren werden dabei gemeinsam Spezialfälle der Käseberatung behandelt. In sogenannten Erfahrungsgruppen der Käser findet zudem ein regelmässiger Kontakt zwischen den Käsern, der Käseforschung und den Käseinspektoren statt. Hier werden sowohl Erkenntnisse der Käseforschung, als auch Beobachtungen, Erfahrungen und Probleme der Käser und der Kä-

sereiinspektoren diskutiert. Das dargelegte Vorgehen bietet Gewähr dafür, dass die Käseforschung Gelegenheit erhält, sich intensiv mit den Belangen der Käsepraxis zu befassen. Andererseits ermöglicht es aber auch eine rasche und sichere Übertragung von Ergebnissen und Erfahrungen aus der Käseforschung in die Käsereien durch die Beratung der Käseinspektoren. Wir sind daher überzeugt, dass das von uns gewählte Vorgehen in seinen Gesamtauswirkungen wesentlich dazu beizutragen vermochte, dass die richtige Anwendung der neuen Erkenntnisse in der Praxis zu einem deutlichen Rückgang des Anteils an Käsen mit dem Fehler «Nachgärung» geführt hat.

In enger Zusammenarbeit mit der Praxis und allen an Qualitätsfragen direkt oder indirekt Beteiligten hoffen wir, den guten Ruf der qualitativ hochwertigen Schweizerkäse durch ständiges Bemühen auch in Zukunft zu bewahren.

Literatur

- 1 BLANC B., RÜEGG M., BAER A., CASEY M. und LUKESCH A., Schweiz. Milchw. Forsch., 8, 27—36 (1979)
- 2 FLÜCKIGER E., WALSER F. und STEFFEN C., Schweiz. Milchzeitung, 104, (80) 592—593 (1978)
- 3 LAVANCHY P., BÜHLMANN C. und BLANC B., Schweiz. Milchw. Forsch., 8, 9—14 (1979)
- 4 MILCHSTATISTIK DER SCHWEIZ, Sonderdruck aus Landwirtschaftlichem Jahrbuch der Schweiz, 92, (1978)
- 5 STEFFEN C., Lebensm.-Wiss. u. -Technologie., 8, 1—6 (1975)
- 6 STEFFEN C., Schweiz. Milchw. Forsch., 5, 43—50 (1976)
- 7 STEFFEN C., Schweiz. Milchw. Forsch., 8, (1979)
- 8 STEFFEN C., BÜHLMANN C., SCHNIDER J., SCHÄR H. und RENTSCH F., Schweiz. Milchw. Forsch., 8, 3—8 (1979)
- 9 STEFFEN C., GLÄTTLI H. und NICK B., Schweiz. Milchw. Forsch., 8, 19—26 (1979)
- 10 STEIGER G. und FLÜCKIGER E., Schweiz. Milchw. Forsch., 8, (1979)

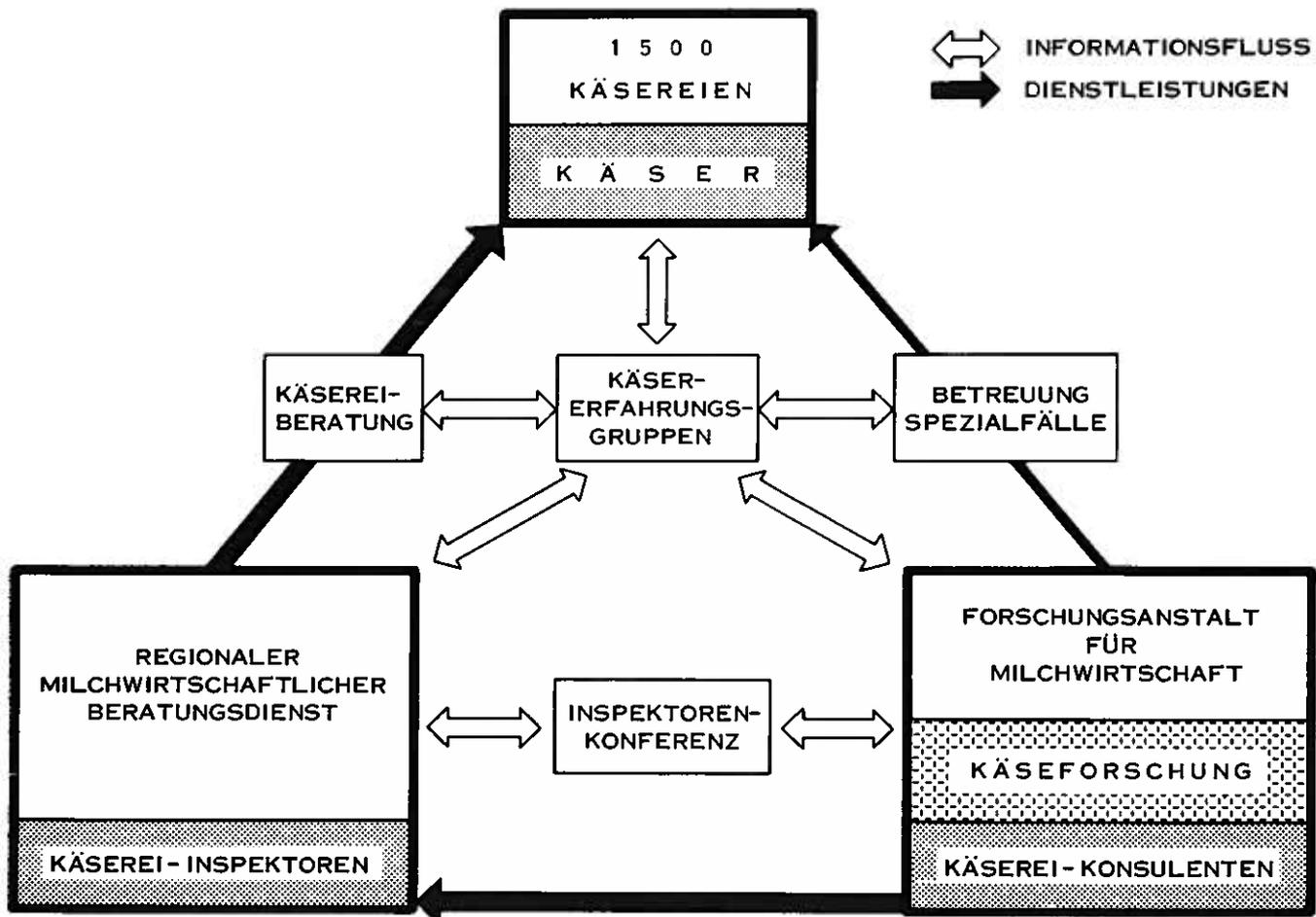


Abbildung 7: Beziehungen zwischen Käseforschung, Käseberatung und Käsereien