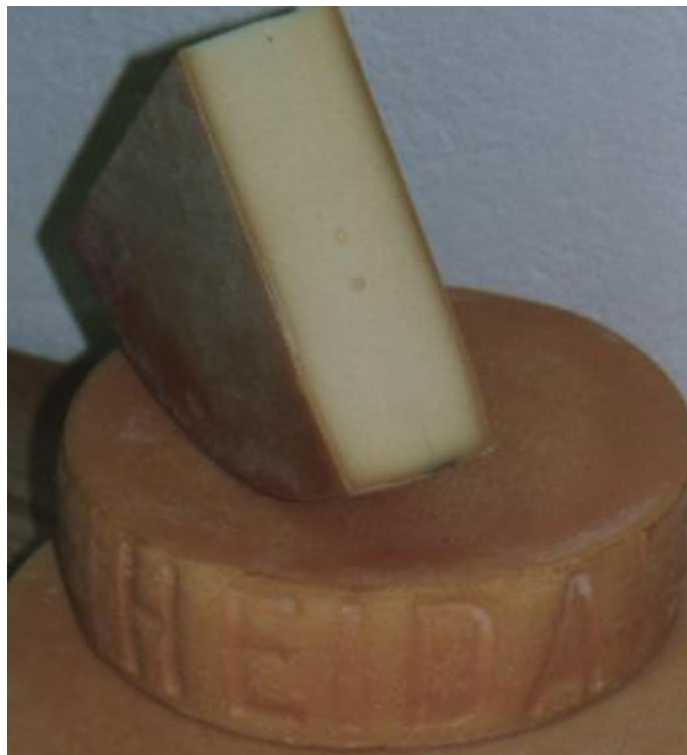


**Technische BMS**

**Berufsschule Visp**

# Walliserkäse-Herstellung



Autor:

Betreuender Lehrer:

Abgabedatum:

Wyer Fabian

Kämpfer Manfred

21.02.2001

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Herstellung von Walliserkäse</b>	<b>4</b>
2.1	<i>Die Käsefabrikation</i>	4
2.1.1	Von der Milch bis zur Milchgerinnung	4
2.1.1.1	Die Milchannahme	4
2.1.1.2	Behandlung der Abend- und Morgenmilch	4
2.1.1.3	Die Einstellung des Fettgehalts	5
2.1.1.4	Das Einlaben	5
2.1.2	Das Vorkäsen	6
2.1.3	Das Wärmen der Käsemasse	6
2.1.4	Ausrühren	7
2.1.5	Richtiges Ausziehen (Abfüllen) verhindert Käsefehler	7
2.1.6	Pressen und Wenden	7
2.2	<i>Vom Pressstisch bis zum reifen Käse</i>	8
2.2.1	Die Behandlung im Salzbad	8
2.2.2	Die Behandlung im Gär- und Lagerkeller	9
2.2.3	Die Einlagerungsbedingungen	9
2.2.3.1	Der Gärkeller - Loch- und Schmierebildung	10
2.2.3.2	Der Lagerkeller - Aufbewahrungsort bis zum Verkauf	11
2.3	<i>Endkontrolle Beurteilung der Käsequalität</i>	11
2.3.1	Die Taxierung	11
2.3.2	Käsefehler	12
2.4	<i>Die Fabrikationskontrolle</i>	14
<b>3</b>	<b>Die Kulturen</b>	<b>15</b>
3.1	<i>Säuerungskulturen</i>	15
3.2	<i>Die Milchsäurebakterien</i>	15
3.2.1	Funktion der Säuerungskulturen	16
3.2.2	Kulturstämme in der Käserei	16
3.2.3	Starterkulturen	16
3.2.4	Vermehrungszüchtung	17
3.2.5	Wachstumsphasen der Bakterien	17
3.3	<i>Starterkulturen für Rot- und Gelbschmiere</i>	18

<b>4</b>	<b>Die Gerinnung der Milch</b>	<b>19</b>
4.1	<i>Das Lab</i>	19
4.2	<i>Aufbau und Eigenschaften des Kaseins</i>	19
4.3	<i>Labgerinnung</i>	20
4.3.1	Primärphase	20
4.3.2	Sekundärphase	21
4.3.3	Tertiärphase	22
<b>5</b>	<b>Die Käsereifung</b>	<b>23</b>
5.1	<i>Abbaureaktionen bei der Käsereifung</i>	23
5.2	<i>Glykolyse-Gärung (Lochbildung)</i>	23
5.3	<i>Proteinhydrolyse</i>	24
5.4	<i>Fetthydrolyse (Verseifung)</i>	24
<b>6</b>	<b>Begrifferklärung</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>Fazit</b>	<b>27</b>
<b>8</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>27</b>

# Herstellung von Walliserkäse

## 1 Einleitung

Für die Facharbeit der technischen Berufsmatura habe ich das Thema Käseproduktion gewählt. Ich habe mich für diese Arbeit entschieden, da mich die Käseherstellung sehr fasziniert. Mein Vater hat mir eine kleine Hobbykäserei hinterlassen, wo ich gelegentlich einige Versuchsserien durchführe. Es gibt viele Faktoren während dem Herstellungsablauf, die das Endprodukt entscheidend verändern können.

Sicher hoffe ich auch, mein Wissen über den Käse und seine Herstellung zu erweitern und vielleicht später bei meinem weiteren Werdegang einigen Vorsprung zu haben.

Mit dieser Facharbeit will ich die einzelnen Schritte der Käseherstellung ausführlich beschreiben und die drei Themen Gerinnung der Milch, verwendete Kulturen und die Reifung des Käses im Keller genauer beschreiben.

Es ist in dieser Arbeit nicht zu vermeiden viele Fachbegriffe zu verwenden, so werde ich wo möglich im Text vereinfachte Synonyme verwenden. Am Ende werde ich eine Begriffserklärung anbringen, die alle im Text kursiv gedruckten Wörter erläutert.

## 2 Herstellung von Walliserkäse

### 2.1 Die Käsefabrikation

#### 2.1.1 Von der Milch bis zur Milchgerinnung

##### 2.1.1.1 Die Milchannahme



Abbildung 1 Milchannahme

Der Käser muss dafür sorgen, dass die Milchannahme geordnet und genügend schnell verläuft. Die Milch wird während der Milchannahme auf optische Fehler überprüft und filtriert. Periodisch werden bei der Milchannahme auch Lieferantenmilchproben genommen und die Milch auf Keimgehalt und Eutergesundheit der Kühe untersucht. Bei der Milchannahme am Abend wird die Milch sofort nach der Einlieferung gekühlt. Die sofortige Kühlung der Milch ist sehr wichtig, damit sich die Bakterien, die in der Milch vorhanden sind, nicht zu stark vermehren können. Die Abendmilch sollte spätestens 2 Stunden nach dem Melken eine Temperatur unter 12°C erreicht haben. Die Lagertemperatur der Abendmilch zur Herstellung von Walliserkäse sollte nicht über 8°C liegen.

##### 2.1.1.2 Behandlung der Abend- und Morgenmilch

Am Morgen wird die Abendmilch im Kupferkessi auf 32°C erwärmt. Die am Morgen eingelieferte Milch wird gleich während der Milchannahme in dasselbe Kessi gepumpt. Nun werden die Kulturen (Milchsäurebakterien) beigegeben. Je nach Art der Kulturen und der Fabrikationsmethode wird die Milch während 10 bis 20 Minuten vorgereift. Auf die Kulturen soll hier nicht weiter eingegangen werden, da diese unter Kapitel 3 speziell beschrieben sind.

### 2.1.1.3 Die Einstellung des Fettgehalts

Die Sortenorganisation für Walliserkäse (Alpgold) verlangt einen Mindestfettgehalt von 48 % Fett in der Trockenmasse. Deshalb wird bei der Fabrikation von Walliserkäse der Fettgehalt der Milch normalerweise nicht verändert. Wie oben beschrieben, steht es jeder Sortenorganisation frei, eigene Mindestwerte für den von ihnen vermarkteten Käse festzulegen. Der Fettgehalt wird vor der Beigabe der Kulturen eingestellt.

Die unten aufgeführte Tabelle zeigt, wie der Fettgehalt in der Milch eingestellt werden muss, um den Mindestfettgehalt der entsprechenden Käsesorte laut schweizerischer Lebensmittelverordnung zu erreichen. Die Prozentangaben können nicht fix angeführt werden, da sich der Fettgehalt in der Milch je nach Fütterung, Jahreszeit und Zeitpunkt der *Laktation* der Kühe verändert. Der Milchfettgehalt der Kessimilch wird durch periodische Analysen ermittelt. Entsprechend diesen Resultaten wird dann errechnet, wie viel Milch mittels zentrifugieren entrahmt werden muss, um den gewünschten Fettgehalt zu erreichen.

Käsesorte	Fettgehalt der Milch	Fettgehalt in der Trockenmasse des Käses
Magerkäse	0.4%	Unter 15 %
Viertelfettkäse	0.8 bis 0.9 %	mindestens 15 %
Halbfettkäse	1.5 bis 1.7 %	mindestens 25 %
Dreiviertelfettkäse	2.2 bis 2.5 %	mindestens 35 %
Fettkäse	3.1 bis 3.5 %	mindestens 45 %
Rahmkäse	4.0 bis 4.3 %	mindestens 55 %
Doppelrahmkäse	4.5 bis 4.8%	mindestens 65 %

### 2.1.1.4 Das Einlaben



Abbildung 2 Einlaben

Nun wird der Kessimilch bei einer Temperatur von 32°C das Lab beigegeben. Lab ist sowohl in Pulverform als auch in flüssiger Form erhältlich. In der Praxis ist das Flüssiglab der Standard, da es leichter zu dosieren ist. Labpulver hat den Vorteil, dass es länger haltbar ist. Für die Gerinnung von 100 Litern Milch braucht es je nach Labstärke und Käsesorte 14 bis 18 ml Labextrakt. Das Lab bewirkt die Gerinnung der Milch. Die Wirkung des Labes kann wie folgt erklärt werden: Das Milchprotein Kasein ist in der Milch in ganz kleinen Teilchen vorhanden. Diese Kaseinteilchen sind elektrisch geladen und stoßen sich gegenseitig ab. Durch die Beigabe des Labes wird durch die Wirkung des Enzyms *Chymosin* die elektrische Ladung der Kaseinteilchen neutralisiert. Diese verbinden sich dann zu langen Ketten und bilden die Gallerte. Dabei wird ein großer Teil der Flüssigkeit und des Milchfettes mit eingeschlossen. Die Gerinnung der Milch dauert ca. 30 bis 40 Minuten. Während dieser Zeit darf die Milch auf keinen Fall bewegt werden. Die Milchgerinnung und das Lab werden in Kapitel 4 noch im Detail behandelt.

### 2.1.2 Das Vorkäsen



Abbildung 3 Überlegen mit der Kelle



Abbildung 4 Überziehen mit zwei Kellen



Abbildung 5 Rühren mit der Harfe

Das Vorkäsen umfasst mehrere Arbeitsgänge.

**1. Das Überlegen mit der Kelle:** Dies ist der erste Arbeitsschritt, nachdem festgestellt wurde, dass die Milch im Kessi dick geworden ist. Dieses Überlegen mit der Käsekelle hatte ursprünglich den Zweck, die oberste Schicht der Gallerte, die während der Dickungszeit je nach Raumtemperatur des Käserielokals um ein paar Grad abgekühlt ist, in eine tiefere Region des Kessis zum Nachwärmen zu befördern. Heute herrscht in den gut isolierten modernen Käsereien eine gleichmäßige Raumtemperatur, oder das Kessi wird während der Gerinnungszeit abgedeckt, so dass vielerorts das Überlegen der Gallerte mit der Käsekelle als unnötig abgetan wird.

**2. Das Zerschneiden mit der Harfe:** Hierbei wird die Gallerte mit der Harfe horizontal und vertikal zerschnitten. So wird die Gallerte in eine Art Gitternetz zerschnitten. Dieses sollte möglichst gleichmäßig sein.

**3. Das Überziehen mit zwei Käsekellen:** Dabei wird sich zeigen, wie gleichmäßig das Zerschneiden mit der Harfe gelungen ist, denn die senkrecht gelagerten Gallerten-Stäbe erscheinen nun waagrecht auf der Kessioberfläche. Nun können die Gallerte-Stäbe weiter verkleinert werden.

**4. Das Rühren mit der Harfe:** Von dieser Arbeit hängt es weitgehend ab, ob alle Käsekörner gleich groß geraten. Es ist sehr wichtig, dass alle Käsekörner möglichst gleich groß werden. Ein ungleichmäßiger Käsebruch kann zu Käsefehlern führen. Beim Walliserkäse sollten die Bruchkörner eine Größe von Reis bis Mais Korngröße haben. Ist die ideale Bruchkorngröße durch das Rühren mit der Harfe erreicht, setzt man den Rührwerkflügel (Propeller) ins Rührwerk ein und nimmt diesen in Betrieb.

### 2.1.3 Das Wärmen der Käsemasse

Nachdem man etwa 10 Minuten weitergerührt hat, beginnt das Nachwärmen der Käsemasse, welche während 20 bis 30 Minuten von 32°C auf 40°C erwärmt wird. Bei diesem Vorgang ist besonders darauf zu achten, dass man in der Anfangsphase nicht zu schnell wärmt, da die Bruchkörner sonst „Überschiessen“. Unter Überschiessen ist folgendes zu verstehen: Um jedes einzelne Bruchkorn bildet sich eine ganz dünne Hülle, welche verhindert, dass weitere Flüssigkeit aus dem noch weichen Bruchkorn austreten kann. Es gibt einzelne Käsesorten, bei denen dieser Vorgang erwünscht ist. Beim Walliserkäse kann dies allerdings Käsefehler verursachen. Wenn das Wärmen möglichst gleichmäßig abläuft, wirkt sich das positiv aus auf die Aktivität der Milchsäurebakterien.

Bei Walliserkäse wird in der Regel während dem Wärmen noch 5 bis 8 % des Kessiinhaltes Wasser zugesetzt. Damit wird der Milchzucker, der Nährstoff der Milchsäurebakterien, verdünnt, was eine Übersäuerung der Käsemasse durch die Milchsäurebakterien verhindert. Eine Übersäuerung der Käsemasse hätte unweigerlich einen zu kurzen Teig zur Folge.

### 2.1.4 Ausrühren



Abbildung 6 Ausrühren

Beim Ausrühren trocknet die Käsemasse nach, das Käsekorn wird fester. Die Ausrührzeit ist abhängig vom Reifegrad der Milch und der Aktivität der Milchsäurebakterien. Auch hat sie einen wesentlichen Einfluss auf die Festigkeit des fertigen Käses. Ein zu wenig ausgerührter Käse ist weicher, hat noch mehr Flüssigkeit in den Käsekörnern und somit auch mehr Nährstoff für die Milchsäurebakterien. Die Ausrührzeit ist von Betrieb zu Betrieb verschieden und zum großen Teil Übungssache. Sie liegt beim Walliserkäse zwischen 15 bis 30 Minuten.

### 2.1.5 Richtiges Ausziehen (Abfüllen) verhindert Käsefehler



Abbildung 7 Frischkäse in den Formen

Ist die ideale Festigkeit des Käsekorns erreicht, wird kurz auf hohe Rührgeschwindigkeit aufgeschaltet und dann wird der Rührwerkflügel sofort herausgenommen. Nun setzen sich die Bruchkörner auf dem Kessiboden ab. Beim Ausziehen des Käses sollte die Lage der Bruchkörner, wie sie beim Absetzen entstanden ist, in keiner Weise mehr gestört werden. Der Bogen des Ausziehapparates sollte also die abgesetzte Käsemasse überlisten, d. h. unter dieser durchgeführt werden, ohne sie zu berühren. Nun wird die Käsemasse mit einem Ausziehkran aus dem Kessi gehoben und in den Vorpressrahmen gelegt. In neueren Betrieben

wird die Käsemasse mittels Bruchpumpe mit der Käsemilch direkt in die Formen gepumpt. Beim herkömmlichen Verfahren wird die Käsemasse während ca. 15 Minuten vorgepresst, anschließend in gleich große Blöcke zerschnitten und dann in die Formen gelegt. In diese kommen jeweils 2 Käse, die in der Mitte mit Entsirtungsmatten und Entsirtungsteller getrennt werden. Bevor nun die Käse mit Gewicht belastet werden, wird nochmals eine Entsirtungsmatte und ein Entsirtungsteller auf die Käse gelegt. Die Käse werden nun abgedeckt, um sie warm zu halten. Bei den Walliserkäsen beträgt das Pressgewicht pro Form um die 20 kg. Früher wurde der Käse mit sehr viel mehr Gewicht gepresst. Neuere Forschungen haben aber gezeigt, dass dies gar nicht nötig ist. Für eine gute Entsirtung ist viel wichtiger, dass der Milchzucker von den Milchsäurebakterien möglichst rasch vergoren wird. Durch eine gute Milchsäuregärung wird auch eine gute Entsirtung des Käses erreicht.

### 2.1.6 Pressen und Wenden

Beim Pressen der Käse tritt *Sirte* aus, wodurch weniger Wasser im Käse verbleibt. Die verbleibende Flüssigkeitsmenge beeinflusst die Milchsäuregärung, den Abbau der Proteine und die Teigbeschaffenheit.

Die Käsekörner binden sich aneinander, der Käse bleibt zäh und kompakt, die *Käsenarbe* bildet sich und die Wasserverteilung im Käse erfolgt gleichmäßig.



Abbildung 8 Wenden des Käses

Eine ideale Käsetemperatur auf der Presse ist wichtig. Sie erlaubt eine gute Säuerung und eine angemessene Entsirtung. Der Käse sollte am Abend noch mindestens eine Temperatur von 22 bis 27 Grad Celsius aufweisen. Wenn die Temperatur zu hoch ist, kleben die Käse an den Formen, bei zu tiefen Temperaturen ist der Milchzuckerabbau ungenügend.

Der Käse muss gewendet werden um das Wasser im Käse gleichmäßig zu verteilen. Der Käse wird in regelmäßigen Zeitabständen gewendet. Nachdem die Käse in die Formen gekommen sind, werden sie nach ca. 10 Minuten gewendet, danach nochmals nach zirka einer Stunde, dann nach 3 und das vierte Mal nach 8 Stunden. Dieser Ablauf ist von Betrieb zu Betrieb ein bisschen unterschiedlich.

Um zu verhindern, dass der Käse an den Formen klebt, werden diese nach jedem Gebrauch in einer Säurelösung gereinigt. Die Käse bleiben in der Regel bis zum anderen Morgen in den Formen und werden also während 18 bis 20 Stunden gepresst. Neuerdings gibt es auch Betriebe, die ihre Käse in den Keller bringen, sobald diese einen pH-Wert von 5.15 bis 5.20 erreicht haben.

Beim ersten Wenden wird nun jeder Käse noch mit einer Kaseinmarke versehen. Diese ist eine aus Kasein hergestellte Käsetiketette, die sich durch das Pressen an den Käse bindet, und mit diesem fest verschmilzt. Eine Kaseinmarke muss laut Qualitätssicherungs-vorschrift auf jedem Käse sein. Sie muss die Qualitätssicherungsnummer des Produktionsbetriebs sowie das Produktionsdatum enthalten. So kann bei allfälligen Qualitätsmängeln jeder Käse bis an seinen Produktionsbetrieb zurückverfolgt werden. Um überhaupt eine Qualitätssicherungsnummer zu bekommen, wird in jedem Käsereibetrieb regelmäßig überprüft, ob er den strengen gesetzlichen Vorschriften entspricht.

## 2.2 Vom Presstisch bis zum reifen Käse

### 2.2.1 Die Behandlung im Salzbad



Abbildung 9 Salzbad

Die Käselaibe kommen nun von der Käserei in den Käsekeller, wo der Reifungsprozess beginnt. Meistens werden sie noch während 24 Stunden zum Auskühlen auf ein Regal neben dem Salzbad gelegt und mit etwas Salz bestreut. Bei moderneren Betrieben, die über ein gekühltes Salzbad verfügen, werden die Käse neuerdings auch direkt ins Salzbad gelegt. Das Salzbad beinhaltet Salzwasser mit einer 18 bis 22% NaCl-Lösung. In dieser Salzwasserlösung werden die Käse nun während 20 bis 24 Stunden eingelegt. Die Käselaibe schwimmen an der Oberfläche der Lösung, da das Salzwasser durch den hohen Salzgehalt spezifisch schwerer ist als der Käse. Die aus dem Wasser ragende Oberfläche des Käses, wird noch leicht mit Salz bestreut. Hier nehmen die Käse etwa 1.5 bis 1.8 % Salz auf und geben Wasser ab. Das Salz wirkt nun im Käse als Konservierungsmittel. Gleichzeitig ist es das einzige Gewürz, das dem Käse beigegeben wird. Das Salzwasser sollte eine Temperatur von 6 bis 13°C aufweisen. Es sollte einen *Säuregrad* von 24 *SH* nicht übersteigen. Ein zu starkes Salzbad kann zu einer zu hohen Salzkonzentration im Käse führen. Hier müsste man das Salzwasser entweder verdünnen oder die Einlagerungszeit der Käse ver-



kürzen. Bei einem zu schwachen Salzbad kann es zu Fehlern an der Käserinde kommen. Diese kann dadurch aufgeweicht und schmierig werden. Zudem ist die Konservierungswirkung schlechter. Es darf nur Kochsalz verwendet werden, das den Gesetzgebungen für Lebensmittel entspricht. Nach der Zeit im Salzbad kommt der Käse in den Gärkeller.

### 2.2.2 Die Behandlung im Gär- und Lagerkeller

Im Gärkeller beginnt nun die Reifung der Käse. Der Gärkeller in den Käsereien im Wallis ist oft mit dem Lagerkeller identisch, da die Käse ohnehin im Alter von 2 bis 3 Monaten vom Käseeinkäufer abgeholt werden. Der Käse muss jetzt vom ersten bis zum zehnten Tag täglich mit einer leichten Salzwasserlösung eingerieben werden. Das ist sehr wichtig, damit sich die Käseschmiere bilden kann. Vom zehnten bis zum dreißigsten Tag sollten die Käse noch dreimal pro Woche geschmiert werden, ab dem dreißigsten Tag noch ungefähr zweimal pro Woche. Dieses Schmieren der Käse muss bis zur Vermarktung fortgeführt werden. Würde man den Käse nicht wie hier beschrieben pflegen, würde dieser von Schimmelpilzen und Flecken befallen, welche sich optisch, wie auch geschmacklich negativ auf die Käsequalität auswirken würden. In einigen Käsereien wird zur Beschleunigung der



Abbildung 10 Schmiermaschine

Schmierebildung am Käse dem Schmierewasser eine Kultur beigegeben. Diese Kultur besteht hauptsächlich aus dem Bakterium *Brevibacterium linens*. Beim Schmieren der Käse ist es sehr wichtig, dass der gesamte Käse mit Ausnahme der Käseunterseite nass wird, auch alle Poren der Rinde. Bleiben einige Stellen am Käse trocken, können sich hier Schimmelpilze breit machen. Der Käse sollte aber auch nicht zu nass werden, es sollte möglichst kein Schmierewasser von der Järbseite auf das Brett tropfen. Auf keinen Fall darf die Seite, auf der der Käse auf dem Brett aufliegt, nass werden. Hier könnten sich sonst mit der Zeit faulende Stellen bilden, die sogenannte „Weisschmiere“.

### 2.2.3 Die Einlagerungsbedingungen



Abbildung 11 Lagerkeller

Die Temperatur im Käsekeller sollte 10 bis 13°C betragen. Auch die Luftfeuchtigkeit ist sehr wichtig, diese sollte nicht unter 90 % relativer Luftfeuchtigkeit liegen. In zu kalten Käsekellern ist es sehr viel schwieriger, eine gute Schmiere an die Käse zu bringen. In einem zu kalten Keller ist meistens auch die Luft zu trocken, da ja bekanntlich kältere Luft auch weniger Feuchtigkeit aufnehmen kann. Bei zu warmer Kellertemperatur würde die Reifung beschleunigt und der Käse wäre weniger lagerfähig. Dies hätte mit Sicherheit auch Auswirkungen auf das Aroma und auf die Lochbildung. Es könnten beispielsweise Propionsäurebakterien gefördert werden. Die Propionsäurebakterien sind die Bakterien, die beim Emmentalerkäse für die Lochbildung verantwortlich sind. Eine Propionsäuregärung wäre beim Walliserkäse ganz und gar unerwünscht und würde zur sofortigen Deklassierung des Käses führen. Abnormale Lochbildung hätte sofort auch negative Auswirkungen auf das Aroma des Käses.

Ein zu warmer Keller könnte auch zu einer Ausfettung an der Käsoberfläche führen. Es würde Fett aus dem Käse austreten. An solchen Käsen würde sich keine Käseschmiere mehr bilden können. Deshalb ist es sehr wichtig, dass in

einem Käsekeller immer eine möglichst konstante Temperatur und Luftfeuchtigkeit herrscht. Die meisten Keller sind heutzutage voll klimatisiert, das heißt es gibt technische Einrichtungen zum Kühlen, Heizen und Befeuchten der Kellerräume, die oft auch noch automatisch gesteuert werden, so dass der Käser die Temperaturen und die Luftfeuchtigkeit sehr gut regeln kann. Hier ist vielleicht noch zu erwähnen, dass diese Anlagen sehr wartungsintensiv sind, da das feuchte und salzige, sowie ammoniakhaltige Kellerklima den Anlagen doch recht stark zusetzt. In voll belegten Kellern ist es auch wichtig, dass eine gute Belüftung stattfindet. Die Mikroorganismen, welche die Schmiere bilden, sollten immer genügend Frischluft haben. Diese Belüftung sollte aber nicht zu starke Luftzüge verursachen, da der Keller sonst zu trocken werden könnte. Eine gute Belüftung beziehungsweise Entlüftung ist auch wichtig, um das durch die Reifung entstehende Ammoniak aus dem Keller zu bringen.

Die Walliserkäse werden allermeistens auf ungehobelten Brettern aus Tannenholz gelagert. Die Erfahrung hat gezeigt, dass sich diese Holzart für Käsebretter am besten eignet. Es wurden auch schon Versuche unternommen, die Käse aus hygienischen Gründen auf Kunststoff oder auf rostfreiem Metall zu lagern. Diese Materialien haben sich zumindest für die Lagerung von Walliserkäse als absolut ungeeignet erwiesen. Emmentalerkäse, der keine Schmiere aufweist und auch ein ganz anderes Kellerklima braucht, wird dagegen meistens auf Kunststoff oder auf rostfreiem Material gelagert. Auch Weichkäse, vor allem die Sorten mit Schimmel an der Rinde, werden nur noch äußerst selten auf Holzbrettern gelagert. Beim Walliserkäse hat sich die Lagerung auf ungehobelten Holzbrettern eindeutig als die beste Lagermöglichkeit durchgesetzt. Die Holzbretter haben den Vorteil, dass sie in der Lage sind, Feuchtigkeit aufzunehmen, wenn der Keller zu feucht ist oder umgekehrt, auch Feuchtigkeit abzugeben, wenn der Keller trockener wird. So helfen die Käsebretter mit, die Luftfeuchtigkeit im Käsekeller stabil zu halten. Die Käsebretter sind in der Lage 20 bis 30 % ihres Eigengewichtes an Wasser aufzunehmen. Zudem kleben die Käse auf der rauen Oberfläche der ungehobelten Bretter viel weniger an, als beispielsweise auf einer glatten Oberfläche aus Kunststoff oder Chromstahl. Es ist allerdings sehr wichtig, dass die frisch in den Keller kommenden Käse auf gründlich gereinigte und gut getrocknete Käsebretter gelegt werden. Bei feuchten Kellern ist es allenfalls nötig, die Käse während der Reifungszeit auf frisch gereinigte und gut getrocknete Bretter umzulagern. Beim regelmäßigen Schmierem der Käse, sollte man deshalb auch immer wieder einen Blick auf den Zustand der Käsebretter werfen und diese auswechseln, falls sie zu nass oder zu schmutzig werden.

### **2.2.3.1 Der Gärkeller - Loch- und Schmierebildung**

Während der Reifung von zwei bis drei Monaten im Gärkeller erhält der Walliserkäse seine typischen Eigenschaften. Die Farbe des Käses, die nach dem Salzbad noch weißgelb ist, verändert sich durch die Bildung der Schmiere allmählich in braungelb.

Die Schmiere setzt sich aus unzähligen Mikroorganismen zusammen, gibt die braune Farbe und trägt zur Entwicklung des Aromas bei. Die Schmierelflora gibt nämlich *Enzyme* ab, welche die Kaseinketten unterbrechen und zu aromatischen Verbindungen umformen. Bei dieser Auflösung oder Umformung entsteht auch Ammoniak, weshalb die Schmierebildung manchmal auch „Ammoniakgärung“ genannt wird. Schmiert man zuerst die älteren Käse mit gut entwickelter Schmiere und erst dann die jüngeren, begünstigt man bei diesen die Schmierebildung. Während zum Beispiel bei einem „nicht Schmierkäse“, wie dem Emmentaler, die Reifung durch die Propionsäurebakterien eher vom Käseinneren nach außen abläuft, ist es beim geschmierten Walliserkäse, bedingt durch die Schmierelflora, eher eine Reifung von außen nach innen. Die Löcher im Käse entstehen normalerweise durch Kohlendioxidgas, welches beim Gärungs- und Reifungsprozess im Käseinneren entsteht. Durch den Druck, bilden sich im Käseinneren die Löcher. Am Rand des Käses gibt es meistens keine Löcher, weil an den Randpartien die Gase nach außen entweichen können.

### 2.2.3.2 Der Lagerkeller - Aufbewahrungsort bis zum Verkauf

Wenn der Käse soweit reif ist, kommt er in den Lagerkeller. Dies geschieht beim Walliserkäse meistens beim Käsehändler.

## 2.3 Endkontrolle Beurteilung der Käsequalität

### 2.3.1 Die Taxierung

Sie findet einige Zeit nach dem Wägen im Keller des Käsehändlers statt. Durch die Entnahme von einigen „Böhrlingen“ ermitteln zwei bis drei Experten die Qualität eines Käsepostens. Gegen diese erste Bewertung kann der Käser Rekurs einreichen. Erreicht er aber bei der zweiten Taxierung keine bessere Punktierung, gehen die Kosten zu seinen Lasten.

Die Beurteilung der Käsequalität ist in 4 Punktekategorien eingeteilt. Bei jeder Kategorie werden: maximal 5 Punkte vergeben.

Merkmale	Punktemaximum
Lochung	5 Punkte
Teig und Farbe	5 Punkte
Geschmack und Aroma	5 Punkte
Äußere Form, Haltbarkeit	5 Punkte
<b>TOTAL</b>	<b>20 Punkte</b>

**1. Lochung** Die Lochung sollte beim Walliserkäse schwach sein, möglichst nur ein bis höchstens zwei Löcher pro „Böhrling“, regelmäßig verteilt, in der Größe von einer kleinen Erbse. Es sollten keine „Gläss“ vorhanden sein. Unter Gläss versteht man Querrisse im Käseteig.

**2. Teig und Farbe** Der Käseteig sollte geschmeidig und leicht elastisch sein. Die Idealfarbe für den Teig ist elfenbeinfarbig bis leicht gelblich, im Winter etwas heller, im Sommer eher gelblicher. Dieser Farbunterschied entsteht durch die Fütterung. Bei Dürrfutter im Winter ist das MilCHFett eher weißlicher im Sommer durch die Grünfütterung eher gelblicher.

**3. Geschmack und Aroma** Der Geschmack sollte rein sein, ohne irgendwelchen Fehlgeschmack: haselnussähnlich, nicht zu stark gesalzen.

**4. Äußere Form, Haltbarkeit** Die Rinde sollte gelblich braun sein, in gleichmäßiger Farbe, ohne Flecken. Die Rinde darf keine Risse oder Beschädigungen aufweisen. Der Käse sollte keine außergewöhnliche Form haben. Alle Laibe sollten in etwa den gleichen Durchmesser und die gleiche Höhe haben.

Für den Fett- und Wassergehalt wird jeweils eine Probe entnommen und zur Analyse in ein Labor geschickt. Der Fettgehalt im Walliserkäse darf nicht unter 48% Fett in der Trockenmasse sein. Der Wassergehalt darf 42% nicht übersteigen.

Will ein Käseposten in die erste Qualität kommen, darf er in keiner der vier oben erwähnten Positionen mehr als einen Punkt Abzug haben und muss im Total mindestens achtzehn Punkte erreichen.

Bei Mängeln hat das natürlich Einbussen im Preis zur Folge. Bei den tiefen Preisen im Käseeinkauf und den kleinen Margen, kann eine schlechte Käsequalität schnell einmal zu finanziellen Problemen bei einer Käsereigenossenschaft führen. Es muss deshalb unter allen Umständen eine einwandfrei Güte angestrebt werden, um möglichst alle Käse in die erste Qualität zu bringen.

### 2.3.2 Käsefehler

Es gibt verschiedene Käsefehler, die unterschiedlichste Ursachen haben können. Manchmal entstehen Käsefehler auch aus der Kombination mehrerer unglücklicher Umstände. Hier sei nur auf die bekanntesten Käsefehler und ihre möglichen Ursachen kurz eingegangen. Die Grundvoraussetzung für eine gute Käsequalität ist sicher eine gute Milchqualität. Die Milch sollte bakterienarm sein und nur von Kühen stammen, die gesunde Euter haben.

**Die Frühblähung** ist eine Blähung des Käses auf der Presse, ausgelöst durch Kolibakterien.

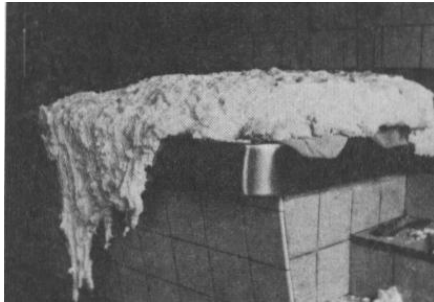


Abbildung 12 Frühblähung

Der Käse ist ganz fein gelocht und wird daher auch Tausendlöcher genannt. Diesem Fehler kann vorgebeugt werden, indem man gute, sehr aktive Milchsäurebakterienkulturen einsetzt. Auch das rasche Kühlen der Milch nach der Milchannahme, beugt einer Koliinfektion, wie auch einer Infektion durch andere Bakterien vor. Es sollte möglichst keine Verschmutzung der Milch stattfinden. In einem Gramm Mist zum Beispiel hat es bis zu 100 Milliarden Kolibakterien. Folgende Voraussetzungen sind deshalb notwendig: Sauberes Melken, die Um-

gebung des Stalles sauber halten, kein Futter gebrauchen, das den Durchfall fördert, nicht verschmutztes Wasser gebrauchen, Melkmaschine und Milchkannen sauber halten. Auch Milch von Kühen, die mit Antibiotika behandelt wurden und deren Sperrfrist nicht eingehalten wurde, kann schon in kleinsten Mengen zu einer Frühblähung einer ganzen Fabrikation führen. Eine unsachgemäße Herausnahme des Käses aus dem Kessi kann auch den Käsefehler Tausendlöcher verursachen (Luft zwischen den Käsekörnern).

**Die Spätblähung** ist eine Blähung der Käse im Keller verursacht durch Buttersäurebakterien, auch Buttersäureblähung genannt.

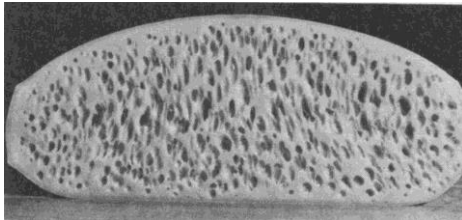


Abbildung 13 Spätblähung

Die Buttersäurebakterien entwickeln sich bei ungenügender Hygiene im Stall, in der Milchammer oder im Fabrikationslokal. Man findet diese Bakterien überall dort, wo Schmutz haften bleibt, wie zum Beispiel bei Sirtenresten auf der Presse, in schmutzigen Milchleitungen mit alten Gummidichtungen, in alten Gummiringen von Milchkannen, in altem oder defektem Material, in unsauberen Ab-

läufen, in Rissen in Böden und Wänden und in defekten Fugen von Plättli. Eine schlechte Säuerung des Käses fördert die Entwicklung der Buttersäurebakterien. Zu hohe Temperaturen im Käsekeller fördern die Buttersäurebakterien ebenfalls. Es ist auch schon vorgekommen, dass diese Bakterien im Trinkwasser von privaten Quellen gefunden wurden. In der Käserei muss unbedingt Ordnung und Sauberkeit herrschen: kein altes Material lagern und Abfälle täglich entsorgen. Auch die Hygiene im Kuhstall ist sehr wichtig: kein Mist in der Milch, keine Erde in der Milch, keine feuchten Ställe und Läger. Nasses und feuchtes Kraftfutter enthält auch Buttersäurebakterien. Einer der Hauptträger von Buttersäurebakterien ist das Silofutter. Beim Silofutter findet die Buttersäuregärung gewollt statt. Hier wird das Futter durch diese Gärung haltbar gemacht. Das ist auch der Grund, warum man aus Milch von Kühen, die mit Silonahrung gefüttert wurden, nicht verkäst werden darf. Die Buttersäurebakterien haben eine Eigenschaft, die zum Glück bei Bakterien sonst eher selten ist. Bei schlechten Lebensbedingungen können sie in ihrem Zellkern elliptische oder runde Sporen bilden. Diese sind wegen ihres geringen Wassergehaltes und ihres hochkonzentrierten Eiweißgehaltes sehr widerstandsfähig gegen Hitze, Kälte, Trockenheit, Gift und auch gegen viele andere lebensfeindliche Einflüsse. Während zur Abtötung von gewöhnlichen, lebensfähigen und aktiven Bakterien meistens Temperaturen von 90 bis 100 °C vollauf genügen, verlangt die Abtötung von Sporenbild-

nern meistens Temperaturen von 120 bis 130 °C, eventuell sogar noch höhere Werte. Für die Käserei sind solche Bakterien deshalb sehr unangenehm und gefährlich.

**Glässkäse, kurzer Teig** nennt man den Fehler, wenn das Käseinnere Risse aufweist und der Teig damit nicht schön kompakt und geschlossen ist. Dieser Käsefehler kann entstehen, wenn a) der Käse auf der Presse zu schnell abkühlt und daher schlecht entsirret, b) die Kulturen zu wenig aktiv sind und somit der Milchzuckerabbau nur schleppend verläuft, c) die Fabrikationsdauer zu kurz ist und somit die Käsekörner beim Herausnehmen nicht trocken genug sind, d) die Wasserzugabe in die *Sirte* vergessen wird (Bruchwaschen), e) das Verhältnis der Milchsäurebakterien, *Streptokokken* – *Laktobazillen* nicht stimmt.

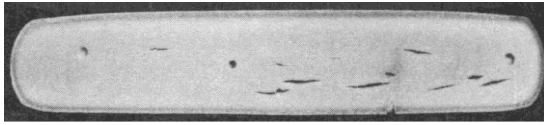


Abbildung 14 Risse im Teig

Der Fehler beim **Geschrumpften Käse** äußert sich dadurch, dass der Käse unter der Rinde fließt. Er kann entstehen, wenn a) die Fabrikationszeit zu kurz ist, b) die Käsekörner beim Herausnehmen nicht trocken genug, oder überschossen sind, c) der Wassergehalt im Käse zu hoch ist, d) die Temperatur auf der Presse ungenügend oder die Pressdauer zu kurz ist, e) die Milchsäuregärung zu langsam verläuft, f) die Konzentration des Salzbadetes zu schwach ist oder g) der Keller eine zu hohe Feuchtigkeit aufweist.

**Fleckenhaftes Aussehen** kann folgende Gründe haben: Die Käsetücher sind unrein, die Formen schmutzig und aufgeraut, die Käse sind zu trocken bevor sie ins Salzbad getaucht werden, der Käsekeller ist zu trocken, die Käsepflege ist ungenügend, die jungen Käse werden nicht oft genug geschmiert oder die Schmiere, die Bürsten, die Bretter oder der Keller sind infiziert. Anhand der hier aufgeführten Gründe kann sich die Schmiere auf dem Käse nicht oder nur schlecht entwickeln, was zur Folge hat, dass sich Schimmelpilze, Flecken und Milben entwickeln können und somit das Aussehen und den Geschmack des Käses negativ beeinflussen. Man sollte deshalb die Schmiermaschine, die Bürsten, die Schürze, einfach alles, was mit dem Käse in Kontakt, kommt nach jedem Gebrauch gründlich reinigen. Infizierte Käse müssen unbedingt zuletzt geschmiert werden, um das Übertragen auf andere Käse zu verhindern.

Von **Nestern im Käse** spricht man, wenn beispielsweise ein Käse auf einer Seite einen Hohlraum oder ungleichmäßig große Löcher aufweist. Dieser Käsefehler entsteht bei unkorrektem Käseausziehen aus dem Kessi oder bei unkorrektem Abfüllen der Käsemasse in die Formen. Oft passiert dieser Fehler auch, wenn man bei einer schon kompakten Käsemasse während des Abfüllens in die Käseformen von einem etwas zu großen „Käseblock“ ein Stück wegnimmt, um es einem zu klein geratenen „Käseblock“ beizufügen. Solche Verschiebungen sollten unbedingt vermieden werden.

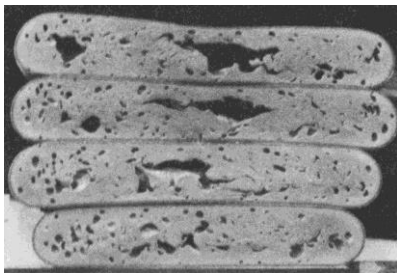


Abbildung 15 Nester im Käse

**Weißschmiere, lebriges und gekochtes Aussehen:** Bei der Schmierebildung bleibt der Käse immer speckig und nass, er schwitzt. Die rötliche unregelmäßige Schmiere haftet schlecht am Käse. Es bilden sich weißschmierige Stellen am Käse. Falls dieser Käsefehler auftritt, muss die Schmiere durch Waschen der Käse in lauwarmem Wasser entfernt werden. Die Ursachen dieses Käsefehlers sind unvollständiger Sirtenaustritt auf der Presse. Man muss deshalb über saubere und gut gekühlte Milch verfügen, aktive Kulturen einsetzen, eine optimale Temperatur auf der Presse beachten, anormale Konzentrationen des Salzbadetes vermeiden, die Bretter im Keller nicht zu nass werden lassen und die Käse nicht zu nass schmieren.

**Der reife Raclettekäse schmilzt nicht.** Damit der Käse gut schmilzt, muss der Wassergehalt im reifen Käse genügend hoch sein. Dafür braucht es: eine nicht zu hohe Erwärmung (39 – 40°C) während der Fabrikation, ein Keller mit mindestens 92% relativer Luftfeuchtigkeit, eine Kellertemperatur zwischen 10 bis 13°C, gut geschmierte und reife Käse.

Wie man anhand der oben beschriebenen Käsefehler sehen kann, muss man bei Korrekturmaßnahmen sehr vorsichtig und nicht zu extrem reagieren, da man sonst durch die Korrektur des einen Käsefehlers einen anderen auslösen könnte. Der ideale Mittelweg ist sehr schmal.

## 2.4 Die Fabrikationskontrolle

Der Käser ist laut Gesetzgebung der Milchwirtschaft verpflichtet, eine Fabrikationskontrolle zu führen. Überdies muss er einen Milchrapport abliefern. Diese Register sind unentbehrliche Hilfsmittel und dienen vor allem zum Ausfüllen der monatlichen Rapporte, die der Käser für das Beantragen von Verkäsungszulagen und Vermarktungssteuerung an die entsprechenden Stellen senden muss. Man braucht sie auch für die Berechnung des Käseertrags und somit zum Korrigieren allfälliger Abweichungen und zum Vergleichen der Qualität des Endproduktes mit den Fabrikationsbedingungen. So ermöglichen diese Dokumente dem Käser die Informationen im eigenen Betrieb. Er kann daraus Schlüsse ziehen, welche die Fabrikationsmethode überblicken und verbessern helfen. Die Fabrikationskontrolle enthält alles, was einen Einfluss auf die Qualität der Produkte haben könnte:

1. **Kessimilch:** Lagerung und Behandlung der Abendmilch und deren Abweichungen, sowie verschiedene Resultate von entnommenen Proben aus der Kessimilch.
2. **Lab und Kulturen:** Art und Menge der verwendeten Kulturen und des Labes, falls die Kulturen selber hergestellt werden deren Säuregrad oder pH-Werte, sowie Resultate der mikrobiologischen Untersuchung.
3. **Fabrikation:** Dauer der einzelnen Arbeitsgänge, die Temperaturen beim Einlaben, Wärmen, Ausziehen und auf der Presse, Verhalten des Käsekorns während der Fabrikation.
4. **Sirte:** regelmäßig den Säuregrad oder pH-Werte der *Sirte* und des Käses messen, zum Überprüfen des Gärverlaufes und der Aktivität der Bakterienkulturen
5. **Allgemeines:** Witterung (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Niederschläge) Fütterung (Dürr-, Grünfütterung)

In der Fabrikationskontrolle sollten am Anfang jedes Monats die Soll-Werte eingetragen werden. Dann werden nur noch die gemessenen Resultate von Proben und Temperaturen eingetragen. Bei Einträgen, die in der Regel während des ganzen Monats gleich bleiben, werden nur die Abweichungen des Soll-Wertes eingetragen, um die Übersicht der Fabrikationskontrolle zu verbessern.

Bei der Endkontrolle wird bei Käsefehlern oder bei sehr guter Qualität die Fabrikationskontrolle begutachtet und anhand der Einträge werden Änderungen bei der Fabrikation vorgenommen. Es ist deshalb zwingend notwendig, dass die Kontrolle korrekt und lückenlos geführt wird.

### 3 Die Kulturen

In der Milchwirtschaft verwendet man den Ausdruck „Kultur“ allgemein als Oberbegriff für alle selektierten Mikroorganismen, die zur Herstellung von Milchprodukten eingesetzt werden.

#### 3.1 Säuerungskulturen

Für Milchsäurebakterien-Kulturen benützt man den Begriff „Säurewecker“ oder „Milchsäure bildende Starterkulturen“.

#### 3.2 Die Milchsäurebakterien

##### Milchsäurebakterien - kleine Helfer mit großem Nutzen

Seit mindestens 4000 Jahren werden Milchsäurebakterien eingesetzt, um Lebensmittel herzustellen oder haltbar zu machen. Besonders bei der Fermentation von Milchprodukten wie Joghurt, Käse, Butter, Buttermilch, und Kefir sind sie weltweit unersetzlich.

Milchsäurebakterien gehören zu einer großen Gruppe nützlicher Bakterien mit ähnlichen Eigenschaften. Alle bilden das Stoffwechselprodukt Milchsäure. Sie sind in der Natur weit verbreitet und kommen auch im menschlichen Verdauungstrakt vor. Am bekanntesten ist zwar die Rolle der Milchsäurebakterien bei der Herstellung fermentierter Milchprodukte, sie werden aber auch zur Haltbarmachung von Gemüse, beim Backen, bei der Weinherstellung und beim Pökeln von Fisch, Fleisch oder Wurstwaren eingesetzt.

Ohne den wissenschaftlichen Hintergrund zu kennen, nutzten die Menschen seit tausenden von Jahren unbewusst Milchsäurebakterien, um haltbare Lebensmittel herzustellen oder Produkte mit spezifischem Aroma oder charakteristischer Konsistenz zu erhalten. Heute setzen wir diese winzigen Verbündeten gezielt für eine Vielfalt von Milchprodukten ein. Dazu gehören Getränke wie Kefir und halb feste Produkte wie Joghurt oder feste Produkte wie Käse.

Dem Herstellungsverfahren liegt ein Stoffwechselprozess zugrunde, bei dem der Milchzucker (*Laktose*) in Milchsäure umgewandelt wird. Mit zunehmendem Säuregehalt verändert sich die Struktur der Milchproteine, die Milch gerinnt und trägt so zur spezifischen Konsistenz bei. Andere Faktoren wie Temperatur und Zusammensetzung der Milch selbst tragen dabei ebenfalls zu den typischen Eigenschaften verschiedener Produkte bei.

Die Milchsäure gibt fermentierten Milchprodukten auch ihren angenehm säuerlichen Geschmack. Zusätzliche charakteristische Geschmackskomponenten und Aromen sind oft auf Stoffwechselnebenprodukte der Milchsäurebakterien zurückzuführen. So rührt das typische Aroma von Joghurt vom Acetaldehyd her, während Diacetyl für den Buttergeschmack in verschiedenen Milchprodukten verantwortlich ist. Außerdem können die Starterkulturen auch noch andere Mikroorganismen wie Hefen enthalten, um ganz bestimmte Geschmacksnoten zu erzielen. So tragen der von den Hefezellen produzierte Alkohol und das Kohlendioxid zum erfrischenden, prickelnden Geschmack von Kefir bei. Andere Herstellungsverfahren wie das Entfernen der Molke oder das Zufügen von Geschmacksstoffen erweitern die Palette von Milchprodukten noch mehr.

Milchsäurebakterien haben also nicht nur eine wichtige wirtschaftliche Bedeutung, sondern können auch zur Erhaltung und Verbesserung unserer Gesundheit beitragen. Sie sind deshalb ein hervorragendes Beispiel dafür, dass Mikroorganismen nicht immer schlecht für uns sind.

### 3.2.1 Funktion der Säuerungskulturen

Die primäre Aufgabe dieser Starterkulturen ist vor allem eine Absenkung des pH-Wertes, beginnend in der Käseemilch und dann im Käse und zwar innerhalb der technologisch erforderlichen und im Prozessleitplan vorgeschriebenen Zeit. Nicht minder wichtig ist die sekundäre Funktion der Milchsäurebakterien, nämlich der proteolytische Abbau von Eiweiß. Dieser biochemische Abbau von Protein ist nicht nur von den Mikroorganismen in der Starterkultur abhängig, sondern auch von deren Aktivität. Diese wird beeinflusst von der zugesetzten Kulturenmenge, der Temperatur, aber auch von anderen Faktoren wie pH-Wert, Salzgehalt und Wasseraktivität. Es ist nun die Aufgabe des Käseereifachmannes, für die verschiedenen Käsegruppen gezielt geeignete Starterkulturen einzusetzen und die technologischen Prozesse so zu steuern, dass über biochemische Vorgänge die typischen Merkmale und zwar im Einzelnen das Aussehen, das Aroma, die Lochung und die Konsistenz des Käses erzielt wird.

### 3.2.2 Kulturstämme in der Käseerei

Säuerungsbakterien sind bereits ursprünglich in Milch enthalten. Zur Kulturreinigung werden sie von Spezial-Labors und sogar auch in gut ausgestatteten Labors von Großkäsereien selektiert und gezüchtet. Es gibt homofermentative Mikroorganismen, die aus dem Substrat *Laktose* das Stoffwechselprodukt Milchsäure bilden. Die heterofermentativen Mikroorganismen produzieren aus *Laktose* mehrere Stoffwechselprodukte, nämlich L-Milchsäure, Acetaldehyd und auch noch CO<sub>2</sub>. Die verschiedenen Milchsäure-Isomere sind dank enzymatischer Methoden spezifisch und quantitativ auch im Käse nachzuweisen. Im Laufe der Reifung nimmt jedoch der Gehalt an Milchsäure, besonders von L-Milchsäure, in der Randschicht stark ab. Häufig werden in der Käseerei mesophile Säuerungsbakterien eingesetzt, also solche, die bei mittlerer Temperatur zwischen 20 und 42°C, optimal wachsen. Für Weichkäse werden neuerdings sogar thermophile Stämme eingesetzt, um eine besonders weichschnittige Käsestruktur, ohne Lochbildung und ohne Kern zu erreichen. Auch werden CO<sub>2</sub> bildende Kulturen für Weichkäse gemieden, da die Lochung hier nicht erwünscht ist.

### 3.2.3 Starterkulturen

Es gibt folgende Starterkulturen:

**Einstammkulturen**, die jeweils nur einen einzigen Stamm enthalten. Sie können zwar biochemisch oft Hervorragendes leisten, sind jedoch - unter den in Käseereien zum Teil vorkommenden nicht absolut keimfreien Fermentationsbedingungen - besonders anfällig gegen Fermentationsstörungen. Verursacht werden sie durch Rekontaminationsmikroorganismen und *Bakteriophagen*. Zur Vermeidung von Störungen durch *Bakteriophagen* wird eine Kombination von Einstammkulturen mit unterschiedlicher Phagenempfindlichkeit angeboten. Dabei ist der Stamm mindestens täglich, in extremen Fällen sogar von Bruchfertiger zu Bruchfertiger, zu wechseln. Dieses Verfahren ist sehr aufwendig.

**Mehrstammkulturen** bestehen aus wenigen Stämmen, die jeweils ein unterschiedliches Phagenspektrum aufweisen. Die Produktionssicherheit ist zwar im Vergleich zu den Einstammkulturen etwas verbessert, aber doch nicht immer ganz zufriedenstellend.

**Vielstammkulturen** sind mikrobiologisch sehr stabil, da sie sehr viele verschiedene Stämme einer Art enthalten. Diese Kulturen zeichnen sich durch ihre größere genetische Anpassungsfähigkeit gegen geänderte Fermentationsbedingungen aus, die bei der Käseherstellung immer wieder vorkommen.

**Mischkulturen** setzen sich aus verschiedenen Bakterienarten zusammen. Solche Kulturen enthalten zum Teil auch drei und mehr Bakterienarten und davon jeweils wieder verschiedene Stämme. Deswegen sind solche Mischkulturen verhältnismäßig problemlos.



Je nach Züchtung und Anwendung in milchwirtschaftlichen Betrieben unterscheidet man Stamm-, Mutter-, Zwischen- und Betriebskultur.

### 3.2.4 Vermehrungszüchtung

#### **Stammkulturen**

In regelmäßigen Abständen (meist in 8 bis 14tägigem Turnus) werden sie von einem Speziallaboratorium bezogen und dienen in den Molkereien allgemein als Ausgangsprodukt zur Weiterzüchtung.

#### **Mutterkulturen**

Diese werden in Betriebslaboratorien in Mengen von 100 bis 500ml wöchentlich ein- bis dreimal angesetzt und dienen zum Animpfen der Zwischenkulturen, aber auch als Reserve beim Versagen der folgenden Kulturen.

#### **Zwischenkulturen**

Im Laboratorium werden die Zwischenkulturen, auch Arbeitskulturen genannt, täglich je nach Bedarf in Mengeneinheiten von 1 bis 30 Litern hergestellt und dienen zur Animpfung der Betriebskulturen.

#### **Betriebskulturen**

Sie werden als Zusatz bzw. Beimpfung der Käseemilch, also zur Käseproduktion verwendet. Deshalb bezeichnet man sie auch als Produktionskulturen. Die Vermehrungszüchtung ist beim Betriebssäurewecker abgeschlossen.

### 3.2.5 Wachstumsphasen der Bakterien

Optimale Säuerungskulturen lassen sich stets nur dann herstellen, wenn deren Wachstumskurve mit den fünf aufeinanderfolgenden Phasen beherrscht wird. Die Wachstumskurve jeder Mikroorganismenkultur besteht aus folgenden Phasen:

**Anlaufphase** = Anpassung der Organismen an das neue Medium nach der Kontamination der Nährlösung mit Mikroorganismen.

**Exponentielle Phase** = logarithmisches Wachstum (gesetzmäßige Generationszeit und Teilungsrate der einzelnen Mikroorganismen).

**Verzögerungsphase** = ungünstige Bedingungen in der Nährlösung, hervorgerufen durch fehlende Nährstoffe und ausgeschiedene Stoffwechselprodukte, vor allem Milchsäure bei den Säuerungs Bakterien.

**Stationäre Phase** = Zellteilung der Bakterien beendet, also kein weiterer Keimzahlanstieg und pH-Abnahme.

**Absterbephase** = Keimzahlabnahme.

Das logarithmische Wachstum der Mikroorganismen ist gestört durch Temperaturschwankungen, Kontamination, vor allem durch *Bakteriophagen*. Bereits geringer Bakteriophagenbefall hemmt die Säuerungsfähigkeit von Säureweckern. Größte Sorgfalt, besonders Hygiene, sind also bei der Kulturrenzubereitung geboten. In der Absterbephase nimmt die Säuerungskraft von Säureweckern stark ab. Eine optimale Säuerung ist nur dann gewährleistet, wenn die Käseemilch mit phagenfreier Betriebskultur angeimpft wird, die am Ende der exponentiellen Phase angelangt, bzw. sich erst kurz in der Verzögerungsphase befindet.

### **3.3 Starterkulturen für Rot- und Gelbschmiere**

Die Rotschmiere auf der Käseoberfläche wird durch das Wachstum und die Stoffwechselfähigkeit von Hefen, Kokken und Stäbchenarten gebildet. Während der Reifung sind die Käse zu behandeln.

Dabei ist die Käseoberfläche anzufeuchten, damit sich insbesondere *Brevibacterium linens* entwickeln kann. Dieser Hauptorganismus der Rot- und Gelbschmiere wächst zwischen 5 und 37°C, Optimum 21°C. Die kleinen 0.6-2.5 µm langen, nicht beweglichen, grampositiven Stäbchen, verlangen Luft und einen nicht sauren Nährboden. Sie können sich also auf der Oberfläche des Käses erst dann entwickeln, wenn diese entsäuert ist.

## 4 Die Gerinnung der Milch

### 4.1 Das Lab

Im Lab befinden sich Milchgerinnungsenzyme, durch die Einwirkung dieser gerinnt die Milch. Diese *Enzyme* sind *Proteasen*, spalten also Proteine und deren Spaltprodukte, indem sie die *Peptidbindungen* angreifen. Die enzymatischen Labgerinnung bewirken also nicht nur die Gerinnung der Milch, vielmehr beeinflussen sie auch den Käseungsprozess, die Käseausbeute, die -reifung und -qualität bedeutsam. Es gibt tierische, pflanzliche, und mikrobielle *Proteasen*, welche die Milch dick werden lassen, haben jedoch unterschiedliche Eigenschaften und eignen sich nicht für alle Käsesorten.

Früher wurde Käse ausnahmslos mit Kälbermagenlab hergestellt. Dieses wird aus dem Vierten Magen junger Kälber gewonnen. Vormalig wurde es ausschließlich, heute jedoch nur noch vereinzelt, manuell vom Käser bereitet. Überwiegend wird es jetzt fabrikmäßig hergestellt. Die Käser bevorzugten Labmägen von 3-4 Wochen alten Kälbern, die nur mit Vollmilch ernährt wurden. Da am Labmageneingang und Ausgang meist käsereischädliche Bakterien, vor allem *coliforme* angesiedelt sind, ist es zweckmäßig, davon einen entsprechenden Teil abzuschneiden. Zudem enthält der mittlere Teil des Labmagens den größten Chymosinanteil. Etwa zwölf Labmägen wurden kreuz und quer aufeinandergelegt und zu einer Rolle gedreht, mit Schnüren festgebunden und luftgetrocknet. Bei Bedarf wurde davon die entsprechende Menge abgeschnitten. In einem verbesserten Verfahren wurden die aufeinandergestapelten Mägen in Streifen geschnitten, in ein sauberes Gefäß eingelegt, Kochsalz daraufgegeben und so viel geschiedene Schotte zugeschüttet, dass der Inhalt gut durchfeuchtet und zu Kugeln formbar war. Davon wurden etwa 2 g zur Labausfällung von 100 l Milch benötigt. Die Labmagenmenge wurde portioniert auf die jeweilige Käseemilchmenge je Charge, zu Kugeln geformt und diese dann getrocknet. So konnten sie 2-3 Monate lang auf Vorrat gehalten werden. Die Labmägen enthalten außer *Chymosin* auch Mikroorganismen, die mit zur Kulturreiherung eingesetzt werden können.

In der fabrikmäßigen Herstellung werden nach dem Schlachten die Labmägen entleert, zur Verbesserung der Haltbarkeit und Extrahierbarkeit aufgeblasen und bei niedriger Temperatur unter starker Luftturbulenz getrocknet. Die dann in Reihen zusammengefassten Mägen werden mit einer 10%-igen Kochsalzlösung extrahiert. Der dabei gewonnene Extrakt wird mit Hilfe geeigneter Fällungsverfahren gereinigt, also die Schleimstoffe abgesondert. Sofern keine aufwendigen Fraktionierungsverfahren angewendet werden, sind im Extrakt überwiegend *Chymosin* enthalten, sowie etwas *Pepsin*. Zur Steigerung der Stabilität bringt man diese Milchgerinnungsenzyme auf pH 5.4-6.0 und zur Haltbarkeitsverlängerung werden noch Kochsalz und Konservierungsmittel zugegeben. Schließlich wird diese Enzymlösung filtriert und mit Kochsalzlösung auf die erforderliche Gerinnungsaktivität, also auf die Labstärke eingestellt.

### 4.2 Aufbau und Eigenschaften des Kaseins

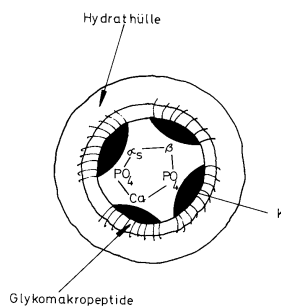


Abbildung 15 Kaseinteilchen

Das in der Milch enthaltene Kasein weist die Form von Molekülgruppen auf. Solch ein Kasein-Komplex besteht aus Haupt- und Nebenfraktionen, die sich durch genetische Varianten unterscheiden. Diese werden überwiegend mit griechischen Buchstaben gekennzeichnet und zwar  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\kappa$ .

Das in der Milch enthaltene Kasein ist aus langen unverzweigten Ketten aufgebaut. Diese nennt man Peptidketten. Deren Glieder werden von Aminosäuren gebildet, den Grundbausteinen von Kasein, wie auch von anderen Proteinen. Aminosäuren sind organische Verbindungen.

Sie enthalten stets eine Aminogruppe (-NH<sub>2</sub>) eine Karboxylgruppe (-COOH) sowie eine Restgruppe. Über die Karboxylgruppe sind die einzelnen Aminosäuren einer Polypeptidkette und die Aminogruppe fest miteinander verbunden. Die Verknüpfungsstelle bezeichnet man als Peptidbindung. Diese äußerst stabile Bindung lässt sich nur durch stark kochende Säuren oder von preteolytischen *Enzymen* spalten.

In den Milchproteinen sind 19 bekannte Aminosäuren vorhanden. Die spezifischen Eigenschaften der Aminosäuren werden überwiegend von den Restgruppen (Seitengruppen) bestimmt. Diese sind für verschiedenste Reaktionen verantwortlich. So können Seitengruppen unter bestimmten Bedingungen z.B. Kalzium- und Phosphationen binden. Andererseits ist auch eine Bindung mit den Seitengruppen anderer Aminosäuren und benachbarten Polypeptidketten möglich. Wichtige genetisch bedingte Eigenschaften des Kaseins werden geprägt:

- von der Anzahl und Art der Seitenketten einer Polypeptidkette,
- vom zahlenmäßigen Verhältnis der Polypeptidketten zueinander auf der Oberfläche eines Proteinteilchens (Kasein-Mizelle),

und sind mitbestimmend für:

- die räumliche Struktur des Kaseins und den Aufbau der Kaseinteilchen,
- das Kalzium- und Phosphatbindungsvermögen des Kaseins,
- den schwachen sauren Charakter des nativen Kaseins und auch die elektrische Ladung der Kasein-Mizelle,
- das Wasserbindungsvermögen (Hydratation) sowie die kolloidale Löslichkeit des Kaseins,
- das Salzbindungsvermögen des Kaseins,
- die Wanderungsfähigkeit der Proteine im elektrischen Feld, die elektrophoretische Untersuchungen ermöglicht.

Die einzelnen Kasein-Komponenten weisen verschiedene Löslichkeit und Kalzium-Sensibilität auf. Deswegen findet der Aufbau der Kaseinkomplexe und die Verknüpfung zu den Mizellen genau geordnet statt. An der Oberfläche sind stets die Hydrophilen Kaseinfraktionen angelagert: Deshalb ist in den Mizellen stets eine Schichtung vorhanden. Die hydrophoben (wassermeidenden) Kaseine sind vorzugsweise im Kern angesiedelt. Die Polypeptidketten sind über Kalziumbrücken verbunden und zwar durch ihre Karboxylgruppen und Phosphorsäurereste und bilden Komplexe. Bis zu 500 davon vereinigen sich zu Kasein-Mizellen mit einem mittleren Durchmesser von etwa 10<sup>-4</sup>mm. Die Mizellengröße ist signifikant vom Kalziumionengehalt des Milchserums abhängig. Durch Entzug von Kalzium aus Milch zerfallen die Mizellen in Submizellen. Das κ-Kasein nimmt in diesem Komplex eine besondere Stellung ein, denn es wirkt als Schutzkolloid.

### 4.3 Labgerinnung

Es sind zwei Phasen bekannt, die zur Labgerinnung führen, die Primär-, auch Einleitungs- oder enzymatische Phase genannt und die Sekundärphase, die eigentliche Koagulations- und Gerinnungsphase. Dazu kommt die Tertiärphase, die Kontraktion des Kaseingerüsts in Verbindung mit der spontanen Abgabe der Molke (Synärese).

#### 4.3.1 Primärphase

Im Sol Milch stoßen sich die kugelförmigen Kasein-Teilchen infolge ihrer negativen Ladung gegenseitig ab. Setzt man der Milch enzymatische Labstoffe zu, so wird vom κ-Kasein *Glykomakropeptid* abgespalten. Dieser hydrophile Teil des κ-Kaseins sitzt originär auf der Mizellenoberfläche und geht durch die Abspaltung in Lösung: Das κ-Kasein wird dadurch in Para-κ-Kasein und in einen kohlenhydratreichen Nicht-Proteinanteil zerlegt und kann somit seine Schutzkolloideigenschaften infolge der Entfernung der negativen Ladungsgruppen in der Hydrathülle nicht mehr erfüllen. Es kommt zu einem Verlust der Hydrathülle.

Es zeigen sich bei der Umwandlung des Kaseins in Para-Kasein keinerlei tiefgreifende chemische Veränderungen der Kaseinmoleküle: Die relative Molekülmasse des Para-Kaseins stimmt mit der des originären Kaseins fast überein. Sogar die kolloidalen Eigenschaften des Kaseins erfahren bei der Umwandlung zu Para-Kasein zunächst noch keine wesentliche Veränderung. Die eingesetzten proteolytischen *Enzyme* tierischer Herkunft spalten aus den Kaseinat-Phosphat-Mizellen in Milch kein Phosphor ab. Infolge der Vermehrung abgespalte-ter Gruppen von Aminosäuren verschiebt sich jedoch der isoelektrische Punkt. Dieser liegt bei Kasein bei pH 4.6 und für Para-Kasein ist ein solcher von pH 5.0-5.2 charakteristisch.

Die Primärphase beginnt unmittelbar nach Kontakt von  $\kappa$ -Kasein mit einem enzymatischen Koagulant (Lab). Dabei ist die Enzymwirkung, also die ausgelöste Abspaltung von Glykomakropeptid, anfangs besonders aktiv und nimmt nachfolgend immer mehr ab.

Diese enzymatische Reaktion ist abhängig von der Labmenge, der Temperatur, so- wie vom pH-Wert.

Während der noch ablaufenden Primärphase wird bereits die Sekundärphase eingeleitet. Die beiden Phasen sind deshalb zeitlich nicht exakt voneinander abzugrenzen. Die Primärphase kommt selbst in Milch oder Kaseinlösungen zustande, die keine Kalziumionen enthalten. Zur Sekundärphase hingegen ist außer Kasein auch noch die Gegenwart von Mi-neralsalzen, vor allem Kalzium und nach neuen Erkenntnissen auch Zitrat und Phosphat erforderlichlich.

### 4.3.2 Sekundärphase

Die Sekundärphase wird eingeleitet von der Formierung der Kasein-Mizellen zu un- verzweigten Ketten. Dieser Prozess verläuft zuerst langsam und wird dann zunehmend schneller, bis der Flockungspunkt erreicht ist. Erst kurz vor dem Flockungspunkt, also bevor

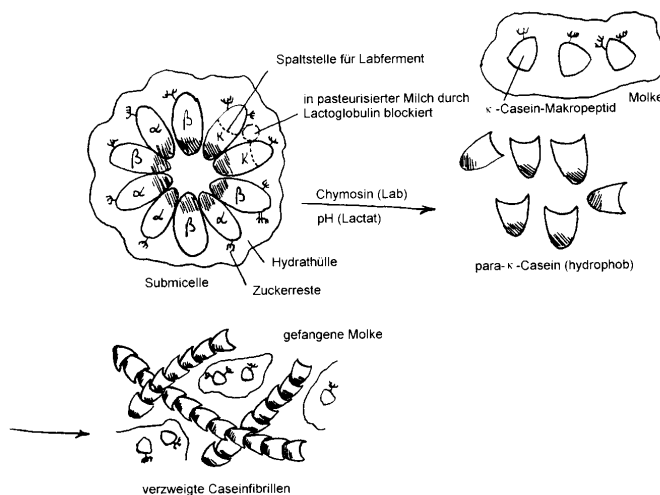


Abbildung 15 Teilung des Kaseins

die Milch sichtbar ausflockt, ver- zweigen sich die Kasein- Mizellen. Es bildet sich ein zu- nächst noch sehr weiches Kase- ingerüst, das gegen mechani- sche Einflüsse noch sehr emp- findlich ist. Der Labgerinnungs- prozess schreitet weiter voran, und es erfolgt eine zunehmende Verdichtung des dreidimension- alen Netzwerkes. Fazit ist die zusehends fester werdende Gal- lerte. Damit es zu einer Gerüst- bildung bei der Labgerinnung kommen kann, müssen die ge- rüstbildenden Bausteine Kontakt miteinander aufnehmen und sich nach einem bestimmten System

- je größer die Abstände der Teilchen untereinander sind,
- je größer die Zähigkeit des Mediums ist.

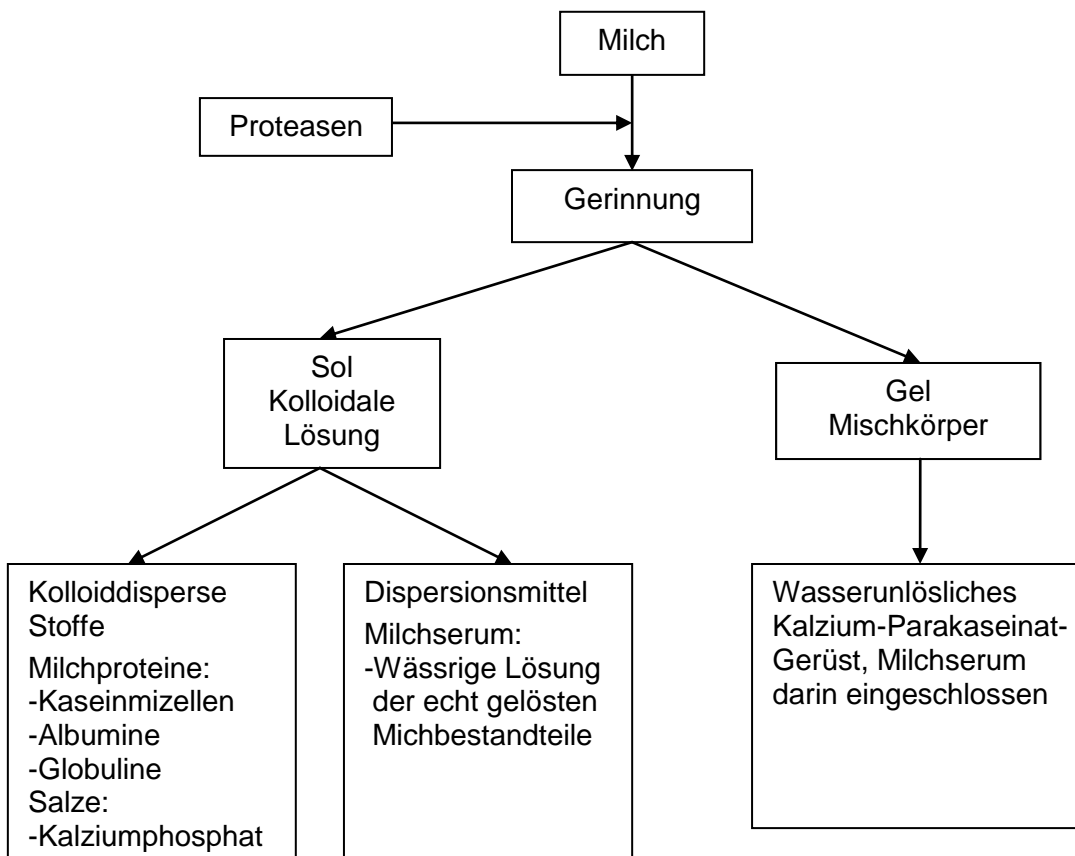
ordnen. Die Teilchen brauchen sich dabei noch nicht zu berühren oder gar zu verbinden. Dieser Orientierungszwang benötigt Energie. Die Teilchen müssen nämlich in einer bestimm- ten Weise zu- oder gegeneinander verschoben werden. Die dazu erforderliche Verschiebar- beit nimmt zu

Die erforderliche Energie für diese Verschiebungs- oder Orientierungsarbeit wird aus den Kaseinpartikelchen eingespeist. Aus der Oberfläche der Kaseinpartikelchen werden die *Glykopeptide* durch die enzymatische Abspaltung abgetrennt. Die Richtkräfte sind bestrebt, die Teilchen in eine definierte Lage zueinander zu bringen, wobei das Dispersionsmittel op- timal eingeschlossen ist. Die Kräfte zwischen Teilchen und Flüssigkeit kommen so zu einer optimalen Auswirkung. Dabei tritt ein Diffusionsvorgang von gelösten Molekülen aus den

Lösungsschichten in das freie Lösungsmittel auf. Mit der Abspaltung der *Glykopeptide* beginnt dieser Diffusionsprozess. Die *Glykopeptide*, die an der Oberfläche des Kaseins durch echte chemische Bindung konzentriert sind, vermögen sich nach der enzymatischen Abspaltung frei mit dem Lösungsmittel zu vermischen.

Das Lösungsmittel wird gegenüber den Kaseinpartikeln negativ, da die in das Lösungsmittel diffundierten *Glykopeptide* stets negativ geladen sind. Das Verhalten des Lösungsmittels gegenüber den Partikelchen unterstützt wohl deren Ausrichtung. Sie werden in energetisch begünstigte Lagen gedrängt.

Während der Labgerinnung wird also die Milch in ein Gel (Dicket) und ein Sol (Schotte) getrennt. Stark vereinfacht lässt sich dieser komplizierte Vorgang wie folgt darstellen:



### 4.3.3 Tertiärphase

Die frisch gebildete Labgallerte hat normalerweise das Bestreben, sich zu verfestigen durch:

- Schrumpfung der Kaseingallerte, eine Verringerung der Bindungsabstände zwischen den Mizellen,
- Vervielfachung der Verknüpfungspunkte.

Die eingeschlossene Molke, vor allem das sogenannte Hohlraumwasser, wird dabei aus dem Kaseingerüst ausgepresst (Synärese). Die charakteristischen Eigenschaften der Lyogele und somit auch der Milchgele ist die Erscheinung der Synärese. Mit Fortschreiten dieses Prozesses verlieren die Kasein-Mizellen ihre ursprüngliche Form. Während der Käseherstellung fördert man die Synärese.

## 5 Die Käsereifung

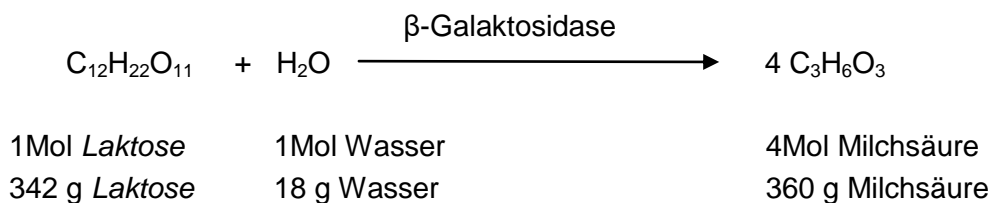
Nach dem Salzen hat der Käselab noch wenig an Geschmacksstoffen und seine Oberfläche und das Innere weisen meist noch einen blass-weißen bis leicht gelblichen Farbton auf. Der Teig ist überwiegend bröcklig. Während der Reifung entsteht ein Gemisch von Geruchs- und Geschmacksstoffen. Der Teig wird mit zunehmendem Reifegrad elastischer. In Abhängigkeit vom Käsungsprozess, dem Klima im Reifungsraum und der Behandlung der Käse entwickelt sich das typische *Flavor*. Dabei bilden sich nebeneinander verschiedene Geschmacksstoffe. Es ist sicher, dass nicht ein einzelner Stoff Träger des Käsearomas ist, sondern, dass sich dieses aus einem Gemisch von Verbindungen zusammensetzt. So ist z.B. die Propionsäure eine typische Geschmackskomponente.

### 5.1 Abbaureaktionen bei der Käsereifung

Die Käsereifung ist ein komplizierter biochemischer Prozess. Die zentrale und wichtigste Kraft sind die Mikroorganismen. Käse ist letztlich ein Milchprodukt, das durch die Tätigkeit von Mikroorganismen entsteht. Er enthält in der Regel Millionen von Keimen pro Gramm, vor allem Milchsäurebakterien. Eine einwandfreie Reifung ist nur möglich, wenn die jeweils typischen Mikroorganismen in ausreichender Anzahl und Aktivität vorhanden sind. Außerdem müssen die erforderlichen Mikroorganismen zum richtigen Zeitpunkt wirken. Sie dürfen weder zu früh, noch zu spät oder zu lange aktiv sein. Es ist Aufgabe des Technologen, die Wirkung der Mikroorganismen und deren *Enzyme* so zu lenken, dass der Käse optimal reift. Während der Reifung verlaufen enzymatische Abbaureaktionen nebeneinander und zwar im einzelnen: *Glykolyse*, welche die Gärung einleitet, ferner Protein- und Fetthydrolyse (Hydrolyse = chemische Spaltung von Stoffen in einfache Bruchstücke, unter Aufnahme von Wasser).

### 5.2 Glykolyse-Gärung (Lochbildung)

Die Mikroorganismen können *Laktose* nicht direkt verwerten, sondern nur in Form ihrer Hydrolyseprodukte *Glukose* und *Galaktose*. Die Hydrolyse bewirkt das bakterielle Enzym  $\beta$ -Galaktosidase: Die Starterreaktion für die Milchsäuregärung in Milch und Käse ist also:



Während der *Glykolyse* wird das aus sechs Kohlenstoffatomen bestehende Molekül der *Laktose* in das aus drei C-Atomen bestehende Pyruvat als Zwischenprodukt umgewandelt. Dieses wird unter anaeroben Bedingungen zu Milchsäure gegebenenfalls auch zu anderen Stoffwechselprodukten wie Ethanol + CO<sub>2</sub> reduziert: Die *Glykolyse* durch Milchsäurebakterien ist die Grundvoraussetzung für die Milchsäuregärung bei der Herstellung fermentierter Milchprodukte wie Labkäse. Die Zersetzung organischer Stoffe wie *Laktose* zu Milchsäure unter anaeroben Bedingungen durch Enzyme bezeichnet man als Fermentation. Die Käseerei wird deshalb dem Gärungsgewerbe zugeordnet.

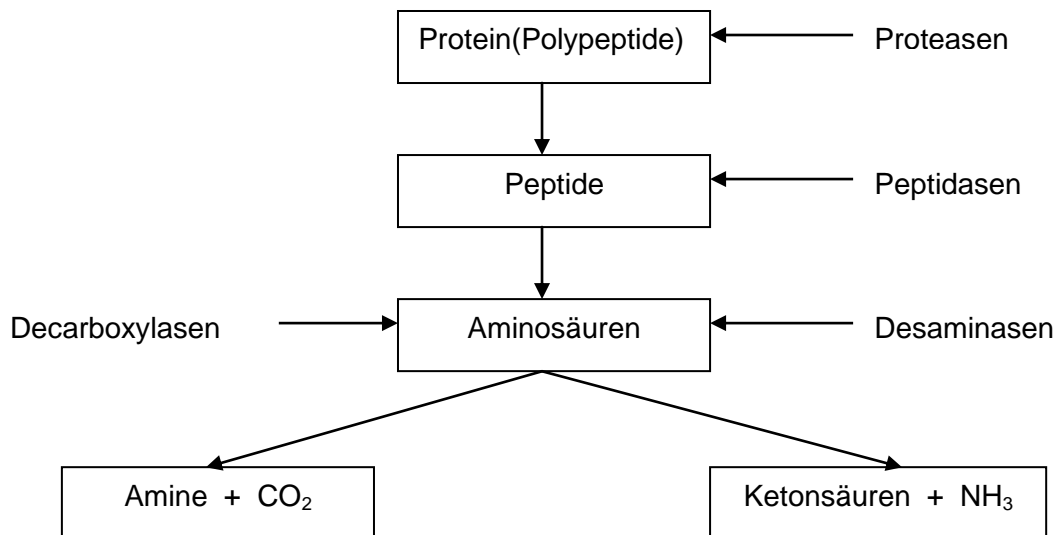
Während der Gärung bilden sich Säuren, vor allem Milchsäure, bei einigen Käsesorten auch Propion- und Essigsäure und gegebenenfalls auch weitere. Ihr Anteil schwankt bei den einzelnen Käsesorten. Allgemein säuern Hart- und Schnittkäse bis auf pH 5.0 – 5.2. Die Milchsäure wirkt im Käse konservierend und verhindert einen unkontrollierten Proteinabbau durch Eiweißzersetzer, die einen fauligen Geruch und Geschmack hervorrufen können.

### 5.3 Proteinhydrolyse

Die Proteinhydrolyse wird durch *Proteasen*, proteinabbauende *Enzyme* wie beim Lab, eingeleitet. Dabei werden die Polypeptidketten der Proteine in Peptide, also in Verbindungen aus mehreren Aminosäuren gespalten. Die beim Eiweißabbau entstehenden Polypeptide weisen oft einen bitteren Geschmack auf. Peptide werden von *Peptidasen* in Aminosäuren gespalten. Sie können ebenfalls diesen Geschmacksfehler hervorrufen. Die beim Eiweißabbau entstehenden Aminosäuren lassen sich in nachfolgende angeführte Geschmacksgruppen zusammenfassen:

Aminosäuren	Geschmack
Leuzin, Isoleuzin, Serin, Tyrosin, Lysin Prolin, Oxyprolin, Glykokoll	Neutral, fast geschmacklos süß
Threonin, Mehtionin, Phenylalanin	süßlich-bitter
Tryptophan, Arginin, Histidin, Valin	bitter
Asparaginsäure	sauer-bitter
Glutaminsäure	sauer
Zystin	schwefelhaltig

Die Aminosäurebildung setzt bereits im frisch geformten Käse ein und erhöht sich mit zunehmendem Alter des Käses. Aus Aminosäuren bilden sich mit fortschreitender Reifung Amine, dies sind Verbindungen mit Stickstoff, und  $\text{CO}_2$  durch *Decarboxylasen*, ferner Keton-säuren, dies sind organische Verbindungen mit einer  $\text{C}=\text{O}$ -Gruppe, und  $\text{NH}_3$  durch *Desaminasen*. Die Abbaureaktion lässt sich wie folgt aufzeigen:



### 5.4 Fetthydrolyse (Verseifung)

Die Fetthydrolyse wird durch lipolytische *Enzyme*, vor allem *Lipasen* bewirkt. Diese gehören zu den *Esterasen*, die unter Hydrolyse die Esterbindungen in den Triglyzeriden des Milchfettes spalten. *Lipasen* kommen von der Kuh gebildet in der Milch vor, können aber auch von Mikroorganismen gebildet werden.

In pasteurisierter Milch sind die originären *Esterasen* inaktiviert. Eine ausgeprägte Fettpaltung, die durch *Brevibacterium linens* sowie Hefen ausgelöst wird.



Die durch Hydrolyse freigesetzten Fettsäuren beeinflussen das *Flavor* des Käses mehr als die Aminosäuren und deren Spaltprodukte. Freie Fettsäuren verleihen bestimmte charakteristische und erwünschte Aromen. Der Geruch einiger Fettsäuren:

<b>Fettsäuren</b>	<b>Geruch</b>
Ameisen-, Essig-, Propionsäure	stechend
Butter-, Valeriansäure	schweißig
Kaprinsäure	ranzig (nach Ziegenbock)
Karyl-, Kaprin-, Laurin-, Myristin-, Palmitin-, Stearinsäure	wachsartig (geschmolzen)
Ungesättigte Säuren, Öl- und Linolsäure	geruchlos

Bestimmte Fettsäuren lassen sich nicht dem für Käse typischen *Flavor* zuordnen. Es kommt vielmehr auf deren Mengenverhältnis zueinander, der Verteilung sowie deren Lösungszustand an. Die am Aroma der Käse beteiligten Verbindungen sind noch nicht vollständig bekannt.

## 6 Begriffklärung

Bakteriophagen	Dies sind für Bakterien infektiöse und spezifische Viren, sie können alle für die Herstellung fermentierter Milchprodukte verwendeten Starterkulturen befallen und damit zu nicht unerheblichen Fehlgärungen führen.
Brevibakterium linens	Wissenschaftlicher Name für die von der Milchwirtschaft für die Oberflächenreifung eingesetzten Rotschmiere- und Gelbschmiere Bakterien.
Chymosin	Chymosin ist das Enzym, dass die Milch zum Gerinnen bringt. Somit ist es der Hauptwirkstoff des Labs.
coliforme	Dies sind Keime die Milchzucker zu Säure und Gas reagieren lassen. (In der Milchfermentation unerwünscht)
Enzyme	Enzyme sind chemisch gesehen Eiweiße, welche in allen Lebewesen vorkommen, vom Mikroorganismus über Pflanzen und Tiere bis hin zum Menschen. Als natürliche Katalysatoren, ermöglichen sie die biochemischen Reaktionen, durch welche die gesamte Biomasse aufgebaut und auch wieder zerlegt oder abgebaut wird. Ohne Enzyme gibt es kein Leben.
Esterasen	Oberbegriff der fettspaltenden Enzyme
Flavor	Gesamtheit aller bei der Mundprobe wahrgenommenen Sinesindrücke
Glukose/Galaktose	Monosaccharid, das gemeinsam mit der Galaktose das Laktose bildet, kommt auch in freier Form in einer Menge von 10 – 15 mg/100ml in der Milch vor. Der Gehalt an Glukose steigt mit fortschreitender Laktation an, mit steigender Milchleistung der Kühe geht die Konzentration zurück.
Glyko-/Glykomakropeptid	Peptidbindungen an der Oberfläche des Kaseins
Glykolyse	Enzymatischer Abbau von Kohlenhydraten über zu Milchsäure, im Allgemeinen Sprachgebrauch auch als Säuerung bzw. Gärung bezeichnet.
Käsenarbe	Als Käsenarbe wird die gesamte Rinde des Käses bezeichnet.
Laktation	Zeitraum in der die Kuh gemolken wird. ca. 300 Tag/Jahr
Laktobazillen	Stäbchenförmige Milchsäurebakterien
Laktose	Laktose ist der Milchzucker, das hauptsächliche Kohlenhydrat der Milch.
Lipasen	fettspaltendes Enzym
Peptidbindungen	Zwischenstufe beim Eiweißabbau
Pepsin	Pepsin ist im Lab enthalten, jedoch ist dies in einem viel kleineren Anteil vorhanden als Chymosin. Ein guter Labstoff zeichnet sich durch einen möglichst tiefen Pepsingehalt aus.
Proteasen	Proteasen sind Enzyme, die während der Käsereifung Peptidbindungen aufspalten.
SH-Säuregrad	Säuremessmethode nach Soxhlet-Henkel
Sirte/Molke	Ist die Flüssigkeit, die sich beim Verschneiden der Gallerte von der festen Masse abtrennt.
Streptokokken	Kugelförmige Milchsäurebakterien

## 7 Fazit

Mit diesen Ausführungen scheinen mir die wichtigsten Aspekte meines vorgenommenen Themas bearbeitet zu sein. Jedoch erforderte die Behandlung der Unterthemen bereits einen Exkurs in die Biotechnologie. Um diese Themen trotzdem zu behandeln, war ich darauf angewiesen, mich stark an Fachtexte anzulehnen. Hier fehlt mir als Chemikant, verständlicherweise einiger Hintergrund, um fachlich alle Zusammenhänge bis ins letzte Detail zu verstehen. Ebenso dürfte der zweite Teil der Arbeit für den fachkundigen Leser etwas weit gehen. Trotzdem hoffe ich, dass es mir gelungen ist, mit dieser Facharbeit einigen Interessierten das Thema "Entstehung des Käses" näherzubringen.

Zu Beginn, also bei der Vorbereitung des Proposals, stiess ich bereits auf erhebliche Schwierigkeiten. Die Materialsuche erwies sich als harte Nuss. Zu den zu behandelnden Themen waren in den Bibliotheken von Brig und Sion keine Unterlagen auffindbar. Auch bei der Großkäserei Walker in Bitsch konnte ich kein nützliches Material auftreiben. Über das Internet wäre zu den Themen in Fachliteratur Zugang. Es handelt sich jedoch um wissenschaftliche Abhandlungen, für deren Verständnis tiefe Fachkenntnisse Voraussetzung sind. Somit waren sie für mich nicht verwendbar. Erst ein Telefonat mit dem Käsetechniker der Emmi AG brachte mich zu nützlichen Informationen, in welchen die Vorgänge relativ verständlich erklärt waren.

Für die Illustration und die fachliche Korrektur wandte ich mich an den Käser von Visperterminen, Herrn Heinzmann Nikolaus.

## 8 Quellenverzeichnis

Kammerlehner Josef: Lab Käse Technologie,  
Gelsenkirchen-Buer: Th. Mann, 1986, 1. Auflage

Renner Edmund: Lexikon der Milch,  
München: Volkswirtschaftlicher Verlag, 1988, 1. Auflage

Jan Koolman, Hans Moeller, Klaus-Heinrich Röhm: Kaffee, Käse, Karies...  
Biochemie im Alltag, Weinheim: WILEY-VCH, 1998, 1. Auflage

Teubner Edition: Das grosse Buch von Käse,  
Füssen: Neue Stalling GmbH, 1996, 4. Auflage

Amt für Viehwirtschaft: Herstellung von Walliserraclettekäse,  
Visp: Kanton Wallis, 1996

Zusammenarbeit mit Heinzmann Nikolaus, Käser in Visperterminen

<http://www.bml.de/forschungsreport/rep2-98/kaese.htm>

<http://www.internutrition.ch/markt/kaese.html>

<http://www.fooding.ch/>

<http://www.bavariablu.de/lexikon>

<http://www.bml.de/forschungsreport/rep2-98/Käse.htm>