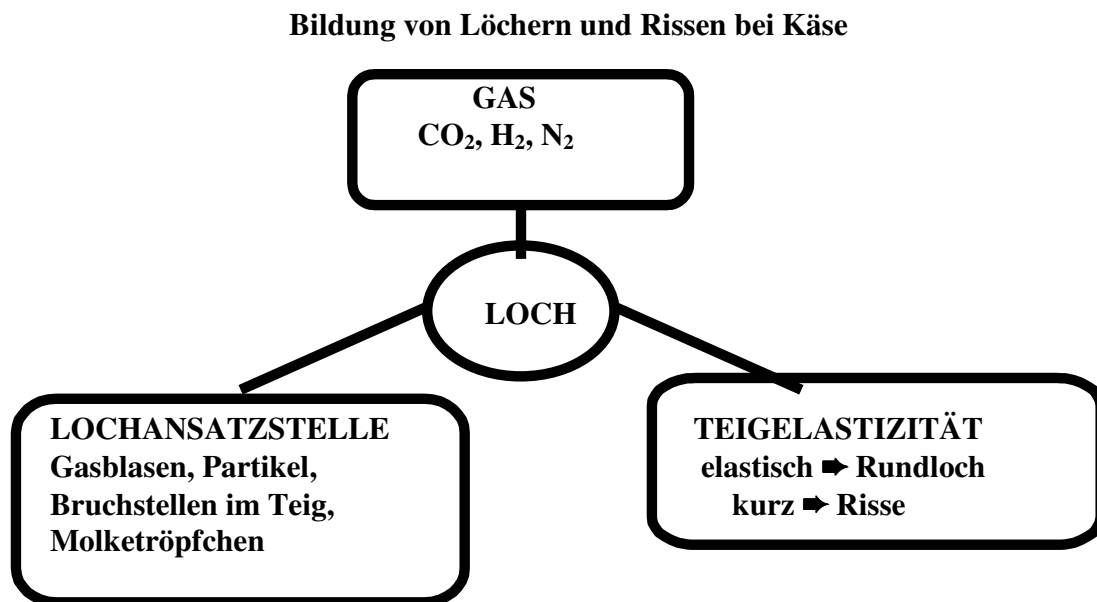


Ursachen und Vermeidung von Käsefehlern
Wolfgang Ginzinger, BAM Rotholz
Referat bei der SYROTECH 2000 in Zilina, Slowakei

Viele Käsefehler vor allem bei einer Abwertung zu Schmelzware verursachen hohe finanzielle Verluste. Dies ist häufig bei Lochungsfehlern wie Rissen, Spalten oder zu vielen Löchern der Fall. Daher ist neben dem Einsatz neuer Technologien die Vermeidung von Käsefehler für den ökonomischen Erfolg von Käsereien wichtig.

Außerdem können bei einem nicht optimierten Einsatz neuer Technologien Käsefehler entstehen. Die Abbildung 1 zeigt die Faktoren für die Bildung von Löchern und Rissen im Käse.

Abbildung 1:



Zu viele Löcher entstehen, wenn zum Zeitpunkt der Lochbildung zu viele Lochansatzstellen, das heißt Bruchstellen im Teig, wie ungenügend verwachsene Bruchkörner, Molketropfchen, Partikel, Gasblasen vorhanden sind.

Eine wesentliche Rolle spielen auch die Teigeigenschaften. Bei einem zuwenig elastischem-kurzem - Teig entstehen Risse und rauhe Lochung.

Ein zu fester Teig kann die Ursache von unreiner, nußschaliger Lochung bei Großlochkäsen und von Rissen bei anderen Hartkäsen sein. Je weicher der Teig ist, um so weniger Druck ist für eine Lochbildung notwendig.

Bei der Mondlandschaft von Großlochkäse gehen die Löcher bis in die Randzone, zum Teil treten Halblöcher auf und ein Teil der Löcher an der Oberseite ist nur von einer dünnen Haut bedeckt. Die Abbildung 2 zeigt zwei Beispiele dafür.

Abbildung 2: Mondlandschaft bei Großlochkäse



Die häufigste Ursachen sind ein zu weicher Teig, eine intensive und schnelle Propionsäuregärung in der Randzone und eine Reifungsfolie mit zu geringer CO_2 -Durchlässigkeit.

So betrug bei einem Großlochschnittkäse die Trockenmasse in der Fehlerzone nur 55,5 % , in der Zone ohne Fehler hingegen 58 %. Auch bei Großlochhartkäse hatte die Zone mit der Mondlandschaft eine um 2 % höheren Wassergehalt als die fehlerfreie Zone. Bei einer Reifungsfolie mit zu geringer CO_2 -Durchlässigkeit baut sich in der Randzone ein CO_2 -Druck auf, der im relativ weichen Teig eine Lochung verursacht. Zur Vermeidung des Fehlers werden ein höherer Salz- und Trockenmassegehalt in der Randzone und eine CO_2 -durchlässigere Folie vorgeschlagen.

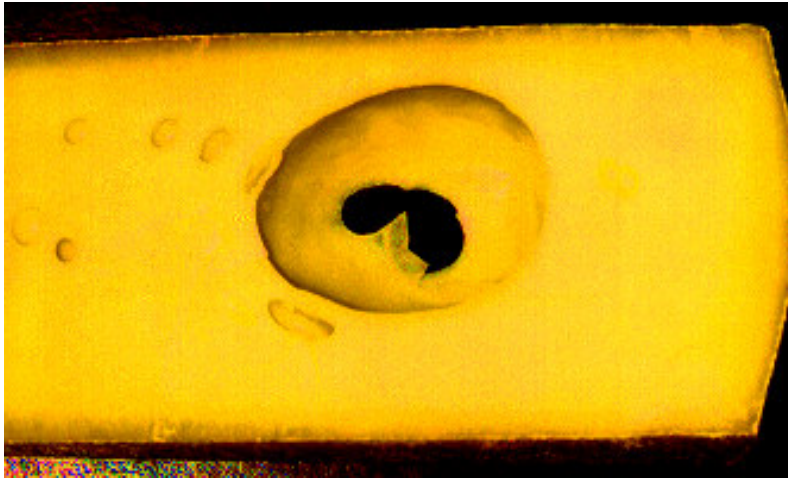
Die Ursache vieler Lochungsfehler ist bei einer erhöhte Gasmenge im Käse - N_2 , CO_2 , H_2 - zu suchen. Die Gasmenge im Käse ergibt sich aus dem CO_2 -Eintrag aus der Milch plus dem Lufteinschluß und der Summe der gebildeten Gase abzüglich der Gasdiffusion während Käsung und aus dem Käse.

Bei Schnitt- und Hartkäse werden etwa 35 mMol CO_2 für eine lokale Übersättigung des Käses benötigt. Die Sättigungsgrenze ist abhängig von der Gasart, von der Temperatur und der Festigkeit des Käses.

Außerdem ist zu berücksichtigen, daß CO_2 und die übrigen Gase im Käse nicht gleichmäßig verteilt sind, sondern an den Bildungsstellen konzentriert sind.

Ein Beispiel dafür ist das in der Abbildung 3 dargestellte Blastloch in einem Bergkäse mit einem Buttersäuregehalt von 1012 mg / kg.

Abbildung 3: Blastloch bei Bergkäse



Viele Lochungsfehler werden durch eine Kombination mehrerer Gasquellen verursacht, wie z.B. aus Citratabbau und heterofermentativer Milchsäuregärung oder aus Propionsäuregärung und Buttersäuregärung. Es ist daher immer die Summe aller gebildeten Gase zu berücksichtigen.

Eine weitere Ursache für Lochungsfehler bei Schnittkäse sind Restzucker und schneller Abbau der Zitronensäure durch die Aromabakterien des Säureweckers.

Bei Säureweckern mit einem hohem Anteil an *Lactococcus lactis biovar diacetylactis* (*Lc. diacetylactis*) wird Citrat schon in der Form bzw. im Salzbad abgebaut. Die Folge sind viele kleine stecknadelkopfgroße Löcher.

Bei ungespressten Käsen können auch Blasen an der Oberfläche auftreten.

Die Tabelle 1 enthält die Ergebnisse eines Käsungsversuches an der BAM Rotholz.

Tabelle 1: Auswirkungen des Säureweckers bei gepreßtem Schnittkäse
Werte des 24 stündigen Käses

Säurewecker	Zitronensäure mmol / kg	Essigsäure mmol / kg	Lochung
O - SW	9,7	0,4	keine
DL -SW	0,5	10,8	viele kleine

O-SW: Säurewecker ohne Aromabakterien

DL-SW: Säurewecker mit *Lc. diacetylactis* und *Leuconostoc*

Beim schnellen Abbau der Zitronensäure durch DL-Säurewecker wird viel CO₂ gebildet, das in den vielen Lochansatzstellen zwischen den noch nicht verwachsenen Bruchkörnern kleine Löcher ausbildet. Weitere fördernde Faktoren sind hohe Impfmengen – über 1 % bei Schnittkäse – und Temperaturen des Käses über 30°C, da die Löslichkeit von CO₂ mit höherer Temperatur abnimmt.

Folgende Gegenmaßnahmen werden vorgeschlagen:

- ☛ kein D-SW verwenden,
- ☛ DL-SW mit niedrigem Anteil an *Lc. diacetylactis*,
- ☛ Impfmenge verringern - unter 1%,
- ☛ langsamere Säuerung,
- ☛ niederere Temperatur auf der Presse / in der Form.

Als Anhaltspunkt für den Citratgehalt des Käses nach 24 Stunden können die Richtwerte nach NORTHOLT und STADHOUDERS (1985) herangezogen werden:

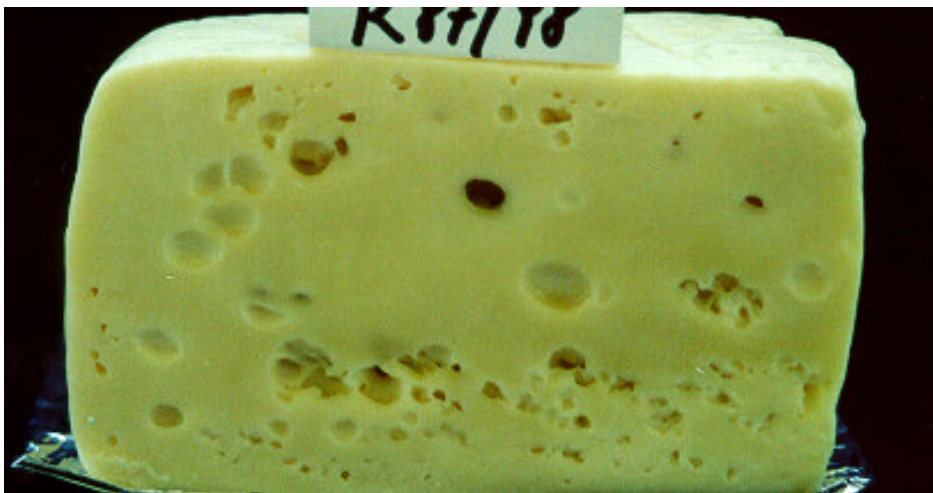
LD - SW: 250 - 400 mg / kg = 1,3 - 2,1 mmol/kg
 L - SW: 1200 - 1500 mg / kg = 6,2 - 7,8 mmol/kg
 O - SW: 1700 - 2100 mg / kg = 8,8 - 10,9 mmol/kg

Eine Kombination von Säurewecker und thermophilen Kulturen kann bei Schnittkäse zu Lochungsfehler führen. Während die Laktokokken des Säureweckers Glukose und Galaktose zu Milchsäure vergären, verwertet *Streptococcus thermophilus* nur den Glukoseanteil und Galaktose bleibt als Restzucker im Käse. Bei einer Nachwärmtemperatur über 37°C und einem geringem Temperaturabfall in der Form vermehren sich die Laktokokken nur langsam, *Streptococcus thermophilus* gewinnt die Überhand und Galaktose wird nicht vergoren. Diese Restgalaktose kann von Leuconostoc des Säureweckers während der Reifung heterofermentativ unter CO₂-Bildung vergoren werden und unerwünschte größere und reichliche Lochung verursachen. Die Abbildung 4 zeigt ein Beispiel eines Schnittkäses mit Löchern durch eine heterofermentative Milchsäuregärung.

Bei Schnittkäse sollte daher der Zusatz von thermophilen Kultur genau überlegt werden. Zur Vermeidung von Lochungsfehlern soll daher bei einem Zusatz einer thermophilen Kultur durch entsprechende technologische Maßnahmen wie Absenkung der Nachwärmtemperatur, Abkühlung in der Form, Verlängerung der Zeit bis zum Salzbad erreicht werden, daß nach dem Salzbad in der Randzone keine erhöhter Gehalt an Restzucker nachweisbar ist.

Auch ein erhöhter Gehalt an *Streptococcus thermophilus* aus dem Pasteur – über 100.000 pro ml in der Kesselmilch – kann zu Restgalaktose und damit zu Lochungsfehlern führen.

Abbildung 4: Schnittkäse mit 40 mmol/kg D-Laktat aus heterofermentativer Milchsäuregärung



Ein gravierender Fehler ist bei Großlochkäse die Nachgärung; während der Lagerung des Käses bilden sich Risse im Käse oder es wird die Folie bei verpacktem Käse aufgebläht (Abbildung 5). Zur Nachgärung kommt es, wenn bei den Stoffwechselfvorgängen im Käse mehr CO_2 gebildet wird, als aus dem Käse diffundieren kann, im Käse gelöst und in einem Loch aufgefangen werden kann. Bei einem elastischen Teig entsteht eher eine hochgezogene Lochung als Risse. Je höher die Lochzahl ist, umso mehr CO_2 kann in den Löchern aufgefangen werden. Vorallem beim Stoffwechsel der in hohen Zahlen vorhandenen Propionsäurebakterien wird CO_2 gebildet. Je intensiver die Proteolyse in die Tiefe ist, umso kürzer ist der Käseteig und umso größer ist die Gefahr von Rissen. Außerdem steigt dadurch die Konzentration an Asparaginsäure, die unter CO_2 Bildung verstoffwechselt wird. In der Abbildung 6 sind die beiden wichtigsten Vorgänge, bei denen die ruhenden Propionsäurebakterien im Käse CO_2 bilden, dargestellt.

Abbildung 5: Emmentalerkäse mit Nachgärung

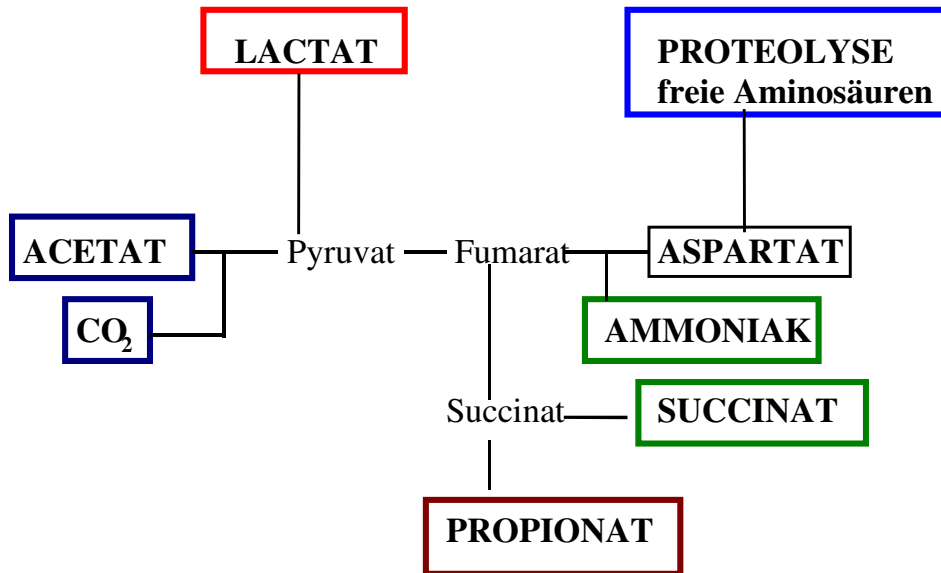


OPA-NPN: 34,8 g/kg
Succinat: 1650 mg/kg



42,8 g/kg
1477 mg/kg

Abbildung 6: Propionsäuregärung und Aspartatstoffwechsel der Propionsäurebakterien



Aus der Tabelle 2 ist der Einfluß der Proteolyse in die Tiefe – gemessen als OPA-NPN-Wert – zu ersehen.

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Eiweißabbau in die Tiefe und Haltbarkeit von Emmentalerkäse (3302 Laibemmentaler aus Rohmilch, Alter 4 Monate)

OPA-NPN g / kg	Anteil haltbare Käse	Anteil mit Rissen
unter 20	75 %	10 %
20 - 30	45 %	31 %
30 - 40	27 %	47 %
über 40	2 %	70 %

Mit steigender Proteolyse in die Tiefe sinkt der Anteil an haltbarem Emmentalerkäsen und erhöht sich der Anteil mit Nachgärung.

Zur Verhinderung einer Nachgärung bei Großlochhartkäse werden 10 – 15 % Wasserzusatz zum Bruch/Molkegemisch empfohlen. Dadurch kommt es zu einem höheren pH-Wert, einer früher einsetzenden Propionsäuregärung, mehr Löchern, einer kürzeren Heizzeit, einen geringeren Eiweißabbau und einen elastischeren Teig. Außerdem soll die Proteolyse in die Tiefe durch weniger Laktobazillenkultur und vorallem wenig *Lactobacillus helveticus* verringert werden. Durch einen höhern pH-Wert vor dem Salzbad – 5,30 bis 5,40 – und ein kurzes Vorlager kann die Lochzahl erhöht werden.