



Holzbretter für die Käsereifung

**Herstellung, Handhabung und Behandlung von
Holzbrettern für die Reifung von geschmiertem
Käse**

Autoren

John Haldemann, Nicolas Fehér, Hans Winkler,
Thomas Aeschlimann

Impressum

Herausgeber	Agroscope Rte de la Tioleyre 4, Postfach 64 1725 Posieux www.agroscope.ch
Auskünfte	John Haldemann
Redaktion	John Haldemann, Nicolas Fehér, Hans Winkler, Thomas Aeschlimann
Gestaltung	John Haldemann
Titelbild	John Haldemann
Download	www.agroscope.ch/transfer
Copyright	© Agroscope 2024
ISSN	2296-7206 (print) 2296-7214 (online)

Haftungsausschluss :

Die in dieser Publikation enthaltenen Angaben dienen allein zur Information der Leser/innen. Agroscope ist bemüht, korrekte, aktuelle und vollständige Informationen zur Verfügung zu stellen – übernimmt dafür jedoch keine Gewähr. Wir schliessen jede Haftung für eventuelle Schäden im Zusammenhang mit der Umsetzung der darin enthaltenen Informationen aus. Für die Leser/innen gelten die in der Schweiz gültigen Gesetze und Vorschriften, die aktuelle Rechtsprechung ist anwendbar.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Einleitung	5
1.1 Rolle des Holzes bei der Käsereifung	5
2 Herstellung eines Käsebretts	6
2.1 Wahl des Holzes	6
2.2 Holzlagerung vor der Verarbeitung im Sägewerk	6
2.3 Sägen	6
2.4 Holzofen	7
2.5 Endbearbeitung der Käse Bretter	8
3 Neue Käse Bretter: Erhalt, Lagerung und Reinigung	9
3.1 Dampfzellen – wozu?	9
3.2 Trocknen der Holzbretter	10
3.3 Verwendung von neuen Holzbrettern	10
4 Rolle der Feuchtigkeit der Holzbretter bei der Rindenbildung	11
5 Durch die Bretter verursachte Fehler	14
5.1 Bankrot	14
5.1.1 Praxisbeispiele	15
6 Bibliografie	16

Zusammenfassung

Bei der Reifung von geschmiertem Käse spielt das Holz eine wichtige Rolle. Es regelt die Feuchtigkeit auf der Käseoberfläche. Zudem fördert der sich bildende Biofilm auch die Entwicklung der Schmiereflora.

In der Schweiz werden die zur Herstellung von Käsebrettern bestimmte Baumstämme aus Fichte sorgfältig ausgewählt. Um die vom Käser gewünschte Form zu erhalten, werden sie anschliessend kalibriert, gesägt und abkantet. Das Trocknen als letzter Schritt erfolgt entweder auf natürliche Weise oder über mehrere Tage in einem Ofen bei 55–60 °C, damit das Brett eine Feuchtigkeit von 12–14 % erreicht. Diese Etappe ist sehr wichtig, weil sich so die Gefahr von Schimmelbildung verringern lässt. Anschliessend muss das Brett bis zu seiner Verwendung an einem trockenen und gut durchlüfteten Ort gelagert werden.

Beim Erhalt neuer Bretter ist besonders auf die Lagerung und Handhabung vor der ersten Nutzung zu achten. Die Bretter besitzen noch keinen schützenden Biofilm und enthalten wenig Feuchtigkeit. Ersteres ermöglicht die Bildung einer unerwünschten Flora wie beispielsweise Schimmel, während Letzteres zur Folge hat, dass die Feuchtigkeit des Käses aufgenommen wird, die Rinde austrocknet und die Bildung einer ebenfalls stark schimmelhaltigen Schmiereflora begünstigt wird. Es wird empfohlen, die Bretter vor der ersten Nutzung gut mit Wasser zu befeuchten, das mit einer Oberflächenkultur oder einer hochwertigen Käseschmiere angereichert ist. In einem Keller mit neuen Brettern, kann die Lagerung von mehreren Hundert gereiften Käseläuben die Integration einer gesunden Reifungsflora ebenfalls fördern.



Abbildung 1: Baumstämme aus Fichte im Sägeprozess

1 Einleitung

1.1 Rolle des Holzes bei der Käsereifung

Holz ist eine wertvolle Unterstützung für die Typizität von geschmiertem Käse. Die gemeine Fichte ist ein besonderes Merkmal der wichtigsten Schweizer AOP-Käsesorten. Die Verwendung der berühmten Rottanne wird sogar oft ausdrücklich in den Pflichtenheften vorgeschrieben.

Dank der hygroskopischen Eigenschaften des Holzes kann die Feuchtigkeit auf der Käseoberfläche reguliert werden. Zu Beginn der Reifung hat es die Aufgabe, das aus dem Käse austretende Wasser aufzufangen. Danach liefert es Feuchtigkeit für die Rinde, um das Wachstum der mikrobiellen Flora zu fördern.

Dank der Rauheit des Holzes kann die Luft zirkulieren, was für die zu grossen Teilen aus aeroben Keimen bestehende Schmierflora unabdingbar ist.

Die hygroskopischen Eigenschaften und die Rauheit der Holzoberfläche ermöglichen die Bildung eines Biofilms. Dieser nützliche Biofilm aus Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen hilft, die Käseoberfläche zu besiedeln, um zur Bildung der Käseschmiere zu beizutragen.

Ausserdem ist die Feuchtigkeit des Bretts an der Feuchtigkeitsregulierung der Käseschmiere beteiligt. Deren Intensität bestimmt wiederum, wie schnell die eng mit der Herausbildung von Aromen verbundene Proteolyse des Käses abläuft.

In der vorliegenden Publikation wird anhand von Beispielen erklärt, wie eine hochwertige Reifung von geschmiertem Käse unter Zuhilfenahme von Holz als unverzichtbarem Hilfsmaterial bei der Käseherstellung gesteuert und erreicht wird.



Abbildung 2: Trocknen der Käsebretter

2 Herstellung eines Käsebretts

2.1 Wahl des Holzes

Die Qualität des Holzes ist je nach geografischer Lage sehr unterschiedlich. Die Gemeine Fichte passt ihr Wachstum den klimatischen Bedingungen an. Optimale klimatische Bedingungen beschleunigen das Wachstum und prägen das Holz durch breite Jahresringe. Dieses Holz ist weniger dicht und zerbrechlicher, hat aber eine grössere Wasseraufnahmefähigkeit als Holz mit schmalen Jahresringen. Auch andere Faktoren beeinflussen die Qualität des Holzes, zum Beispiel der Zeitpunkt des Baumfällens, das meteorologische Klima während der Lagerung des Holzes im Freien oder die Anzahl Äste. Heute orientiert sich die Holz Auswahl hauptsächlich an der Verfügbarkeit des Sägewerks. Deswegen ist die Erfahrung des Sägewerks in Bezug auf Käsebretter notwendig, um anschliessend ein gutes Ergebnis bei der Käsereifung zu erzielen. Heutzutage verfügen Sägewerke oft über Holzöfen, mit denen die Feuchtigkeit der Bretter standardisiert werden kann, was die Zubereitung von Käsebrettern erleichtert.

2.2 Holzlagerung vor der Verarbeitung im Sägewerk

Beim Fällen der Tanne weist das Holz eine Feuchtigkeit von 60–75 % auf. Zu diesem Zeitpunkt ist die Gemeine Fichte anfällig für Angriffe verschiedener Insektenarten und Mikroorganismen. Sie schützt sich selbst, indem sie Harz produziert, was nach dem Fällen nicht mehr möglich ist. Es besteht die Gefahr einer Holzschädigung, z. B. in Form der sogenannten «Holzbläue». Dabei handelt es sich um eine durch die Besiedelung mit Schimmelpilzen verursachte, bläuliche Verfärbung. Die Schimmelsporen werden über die Luft oder verschiedene Käferarten wie den Borkenkäfer auf das Holz übertragen. Um Schäden zu vermeiden, muss das Holz vor allem im Sommer schnell getrocknet werden.



Abbildung 3: Durch Schimmel verursachte Holzbläue

2.3 Sägen

Im Allgemeinen können aus dem Durchmesser eines grossen Baumstamms vier bis sechs Käsebretter geschnitten werden. Der Kernbereich wird nicht verwendet, da die Gefahr zu gross ist, dass sich das Brett verbiegt oder spaltet.



Abbildungen 4 und 5: Beispiel für die zu erwartende Bretterausbeute aus einem Baumstamm.



Abbildung 6: Sägeprozess der Bretter

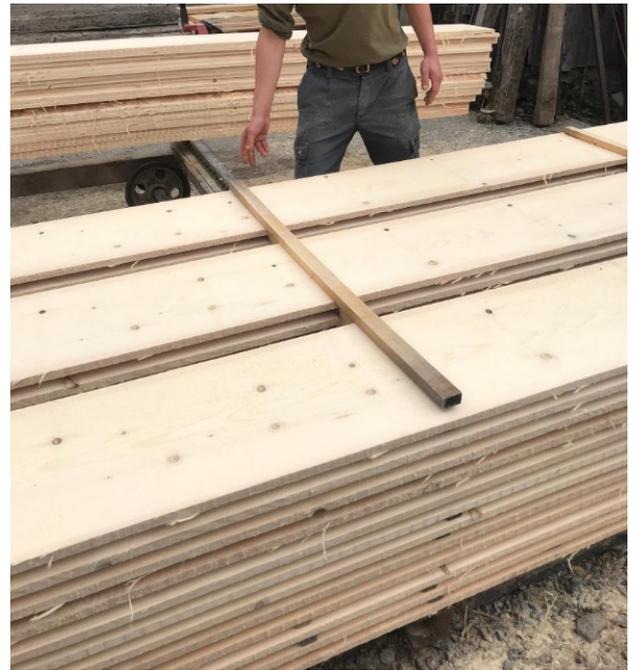


Abbildung 7: Lagerung der Bretter

2.4 Holzofen

Die Trocknung des Holzes erfolgt nach dem groben Zuschnitt der Bretter. Der Holzofen dient dazu, das Holz hinsichtlich seines Wassergehalts zu standardisieren. Im Allgemeinen werden am Ende der Behandlung 12–14 % Feuchtigkeit angestrebt. Dadurch schrumpft die Dimension des Holzes auf den üblichen Standard für den Verkauf. Dieses Verfahren vermeidet ein zu starkes Schwinden des Holzes beim Kunden.

Die Bretter werden ca. 4 Tage zwischen 55 und 60 °C heiss gehalten. Diese Parameter erlauben als solche keine mikrobiologische Sterilisation, aber ihr Einfluss auf die Verbesserung der Hygiene des Holzes ist dennoch erheblich. Zu beachten ist aber auch, dass das Holz noch bearbeitet werden muss, um ihm den letzten Schliff zu geben. Diese Arbeit wird nicht in einer kontrollierten mikrobiologischen Umgebung durchgeführt. Die an die Käserei gelieferten Käsebretter sind folglich nicht steril.



Abbildung 8: Feuchtigkeitskontrolle bei den Brettern



Abbildung 9: Holzofen

2.5 Endbearbeitung der Käsebretter

Um Bretter mit zu grossen Ästen auszuschliessen, muss eine erste Auswahl getroffen werden. Die Äste sollten im Allgemeinen nicht grösser als 3 cm sein. Wenn ein Käse auf einem Ast des Bretts gelagert wird, entwickelt sich die Schmiere an dieser Stelle weniger gut, weil Äste im Gegensatz zum restlichen Brett keine Feuchtigkeit aufnehmen können.

Die Holzbretter werden massgenau zugeschnitten. Je nach Käseart und Wunsch des Käasers können bei der Endbearbeitung der Bretter verschiedene Aspekte berücksichtigt werden:

- raue, gehobelte, glatte oder sogar gerillte Oberflächen
- abgeschrägte oder abgerundete Kanten
- Vollholzbrett oder verleimtes Brett

Damit sich die aerobe Flora der Schmiere auf der Oberfläche des Käses entwickeln kann, ist jedoch eine gewisse Rauigkeit notwendig.

Aufgrund der Automatisierung der Käsereifung ist die Genauigkeit der Bretterabmessungen noch wichtiger. Ausserdem sind die Bretter dicker geworden, damit sie sich nicht durchbiegen und die Sensoren des Käsepflegeroboters stören.

Aus Sicht des Sägewerks liegt die Schwierigkeit auch darin, aus einem Baumstamm eine möglichst optimale Ausbeute an unverleimten Brettern zu erlangen.

Auf jeden Fall sollte ausreichend früh bestellt werden, weil die Lieferfristen mehrere Monate oder bei grösseren Mengen sogar ein Jahr betragen können.



Abbildung 10: Käsebrettersortiment mit unterschiedlichen Oberflächenbeschaffenheiten des Fachspezialisten Betschart Holz in Muotathal

Tabelle 1: Abmessungen der Käsebretter in mm

Käsesorte	Länge	Breite	Höhe
Tête de Moine	1160	245	16
Appenzeller	1000-1150	300	18
Raclette	max. 1500	320	18-24
Vacherin Fribourgeois	1200	350	18
Gruyère	ca. 2075	290	33-36
Emmentaler	ca. 2050	280-310	36-40

Die Masse gelten für Bretter im trockenen Zustand des Holzes (<15 %). Dabei ist zu beachten, dass insbesondere die Breite bei steigender Holzfeuchte um bis zu 8 % zunehmen kann.

3 Neue Käsebretter: Erhalt, Lagerung und Reinigung

Trotz der Wärmebehandlung (55–65 °C) zum Trocknen des Rohmaterials sind die neuen Holzbretter nicht keimfrei. Bei Auslieferung der Bretter beträgt die Holzfeuchte rund 15 %. Holz ist hygroskopisch, was bedeutet, dass es sich der Luftfeuchtigkeit und Temperatur der Umgebung anpasst. Eine unsachgemässe Behandlung oder Lagerung neuer Bretter kann schnell ein unerwünschtes Schimmelwachstum zur Folge haben. Bei der Lagerung von neuen, ungewaschenen Holzbrettern gilt es folgende Bedingungen zu berücksichtigen:

- Lagerung bei einer Umgebungsfeuchte von <10 %: Das Holz wird rau, verformt sich und allfällig vorhandene Äste können sich lösen.
- Lagerung bei hoher Luftfeuchtigkeit: Die Gefahr von Schimmelwachstum nimmt massiv zu. Eine Lagerung in einem gut durchlüfteten Raum abseits von Witterungseinflüssen ist ideal.

Kommen neue Holzbretter zum Einsatz, empfiehlt es sich, gut vorbereitet zu sein. Versäumnisse bei den ersten zwei bis drei Anwendungen können später Qualitätseinbussen beim Käse und vor allem viele zusätzliche Arbeitsstunden nach sich ziehen. Der Erfahrungsaustausch mit dem Holzlieferanten erweist sich hier als sinnvoll.

Holzbretter ab Werk sind mit Feinstaub behaftet und müssen vor dem ersten Einsatz gewaschen werden. Neue Bretter sind sehr saugfähig. Daher ist der Einsatz von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln nicht zu empfehlen (siehe Kapitel «Bankrot»). Um Schimmelbildung zu verhindern und die Menge an unerwünschten Keimen zu reduzieren, wird eine Hitzebehandlung mit Dampf oder Heisswasser empfohlen.

3.1 Dampfzellen – wozu?



Abbildung 11: Beispiel einer mit einem Gerät zur Unkrautbekämpfung durch Hitze funktionierenden Dampfzelle

Eine Dampfzelle dient dazu, Käsebretter sowie andere Gebrauchsgegenstände zu erhitzen und keimfrei oder zumindest keimarm zu machen. Hitze ist bei Weitem das sicherste Mittel zur Verhinderung und Bekämpfung von Listerien! Die vorher gereinigten Bretter werden feuchtem Dampf ausgesetzt und erreichen sowohl an der Oberfläche als auch im Kern Temperaturen von 75–85 °C. Holz als poröser Werkstoff kann mit Schrubben, Waschen, kurzem Eintauchen in Heisswasser oder chemischer Desinfektion nicht zuverlässig entkeimt werden. Das zuverlässigste Mittel gegen Keime ist die Hitze einwirkung über eine genügend lange Dauer. Mithilfe der Pasteurisierung können beispielsweise alle krankheitserregenden Bakterien abgetötet werden. Die Standardbedingungen der Pasteurisierung liegen bei 72 °C während einer Einwirkungsdauer von 15 Sekunden.

Bei der Hygienisierung in der Dampfzelle werden die Käsebretter während mindestens 20 Minuten Temperaturen von 70–85 °C ausgesetzt: Der gesättigte Wasserdampf dringt dabei über die Poren bis in den Kern des Holzes ein und überträgt die Hitzeenergie, die notwendig ist, um lebende Mikroorganismen abzutöten. Unverleimte Bretter weisen eine hohe Hitzebeständigkeit von bis zu 100 °C auf, verleimte Bretter dürfen jedoch nicht auf mehr als 90 °C erhitzt werden.

In einem von R. Imhof und P. Riva verfassten und von Agroscope 2015 veröffentlichten Dokument wird der Bau einer einfachen Dampfzelle für die Hitzebehandlung von Käsebrettern beschrieben.

3.2 Trocknen der Holzbretter

Das Trocknen von gewaschenen Holzbrettern an der Frischluft mit Sonneneinstrahlung ist eine mögliche Variante. Die Bretter müssen dabei an einem sauberen und überdeckten Platz gelagert werden, um Kontaminationen (Salmonellen, Listerien) aus der Luft durch Vogelkot oder durch andere Verunreinigungen zu verhindern. Werden die Bretter in Innenräumen getrocknet, ist eine ausreichende Trockenluftzirkulation notwendig. Zu schnelles Trocknen kann Risse oder Verformungen der Holzbretter nach sich ziehen. Die ideale Holzfeuchte nach dem Trocknen liegt bei 15–20 %. Zur Kontrolle der Holzfeuchte kommen häufig Geräte für die Messung des elektrischen Widerstands zum Einsatz, die zuverlässigen Messwerte liefern. Die Feuchtigkeit in einem Holzbrett ist sehr heterogen. Ein Brett trocknet von aussen nach innen. Die Trocknung verläuft je nach Lagerung der Bretter – stehend oder liegend – unterschiedlich. Auch die Holzdicke und die Äste können zu deutlichen Schwankungen bei den Messungen führen.

3.3 Verwendung von neuen Holzbrettern

Zuerst müssen die neuen Holzbretter sorgfältig untersucht werden. Um unerwünschten Schimmelbefall möglichst zu vermeiden, muss der Biofilm aktiv gefördert werden. Die Bildung des Biofilms wird durch die Akklimatisierung dank der Aufnahme von Feuchtigkeit (>30 %) gefördert. Neue oder während mehrerer Monate nicht benutzte Bretter sollten ausserdem wiederholt mit Oberflächenkulturen oder Schmierwasser von guter Qualität besprüht werden. Es ist auch möglich, geschmierten Käse einige Wochen auf den neuen Brettern zu lagern, bevor sie für jungen Käse verwendet werden. Dies fördert auch die Entstehung eines «Kellerklimas». Mit zunehmender Nutzung werden die Bretter mikrobiell robuster und die gewünschte Oberflächenflora siedelt sich leichter an. Es gibt verschiedene Methoden, um die Feuchtigkeit von Holzbrettern zu erhöhen:

- natürliche Akklimatisierung durch Vorlagerung im Käsekeller
- Aufsprühen von Wasser (mit oder ohne Kulturen) auf die Bretter
- mässige Trocknung der Holzbretter nach der Reinigung und Sterilisation



Abbildung 12: Sortiment Oberflächenkulturen von der Liebefeld Kulturen AG



Abbildung 13: Sprühgeräte

4 Rolle der Feuchtigkeit der Holzbretter bei der Rindenburg

Holzbretter spielen bei der Käsereifung eine wesentliche Rolle. Sie regulieren die Feuchtigkeit an der Käseoberfläche. In Liebefeld wurde ein Versuch (20-22-85) zur Ermittlung der idealen Holzfeuchte durchgeführt. Dazu wurde in einem Sägewerk der gleiche Satz Bretter auf 6 verschiedene Feuchtigkeitsgrade getrocknet: 10 %, 14 %, 17 %, 20 %, 24 % und 37 %. Das Brett mit 37 % Feuchtigkeit, das nicht in den Trockenofen gegeben wurde, wies schwarzen Schimmel auf.



Abbildung 14: Neue Bretter mit 37 % Feuchtigkeit, Befall mit schwarzem Schimmel

Die im Versuch verwendeten 12 Käse stammten aus derselben Serie. Sie wurden in der Sennerei Kandersteg hergestellt, während 10 Tagen im Keller vor Ort gepflegt und dann in den Reiferaum ins Liebefeld transportiert (14 °C, 92 % RH). Auf jedes Brett wurden zwei Käseleibe gelegt. Der Käse oben wurde zweimal mehr gebürstet als jener unten. Während des ersten Reifungsmonats wurden die Käseleibe oben auf den Fotos (siehe Abbildung 14) zweimal pro Woche gebürstet, diejenigen unten viermal pro Woche. Zwischen dem 2. und dem 7. Reifungsmonat wurden die Käseleibe oben nur noch einmal pro Woche gebürstet, jene unten zweimal. Die Käseleibe auf demselben Brett wurden mit der gleichen Bürste und der gleichen Lösung gebürstet (6 Bürsten, 6 Eimer). Das Wasser wurde einmal pro Woche gewechselt. Nach 4 Monaten wurden die Bretter ausgetauscht.

Nach 10 Tagen Reifung im Keller Liebefeld unterschieden sich die Rindenschmierer der Käseleibe nur geringfügig. Die Rindenschmiere der auf dem Brett mit 10 % Feuchtigkeit gelagerten und zweimal pro Woche gebürsteten Käseleibe wirkte stärker gelbstichig. Nach 6 Wochen Reifung zeigten sich jedoch nach und nach Unterschiede. An der Oberfläche der auf den Brettern mit 10 %, 14 % und 17 % Feuchtigkeit gelagerten Käseleiben bildete sich weisser Schimmel. Die Verfärbung war bei zweimal pro Woche gebürstetem Käse ausgeprägter. Nach 14 Wochen kippte die weiße Farbe ins Schwarze. Die auf den trockenen Brettern ($\leq 20\%$) gelagerten und nur zweimal pro Woche gebürsteten Käseleibe waren fleckig, während die auf feuchten Brettern (24 % und 37 %) gereiften Käse eine schöne, rot-orange Rindenschmiere aufwiesen. Wenn sich der Schimmel festgesetzt hat, ist es schwierig, den Oberflächenbakterien die «Macht zurückzugeben». Mit fortschreitender Reifung zeigt sich der Fehler noch deutlicher. Der Versuch hat auch gezeigt, dass Schimmelpilz auf neuen Brettern mit einer Holzfeuchte von 37 % nicht automatisch auf den Käse übertragen wird.

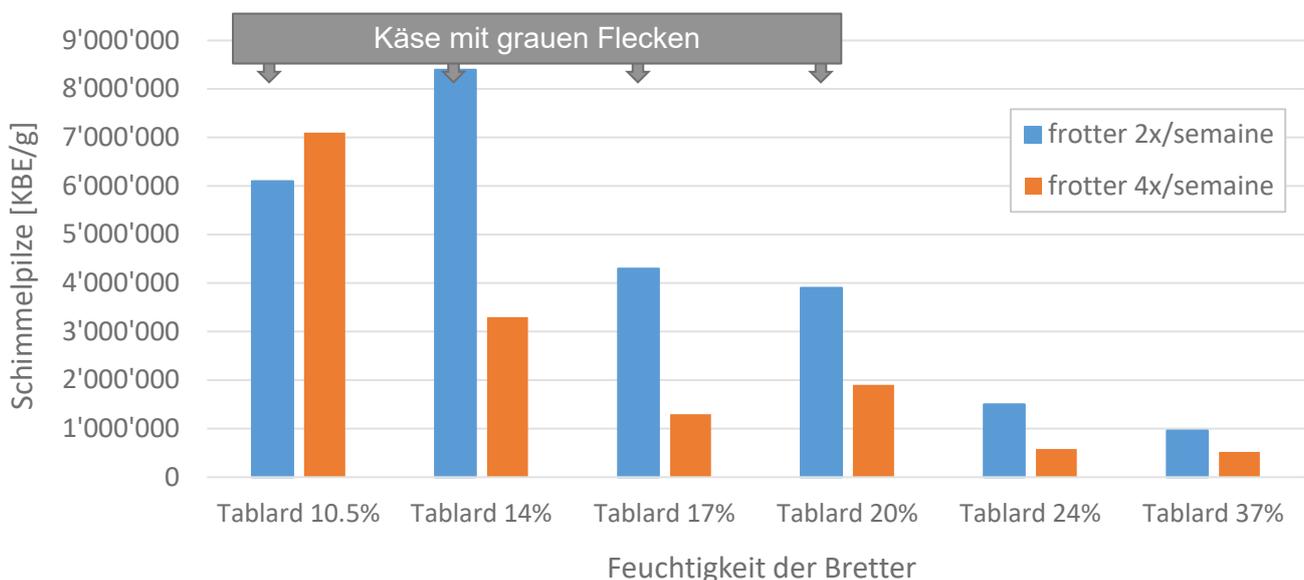


Abbildung 15: Schimmelpilzgehalt an der Oberfläche von 7 Monate altem Käse, nach Feuchtigkeit der Reifungsbretter

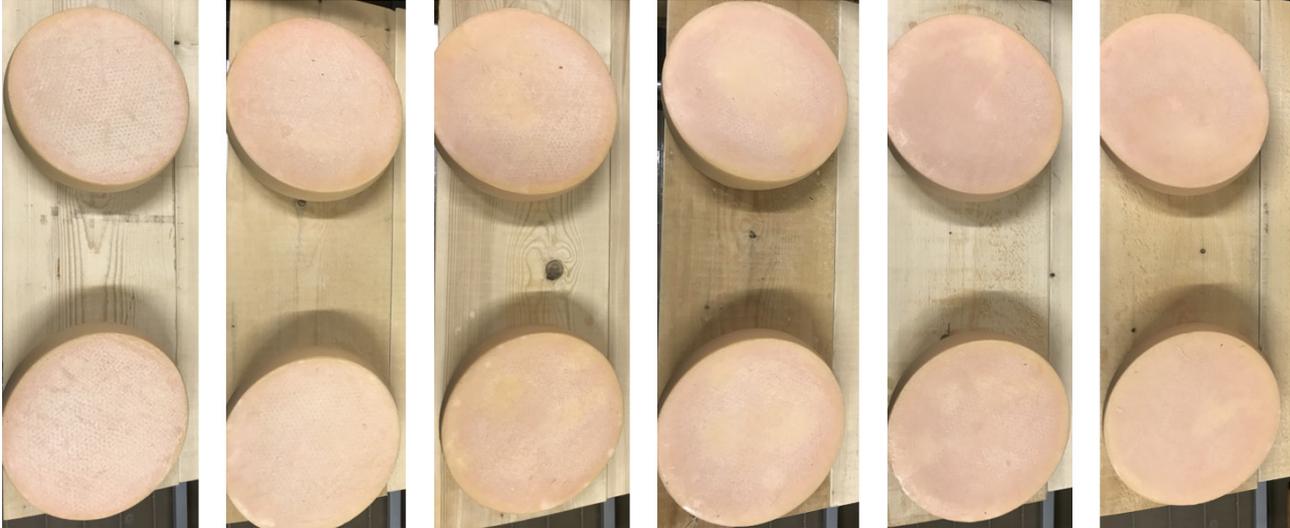
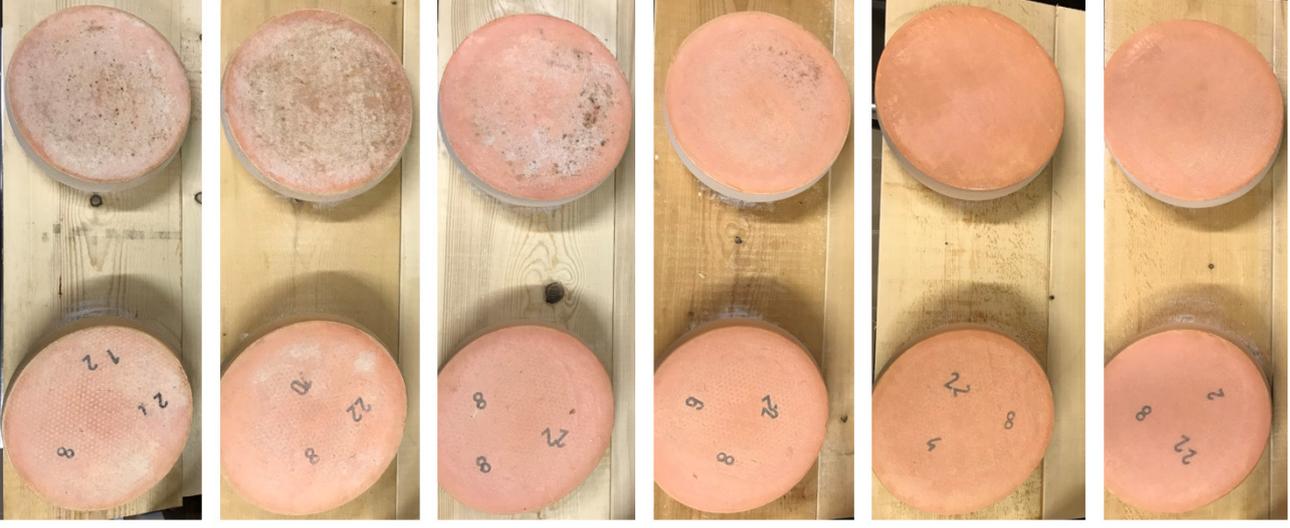
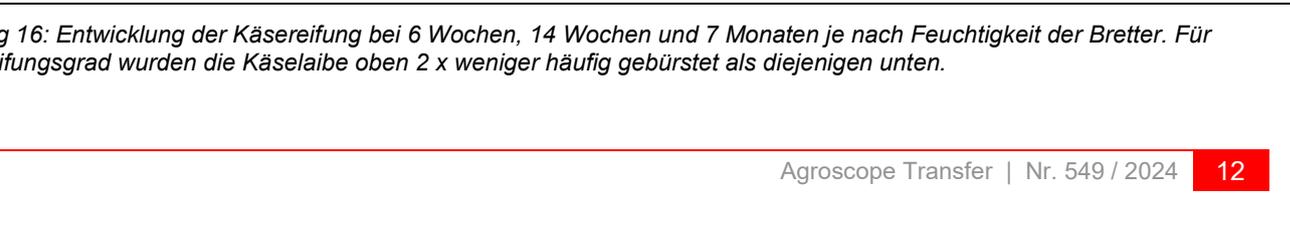
		Feuchtigkeitsgrad der Reifungsbretter					
		10,5 %	14 %	17 %	20 %	24 %	37 %
6 Wochen							
							
14 Wochen							
							
7 Monate							

Abbildung 16: Entwicklung der Käsereifung bei 6 Wochen, 14 Wochen und 7 Monaten je nach Feuchtigkeit der Bretter. Für jeden Reifungsgrad wurden die Käselaibe oben 2 x weniger häufig gebürstet als diejenigen unten.

In einem zweiten Versuch in Liebefeld wurde untersucht, wie sich die Feuchtigkeit der Bretter zu Beginn der Reifung auf den Bereich unter der Rinde auswirkt. Zu trockene Bretter absorbieren das Wasser im Käse. Dadurch trocknen die Rinde und der darunter liegende Käseteig aus. An dieser Stelle verändern sich Farbe, Textur und Geschmack des Käses.

Die nebenstehende Abbildung zeigt Probeentnahmen aus während 7 Monaten gereiftem Hartkäse. Die Käse wurden 10 Tage nach der Produktion auf unterschiedlich feuchten Brettern gelagert. Die Bretter wurden in der Vorbereitung drei unterschiedlichen Prozessen unterzogen:

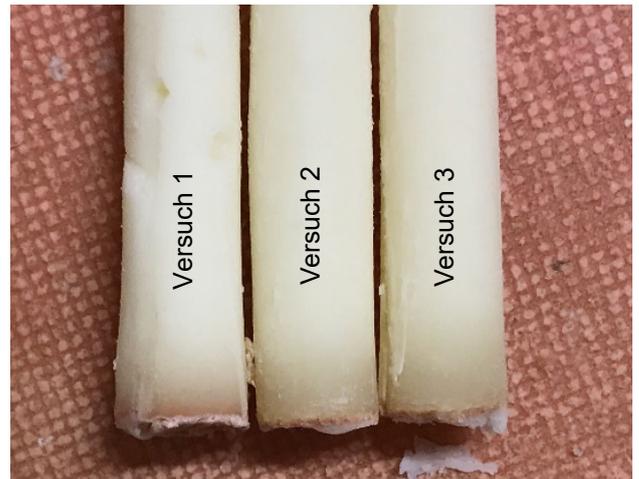


Abbildung 17: Narbendicke der drei Käseproben

Versuch 1: linke Probe – Brett 2 x mit Wasser befeuchtet

Versuch 2: mittlere Probe – Brett 1 x mit einer Sprühflasche befeuchtet

Versuch 3: rechte Probe – trockenes, unbehandeltes Brett

5 Durch die Bretter verursachte Fehler

5.1 Bankrot

Nach Dr. H. Hänni (Schweizerische Milchzeitung Nr. 51, 1953) versteht man unter dem Fehler Bankrot die Erscheinung, dass unmittelbar unter der Rinde beginnend im Teig eine hellrote, später braunrot werdende Färbung entsteht, die sich mit fortschreitendem Alter des Käses immer weiter ins Innere ausbreitet. An der Stelle, an der die Färbung ihren Anfang genommen hat, bilden sich dann mit der Zeit gewöhnlich Risse und Spalten. Von diesen ausgehend tritt später oft eine fäulnisartige Zersetzung auf. In leichten Fällen kann es auch vorkommen, dass der Käseleib nur in der Mitte eine rötliche Zone aufweist und im Übrigen gesund erscheint. Der dänische Forscher S. Knudsen entdeckte, dass die Rotfärbung durch die als Nitrite bezeichneten Salze der salpetrigen Säure erzeugt wird. Wenn diese Nitrite durch die Rinde eindringen können und mit der Käsemasse in Berührung kommen, erzeugen sie die fortschreitende Rotfärbung. S. Knudsen erklärte die Herkunft der Nitrate dadurch, dass die Bretter mit der Zeit härter werden. An der Brettoberfläche bildet sich aus Ammoniak in der Luft Nitrat. Nitrat ist das Salz der Salpetersäure und als solches dem Nitrit eng verwandt. Nach seiner Theorie findet sich in der Käserinde eine Menge Bakterien, die die Fähigkeit haben, Nitrat zu Nitrit zu reduzieren. Bei einem bestimmtem günstigen pH-Wert kann das in den Käse eindringende Nitrit die Rotfärbung verursachen. Dr. H. Hänni zitierte Untersuchungen, aus denen klar hervorging, dass die primären Nitritquellen in nassen, schleimigen Belägen auf Käsebretern zu finden sind. Wenn die Feuchtigkeit im Keller so gross wird, dass sich an der Decke und an den Bankungen Tropfen bilden, gelangt nitrit- und nitrathaltiges Wasser leicht auf den Käse. Die Salze können dann in den Käse eindringen. In fehlerfreien Käsen konnte zwar Nitrat nachgewiesen werden, nie aber Nitrit. Als Massnahmen zur Verhinderung des Fehlers «Bankrot» wurde empfohlen, darauf zu achten, dass keine Kondensationstropfen direkt auf den Käse fallen und die Keller nicht zu feucht sind.

Im ALP forum 2007, Nr. 51 d hielten die Autoren fest, dass bankrote Käse oft eine intensive Rotfärbung unmittelbar unter der Rinde zeigen, wobei die Verfärbung mit abnehmender Intensität auch tiefer in den Käse hinein verlaufen kann. Der Fehler «Bankrot» ist eine Folge des «Durchliegens» der Käse, wobei die Käse nass liegen und die Rinde stellenweise Zersetzungserscheinungen zeigt. Im Zusammenhang mit dem Fehler «Bankrot» wird typischerweise Nitrit und Nitrat nachgewiesen, das nitrifizierende Bakterien aus Ammoniak bilden. Nitrit kann im Zusammenwirken mit aromatischen Aminosäuren und deren Abbauprodukten zu Diazofarbstoffen reagieren [Kammerlehner 2003]. Zu feuchte Bretter sowie eine hohe Feuchtigkeit und Ammoniakbelastung der Luft im Keller begünstigen das Auftreten des Fehlers «Bankrot».

5.1.1 Praxisbeispiele

Die Ergebnisse der Nitrit- und Nitratuntersuchung der braunen Zone bestätigten den Fehler «Bankrot».



Abbildung 18: Halbhartkäse links und Hartkäse rechts mit dem Fehler «Bankrot»

Tabelle 2: Nitrat- und Nitritgehalt der Käse mit dem Fehler «Bankrot»

Käseart	Normen	Halbhart (4 Monate)	Hart
Nitrat [mg/kg]	< 2,0	160	67
Nitrit [mg/kg]	< 0,2	76	13
Ursachen		<i>Tropfwasser am Lufteinzugsrohr an einer unbemerkten Stelle hinter den Käsebankungen führte bei dem oben abgebildeten Halbhartkäse zum Fehler.</i>	<i>Tropfwasser von (salpeterhaltigen) Kalkmauern tropfte auf den Käse und diffundierte in den Teig.</i>

6 Bibliografie

Abondance: Affinage sur bois non raboté, Profession fromager, 25. August 2015

Friedl K., 2004: Bläue an Fichtenrundholz – Schadensquantifizierung und Auswirkung auf die Lagerungsdauer, Institut für Forsttechnik, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien.

Hänni H., 1953: Neuere Untersuchungen über das Bankrotwerden der Käse, Separatabdruck aus der Schweizerischen Milchzeitung, Schaffhausen, Nr. 51.

Imhof R. und Riva P., 2015: Einfache Dampfzelle für die Hitzebehandlung von Käsebrettern, Agroscope und Ufficio consulenza lattiera TI

Ismail R., Aviat F., Gay-Perret P., Le Bayon I., Federighi M., Michel V., 2017: An assessment of *L. monocytogenes* transfer from wooden ripening shelves to cheeses: Comparison with glass and plastic surfaces, Food Control 73 (2017) 273–280

Fehér N., Haldemann J., Winkler H., Aeschlimann T., 2022: Holzbretter für die Käsereifung; Diskussionsgruppe Käse

Mariani C., Oulahal N., Chamba J.-F., Dubois-Brissonnet F., Notz E., Briandet R., 2010: Inhibition of *Listeria monocytogenes* by resident biofilms present on wooden shelves used for cheese ripening, Food Control 22 (2011) 1357–1362

Notz E., 2013: Maîtrise de l'utilisation du bois comme auxiliaire technologique pour l'affinage des fromages; Synthèse des travaux ITFF-ACTIA 1997–2006; CTFC, Poligny

Utilisation de gerle dans la fabrication du fromage AOP Salers, Unité de recherches fromagères, Aurillac, Clermont-Ferrand-Theix