

**Die Infektion der Käsereibutter  
mit Fremdorganismen  
durch die Molkereigeräte und das Betriebswasser,  
unter besonderer Berücksichtigung  
des Fettspaltungsvermögens der vorkommenden  
Mikroflora**

---

Von der  
Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich  
zur Erlangung der

Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften  
genehmigte

**Promotionsarbeit**

vorgelegt von

**Alex Fuchs**  
von Rorschach und Appenzell

Referent: Herr Prof. Dr. E. Zollikofer  
Korreferent: Herr Prof. Th. O. Wikén

## VI. Zusammenfassung

1. Der Keimgehalt der bei der Fabrikation von Käseibutter benützten Holzgeräte ist trotz ihrer regelmäßigen Heißwasserbehandlung relativ groß. Im Durchschnitt wurden pro cm<sup>2</sup> Oberfläche bei den untersuchten Butterfässern, Buttergebßen, Buttermodel und Butterbrettchen aus 30 verschiedenen Käsereien Keimzahlen von einigen Hunderttausend bis mehreren Millionen beobachtet. Auch die Mehrzahl der untersuchten Wasserproben sind sowohl vom fabrikationstechnischen als auch vom hygienischen Standpunkte aus betrachtet in der Mehrzahl der Fälle nicht einwandfrei. Die Infektionsmöglichkeiten für die Käseibutter durch die Buttereigeräte und das Wasser sind demnach sehr groß.
2. Der prozentuale Anteil der Milchsäurebakterien am Gesamtkeimgehalt der Geräte ist unterschiedlich und liegt in der Mehrzahl der Fälle unter 50 %.
3. Mit Hilfe der angewandten Untersuchungstechnik konnte eine äußerst heterogen zusammengesetzte Infektionsflora nachgewiesen werden. Von den dominierenden Mikroorganismen wurden Reinkulturen angelegt und von diesen 363 Bakterienstämme differenziert. Prozentual am stärksten vertreten sind Keime der Gattungen *Micrococcus*, *Sarcina* und *Bacillus*. Ferner kommen regelmäßig Organismen der Gattungen *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* und *Alcaligenes* vor. Von 82 Sproß- und Schimmelpilzkulturen sind die Gattungen *Torula*, *Torulopsis* und *Saccharomyces* stark vertreten.
4. Das Fettspaltungsvermögen einer großen Zahl der differenzierten Reinkulturen wurde vorerst mit Hilfe des Tributyrinagars nach *Anderson* (1) geprüft. Für den Nachweis einer Hydrolyse von Butterfett, Tripalmitin und Tristearin kam die Nilblausulfatmethode nach *Hammer* (38) zur Anwendung. Von 298 geprüften Bakterienstämmen hydrolysierten 87 % Tributyrin und 78 % Butterfett. Die Sproß- und Schimmelpilze (76 % Reinkulturen) spalteten zu 97 % Tributyrin und zu 88 % Butterfett. Die Bestimmung einer lipolytischen Aktivität ließ sich relativ einfach durchführen. Für die Kontrolle der Hydrolyse von hochmolekularen Glyceriden wie Tripalmitin und Tristearin mußte jedoch

die Nilblausulfat-Technik modifiziert werden. Der Prozentsatz derjenigen Mikroorganismen, die auch befähigt sind, diese hochmolekularen Ester zu spalten, liegt im Vergleich zu Butterfett bei Tripalmitin durchschnittlich um 10 % und bei Tristearin um ca. 20 % tiefer.

5. Um die lipolytische Wirkung zahlreicher Mikroorganismen auf Butterfett eingehender zu verfolgen, wird in Ergänzung zur qualitativen Prüfung mit Hilfe der Plattenkulturen ein quantitatives Destillationsverfahren beschrieben. Dasselbe lehnt sich an die Methode von *Hiscox, Harrison und Wolf* (47, 48, 49) an. Es ist dabei gelungen, im Butterfett die hydrolytische Spaltung der Glyceride der Buttersäure, der Capronsäure, der wasserunlöslichen wasserdampfvlüchtigen Fettsäuren-Gruppe (Capryl-, Caprin- und Laurinsäure) und der nichtvlüchtigen hochmolekularen Fettsäuren-Gruppe (Myristin-, Palmitin-, Stearin- und Oelsäure) getrennt zu erfassen und annähernd zu berechnen. Auf die sich dabei ergebenden Schwierigkeiten zufolge ungenügender Kenntnisse über den gesamten biologischen Fettabbau ist im Textteil hingewiesen worden.
6. Die Studien über das Fettspaltungsvermögen der isolierten Organismen haben gezeigt, daß ein hoher Prozentsatz der an der Infektionsflora der Geräte und des Käsewässers beteiligten Organismen deutliche Fettspalter sind. Während praktisch alle untersuchten Reinkulturen von Sproß- und Schimmelpilzen in hohem Maße lipolytische Aktivität zeigen, sind unter den Bakterien Arten der Gattungen *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Flavobacterium* und *Achromobacter* zu mehrheitlich starker Fetthydrolyse befähigt.
7. Es wird versucht, die isolierten Mikroorganismen nach der besprochenen Methodik möglichst genau in starke und schwache Fettspalter zu gruppieren. Die Beobachtung, daß die Mehrzahl aller geprüften Stämme einen meßbaren Fettabbau herbeiführen können, wird durch die Feststellung ergänzt, daß sowohl nach der qualitativen als auch nach der quantitativen Prüfung der Angriff auf die niedermolekularen Fettsäure-Ester im Butterfett weit größer ist, als die Spaltung der hochmolekularen Glyceride.