

Prom.-Nr. 2393

**Grundlagen
zur qualitativen Verbesserung
der Käseibutter**

Von der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH
zur Erlangung
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte
PROMOTIONSARBEIT

vorgelegt von
FRITZ HOFMANN
von Worb (Kt. Bern)

Referent: Prof. Dr. E. Zollikofer; Korreferent: Prof. T. O. Wikén

Leer - Vide - Empty

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	7
II. Problemstellung	8
III. Vorhandene Grundlagen (Literatur)	10
A. Pasteurisation und Qualität der Butter	10
1. Begriff der Pasteurisation	10
2. Die Pasteurisation als Qualitätsmerkmal	10
3. Die verschiedenen Arten der Pasteurisation	10
4. Gesetzliche Anforderungen an die Pasteurisation	12
5. Der Nachweis genügender Pasteurisation	12
6. Die Wirkung verschiedener Pasteurisationsverfahren	13
a) Allgemeine Feststellungen	13
b) Lagerfähigkeit der Butter	15
aa) in enzymatischer Beziehung	15
bb) hinsichtlich oxydativer Vorgänge	16
B. Ansäuerung und Qualität der Butter	18
1. Begriff der Ansäuerung	18
2. Wirkung der Ansäuerung	18
a) Verbesserung des Aromas	18
b) Beeinflussung der Haltbarkeit	20
aa) in chemischer Beziehung	20
bb) in mikrobiologischer und enzymatischer Beziehung	23
C. Metallspuren und Qualität der Butter	25
D. Keimgehalt und Qualität der Butter	30
1. Einfluß auf das mikrobielle Verderben	30
2. Einfluß auf das chemische Verderben	31
IV. Eigene Untersuchungen	32
A. Angewendete Versuchs- und Kontrollmethoden	32
1. Das Arbeiten mit Versuchsbetrieben	32
2. Anwendung des Parallel- und Periodenversuches	32

	Seite
3. Die Herstellung der Versuchsbutter	34
a) Rahmgewinnung	34
aa) Altes Verfahren (Kupferkessi)	34
bb) Neues Verfahren (Stahlkessi)	34
b) Pasteurisation	35
c) Kühlung des Rahmes	35
d) Ansäuerung des Rahmes	35
aa) Züchtung des Säureweckers	36
bb) Impfung des Rahmes	36
e) Butterung	36
f) Kneten der Butter	37
g) Formen der Butter	37
4. Kontrolle und Überwachung der Betriebe	37
5. Kontrolle und Beurteilung der Versuchsbutter	38
a) organoleptisch	38
b) chemisch	39
aa) Nachweis genügender Pasteurisation	39
bb) Bestimmung des Säuregrades (Gesamtazidität, Säuregrad des Butterfettes, Wasserstoffionen- konzentration)	39
cc) Bestimmung des Wassergehaltes	39
dd) Bestimmung der fettfreien Trockenmasse	39
ee) Bestimmung des Eiweißgehaltes	40
ff) Bestimmung des Fettgehaltes	40
gg) Kupfer- und Eisenbestimmungen	40
hh) Bestimmung der Peroxydzahl	43
c) mikrobiologisch	44
B. Versuchsergebnisse und ihre Auslegung in wissen- schaftlicher und praktischer Hinsicht	45
1. Käseireibutter aus reinem Molkenrahm	45
2. Käseireibutter aus Satten- und Molkenrahm (Frisch- butter)	47
a) Parallelversuche SK / KK	47
b) Periodenversuche KK	49
c) Häufigkeit und Ursachen der bei frischer pasteu- risierter Käseireibutter festgestellten Geschmacks- fehler	50

	Seite
3. Unterlagen für eine Bekämpfung der geschmacklichen Butterfehler mit besonderer Berücksichtigung des Sirtengeschmackes	54
a) Sirtengeschmack	54
aa) Gewinnung und Mischungsverhältnis von Molken- und Sattenrahm	54
bb) Kupfergehalt und Sirtengeschmack	56
cc) Pasteurisationstemperatur und Sirtengeschmack	59
dd) Ansäuerung und Sirtengeschmack	60
b) Kochgeschmack	61
4. Zur Mikrobiologie frischer pasteurisierter Käseireibutter	62
a) Allgemeines	62
b) Gehalt frischer pasteurisierter Käseireibutter an verschiedenen Keimgruppen bei möglichster Ausschaltung von Nachinfektionen	63
c) Fremdkeimgehalt von pasteurisierter Käseireibutter aus verschiedenen Kontrollbetrieben	69
5. Die Haltbarkeit pasteurisierter Käseireibutter	70
a) Begriff der Haltbarkeit	70
b) Haltbarkeit bei Tiefkühlagerung (-20° C)	71
aa) Parallelversuche SK / KK	71
bb) Periodenversuche KK	74
c) Häufigkeit verschiedener Geschmacksfehler nach 6-monatiger Tiefkühlagerung	77
aa) Parallelversuche SK / KK	77
bb) Periodenversuche KK	78
d) Feststellungen über einige während der Tiefkühlagerung aufgetretene Geschmacksfehler	79
aa) Sirtengeschmack	79
bb) Bedingungen für das Auftreten der Geschmacksfehler schmirgelig-metallisch, ölig-tranig und fischig	82
α) Erfahrungen aus den Parallelversuchen SK / KK	82
β) Erfahrungen aus den Periodenversuchen (KK)	88
e) Haltbarkeit bei Kühlschrank- ($+4^{\circ}$ C) bzw. Zimmertemperatur ($+17^{\circ}$ C)	92

	Seite
f) Weitere Maßnahmen zur Verhütung des Geschmacksfehlers fischig	96
aa) Neutralisation des Butterplasmas	96
bb) Waschen des Molkenrahmes	97
6. Zur Mikrobiologie gelagerter pasteurisierter Käse- butter	98
a) Tiefkühlagerung (-20° C)	98
b) Lagerung bei $+4$ und $+17^{\circ}$ C	99
V. Zusammenfassung und Schlußbetrachtungen	102
A. Frischbutter	103
B. Lagerbutter	105
1. Dauerlagerung	105
2. Begrenzte Lagerung	108
VI. Literaturnachweis	111

I. Einleitung

Unter dem Begriff «Käsereibutter» fassen wir jene Butterarten zusammen, die in den Käsereien als Neben- oder Nacherzeugnis der Käsefabrikation aus einem Gemisch von Satten- und Molkenrahm gewonnen werden.

Bei der Herstellung der meisten Hartkäsesorten (Ementaler, Greyerzer, etc.) wird ein Teil der frisch in die Käserei eingelieferten Milch in flachen Gefäßen (Satten bzw. Gebsen) während ca. 12 Stunden unter günstigen Luft- und Temperaturverhältnissen aufbewahrt, womit man eine chemisch-physikalische und vor allem auch mikrobiologische «Reifung» der Milch bezweckt. Das während dieser Zeit in den Satten an die Oberfläche gestiegene MilCHFett wird abgeschöpft und als Sattenrahm gewonnen, während die restliche, leicht abgerahmte Sattenmilch zusammen mit frischer Vollmilch zu Käse verarbeitet wird. Die dabei anfallende Molke wird ausschließlich durch Zentrifugieren entrahmt und liefert den Molkenrahm, den man meist zusammen mit dem Sattenrahm verbuttert. Für Butter, die aus diesen beiden Rohprodukten fabriziert wird, ist heute der Ausdruck «Käsereibutter» allgemein üblich.

Die beiden Rahmartentypen, Satten- und Molkenrahm, besitzen ganz bestimmte, charakteristische Eigenschaften, deren Kenntnis für die Käsereibutterfabrikation grundlegend ist.

Der Sattenrahm enthält als Grundlage Magermilch. Seine Qualität ist in mikrobiologischer und geschmacklicher Hinsicht infolge der gezwungenermaßen langen Aufbewahrung der Sattenmilch bis zur Rahmgewinnung gewissen Unsicherheiten unterworfen. Er besitzt stets eine gewisse «Vorreife», die je nach den herrschenden Verhältnissen (ursprüngliche Mikroflora der Milch, Klima im Aufrahmelokal, etc.) schwach bis deutlich feststellbar ist, und welche die nachfolgende Butterfabrikation günstig oder ungünstig beeinflussen kann.

Der Molkenrahm enthält als Grundlage Molke. Seiner Gewinnung geht die Gerinnung der Milch mittelst

Lab und deren weitere Verarbeitung im Käsekessel voran. Während letzterer sind die Bestandteile des Molkenrahmes der Wirkung des Labes (Eiweißabbau, etc.), einer langdauernden Wärmebehandlung (Beeinflussung der Bakterienflora, etc.) und beim bisher durchwegs gebräuchlichen Käsekessel aus Kupfer auch dem katalytisch-oxydativen Einfluß dieses Metalles (Oxydation des Fettes, etc.) ausgesetzt. Bei der Käsefabrikation werden ferner der Milch mit der Lablösung große Mengen verschiedener Bakterien zugesetzt, wobei es sich zur Hauptsache um echte Milchsäurebakterien handelt. Im letzten Teil der Fabrikation (Nachwärmen, Ausrühren) werden Käsemasse und Molke bei der Herstellung von Hartkäse so stark erhitzt, daß die Wärmeverhältnisse (Temperatur und Einwirkungszeit) die Absterbegrenze einer Reihe von Bakterien erreichen. Dadurch unterliegt die Bakterienflora der Käsemasse und der Molke einer gewissen Selektion, so daß nachträglich im immer noch keimreichen Molkenrahm die thermophilen Milchsäurebakterien (*Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, etc.) meistens am zahlreichsten vertreten sind.

Die erwähnten typischen Eigenschaften von Satten- und Molkenrahm machen es verständlich, weshalb bei den Bestrebungen zur Qualitätsverbesserung der Käseireibutter gewisse Schwierigkeiten auftreten, mit denen bei der Herstellung von Milchzentrifugenbutter nicht oder weniger ausgeprägt zu rechnen ist.

II. Problemstellung

Bis zum Jahre 1950 ist in der Schweiz die Käseireibutter, die zum großen Teil als Tafelbutter auf den Markt gelangt, fast ausnahmslos aus unpasteurisiertem Rahm gewonnen worden. Satten- und Molkenrahm wurden im allgemeinen nach der Gewinnung getrennt und kühl gelagert und im Alter von ein bis mehreren Tagen zusammen verbuttert. Die Qualität dieser unpasteurisierten Käseireibutter haben hauptsächlich die Molkereischulen, die am Ende des ersten Weltkrieges gegründeten Butterzentralen und der Zentralverband Schweiz. Milchproduzenten (ZVSM) gefördert. Unter den ersteren war es ins-

besondere die Molkereischule Rütli, an der A. Peter (99), G. Koestler (69, 70) u. a. erste Versuche zur Qualitätsverbesserung (Untersuchungen über Vorbruchbutter, Zentrifugalentrahmung der Sirte, Ansäuerung des Molkenrahmes, etc.) durchführten. Der ZVSM und die Butterzentralen förderten die Käsereibutterbereitung durch Schaffung einheitlicher Bewertungsgrundsätze für Käsereibutter, Einführung von obligatorischen Butterwettbewerben, Durchführung von Ausstellungswettbewerben, Abhaltung von Kursen über die Käsereibutterherstellung, Propagierung von Kleinkühlanlagen zur Rahmkühlung, Kaltwasserbereitung und Kaltlagerung der Butter, etc. Alle diese Maßnahmen führten zu einer Verbesserung und zu einem Ausgleich der Käsereibutterfabrikation in technischer und zum Teil auch in qualitativer Beziehung. Den neuzeitlichen Qualitätsanforderungen, wie sie hinsichtlich einer gesteigerten Hygiene (Ausschluß der Gefahr der Krankheitsübertragung) und einer längeren Haltbarkeit der Butter verlangt werden, vermochten sie jedoch nicht zum Durchbruch zu verhelfen. Den Anstoß zu einer fortschrittlichen Entwicklung in dieser Beziehung gab nun das Eidg. Gesundheitsamt, das im Jahre 1950 die Forderung stellte, möglichst bald nur noch Butter aus pasteurisiertem Rahm als Tafelbutter anzuerkennen und die Eidg. Lebensmittelverordnung in diesem Sinne abzuändern. Damit ergab sich für die schweizerische Milchwirtschaft die Aufgabe, ein für die Käsereien technisch und wirtschaftlich geeignetes Verfahren zu finden, das es ermöglicht, die Käsereibutter in Zukunft als hygienisch einwandfreie Tafelbutter mit besserer Haltbarkeit in den Verkehr zu bringen. Es galt das Problem abzuklären, wie weit es möglich ist, geschmacklich feine, hygienisch einwandfreie und lagerfähige Käsereibutter herzustellen, und zwar:

- a) durch Pasteurisation,
- b) durch Ansäuerung oder Nichtansäuerung,
- c) durch Verhinderung oder wenigstens Zurückdrängung des nachteiligen Einflusses der Kupferinfektion,
- d) durch völlige Ausschaltung der Kupferinfektion,
- e) durch Verhinderung mikrobieller Nachinfektionen.

Die wissenschaftliche Bearbeitung dieser Fragen wurde dadurch erleichtert, daß ein besonderes Abkommen zwischen dem Milchtechnischen Institut der ETH, dem Bernischen Milchkäuferverband und der Butterzentrale Burgdorf die Durchführung von Butterungsversuchen an der Molkereischule Rütli und in bernischen Käsereien ermöglichte.

III. Vorhandene Grundlagen (Literatur)

A. Pasteurisation und Qualität der Butter

1. Begriff der Pasteurisation

Unter Pasteurisation verstehen wir eine schonende Erhitzung von Milch und Rahm zur Abtötung aller eventuell im Pasteurisierungsgut vorhandenen pathogenen Keime und zur weitgehenden Vernichtung der vegetativen Zellen aller übrigen Mikroorganismen (51).

2. Die Pasteurisation als Qualitätsmerkmal

Tafelbutter aus rohem und nicht genügend erhitztem Rahm kann eine Reihe von Infektionskrankheiten (Tuberkulose, Abortus Bang, etc.) auf den Menschen übertragen (8, 61, 137). Durch die Pasteurisation des Butterungsgutes und die Vermeidung von Nachinfektionen mit pathogenen Mikroorganismen wird die Gefahr dieser Krankheitsübertragung ausgeschlossen. Die Pasteurisation ist somit vom neuzeitlichen hygienischen Gesichtspunkte aus eine bei der Herstellung von Tafelbutter unbedingt erforderliche Maßnahme. Da durch die Pasteurisation des Rahmes auch die Mikroorganismen, welche das mikrobiologische Verderben der Butter verursachen, weitgehend vernichtet werden, kann sie zudem eine Verbesserung weiterer Qualitätsmerkmale der Butter (Geruch, Geschmack und Haltbarkeit) bewirken.

3. Die verschiedenen Arten der Pasteurisation

Die Eidg. Lebensmittelverordnung unterscheidet folgende Pasteurisationsarten (Art. 73, Bundesbeschluß vom 16. August 1950):

- a) Die Hoherhitzung auf mindestens 85° C;
- b) die Kurzzeiterhitzung auf 72—75° C, wobei das Pasteurisationsgut mindestens 15 Sekunden lang auf die genannte Temperatur erhitzt sein muß;
- c) die Dauererhitzung auf 65° C, wobei das Pasteurisationsgut mindestens 30 Minuten lang auf der erwähnten Temperatur zu halten ist.

Für die Herstellung pasteurisierter Käseibutter stellt sich die Frage, welche dieser Pasteurisationsarten am geeignetsten ist.

Während man bei der Pasteurisation von Trinkmilch eine möglichst niedrige Erhitzungstemperatur wählt, damit Geruch, Geschmack, Aussehen, Bekömmlichkeit und Nährwert (Verdaulichkeit, etc.) nicht nachteilig beeinflußt werden, sind bei der Pasteurisation von Butterungsrahm noch weitere Momente zu beachten, insbesondere der Einfluß der Erhitzungsart auf die Lagerfähigkeit der Butter.

Für die Herstellung pasteurisierter Milchzentrifugenbutter hat sich in den Großbetrieben die Hochpasteurisation des Rahmes auf ca. 90° C in Durchflußerhitzern mit zwangsläufiger Rahmführung in dünner Schicht (Plattenpasteur oder Trommelerhitzer) am besten bewährt (71). Für Kleinbetriebe sind jedoch diese Apparate ungeeignet (zu kleine Rahmmenge, zeitraubende Reinigung, hohe Anschaffungskosten, etc.). Man hat deshalb für Käseereien besondere Pasteurisationsapparaturen entwickelt, z. B. den sog. Mehrzweckerhitzer (mit Dampf oder Heißwasser aufheizbarer Doppelbodenkessel mit Rührwerk) (82). Dieser ermöglicht Pasteurisation, Abkühlung, Reifung und Einstellung des Rahmes auf Butterungstemperatur im gleichen Gefäß, ist leicht zu reinigen und bietet bei einfachster Bedienung — trotz verhältnismäßig niedriger Anschaffungskosten — eine große Betriebssicherheit. Beim Mehrzweckerhitzer gehen jedoch Erhitzung und Abkühlung bedeutend langsamer vor sich als bei den oben erwähnten Kurzzeiterhitzern. Da die Wirkung der Pasteurisation nicht nur von der Höhe der Pasteurisationstemperatur, sondern auch von der Dauer der Erhitzung abhängig ist, zwingen uns die neuen Temperatur-Zeit-Verhältnisse beim Käseirpasteur, besondere Versuche zur Abklärung

der geeignetsten Pasteurisationstemperatur und -dauer für die Herstellung pasteurisierter Käseeributter durchzuführen.

4. Gesetzliche Anforderungen an die Pasteurisation

Die Eidg. Lebensmittelverordnung (ELV) versteht zur Zeit unter dem Begriff «Tafelbutter» noch Butter, die aus nichtpasteurisiertem Rahm hergestellt, jedoch frisch zum Verkauf gebracht wird (Art. 91). Gesetzliche Vorschriften über Käseeributter, die mit der Pasteurisation im Zusammenhang stehen, fehlen deshalb. Dagegen stellt die ELV an pasteurisierten Rahm nachstehende Anforderungen (Art. 76):

- a) Sämtliche allenfalls im rohen Rahm enthaltenen Krankheitserreger müssen durch die Pasteurisation vernichtet sein;
- b) in Geruch und Geschmack darf keine wesentliche Veränderung wahrnehmbar sein;
- c) die Phosphatase-Reaktion muß negativ ausfallen;
- d) der Rahm muß keimarm sein.

In Anlehnung an diese Verordnung (Art. 76 der ELV) verlangen die amtlichen Lebensmittelchemiker, daß Käseeributter, die als «pasteurisiert» deklariert wird, entsprechende Eigenschaften besitzt. Hingegen sind die Bestimmungen des Schweiz. Lebensmittelbuches (4. Auflage, p. 70) über den zulässigen Fremdkeimgehalt von Vorzugsbutter unseres Erachtens für pasteurisierte Käseeributter nicht verbindlich, da man unter Vorzugsbutter nur Butter aus reinem Milchzentrifugenrahm verstehen sollte.

5. Der Nachweis genügender Pasteurisation

Zur Kontrolle auf hinreichende Pasteurisation wird heute in der Regel die Phosphatase-Reaktion verwendet. Der Vorteil dieser Erhitzungskontrolle, die durch Kay und Graham (62) eingeführt wurde, besteht darin, daß das in Milch und Rahm enthaltene Phosphataseenzym etwas hitzeresistenter ist als *Mycobacterium tuberculosis**. Kann somit nachgewiesen werden, daß durch die

* *M. tuberculosis* ist nach vielen Autoren der hitzeresistenteste pathogene Keim unter den möglicherweise in Milch und Rahm zu findenden Krankheitserregern (26).

Erhitzung von Milch, Rahm, etc. deren Phosphatase praktisch vollständig inaktiviert wurde, so darf angenommen werden, daß das pasteurisierte Produkt keine lebenden Krankheitserreger mehr enthält (vorausgesetzt, daß keine Nachinfektion erfolgte).

Die Phosphatase-Reaktion fällt sowohl bei der Dauerpasteurisation wie auch bei der Kurzzeit- und Hocherhitzung negativ aus. Foxholm (34) schlägt daher vor, in Bezug auf die Pasteurisation nicht eine bestimmte Maximaltemperatur und eine zugehörige Einwirkungszeit gesetzlich vorzuschreiben, sondern nur auf eine negative Phosphatase-Reaktion abzustellen.

6. Die Wirkung verschiedener Pasteurisationsverfahren

a) Allgemeine Feststellungen

Entsprechend den rein hygienischen Forderungen, die ursprünglich zur Pasteurisation von Milch und Rahm führten, stand anfänglich das Ziel im Vordergrund, unter möglichster Wahrung der Rohmilcheigenschaften die im Pasteurisationsgut allfällig enthaltenen pathogenen Keime abzutöten. Später, als man den Wert der Pasteurisation auch in technischer Hinsicht erkannte (Vernichtung fabrikationstechnisch unerwünschter Mikroorganismen), wurde zusätzlich gefordert, daß durch die Pasteurisation eine weitgehende Reduktion des Gesamtkeimgehaltes erzielt wird.

Die durch die verschiedenen Pasteurisationsverfahren erreichbare Keimabtötung ist vom Gehalt des Pasteurisationsgutes an thermoresistenten Bakterien abhängig. Der durch die Pasteurisation erzielbare Abtötungseffekt ist umso besser, je weniger davon im rohen Ausgangsprodukt enthalten sind. — Werden Milch oder Rahm pasteurisiert, so ist, wie aus der Literatur hervorgeht, bereits beim Erreichen einer Temperatur von 65° C (Dauerpasteurisation) bzw. 72° C (Kurzeiterhitzung) die Mehrzahl der Keime vernichtet. Dabei sind nach Untersuchungen von Brown und Peiser (9) die Bakterien im Rahm wesentlich hitzeresistenter als in der Milch. Nach Mattick und Hiscox (80) wird durch einen hohen Fettgehalt des Milieus die Hitzeresistenz der

Mikroorganismen erhöht. Deshalb ertragen die Bakterien im Rahm durchschnittlich um 6° C höhere Temperaturen als in Vollmilch (71). — Außer den Sporen, die durch keine Pasteurisationsart abgetötet werden, vermögen hitzefeste Mikrokokken, Sarzinen, Streptokokken, Corynebakterien und Actinomyces-Arten die Dauerpasteurisation (65° C, 30 Min.) und zum Teil auch die Kurzzeiterhitzung (72° C, 15. Sek.) zu überleben. Thermoresistente Streptokokken können die Temperatur von 65° C über eine Stunde ertragen, ohne abzusterben. Gegenüber der Hocherhitzung (Momenterhitzung auf 85° C) besitzen nur gewisse Mikrokokken und Corynebakterien sowie die Sporenbildner eine genügende Hitzeresistenz.

Nach Klimmer und Schönberg (68) können Keime, welche die Pasteurisation überdauern, unerwünschte Veränderungen in Rahm und Butter bewirken. Nach Crossley und Cuttel (16) ist anzunehmen, daß Mikroorganismen, welche die Pasteurisation überleben, infolge ihrer hohen optimalen Wachstumstemperatur die Haltbarkeit der Butter wenig beeinflussen.

Zur Entkeimung des Butterungsrahmes wurde ursprünglich die Dauerpasteurisation angewendet; später ging man zur Kurzzeiterhitzung und schließlich zur Hochpasteurisation über, und zwar zunächst aus rein mikrobiologischen Gründen (116). So forderte Hunziker (55) bereits im Jahre 1927 eine möglichst hohe Erhitzung des Rahmes, um eine keimarme Butter zu erzielen. Später haben Mohr und Eichstädt (85) sowie Demeter (22) ebenfalls aus bakteriologischen Erwägungen und ferner auch zur Entgasung des Rahmes eine über 90° C liegende Pasteurisationstemperatur empfohlen. Heute wird Milchzentrifugenrahm, der zur Verbutterung gelangt, allgemein auf 86—95° C erhitzt (71). Für Käseirahm wird zum Teil auch noch die Dauerpasteurisation befürwortet (122).

Die Erhitzung des Rahmes kann zu einem Kochgeschmack und Kochgeruch von Rahm und Butter führen. Dies ist umso wahrscheinlicher der Fall, je höher die Erhitzungstemperatur gewählt wird. Bei der Rahmpasteurisation werden deshalb heute noch in gewissen Fällen niedrige Temperaturen angewendet (z. B. Dauerpasteurisation bei Schlagrahm) (71). Das Auftreten des Kochgeschmackes ist jedoch nicht nur von der Höhe

der Pasteurisationstemperatur abhängig, sondern nach Koestler und Stüssi (71) hauptsächlich von der Art und Arbeitsweise des Pasteurs. Insbesondere ist die Temperaturdifferenz zwischen Heizmittel (Dampf, Heißwasser) und Rahm diesbezüglich von großer Bedeutung. Der Kochgeschmack tritt namentlich auf, wenn infolge zu großer Temperaturdifferenz Rahmteile überhitzt werden. Nach Fleischmann-Weigmann (32) bildet er sich ferner vermehrt bei hohem Säuregrad sowie bei abnehmendem Fettgehalt des Pasteurisationsgutes. Andererseits kann er auch beim Pasteurisieren von außergewöhnlich fettreichem Rahm auftreten (32). — Verschiedene Autoren führen an, daß der Kochgeschmack der Butter im allgemeinen während der Lagerung verschwindet. Bei Sauerrahmbutter kann er durch die spätere Aromamentwicklung in kurzer Zeit mehr oder weniger vollständig überdeckt werden (22). Dennoch ist es erwünscht, daß auch frische Butter keinen Kochgeschmack besitzt, da er insbesondere bei Süß-, aber auch bei Sauerrahmbutter als Geschmacksfehler empfunden wird (3).

b) Lagerfähigkeit der Butter

aa) in enzymatischer Beziehung. Zur Vermeidung des enzymatischen Verderbens der Butter während der Lagerung ist bei der Pasteurisation von Buttersrahm eine möglichst vollständige Vernichtung der Enzyme (ursprünglich in der Milch vorkommende, mit der Lablösung zugesetzte und mikrobiologisch gebildete) anzustreben. So ist insbesondere die Zerstörung der Lipasen, der proteolytischen Enzyme (Lab, etc.) und der Oxydasen (Ascorbinsäure-Oxydase, Peroxydasen, etc.) erwünscht.

Nach Holm und Greenbank (52), Spitzer und Parfitt (134), Guthrie und M. (44), Davies (19), sowie Mohr und Ritterhoff (88) ist durch die Dauerpasteurisation nur eine ungenügende Abtötung der Enzyme gewährleistet. Nach Mohr und M. (88) ist sie deshalb für die Herstellung von Lagerbutter ungeeignet. Da gewisse proteolytische Enzyme erst bei hohen Temperaturen inaktiviert werden (104), ist allgemein eine hohe Pasteurisationstemperatur zur weitgehenden Verhinderung enzymatischer Butterfehler erwünscht.

bb) hinsichtlich oxydativer Vorgänge. Die Pasteurisationsart beeinflusst das Auftreten des Oxydationsgeschmackes von Milch und Milchprodukten. Nach Greenbank (42) zählen zu diesem die Geschmacksfehler schmirgelig, metallisch, talgig, ölig und nach Ritter (120) auch tranig und fischig.

Diernhofer (25) und Kende (64) haben gezeigt, daß der «Schmirgelgeschmack» bei Milch, die nicht mit schädlichen Schwermetallen (Kupfer und Eisen) in Berührung gekommen ist, bei Hoherhitzung nicht auftritt, wohl dagegen bei Dauerpasteurisation. Kende vertritt die Auffassung, es müsse in der Milch ein besonderes oxydierendes Enzym vorhanden sein, die Oleinase, welche die Oxydation der Ölsäure katalysiere. Die Existenz dieses Enzyms ist jedoch ungewiß (42).

Nach den Untersuchungen von Ritter und Christen (113) erfolgt das Talgigwerden von kupfer- und eisenhaltiger, dauerpasteurisierter Milch während der Kühlagerung schneller und stärker als nach Hochpasteurisation. Nach Ritter (114) ist dauerpasteurisierte Milch in Bezug auf oxydative Veränderungen ganz allgemein empfindlicher als hoherhitzte.

Platon und M. (102) wiesen im Jahre 1935 wohl erstmals darauf hin, daß durch stärkere oder wiederholte Pasteurisation das Auftreten der Butterfehler fischig und ölig vermieden oder erschwert wird. Durch Ritter und die Butterzentrale Luzern (116) wurde der Einfluß der Pasteurisationstemperatur auf das Fischigwerden der Butter weiter untersucht. Diese stellten fest, daß bei Butter aus angesäuertem Milchzentrifugenrahm Fischigkeit nicht auftritt, wenn man den Rahm im Plattenpasteur auf mindestens 90° C erhitzt. Im Gegensatz dazu wurde bei Erhitzung des Rahmes auf nur 78° C und 82° C die Butter während der Kaltlagerung vielfach fischig.

Tracy und M. (50) erkannten, daß das Auftreten des Oxydationsgeschmackes (Talgigkeit) in Milch und Milchprodukten allgemein mit einer Erhöhung des Redoxpotentials verbunden ist. Nach Greenbank (41) wird dieses durch die Pasteurisation gesenkt und dadurch die Bildung des Oxydationsgeschmackes verzögert. Saal und Neukelton (126) wiesen jedoch darauf hin, daß der Anfangswert des Redoxpotentials kein Maßstab für die

Beurteilung ist, in welchem Grade Milch und Milchprodukte gegen das Auftreten des Oxydationsgeschmackes beständig sind. Die Beständigkeit ist vielmehr abhängig vom Gehalt der Milch und Milchprodukte an Vitamin C, Oxydationskatalysatoren (z. B. Kupfer, Enzyme), Mikroorganismen und anderen Stoffen (Antioxydantien).

Burri und Kürsteiner (11) haben schon im Jahre 1912 indirekt festgestellt, daß sich bei der Erhitzung der Milch reduzierende Stoffe bilden. Gould und M. (38) entdeckten dann 1937, daß beim Erhitzen von Milch auf über 75° C Sulfhydrylverbindungen entstehen, die den Kochgeschmack verursachen, entsprechend der gebildeten Menge Sulfhydryl das Redoxpotential in Milch erniedrigen und das Auftreten des Oxydationsgeschmackes verzögern. Nach den Untersuchungen von Gould und Sommer (39), Josephson und Doan (59), Lojander (76) sowie Manus und Ashworth (79) vermögen die erwähnten SH-Verbindungen den katalytisch-oxydativen Eigenschaften des Kupfers entgegenzuwirken. Nach Tammisto (146) verhindern sie auch das Auftreten des Oxydationsgeschmackes bei Butter, und nach Greenbank (42) verbessern sie allgemein deren Lagerfähigkeit, indem sie als Antioxydantien wirken oder die ursprünglichen Antioxydantien regenerieren. Townley und Gould (153) fanden, daß bei Erhitzung von Milch auf 75—95° C die Menge der entstehenden Sulfhydrylverbindungen anwächst und bei 95° C nach 60 Minuten das Maximum erreicht. Will man daher Butter mit verhältnismäßig großem Gehalt an Antioxydantien herstellen, so ist nach Tammisto (146) eine hohe Pasteurisationstemperatur und eine lange Erhitzungszeit zu wählen. Zur Erzielung einer aromatischen Sauerrahmbutter sei jedoch eine zu hohe Pasteurisationstemperatur und eine zu lange Erhitzungsdauer zu vermeiden, da die gebildeten Antioxydantien auch Diazetyl zu reduzieren vermögen.

Zusammenfassend wurde somit festgestellt, daß sich bei der Pasteurisation von Milch und Rahm antioxydativ wirkende Stoffe bilden, und zwar in vermehrtem Maße mit steigender Erhitzungstemperatur. Die gebildeten Antioxydantien vermögen das Auftreten des Oxydationsgeschmackes in Milch, Rahm und Butter zu hemmen oder dessen Hervortreten zu verhindern. Demgegenüber

steht die kürzlich veröffentlichte Feststellung von Walser (158), daß dauerpasteurisierte Milch oxydationsbeständiger sei als aufgekochte.

B. Ansäuerung und Qualität der Butter

1. Begriff der Ansäuerung

Der Rahm wird mit einer auf steriler Voll- oder Magermilch gezüchteten Mischkultur von geeigneten Milchsäure- und Aromabakterien geimpft. Diese verursachen in ihm eine Milchsäuregärung und die Bildung der gewünschten Aromastoffe.

2. Wirkung der Ansäuerung

a) Verbesserung des Aromas

Bei der Herstellung von unpasteurisierter Butter vollzieht sich im Satten- und Molkenrahm sowie in der Butter meistens eine gewisse natürliche Selbstsäuerung verbunden mit weiteren bakteriologischen und chemischen Einflüssen. Diese Art der «wilden» Reifung ist vielfach die Ursache für verschiedene Geschmacksfehler. Sie kann jedoch beim zufälligen Vorherrschen von Milchsäurebakterien zu einem guten, aromatischen Geruch und Geschmack der Butter führen, den man bei solcher aus ungerieftem, namentlich pasteurisiertem Süßrahm oft vermißt. Infolge der geringen Sicherheit, mit der jedoch die ungeleitete Selbstsäuerung einen einwandfreien Geruch und Geschmack der Butter bewirkt, ist man in den nordischen Ländern schon in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts dazu übergegangen, die Reifung des Rahmes durch Zusatz von rein schmeckender, natürlich gesäuerter Buttermilch, Vollmilch oder Magermilch zu fördern (32). Diese dem Rahm zugesetzten Hilfsstoffe, die als «Säurewecker» bezeichnet wurden, enthielten jedoch neben echten Milchsäurebakterien oft erhebliche Mengen unerwünschter Mikroorganismen, welche die Butterqualität ungünstig beeinflussten. Storch (139) und Weigmann (160) versuchten deshalb, den Rahm mit Reinkulturen von Milchsäurestreptokokken anzusäuern (1887 bzw. 1889). Storchs Erfahrungen führten zur Schlußfolgerung, daß der Wohlgeschmack der Butter in erster Linie

auf die Art des Milchsäurebakteriums zurückzuführen ist, das zur Säuerung des Rahmes verwendet wird. Als am geeignetsten erwies sich dabei ein Bakterium, das Orla-Jensen nachträglich als *Streptococcus cremoris* bezeichnete (98). Obwohl die Ansäuerung des pasteurisierten Rahmes mit Reinkulturen von *Streptococcus cremoris* und auch *Streptococcus lactis* die Herstellung einer rein-schmeckenden Butter ermöglichte, vermißte man nach Fleischmann-Weigmann (32) doch immer noch das bei der unpasteurisierten Butter zum Teil vorhandene vorzügliche Aroma. Conn (15) und Weigmann (160) vertraten daher die Auffassung, daß neben den Milchsäurebakterien noch andere Organismen vorhanden sein müssen, die bei der Bildung des Butteraromas mitwirken. Im Jahre 1919 entdeckten schließlich Boekhout und Ott de Vries (5), Storch (32) sowie Hammer und Balay (46) gleichzeitig die eigentlichen Aromabildner: *Betacoccus cremoris* nach Orla-Jensen, Knutsen und Sørensen (32). Hammer (32) stellte fest, daß die Betakokken Zitronensäure unter Bildung von flüchtigen Säuren abbauen, und er nannte deshalb die von ihm gefundenen Aromabildner *Streptococcus citrovorus* und *paracitrovorus*. Für die Rahmreifung werden nun Säurewecker verwendet, die sich aus Organismen für die Milchsäuregärung (*Streptococcus cremoris*, *Streptococcus lactis*) und Bakterien für die Aromabildung (*Leuconostoc citrovorus* und *Leuconostoc paracitrovorus*) zusammensetzen. Versuche von Boekhout und van Beynum (6) zeigten, daß diese Mischkulturen zu einem sehr guten Geschmack und Geruch der Butter führen, während Reinkulturen von Aromabakterien für sich allein das gewünschte Aroma nicht zu bilden vermögen. Im Jahre 1929 erkannten dann van Niel, Kluyver und Derx (94) sowie Schmalfuß und Barthmeyer (128), daß das Diazetyl die typische, biochemisch gebildete Aromasubstanz in der angesäuerten Butter ist. Das Aroma der Butter wird aber auch durch die natürlichen Geschmacksbestandteile der Milch, ein ihr oft anhaftendes Beiaroma (Futtergeschmack, etc.) und die übrigen, bei der Rahmreifung gebildeten Stoffe bedingt, nämlich Milchsäure, Essigsäure, Kohlensäure, 2,3-Butylenglycol und Spuren von Propion-, Butter-, Valerian- und Isovaleriansäure (33).

Da in der unangesäuerten Butter diese Stoffe teilweise fehlen oder in zu geringer Konzentration vorhanden sind, ist sie vielfach ausgesprochen fade. Die biologische Ansäuerung des Rahmes ist daher angezeigt, um eine aromatische Butter zu erzeugen.

b) Beeinflussung der Haltbarkeit

aa) in chemischer Beziehung. Im Jahre 1890 hat Storch (138) erstmals den Butterfehler «fischig» beschrieben. 1909 stellten Rogers und Gray (124) fest, daß die bei der Ansäuerung des Rahmes gebildete Milchsäure das Fischigwerden der Butter begünstigt. Ihre Untersuchungen führten zum Ergebnis, daß Butter nicht fischig wird, wenn man sauren Rohrahm vor der Pasteurisation neutralisiert und den pasteurisierten süßen Rahm nicht ansäuert.

Nach Rogers und M. (124) ist das Fischigwerden der Butter auf eine rein chemische Wirkung der bei der Rahmreifung gebildeten Säuren zurückzuführen. Dabei kann das Auftreten des fischigen Geschmacks nicht nur durch biologisch gebildete Milchsäure, sondern auch durch andere, dem Rahm künstlich zugesetzte Säuren (z. B. Essigsäure) hervorgerufen werden. Es zeigte sich jedoch, daß nicht jede Butter aus angesäuertem Rahm während der Lagerung fischig wird.

1891 hat Weigmann (159) auf die Wirkung geringer Metallmengen im Zusammenhang mit dem Fischigwerden der Butter aufmerksam gemacht. Die umfangreichen Untersuchungen von Sommer und Smit (133) führten dann zur Erkenntnis, daß ein hoher Säuregrad im butterungsreifen Rahm in Gegenwart geringer Mengen Eisen- und Kupfersalze das Fischigwerden der Butter veranlassen kann. Seither haben zahlreiche Forscher (Rogers, Hunziker, Ritter, Mohr, Tracy, etc.) diese katalytische Wirkung von Kupfer und Eisen in Butter aus angesäuertem, nicht neutralisiertem Rahm nachgewiesen. Auch die Beobachtung, daß Butter aus Süßrahm nicht fischig wird, wurde durch weitere Autoren bestätigt (120).

Nach Sommer und Smit (133) fördert die Ansäuerung des Rahmes das Fischigwerden der Butter durch:

a) Förderung der Hydrolyse des Lezithins,

- b) Begünstigung der Oxydationsprozesse,
- c) Befähigung des Rahmes, leichter Eisen- und Kupfersalze aus den Apparaten und Leitungen aufzunehmen.

Die Frage, ob der fischige Geschmack der Butter auf eine Hydrolyse und nachfolgende Oxydation des Lezithins und das dabei gebildete Trimethylamin, das erstmals durch Supplee (145) in fischiger Butter gefunden wurde, zurückzuführen sei, ist noch umstritten. Storgards und Hietaranta (140) vertreten die Auffassung, daß der ölige und fischige Geschmack hauptsächlich durch die Oxydationsprodukte der Linolsäure (ungesättigte Fettsäure der Butter) verursacht wird. Auch nach Thomé und Mattsson (148) sind die Geschmacksfehler ölig, fischig oder tranig die Folge einer Oxydation des Butterfettes, und zwar einer Anlagerung von Sauerstoff an die Doppelbindungen der Di- und Triensäuren. Andererseits scheint nach Haeflten und Pette (45) das Auftreten des fischigen Geschmacks doch mit einer Veränderung des Lezithins, die durch Kupferspuren gefördert wird, verknüpft zu sein, während der ölige und tranige Geschmack auf die Oxydation des reinen, lezithinfreien Butterfettes zurückgeführt wird.

Der Reaktionsverlauf, der zum Auftreten des fischigen Geschmacks führt, ist somit noch nicht eindeutig abgeklärt. Mit Sicherheit wurde jedoch festgestellt, daß die Ansäuerung des Rahmes das Auftreten dieses Geschmacksfehlers fördert. Letzteres ist eine der wichtigsten Ursachen, weshalb Süßrahmbutter bei Tiefkühlagerung vielfach eine längere Haltbarkeit aufweist als Sauerrahmbutter und weshalb zahlreiche Butterexportländer früher ausschließlich Süßrahmbutter fabrizierten (88).

Durch einige Forscher wurde untersucht, wie weit das Auftreten des Oxydationsgeschmacks von der Intensität der Rahmsäuerung (Säuregrad, Wasserstoffionenkonzentration) abhängig ist. White, Trimble und Wilson (161) zeigten, daß die Haltbarkeit der Butter bei Tiefkühlagerung im allgemeinen mit steigender Rahmazidität abnimmt. Nach Mitteilungen von Mohr und Eichstädt (86) nimmt Butter einen öligen Geschmack an, wenn die Säuerung des Rahmes bis zu einem pH-Wert von 4,3—4,4 geführt wird. Der aktuelle Säuregrad des

Rahmes sollte daher nach Riedel (108) den isoelektrischen Punkt des Kaseins (pH 4,6) nicht unterschreiten. Dementsprechend fanden Holm und M. (53), daß Butter eine längere Haltbarkeit besitzt, wenn der Säuregehalt des Rahmes 0,19% nicht übersteigt. Nach Holm und M. wird Butter niemals fischig, wenn der Rahm weniger als 0,20% Milchsäure enthält, und nach Virtanen (157), wenn das pH des Butterserums über 6,0 liegt.

Während somit zahlreiche Forscher gezeigt haben, daß Süßrahmbutter im allgemeinen in chemischer Hinsicht eine längere Haltbarkeit besitzt als Sauerrahmbutter, wiesen Mohr und Ahrens (87) darauf hin, daß Sauerrahmbutter nach 5—7 Monaten Lagerung eine bessere oder mindestens gleichwertige Qualität wie Süßrahmbutter aufweisen kann, vorausgesetzt, daß Schwermetallinfektionen ausgeschlossen und der Rahm einwandfrei verbuttert werden. Auch nach den Erfahrungen von Stüssi (143) und den schweizerischen Butterzentralen ist Sauerrahmbutter aus einwandfreiem, hochpasteurisiertem Milchzentrifugenrahm als Lagerbutter geeignet. Die Ansäuerung des Rahmes wirkt sich somit erst nachteilig auf die Lagerfähigkeit aus, wenn das Auftreten des Oxydationsgeschmackes noch durch weitere Faktoren begünstigt wird. Als wichtige Faktoren wurden erkannt: Grad der Oxydationsbeständigkeit des Milchfettes (Gehalt an ungesättigten Fettsäuren) und Gehalt der Butter an Tocopherol, Ascorbinsäure, Antioxydantien (SH-Verbindungen, etc.), Prooxydantien (Schwermetalle, etc.) sowie Mikroorganismen (42).

Als wirksamste Maßnahme, das Fischigwerden von Lagerbutter aus angesäuertem Rahm zu vermeiden, wird zur Zeit das Neutralisieren des Rahmes bzw. des Butterserums betrachtet (101). Dies kann auf verschiedene Weise geschehen:

- a) Neutralisieren des gereiften Rahmes;
- b) Waschen der Sauerrahmbutter mit alkalischem Waschwasser;
- c) Einkneten puffernder alkalischer Salze in die Butter (Verfahren von A. I. Virtanen).

Diese Verfahren, die in den nordischen Ländern zum Teil zur Anwendung gelangen (157), sind hauptsächlich

mit dem Nachteil verbunden, daß neutralisierte Butter für mikrobiologische Fehler anfälliger ist. Nach Piraux, Jamotte und Lheureux (101) kann sich die Neutralisation auch ungünstig auf den Geschmack der frischen Butter auswirken.

Verschiedene Autoren teilen mit, daß auch das bei der biologischen Ansäuerung gebildete Diazetyl die Haltbarkeit der Butter beeinflussen kann. Ob diese Beeinflussung in günstiger oder ungünstiger Richtung erfolgt, ist umstritten. Nach King (67), Ritter und Stüssi (112), Mauschke (81) und Reinart (106) vermag Diazetyl die Oxydation des Milchfettes zu beschleunigen. Nach Reinart (106) fördert Diazetyl insbesondere in Gegenwart von β -Carotin (z. B. zur Zeit der Grünfütterung) die Oxydation der ungesättigten Fettsäuren. Reinart (106) führt die zum Teil längere Haltbarkeit von Butter aus chemisch im Vergleich zu solcher aus biologisch gesäuertem Rahm teilweise auf die prooxydative Wirkung des Diazetyls zurück. Dagegen hat Schmalfuß (129) gefunden, daß Diazetyl in Margarinefett eine oxydationshemmende Wirkung äußert. Er empfiehlt deshalb, der Margarine Diazetyl zuzusetzen.

bb) in mikrobiologischer und enzymatischer Beziehung. Das mikrobielle und zum Teil auch das durch freie Enzyme bewirkte Verderben der Butter wird bekanntlich durch deren Keimgehalt und vielfach auch durch dessen Zunahme während der Lagerung bewirkt. Dabei ist die Entwicklung der Mikroorganismen sowie die Wirkung ihrer Enzyme allgemein von der Wasserstoffionenkonzentration (pH) des Nährmediums abhängig. Ferner vermögen die Milchsäurebakterien vielfach die Vermehrung anderer Bakterien zu hemmen oder zu verhindern, da die Milchsäure eine bacterizide, fäulniswidrige und somit konservierende Wirkung besitzt. Durch die biologische Ansäuerung des Rahmes wird daher auch das bakterielle und das durch freie Enzyme bewirkte Verderben der Butter beeinflusst. So vermag nach Koestler und Stüssi (71) die Milchsäure die Butter ganz allgemein vor alkalischen Zersetzungen (Fäulnis usw.) zu bewahren und vor dem Aufkommen einer unwillkommenen Bakterienflora weitgehend zu

schützen. Die beiden Autoren führen die verhältnismäßig gute Lagerfähigkeit von unpasteurisierter Molken- und Vorbruchbutter zum Teil auf deren Milchsäuregehalt zurück. Die Untersuchungen von Flake und Parfitt (31) bestätigen, daß beispielsweise der Geschmacksfehler faulig an eine annähernd neutrale Reaktion der Butter (pH 6,75—7,25) gebunden ist.

Auch Hammer und M. (47), Nyiredy (96) und weitere Autoren machten die Feststellung, daß das Wachstum der Mikroorganismen in der Butter weitgehend von deren Wasserstoffionenkonzentration (pH) abhängig ist. Nyiredy (96), Stocker (136) und Hietaranta (50) fanden, daß ein hoher Säuregrad der Butter die Vermehrung der proteolytischen und lipolytischen Bakterien hemmt. Nach Hietaranta (50) liegt die diesbezügliche kritische Grenze bei pH 5,0. Dagegen vermögen Schimmelpilze, Oidium-Formen und Hefen auch bei tieferem pH zu gedeihen. Sie vermehren sich sowohl in Süß- wie auch in Sauerrahmbutter. Aus der Literatur geht hervor, daß in Sauerrahmbutter ein ranziger Geschmack hauptsächlich auf den Stoffwechsel der Hefen und Schimmelpilze zurückzuführen ist, während er in neutralisierter Butter ebenso gut durch Bakterien verursacht werden kann. Auch die Eiweißzersetzung werde in Sauerrahmbutter vor allem durch Hefen und Schimmelpilze bewirkt. Von den Bakterien vermögen nur einige Arten (Mikrokokken, etc.) das Eiweiß in Sauerrahmbutter zu zersetzen (50). Nach Ritter und Nußbaumer (118) zeigt pasteurisierte, rein angesäuerte Sauerrahmbutter während der Lagerung vor allem eine Zunahme von Hefen und Oidium-Formen, Süßrahmbutter dagegen eine solche von coliartigen Bakterien (Coli-Aerogenes-Bakterien, Fluoreszenten, Alkalibildner und Achromabacter-Arten). Die Mikrokokken vermehren sich im allgemeinen in Sauerrahmbutter wenig oder nicht. Nach B o b e c k und M. (4) ist das Vorkommen von Coli-Aerogenes-Bakterien in Butter in hohem Maße von deren Säuregrad abhängig. In saurer Butter (pH 5,0) haben die Coli-Aerogenes-Bakterien nur geringe Entwicklungsmöglichkeiten.

Während pasteurisierte Süßrahmbutter ausschließlich schädliche Mikroorganismen (die Pasteurisation überdauernde Keime, Nachinfektionen) enthält, sind in frischer,

pasteurisierter, sorgfältig fabrizierter Sauerrahmbutter vorwiegend Säuerungs- und Aromastreptokokken nachweisbar. Nach Ritter (111) bieten diese normalerweise keinerlei Anlaß zum Auftreten bakteriologischer Butterfehler. Nach Hietaranta (50) vermögen aber die Enzyme der Milchsäurebakterien Eiweiß zu zersetzen, und zwar vorzüglich bei neutraler Reaktion. Nach Amundstad (1) besitzen die Rahmsäureweckerorganismen proteolytische Endoenzyme, deren optimale Aktivität zwischen pH 6—7 liegt, und die insbesondere in neutralisierter Sauerrahmbutter einen Abbau der Proteine zu Polypeptiden, Aminosäuren und Ammoniak bewirken können. In dieser Richtung liegen auch die Beobachtungen von Mair-Waldburg (78), der nachwies, daß *Str. lactis* und *Str. cremoris* sowohl Kasein wie Albumin weitgehend abzubauen vermögen. Da jedoch in Sauerrahmbutter die übrigen Mikroorganismen größtenteils in ihrer Vermehrung gehemmt sind, besitzt diese nach Hunziker (55), Hills (75), Koestler und Stüssi (71) und weiteren Autoren in der Regel eine längere Haltbarkeit als Süßrahmbutter, vorausgesetzt, daß nicht rein chemische Fehler (Fischigkeit, etc.) auftreten. So konnte auch nach Virtanen (157) und Hietaranta (50) in Finnland während Jahrzehnten die Erfahrung gemacht werden, daß das Neutralisieren von Sauerrahmbutter auf pH 6,0 die Entstehung mikrobiologischer Geschmacksfehler fördert.

C. Metallspuren und Qualität der Butter

Wie bereits erwähnt wurde, haben zahlreiche Forscher (Weigmann, Hunziker, Sommer und Smit, etc.) gezeigt, daß gewisse Schwermetalle, insbesondere Kupfer und Eisen, in Milch, Rahm und Butter das Auftreten eines bestimmten Geschmacksfehlers, des sog. Oxydationsgeschmackes, zu beschleunigen vermögen. Kupfer ist diesbezüglich katalytisch bedeutend wirksamer als Eisen und fördert bei Sauerrahmbutter bekanntlich das Auftreten des gefälschten Geschmacksfehlers «fischig». Da bei der Herstellung von Käseibutter vor allem das Problem der Kupferinfektion im Vordergrund steht, beschränken sich die folgenden Ausführungen auf dieses Schwermetall.

Die Milch enthält schon beim Verlassen des Euters Spuren von Kupfer (19), wobei quantitativ von Kuh zu Kuh große individuelle Unterschiede bestehen (72). Der ursprüngliche Kupfergehalt der Milch schwankt zudem nach Koppejan und Mulder (72) im Verlauf der Laktationsperiode beträchtlich. Er erreicht im allgemeinen einige Tage nach dem Abkalben das Maximum und sinkt dann schroff oder allmählich ab. Da die Abkalbezeiten in der Schweiz nicht gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt sind, ist demnach zu erwarten, daß der ursprüngliche Kupfergehalt von Sammelmilch (Kessmilch) ebenfalls schwankt und insbesondere im Frühjahr erhöht ist. Vielleicht ist die durch Walser (158) gemachte Feststellung, daß neumelke Milch eine geringere Oxydationsbeständigkeit besitzt als altmelke, zum Teil auf den höheren Kupfergehalt der ersteren zurückzuführen. Nach Koppejan und Mulder (72) kann die Milch beim Verlassen des Euters ca. 30 γ bis über 200 γ Kupfer pro kg enthalten. Nach Thomé (150) haben schwedische und norwegische Fütterungsversuche mit kupferhaltigem Futter (Kupfer war in Form von Kupferchlorid zugesetzt) gezeigt, daß der Kupfergehalt des Futters keinen Einfluß auf den Kupfergehalt der Milch hat.

Kommen Milch oder Rahm mit Kupfer bzw. Kupferlegierungen (Bronze, Messing, Neusilber, etc.) in Berührung, so reichern sie sich mit Kupfer an (Auto- und galvanische Korrosion). Diese Kupferaufnahme von Milch wurde namentlich durch Hunziker und M. (56), Miscall und M. (83), Quam (105), Rice (107), Davies (18), Gebhardt und Sommer (37), Ritter (110) sowie Mohr und M. (84) eingehend studiert. Thomé (150) weist darauf hin, daß auch die Einführung des nichtrostenden Stahles in den milchwirtschaftlichen Betrieben die Gefahr der Kupferinfektion von Milch und Milchprodukten vergrößern kann, wenn nicht vermieden wird, daß noch mit diesen in Berührung kommende Gegenstände aus Kupfer und Kupferlegierungen (Hahnen, etc.) mit dem Stahl in leitender Verbindung stehen.

Osborne und Leavenworth (97) sowie Vandevelde (156) fanden, daß Kupfer in Milch sich komplex mit Eiweiß verbindet. Durch Davies (19) sowie durch Mulder und Koppejan (91) wurde festgestellt, daß

das Kupfer größtenteils an der Oberfläche der Fettkügelchen konzentriert ist. Rahm besitzt daher stets einen höheren Kupfergehalt als Milch, aus der er gewonnen wurde (91). Bei der Verbutterung geht das Kupfer dann zu einem beträchtlichen Teil in die Butter über (19). In dieser ist es nach Thomé (150) bei einem pH-Wert von 6—7 (Süßrahmbutter) komplex an das Eiweiß gebunden, während es bei pH 4,7 (Sauerrahmbutter) in der oxydationskatalytisch wirksameren Form als Kupferionen vorkommt.

Nach Hänni (49) beträgt der Kupfergehalt von Milchzentrifugen- und Gebesenrahmbutter höchstens 0,1 γ g. Da bei der Herstellung von Hartkäse die Milch in kupfernen Käsekesseln verarbeitet wird, ist bei Molkenrahmbutter eine größere Kupferinfektion festzustellen. So ermittelte Hänni (48), daß schweizerische Käsereibutter durchschnittlich 0,45 γ Kupfer pro g Butter enthält.

Moir und Andrews (90) kamen zur Schlußfolgerung, daß im Gramm Butter höchstens 0,15 γ Kupfer nachweisbar sein dürfen, wenn die Gewähr bestehen soll, daß die Fettoxydation durch dieses Metall nicht katalysiert wird. Demgegenüber ist es nach Piroux und M. (101) sehr schwierig zu sagen, wie hoch der Kupfergehalt von Butter maximal sein darf, um eine genügende Lagerfähigkeit garantieren zu können, da dabei zahlreiche Faktoren interferieren. Zudem zeigt es sich, daß man mit zunehmender Empfindlichkeit der Methoden zum Nachweis der Fettoxydation den Einfluß stets kleiner werdender Kupferspuren erkannt hat. So vermögen nach Thomé (149) schon 0,06 γ Kupfer pro g Butter die Oxydation des Butterfettes zu beeinflussen.

Was nun die Käsereibutter betrifft, so soll ergänzend bemerkt werden, daß diese vielfach eine charakteristische Geruchs- und Geschmackskomponente, den sog. «Sirtengeschmack» besitzt, der mehr oder weniger vorherrschen und in ausgeprägten Fällen in einen leicht talgigen Geschmack übergehen kann. Als nun bekannt war, daß das Talgigwerden der Butter auf die Oxydation ungesättigter Fettsäuren (Olsäure, Linolsäure, Linolensäure, etc.) zurückzuführen ist und durch gewisse Schwermetalle, insbesondere Kupfer, gefördert wird, stellte sich die Frage, ob und wie weit der Sirtengeschmack mit der verhältnis-

mäßig großen Kupferinfektion der Käsereibutter in Zusammenhang gebracht werden kann. Im Jahre 1937 machte dann Ritter (115) die Feststellung, daß Molkenrahm aus einem Stahlkessel nach 24 Stunden Lagerung geschmacklich noch einwandfrei, aus einem Kupferkessel dagegen nach dieser Zeit bereits talgig war. Die Vermutung lag nahe, daß auch der Sirtengeschmack der Käsereibutter zum Teil auf die Kupferinfektion des Molkenrahmes zurückzuführen ist. Gleichzeitig untersuchte Keilling (63) Molkenrahm und Molkenbutter aus verschiedenen Emmentaler- und Greyerzerkäseereien und fand hierin bedeutende Mengen Kupfer, die aus den bei der Käsefabrikation verwendeten Kupferkesseln stammten. Er stellte fest, daß diese Kupferinfektion das Talgigwerden von Molkenrahmbutter während längerer Kühlagerung bewirkte. Wenn trotzdem der Kupferinfektion bei der Käsereibutterfabrikation weiterhin keine Beachtung geschenkt wurde, so ist dies auf folgende Gründe zurückzuführen: Bei der unpasteurisierten, nicht-angesäuerten Käsereibutter, wie sie bis zum Jahre 1950 ausschließlich fabriziert wurde, führte die Kupferinfektion nicht zum gefürchteten Fehler der Fischigkeit. Ferner konnte Käsereibutter früher in vermehrtem Maße als Frischbutter abgesetzt werden. Erst als man die Herstellung einer lagerfähigen Käsereibutter aus pasteurisiertem, angesäuertem Rahm in Erwägung ziehen mußte, wurde das Problem dringend, den Einfluß des Kupfers zu hemmen oder noch besser auszuschalten.

In Bezug auf die Herstellung von Milchzentrifugentbutter sind manche Fabrikationsmaßnahmen bekannt, welche der durch Kupfer geförderten Bildung des Oxydationsgeschmackes entgegenwirken:

- a) Hochpasteurisation des Rahmes,
- b) Nichtansäuerung des Rahmes,
- c) Neutralisieren von Sauerrahmbutter,
- d) Zusatz von Antioxydantien zum Butterungsrahm.

Hinsichtlich der Fabrikation von Käsereibutter ist noch eingehend abzuklären, wie weit die drei erstgenannten Maßnahmen auch bei einer so großen Kupferinfektion, wie sie zur Zeit bei dieser Butter noch unvermeidlich vorliegt, von Erfolg begleitet sind, und ferner

zum Teil auch, ob sich diese Verfahren für den Kleinbetrieb eignen. Was den Zusatz von Antioxydantien zum Butterungsrahm bzw. der Butter betrifft, so ist dies nach der Eidg. Lebensmittelverordnung unzulässig. Nach Ritter (120) ist zudem eine lang andauernde Inaktivierung einer so verhältnismäßig großen Kupfermenge, wie sie die Käseireibutter enthält, durch Antioxydantien außerordentlich schwierig und nicht mit Sicherheit möglich.

Zur Reduzierung des Kupfergehaltes der Käseireibutter haben verschiedene Autoren bisher folgende Fabrikationsmaßnahmen vorgeschlagen:

- a) Konzentrierte Gewinnung des Sirtenrahmes (93, 130);
- b) Waschen des Sirtenrahmes (40, 109);
- c) gründliches Waschen der Butter (131).

Unter dem Waschen des Sirtenrahmes versteht man eine ein- oder mehrmalige Verdünnung des Rahmes mit Milch oder Wasser und eine erneute Konzentrierung durch nachträgliches Zentrifugieren. Nach Riedel (109) ist das Waschen mit Milch demjenigen mit Wasser ohne Zweifel vorzuziehen. Letzteres führt nach Mohr und Ahrens (87) zu einem sehr schlechten Abgeschmack der Butter. Da nach Davies (18) ein Teil des Kupfers adsorptiv an die Fettkügelchenhülle gebunden ist, sind der Reduktion des Kupfergehaltes durch das Waschen des Rahmes jedoch bestimmte Grenzen gesetzt.

Aus den Versuchen von Schwarz und M. (131) geht hervor, daß auch dem gründlichen Waschen der Butter mit einwandfreiem Wasser in Bezug auf die Herabsetzung des Kupfergehaltes der Butter eine gewisse Bedeutung zukommt.

Um die Qualität der Käseireibutter zu heben, empfiehlt Jürgensen (60), den Molkenrahm zu pasteurisieren, kühl zu lagern, anderntags der Kessmilch beizumischen, und dafür entsprechend mehr Gebsenrahm der Butterbereitung zuzuführen. Nach Stüssi (144) ist dies eine Methode, die auch in den Molkereien Skandinaviens und Hollands in Anwendung steht. Dieses Verfahren kann jedoch unseres Erachtens die Fabrikation von qualitativ hervorragendem Hartkäse (Emmentaler, etc.) gefährden und kommt deshalb für schweizerische Käseereien kaum in Betracht.

D: Keimgehalt und Qualität der Butter

1. Einfluß auf das mikrobielle Verderben

Die Qualität und insbesondere die Haltbarkeit der Butter sind auch weitgehend mikrobiologisch bedingt.

Zahlreiche Forscher haben gezeigt, daß Butter ein relativ gutes Nährsubstrat für Mikroorganismen ist. Das in der Butter dispergierte Plasma (Buttermilch und Waschwasser) liefert den meisten Keimen die nötigen Nährstoffe, aber auch das Butterfett kann abgebaut werden. Bei der mikrobiellen Zersetzung der einzelnen Butterbestandteile können Abbauprodukte entstehen, die zu unerwünschten Geschmacksveränderungen führen. Durch den Stoffwechsel der alkalisierenden, lipolytischen, oxydativ wirkenden und proteolytischen Bakterien, Hefen und Schimmelpilze werden zahlreiche Geschmacksfehler der Butter verursacht, wie z. B. ranzig (hydrolytische Zersetzung des Butterfettes), ölig (in gewissen Fällen verursacht durch oxydase-positive Mikroorganismen), bitter, faulig, käsig (Abbau der Proteine), einseitig sauer, malzig (Abbau der Lactose), fade (z. B. Abbau des Diazetyls), etc.

Die Art und das Ausmaß der mikrobiellen Zersetzung der Butter sind somit hauptsächlich abhängig von der Art und Zahl der in der Butter vorhandenen enzymatisch wirksamen Mikroorganismen und deren Vermehrung. Für eine gute Haltbarkeit sind im allgemeinen ein nicht zu hoher Fremdkeimgehalt und eine weitgehende Verhinderung der Keimzunahme während der Lagerung eine wichtige Voraussetzung. Hinsichtlich der Keimvermehrung sind vor allem der Dispersionsgrad und die Wasserstoffionenkonzentration des Butterplasmas sowie die Lagertemperatur der Butter maßgebend. Eine feine Plasmaverteilung und eine tiefe Lagerungstemperatur wirken hemmend, wobei nach Thomé (150) und Mohr (89) Temperaturen von -15 bis -20° C genügen, um den Stoffwechsel der Mikroorganismen in der Butter zu unterbinden.

Wenn zahlreiche Autoren jedoch zwischen der Haltbarkeit und dem Keimgehalt der Butter keine direkte Beziehung fanden, so ist dies auf verschiedene Ursachen zurückzuführen (118): Einerseits kann die Butterverderb-

nis nicht nur auf mikrobiologischem, sondern auch auf rein chemischem und enzymatischem Wege vor sich gehen. So haben z. B. Brown und Thurston (10) gezeigt, daß die Entstehung des Oxydationsgeschmackes rein chemisch bedingt sein kann. Andererseits werden nach Demeter (21) sowie Ritter und M. (118) mikrobiologische Geschmacksfehler durch Fremdkeime erst verursacht, wenn deren Zahl mehr als eine Million pro cm^3 Butter beträgt. Liegt der Fremdkeimgehalt unter dieser Grenze, so geben sich Unterschiede in der Keimzahl geschmacklich nicht zu erkennen (118). Schließlich kann durch die Mikroorganismen nicht nur die Entstehung der biologischen Butterfehler gefördert, sondern auch das Auftreten von chemischen Fehlern, z. B. des Oxydationsgeschmackes, gehemmt werden.

2. Einfluß auf das chemische Verderben

Thornton und Hastings (151) zeigten schon im Jahre 1930, daß durch Bakterienwachstum die Entwicklung des Oxydationsgeschmackes in Milch verhindert werden kann. Später wurde bekannt, daß gewisse Alkalibildner, z. B. das sog. «*Reductobacterium frigidum neutrale*» von Kértész (66), das Talgigwerden von Milch zu verzögern vermögen. Greenbank (42) führte diese Wirkung von Mikroorganismen auf eine Senkung des Redoxpotentials zurück, das durch sie während der Wachstumsperiode im Nährsubstrat bewirkt wird. Nach Ritter (120) spielt die das Talgigwerden verhindernde Wirkung gewisser Mikroorganismen eine wichtige Rolle bei unpasteurisierter Molkenrahmbutter, da diese trotz ihres relativ hohen Kupfergehaltes selten deutlich talgig wird. Nach Platon (103) vermögen besonders gewisse Hefen die Fettoxydation zu verhindern. Damit übereinstimmend ist die Beobachtung von Virtanen (157), daß in öligem und fischiger Butter nur wenig Hefen vorhanden sind. Auch Hierranta (50) weist darauf hin, daß es eine Reihe von Mikroorganismen gibt, die in der Butter antioxidative Eigenschaften besitzen (Verschiebung des Redoxpotentials nach der reduzierenden Seite hin). Dadurch hemmen sie die prooxydative Wirkung von Kupfer und Eisen sowie das Auftreten des Oxydationsgeschmackes. Aus der Literatur geht somit hervor, daß bei Butter mit

relativ hohem Kupfer- und Eisengehalt eine Vermehrung von reduzierenden Bakterien während der Lagerung erwünscht wäre, vorausgesetzt, daß sich dadurch nicht mikrobiologische Butterfehler bemerkbar machen. Zur Zeit ist jedoch kein Fabrikationsverfahren bekannt, das durch die Vermehrung von Mikroorganismen das Auftreten des Oxydationsgeschmackes hemmt und im übrigen die Butterqualität nicht nachteilig beeinflußt. Nach Kértész (66) sowie Ritter und Christen (113) wirken zwar auch die Säureweckerorganismen kräftig reduzierend, jedoch vermögen sie dem Talgigwerden nur bei Zimmertemperatur, nicht bei Kaltlagerung (+5° C) entgegenzuwirken. Andererseits wird durch die von ihnen gebildete Milchsäure das Fischigwerden der Butter beschleunigt.

IV. Eigene Untersuchungen

A. Angewendete Versuchs- und Kontrollmethoden

1. Das Arbeiten mit Versuchsbetrieben

Zur Durchführung der Versuche wählten wir 8 Versuchsbetriebe aus (7 bernische Käsereien und die Molkereischule Rütli). In diesen wurde die Betriebsführung den Erfordernissen unserer Versuche angepaßt. Die Herstellung der Versuchsbutter stand unter unserer persönlichen Leitung und Überwachung. Dazu gehörten alle Kontrollarbeiten sowie die Vorbereitung (Rahmgewinnung, Pasteurisation, etc.) und Durchführung der Versuchsbutterungen. Die Versuche wurden in mehreren Betrieben durchgeführt, um den Einfluß möglichst verschiedener Verhältnisse in Bezug auf die technischen Einrichtungen und die Betriebsführung (Arbeitsverhältnisse, etc.) mitzuerfassen.

2. Anwendung des Parallel- und Periodenversuches

Von Anfang an stellte sich die Frage, wie weit der exakte Parallelversuch einerseits und der Periodenversuch andererseits anzuwenden sei. Wir

sprechen von einem Parallelversuch, wenn gleichzeitig zwei Fabrikationen nebeneinander mit demselben Rohmaterial und nur unter Veränderung eines Versuchsfaktors genau gleich ausgeführt werden. Wenn wir solche reinen Parallelversuche nur in einem Betrieb (Molkereischule Rütli) und in diesem nur in Bezug auf den Versuchsfaktor Kupferkessi /Stahlkessi durchführten, so geschah es aus dem Grunde, weil die Anwendung des Parallelversuches in den übrigen Käsereien mit zu großen Schwierigkeiten verbunden war (geringes Rahmquantum, fehlende technische Einrichtungen, zu weitgehende Beanspruchung des Personals, etc.). Wir verwendeten daher zur Hauptsache den Periodenversuch, wobei wir den in Frage stehenden Versuchsfaktor in aufeinanderfolgenden Perioden variierten und im übrigen die Verhältnisse so weitgehend als möglich konstant hielten.

Da es sich bei den vorliegenden Versuchen um die Beantwortung einer größeren Anzahl von Fragen handelte, die zudem wieder aufeinander abgestimmt werden mußten, waren zahlreiche Versuchsbutterungen erforderlich. Für deren Durchführung benötigten wir eine Zeitspanne von 1½ Jahren, da an den gewählten Versuchstagen höchstens eine bzw. beim Parallelversuch zwei Butterungen durchgeführt werden konnten. Infolge dieser langen Versuchsdauer war u. a. mit nachstehenden Schwierigkeiten zu rechnen:

- a) Schwankungen in der Zusammensetzung der Milch und ihrer Bestandteile (Einfluß der Laktation, Fütterung, etc.);
- b) unterschiedliche Beschaffenheit des Butterungsrahmes, verursacht durch das Aufrahmeverfahren in Satten einerseits (verschiedenes Aufrahmen, ungleiche mikrobiologische Beschaffenheit bedingt durch die jahreszeitlichen Klimaschwankungen, etc.) und das Zentrifugieren der Sirte andererseits (unterschiedlicher Fettgehalt der Molke, ungleiches Fließen des Molkenrahmes, ungleiche mikrobiologische Infektionen, etc.).

Diese Unsicherheiten machten es notwendig, bei der Auswertung der Periodenversuche erhöhte Vorsicht walten zu lassen.

3. Die Herstellung der Versuchsbutter

a) Rahmgewinnung

aa) Altes Verfahren (Kupferkessi). In 7 Versuchsbetrieben erfolgte die Käsefabrikation wie üblich in einem Käsekessel aus Kupfer. Der dabei anfallende Molkenrahm wies somit eine unvermeidliche, von Fall zu Fall schwankende Kupferinfektion auf. Um diese nach Möglichkeit zu reduzieren (Literatur), wurde der Molkenrahm sehr konzentriert gewonnen (pro 100 kg Molke ca. 1 kg Rahm), während man den Sattenrahm entsprechend dünner abschöpfte, um einen nicht zu fettreichen Mischrahm zu erhalten.

Die Qualität des Sattenrahmes wurde täglich mittelst der Sinnenprobe überwacht.

bb) Neues Verfahren (Stahlkessi). Um die Möglichkeit zu besitzen, die in der Käserei erfolgenden Infektionen von Milch, Molke und Molkenrahm mit Kupfer auszuschalten, wurde im Betrieb der Molkereischule Rütli einer der drei bestehenden kupfernen Käsekessel durch einen solchen aus nichtrostendem Chromnickelstahl (18,8) ersetzt. Ferner wurde dafür gesorgt (Installationen, etc.), daß weder Milch noch Molke noch Rahm im Betrieb mit weiteren Flächen von Kupfer und Kupferlegierungen in Berührung kamen. Durch die Verwendung von Apparaten, Geräten und Installationen aus nichtrostendem Stahl, Aluminiumlegierungen und gut verzinnem Material wurden auch Eiseninfektionen nach Möglichkeit ausgeschaltet. Durch Anwendung des Parallelversuches (Stahlkessi/Kupferkessi) ließ sich dann der Einfluß der Kupferinfektionen auf die Qualität der Käsereibutter abklären. Dabei wurde die auf Käse zu verarbeitende Milch durch einen Verteilungstrichter gleichmäßig in beide Käsekessel verteilt und die in jedem derselben anfallende Molke für sich zentrifugiert. Anschließend wurden die beiden Molkenrahme (Stahlkessi/Kupferkessi) sofort nach ihrer Gewinnung je mit der Hälfte des vorgängig der Käsefabrikation gewonnenen Sattenrahmes vermischt. Diese beiden Mischungen wurden nun getrennt verbuttert. Die übrige Verarbeitung (Pasteurisation, etc.) des nach dem alten und nach dem

neuen Verfahren gewonnenen Butterungsrahmes erfolgte auf gleiche Weise.

b) Pasteurisation

Die beiden Rahmarten, Satten- und Molkenrahm, wurden täglich unmittelbar nach dem Zentrifugieren der Molke als Mischung erhitzt, wobei wir folgende Pasteurisationsarten prüften:

- a) Dauerpasteurisation (Erhitzung auf 65° C und Einhaltung dieser Temperatur während 30 Minuten).
- b) Erhitzung des Rahmes auf 75°, 85° und 90° C und sofortige anschließende Abkühlung*.

Dabei geschah die Erhitzung (Pasteurisation):

- a) durch Einstellen der mit dem Rahm beschickten Kannen in ein mit Dampf aufgeheiztes Wasserbad (behelfsmäßige Pasteurisation);
- b) in Mehrzweckerhitzern (Doppelbodenkessel mit Rührwerk), wobei man die Aufheizung mittelst Dampf (Dampfkäserei) oder Heißwasser (Elektrokäserei) bewirkte.

Die Erhitzung des Rahmes erfolgte in allen Fällen möglichst schonend (sorgfältige Regulierung der Wärmezufuhr). Während derselben und der nachfolgenden Kühlung wurde der Rahm dauernd mit Hilfe eines elektrisch angetriebenen Rührers (Tourenzahl 50—80 pro Minute) so umgewälzt, daß eine turbulente Strömung und sichere Zerstörung des Rahmschaumes erzielt wurden.

c) Kühlung des Rahmes

Nach der Erhitzung wurde der Rahm, wie oben erwähnt, so rasch als möglich abgekühlt, und zwar bei der Herstellung von Süßrahmbutter auf Butterungs-, bei jener von Sauerrahmbutter zunächst auf Reifungs- und erst später auf Butterungstemperatur.

d) Ansäuerung des Rahmes

Um auch den Einfluß der Rahmsäuerung auf die Qualität der Käseibutter abzuklären, wurden in den

* Die Erhitzungsdauer (Zeit bis zum Erreichen der Pasteurisationstemperatur) richtete sich in diesen Fällen nach der Regulierung der Wärmezufuhr.

Versuchen vergleichsweise sowohl Süß- wie verschieden stark angesäuerte Sauerrahmbutter hergestellt.

aa) Züchtung des Säureweckers. Stammkultur: Diese im Laboratorium gezüchtete Kultur lieferten wir jeweils den Käsereien zum ersten Ansetzen der Betriebskultur (in der Käserei gezüchteter Säurewecker).

Betriebskultur: Sie wurde in der Käserei wöchentlich mindestens zweimal in frischer, sorgfältig ausgewählter Vollmilch weiter gezüchtet. Dabei wurde die vorher aufgekochte und unmittelbar nachher auf 20 bis 22° C abgekühlte Milch mit 2—3% Säurewecker geimpft und in einem Thermostaten (20—22° C) bis kurz nach Eintritt der gallertigen Gerinnung bebrütet. Dann wurde der auf diese Weise erhaltene Säurewecker bis zur Verwendung im Kühlschrank bei +2 bis +5° C aufbewahrt.

bb) Impfung des Rahmes. Der nach der Pasteurisation so schnell als möglich auf Impftemperatur (15 bis 20° C) abgekühlte Rahm wurde mit 0,5—5% Säurewecker geimpft. Vor dieser Impfung wurde die oberste Schicht des Säureweckers (oft durch Fremdkeime aus der Luft verunreinigt) mit einem kurz vorher abgebrühten Löffel bis zur Tiefe von ca. 1 cm entfernt und der Rest der Kultur gründlich durchgerührt. Impftemperatur, Säureweckerzusatz, Reifungstemperatur und Reifungszeit wurden so gewählt, daß der Rahm unmittelbar vor der Verbutterung möglichst den gewünschten Säuregrad aufwies.

e) Butterung

Der Rahm wurde jeweils im Alter von 1—2 Tagen verbuttert. Das Einstellen von zu kaltem Rahm auf die geeignete Butterungstemperatur erfolgte durch schonendes Aufwärmen im Pasteur oder durch Eintauchen der Rahmkannen in ein Wasserbad von ca. 30° C, wobei der Rahm dauernd gerührt wurde. Die Butterungstemperatur wählten wir so, daß die Butterungsdauer mindestens 40 Minuten betrug. Das Ausbuttern vollzog sich allgemein auf «feines» Korn (1—2 mm Durchmesser). Dieses wurde mit reinem Wasser so lange gewaschen, bis das letzte Waschwasser klar abfloß. Dies war in der Regel nach dreimaligem Wasserwechsel der Fall. Die Tempe-

ratur des Waschwassers wurde je nach der Konsistenz der Butter und der Außentemperatur gewählt.

f) Kneten der Butter

Beim Kneten der Butter wurde insbesondere eine «feine» Wasserverteilung angestrebt, da diese bekanntlich die Haltbarkeit der Butter günstig beeinflusst (4). Das Kneten erfolgte auf verschiedene Weise, und zwar:

- a) mit Hilfe eines Tellerkneters,
- b) mit Hilfe eines Butterfertigers,
 - aa) Holzbutterfertiger mit eingebauten Knetwalzen,
 - bb) walzenloser Metallbutterfertiger mit entsprechenden Wendeflächen.

g) Formen der Butter

Von jeder Versuchsbutterung wurden zur weiteren Beobachtung 8 Stöcke à ca. 1 kg hergestellt. Dabei wurde ein Teil der Butter unmittelbar nach dem Kneten in eine 10 kg-Stockform eingestampft und der so fabrizierte 10 kg-Stock mittelst sterilem Messer in ca. 8 gleichgroße Stücke zerschnitten. Dann wurden die erhaltenen Stöcke in Pergamentpapier eingewickelt und anschließend bei der gewünschten Temperatur (+17° C, +5° C, -20° C) gelagert.

4. Kontrolle und Überwachung der Betriebe

Sowohl die Vorbereitungsarbeiten wie auch die Herstellung der Versuchsbutter wurden in sämtlichen Betrieben genau überwacht. Die Betriebskontrolle umfaßte folgende Erhebungen und Untersuchungen:

1. Feststellung des genauen Mischungsverhältnisses von Gebsen- und Sirtenrahm.
2. Bestimmung des Fettgehaltes von Gebsen-, Sirten- und Mischrahm nach der Methode Gerber-Roeder (54) sowie des Fettgehaltes der Buttermilch nach der Methode Gerber (155) bzw. Roese-Gottlieb (155).
3. Überwachung der Pasteurisation (Pasteurisationstemperatur, Erhitzungs- und Abkühlungsdauer, Pasteurisationseffekt).

4. Überwachung der Rahmsäuerung:
 - a) Säurewecker (Geschmack, Geruch, Aroma, Säuregrad, Diazetylgehalt, mikrobiologische Reinheit).
 - b) Butterungsrahm (Titrations- und aktueller Säuregrad, mikrobiologische Reinheit).
5. Überwachung der Butterung (Rahmtemperatur, Butterungsdauer, Korngröße, Temperatur der Buttermilch, Mikrobiologie und Temperatur des Waschwassers, Wasserverteilung in der gekneteten Butter, Konsistenz der Butter).
6. Überwachung der Reinigung und Desinfektion sämtlicher mit dem pasteurisierten Rahm und der pasteurisierten Butter in Berührung kommenden Apparate und Geräte (Butterfertiger, etc.).

5. Kontrolle und Beurteilung der Versuchsbutter

a) organoleptisch

Geruch, Geschmack und Aroma der Butter, die zu den wichtigsten Qualitätsmerkmalen derselben gehören, wurden mittelst der Sinnenprobe beurteilt. Obwohl dieser eine gewisse Subjektivität anhaftet, ist sie doch heute noch in Bezug auf die Butterbeurteilung unersetzbar, da man Geruch, Geschmack und Aroma der Butter nicht allein mit Hilfe chemischer und physikalischer Untersuchungsmethoden erfassen kann.

Um die organoleptische Beurteilung der Butter (Taxation) so objektiv als möglich zu gestalten, wurden erfahrene Buttermesser beigezogen. Die Proben der gleichen Versuchsbutterung wurden zudem in der Folge sechs- bis achtmal sehr streng beurteilt, wobei den Taxationsexperten Herkunft und Herstellungsart der Butter jeweils unbekannt waren. Als Grundlage für die Beurteilung diente das in den Jahren 1950 und 1953 revidierte und durch den Zentralverband Schweizerischer Milchproduzenten (ZVSM) und den Schweizerischen Milchkäuferverband (SMKV) offiziell gültig erklärte «Bewertungsschema für Käsereibutter» (3).

Die Butter jedes Versuches wurde in verschiedenen Altersstufen taxiert, wozu wir jeweils einen neuen der

oben genannten acht Butterstücke auslagerten. Die Taxation der Butter erfolgte:

1. frisch (im Alter von 2—3 Tagen);
2. nach 7-tägiger Lagerung bei $+17^{\circ}$ C (Anlehnung an die Verhältnisse im Haushalt);
3. nach 30-tägiger Lagerung bei $+5^{\circ}$ C (Kühlschranktemperatur);
4. je nach 1-, 2-, 3-, 4-, 5- und 6-monatiger Lagerung bei -20° C (Tiefkühlagerung).

b) chemisch

aa) Nachweis genügender Pasteurisation. Die Prüfung, ob die Butter aus genügend erhitztem Rahm fabriziert wurde, erfolgte mittelst der quantitativen, kolorimetrischen Phosphatasebestimmung nach Sanders und Sager (127).

bb) Bestimmung des Säuregrades.

1. Gesamttazidität. Unter der Gesamttazidität bzw. dem potentiellen Säuregrad der Butter verstehen wir die Anzahl cm^3 n-Lauge, die zur Neutralisation von 100 g Butter erforderlich sind. Zu deren Bestimmung wurden 10 g Butter in einer neutralisierten Mischung von Alkohol und Äther gelöst und unter Verwendung von Phenolphthalein als Indikator titriert.

2. Säuregrad des Butterfettes. Unter dem Säuregrad des Butterfettes versteht man die Anzahl cm^3 n-Lauge, die zur Neutralisation von 100 g Butterfett erforderlich sind, wobei das durch sorgfältiges Ausschmelzen und Zentrifugieren gewonnene Butterfett ebenfalls in einer neutralisierten Äther-Alkoholmischung gelöst und mit n_{10} KOH titriert wird.

3. Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration (pH). Durch geeignetes Schmelzen und Zentrifugieren der Butter wurde deren Plasma gewonnen und dessen pH-Wert elektrometrisch mit Hilfe der Glaselektrode gemessen.

cc) Bestimmung des Wassergehaltes. Gewichtsanalytische Methode (155).

dd) Bestimmung der fettfreien Trockenmasse. Die fettfreie Trockenmasse bestimmten wir nach

der Methode von Korpáczy und Ersek (73). Dabei verwendeten wir 1 G4-Glasfiltertigel (1 G3-Tigel besitzen zu große Porenweite).

ee) Bestimmung des Eiweißgehaltes. Fett- und Nichtfettstoffe wurden mittelst einer Mischung von Alkohol und Äther sowie durch Filtration voneinander getrennt (155). Im Filtrerrückstand bestimmten wir den Stickstoffgehalt nach der Methode von Kjeldahl (155). Die Umrechnung des Gesamtstickstoffes auf Eiweiß erfolgte mit dem Faktor 6,37.

ff) Bestimmung des Fettgehaltes. Der Fettgehalt der Butter wurde berechnet, und zwar nach folgender Formel:

$$F = 100 - (W + T)$$

F = Fettgehalt der Butter

W = Wassergehalt der Butter

T = Gehalt der Butter an fettfreier Trockenmasse

gg) Kupfer- und Eisenbestimmung

Besprechung der verschiedenen Methoden

In Bezug auf die Bestimmung des Kupfer- und Eisengehaltes von Butter scheint uns eine etwas eingehendere Besprechung angezeigt, da dafür sehr verschiedene Methoden in Gebrauch sind.

Alle in der Literatur beschriebenen Methoden zur quantitativen Bestimmung von Kupfer und Eisen in Milch und Milchprodukten beruhen auf einem kolorimetrischen Nachweis dieser Metalle. Sie lassen sich grundsätzlich nach der Art der Vorbehandlung der Proben in Filtrations- und Veraschungsmethoden unterteilen, wobei die Veraschung auf trockenem oder nassem Wege erfolgen kann.

Nach Mc. Dowell kommen Kupfer und Eisen in Milch und Milchprodukten gelegentlich als kleinste Metallsplitter (Metallabrasion), vorwiegend aber als Kupfer- und Eisenproteinkomplexe vor (27), wobei nach Tompsett (148) das Eisen fester an die Proteine gebunden ist als das Kupfer. Bei den Filtrationsmethoden, bei denen die störenden organischen Stoffe (Eiweiß, Fett, etc.) vor der kolorimetrischen Bestimmung der Metalle durch geeignete Reagenzien ausgefällt und dann abfiltriert oder abzentrifugiert werden, besteht die Gefahr, daß insbesondere das komplex gebundene Eisen nicht vollständig

erfaßt wird. Andererseits sind bei der trockenen Veraschung von biologischem Material (Nahrungsmittel, etc.) nach den Angaben von Greenleaf (43), Jackson (57), Hänni (49) und Mc. Dowell (27), nach letzterem insbesondere auch bei Butter, große Kupfer- und Eisenverluste zu befürchten. Die nasse Veraschung ermöglicht dagegen genauere quantitative Bestimmungen.

Die Methode der nassen Veraschung zur Bestimmung des Kupfergehaltes von Milchprodukten wurde erstmals durch Williams (162) angewendet, wobei er Butter in Bechergläsern mit Salpetersäure behandelte, das abgeschiedene Fett abtrennte und die Veraschung mit Schwefelsäure zu Ende führte. Diese Methode wurde dann in Bezug auf die Butteruntersuchung durch zahlreiche Autoren (Roberts und M. (123), Moir und Andrews (90), Epple und Horrall (30), De Ath und M. (20), Mc. Dowell (27), Hänni (49), etc.) auf verschiedene Weise modifiziert. Die Modifikationen unterscheiden sich durch die Art der verwendeten Aufschlußgefäße, die Durchführung der Fettabscheidung und die Zerstörung der organischen Substanz.

Roberts und M. sowie Mc. Dowell fanden, daß die nasse Veraschung am zweckmäßigsten in einem Mikrokjeldahlkolben durchgeführt wird. Dadurch können Verunreinigungen des Aufschlusses durch Metallinfektionen aus der Luft weitgehend verhindert werden. Die Zerstörung großer Fettmengen wird ebenfalls am vorteilhaftesten nach dem Verfahren von Mc. Dowell umgegangen, wobei man die Probe zunächst im Mikrokjeldahlkolben mit Säure behandelt und dann das Fett mit Petroläther entfernt. In Bezug auf die zur Veraschung verwendeten Chemikalien muß weitgehendste Kupfer- und Eisenfreiheit gefordert werden; es dürfen insbesondere keine unkontrollierten Kupfer- und Eisenmengen mit den Reagenzien in die Proben gelangen. Diesbezüglich ist es von Vorteil, wenn die Veraschung entsprechend der Methode von Hänni (49) nur unter Verwendung von Schwefel- und Salpetersäure und nicht auch mit Perhydrol durchgeführt wird.

Nach der vorerwähnten Zerstörung der organischen Substanzen werden die Metalle im abgekühlten, farblosen Aufschluß kolorimetrisch bestimmt.

Als Nachweisreagens für Kupfer eignet sich Natriumdiaethyldithiocarbamat, das nach Williams (162) [gemäß der Methode von Callan und Henderson (13)] am empfindlichsten auf dieses Metall reagiert. Dabei wird der schwefelsaure Aufschluß vorerst nach einem Zusatz von Ammoniumcitrat mit Ammoniumhydroxyd alkaliisiert, wobei die Beigabe von Ammoniumcitrat nach Eden und M. (28) bei biologischem Material eine Deionisation von Eisen und Calcium bewirkt und eine Ausfällung von Phosphaten verhindert. Die goldgelbe Verbindung, welche das Natriumdiaethyldithiocarbamat mit dem Kupfer bildet, kann mit Iso-Amylacetat aus der wässerigen Lösung extrahiert und anschließend photometriert werden. Zur vollständigen Extraktion ist es angezeigt, die Probe angemessen zu erwärmen und gründlich zu schütteln.

Zur Bestimmung von Eisenspuren eignet sich die Rhodanidmethode, die sehr empfindlich ist. Die rote Färbung, die bei der Reaktion der Eisen (III)-Ionen mit Rhodanid auftritt, und deren Intensität von der Konzentration des gelösten Eisens und der Wasserstoffionenkonzentration abhängt, ist jedoch nicht lichtbeständig. Verschiedene Oxydationsmittel sowie die Extraktion des Eisenrhodanids mit Äther oder Alkohol vermögen jedoch die Zeitdauer, während der die Farbintensität konstant bleibt, zu verlängern. Werden die kolorimetrischen Messungen während dieser Zeit und im sauren Bereiche durchgeführt, so liefert die Methode gut reproduzierbare Werte.

Angewendete Methode

1. Veraschung. Die Veraschung der Butter wurde auf nassem Wege entsprechend dem durch Hänni (49) modifizierten Verfahren und mit Hilfe der von ihm entwickelten Apparatur sowie unter Berücksichtigung der zitierten Literatur durchgeführt.

2. Nachweis von Kupfer. Der Nachweis von Kupfer erfolgte mit Natriumdiaethyldithiocarbamat nach einem Zusatz von Ammoniumcitrat zum schwefelsauren Aufschluß und nach dessen Neutralisation mit Ammoniak unter Verwendung von Phenolphthalein als Indikator. Vor der Extraktion des Kupferdiaethyldithiocarbamates mit

Amylacetat wurden die Proben während 10 Minuten in einem Wasserbad von 60° C aufgewärmt.

3. Nachweis von Eisen. Das Eisen wurde entsprechend der Vorschrift von Hänni (49) mit Kaliumrhodanid nachgewiesen.

4. Quantitative Bestimmung. Die quantitative kolorimetrische Auswertung der Farbreaktionen erfolgte mit Hilfe experimentell bestimmter und mathematisch definierter Eichkurven. Um diese zu ermitteln, führten wir die beschriebenen Reaktionen mit mehreren Kupfer- und Eisenlösungen bekannter, jedoch unterschiedlicher Konzentration (1—10 γ Cu bzw. Fe/cm³ Lösung) durch und bestimmten dann bei stets gleicher Schichtdicke die Transparenz (D) der resultierenden gelben Amylacetat- bzw. roten Amylalkoholauszüge. Bei der Bezugsmessung wurde jeweils das Extraktionsmittel allein (reines Amylacetat bzw. reiner Amylalkohol) in den Strahlengang des Photometers eingeführt und letzteres so eingestellt, daß es eine Transparenz von 100% anzeigte. Das in die Cuvette einfallende Licht wurde durch geeignete, komplementär zur Meßlösung gefärbte Filter gereinigt, um eine höchste Meßempfindlichkeit und eine gestreckte Eichkurve zu erzielen, sowie um den nachteiligen Einfluß irgendwelcher spektraler Veränderungen der Lichtquelle auf das Registrierorgan möglichst auszuschalten. Ferner wurde darauf geachtet, daß die Intensität des in die Cuvette einfallenden Lichtes stets konstant war (Ausschaltung von Spannungsschwankungen). Auf Grund der erhaltenen Extinktionswerte berechneten wir dann nach der Ausgleichsrechnung nach D a n n a c h e r (17) die Gleichung der beiden Eichkurven innerhalb ihres linearen Bereiches ($y = mx - a$), mit deren Hilfe sich dann auch der effektive Kupfer- und Eisengehalt der Butterproben algebraisch bestimmen ließ. Um schließlich durch den Kupfer- und Eisengehalt der Reagenzien bedingte Farbreaktionen zu kompensieren, wurden Blindproben mit berücksichtigt.

hh) Bestimmung der Peroxydzahl. Zum Studium der oxydativen Veränderungen der Butter ist eine Methode erforderlich, welche die Fettoxydation schon in einem sehr frühen Stadium erkennen läßt. Die iodome-

trische Peroxydbestimmung nach Lea (74) ist diesbezüglich zu wenig empfindlich. Dagegen eignet sich die sog. Ferrithiozyanatmethode, die auf der Oxydation von zweiwertigem zu dreiwertigem Eisen beruht und die erstmals durch Yule und Wilson (163) zur Bestimmung von Peroxyden in Gazolin angewendet wurde. Chapman und M. (14) verwendeten diese Methode zum quantitativen Nachweis von Peroxyden in Milch und Milchprodukten. Die Methode wurde dann durch Hills und Thiel (75) modifiziert, und sie erwies sich nun als genügend empfindlich, um oxydative Veränderungen des MilCHFettes zum Teil vor dem Wahrnehmen geschmacklicher Veränderungen zu erfassen. Diese Methode wurde auch für unsere Bestimmungen angewendet, wobei wir jedoch die zu untersuchende Fettmenge nicht volumetrisch abgemessen, sondern das genaue Einwägen von annähernd 0,1 g reinem Butterfett vorgezogen haben. Die quantitative kolorimetrische Auswertung der Farbreaktion erfolgte auf analoge Weise wie bei den Kupfer- und Eisenbestimmungen. Die Gleichung der Eichkurve wurde auf Grund der Extinktionswerte einer Standardreihe, die 1, 2, 5, 10 und 15 γ Eisen pro 10 cm³ Benzol-Methanolmischung enthielt, aufgestellt. Die Berechnung der Peroxydzahlen stützt sich auf die von Hills und Thiel (75) benützte Formel.

c) mikrobiologisch

Die Versuchsbutter wurde in frischem Zustande und nach verschieden langer Lagerung bei unterschiedlichen Temperaturen (+17° C, +5° C, -20° C) einer eingehenden mikrobiologischen Untersuchung unterzogen. Dabei führten wir die Keimzahlbestimmungen nach dem Koch'schen Plattenverfahren durch. Die Herstellung der Verdünnungen erfolgte volumetrisch. Die Butter wurde bei 45° C geschmolzen und in Phosphatwasser nach Butterfield (12) emulgiert. Von dieser Emulsion ausgehend bestimmten wir folgende Keimgruppen:

1. Säure- und Alkalibildner auf Chinablau-Lactoseagar nach Demeter (23).
2. Fremdkeimgehalt und Eiweißzersetzer (Kaseolyten) auf Kaseinagar nach Frazier und Rupp (35).

3. Hydrolytische Fettzersetzer auf Tributyrin-agar nach Anderson (2) unter Verwendung von «Tween 90» als Emulgierungsmittel für Tributyrin (121).
4. Oxydative Fettzersetzer auf Butterfettagar nach Fuchs (36) und Nachweis der oxydasebildenden Kolonien mit Tetramethylen-p-Phenylendiaminchlorid nach Jensen und Grettie (58).
5. Coli-Aerogenes-Bakterien in Formiat-Rhizinoatlösung nach Stark und England (132) (Titer) und auf Fuchsin-Sulfit-Milchzuckeragar nach Endo (29).
6. Hefen und Schimmel auf Bierwürze- und Kartoffel-Dextrose-Agar (24), angesäuert mit Weinsäure auf pH 3,5.
7. Gesamtkeimgehalt auf Fleischwasser- und Lactose-Agar.

Die Kulturen zur Bestimmung der Coli-Aerogenes-Bakterien wurden während 3 Tagen bei +37° C bebrütet. Zur Ermittlung der übrigen Keimgruppen wählten wir eine Bebrütungstemperatur von +30° C und eine Bebrütungsdauer von 5 Tagen.

B. Versuchsergebnisse und ihre Auslegung in wissenschaftlicher und praktischer Hinsicht

1. Käseireibutter aus reinem Molkenrahm

Obwohl im Käseireibetrieb der Molkenrahm normalerweise zusammen mit Sattenrahm verbuttert wird, stellten wir im Parallelversuch SK- und KK-Butter¹⁾ her, deren Fett ausschließlich aus der Molke stammte²⁾. Damit wollten wir die Geschmacksbeeinflussung der Butter durch die Kupferinfektion des Molkenrahmes (kupferner Käsekessel) möglichst für sich und eindeutig erfassen. Aus diesem Grunde wurde bei diesem Versuch der Molken-

¹⁾ SK-Butter = Stahlkessi-Butter (Molkenrahm aus Stahlkessi).
KK-Butter = Kupferkessi-Butter (Molkenrahm aus Kupferkessi).

²⁾ Der Molkenrahm wurde in diesem Falle dünner als üblich gewonnen (2%), so daß dessen Fettgehalt 23,6 bzw. 26,3% betrug.

rahm auch nur schonend auf 75° C erwärmt (Vermeidung von Kochgeschmack) und als Süßrahm verbuttert.

Die Taxationsergebnisse dieses Versuches sind in Tabelle 1 aufgeführt. Tabelle 2 enthält wichtige Resultate der chemischen und mikrobiologischen Butteruntersuchung.

Tabelle 1

**Geschmackliche Beurteilung
frischer und gelagerter SK- und KK-Butter aus reinem Molkenrahm**

Art der Molkenbutter	SK-Butter	KK-Butter
frisch		
erzielte Punktzahl		
Position 1*	10½	9¼
Bemerkungen	rein, milchig, leicht fade, kein Sirtengeschmack, von reiner Milchzentrifugenbutter geschmacklich nicht zu unterscheiden (Ia Tafelbutter)	sehr starker Sirtengeschmack, metallisch (Deklassierung zu Kochbutter)

nach 6-monatiger Lagerung bei -20° C

erzielte Punktzahl		
Position 1*	10¼	9¼
Bemerkungen	rein, kein Sirtengeschmack, fade	metallisch

* Geruch, Geschmack, Aroma (höchst erreichbare Punktzahl = 11).

Tabelle 2

**Chemische und mikrobiologische Untersuchung
von SK- und KK-Butter**

Art der Molkenbutter	pH (Butterplasma)	Wassergehalt %	fettfreie Trockenmasse %	Eisengehalt γ‰**	Kupfergehalt γ‰**	Gesamtkeimgehalt pro ccm	Peroxydzahl nach 6monatiger Lagerung bei -20° C
SK*	7,20	13,27	0,51	23,3	10,9	1 910	0,32
KK*	7,09	13,71	0,49	22,2	112,5	920	1,57

* SK = Stahlkessi. ** γ‰ = Millionstel-Gramm pro 100 g.
KK = Kupferkessi.

Schlußfolgerungen:

1. Verwendet man bei der Käsefabrikation an Stelle des bisher gebräuchlichen Käsekessels aus Kupfer einen solchen aus nichtrostendem Stahl, und wird auch im übrigen ein Kontakt von Milch, Molke und Rahm mit Kupfer und Kupferlegierungen ausgeschlossen, so gelingt es sogar bei Verbutterung von reinem Molken-

- rahm, d. h. ohne Beimischung von Sattenrahm, Käseireibutter zu gewinnen, die den bisher bei dieser Butterart üblichen Sirtengeschmack nicht aufweist, und die sich geschmacklich nicht von reiner Milchzentrifugenbutter unterscheiden läßt (Tabelle 1).
- Bei Käseireibutter aus KK-Molkenrahm ist der Kupfergehalt bedeutend höher als bei jener aus SK-Molkenrahm (Tabelle 2).
 - Der stark erhöhte Kupfergehalt bei Käseireibutter aus KK-Molkenrahm fördert die Fettoxydation während der Lagerung (Peroxydzahlen: Tabelle 2).

2. Käseireibutter aus Satten- und Molkenrahm (Frischbutter)¹⁾

a) Parallelversuche SK/KK

Bei sämtlichen Parallelversuchen wurden 11 kg Molkenrahm (1,1%) pro 1000 kg zentrifugierter Molke gewonnen. Der Anteil des Molkenrahmes am gesamten Butterungsgut betrug 24,4 bis 35,3 Gewichtsprozent. Der restliche Anteil war Sattenrahm.

Molken- und Sattenrahm wurden zusammen im Mehrzweckerhitzer pasteurisiert. Dabei gelangten unterschiedliche Pasteurisationsarten zur Anwendung.

Die Taxationsergebnisse dieser Versuche sind in den Tabellen 3 (Punktzahlen der einzelnen Butterproben) und 4 (mittlere Punktzahlen) zusammengestellt.

Tabelle 3
Geschmackliche Beurteilung
frischer SK- und KK-Butter aus Molken- und Sattenrahm

I. Süßrahmbutter	Art der Pasteurisation	Nr. der Butter	Erzielte Punktzahlen Pos. 1	
			Geruch, Stahlkessi (SK)	Geschmack, Aroma Kupferkessi (KK)
	dauerpasteurisiert (30 Min. 65° C)	3	10 ¹ / ₄	9 ¹ / ₂
		4	10 ¹ / ₂	9 ³ / ₄
	kurzzeiterhitzt (75° C)	5	10 ¹ / ₂	10 ¹ / ₄
		6	10 ³ / ₄	10 ¹ / ₄
	hochpasteurisiert (90° C)	7	10 ³ / ₄	10 ¹ / ₂
		8	10 ³ / ₄	10 ¹ / ₂

* höchst erreichbare Punktzahl = 11.

¹⁾ Es wurden nur diejenigen Versuche ausgewertet, bei denen der rohe Sattenrahm keine mittelst der Sinnenprobe wahrnehmbaren Geschmacksfehler aufwies.

II. Sauerrahmbutter	Art der Pasteurisation	Nr. der Butter	Erzielte Punktzahlen Pos. 1	
			Geruch, Stahlkessi (SK)	Geschmack, Aroma, Kupferkessi (KK)
dauerpasteurisiert (30 Min. 65° C)		9	10 ^{1/2}	10
		10	10 ^{1/2}	10 ^{1/4}
		11	10 ^{1/2}	9 ^{3/4}
		12	10 ^{1/2}	9 ^{3/4}
		13	10 ^{1/2}	9 ^{3/4}
kurzzeiterhitzt (75° C)		14	10 ^{1/2}	10 ^{1/4}
		15	10 ^{1/4}	9 ^{3/4}
		16	10 ^{1/2}	10 ^{1/4}
		17	10 ^{1/2}	10 ^{1/4}
		18	10 ^{1/2}	10
		19	10 ^{1/2}	10 ^{1/4}
		20	10 ^{3/4}	10 ^{1/4}
hochpasteurisiert (90° C)		21	10 ^{1/4}	9 ^{3/4}
		22	10 ^{1/2}	10 ^{1/2}
		23	10 ^{3/4}	10 ^{1/2}
		24	10 ^{3/4}	10 ^{1/4}
		25	10 ^{3/4}	10 ^{1/2}
		26	10 ^{3/4}	10 ^{1/2}
		27	10 ^{1/2}	10
		28	10 ^{3/4}	10

* höchst erreichbare Punktzahl = 11.

Tabelle 4

**Mittlere Punktzahlen frischer SK- und KK-Butter in Position 1
(Geschmack, Geruch, Aroma)**

I. Süßrahmbutter	Anzahl der Parallelbutterungen	Mittlere Punktzahlen	
		Stahlkessi (SK)	Kupferkessi (KK)
1. dauerpasteurisiert (65° C)	2	10,37	9,62
2. kurzzeiterhitzt (75° C)	2	10,62	10,25
3. hochpasteurisiert (90° C)	2	10,75	10,50
II. Sauerrahmbutter			
1. dauerpasteurisiert (65° C)	5	10,50	9,80
2. kurzzeiterhitzt (75° C)	8	10,47	10,09
3. hochpasteurisiert (90° C)	7	10,68	10,32

Schlußfolgerungen (Tabellen 3—4):

1. Die aus mikrobiologisch fehlerfreiem, pasteurisiertem Satten- und Molkenrahm hergestellte SK-Butter erzielte bei der geschmacklichen Beurteilung bei allen in den Versuchen angewendeten Pasteurisationstemperaturen (65, 75, 90° C) sowohl als Süß- wie auch als Sauerrahmbutter eine höhere Punktzahl gegenüber der im Parallelversuch hergestellten KK-Butter.

2. Durch die Verarbeitung der Milch in einem Stahlkessi (Ausschaltung der durch das Kupferkessi bewirkten Kupferinfektion des Molkenrahmes) gelang es bei sämtlichen geprüften Pasteurisationsarten (65, 75, 90° C) sowohl eine geschmacklich feine Süß- wie auch Sauerrahmbutter zu erzeugen.
3. Die KK-Butter wies bei Dauerpasteurisation des Rahmes (30 Min. bei 65° C) sowohl süß als auch reingesäuert zum Teil einen schmirgelig-metallischen Geschmack auf, während dieser bei den entsprechenden Proben mit einer Pasteurisationstemperatur von 75 und 90° C nicht beobachtet werden konnte.
4. Die Dauerpasteurisation erwies sich zudem in arbeits-technischer Hinsicht (umständliche Temperatur- und Zeitmessungen) als ungünstig.

b) Periodenversuche (KK)

Bei diesen Versuchen erfolgte die Gewinnung des Molkenrahmes nach dem alten Verfahren ohne Ausschluß der Kupferinfektionen (Kupferkessi, etc.). Der Anteil des möglichst konzentriert gewonnenen Molkenrahmes am Gesamtbutterungsrahm (Mischung aus Molken- und Sattenrahm) schwankte dabei zwischen 18,4 und 36,8 Gewichtsprozent. Die beiden Rahmarten wurden zusammen in einem Mehrzweckerhitzer und in einigen Fällen in einem Kannenpasteur (mit elektrischem Rührwerk) pasteurisiert, wobei sich diese beiden Pasteurisationsverfahren in Bezug auf die resultierende Butterqualität als gleichwertig erwiesen.

Bei hier nicht speziell behandelten Periodenversuchen stellten wir fest, daß bei Nichtausschluß der Kupferinfektionen (KK) sämtliche Butterproben (12 Stück) aus dauerpasteurisiertem und wie üblich angesäuertem Mischrahm (Säuregrad des Rahmplasmas: 35° SH) spätestens nach 30 Tagen Tiefkühlagerung (—20° C) fischig waren. Bei den folgenden Versuchen wurde daher nur die Erhitzung des Rahmes auf 75, 85 und 90° C einer eingehenden Prüfung unterzogen. Die diesbezüglichen Taxations-ergebnisse sind in den Tabellen 5 und 6 aufgeführt.

Tabelle 5

**Anzahl KK-Butterproben in den verschiedenen Punktkategorien
(Frischbutter)**

Art der Butter	Pasteurisations-temperatur	Anzahl Proben	Prozentsatz der Butterproben mit nachstehender Punktzahl in Position 1 (Geruch, Geschmack, Aroma)				
			10 ^{3/4}	10 ^{1/2}	10 ^{1/4}	10	10
Süßrahmbutter	75° C	23		39,1%	34,8%	26,1%	0%
	85° C	15	13,3%	26,7%	60,0%		0%
	90° C	8	12,5%	87,5%			0%
Sauerrahmbutter	75° C	26	26,9%	46,2%	23,1%	3,8%	0%
	85° C	24	33,3%	33,3%	29,2%	4,2%	0%
	90° C	23	30,4%	43,5%	26,1%		0%

Tabelle 6

Mittlere, minimale und maximale Punktzahlen

Pasteurisations-temperatur ° C	Erzielte Punktzahlen in Pos. 1: Geschmack, Geruch, Aroma					
	Mittel		Minimum		Maximum	
	Süßrahmbutter	Sauerrahmbutter	Süßrahmbutter	Sauerrahmbutter	Süßrahmbutter	Sauerrahmbutter
75	10,28 (23)*	10,49 (26)	10,00	10,00	10,50	10,75
85	10,39 (14)	10,49 (24)	10,25	10,00	10,75	10,75
90	10,53 (8)	10,51 (23)	10,50	10,25	10,75	10,75

* () = Anzahl Proben.

Schlußfolgerungen:

1. Auch nach dem alten Verfahren (Nichtausschluß der Kupferinfektionen) ließ sich bei Pasteurisation des Rahmes auf 75, 85 und 90° C eine in frischem Zustande geschmacklich gute Käsereibutter herstellen.
2. Während sich bei Sauerrahmbutter die verschiedenen Pasteurisationstemperaturen 75, 85 und 90° C in Bezug auf den Geschmack der Frischbutter als gleichwertig erwiesen, erreichte die bezügliche Süßrahmbutter bei Pasteurisation des Rahmes auf 90° C bei der Beurteilung von Geschmack, Geruch und Aroma die höchste mittlere Punktzahl (Tabelle 6).

c) Häufigkeit und Ursachen der bei frischer pasteurisierter Käsereibutter festgestellten Geschmacksfehler

Sowohl bei den Parallel- wie auch bei den Periodenversuchen wurde streng darauf geachtet, die Art und Häufigkeit der bei frischer pasteurisierter Käsereibutter wahrnehmbaren Geschmacksfehler möglichst genau zu

erfassen. Die diesbezüglichen Feststellungen sind in den Tabellen 7 und 8 enthalten.

Tabelle 7

Geschmacksfehler frischer pasteurisierter Käseibutter
Parallelversuche SK / KK

	Art der festgestellten Geschmacksfehler	Häufigkeit der Fehler	
		Stahlkessi (SK)	Kupferkessi (KK)
I. Süßrahmbutter (6 Parallel- butterungen)	Sirtengeschmack	0	5
	metallisch	0	1
	Kochgeschmack	3	0*
	fade	3	2
II. Sauerrahmbutter (22 Parallel- butterungen)	Sirtengeschmack	0	13
	metallisch	0	2
	Kochgeschmack	9	4
	fade	7	3
	einseitig sauer	1	1
	leicht unrein	2	2

Tabelle 8

Geschmacksfehler frischer pasteurisierter Käseibutter
Periodenversuche (KK)

	Art der festgestellten Fehler	Häufigkeit der Fehler	
		Anzahl fehler- hafte Proben	in %
I. Süßrahmbutter (48 Proben)	Sirtengeschmack	38	79,2
	Kochgeschmack	12	25,0
	fader Geschmack	11	22,9
	unreiner Geschmack (unrein vorgereift, erstickt, scharf)	2	4,2
	II. Sauerrahmbutter (74 Proben)	Sirtengeschmack	20
Kochgeschmack	13	17,6	
fader Geschmack	12	16,2	
einseitig saurer Geschmack	4	5,4	
unreiner Geschmack (unrein, erstickt, vorgereift)	2	2,7	

Zum Vergleich sei aufgeführt, daß nach D. Stüssi (144) bei unpasteurisierter, nicht künstlich angesäuertem Käseibutter alter Art (Kupferkessi) mit nachstehenden Geschmacksfehlern zu rechnen ist:

Geschmacksfehler	Prozentsatz der Proben
Sirtengeschmack bis metallisch-schmrigeliger Geschmack	60%
unreiner Geschmack	40%
davon	
unrein - sauer, käsesauer, vorreif, überreif, erstickt	20%
ranzig	10%
dumpf - faulig	5%
herb - futterig	5%

Als bedeutungsvolles Ergebnis der Parallelversuche SK/KK ist festzuhalten, daß bei SK-Butter nie ein Sirtengeschmack festgestellt werden konnte, während bei der im Parallelversuch fabrizierten KK-Butter nur bei 21,4% der Proben kein Sirtengeschmack wahrnehmbar war. Bei letzterer ergab sich hinsichtlich Häufigkeit und Intensität des Sirtengeschmackes folgender Befund:

Intensität des Sirtengeschmackes	Anzahl () bzw. Prozentsatz der Butterproben
kein Sirtengeschmack	(6) 21,4%
Anklang	(4) 14,3%
leicht	(7) 25,0%
deutlich	(4) 14,3%
stark	(5) 17,9%
leicht metallisch	(2) 7,1%

Häufigkeit und Intensität des Sirtengeschmackes bei der im Periodenversuch fabrizierten KK-Butter sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Tabelle 9
Periodenversuche (KK-Butter)

Intensität des Sirtengeschmackes	Anzahl () bzw. Prozentsatz der Butterproben	
	Süßrahmbutter	Sauerrahmbutter
kein Sirtengeschmack	(10) 20,8%	(54) 73,0%
Anklang	(15) 31,3%	(10) 13,5%
leicht	(16) 33,3%	(8) 10,8%
deutlich	(6) 12,5%	(2) 2,7%
stark	(1) 2,1%	(0) 0%
	(48) 100,0%	(74) 100,0%

Schlußfolgerungen (Tabellen 7—9):

1. Sowohl bei unpasteurisierter wie auch bei pasteurisierter KK-Butter ist der Sirtengeschmack als häufigster Geschmacksfehler festzustellen.

2. Bei angesäuerter und nichtangesäuerter SK-Butter war nie ein Sirtengeschmack wahrnehmbar.
3. Gestützt darauf, daß bei SK-Butter aus Satten- und Molkenrahm nie ein Sirtengeschmack festgestellt werden konnte, während die dazu parallel fabrizierte KK-Butter in 78,6% der Fälle einen mehr oder weniger deutlichen Sirtengeschmack, vereinzelt sogar eine metallische Geschmackskomponente erkennen ließ, und gestützt auf die früheren Ergebnisse mit reinem Molkenrahm (Tabellen 1 und 2) ist der Sirtengeschmack eindeutig auf den Kontakt von Milch und Molke mit Kupfer zurückzuführen.
4. Bei pasteurisierter und zugleich angesäuerter KK-Butter war der Sirtengeschmack weniger häufig anzutreffen als bei pasteurisierter nichtangesäuerter, da er zum Teil durch die bei der Ansäuerung entstehenden Säuren und Aromastoffe überdeckt wird. Sofern bei Sauerrahmbutter ein Sirtengeschmack feststellbar war, handelte es sich fast ausschließlich um niedere Intensitätsstufen.
5. Bei pasteurisierter nichtangesäuerter KK-Butter ist die Gefahr für ein Hervortreten des Sirtengeschmackes größer als bei unpasteurisierter, da erstere im übrigen meistens geschmacklich reiner ist, während unpasteurisierte Butter infolge unbestimmter mikrobiologischer Umsetzungen vielfach schon in frischem Zustande einen unreinen Geschmack aufweist. (Tabelle 8 und Vergleichszahlen von D. Stüssi.)
6. Bei Gewinnung von geschmacklich reinem Rohrahm konnte durch dessen Pasteurisation vermieden werden, daß die daraus hergestellte Käseibutter schon in frischem Zustande deutlich erkennbare mikrobiologische Geschmacksfehler, wie z. B. unreinsauer, käsesauer, rächelig, ranzig und faulig aufwies, während diese Fehler bei unpasteurisierter Butter häufig anzutreffen sind. Wies der Rohrahm (z. B. Sattenrahm) in vereinzelt Fällen einen unreinen Geschmack auf (zu weit fortgeschrittener bzw. unreiner Reifegrad), so genügten Pasteurisation und Reinansäuerung des Rahmes nicht, um, abgesehen vom Sirtengeschmack, eine Butter mit reiner Geschmacksnuance zu erzeugen.

7. Pasteurisierte unangesäuerte Käsereibutter wies vielfach einen faden Geschmack auf, was hauptsächlich auf die besondere Art der Rahmbehandlung (kein natürliches Vorreifen bis zum Verbuttern) zurückzuführen sein dürfte. Bei Reinansäuerung des Rahmes zeigte pasteurisierte Käsereibutter zum Teil ebenfalls einen etwas faden (ungenügende Reifung, feines Korn, gründliches Waschen), zum Teil einen einseitig sauren Geschmack.
8. Als Folge der Erhitzung trat bei pasteurisierter Käsereibutter oft der Kochgeschmack auf.
9. Wenn bei unseren Untersuchungen bei SK-Butter Koch- und fader Geschmack häufiger feststellbar waren als bei KK-Butter, so ist dies darauf zurückzuführen, daß diese Geschmacksfehler bei KK-Butter vielfach durch den Sirtengeschmack überdeckt werden.

3. Unterlagen für eine Bekämpfung der geschmacklichen Butterfehler mit besonderer Berücksichtigung des Sirtengeschmackes

a) Sirtengeschmack

Obwohl wir nun mit Sicherheit wissen, daß der Sirtengeschmack der Käsereibutter auf den Kontakt von Milch und Molke mit Kupfer bzw. dessen Legierungen zurückzuführen ist und durch Ausschluß der Kupferinfektionen zum Verschwinden gebracht werden kann, ist oft festzustellen, daß selbst typische KK-Butter keinen erkennbaren Sirtengeschmack aufweist. Da in den schweizerischen Käsereien zur Zeit noch fast ausschließlich Käsekessel aus Kupfer verwendet werden, stellt sich die wichtige Frage, wie und wieweit das Auftreten bzw. die Entwicklung eines mehr oder weniger deutlichen Sirtengeschmackes bei KK-Butter unterdrückt werden kann. Unsere diesbezüglichen Feststellungen sind in den folgenden Abschnitten dieses Kapitels zusammengefaßt.

aa) Gewinnung und Mischungsverhältnis von Molken- und Sattenrahm.

1. Zur Bekämpfung des Sirtengeschmackes bei KK-Butter steht bekanntlich die Gewinnung eines möglichst konzentrierten Molkenrahmes im Vordergrund (122).

2. Andererseits stellten wir eindeutig fest, daß auch der Beimischung von Satten- zum Molkenrahm und dem Mischungsverhältnis dieser beiden Rahmarten eine gewisse Bedeutung zukommt. Während nämlich ausschließlich aus KK-Molkenrahm fabrizierte Butter einen starken Sirten- bis metallischen Geschmack aufweist, kann die Beimischung von Satten- zum KK-Molkenrahm dazu beitragen, die Intensität des Sirtengeschmackes zu vermindern. Geschmack und Konsistenz des Gesamtbutterungsrahmes (Mischung aus Satten- und Molkenrahm) sowie die Qualität der KK-Butter lassen sich dadurch verbessern, daß man den Sattenrahm dünner abschöpft als dies bisher allgemein üblich war, oder indem man dem Butterungsgut direkt kleinere Mengen Voll- oder Magermilch zusetzt. Es ist also anzustreben, daß pro 1000 kg zu Käse verarbeiteter Milch neben dem konzentriert gewonnenen Molkenrahm (ca. 1 %) mindestens ca. 25 kg Sattenrahm (nötigenfalls inkl. Milchezusatz) zur Verbutterung gelangen, so daß der Fettgehalt des Butterungsgutes (Mischung aus Satten- und Molkenrahm) ca. 35 % nicht übersteigt. Dadurch wird auch die Erzielung eines genügenden Pasteurisationseffektes und eines normalen Ausbutterungsgrades gefördert. Bei dieser Art der Rahmgewinnung ist dann bei gleichzeitiger, geeigneter Pasteurisation und Ansäuerung des Butterungsgutes in der Regel nicht mit einem Sirtengeschmack, bei Nichtansäuerung nur noch mit einer geringen Intensitätsstufe dieses Geschmacksfehlers zu rechnen.
3. Eingehende Untersuchungen bei verschiedenen pasteurisierter (75, 85 und 90° C), nichtangesäuerter und angesäuerter KK-Butter, die an aufeinanderfolgenden Tagen in verschiedenen Käsereien fabriziert wurde (Periodenversuche, Auswertung von 122 Butterungen), zeigten, daß bei einem Mischungsverhältnis von Satten- : Molkenrahm von ca. 2 : 1 durch noch dünneres Abschöpfen des Sattenrahmes bzw. weiteres Beimischen von Milch oder Magermilch zum Butterungsgut die Intensität des Sirtengeschmackes vielfach nicht mehr weiter zurückgedrängt werden kann. Bei diesen Periodenversuchen, bei denen der gewichtsprozentische Anteil

des Molkenrahmes am Gesamtbutterungsgut im Maximum 38, im Minimum 18 Gewichtsprozent betrug, war keine direkte Beziehung mehr erkennbar zwischen dem Auftreten bzw. der Intensität des Sirtengeschmackes bei der auf verschiedene Weise (süß, angesäuert, verschiedene Pasteurisationstemperaturen) hergestellten Käseireibutter und folgenden Versuchsfaktoren:

1. Anteil Molkenrahm (Gewichtsprozent) am Butterungsgut;
2. Anteil Molkenfett am Fettgehalt des Butterungsgutes;
3. Anteil Molkenplasma am Plasma des Butterungsgutes.

Es zeigte sich, daß auch bei sehr konzentrierter Gewinnung und relativ geringem gewichtsprozentischem Anteil des Sirtenrahmes (18—20%) am Gesamtbutterungsrahm die entsprechende Butter einen Sirtengeschmack aufweisen kann.

bb) Kupfergehalt und Sirtengeschmack. Nachdem wir die Ursache des Sirtengeschmackes kennen, liegt die Vermutung nahe, daß zwischen dessen Auftreten bzw. Intensität und dem Kupfergehalt der Butter gewisse Beziehungen bestehen.

Tabelle 10 gibt zunächst Aufschluß über den Kupfer- und Eisengehalt der in den Parallelversuchen aus Satten- und Molkenrahm fabrizierten SK- und KK-Butter.

Tabelle 10

Kupfer- und Eisengehalt von pasteurisierter SK- und KK-Butter aus Satten- und Molkenrahm								
Parallelversuche SK / KK								
Art der Butter	Zahl der untersuchten Proben	Kupfergehalt $\gamma\%$ *			Eisengehalt $\gamma\%$ *			
		Mit- tel	Mini- mum	Maxi- mum	Mit- tel	Mini- mum	Maxi- mum	
SK-Butter								
a) nicht angesäuert	7	8,6	3,9	14,5	28,1	17,9	62,6	
b) angesäuert	21	8,8	3,4	14,9	34,2	14,1	59,9	
KK-Butter								
a) nicht angesäuert	7	26,5	21,8	34,2	23,4	12,6	48,3	
b) angesäuert	21	44,8	13,8	99,0	23,4	12,2	39,8	

* $\gamma\%$ = Millionstel-Gramm pro 100 Gramm.

Tabelle 11 zeigt den Kupfer- und Eisengehalt von KK-Butterproben, die in verschiedenen Käsereien aus Satten- und Molkenrahm fabriziert wurden.

Tabelle 11

Mittlerer, minimaler und maximaler Kupfer- und Eisengehalt von KK-Butter aus verschiedenen Betrieben

Art der Butter	Zahl der untersuchten Proben	Kupfergehalt $\gamma\%$ *			Eisengehalt $\gamma\%$ *		
		Mittel	Mini-	Maxi-	Mittel	Mini-	Maxi-
Süßrahmbutter	13	29,4	21,1	46,3	31,6	15,8	55,6
Sauerrahmbutter	19	44,7	16,3	72,0	30,0	15,7	51,2

* $\gamma\%$ = Millionstel-Gramm pro 100 Gramm.

In Bezug auf den Kupfer- und Eisengehalt ergeben sich folgende zusätzliche

Ergebnisse und Schlußfolgerungen:

1. Bei den einzelnen Parallel-Butterungen war der Kupfergehalt der KK-Butter stets größer als derjenige der entsprechenden SK-Butter.
2. Der Kupfergehalt der SK-Butter schwankte von 3,4 bis 14,9 $\gamma\%$; er entsprach im Mittel mit 8,8 $\gamma\%$ annähernd jenem von Milchzentrifugen- bzw. Vorzugsbutter, bei der H ä n n i (48) einen solchen von 6—7 $\gamma\%$ feststellte.
3. Der Kupfergehalt der im Parallelversuch fabrizierten KK-Butter war größeren Schwankungen unterworfen und variierte von 13,8—99,0 $\gamma\%$.
4. Der Kupfergehalt der KK-Butter war bei Nichtansäuerung des Rahmes im Mittel ca. 3-mal, bei Ansäuerung des Rahmes im Mittel ca. 5-mal größer als der Kupfergehalt der im Parallelversuch fabrizierten SK-Butter.
5. Der mittlere Eisengehalt war bei SK-Butter nicht wesentlich höher als bei der im Parallelversuch hergestellten KK-Butter. In zahlreichen Fällen wiesen die im Parallelversuch fabrizierten SK- und KK-Butterproben annähernd einen gleich großen Eisengehalt auf.
6. Auch bei den in den Periodenversuchen in verschiedenen Käsereien fabrizierten KK-Butterproben war der Kupfergehalt bei Ansäuerung des Rahmes im Mittel größer als bei Nichtansäuerung. Der Kupfergehalt der in den einzelnen Betrieben fabrizierten KK-Butter wies ferner verhältnismäßig große Schwankungen auf.

7. Eingehende Untersuchungen zeigten, daß der Kupfergehalt von KK-Butter von zahlreichen Faktoren abhängig ist, die im Käseereibetrieb von Tag zu Tag einzeln variieren und deshalb nur durch exakte Parallelversuche erfaßbar sind. Bei den in verschiedenen Betrieben im Periodenversuch fabrizierten KK-Butterproben aus süßem und angesäuertem Rahm konnte daher keine direkte Beziehung gefunden werden zwischen dem Kupfergehalt der Butter und
- a) dem gewichtsprozentischen Anteil Molkenrahm am Butterungsgut;
 - b) dem gewichtsprozentischen Anteil Molkenfett am Fettgehalt des Butterungsgutes;
 - c) dem gewichtsprozentischen Anteil Molkenplasma am Plasma des Butterungsgutes.
8. Es ergab sich die unerwartete Feststellung, daß KK-Butter auch bei sehr konzentrierter Gewinnung des Molkenrahmes und relativ geringem Anteil desselben am Butterungsgut einen hohen Kupfergehalt aufweisen kann.

Es stellt sich nun die Frage, welche Beziehung besteht zwischen dem Kupfergehalt und dem Sirtengeschmack der Butter. Darüber geben die Tabellen 12 und 13 Aufschluß.

Tabelle 12

**Kupfergehalt und Sirtengeschmack der Butter
Parallelversuche SK/KK**

SK-Butter

(Alle Proben ohne Sirtengeschmack)

Anzahl Proben	Kupfergehalt in $\gamma\%$		
	Mittel	Minimum	Maximum
28	8,8	3,4	14,9

KK-Butter

Intensität des Sirtengeschmackes	Süßrahmbutter		Sauerrahmbutter	
	Zahl der untersuchten Proben	Kupfergehalt $\gamma\%$	Zahl der untersuchten Proben	Kupfergehalt $\gamma\%$
nicht erkennbar	0		6	14,5—76,0
Anklang	2	22,5—25,6	2	28,4—76,1
leicht	3	23,9—34,2	4	41,2—99,0
deutlich	0		4	13,8—62,7
stark	1	21,8	4	28,4—63,7
leicht schmirgelig-metallisch	1	32,9	1	52,5

Tabelle 13

Sirtengeschmack und Kupfergehalt

bei KK-Butter aus verschiedenen Betrieben (Periodenversuche)

Intensität des Sirten- geschmackes	Süßrahmbutter		Sauerrahmbutter	
	Zahl der untersuchten Proben	Kupfer- gehalt γ^0_0	Zahl der untersuchten Proben	Kupfer- gehalt γ^0_0
nicht erkennbar	4	25,1—32,2	15	16,3—72,0
Anklang	4	21,8—46,3	1	49,4
leicht	1	29,6	2	34,6—61,8
deutlich	1	45,2	1	42,9
stark	3	21,1—26,5	0	

Aus den Tabellen 12 und 13 ergibt sich folgende

Schlußfolgerung:

Obwohl der Sirtengeschmack auf den Kontakt von Milch und Molke mit Kupfer zurückzuführen ist, und nur bei KK- nicht dagegen bei SK-Butter feststellbar war, konnten wir bei der an verschiedenen Tagen fabrizierten nichtangesäuerten und angesäuerten KK-Butter keine Proportionalität zwischen deren Kupfergehalt und dem Auftreten bzw. der Intensität des Sirtengeschmackes finden. Dies ist darauf zurückzuführen, daß der Sirtengeschmack zwar durch Kupfer verursacht, jedoch in seinem Hervortreten (Intensität) auch noch durch andere Faktoren beeinflußt wird.

cc) Pasteurisationstemperatur und Sirtengeschmack. Wie wir bereits früher erwähnten, fördert die Dauerpasteurisation (65° C, 30 Min.) das Auftreten des Sirtengeschmackes. Ferner ist bei Kurzzeiterhitzung des Rahmes auf 75° C bei Süßrahmbutter (keine Überdeckung des Sirtengeschmackes) der Sirtengeschmack häufiger zu beobachten als bei Hochpasteurisation, was aus Tabelle 14 hervorgeht.

Tabelle 14

Pasteurisationstemperatur und Sirtengeschmack bei Süßrahmbutter
(Periodenversuche)

Zahl der fabrizierten Proben (Butterungen) davon ohne Sirtengeschmack	Pasteurisationstemperatur		
	75° C	85° C	90° C
	23	17	8
	4,3%	35,3%	37,5%

Ob der Rahm auf 85 oder 90° C erhitzt wird, scheint in Bezug auf das Auftreten und die Intensität des Sirtengeschmackes ohne bestimmten Einfluß zu sein.

dd) Ansäuerung und Sirtengeschmack. Wie aus Tabelle 15 hervorgeht, erwies sich die künstliche Ansäuerung des pasteurisierten Butterungsrahmes mit Säurewecker als wirksamste Maßnahme, um trotz vorhandenen Kupferinfektionen eine Butter ohne erkennbaren Sirtengeschmack zu erzeugen:

Tabelle 15

Prozentsatz der KK-Butterproben ohne Sirtengeschmack
(Periodenversuch)

Süßrahmbutter	20,8
Sauerrahmbutter	73,0

Die bei der Rahmsäuerung entstehenden Säuren und Aromastoffe können somit zu einer teilweisen oder vollständigen Überdeckung des Sirtengeschmackes führen, je nach Intensität der Ansäuerung und des vorhandenen Sirtengeschmackes. Es ist jedoch nicht möglich, allgemein anzugeben, bis zu welchem Säuregrad der Rahm minimal anzusäuern ist, damit ein eventuell vorhandener Sirtengeschmack überdeckt wird. Dies muß vielmehr für jeden einzelnen Betrieb abgeklärt werden. Meistens genügt eine Ansäuerung des Rahmes auf 20—25° SH bezogen auf das Rahmplasma. Wenn jedoch zahlreiche ungünstige Faktoren, welche das Auftreten des Sirtengeschmackes begünstigen, zusammentreffen (verschiedene Arten der Kupferinfektionen im Betrieb, etc.), kann auch stark angesäuerte Butter einen deutlichen Sirtengeschmack aufweisen.

b) Kochgeschmack

In Bezug auf diesen Geschmacksfehler unterscheidet man ebenfalls verschiedene Intensitätsstufen. In den folgenden Tabellen soll deren Auftreten näher untersucht werden.

Tabelle 16

Kochgeschmack bei pasteurisierter Käseireibutter Parallelversuche SK / KK

	Pasteurisationstemperatur		
	65° C (30 Min.)	75° C	90° C
Zahl der Proben (Butterungen)	14	20	22
davon			
ohne Kochgeschmack	100%	80%	45,5%
mit Kochgeschmack			
leicht	0%	20%	45,4%
deutlich	0%	0%	9,1%

Tabelle 17

Kochgeschmack bei pasteurisierter Käseireibutter Periodenversuche KK

	Pasteurisationstemperatur		
	75° C	85° C	90° C
I. Süßrahmbutter			
Zahl der Proben	23	17	8
davon			
mit Kochgeschmack	4,3%	47,0%	37,5%
II. Sauerrahmbutter			
Zahl der Proben	26	24	24
davon			
mit Kochgeschmack	3,8%	20,8%	29,2%

Schlußfolgerungen:

1. Mit steigender Pasteurisationstemperatur nahm die Häufigkeit, daß der pasteurisierte Rahm bzw. die daraus fabrizierte Butter einen Kochgeschmack aufwies, zu. So war bei Butter aus dauerpasteurisiertem Rahm nie ein Kochgeschmack wahrnehmbar, wohl dagegen bei Erhitzung des Rahmes auf 75, 85 und 90° C.
2. Der Kochgeschmack war sowohl bei Butter aus süßem wie auch aus reingesäuertem Rahm festzustellen.
3. Beim dampfbeheizten Mehrzweckerhitzer war es jedoch bei sorgfältiger Wärmezufuhr und Verwendung

von einwandfreiem Rohrahm möglich, diesen bis auf 90° C zu erhitzen, ohne daß die Butter einen erkennbaren Kochgeschmack aufwies.

4. Zur Mikrobiologie frischer pasteurisierter Käseireibutter

a) Allgemeines

Durch Fuchs (36) wurde gezeigt, daß bei der bisher üblichen Käseireibutterfabrikation im allgemeinen sehr große, unerwünschte mikrobiologische Infektionen erfolgen. Wir versuchten nun die Frage abzuklären, wie weit es in den schweizerischen Käseereien bei einwandfreier Reinigung und Desinfektion aller mit dem pasteurisierten Rahm und der Butter in Berührung kommenden Flächen (Butterfertiger, etc.) und der Vermeidung weiterer Nachinfektionen nach der Pasteurisation möglich ist, eine keimarme Tafelbutter zu erzeugen. Die diesbezüglichen Ergebnisse sind in den Tabellen 18—25 zusammengestellt.

Da in der Literatur Angaben über den Keimgehalt sorgfältig fabrizierter pasteurisierter Käseireibutter fehlen, führen wir zur leichtern Beurteilung der hygienischen Beschaffenheit derselben vorerst einige Zahlen über den Keimgehalt pasteurisierter Milchzentrifugenbutter an.

Nach Ritter und Nußbaumer (118) sowie Stüssi (143) und nach unseren Untersuchungen werden bei schweizerischer Vorzugsbutter in den besten Fällen folgende Keimzahlen festgestellt:

Art der Keime	Keimgehalt pro g Frischbutter
Schimmelpilze	unter 10
Hefen	unter 10
Coli-Aerogenes-Bakterien	unter 10
Diverse Bakterien (ohne echte Milchsäurebakterien)	
wie Mikrokokken, Fluoreszenten, Achromobacter-Arten, etc.	unter 1000 bis einige 1000

Der durchschnittliche Fremdkeimgehalt liegt jedoch höher (141).

Stüssi (142) stellte unter seinen Vorschlägen zur Standardisierung von Vorzugsbutter die Forderung auf,

daß deren Fremdkeimgehalt pro g unter 50 000 liegen sollte.

Nyiredy und Szvoboda (23) stellten fest, daß bei zufriedenstellender Betriebsführung Molkereibutter aus pasteurisiertem Rahm eine Stunde nach der Herstellung in 1 g weder Coli-Bakterien noch Schimmelpilze noch Hefen enthält, die Zahl der kaseolytischen Keime 1000 und der gesamte Fremdkeimgehalt 10 000 nicht übersteigen. Nach Untersuchungen von Macy und M. (77) bewirkt die Pasteurisation des Rahmes eine völlige Abtötung der Schimmelpilze und zum allergrößten Teil auch eine Vernichtung der Hefen (99—100%), so daß man einen Gehalt der Butter an Hefen und Schimmelpilzen stets als Nachinfektion bewerten darf. Macy (77) teilt die Butter nach ihrem Schimmel- und Hefengehalt in 4 Gruppen ein:

- a) 10 oder weniger,
- b) 11— 50,
- c) 51—100,
- d) 101 Keime und mehr pro g.

Gruppe a) weist auf ungewöhnlich gute, Gruppe d) auf fragwürdige Fabrikation hin.

b) Gehalt frischer pasteurisierter Käse-
reibutter an verschiedenen Keimgrup-
pen bei möglichster Ausschaltung von
Nachinfektionen

Die folgenden Tabellen 18—25 zeigen den Gehalt frischer pasteurisierter Käsereibutter (SK- und KK-Butter) an verschiedenen Keimgruppen. Die Keimzahlen beziehen sich auf Butterproben, die, abgesehen von der Reinsäuerung bei Sauerrahmbutter (Säurewecker), unter möglichster Ausschaltung von mikrobiologischen Infektionen nach der Pasteurisation fabriziert wurden. (Einwandfreie Reinigung und Desinfektion¹⁾ aller mit dem

¹⁾ Zur Reinigung und Desinfektion wurde eine 0,5%ige Lösung von «P₃-flüssig» verwendet. Letzteres wies folgende Zusammensetzung auf:

56,0%	Wasserglas (Dichte 1,33—1,35)
18,8%	Natronlauge (Dichte 1,37)
20,5%	Bleichlauge (15% aktives Chlor)
4,7%	dest. Wasser

pasteurisierten Butterungsgut, dem Butterwaschwasser²⁾ und der Butter in Berührung kommenden Geräte, etc.)

Tabelle 18

Fremdkeime* pro ccm Butter

	Süßrahmbutter		Sauerrahmbutter	
	SK**	KK**	SK	KK
Gesamtzahl der Proben	6	6	20	20
davon mit folgendem Fremdkeimgehalt				
unter 1 000	0	0	12	10
1 000—10 000	5	6	7	10
10 000—50 000	1	0	1	0
über 50 000	0	0	0	0
Gehalt an Fremdkeimen:				
Durchschnitt	5 842	3 768	2 412	1 338
Minimum	1 910	1 940	70	10
Maximum	12 500	6 900	18 500	5 800

* Bei Süßrahmbutter sind sämtliche darin enthaltenen Mikroorganismen als Fremdkeime zu beurteilen, bei Sauerrahmbutter dagegen nicht die obligaten Säureweckerorganismen.

** SK- und KK-Butter wurden jeweils im Parallelversuch aus der üblichen Mischung von Satten- und SK- bzw. KK-Molkenrahm fabriziert.

Tabelle 19

Säurebildende Bakterien
(fast ausschließlich Milchsäurebakterien)
pro ccm Butter

	Süßrahmbutter		Sauerrahmbutter	
	SK	KK	SK	KK
Gesamtzahl der Proben	6	6	20	20
davon mit folgendem Gehalt an Säurebildnern				
unter 1 000	5	5	0	1
1 000—10 000	1	1	2	2
10 000—100 000	0	0	5	5
100 000—1 Mill.	0	0	9	9
über 1 Mill.	0	0	4	3
Gehalt an Säurebildnern:				
Durchschnitt	530	526	726 030	403 489
Minimum	30	100	1 310	830
Maximum	1 400	1 700	3 900 000	1 710 000

²⁾ Zum Waschen der Butter wurde nur Wasser verwendet, das den hygienischen Anforderungen des Schweiz. Lebensmittelbuches (IV. Auflage, 1937) entsprach.

Tabelle 20
Nichtsäure- und Alkalibildner
pro ccm Butter

	Süßrahmbutter		Sauerrahmbutter	
	SK	KK	SK	KK
Gesamtzahl der Proben	6	6	20	20
davon mit folgendem Gehalt an Nichtsäure- und Alkalibildnern				
unter 1 000	3	3	19	20
1 000—10 000	3	3	1	0
über 10 000	0	0	0	0
Gehalt an Nichtsäure- und Alkalibildnern:				
Durchschnitt	4 100	1 418	216	70
Minimum	100	10	< 10	< 10
Maximum	12 500	3 400	2 800	600

< = weniger als.

Tabelle 21
Kaseolytische Bakterien
pro ccm Butter

	Süßrahmbutter		Sauerrahmbutter	
	SK	KK	SK	KK
Gesamtzahl der Proben	6	6	20	20
davon mit folgendem Gehalt an kaseolytischen Bakterien				
unter 1 000	6	6	20	20
1 000—10 000	0	0	0	0
über 10 000	0	0	0	0
Gehalt an kaseolytischen Bakterien:				
Durchschnitt	374	292	135	54
Minimum	170	100	< 10	< 10
Maximum	700	400	900	320

Tabelle 22

Hydrolytische Fettzer-setzer
pro ccm Butter

	Süßrahmbutter		Sauerrahmbutter	
	SK	KK	SK	KK
Gesamtzahl der Proben	6	6	20	20
davon mit folgendem Gehalt an hydrolytischen Fettzer-setzern				
unter 1 000	3	3	19	20
1 000— 10 000	3	3	1	0
10 000—100 000	0	0	0	0
über 100 000	0	0	0	0
Gehalt an hydrolytischen Fettzer-setzern:				
Durchschnitt	1 978	894	426	380
Minimum	<10	<10	<10	<10
Maximum	8 100	2 460	6 300	240

Tabelle 23

Collbakterien
pro ccm Butter

	Süßrahmbutter		Sauerrahmbutter	
	SK	KK	SK	KK
Gesamtzahl der Proben	6	6	20	20
davon mit folgenden Collititern				
unter 1/1	4	5	19	20
1/1	1	0	0	0
1/10	0	1	1	0
1/100	1	0	0	0
über 1/100	0	0	0	0

Tabelle 24

Hefen
pro ccm Butter

	Süßrahmbutter		Sauerrahmbutter	
	SK	KK	SK	KK
Gesamtzahl der Proben	6	6	20	20
davon mit folgendem Gehalt an Hefen				
unter 10	5	5	17	15
10— 100	1	1	2	4
100—1 000	0	0	1	1
über 1 000	0	0	0	0
Gehalt an Hefen:				
Minimum	<10	<10	<10	<10
Maximum	20	10	140	240

Tabelle 25

	Schimmel pro ccm Butter			
	Süßrahmbutter		Sauerrahmbutter	
	SK	KK	SK	KK
Gesamtzahl der Proben	6	6	20	20
davon mit folgendem Gehalt an Schimmel				
unter 10	5	4	18	19
10—100	1	2	2	1
über 100	0	0	0	0
Gehalt an Schimmel:				
Minimum	< 10	< 10	< 10	< 10
Maximum	10	10	10	10

Schlußfolgerungen:

1. Wie aus den Tabellen 18—25 hervorgeht, war es bei einwandfreier Reinigung und Desinfektion aller mit dem pasteurisierten Rahm, dem Butterwaschwasser und der Butter in Berührung kommenden Flächen möglich, und zwar auch im Käsereibetrieb, bei sämtlichen angewendeten Pasteurisationsverfahren (Dauerpasteurisation, Kurzzeiterhitzung auf 75° C und Hochpasteurisation auf 90° C) nichtangesäuerte und angesäuerte pasteurisierte Käsereibutter (SK- und KK-Butter) mit so tiefem Fremdkeimgehalt herzustellen, wie er für beste, hygienisch einwandfreie Tafelbutter gefordert wird.
2. Die minimalen Fremdkeimzahlen zeigen eindeutig, daß es im Käsereibetrieb bei Ansäuerung des pasteurisierten Rahmes leichter ist, eine sehr fremdkeimarme Butter herzustellen als bei Nichtansäuerung. Dies ist, wie hier nicht aufgeführte Untersuchungen zeigten, darauf zurückzuführen, daß sich im nicht angesäuerten Rahm die Mikroorganismen, welche die Pasteurisation überleben, im allgemeinen bis zur Verbutterung ungehemmter vermehren können als im angesäuerten, sofern die Keimvermehrung nicht durch Abkühlung des Rahmes auf genügend tiefe Temperaturen weitgehend unterbunden wird.
3. In Bezug auf den Fremdkeimgehalt von SK- und KK-Butter konnten keine wesentlichen Unterschiede festgestellt werden.

4. Bei Süßrahmbutter war der prozentuale Anteil der Säurebildner am Gesamtkeimgehalt der Butter sehr gering. Er schwankte durchschnittlich von 9,1 (SK-Butter) bis 14,0% (KK-Butter).
5. Bei Sauerrahmbutter war der Gehalt an Säurebildnern, wobei es sich fast ausschließlich um Milchsäurebakterien (Säureweckerorganismen) handelte, sehr großen Schwankungen unterworfen. Dies ist wahrscheinlich zur Hauptsache darauf zurückzuführen, daß die Milchsäurebakterien bei einer gewissen Milchsäurekonzentration durch ihre eigenen Stoffwechselprodukte abgetötet werden.
6. Bei nichtangesäuerter Käseireibutter traten anstelle der fehlenden Milchsäurebakterien die Nichtsäure- und Alkalibildner mehr in den Vordergrund, so daß bei Süßrahmbutter der Gehalt an nichtsäurebildenden und alkalisierenden Mikroorganismen wesentlich größer war als bei Sauerrahmbutter. Der durchschnittliche prozentuale Anteil der nichtsäurebildenden und alkalisierenden Bakterien am Gesamtfremdkeimgehalt der Butter betrug:

Süßrahmbutter		Sauerrahmbutter	
SK	KK	SK	KK
70,2%	37,6%	9,0%	5,2%

7. Die Zahl der kaseolytischen Bakterien war in beiden Buttersorten (süß und angesäuert) außerordentlich gering, und zwar waren diesbezüglich zwischen Süß- und Sauerrahmbutter keine in Betracht zu ziehenden Unterschiede festzustellen. Der durchschnittliche Anteil der kaseolytischen Bakterien am Gesamtfremdkeimgehalt der Butter erreichte folgende Prozentsätze:

Süßrahmbutter		Sauerrahmbutter	
SK	KK	SK	KK
6,4%	7,7%	5,6%	4,0%

8. Das über die kaseolytischen Bakterien Gesagte trifft auch weitgehend für die hydrolytischen Fettzersetzer zu, wobei jedoch schon in der frischen Süßrahmbutter eher größere Mengen an diesen Mikroorganismen zu finden sind als in Sauerrahmbutter. Immerhin liegen bei beiden Butterarten die maximalen Gehalts-

zahlen so tief, daß bei weitgehender Verhinderung der nachträglichen Vermehrung dieser Keime eine hydrolytische Fettspaltung (Ranzidität) nicht eintreten sollte.

9. Weitaus die größte Anzahl der Proben war praktisch frei von Bakterien der Coli-Gruppe (Colititer unter 1). Andererseits zeigt Tabelle 23, daß es auch bei sehr sorgfältiger Butterfabrikation und niederem Gesamtkeimgehalt der Butterproben vereinzelt vorkommen kann, daß der Colititer etwas höher liegt, als dies allgemein gewünscht wird (über 1/1). Es ist jedoch zu bemerken, daß bei pasteurisierter Butter einem positiven Colititer nicht von vorneherein dieselbe hygienische Bedeutung beigemessen werden darf wie z. B. bei Trinkwasser; er ist bei Butter nicht ein sicheres Anzeichen für eine direkte fäkale Verunreinigung.
10. Bei beiden Butterarten (süß und angesäuert) war der Gehalt an Hefen und Schimmelpilzen sehr gering und in sämtlichen Fällen innerhalb der Grenzwerte, welche für eine auch in mikrobiologischer Hinsicht sehr reinliche Betriebsführung kennzeichnend sind.

c) Fremdkeimgehalt von pasteurisierter Käsereibutter aus verschiedenen Kontrollbetrieben

In den folgenden Tabellen sind Zahlen über den Fremdkeimgehalt von pasteurisierter Käsereibutter aufgeführt, die in verschiedenen Kontrollbetrieben durch verschiedene, erstklassige Butterfabrikanten fabriziert wurde.

Tabelle 26

Anzahl Butterproben in den verschiedenen Keimkategorien

Art der Butter	Zahl der untersuchten Proben	Fremdkeime		
		pro ccm Butter auf Kaseinagar		
		unter 10 000	unter 50 000	unter 100 000
Süßrahmbutter	60	21,1%	43,9%	56,1%
Sauerrahmbutter	80	66,3%	86,3%	92,5%

Tabelle 27
Minimaler und maximaler Keimgehalt

Betrieb	Fremdkeime pro ccm Butter auf Kaseinagar			
	Süßrahmbutter (60 Proben)		Sauerrahmbutter (80 Proben)	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
I	24 700	2 350 000	—	—
II	5 700	1 010 000	1 000	1 380 000
III	1 500	3 900	—	—
IV	3 200	12 300 000	900	171 000
V	2 300	29 000	900	24 000
VI	62 000	23 400 000	2 600	390 000
VII	3 200	1 960 000	2 900	29 000

Schlußfolgerungen:

1. Es zeigt sich, daß in den rein praktischen Betrieben die Streuungen in Bezug auf den Fremdkeimgehalt der Butter größer werden. Immerhin ist zu bemerken, daß diese Erhebungen während der Zeit der Einführung der Pasteurisation in den betreffenden Betrieben gemacht wurden und daß es in allen gelang, Butter mit tiefem Fremdkeimgehalt herzustellen. Ferner ist zu erwähnen, daß alle diese Fabrikanten, nachdem sie während mehreren Monaten unter unserer Kontrolle standen, mit sehr großer Regelmäßigkeit Butter mit einem Fremdkeimgehalt von unter 100 000 pro g fabrizierten.
2. Es bestätigt sich auch hier, daß es im Käsereibetrieb allgemein leichter ist, fremdkeimarme Sauerrahmbutter herzustellen als keimarme Süßrahmbutter. Die Herstellung der letzteren war nur in jenen Betrieben möglich, in denen der pasteurisierte Rahm in genügend kurzer Zeit auf unter +10° C abgekühlt und spätestens 2 Tage nach der Pasteurisation verbuttert werden konnte (Verhinderung der Keimvermehrung).

5. Die Haltbarkeit pasteurisierter Käsereibutter

a) Begriff der Haltbarkeit

Unter der Haltbarkeit der Butter versteht man im allgemeinen die Erhaltung einer bestimmten Qualität während der Lagerung. Nach schweizerischen Bestim-

mungen wird Käsereibutter in geschmacklicher und geruchlicher Hinsicht solange als Tafelbutter anerkannt, als sie bei der Beurteilung (Bewertungsschema des ZVSM und des SMKV) in Position 1 (Geruch, Geschmack, Aroma) mindestens $9\frac{3}{4}$ Punkte erzielt. Unter der Haltbarkeit verstehen wir demnach die Anzahl Monate, Wochen oder Tage, nach denen die bei bestimmter Temperatur gelagerte Butter bei der Beurteilung durch eine neutrale Taxationskommission diese Anforderungen noch erfüllte.

b) Haltbarkeit bei Tiefkühlagerung
(-20° C)

aa) Parallelversuche SK/KK. Von 6 Parallelversuchen mit Süß- (12 Butterungen) und 20 mit Sauerrahm (40 Butterungen) wurden je Butterung 6 Proben (à ca. 1 kg) bei -20° C eingelagert. Nach 1-, 2-, 3-, 4-, 5- und 6-monatiger Aufbewahrung ließ man jeweils von jeder Butterung einen Butterstock auftauen und durch die neutrale Taxationskommission beurteilen. Dabei ergab sich für folgenden Prozentsatz der Butterproben eine Haltbarkeit von 6 Monaten:

Süßrahmbutter

SK	100% (36 Proben)
KK	83% (30 Proben)

Sauerrahmbutter

SK	75% (90 Proben)
KK	25% (30 Proben)

Soweit die pasteurisierte Süßrahmbutter eine Haltbarkeit von 6 Monaten erreichte, erzielte sie bei der Taxation die in Tabelle 28 enthaltenen Punktzahlen.

Tabelle 28
Geschmackliche Beurteilung von SK- und KK-Süßrahmbutter
nach 6-monatiger Lagerung

Art der Pasteurisation	Anzahl Parallelversuche (zu je 2 Butterungen)	Zahl der Butterungen mit 6-monatiger Haltbarkeit der Butter		Mittlere Punktzahl (Pos. 1) der Proben mit 6-monatiger Haltbarkeit im Alter von 6 Monaten	
		SK	KK	SK	KK
dauerpasteurisiert (65° C, 30 Min.)	2	2	1*	10,25	9,75
kurzzeiterhitzt (75° C)	2	2	2	10,50	9,75
hochpasteurisiert (90° C)	2	2	2	10,50	10,25

* Probe einer Butterung bereits in frischem Zustande schmirgelig-metallisch.

Die Haltbarkeit der im Parallelversuch fabrizierten SK- und KK-Butterproben aus angesäuertem Rahm ist in Tabelle 29 aufgeführt.

Tabelle 29
Haltbarkeit von SK- und KK-Sauerrahmbutter

Art der Pasteurisation	Zahl der Parallelversuche	Nr. des Versuches	Haltbarkeit der Butter in Monaten (Ursache der Deklassierung)	
			SK	KK
dauerpasteurisiert (65° C, 30 Min.)	5	9	6	6
		10	6	<1 (f)
		11	1 (f)	<1 (sm, später f)
		12	1 (sm, später f)	<1 (f)
		13	1 (unrein, später f)	<1 (f)
kurzzeiterhitzt (75° C)	8	14	6	6
		15	6	6
		16	6	5 (f)
		17	6	1 (sm, später f)
		18	3 (sm)	<1 (f)
		19	6	<1 (sm)
		20	6	1 (sm, später f)
		21	5 (f)	<1 (oe-tr)
		22	6	6
hochpasteurisiert (90° C)	7	23	6	6
		24	6	1 (f)
		25	6	1 (f)
		26	6	1 (f)
		27	6	1 (f)
		28	6	<1 (f)

Legende: sm = schmirgelig-metallisch
oe-tr = ölig-tranig

f = fischig
< = weniger als

In Tabelle 30 sind die Taxationsergebnisse (mittlere Punktzahlen in Position 1) derjenigen SK- und KK-Butterproben aus angesäuertem Rahm zusammengestellt, die eine Haltbarkeit von 6 Monaten erreichten.

Tabelle 30

Geschmackliche Beurteilung von SK- und KK-Sauerrahmbutter nach 6-monatiger Lagerung

Art der Pasteurisation	Anzahl Parallelversuche (zu je 2 Butterungen)	Zahl der Butterungen mit 6-monatiger Haltbarkeit der Butter		Mittlere Punktzahl (Position 1) der Proben mit 6-monatiger Haltbarkeit im Alter von 6 Monaten	
		SK	KK	SK	KK
dauerpasteurisiert (65° C, 90 Min.)	5	2	1	10,12	9,75
kurzzeiterhitzt (75° C)	8	6	2	10,16	9,75
hochpasteurisiert (90° C)	7	7	2	10,36	10,00

Schlußfolgerungen:

1. Hinsichtlich der Süßrahmbutter waren die KK-Proben einer Butterung aus pasteurisiertem Rahm ungenügend haltbar, indem sie schon in frischem Zustand einen schmirgelig-metallischen Geschmack aufwiesen. Im übrigen zeigte sowohl die SK- wie auch die KK-Butter aus pasteurisiertem Süßrahm bei Tiefkühlagerung (—20° C) durchwegs eine Haltbarkeit von 6 Monaten, wobei jedoch die SK-Butter nach dieser Lagerungszeit geschmacklich stets als besser beurteilt wurde als die im Parallelversuch fabrizierte KK-Butter.
2. In Bezug auf diese gute Haltbarkeit von Süßrahmbutter ist zu beachten, daß sämtliche pasteurisierten SK- und KK-Butterproben bei der Einlagerung arm an Fremdkeimen waren (Tabellen 18—25) und ferner eine feine Wasserverteilung zeigten.
3. Bei Ansäuerung des Rahmes war die Haltbarkeit der meisten KK-Butterproben bedeutend kürzer als diejenige der im Parallelversuch fabrizierten SK-Proben (Tabelle 29).

4. Soweit KK-Butter eine 6-monatige Haltbarkeit aufwies, erzielte sie nach dieser Lagerungszeit in Position 1 (Geruch, Geschmack, Aroma) stets eine geringere Punktzahl als die im Parallelversuch hergestellte und unter gleichen Bedingungen gelagerte SK-Butter (Tabelle 30).
5. Von den angewandten Pasteurisationstemperaturen (65, 75, 90° C) erwies sich die Hochpasteurisation des Rahmes auf 90° C als am sichersten, um bei Ansäuerung des Rahmes eine lange Haltbarkeit von SK-Butter zu erreichen.
6. Bei SK- und KK-Butter aus angesäuertem Rahm führten stets Geschmacksfehler zur Deklassierung, die man heute vielfach als Stufen der Fettoxydation betrachtet: schmirgelig-metallisch, zum Teil als Vorstufe von fischig, unrein als Vorstufe von fischig, ölig-tranig und fischig.

bb) **Periodenversuche (KK).** Die Ergebnisse dieser Versuche beziehen sich auf die unter unserer Überwachung in verschiedenen Käsereien aus Satten- und Molkenrahm fabrizierte KK-Butter. Wie bei den Parallel-, so wurden auch bei diesen Versuchen von jeder Butterung 6 Butterstöcke bei -20° C gelagert und auf ihre Haltbarkeit geprüft.

Tabelle 31 zeigt die Haltbarkeit der in den Periodenversuchen fabrizierten Süßrahmbutter.

Tabelle 31

Art der Pasteurisation	Gesamtzahl der Butterungen	Haltbarkeit von KK-Süßrahmbutter**						
		Haltbarkeit der Butter (Monate*) (Anzahl Butterungen)						
		<1*	1*	2*	3*	4*	5*	6* u. mehr
75° C	23		3		1	1	1	17
85° C	14						1	13
90° C	8				1			7

** Es wurden nur diejenigen Versuche ausgewertet, bei denen der rohe Sattenrahm keine mittelst der Sinnenprobe wahrnehmbaren Geschmacksfehler aufwies.

Die Geschmacksfehler, die während der 6-monatigen Lagerung zu Deklassierungen von Süßrahmbutter führten,

waren folgende: unrein sauer (bei 3 Butterungen), käse-sauer (bei 3 Butterungen), bitter (bei 2 Butterungen), scharf (bei einer Butterung), leicht rächelig (bei einer Butterung), schmirgelig-metallisch (bei einer Butterung).

Die Sauerrahmbutter wurde bewußt aus verschiedenen intensiv angesäuertem Rahm fabriziert. In Tabelle 32 wird ihre Haltbarkeit mit der Art der Rahmpasteurisation und dem Säuregrad des Rahmplasmas in Beziehung gebracht.

Tabelle 32

Haltbarkeit von KK-Sauerrahmbutter									
Säuregrad des Rahmplasmas ° SH	Art der Pasteuri- sation ° C	Gesamtzahl der Butterungen	Haltbarkeit der Butter (Monate*) (Anzahl Butterungen)						
			< 1*	1*	2*	3*	4*	5*	6*
unter 15,0	75	3				1			2
	85	2						1	1
	90	2			1				1
15,1 — 18,0	75	7		3	1	2			1
	85	3					1		2
	90	3					1		2
18,1 — 21,0	75	2				1			1
	85	2						1	1
	90	4			1	2			1
21,1 — 24,0	75	5	3		2				
	85	2		1					1
	90	3		1				1	1
über 24,0	75	9	2	5	2				
	85	15	2	3	2	2	1		5
	90	12	2	2	2	2	1		3
Summa		74	9	15	12	9	4	5	20

Die Art und Häufigkeit der Geschmacksfehler, die bei KK-Butter aus angesäuertem Rahm während der 6-monatigen Lagerung zu Deklassierungen führten, zeigt Tabelle 33.

Tabelle 33

**Geschmacksfehler als Ursache der Deklassierung von angesäuerter
KK-Butter während 1- bis 6-monatiger Lagerung (-20° C)**

Art des Geschmacksfehlers	Ursache der Deklassierung in Prozent	
	aller Butterungen	der deklas- sierten Proben
unrein		
nicht näher definierbar	2,7	3,7
unrein-bitter	4,1	5,5
unrein-scharf	2,7	3,7
unrein verbunden mit gleichzeitigem Auftreten von stark. Sirtengeschmack	2,7	3,7
unrein als Vorstufe von schmirgelig- metallisch	2,7	3,7
unrein als Vorstufe von fischig	10,8	14,8
schmirgelig-metallisch	1,3	1,8
schmirgelig-metallisch als Vorstufe von fischig	6,7	9,3
fischig	39,2	53,7

Schlußfolgerungen:

1. Die in den verschiedenen Betrieben fabrizierte KK-Butter aus pasteurisiertem, nichtangesäuertem Rahm, der in rohem Zustande, abgesehen vom Sirtengeschmack, keine Geschmacksfehler aufwies, zeigte bei Tiefkühlagerung (-20° C) zum größten Teil eine Haltbarkeit von 6 und mehr Monaten, und zwar sowohl bei Erhitzung des Rahmes auf $75, 85$ und 90° C.
2. Im Gegensatz dazu war die Haltbarkeit pasteurisierter angesäuerter KK-Butter bei Tiefkühlagerung durchschnittlich bedeutend weniger lang, was folgende Zusammenstellung zu erkennen gibt:

Art der Butter	Gesamtzahl der Butterungen	Zahl der Proben mit mindestens 6-monatiger Haltbarkeit
süß	45	82,2%
angesäuert	74	27,2%

3. Dabei zeigte es sich, daß bei angesäuerter KK-Butter mit zunehmender Intensität der Ansäuerung die Gefahr für das geschmackliche Verderben der Butter größer wird.

4. Die ungenügende Haltbarkeit pasteurisierter KK-Butter wurde verursacht:

- a) bei Süßrahmbutter fast ausschließlich durch das Auftreten sog. mikrobiologischer Fehler, obwohl wir feststellten, daß die Keimzahl während der Tiefkühlagerung dauernd abnahm;
- β) bei Sauerrahmbutter hauptsächlich durch das Auftreten sog. chemischer Fehler (schmirgelig-metallisch, fischig).
- c) Häufigkeit verschiedener Geschmacksfehler nach 6-monatiger Tiefkühlagerung

aa) Parallelversuche SK/KK. Während der 6-monatigen Tiefkühlagerung traten bei SK- und KK-Butter verschiedene Geschmacksfehler auf, die gemäß dem offiziellen Bewertungsschema noch nicht zu einer Deklassierung der Tafel- zu Kochbutter führten, die jedoch ebenfalls unerwünscht waren. In den folgenden Tabellen 34 und 35 sind deshalb Art und Häufigkeit sämtlicher Geschmacksfehler aufgeführt, deren Auftreten während 6-monatiger Tiefkühlagerung bei pasteurisierter SK- und KK-Butter durch eine neutrale Taxationskommission festgestellt wurde. Sofern bei einer Probe mehrere Geschmacksfehler in Erscheinung traten, wurde jeder Fehler für sich berücksichtigt.

Tabelle 34

Geschmacksfehler bei nichtangesäuerter SK- und KK-Butter

	SK-Butter	KK-Butter
Gesamtzahl der Butterungen	6	6
davon zeigten nach 6-monatiger Tiefkühlagerung folgende Geschmacksfehler:		
1. keine neu aufgetretenen	5	2
2. ganz leichter Altgeschmack	1	2
3. Verstärkung des Sirtengeschmackes		1
4. schmirgelig-metallisch		1

Tabelle 35

Geschmacksfehler bei angesäuerter SK- und KK-Butter

	SK-Butter			KK-Butter		
	65° C	75° C	90° C	65° C	75° C	90° C
Pasteurisationstemperatur						
Gesamtzahl der Butterungen	5	8	7	5	8	7
davon zeigten nach 6-monatiger Tiefkühlagerung folgende Geschmacksfehler:						
1. keine neu aufgetretenen	2	5	7	1	0	0
2. Altgeschmack						
leicht unrein		1				1
leicht bitter					1	
3. Verstärkung des Sirtengeschmackes					1	2
4. schmirgelig-metallisch		1			1	
5. ölig-tranig					1	1
6. fischig	3	1		4	4	4

Schlußfolgerungen:

1. Es ergibt sich die interessante Feststellung, daß auch angesäuerte SK-Butter aus dauerpasteurisiertem sowie aus Rahm, der auf 75° C erhitzt worden war, trotz relativ geringem Kupfergehalt (Tabelle 11) während der Lagerung zum Teil fischig wurde, nicht dagegen bei Hochpasteurisation (90° C) des Butterungsgutes.
2. Bei KK-Butter aus angesäuertem Rahm trat der Geschmacksfehler fischig bei sämtlichen geprüften Pasteurisationsarten (Dauerpasteurisation, Erhitzung auf 75 und 90° C) in Erscheinung.
3. Bei den nach verschiedenen Pasteurisationsverfahren fabrizierten Süßrahmbutterproben (SK- und KK-Butter) war dagegen nach 6-monatiger Tiefkühlagerung in keinem Falle ein ölig-traniger oder fischiger Geschmack feststellbar.

bb) Periodenversuche (KK). Die Geschmacksfehler, die nach 6-monatiger Tiefkühlagerung bei der in den Periodenversuchen fabrizierten KK-Butter feststellbar waren, sind in Tabelle 36 aufgeführt.

Tabelle 36

Geschmacksfehler von KK-Butter nach 6-monatiger Tiefkühlagerung

Art des Geschmacksfehlers	Häufigkeit des Fehlers in Prozent aller Proben	
	Süßrahmbutter (45 Proben = 100%)	Sauerrahmbutter (74 Proben = 100%)
Sirtengeschmack		
Anklang	2,2	5,4
leicht	17,8	5,4
deutlich	44,4	4,1
stark	11,1	1,4
schmirgelig-metallisch	2,2	4,1
fischig	0	56,8
herb	0	4,1
herb-sauer	0	1,4
leicht unrein (nicht näher definierbar)	22,2	21,6
unrein-sauer	2,2	0
bitter	13,3	5,4
käsesauer	6,7	0
scharf	4,4	2,7
rächelg	2,2	0

Schlußfolgerungen:

1. Es bestätigt sich mit aller Deutlichkeit, daß bei KK-Butter aus pasteurisiertem nichtangesäuertem Rahm während 6-monatiger Tiefkühlagerung nicht mit dem Auftreten des Geschmacksfehlers fischig zu rechnen ist.
2. Bei KK-Butter aus pasteurisiertem angesäuertem Rahm ist das Auftreten des Geschmacksfehlers fischig die Hauptursache ungenügender Haltbarkeit. 77,2% der deklassierten Sauerrahm-Butterproben wiesen im Zeitpunkt der Deklassierung oder nachträglich diesen Geschmacksfehler mehr oder weniger deutlich auf.

d) Feststellungen über einige während der Tiefkühlagerung aufgetretene Geschmacksfehler

aa) Sirtengeschmack. In Bezug auf diesen Geschmacksfehler konnten wir folgende interessante Feststellungen machen:

1. Bei unangesäuerter und angesäuerter KK-Butter, bei der in frischem Zustand ein Sirtengeschmack nicht erkennbar war, trat dieser zum Teil während der Tiefkühlagerung auf (Tabelle 37).

Tabelle 37

Butterproben, bei denen der Sirtengeschmack erst während der Lagerung auftrat

Intensität des aufgetretenen Sirtengeschmackes	Häufigkeit des Auftretens	
	Süßrahmbutter	Sauerrahmbutter
1. Stufe (Anklang)	1	—
2. Stufe (leicht)	3	2
3. Stufe (deutlich)	2	2
4. Stufe (stark)	—	1

2. Sowohl bei unangesäuerter wie auch bei angesäuerter KK-Butter nahm die Intensität des Sirtengeschmackes zum Teil während der Tiefkühlagerung zu (Tabelle 38).

Tabelle 38

Butterproben, bei denen die Intensität des Sirtengeschmackes während der Lagerung zunahm

Intensitätszunahme	Häufigkeit der Zunahme	
	Süßrahmbutter	Sauerrahmbutter
eine Stufe (z. B. 1—2)	14	3
zwei Stufen (z. B. 1—3)	7	—
drei Stufen (1—4)	1	1

3. Namentlich bei angesäuerter, seltener auch bei unangesäuerter KK-Butter ging der Sirtengeschmack während der Lagerung in den Geschmacksfehler schmirgelig-metallisch über. Dabei besteht zwischen starkem Sirtengeschmack und metallischem Geschmack ein kontinuierlicher Übergang, und es war oft schwer, zwischen diesen beiden Geschmacksfehlern eine sichere Grenze zu ziehen. Der Unterschied zwischen Sirtengeschmack und metallischem Geschmack ist somit nicht prinzipieller, sondern nur gradueller Art, d. h. es handelt sich nicht um zwei an sich grundverschiedene Geschmacksfehler, sondern der erstere geht zur Hauptsache in den letztgenannten über. So wurden von uns mehrere Fälle beobachtet, wo geübte Taxateure in Bezug auf das Auseinanderhalten von Sirten- und Metallgeschmack unsicher wurden, wenn ihnen nicht bewußt Käsereibutter vorgelegt wurde.

4. Soweit bei angesäuerter KK-Butter während der 6-monatigen Tiefkühlagerung nur eine Intensitätszunahme des Sirtengeschmackes feststellbar war, handelte es sich um Proben aus nur schwach angesäuertem Rahm.
5. Bei angesäuerter KK-Butter waren während der 6-monatigen Tiefkühlagerung vielfach folgende Geschmacksentwicklungen festzustellen:
 kein bis leichter Sirtengeschmack → schmirgelig-metallisch → fischig oder
 kein bis leichter Sirtengeschmack → unrein → fischig.
6. Bei einzelnen unangesäuerten KK-Butterproben, bei denen sich während der 6-monatigen Tiefkühlagerung die Intensität des Sirtengeschmackes nicht wahrnehmbar veränderte und auch andere Geschmacksfehler nicht auftraten, war zu beobachten, daß die Peroxydzahl praktisch unverändert blieb. Andererseits war bei unangesäuerten KK-Butterproben, bei denen der Sirtengeschmack erst während der Lagerung neu auftrat oder sich verstärkte, auch ein Anstieg der Peroxydzahl zu beobachten, was aus Tabelle 39 hervorgeht.

Tabelle 39

Süßrahmbutter

Intensität des Sirtengeschmackes		Peroxydzahl		
Frischbutter	nach 6-monatiger Tiefkühlagerung	Frischbutter	nach 6-monatiger Tiefkühlagerung	
0—Anklang leicht bis deutlich		< 0,2	0,53	0,64 1,13
0—Anklang deutlich bis stark		< 0,2	1,41	1,55 1,97
			2,06	
deutlich	stark bis metallisch	< 0,2	2,77	

7. Diejenigen unangesäuerten KK-Butterproben, bei denen der Sirtengeschmack während der Tiefkühlagerung zunahm, wiesen zum Teil einen niedrigen, zum Teil einen hohen Fremdkeimgehalt auf, wofür in Tabelle 40 einige Beispiele aufgeführt sind. Es zeigte sich somit, daß auch ein verhältnismäßig hoher Keimgehalt diese oxydative Veränderung nicht zu verhindern mag.

Tabelle 40

Süßrahmbutter

Intensität des Sirtengeschmackes		Kupfergehalt der Butter y/o	Keimgehalt der Frischbutter	
			Gesamt- keimzahl pro cm ³	oxydase- bildende Bakterien
Frischbutter	nach 6-monatiger Tiefkühlagerung			
Anklang	deutlich	24,8	2 350 000	100 000
Anklang	deutlich	30,5	24 700	11 000
Anklang	stark	26,1	36 000	1 900

bb) Bedingungen für das Auftreten der Geschmacksfehler schmirgelig-metallisch, ölig-tranig und fischig

a) Erfahrungen aus den Parallelversuchen SK/KK. Wie wir bereits erwähnt haben, führten bei fremdkeimarmen und sorgfältig fabrizierter KK- und SK-Butter aus angesäuertem Rahm bei Tiefkühlagerung stets folgende Geschmacksfehler zur Deklassierung: schmirgelig-metallisch, unrein als Vorstufe von fischig, ölig-tranig und fischig. Die nachstehenden Tabellen sollen zeigen, inwiefern zwischen dem Auftreten dieser Fehler während 6-monatiger Tiefkühlagerung und den folgenden Faktoren eine Beziehung besteht:

- a) Art der Pasteurisation (Mehrzweckerhitzer),
- b) pH-Wert des Rahmes bzw. der Butter,
- c) Stahl- bzw. Kupferkessi (Kupfergehalt der Butter).

Dabei wurde, um diese Frage abzuklären, der auf unterschiedliche Temperaturen erhitzte Rahm nach der Pasteurisation mittelst Säurewecker (Reifung) auf verschiedene Säuregrade angesäuert. Ferner wurden SK- und KK-Butter stets im Parallelversuch hergestellt.

Tabelle 41

Oxydationsgeschmack* der Butter und pH des Butterungsrahmes

Art der Pasteurisation	pH des Butterungsrahmes										
I. SK-Butter											
Dauerpasteurisation (65° C, 30 Min.)	6,15	5,78	4,81	4,80	4,72						
Kurzzeiterhitzung (75° C)	6,33	5,80	5,78	5,13	4,78	4,70	4,70	4,38			
Hochpasteurisation (90° C)	6,23	6,03	5,82	5,57	4,87	4,80	4,72	4,70	4,69		
II. KK-Butter											
Dauerpasteurisation (65° C, 30 Min.)	6,35	5,93	4,93	4,64	4,52						
Kurzzeiterhitzung (75° C)	6,37	5,90	5,88	4,93	4,80	4,64	4,62	4,38			
Hochpasteurisation (90° C)	6,00	5,96	5,80	5,63	4,92	4,92	4,72	4,69	4,68		

* Wir verstehen hier und in den Tabellen 42 und 43 unter der Bezeichnung «Oxydationsgeschmack» die Geschmacksfehler schmirgelig-metallisch, ölig-tranig und fischig.

Legende: Zahl allein = kein «Oxydationsgeschmack»

:Zahl: = schmirgelig-metallisch

Zahl = ölig-tranig

Zahl = fischig

Tabelle 42

Oxydationsgeschmack der Butter und pH des Butterplasmas

Art der Pasteurisation	pH des Butterplasmas									
I. SK-Butter										
Dauerpasteurisation (65° C, 30 Min.)	6,48	6,04	5,40	5,19	5,13					
Kurzzeiterhitzung (75° C)	6,58	6,09	5,62	5,20	5,18	5,11	4,76	4,75		
Hochpasteurisation (90° C)	6,71	6,30	6,19	5,80	5,02	4,98	4,91	4,79	4,78	

Art
der Pasteurisation pH des Butterplasmas

II. KK-Butter

Dauerpasteurisation (65° C, 30 Min.)	6,73	6,31	5,70	5,22	5,10				
Kurzzeiterhitzung (75° C)	6,68	6,30	6,02	5,23	5,11	4,99	4,78	4,66	
Hochpasteurisation (90° C)	6,51	6,00	5,90	5,78	5,18	5,02	4,98	4,87	4,79

Legende: Zahl allein = kein «Oxydationsgeschmack»

Zahl = schmirgelig-metallisch

Zahl = ölig-tranig

Zahl = fischig

Wenn bei den vorliegenden Untersuchungen der pH-Wert des Rahmes stets tiefer gefunden wurde als derjenige der daraus fabrizierten Butter, dann ist dies hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß das Plasma der Butter sich aus Rahmplasma und Waschwasser zusammensetzt. Die Differenz der pH-Werte zeigt jedoch nicht eine bestimmte Regelmäßigkeit, da sie von zahlreichen, kaum konstant sich einstellenden Faktoren abhängig ist (Korngröße, Waschen, Wasseraufnahme der Butter, Pufferungsverhältnisse, etc.). Da das Plasma in der Butter zum Teil als Rahmplasma-, zum Teil als Waschwasser-Tröpfchen vorliegt, werden bei der Bestimmung des pH-Wertes des aus der Butter isolierten Butterplasmas nicht die wahren Verhältnisse erfaßt. Zwischen dem pH-Wert des Butterplasmas und dem Auftreten des schmirgelig-metallischen, ölig-tranigen und fischigen Geschmackes der Butter besteht daher eine weniger eindeutige Beziehung als zwischen dem Auftreten dieser Geschmacksfehler und dem pH-Wert des Rahmplasmas.

In der folgenden Tabelle 43 gelangt die Beziehung zwischen dem Kupfergehalt der angesäuerten Butter und dem Auftreten der Geschmacksfehler schmirgelig-metallisch, ölig-tranig sowie fischig (Oxydationsgeschmack) zur Darstellung.

Tabelle 43.

**Oxydationsgeschmack und Kupfergehalt angesäuerter
SK- und KK-Butter**

Art der Pasteurisation	pH des Butterungsrahmes	Kupfergehalt in $\gamma\%$					
		SK-Butter			KK-Butter		
dauerpasteurisiert (65° C, 30 Min.)	über 6,0	8,7			41,2		
	5,0 — 6,0	14,4			33,8		
	unter 5,0	8,1	11,4	11,6	48,6	52,5	63,7
kurzzeit-erhitzt (75° C)	über 6,0	9,9			41,2		
	5,0 — 6,0	7,8	13,3	14,9	28,4	42,1	
	unter 5,0	5,7	11,4	12,2	33,7	44,8	76,0
		12,4			76,1	99,0	
hochpasteurisiert (90° C)	über 6,0	3,4	4,0		13,8		
	5,0 — 6,0	4,9			14,5	16,4	28,4
	unter 5,0	3,7	4,7	5,9	33,6	40,8	49,6
6,6 8,6							

Legende: Zahl allein = kein «Oxydationsgeschmack»

$\overline{\text{Zahl}}$ = schmirgelig-metallisch

$\underline{\text{Zahl}}$ = ölig-tranig

$\boxed{\text{Zahl}}$ = fischig

Ergebnisse und Schlußfolgerungen:

SK-Butter

1. Von 5 Proben aus dauerpasteurisiertem reinangesäuertem SK-Rahm waren 3 schon im Alter von 2—3 Monaten beginnend fischig. Es waren diejenigen Proben, welche aus Rahm fabriziert wurden, der auf pH 4,7—4,8 normal angesäuert war. Die Dauerpasteurisation erwies sich somit für die Herstellung normal angesäuerter lagerfähiger SK-Butter als ungeeignet.
2. Die Pasteurisation des Rahmes auf 75° C (Mehrzweckerhitzer) genügte bei Ansäuerung desselben bis zu einem minimalen pH von 4,7—4,8, um das Fischig-

werden der SK-Butter während 6-monatiger Lagerung zu verhüten, nicht hingegen den Fehler metallisch-schmirgelig. Von den 8 Proben aus auf 75° C erhitztem Rahm war eine aus normal angesäuertem (pH 4,78) nach 3-monatiger Lagerung schmirgelig-metallisch und eine aus übersäuertem Rahm (pH 4,38) nach 5-monatiger Lagerung fischig.

3. Bei allen Proben aus hochpasteurisiertem (90° C) angesäuertem Rahm wurde während der 6-monatigen Lagerung in keinem Falle das Auftreten einer der verschiedenen Stufen des Oxydationsgeschmackes (schmirgelig-metallisch, ölig-tranig, fischig) festgestellt.

KK-Butter

1. Im Vergleich zur SK-Butter genügte bei KK-Butter bereits eine bedeutend schwächere Ansäuerung des Rahmes, um das Auftreten des ölig-tranigen und fischigen Geschmackes zu fördern.
2. Soweit die im Parallelversuch fabrizierte SK-Butter auch fischig wurde, trat dieser Geschmacksfehler bei der annähernd gleich stark angesäuerten KK-Butter stets ein bis mehrere Monate früher auf (Tabelle 29).
3. Bei Hochpasteurisation (90° C) des KK-Rahmes (Mischung aus Satten- und Molkenrahm) trat im Vergleich zur Dauerpasteurisation und Erhitzung auf 75° C der ölig-tranige und fischige Geschmack erst bei stärkerer Ansäuerung des Rahmes auf.
4. Es ist demnach insbesondere das Zusammenwirken von Kupferinfektion und Ansäuerung, welche das Auftreten der Geschmacksfehler ölig-tranig und fischig begünstigt, während die Hochpasteurisation hemmend wirkt.
5. Daß der erhöhte Kupfergehalt von Butter die Fett-oxydation stark zu beschleunigen vermag, ist auch aus den Peroxydzahlen der im Parallelversuch fabrizierten und unter gleichen Bedingungen gelagerten SK- und KK-Butterproben deutlich ersichtlich, wie folgende Beispiele zeigen:

Nr. der Probe	Alter der Butter in Monaten	SK-Butter	
		past. angesäuert	Peroxydzahl
		Geschmack	
1	2	rein	0,25
2	2	rein, herb	0,40
3	2	rein	0,37
4	6	leicht unrein	0,71

Nr. der Probe	Alter der Butter in Monaten	KK-Butter	
		past. angesäuert	Peroxydzahl
		Geschmack	
1	2	deutlicher Sirtengeschmack	1,59
2	2	beginnend fischig	2,10
3	2	stark fischig	2,83
4	6	starker Sirtengeschmack, Altgeschmack	2,73

Zusammenfassend ergeben sich folgende

praktische Schlußfolgerungen:

1. Zur Vermeidung des Auftretens der Geschmacksfehler schmirgelig-metallisch, ölig-tranig und fischig bei normal angesäuertem pasteurisierter Käse-Butter genügt die Ausschaltung der Kupferinfektionen von Rahm und Butter durch geeignete Installationen (Stahlkessi, etc.) allein nicht, sondern es muß bei der Pasteurisation auch eine entsprechende Pasteurisationstemperatur zur Anwendung gelangen.
2. Durch folgende Maßnahmen gelingt es, eine geschmacklich vorzügliche und lagerfähige nichtangesäuerte und normal angesäuerte Käse-Butter zu erzeugen:
 - a) Gewinnung von vor allem geschmacklich einwandfreiem Sattenrahm.
 - b) Ausschaltung jeder Kupferinfektion (Stahlkessi, etc.).
 - c) Hochpasteurisation des Rahmes.
 - d) Vermeidung mikrobiologischer Nachinfektionen.
 - e) Einwandfreie Bearbeitung der Butter mit spezieller Berücksichtigung einer möglichst feinen Wasser-Verteilung.

β) Erfahrungen aus den Periodenversuchen. Wir haben bereits früher erwähnt, daß neutrale Experten bei der in den Periodenversuchen fabrizierten unangesäuerten KK-Butter den Geschmacksfehler fischig nie feststellten. Im Gegensatz dazu fanden sie bei KK-Butter aus angesäuertem Rahm, daß 56,8% der Proben während der 6-monatigen Tiefkühlagerung fischig wurden. Das Auftreten des fischigen Geschmacks ist somit auch bei KK-Butter trotz der reichlichen Kupferinfektion vor allem an die Ansäuerung des Rahmes gebunden.

Die folgenden Tabellen mögen der weiteren Abklärung dienen, wie weit eine Beziehung besteht zwischen dem Auftreten des fischigen Geschmacks, der Pasteurisationstemperatur und der Intensität der Rahmsäuerung. Um letztere zu ermitteln, wurde auch in den Periodenversuchen KK-Butter aus verschiedenen hoch angesäuertem Rahm hergestellt.

Tabelle 44 zeigt zunächst, wieweit ein Zusammenhang besteht zwischen dem Säuregrad des Rahmes und dem Fischigwerden der daraus fabrizierten Butter.

Tabelle 44

Fischigkeit von KK-Butter und Säuregrad des Rahmplasmas

Pasteurisationstemperatur	Säuregrad des Rahmplasmas (° SH)							
	Butter die nicht fischig wurde*				Butter die fischig wurde*			
75° C	11,0	12,9	15,9	16,0	11,3	16,4	16,8	18,0
	16,4	17,9	20,2		19,1	21,5	22,0	22,7
					23,8	23,9	25,6	27,1
					27,7	29,2	30,0	30,0
				31,0	31,6	32,7		
85° C	12,8	12,9	15,8	17,0	23,7	24,9	27,0	30,2
	17,8	19,1	20,0	21,7	30,3	31,1	32,1	32,2
	24,9	25,4	26,3	32,3	37,5	39,3		
	38,0	38,6						
90° C	12,5	14,7	15,6	16,5	18,2	18,5	20,1	21,7
	16,7	19,0	22,5	23,0	26,0	26,1	26,2	27,2
	24,4	24,4	27,5		28,2	30,2	30,6	35,9
					41,7			

* während 6-monatiger Tiefkühlagerung.

In Tabelle 45 werden Fischigkeit und pH-Wert des Butterplasmas miteinander in Beziehung gebracht.

Tabelle 45

Fischigkeit von KK-Butter und pH des Butterplasmas

Pasteurisations- temperatur	pH einzelner Butterproben							
	ohne Fischigkeit				mit Fischigkeit			
75° C	6,49	6,46	6,34	5,88	6,42	6,07	5,70	5,59
	5,78	5,63	5,54		5,50	5,49	5,45	5,39
					5,39	5,36	5,36	5,32
					5,00	4,98	4,97	4,94
					4,90	4,90	4,70	
85° C	6,28	6,22	6,18	5,79	5,30	5,04	4,83	4,77
	5,73	5,73	5,72	5,63	4,56	4,52	4,50	4,42
	5,59	5,49	5,44	5,22	4,40	4,19		
	4,79	4,57						
90° C	6,44	5,93	5,91	5,79	5,52	5,52	5,41	5,13
	5,73	5,71	5,68	5,62	5,13	5,02	4,95	4,92
	5,62	5,60	5,47		4,84	4,59	4,50	4,44
					4,43			

Es ergeben sich folgende

Ergebnisse und Schlußfolgerungen:

1. Bei angesäuerter KK-Butter trat der Geschmacksfehler fischig sowohl bei Pasteurisation des Rahmes auf 75 wie auch 85 und 90° C auf. Bei 85 und 90° C war jedoch der Prozentsatz der Butterproben, die während der 6-monatigen Tiefkühlagerung fischig wurden, geringer als bei Erhitzung auf 75° C.

Pasteurisations- temperatur	Gesamtzahl der Butterungen	Prozentsatz der Butterproben, die während der 6-monatigen Lage- rung fischig wurden
75° C	26	73,1%
85° C	24	41,7%
90° C	24	54,2%

2. Die Häufigkeit, daß KK-Butter während der Tiefkühlagerung fischig wurde, nahm mit zunehmender Intensität der Rahmsäuerung zu.
3. Bei Pasteurisation des Rahmes auf 75° C trat der Butterfehler fischig schon bei tieferem Säuregrad des Rahmplasmas auf als bei Erhitzung auf 85 und 90° C.

Auftreten von Fischigkeit

Pasteurisations- temperatur	Minimaler Säuregrad des Rahmplasmas	Minimale H-Ionen-Kon- zentration des Butter- plasmas (pH-Wert)
75° C	11,3	6,42
85° C	23,7	5,30
90° C	18,2	5,52

4. Es bestätigt sich somit, daß die Hochpasteurisation (85—90° C) auf das Fischigwerden der Butter einen hemmenden Einfluß hat.
5. Das Fischigwerden von KK-Butter war nicht allein von der Intensität der Rahmsäuerung und der Pasteurisationstemperatur abhängig, was daraus hervorgeht, daß im Periodenversuch fabrizierte KK-Butter bei gleicher Pasteurisationstemperatur und gleicher Intensität der Rahmsäuerung zum Teil fischig wurde, zum Teil nicht.
6. Als praktische Schlussfolgerung ergibt sich, daß wie erwähnt fabrizierte KK-Butter während 6-monatiger Tiefkühlagerung in der Regel nicht fischig wird, wenn man den Rahm hochpasteurisiert (85—90° C) und, berechnet auf das Rahmplasma, nicht über ca. 18,0° SH, also nur schwach ansäuert. Wird hochpasteurisierter Käseirahm stärker angesäuert, jedoch nicht übersäuert, so darf damit gerechnet werden, daß bei Tiefkühlagerung der Geschmacksfehler fischig wenigstens während dem ersten Lagerungsmonat nicht auftreten wird. — Bereits nach 1-monatiger Lagerung war in folgenden Fällen das Fischigwerden von angesäuertem KK-Butter erkennbar:

Anzahl Butterproben mit folgenden Geschmacks-
fehlern (Säuregrad des Rahmplasmas)

Pasteurisations- temperatur	unrein als Vorstufe von fischig	metallisch	fischig
75° C		3 (22,0) (23,8) (32,7)	2 (21,5) (30,0)
85° C	1 (39,3)		1 (37,5)
90° C	1 (41,7)		1 (35,9)

Das zeitliche Auftreten der Fischigkeit verlief während der 6-monatigen Lagerung der KK-Butterproben wie folgt:

Pasteurisationstemperatur	Gesamtzahl der Butterungen	Anzahl Butterungen, von denen die Butter nach folgender Lagerzeit (Monate*) fischig war						
		1*	2*	3*	4*	5*	6*	
75° C	26	2	9	14	16	19	19	(73,1%)
85° C	24	1	4	7	10	10	10	(41,7%)
90° C	24	1	3	7	11	12	13	(54,2%)

7. Die Feststellung von Virtanen (157), daß Butter, deren pH-Wert über 6,0 liegt, nie fischig wird, trifft für KK-Butter, die aus nicht hochpasteurisiertem Rahm fabriziert wurde, nicht zu.
8. Als Vorstufe des fischigen Geschmacks ist nach unseren Beobachtungen häufig ein als charakteristisch empfundener, unreiner Geschmack festzustellen.
9. Bei einer Reihe von angesäuerten, fremdkeimarmen KK-Butterproben, deren Peroxydzahl wir in frischem und gelagertem Zustande bestimmten, war mit dem Auftreten des fischigen Geschmacks stets auch ein Ansteigen der Peroxydzahl verbunden. Dies zeigen z. B. die Untersuchungsergebnisse an folgenden Lagerbutterproben, bei denen die Peroxydzahl in frischem Zustande stets unter 0,2 war.

Alter der Butterproben Monate	Taxationsbefund	Peroxydzahl		
2	unrein (1 Monat später fischig)	0,68	1,87	2,47
2	deutlich metallisch		1,31	
3	unrein, Tendenz fischig		1,25	1,50
2	beginnend fischig		1,69	
2	deutlich fischig		1,72	2,04
2	stark fischig		2,67	

10. Bei der eingehenden bakteriologischen Untersuchung sämtlicher Butterproben dieser Versuchsserie zeigte es sich, daß pasteurisierte angesäuerte KK-Butter sowohl bei hohem wie auch bei tiefem Gehalt an Fremdkeimen, alkalisierenden, fettspaltenden und oxydasebildenden Bakterien sowie Hefen fischig wurde. Auch bei nur schwacher Ansäuerung des Rahmes und hohem Fremdkeimgehalt der Butter trat der fischige Geschmack auf, was z. B. aus Tabelle 46 hervorgeht.

Tabelle 46

Fischigkeit und Keimgehalt bei KK-Butter

Säuregrad des Rahmes ° SH	Keimgehalt pro ccm Butter				Geschmack der Lagerbutter
	Fremd- keime	Säure- bildner	Alkali- sierende Bakterien	Oxydase- bildner	
11,3*	1 380 000	190 000	1 240 000	152 000	fischig
11,0*	1 000	99 000	20	< 100	nicht fischig

* Pasteurisationstemperatur = 75° C.

Die durch unerwünschte Nachinfektionen in die Butter gelangten Fremdkeime vermochten somit bei Tiefkühlagerung keine genügend reduzierende Wirkung zu entfalten, um das Fischigwerden von KK-Butter zu verhindern. Es zeigte sich ferner, daß auch KK-Butter aus unpasteurisiertem Rahm fischig wird, sobald man diesen genügend ansäuert (Überwucherungsverfahren). Der vielfach vertretenen Auffassung, daß bei unpasteurisierter nichtangesäuertem KK-Butter das Nichtauftreten des Geschmacksfehlers fischig auf die darin unzweifelhaft vorhandene wilde Flora von Mikroorganismen zurückzuführen sei, stellen wir die Beobachtung gegenüber, das diesbezüglich der Säuregrad des Butterungsrahmes ausschlaggebend ist.

e) Haltbarkeit bei Kühlschrank- (+4° C)
bzw. Zimmertemperatur (+17° C)

Von der in den Periodenversuchen fabrizierten KK-Butter wurde auch die Haltbarkeit bei Zimmer- (+17° C) und Kühlschranktemperatur (+4° C) bestimmt. Dabei ergaben sich folgende Ergebnisse (Tabelle 47):

Tabelle 47

Haltbarkeit von KK-Butter bei +4 und +17° C

Art der Butter	Gesamtzahl der Butterungen	Prozentsatz genügend haltbarer Butterproben	
		+17° C (mindestens 7 Tage)	+4° C (mindestens 30 Tage)
Süßrahm	48	79,2%	56,3%
Sauerrahm	74	93,2%	78,4%

Es zeigte sich, daß gewisse Butterproben bei +4° C genügend lagerfähig sind, nicht dagegen bei +17° C und umgekehrt.

Tabelle 48 enthält die Taxationsergebnisse von gelagerter KK-Butter nach 30 Tagen Lagerung bei +4° C bzw. 7 Tagen Lagerung bei +17° C.

Tabelle 48

Geschmackliche Beurteilung von KK-Butter nach 30-tägiger Lagerung bei +4° C bzw. 7-tägiger Lagerung bei +17° C

Art der Butter	Past.-Temp. ° C	Anzahl Proben	Erreichte Punktzahl in Position 1 (Geruch, Geschmack, Aroma)								
			in frischem Zustand			nach 7 Tagen Lagerung + 17° C			nach 30 Tagen Lagerung + 4° C		
			Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.
Süßrahmbutter	75	23	10,28	10,00	10,50	9,87	8,75	10,50	9,61	8,75	10,25
	85	14	10,39	10,25	10,75	10,12	9,00	10,75	9,96	9,25	10,50
	90	8	10,53	10,50	10,75	10,50	10,25	10,75	10,03	9,25	10,50
Sauerrahmbutter	75	26	10,49	10,00	10,75	10,09	9,25	10,75	10,00	8,75	10,50
	85	24	10,49	10,00	10,75	10,26	10,00	10,75	9,73	7,00	10,75
	90	23	10,51	10,25	10,75	10,34	10,00	10,75	9,88	8,50	10,75

Es zeigte sich eindeutig, daß bei hoher Lagerungstemperatur die Art der Wasserverteilung in der Butter einen großen Einfluß auf ihre Haltbarkeit hat (Tabelle 49).

Tabelle 49

Wasserverteilung und Haltbarkeit von KK-Butter

	Süßrahmbutter				Sauerrahmbutter			
	Fremdkeimgehalt der Frischbutter				Fremdkeimgehalt der Frischbutter			
	unter 100 000		über 100 000		unter 100 000		über 100 000	
	Wasserverteilung ungenügend*		Wasserverteilung ungenügend*		Wasserverteilung ungenügend*		Wasserverteilung ungenügend*	
Gesamtzahl der Proben	6	21	6	15	38	30	3	3
davon ungenügend haltbar bei +17° C	0	2	0	8	0	4	0	1

* Wir sprechen von einer guten Wasserverteilung, wenn die Butter bei einer Temperatur von +12 bis +13° C auf frischer Schnittfläche keine von bloßem Auge sichtbaren Wassertropfen zeigt.

Ergebnisse und Schlußfolgerungen:

1. Pasteurisierte angesäuerte KK-Butter zeigte bei den Lagerungstemperaturen +4 und +17° C durchschnittlich eine längere Haltbarkeit als pasteurisierte unangesäuerte.

2. Eine 30-tägige Lagerung bei $+4^{\circ}$ C führte im allgemeinen in höherem Maße zur Butterverderbnis als eine 7-tägige Lagerung bei Zimmertemperatur ($+17^{\circ}$ C).
3. Sowohl bei süßer wie auch bei angesäuerter KK-Butter aus auf $75, 85$ und 90° C erhitztem Rahm wiesen die Proben nach 7-tägiger Lagerung bei $+4^{\circ}$ C und 30-tägiger Lagerung bei $+17^{\circ}$ C zum Teil noch einen reinen und sehr guten Geschmack und Geruch auf (Tabelle 48, maximal erreichte Punktzahlen).
4. Sofern süße und angesäuerte KK-Butter nach 7-tägiger Lagerung bei $+17^{\circ}$ C die geschmacklichen Anforderungen an Tafelbutter nicht mehr erfüllte, handelte es sich durchwegs um Proben mit nicht einwandfreier Wasserverteilung.
5. Bei 30-tägiger Lagerung bei $+4^{\circ}$ C zeigte nichtangesäuerte KK-Butter nur in jenen Fällen eine ungenügende Haltbarkeit, bei denen entweder die Wasserverteilung ungenügend oder der anfängliche Fremdkeimgehalt zu hoch war. Hinsichtlich der angesäuerten KK-Butter waren auch Proben mit feiner Wasserverteilung und tiefem Fremdkeimgehalt ungenügend lagerfähig, was auf das Auftreten chemischer Fehler zurückzuführen war.
6. Es ergibt sich somit die praktische Schlußfolgerung, daß pasteurisierte nichtangesäuerte KK-Butter bei niederem Fremdkeimgehalt und einwandfreier Wasserverteilung bei $+17$ und $+4^{\circ}$ C eine genügend lange Haltbarkeit besitzt, was für angesäuerte KK-Butter nur unter der weiteren Bedingung zutrifft, daß der Säuregrad des Butterungsrahmes nicht zu hoch ist.

In der folgenden Tabelle 50 sind die Geschmacksfehler zusammengestellt, die bei der im Periodenversuch fabrizierten KK-Butter nach 30-tägiger Lagerung bei $+4^{\circ}$ C bzw. 7-tägiger Lagerung bei $+17^{\circ}$ C festgestellt wurden.

Tabelle 50

Häufigkeit verschiedener Geschmacksfehler nach 30-tägiger Lagerung bei +4° C bzw. 7-tägiger Lagerung bei +17° C

Art des Geschmacksfehlers	Häufigkeit des Fehlers in % der Butterproben		
	Frischbutter	nach 7 Tagen Lagerung bei +17° C	nach 30 Tagen Lagerung bei +4° C
I. Süßrahmbutter			
(Total 48 Butterungen)			
fade	22,9	29,2	8,3
Kochgeschmack	25,0	10,4	6,2
Sirtengeschmack	79,2	45,8	43,7
metallisch	—	—	—
fischig	—	—	—
andere Fehler (unrein, scharf, rächelig, ranzig, käsesauer, etc.)	4,2	39,6	60,4
II. Sauerrahmbutter			
(Total 74 Butterungen)			
fade	16,2	17,6	4,0
einseitig sauer	5,4	6,7	2,7
Kochgeschmack	17,6	8,1	4,0
Sirtengeschmack	27,0	21,6	27,0
metallisch	—	—	2,7
fischig	—	—	4,0
andere Fehler (unrein, scharf, rächelig, ranzig, etc.)	2,7	33,8	45,9

Ergebnisse und Schlußfolgerungen:

1. Der Kochgeschmack war zum Teil nach 7-tägiger Lagerung bei +17° C wie auch nach 30-tägiger Lagerung bei +4° C sowohl bei Süß- wie bei Sauerrahmbutter noch wahrnehmbar. Es kann somit nicht mit Sicherheit damit gerechnet werden, daß dieser Butterfehler während der Lagerung verschwindet.
2. Die Häufigkeit des Sirtengeschmackes nahm bei Süßrahmbutter während der Lagerung ab. Es ist dabei aber zu beachten, daß der Sirtengeschmack bei manchen Proben zum Teil durch das Auftreten eines unreinen Geschmackes überdeckt wurde. Bei den

Proben, die nach 30-tägiger Lagerung bei +4° C bzw. 7-tägiger Lagerung bei +17° C geschmacklich noch rein waren, war der Prozentsatz derjenigen mit Sirtengeschmack annähernd so groß wie bei Frischbutter.

	Anzahl Proben mit noch reinem Geschmack nach 7 Tagen Lagerung bei +17° C		nach 30 Tagen Lagerung bei +4° C	
	Süßrahm- butter	Sauerrahm- butter	Süßrahm- butter	Sauerrahm- butter
total	29	51	20	35
davon mit Sirtengeschmack	65,5%	23,5%	80,0%	45,7%

Betrachtet man ferner die einzelnen Butterproben, so trat bei manchen bei beiden Lagerungstemperaturen (+4 und +17° C) zum Teil eine Intensitätszunahme des Sirtengeschmackes auf.

3. In vereinzeltten Fällen war bei angesäuerter KK-Butter nach 30-tägiger Lagerung bei +4° C der Geschmacksfehler fischig feststellbar, nicht dagegen nach 7-tägiger Lagerung bei +17° C und ferner nie bei Süßrahmbutter.
4. Typische mikrobiologische Fehler wie z. B. scharf, rächelig und ranzig traten sowohl bei süßer wie auch bei angesäuerter KK-Butter auf, während der Geschmacksfehler käsesauer nur bei Süßrahmbutter erkennbar war.

f) Weitere Maßnahmen zur Verhütung des Geschmacksfehlers fischig

aa) Neutralisation des Butterplasmas. Wie wir bereits erwähnt haben, bekämpft man in den nordischen Ländern das Fischigwerden von Sauerrahmbutter durch Neutralisieren des Butterplasmas. Wir führten diesbezüglich ebenfalls einige Versuche mit dem sog. A.I.V.-Salz (153) durch, einer in Finnland und Schweden vielfach verwendeten Salzmischung zur pH-Regulierung der Butter. Es zeigte sich jedoch, daß die mit der nötigen Menge A.I.V.-Salz versetzte Butter häufig einen nichtsagenden, nicht einwandfreien Geschmack hat, sofern ihr nicht auch Natriumchlorid zugesetzt wird. Letzteres

wird jedoch in der Schweiz durch die Konsumenten allgemein abgelehnt.

bb) Waschen des Molkenrahmes. Da in den schweizerischen Emmentaler- und Greyerzerkäsereien meistens keine Magermilch zur Verfügung steht, versuchten wir durch Waschung des Molkenrahmes mit Wasser dessen Kupfergehalt zu reduzieren. Der möglichst konzentriert gewonnene Molkenrahm wurde mit Wasser zehnfach verdünnt und als Mischung nochmals zentrifugiert. Diese Versuche zeigten folgende Ergebnisse:

1. Pasteurisierte angesäuerte KK-Butter, die aus einer Mischung von Satten- und mit Wasser gewaschenem Molkenrahm fabriziert wurde, wies schon in frischem Zustande einen Geschmack auf, den neutrale Experten als «fettelig» bzw. talgig beurteilten.
2. Durch das Waschen des Molkenrahmes mit Wasser ließ sich keine wesentliche Verbesserung der Haltbarkeit von pasteurisierter angesäuertes KK-Butter erzielen. Im Parallelversuch fabrizierte pasteurisierte (75° C) und angesäuerte (pH des Rahmes: 4,7) KK-Butter aus Satten- und ungewaschenem Molkenrahm war nach einem Monat Tiefkühlagerung (—20° C) deutlich fischig, Butter aus dem gleichen Satten- und Molkenrahm, letztere jedoch gewaschen, nach einem Monat leicht schmirgelig-metallisch, nach zwei Monaten ebenfalls fischig. In einem weiteren Periodenversuch wies auch die Butter aus Satten- und gewaschenem Molkenrahm bereits nach einmonatiger Lagerung den Fehler der Fischigkeit auf. Es zeigte sich, daß es uns in sehr vorsichtig vorgenommenen Versuchen nicht gelang, ausschließlich durch Waschen des Sirtenrahmes mit Wasser das Fischigwerden angesäuertes KK-Butter zu verhüten.
3. Der Kupfergehalt der im Parallelversuch fabrizierten KK-Butter aus Satten- und Molkenrahm betrug, wenn letzterer gewaschen wurde: 29,1 $\gamma\%$; wenn letzterer nicht gewaschen wurde: 44,1 $\gamma\%$. Durch das Waschen des Sirtenrahmes wurde somit der Kupfergehalt der Butter nur um ca. $\frac{1}{3}$ erniedrigt.

6. Zur Mikrobiologie gelagerter pasteurisierter Käsereibutter

Wir möchten unsere diesbezüglichen Erfahrungen nur in Form folgender Schlußsätze zusammenfassen:

a) Tiefkühlagerung (-20° C)

1. Es ist allgemein bekannt, daß durch Temperaturen, wie sie bei der Tiefkühlagerung zur Anwendung gelangen, die Keimvermehrung in der Butter unterbunden wird. Die Mikroorganismen verharren bei so tiefen Temperaturen in einer gewissen «Kältestarre», während die von ihnen ausgeschiedenen Enzyme unter Umständen ihre Aktivität beibehalten. Wir konnten dies bei pasteurisierter Käsereibutter ebenfalls beobachten. Bei solcher aus Süßrahm war während der Tiefkühlagerung ein weitgehendes Absterben folgender Mikroorganismen festzustellen: Nichtsäure- und Alkalibildner, kaseolytische Bakterien, hydrolytische und oxydative Fettzersetzer und Hefen. Bei pasteurisierter Käsereibutter aus angesäuertem Rahm trat insbesondere eine schnelle Gehaltsabnahme an lebenden Milchsäurebakterien ein (zum Teil über 99%iger Rückgang während 30-tägiger Lagerung bei -20° C).
2. Selbst nach 6-monatiger Tiefkühlagerung war pasteurisierte Käsereibutter (süß und angesäuert) nicht frei von Fremdkeimen, so daß nach dem Auftauen unter entsprechenden Bedingungen (grobe Wasserverteilung in der Butter, etc.) ziemlich rasch eine Keimvermehrung und das damit im Zusammenhang stehende mikrobiologische Verderben der Butter einsetzen konnte.
3. Obwohl während der Tiefkühlagerung die Keimvermehrung unterbunden war, traten bei einigen Butterproben Geschmacksfehler auf, die man erfahrungsgemäß als typische mikrobiologische Fehler betrachtet. Es waren dies bei Süßrahmbutter die Fehler: käsesauer, bitter, scharf, rächelig und bei Sauerrahmbutter der Fehler: bitter.
4. Die Geschmacksfehler käsesauer, bitter und scharf traten während der Tiefkühlagerung sowohl bei But-

terproben mit sehr niederem wie auch mit sehr hohem Gehalt an Fremdkeimen (Eiweißzersetzer, hydrolytische und oxydative Fettzersetzer, Nichtsäure- und Alkalibildner, etc.) auf. Dies bestätigt die naheliegende Annahme, daß die Entstehung dieser Butterfehler auch rein enzymatisch bedingt sein kann. Andererseits trat eine hochgradige Hydrolyse des Butterfettes, d. h. der Geschmacksfehler «rächelrig», nur bei verhältnismäßig hohem Gehalt der Butter an hydrolytischen Fettzetzern auf (171 000—1 740 000). Dies weist darauf hin, daß durch die Pasteurisation eine weitgehende Inaktivierung der Lipasen erfolgt.

b) Lagerung bei +4 und +17° C

1. Sowohl bei Süß- wie bei Sauerrahmbutter war die Fremdkeimvermehrung und damit auch das mikrobiologische Verderben der Butter weitgehend von der Wasserverteilung abhängig.
2. Süß- und Sauerrahmbutterproben mit ungenügend feiner Wasserverteilung wiesen selbst bei geringem Anfangskeimgehalt nach 7-tägiger Lagerung bei +17° C und 30-tägiger Lagerung bei +4° C einen hohen Fremdkeimgehalt auf, wobei bei Süßrahmbutter im allgemeinen ein stärkeres Ansteigen des gesamten Fremdkeimgehaltes und des Gehaltes an Nichtsäurebildnern, alkalisierenden und kaseolytischen Bakterien sowie hydrolytischen und oxydativen Fettspaltern zu beobachten war, was aus der folgenden Tabelle hervorgeht:

Tabelle 51

**Keimgehaltszunahme pasteurisierter Käseerbutter
mit ungenügend feiner Wasserverteilung***

	Keimgehalt pro ccm Butter	
	frisch	nach 7 Tagen Lagerung bei +17° C
I. Süßrahmbutter		
(6 Proben)		
Fremdkeime	1 500— 25 000	4 570 000—31 400 000
Säurebildner	<100— 10 400	53 000— 1 700 000
Nichtsäurebildner und alkalisierende Bakterien	100— 13 800	720 000— 9 300 000
Kaseolytische Bakterien	<100— 1 900	700 000— 4 600 000
Hydrolytische Fett- spalter	300— 5 300	210 000—10 500 000
Oxydative Fettspalter	<100— 1 200	120 000— 3 500 000
Colititer	<1/10— 1/100	<1/10— 1/10 000
Hefen	<10— 860	4 800— 29 900
Schimmel	<10— 30	40— 16 900
II. Sauerrahmbutter		
(6 Proben)		
Fremdkeime	1 800— 4 100	142 000— 3 140 000
Säurebildner	80 000—520 000	290 000— 1 980 000
Nichtsäurebildner und alkalisierende Bakterien	<10— 100	23 900— 920 000
Kaseolytische Bakterien	<100— 1 000	1 000— 1 100 000
Hydrolytische Fett- spalter	90— 600	67 000— 1 140 000
Oxydative Fettspalter	<100— 270	1 000— 600 000
Colititer	<1— 1/10	1/10— 1/10 000
Hefen	<10— 160	480— 291 000
Schimmel	<10— 10	<10— 1 180

* Siehe Fußnote Tabelle 49.

Diese Tabelle zeigt ferner, daß auch bei Sauerrahmbutter während der Lagerung vielfach eine Zunahme bei sämtlichen Keimgruppen festzustellen war, wobei jedoch in der Regel die Vermehrung der Hefen rascher einsetzte als bei Süßrahmbutter.

3. Bei Butterproben mit anfänglich niederem Fremdkeimgehalt jedoch ungenügend feiner Wasserverteilung traten vielfach schneller mikrobiologische Fehler auf als bei Butterproben mit anfänglich hohem Fremdkeimgehalt jedoch feiner Wasserverteilung.
4. Bei Butterproben, die bei der Taxation keine von bloßem Auge sichtbaren Wassertropfen aufwiesen

(feine Wasserverteilung), war die Zunahme des Fremdkeimgehaltes unterschiedlich, jedoch stets geringer als bei wasserlässiger Butter. Es ergibt sich somit die mehr praktische Schlußfolgerung, daß bei Käseibutter in vermehrtem Maße auf ein gründliches Kneten zu achten ist. Die Beziehung zwischen dem Feinheitsgrad der Wasserverteilung bei makroskopisch trockener Butter und der Keimzunahme während der Lagerung bedarf jedoch noch einer weiteren Abklärung.

- Um die hydrolytische Fettzersetzung der Butter etwas objektiver zu erfassen, bestimmten wir von sämtlichen im Periodenversuch fabrizierten Butterproben den Gesamtsäuregrad, den Säuregrad des Fettes und den pH-Wert des Butterplasmas. Die Butter wurde sowohl in frischem Zustande als auch zum Teil nach 7-tägiger Lagerung bei +17° C bzw. 30-tägiger bei +4° C untersucht. Die diesbezüglichen Ergebnisse von Frischbutter sind in Tabelle 52 zusammengestellt.

Tabelle 52

Frischbutter

	Anzahl Proben	Gesamtsäuregrad						Säuregrad des Fettes			pH des Butterplasmas		
		Durchschnitt			Mini-Maxi			Durchschnitt			Mini-Maxi		
		mum	mum	mum	mum	mum	mum	mum	mum	mum	mum	mum	mum
I. Süßrahmbutter													
	54	0,86	0,58	1,28	0,65	0,44	1,03	7,04	5,90	7,30			
II. Sauerrahmbutter													
	75	—	0,91	2,20	0,91	0,62	1,65	—	4,19	6,90			

Der Säuregrad des Fettes frischer, geschmacklich reiner Käseibutter schwankte somit innerhalb der bis heute als für Tafelbutter normal angenommenen Grenzen (129) und überstieg nie den durch die Lebensmittelverordnung vorgeschriebenen zulässigen Grenzwert von 3 Säuregraden. Bei nur sehr schwacher Ansäuerung des Rahmes kann ferner allein auf Grund der pH-Bestimmung des Butterplasmas und des Gesamtsäuregrades der Butter nicht entschieden werden, ob es sich um Süß- oder Sauerrahmbutter handelt. Bei intensiver Ansäuerung des Butterungsrahmes (pH 4,7) ist dies fast immer möglich.

6. Das Auftreten der Butterfehler scharf bis ranzig war in allen von uns untersuchten Fällen mit einem Ansteigen des Fettsäuregrades und einem Absinken des pH-Wertes des Butterplasmas verbunden. Diese Änderungen waren jedoch gering. Bei Süßrahmbutterproben, die in frischem Zustande geschmacklich rein, nach 7-tägiger Lagerung bei +17° C bzw. 30-tägiger Lagerung bei +4° C jedoch scharf bis ranzig waren, konnten wir folgende Veränderungen feststellen:

	während 7-tägiger Lagerung bei +17° C (3 Proben)	während 30-tägiger Lagerung bei +4° C (6 Proben)
Zunahme des Fettsäuregrades	0,33—0,42	0,10—0,35
Abnahme des pH-Wertes des Butterplasmas	0,22—0,61	0,10—0,43

Man kann somit das Auftreten geschmacklich bereits wahrnehmbarer, jedoch nicht hochgradiger Fettspalungen auf Grund von Säuregradbestimmungen nur erkennen, wenn man sowohl den Säuregrad des Frischbutter- als auch des Lagerbutterfettes kennt. Erst aus der Differenz dieser beiden Werte können diesbezügliche Schlüsse gezogen werden.

7. Bei Süßrahmbutter war auch das Auftreten eines nicht näher definierbaren unreinen Geschmacks sowie des Altgeschmacks mit einer Zunahme des Fettsäuregrades verbunden, meistens dagegen nicht bei Sauerrahmbutter. Bei letzterer kann ein unreiner Geschmack auf rein oxydativem Wege entstehen.

V. Zusammenfassung und Schlußbetrachtungen

Zweck der vorliegenden Untersuchungen war es, wissenschaftliche Grundlagen für eine Verbesserung der Käseireibutter (Butter aus Satten- und Molkenrahm) zu schaffen. Dazu wurden genaue Parallelversuche sowie Periodenversuche in verschiedenen Käseereien durchgeführt. Neben der Anwendung umfassender wissenschaftlicher Kontrollen erfolgte die qualitative Beurteilung der Butter durch eine mindestens sechsgliedrige Taxationskommission. Diese war jeweils über die Art der Butter-

proben nicht näher orientiert. Als Bewertungsgrundlage diente ein im Jahre 1953 von den zuständigen Verbänden (ZVSM und SMKV) als offiziell erklärtes Bewertungsschema. Die Beurteilung der Butter fand in frischem sowie in gelagertem Zustande statt. Bei der Beurteilung wurde streng vergleichend vorgegangen. Von der gleichen Fabrikation stellten wir jeweils sovielen Butterstöcke her, als es die verschiedene Art der Lagerung, etc. erforderte, so daß für jede Taxation und die damit im Zusammenhang stehenden Untersuchungen ein neuer, unberührter Stock zur Verfügung stand. Als besondere Ziele wurden in Aussicht genommen:

1. Erzielung einer geschmacklich reinen Käsereibutter, bzw. Bekämpfung des sog. Sirtengeschmackes;
2. allgemeine hygienische Verbesserung der Käsereibutter;
3. Erhöhung der Haltbarkeit der Käsereibutter.

Dies wurde hauptsächlich zu erreichen gesucht durch:

1. Zurückdämmung des nachteiligen Einflusses der Kupferinfektion;
2. völlige Ausschaltung der Kupferinfektion;
3. Pasteurisation des Butterungsgutes (Mehrzweckerhitzer);
4. Reinsäuerung des pasteurisierten Rahmes mittelst Säurewecker;
5. Vermeidung von mikrobiellen Nachinfektionen der Butter;
6. Erzielung einer möglichst feinen Wasserverteilung in der Butter.

Ergebnisse

A. Frischbutter

Verschiedene Pasteurisationsarten (Erhitzung des Rahmes auf 75, 85 und 90° C) erleichtern die Fabrikation einer reinschmeckenden Käsereibutter. Bei Gewinnung von geschmacklich reinem Sattenrahm kann durch die Pasteurisation des Butterungsgutes vermieden werden,

daß Käsereibutter bereits in frischem Zustande mikrobiologische Geschmacksfehler aufweist. Dagegen genügt die Pasteurisation des Rahmes bei KK-Butter allein nicht, um den Sirtengeschmack zum Verschwinden zu bringen. Bei Dauerpasteurisation des Butterungsgutes (65° C, 30 Min.) neigt KK-Butter sogar vermehrt zur Bildung eines schmirgelig-metallischen Geschmacks, und zwar sowohl bei Nichtansäuerung wie bei Ansäuerung des pasteurisierten Rahmes.

Durch genügende Beimischung von Satten- zum Molkenrahm und anschließende Hochpasteurisation (85—90° C) des Butterungsgutes gelang es bei der Fabrikation von KK-Butter im allgemeinen, die Intensität des Sirtengeschmacks zu vermindern. Bei KK-Butter, die an aufeinanderfolgenden Tagen in verschiedenen Betrieben aus einer Mischung von Satten- und Molkenrahm fabriziert wurde, die weniger als 40 Gewichtsprozent Molkenrahm enthielt, war jedoch keine direkte Beziehung mehr nachweisbar zwischen der Intensität des Sirtengeschmacks und dem Anteil Molkenrahm, Molkenfett und Molkenplasma im Gesamtbutterungsrahm. Auch bei sehr konzentrierter Gewinnung und geringem gewichtsprozentischem Anteil des Molkenrahmes (18—20%) im Gesamtbutterungsrahm wies KK-Butter zum Teil einen Sirtengeschmack auf.

Bei pasteurisierter (75, 85 und 90° C) reingesäuerter KK-Butter war der Sirtengeschmack weniger häufig und meist auch weniger ausgeprägt festzustellen als bei solcher aus pasteurisiertem nichtangesäuertem Rahm. In ersterer ist er zum Teil überdeckt, in letzterer trat er neben dem sonst reinen Geschmack mehr hervor.

Im Parallelversuch Stahl-/Kupferkessi gelang es mit Hilfe des Stahlkessels, aus reinem Molkenrahm (d. h. ohne Beimischung von Sattenrahm) pasteurisierte nicht-angesäuerte Käsereibutter ohne jeden Sirtengeschmack herzustellen. Während bei KK-Butter der Sirtengeschmack als häufigster Geschmacksfehler festzustellen war, konnte man bei der im Parallelversuch fabrizierten pasteurisierten SK-Butter aus Satten- und SK-Molkenrahm nie einen Sirtengeschmack erkennen, und zwar sowohl bei Verbutterung von Süß- wie auch von Sauerrahm. Dieser Erfolg konnte nur so gedeutet werden, daß er durch möglichste Ausschaltung der Kupferinfektionen zustande

kam. Der Kupfergehalt der SK-Butter war dabei stets bedeutend geringer als derjenige der KK-Butter. In den meisten Fällen war der Kupfergehalt von SK-Butter nicht größer als bei reiner Milchzentrifugenbutter.

Zahlreiche Kupferbestimmungen an Käseireibutter aus verschiedenen, unter unserer Kontrolle geführten Betrieben zeigten, daß der Kupfergehalt von KK-Butter relativ große Schwankungen aufweist. Bei Reinansäuerung des Butterungsgutes war der Kupfergehalt der Butter in der Regel durchschnittlich höher als bei Nichtansäuerung.

Es gelang durch besonders sorgfältige Fabrikation unter möglichster Vermeidung einer unerwünschten mikrobiologischen Nachinfektion bei sämtlichen angewendeten Pasteurisationstemperaturen (30 Min. 65° C, Kurzzeiterhitzung auf 75 und 90° C) sowohl bei Nichtansäuerung als auch bei Reinansäuerung SK- und KK-Butter mit einem Fremdkeimgehalt herzustellen, wie er für beste, hygienisch einwandfreie Tafelbutter toleriert wird. Dies ist bei Reinansäuerung des Butterungsgutes leichter als ohne diese.

B. Lagerbutter

1. Dauerlagerung (—20° C)

Sowohl SK- als auch KK-Butter aus pasteurisiertem unangesäuertem Rahm wies bei Tiefkühlagerung (—20° C) größtenteils eine Haltbarkeit von 6 Monaten auf. SK-Butter wurde nach dieser Lagerungszeit stets als geschmacklich besser erkannt als die im Parallelversuch fabrizierte KK-Butter.

Die Reinansäuerung des pasteurisierten Rahmes verkürzte bei KK-Butter die Haltbarkeit. Bei SK-Butter war dies nicht der Fall, sofern sie aus hochpasteurisiertem und nicht unter pH 4,7 angesäuertem Rahm fabriziert wurde.

Im Gegensatz zu bisherigen Annahmen wurde auch angesäuerte SK-Butter aus niederpasteurisiertem Rahm (30 Min. 65° C und kurzzeiterhitzt auf 75° C) während der Lagerung deutlich fischig, nicht hingegen bei Hochpasteurisation (90° C). Bei KK-Butter aus reingesäuertem

Rahm trat dieser Fehler bei sämtlichen geprüften Pasteurisationsarten (30 Min. 65° C, Kurzzeiterhitzung auf 75° C, Hochpasteurisation auf 85 und 90° C) häufig auf. Demgegenüber zeigte Süßrahmbutter (SK und KK) bei allen Pasteurisationsarten nach 6-monatiger Tiefkühlagerung in keinem Fall einen ölig-tranigen oder fischigen Geschmack.

Bei den angesäuerten SK-Butterproben waren es hauptsächlich die dauerpasteurisierten, die bei normalem Ansäuerungsgrad (pH 4,7—4,8) zum Fischigwerden neigten. Bei gleicher Intensität der Ansäuerung genügte eine Pasteurisationstemperatur von 75° C, um ein Fischigwerden der SK-Butter zu vermeiden, nicht aber um den Fehler schmirgelig-metallisch mit Sicherheit auszuschließen. Bei gleichzeitiger Übersäuerung des Rahmes (pH 4,38) konnte unter sonst gleichen Bedingungen (Pasteurisationstemperatur 75° C) bei einer Probe der Geschmacksfehler fischig festgestellt werden. Alle diese Fehler konnte man bei SK-Butter aus hochpasteurisiertem (90° C), bis auf maximal pH 4,7 angesäuertem Rahm nach 6-monatiger Lagerung (—20° C) nie beobachten.

Bei KK-Butter genügte eine weit schwächere Ansäuerung des Rahmes, um das Auftreten des ölig-tranigen bzw. fischigen Geschmackes zu fördern. Mit steigender Pasteurisationstemperatur war jedoch ein höherer Säuregrad des Rahmplasmas erforderlich, um das Fischigwerden der Butter zu bewirken. Bei nur sehr schwacher Ansäuerung des Rahmes (unter 11° SH bezogen auf das Rahmplasma) wurde KK-Butter aus Rahm, der auf 75 bis 90° C erhitzt worden war (Mehrzweckerhitzer), in keinem Falle während der 6-monatigen Lagerung fischig.

Es ist infolgedessen hauptsächlich das Zusammenreffen der beiden Faktoren Kupferinfektion und Ansäuerung, welche das Auftreten des fischigen Geschmackes bei kaltgelagerter Butter fördert, während die Entstehung dieses Geschmacksfehlers durch die Hochpasteurisation gehemmt wird.

Die ungenügende Haltbarkeit pasteurisierter KK-Butter wurde zur Hauptsache bedingt:

bei Süßrahmbutter: durch das Auftreten mikrobiologisch-enzymatischer Fehler,

bei Sauerrahmbutter: durch sogenannte chemische Fehler (schmirgelig-metallisch-fischig).

Bei 77,8% der deklassierten KK-Butterproben aus reingesäuertem Rahm war das Fischigwerden der Butter die Ursache der Deklassierung. Es gelang auch nicht durch Waschen des Molkenrahmes mit Wasser, das Fischigwerden von angesäuerter KK-Butter zu verhüten.

Hinsichtlich des Sirtengeschmackes bei dauergelagerter Käseireibutter (-20° C) zeigte sich folgendes:

Bei reingesäuerter und nichtangesäuerter KK-Butter trat der Sirtengeschmack oft erst nach längerer Lagerung erkennbar auf oder nahm während dieser an Intensität deutlich zu. Namentlich bei angesäuerter KK-Butter ging der Sirtengeschmack während der Dauerlagerung zum Teil in den Fehler «schmirgelig-metallisch» und «fischig» über. Es ergab sich vielfach folgende Geschmacksfehlerentwicklung:

- a) Kein bis leichter Sirtengeschmack \longrightarrow schmirgelig-metallisch \longrightarrow fischig.
- b) Kein bis leichter Sirtengeschmack \longrightarrow unrein \longrightarrow fischig.

Zwischen starkem Sirten- und metallischem Geschmack war es oft schwer, eine sichere Grenze zu ziehen. Es handelte sich hier somit nicht um grundverschiedene Geschmacksfehler.

Mit der Intensitätszunahme des Sirtengeschmackes und dem Auftreten des fischigen Geschmackes war stets auch ein Ansteigen der Peroxydzahl des Butterfettes verbunden.

Peroxydbestimmungen an SK- und KK-Butterproben, die im Parallelversuch fabriziert worden waren, bestätigten, daß der erhöhte Kupfergehalt von KK-Butter die Oxydation des Butterfettes während der Dauerlagerung fördert.

Bemerkenswert ist auch, daß die verschiedenen Gruppen von Mikroorganismen, die in pasteurisierter und unpasteurisierter KK-Butter mit hohem Fremdkeimgehalt

zu finden sind, nicht genügend reduzierend wirken, um bei Ansäuerung des Rahmes das Auftreten des fischigen Geschmacks zu vermeiden.

Während der Kaltlagerung (-20°C) pasteurisierter Käsereibutter traten in dieser auch bei sehr niederem Fremdkeimgehalt Geschmacksfehler auf, die man sonst rein mikrobiologischen Ursachen zuschreibt. Dies dürfte in solchen Fällen auf rein enzymatische Verderbnis zurückzuführen sein.

Der Geschmacksfehler «rächelig» bis ranzig (hydrolytische Fettzersetzung) trat bei Erhitzung des Rahmes auf $75-90^{\circ}\text{C}$ (Mehrzweckerhitze) nur bei relativ hohem Gehalt der Butter an hydrolytischen Fettzetzern auf. Dies ist wohl ein Zeichen dafür, daß die eventuell ursprünglich, d. h. vor der Pasteurisation im Butterungut vorhandenen Lipasen durch letztere genügend inaktiviert werden.

2. Begrenzte Lagerung

(7 Tage bei $+17^{\circ}\text{C}$ resp. 30 Tage bei $+4^{\circ}\text{C}$)

Pasteurisierte angesäuerte KK-Butter zeigte bei den Lagerungstemperaturen $+17$ und $+4^{\circ}\text{C}$ durchschnittlich eine längere Haltbarkeit als pasteurisierte unangesäuerte.

Eine 30-tägige Lagerung bei $+4^{\circ}\text{C}$ führte im allgemeinen in höherem Maße zur Verderbnis der Butter als eine 7-tägige Aufbewahrung bei Zimmertemperatur ($+17^{\circ}\text{C}$).

Für die Haltbarkeit der Butter bei $+4$ und $+17^{\circ}\text{C}$ spielt die Art der Wasserverteilung in der Butter eine ausschlaggebende Rolle. Die Fremdkeimvermehrung und damit das mikrobiologische Verderben der Butter waren weitgehend von dieser abhängig. So erfolgte selbst bei geringem anfänglichem Fremdkeimgehalt aber schlechter Wasserverteilung das mikrobiologische Verderben der Butter rascher, als wenn ein relativ hoher anfänglicher Fremdkeimgehalt, jedoch eine feine Wasserverteilung vorlagen.

Bei 30-tägiger Lagerung bei $+4^{\circ}\text{C}$ zeigte nichtangesäuerte KK-Butter nur in jenen Fällen eine ungenügende Haltbarkeit, bei denen entweder die Wasserverteilung

ungenügend oder der anfängliche Fremdkeimgehalt zu hoch war. Hinsichtlich der reingesäuerten KK-Butter waren auch Proben mit feiner Wasserverteilung und tiefem Fremdkeimgehalt ungenügend lagerfähig, was durch das Auftreten chemischer Fehler verursacht wurde.

Folgende, mehr wissenschaftliche Fragen wurden einer Abklärung näher geführt:

1. Der Sirtengeschmack der Käsereibutter ist zur Hauptsache das Ergebnis eines Kontaktes von Milch und Molke mit Kupfer.
2. Er stellte eine Stufe — bei geringer Intensität die unterste — einer Geschmacksentwicklung dar, die sich in der Richtung schmirgelig-metallisch und eventuell auch fischig (Sauerrahmbutter) fortsetzt.
3. Mit der Entwicklung dieser Geschmacksstufen geht eine fortschreitende Fettoxydation (Erhöhung der Peroxydzahl) einher.
4. Diese Geschmacksentwicklungen können durch fehlerhafte Pasteurisation (niedere Temperaturen) sowie durch zu hohe Reinansäuerung des Butterungsgutes gefördert werden.
5. Im Gegensatz zu bisherigen Auffassungen zeigte sich, daß angesäuerte Butter bei hohem Kupfergehalt auch fischig wird, wenn der pH-Wert des durch Ausschmelzen gewonnenen Butterplasmas über 6,0 liegt.
6. Selbst Käsereibutter mit relativ hohem Fremdkeimgehalt enthält nicht genügend Antioxydantien, um einer einmal vorhandenen Tendenz zum Fischigwerden genügend entgegenzuwirken.
7. Der relativ hohe Kupfergehalt der Käsereibutter stammt hauptsächlich vom Kupferkessi her.
8. Bei Verwendung eines Käsekessels aus nichtrostendem Stahl weist Käsereibutter einen entsprechend geringeren Kupfergehalt auf.
9. Damit im Zusammenhang stehend gelingt es mit einer Einführung des Stahlkessels, Käsereibutter ohne jeglichen Sirtengeschmack herzustellen.

10. Die Entkupferung der Käserei ermöglicht ferner bei Hochpasteurisation und Reinansäuerung des Butterungsgutes, möglichster Verhinderung von Reinfektionen und Bearbeitung der Butter bis zur Erzielung einer einwandfreien Konsistenz und feinen Wasser-
verteilung eine Käsereibutter zu fabrizieren, deren geschmackliche Eigenschaften und Haltbarkeit höchsten Anforderungen genügen.
 11. Andererseits läßt sich auch in Betrieben mit kupfernen Käsekesseln bei Anwendung folgender Maßnahmen eine erstklassige und lagerfähige Tafelbutter herstellen:
 - a) Gewinnung von geschmacklich einwandfreiem Sattenrahm.
 - b) Konzentrierte Gewinnung des Molkenrahmes.
 - c) Vermischung des Molkenrahmes mit genügend Sattenrahm bzw. Voll- oder Magermilch.
 - d) Sorgfältige Hochpasteurisation von Satten- und Molkenrahm unmittelbar nach der Gewinnung des letzteren.
 - e) Verhütung von Reinfektionen nach der Pasteurisation.
 - f) Gründliches Waschen des Butterkornes.
 - g) Herstellung einer Butter von normaler Konsistenz und feinsten Wasserverteilung.
 12. Reinsäuerung des Butterungsgutes hat sich in Betrieben mit kupfernen Käsekesseln nur für die Herstellung von Frischbutter bewährt. Sie erwies sich diesbezüglich als wirksamste Maßnahme, die Erkennbarkeit des Sirtengeschmackes zu verhüten.
-

VI. Literaturnachweis

1. Amundstad, O., zit. n. Thomé, K. E., XIII. Internat. Milch-Kongreß, Haag, 2 (1953), p. 500 u. 502.
2. Anderson, J. A., J. of Bact., 27 (1934), p. 69.
3. Bewertungsschema für Butter aus Käseereien, Richtlinien der Expertenkonferenzen 1937/38, revidiert 1953 durch die Käseeributterkommission des Zentralverbandes Schweiz. Milchproduzenten u. des Schweiz. Milchkäuferverbandes.
4. Bobeck, F., Anderson, J., Hoff, S. u. Järvik, M., XIII. Internat. Milch-Kongreß, Haag, 2 (1953), p. 519.
5. Boekhout, F. W. J. u. Ott de Vries, J. J., Zentrbl. Bakt. u. Parasitenk., 2 (1919), p. 373—382.
6. Boekhout, F. W. J. u. van Beynum, J., zit. n. van Beynum, J., XI. Milch. Weltkongreß, Berlin, 2 (1937), p. 70—73.
7. Boer, H. D., Milch. Forschungen, Referatenteil, 18 (1937), p. 51.
8. Brisou, J., Milch. Forschungen, 18 (1937), p. 50.
9. Brown u. Peiser, zit. n. Rahn, O., Handb. d. Milch., Springer, Wien, 2 (1931), p. 20.
10. Brown, W. C. u. Thurston, L. M., J. Dairy Sci., 23 (1940), p. 629—685.
11. Burri, R. u. Kürsteiner, J., Schweiz. Milchztg., 38 (1912), Nr. 76, 78, 80 u. 82.
12. Butterfield, C. T., J. of Bact., 23 (1932), p. 355—368.
13. Callan u. Henderson, zit. n. Williams, W., J. of Dairy Res., 3 (1931), p. 93—100.
14. Chapman, R. A. u. Mc. Farlane, W. D., zit. n. Loftus Hills u. Thiel, C. C., J. of Dairy Res., 14 (1945), p. 340.
15. Conn, H. W., zit. n. Fleischmann, W. u. Weigmann, H., Lehrbuch d. Milch., Parey, P., Berlin, 7. Aufl. (1932), p. 546.
16. Crossley, E. L. u. Cuttel, J. R., XIII. Internat. Milch-Kongreß, Haag, 2 (1953), p. 481—484.
17. Dannacher, S., Mitteil. a. d. Gebiete d. Lebensmitteluntersuchung u. Hygiene, 43. (1952), p. 67—83.
18. Davies, W. L., J. Dairy Res., 4 (1933), p. 255—264.
19. Davies, W. L., The chemistry of milk, Chapman u. Hall, London (1936).
20. De Ath, G. C., Lightfoot, F. R. u. Moir, G. M., N. Z. J. Sci. Tech., 21 (1946), p. 249.
21. Demeter, K. J. u. Maier, F. X., Milch. Forschungen, 11 (1931), p. 418—518.
22. Demeter, K. J., Molkereiztg. Hildesheim, 51 (1937), Nr. 4, 5 u. 6.

23. Demeter, K. J., Bakt. Untersuchungsmethoden d. Milchw., Ulmer E., Stuttgart, 3. Aufl. (1952).
24. Difco Manual, Difco Laboratories, Detroit, U. S. A., 8. Ed., p. 51.
25. Diernhofer, K., Milchw. Forschungen, 10 (1930), p. 319—335.
26. Dorner, W., Allg. u. milchw. Mikrobiologie, Huber u. Co., Frauenfeld (1943).
27. Dowell Mc., A. K. R., J. of Dairy Res., 15 (1948), p. 70—79.
28. Eden u. Green, zit. n. Dowell Mc., A. K. R., J. of Dairy Res., 15 (1948), p. 70—79.
29. Endo, zit. n. Hallmann, L., Bakt. u. Serologie, Thieme, G., Stuttgart (1951), p. 97.
30. Epple, W. F. u. Horrall, B. E., J. Dairy Sci., 23 (1940), p. 506—507.
31. Flake, J. C. u. Parfitt, E. H., J. Dairy Sci., 21 (1938), p. 545—551.
32. Fleischmann, W. u. Weigmann, H., Lehrb. d. Milchw., Parey, P., Berlin, 7. Aufl. (1932).
33. Folda, W., Die Milchwissenschaft, 7 (1952), p. 49—53.
34. Foxholm, H., Die Milchwissenschaft, 4 (1949), p. 161—166.
35. Frazier, W. C. u. Rupp, Ph., J. of Bact., 16 (1928), p. 57—60.
36. Fuchs, A., Diss., Eidg. Techn. Hochschule, Zürich (1949).
37. Gebhardt u. Sommer, zit. n. Davies, W. L., The chemistry of milk, Chapman u. Hall, London (1936).
38. Gould, J. A., J. Dairy Sci., 22 (1939), p. 1017—1023.
39. Gould, J. A. u. Sommer, H. H., Mich. State Techn. Bull., 164 (1939).
40. Graz, O., Milchw. Forschungen, Referatenteil, 14 (1933), p. 14.
41. Greenbank, G. R., J. Dairy Sci. (Absts.), 21 (1938), p. 144.
42. Greenbank, G. R., J. Dairy Sci., 31 (1948), p. 913—933.
43. Greenleaf, zit. n. Hänni, H., Mitteil. a. d. Gebiete d. Lebensmitteluntersuchung u. Hygiene, 43 (1952), p. 357—369.
44. Guthrie, E. S., Scheib, B. J., Stark, C. N., J. Dairy Sci., 19 (1936), p. 267—278.
45. Haeflten van, F. E. u. Pette, J. W., XIII. Internat. Milchw.-Kon-greß, Haag, 2 (1953), p. 541—544.
46. Hammer, B. W. u. Baley, D. E., Iowa Agr. Expt. Sta. Res. Bull., 55 (1919).
47. Hammer, B. W., Dairy Bacteriologie, Chapman u. Hall, London, 2 (1946).
48. Hänni, H., Schweiz. Milchztg., 77 (1951), Nr. 82.

49. Hänni, H., *Mitteil. a. d. Gebiete d. Lebensmitteluntersuchung u. Hygiene*, 43 (1952), p. 357—369.
50. Hietaranta, M., *XII. Internat. Milchw.-Kongreß, Stockholm*, 2 (1949), p. 472—483.
51. Hofer, H., *Schweiz. Milchztg.*, 76 (1950), Nr. 32.
52. Holm u. Greenbank, zit. n. Demeter, K. J., *Molkereiztg. Hildesheim*, 51 (1937), p. 106 u. 173.
53. Holm, G. E. u. M., zit. n. Greenbank, G. R., *XII. Internat. Milchw.-Kongreß, Stockholm*, 2 (1949), p. 288.
54. Hostettler, H. u. Lehmann, W., *XIII. Internat. Milchw.-Kongreß, Haag*, 3 (1953), p. 1216—1221.
55. Hunziker, O. F., *The Butter Industry, La Grange* (1927).
56. Hunziker, O. F., Cordes, W. A. u. Nissen, B. H., *J. Dairy Sci.*, 12 (1929), p. 140—181.
57. Jackson, zit. n. Hänni, H., *Mitteil. a. d. Gebiete d. Lebensmitteluntersuchung u. Hygiene*, 43 (1952), p. 357—369.
58. Jensen u. Grettie, zit. n. Demeter, K. J., *Bakt. Untersuchungsmethoden d. Milchw.*, Ulmer, E., *Stuttgart*, 3. Aufl. (1952), p. 103.
59. Josephson, D. V. u. Doan, F. J., *The Milk Dealer*, 29 (1939), p. 35—36 u. 54—62.
60. Jürgensen, *Molkereiztg. Hildesheim*, 53 (1939), Nr. 90.
61. Kästli, P., *Die Milchwissenschaft*, 7 (1952), p. 382—383.
62. Kay, H. D. u. Graham, W. R., *J. Dairy Res.*, 6 (1935), p. 191—203.
63. Keilling, M. J., zit. n. *Milchw. Forschungen, Referatenteil*, 19 (1938), p. 209.
64. Kende, S., *Milchw. Forschungen*, 13 (1932), p. 111—143.
65. Kertész, Th., *Schweiz. Milchztg.*, 60 (1934), Nr. 66.
66. Kertész, Th., zit. n. Ritter, W. u. Christen, M., *Schweiz. Milchztg.*, 61 (1935), Nr. 12.
67. King, N., *Milchw. Forschungen*, 12 (1931), p. 172—182.
68. Klimmer, M. u. Schönberg, F., *Milchkunde u. Milchhygiene*, Schaper, M. u. H., *Hannover*, 6. Aufl. (1951), p. 168.
69. Koestler, G., *Jahresberichte d. Molkereischule Rütli-Zollikofen*, 12 (1909), p. 19—22 u. 26—28, 13 (1910), p. 28—30, 14 (1911), p. 29—30.
70. Koestler, G. u. Müller, F., *Landw. Jahrbuch d. Schweiz*, 23 (1909), p. 529—552.
71. Koestler, G. u. Stüssi, D., *Leitfaden d. Butterfabrikation*, Wyb A.G., *Bern*, 3. Aufl. (1951).
72. Koppejan, C. A. u. Mulder, H., *XIII. Internat. Milchw.-Kongreß, Haag*, 3 (1953), p. 1400—1401.

73. Korpáczy, St. u. Ersek, A., zit. n. Nußbaumer, Th. u. Ritter, W., Schweiz. Milchztg., 70 (1944), Nr. 26.
74. Lea, C. H., zit. n. Hills, L. G. u. Thiel, C. C., J. of Dairy Res., 14 (1945), p. 340.
75. Hills, L. G. u. Thiel, C. C., J. of Dairy Res., 14 (1945), p. 340—353.
76. Lojander, W., zit. n. Bernhart, F. W. u. Linden, E., J. of Dairy Sci., 13 (1950), p. 166—175.
77. Macy, zit. n. Demeter, K. J., Bakt. Untersuchungsmethoden d. Milchw., Ulmer, E., Stuttgart, 3. Aufl. (1952).
78. Mair-Waldburg, H., XIII. Internat. Milchw.-Kongreß, Haag, 2 (1953), p. 1417.
79. Manus, L. J. u. Ashworth, U. S., J. Dairy Sci., 31 (1948), p. 517—522.
80. Mattick, A. T. R. u. Hiscox, E. R., zit. n. Groß, R., Inauguraldiss., Bern (1952).
81. Mauschke, K., zit. n. Reinart, A., XII. Internat. Milchw.-Kongreß, Stockholm, 2 (1949), p. 382.
82. Milchtechn. Inst. d. ETH, Prakt. Anleitung z. Herstellung past. Käsebuttermilch, Kühn & Co., Schaffhausen (1951), p. 10—12.
83. Miscall, J., Cavanaugh, G. W. u. Carodemos, P. P., J. Dairy Sci., 12 (1929), p. 379—384.
84. Mohr, W. u. Eichstädt, A., X. Weltkongr. für Milchw., 2 (1934), p. 121—127.
85. Mohr, W. u. Eichstädt, A., zit. n. Bömer, Juckenack u. Tillmann, Handbuch d. Lebensmittelchemie, Berlin, 3 (1936).
86. Mohr, W. u. Eichstädt, A., zit. n. Riedel, W., XI. Milchw. Weltkongr., Berlin, 2 (1937), p. 152.
87. Mohr, W. u. Ahrens, H., Molkereiztg. Hildesheim, 51 (1937), Nr. 18.
88. Mohr, W. u. Ritterhoff, Molkereiztg. Hildesheim, 52 (1938), Nr. 28 u. 29.
89. Mohr, W., XIII. Internat. Milchw.-Kongreß, Haag, 4 (1953), p. 238.
90. Moir, G. M. u. Andrews, E. D., N. Z. J. Sci. Tech., 21 (1940), p. 249—265.
91. Mulder, H. u. Koppejan, C. A., XIII. Internat. Milchw.-Kongreß, Haag, 3 (1953), p. 1402—1404.
92. Mulder, H. u. Welle, Th. G., XIII. Internat. Milchw.-Kongreß, Haag, 3 (1953), p. 545—548.
93. Müller, L., Molkereiztg. Hildesheim, 55 (1941), Nr. 9.
94. Niel, C. B. van, Kluyver, A. J. u. Derx, H. G., zit. n. Beynum, J. van, XI. Milchw. Weltkongreß, Berlin, 2 (1937), p. 71.

95. North, C. E. u. Park, W. H., zit. n. Porter, J. R., *Bacterial chemistry a. physiologie*, Chapman u. Hall, London, 4. Aufl. (1948), p. 193.
96. Nyiredy, St. von, XI. Milchw. Weltkongreß, Berlin, 2 (1937), p. 137—140.
97. Osborne u. Leavenworth, zit. n. Davies, W. L., *J. of Dairy Res.*, 4 (1933), p. 253—264.
98. Orla-Jensen, S., zit. n. Fleischmann, W. u. Weigmann, H., *Lehrb. d. Milchw.*, Parey, P., Berlin, 7. Aufl. (1932), p. 547.
99. Peter, A., *Jahresbericht d. Molkereischule Rütli-Zollikofen*, 10 (1907), p. 13—23 u. 14 (1911), p. 42—43.
100. Perrin, D. R., Lightfoot, F. R. u. Moir, G. M., *J. of Dairy Res.*, 18 (1951), p. 77—94.
101. Piraux, E., Jamotte, P. u. Lheureux, F., XIII. Internat. Milchw.-Kongreß, Haag, 2 (1953), p. 549—554.
102. Platon, Hermansson, Edin u. Hansson, zit. n. Ritter, W., XI. Milchw. Weltkongreß, Berlin, 2 (1937), p. 167.
103. Platon, B., zit. n. Hietaranta, M., XII. Internat. Milchw.-Kongreß, Stockholm, 2 (1949), p. 473.
104. Porter, J. R., *Bacterial chemistry a. physiologie*, Chapman u. Hall, London, 4. Aufl. (1948), p. 517—531.
105. Quam, zit. n. Davies, W. L., *The chemistry of milk*, Chapman u. Hall, London (1936).
106. Reinart, A., XII. Internat. Milchw.-Kongreß, Stockholm, 2 (1949), p. 382—387 u. 392—402.
107. Rice, zit. n. Davies, W. L., *The chemistry of milk*, Chapman u. Hall, London (1936).
108. Riedel, W., XI. Milchw. Weltkongreß, Berlin, 2 (1937), p. 149 bis 152.
109. Riedel, W., *Molkereiztg.* Hildesheim, 53 (1939), Nr. 86.
110. Ritter, W., *Schweiz. Milchztg.*, 60 (1934), Nr. 32, 34—38, 101—105.
111. Ritter, W., *Schweiz. Milchztg.*, 62 (1936), Nr. 50, 60, 95—98.
112. Ritter, W. u. Stüssi, D., *Schweiz. Milchztg.*, 60 (1934), p. 47—48.
113. Ritter, W. u. Christen, M., *Schweiz. Milchztg.*, 61 (1935), Nr. 7.
114. Ritter, W., *Festschrift «Prof. Dr. R. Burri z. 70. Geburtstag»* (1937).
115. Ritter, W., *Mitteil. a. d. Gebiete d. Lebensmitteluntersuchung u. Hygiene*, 28 (1937), p. 197—205.
116. Ritter, W., XI. Milchw. Weltkongreß, Berlin, 2 (1937), p. 162—167.
117. Ritter, W. u. Nußbaumer, Ths., *Schweiz. Milchztg.*, 65 (1939), Nr. 36.

118. Ritter, W. u. Nußbaumer, Ths., Schweiz. Milchztg., 68 (1942), Nr. 23.
119. Ritter, W. u. Nußbaumer, Ths., Schweiz. Milchztg., 69 (1943), Nr. 9.
120. Ritter, W., XII. Internat. Milchw.-Kongreß, Stockholm, 2 (1949), p. 292—299.
121. Ritter, W., Schweiz. Milchztg., 75 (1949), Nr. 46.
122. Ritter, W. u. Sahli, K., Schweiz. Milchztg., 75 (1949), Nr. 100.
123. Roberts, Beardsley u. Talor, zit. n. Hänni, H., Mitteil. a. d. Gebiete d. Lebensmitteluntersuchung u. Hygiene, 43 (1952), p. 357 bis 369.
124. Rogers u. Gray, zit. n. Demeter, K. J., Molkereiztg. Hildesheim, 51 (1937), Nr. 4, 5 u. 6.
125. Rogers, L. A. u. M., zit. n. Ritter, W., Schweiz. Milchztg., 60 (1934), Nr. 101—105.
126. Saal, R. N. J. u. Neukelon, W., Die Milchwissenschaft, 2 (1947), p. 402.
127. Sanders, G. P. u. Sager, O. S., J. Dairy Sci., 29 (1946), p. 737 bis 749 u. 30 (1947), p. 909—920.
128. Schmalfuß, H. u. Barthmeyer, H., Biochem. Zeitschr., 210 (1929), p. 330—335.
129. Schmalfuß, H., Fette u. Seifen, 46 (1939), p. 719.
130. Schmid, A., Molkereiztg. Hildesheim, 54 (1940), Nr. 98.
131. Schwarz, G. u. Müller, E., Milchw. Forsch., 15 (1933), p. 329.
132. Schweiz. Lebensmittelbuch, 4. Aufl. (1937).
133. Sommer, H. H. u. Smit, B. J., Wisc. Agr. Exp. Sta. Bull., 57 (1923).
134. Spitzer, G. u. Parfitt, E. H., J. Dairy Sci., 18 (1935), p. 267—272.
135. Stark u. England, zit. n. Dorner, W., Allg. u. milchw. Mikrobiologie, Huber u. Co., Frauenfeld (1943).
136. Stocker, W., XI. Milchw. Weltkongreß, Berlin, 2 (1937), p. 167 bis 170.
137. Stockmayer, W., zit. n. Milchw. Forschungen, Referatenteil, 17 (1936), p. 159—160.
138. Storch, zit. n. Ritter, W., Schweiz. Milchztg., 60 (1934), Nr. 101.
139. Storch, V., zit. n. Mosimann, W., Schweiz. Milchztg., 72 (1946), Nr. 25, 26 u. 28.
140. Storgards, T. u. Hietaranta, M., XII. Internat. Milchw.-Kongreß, Stockholm, 2 (1949), p. 389—391.
141. Stüssi, D., Schweiz. Milchztg., 74 (1948), Nr. 35, 37, 38 u. 39.
142. Stüssi, D., Die Milchwissenschaft, 4 (1949), p. 246—248.

143. Stüssi, D., Schweiz. Zentralbl. f. Milchw., 41 (1952). Nr. 30—34.
144. Stüssi, D., Schweiz. Milchztg., 79 (1953), Nr. 35.
145. Supplee, G. C., zit. n. Ritter, W., Schweiz. Milchztg., 60 (1934), Nr. 101.
146. Tammisto, E. S., XII. Internat. Milchw.-Kongreß, Stockholm, 2 (1949), p. 416—422.
147. Tewes, G. u. Gavél, L. v., Deutsche Molkereiztg., 74 (1953), p. 882—886.
148. Thomé, K. E. u. Mattson, S., XIII. Internat. Milchw.-Kongreß, Haag, 3 (1953), p. 1056—1060.
149. Thomé, K. E., XIII. Internat. Milchw.-Kongreß, Haag, 2 (1953), p. 499—505.
150. Thomé, K. E., XIII. Internat. Milchw.-Kongreß, Haag, 4 (1953), p. 233—236.
151. Thornton, H. R. u. Hastings, E. G., J. Dairy Sci., 13 (1930), p. 221—225.
152. Tompsett, S. L., zit. n. Perrin, D. R., Lightfoot, F. R. u. Moir, G. M., J. of Dairy Res., 18 (1951), p. 79.
153. Townley, R. C. u. Gould, J. A., J. of Dairy Sci., 26 (1943), p. 689—703.
154. Tracy u. M., zit. n. Greenbank, G. R., J. Dairy Sci., 31 (1948), p. 913—933.
155. Untersuchung v. Milch, Milcherzeugnissen u. Molkereihilfsstoffen, Methodenbuch, Neumann, Berlin, 6 (1950).
156. Vandevelde, zit. n. Davies, W. L., The chemistry of milk, Chapman u. Hall, London (1936).
157. Virtanen, A. I., Die Milchwissenschaft, 3 (1948), p. 353—361.
158. Walser, R., XIII. Internat. Milchw.-Kongreß, Haag, 3 (1953), p. 1052—1055.
159. Weigmann, zit. n. Ritter, W., Schweiz. Milchztg., 60 (1934), Nr. 101.
160. Weigmann, zit. n. Fleischmann, W. u. Weigmann, H., Lehrb. d. Milchw., Parey, P., Berlin, 7. Aufl. (1932).
161. White, Trimble u. Wilson, zit. n. Demeter, K. J., Molkereiztg. Hildesheim, 51 (1937), Nr. 4.
162. Williams, W., J. of Dairy Res., 3 (1931), p. 93.
163. Yule, J. A. C. u. Wilson, C. P., zit. n. Martin, G. u. M., Québec Laitier, 10 (1951), Nr. 8, 9 u. 10.

LEBENSABRISS VON F. HOFMANN

- 1924 Geboren am 4. März in Gaiserwald (Kt. St. Gallen),
Bürger von Worb (Kt. Bern)
- 1930—1936 Absolvierung der Primarschule in Goßau/St. G.
- 1936—1938 Besuch der Sekundarschule in Goßau/St. G.
- 1938—1939 Besuch des Gymnasiums im «Institut auf dem Rosenberg»
in St. Gallen (1 Jahr)
- 1939—1943 Mitarbeit in der Molkerei meiner Eltern in Goßau/St. G.
- 1941—1943 Besuch des Abendgymnasiums «Juventus» in Zürich
(3 Semester)
- 1943—1945 Vorbereitung auf die Aufnahmeprüfung an die ETH am
Institut «Minerva» in Zürich (4 Semester)
- 1945 Frühling: Aufnahmeprüfung in das 1. Semester der Ab-
teilung für Landwirtschaft der ETH, Zürich
Sommer: 3-monatiges landwirtschaftliches Praktikum in
Brühwil (Kt. St. Gallen)
Herbst: Eintritt in das 1. Semester der Abteilung für
Landwirtschaft an der ETH
- 1945—1948 Absolvierung der ersten 6 Semester an der Abteilung
für Landwirtschaft der ETH
- 1948—1949 14-monatiges Praktikum in milchwirtschaftl. Betrieben
(Käserei Sumiswald, Butterzentrale Luzern, Verbands-
molkerei Bern, Verbandslaboratorium Bern)
- 1949 / 1950 Absolvierung des 7. Semesters an der Abteilung für
Landwirtschaft an der ETH und Diplomierung als Ing. agr.
mit spezieller Ausbildung in molkereitechnischer Richtung
- 1950—1953 Assistent und Mitarbeiter von Herrn Prof. Dr. E. Zolli-
kofer am Milchtechnischen Institut der ETH
- 1953
bis jetzt Laboratoriumschef der Butterzentrale Burgdorf