

<b>Zeitschrift:</b>	Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
<b>Herausgeber:</b>	Bundesamt für Gesundheit
<b>Band:</b>	37 (1946)
<b>Heft:</b>	3-4
<b>Artikel:</b>	Beitrag zur Kenntnis der Brotkrankheit
<b>Autor:</b>	Wuhrmann, Hans
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-983485">https://doi.org/10.5169/seals-983485</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 28.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Beitrag zur Kenntnis der Brotkrankheit

Von Hans Wuhrmann

(Mitteilung aus dem Laboratorium der Mubag AG., Neuveville)

Mit dem hohen Ausmahlungsgrad unserer Backmehle in den letzten Jahren ist die Brotkrankheit in stark vermehrtem Masse aufgetreten. Infolge der kriegsbedingten Mehlknappheit waren die Bäcker ganz besonders bestrebt, alle durch das «Fadenziehendwerden» des Brotes entstehenden, unersetzblichen Verluste zu vermeiden. Diese Bestrebungen wurden wesentlich durch eine Reihe von Mitteln zur Bekämpfung der Brotkrankheit unterstützt. Wir haben einige dieser Produkte auf ihre Wirksamkeit untersucht und die dabei erhaltenen Resultate im Vorliegenden zusammengestellt. Nachdem die Frage, welche Methode zur Prüfung dieser Mittel angewandt werden soll, noch nicht eindeutig entschieden ist, hoffen wir mit unseren Versuchen einen bescheidenen Beitrag zu deren Klärung zu leisten.

Bereits die ersten Arbeiten<sup>1)</sup> über Bazillus mesentericus zeigten die Empfindlichkeit dieses Kleinlebewesens gegenüber Säuren und wiesen damit den Weg zur Bekämpfung der Brotkrankheit. Es sind eine ganze Reihe von Säuren zur Anwendung empfohlen worden. In der Praxis haben sich jedoch nur die Essigsäure und die Milchsäure eingeführt. Die erstere wurde als Essig, die letztere, in neuerer Zeit als billige Gärungsmilchsäure erhältlich, in reiner Form dem Schüttwasser zugesetzt. War die Essigsäure als reines Schutzmittel gedacht, so machte man bei der Verwendung der Milchsäure von deren Eigenschaft Gebrauch, die Backfähigkeit dunkler Mehle, insbesondere solcher mit Roggenzusatz zu verbessern. Der seit langer Zeit bekannte und verwendete Sauerteig soll von unserer Betrachtung ausgeschlossen bleiben.

In den letzten Jahren ist das Calciumsalz der Essigsäure und, in geringem Umfange, auch dasjenige der Propionsäure mit Erfolg zur Bekämpfung der Brotkrankheit herangezogen worden. Diese Salze fanden rasch Eingang in der Bäckerei, weil schon relativ kleine Mengen, auch in Fällen von starker Infektion, einen absoluten Schutz bieten und die damit hergestellten Brote im Geschmack völlig neutral sind.

Die drei Stoffe Essigsäure, Milchsäure und das Calciumsalz der Essigsäure bildeten den Ausgangspunkt für unsere Untersuchungen. Es war uns darum zu tun, diejenigen Mengen zu bestimmen, welche, bei einem gegebenen Infektionsgrad, einen ausreichenden Schutz gegen die Brotkrankheit gewähren.

Während über die Milch- und die Essigsäure bereits Zahlen bekannt sind<sup>1)</sup>, wurde über die Wirkung und den Wirkungsgrad der Calciumsalze der Fettsäuren unseres Wissens bisher nichts veröffentlicht. Es lag daher nahe, in vergleichenden Versuchen die Schutzwirkung des Calciumacetates als dem meist verwendeten Bekämpfungsmittel kennen zu lernen.

## 1. Die chemische Wirkung

Bekanntlich enthält das Mehl saure Phosphate, die zum Teil den Säuregrad des Mehles in wässrigen Auszügen bestimmen. Es darf als wahrscheinlich angenommen werden, dass sich diese Phosphate mit dem zugesetzten Calciumsalz zu Calciumphosphat und freier Säure umsetzen. Unter der Annahme, dass die im Mehl vorhandenen Phosphate teilweise als primäres Kaliumorthophosphat vorliegen, liesse sich die Umsetzung mit Calciumacetat folgendermassen formulieren:



Es entstünde bei dieser Reaktion also freie Essigsäure, und diese könnte auf die Entwicklung von *Bazillus mesentericus* hemmend wirken.

Wir wollen versuchen, diese hypothetische Umsetzung zahlenmässig auszuwerten. Unser Kriegsbackmehl enthält etwa 0,86 % Phosphate als P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Rechnet man die Hälfte dieses Betrages als KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, so ergibt sich ein Gehalt von 0,825 % an diesem Salz. Setzt man diesen Betrag in obige Reaktionsgleichung ein, so müssten 0,957 g Calciumacetat umgesetzt werden, wobei 0,363 g Essigsäure auf 100 g Mehl frei würden. Bei einem Zusatz von 0,5 g Calciumacetat zu 100 g Mehl müsste also die ganze Menge des Calciumsalzes umgesetzt werden.

Von den Herstellern der Mittel zur Bekämpfung der Brotkrankheit auf der Basis von Calciumacetat wird angegeben, dass 0,5 g auf 100 g Mehl genügen, um das Ausbrechen der Krankheit zu verhindern. Setzt man diese Menge nach obigem Schema um, so werden mit 0,43 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> auf 100 g Mehl 0,19 g Essigsäure frei. Wenn also 0,5 g Calciumacetat das Ausbrechen der Krankheit mit Sicherheit verhindern können, so muss der gleiche Effekt auch mit 0,19 g Essigsäure erreicht werden. Wir haben diesen Versuch wiederholt ausgeführt und gefunden, dass 0,19 g Essigsäure auf 100 g Mehl tatsächlich die erwartete Wirkung zeigen. Dies steht im Widerspruch zu der Angabe von *Morrison* und *Collatz*<sup>2)</sup> wonach auf die gleiche Menge Mehl 0,322 g Essigsäure nötig sein sollen.

*Fischer* und *Halton*<sup>3)</sup>, *Wernicke*<sup>4)</sup> sowie *Mohs* und *Knischewsky*<sup>5)</sup> geben 0,27—0,5 g Milchsäure als wirksame Mengen auf 100 g Mehl an. Nach unseren Versuchen lag der Wert bei 0,4 %. Diese Tatsache ist auffallend, wenn man bedenkt, dass Milchsäure eine stärkere Säure ist als die Essigsäure. Die Dissoziationskonstanten<sup>6)</sup> sind:

$$\begin{array}{ll} \text{Essigsäure} & K = 1,86 \cdot 10^{-5} \\ \text{Milchsäure} & K = 13,80 \cdot 10^{-5} \end{array}$$

Damit trifft die bisher allgemein vertretene Ansicht, dass bei einem Zusatz von Säuren zum Teig die erhöhte Wasserstoffionenkonzentration der ausschlaggebende Faktor sei, für die Essigsäure nicht zu. Es wäre denkbar, dass es sich bei der Essigsäure um eine arteigene Wirkung dieser Säure handelt. Wir glauben

diese Möglichkeit ausschliessen zu dürfen, nachdem unsere Versuche mit 0,25 g Calciumformiat auf 100 g Mehl zu den gleichen Resultaten führten wie diejenigen mit 0,5 g Calciumacetat. Vielleicht lässt sich diese Unstimmigkeit mit der verschieden grossen Flüchtigkeit der beiden Säuren erklären, da die Essigsäure mit Wasserdampf flüchtig ist, die Milchsäure dagegen nicht.

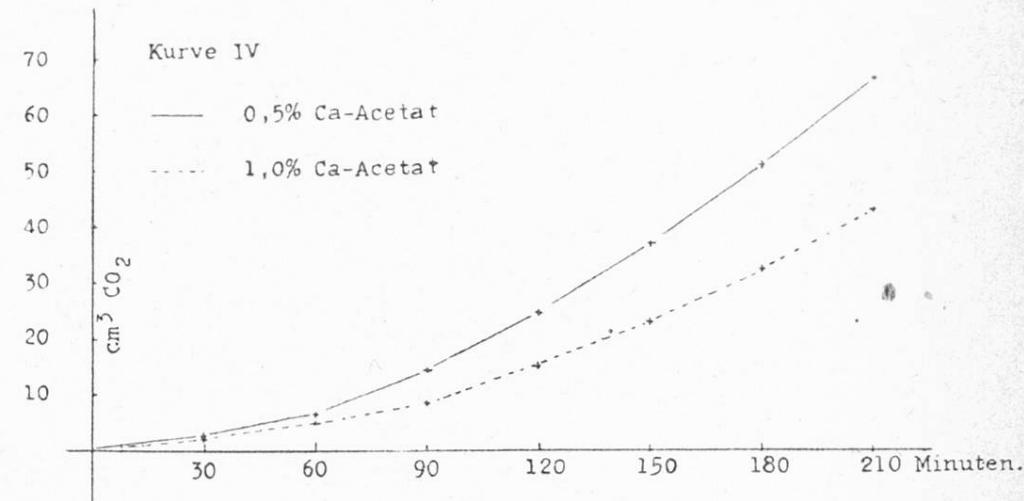
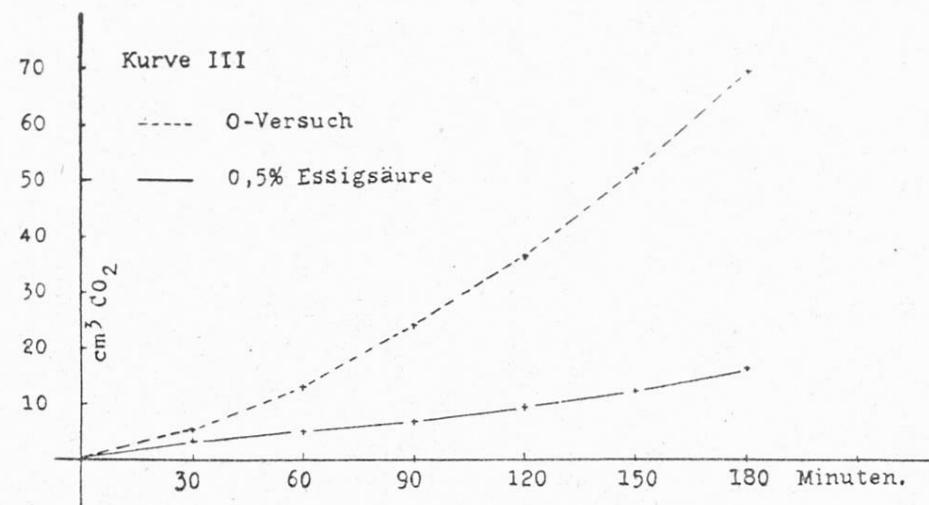
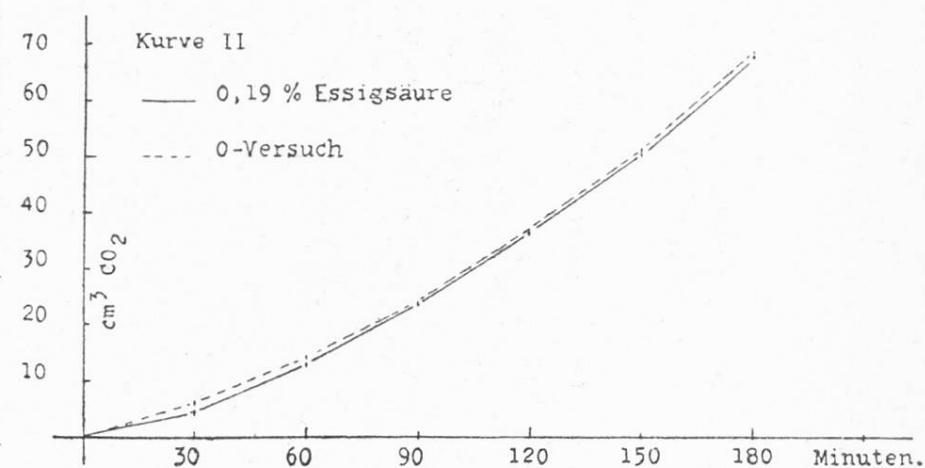
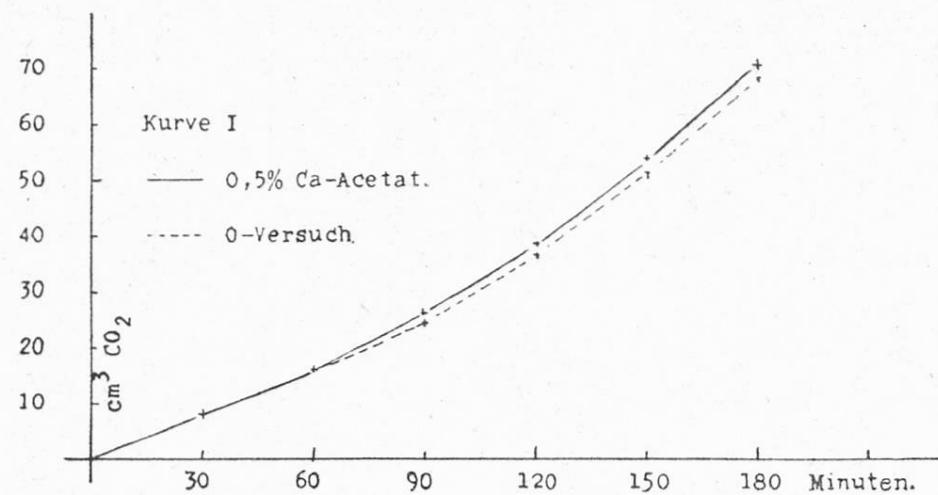
## 2. Die Wirkung auf die Volumenänderung des gärenden Teiges

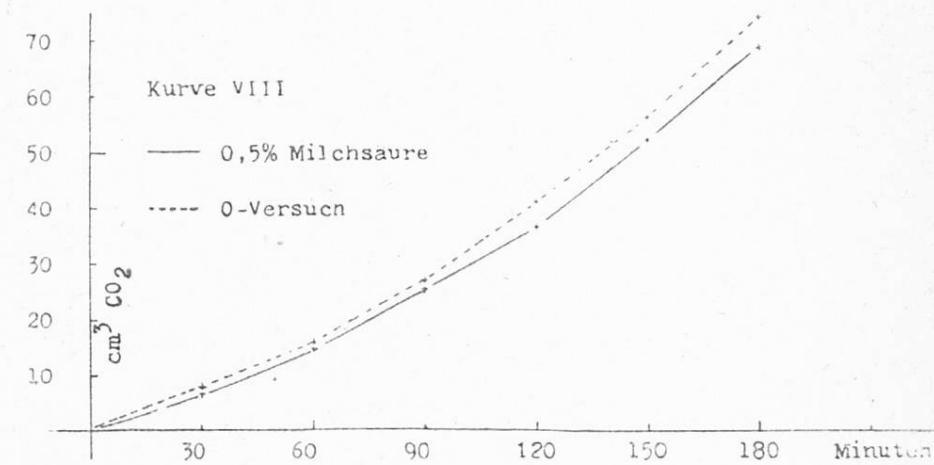
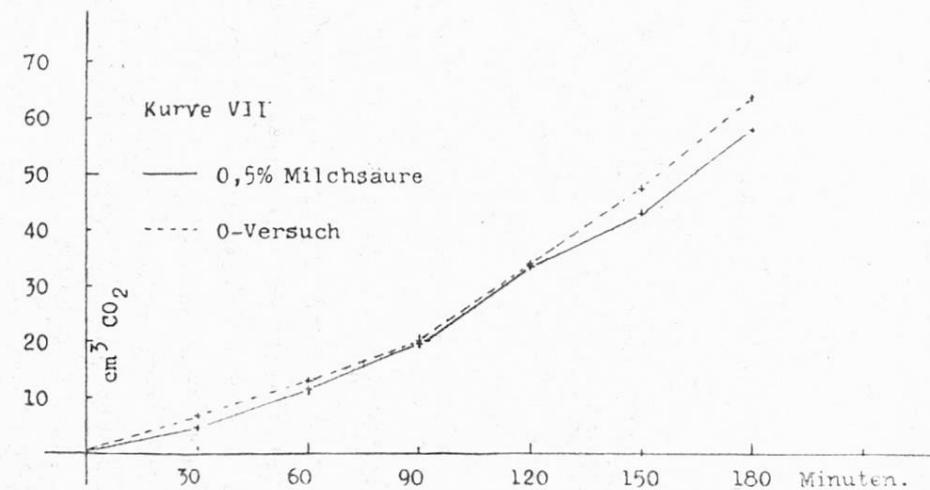
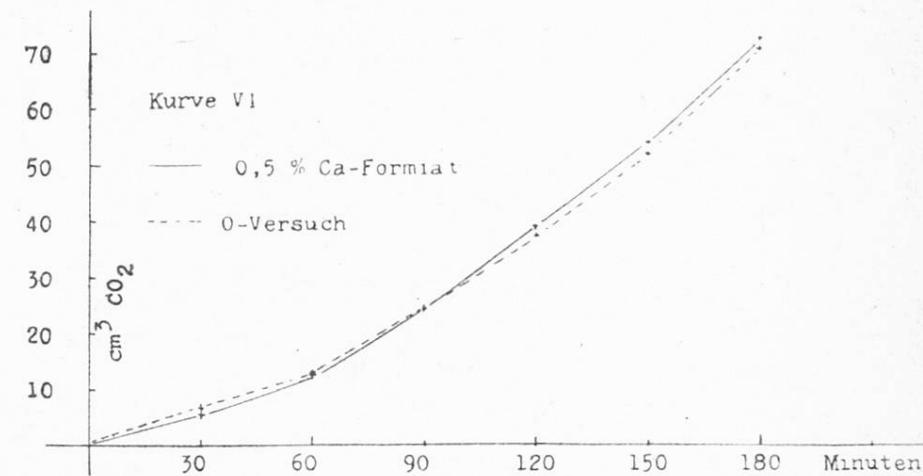
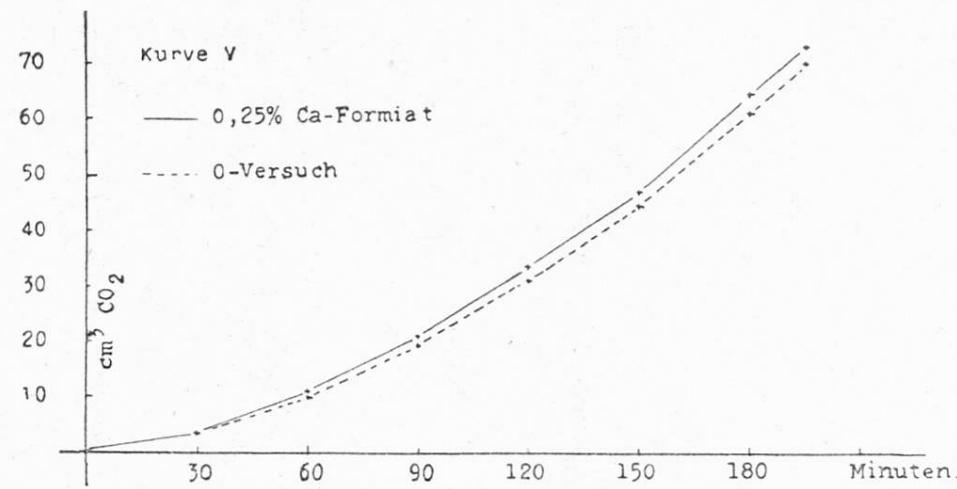
Es ist bekannt, dass durch Ameisensäure und Essigsäure die Hefegärung unterbunden werden kann. Die erwähnte Umsetzung des Calciumsalzes mit den Mehlphosphaten liess daher eine Wirkung auf die Gärung der Teige erwarten. Die Prüfung wurde so durchgeführt, dass die aus dem Gärgefäß verdrängte Luft in einer Messbürette über conc.  $\text{CaCl}_2$ -Lösung aufgefangen und mit einem Niveau-Rohr der entstandene Überdruck ausgeglichen wurde. Wir arbeiteten mit 25 g Vollmehl, 15 cm<sup>3</sup> 2%iger Kochsalzlösung und 0,2 g Hefe. Die Gärtemperatur betrug 27,5° C. Die Zusätze der freien Säuren erfolgten in Form von verdünnten Lösungen. Neben jedem Versuch lief gleichzeitig ein Versuch ohne Zusatz, jedoch mit der gleichen Hefe und dem gleichen Mehl. Die Versuche wurden nach 3 bzw. 3½ Stunden abgebrochen.

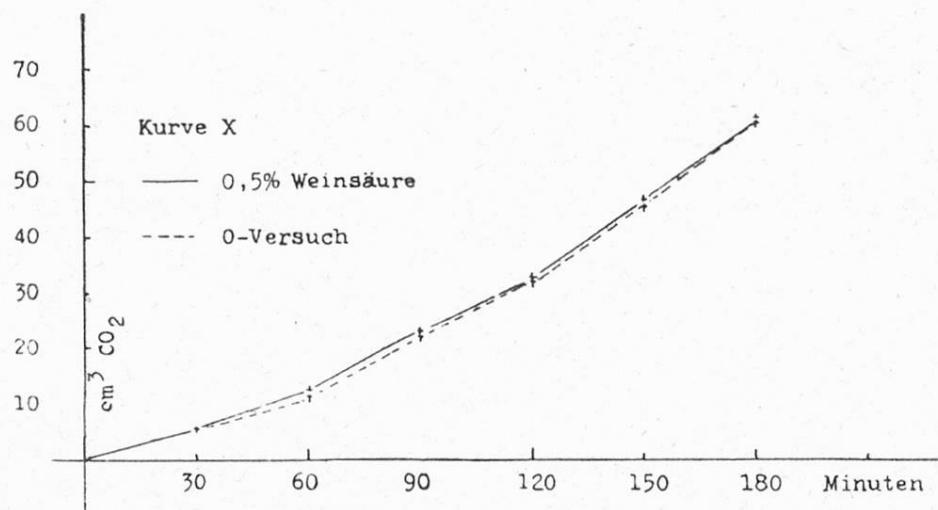
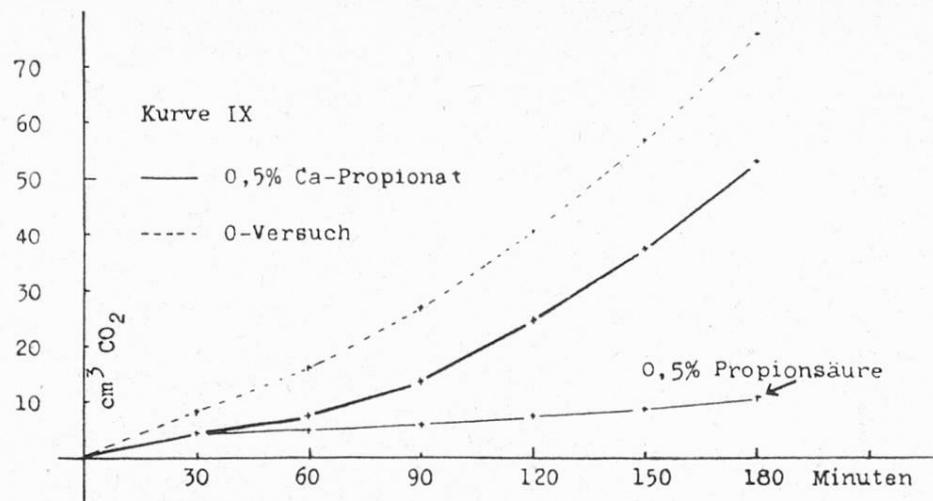
In den Kurven I und II ist die Volumenzunahme mit 0,5 % Calciumacetat und 0,19 % Essigsäure wiedergegeben. In beiden Versuchen ist keine Wirkung auf den Teig zu beobachten. Steigert man die Essigsäuremenge auf 0,5 % (Kurve III), so ist die Volumenzunahme wesentlich geringer. Dem entsprechend muss aber auch mit einer Steigerung des Calciumacetatzusatzes die gleiche Wirkung erzielt werden. Kurve IV zeigt einen solchen Versuch, bei dem als Parallelversuch mit gleicher Hefe 0,5 % Calciumacetat verwendet wurde. Die erwartete Wirkung kommt hier deutlich zum Ausdruck.

Die Kurven V und VI zeigen Versuche mit 0,25 und 0,5 % Calciumformiat, wobei in beiden Fällen eine unwesentliche Aktivierung der Hefetätigkeit zu verzeichnen ist. In den Kurven VII und VIII sind die Versuche mit 0,5 % Milchsäure wiedergegeben, bei welchen wir eine leichte Hemmung feststellten. Kurve IX zeigt einen Versuch mit 0,5 % Calciumpropionat, bei welchem wir überraschenderweise ebenfalls eine Hemmung der Gäraktivität beobachteten. In der selben Kurve wurde der Verlauf der Gärung mit 0,5 % Propionsäure mit der gleichen Hefe eingezeichnet. In Kurve X ist die Gärung mit 0,5 % Weinsäure dargestellt.

Zusammenfassend lässt sich über diese Versuche sagen, dass ein Zusatz von 0,5 % Calciumacetat, wie er zur Verhütung der Brotkrankheit nötig ist, die Volumenveränderung des gärenden Teiges in den ersten drei Stunden nicht beeinflusst. Dieser Befund ist für die Praxis wichtig, da eine Überdosierung zu







Störungen führen kann. Bei der Verwendung von Essigsäure dürfen Zusätze nur bis zu 0,2 % gemacht werden. Ebenso sind Zugaben von mehr als 0,5 % Milchsäure nicht ratsam.

### 3. Die Wirkung auf das Brot

#### a) Aussehen und Geschmack der Brote:

Bei den nachstehend beschriebenen Backversuchen haben wir das Volumen, das Porenbild und das Aussehen der Kruste der Brote beobachtet. Wir konnten in keinem Falle eine wesentliche Veränderung bei Broten mit Calciumacetatzusatz gegenüber Broten ohne diese Beimischung feststellen. Die Brote mit Calciumacetat zeigen häufig eine etwas hellere Kruste, der Unterschied ist jedoch nicht gross. Am Geschmack lässt sich ein Zusatz von Calciumacetat nicht erkennen; in dieser Beziehung waren alle Backversuche gegenüber Broten ohne Zusatz unverändert.

b) Der Säuregrad der Brote:

In einigen Versuchen wurde der Säuregrad von Calciumacetatbroten mit demjenigen verglichen, der in Brot ohne diesen Zusatz bestimmt worden war:

Säuregrad nach L.B. der Brote:

ohne Zusatz	15,3	14,7	14,6	14,8	14,4	} in der Trockensubstanz
mit 0,5 % Ca-Acetat	13,3	13,7	13,4	13,6	13,8	

Überraschenderweise liegt der Säuregrad der Calciumacetatbrote etwas tiefer, im Mittel um 1,2. Es wäre denkbar, dass ein Teil der gebildeten Essigsäure sich mit dem Wasser während des Backprozesses verflüchtigt und so die Titrationsacidität erniedrigt wird.

c) Die Gewichtsabnahme beim Lagern:

Frische 500 g-Brote wurden nach Abkühlung gewogen und hierauf offen bei Zimmertemperatur gelagert. Nach 24, 48 und 72 Stunden wurde das Gewicht der Laibe bestimmt:

Versuch		Gewichtsabnahme nach		
		24 Stunden	48 Stunden	72 Stunden
Ca-Acetatbrot	Nr. 1	15 g	19 g	19 g
"	" 2	9 g	14 g	19 g
"	" 3	11 g	19 g	20 g
"	" 4	12 g	16 g	18 g
"	" 5	11 g	15 g	19 g
"	" 6	10 g	15 g	21 g
"	" 7	14 g	25 g	32 g
"	" 8	12 g	22 g	29 g
"	" 9	11 g	23 g	30 g
Brot ohne Zusatz	Nr. 1	8 g	13 g	15 g
"	" " 2	3 g	10 g	12 g
"	" " 3	11 g	18 g	21 g
"	" " 4	13 g	22 g	29 g
"	" " 5	13 g	23 g	31 g
"	" " 6	11 g	21 g	28 g

	Mittel der Gewichtsabnahme von 500 g - Broten nach		
	24 Stunden	48 Stunden	72 Stunden
mit Ca-Aacetat	11,66 g	18,66 g	23,00 g
ohne Zusatz	9,83 g	17,83 g	22,66 g

Die Gewichtsabnahme ist also bei Broten mit Calciumacetat etwas grösser als bei den Broten ohne Zusatz. Für diese Tatsache konnten wir keine befriedigende Erklärung finden.

#### 4. Die Wirkung auf *Bazillus mesentericus*

Die in der folgenden Zusammenstellung aufgeführten Mittel zur Bekämpfung der Brotkrankheit wurden, wenn es sich um Salze handelte, mit dem Kochsalz in das Schüttwasser des Hauptteiges gegeben, bei den Säuren wurden die entsprechend verdünnten Lösungen als Schüttwasser verwendet. Das Vorgehen beim Backversuch wird weiter unten ausführlich besprochen.

Die Menge der zu prüfenden Substanzen wurde auf das Mehl berechnet. Als Infektion wurde dem Schüttwasser des Hauptteiges  $10 \text{ cm}^3$  einer 10%igen Aufschlemnung von stark fadenziehender Krume zugesetzt; diese Flüssigkeitsmenge wurde vom Schüttwasser abgezogen. Auf 5 Backversuche wurde ein Blindversuch mitgebacken. Für jede Konzentration wurden zwei Brote hergestellt. Die noch handwarmen Brote wurden in dichtschliessenden Blechbüchsen bei Zimmertemperatur gelagert.

Für die von uns angewandten Bedingungen lassen sich nach obiger Zusammenstellung die folgenden Grenzzahlen aufstellen:

Säuren:	Essigsäure	0,15 %
	Milchsäure	0,40 %
	Weinsäure	0,40 %
Säuremischungen:	Essigsäure	0,10 %
	Milchsäure	0,20 %
Salze:	Calciumformiat	0,25 %
	Calciumacetat	0,40 %

Wie eingangs bereits erwähnt, ist es auffallend, dass die schwächere Essigsäure in wesentlich geringerer Konzentration als die Milchsäure das Ausbrechen der Krankheit zu verhindern vermag. Die Grenzzahl für Essigsäure von 0,15 % entspricht derjenigen für Calciumacetat mit 0,40 %.

Die Backversuche zeigen, dass die Brotkrankheit mit Hilfe von Calciumacetat mit Sicherheit bekämpft werden kann. In der Praxis wurde wiederholt in

Zusatz		Die Krume nach			
		24 Stunden	48 Stunden	72 Stunden	96 Stunden
1. Essigsäure	0,19 %	gesund	gesund	gesund	gesund
»	0,15 %	»	»	»	»
2. Ca-Aacetat	0,50 %	gesund	gesund	gesund	gesund
»	0,45 %	»	»	»	»
»	0,40 %	»	»	»	»
»	0,35 %	»	Beginn der Krankheit	krank	—
»	0,30 %	»	»	»	—
3. Essigsäure	0,10 %	gesund	gesund	leichter Geruch	krank
Milchsäure	0,10 %		gesund	gesund	gesund
Essigsäure	0,10 %	gesund	gesund	gesund	gesund
Milchsäure	0,20 %		gesund	gesund	gesund
Essigsäure	0,15 %	gesund	gesund	gesund	gesund
Milchsäure	0,10 %		gesund	gesund	gesund
4. Milchsäure	0,50 %	gesund	gesund	gesund	gesund
»	0,40 %	»	»	»	»
»	0,30 %	»	leichter Geruch	krank	—
5. Weinsäure	0,50 %	gesund	gesund	gesund	gesund
»	0,40 %	»	»	»	»
»	0,30 %	»	leichter Geruch	krank	—
6. Ca-Formiat	0,50 %	gesund	gesund	gesund	gesund
»	0,45 %	»	»	»	»
»	0,40 %	»	»	»	»
»	0,35 %	»	»	»	»
»	0,30 %	»	»	»	»
»	0,25 %	»	»	»	»
»	0,20 %	»	leichter Geruch	krank	—
»	0,125%	»	krank	—	—

Übereinstimmung mit der von uns ermittelten Grenzzahl festgestellt, dass 0,40 % Calciumacetat als oberer Wert anzusehen ist. Das wesentlich wirksamere Calciumformiat scheidet für die Praxis aus physiologischen Gründen aus.

### 5. Die Technik der Backversuche

Nach anfänglichen Misserfolgen wurde nach einer Methode gearbeitet, welche sich eng an diejenige von Wagner<sup>7)</sup> anlehnt. Man geht wie folgt vor:

125 g Vollmehl werden mit etwa 85 g Wasser von 27° C und 2 g Hefe zu einem Vorteig aufgearbeitet, der bei Zimmertemperatur der Gärung überlassen wird. Nach eingetreterener Reife wird dieser Vorteig mit 157 g Wasser von 27° C, dem zuvor 10 g Kochsalz und der entsprechende Zusatz (bei 0,5 % Calciumacetat sind dies 1,875 g) beigegeben wurden, zerteilt. Dem Schüttwasser werden 10 cm<sup>3</sup> einer 10%igen Aufschlemme von stark fadenziehender Krume zugesetzt. Wir verwendeten bei Serienversuchen immer den Blindversuch der vorangegangenen Backprobe und achteten darauf, dass nur völlig schmierig gewordene, feuchte Krume zur Anwendung gelangte. Wir möchten an dieser Stelle darauf hinweisen, dass solche Krume nicht zu lange bei Zimmertemperatur aufbewahrt werden darf, da sonst noch andere Zersetzungerscheinungen Platz greifen und die Wirksamkeit stark beeinträchtigen. Zu diesem Teigwasser gibt man in kleinen Portionen 250 g Vollmehl hinzu und verknetet. Der so hergestellte Teig wird in einem Tuche eingeschlagen und eine weitere Stunde der Gärung überlassen. Während dieser Zeit wird der Teig 2—3mal aufgezogen. Hierauf wird in zwei gleiche Brote geteilt, die man wieder bis zur Reife gären lässt. Nach eingetreterener Gare verbackt man die zuvor mit kleinen, bezifferten Holzkeilen versehenen Brote bei etwa 240—260° C.

Die gebackenen Brote werden aus dem Ofen genommen und offen bis auf 35—40° C abgekühlt. Hierauf werden sie in dichtschliessende Blechbüchsen gelegt und bei einer Temperatur von 26—28° C gelagert. Nach 24, 48 und 72 Stunden werden die Brote nach der unter 6. beschriebenen Methode auf ihren Gesundheitszustand untersucht.

Um bei Beginn der Versuche eine Aufschlemme von *Bazillus mesentericus* von hinreichender Virulenz zu haben, impft man zweckmässig eine nicht zu kleine Menge angefeuchteter Krume mit einer Reinkultur und überlässt diesen Ansatz bei 40° C so lange sich selbst, bis der bekannte Geruch und die ersten schleimigen Herde auftreten. Von diesen kranken Stellen schneidet man etwa 10 g heraus, verreibt sie mit leichtem Druck mit etwas Wasser in einem Mörser und spült die Mischung in einen 100 cm<sup>3</sup>-Messkolben und füllt auf. Unter Verwendung von 10 cm<sup>3</sup> dieser Aufschlemme als Schüttwasserzusatz werden zwei Brötchen von 250 g nach obigem Ansatz hergestellt und in Blechbüchsen bei 40° C aufbewahrt. Nach 48 Stunden ist die Krume dieser Brote meist schon so stark zersetzt, dass sie als Infektionsmaterial für Backversuche verwendet werden kann.

Ist keine Reinkultur vorhanden, so kann man sich auch folgendermassen behelfen: 10 g fein geschnittenes Heu werden in 250 cm<sup>3</sup> Wasser aufgerührt und einige Zeit bei 80° C digeriert. Nach dem Absitzen siebt man die Flüssigkeit ab. Man sticht nun aus der Unterseite eines 250 g-Brötchens mit Hilfe eines Korkbohrers einen Zapfen heraus, schüttet 25 cm<sup>3</sup> des gesiebten Heuabsudes in das entstandene Loch und verschliesst wieder mit dem Brotzapfen. Das so präparierte Brot wird in einer Blechbüchse bei 40° C so lange gelagert, bis sich der bekannte Geruch und die klebrige Krume zeigen, was nach etwa 4 Tagen eintritt. Man

bricht nun das Brot auf, schneidet etwa 10 g der kranken Krume heraus, verteilt sie mit schwachem Druck mit Wasser in einem Mörser und spült in einen 100 cm<sup>3</sup>-Messkolben. Mit dieser Aufschlemnung wird dann wie oben beschrieben weiterverfahren.

Lagerungsversuche, bei denen der Blindversuch nicht nach 24 Stunden stark brotkrank ist, werden als unbrauchbar abgebrochen.

Wir sind uns bewusst, dass die beschriebenen Bedingungen der Praxis in keiner Weise mehr entsprechen. In einer Bäckerei werden auch unter schlechten Verhältnissen die Brote so viel Luftzufuhr erhalten, dass sie höchstens nach 40—48 Stunden fadenziehend werden. Für die Hersteller von Präparaten zur Bekämpfung der Brotkrankheit dürfte es jedoch wichtig sein, das Verhalten ihrer Produkte in einer «Höchstbelastung» zu kennen, da auf diese Weise ein «Versagen» in der Praxis leicht vermieden werden kann.

Zur richtigen Beurteilung der Präparate müssen aber mindestens zwei Versuche durchgeführt werden. Der erste nach der beschriebenen Methode, der zweite ohne Infektion, wobei die Brote offen in einem engen, warmen Raum während mindestens 6 Tagen zu lagern wären. Diese zweite Art der Prüfung schliesst eine gewisse Unsicherheit in sich, da, wenn die Brote ohne Zusatz nicht krank werden, der Versuch ergebnislos verlaufen kann.

## 6. Die Kontrolle des Gesundheitszustandes der Brote

Zur Feststellung des Gesundheitszustandes der Brote schlägt *Wagner* vor, mit Hilfe eines scharfen Korkbohrers von der Unterseite Zäpfchen aus den Brotchen herauszustechen und diese auf ihr Aussehen und ihren Geruch zu prüfen. Wir haben diese Methode bei allen Backversuchen angewandt.

Es erschien wünschenswert, neben dieser subjektiven auch eine Methode anwenden zu können, welche den Beginn der Krankheit objektiv feststellt. *Bunzell* und *Forbes*<sup>8)</sup> und *Bunzell* und *Kenyon*<sup>9)</sup> haben diese Frage näher studiert und eine Methode angegeben, mit deren Hilfe es möglich sein soll, den Beginn der Krankheit festzustellen, lange bevor die ersten, subjektiv wahrnehmbaren Anzeichen auftreten. Diese Methode besteht in der Messung der Katalase-Aktivität. Die Verfasser hatten gefunden, dass mit der Vermehrung des Erregers der Brotkrankheit die Katalase-Aktivität stark ansteigt und arbeiteten auf Grund ihrer Untersuchungen eine Methode aus, welche aus der Menge des in der Zeiteinheit aus einer Wasserstoffsuperoxydlösung ausgeschiedenen Sauerstoffs den Infektionsgrad errechnet.

Wir haben mit einem ähnlichen wie dem von *Bunzell* und *Forbes* (l. c.) angegebenen Apparat die Versuche durchgeführt und sind leider nicht zu den gleichen Resultaten gelangt. Es soll hier einer unserer Versuche wiedergegeben werden:

	Brote mit		
	3 cm <sup>3</sup> Infekt.-Fl.	6 cm <sup>3</sup>	9 cm <sup>3</sup>
1. nach 12 Std.			
a) mm Hg	4	4	4
b) Krume	gesund	schwacher Geruch, keine Fäden, nicht klebrig	schwacher Geruch, keine Fäden
2. nach 18 <sup>1/2</sup> Std.			
a) mm Hg	5	22	10
b) Krume	schwacher Geruch, noch trocken	Geruch, klebrig, Fäden	Geruch, stark klebrig, Fäden
3. nach 23 Std.			
a) mm Hg	4	417	540
b) Krume	Geruch, Fäden	nass, stark krank	nass, stark krank

Wie der Versuch zeigt, tritt die Krankheit in ihren Anfängen bereits in Erscheinung, ohne dass die Katalase-Aktivität schon erhöht wäre. Da die genannten Verfasser mit einem Standardmuster von infiziertem Mehl arbeiteten, während wir, wie bereits erwähnt, eine Aufschlemnung von stark kranker Krume verwendeten, wäre denkbar, dass die Art der Infektion auf die Fermentbildung einen Einfluss hat. Eine Reinkultur-Aufschlemnung von *Bazillus mesentericus*, die, wie für die Krume beschrieben, hergestellt worden war, zeigte nach der Methode von *Bunzell* und *Forbes* keine Katalase-Aktivität.

Es wurde noch versucht, auf einem anderen Wege einen Anhaltspunkt für die Entwicklung der Brotkrankheit zu erhalten. Zu diesem Zwecke wurden 25 g Krume von krankem und gesundem Brot in 250 cm<sup>3</sup> Wasser mittels eines Mörsers fein zerteilt, filtriert und die erhaltenen Lösungen untersucht:

	gesundes Brot	krankes Brot
löslicher Zucker als Glucose	1,30 %	9,75 %
relative Viscosität bei 28° C	1,64	1,50
Protein	0,87 %	4,55 %

Die grossen Unterschiede in der Menge des löslichen Zuckers und Eiweisses sind auffallend. Es scheint, dass unter der Wirkung von *Bazillus mesentericus* die Stärke zu Glucose und der Kleber zu löslichen Eiweißsubstanzen abgebaut wird.

## Zusammenfassung

Es wird die Wirkung von Calciumacetat als Mittel zur Bekämpfung der Brotkrankheit auf den gärenden Teig und das gebackene Brot studiert und dessen Wirksamkeit, wie auch diejenige anderer Bekämpfungsmittel (Essig-, Milch- und Weinsäure, Calciumformiat) in Verdünnungsreihen bestimmt. Über die Ausführung der Backversuche nach *Wagner* werden genaue Angaben gemacht. Zur vorzeitigen Erkennung der Brotkrankheit wurde die Methode von *Bunzell* und *Forbes* angewandt. Sie ergab keine brauchbaren Resultate.

## Résumé

On étudie, sur la pâte en fermentation et le pain cuit, l'influence de l'acétate de calcium employé comme moyen de combattre la maladie du pain. On en détermine l'efficacité, de même que celle d'autres agents de combat (acide acétique, acide lactique, acide tartrique, formiate de calcium) dans des séries de différentes dilutions. On avait appliqué la méthode de *Bunzell* et *Forbes* pour la reconnaissance prématuée de la maladie du pain; elle ne donna pas de résultat utilisable.

## Literatur

- <sup>1)</sup> *Maurizio*, Nahrungsmittel aus Getreide, 2. Aufl., Bd. I, S. 384 ff.
- <sup>2)</sup> Am. Inst. Backing, Bull. 5 (1921).
- <sup>3)</sup> *Fischer* und *Halton*, Cer. Chem. 5, 194 (1928).
- <sup>4)</sup> *W. Wernicke*, Brotfehler und Brotkrankheiten, Berlin, 1933.
- <sup>5)</sup> *K. Mohs* und *O. Knischewsky*, Z. f. d. ges. Getreidewesen 3 (1911).
- <sup>6)</sup> Handbook of Chemistry and Physics, 22nd Ed., S. 971 (1937—38).
- <sup>7)</sup> Eidg. Versuchsanstalt in Oerlikon, private Mitteilung.
- <sup>8)</sup> *Bunzell* und *Forbes*, Cer. Chem. 7, 465 (1930).
- <sup>9)</sup> *Bunzell* und *Kenyon*, Cer. Chem. 9, 161 (1932).

Der Direktion der Mubag AG., welche die Durchführung dieser Arbeit ermöglichte, soll an dieser Stelle unser verbindlicher Dank ausgesprochen werden.

Frl. L. Meierhofer sowie die Herren Aliotti, Abt, Kaltenrieder und Simonet waren bei der Ausführung der analytischen Arbeiten und den Backversuchen behilflich. Ihre Mitarbeit sei bestens verdankt.