

# DEUTSCHE LEBENSMITTEL-RUNDSCHAU

## Zeitschrift für Lebensmittelkunde und Lebensmittelrecht

Herausgeber und Schriftleiter: Prof. Dr. K. G. Bergner

WISSENSCHAFTLICHE VERLAGSGESELLSCHAFT MBH STUTTGART

74. JAHRGANG

FEBRUAR 1978

HEFT 2

Aus der Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Detmold

### Ansatzpunkte zur Optimierung der Maßnahmen zur Verhütung der während des Schneidens und Verpackens des Brotes eintretenden Kontamination mit Schimmelpilzen\*)\*\*)\*)

Von Dr. Gottfried Spicher

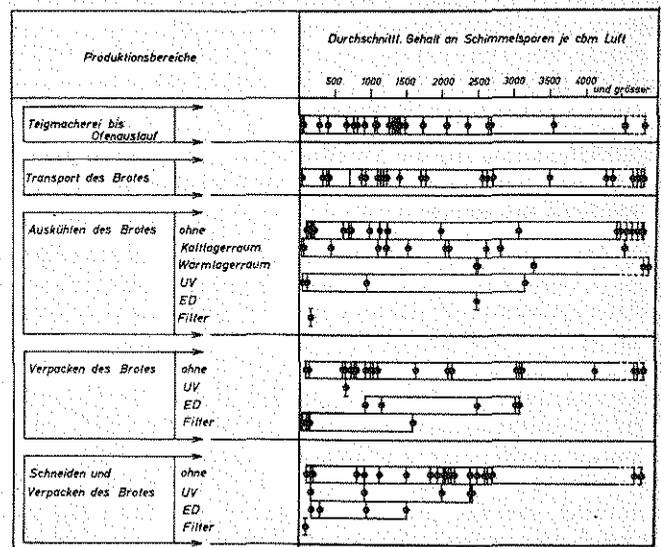
Die Verhütung des Verderbs von Brot infolge Schimmelbildung bereitet dem Produzenten nach wie vor nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten. Diese ergeben sich vor allem im Gefolge der modernen Formen der Produktion und des Vertriebs des Brotes. Solange das Brot im handwerklichen Betrieb hergestellt wurde und als Ganzbrot auf kürzestem Wege zum Konsumenten gelangte, spielte der Verderb infolge Schimmelbildung nur eine geringe Rolle. Seitdem jedoch das Brot mehr und mehr in geschnittener Form und in einer Folie verpackt in den Handel kommt, ist der Produzent des Brotes in zunehmendem Maße gezwungen, sich mit der Verhütung der Schimmelbildung und der Wahrung der vollen Lagerfähigkeit des erzeugten Produktes auseinanderzusetzen.

Um eine „Strategie der Schimmelbekämpfung“ zu erarbeiten, die der Situation bei industrieller Herstellung des Brotes Rechnung trägt — und damit sowohl der produzierenden Industrie Ansatzpunkte für eine Verminderung der Hygienrisiken aufzuzeigen als auch der Maschinenindustrie Hinweise für eine hygienegerechtere Ausführung der den Brotfabriken angebotenen Maschinen und Anlagen zu vermitteln — haben wir vor geraumer Zeit begonnen, in systematischen Untersuchungen den Quellen und Wegen der Kontamination des Brotes mit Schimmelpilzen nachzuspüren.

Zur Durchführung dieses Vorhabens gewährten uns bislang etwa 25 Großbackbetriebe unterschiedlichster Lage und Größe Zutritt und die Möglichkeit der Aufnahme des Luftkeimgehaltes wie auch des mikrobiellen Besatzes der Maschinen und Geräte, mit denen das Brot im Verlaufe des Produktionsganges in Berührung kommt. Aus den z. Z. vorliegenden Befunden zeichnet sich bereits ein Bild der Situation in den einzelnen Produktionsbereichen der Brotherstellung ab. Zusammen mit den Beobachtungen über die während der Ermittlungen in der Nähe der Untersuchungsstellen ablaufenden Ereignisse vermitteln sie darüber hinaus einige wesentliche Hinweise auf Ansatzpunkte zur wirkungsvollen Durchsetzung der Maßnahmen der Schimmelbekämpfung.

#### 1. Das Risiko der Kontamination mit Schimmelpilzen während des Schneidens und Verpackens des Brotes

Zieht man zur Aussage über die Größe der im Verlaufe der Herstellung des Brotes auftretenden Hygiene-Risiken den Keimgehalt der Luft in den untersuchten Betrieben heran, dann ergibt sich die Feststellung, daß das Brot auf seinem Wege vom Backofen bis zur Auslieferung allgemeinhin Bereiche durchläuft, die in gleichem Maße mit einigen wenigen bis zu 30 000 Schimmelsporen je m<sup>3</sup> Luft belastet sein können (Spicher, 1971, 1976). Hiervon ist der Bereich des Schneidens und Verpackens des Brotes nicht ausgenommen (Abb. 1). In gewissen Betrieben tritt an diesem Produktionsabschnitt sogar eine höhere Belastung der Luft mit Schimmelpilzen auf und diese ist weitaus



Spicher, 1975

Abb. 1. Das Risiko einer Kontamination des Brotes mit Schimmelpilzen während des Transportes, des Abkühlens, des Schneidens und des Verpackens.

\*) Nr.: 4410 der Veröffentlichungen der Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, D 4930 Detmold 1, Postfach 23.

\*\*) Vortrag anlässlich der 7. Tagung „Internationale Probleme der modernen Getreideverarbeitung und Getreidechemie“, vom 25. September bis 1. Oktober 1977 in Bergholz-Rehrbrücke, Kreis Potsdam.

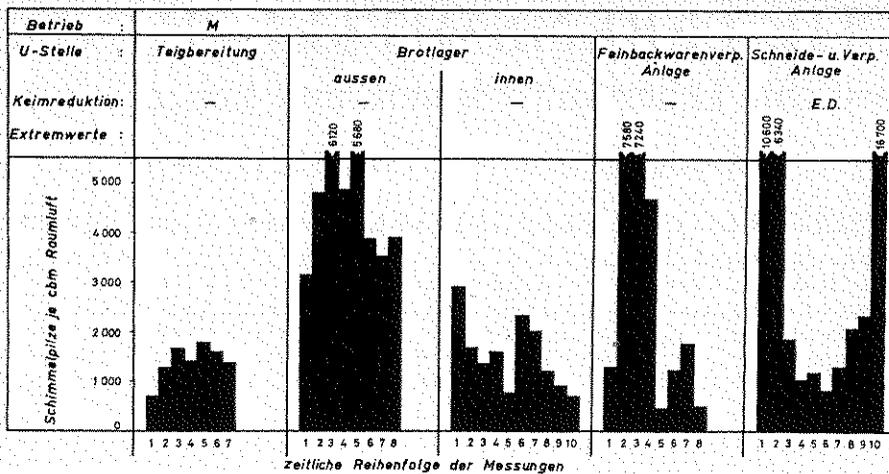


Abb. 2. Der Verlauf des Schimmelpilz-Keimgehaltes der Luft in verschiedenen Produktionsbereichen einer Brotfabrik.

größeren Schwankungen unterworfen, als etwa an der Stelle der Verarbeitung des Mehles (Abb. 2). Wie sich gezeigt hat, ist bei einem Keimgehalt der Luft in Höhe von 85 bis zu 5 000 Schimmelsporen je cbm, im Verlaufe einer Stunde mit einer Kontamination des Brotes durch 10 bis zu 400 Schimmelsporen je 100 cm<sup>2</sup> zu rechnen (Spicher, 1971).

Der Nachweis eines übermäßig hohen Keimgehaltes im Bereich des Schneidens und Verpackens des Brotes ist nicht unbedingt mit Unsauberkeit im eigentlichen Sinne gleichzusetzen und allein darin zu suchen, daß Bemühungen um eine Verbesserung der Produktionshygiene unterblieben sind. Vielmehr wird versucht, durch Anwendung verschiedenster Maßnahmen, die Kontamination des Brotes mit Schimmelpilzen in Grenzen zu halten und das Anwachsen der nicht zu vermeidenden Kontamination zu unterbinden. Jedoch stellt sich der erwartete Erfolg vielfach nicht ein. Offensichtlich reichen die ergriffenen Maßnahmen nicht aus oder es sind nicht alle Faktoren bekannt, die für die Kontamination des Brotes und die Wirksamkeit der zu ihrer Verhütung eingeleiteten Maßnahmen bestimmend sind. Gleichfalls findet keine gebührende Berücksichtigung, daß sich im Gefolge des Übergangs vom handwerklichen zum industriellen Betrieb und der daraus resultierenden Veränderungen in der Technologie der Herstellung und des Vertriebs der Brote auch andere Hygienrisiken ergeben haben.

## 2. Ansatzpunkte für die Verminderung der Kontamination mit Schimmelpilzen während des Schneidens und Verpackens des Brotes

Die im Bereich des Schneidens und/oder Verpackens des Brotes eintretende Kontamination mit Schimmelpilzen gelangt teils direkt, bei Berührung mit verunreinigten Oberflächen, teils indirekt, auf dem Wege über die Luft, mit der Oberfläche des Brotes in Berührung. Welcher dieser beiden Wege der Übertragung von Schimmelpilzen jeweils in stärkerem Maße das Kontaminationsrisiko ausmacht, hängt von einer Vielzahl von Einflußfaktoren ab. Diese ergeben sich vornehmlich aus der örtlichen Situation und den für die Produktion erforderlichen Arbeitsvorgängen. Daher hat im Zuge der Herstellung des Brotes ein jeder Produktionsabschnitt seine spezifischen Hygieneprobleme. Erst wenn diese erkannt sind, wird es möglich, die Si-

tuation zu beherrschen und sowohl gezielte als auch wirksame Maßnahmen zur Verminderung des Kontaminationsrisikos einzuleiten.

### 2.1 Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt der Luft

Einen wesentlichen Teil der Umgebung des die Produktionslinie passierenden Brotes nimmt die Luft ein. Der Einfluß der Umgebung auf die Haltbarkeit und einwandfreie Beschaffenheit des Produktes hängt von ihrer Qualität ab und von der Zeit, der das Produkt ihr ausgesetzt ist. Zu den Qualitätsmerkmalen zählen neben dem Gehalt an mikrobiellen Keimen und Staub auch ihre Temperatur und ihr Feuchtigkeitsgehalt. Für einen in hygienischer Hinsicht gut geführten Betrieb müssen daher die Grundforderungen nach geregelter Temperatur und kontrollierter Luftfeuchtigkeit erfüllt sein. Temperatur und Feuchtigkeit

- sind von Einfluß auf die Bildung von Infektionsquellen und entscheiden über die Entwicklung von Mikroorganismen,
- sind mitbestimmend für die Verbreitung der Mikroorganismen innerhalb des Betriebes und
- von ihnen hängt zu einem wesentlichen Teil auch die Wirksamkeit der zur Reduktion des Keimgehaltes der Luft eingeleiteten Maßnahmen ab.

Dem entgegen erfolgt das Schneiden und Verpacken des Brotes in vielen Betrieben unter unkontrollierten klimatischen Bedingungen (Spicher, 1971). An der Stelle des Verpackens von Broten konnten Temperaturen zwischen 8° C und 30° C sowie rel. Luftfeuchtigkeiten zwischen 50 und 96 % festgestellt werden. Zudem traten während der zwei- bis dreistündigen Meßperioden Temperaturschwankungen von 1 bis zu 5° C und Feuchtigkeitsschwankungen um 2 bis zu 17 % auf (Abb. 3). Eine gleiche Situation liegt in den Schneide- und Verpackungsräumen vor (Abb. 4). Bei Temperaturen von 14 bis zu 28° C und rel. Luftfeuchtigkeiten von 49 bis zu 93 % treten Schwankungen in der Temperatur um 1 bis zu 4° C und in der Luftfeuchtigkeit um 1 bis zu 11 % auf. Demnach läßt sich durch eine sachgemäße Belüftung und Klimatisierung der Schneide- und Verpackungsräume noch ein wesentlicher Beitrag zur Verbesserung der Produktionshygiene leisten. Ein voller Erfolg der mit der Belüftung des Produktionsbereiches angestrebten Verminderung des Risikos

Brotverpackungsräume

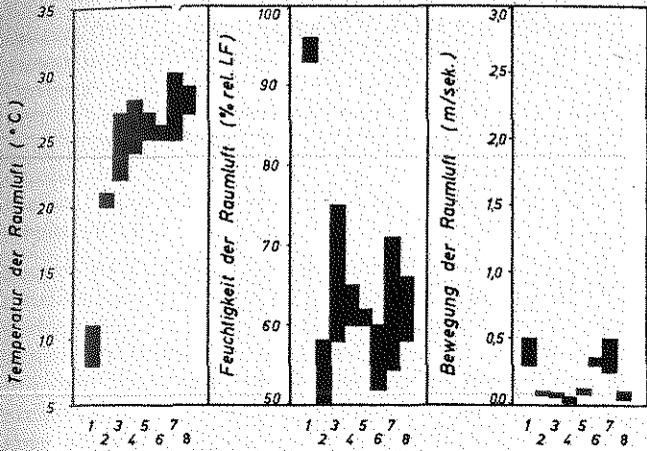


Abb. 3. Temperatur und Feuchtigkeit der Luft in Verpackungsräumen verschiedener Brotfabriken.

Luft eine hohe Beladung mit Schimmelpilzen nachzuweisen, während in anderen Fällen bei hohem Staubgehalt der Luft nur eine geringe Verunreinigung mit Schimmelsporen hervortrat (Spicher, 1976).

Die Bildung und das Vorhandensein von Staub am Ort der Herstellung von Brot und anderen Backwaren wird vielfach als üblich und unvermeidlich angesehen. Eine derartige Stellungnahme ist jedoch nicht gerechtfertigt. Für diese Feststellungen sprechen die Durchschnittswerte der Belastung der Luft mit Staub im Bereich der verschiedenen Produktionsabschnitte. Diese sind von Betrieb zu Betrieb sehr unterschiedlich und liegen zum Teil um ein Vielfaches auseinander. So entsprach z. B. der höchste Durchschnittswert des Staubgehaltes in der Umgebung von Schneide- und Verpackungsanlagen dem 6-fachen des zugehörigen kleinsten Wertes. An der Stelle der Verpackung des Brotes belief sich der Schwankungsbereich sogar auf das 20-fache des nachgewiesenen kleinsten Wertes (Tabelle 1).

der Kontamination des erzeugten Produktes ist jedoch nur dann gesichert, wenn die zugeführte Luft zuvor eine Anlage zur mehr oder weniger weitgehenden Abtrennung der von ihr mitgeführten Schimmelsporen passiert hat. Anderenfalls kann aus dieser Maßnahme ein gegenteiliger Effekt resultieren (Abb. 5).

2.2 Staubgehalt der Raumluft

Man kann davon ausgehen, daß dort, wo im Verlaufe der Produktion von Brot und anderen Backwaren eine Staubbildung auftritt, auch in vermehrtem Maße die Erreger der Schimmelbildung vorzufinden sind (Spicher, 1976). In den Betrieben der Brotindustrie zeigte sich zumeist eine weitgehende Übereinstimmung zwischen dem Gang des Staubgehaltes der Luft und der eintretenden Veränderung ihrer Verunreinigung mit Schimmelpilzen (Abb. 6). Allerdings sind die zur Staubbildung führenden Vorgänge und ihre Rückwirkungen auf die Anreicherung der Luft mit Schimmelpilzen nicht nur recht vielfältig, sondern zudem sehr komplex. Daher konnte jedoch bislang keine generelle Beziehung zwischen diesen beiden Faktoren der Verunreinigung der Luft aufgefunden werden. In gewissen Fällen war sogar bei niedrigem Staubgehalt der

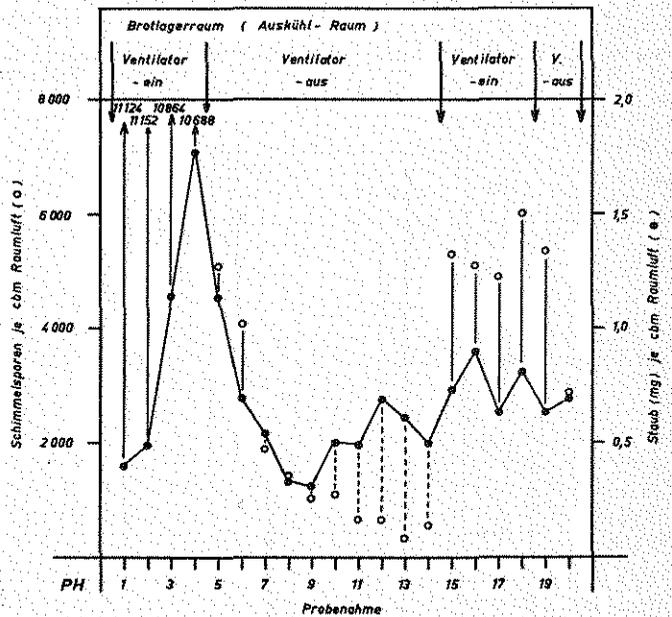


Abb. 5. Die Auswirkung der direkten Zufuhr von Frischluft auf den Staub- und Schimmelpilzgehalt der Luft eines Brotlagerraumes (Beobachtungszeit: 5 Stunden).

Brotschneide- und Verpackungsräume

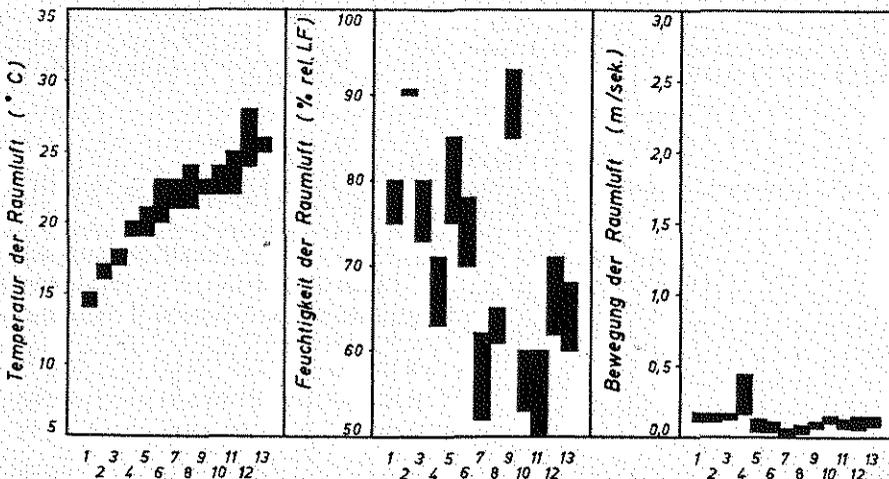


Abb. 4. Temperatur und Feuchtigkeit der Luft in Brotschneide- und Verpackungsräumen verschiedener Brotfabriken.

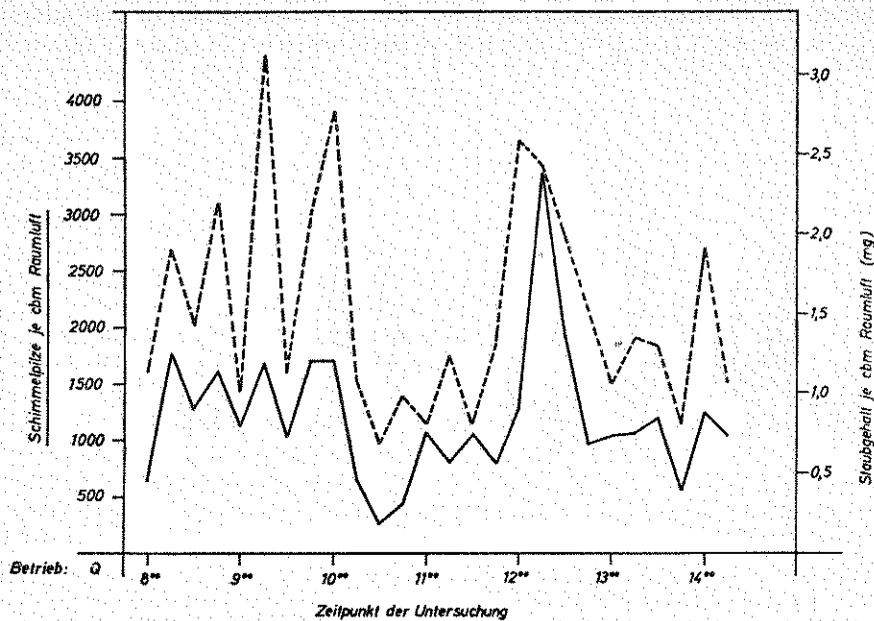


Abb. 6. Verlauf des Staub- und Schimmelpilzkeimgehaltes der Luft in der Umgebung einer Brotschneide- und Verpackungsanlage (Betrieb Q; Beobachtungszeit: 6,5 Stunden).

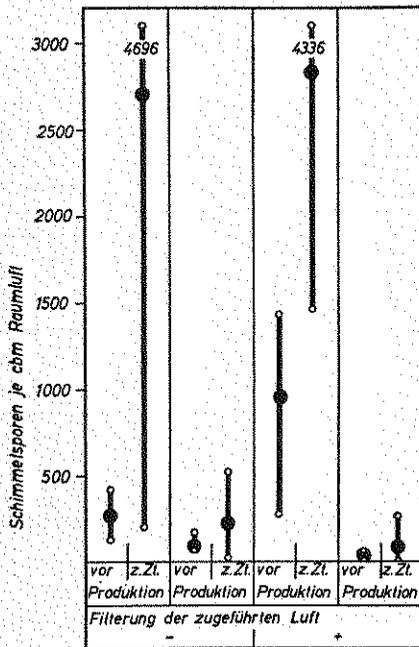


Abb. 7. Der Einfluß der Produktionsbedingungen auf den Schimmelpilzkeimgehalt der Luft im Bereich von Anlagen zur Brotverpackung in Abhängigkeit von dessen Lage und von der Art der Versorgung mit Frischluft.

Soweit die bislang gewonnenen Befunde eine allgemeingültige Aussage zulassen, wird sich an der Stelle des Schneidens und Verpackens von Brot eine günstigere Situation einstellen, wenn man diesem Bereich staub- und keimarme Frischluft zuführt, die durch Filterung aufbereitet wurde (Spicher, 1976). Dies gilt sowohl hinsichtlich der Eingrenzung des Umfangs der Verunreinigung der Luft bei ruhendem Betrieb, als auch der aus dem Produktionsvorgang resultierenden Zunahme des Gehaltes der Luft an Schimmelpilzen und der in dessen Verlauf auftretenden Schwankungen (Abb. 7).

Eine derartige Maßnahme ist vor allem dann wirkungsvoll, wenn dem Eindringen von Staub- bzw. Schimmelpilzen in den Produktionsbereich — in Sonderheit in die Schneide- und Verpackungsräume — durch Schaffung eines gewissen Überdruckes (z. B. Zufuhr der 45-fachen Menge in  $m^3$  des jeweiligen Lagerraumes; Jaus, 1968) eine zusätzliche Barriere entgegengestellt wird.

### 2.3 Produktionsvorgänge

Im Verlaufe der Herstellung des Brotes ist ein jeder Arbeitsabschnitt und eine jede zu seiner Herstellung bzw. weiteren Bearbeitung eingesetzte Anlage nicht nur ein Glied der Produktionskette, sie nehmen auch

Tabelle 1.  
Durchschnittliche Verunreinigung der Luft mit Staub und Schimmelpilzen an verschiedenen Bereichen der Brotherstellung.

Produktionsbereiche	Anzahl der untersuchten Bereiche	Gehalt der Luft an			
		Staub (mg/cbm)		Schimmelsporen (Keime/cbm)	
		Mittelwert	Extremwerte	Mittelwert	Extremwerte
Teigbereitung	4	2,16	1,80 / 2,91	11 827	109 / 41 300
Brotlagerung	10	0,35	0,014 / 0,83	2 383	44 / 6 740
Brotverpackung	10	0,29	0,03 / 0,6	1 373	28 / 5 200
Schneiden und Verpacken von Brot	4	0,68	0,27 / 1,59	1 446	224 / 2 732

im Kontaminationsgeschehen eine entsprechende Stellung ein. Allgemein hin werden die resultierenden Gefahren der Kontamination des Brotes mit Schimmelpilzen in dem Maße ansteigen, wie die Produktion an Umfang zunimmt und je vielfältiger das zur gleichen Zeit ablaufende Produktionsprogramm ist. Zudem wird eine jede Produktionsanlage um so eher zu einer Quelle der Kontamination des Produktes mit mikrobiellen Keimen werden, je komplizierter ihre Konstruktion ist.

Soweit es den zu betrachtenden Produktionsabschnitt betrifft, sind die Anlagen zum Schneiden und Verpacken des Brotes in vielen Betrieben räumlich nicht besonders abgegrenzt. Sie befinden sich oft in unmittelbarer Nähe des Ofenauslaufes. Bei derartiger Anordnung tritt mit andauerndem Betrieb der Anlage eine ständige Erhöhung des Gehaltes der sie umgebenden Luft an Staub- und Schimmelsporen ein. So etwa hatte unter den in dem angeführten Beispiel gegebenen Bedingungen (Abb. 8) die Inbetriebnahme einer Brotschneide- und Verpackungsanlage durchschnittlich eine 10,5-fache Zunahme der Verunreinigung der Luft mit Schimmelpilzen zur Folge.

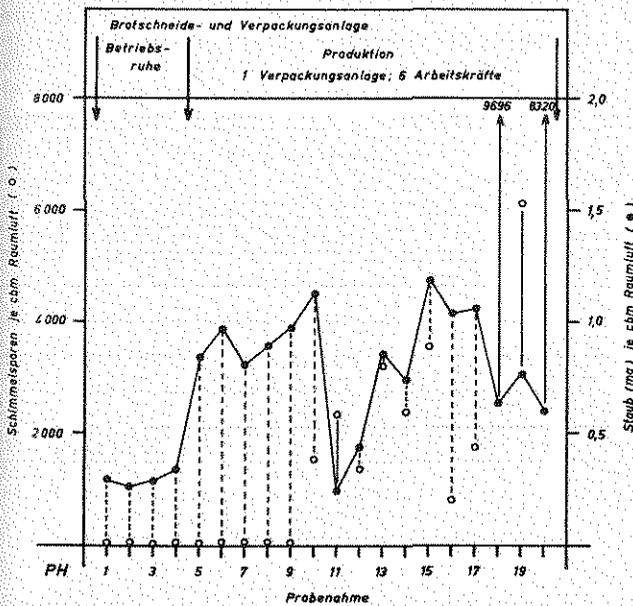


Abb. 8. Der Verlauf des Staub- und Schimmelkeimgehaltes der Luft in der Umgebung einer Brotschneide- und Verpackungsanlage (Betrieb: P. H.; Beobachtungszeit: 5 Stunden).

Zum anderen war in einem räumlich gesonderten Bereich, in dem mehrere Anlagen zum Schneiden und Verpacken von Brot aufgestellt gefunden hatten, eine Zunahme des durchschnittlichen Schimmelkeimgehaltes der Luft um das 5-fache festzustellen (von durchschnittlich 411 auf 2039 Keime/cbm Luft), sobald an einer dritten Anlage die Produktion aufgenommen wurde (Abb. 9). Dabei blieb der Umfang der mikrobiellen Verunreinigung der Luft trotz höherer Produktionskapazität (3 Anlagen, 12 Arbeitskräfte) deutlich hinter derjenigen zurück, welche bei geringerer Produktion (1 Anlage) in der Umgebung von Brotschneide- und Verpackungsanlagen auftraten, die zu anderen Produktionsbereichen nicht abgegrenzt waren (Abb. 8).

In gleicher Weise nehmen auch manuelle Arbeitsvorgänge Einfluß auf den mikrobiellen Keimgehalt der

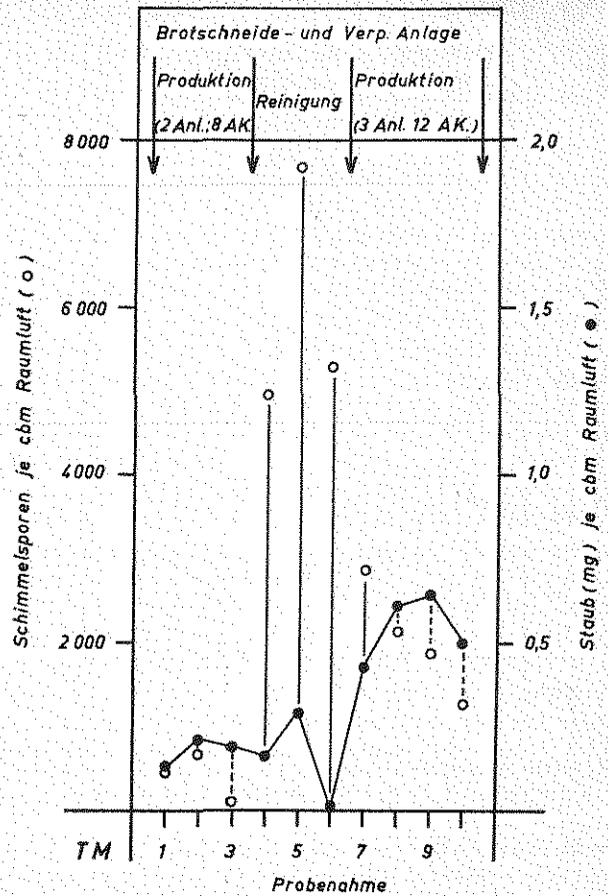


Abb. 9. Der Einfluß des Produktionsumfanges auf den Staub- und Schimmelpilzkeimgehalt der Luft im Bereich einer Brotschneide- und Verpackungsanlage (Betrieb: T. M.; Beobachtungszeit: 2,5 Stunden).

Luft. Ein Hinweis auf die daraus möglichenfalls resultierende Erhöhung des Risikos der Kontamination des Brotes ergab sich im Zusammenhang mit der Untersuchung der Situation in einem Brotlagerraum (Abb. 10). In diesem waren zunächst 3 Angehörige des Betriebes damit beschäftigt eine Umgruppierung der hier lagernden Brote vorzunehmen. Zu gleicher Zeit machte der Schimmelpilzkeimgehalt der Luft 365 bis 560 Sporen je  $m^3$  (Mittelwert: 475 Sporen je  $m^3$ ) aus. Sobald die Arbeiten nur noch von einer Person vorgenommen wurden, sank die Verunreinigung der Luft auf 48 bis 448 Sporen je  $m^3$  (Mittelwert: 192 Sporen je  $m^3$ ) ab. Somit ging von der Tätigkeit zweier Arbeitskräfte eine Zunahme des Keimgehaltes der Luft um das 2,5-fache aus. Dieser Befund unterstreicht die Bedeutung der Forderung, zur Verminderung des Risikos der Kontamination den Einsatz von Arbeitskräften und deren Tätigkeit in den kritischen Produktionsbereichen (Lagern, Schneiden, Verpacken des Brotes) besser zu koordinieren.

#### 2.4 Messeröl

Im Kontaminationsgeschehen spielt ebenfalls der Brotschneidevorgang an sich eine nicht unerhebliche Rolle (Wassermann, 1970). Da im Innern von Brotschneidemaschinen hohe Luftfeuchtigkeiten herrschen, können in dieser Zone in stärkerem Maße Schimmelpilze zur Entwicklung gelangen. Von hier aus finden die Schimmelpilze auf dem Wege über das Messer leicht Zugang zu den Brotscheiben. Ausgangspunkt dieser

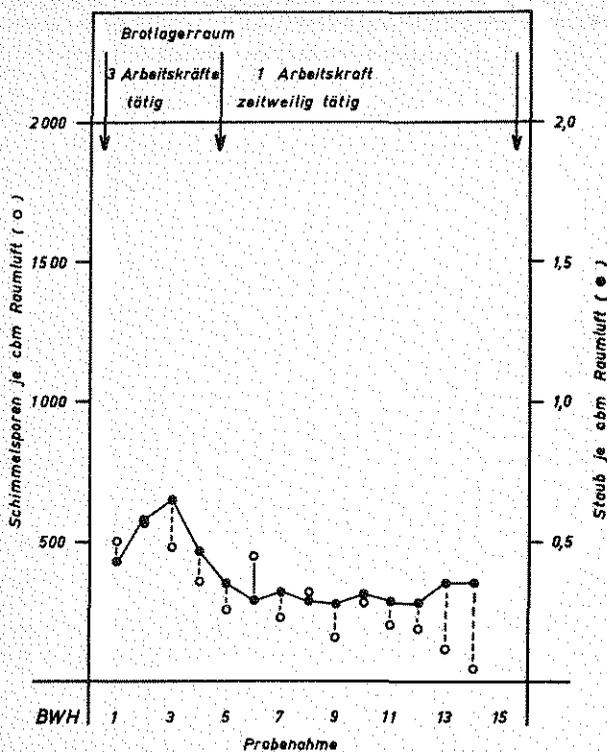


Abb. 10. Der Einfluß manueller Arbeitsvorgänge auf den Staub- und Schimmelpilzkeimgehalt der Luft in einem Brotlagerraum (Betrieb: B. W. H.; Beobachtungszeit: 3,5 Stunden).

Kontaminationskette kann jedoch auch das zum Benetzen der Messer verwendete Öl sein. Zur Klärung der Frage nach der Bedeutung dieser Kontaminationsquelle wurde in Zusammenarbeit mit 17 Betrieben der Brotindustrie eine Untersuchung der mikrobiellen Belastung von Schneideölen zu verschiedenen Zeitpunkten ihrer Verwendung eingeleitet. Wie die inzwischen vorliegenden Befunde von 125 Untersuchungen bereits erkennen lassen, sind die den Brotfabriken angelieferten Öle zumeist in nur unerheblichem Maße mit Schimmelpilzen verunreinigt (Tabelle 2). Es überrascht jedoch festzustellen, daß oft daneben auch Hefen auftreten. Diese nehmen im Durchschnitt sogar eine etwa 10-fach höhere Zahl ein als die Schimmelpilze. Es konnten bis zu 470 Hefen/10 ml nachgewiesen werden. Ein noch ungünstigeres Bild bieten die in den Vorratsbehältern der Brotfabriken lagernden Öle. In diesen fanden sich durchschnittlich 48 Schimmelpilze und 1195 Hefen je 10 ml Öl vor.

Zu einem massiven Überträger von Schimmelpilzen werden die Öle jedoch mit andauernder Verwendung in der Brotschneidemaschine. Die an dieser Stelle gezogenen Proben waren mit bis zu 1 000 Schimmelpilzen und 60 000 Hefen/10 ml beladen. Zudem stellte sich heraus, daß Öle aus Schlagmesser-

etwa 4-fach höhere Verunreinigung mit Schimmelpilzen und Hefen aufweisen als Öle, die in Kreismessermaschinen Verwendung fanden.

Des weiteren läßt sich aus der Identifizierung der in den Ölen vorgefundenen Schimmelpilze und Hefen ableiten, daß im Messeröl eine wesentliche Quelle der Kontamination des Brotes mit den Erregern des sog. Kreideschimmels zu suchen ist.

### 2.5 Verpackungsmaterial

Der mikrobielle Keimgehalt der Packstoffe, die schließlich für die Verpackung des Brotes Verwendung finden, ist im allgemeinen eng begrenzt (Spicher, 1977). Im ungünstigsten Falle macht er kaum mehr als 10 Schimmelsporen je 100 cm<sup>2</sup> aus. Nur zum geringeren Teil sind Keimzahlen nachzuweisen, die über diese Grenze um ein mehrfaches hinausgehen (Abb. 11). Diese Aussage war an Hand der Untersuchung von etwa 250 Proben von Verpackungstoffen, die in 16 Brotfabriken zur Verpackung von Brot der verschiedensten Sorte herangezogen werden, zu erlangen. Dennoch bestehen deutliche Unterschiede in der mikrobiellen Verunreinigung der verschiedenen Verpackungstoffe, die auf einen zunehmenden Keimbetrag vom Zellglas über die Kunststofffolien bis hin zum Papier und schließlich zu Aluminiumfolien deuten.

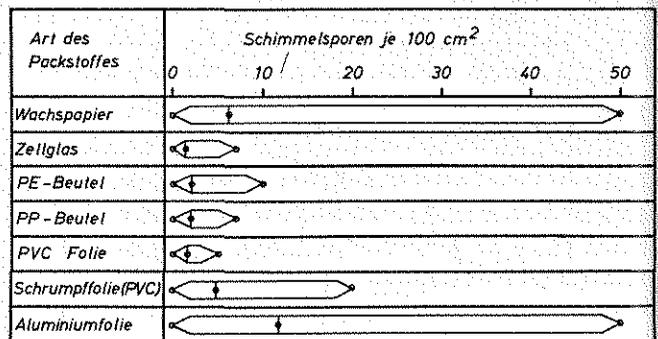


Abb. 11. Die Oberflächenkeimzahl von Packstoffen, die für die Verpackung von Brot Verwendung finden. (Zeichenerklärung: ● = Mittelwert, o = Extremwert)

Obwohl sich die Verunreinigung der Verpackungstoffe mit mikrobiellen Keimen im Vergleich zu den übrigen Keimträgern, die im Bereich des Schneidens und Verpackens des Brotes ausgemacht werden konnten, auf einem weit niedrigeren Niveau bewegt, sollte dies nicht Veranlassung sein, generell von einer Beachtung der Verpackungsmaterialien als Quelle der Kontamination abzusehen. Insbesondere die Befunde bei den Packstoffen auf Zellulosebasis (Papier) geben zu Bedenken Anlaß, da die Papierbanderolen vielfach

Tabelle 2. Mikrobielle Verunreinigung von Messerölen.

	Schimmelpilze		Hefen	
	Mittelwert	Extremwerte	Mittelwert	Extremwerte
Schneideöl				
— bei Anlieferung	2	0 — 13	20	0 — 470
— aus Vorratsbehälter	48	0 — 453	1 195	0 — 15 000
— aus Kreismessermaschine	71	0 — 600	2 270	0 — 60 000
— aus Schlagmesser-	300	0 — 1 000	10 244	7 — 50 000

als Werbeträger bei Broten Verwendung finden — wie z. B. bei Toastbroten —, die keinem Sterilisationsprozeß unterworfen werden. Demgegenüber werden Aluminiumfolien, die sich als relativ hoch mit mikrobiellen Keimen verunreinigt erwiesen, vielfach als weitere Verpackung in Verbindung mit einer Zellglas- oder Kunststoffolie verwendet, wobei zudem eine Sterilisation in der Verpackung erfolgt. Die von ihr ausgehende Kontamination bzw. Einwirkung auf die Haltbarkeit des Brotes ist daher unkritisch, jedoch spricht der Nachweis einer hohen mikrobiellen Verunreinigung nicht für einen sachgemäßen Umgang mit dem Verpackungsmaterial. Als zulässige Höchstkeimzahl für Packstoffe ist eine Beladung mit 2 Keimen je 100 cm<sup>2</sup> vorgeschlagen worden (Demeter, 1956; zit. nach Lubieniecki, v. Schelhorn, 1973). Diesem Kriterium entsprachen zwischen 77 % (Zellglas) und 52 % (Aluminiumfolie, Papierbanderolen, Schrumpffolien) der untersuchten Verpackungstoffe (bzw. 65 % und 67 % der PD- und PE-Beutel). Eine darüber hinausgehende mikrobielle Verunreinigung wird in mehr oder minderem Maße zu Lasten einer unsachgemäßen Behandlung der Verpackungstoffe beim Verpacker gehen. Hierfür zeugt etwa die Gepflogenheit, die für die Verpackung zu verwendenden Folienrollen in unmittelbarer Nähe der Verpackungsmaschine, oft auf dem Fußboden liegend bzw. stehend, in Vorrat zu halten. In einem derartigen Falle konnte z. B. ein Keimbesatz der Seitenflächen von Papierbanderolen-Rollen von durchschnittlich 324 Keimen je 100 cm<sup>2</sup> nachgewiesen werden. Diese entsprach in etwa der Verteilung der Schimmelsporen auf der Fußbodenoberfläche, der die Rollen auflagen (durchschnittlich 276 Keime je 100 cm<sup>2</sup> Oberfläche).

## 2.6 Reinigungsmaßnahmen

Selbst aus Reinigungsmaßnahmen kann eine massive Quelle der Kontamination des Brotes mit Schimmelpilzen erwachsen, wenn diese ohne Plan und zu einer beliebigen Zeit im Verlaufe der Produktion vorgenommen werden. Die als Beispiel angeführte Situations-

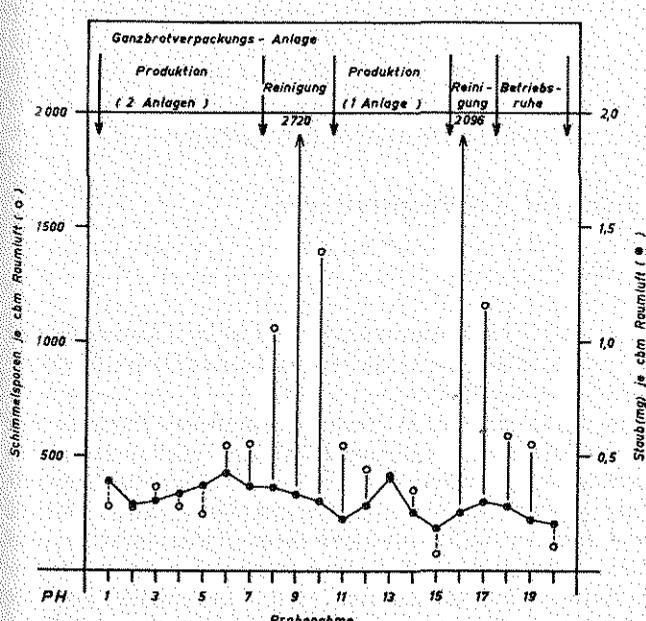


Abb. 12. Der Einfluß von Reinigungsarbeiten im Bereich einer Anlage zur Brotverpackung auf den Staub- und Schimmelpilzkeimgehalt der Luft (Betrieb: P. H.; Beobachtungszeit: 3 Stunden).

analyse (Abb. 12) wurde zu einem Zeitpunkt eingeleitet, da 2 Verpackungsanlagen (zeitweilig 6 bis 10 Arbeitskräfte als Bedienungspersonal) bereits geraume Zeit in Betrieb waren. Nach einer etwa 2stündigen Überwachung des Keimgehaltes der Luft erfolgte eine Reinigung der Anlage, wobei zur Entfernung des Staubes von den Maschinen zeitweilig Preßluft zur Hilfe genommen wurde. Bei der erneuten Wiederaufnahme der Arbeitstätigkeit war sodann nur noch eine Verpackungsanlage (5 Arbeitskräfte als Bedienungspersonal) im Einsatz bis schließlich nach abermaliger Unterbrechung der Brotverpackung und Säuberung der Anlage die Produktion vollauf eingestellt wurde. Im Verlaufe der Reinigung der Verpackungsanlage erhöhte sich der Keimgehalt der Luft von anfänglich 176 bis 592 Keime je m<sup>3</sup> (z. Z. der Produktion) auf 1120 bis 2720 Keime je m<sup>3</sup> (z. Z. der ersten Reinigung) bzw. auf 1522 bis 2096 Keime je m<sup>3</sup> (z. Z. der zweiten Reinigung). Somit hatte die Durchführung von Arbeiten zur Reinigung der Verpackungsanlage durchschnittlich einen 4,3-fachen Anstieg der Verunreinigung der Luft mit Schimmelpilzen zur Folge. In anderen Betrieben ergaben sich während der Reinigung der Verpackungsanlage sogar noch ungünstigere Situationen, die durch eine Erhöhung des Risikos der Kontamination um etwa das 15-fache gekennzeichnet waren (Tabelle 3, Betrieb T. M.).

Tabelle 3.

Der Einfluß von Reinigungsarbeiten auf den Schimmelpilzkeimgehalt der Luft in der Umgebung von Brotschneide- und Verpackungsanlagen.

Produktionsbereich	Verunreinigung der Luft mit Schimmelpilzen (Keime/cbm)	
	Mittelwert	Extremwerte
Ganzbrotverpackung (P. H.)		
Produktion	390	176 — 592
Reinigung	1 696	1 120 — 2 720
Schneide- und Verpackungsanlage (T. M.)		
Produktion	410	128 — 656
Reinigung	5 973	4 960 — 7 680
Schneide- und Verpackungsanlage (Q)		
Produktion	1 139	272 — 1 760
Reinigung	1 400	800 — 3 360
Arbeitsruhe	1 016	540 — 1 240

## 3. Zusammenfassung

Die bislang vorliegenden Befunde der Untersuchungen zur Aufklärung der Bedingungen und Wege der Infektion des Brotes mit Schimmelpilzen zeigen auf, daß es in Anbetracht der immer mehr hervortretenden Anforderungen an die Hygiene der Produktion und des Vertriebs von Lebensmitteln für den Hersteller des Brotes und der Backwaren an der Zeit ist, die sich aus der Änderung der Produktionsformen ergebende innerbetriebliche Situation zu überdenken und sich den gewonnenen Erkenntnissen zu erschließen.

In den Betrieben der Brotindustrie kann noch manches getan werden, um die Kontamination des erzeugten Produktes mit Schimmelpilzen wirksamer einzuengen. Nur dann, wenn diese über das unvermeidbare Ausmaß nicht hinausgeht, werden auch alle weiteren Maßnahmen zur Unterbindung des Auskeimens und des Wachstums der Schimmelsporen — seien dies etwa Maßnahmen backtechnischer Art, sei es die Anwendung von Konservierungs-

mitteln oder selbst die Reinigung und Desinfektion der Produktionsstätte — ihre optimale Wirkung zeigen können.

Wirkungsvolle Ansatzpunkte für die Verminderung der auf indirektem als auch direktem Wege eintretenden Kontamination des Brotes sind selbst im Bereich des Schneidens und Verpackens gegeben. Es treten an diesem Produktionsabschnitt eine Reihe von produktionsbedingten Streuquellen auf, denen bislang wenig Beachtung geschenkt wurde.

Ein wesentlicher Beitrag zur Verbesserung der Produktionshygiene und zur Verminderung des Risikos der Kontamination des Brotes ließe sich auf dem Wege einer besseren Klimatisierung der Produktionsstätte leisten. Gleichfalls bedarf es in weitaus stärkerem Maße der Beachtung bzw. Überwachung der Produktionsanlagen und der damit verbundenen Produktionsabläufe hinsichtlich ihrer Rückwirkungen auf die Hygiene-Situation in den betreffenden Produktionsbereichen.

Nicht zuletzt ist auch ein planvollerer Einsatz der zur Wahrung der Belange der Produktionshygiene durchzuführenden Maßnahmen erforderlich. Dabei ist es mit Teillösungen nicht getan. Jedes Bestreben, ein den derzeitigen Qualitätsansprüchen in jeder Hinsicht genügendes, vollwertiges und mikrobiologisch einwandfreies Produkt herzustellen und dem Konsumenten anzubieten, wird nur von Erfolg sein, wenn alle im Rahmen der Technologie der Brotherstellung und der Betriebshygiene gegebenen Möglichkeiten der Ausschaltung einer Beeinträchtigung der Qualität des erzeugten Produktes konsequent genutzt werden.

Es kommt darauf an, die Betriebshygiene global zu sehen und durch bestmögliche Lösungen die notwendig werdenden Maßnahmen genauso in den Griff zu bekommen, wie das Produktionsverfahren.

### Summary

The change-over from mechanical to commercial production of baked goods is linked with new infection risks for the products. As concerns bread, recent studies revealed that especially during slicing and/or packing of bread the risk of infection by mould fungi is high.

Further studies had to find out the sources and ways of bread infection during these production steps. The results are analyzed as to the effect of air conditioning, production processes, cleaning measurements, manual work, cutting oil, packing materials, and of other factors upon infection. Recommendations how to reduce the risk of infection are made.

### Résumé

La transition de la fabrication artisanale à la production industrielle des produits de cuisson provoque de nouveaux risques d'infection des produits. En ce qui concerne le pain, les recherches récentes ont montré que surtout le tranchage et/ou emballage du pain porte un grand risque pour l'infection avec des moisissures. D'autres recherches ont porté sur l'éclaircissement des sources et des voies de l'infection du pain dans ce stade de production. Les constatations montrent, dans quelle mesure des facteurs tels que climatisation, procédés de production, mesures de nettoyage, travaux manuels, huiles de tranchage, matériaux d'emballage etc. exercent une certaine influence sur l'infection et offrent des possibilités pour diminuer le risque d'infection.

### LITERATUR

- 1) Jaus, A.: Lagerung und Kühlung von Brot. Brot und Gebäck 22 (1968) 1, S. 1—5.
- 2) Lubieniecki - v. Schelhorn, M.: Bedeutung des Keimgehaltes von Packstoffen bzw. Packmitteln für nicht sterile Lebensmittel. Verp.-Rdsch. (Techn.-wissenschaftl. Beilage) 24 (1973) 10, S. 77—84.
- 3) Spicher, G.: Die Luft in Produktions- und Lagerräumen als Quelle der Infektion des Brotes mit Schimmelpilzen. I. Mitt.: Keimgehalt der Luft in Brotfabriken. Brot und Gebäck 25 (1971 a) 2, S. 27—36.
- 4) Spicher, G.: Die Luft in Produktions- und Lagerräumen als Quelle der Infektion des Brotes mit Schimmelpilzen. II. Mitt.: Keimgehalt der Luft in handwerklichen Bäckereien und Großbäckereien. Brot und Gebäck 25 (1971 b) 4, S. 62—66.
- 5) Spicher, G.: Die Luft in Produktions- und Lagerräumen als Quelle der Infektion des Brotes mit Schimmelpilzen. III. Mitt.: Weitere Beobachtungen über den Keimgehalt der Luft in Brotfabriken. Getreide, Mehl und Brot 30 (1976) 2, S. 50—56.
- 6) Spicher, G.: Die Luft in Produktions- und Lagerräumen als Quelle der Infektion des Brotes mit Schimmelpilzen. IV. Mitt.: Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Staub- und Schimmelpilzkeimgehalt der Luft in Backbetrieben. Getreide, Mehl und Brot 30 (1976) 5, S. 119—125.
- 7) Spicher, G.: Die Quellen der direkten Infektion des Brotes mit Schimmelpilzen. I. Mitt.: Das Packmittel als Faktor der Schimmelinfection. Getreide, Mehl und Brot 31 (1977) 4, S. 103—107.
- 8) Spicher, G.: Hygiene in der Bäckerei. Brot und Gebäck 25 (1971) 10, S. 208—214.
- 9) Spicher, G.: Betriebshygiene, die Grundlage einer wirksamen Bekämpfung des Brotschimmels. Brotindustrie 15 (1972) 8, S. 316—326.
- 10) Spicher, G.: Faktoren der Schimmelinfection des Brotes. Getreide, Mehl und Brot 27 (1973) 12, S. 375—380.
- 11) Wassermann, L.: Kritische Beleuchtung der verschiedenen Möglichkeiten der Schimmelverhütung bei Brot. Brot und Gebäck 24 (1970) 5, S. 90—94.

Aus dem Chemischen Landesuntersuchungsamt Nordrhein-Westfalen, 4400 Münster

## Zur mikrobiologischen Bewertung von Konditoreiwaren

Von H. Büning-Pfaue

Mit frischen Konditoreiwaren verbindet sich in der Regel der Eindruck von Feiertagsstimmung und vielerseits geschätzten Gaumenfreuden. Diese Gaumenfreuden sollen hier nicht in Frage gestellt werden.

Sicherlich ist es aber sinnvoll, mikrobiologisch heikle Lebensmittel, wie sie Konditoreiwaren darstellen, im Ausmaß ihrer üblichen mikrobiologischen Belastung zu prüfen, insbesondere dann, wenn bei ihnen Sahne anteilmäßig verarbeitet ist.

Und diese Prüfung erscheint sogar notwendig im Blick auf die vergleichbaren Verhältnisse beim Speiseeis. Dieser Vergleich bietet sich an, wenn man die äh-

liche stoffliche Zusammensetzung beider Lebensmittel und die vielfach gleichartig mittelständische Herstellung berücksichtigt.

Nun sind empfohlene mikrobiologische Normen für Sahne-Erzeugnisse weniger bekannt als die entsprechenden Grenzwerte für die bakteriologische Beurteilung bei Speiseeis: Im Schweizer Lebensmittelbuch<sup>1)</sup> sind Richtwerte für verarbeiteten Rahm genannt. An ihnen orientieren sich die von der hygienisch-bakteriologischen Subkommission des Lebensmittelbuches publizierten Grenzwerte für die Beurteilung von Konditoreiwaren, in der Schweiz Patisseriewaren genannt<sup>2)</sup>: