

E. Odebrecht, H.-J. Schmidt und B. G. M. Franco

# Untersuchungen zur mikrobiologischen Bewertung der Umgebungsluft in den Abfüllräumen von Brauereien

**Der mikrobiologische Zustand der Umgebungsluft von Flaschen- und Dosenfüllern unterschiedlicher Aufstellung (offen, halboffen, gekapselt) in einer Brauerei wird mit zwei verschiedenen Luftkeimsammlern sowie Expositionsplatten untersucht. Vor- und Nachteile der Systeme werden besprochen. Die quantitative Erfassung der Raumluftverkeimung kann nur mit den Geräten erfolgen. Es werden Empfehlungen für den maximalen Keimgehalt in der Luft aufgestellt und die Ursachen und Gegenmaßnahmen erläutert.**

BC 42 Fremdorganismen

(Deskriptoren: Bierschädliche Mikroorganismen, Kontaminationsquellen, Air Sampler, Luftanalyse, Expositionsplatten, Empfohlene Grenzwerte, Abfüllbereich)

Deskriptoren: Beer spoiling microorganisms, sources of contamination, air sampler, air analysis, exposure plates, recommended limits, filling area).

Die Untersuchung der Umgebungsluft auf Typ und Menge von Mikroorganismen leistet wichtige Dienste zur Bewertung des Hygienezustandes von Abfüllanlagen unterschiedlicher Bauart und gibt gleichzeitig Hinweise auf die vielseitigen Einflüsse im näheren und ferneren Bereich der Anlage:

- Aerosol in Füllernähe;
- Ansammlungen von Nährstoffen und Keimen an äußeren Anlagenteilen;
- Hygienezustand der Flaschentransportbänder;
- Maschinenanordnung;
- Effekt der Be- und Entlüftung;
- Hygienezustand der Wände, Decken, Fußböden, Abflüsse und weiterer Faktoren.

Die Mikroorganismen der Luft stellen ein wesentliches Kontaminationsrisiko dar, da die Flaschen / Dosen während ihres Transports von der Reinigungsmaschine bis zum Füller / Kronenkorker

automatisch der Umgebungsluft ausgesetzt sind. Daher ist ein keimarmes Ambiente im Abfüllbereich erforderlich, um eine optimale mikrobiologische Haltbarkeit der Produkte zu erzielen.

## Nachweis der Luftkeime

Eine preisgünstige und weitverbreitete Methode zum Nachweis von Luftkeimen ist das Exponieren geöffneter Petrischalen mit den geeigneten Nährböden. Dieses Verfahren erlaubt jedoch keine quantitative Bestimmung des Keimgehaltes der Luft, erstens weil die Mikroorganismen inhomogen in der Umgebungsluft verteilt sind und sich nicht kontinuierlich sedimentieren, und zweitens aufgrund der Luftströmungen, die sich ständig ändern und die Ergebnisse beeinflussen.

*Sayer et. al.* (1972 (6)) untersuchten die mikrobiologische Qualität der Luft in einem Krankenhaus mittels Expositionsplatten und einem Andersen-Luftkeimsammler. Um den Effekt der Luftströmungen auszugleichen, ermittelten die Autoren eine derart lange Expositionsdauer, dass die Nährmedien austrockneten und ein schlechtes Anwachsen der Mikroorganismen die Folge war.

Eine Alternative zu den Expositionsplatten sind mikrobiologische Luftkeimsammler, die sowohl die in Schwebelag befindlichen Mikroorganismen nachweisen als auch solche, die sich aufgrund der Schwerkraft sedimentieren. Solche Geräte eignen sich zur quantitativen Bestimmung der tatsächlichen Anzahl von Mikroorganismen in der Luft.

*Kang und Frank* (1989 (3)) verglichen vier Luftkeimsammler (Anderson Impactor, All Glass Impinger-30, Reuter Centrifugal Air Sampler, Millipore Open Type Membran Filter Sampler), indem sie Aerosole von Reinkulturen in einem Betrieb der Molkeindustrie erzeugten.

*Henriksson und Haikara* (1991 (2)) verwendeten das PBI Surface Air System (S.A.S.), um die mikrobiologischen Einflüsse des Füllerdesigns sowie der räumlichen Anordnung der Abfüllanlage zur Flaschenreinigung nachzuweisen.

*Oriet und Pfenninger* (1998 (4)) untersuchten die Luft in vierzehn Schweizer Brauereien mit dem MAS 100 (Merck). Sie beschreiben die Umgebungsluft als eine potentielle Kontaminationsquelle

---

Autoren: Elisa Odebrecht M.S., Dozentin für Lebensmittel- und Getränkemikrobiologie sowie Gärung, Departamento de Química Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasilien; Dr. Hans-Joachim H. Schmidt, Leiter der Mikrobiologie sowie Reinigung und Sanitisation, Companhia de Bebidas das Américas (AmBev), Rio de Janeiro, Brasilien; Dr. Bernadette G. M. Franco, Dozentin für Lebensmittelmikrobiologie, Faculdade de Ciências Farmacéuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasilien

und fordern eine Verbesserung der mikrobiologischen Luftqualität in den Bereichen Flaschenreinigung, Flaschentransport und Abfüllung.

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Bestimmung des Mikroorganismengehaltes der Umgebungsluft im Abfüllbereich einer Brauerei bei Füllern unterschiedlicher Bauart unter Verwendung von zwei verschiedenen Luftkeimsammlern und Expositionsplatten sowie die Ermittlung der Vor- und Nachteile der genannten Methoden.

## Material und Methoden

### Untersuchungsmethoden

Während eines Untersuchungszeitraumes von vier Monaten (Frühling bis Herbst) wurden 240 Messungen mit dem Luftkeimsammler MAS 100 (Merck) sowie die gleiche Anzahl an Expositionsplatten durchgeführt. Mit dem Gerät M Air T (Millipore) erfolgten 96 Messungen. Bei allen angeführten Methoden kamen jeweils drei Kulturmedien zur Anwendung.

Beiden verwendeten Luftkeimsammlern liegt das Prinzip des früheren Andersen Samplers zugrunde (Hennigson und Ahlberg, 1994 (3)). Die mittels eines Ventilators angesaugte Umgebungsluft wird durch eine perforierte Platte über den Nährboden geleitet, um die enthaltenen Keime auf dessen Oberfläche zu sedimentieren. Beim MAS 100 wird eine normale Petrischale mit dem gewünschten Nährboden in das Gerät eingesetzt, beim M Air T eine Kassette mit Nährboden. Bei beiden Geräten lässt sich die zur Untersuchung gewünschte Luftmenge vor der Messung programmieren. Zwischen der Programmierung und der eigentlichen Messung kann eine Vorlaufzeit gewählt werden, um das Gerät aufzustellen und z. B. die Füllabdeckung zu schließen. Nach Durchsaugen der gewählten Luftmenge schaltet sich das Gerät von selbst ab, und die Petrischale oder Kassette kann entnommen sowie unter adäquaten Bedingungen bebrütet werden.

Zur Ermittlung der geeigneten Untersuchungsmenge wurden Vortests mit 50, 100, 250 und 500 Litern Luft durchgeführt. Die besten Ablesungen mit Werten zwischen 10 und 250 KBE (Koloniebildende Einheiten) pro Platte ergaben sich bei 100 Litern Luft, so dass alle weiteren Messungen mit dieser Einstellung durchgeführt wurden. Die perforierten Platten aus Edelstahl wurden vor jedem Gebrauch gereinigt und autoklaviert (15 Minuten bei 121°C).

Zur Durchführung der Expositionsplatten wurden Petrischalen von ca. 100 mm Durchmesser mit den entsprechenden Nährmedien geöffnet, während 15 Minuten ausgelegt und anschließend adäquat bebrütet.

### Nährmedien

Für jede Methode wurden die folgenden drei Nährmedien verwendet:

Modifizierter MRS-Agar: Der Lactobacillus-Agar nach deMan, Rogosa und Sharpe (Merck) wurde durch einige Zusätze zur Erhöhung der Wachstoffsversorgung sowie Indikator modifiziert und zur Bestimmung der Koloniezahlen von Milchsäurebakterien (*Lactobacillus* und *Pediococcus*) nach anaerober Bebrütung (Anaerogen, Millipore) über 6 Tage bei 27°C eingesetzt.

Würzeagar (Rapp, 1974 (5)) zum Nachweis von Hefen und Schimmelpilzen wurde vom Betriebslabor der untersuchten Brauerei hergestellt und bei 27 °C über 5 Tage aerob bebrütet.

Plate Count Agar PCA (Oxoid) diente nach zweitägiger aerober Bebrütung bei 37 °C zur Bestimmung mesophiler aerober Bakterien.

Für die Expositionsplatten wurden wiederverwendbare Glaspetrischalen (100 x 10 mm) mit je 20 ml Nährboden eingesetzt. Für den MAS 100 kamen die üblichen sterilen Plastic-Petrischalen (85 x 10 mm) mit ebenfalls 20 ml Nährboden zur Anwendung. Der M Air T verfügt über eigene sterile Plastic-Kassetten (75 x 20 mm), die mit je 36 ml des Nährbodens befüllt wurden. Alle vorbereiteten Platten / Kassetten wurden nach dem Erkalten bis zur Verwendung bei Dunkelheit und 5 °C aufbewahrt, um Lichteinflüsse sowie Austrocknung zu vermeiden.

Die Deckelinnenseite aller Platten / Kassetten mit Würzeagar wurde mit je drei Tropfen einer gesättigten alkoholischen Biphenyllösung versetzt, um das Wachstum von Schimmelpilzen zu reduzieren. In Vorversuchen ohne Biphenyl wurde häufig ein Überwachsen von groben Teilen des Nährbodens oder der gesamten Fläche durch Schimmelpilze beobachtet, was ein Auszählen von z. B. Hefekolonien unmöglich machte. Durch die Anwendung von Biphenyl wurde die Größe der Schimmelpilzkolonien deutlich reduziert.

Bei der Auswertung der bebrüteten Nährmedien wurde jeweils die Anzahl der Kolonien ausgezählt und als KBE (Koloniebildende Einheiten) angegeben. Die Ergebnisse lauten daher: KBE / Expositionsplatte bzw. KBE / 100 Liter Luft bei den Air Samplern, woraus der Keimgehalt je m<sup>3</sup> berechnet wurde.

### Aufstellung der Füller und Orte der Luftuntersuchung

Folgende Fülleraufstellungen wurden verglichen:

- Offene Aufstellung des Füllers im Abfüllraum;
- halboffene Aufstellung (seitliche Einhausung, oben offen);
- geschlossene Aufstellung (totale Einhausung und Sterilluftbegasung).

Bei offener Aufstellung des Füllers wurde zur Probenahme der Ort neben dem Einlaufstern gewählt, bei halboffener Aufstellung (seitliche Einhausung, oben offen) über dem Kronenkorker. Bei geschlossener Aufstellung des Füllers (totale Einhausung) und Sterilluftbegasung wurden die Platten bzw. Luftkeimsammler ebenfalls über dem Kronenkorker bzw. Dosenverschleißer aufgestellt.

Bei jedem Füllertyp erfolgte die Probenahme während des genannten Zeitraumes wöchentlich mit allen zitierten Methoden und Nährböden.

### Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse des mittleren Gehaltes an Milchsäurebakterien, mesophilen Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen sind in den Tabellen 1 bis 4 sowie in den Abbildungen 1 bis 4 dargestellt.

### Vor- und Nachteile der drei Methoden

#### Vorteil der Expositionsplatten

Die Methode lässt sich einfach und kostengünstig in jedem Betrieb durchführen.

**Tabelle 1 Mittlerer Gehalt an Milchsäurebakterien**

Methoden				
Fülleraufstellung	MAS 100 (KBE/m <sup>3</sup> )	Expositionsplatten für den MAS 100 (KBE/15 min)	M air T (KBE/m <sup>3</sup> )	Expositionsplatten für den M air T (KBE/15 min)
Geschlossene Aufstellung des Flaschenfüllers	60	1	10	3
Geschlossene Aufstellung des Dosenfüllers	40	nicht nachweisbar	10	1
Halboffene Aufstellung des Flaschenfüllers	100	26	20	33
Offene Aufstellung des Flaschenfüllers	220	23	10	26

*Nachteil der Expositionsplatten*

Die Ergebnisse sind nur qualitativ. Viele Mikroorganismen bleiben in Schwebelage, ohne sich zu sedimentieren. Bei geschlossener Fülleraufstellung war es erforderlich, die Platten oberhalb des Sprühbereiches der äußeren Füllerbehandlung auszulagern (ca. in 3 m Höhe), um ein Benetzen der Nährmedien und damit Einflüsse auf das Keimwachstum zu vermeiden. Der Zeitbedarf für die Probenahme ist hoch; bei den vorliegenden Versuchen wurden die Platten über 15 Minuten exponiert.

*Vor- und Nachteile der Luftkeimsammler*

Die Luftkeimsammler weisen die in Schwebelage befindlichen Mikroorganismen quantitativ nach. Die Angabe von Keimen pro m<sup>3</sup> ist daher leicht möglich. Aufgrund des höheren Preises im Vergleich zu Expositionsplatten eignen sich die Geräte vor allem für Betriebe, die regelmäßig mikrobiologische Luftuntersuchungen durchführen.

**Tabelle 2 Mittlerer Gehalt an mesophilen Bakterien**

Methoden				
Fülleraufstellung	MAS 100 (KBE/m <sup>3</sup> )	Expositionsplatten für den MAS 100 (KBE/15 min)	M air T (KBE/m <sup>3</sup> )	Expositionsplatten für den M air T (KBE/15 min)
Geschlossene Aufstellung des Flaschenfüllers	160	13	130	12
Geschlossene Aufstellung des Dosenfüllers	400	12	150	8
Halboffene Aufstellung des Flaschenfüllers	260	48	320	50
Offene Aufstellung des Flaschenfüllers	580	62	640	58

*Eigenschaften des MAS 100*

Das Gerät verwendet preisgünstige, weil handelsübliche Petrischalen und hat einen relativ geringen Nährbodenverbrauch (20 ml pro Platte). Es benötigt nur eine Minute Vorlaufzeit vor Beginn der Probenahme. Es besitzt eine Korrekturtabelle, um je nach Höhe der nachgewiesenen Keimzahl die Zellen zu berücksichtigen, welche nicht ihren Weg durch die Löcher der zitierten Verteilerplatte gefunden haben.

Das Gerät ist wenig geeignet für die Anwendung in Bereichen mit hoher Feuchtigkeit sowie für die Aufstellung auf sehr feuchten Flächen. In einigen Versuchen wurde die Anzeige durch Feuchtigkeit getrübt und die Ablesung unmöglich.

*Eigenschaften des M Air T*

Das Gerät ist besser für die Anwendung in Bereichen mit hoher Feuchtigkeit geeignet.

Das Gerät benötigt spezielle Kassetten zur Aufnahme des Nährbodens mit höherem Preis als übliche Petrischalen und hat einen höheren Nährbodenverbrauch (36 ml pro Kassette). Die Vorbereitung der Kassetten bereitet mehrfach Schwierigkeiten, da nach dem Gießen des verflüssigten Nährbodens Undichtigkeiten auftraten, so dass Nährboden austreten und Kontaminationen verursachen konnte.

**Tabelle 3 Mittlerer Gehalt an Schimmelpilzen**

Methoden				
Fülleraufstellung	MAS 100 (KBE/m <sup>3</sup> )	Expositionsplatten für den MAS 100 (KBE/15 min)	M air T (KBE/m <sup>3</sup> )	Expositionsplatten für den M air T (KBE/15 min)
Geschlossene Aufstellung des Flaschenfüllers	210	3	300	28
Geschlossene Aufstellung des Dosenfüllers	210	8	170	8
Halboffene Aufstellung des Flaschenfüllers	360	11	560	7
Offene Aufstellung des Flaschenfüllers	280	12	610	29

**Tabelle 4 Mittlerer Gehalt an Hefen**

Fülleraufstellung	Methoden			
	MAS 100 (KBE/m <sup>3</sup> )	Expositionsplatten für den MAS 100 (KBE/15 min)	M air T (KBE/m <sup>3</sup> )	Expositionsplatten für den M air T (KBE/15 min)
Geschlossene Aufstellung des Flaschenfüllers	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
Geschlossene Aufstellung des Dosenfüllers	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
Halboffene Aufstellung des Flaschenfüllers	nicht nachweisbar	3	10	9
Offene Aufstellung des Flaschenfüllers	20	6	10	3

Das Gerät benötigt fünf Minuten Vorlaufzeit vor Beginn der eigentlichen Probenahme, was eine lange Wartezeit vor Ort bedeutet. Eine Korrekturtabelle lag zum Zeitpunkt der Versuche nicht vor.

**Diskussion**

Bezüglich der durchgeführten Vergleichsuntersuchungen ist zu bemerken, dass jede einzelne Probenahme praktisch eine Momentaufnahme in kurzen Zeitabständen darstellt, da es vom Prinzip her unmöglich ist, genau das selbe Luftvolumen mit allen drei Methoden zu untersuchen.

*Henriksen* und *Haikara* (1991 (2)) stellten folgende mittlere Mikroorganismengehalte im Abfüllbereich fest: 400 KBE/m<sup>3</sup> für Milchsäurebakterien, 4300 KBE/m<sup>3</sup> für mesophile Bakterien, 950 KBE/m<sup>3</sup> für Schimmelpilze und 100 KBE/m<sup>3</sup> für Hefen. Sie fanden eine hohe Korrelation zwischen erhöhten Gehalten an Milchsäurebakterien in der Luft des Abfüllbereiches einerseits und Kontaminationen des Bieres andererseits. Die Autoren empfehlen eine mikrobiologische Beratung, bevor der Abfüllbereich konzipiert wird, da z. B. eine nahe Aufstellung des Füllers zur Flaschenreinigungsmaschine die Menge der Mikroorganismen in der Luft erhöht. Ferner sollte für die Transportbänder von Mehrwegflaschen ein geeignetes Kettengleitmittel ausgewählt werden, da dieses erheblich zum Grad der Lufthygiene beiträgt.

In einer Untersuchung von *Oriet* und *Pfenninger* (1998 (4)) betrug der Gehalt an Milchsäurebakterien im Abfüllbereich zwischen „nicht nachweisbar“ und 144 KBE/m<sup>3</sup>, an mesophilen Bakterien 432 bis 1921 KBE / m<sup>3</sup>, an Schimmelpilzen 38 bis 752 KBE/m<sup>3</sup> und an Hefen „nicht nachweisbar“ bis 48 KBE/m<sup>3</sup>. Sie fordern Verbesserungen im Abfüllbereich, um die Menge von Mikroorganismen in der Luft zu verringern, wie zum Beispiel die regelmäßige Entfernung von Etiketten und Scherben, die Trennung der Bereiche Flaschenreinigung und Abfüllung sowie eine verbesserte Personalhygiene.

Die in den vorliegenden Versuchen ermittelten Luftkeimgehalte liegen in ähnlicher Größenordnung wie bei den zitierten Autoren. Die hohen Werte von *Henriksen* und *Haikara* werden jedoch nicht erreicht. Zwischen offener, halboffener und geschlossener Aufstellung der Füller lassen sich deutliche Unterschiede feststellen.

Bei der offenen Fülleraufstellung wurden naturgemäß die höchsten Luftkeimgehalte nachgewiesen. Dabei führen mesophile

Bakterien zahlenmäßig die Gruppe an (600/m<sup>3</sup>), gefolgt von Schimmelpilzen (450/m<sup>3</sup>). Aufgrund der geringen Größe der gramnegativen Bakterien sowie der Schimmelpilzkonidien bleiben diese am längsten in Schwebe. Geringer, aber immer noch beträchtlich fiel der Gehalt an Milchsäurebakterien aus (220/m<sup>3</sup>). Am Geringsten war der gemessene Gehalt an Hefezellen in der Luft (15/m<sup>3</sup>), da diese aufgrund ihres erheblich höheren Gewichtes nur kurzfristig in Schwebe gehalten werden.

Die halboffene Fülleraufstellung zeigte bereits geringere Luftkeimgehalte. Hefen waren nicht nachweisbar. Allein der Gehalt an Schimmelpilzen fiel etwas höher aus (460/m<sup>3</sup>), was offensichtlich auf die guten Schwebeeigenschaften der Konidiosporen zurückzuführen ist.

Auch bei geschlossener Aufstellung der Füller und Begasung mit Sterilluft waren noch Keime in der Umgebung nachweisbar. Auch hier standen Schimmelpilze (220/m<sup>3</sup>) und gramnegative Bakterien (210/m<sup>3</sup>) an der Spitze. Der Gehalt an Milchsäurebakterien war deutlich reduziert, aber nicht null (5/m<sup>3</sup>). Hefen traten wiederum nicht auf.

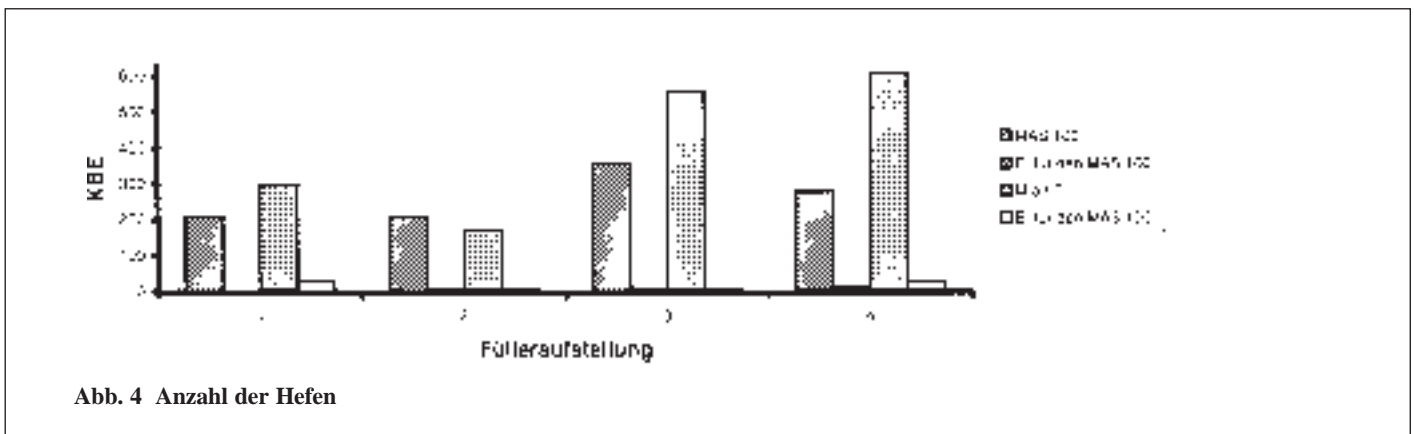
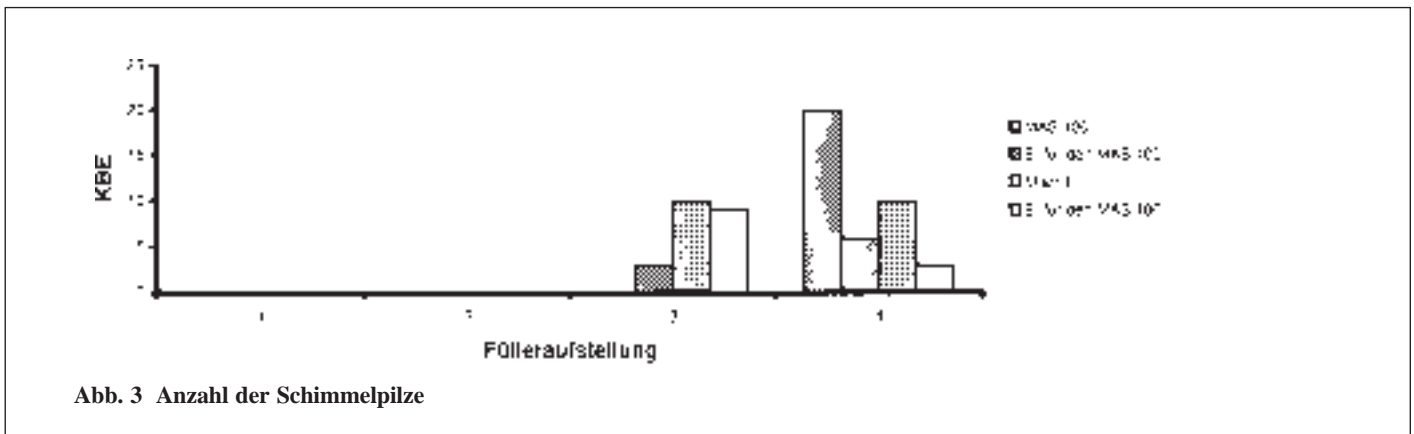
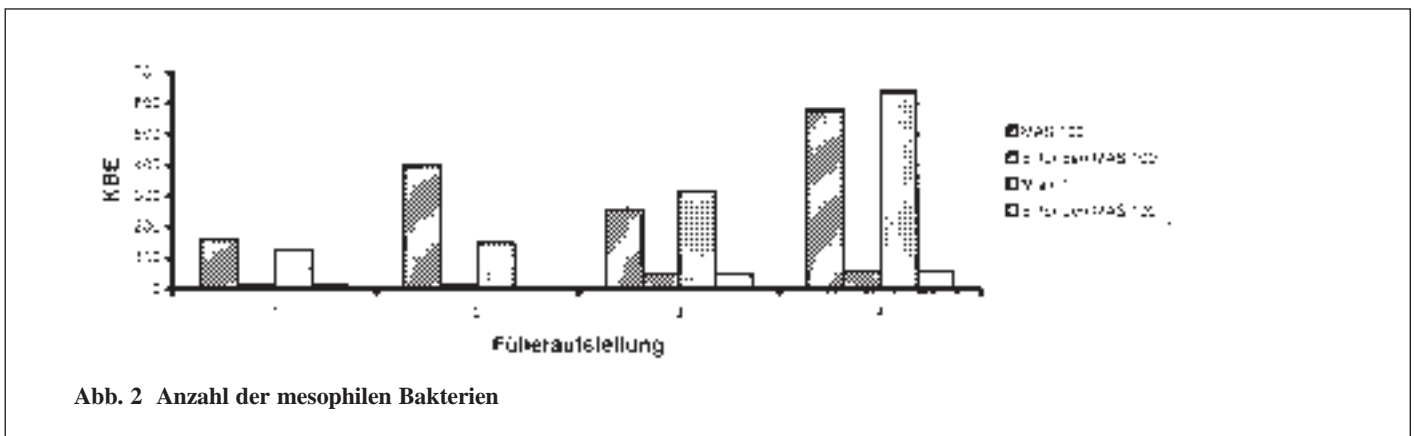
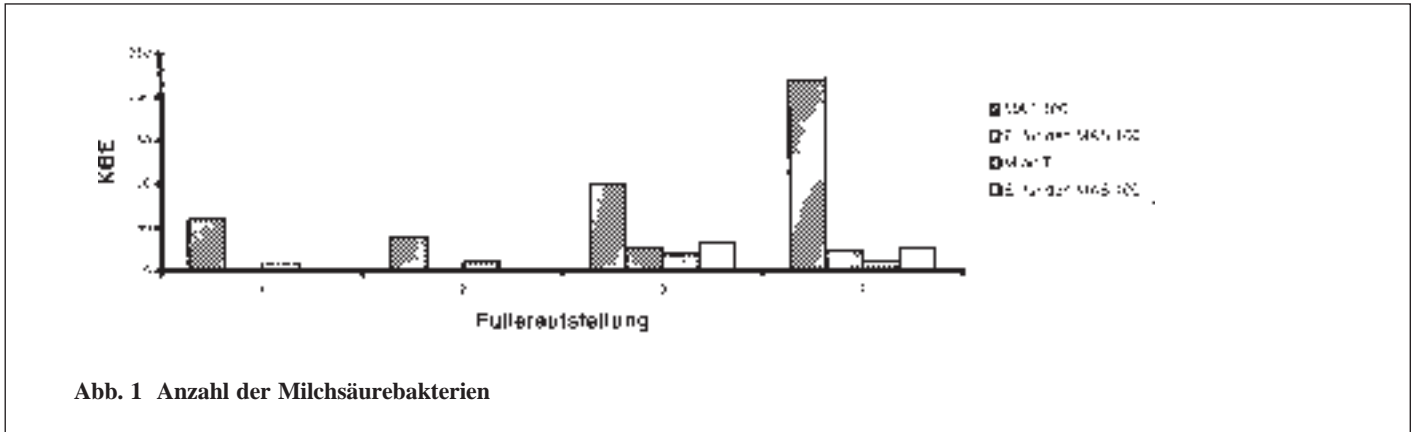
Diese Ergebnisse zeigen, dass gerade ein als optimal angesehenes Ambiente der Abfüllung regelmäßiger Kontrolle bedarf, um beim ersten Auftreten von Verkeimungen sofort reagieren zu können.

Wie die vorliegenden Ergebnisse demonstrieren, wurden mit dem Luftkeimsammelgerät MAS 100 unter gleichen Bedingungen höhere Gehalte an Milchsäurebakterien nachgewiesen als mit dem M Air T. Mit beiden Geräten ließen sich erheblich höhere Gehalte an mesophilen Bakterien, Schimmelpilzen und Hefen nachweisen als mit den Expositionsplatten. Bei den Schimmelpilzen sowie mesophilen Bakterien waren die Unterschiede zwischen den Geräten mit Ausnahme einer Probe gering. Der Hefenachweis zeigte keine erheblichen Unterschiede.

Bemerkenswert ist das zahlenmäßige Verhältnis zwischen den Ergebnissen der Luftkeimsammler und denen der Expositionsplatten. Die Geräte weisen 3 bis 60 mal mehr Milchsäurebakterien als die Expositionsplatten nach, bei den mesophilen Bakterien liegt der Faktor zwischen 5 und 33, bei den Schimmelpilzen zwischen 10 und 70 sowie bei den Hefen bei 3 bis etwa Gleichstand. Expositionsplatten müssten daher mindestens über die zehnfache Zeit ausgelegt werden, was im vorliegenden Fall 150 Minuten bedeuten würde. Damit ist eine Austrocknungsgefahr des Nährbodens gegeben, die den Nachweis der Mikroorganismen wiederum behindert.

**Nutzanwendung**

Da für Brauereien weder Normen noch Empfehlungen für maximale Keimgehalte in der Luft existieren, sollten innerbetrieblich zunächst Daten gesammelt werden, um den aktuellen Status zu ermitteln. Mit der Kenntnis der Ausgangssituation lässt sich der keimvermindernde Effekt ergriffener Maßnahmen besser beurteilen. Jeder Betrieb sollte sich Richtwerte aufgrund eigener Messungen aufstellen. Werden diese überschritten, so liegt meistens ein grober Fehler vor.



Zeichenerklärung
• E. für den MAS 100 = Expositionsplatten für den MAS 100
• Fülleraufstellung
1- Geschlossene Aufstellung des Flaschenfüllers
2- Geschlossene Aufstellung des Dosenfüllers
3- Halboffene Aufstellung des Flaschenfüllers
4- Offene Aufstellung des Flaschenfüllers

Allgemein können folgende Ziele für den Betrieb aufgestellt werden: Bei der häufigsten Fülleraufstellung (halboffen) sollte bei Milchsäurebakterien und Hefen ein Gehalt von 0/m<sup>3</sup> angestrebt werden. Bei mehr als 5/m<sup>3</sup> sind präventive Maßnahmen zu ergreifen. Schimmelpilze und mesophile Bakterien können bei der Bierabfüllung bis zu 100/m<sup>3</sup> toleriert werden. Ein deutlicher Anstieg sollte jedoch immer als Warnsignal verstanden werden. Bei der alleinigen Verwendung von Expositionsplatten muss wegen der geringen Empfindlichkeit des Verfahrens bereits der bloße Nachweis zu Maßnahmen führen.

Abgesehen von den fast allgegenwärtigen Schimmelpilzsporen, liegt die Herkunft von Milchsäurebakterien und Hefen fast immer in den Abfüllräumen selbst. Nur in einigen Fällen kommen auch äußere Einflüsse wie Malzstaub oder in unmittelbarer Nähe gestapeltes Leergut in Betracht. Oft liegt eine Verkeimung der Flaschentransportbänder vor, insbesondere wenn organische Kettengleitmittel verwendet werden. Wände, Decken und äußere Anlagenteile wirken sich ebenso auf die Umgebungsluft aus wie eine mehr oder minder sinnvolle (respektive nicht vorhandene) Be- und Entlüftung des Abfüllbereichs. Eine falsche Luftführung kann hier sehr ungünstige Folgen haben, zum Beispiel die Verbreitung stark verkeimter Luft aus der Umgebung des Auspackers bis in den direkten Abfüllbereich.

Ein grober Fehler ist die Aufbewahrung ungereinigten Leerguts im Abfüllbereich. Aber auch Vollgut, das nicht oder über Kurzzeiterhitzer pasteurisiert wurde und daher kalt ist, darf nicht im Abfüllraum gestapelt werden, da sich – besonders bei höheren Außentemperaturen – erhebliche Mengen an Kondenswasser bilden. Dieses spült Teile des noch frischen Etikettenleims ab, sammelt sich unter den Paletten und bildet mit seinem Gehalt an organischen Nährstoffen ein erhebliches Reservoir für Mikroorganismen.

Zur Beurteilung gekapselter und mit Sterilluft begaster Abfüllanlagen ist die quantitative Messung des Keimgehaltes der Umgebungsluft mit Luftkeimsammelgeräten unerlässlich, da nur so Fehler des Systems erkannt und beseitigt werden können. Hier muss die Abwesenheit von Milchsäurebakterien und Hefen gefordert werden (0/m<sup>3</sup>) sowie ein Maximalwert bei Schimmelpilzen und mesophilen Bakterien von 100/m<sup>3</sup>. Expositionsplatten sind für die mikrobiologische Überwachung dieses Abfüllverfahrens in alleiniger Verwendung nicht geeignet.

**Summary**

**Odebrecht, E., Schmidt, H.-J., and Franco, B.G.M.: Studies for microbiological assessment of the ambient air in the filling rooms of breweries** — Monatsschrift für Brauwissenschaft 54, No. 7/8, 159 – 164, 2001

**BC 42 Foreign matter**

The microbiological state of the ambient air surrounding filling plant for bottles and cans in different state (open, half open, capped) was examined with two different air germ collectors and exposition plates in a brewery. Discussed are the advantages and disadvantages of the systems. The quantitative acquisition of room air germination is only possible by means of instruments. Recommendations for the maximum germ content in the air have been drawn up and the causes and counter measures explained.

**Odebrecht, E., Schmidt, H.-J., et Franco, B.G.M.: Examen de l'évaluation microbiologique de l'air environnant dans les salles d'embouteillages de brasseries** — Monatsschrift für Brauwissenschaft 54, No. 7/8, 159 – 164, 2001

**BC 42 Organismes de contamination**

L'état microbiologique de l'air environnant de soutireuses de bouteilles et de boîtes de différentes installations (ouvertes, semi-ouvertes, fermées) en brasserie a été évalué à l'aide de deux concentrateurs de germes d'air et de plaques d'exposition. On discute des avantages et des inconvénients des systèmes. L'évaluation quantitative des germes de l'air ne peut être effectuée que par des appareils. Des recommandations sont faites sur le taux maximum de germes de l'air, les causes et les contre-mesures à prendre.

**Literatur**

1. Henninson, E. W., Ahlberg, M. S.: Evaluation of microbiological aerosol sampler – a review, *Journal of Aerosol Science* **25** (8), 1459 – 1492, 1994.
2. Henrikson, E., Haikara, A.: Airborne microorganisms in the brewery filling area and their effect on microbiological stability of beer, *Monatsschrift für Brauwissenschaft* **44**, 4 –8. 1991.
3. Kang, Y.-J., Frank, J.F.: Evaluation of air samplers for recovery of biological aerosols in dairy processing plants, *J. Food Protection* **52**, 655 – 659, 1989.
4. Oriet, P., Pfenninger, H.: Keimgehaltsbestimmungen von Umgebungsluft mittels Air Sampler in mikrobiologisch sensiblen Bereichen der Bierproduktion in Schweizer Brauereien, *Monatsschrift für Brauwissenschaft* **55**, 161– 164, 1998.
5. Rapp, M.: Indikatorzusätze zur Keimdifferenzierung auf Würze- und Malzextrakt-Agar. *Milchwiss.* **29**, 341– 344, 1974.
6. Sayer, W. J. et al.: Hospital airborne bacteria as estimated by the Anderson sampler versus the Gravity Settling Culture Plate. *A. J.C.P.* **58**, 559 – 566, 1972.

(Manuskripteingang: 22. 2. 2001)