

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène  
**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit  
**Band:** 76 (1985)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Aseptische Verpackung = Aseptic packaging  
**Autor:** Emch, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-982355>

### **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:** 11.01.2026

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

*F. Emch*, Institut für Lebensmittelwissenschaft, ETH, Zürich

## **Aseptische Verpackung**

Aseptic Packaging

### **Einleitung**

Bei der gewerblichen und industriellen Produktion von Lebensmitteln ist die Erhaltung der Qualität ein wichtiges Element. Dabei sind insbesondere der Nährwert, der Genusswert, die gesundheitliche Bekömmlichkeit und der Marktwert zu beachten. Je nach angewandtem Verfahren lassen sich diese Eigenschaften in unterschiedlichem Masse und während verschieden langer Zeit gewährleisten. Bekannte Methoden zum Haltbarmachen von Lebensmitteln sind das Kühlen, Gefrieren, Konzentrieren, Trocknen oder Pasteurisieren. Auch Sterilverfahren eignen sich dazu, von denen die Aseptik neuere Wege beschreitet und die Sterilisation durch Bestrahlung sich in kleinen Schritten vortastet. Mit der erfolgreichen Anwendung dieser Verfahren ist stets die Verpackung in grosse oder kleinere Einheiten verbunden.

### **Umschreibung des Begriffes aseptische Verpackung**

Beim aseptischen Verpacken sind in erster Linie mikrobiologische Probleme zu lösen. Das Gut wird vornehmlich bei Temperaturen von 80 bis 150 °C sterilisiert und anschliessend zurückgekühlt. Das Verpackungsmaterial und der Verschluss sind mindestens auf der gesamten gutsseitigen Berührungsfläche zu entkeimen. Es folgt die absatzweise oder kontinuierliche Abfüllung unter aseptischen Bedingungen. Solche sind auch während des Verschlusses aufrechtzuerhalten. Bestimmte Fremdstoffe dürfen nur in tolerierten Mengen eingetragen werden. Während der gesamten Lagerzeit sind Schutz vor dem Eindringen von Mikroorganismen in das Gut, häufig eine weitgehende Gasdichtheit und Lichtschutz für den Inhalt erforderlich.

## Rückblick

Das aseptische Verpacken ging aus der Dosensterilisation hervor. Schon 1917 erteilten die USA nach (1) ein Patent über die Sterilisation von Dosen und Deckeln mit Sattdampf, welcher die Füllung eines sterilisierten Produktes anschloss. Die Heissfüllung saurer Flüssigkeiten auf Glasflaschen ist schon lange bekannt. In den zwanziger Jahren wurde in den Vereinigten Staaten erhitztes und wieder gekühltes Material in Dosen gefüllt, welche vorher ebenso wie deren Deckel eine Sterilisation mit Sattdampf durchliefen. Die Füll- und Verschlüsseinrichtungen befanden sich in einem verschlossenem Raum, der unter leichtem Überdruck von Dampf oder eines Gemisches von Dampf und Luft stand. Ein anderes amerikanisches Verfahren füllte sterilisiertes und allenfalls leicht rückgeköhltes Gut bei 120 °C in Dosen ab. Dies erfolgte in einer Überdruckkammer von 2,2 bar, was 18 psi Überdruck entspricht, mit welcher Zahl die Methode manchmal bezeichnet wurde. Das Personal stand nach Passieren einer Adaptationsschleuse (10 min) in der Druckkammer, nach heutigen medizinischen Ansichten also auch für die Bedienungsmannschaft ein modernes Verfahren. Die entkeimende Filtration von Fruchtsaft und Wein stand im Prinzip im Jahre 1914 zur Verfügung. Daraus entwickelte sich die kaltsterile Abfüllung, welche aber nur bei Wein erfolgreich war. In den vierziger Jahren begannen die Entwicklungsarbeiten am Dole Martin Prozess, welcher der aseptischen Befüllung von Blechdosen bei Einwirkung überhitzten Dampfes dient. Das Uperisierungsverfahren wurde als UHT-Prozess für die Sterilisation flüssigen Gutes 1952 (2) bekanntgemacht. Zur Demonstration seiner sterilisierenden Wirkung erfolgten zu Beginn der fünfziger Jahre Abfüllungen behandelter Milch in sterile Tanks, welche in der Folge über tausende von Kilometern ohne Kühlung transportiert wurden, ohne dass die Milch verdarb (3). Die kaltsterile Einlagerung hefefreier Fruchtsäfte und Fruchtsaftkonzentrate in mit Dampf entkeimte Lagerbehälter ist eine seit längerer Zeit geübte Praxis. Im Jahre 1961 (4) begann die aseptische Abfüllung UHT-behandelter Milch in Tetraeder. Die amerikanische FDA liess die aseptische Füllung auf Behälter aus Folienfertigung und deren Entkeimen mit Wasserstoffperoxid für die USA erst 1981 zu (5).

## Statistische Angaben zur Anwendung der aseptischen Füllung

Heute werden insbesondere die nach Tabelle 1 zusammengestellten Produktgruppen aseptisch abgefüllt. Es handelt sich um eher homogene Flüssigkeiten unterschiedlicher Viskosität ohne oder mit kleineren Feststoffanteilen. Auf dem wichtigen Milchsektor ist das Verfahren in Ländern wie der Bundesrepublik Deutschland, Frankreich, Italien und der Schweiz verbreitet. In anderen Regionen wie Grossbritannien, Dänemark, Finnland, Norwegen, Schweden, Irland und Holland steigt der Umsatz auf diesem Gebiet nur allmählich an, oder die Produktion wurde wie in den USA erst vor kurzer Zeit aufgenommen. Um Anhaltspunkte über entsprechend verpackte Mengen zu liefern ohne in Statistik zu versinken,

*Tabelle 1.* Beispiele wichtiger Produktgruppen, welche sich zur aseptischen Abfüllung eignen

*Produkte auf Milchbasis*

Konsummilch unterschiedlichen Fettgehaltes  
 Aromatisierte Milch und Milchprodukte  
 Rahm unterschiedlichen Fettgehaltes und Säuregrades  
 Joghurtzubereitungen  
 Puddings und Mischdesserts  
 Ungezuckerte und gezuckerte Kondensmilch  
 Diätetische Zusammenstellungen

Fruchtsäfte, Fruchtsaftkonzentrate  
 Gemüsesäfte, Nektare

Wein und Obstwein

Sojamilchprodukte

Pflanzenöle, Saucen

seien allein Angaben aus unserem Land angeführt. Nach provisorischen Werten wurden 1983 von der verpackten flüssigen Milch und den entsprechenden Milchprodukten 97% auf papierhaltige Verpackungen, 2% auf Plastikbehälter und 1% auf Glasbehälter abgefüllt. Da das Tetra-System bei den papierhaltigen Behältern dominiert, darf sich die Darstellung weiterer Zahlen auf dieses Fabrikat beschränken. Nach Abbildung 1 fiel in den letzten 6 Jahren bei der pasteurisierten Milch die Zahl von 320 auf 295 Mio verpackte Liter. In dieser Zeit stieg der Wert für aseptisch verpackte Milch von 120 auf 190 Mio Liter an. Die ebenso abgepackten Fruchtsäfte nahmen von 55 auf fast 80 Mio Liter zu. Dies ergab nach Abbildung 2 für 1983 gegen 300 Mio Verpackungseinheiten für pasteurisierte sowie 245 Mio Aseptikeinheiten für UHT-behandelte Milch und Milchprodukte und 95 Mio aseptische Verpackungen für Fruchtsäfte. Dazu kommen 135 Mio aseptisch befüllte Kaffeerahm-Tetraeder.

In diesem Zusammenhang ist auch die Marktentwicklung einzelner Verpackungseinheiten dieser Firma von Interesse. Nach Abbildung 3 hielten sich die



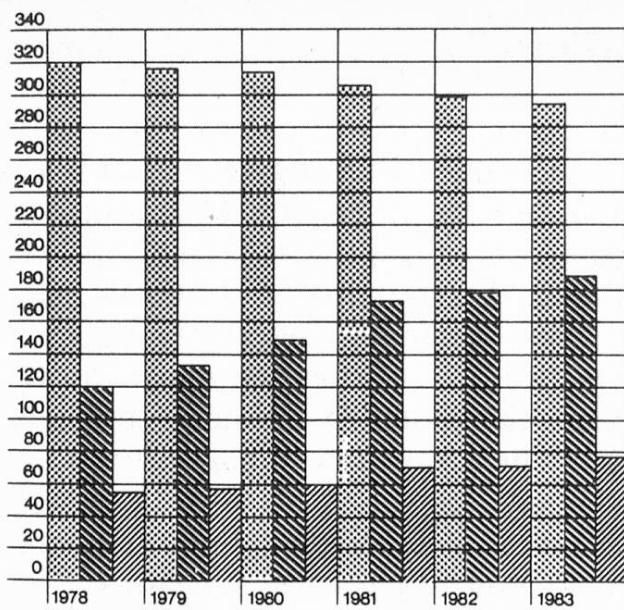


Abb. 1. In der Schweiz durch Tetra-Pak abgefüllte Flüssigkeitsmengen (Tetra), Millionen Einheiten

- ▨ Pasteurisierte Milch und Milchprodukte
- ▧ UP- und UHT-Milch und Milchprodukte
- ▤ Fruchtsäfte
- Kaffeerahmportionen AT-25

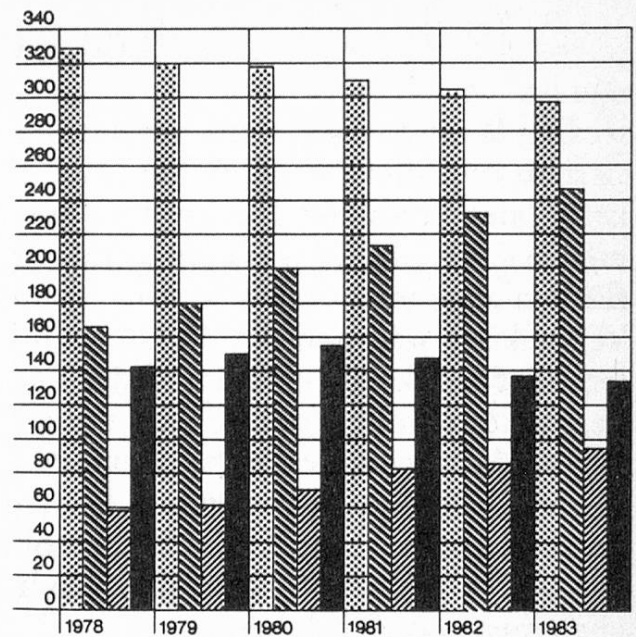


Abb. 2. Verpackungseinheiten Tetra, CH (Tetra), Millionen Einheiten

- ▨ Pasteurisierte Milch und Milchprodukte
- ▧ UP- und UHT-Milch und Milchprodukte
- ▤ Fruchtsäfte
- Kaffeerahmportionen AT-25

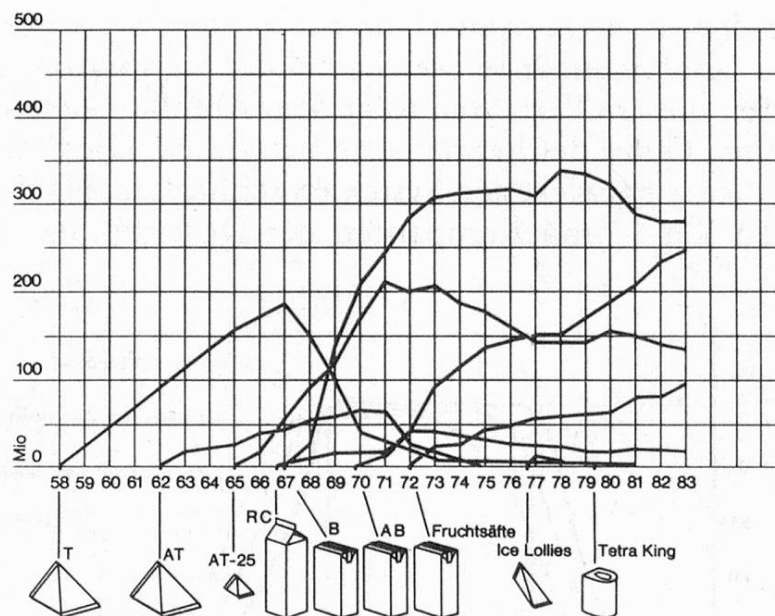


Abb. 3. Anzahl erzeugter aseptischer Packungen, CH (Tetra)

aseptisch befüllten grossen Tetraeder von 1962 bis 1975, währenddem sich die entsprechenden Kleinpäckungen noch heute auf dem Markt befinden. Als Ersatz der grossen Tetraeder kam ab 1970 die aseptische Brikpackung zur Anwendung.

## Einige Grundlagen

Das Wort Aseptik weist auf das Fernhalten von Mikroorganismen von sterilisiertem und rückgekühltem Gut hin. In der gefertigten Packung vermögen Restkeime des Produktes Infektionen auszulösen. Solche gehen von Mikroorganismen aus, welche das Gut berührende Anlagen-, Verpackungs- und Verschlussoberflächen abgeben oder die aus der unmittelbaren oder mittelbaren Umgebung der Verpackung während des Abfüll- und Verschliessvorganges eindringen. Schliesslich sind Infektionen während der Lagerung aus im Gut liegenden angeschnittenen Verbundfolien oder durch undichte Verpackungsstellen hindurch möglich.

Das Volumen aseptischer Verpackungen reicht vom Wegwerfbehälter des täglichen Umganges von wenigen Millilitern bis 1 Liter Inhalt bis zum Lagertank von z. B. 50 m<sup>3</sup>. Die Haltbarkeit ist ohne Kühlung, also bei Umgebungstemperatur, gewährleistet. Sie beträgt je nach Produkt und Abpackmaterial einige Wochen bis einzelne Jahre.

### *Entkeimung des flüssigen Gutes*

Die Entkeimung des vorzugweise flüssigen Gutes erfolgt mit einer üblichen Sterilisationsmethode oder besser durch Anwendung einer Hochtemperatur-Kurzzeit-Sterilisation in Form einer UHT-Behandlung. Im letztgenannten Fall wirken Temperaturen zwischen 135 und 150 °C während Sekunden ein. Grundsätzlich können zur Gutsbehandlung auch entkeimende Filter oder Membranfilter eingesetzt werden. Ausgangspunkt zur Beurteilung der UHT-Verfahren sind mikrobiologische Zusammenhänge, welche bei der Sterilisation in der Dose entwickelt wurden. Bei diesem Verfahren folgt dem Abfüllen kalten unbehandelten oder vorbehandelten Gutes der hermetische Verschluss. Die Sterilisation im Autoklaven oder in daraus entwickelten Systemen schliesst an. Nach Abbildung 4 ergeben sich in den Rand- und Kernpartien der Dosenfüllung unterschiedliche

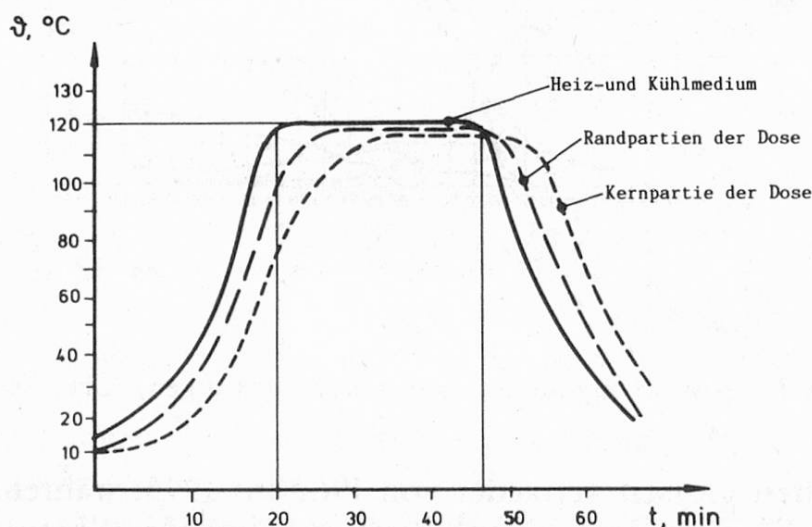


Abb. 4. Allgemeines Schema zum Temperaturverlauf beim Sterilisieren einer Dose

Temperaturverläufe. Die Wärme bringt das Gut zur Gare und zerstört Mikroorganismen. Es gilt, all jene Kleinlebewesen auszuschalten, welche für den Menschen toxisch wirkende Substanzen bilden oder die krankmachend sind. Gleichzeitig ist ein sehr hoher Anteil jener Mikroorganismen abzutöten, welche das Gut zu zerstören vermögen. Nach der Sterilisation ist der Doseninhalt nicht vollständig frei von lebensfähigen Kleinlebewesen. Eine zur Wahrung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit hinreichende Abtötung von Sporen ist zu erreichen und die Ausfallquote durch mikrobiologisch bedingte Gutsschäden muss auf ein tiefes Niveau fallen. Damit leidet die Qualität des behandelten Gutes in noch annehmbarem Masse.

Zur Beurteilung des Sterilisationserfolges dient von den den Menschen in ihrer Gesundheit gefährdenden Organismen jener, welcher die grösste Hitzeresistenz besitzt. Es handelt sich um *Clostridium botulinum*. Für den Konsumenten besteht bei Lebensmitteln eines pH von 4,5 oder mehr eine hinreichende gesundheitliche Sicherheit, wenn beim Sterilisieren eine gegebene Temperatur-Zeit-Kombination die Keimzahl in einer Sporenaufschwemmung des erwähnten Organismus um 12 Zehnerpotenzen (um 12 D-Werte) reduziert. Abbildung 5 zeigt die dieser Umschreibung entsprechende Temperatur-Wärmetod-Zeitkurve. Aus der Festlegung geht auch hervor, dass von  $10^{12}$  Dosen mit je einer Spore des genannten Organismus nach einer Sterilisation unter Bedingungen von Abbildung 5 noch eine Dose infiziert bleibt.

Neben den gesundheitsgefährdenden stehen die das Produkt zerstörenden Mikroorganismen im Spiel. Die Unterlagen zu Abbildung 6 wurden an natürlicher-

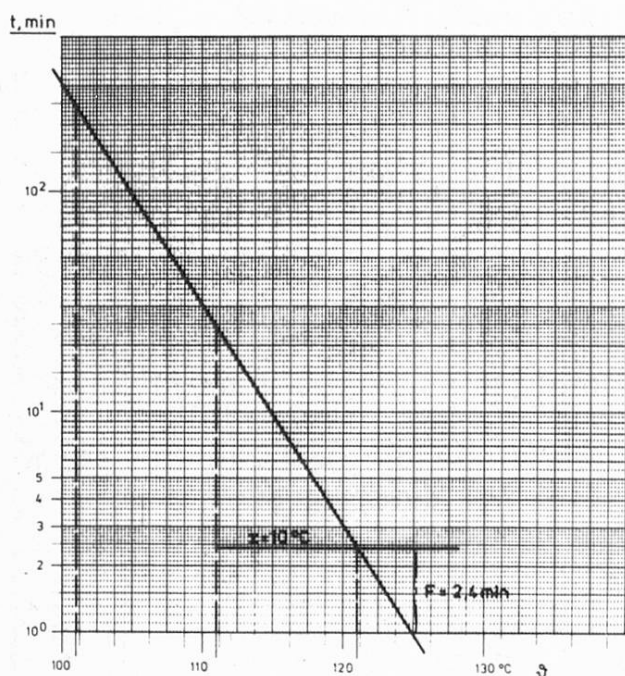


Abb. 5. Temperatur-Wärmetod-Zeitkurve von *Clostridium botulinum* mit  
 $12 D_{121} = 2,4 \text{ min} = 144 \text{ s}$   
 $12 D_{111} = 24 \text{ min} = 1440 \text{ s}$   
 $12 D_{101} = 240 \text{ min} = 14400 \text{ s}$

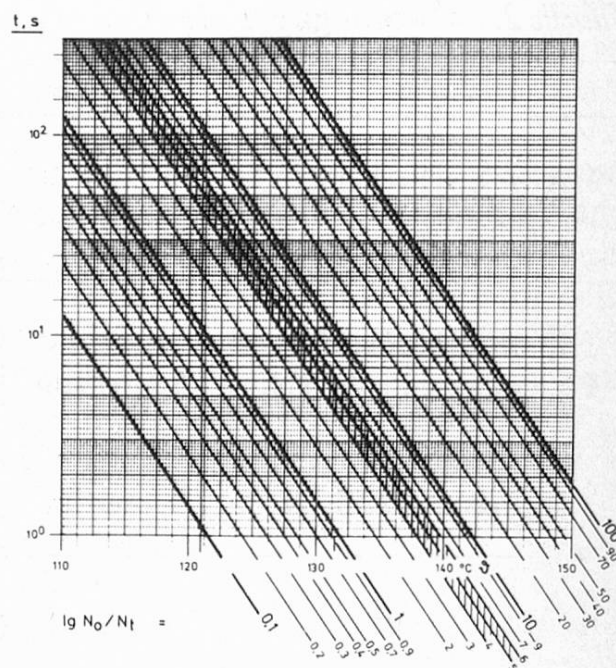


Abb. 6. Abtötungsraten von 0,1 bis 100 Zehnerpotenzen für Sporen, welche sich in Milch befanden, die eine Grossmolkerei lieferte, nach Horak;  $D_{121} = 11 \text{ s}$ ;  $z = 10,4 \text{ °C}$



weise in Milch vorkommenden Sporen gewonnen. Sie zeigen das Feld von Temperatur-Zeit-Kombinationen, welche zu Abtötungsraten von 0,1 bis 100 Zehnerpotenzen dieser Organismen in Mischmilch einer grossen Molkerei führen. Darin ist auch jenes Grenzgebiet eingezeichnet, welches *Horak* (6) bei direkt und indirekt arbeitenden UHT-Verfahren nach der labormässig vorgenommenen sterilen Verpackung gleichzeitig infizierte und haltbare Packungen lieferte. Es liegt zwischen den Abtötungsbereichen von 4 bis 6 Zehnerpotenzen, wenn die Auskeimung der thermoresistenten Sporen bei einer Nachbebrütung mit 30 °C erfolgte. Damit ergibt sich folgende Frage: Welche Abtötungsrate für milcheigene Sporen ist vor dem aseptischen Abfüllen notwendig, wenn das Gut allein derartige Mikroorganismen in das aseptische System einträgt? Bei der Beantwortung wird von einer tolerierbaren Ausfallsquote von 0,01% der Packungen ausgegangen, welche auf das Auskeimen milcheigener Sporen zurückzuführen ist.

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, ist unter diesen Umständen für die Packungsgrössen des täglichen Umganges eine Abtötungsrate gutszerstörender Keime von 9 bis 10 Zehnerpotenzen erforderlich, sofern sich die Ausgangssporenzahl im Gut in der Grössenordnung von 10 bis 100 pro ml bewegt. Sie zeigt auch, dass sich im Prinzip bei grossen Behältern, welche aseptisch abgefüllt werden, die Anforderungen an die Entkeimung verschärfen. Ein Beispiel grösserer Verpackungseinheiten gibt *Schobinger* (7) mit dem Hinweis der aseptischen Verpackung von Orangensaftkonzentraten auf Bag in Box Behälter von 250 Litern Inhalt oder von Fruchtsaftpürees auf Tanks mit 20 m<sup>3</sup> Kapazität.

*Tabelle 2.* Abtötungsrate für milcheigene Sporen bei 0,01% Ausfallsquote

Packungsvolumen	ml	10 <sup>6</sup>	1000	500	200	5
1 Spore pro Packung entspricht	Sporen/ml	$\frac{1}{10^6}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{5}$
1 Spore pro 10 000 Packungen entspricht N <sub>t</sub>	Sporen/ml	$\frac{1}{10^6 \cdot 10^4}$	$\frac{1}{10^3 \cdot 10^4}$	$\frac{1}{5 \cdot 10^2 \cdot 10^4}$	$\frac{1}{2 \cdot 10^2 \cdot 10^4}$	$\frac{1}{5 \cdot 10^4}$
Ausgangskeimzahl, N <sub>0</sub>	Sporen/ml	- - - - - durchwegs 30 - - - - -				
Erforderliche Abtötungsrate		30	30	30	30	30
		$\frac{1}{10^{10}}$	$\frac{1}{10^7}$	$\frac{1}{5 \cdot 10^6}$	$\frac{1}{2 \cdot 10^6}$	$\frac{1}{5 \cdot 10^4}$
lg N <sub>0</sub> /N <sub>t</sub>		11,4	8,5	8,2	7,8	6,2



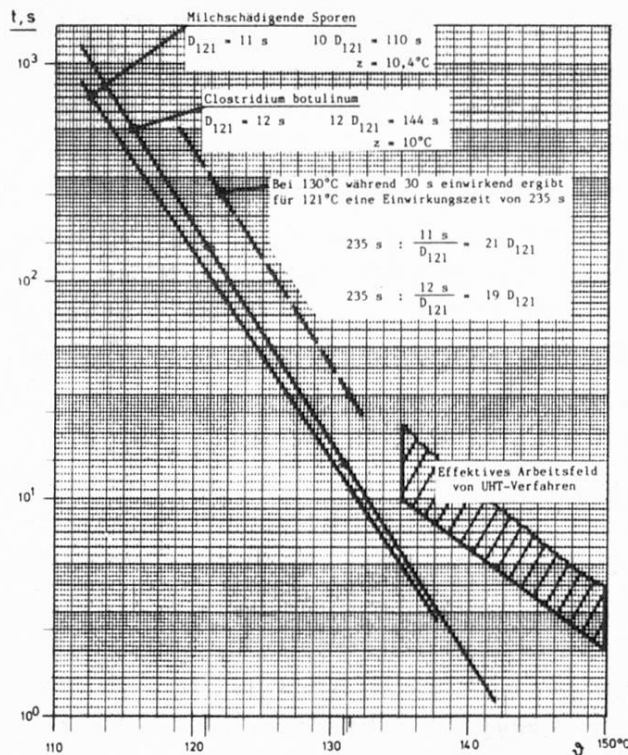


Abb. 7. Vergleich des Arbeitsfeldes von UHT-Anlagen mit den Temperatur-Wärmetod-Zeitkurven  
10 D für milcheigene Sporen und 12 D für Clostridium botulinum

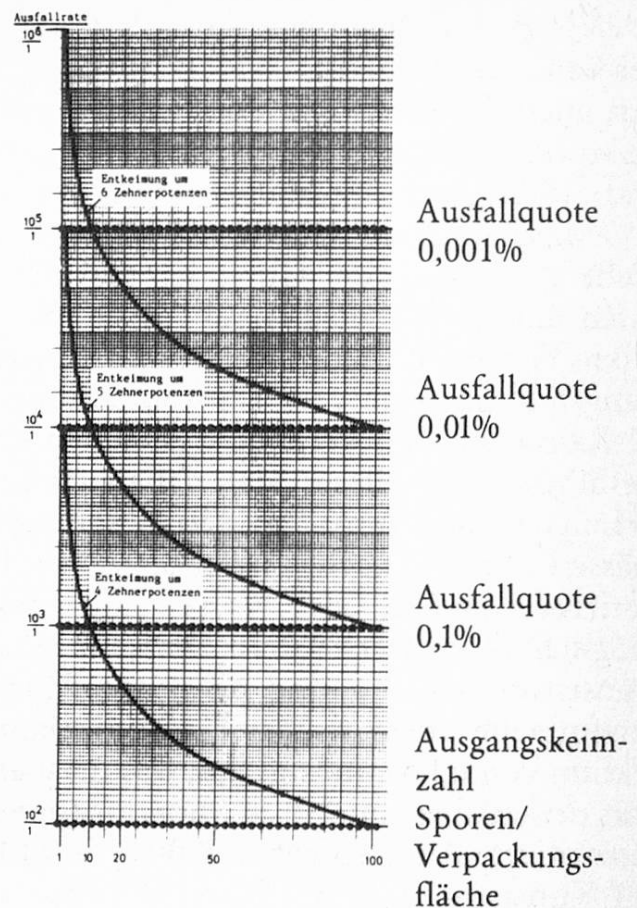


Abb. 8. Ausgangskeimzahl, Entkeimungswirkung und Ausfallrate

Abbildung 7 enthält die 10 D-Gerade für milcheigene Sporen. Ihr ist die zur Sicherung der kommerziell hinreichenden Sterilität weiter oben genannte Temperatur-Wärmetod-Zeitkurve von Clostridium botulinum mit 12 D-Werten gegenüberzustellen. Es zeigt sich, dass die effektiv eingesetzten Temperatur-Zeit-Bedingungen direkt und indirekt arbeitender UHT-Anlagen die geforderte Abtötung gewährleisten. Die Parallele schon durch eine Temperatur-Zeit-Kombination von 30 Sekunden und 130 °C ergibt für milchschädigende Sporen 21 D<sub>121</sub>-Werte und für Clostridium botulinum 19 solche Einheiten, sofern hier die Extrapolation zulässig ist.

### Entkeimung der Packstoffe

Der aseptischen Verpackung dienen verschiedenartige Materialien. Die einzelnen Packstoffe werden unmittelbar vor der Abfüllung hergestellt, geformt oder tiefgezogen, sind als Zuschnitte vorhanden oder in anderer Form vorgefertigt. Zum Verschluss dienen besondere Folien und Deckel, oder das Folienmaterial wird direkt verschweisst.

Wie die soeben angestellten Überlegungen zeigen, bestehen zum Erreichen der kommerziellen Sterilität in Flüssigkeiten kaum Schwierigkeiten. An sich können auch die Packstoffe durch gutszerstörende wie den Menschen gefährdende Mikroorganismen besetzt sein. Bei bekannter Ausgangsinfektion der Packfläche und zulässiger Ausfallsquote ist der Abtötungsgrad für Gutsschädlinge gegeben.

Zwischenhinein sei wiederholt, dass Infektionen beim aseptischen Abfüllen nicht allein aus dem Gut oder von der Packstoffoberfläche stammen können. Auch durch die Anlagen zur Abfüllung und durch den Verschliessvorgang sind mikrobiologische Störungen möglich, ebenso treten solche als Folge von Bedienungsfehlern oder von Transportschäden auf.

Keime auf den Verpackungsflächen stammen in der Regel weniger vom Herstellungsprozess dieser Materialien als aus der Luft, welche die Anlagen bei der Erzeugung des Verpackungsmaterials umgibt. Durch anschliessende unsachgemässe Lagerung, nachlässigen Transport, Berührungen beim Einsetzen, aber auch Spritzer von Gut oder Wasser sind zusätzliche, unkontrollierbare Infektionen möglich. Normalerweise ist der Keimgehalt der untersuchten Folien, Becher und Kunststoffflächen gering. So nennt *Wartenberg* (8) 10 bis 20 Sporen pro 790 cm<sup>2</sup> Innenfläche prismatischer Einliterpackungen. *Cerny* (9) geht von einer Folieninfektion von 0,1 Keim/cm<sup>2</sup> aus, was im soeben genannten Fall 80 Keime ausmacht, von denen aber nur 3% in Sporenform vorhanden seien. *Hartmann* (10) und von ihm zitierte Autoren geben 0,004 bis 0,1 Keim/cm<sup>2</sup> an. *Voss* und *Moltzen* stellten auf Kunststoffolien des Handels 0 bis 0,02 Keime/cm<sup>2</sup> fest und fanden neben keimfreien wesentlich keimreichere Bezirke als dem genannten Mittel entsprach. Diese Autoren zählten in vorgefertigten Bechern von 130 bis 190 cm<sup>2</sup> Innenfläche 22 bis 55 Keime, 31% der untersuchten Becher waren steril. In den letztgenannten Fällen wurde nicht zwischen vegetativen Formen und Sporen unterschieden.

Die Überlegungen zur erforderlichen Abtötungsrate gutsschädigender Organismen auf der Verpackungsfläche setzt voraus, dass *eine* restliche Spore den Verpackungsinhalt zu zerstören vermag. In Tabelle 3 wird von 1 bis 100 Sporen pro Verpackungsfläche ausgegangen. Erbringt der Entkeimungsvorgang des Packmaterials eine Abtötung um 6 Zehnerpotenzen, befindet sich bei 100 Ausgangssporen pro Verpackungsfläche noch in 1 von 10 000 Packungen eine solche, was einem Ausfall von 0,01% entspricht. Dieser Wert verbessert sich mit abnehmender Ausgangskeimzahl. Gelingt bei der Entkeimung der Verpackung nur eine Sporenreduktion um 4 Zehnerpotenzen, lässt sich die Ausfallquote von 0,01% erreichen, wenn die gesamte Verpackungsfläche ursprünglich nur eine 1 Spore enthielt. Bei 100 anfänglich vorhandenen Sporen beträgt die Ausfallquote 1%. Eine Sporenreduktion um 2 Zehnerpotenzen führt zu noch ungünstigeren Ergebnissen.

Welche Entkeimungswirkung muss angestrebt werden? Wie Abbildung 8 darstellt, bedingt eine praktisch als sehr gering angesehene Ausfallquote von 0,01% bei 100 Ausgangssporen pro Verpackung eine Reduktion um 6 Zehnerpotenzen. Liegt die Sporenzahl anfänglich bei 10 pro Verpackungsfläche, was praktisch für Einliterpackungen gelten kann, genügt ein Sterilisierungsvorgang um 5 Zehnerpotenzen. Dieser Wert fällt bei 1 Spore beispielsweise pro mittelgrosse Becherverpackung auf 4 Zehnerpotenzen. Auch dieser letztgenannte Wert ist realistisch, wenn

Tabelle 3. Abhängigkeit der Ausfallquote vom Ausgangskeimgehalt

Ausgangskeimzahl, Anzahl Sporen pro Verpackungsfläche	100	50	20	10	1
Entkeimung um 6 Zehnerpotenzen ergibt Unsterilität in Anzahl Fällen	$\frac{1}{10^4}$	$\frac{5}{10^5}$	$\frac{2}{10^5}$	$\frac{1}{10^5}$	$\frac{1}{10^6}$
Eine von .... Packungen ist infiziert	10 000	20 000	50 000	100 000	1 000 000
Entkeimung um 4 Zehnerpotenzen ergibt Unsterilität in Anzahl Fällen	$\frac{1}{10^2}$	$\frac{5}{10^3}$	$\frac{2}{10^3}$	$\frac{1}{10^3}$	$\frac{1}{10^4}$
Eine von ... Packungen ist infiziert	100	200	500	1 000	10 000
Entkeimung um 2 Zehnerpotenzen ergibt Unsterilität in Anzahl Fällen	$\frac{1}{10^0}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10^0}$
Eine von .... Packungen ist infiziert	1	2	5	10	100

Angaben von *Buchner* (12) gelten, welcher davon ausgeht, dass Kunststofffolien oder Kunststoffbeschichtungen nach der Herstellung und Verarbeitung weniger als 1 Spore pro 100 cm<sup>2</sup> tragen.

Die erforderliche Entkeimung ist aber auch aus der Hygienesicht zu beurteilen. In Europa bestehen teilweise Ländervorschriften, eine aseptische Verpackungsanlage müsse eine Haltbarkeit von 6 Wochen gewährleisten und dürfe höchstens 0,1% unsterile Verpackungen liefern. Die Zulassung von Verfahren in den USA setzt, wie oben angegeben, schärfere Bedingungen. Die FDA erteilte 1981 erste Bewilligungen (13) für die Anwendung von Wasserstoffperoxid zum Entkeimen von Kunststofffolien. Die aseptischen Anlagen müssen in jenem Lande nach *Buchner* (12, 14) bei der Folienbehandlung mit den Methoden, welche die Gutsschädlinge zerstören, Sporen von *Clostridium botulinum* im entsprechenden Masse ausschalten, wie dies beim Nachsterilisieren in der Packung zum Erreichen der kommerziellen Sterilität erforderlich ist. Im Füllgut dürfen Restmengen von 0,1 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> verbleiben, und die Konzentration dieses Mittels in der Umgebung des Maschinenraumes darf die maximale Arbeitsplatzkonzentration von 1 ppm nicht überschreiten. Es liegt auf der Hand, dass bei Kunststoffen auch Forderungen wegen allfälliger Migration gestellt werden.



Dass derartige Vorschriften nicht Schikanen darstellen, zeigt der Bericht von *Geringer* (15) über Erkrankungen durch Staphylokokkentoxine nach dem Genuss von UHT-Milch und eines UHT-Milchproduktes in Württemberg. Eine anonyme Mitteilung (16) berichtet über Staphylokokken in UHT-Milch einer deutschen Molkerei, welche zur Erkrankung von fast 40 Personen führten, was eine beachtliche Unruhe unter den Abnehmern des Betriebes hervorrief.

### Aseptiksysteme

Die heute eingesetzten oder in Entwicklung begriffenen Aseptiksysteme sind, wie aus Tabelle 4 allein schon über angewandte Verpackungsmaterialien hervorgeht, recht vielfältig.

*Tabelle 4.* Beispiele eingesetzter oder im Studium befindlicher Verpackungsmaterialien für die aseptische Verpackung

Rollen von Folienkombinationen aus Kunststoff oder aus Kunststoff, Papier und Aluminium
Zuschnitte aus Folienkombinationen aus Kunststoff, Papier und Aluminium
Flaschen aus Kunststoff, an Ort aus Granulat erzeugt
Beutel oder Säcke aus Folien, mit stützender Umhüllung versehen
Halbfeste Behälter, vorgeformt oder an Ort und Stelle aus Kunststofffolien oder Kunststoffkompositionen thermisch verformt und tiefgezogen
Glasflaschen
Metалldosen, Aerosoldosen oder Metalltanks
Beutel aus Kunststoff bei chemischer Konservierung des Inhaltes



Zur Packstoffentkeimung sind unterschiedliche Methoden geeignet oder vorgeschlagen, was Tabelle 5 zeigt. In der Folge gilt es, einige aseptische Verpackungseinrichtungen kurz zu besprechen, um die Funktionsweise, aber auch die Problematik der einzelnen Lösungen darzustellen.

*Tabelle 5. Methodenbeispiele zur Packstoffentkeimung*

<i>Wasserstoffperoxidlösung</i> eintauchen oder sprühen
<i>Ethanollösung</i> eintauchen
<i>Peressigsäurelösung</i> eintauchen
<i>Ethylenoxid</i> Gasbehandlung
<i>Wasserdampf als Sattdampf</i> bei 130–150 °C
Überhitzter Dampf
UV-C-Strahlung
IR-Strahlung
$\gamma$ -Strahlung

#### *Tetra Brik Aseptik*

Das System verarbeitet eine mit Wasserstoffperoxid sterilisierte Verbundfolie. Diese wird zu einem Rohr geformt und befüllt. Der Verschluss quer zur Rohrlängsachse, der Schnitt und das Formen der Quader folgen. Derartige Anlagen befinden sich seit 1969 in Betrieb. Mit den beiden nachstehend beschriebenen neueren Typen AB 8 und AB 9 lassen sich die in Abbildung 9 dargestellten Pakkungen erzeugen, wobei sich jene mit 1, 0,5 und 0,25 Liter Inhalt schon längere

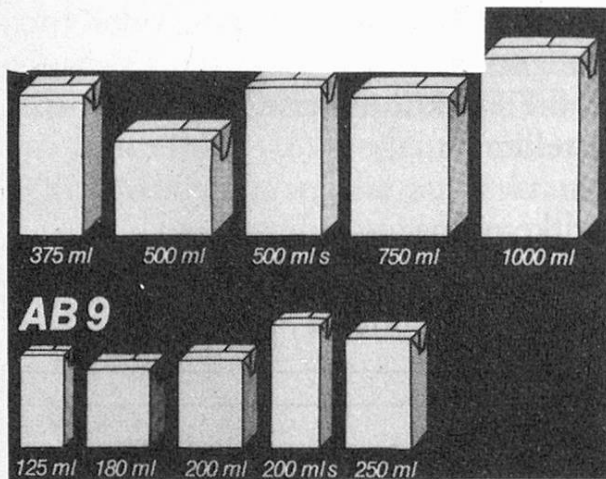


Abb. 9. Verpackungsgrößen Tetra brik aseptic (Tetra)

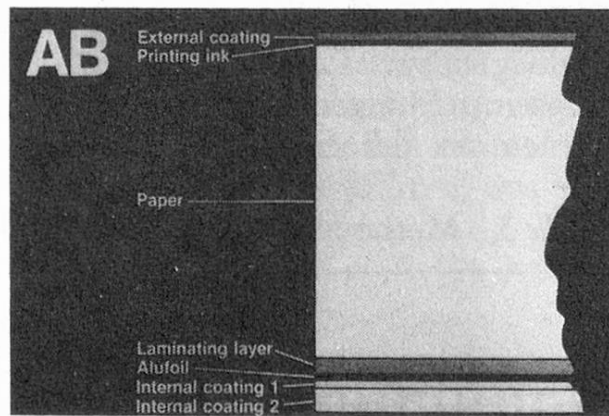


Abb. 10. Schema Folienaufbau Tetra brik aseptic (Tetra)

Zeit auf dem Markt befinden und die anderen in Kürze zu ihrem Einsatz kommen werden.

Das Verpackungsmaterial besteht nach Abbildung 10 für Milch und Milchprodukte von innen nach aussen aus zwei Schichten Polyethylen, es folgen Aluminium, Polyethylen, aussen bedrucktes Papier und Polyethylen. Für Fruchtsäfte, welche die Folie leichter delaminieren, ist nach der inneren Polyethylenlage ein Film von Surlyn aufgetragen, dem die anderen Schichten in bekannter Art folgen.

Der Verpackungsvorgang läuft folgendermassen ab (Abb. 11): Die Verpackungsrolle sitzt in einer Kassette. Brechrollen 2 bereiten die Schlussverformung durch Dehnung der in der Folie vorgegebenen Querfaltungen vor. Die Tagesstempelungen 3 folgen. Ein Längsstreifen 5 von 7,5 mm Breite wird an einer inneren Folienseite befestigt. Der Sterilteil beginnt mit einem Wasserstoffperoxidbad einer Temperatur von 70 bis 80 °C, einer Konzentration von 35% und eines pH von 4. Es wird kein Netzmittel zugesetzt. Die Flüssigkeitstiefe misst rund 1,25 m. Die Folie wird beidseitig benetzt. *Hersom* und *Hulland* (17) zitieren Ergebnisse, dass bei Sporen von *Clostridium botulinum* mit Wasserstoffperoxid bei 88 °C in einer 35%igen Lösung D-Werte von 1,8 s gefunden wurden, was bei einem 12 D-Prozess einer Einwirkungszeit von 21,6 s entspricht. Im vorliegenden Fall macht die reine Eintauchzeit rund 8 Sekunden aus. Das Wasserstoffperoxid wirkt jedoch länger ein.

Nach Verlassen des Bades passiert die Folie die Abquetschrollen 7. Anschließend trocknen Heissluftdüsen 8 (ca. 130 °C am Austritt) das Verpackungsmaterial. Die Winde 9 und die motorgetriebene Brechrolle 10 dienen der präzisen Abstimmung des Aufdruckes der Folie mit dem nach der Befüllung erfolgenden Schnitt. Nun beginnt die Erzeugung des Rohres 11. Die Längsnaht wird beheizt (13) und versiegelt. Noch oberhalb der Einrichtung für die Längversiegelung wird nach Abbildung 12 das Einfüllrohr in das Verpackungsfolienrohr eingeführt. Es ragt tief in den geformten Tubus ein und endet unterhalb des Flüssigkeitsspiegels. Die Querversiegelung 16 erfolgt innerhalb der Flüssigkeit. Schnitt und Fertigung der quaderförmigen Behälter schliessen an.

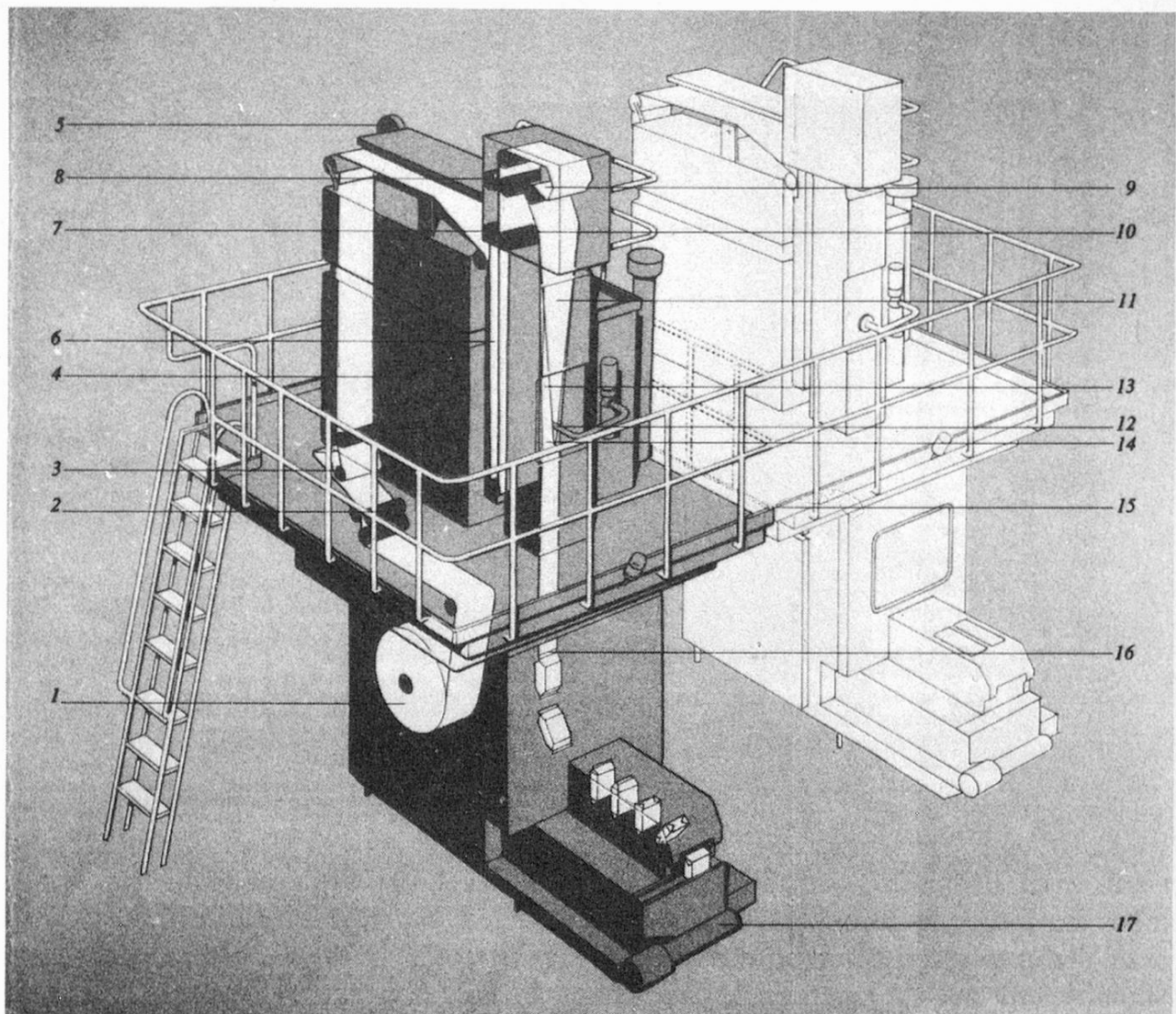


Abb. 11. Schema zur Tetra brik aseptic Maschine AB 8 (Tetra)

- |                      |  |                          |                        |
|----------------------|--|--------------------------|------------------------|
| 1 = Verpackungsrolle | 6 = H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Bad | 10 = Brechrolle          | 14 = Kurz-Stop-Element |
| 2 = Brechrollen      | 7 = Abquetschrollen                    | 11 = Formung des Rohres  |                        |
| 3 = Stempelung       | 8 = Heissluftdüsen                     | 12 = Einfüllrohr         | 16 = Querverseigelung  |
| 5 = Streifenaufleger | 9 = Winde                              | 13 = Längsnahtheizkörper |                        |

Nach einem Betriebsunterbruch, der höchstens 15 Minuten dauern darf, sind besonders zwei Massnahmen zu ergreifen. Die Kurz-Stop-Einrichtung 15 sorgt dafür, dass die beim Anhalten unterbrochene Heizung zur Siegelung der Längsnahtheizung des Rohres einige Sekunden vor der Wiederaufnahme des Folientransportes eingeschaltet wird. Dadurch bleibt die Längssiegelung stets intakt. Zudem wird schon bei einem kurzen Betriebsunterbruch das Wasserstoffperoxid aus dem Bad abgesaugt. Trotzdem ergeben sich in der Verpackungsfolie bei längeren Stillständen zu hohe Gehalte an Wasserstoffperoxid, und dieses erweicht auch das Packungsmaterial. Deshalb muss beim Wiederaufstart eine entsprechende Anzahl Packungen entfernt werden.

Beim Sterilisieren der Anlage vor Aufnahme der Füllung ist die Folie in die Apparatur eingezogen und am Austritt aus der Abfülleinrichtung verschlossen.



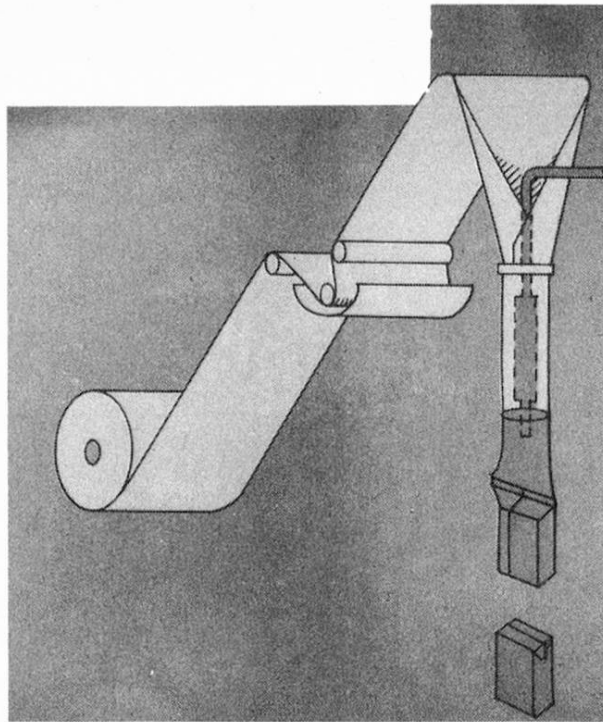


Abb. 12. Schema zur Abfülltechnik bei Tetra brik aseptic (Tetra)

Nach Abbildung 13 sprühen Düsen, welche durch Tank 1 versorgt sind, bestimmte Mengen von Wasserstoffperoxid in den Kreislauf der Sterilluft 2, das Füllrohr 3 und die Aseptikkammer 4. Nun folgt die Sterilisation. Der Sterilluftkompressor 5, eine Wasserringpumpe, fördert Luft in den Lufterhitzer 6, wo eine Temperaturerhöhung auf 350 bis 400 °C erfolgt. Diese Luft kühlt sich beim Sterilisieren der Anlageteile Luftkreislauf 2, Füllrohr 3 und Aseptikkammer 4 auf rund 150 °C ab. Sie trocknet das vorher eingesprühte Wasserstoffperoxid weg. Die Trocknungszeit beträgt 25 Minuten. Nun erfolgt im Lufterhitzer 6 eine Temperatursenkung, so dass sich die Maschinenteile abkühlen.

Während der Abfüllung zirkuliert Wasserstoffperoxid via Pumpe 7, Foliensterilisator 8 und Tank 9. Im Abfüllrohr strömt stets Sterilluft von 90 °C im Ringspalt zwischen dem das Füllrohr umgebenden Mantelrohr und dem Füllrohr. Sie wird oberhalb des Produktspiegels durch einen Strahlwender umgelenkt und gelangt durch den Ringspalt zwischen Mantelrohr und Papiertubus in das Aseptikgehäuse.

Die inneren Aseptikkreisläufe zirkulieren bei Stillstandszeiten von bis zu 15 Minuten Dauer weiter, nur der Folienlauf und der Produktstrom sind gestoppt. Stillstandszeiten von über einer halben Stunde bedingen eine Wiederholung der Anlagensterilisation.

Zur produktseitigen Reinigung der Anlage wird das CIP-System des Gutssterilisators eingesetzt.

Die erwähnten beiden Maschinen arbeiten nach demselben Prinzip und besitzen die Zulassung der FDA für die Vereinigten Staaten. Die Ausführung AB 9 ist wesentlich kleiner gebaut als AB 8, stellt aber auch nur kleinere Packungen her.



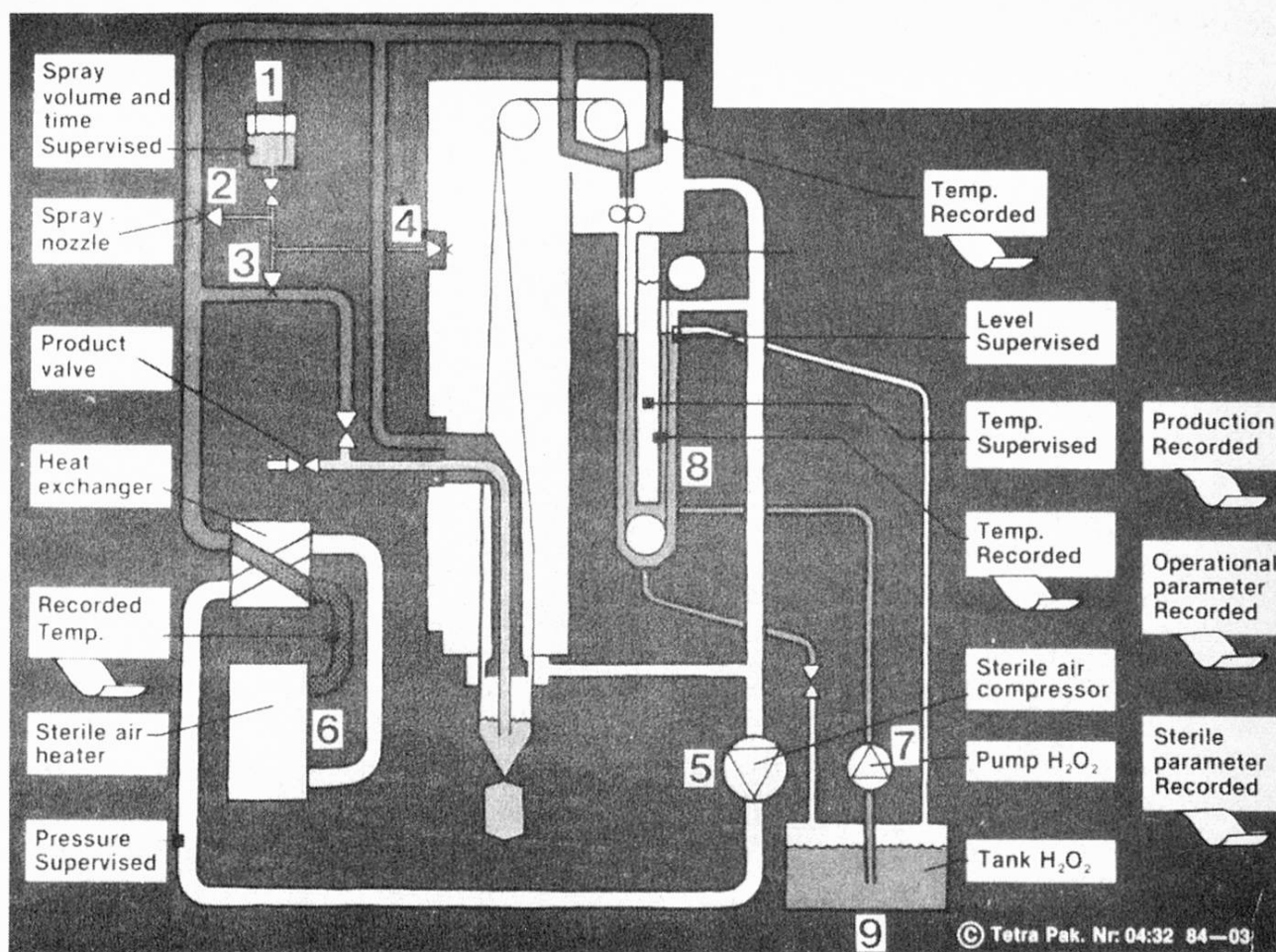


Abb. 13. Schema Sterilisations- und Sterilhaltesystem Tetra brik aseptic (Tetra)

### PKL Combiblock aseptic

Diese Maschine verarbeitet taktweise auf 2 oder 4 Bahnen vorgefertigte, in der Längsnaht geschweisste und damit röhrenförmige zusammengefaltete Abschnitte zu quaderförmigen Packungen mit flachen Boden- und Deckelseiten. Je nach Maschine werden Standardgrößen von 0,5, 0,7 und 1 Liter oder kleinere Packungen von 0,2 bis 0,5 Liter erzeugt. Im Prinzip sind die Folien analog den bei Tetra Brik beschriebenen aufgebaut.

Die Packungen besitzen im Gegensatz zum soeben besprochenen System kleine gaserfüllte Kopfräume. Deren Volumen beträgt nach vorausgegangener teilweiser Luftentfernung durch Einblasen von Dampf 8 bis 20 ml. Die Verschluss-Siegelungen erfolgen im Bodenteil vor der Abfüllung des Gutes und werden im Kopfteil nach diesem Vorgang durchgeführt. Die Siegelnaht kann dabei höchstens von Gutspritzern belegt sein.

Die Packungsabschnitte stehen nach Abbildung 14 auf einem Magazin 1 bereit. Eine Formeinrichtung faltet sie auf und steckt sie auf einen Dorn 2. Zwei Heissluft führende Köpfe wärmen das Polyethylen im inneren Bodenteil vor. Den Dreiecks- und Längsfaltungen 4 folgt die Bodenpressung 5 und damit die

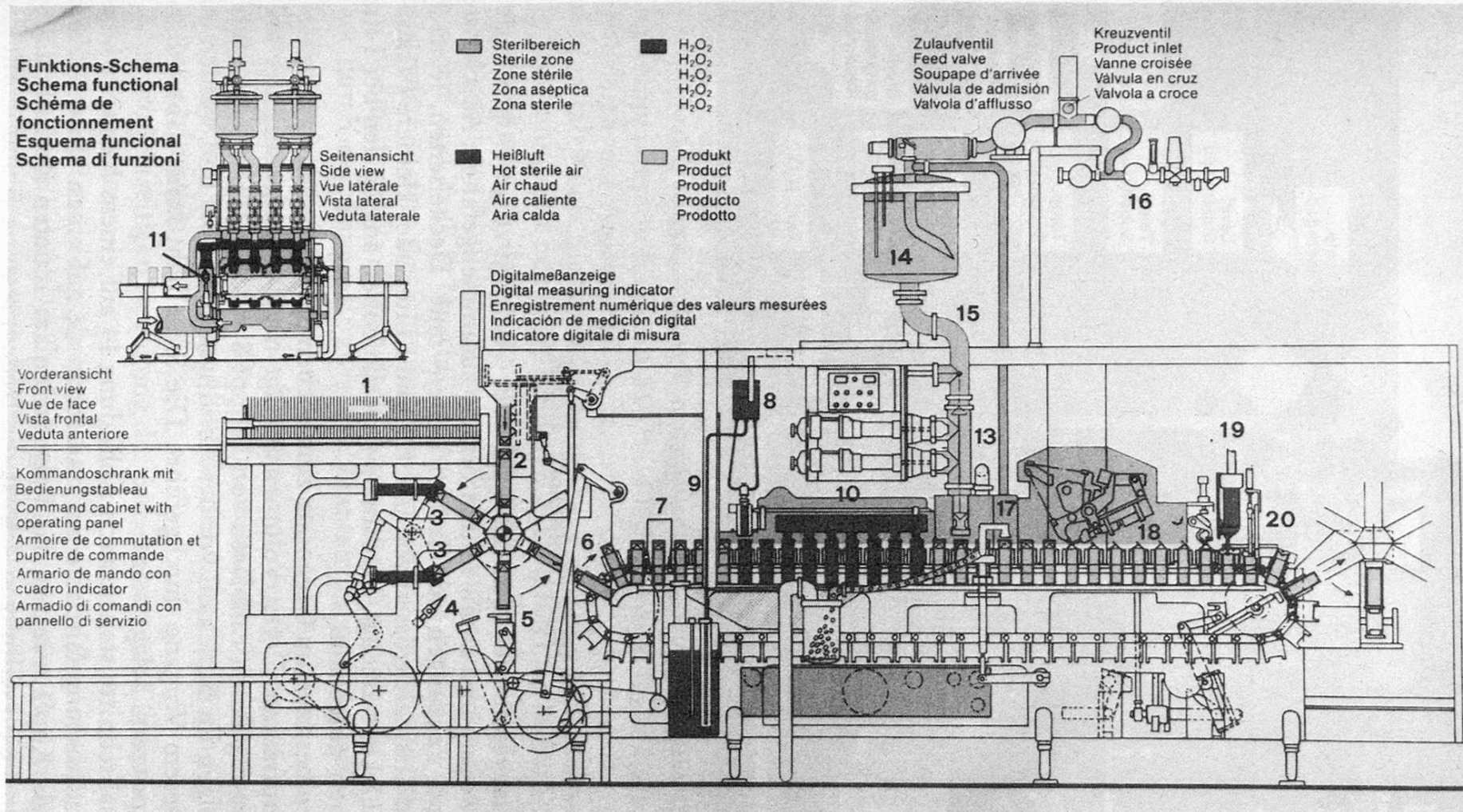


Abb. 14. Schema Arbeitsablauf PKL Combiblock aseptic



Versiegelung. Es entsteht ein leicht nach innen hohler Boden, was die Standfestigkeit der Packung verbessert. Eine Übergabestation 6 auf die Zellenkette und eine Kopfvorfaltung 7 schliessen an. Die Packung gelangt in die Aseptikzone. Diese besteht aus einem aussenliegenden Sterilluftbehälter mit Aufbereitung, einem Leitungssystem und Deckhauben, welche über den Zellenkettenteil hinunterreichen. Darin strömt kalte Sterilluft oberhalb der Packungen aus, fliesst laminar diesen entlang und verlässt die Maschine nach Durchqueren des Zellenbandes ins Freie. Im aseptischen Systemteil herrscht dauernd ein leichter Überdruck. Nun wird an der Stelle 8 Wasserstoffperoxid in die einzelnen Packungen dosiert. Es fliesst durch eine elektrische Heizeinrichtung 9, gerät als Dampf in die Packungen und benetzt diese bei der anschliessenden Kondensation gleichmässig. Die Konzentration der Lösung beträgt 35%. Sie enthält kein Netzmittel. Es folgt die Trocknung 10 der Packungen mit Heissluft von 200 °C. Diese wird durch Erhitzen steriler Kaltluft, welche aus dem Sterilluftgerät der Anlage stammt, mit Hilfe eines Gasbrenners 11 erzeugt. Der verbleibende Wasserstoffperoxiddampf strömt mit der zirkulierenden sterilen Luft ins Freie. Dosierpumpen 13 mit Rollmembranen füllen das sterilisierte Gut aus dem Vorlauftank 14 ab. Damit in diesem keine Aussenluft angesaugt werden kann, wenn das Flüssigkeitsniveau absinkt, ist sein Kopfraum mit der sterilen Kaltluftzone der Anlage verbunden (15).

Ein Ventilsystem 16 ermöglicht die Zufuhr von Sterilgut und das Anlegen einer Dampfsperre. Wenn notwendig, wird der Packungskopf entschäumt (17). Anschliessend erfolgt die Formung des Packungsdaches 18. Es entsteht eine Naht, welche sich nach Einwirkung von Ultraschall versiegeln lässt. Nun tritt die Packung aus dem Sterilbereich aus, erfährt die Tagescodierungen 19 und eine Kopfformung 20. Versiegelungen vervollständigen die endgültige Quaderform.

Die Vorsterilisation erfolgt nach *Kessler* (18) kurz dargestellt wie folgt:

Die gesamte Aseptikzone wird behandelt. Zwischen dem Filter für die Erzeugung der Sterilluft und dem Luftsammelkasten, welcher unterhalb der Abfüllstrasse liegt, werden 0,5 Liter Wasserstoffperoxid kontinuierlich in strömende Luft eingesprüht. Das Gemisch verteilt sich im Aseptikraum. Nun wird der oben erwähnte Gasbrenner eingeschaltet. Dadurch trocknet der Bereich, die chemisch-thermische Sterilisation ist abgeschlossen.

Eine Luftbrause, welche den aseptischen Bereich der Siegelzone versorgt, ist samt der Zuleitung für Sterilluft mit Wasserstoffperoxid zu sterilisieren.

Der Vorrattank für das Gut, die Zuleitungen zu den Dosierpumpen, diese selber sowie die Füllköpfe und das Tankbelüftungsrohr erhalten eine Sterilisation mit Dampf. Nachdem 120 °C erreicht sind, gilt es, diese Temperatur 20 Minuten lang zu halten.

### *Aseptische Thermoform-, Füll- und Verschliessmaschine Bosch*

Die aseptische Thermoform-, Füll- und Verschliessmaschine Bosch stellt taktweise in mehrreihiger Anordnung Rahmportionen einer Tiefe bis 35 mm oder Puddingbecher einer Tiefe bis 100 ml her (Abb. 15).



Abb. 15. Verpackungsbeispiele der Bosch-Anlage Servac 78 AS (Bosch)

Nach Abbildung 16 verarbeitet eine solche Anlage Folien von maximal 540 mm Breite ab Rolle 1. Die Folie besteht häufig aus Polystyrol oder bei Haltbarkeitsgrenzen über drei Monate hinaus aus Polyvinylchlorid ohne oder mit Beschichtungen. Die Folie gelangt taktweise in den unter Überdruck stehenden Aseptiktunnel 5, wo sie zu Beginn während 20 Sekunden ein  $H_2O_2$ -Bad durchläuft, welches gleichzeitig als Eintrittsschleuse dient. Darin entfernt das bewegte Wasserstoffperoxid auch allfällig vorhandene Luftbläschen. Anschliessend blasen Sterilluftdüsen 7 das Wasserstoffperoxid weg und die Heizstation 8 trocknet die Folien. Dies verhindert Rückstandsbildungen in der Packung und vermindert Störungen beim anschliessenden Tiefziehen in der Station 9. Die Abfüllung 10 der Becher folgt. Von oben tritt, wiederum über ein Wasserstoffperoxidbad mit Schleuse, die Deckfolie ab Rolle 13 ein. Becher wie Deckfolie werden an ihren seitlichen Rändern versiegelt. Auf diese Art entsteht zusammen mit den Bechern ein dichter breiter Schlauch, welcher den Aseptikteil durch eine Formschleuse verlässt. Die Dichtsiegelung der einzelnen Behälter folgt, Prägen, Perforieren und Stanzen sowie die Aufwicklung des Abfalls auf Rolle 20 vervollständigen die Arbeit.

Von den Hilfseinrichtungen für die Reinigung, Vorsterilisation und Sterilhaltung der Anlage sei vorerst die Versorgung mit Druckluft erwähnt. Solche wird steril filtriert und für das Tiefziehen, die Aufrechterhaltung des Überdruckes im Aseptikteil und zum Trocknen der Aseptikzone nach der Vorsterilisation be-



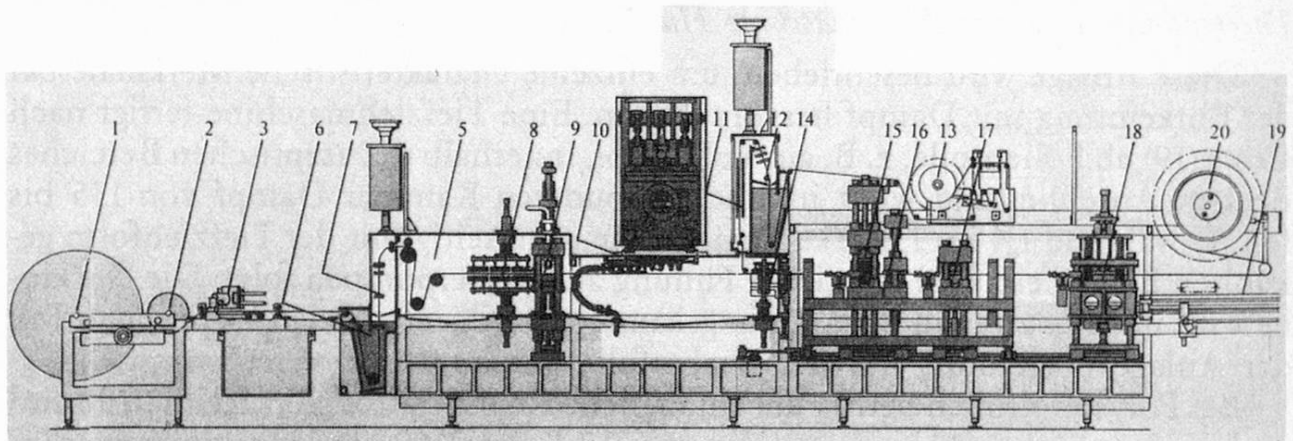


Abb. 16. Arbeitsschema Bosch Servac 78 AS (Bosch)

- |   |   |
|---|---|
| 1 = Packstoffvorratsrolle                   | 11 = Sterilisierbad Deckfolie (Peroxid)               |
| 2 = Doppelrollenlagerung                    | 12 = Abrakelung durch Sterilluftdüsen                 |
| 3 = Schneide- und Anklebetisch              | 13 = Deckfolienvorratsrolle                           |
| 4 = Aseptikeinheit, ausserhalb der Maschine | 14 = Vorsiegelung der Packstoffbahnränder             |
| 5 = Steriltunnel                            | 15 = Dichtsiegelung der einzelnen Becher              |
| 6 = Sterilisierbad Bodenfolie (Peroxid)     | 16 = Prägestation<br>(Datum Codierung auf der Lasche) |
| 7 = Abrakelung durch Sterilluftdüsen        | 17 = Perforier- und Klebestation                      |
| 8 = Heizstation                             | 18 = Stanzstation                                     |
| 9 = Formstation                             | 19 = Austrageeinrichtung                              |
| 10 = Füllstrecke mit Dosiermaschine         | 20 = Abfallaufwickler                                 |

nutzt. Diese selber wird im Aseptikraum 5 durch Versprühen von Wasserstoffperoxid durchgeführt, welchem eine Nachtrocknung mit heisser Sterilluft anschliesst. Nach der Umlaufreinigung entkeimt Dampf das Füllsystem (14).

In der dargestellten Apparatur soll die Folienbehandlung mit Wasserstoffperoxid zu einer Reduktion von *Bacillus-subtilis*-Sporen um 5 Zehnerpotenzen führen (12). Dabei fehlen allerdings Angaben über verwendete Konzentration, Temperatur und pH.

Die beschriebene Anlage ist von der FDA in den USA zugelassen.

### *Aseptikanlagen mit Entkeimungsmittel Sattedampf*

Den hier zu beschreibenden Anlagen ist die Verwendung von Wasser-Sattedampf zur Packstoffentkeimung eigen. Neben unbestrittenen Vorteilen besitzt dieses physikalische Vorgehen natürlich auch Nachteile. So ist sauberer Dampf notwendig. Es gilt, im Überdruckbereich zu arbeiten, auf das Packmittel wirken hohe Temperaturen ein und das gebildete Kondensat ist zu entfernen. Beim erforderlichen hohen Grad der Keimabtötung kann das Packmaterial durch Wärmewirkung beeinflusst werden.

### *Thermoform- und Verschliessmaschine Hassia*

Diese Anlage wird beschrieben, um einzelne charakteristische Merkmale bei der Entkeimung mit Dampf hervorzuheben. Eine Tiefziehmaschine fertigt nach Cerny (19) ab Folienrolle, z. B. aus Polystyrol, innerhalb des aseptischen Bereiches Becher. Anschliessend wirkt in einer besonderen Kammer Dampf von 135 bis 165 °C während 1,4 bis 1,8 Sekunden auf die unterseitig mit der Tiefziehform gekühlten Becher ein. Die aseptische Füllung aus Dosierpumpen folgt. Die Deckfolie wird in einer zweiten Bedampfungskammer sterilisiert, in den aseptischen Teil der Anlage eingeführt, mit der Becherfolie vereinigt und verschweisst.

Bei Polystyrolfolien betrug die anfängliche Keimbelastung 0,7 Keime/100 cm<sup>2</sup> und die verwendete Aluminiumfolie trug 0,3 Keime/100 cm<sup>2</sup>. Nach massiver Infektion mit Sporen von *Bacillus subtilis* ergaben sich folgende Sterilisationswerte: Bei 165 °C während 1,4 Sekunden auf die Bodenfolie einwirkend und für eine Dauer von 1,8 Sekunden die Deckfolie behandelnd entstand eine Keimabtötung um rund 5 bis 6 Zehnerpotenzen! Weiter folgert der erwähnte Autor, dass der Einsatz des temperaturbeständigeren Polypropylens anstelle von Polystyrol noch höhere Temperaturen erlauben sollte.

### *DOG Aseptik der Firma Gasti*

Diese Maschine entkeimt, füllt und verschliesst vorgeformte Polypropylenbecher mit Wandstärken über 0,6 mm (20). Als Deckfolie dient Aluminium. Polypropylen erträgt die Sterilisation mit heissem Sattdampf besser als Polystyrol oder Polyethylen. Die Becher werden nach Abbildung 17 in kleinen Stapeln verarbeitet. Sie gelangen, unter sich durch Nocken leicht distanziert, mit der Mündung nach unten in die Sterilisierkammer 4. Nach dem Zuschieben des oberen Verschlussdeckels 5, der untere ist schon geschlossen, erfolgt ein teilweiser Luftentzug durch Anlegen von Unterdruck, was den Wärmeübergang für den anschliessend über das Ventil 6 zugeführten Sattdampf verbessert. Ein Programmwerk schaltet die Dampfzufuhr während weniger Sekunden ein. Über Ventil 8 folgt eine neue Unterdruckphase zur Entfernung von Restdampf und Kondensat. Dieses tritt über Ventil 9 aus. Mit der erwähnten Stapelanordnung der Behälter erhält jeder Becher hinreichend Dampf zugeführt und das Kondensat fliesst aus. Nun strömt über Ventil 7 kühle Sterilluft in die Kammer 4 ein. Der untere Abschlussdeckel 5 öffnet sich und entlässt den Becherstapel in ein weiteres steriles Abteil mit der Becherentstapelung 10. Nach dem erneuten Verschluss des unteren Deckels 5 wiederholt sich der Sterilisationsvorgang für Becher.

Die Entkeimung der Aluminiumverschlussfolie verläuft analog zu dem soeben beschriebenen Verfahren.

Bei einem Sattdampfdruck von 4 bis 4,5 bar und 4 bis 6 Sekunden Einwirkungszeit ergaben sich bei *Bacillus subtilis* Sporenreduktionen zwischen 5,5 und 6,9 Zehnerpotenzen. Bei Verkürzung der Einwirkungszeit ist allerdings eine überproportionale Druckerhöhung im Dampf erforderlich, weil die Oberflächentemperatur im Becher nicht ebenso rasch ansteigt. Die erzielte Sterilisationsrate kommentiert Cerny (20) dahingehend, dass abgesehen von der Abtötung der sehr

- 1 = Becherzuführung
- 2 = Elevator
- 3 = Becherstapel
- 4 = Sterilisationskammer
- 5 = Verschlussdeckel
- 6 = Ventil für Sattdampf
- 7 = Ventil für Sterilluft
- 8 = Vakuumventil
- 9 = Ventil für Kondensat
- 10 = Becherentstapelvorrichtung
- 11 = Transportkette der Füll- und Verschliessmaschine
- 12 = Sterilluftaustritt

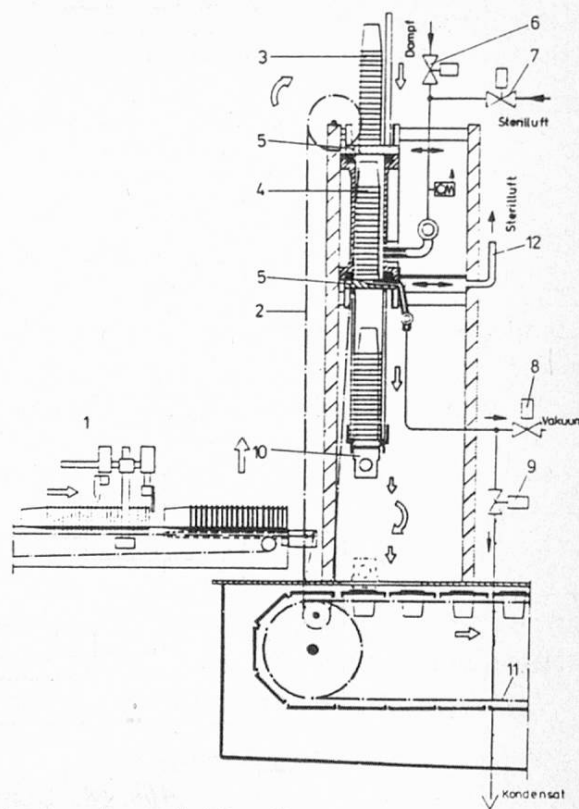


Abb. 17. Entkeimung von Kunststoffbechern mit Sattdampf (Gasti)

hitzeresistenten Sporen von *Bacillus stearothermophilus* die Sattdampfentkeimung der höchste Ansprüche erfüllenden Wasserstoffperoxidentkeimung gleichzusetzen sei oder diese übertreffe.

Es sei darauf hingewiesen, dass eine Maschine der Firma Gasti seit einigen Monaten in einer schweizerischen Molkerei in Erprobung steht.

### Glasflaschen

Die Entkeimung von Glasflaschen bei sehr kurzzeitigem Einwirken von sattem Wasserdampf unter Druck wurde untersucht, doch hat sich die Anwendung der entwickelten Ideen in der Praxis bis heute nicht durchgesetzt.

### Das Jupitersystem

Nach den bisherigen Darstellungen liegt die Frage auf der Hand, ob es möglich sei, ein stückiges, Flüssigkeit oder Aufgussflüssigkeit enthaltendes Gut einer raschen Sterilisation durch Wärme zu unterwerfen, um die Vorteile einer Hochtemperatur-Kurzzeitsterilisation zu nutzen und dann aseptisch zu verpacken. Untersuchungen von *Hersom* und *Shore* (21) ergaben:

1. Gutsstücke und Flüssigkeit sind getrennt mit einer HTST-Sterilisation zu behandeln.
2. Die Flüssigkeit lässt sich dabei kontinuierlich verarbeiten.
3. Das Stückgut kann nach dem HTST-Verfahren nur absatzweise sterilisiert werden.



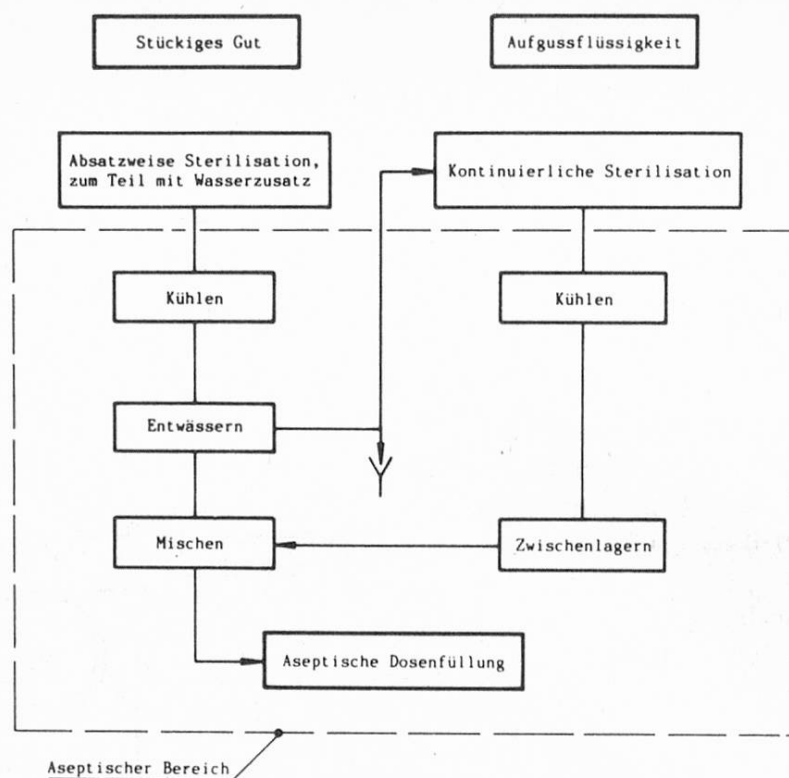


Abb. 18. Schema Jupiter-System

Beim kontinuierlichen Arbeiten reagieren die garen Gutsteilchen mechanisch oft zu empfindlich auf andauernde Transportwirkungen. Die Sterilisation mit Direktampf ergab bei eiweisshaltigen Produkten Klumpenbildung. Dampfkondensat führte teilweise zu Nachinfektionen. Die Abkühlung der Feststoffteilchen bereitete Schwierigkeiten.

In der Folge der Vorversuche lautete der Vorschlag der beiden Autoren wie folgt: Nach Abbildung 18 wird Aufgussflüssigkeit kontinuierlich sterilisiert, abgekühlt und in einem aseptischen Tank gelagert. Das stückige Gut unterliegt absatzweise folgender Behandlungssequenz: Es gelangt in einen Druckkessel, welcher als Doppelkonus ausgebildet ist und um die Konusquerachse rotiert. Zum Aufheizen erhalten der Kopfraum des Kessels und die Konusdoppelwände Dampf zugeführt, währenddem die Anlage dreht. Die Erhitzung lässt sich wenn nötig durch Zugabe sterilen Wassers von z. B. 130 °C beschleunigen, gleichzeitig dient es als Gleitmittel. Nach stattgehabter Sterilisation strömt Kühlwasser in den Mantel des Kessels ein. Im Gutsraum hält zugeführte sterile Luft den Druck aufrecht. Dessen Wirkung trägt anschliessend die zur Heizung zugegebene Flüssigkeit und das Dampfkondensat über ein Sieb und eine damit verbundene aseptische Leitung aus dem Doppelkonus aus. Nun folgt die Zufuhr steriler Aufgussflüssigkeit und deren Mischung mit den Stückchen. Ein aseptischer Tank dient als Puffer für das aus dem Druckkessel entleerte gesamte Gut. Es wird in einem der aseptischen Dosenfüllung dienenden Dole Martin System verarbeitet.

Wie diese Darstellung zeigt, steht zwischen der kontinuierlichen Flüssigkeitssterilisation und der ebenso arbeitenden Abfüllung ein absatzweise durchzuführender Verfahrensschritt. Ein derartiger Ablauf ist durch infektionssichere, gegen-

seitige aseptische Trennung der drei Systemteile gewährleistet. Nach dem jeweiligen Auffüllen des Druckgefäßes ist dieser Systembereich während der Gutssterilisation erneut keimfrei zu machen. Die weitere Entwicklung findet bestimmt interessierte Fachleute.

### *Zusammenfassung*

Die aufgezeigte Problematik des aseptischen Verpackens, die dargestellte Vielfalt der Lösungen und die mit einzelnen Systemen bestehenden praktischen Erfahrungen weisen darauf hin, dass bei aller Vorsicht, welche eine Neuentwicklung gebietet, der erhoffte Fortschritt eine Chance benötigt.

### *Résumé*

Des expériences pratiques avec différents procédés de conditionnement aseptique sont décrites et des aspects problématiques de la méthode sont discutés. Malgré toute la prudence qu'exige chaque innovation, le progrès prévu mérite une chance.

### *Summary*

The practical experiences with different aseptic processes and their specific problems are discussed and described. In spite of all caution for a new method, all further expected developments require a chance.

### *Literatur*

1. Rees, D. A. H.: Practical aspects of aseptic processing. Food Manuf. **48** (9), 48–51, 86 (1973).
2. Zollikofer, E.: Uperisation, ein neues Verfahren zur Sterilisation der Milch. NZZ, Nr. 2387. 29.10.1952.
3. Zollikofer, E.: Uperisation, a new method of milk treatment. Indian Dairyman **7** (5), (1955).
4. Alpura AG.: Uperisation; Firmenbericht 1952.
5. Anon: Tetra Pak Firmenzeitschr., Nr. 59, 1984.
6. Horak, F. P.: Über die Reaktionskinetik der Sporenabtötung und chemischer Veränderungen. Diss. TU München 1981.
7. Schobinger, U.: Frucht- und Gemüsesäfte, aktueller Stand der Technologie. Swiss Food **6** (6), 17–21 (1984).
8. Wartenberg, F. W.: Grundlagen des aseptischen Verpackens. ZFL **35**, 136–148 (1984).
9. Cerny, G.: Entkeimen von Packstoffen beim aseptischen Abpacken, 1. Mitt. Verp. Rundsch. **27** (4), 27–32 (1976).
10. Hartmann, F.: Neue Entwicklungen auf dem Gebiete der keimarmen Abfülltechnik von Lebensmitteln. Dtsch. Molk.-Ztg. **94**, 1611–1613 (1973).

11. *Voss, E. und Moltzen, B.*: Untersuchungen über die Oberflächenkeimzahl extrudierter Kunststoffe für die Lebensmittelverpackung. *Milchwiss.* **28**, 479–484 (1973).
12. *Buchner, N.*: Aseptisches Verpacken von Lebensmitteln – Möglichkeiten und Aussichten. *ZFL* **34**, 435–447 (1983).
13. *Andres, C.*: FDA Approval opens way for aseptic packaging of shelf-stable milk in U. S. *Food Processing* **42** (3), 70–71 (1981).
14. *Buchner, N.*: Firma R. Bosch GmbH, persönl. Mitteilung 1984.
15. *Geringer, M.*: Lebensmittelvergiftungen durch enterotoxinbildende *Staphylokokkus aureus*-Stämme in H-Milch und einem UHT-Milchmischgetränk. *Tierärztl. Umschau* **38**, 98–109 (1983).
16. *Anon*: Staphylokokken waren die Ursache für die H-Milch-Vergiftung. *Dtsch. Milch-wirtsch.* **30**, 1600 (1979).
17. *Hersom, A. C. and Hulland, E. A.*: Canned foods, 7th Ed. Churchill Livingstone, London 1980.
18. *Kessler, H. G.*: Prüfung der Abpackmaschine Typ combiblock aseptic-Füller cF zur Abpackung ultrahocherhitzter Milch. *Molkereiztg. Welt d. Milch* **31**, 148–150, 159 (1977).
19. *Cerny, G.*: Entkeimen von Packstoffen beim aseptischen Abpacken, 4. Mitt. *Verp. Rundsch.* **33**, 8, 48–50 (1982).
20. *Cerny, G.*: Entkeimen von Packstoffen beim aseptischen Abpacken, 5. Mitt. *Verp. Rundsch.* **34**, 8, 55–88 (1983).
21. *Hersom, A. C. and Shore, D. T.*: Aseptic processing of food comprising sauce and solids. *Food. Technol.* **35** (5), 53–62 (1981).

Prof. Dr. F. Emch  
 Institut für Lebensmittelwissenschaft  
 ETH-Zentrum  
 CH-8092 Zürich