

## Die Haltbarmachung von Lebensmitteln durch Wärmebehandlung (Sterilisation, Pasteurisation)

### Einleitung

Die Haltbarmachung von Lebensmitteln durch Wärmebehandlung (Sterilisation, Pasteurisation) ist ein relativ lange bekanntes Prinzip und sowohl in der Industrie als auch im Haushalt weit verbreitet. Bei diesem Verfahren werden Lebensmittel nach einer anfänglichen Zubereitung (Rüsten, Schneiden, o.a.) und einer allfälligen Vorbehandlung (Blanchieren) verpackt (Gläser, Weißblechdosen, Kunststoffbeutel) und einer Hitzebehandlung unterworfen.

Das hauptsächliche Ziel der Wärmebehandlung ist die teilweise oder gänzliche Inaktivierung von Mikroorganismen im Lebensmittel. Dadurch werden verderbniserregende oder toxinbildende Mikroorganismen inaktiviert bzw. abgetötet. Das Produkt erhält damit eine gewisse Haltbarkeit, während der die hygienische Qualität vollumfänglich garantiert ist.

Nebeneffekte der Wärmebehandlung - die jedoch in gewissen Fällen sehr bedeutsam sein können, sind die Inaktivierung von Enzymen im Lebensmittel und die Veränderung der Textur (Garen).

### 1. Sterilisation

Die Sterilisation hat die vollständige Inaktivierung aller Keime, also sowohl der vegetativen Keime als auch der Sporen, zum Ziel. Für die Sterilisation kommen je nach Lebensmittel und Anlagen verschiedenste Temperatur-/Zeit-Kombinationen zur Anwendung, Die Temperaturen variieren dabei zwischen etwa 115° C bis 140° C. Bei Anwendung hoher Temperaturen über 130° C und entsprechend kurzer Sterilisationszeit (in Extremfällen nur einige Sekunden) spricht man vom sogenannten HTST-Verfahren (High temperature short time). Dieses Verfahrensprinzip ist im Allgemeinen produktschonender als Verfahren bei tieferer Temperatur und entsprechend längerer Sterilisationszeit, ist aber nur für bestimmte Lebensmittel einsetzbar.

Die Sterilisation wird bei Lebensmitteln mit einem pH größer als 4,5 nach dem 12-D-Konzept durchgeführt und ist ausgerichtet auf den gefährlichsten Toxinbildner, Clostridium botulinum. Für diesen Organismus, ein anaerober Sporenbildner, beträgt der F-Wert bei 121° C rund 2.5 min., angewendet wird aus Sicherheitsgründen 3 min. D.h., dass ein Lebensmittel im thermisch ungünstigsten Punkt für mindestens 3 min. auf 121.1° C oder einer anderen äquivalenten Temperatur-Zeit-Kombination erhitzt werden muss, damit Clostridium botulinum sicher inaktiviert wird (englisch: botulinus cook).

Für Tropenkonserven wird die Sterilisation auf den sehr hitzeresistenten und thermophilen Keim Bacillus stearothermophilus ausgerichtet. Bei einem D-Wert bei 121.1° C von 4,5 min. und einer Reduktion um 4 Zehnerpotenzen bei der Wärmebehandlung resultiert ein F-Wert von 18.0 min.. Die Sporen von Bac. stearothermophilus können allerdings schon bei einem pH von weniger als 5.3. nicht mehr auskeimen.

Lebensmittel mit einem pH von weniger als 4,5 müssen weniger stark erhitzt werden, da bei pH <4.5 die Sporen von Clostridium botulinum nicht auskeimen bzw. kein Toxin gebildet wird. Für solche sauren Lebensmittel kommt die Pasteurisation zur Anwendung (siehe nächster Abschnitt).

## 2. Pasteurisation

Bei der Pasteurisation werden nur die vegetativen Keime, nicht aber die Sporen, inaktiviert. Ein wichtiges Ziel der Pasteurisation ist die Abtötung von pathogenen, d.h. toxinbildenden Keimen. Je nach Lebensmittel können die Ziele und Bedingungen (Temperatur/Zeit) jedoch sehr verschieden sein. Die Temperatur bewegt sich meist im Bereich von 60° C bis 100° C. Die Anwendung von höheren Temperaturen ist oft aus sensorischen Gründen nicht möglich.

Die Pasteurisation kann auch definiert werden als ein Erhitzungsprozess, bei dem ein Lebensmittel eine Lethalität von weniger als  $F = 3$  min. bei 121° C erfährt. Bei der Pasteurisation wird im Allgemeinen eine Keimzahlreduktion von mindestens 6 Zehnerpotenzen angestrebt.

Die Pasteurisation folgt den gleichen Gesetzmäßigkeiten wie die Sterilisation (D-, z-Wert). Analog dem F-Wert bei der Sterilisation verwendet man den P-Wert bei der Pasteurisation. Dieser bezieht sich wie der F-Wert auf eine bestimmte Referenztemperatur und den z-Wert des Zielorganismus.

Die abtötende Wirkung eines Pasteurisationsprozesses wird wie bei der Sterilisation über die Summierung der Lethalraten pro Minute berechnet. Diese Lethalrate lässt sich rechnerisch darstellen:

$$\frac{T-T_x}{P} = 10^z \quad <4>$$

oder ausgedrückt für ein beliebiges Zeitintervall:

$$\frac{T-T_x}{P} = 10^z \times t \quad <5>$$

P = Lethalität der Pasteurisation (min)

T = Pasteurisationstemperatur (°C)

T<sub>x</sub> = Referenztemperatur (°C)

z = z-Wert einer bestimmten Mikroorganismenart (°C)

t = Zeitdauer der Wärmebehandlung bei einer bestimmten Temperatur (min)

Als Referenztemperatur wird oft diejenige von 93,3° C bzw. 200° F verwendet (z = 8.9° C bzw. 16° F).

Die Pasteurisation wird für Lebensmittel dann angewandt, wenn nur eine teilweise Inaktivierung der vorhandenen Mikroorganismen genügt. Meistens werden neben dem Pasteurisieren noch andere haltbarkeitsverlängernde Prinzipien angewandt:

- \* Ansäuern (z.B. Ansäuern von Gemüse mit anschließender Pasteurisation)
- \* Kühlung (z.B. Pasteurisation von Milch mit anschließender Kühlung)
- \* Salzen
- \* Begasen

Die haltbarkeitsverlängernde Wirkung der Pasteurisation hängt deshalb stark von der ordnungsgemäßen Durchführung der anderen Maßnahmen ab. Wird z.B. ein Gemüsesalat mit Essig angesäuert, ist es wichtig, dass die Ansäuerung homogen erfolgt. Es können sonst lokale Bereiche mit einem höheren pH verderben und das ganze Produkt ungenießbar machen. Bei gewissen Lebensmitteln kann es durch die Wärmebehandlung oder während der Haltbarkeit zu einem pH-Anstieg kommen, der die mikrobiologische Stabilität des Produktes langfristig gefährden kann.

### 3. Sous vide - ein neues Verfahren

Beim "sous-vide-Verfahren" werden Lebensmittel zuerst normal küchenmäßig vorbereitet (Reinigen, Rüsten, Schneiden, bei Fleisch Anbraten). Die Lebensmittel werden dann in hitzestabilen Kunststoff-Folien unter Vakuum verpackt und unter kontrollierten Temperatur-/Zeit-Bedingungen gegart. Nach dem Garen werden die Produkte möglichst schnell abgekühlt und bis zum Einsatz beim Endverbraucher kühlgelagert. Zur Aufbereitung für den Endverbraucher werden die Produkte, meist in der Verpackung, wieder aufgewärmt.

Mit diesem ursprünglich von einem französischen Koch entwickelten Verfahren werden zwei Ziele verfolgt:

- \* Durch das Garen im geschlossenen Beutel bei niedriger Temperatur resultiert gegenüber dem normalen Garen eine bessere Qualität. Dies zeigt sich besonders ausgeprägt bei Fleisch (Saftigkeit, Zartheit).
- \* Durch das Verfahren resultiert eine Haltbarkeit von 6 bis 21 Tagen allerdings nur unter strikter Kühllhaltung. Die Haltbarkeit erlaubt eine gewisse Flexibilität bei der Verteilung von "sous vide Produkten".

Das "sous vide Verfahren" war in den letzten Jahren Gegenstand intensiver mikrobiologischer Untersuchungen. Es ist nämlich für eine genügende mikrobiologische Stabilität enorm wichtig, dass beim ganzen Herstellungsablauf hygienische Prinzipien strikte beachtet werden:

- \* Verwendung sauberer, möglichst keimarmer Rohmaterialien

\* Kontrollierte Garungsbedingungen (Temperatur, Zeit)

\* Schnelle Abkühlung nach dem Garen und geschlossene Kühlkette bei der Lagerung und beim Transport/Vertrieb.

Für den Garungsprozess werden verschiedene Angaben hinsichtlich der Erwärmung gemacht. Die wichtigsten Mikroorganismen, die es zu beachten gilt, sind, neben Bacillen und Lactobacillen, die psychrotrophen Stämme von Clostridium botulinum Typ B und E. Diese Stämme müssen beim Garungsprozess um mindestens 6 Zehnerpotenzen reduziert werden. Dafür wird ein P-Wert von 40 min. bei 70° C und einem z-Wert von 10° C angegeben. Oder anders ausgedrückt sollen im thermisch ungünstigsten Punkt des Lebensmittels 90° C während 7 min., besser noch während 10 min. erreicht werden. Die letztere Angabe (90° C während 10 min.) entspricht den französischen Gesetzesvorschriften. Wie aus den Ausführungen hervorgeht, sollte der Garungsprozess weitgehend einer Pasteurisation entsprechen.

Mit einer Pasteurisation bei 90°C min. kann normalerweise eine Haltbarkeit bei Kühltemperatur von mehr als 10 Tagen erreicht werden. Wird weniger lang gegart, ist die Haltbarkeit entsprechend kürzer. Je nach geforderter Haltbarkeit variiert der bei der Garung zu erzielende gesamte P-Wert.

Tatsache ist offenbar, dass viele "sous-vide-Betriebe" mit mikrobiologischen Problemen kämpfen, infolge Missachtung bzw. Nichtbefolgen der oben formulierten hygienischen Grundsätze.

Für eine einwandfreie Herstellung ist es wichtig, dass das Packmaterial folgenden Anforderungen genügt:

- reißfest
- gut verschweißbar
- geschmacksneutral bzw. geringe Migration von Monomeren (Weichmacher) des Packmaterials in das Lebensmittel
- geringe Sauerstoffpermeabilität
- hitzestabil

Neben der Garung ist die Schnelligkeit der darauffolgenden Kühlung und die strikte Einhaltung der Kühltemperatur von ausschlaggebender Bedeutung. Um die psychrotrophen Stämme von Clostridium botulinum am Wachstum zu hindern, wird eine Kühllagertemperatur von unter 2°C bzw. 3°C empfohlen.

Für das Garen von "sous vide Produkten" kommen auf industriellem Niveau folgende Anlagen bzw. Geräte infrage:

- Liegende Autoklaven (analog DORNOW/Neuweiler-Autoklav), Garen der Lebensmittel mit einem Luft-Dampf-Gemisch. Aufbau eines Überdruckes zur

# DORNOW

## food technology

Verhinderung des Platzens der Packungen.

- Liegende Autoklaven (analog DORNOW/Neuweiler-Autoklav), Garen der Lebensmittel durch Wasserberieselung, Aufbau eines Gegendruckes zur Verhinderung des Platzens der Packungen.
- Vollständig mit Wasser gefüllte Autoklaven, Produkt liegt im Wasserbad. Versorgung des Autoklaven über zwei Speicherkessel mit Heiß- bzw. Eiswasser.

Diese Abhandlung enthält unverbindliche Hinweise. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Änderungen vorbehalten! Bei Lieferung gilt unsere vom Kunden akzeptierte Auftragsbestätigung. - Bei Vorlage einer neuen Ausgabe dieser Abhandlung werden alle früheren Versionen durch die neue Ausgabe ersetzt.

Copyright by DORNOW food technology GmbH, D-40549 Düsseldorf

**DORNOW im INTERNET: [www.dornow.de](http://www.dornow.de)**