
Unter welchen Bedingungen werden Keime

in einem Dampf-Sterilisationsprozess abgetötet?

von Dr. Ulrich Kaiser

Welches Sterilisationsmittel wirkt in Dampf-Sterilisationsprozessen? Dampf, kondensierender Dampf oder Wasser in einem Temperatur-Zeit Fenster?

1. Dampf

Es ist bekannt, dass sich überhitzter Dampf, solange er sich in der Gasphase befindet, bei gleicher Temperatur nur ähnliche Sterilisationseigenschaften wie Luft hat. Auch Sattedampf, der in ein vollkommen trockenes Textilpaket aus Zellulosefasern, wie z.B. Leinen oder Baumwolle einströmt, entwickelt durch die hygroskopische Kondensation an den Zellulosefasern bei der Aufnahme von Wasserdampf Eigenwärme, ohne die Fasern zu befeuchten, so dass im Inneren dieser Textilpakete höhere Temperaturen gemessen werden, als die Sattedampf-Temperatur. Dadurch kann keine Kondensation des Dampfes im Innenbereich der Textilpakete eintreten. Eingelegte Standard Bio-Indikatoren nach EN 866-3 werden in Standard Dampf-Sterilisationsprozessen bei 121°C, 15 min in diesen Bereichen nicht abgetötet. Selbstverständlich kann sich überhitzter Dampf, wenn er mit kalten Oberflächen in Berührung kommt, abkühlen und bei weiterer Abkühlung kondensieren.

2. Kondensierender Sattedampf

Wasserdampf kondensiert bei Sattedampf-Temperatur auf Gegenständen, die kälter als die Sattedampf-Temperatur sind. Dabei wird die Kondensationswärme des Dampfes sehr

schnell und effektiv übertragen. Wenn die Gegenstände die Temperatur des Sattedampfes erreicht haben, findet keine Kondensation und kein Wärmeübergang mehr statt. Während der Aufheizphase wird Wasser auf den zu sterilisierenden Produkten kondensiert, während in der Sterilisationsphase kein Dampf-verbrauch und damit keine Kondensation mehr auftritt. Viele Autoren behaupten, dass der kondensierende Dampf das sterilisierende Agens ist, ohne jemals einen entsprechenden Beweis angetreten zu haben. Verfolgt man die Abtötung von Bio-Indikatoren in Dampf-Sterilisationsprozessen, stellt man fest, dass bei logarithmischem Auftrag der noch überlebenden Keime gegen den linearen Auftrag der Zeit eine Gerade entsteht. Das heißt, während der Kondensationsphase am Sterilisationsbeginn gibt es keinen «Knick», sondern die Abtötung findet während der Sterilisationszeit in diesem Diagramm linear statt, währenddessen keine Kondensation von Wasserdampf mehr stattfindet. Somit ist bewiesen, dass auch der kondensierende Dampf bei der Abtötung keine Rolle spielt.

3. Wasser

Die Sterilisation von Flüssigkeiten kann in geschlossenen Gefäßen ohne Zufuhr von Dampf erfolgen. Dabei stellt man fest, dass die Abtötung der Keime in destilliertem Wasser bei gleicher Temperatur dieselbe Abtötungsgeschwindigkeit aufweist, als würden die gleichen Keime in einem Dampf-

Sterilisationsprozeß unter sonst gleichen Bedingungen abgetötet. Aus dieser Beobachtung ergibt sich eindeutig, dass das sterilisierende Agens nur Wasser sein kann.

Schlußfolgerungen

Die Aussage, die bisweilen noch immer in Fachkundeführungen verbreitet wird, dass nasses Sterilisiergut am Ende eines Sterilisationsprozesses nicht steril sei, ist damit falsch. Auch kollidiert diese Aussage mit der Tatsache, dass in Sterilisationsprozessen ohne Trocknung am Ende, wie z.B. in Blitz-Sterilisatoren, die dort naß herauskommenden Güter ebenfalls nicht steril seien. Es werden noch heute Sterilisationsprozesse ohne Trocknung eingesetzt, sofern die Güter sofort Verwendung finden. Nasse Güter am Ende des Sterilisationsprozesses sind dann steril, sofern der durchgeführte Sterilisationsprozeß ordnungsgemäß abgelaufen ist. Daher können nasse Güter ohne Bedenken zur sofortigen Verwendung frei gegeben werden. Nasse Güter sollten jedoch nicht gelagert werden, da durch nasse Weichverpackungen Keime hindurchwachsen können oder im Inneren von nassen Verpackungen Wachstumsbedingungen geschaffen werden, bei denen ein einziger verlebender Keim ausreichend wäre, um sich zu vervielfachen und damit das Gut bei Lagerung wieder rekontaminiert würde.

Um Güter auf allen Oberflächen sicher zu sterilisieren ist nicht nur die notwendige

Temperatureinwirkung von Bedeutung sondern es muss sicher gestellt sein, dass alle zu sterilisierenden Oberflächen mit einem, wenn auch sehr dünnen Wasserkondensatfilm überzogen sind. An allen Stellen, an denen die Kondensation auf die zu sterilisierende Oberflächen verhindert wird, können die Güter nicht steril werden, z.B. bei

1. Dichtflächen, die mit elastischen Materialien abgedichtet sind.
2. Schmier- oder Biofilme, die verhindern, dass Wasser auf die Oberfläche gelangt.
3. Enge Spalten wie Hahnküken die geschmiert sind und zwischen den Dichtflächen keine Kondensation zulassen.
4. Nicht kondensierbare Gase die sich im porösen Textilpaketen oder Hohlräumen ansammeln und damit die Kondensation von Dampf verhindern.
5. Verschlussmaterialien, wie Gummiverschlüsse zur Abdichtung von Glasflaschen oder Metallcontainern

Es ist bekannt, dass die Abtötung von Keimen abhängig von ihren Trägermaterialien ist. So beeinflussen z.B. Zusätze im Speisewasser von Dampferzeugern den pH-Wert des Wassers oder in Flüssigkeiten von Infusionslösungen deren Zusätze. Im Vergleich zu destilliertem Wasser bei einem pH-Wert von 7 muss die Sterilisationszeit von einer z.B. 1%igen Kochsalzlösung um ca. 30% erhöht werden, um die gleiche Zahl von Keimen unter sonst gleichen Bedingungen abzutöten.

Auch die Porosität und das Material von Oberflächen beeinflusst die Abtötungsgeschwindigkeit von Keimen sehr stark. Wir haben in unseren Laboratorien festgestellt, dass mit *G. stearothermophilus* kontaminierte Gummistopfen bei gleicher Temperatur ca. 50% längere Sterilisationszeiten benötigen, als die Abtötung des gleichen Keimes unter Satttdampf-Bedingungen in Wasser oder auf Filterpapier.

Es ist deshalb sehr wichtig, dass Pflegemittel mit Wasser mischbar sind oder Wasser enthalten. Sie dürfen die Kondensation von Wasser auf den zu sterilisierenden Oberflächen nicht behindern.

Autor

Dr. Ulrich Kaiser
Anwendungslabor
gke-mbH
Auf der Lind 10
65529 Waldems-Esch
E-Mail: info@gke-mbh.de