

WHITEPAPER

Auswahl der Dekontaminationstechnologie: Aerosolisiertes im Vergleich zu verdampftem Wasserstoffperoxid

Erfahren Sie, wie sich aerosolisiertes (bzw. vernebeltes) Wasserstoffperoxid von verdampftem Wasserstoffperoxid (VHP) unterscheidet und warum VHP für kritische Anwendungen am besten geeignet ist.

Wasserstoffperoxid ist ein Breitspektrum-Desinfektions- und Sterilisationsmittel, das in zahlreichen Anwendungen sowohl im Gesundheitswesen als auch in den Life Sciences eingesetzt wird. Verdampftes Wasserstoffperoxid (VHP) hat sich in der Life-Science-Industrie als Technologie zur Sterilisation und Dekontamination etabliert. Das jüngste Interesse an „Vernebelung“ mittels Technologie für aerosolisiertes Wasserstoffperoxid hat Fragen zu den Ähnlichkeiten und Unterschieden dieser beiden verschiedenen Anwendungsmethoden aufgeworfen.

Dieses Whitepaper befasst sich mit den technischen Aspekten von aerosolisiertem Wasserstoffperoxid im Vergleich zur VHP-Technologie. Dabei werden die Leistung beider Technologien anhand wichtiger Kriterien verglichen und zahlreiche Vorteile für die Verwendung von VHP aufgezeigt.

Aerosolisiertes Wasserstoffperoxid im Vergleich zu verdampftem Wasserstoffperoxid

Wasserstoffperoxid kann als Aerosol oder Dampf verabreicht werden. Aerosolisiertes Wasserstoffperoxid wird auch als zerstäubtes, ionisiertes oder vernebeltes Wasserstoffperoxid bezeichnet. Diese Aerosoltechnologien funktionieren, indem eine wässrige Lösung durch eine spezielle Düse, ein Ultraschallgerät oder ein anderes Gerät geleitet wird, um in der Luft schwebende Tröpfchen zu erzeugen. Die Tröpfchen sind relativ groß und bilden eine sichtbare Wolke wie einen dichten Nebel. Die Verwendung von aerosolisiertem Wasserstoffperoxid wird manchmal als „Vernebelung“ bezeichnet.

Verdampftes Wasserstoffperoxid (VHP) unterscheidet sich von der Aerosoltechnologie dadurch, dass beim Verdampfungsprozess genau abgemessene Mengen wässrigen Wasserstoffperoxids schnell erhitzt und in die Gasform verdampft werden, während gleichzeitig Luftstrom, Luftfeuchtigkeit und Temperatur in einem geschlossenen Raum kontrolliert werden. Wasserstoffperoxid besitzt in seiner Dampfform eine molekulare Struktur und ist ähnlich kleinteilig wie Wasserdampf in der Luft. VHP ist wie Wasserdampf nicht sichtbar, kann aber mithilfe von Sensortechnologie gemessen werden, ähnlich wie Wasserdampf als relative Luftfeuchtigkeit gemessen wird. Daher wissen wir, dass es im Zielraum vorhanden ist.

Die große Tröpfchengröße von aerosolisiertem Wasserstoffperoxid im Vergleich zu den kleinen, verdampften H_2O_2 -Molekülen ist der Grund dafür, dass die beiden Ansätze sehr unterschiedliche Leistungsmerkmale aufweisen. In der folgenden Tabelle sind die Unterschiede zwischen Wasserstoffperoxid-Aerosol und VHP aufgeführt.

	Wasserstoffperoxid-Aerosol	Verdampftes Wasserstoffperoxid (Vaporized Hydrogen Peroxide, VHP)
Gleichmäßige H_2O_2-Verteilung	Aerosolisierte H_2O_2 -Tröpfchen sind viel größer als verdampftes Wasserstoffperoxid (8 bis 50 μm). In ruhender Luft haben sie weniger Auftrieb, wodurch sie absinken und eine gleichmäßige Verteilung des Wasserstoffperoxids in der Luft und auf Oberflächen verhindert wird.	Aufgrund der geringen Molekülgröße (unter einem Mikrometer) von verdampftem Wasserstoffperoxid kann es als Gas wirken, ohne dass die Schwerkraft seinen Auftrieb und seine Verteilung behindert. Diese gleichmäßige Verteilung ermöglicht die Dekontamination schwer zugänglicher Stellen. Verdampftes Wasserstoffperoxid kann durch HEPA-Filter gelangen und über Rohrleitungen in verschiedene Bereiche verteilt werden, sodass eine zentrale Einheit mehrere Bereiche einer Anlage versorgen kann.
Trocken- im Vergleich zu Nassverfahren	Ein Aerosol führt eher zu einer Übersättigung der Umgebung. Dies führt zu Nässe und möglicher Pfützenbildung, was eine gefährliche Situation schafft, Probleme mit der Materialkompatibilität verursacht und den Belüftungsprozess verlängern kann.	Verdampftes Wasserstoffperoxid nutzt die patentierte „Trockenverfahren“-Technologie von STERIS, wodurch Kondensation auf Oberflächen vermieden wird. Dies bedeutet eine höhere Materialkompatibilität und das Peroxid muss nicht von der Oberfläche verdampfen, was eine schnellere Belüftung ermöglicht.

	Wasserstoffperoxid-Aerosol	Verdampftes Wasserstoffperoxid (Vaporized Hydrogen Peroxide, VHP)
Bessere Materialkompatibilität	Aerosolisiertes Wasserstoffperoxid führt häufig zu Kondensation. Diese Kondensation kann bei wiederholter Einwirkung Probleme wie Festigkeitsverlust, Beschädigung und Verfärbung von Materialien (wie Metallen, Farben und Harzen) verursachen.	Verdampftes Wasserstoffperoxid verhindert Kondensation durch Kontrolle der Umgebungsbedingungen und der Einspritzung in den Raum, während Aerosolprozesse auf Materialoberflächen kondensieren und Schäden verursachen können.
Bessere Wirksamkeit	Theoretisch können durch Zerstäubung vergleichbare Abtötungsgrade wie durch Verdampfung erreicht werden, indem größere Mengen niedrig konzentrierter H ₂ O ₂ -Chemikalien (normalerweise 7%iges Wasserstoffperoxid) in einen Raum eingespritzt werden. In der Praxis ist es schwierig, eine gleichmäßige Verteilung zu erreichen, bevor es zur Kondensation kommt.	Durch das schnellere Erreichen höherer Konzentrationen (mit 35%igem Wasserstoffperoxid) kann verdampftes Wasserstoffperoxid im Vergleich zur Aerosolisierung über denselben Zeitraum eine höhere Abtötungsrate (Reduzierung der Keimbelastung um sechs bis vierundzwanzig Log-Stufen) erzielen.
Umweltmessung	Aerosolisiertes Wasserstoffperoxid weist größere Tröpfchen und Kondensation auf, die von H ₂ O ₂ -Sensoren nicht genau gemessen werden können. Die H ₂ O ₂ -Sensoren liefern möglicherweise einen Messwert; die Genauigkeit ist jedoch gering, da sowohl kondensiertes als auch dampfförmiges Wasserstoffperoxid vorhanden ist.	Verdampftes Wasserstoffperoxid kondensiert nicht und kann mit handelsüblichen H ₂ O ₂ -Sensoren genau gemessen werden. Um einen ganzheitlichen Überblick über die Bedingungen im Gehäuse zu erhalten, werden auch die relative Luftfeuchtigkeit (RH) und die Temperatur gemessen.
Kostengünstige Chemie	Bei Aerosol- oder Vernebelungstechnologien wird eine Wasserstoffperoxidlösung mit niedriger Konzentration verwendet, die pro Liter die gleichen Kosten wie H ₂ O ₂ mit höherer Konzentration verursacht, jedoch mehr als die doppelte Menge an Wasser enthält. Kunden tragen letztendlich die Kosten für Wasserstoffperoxid, das größtenteils aus Wasser besteht.	Sowohl beim Vernebeln als auch beim Verdampfen ist die gleiche Wasserstoffperoxidkonzentration erforderlich, um die gewünschte Log-Reduktion zu erreichen. Dies bedeutet, dass mehr Chemikalien mit niedriger Konzentration erforderlich sind, um die gleiche Abtötungsrate zu erzielen. Daher ist es kostengünstiger, eine höhere Konzentration einer H₂O₂-Lösung zu verwenden.
Desinfektionsmittel im Vergleich zu Sterilisationsmittel	Einige der zum Vernebeln verwendeten Chemikalien sind bei der EPA nur als Desinfektionsmittel registriert und sind bei der Reduzierung der Keimbelastung durch Bakteriensporen weniger wirksam als Sterilisationsmittel.	Vaprox Wasserstoffperoxid ist ein bei der EPA registriertes Oberflächensterilisationsmittel (US-Umweltschutzbehörde: EPA-Nr. 58779-4). Es ist außerdem in der EU gemäß den BPR-Richtlinien der ECHA registriert. Zur Qualifizierung des Prozesses werden meist biologische 6-Log-Indikatoren verwendet.
Sicherheit	Während des Vorgangs sollte sich kein Personal im Raum aufhalten.	Während des Vorgangs sollte sich kein Personal im Raum aufhalten.

Referenzen

Kimura, T., Yahata, H., and Uchiyama, Y., Examination of Material Compatibilities with Ionized and Vaporized Hydrogen Peroxide Decontamination. Journal of the American Association for Laboratory Animal Science November 2020, Vol. 59 S. 703 – 711.

Feinstein, S., Klostermyer, J., Newbould, D., Warren, W., Vaporous Biodecontamination: A Matter of Efficacy. Reinraumtechnik Februar 2019.

VIER WICHTIGE ERKENNTNISSE

VHP unterscheidet sich in folgenden wichtigen Punkten vom Vernebeln:

- 1** Die VHP-Technologie unterscheidet sich erheblich von Vernebelungstechnologien mit Wasserstoffperoxid, die auf Aerosolisierung basieren.
- 2** VHP ist eine Trockentechnologie, die mit einer Vielzahl von Materialien kompatibel ist und sich für den Einsatz in Bereichen mit empfindlicher Elektronik eignet.
- 3** VHP ist wirksamer als die Aerosoltechnologie und sorgt bei höheren Konzentrationen für eine gleichmäßigere Verteilung.
- 4** Verdampftes Wasserstoffperoxid hat sich beim Einsatz in den Life Sciences zur sicheren Dekontamination von Räumen, Materialien und medizinischen Produkten weltweit bewährt. Dadurch ist die Technologie für den Einsatz bei der Patientenversorgung sicher.