

Feuchtemessungen in Biodekontaminationsanwendungen mit verdampftem Wasserstoffperoxid

Verdampftes Wasserstoffperoxid (VH_2O_2), ein gängiges Desinfektionsmittel in der Biowissenschaft, wird in zahlreichen Biodekontaminationsanwendungen eingesetzt, darunter Inkubatoren, Isolatoren, Reinnräume und Prozessleitungen.

VH_2O_2 hat viele Vorteile im Vergleich zu anderen üblicherweise verwendeten Sterilisationsmitteln wie Chlordioxid, Formaldehyd und Ethylenoxid. Es kann bei niedrigen Temperaturen eingesetzt werden und ist mit einer Vielzahl von Materialien kompatibel. Mithilfe einer präzisen Steuerung des Dekontaminationszyklus kann VH_2O_2 aufgrund seiner Fähigkeit, DNA, Proteine und Membranlipide zu oxidieren, das gesamte Spektrum biologischer Verunreinigungen zerstören. Ein weiterer Vorteil von Wasserstoffperoxid (H_2O_2) besteht darin, dass es sich in Wasser (H_2O) und Sauerstoff (O_2) zersetzt:



Sobald eine Biodekontamination sbelüftungsphase abgeschlossen ist, befinden sich keine toxischen Verbindungen mehr im Dekontaminationsbereich, und die Oberflächen sind frei von chemischen Rückständen.

Typischer VH_2O_2 -Biodekontaminationszyklus

Die Dekontaminationswirksamkeit von VH_2O_2 hängt von mehreren Faktoren ab, wie Konzentration von verdampftem H_2O_2 , Einwirkungsdauer, Gaszirkulation sowie Art der Organismen, die neutralisiert werden. Sobald alle Qualifizierungsschritte durchgeführt wurden und der

Biodekontaminationszyklus validiert wurde, kann die VH_2O_2 -Biodekontamination mit zufriedenstellenden Ergebnissen wiederholt werden.

Biodekontamination kann in vier separate Schritte unterteilt werden, von denen jeder sorgfältig gesteuert und überwacht werden muss:

1. Entfeuchtungsphase

Der zu dekontaminierende Bereich muss vor der Klimatisierungsphase entfeuchtet werden, da Wasserstoffperoxid Dampf mit Wasserdampf in die Umgebung injiziert wird. Wird keine Entfeuchtung durchgeführt, kann unerwünschte Kondensation auftreten.

2. Klimatisierungsphase

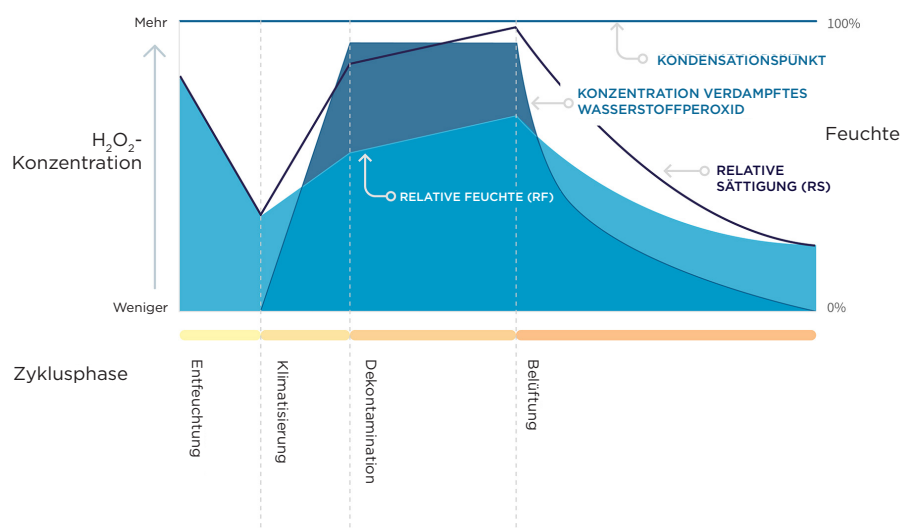
In dieser Phase werden die korrekten Bedingungen für die Dekontamination erreicht, und VH_2O_2 wird in die Umgebung injiziert.

3. Biodekontaminationsphase

Zielwerte hängen von der Anwendung ab, zum Beispiel H_2O_2 300 ... 1200 ppm, Feuchte 50 ... 100 %. Oberflächen und Mikroorganismen werden ausreichend lange von Wasserstoffperoxid Dampf ausgesetzt.

4. Belüftungsphase

H_2O_2 wird typischerweise mithilfe eines Katalysators in Wasserdampf und Sauerstoff katalysiert.



Relative Feuchte, relative Sättigung und VH_2O_2 -Konzentration

Wasser (H_2O) und Wasserstoffperoxid (H_2O_2) weisen beide eine ähnliche molekulare Struktur auf; beide wirken sich auf die Feuchte und den Sättigungspunkt der Luft aus. Die relative Feuchte (rF) gibt per Definition nur den Wasserdampfgehalt in der Luft im Verhältnis zur Temperatur an. In Luft, die reich an Wasserstoffperoxidampf ist, tritt Kondensation vor 100 % relativer Feuchte auf.

Die Kombination aus Wasserdampf und Wasserstoffperoxidampf bestimmt die relative Sättigung (rS). Relative Sättigung hängt von der Konzentration von Wasser- und Wasserstoffperoxidampf sowie von der Lufttemperatur ab. Je höher die Temperatur, desto mehr Wasser- und Wasserstoffperoxidampf kann von der Luft aufgenommen werden. Je niedriger der Feuchtegehalt, desto mehr H_2O - und H_2O_2 -Moleküle können vor der Kondensation zugesetzt werden.

Der Einsatz von Standardsensoren für relative Feuchte wird unter Bedingungen von verdampftem H_2O_2 nicht empfohlen, weil ihnen eine katalytische Schutzschicht fehlt, um die Wasserstoffperoxidmoleküle abzubauen. Wenn ein Feuchtesensor schädlichen Konzentrationen von Wasserstoffperoxid ausgesetzt wird, können Abweichungen bei der Messgenauigkeit auftreten. Das Ausmaß der Sensorabweichung hängt von der H_2O_2 -Konzentration und Einwirkungsdauer ab. Da Feuchtesensoren für Wasserdampf ausgelegt sind, führt Wasserstoffperoxid zu einer stärkeren Reaktion des Sensors. Dies bedeutet, dass die mit Messungen von normalen Feuchtesensoren berechnete relative Sättigung einen größeren Messfehler verursachen kann, insbesondere in höheren VH_2O_2 -Konzentrationen.

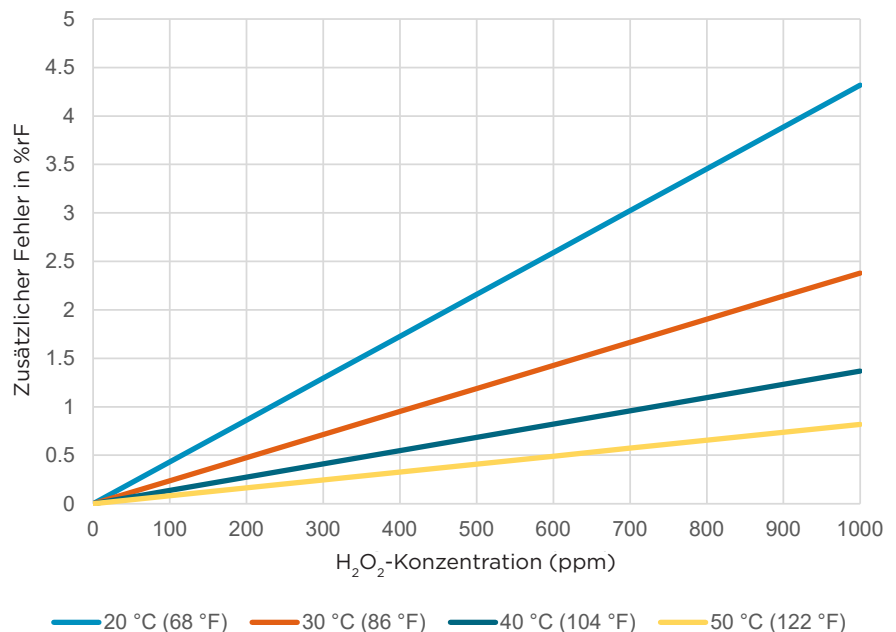
Alternativ kann ein Feuchtesensor mit einer katalytischen Schicht verwendet werden. Die katalytische Schicht bietet zusätzlichen Schutz für den Sensor, indem schädliches VH_2O_2 abgebaut wird. Dadurch misst der Sensor nur den relativen Feuchtegehalt und lässt den relativen Sättigungsgehalt unbeachtet. Erwähnenswert ist auch, dass VH_2O_2 zusätzliche Messfehler während der Biodekontamination verursachen kann. Ein Teil der katalysierten Feuchte wird weiterhin im Sensor gemessen, wodurch ein kleiner positiver Fehler auftritt. Das Ausmaß dieses Fehlers ist aufgrund von Faktoren wie Dampfinjektion, Strömungsgeschwindigkeit, Filtern und Temperatur etwas unkontrollierbar. Der durch VH_2O_2 verursachte Sensorfehler kann geschätzt werden, indem angenommen wird, dass der gesamte konvertierte VH_2O_2 -Gehalt im Sensor gemessen wird.

Zum Beispiel liegt der maximale Fehlereinfluss des katalytischen Filters bei +1 %rF bei 300 ppm VH_2O_2 oder +3 %rF bei 900 ppm VH_2O_2 (bei 23 °C).

Ein Feuchtesensor mit einer katalytischen Schicht eignet sich perfekt für Anwendungen, in denen Feuchtemessungen nicht unbedingt erforderlich sind, um den eigentlichen Biodekontaminationsprozess zu steuern, sondern stattdessen zur Steuerung der Feuchtebedingungen zwischen Reinigungszyklen eingesetzt werden.

Es gibt zusätzlich zu diesen Feuchtesensormerkmalen (nicht katalytisch und katalytisch) eine alternative Lösung, die beide Technologien kombiniert und so einen Mehrwert schafft. PEROXCAP®-Technologie von Vaisala umfasst beide Feuchtesensortypen. Diese Kombination der Feuchtesensoren – einen mit und einen ohne katalytische Schicht – überwindet die Einschränkungen einzelner Sensoren. PEROXCAP®-Sensoren, die in den Vaisala-Sonden der Baureihe HPP270 zum Einsatz kommen, können daher sowohl relative Feuchte und Sättigung als auch die VH_2O_2 -Konzentration genau messen.

rF-Messung mit einem katalytischen Feuchtesensor während der Biodekontamination



Sensorreinigung für verbesserte Stabilität

Durch VH_2O_2 verursachte Sensorabweichung hängt von verschiedenen Faktoren ab: H_2O_2 -Konzentration, Einwirkungsdauer, Menge an Wasserdampf und Lufttemperatur. Bei sporadischer Einwirkung liegt die empfohlene maximale VH_2O_2 -Bedingung für einen katalytischen Sensor ohne Sensorreinigung oder -heizung bei 400 ppm in nicht kondensierenden Umgebungen. In diesem Fall beträgt die empfohlene Gesamteinwirkungszeit zwischen den Sensorkalibrierungen 100 Stunden. Wenn eine höhere VH_2O_2 -Konzentration

erforderlich ist oder wenn häufige Dekontaminationszyklen zu erwarten sind, wird ein Sensor mit Sensorreinigungsfunktion empfohlen.

Die Sonden der Baureihe HPP270 umfassen standardmäßig Sensorheizung und -reinigung. Dank dieser Funktionen sind die Sonden eine ideale Lösung für VH_2O_2 -Biodekontaminationsanwendungen aufgrund der hohen Genauigkeit der PEROXCAP®-Doppelsensortechnologie. Sensorreinigung kann in mehreren Vaisala-Feuchtemessgeräten optional genutzt werden, wie den Messwertgebern der Baureihe HMT330, im Feuchtemodul HMM170 und in intelligenten HMP-

Sonden. Ein Feuchtesensor mit einer katalytischen Schicht profitiert von dieser Funktion, da die periodische Beheizung auch die Stabilität der katalytischen Schicht verbessert.

Wenn das Ziel des Biodekontaminationsprozesses darin besteht, einen nicht sichtbaren Kondensationsstatus zu erreichen, wird empfohlen, dass die Sonde mit einem Kombisensor für Sensorheizzyklen ausgestattet ist. Die HPP270-Sonden und Feuchtesonden mit Sensorreinigung sind für beide Prozessstypen geeignet: nicht kondensierende und kondensierende VH_2O_2 -Biodekontamination.

Empfehlung für:

Überwachung von Biodekontaminationsprozessen: Die HPP272-Sonde bietet eine zuverlässige Möglichkeit, relative Sättigung, relative Feuchte und Wasserstoffperoxidkonzentration während der Biodekontamination zu messen.

Feuchtemessung zwischen Reinigungszyklen: Die HPP272-Sonde mit PEROXCAP®-Sensor oder eine Feuchtemessung mit einem katalytischen HUMICAP®-Sensor und Sensorreinigungsfunktion bietet den besten Schutz gegen Einwirkung von Wasserstoffperoxid und die beste Leistung bei der Messung von relativer Feuchte zwischen Biodekontaminationsprozessen.



Zusammenfassung

Die Auswahl des richtigen Messverfahrens für eine VH_2O_2 -Anwendung ist vom Anwendungsfall abhängig. Es kann ausreichen, nur die relative Feuchte während der Entfeuchtung oder zwischen den Reinigungszyklen zu messen, wobei die Stabilität der Dampferzeugungsgeräte und andere Prozessfaktoren zu berücksichtigen sind. In einigen Anwendungen ist die Steuerung und Überwachung von VH_2O_2 erforderlich. In der folgenden Tabelle finden Sie eine vergleichende Aufstellung der Sensoren für relative Feuchte (HUMICAP®), der Sensoren für relative Feuchte mit katalytischer Schicht (CATALYTIC HUMICAP®) und der Kombination dieser beiden Sensoren in einer einzigen Sonde (PEROXCAP®).

	HUMICAP®	CATALYTIC HUMICAP®	PEROXCAP®
Beschreibung	Entwickelt, um rF in mehreren Anwendungen zu messen.	Entwickelt, um rF in einer Umgebung mit VH_2O_2 zu messen.	Entwickelt, um rF und VH_2O_2 ppm zu messen.
Messung relativer Feuchte (%rF) während Normalbetrieb	Nicht empfohlen. Genau aber nicht ideal für VH_2O_2 -Biodekontaminationszyklen.	Genauer relativer Feuchtwert.	Genauer relativer Feuchtwert.
Messung relativer Feuchte (%rF) während Biodekontamination	Nicht genau. VH_2O_2 kann Sensorabweichung verursachen.	Genau aber zusätzliches H_2O aus katalytischer Schicht kann zusätzlichen Fehler verursachen.	Genauer relativer Feuchtwert.
Messung relativer Sättigung (%rS) während Biodekontamination	Nicht empfohlen. H_2O_2 -Messwert ist höher als der tatsächliche Sättigungsgehalt.	Nicht empfohlen. H_2O_2 wird katalysiert, wodurch nur H_2O gemessen wird.	Genauer relativer Sättigungswert.
H_2O_2-Dampfmessung während Biodekontamination	Nicht verfügbar.	Nicht verfügbar.	Empfohlen. H_2O_2 -Dampf ppm wird mit dem von Vaisala entwickelten Algorithmus berechnet.
Langzeitbeständigkeit	Kondensierende VH_2O_2 -Umgebung führt zu übermäßiger Abweichung.	Beständig gegenüber VH_2O_2 in kondensierenden Umgebungen.	Beständig gegenüber VH_2O_2 in kondensierenden Umgebungen.
Sensorheizung und Sensorreinigung	Optionale Sensorreinigung bietet zusätzlichen Schutz gegen Kondensation.	Optionale Sensorreinigung bietet zusätzlichen Schutz gegen Kondensation.	Standardmerkmale in PEROXCAP®.
Empfohlene Produkte	<ul style="list-style-type: none"> • Intelligente Sonden HMPx • HMT330 • HMT360 • HMT120/130 • HMM100 • HMM170 • HMP110 	<ul style="list-style-type: none"> • Intelligente Sonden HMPx • HMT330 • HMP110 • HMM170 	<ul style="list-style-type: none"> • Sonden der Baureihe HPP270: <ul style="list-style-type: none"> o HPP271 (für H_2O_2 ppm) o HPP272 (für H_2O_2 ppm, %rF/rS, Temperatur, Taupunkt, Dampfdruck)

VAISALA

www.vaisala.com

Kontaktieren Sie uns unter www.vaisala.com/contactus



Scannen Sie den Code, um weitere Informationen zu erhalten.

Ref. B212110DE-A ©Vaisala 2020

Das vorliegende Material ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte hierfür liegen bei Vaisala und ihren jeweiligen Partnern. Alle Rechte vorbehalten. Alle Logos und/oder Produktnamen sind Markenzeichen von Vaisala oder ihrer jeweiligen Partner. Die Reproduktion, Übertragung, Weitergabe oder Speicherung von Informationen aus dieser Broschüre in jeglicher Form ist ohne schriftliche Zustimmung von Vaisala nicht gestattet. Alle Spezifikationen, einschließlich der technischen Daten, können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.