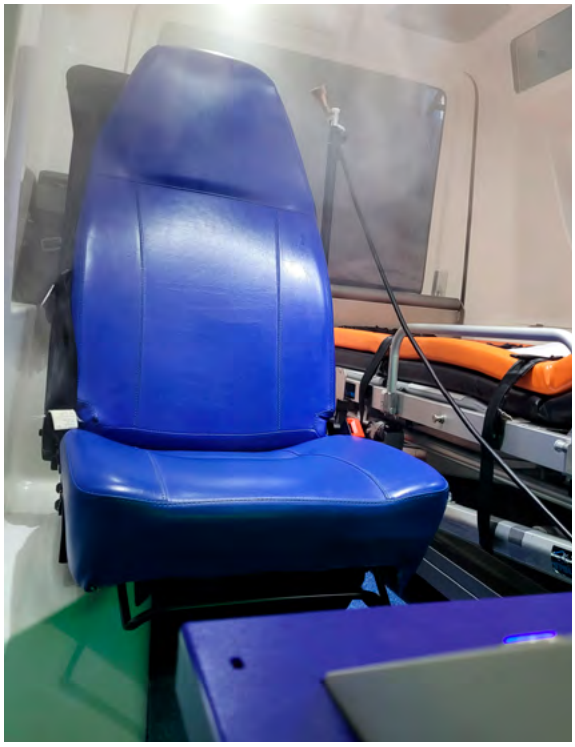

Abb. 1: Test einer aerogenen Desinfektion – sichtbarer Nebel im Fahrzeug

Abb. 2: Desinfektion eines KTW durch Verdampfen/Vernebeln (Innenansicht)

Teil 1

Die automatische Desinfektion von RTW: Welche Systeme kommen infrage?

Die Arbeitsbelastung im Rettungsdienst ist sehr hoch. Da ist es allzu verständlich, dass kontinuierlich nach Wegen gesucht wird, mit denen Routineaufgaben vereinfacht oder automatisiert werden können. Eine dieser Routineaufgaben ist die regelmäßige – turnusmäßige oder anlassbezogene – Desinfektion des patientennahen Bereiches bzw. des gesamten RTW. Diese bisher noch manuelle Aufgabe ist zeitaufwendig und kann selbst bei größter Sorgfalt niemals die Ergebnisse eines optimierten automatischen Desinfektionsprozesses erreichen. Somit kommt im Rettungsdienst immer häufiger die Frage auf, ob es geeignete Desinfektionssysteme gibt, mit denen der manuelle Aufwand minimiert und idealerweise stets valide Desinfektionsergebnisse erzielt werden können.

Autoren:

Dipl.-Ing. Uwe Karmrodt
staatl. geprüfter Desinfektor, beratender Ingenieur
Geschäftsführer von Airdis-Consult
Gartenstraße 22
99986 Vogtei OT Oberdorla
u.karmrodt@airdis-consult.de

Peter Lorenz, B. Sc.
Notfallsanitäter, Fachdozent und Instruktor
Redaktion RETTUNGSDIENST
peter-lorenz@gmx.de

KRINKO-Empfehlungen

Bereits seit einigen Jahren bieten verschiedene Hersteller Desinfektionsgeräte an, die nach eigenen Angaben auch für die Desinfektion von RTW geeignet sind. Von Rettungswachen, die bereits Erfahrungen mit dem Einsatz solcher Desinfektionssysteme gesammelt haben, kommen jedoch sehr unterschiedliche Rückmeldungen. Diese reichen von „perfekt“ bis „völlig ungeeignet“. Es ist also an der Zeit, eine objektive Bestandsaufnahme vorzunehmen und näher zu untersuchen, ob und welche Technologien als Desinfektionssysteme für RTW geeignet sind und welche Auswahlkriterien sowie Überprüfungen infrage kommen, wenn die Anschaffung von Desinfektionsgeräten erwogen wird.

Die hygienische Aufbereitung von Rettungswagen ist durchaus vergleichbar mit der Aufbereitung von nicht-kritischen Medizinprodukten. Auch im RTW werden Medizinprodukte eingesetzt, die der hygienischen Aufbereitung bedürfen. In der im Jahr 2022 neu erschienenen Normerweiterung EN 17664 Teil 2 (1), die explizit für nicht-kritische Medizinprodukte verfasst wurde, werden die Hersteller von wiederaufbereitbaren Medizinprodukten verpflichtet, mindestens einen validierten Prozess für die Aufbereitung ihres Produktes vorzugeben. Die KRINKO-Empfehlung zu den Hygie-

neanforderungen bei der Aufbereitung von Medizinprodukten (2) konkretisiert: „Bei Reinigungs- und Desinfektionsverfahren sind insbesondere maschinelle Verfahren validierbar und vorrangig anzuwenden." Die aktuelle KRINKO-Empfehlung geht erstmalig auch auf die aerogene Desinfektion von Flächen (3) mit Wasserstoffperoxid ein und stuft sie zumindest als sinnvolle Ergänzung der manuellen Desinfektion bzw. als Mittel der Wahl bei nicht beherrschbaren Keimausbrüchen ein. Das Ziel, auch im RTW geeignete maschinelle Desinfektionsverfahren einzusetzen, hat daher oberste Priorität.

Welche Wirkstoffe sind geeignet?

Formaldehyd (FA)

Unter Raumdesinfektionen im Sinne der Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) sind Verfahren zu verstehen, bei denen Formaldehyd gasförmig oder aus einer wässrigen Lösung in Form schwebfähiger Flüssigkeitstropfen zum Zweck der Desinfektion sämtlicher Flächen in einem umschlossenen Raum ausgebracht wird (1). Da sich hier einige praxisrelevante Hürden für den Rettungsdienst ergeben, haben sich die Autoren darauf verständigt, in diesem Artikel nicht auf die Vernebelung bzw. Verdampfung von Formaldehyd einzugehen. Kosten und Gefahren stehen nach Meinung der Verfasser in keiner Relation zum Nutzen.

Wasserstoffperoxid (H_2O_2)

Aufgrund der breitbandigen mikrobiologischen Wirksamkeit, der beherrschbaren Korrosivität und des rückstandslosen Zerfalls in Wasser und Sauerstoff wird für automatische Desinfektionssysteme sehr häufig Wasserstoffperoxid (H_2O_2) mit Konzentrationen von 5 bis 35 % erfolgreich eingesetzt. Gemäß den TRGS sowie zur Beherrschung der Korrosionswirkung sind für die Zielanwendung im RTW Wirkstoffkonzentrationen bis maximal 7,9 % zu empfehlen. Einige Hersteller setzen dem Wasserstoffperoxid noch Silbersalze als Stabilisatoren und/oder zweiten Wirkstoff zu. Bisher konnten jedoch keine messbaren Unterschiede zwischen gleichkonzentrierten Wirkstoffen mit und ohne Silbersalze festgestellt werden.

Hypochlorige Säuren

Als Alternative zu Wasserstoffperoxid testen einige Anbieter Wirkstoffe auf Basis hypochloriger Säuren. Ihre breitbandige Desinfektionswirkung ist seit langer Zeit bekannt und unbestritten, jedoch ist die Datenlage zu Langzeitstabilität, Korrosivität und dem Verbleib von Reaktionsendprodukten (Kochsalz) auf Oberflächen derzeit nicht ausreichend. Auch liegen aktuell noch keine ausreichenden Erkenntnisse zur Wirksamkeit auf Oberflächen bei aerogener Übertragung vor. Somit ist derzeit nicht einzuschätzen, ob diese Produkte zukünftig im medizinischen Umfeld eine Alternative zum Wasserstoffperoxid darstellen können.

Welche Desinfektionstechnologien werden aktuell angeboten?

Bei einem automatischen Desinfektionsprozess in Räumen ist es grundsätzlich notwendig, den Wirkstoff von der Emissionsquelle über den Träger Raumluft auf alle relevanten Oberflächen des Raumes zu transportieren. Dabei muss sichergestellt werden, dass auf allen Oberflächen die für eine normgerechte Desinfektion ausreichende Menge Wirkstoff ankommt. Es klingt kompliziert – und das ist es auch. Wäre es einfach, dann wäre die Technologie bereits seit Jahrzehnten im Einsatz.

Eine Luftübertragung von Wirkstoffen ist technisch aktuell nur möglich, wenn die Wirksubstanz in Form von Gas, Dampf oder feinem Nebel erzeugt wird und entweder mit technischen Hilfsmitteln oder aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten den Weg zu allen Oberflächen findet. Aufgrund der höchsten Verbreitung von Wasserstoffperoxid als Desinfektionssubstanz für luftübertragene Desinfektion (aerogene Desinfektion) beruhen die folgenden Ausführungen vordergründig auf diesem Wirkstoff.

Im Gegensatz zur bekannten Sprühdesinfektion mit Sprühflaschen oder -düsen, die den Wirkstoff mehr oder weniger gleichmäßig in flüssiger Form direkt auf die Oberflächen transportiert, ist das Ziel der aerogenen Desinfektion, freie Wasserstoff-

Abb. 3: Weiterleitung des Desinfektionsmittels via Schlauchsystem in den Frontbereich

Abb. 4: Desinfektion eines KTW durch Verdampfen/Vernebeln

peroxidtröpfchen (ohne Wasseranteil) in so hoher Anzahl zu erzeugen, dass diese auf den Raumoberflächen eine keimreduzierende Wirkung entwickeln, ohne sichtbare Feuchtigkeit auf die Oberfläche zu bringen.

Viele Hersteller sprechen in diesem Zusammenhang von trockenen Verfahren oder auch von Trockendampf bzw. Trockennebel. In Anbetracht des Umstandes, dass die Wirkstoffe zu 65 – 95 % aus Wasser bestehen, kann sich diese Aussage nicht auf den Dampf oder Nebel beziehen, sondern soll zum Ausdruck bringen, dass die Oberflächendesinfektion ohne Erzeugung von sichtbarer Feuchtigkeit bzw. Kondensation auf den Oberflächen stattfindet. Eine genauere Beschreibung des Desinfektionsvorgangs erfolgt in einem späteren Abschnitt.

Verdampfung

Eine seit Jahrzehnten etablierte und häufig eingesetzte Ausbringtechnologie ist die Erzeugung von gasförmigem Wasserstoffperoxid, indem meist 35 %iges Wasserstoffperoxid in einen stark erhitzten Luftstrom (ca. 120 °C) injiziert oder auf ein hoch erhitztes Metallplättchen in einen Luftstrom aufgebracht wird. Aufgrund der hohen Temperatur vollziehen die beiden Bestandteile des Wirkstoffes einen sofortigen Aggregatsprung in den gasförmigen Zustand und trennen sich voneinander. Beim Eintritt der beiden Gase in den Raum kondensieren diese wieder und bilden feinste Tröpfchen. Da sich beim beschriebenen Vorgang Wasser und Wasserstoffperoxid trennen, wird der Anteil des freien – also nicht in Wasser gelösten – Wasserstoffperoxids in der Raumluft stetig erhöht und erreicht bei dieser Technik messbare Raumluftkonzentrationen von ca. 150 bis über 1.000 ppm.

Weil erhitzte Luft aus physikalisch bekannten Gründen nach oben steigt und in größeren Räumen eine Art Schwadenbildung (ähnlich Nebelschwaden) stattfindet, benötigt diese Form der Ausbringung zusätzliche Gerätetechnik (z. B. Ventilatoren) zur gleichmäßigen Verteilung des Wirkstoffs im Raum. Die durch Kondensation entstehenden Wasserstoffperoxidtröpfchen haben eine Größe zwischen ca. 5 und 8 µm und sind somit sehr gut und über längere Zeiträume schwebfähig. Diese Technologie wird seit vielen Jahren erfolgreich in der Pharmaindustrie und in Laboren der biologischen Schutzstufen 3 und 4 eingesetzt. Aufgrund der aufwendigen Gaserzeugung sind diese Geräte kostenintensiv und von ihrer großen Bauform nur begrenzt für den Einsatz in RTW geeignet. Dieses Verfahren ist aktuell auch das einzige, das es erlaubt, freies Wasserstoffperoxid direkt in große Volumina einzubringen.

Alle im Weiteren beschriebenen Technologien erzeugen im ersten Schritt feinen bis hochfeinen Wirkstoffnebel, der im Moment seiner Erzeugung noch aus Tröpfchen des Wirkstoffgemisches (Wasser und Wasserstoffperoxid) besteht.

Vernebelung

Düsenvernebelung

Die am weitesten verbreitete Ausbringtechnik ist die Düsenzerstäubung. Der Nebel wird durch hohen Druck beim Durchlaufen der feinen Düsenöffnung erzeugt und die entstehenden Tröpfchen

haben (modellabhängig) eine vergleichsweise hohe Bandbreite in ihrer Größenverteilung. Die meisten Hersteller geben Tröpfchengrößen zwischen 1 und 20 µm an. Eine Weiterentwicklung dieser Technologie kommt aus den USA. Bei diesen Geräten wird der Wirkstoff von der Düse durch einen Lichtbogen (Plasmabogen) geblasen. Dabei werden freie Hydroxyl-Radikale (OH-Radikale; Molekül aus Wasserstoff- und Sauerstoffatom) erzeugt, die die Wirkung des Wasserstoffperoxids signifikant verbessern und zu vergleichsweise kurzen Einwirkzeiten führen. Im Unterschied zur Düsentechnologie ohne Lichtbogen liegen die Anschaffungskosten jedoch deutlich höher.

Vernebelung mittels Turbinentechnologie

Ebenfalls häufig eingesetzt wird die Turbinentechnologie. Hierbei wird mithilfe einer Turbine ein starker Luftstrom erzeugt. Im Strömungskanal ist ein Röhrchen mit Öffnung in Richtung Austrittsöffnung platziert, das mit dem Wirkstofftank verbunden ist. Durch den Luftstrom wird ein Unterdruck erzeugt (Injektorprinzip) und der Wirkstoff dadurch aus dem Tank gesaugt. So gelangt dieser in den Luftstrom. Bei einzelnen Modellen wird der Wirkstoff auch mit einer Düse in den Luftkanal eingebracht. Im Ergebnis entstehen nach Herstellerangaben Tröpfchen mit einem Durchmesser von 1 bis 10 µm.

Vernebelung durch Ultraschall

Eine weitere aktuell angebotene Ausbringtechnik ist die Ultraschallzerstäubung. Dabei werden auf Basis eines mit sehr hoher Frequenz schwingenden Piezo-Elements unterhalb der Flüssigkeitsoberfläche ultrafeine Tröpfchen erzeugt. Der hochfeine Wirkstoffnebel wird mit einem leichten Luftstrom aus dem Gerät herausgetragen. Diese Technologie wird bereits seit Jahrzehnten erfolgreich zur Vernebelung von Medikamenten eingesetzt, weil die erzeugten Tröpfchen sehr fein und damit lungengängig sind. Die Standardtechnologien erzeugen Tröpfchengrößen zwischen ca. 0,1 und 5 µm und sind somit aktuell die kleinsten technisch herstellbaren Tröpfchen.

Vernebelung mit Spinning Disk

Der Vollständigkeit halber soll an dieser Stelle noch auf die Spinning-Disk-Technologie verwiesen werden, die ebenfalls zur Erzeugung von feinsten Wirkstofftröpfchen eingesetzt wird. Bei diesen Geräten wird auf eine kleine, sich sehr schnell drehende Metallscheibe ein Wirkstofffilm aufgebracht, der aufgrund der Fliehkraft am Rand der Scheibe in

Wir haben für dich geforscht, weiterentwickelt und geprüft! Mit dem Ergebnis: E-Mobilität der Marke WAS bedeutet leistungsstarke Technik, auf die sich das Rettungswesen verlassen kann. Und wird nach vielen erfolgreich getesteten E-Ambulanzen und wachsenden europaweiten Nachfragen nach einem Einsatz im Regelrettungsdienst nun in Serienproduktion hergestellt.

Begeisterung in Serie: Die WAS E-Ambulanz

- dynamische Fahreigenschaften
- perfekt für innerstädtische Einsätze
- kurze Ladezeiten
- nicht brennbare Batterietechnik
- zulässiges Gesamtgewicht von 5,5 t
- motorunabhängige Stromversorgung der medizinischen Ausstattung

www.was-vehicles.com/e-rtw

Wietmarscher Ambulanz- und Sonderfahrzeug GmbH | info@was-vehicles.com | www.was-vehicles.com

WAS®
Making vehicles special

Tab. 1: Vernebelungstechnik und Größe der Wirkstofftröpfchen

Verfahren/Technik	Größe der Wirkstofftröpfchen (laut Hersteller)
Verdampfung	5 – 8 µm (ca. 150 bis über 1.000 ppm)
Vernebelung	zwischen 1 und 20 µm
Vernebelung mit Ultraschall	ca. 0,1 und 5 µm
Spinning-Disk-Technologie	< 10 µm

Tröpfchenform abreißt und über einen Luftstrom in den Raum eingebracht wird. Nach Herstellerangaben liegen hier die Tröpfchengrößen unter 10 µm.

Wie funktioniert aerogene Desinfektion eigentlich?

Die genauen Zusammenhänge sind noch nicht bis ins Detail erforscht. Nachfolgend wird der aktuelle Erkenntnisstand erläutert. Grundsätzlich besteht der Vorgang der aerogenen Desinfektion aus drei Grundschritten.

Schritt 1: Erzeugung luftübertragbarer, lange schwebfähiger Wirkstofftröpfchen

Mithilfe der zuvor beschriebenen Ausbringtechniken werden entweder bereits freie Wasserstoffperoxidtröpfchen erzeugt oder es entstehen Tröpfchen aus dem ausgebrachten Wirkstoffgemisch. Damit überhaupt die Möglichkeit besteht, alle Oberflächen eines Raumes zu erreichen, müssen die Tröpfchen so groß bzw. klein sein, dass sie möglichst lange schwebfähig sind. Die Schwebfähigkeit kann nach dem Stokes'schen Gesetz berechnet werden. Grundsätzlich ist jedoch festzustellen, dass Tröpfchen mit einem Durchmesser von mehr als 15 µm aufgrund der Erdanziehung eine nur sehr geringe Schwebfähigkeit besitzen und sehr schnell zu Boden sinken. Wenn in Wurfrichtung der Ausbringtechnik Feuchtigkeit auf dem Fußboden erkennbar ist, dann erzeugt diese Technologie eindeutig – zumindest anteilig – zu große Tropfen. Der Wirkstoff am Boden steht dann nicht mehr für die Desinfektion der anderen Raumoberflächen zur Verfügung. Tröpfchen mit einem Durchmesser zwischen 5 und 10 µm haben bereits eine Schwebfähigkeit im Minuten- bis einstelligen Stundenbereich und sind damit für die aerogene Desinfektion grundsätzlich geeignet. Unter 5 µm wirkt sich die Gravitation nur noch marginal aus, und die Tröpfchen haben eine Schwebfähigkeit von mehreren Stunden.

Eine hohe Schwebfähigkeit der Tröpfchen ist grundsätzlich erforderlich, um sicherzustellen, dass der Wirkstoff überhaupt sämtliche Oberflächen des Raumes luftübertragen erreichen kann. Offen bleibt jedoch ein Umstand, der für den Desinfektionserfolg mindestens genauso wichtig ist: Wie eingangs erwähnt, erfordert der aerogene Desinfektionsvorgang, dass das Wasserstoffperoxid in freier Form zur Verfügung steht, also vom Wasseranteil des Wirkstoffgemisches gelöst. Dies ist möglich, da bei länger schwebenden Tröpfchen der Wasseranteil in die Luftfeuchtigkeit übergeht und so reine Wasserstoffperoxidtröpfchen zurückbleiben. Erst diese freigesetzte Wirksubstanz ist in der Lage, eine ausreichende Keimreduktion auf den Oberflächen herbeizuführen. Dabei gilt: Je kleiner die einzelnen Tröpfchen sind und je geringer die relative Luftfeuchte im Raum ist, desto schneller verläuft die Freisetzung der Wirksubstanz.

Schritt 2: Transport des Wirkstoffes zu den Raumoberflächen

Abhängig von der Art der Nebelerzeugung entsteht während der Ausbringung eine technisch bedingte Luftbewegung im Raum, die bereits für eine grobe Verteilung des Wirkstoffes sorgt. Bei Technologien, die den Wirkstoff mit einer Temperatur ausbringen, die über der Raumtemperatur liegt, sind zur Verteilung im Raum häufig noch Verteilerdüsen oder Ventilatoren als physische Hilfsmittel erforderlich. Ausbringsysteme, die sehr feine Tröpfchen mit Raumtemperatur erzeugen, benötigen keine Hilfsmittel für die gleichmäßige Verteilung des Wirkstoffes im Raum, weil hochfeiner Nebel (< 5 µm) ein ähnliches Verhalten zeigt wie ein Gas. Dies verteilt sich bei Einbringung in einen Raum aufgrund des Partialdruckausgleiches sehr schnell gleichmäßig. Je feiner die Wirkstofftröpfchen sind, umso mehr ähnelt das Verhalten des Nebels dem eines Gases. Durch die permanente Erzeugung des Nebels über einen bestimmten Zeitraum wird in der gesamten Raumluft – und somit auch in der Nähe aller Oberflächen – ein „Überangebot" an Wirkstoff geschaffen, mit dem die notwendige Ausgangswirkkonzentration erzeugt wird.

Schritt 3: Desinfektionsvorgang auf den Raumoberflächen

Die Mechanismen der Keimabtötung bzw. Inaktivierung durch Wasserstoffperoxid sind hinlänglich bekannt und werden an dieser Stelle nicht weiter thematisiert. Interessanter ist der Umstand, wie der Wirkstoff auf alle Oberflächen des Raumes und insbesondere an Unterschneidungsflächen (z. B. Tischplattenunterseite, Schubfach Innenraum) gelangt. Hier werden aktuell drei Mechanismen angenommen, die meist gleichzeitig wirken bzw. sich ergänzen.

Alle Oberflächen, die sich waagerecht oder schräg im Raum befinden und von oben erreichbar sind, werden vornehmlich durch Absetzbewegungen der

Tröpfchen aufgrund der noch gering wirkenden Gravitation erreicht. Dadurch sind die Flächen dieser Ausrichtung für fast alle Ausbringtechnologien sehr gut erreichbar und die Reduktionsergebnisse häufig ausreichend. Oberflächen, die zum Boden zeigen oder sich in Hohlräumen wie Schubfächern oder Schränken befinden, sind über den vorbeschriebenen Vorgang nicht erreichbar.

Es ist wissenschaftlich nachgewiesen, dass alle Oberflächen eines Raumes einen Wasserfilm aufweisen, wenngleich dieser teilweise nur monolagig ist. Die Dicke dieses Films hängt vom Material, der Temperatur und der vorhandenen Luftfeuchte ab und entsteht durch die Adhäsionskräfte (Anziehungs-/Anhaftkräfte) der Oberflächenmaterialien.

Es wird angenommen, dass die Adhäsionskräfte der Oberflächen auch Wirkstofftröpfchen anziehen und auf den Oberflächen eine so hohe Wirkstoffkonzentration entsteht, dass eine ausreichende Desinfektionswirkung erreicht werden kann. Parallel dazu ist davon auszugehen, dass die im Überfluss vorhandenen Wirkstofftröpfchen aufgrund ihrer permanent vorhandenen Eigenbewegung in der Raumluft auch zufällig auf die Oberflächen aufprallen. Dieser Vorgang findet auf allen Oberflächen statt und ist umso stärker, je höher das Angebot an Tröpfchen und je feiner der Wirkstoffnebel ist.

Bei gleicher Wirkstoffmenge im Raum vergrößert sich das Wirkvolumen mit sinkenden Tröpfchengrößen. Je mehr und je kleiner also die Wirkstofftröpfchen sind, desto mehr davon unterliegen den beiden zuletzt beschriebenen Abläufen und leisten somit ihren Anteil am Desinfektionsergebnis. Technologievergleichstests lassen darauf schließen, dass hinsichtlich der Schnelligkeit der Keimreduktion Technologien von Vorteil sind, die den Wirkstoffnebel bzw. -dampf möglichst wenig bewegen, die also ohne Ventilatoren o. Ä. eine gute Raumverteilung erreichen können. Die Annahme für diesen Effekt ist, dass die zugeführte kinetische Energie meist deutlich höher ist als die Adhäsionskräfte der Oberflächen und somit der Anziehungsvorgang des Wirkstoffes auf die Oberflächen eingeschränkt wird.

Welchen Einfluss haben die klimatischen Umgebungsbedingungen auf den Desinfektionserfolg?

Aerogene Desinfektion mit Wasserstoffperoxid ist – das sollte deutlich geworden sein – alles andere als trivial. Über die erläuterten Abläufe und Bedingungen haben zusätzlich noch die Umgebungsbedingungen wie relative Luftfeuchte und Temperatur einen erheblichen Einfluss auf das Desinfektionsergebnis. Bei einer hohen Luftfeuchte wird wesentlich schneller eine so hohe Sättigung erreicht, sodass mit Kondensation zu rechnen ist. Soll Kondensation vermieden werden, so kann es unter ungünstigen Bedingungen sein, dass nicht genügend Wirkstoff ausgebracht werden kann, um eine ausreichende Keimreduktion zu erreichen. Niedrige Temperaturen gehen unter Praxisbedingungen ebenfalls mit einer hohen relativen Luftfeuchte einher. Nicht nur, dass bei hoher Luftfeuchte leicht Kondensation auf Oberflächen entstehen kann, auch die Freisetzung des für die Desinfektionswirkung erforderlichen freien Wasserstoffperoxids aus den Wirkstofftropfen wird begrenzt, da die gesättigte Luft kein Wasser mehr aufnehmen kann. Zusätzlich verlangsamen sich viele physikalisch-chemischen Vorgänge, was eine Verlängerung der Einwirkzeiten zur Folge hat.

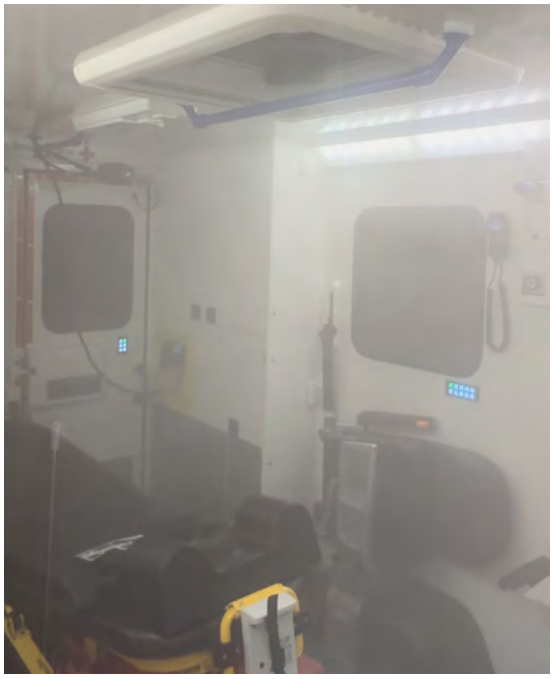

Abb. 5: Desinfektion eines RTW mit gut verteiltem Nebel

Abb. 6: Vorrichtung zum Ausbringen des Dampfes/Nebels

Daraus lässt sich leicht ableiten, dass nur unter begrenzten Bedingungen und nur bei Berücksichtigung der klimatischen Umgebungsparameter validierbare Desinfektionsergebnisse möglich sind.

Gibt es noch weitere Einflussfaktoren für eine erfolgreiche Oberflächendesinfektion?

Auch bestimmte Mikroorganismen stellen an die Desinfektionssysteme besondere Ansprüche. Insbesondere bei vegetativen Bakterien gibt es Spezies, die bereits seit Jahrtausenden Schutzmechanismen gegen Wasserstoffperoxid entwickelt haben. Diese Bakterien können eine Hülle aus Katalase erzeugen. Diese katalysiert Wasserstoffperoxid in Wasser und Sauerstoff und schützt somit den eingehüllten Mikroorganismus. Zwar wird auch die Katalase dabei abgebaut, aber solange das Bakterium Katalase nachproduzieren kann, ist es geschützt. Der bekannteste Vertreter dieser Gattung ist der *S. aureus*, der deshalb auch einer der Prüfkeime für die relevante Prüfnorm ist.

Um den Schutzmechanismus der Bakterien überwinden zu können, muss ein Desinfektionssystem dafür sorgen, dass auch zu dem Zeitpunkt, an dem keine Katalase mehr gebildet werden kann, noch eine zur Abtötung ausreichende Menge an Wirkstoff in der Raumluft zur Verfügung steht. Dies kann ein Desinfektionsvorgang entweder durch eine sehr hohe Wirkstoffkonzentration erreichen, sodass trotz des natürlichen Zerfalls auch zum Ende der Einwirkzeit eine ausreichende Konzentration vorhanden ist, oder das Gerät erhält die Wirkkonzentration im Raum durch kontinuierliche Ausbringung aufrecht.

Zwischenfazit für den Einsatz aerogener Desinfektionstechnologien

Es gilt festzuhalten, dass diejenigen Ausbringtechnologien einen Vorteil haben, die …

- möglichst kleine Tröpfchen erzeugen,
- kontinuierlich über die gesamte Einwirkzeit Wirkstoff ausbringen,
- keine Kondensation erzeugen und
- die Umgebungsbedingungen regulativ berücksichtigen, insbesondere die Raumluftfeuchte und Temperatur.

Eine gewisse Skepsis sollte gegenüber Angeboten bestehen, die vorgeben, einen Raum aufgrund der vorzugebenden Größe oder Ausbringmenge desinfizieren zu können und alle anderen Einflussfaktoren ignorieren.

Interessenkonflikte:
Die Autoren erklären, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Literatur:

1. ISO (2021) ISO 17664-2 (2021) Processing of Health Care Products – Information to Be Provided by the Medical Device Manufacturer for the Processing of Medical Devices –Part 2: Non-Critical Medical Devices. www.iso.org/standard/74152.html (Abruf: 22. Juni 2023).
2. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2010) Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten – Empfehlung der KRINKO beim Robert Koch Institut (RKI) und des Bundesinstitutes für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) Bundesgesundheitsblatt (55): 1244-1310. www.rki.de/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/Kommission/Downloads/Medprod_Rili_2012.pdf?__blob=publicationFile (Abruf: 22. Juni 2023).
3. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2013) Technische Regel für Gefahrstoffe 522 – Raumdesinfektionen mit Formaldehyd. www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-522.html (Abruf: 22. Juni 2023)
4. NN (2019) 7-Log-Stufen und Filtervalidierung gemäß ASTM F838-15a. www.aqua-free.com/de/magazin/7-log-stufen-und-filtervalidierung-gemaess-astm-f838-15a (Abruf: 30. Juni 2023).
5. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2022) Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen. Bundesgesundheitsblatt (65): 1074-1115. DOI: 10.1007/s00103-022-03576-1.
6. Reichenbacher D, Thanheiser M, Krüger D (2010) Aktueller Stand zur Raumdekontamination mit gasförmigem Wasserstoffperoxid. Hyg Med 35 (6) 204-208. https://edoc.rki.de/bitstream/handle/176904/991/24ZgVyUGB3NE.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Abruf: 22. Juni 2023).
7. DIN EN 17272 (2020) Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Verfahren zur luftübertragenen Raumdesinfektion durch automatisierte Verfahren – Bestimmung der bakteriziden, mykobakteriziden, sporiziden, fungiziden, levuroziden, viruziden, tuberkuloziden und Phagen-Wirksamkeit. Deutsche Fassung EN 17272:2020-06.

Die Autoren

Dipl.-Ing. Uwe Karmrodt
befasst sich seit fast zehn Jahren mit aerogener Desinfektion von Raumoberflächen und Raumluft. Nach seinem Studium der industriellen Elektrotechnik und Elektronik an der FH Eisleben war er in der technischen Entwicklung und im Vertrieb tätig. Während seines Engagements für einen Hersteller von aerogenen Desinfektionssystemen arbeitete er mit Prüflaboren und Behörden zusammen und begleitete u. a. die erste erfolgreich durchgeführte Prüfung eines Desinfektionssystems nach der neuen EU-Norm EN 17272. Seit September 2022 ist der staatlich geprüfte Desinfektor als beratender Ingenieur für Hersteller, Anwender und Behörden tätig und unterstützt Entwicklungs- und Entscheidungsprozesse sowie die Entwicklung und Durchführung von Wirksamkeits- und Normtests.

Peter Lorenz, B. Sc.
ist seit vielen Jahren in der präklinischen Akut- und Notfallmedizin als Notfallsanitäter tätig. Er studierte an der Dresden International University (DIU) „Management für Gesundheitsfachberufe“. Als begeisterter Notfallmediziner ist er als Fachdozent in verschiedenen Bildungseinrichtungen sowie Instruktor von nationalen und internationalen Kursformaten eingesetzt.