Dies ist eine maschinelle Übersetzung von SVLW (ohne Referenzen und Bibliographie). Bitte offizielle Version in Englisch beachten.

ASHRAE-Positions Dokument zu infektiösen Aerosolen

Genehmigt vom ASHRAE-Verwaltungsrat 14. April 2020

Läuft am 14. April 2023 ab

© 2020 ASHRAE

1791 Tullie Circle, NE - Atlanta, Georgia 30329-2305 404-636-8400 - Fax: 404-321-5478 - www.ashrae.org

AUSSCHUSS-LISTEN

Das ASHRAE-Positionsdokument zu infektiösen Aerosolen wurde vom Environmental Health Position Document Committee der Gesellschaft entwickelt, das am 24. April 2017 unter dem Vorsitz von Erica Stewart gegründet wurde.

Erica J. Stewart Kaiser Permanente Pasadena, CA, USA

Kenneth Mead

Nationales Institut für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz Cincinnati, OH, USA

Russell N. Olmsted Trinity Health Livonia, MI, USA

Jovan Pantelic

Universität von Kalifornien in Berkeley Berkeley, CA, USA

Lawrence J. Schoen Schoen Engineering Inc. Kolumbien, MD, USA

Chandra Sekhar

Nationale Universität Singapur Singapur Singapur, Singapur

Walter Vernon

Mazzetti

San Francisco, Kalifornien, USA

Ehemalige Mitglieder und Beitragszahler:

Yuguo Li

Die Universität von Hongkong Hongkong, China

Zuraimi M. Sultan

Berkeley Education Alliance for Research in Singapore (BEARS) Ltd.

Singapur, Singapur

Die Vorsitzenden des Ausschusses für Umweltgesundheit waren ebenfalls von Amts wegen Mitglieder.

Wade Conlan

Ausschuss für Umweltgesundheit Hanson Professional Services Maitland, FL, US

ASHRAE ist ein eingetragenes Warenzeichen im U.S. Patent and Trademark Office, das der American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. gehört.

© 2020 ASHRAE (www.ashrae.org). Nur für den persönlichen Gebrauch. Eine zusätzliche Reproduktion, Verteilung oder Übertragung in gedruckter oder digitaler Form ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ASHRAE nicht gestattet.

GESCHICHTE DER REVISIONS-/BESTÄTIGUNGS-/RÜCKZUGSDATEN

Im Folgenden werden die Revisions-, Bestätigungs- und Rückzugsdaten dieses Dokuments zusammengefasst:
24.6.2009-DER VERWALTUNGSRAT billigt Positionsdokument mit dem Titel *Infektionskrankheiten in der Luft*
25.12.2012-Technologierat billigt die Bestätigung des Positionsdokuments mit dem Titel

Luftübertragene Infektionskrankheiten

19.1/19/2014-BSB genehmigt revidiertes Positionsdokument mit dem Titel *Infektionskrankheiten durch die Luft*

31.1.2011/2017-Technologierat billigt erneute Bestätigung des Positionsdokuments mit dem Titel

Luftübertragene Infektionskrankheiten

2/5/2020-Technologierat billigt Bestätigung des Positionsdokuments mit dem Titel *Luftübertragene Infektionskrankheiten*

14.4.2020-BSB billigt revidiertes Positionsdokument mit dem Titel "*Infektiöse Aerosole*

Hinweis: Der Technologierat von ASHRAE und der zuständige Ausschuss empfehlen alle 30 Monate eine Überarbeitung, Bestätigung oder Rücknahme.

Hinweis: ASHRAE-Positionsdokumente werden vom Vorstand genehmigt und drücken die Ansichten der Gesellschaft zu einem bestimmten Thema aus. Zweck dieser Dokumente ist es, Personen, die sich für Fragen innerhalb der Fachkompetenz von ASHRAE interessieren, objektive, massgebliche Hintergrundinformationen zur Verfügung zu stellen, insbesondere in Bereichen, in denen solche Informationen bei der Ausarbeitung einer soliden öffentlichen Politik hilfreich sind. Ein verwandter Zweck ist es auch, als pädagogisches Instrument zu dienen, das die Position von ASHRAE für seine Mitglieder und Fachleute im Allgemeinen verdeutlicht und die Kunst und Wissenschaften im Bereich HLK&R fördert.

© 2020 ASHRAE (www.ashrae.org). Nur für den persönlichen Gebrauch. Eine zusätzliche Reproduktion, Verteilung oder Übertragung in gedruckter oder digitaler Form ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ASHRAE nicht gestattet.

INHALT

ASHRAE-Positionsdokument zu infektiösen Aerosolen

KAPITEL	SEITE
Abstract	1
Zusammenfassung	2
1 Die Ausschreibung	3
2 Der Hintergrund	3
2.1 Verbreitung über die Luft Luft4	
3 Praktische Implikationen für Gebäudeeigentümer, Betreiber und Engineers	4
3.1 Unterschiedliche Ansätze für FazilitätType	5
3.2 Belüftung und Luftreinigung Strategies	6
3.3 Temperatur und Feuchte	6
3.4 Neu auftretende Krankheitserreger und Emergency Preparedness	7
4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen	8
4.1 ASHRAE's Positions	8
4.2 ASHRAE's Commitments	10
5 References siehe englische Version	--
6 Bibliography siehe englische Version	--

© 2020 ASHRAE (www.ashrae.org). Nur für den persönlichen Gebrauch. Eine zusätzliche Reproduktion, Verteilung oder Übertragung in gedruckter oder digitaler Form ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ASHRAE nicht gestattet.

ABSTRACT

Die Erreger, die Infektionskrankheiten verursachen, werden über verschiedene Wege von einem primären Wirt zu sekundären Wirten verbreitet. Von einigen Krankheiten ist bekannt, dass sie sich durch infektiöse Aerosole verbreiten; bei anderen Krankheiten ist der Übertragungsweg ungewiss. Das Risiko der Erregerausbreitung und damit die Anzahl der exponierten Personen kann sowohl positiv als auch negativ durch die Luftstrommuster in einem Raum sowie durch Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen (HVAC) und lokale Abluftventilationssysteme (LEV) beeinflusst werden. ASHRAE ist die weltweit führende und wichtigste Quelle für technische und pädagogische Informationen über die Konstruktion, Installation, den Betrieb und die Wartung dieser Systeme. Obwohl die in diesem Positionsdokument erörterten Grundsätze in erster Linie für Gebäude gelten, können sie auch auf andere Nutzungen wie Flugzeuge, Züge und Automobile anwendbar sein.

ASHRAE wird auch weiterhin Forschungsarbeiten unterstützen, die die Wissensbasis von Strategien für das Luftmanagement in Innenräumen verbessern, um die Exposition der Bewohner gegenüber infektiösen Aerosolen zu verringern. Zu diesen lüftungsbezogenen Strategien gehören vor allem Verdünnung, Luftstrommuster, Druckbeaufschlagung, Temperatur- und Feuchtigkeitsverteilung und -kontrolle, Filterung und andere Strategien wie die ultraviolette keimtötende Bestrahlung (UVGI). Während der genaue Grad der Wirksamkeit der Beatmung von den örtlichen Bedingungen und den beteiligten Krankheitserregern abhängt, ist ASHRAE der Ansicht, dass diese Techniken bei richtiger Anwendung das Risiko der Übertragung von Infektionskrankheiten durch Aerosole verringern können.

Um die Gewissheit, die hinter den hier dargelegten politischen Positionen von ASHRAE steht, besser zu spezifizieren, haben wir die Rubrik der Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) gewählt, um die wissenschaftliche Gewissheit hinter unseren Empfehlungen auszudrücken (Burns et al. 2011). Diese Gewissheitsebenen, wie sie für dieses Positionsdokument angepasst wurden, lauten wie folgt:

Level	Beschreibung der Beweise
A	Stark empfohlen; gute Beweise
B	Empfehlen; zumindest faire Beweise
C	Keine Empfehlung dafür oder dagegen; Abwägung von Nutzen und Schaden zu eng, um eine Empfehlung zu rechtfertigen
D	Dagegen empfehlen; faire Beweise sind wirkungslos oder der Schaden überwiegt den Nutzen
E	Die Beweise reichen nicht aus, um routinemässig für oder gegen eine Empfehlung zu sprechen; Beweise fehlen oder sind von schlechter Qualität; Nutzen und Schaden können nicht bestimmt werden

ASHRAE vertritt den Standpunkt, dass Einrichtungen aller Art mindestens den neuesten veröffentlichten Normen und Richtlinien und der guten Ingenieurspraxis folgen sollten. ANSI/ASHRAE-Normen

62.1 und 62.2 (ASHRAE 2019a, 2019b) enthalten Anforderungen an die Belüftung der Aussenluft in den meisten Wohn- und Nichtwohnräumen, und die ANSI/ASHRAE/ASHE-Norm 170 (ASHRAE 2017a) deckt sowohl die Aussen- als auch die Gesamtlüftung in Gesundheitseinrichtungen ab. Auf der Grundlage von Risikobewertungen oder Anforderungen von Eigentümerprojekten könnten Konstrukteure neuer und bestehender Einrichtungen über die Mindestanforderungen dieser Normen hinausgehen und Techniken anwenden, die in verschiedenen ASHRAE-Publikationen behandelt werden, darunter die Bände des ASHRAE-Handbuchs, Abschlussberichte von Forschungsprojekten, Papiere und Artikel sowie Konstruktionsleitfäden, um noch besser auf die Kontrolle der Verbreitung infektiöser Aerosole vorbereitet zu sein.

© 2020 ASHRAE (www.ashrae.org). Nur für den persönlichen Gebrauch. Eine zusätzliche Reproduktion, Verteilung oder Übertragung in gedruckter oder digitaler Form ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ASHRAE nicht gestattet.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei Infektionskrankheiten, die durch Aerosole übertragen werden, können HLK-Systeme einen grossen Einfluss auf die Übertragung vom primären auf den sekundären Wirt haben. Die Verringerung der Exposition der sekundären Wirte ist ein wichtiger Schritt zur Eindämmung der Ausbreitung von Infektionskrankheiten.

Konstrukteure mechanischer Systeme sollten sich bewusst sein, dass die Beatmung nicht in der Lage ist, alle Aspekte der Infektionskontrolle zu berücksichtigen. HVAC-Systeme,[1] haben jedoch Auswirkungen auf die Verteilung und die biologische Belastung von infektiösen Aerosolen. Kleine Aerosole können in der Atemzone verbleiben.

die direkt in die oberen und unteren Atemwege inhaliert werden können oder sich auf Oberflächen absetzen können, wo sie indirekt durch Resuspension oder fomite2-Kontakt übertragen werden können.

Infektiöse Aerosole können ein Expositionsrisiko darstellen, unabhängig davon, ob eine Krankheit klassisch als "luftübertragene Infektionskrankheit" definiert wird. Dieses Positionsdokument deckt Strategien ab, mit denen HVAC-Systeme die Aerosol3-Verteilung modulieren und daher zu- oder abnehmen können

Exposition gegenüber infektiösen Tröpfchen,[4] Tröpfchenkernen,[5] Oberflächen und intermediären Fomiten6 in einer Vielzahl von Umgebungen.

Dieses Positionsdokument enthält Empfehlungen zu den folgenden Punkten:

- Planung, Installation und Betrieb von Heizungs-, Belüftungs- und Klimaanlagen (HVAC), einschliesslich Luftreinigungs- und lokaler Abluftsysteme (LEV), um das Risiko einer Infektionsübertragung zu verringern.
- Nicht-HVAC-Kontrollstrategien zur Verringerung des Krankheitsrisikos.
- Strategien zur Unterstützung des Facility Managements sowohl für den Alltagsbetrieb als auch für Notfälle.

Infektionskrankheiten können durch Unterbrechung der von einem Erreger benutzten Übertragungswege kontrolliert werden. HLK-Fachleute spielen eine wichtige Rolle beim Schutz der Gebäudeinsassen, indem sie die Verbreitung infektiöser Aerosole in Innenräumen durch HLK- und LEV-Systeme unterbrechen.

COVID-19 Erklärungen

Unabhängig von der Genehmigung dieses Positionsdokuments genehmigten der Exekutivausschuss und die Epidemie-Arbeitsgruppe von ASHRAE die folgenden Erklärungen, die sich speziell auf die laufende Reaktion auf die COVID-19-Pandemie beziehen. Die beiden Erklärungen sind aufgrund der einzigartigen Beziehung zwischen den Erklärungen und den in diesem Positionsdokument erörterten Schutzdesignstrategien hier im Anhang aufgeführt:

Erklärung zur Übertragung von SARS-CoV-2 über die Luft: Die Übertragung von SARS-CoV-2 über die Luft ist hinreichend wahrscheinlich, dass die Exposition gegenüber dem Virus über die Luft kontrolliert werden sollte. Änderungen des Gebäudebetriebs, einschliesslich des Betriebs von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen, können die Exposition über die Luft verringern.

Erklärung zum Betrieb von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen zur Reduzierung der Übertragung von SARS-CoV-2: Die Belüftung und Filterung durch Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen kann die Konzentration von SARS-CoV-2 in der Luft und damit das Risiko einer Übertragung durch die Luft reduzieren. Unkonditionierte Räume können für Menschen thermischen Stress verursachen, der direkt lebensbedrohlich sein kann und der auch die Infektionsresistenz senken kann. Im Allgemeinen ist die Abschaltung von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen keine empfohlene Maßnahme, um die Übertragung des Virus einzudämmen.

1 Verschiedene HVAC-Systeme werden im *ASHRAE-Handbuch-HVAC Systems and Equipment* (ASHRAE 2020) beschrieben.

2 Ein Gegenstand (z.B. eine Schüssel oder ein Türknauf), der mit infektiösen Organismen kontaminiert sein und zu deren Übertragung dienen kann.

3 Ein Aerosol ist ein System aus flüssigen oder festen Partikeln, die in fein verteiltem Zustand durch ein Gas, in der Regel Luft, gleichmässig verteilt sind. Sie sind klein und schwimmfähig genug, um sich ähnlich wie ein Gas zu verhalten.

4 In diesem Dokument wird davon ausgegangen, dass die *Tröpfchen* gross genug sind, um in 1-2 m (3-7 ft) auf eine Oberfläche zu fallen und somit nicht zu Aerosolen werden.

5 Tröpfchenkerne bilden sich aus Tröpfchen, die durch Verdunstung weniger massiv werden und so zu Aerosolen werden können.

6 Die Fomite Übertragung ist eine Form des indirekten Kontakts, der durch die Berührung eines kontaminierten leblosen Objekts wie z.B. eines Türgriffs, einer Bettschiene, einer Fernbedienung eines Fernsehers oder einer Badezimmeroberfläche entsteht.

© 2020 ASHRAE (www.ashrae.org). Nur für den persönlichen Gebrauch. Eine zusätzliche Reproduktion, Verteilung oder Übertragung in gedruckter oder digitaler Form ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ASHRAE nicht gestattet.

1. DIE AUSSCHREIBUNG

Das Potenzial der luftübertragenen Verbreitung von Infektionserregern ist weithin anerkannt, auch wenn es nach wie vor Ungewissheit über die relative Bedeutung der verschiedenen Krankheitsübertragungswege wie Luft, Tröpfchen, direkter oder indirekter Kontakt und multimodal (eine Kombi-Nation von Mechanismen) gibt. Die Krankheitsübertragung variiert je nach Infektiosität des Erregers, Reservoiren, Routen und Anfälligkeit des sekundären Wirts (Roy und Milton 2004; Shaman und Kohn 2009; Li 2011). Die für die Planung und Steuerung von Klimaanlagen wichtigste Variable ist die Störung der Übertragungswege von infektiösen Aerosolen.

Fachleute im Bereich der Infektionskontrolle beschreiben die Infektionskette als einen Prozess, bei dem ein Pathogen (eine Mikrobe, die eine Krankheit verursacht) in einem ersten Wirt oder Reservoir transportiert wird, Zugang zu einem Weg der laufenden Übertragung erhält und mit ausreichender Virulenz einen sekundären empfänglichen Wirt findet. Belüftungs-, Filtrations- und Luftverteilungssysteme sowie Desinfektionstechnologien haben das Potenzial, die Übertragung von Krankheitserregern über die Luft zu begrenzen und so die Infektionskette zu unterbrechen.

Bauwissenschaftler müssen die Bedeutung des Betriebs von Einrichtungen und Lüftungssystemen für die Unterbrechung der Krankheitsübertragung erkennen. Nicht-HVAC-Massnahmen zur Unterbrechung der Infektionskette, wie z.B. wirksame Oberflächenreinigung, Kontakt- und Isolierungsvorkehrungen, die durch die Mitarbeiter- und Studentenpolitik vorgeschrieben sind, sowie Impfprogramme, sind wirksame Strategien, die den Rahmen dieses Dokuments sprengen. Verdünnungs- und Absaugventilation, Druckbeaufschlagung, Luftstromverteilung und -optimierung, mechanische Filterung, ultraviolette keimtötende Bestrahlung (UVGI) und Feuchtigkeitskontrolle sind wirksame Strategien zur Verringerung des Risikos der Verbreitung infektiöser Aerosole in Gebäuden und Transportumgebungen.

Obwohl dieses Positionsdokument in erster Linie auf virale und bakterielle Krankheiten anwendbar ist, die über die Luft von Mensch zu Mensch übertragen werden können, können die Grundsätze der Eindämmung auch auf Infektionen aus Gebäudereservoirs wie Wassersystemen mit *Legionella spp.* und organischem Material, das Sporen von Schimmelpilzen enthält, Anwendung finden (in dem Masse, wie die Mikroorganismen über die Luft verbreitet werden). Der erste Schritt zur Eindämmung solcher Krankheiten ist die Beseitigung der Quelle, bevor sie über die Luft übertragen wird.

2. HINTERGRUND

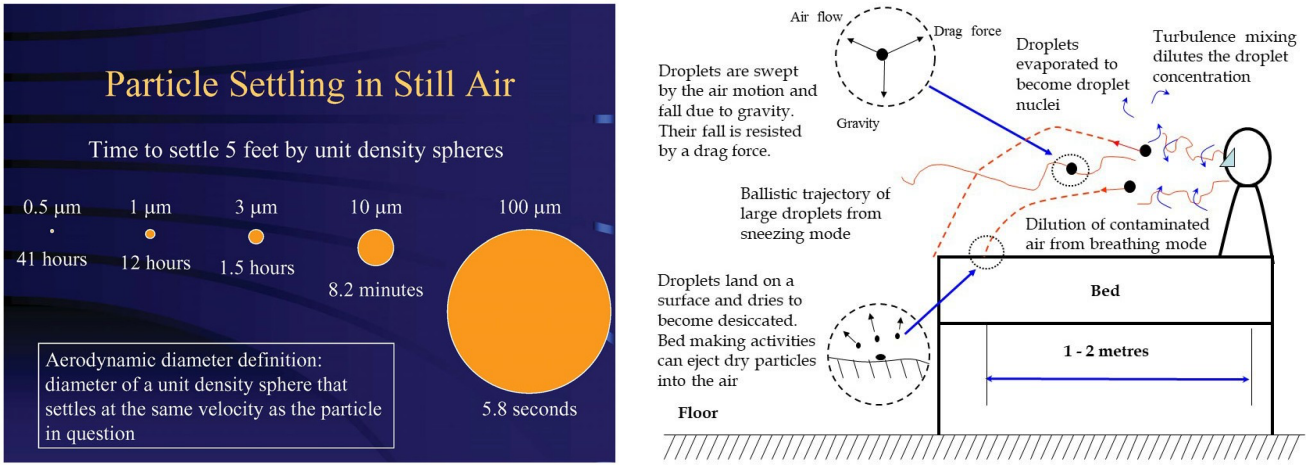
ASHRAE bietet Orientierungshilfen und entwickelt Standards, um das Risiko der Übertragung von Infektionskrankheiten in der bebauten Umwelt zu mindern. Solche Dokumente bieten technische Strategien zur Verringerung des Risikos der Krankheitsübertragung und könnten daher auch in einer Vielzahl anderer Bereiche wie Flugzeuge, Züge und Automobile eingesetzt werden.

Dieses Positionsdokument befasst sich mit der Verbreitung infektiöser Aerosole und indirekter Trans- mission durch Resuspension, nicht aber mit den Übertragungswegen mit direktem Kontakt. *Direkter Kontakt* bezieht sich im Allgemeinen auf Körperkontakt wie Berührungen, Küsse, sexuellen Kontakt, Kontakt mit oralen Sekreten oder Hautläsionen und Wege wie Bluttransfusionen oder intravenöse Injektionen.

2.1 Verbreitung über die Luft

Die Erregerverbreitung über die Luft erfolgt durch Tröpfchen und Aerosole, die typischerweise durch Husten, Niesen, Schreien, Atmen, Toilettenspülung, einige medizinische Verfahren, Singen und Sprechen entstehen (Bischoff et al. 2013; Yan et al. 2018). Die Mehrzahl der grösseren emittierten Tröpfchen wird durch die Schwerkraft angezogen und landet auf Oberflächen innerhalb von 1-2 m (3-7 ft) von der Quelle entfernt (siehe Abbildung 1). Die allgemeine Verdünnungsventilation und die Druckunterschiede haben keinen signifikanten Einfluss auf die Kurzstreckenübertragung.

© 2020 ASHRAE (www.ashrae.org). Nur für den persönlichen Gebrauch. Eine zusätzliche Reproduktion, Verteilung oder Übertragung in gedruckter oder digitaler Form ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ASHRAE nicht gestattet.



(a) (b)

Abbildung 1 (a) Vergleichende Absetzzeiten nach Partikeldurchmesser für Partikel, die sich in ruhender Luft absetzen (Baron n.d.) und (b) theoretische Aerobiologie der Übertragung von Tröpfchen und kleinen luftgetragenen Partikeln, die von einem infizierten Patienten mit einer akuten Infektion produziert werden (mit freundlicher Genehmigung von Yuguo Li).

Umgekehrt kann die Verbreitung kleinerer infektiöser Aerosole, einschliesslich der durch Austrocknung entstandenen Tröpfchenkerne, durch Luftstrommuster in einem Raum im Allgemeinen und Luftstrommuster in der Umgebung der Quelle im Besonderen beeinflusst werden. Von besonderem Interesse sind kleine Aerosole (<10 µm), die über längere Zeiträume (mehrere Minuten, Stunden oder Tage) in der Luft und infektiös bleiben können und somit längere Strecken zurücklegen und sekundäre Wirte infizieren können, die keinen Kontakt mit dem primären Wirt hatten.

Es ist bekannt, dass viele Krankheiten hohe Übertragungsraten über grössere Tröpfchen aufweisen, wenn sich empfängliche Personen in unmittelbarer Nähe, etwa 1-2 m (3-7 ft), befinden (Nicas 2009; Li 2011). Abhängig von Umweltfaktoren können diese grossen Tröpfchen (100 µm Durchmesser) durch Verdunstung schrumpfen, bevor sie sich absetzen und so zu einem Aerosol (etwa <10 µm) werden. Der Begriff *Tröpfchenkerne* wurde verwendet, um eine solche Austrocknung von Tröpfchen zu Aerosolen zu beschreiben (Siegel et al. 2007). Belüftungssysteme können zwar das schnelle Absetzen grosser Tröpfchen nicht unterbrechen, aber sie können die Übertragung von Tröpfchenkernen zu infektiösen Aerosolen beeinflussen. Ein gerichteter Luftstrom kann saubere bis schmutzige Strömungsmuster erzeugen und infektiöse Aerosole dazu bewegen, aufgefangen oder abgesaugt zu werden.

3. PRAKTISCHE AUSWIRKUNGEN FÜR GEBÄUDEEIGENTÜMER, -BETREIBER UND -INGENIEURE

Selbst das robusteste HVAC-System kann nicht alle Luftströme kontrollieren und die Verbreitung eines infektiösen Aerosols oder die Übertragung von Krankheiten durch Tröpfchen oder Aerosole vollständig verhindern. Die Wirkung eines HLK-Systems hängt vom Ort der Quelle, der Stärke der Quelle, der Verteilung des freigesetzten Aerosols, der Tröpfchengrösse, der Luftverteilung, der Temperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit und der Filterung ab. Darüber hinaus gibt es mehrere Modi und Umstände, unter denen eine Krankheitsübertragung stattfindet. Daher erfordern Strategien zur Prävention und Risikominderung die Zusammenarbeit von Konstrukteuren, Eigentümern, Betreibern, Betriebshygienikern und Spezialisten für Infektionsprävention.

© 2020 ASHRAE (www.ashrae.org). Nur für den persönlichen Gebrauch. Eine zusätzliche Reproduktion, Verteilung oder Übertragung in gedruckter oder digitaler Form ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ASHRAE nicht gestattet.

3.1 Unterschiedliche Ansätze für Anlagentyp

Gesundheitseinrichtungen verfügen über Kriterien für die Beatmungsgestaltung, um die luftübertragene Übertragung von Infektionskrankheiten einzudämmen (ASHRAE 2013, 2017a, 2019a; FGI 2010); Infektionen werden jedoch auch bei gewöhnlichen Belegungen in der Gemeinde übertragen und nicht nur in industriellen oder Gesundheitsberufen. ASHRAE enthält allgemeine Belüftungs- und Luftqualitätsanforderungen in den Normen 62.1, 62.2 und 170 (ASHRAE 2019a, 2019b, 2017a); ASHRAE enthält keine spezifischen Anforderungen an die Kontrolle von Infektionskrankheiten in Wohnungen, Schulen, Gefängnissen, Schutzräumen, Transportmitteln oder anderen öffentlichen Einrichtungen.

In Gesundheitseinrichtungen zielen die meisten Massnahmen zur Infektionskontrolle darauf ab, die direkte oder indirekte Kontaktübertragung von Krankheitserregern zu reduzieren. Diese Interventionen zur Begrenzung der luftübertragenen Übertragung (Aliabadi et al. 2011) legen den Schwerpunkt auf die Schulung des Personals und die Überwachung von Verhaltensweisen wie Handhygiene und die Einhaltung von Checklistenprotokollen und haben sich weitgehend auf eine relativ kleine Liste von Krankheiten beschränkt, die von Erregern herrühren, die sich nur über die Luft verbreiten. Jetzt, da Mikrobiologen verstehen, dass viele Krankheitserreger sowohl über Kontakt als auch über die Luft übertragen werden können, ist die Rolle des Raumluftmanagements für erfolgreiche Präventionsbemühungen entscheidend geworden. Angesichts des breiteren Verständnisses der flexiblen Übertragungswege von Krankheitserregern verwenden Gesundheitseinrichtungen heute mehrere Modalitäten gleichzeitig (Massnahmen, die als *Infektionskontrollbündel bezeichnet werden*) (Apisarnthanarak et al. 2009, 2010a, 2010b; Cheng et al. 2010). Im Fall von zwei Krankheiten, die eindeutig die Übertragung über die Luft nutzen, nämlich Tuberkulose und Masern, umfasst die Bündelung beispielsweise Verwaltungsvorschriften, Umweltkontrollen und Protokolle für persönliche Schutzausrüstung im Gesundheitswesen. Dieser umfassendere Ansatz ist für die Kontrolle von Krankheitserregern erforderlich, die sowohl Kontakt- als auch luftübertragene Übertragungswege nutzen können. Ähnliche Strategien können auch für Räume ausserhalb des Gesundheitswesens wie öffentliche Verkehrsmittel und Flugzeuge, Schulen, Unterkünfte und Gefängnisse geeignet sein, in denen es ebenfalls zu engem Kontakt der Insassen kommen kann.

Viele Gebäude werden vollständig oder teilweise natürlich belüftet. Sie verwenden möglicherweise bedienbare Fenster und sind auf absichtliche und unabsichtliche Öffnungen in der Gebäudehülle angewiesen. Diese Strategien schaffen unterschiedliche Risiken und Vorteile. Offensichtlich ist der Luftstrom in diesen Gebäuden variabel und unvorhersehbar, ebenso wie die sich daraus ergebenden Luftverteilungsmuster, so dass die Fähigkeit zum aktiven Risikomanagement in solchen Gebäuden stark eingeschränkt ist. Natürlich belüftete Gebäude können jedoch über das zufällige Öffnen von Fenstern hinausgehen und absichtlich so konstruiert werden, dass Belüftungsstrategien erreicht werden und dadurch das Risiko durch infektiöse Aerosole verringert wird. Generell gilt, dass Konstruktionen, die höhere Lüftungsraten erreichen, das Risiko reduzieren. Solche Gebäude werden jedoch stärker von der lokalen Aussenluftqualität beeinflusst, einschliesslich des Gehalts an Allergenen und Schadstoffen in der Aussenluft, wechselnden Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen und fliegenden Insekten. Die Weltgesundheitsorganisation hat Richtlinien für natürlich belüftete Gebäude veröffentlicht, die bei solchen Projekten zu Rate gezogen werden sollten (Atkinson et al. 2009).

3.2 Belüftung und Luftreinigungsstrategien

Die Konstruktion und der Betrieb von HLK-Systemen können den Transport infektiöser Aerosole beeinflussen, aber sie sind nur ein Teil eines Infektionskontrollpakets. Die folgenden HLK-Strategien haben das Potenzial, die Risiken der Verbreitung infektiöser Aerosole zu verringern: Luftverteilungsmuster, differentielle Raumdruckbeaufschlagung, personalisierte Belüftung, Quellfassungslüftung, Filterung (zentral oder lokal) und Kontrolle von Temperatur und relativer Feuchtigkeit. UVGI ist zwar gut erforscht und validiert, aber viele neue Technologien sind es nicht (ASHRAE 2018). (Evidenzstufe B)

Die Belüftung mit effektiven Luftstrommustern (Pantelic und Tham 2013) ist eine primäre Strategie zur Kontrolle von Infektionskrankheiten durch Verdünnung der Raumluft um eine Quelle und Entfernung der infektiösen

© 2020 ASHRAE (www.ashrae.org). Nur für den persönlichen Gebrauch. Eine zusätzliche Reproduktion, Verteilung oder Übertragung in gedruckter oder digitaler Form ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ASHRAE nicht gestattet.

Agenten (CDC 2005). Es bleibt jedoch unklar, um wie viel die Belastung mit infektiösen Partikeln reduziert werden muss, um eine messbare Verringerung der Krankheitsübertragungen zu erreichen (die Infektionsdosen variieren stark zwischen verschiedenen Krankheitserregern) und ob diese Reduzierungen die damit verbundenen Kosten rechtfertigen (Pantelic und Tham 2011; Pantelic und Tham 2012). (Evidenzstufe B)

Raumdruckdifferenzen und gerichtete Luftströmung sind wichtig für die Kontrolle der Luftströmung zwischen Zonen in einem Gebäude (CDC 2005; Siegel et al. 2007) (Evidenzebene B). Einige Entwürfe für Räume zur Isolierung von luftübertragenen Infektionen (AIIRs) beinhalten eine zusätzliche Verdünnung oder Abluft-/Auffangventilation (CDC 2005). Interessanterweise unterscheiden sich die Kriterien für AIIRs zwischen Regionen und Ländern in mehrfacher Hinsicht erheblich, einschliesslich der Luftzufuhr in Vorräume, der Abluft aus dem Raum und der erforderlichen Mengen an Ventilationsluft (Fusco et al. 2012; Subhash et al. 2013). Ein kürzlich durchgeführtes ASHRAE-Forschungsprojekt fand überzeugende Beweise dafür, dass ein korrekt konfigurierter und betriebener Vorraum ein wirksames Mittel zur Aufrechterhaltung von Druckunterschieden und zur Schaffung von Eindämmung in Krankenhausräumen ist (Siegel et al. 2007; Mousavi et al. 2019). Wurde im Rahmen von Risikobewertungen zur Infektionskontrolle ein signifikantes Risiko der Übertragung von Aerosolen festgestellt, sollte das Design von AIIRs Vorräume umfassen. (Evidenzstufe A)

Der Einsatz hocheffizienter Partikelfilterung in zentralisierten HVAC-Systemen reduziert die Luftbelastung durch infektiöse Partikel (Azimi und Stephens 2013). Diese Strategie reduziert den Transport von infektiösen Erregern von einem Bereich in einen anderen, wenn diese Bereiche durch die Zufuhr von Umluft dasselbe zentrale HVAC-System nutzen. Wenn sie entsprechend ausgewählt und eingesetzt werden, können hocheffiziente Einzelraum-Filtrationseinheiten (entweder an der Decke montiert oder tragbar) die Konzentration infektiöser Aerosole in einem einzigen Raum sehr wirksam reduzieren/verringern. Sie erreichen auch eine gerichtete Steuerung der Luftstromquelle, die einen Expositionsschutz am Patientenbett bietet (Miller-Leiden et al. 1996; Mead und Johnson 2004; Kujundzic et al. 2006; Mead et al. 2012; Dungi et al. 2015). Die Filtration wird nicht alle Risiken der Übertragung von luftgetragenen Partikeln eliminieren, da neben der Konzentration infektiöser Aerosole viele andere Faktoren zur Krankheitsübertragung beitragen. (Evidenzstufe A)

Das gesamte ultraviolette (UV) Spektrum kann Mikroorganismen abtöten oder inaktivieren, aber UV-C-Energie (in den Wellenlängen von 200 bis 280 nm) bietet die keimtötendste Wirkung, wobei 265 nm die optimale Wellenlänge ist. Die meisten modernen UVGI-Lampen erzeugen UV-C-Energie bei einer nahezu optimalen Wellenlänge von 254 nm. UVGI inaktiviert Mikroorganismen durch Schädigung der Struktur von Nukleinsäuren und Proteinen, wobei die Wirksamkeit von der UV-Dosis und der Empfindlichkeit des Mikroorganismus abhängt. Die Sicherheit von UV-C ist gut bekannt. Es dringt nicht tief in menschliches Gewebe ein, aber es kann die äussersten Oberflächen der Augen und der Haut durchdringen, wobei die Augen am anfälligsten für Schäden sind. Daher ist eine Abschirmung erforderlich, um eine direkte Exposition der Augen zu verhindern. Während das *ASHRAE-Positionsdokument über Filtration und Luftreinigung* (2018) keine Empfehlung für oder gegen den Einsatz von UV-Energie in Luftsystemen zur Minimierung der Risiken durch infektiöse Aerosole enthält, haben die Centers for Disease Control and Prevention (CDC) UVGI als Zusatz zur Filtration zur Verringerung des Tuberkulose-Risikos genehmigt und eine Richtlinie veröffentlicht

zu seiner Anwendung (CDC 2005, 2009). [7] (Evidenzstufe A)

Personalisierte Lüftungssysteme, die eine lokale Abluftquellensteuerung bieten und/oder 100 % stark gefilterte oder UV-desinfizierte Aussenluft direkt in die Atemzone des Bewohners liefern (Cermak et al. 2006; Bolashikov et al., 2009; Pantelic et al. 2009, 2015; Licina et al. 2015a, 2015b), können Schutz vor der Exposition gegenüber kontaminierter Luft bieten. Personalisierte Belüftung kann gegen Aerosole wirksam sein, die sowohl grosse als auch kurze Entfernungen zurücklegen (Li 2011).

[7] Zusätzlich zu UVGI ist optische Strahlung in längeren Wellenlängen bis zu 405 nm eine aufkommende Desinfektionstechnologie, die auch eine nützliche keimtötende Wirkung haben kann.

© 2020 ASHRAE (www.ashrae.org). Nur für den persönlichen Gebrauch. Eine zusätzliche Reproduktion, Verteilung oder Übertragung in gedruckter oder digitaler Form ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ASHRAE nicht gestattet.

Personalisierte Beatmungssysteme, wenn sie mit lokalisierten oder personalisierten Absauggeräten gekoppelt sind, verbessern die Gesamtfähigkeit zur Minderung der Exposition in Atemzonen weiter, wie sowohl experimentelle als auch Computational Fluid Dynamics (CFD)-Studien im Gesundheitswesen zeigen (Yang et al. 2013, 2014, 2015a, 2015b; Bolashikov et al. 2015; Bivolarova et al. 2016). Es sind jedoch keine epidemiologischen Studien bekannt, die eine Reduktion der Infektionskrankheitstrans- mission nachweisen. (Evidenzstufe B)

Hochentwickelte Techniken wie die Analyse der numerischen Strömungsmechanik (CFD) können, wenn sie mit entsprechendem Fachwissen ordnungsgemäss durchgeführt werden, Luftströmungsmuster und wahrscheinliche Strömungswege von luftgetragenen Schadstoffen in einem Raum vorhersagen. Solche Analysen können in den frühen Phasen eines Designzyklus als Führungsinstrument eingesetzt werden (Khankari 2016, 2018a, 2018b, 2018c).

3.3 Temperatur und Luftfeuchtigkeit

HLK-Systeme sind in der Regel so ausgelegt, dass sie Temperatur und Feuchtigkeit regeln, was wiederum die Übertragbarkeit von Infektionserregern beeinflussen kann. Obwohl HLK-Systeme für die Regelung der relativen Luftfeuchtigkeit (RH) ausgelegt werden können, gibt es praktische Herausforderungen und potentiell negative Auswirkungen der Einhaltung bestimmter RH-Sollwerte in allen Klimazonen. Während jedoch die derzeit vorliegenden Beweise (Derby et al. 2016), einschliesslich neuerer Beweise unter Verwendung der metagenomischen Analyse (Taylor und Tasi 2018), darauf hindeuten, dass die Kontrolle der relativen Luftfeuchtigkeit die Übertragung bestimmter luftübertragener infektiöser Organismen, einschliesslich einiger Grippestämme, reduziert, ermutigt dieses Positionsdokument die Konstrukteure, Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit sorgfältig zu berücksichtigen.

Darüber hinaus haben Immunbiologen die Luftfeuchtigkeit im mittleren Bereich mit einer verbesserten Immunität der Säugetiere gegen Atemwegsinfektionen korreliert (Taylor und Tasi 2018). Mousavi et al. (2019) berichten, dass die wissenschaftliche Literatur im Allgemeinen das ungünstigste Überleben für Mikroorganismen widerspiegelt, wenn die rF zwischen 40% und 60% liegt (Evidenzstufe B). Die Einleitung von Wasserdampf in das Raumklima, um die mit verringerten Infektionen verbundenen mittleren Feuchtigkeitswerte zu erreichen, erfordert die richtige Auswahl, den richtigen Betrieb und die richtige Wartung der Befeuchtungsgeräte. Kalte Winterklimata erfordern eine angemessene Gebäudeisolierung, um Wärmebrücken zu verhindern, die zu Kondensation und Schimmelbildung führen können (ASHRAE 2009). In anderen neueren Studien (Taylor und Tasi 2018) wurde RH als eine bedeutende Ursache für Patienteninfektionen identifiziert. Diese Studien zeigten, dass RH unter 40% mit drei Faktoren assoziiert ist, die Infektionen verstärken. Erstens schrumpfen, wie bereits erwähnt, infektiöse Aerosole, die von einem primären Wirt abgegeben werden, rasch zu Tröpfchenkernen, und diese ruhenden, aber infektiösen Krankheitserreger bleiben in der Luft schwebend und können grosse Entfernungen zurücklegen. Wenn sie auf einen hydratisierten sekundären Wirt treffen, rehy- drieren sie und sind in der Lage, die Infektion zu verbreiten. Zweitens sind viele Viren und Bakterien wasserfrei resistent (Goffau et al. 2009; Stone et al. 2016) und haben sogar eine erhöhte Lebensfähigkeit unter Niedrig-RH-Bedingungen. Und schliesslich haben Immunbiologen jetzt die Mechanismen aufgeklärt, durch die eine Umgebungs-RH unter 40% die Schleimhautbarrieren und andere Schritte zum Schutz des Immunsystems beeinträchtigen (Kudo et al. 2019). (Evidenzstufe B)

Dieses Positionsdokument enthält keine definitive Empfehlung zu Sollwerten für Raumtemperatur und Raumluftfeuchtigkeit zum Zweck der Kontrolle der Übertragung von infektiösen Aerosolen. Praktiker können die hierin enthaltenen Informationen nutzen, um von Fall zu Fall Entscheidungen über Gebäudeentwurf und -betrieb zu treffen.

3.4 Notfallerreger und Notfallvorsorge

Krankheitsausbrüche (d.h. Epidemien und Pandemien) nehmen an Häufigkeit und Reichweite zu. Die in der Vergangenheit aufgetretenen Pandemien hatten verheerende Auswirkungen auf die betroffene Bevölkerung. Neuartige Mikro- ganismen, die durch infektiöse Aerosole verbreitet werden können,

© 2020 ASHRAE (www.ashrae.org). Nur für den persönlichen Gebrauch. Eine zusätzliche Reproduktion, Verteilung oder Übertragung in gedruckter oder digitaler Form ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ASHRAE nicht gestattet.

erfordern gute Planung, Konstruktion, Inbetriebnahme, Wartung, Vorausplanung und Notfallübungen, um schnelles Handeln zur Minderung der Exposition zu ermöglichen. In vielen Ländern gehören natürlich belüftete Gebäude und Isolierung zu den üblichen Strategien. Control Banding ist eine Risikomanagementstrategie, die für die Anwendung der Hierarchie der Kontrollen auf neu auftretende Krankheitserreger in Betracht gezogen werden sollte, basierend auf der Wahrscheinlichkeit und Dauer der Exposition sowie der Infektiosität und Virulenz des Erregers (Sietsema 2019) (Evidenzstufe B). Biologische Agenzien, die bei terroristischen Angriffen eingesetzt werden können, werden anderweitig behandelt - wo (USDHHS 2002, 2003).

4. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

Infektiöse Aerosole können durch Gebäude über Wege verbreitet werden, die Luftverteilungssysteme und Luftströme zwischen den Zonen umfassen. Es hat sich gezeigt, dass verschiedene Strategien zur Kontrolle der Übertragung wirksam sind, darunter optimierte Luftstrommuster, gerichtete Luftströmung, Zonenvorströmung, Verdünnungsventilation, Luftreinigungssysteme in den Räumen, allgemeine Abluftventilation, personalisierte Ventilation, lokale Abluftventilation an der Quelle, zentrale Systemfilterung, UVGI und Kontrolle der Raumtemperatur und relativen Luftfeuchtigkeit. Konstrukteure können durch die Anwendung dieser Strategien einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung der Übertragung infektiöser Aerosole leisten. Die Forschung über die Rolle der luftgetragenen Verbreitung und Resuspension von Oberflächen bei der Übertragung von Krankheitserregern entwickelt sich rasch. Das Management der Raumluft zur Kontrolle der Verteilung infektiöser Aerosole ist eine wirksame Intervention, die eine weitere Strategie zu medizinischen Behandlungen und Verhaltensinterventionen bei der Krankheitsprävention hinzufügt.

4.1 Die Positionen von ASHRAE

- HLK-Konstruktionsteams für Einrichtungen aller Art sollten mindestens die neuesten veröffentlichten Normen und Richtlinien und die gute Ingenieurspraxis befolgen. Auf der Grundlage von Risikobeurteilungen oder Anforderungen von Eigentümerprojekten könnten Konstrukteure neuer und bestehender Einrichtungen über die Mindestanforderungen dieser Normen hinausgehen und Techniken anwenden, die in verschiedenen ASHRAE-Veröffentlichungen behandelt werden, darunter die Bände des ASHRAE-Handbuchs, Abschlussberichte von Forschungsprojekten, Papiere und Artikel sowie Konstruktionsleitfäden, um noch besser auf die Kontrolle der Verbreitung infektiöser Aerosole vorbereitet zu sein.
- Die Eindämmung der Verbreitung infektiöser Aerosole sollte bei der Planung aller Einrichtungen berücksichtigt werden, und bei Einrichtungen, die als Einrichtungen mit hohem Risiko eingestuft werden, sollte die entsprechende Eindämmungsplanung einbezogen werden.
- Das Design- und Konstruktionsteam, einschliesslich der HLK-Designer, sollte sich an einem integrierten Designprozess beteiligen, um das geeignete Infektionskontrollpaket in den frühen Phasen des Designs zu integrieren.
- Auf der Grundlage von Risikobewertungen sollten Gebäude und Transportfahrzeuge Konstruktionen in Betracht ziehen, die sauberere Luftstrommuster fördern, um effektive Strömungswege für luftgetragene Partikel zum Ausgang von Räumen in weniger saubere Zonen zu schaffen, und geeignete Luftreinigungssysteme verwenden. (Evidenzstufe A)
- Wenn ein signifikantes Risiko der Übertragung von Aerosolen im Rahmen von Risikobewertungen zur Infektionskontrolle festgestellt wurde, sollte das Design von AIIRs Vorräume umfassen. (Evidenzstufe A)

© 2020 ASHRAE (www.ashrae.org). Nur für den persönlichen Gebrauch. Eine zusätzliche Reproduktion, Verteilung oder Übertragung in gedruckter oder digitaler Form ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ASHRAE nicht gestattet.

- Auf der Grundlage von Risikobewertungen sollte die Verwendung spezifischer HVAC-Strategien in Betracht gezogen werden, die durch die auf Evi- dence basierende Literatur unterstützt werden, einschliesslich der folgenden
- Verbesserte Filterung (höherer Mindesteffizienz-Meldewert [MERV] Filter über Code-Minima in Räumen mit hoher Belegungsdichte und/oder höherem Risiko) (Evidenzstufe A)
- Oberer Raum UVGI (mit möglichen Ventilatoren im Raum) als Ergänzung zum Zuluftstrom (Evidence Stufe A)
- Örtliche Absaugung zur Quellenkontrolle (Evidenzstufe A)
- Personalisierte Beatmungssysteme für bestimmte Hochrisiko-Aufgaben (Evidenzstufe B)
- Tragbare, freistehende, hocheffiziente Schwebstofffilter (HEPA) (Evidenzstufe B)
- Temperatur- und Feuchtigkeitskontrolle (Evidenzstufe B)
- Gebäude des Gesundheitswesens sollten bei der Planung und beim Betrieb folgende Aspekte berücksichtigen:
- Erfassung exspiratorischer Aerosole mit Kopfwandabsaugung, Zelt oder Schnorchel mit Absaugung, boden- bis deckenhohe Trennwände mit Türversorgung und Patientenabsaugung, lokale HEPA-Luftfilterung.
- Auspuff-Toiletten und Bettpfannen (ein Muss).
- Halten Sie Temperatur und Luftfeuchtigkeit so ein, wie sie für das betreffende infektiöse Aerosol gelten.
- Sorgen Sie für saubere Luft für das Pflegepersonal.
- Aufrechterhaltung von Intensivstationen (ICUs) mit negativem Druck, auf denen infektiöse Aerosole vorhanden sein können.
- Halten Sie Räume mit infektiösen Aerosolbelangen im Unterdruck.
- Sorgen Sie für eine 100%ige Absaugung der Patientenzimmer.
- Verwenden Sie UVGI.
- Erhöhen Sie die Aussenluftwechselrate (z.B. Vergrösserung der Patientenzimmer von 2 auf 6 ach).
- Festlegung von HVAC-Beiträgen zu einem Patientenzimmer-Umsatzplan vor der Wiederbelegung.
- Gebäude, die nicht der Gesundheitsfürsorge dienen, sollten über einen Plan für eine Notfallreaktion verfügen. Die folgenden Änderungen am Betrieb der HVAC-Systeme von Gebäuden sollten in Betracht gezogen werden:
- Erhöhen Sie die Belüftung der Aussenluft (deaktivieren Sie die bedarfsgesteuerte Belüftung und öffnen Sie die Aussenluftklappen auf 100 %, wie es die Innen- und Aussenbedingungen erlauben).
- Verbesserung der zentralen Luft- und anderen HVAC-Filterung auf MERV-13 (ASHRAE 2017b) oder das höchste erreichbare Niveau.
- Lassen Sie die Systeme länger laufen (wenn möglich rund um die Uhr).
- Hinzufügen von tragbaren Raumluftreinigern mit HEPA- oder Hoch-MERV-Filtern unter Berücksichtigung der Reinluftförderrate (AHAM 2015).
- Fügen Sie in Verbindung mit Raumlüftern in Räumen mit hoher Dichte, wie Wartezimmern, Gefängnissen und Schutzräumen, an Kanälen oder Luftbehandlungseinheiten montierte, im oberen Raum angebrachte und/oder tragbare UVGI-Geräte hinzu.
- Halten Sie Temperatur und Luftfeuchtigkeit so ein, wie sie für das betreffende infektiöse Aerosol gelten.
- Bypass-Lüftungssysteme mit Energierückgewinnung, die potenziell kontaminierte Abluft zurück in die Aussenluftzufuhr leiten.
- Entwicklung und Aufbau inhärenter Fähigkeiten, um auf neu auftretende Bedrohungen zu reagieren und sie zu planen und zu üben. (Evidenzstufe B)

[8] Es wird davon ausgegangen, dass Gesundheitseinrichtungen bereits über Notfallpläne verfügen.

© 2020 ASHRAE (www.ashrae.org). Nur für den persönlichen Gebrauch. Eine zusätzliche Reproduktion, Verteilung oder Übertragung in gedruckter oder digitaler Form ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ASHRAE nicht gestattet.

4.2 Die Verpflichtungen von ASHRAE

- Beheben Sie Forschungslücken mit zukünftigen Forschungsprojekten, einschliesslich solcher zu den folgenden Themen:
- Untersuchung und Entwicklung von Quellenerzeugungsvariablen zur Verwendung in einem aktualisierten Beatmungsratenverfahren
- Verstehen der Auswirkungen von Luftwechselraten in Operationssälen auf die Patientenresultate
- Bestimmung der Effektivität der Lage von Versorgungs-, Rückgabe- und Absaugregistern in Patientenzimmern
- Durchführung kontrollierter Interventionsstudien zur Quantifizierung der relativen Leistung der luftübertragenen Infektionskontrolle und der Kostenwirksamkeit spezifischer technischer Strategien, einzeln und in Kombination, bei Feldanwendungen von Hochrisikobesetzungen
- Bewertung und Vergleich von Optionen zur Schaffung eines luftgetragenen Schwall-Isolationsraums und eines temporären Unterdruck-Isolationsraums sowie der Auswirkungen auf den gesamten Gebäudebetrieb
- Verstehen der angemessenen Anwendung von Feuchte- und Temperaturkontrollstrategien über Klimazonen hinweg bei der Übertragung infektiöser Aerosole
- Untersuchung, wie Kontrollbandtechniken angewandt werden können, um das Risiko der Verbreitung infektiöser Aerosole zu kontrollieren
- Zusammenarbeit mit Experten für Infektionsprävention, Infektionskrankheiten und Arbeitsmedizin sowie mit Gebäudeeigentümern, um neue Kontrollstrategien zu bewerten und evidenzbasierte Empfehlungen zu geben.
- Aufklärung der Stakeholder und Verbreitung bewährter Verfahren.
- Erstellen Sie eine Datenbank zur Verfolgung und zum Austausch von Wissen über effektive, schutztechnische Entwurfsstrategien.
- Aktualisierung der Standards und Richtlinien, um evidenzbasierte Schutzstrategien zu reflektieren.

© 2020 ASHRAE (www.ashrae.org). Nur für den persönlichen Gebrauch. Eine zusätzliche Reproduktion, Verteilung oder Übertragung in gedruckter oder digitaler Form ist ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ASHRAE nicht gestattet.