

## Leitfaden REHVA COVID-19, 3. August 2020

(Dieses Dokument aktualisiert frühere Versionen vom 3. April und 17. März. Weitere Aktualisierungen werden bei Bedarf folgen)

**Wie man HVAC- und andere Gebäudetechniksysteme betreibt, um die Ausbreitung des Coronavirus (SARS-CoV-2) (COVID-19) an Arbeitsplätzen zu verhindern**

### 1 Einführung

In diesem Dokument fasst REHVA die Ratschläge für den Betrieb und die Nutzung von Haustechniksystemen während einer Epidemie einer Coronavirus-Krankheit (COVID-19) zusammen, um die Ausbreitung von COVID-19 in Abhängigkeit von Faktoren im Zusammenhang mit HVAC (Heizung, Lüftung und Klimatisierung) oder Sanitäreanlagen zu verhindern. Die nachstehenden Ratschläge sollten als vorläufige Leitlinien behandelt werden; das Dokument wird mit neuen Erkenntnissen und Informationen ergänzt, sobald diese verfügbar sind.

Die nachstehenden Vorschläge sind als Ergänzung zu den allgemeinen Leitlinien für Arbeitgeber und Gebäudeeigentümer gedacht, die im WHO-Dokument "[Getting workplaces ready for COVID-19](#)" vorgestellt werden. Der nachfolgende Text richtet sich in erster Linie an HLK-Fachleute und Facility Manager. Er kann für Fachleute für Arbeits- und öffentliche Gesundheit und andere Personen nützlich sein, die an Entscheidungen über die Nutzung von Gebäuden beteiligt sind.

In diesem Dokument werden Vorsichtsmassnahmen im Zusammenhang mit der Gebäudetechnik behandelt. Der Geltungsbereich beschränkt sich auf gewerbliche und öffentliche Gebäude (z.B. Büros, Schulen, Einkaufszentren, Sportstätten usw.), in denen nur eine gelegentliche Besetzung durch infizierte Personen zu erwarten ist. Wohngebäude fallen nicht in den Geltungsbereich dieses Dokuments.

Der Leitfaden konzentriert sich auf temporäre, einfach zu organisierende Massnahmen, die in bestehenden Gebäuden, die während oder nach einer Epidemie mit normaler oder reduzierter Belegungsrate genutzt werden, umgesetzt werden können.

#### Haftungsausschluss:

Dieses Dokument gibt die Ratschläge und Ansichten der REHVA-Experten auf der Grundlage der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse des COVID-19 wieder. In vielerlei Hinsicht sind die Informationen zu SARS-CoV-2 nicht vollständig, so dass für die Empfehlungen zur besten Praxis Beweise<sup>1</sup> aus früheren SARS-CoV-1-Erfahrungen herangezogen wurden. REHVA, die Mitwirkenden und alle an der Veröffentlichung beteiligten Personen schliessen jegliche Haftung für direkte, indirekte, zufällige oder sonstige Schäden aus, die sich aus der Verwendung der in diesem Dokument dargestellten Informationen ergeben oder damit in Zusammenhang stehen könnten.

<sup>1</sup> In den letzten zwei Jahrzehnten waren wir mit drei Ausbrüchen der Coronavirus-Krankheit konfrontiert: (i) SARS in den Jahren 2002-2003 (SARS-CoV-1), (ii) MERS in 2012 (MERS-CoV) und COVID-19 in den Jahren 2019-2020 (SARS-CoV-2). Im vorliegenden Dokument konzentrieren wir uns auf den aktuellen Fall der Übertragung von SARS-CoV-2. Wenn wir uns auf den SARS-Ausbruch in den Jahren 2002-2003 beziehen, verwenden wir den Namen SARS-CoV-1.

---

## Zusammenfassung

Vor kurzem wurden neue Erkenntnisse über die Übertragung von SARS-CoV-2 über die Luft und die allgemeine Anerkennung der aerosolbasierten Übertragung über grosse Entfernungen gewonnen. Dies hat dazu geführt, dass **Lüftungsmassnahmen zu den wichtigsten technischen Kontrollen bei der Infektionskontrolle** geworden sind. Während der physische Abstand wichtig ist, um einen engen Kontakt zu vermeiden, kann das Risiko einer Aerosolkonzentration und einer Kreuzinfektion ab 1,5 m Entfernung von einer infizierten Person durch angemessene Belüftung und effektive Luftverteilungslösungen reduziert werden. In einer solchen Situation sind mindestens drei Ebenen der Anleitung erforderlich:

- (1) wie HLK und andere Gebäudetechnik in bestehenden Gebäuden gerade jetzt während einer Epidemie zu betreiben sind;
- (2) wie eine Risikobewertung durchgeführt und die Sicherheit verschiedener Gebäude und Räume bewertet werden kann; und
- (3) was wären weitergehende Massnahmen, um die Verbreitung von Viruserkrankungen in Zukunft in Gebäuden mit verbesserten Lüftungssystemen weiter zu reduzieren<sup>2</sup>. Jeder Raum und Betrieb eines Gebäudes ist einzigartig und erfordert eine spezifische Bewertung. **Wir geben 15 Empfehlungen ab, die in bestehenden Gebäuden zu relativ geringen Kosten angewandt werden können, um die Zahl der Kreuzinfektionen in Innenräumen zu reduzieren.** Was die Luftströmungsraten betrifft, so ist mehr Belüftung immer besser, aber nicht die einzige Überlegung. Grosse Räume wie z.B. Klassenzimmer, die nach den aktuellen Standards belüftet werden, sind in der Regel einigermaßen sicher, aber kleine Räume, die von ein paar Personen bewohnt werden, weisen selbst bei guter Belüftung die höchste Infektionswahrscheinlichkeit auf. Auch wenn es viele Möglichkeiten gibt, die Belüftungslösungen in Zukunft zu verbessern, ist es wichtig zu erkennen, dass die derzeitige Technologie und das Wissen bereits die Nutzung vieler Räume in Gebäuden während eines COVID-19-Ausbruchs ermöglichen, wenn die Belüftung den geltenden Normen entspricht und eine Risikobewertung durchgeführt wird<sup>3</sup>.

## Inhaltsverzeichnis

1 Introduction .....	1
2 Übertragungswege .....	3
3 Heizungs-, Lüftungs- und Klimasysteme im Kontext von 6	
4 Praktische Empfehlungen für den Betrieb der Gebäudetechnik während einer Epidemie für Verringerung des Infektionsrisikos <sup>8</sup>	
5 Zusammenfassung der praktischen Massnahmen für den Betrieb der Gebäudetechnik während einer Epidemie .....	14
Feedback .....	15
Literatur .....	16

---

<sup>2</sup> Weitere Informationen zu den Punkten 2 und 3 werden derzeit von der Arbeitsgruppe COVID-19 von REHVA erarbeitet.

<sup>3</sup> Wird derzeit von der Arbeitsgruppe COVID-19 der REHVA entwickelt.

## 2 Übertragungswege

Für jede Epidemie ist es wichtig, die Übertragungswege des Infektionserregers zu verstehen. Für COVID-19 und für viele andere Atemwegsviren sind drei Übertragungswege dominant:

- (1) kombinierte Tröpfchen- und Luftübertragung im Nahkontaktbereich von 1-2 m durch Tröpfchen und Aerosole, die beim Niesen, Husten, Singen, Schreien, Sprechen und Atmen freigesetzt werden;
- (2) weiträumige Luftübertragung (auf Aerosolbasis); und
- (3) Oberflächenkontakt (Infektionserreger) durch Hand-Hand-, Hand-Oberflächenkontakt usw.

Die Mittel zur Bewältigung dieser Wege sind physischer Abstand zur Vermeidung des Nahkontakts, Belüftung zur Vermeidung von Luftübertragung und Handhygiene zur Vermeidung von Oberflächenkontakt. **Dieses Dokument konzentriert sich hauptsächlich auf Massnahmen zur Reduktion der Luftübertragung**, während persönliche Schutzausrüstung wie das Tragen von Masken nicht in den Anwendungsbereich des Dokuments fällt. Weitere Übertragungswege, die einige Aufmerksamkeit erregt haben, sind der fäkalorale Weg und die Resuspension von SARS-CoV-2.

Die Grösse eines Coronavirus-Partikels beträgt 80-160 Nanometer<sup>4,i</sup> und bleibt auf Oberflächen für viele Stunden oder ein paar Tage aktiv, es sei denn, es gibt spezifische Reinigung<sup>ii,iii,iv</sup>. In der Raumluft kann SARS-CoV-2 bei üblichen Raumbedingungen bis zu 3 Stunden und auf Raumbooberflächen bis zu 2-3 Tage aktiv bleiben. Ein luftübertragenes Virus ist nicht nackt, sondern befindet sich in ausgestossenen Atemflüssigkeitströpfchen. Grosse Tröpfchen fallen nach unten, aber kleine Tröpfchen bleiben in der Luft und können weite Strecken zurücklegen, die von Luftströmen in den Räumen und in Abluftkanälen von Belüftungssystemen sowie in den Versorgungskanälen bei Umluftbetrieb getragen werden. Es gibt Hinweise darauf, dass die Übertragung über die Luft in der Vergangenheit unter anderem bekannte Infektionen mit SARS-CoV-1 verursacht hat<sup>vi,vii</sup>.

Ausgestossene Atemtröpfchen, die in der Luft schweben (d.h. sich in der Luft befinden), haben einen Durchmesser von weniger als 1 µm (Mikrometer = Mikron) bis zu mehr als 100 µm, was die grösste Partikelgrösse ist, die eingeatmet werden kann. Sie werden auch als Aerosole, d.h. in der Luft schwebende Partikel, bezeichnet, da Tröpfchen flüssige Partikel sind. Die wichtigsten luftgetragenen Übertragungsmechanismen sind in Abbildung 1 dargestellt.

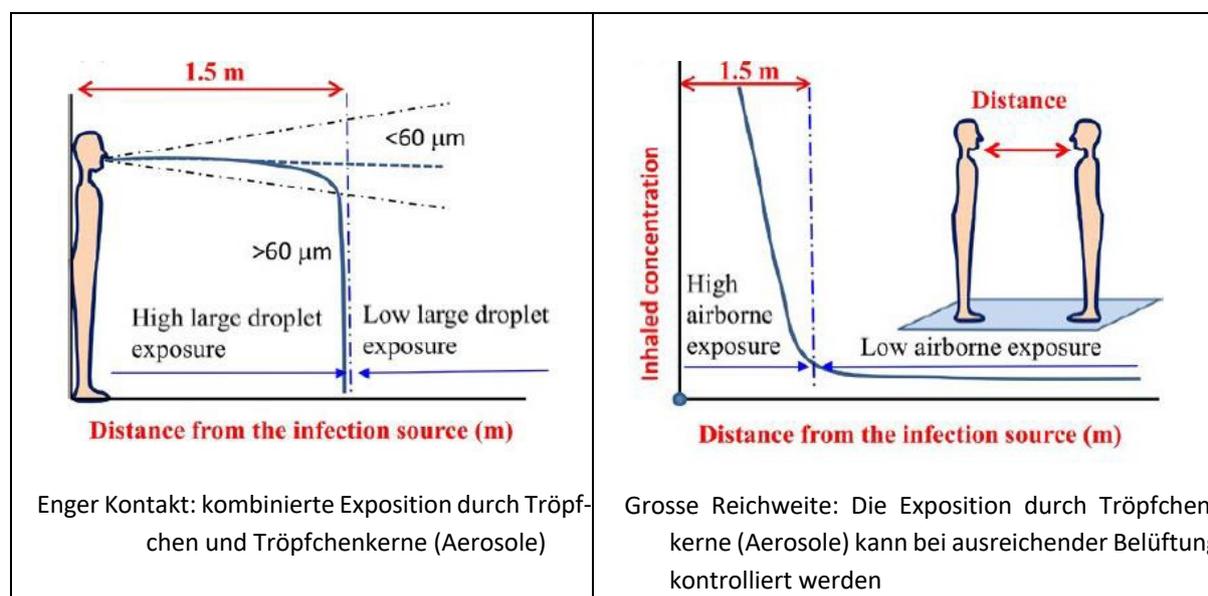


Abbildung 1. Die Unterscheidung zwischen kombinierter Tröpfchen- und Aerosolübertragung bei engem Kontakt (links) und Aerosolübertragung über weite Entfernungen (rechts), die mit Beatmung kontrolliert werden kann, wobei die Viruskonzentration auf ein niedriges Niveau verdünnt wird. (Abbildung: mit freundlicher Genehmigung L. Liu, Y. Li, P. V. Nielsen et al. <sup>xii</sup>)

Die Übertragung aus der Luft hängt von der Tröpfchengrösse<sup>viii,ix,x</sup> ab und wird normalerweise wie folgt in Nahkontakt- und Fernstreckenbereiche unterteilt:

1. Der Übertragungsbereich der Tropfen mit kurzer Reichweite für Nahkontakt-Ereignisse kann durch die zurückgelegte Entfernung definiert werden, bevor die Tropfen und grossen Tropfen (bis zu 2000 µm = 2 mm) auf Oberflächen fallen. Bei einer anfänglichen Tropfengeschwindigkeit von 10 m/s fallen grössere Tropfen innerhalb von 1,5 m nach unten.

<sup>4</sup> 1 Nanometer = 0,001 Mikrometer

Die Atmungsaktivitäten entsprechen einer Tröpfchengeschwindigkeit von 1 m/s bei normaler Atmung, 5 m/s beim Sprechen, 10 m/s beim Husten und 20-50 m/s beim Niesen. Ausgestossene Tröpfchen verdampfen und trocknen in der Luft aus, so dass die endgültigen Tröpfchenkerne auf etwa die Hälfte oder ein Drittel des Anfangsdurchmessers<sup>xi</sup> schrumpfen. Tröpfchen mit einem Anfangsdurchmesser von weniger als 60 µm erreichen den Boden nicht, bevor sie vollständig ausgetrocknet sind, und können von Luftströmungen weiter als 1,5 m getragen werden.

2. Für Tröpfchen <50 µm gilt eine weiträumige Übertragung aus der Luft über eine Entfernung von mehr als 1,5 m. Die Trocknung der Tröpfchen ist ein schneller Prozess; so trocknen beispielsweise 50 µm-Tröpfchen in etwa zwei Sekunden und 10 µm Tröpfchen in 0,1 s auf Tröpfchenkerne mit etwa der Hälfte des Anfangsdurchmessers<sup>5</sup>. Tröpfchen-Kerne <10 µm können von Luftströmungen über grosse Entfernungen getragen werden, da die Absetzgeschwindigkeiten für 10 µm und 5 µm-Partikel (Gleichgewichtsdurchmesser der Tröpfchenkerne) betragen nur 0,3 cm/s bzw. 0,08 cm/s, so dass es etwa 8,3 bzw. 33 Minuten dauert, bis sie 1,5 m tief fallen. Wegen der sofortigen Austrocknung wird der Begriff "Tröpfchen" oft für ausgetrocknete Tröpfchenkerne verwendet, die noch etwas Flüssigkeit enthalten, was erklärt, warum Viren überleben können. Tröpfchenkerne bilden in der Luft eine Suspension von Partikeln, d.h. ein Aerosol. Bei effektiver Mischlüftung ist die Aerosolkonzentration ab 1-1,5 m Entfernung nahezu konstant. Diese Konzentration wird am stärksten durch die Luftwechselraten in ausreichend belüfteten Räumen beeinflusst, wird aber auch durch Ablagerung und Zerfall virusbeladener Partikel reduziert.

Wichtiger als die Entfernung der Tröpfchen unterschiedlicher Grösse ist die Entfernung von der Quelle oder der infizierten Person, bei der eine nahezu konstante Aerosolkonzentration erreicht wird. Wie in Abbildung 1 rechts zu sehen ist, nimmt die Konzentration der Tröpfchenkerne innerhalb der ersten 1-1,5 Meter von der Ausatmung<sup>xii</sup> einer Person aus rasch ab. Dieser Effekt ist auf die Aerodynamik der Ausatemungsströmung und die Strömung in der Mikroumgebung um den Menschen (Plume) zurückzuführen. Die Verteilung der Tröpfchenkerne hängt von der Position der Personen, der Luftwechselrate, der Art des Luftverteilungssystems wie z.B. Mischung, Verdrängung oder persönliche Belüftung und anderen Luftströmungen in den Raum<sup>xiii</sup> ab. Daher führt ein enger Kontakt innerhalb der ersten 1,5 Meter zu einer hohen Exposition sowohl gegenüber grossen Tröpfchen als auch gegenüber Tröpfchenkernen, was durch experimentelle und numerische Studien<sup>xii</sup> belegt wird. Aerosolkonzentrationen und Kreuzinfektionen ab 1,5 m oder mehr von einer infizierten Person aus können mit geeigneten Belüftungs- und Luftverteilungslösungen kontrolliert werden. Die Wirkung der Belüftung ist in Abbildung 2 dargestellt.

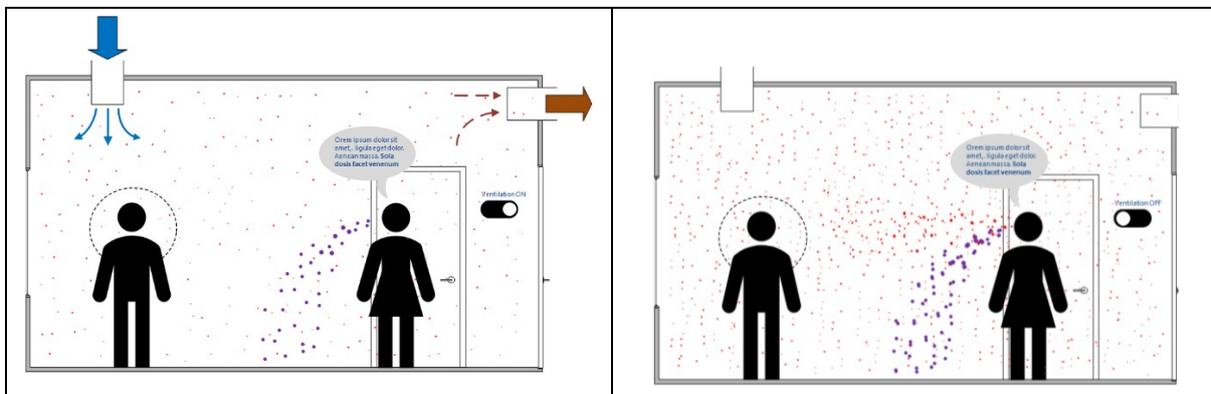


Abbildung 2. Illustration, wie eine infizierte Person (rechts die sprechende Frau) zu einer Aerosolexposition (rote kleine Punkte) in der Atemzone einer anderen Person (in diesem Fall des Mannes auf der linken Seite) führt. Die Ausatmung grosser Tröpfchen ist mit violetten Punkten gekennzeichnet.

Wenn der Raum mit einem Mischlüftungssystem gelüftet wird, ist die Menge der virusbeladenen Partikel in der Atemzone viel geringer als bei ausgeschaltetem Lüftungssystem.

Linke Abbildung: Belüftungssystem eingeschaltet, rechte Abbildung: Belüftungssystem ausgeschaltet.

Für SARS-CoV-2 wurde der aerosolbasierte Langstreckenweg mit Infektion durch Exposition mit Tröpfchenkernpartikeln erstmals von der WHO für Verfahren zur Erzeugung von Krankenhausaerosolen anerkannt und in der Anleitung zur Erhöhung der Ventilation<sup>xiv</sup> angesprochen. Die japanischen Behörden gehörten zu den ersten, die sich mit der Möglichkeit der Aerosolübertragung unter bestimmten Umständen befassten, z.B. bei Gesprächen

<sup>5</sup> Die Physik der schwebenden Atmungströpfchen in Luft zeigt, dass ein Tröpfchen mit einem Anfangsdurchmesser von 20 µm innerhalb von 0,24 Sekunden in Raumluft bei 50 % r.F. verdampft und gleichzeitig zu einem Tröpfchenkern mit einem Gleichgewichtsdurchmesser von etwa 10 µm schrumpft. Für diese Tröpfchenkerne von 10 µm, einschliesslich noch etwas Flüssigkeit, dauert es 8,3 Minuten, um in ruhiger Luft 1,5 m nach unten zu fallen.

---

mit vielen Menschen in kurzer Entfernung in einem geschlossenen Raum und das damit verbundene Risiko, die Infektion auch ohne Husten oder Niesen zu verbreiten<sup>xv</sup>. Danach folgten viele andere Behörden, darunter die US CDC, die britische Regierung, die italienische Regierung und die nationale chinesische Gesundheitskommission. Wichtige Beweise kamen aus einer Studie, die zu dem Schluss kam, dass die Übertragung durch Aerosole plausibel ist, da das Virus in Aerosolen mehrere Stunden lang lebensfähig bleiben kann. Analysen von Superausbreitungsereignissen haben gezeigt, dass **geschlossene Umgebungen mit minimaler Belüftung stark zu einer charakteristisch hohen Zahl von Sekundärinfektionen**<sup>xvi</sup> beigetragen haben. Bekannte Superausbreitungsereignisse, die von einer Aerosolübertragung berichten, stammen aus einem Restaurant in Guangzhou<sup>xvii</sup> und einem Skagit Valley Chorale event<sup>xviii</sup>, wo die Aussenluftventilationsrate nur 1-2 L/s pro Person betrug. Die Tatsache, dass sich schnell substanzielle Beweise dafür herauskristallisiert haben, dass SARS-CoV-2 über Aerosole übertragen wird, musste von vielen Wissenschaftlern allgemein anerkannt werden<sup>xix,xx</sup>. Bis heute haben das Europäische Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten (European Centre for Disease Prevention and Control review on HVAC- systems in the context of COVID-19) sowie das deutsche Robert-Koch-Institut den Aerosoltransport<sup>xxi,xxii</sup> anerkannt. Schliesslich fügte die WHO nach einem offenen Brief von 239 Wissenschaftlern<sup>xxiii</sup> die Übertragung von Aerosolen zu ihrem wissenschaftlichen Auftrag für den Übertragungsmodus hinzu<sup>xxiv</sup>. **Im Allgemeinen impliziert ein Übertragungsmechanismus auf der Basis von Aerosolen über grosse Entfernungen, dass ein Abstand von 1-2 m zu einer infizierten Person nicht ausreicht und eine Konzentrationskontrolle mit Belüftung für eine wirksame Entfernung von Partikeln in Innenräumen erforderlich ist.**

**Oberflächenkontaktübertragung** kann auftreten, wenn ausgestossene grosse Tröpfchen auf nahe gelegene Oberflächen und Gegenstände wie Schreibtische und Tische fallen. Eine Person kann mit COVID-19 infiziert werden, indem sie eine Oberfläche oder einen Gegenstand berührt, auf dem sich das Virus befindet, und dann ihren Mund, ihre Nase oder möglicherweise ihre Augen berührt, aber die US CDC kommt zu dem Schluss, dass dieser Weg vermutlich nicht der Hauptweg ist, auf dem sich das Virus verbreitet<sup>xxv</sup>.

Die WHO erkennt den fäkal-oralen, d.h. den Aerosol/Abwasser-Übertragungsweg für SARS-CoV-2-Infektionen an<sup>xxvi</sup>. **Die WHO schlägt als Vorsichtsmassnahme vor, Toiletten mit geschlossenem Deckel zu spülen. Darüber hinaus ist es unerlässlich, ausgetrocknete Abflüsse und Geruchsverschlüsse in Böden und anderen sanitären Einrichtungen durch regelmässiges Nachfüllen von Wasser (je nach Klima alle drei Wochen) zu vermeiden**, damit die Wasserversiegelung angemessen funktioniert. Dies verhindert die Übertragung von Aerosolen durch das Abwassersystem und steht im Einklang mit Beobachtungen während des SARS-Ausbruchs 2002-2003: Offene Verbindungen mit dem Abwassersystem schienen ein Übertragungsweg in einem Mehrfamilienhaus in Hongkong (Amoy Garden)<sup>xxvii</sup> zu sein. Es ist bekannt, dass Toilettenspülungen aufsteigende Luftströme mit Tröpfchen und Tröpfchenrückständen erzeugen, wenn die Toiletten mit offenen Deckeln gespült werden. **SARS-CoV-2-Viren wurden in Stuhlproben nachgewiesen** (in neueren wissenschaftlichen Arbeiten und von den chinesischen Behörden berichtet)<sup>xxviii,xxix,xxx</sup>.

### **Schlussfolgerung über den Übertragungsweg von Aerosolen (über die Luft):**

In jüngster Zeit gibt es neue Erkenntnisse und eine **allgemeine Anerkennung des aerosolbasierten Übertragungswegs**. Als die erste Version dieses Dokuments am 17. März 2020 veröffentlicht wurde, schlug REHVA vor, dem ALARP-Prinzip (As Low As Reasonably Practicable) zu folgen und eine Reihe von HLK-Massnahmen anzuwenden, die zur Kontrolle des Aerosol-Weges in Gebäuden beitragen. Bis heute gibt es Beweise für eine auf SARS-CoV-2-Aerosol basierende Übertragung, und dieser Weg ist nun weltweit anerkannt. Der relative Anteil der verschiedenen Übertragungswege an der Verbreitung von COVID-19 ist noch nicht bekannt. Daher ist es unmöglich zu sagen, ob die aerosolbasierte Übertragung eine grosse oder nur eine bedeutende Rolle spielt. Die Übertragungswege hängen auch vom Standort ab. In Krankenhäusern mit einer ausgezeichneten 12-fachen Luftwechselrate ist die Aerosolübertragung weitgehend eliminiert, in schlecht belüfteten Räumen kann sie jedoch dominant sein. Die Übertragungswege sind nach wie vor ein wichtiges Forschungsthema, und es wurde bereits berichtet, dass der auf Aerosol basierende Nahbereichsweg die Exposition gegenüber Atemwegsinfektionen bei engem Kontakt dominiert<sup>xxxi</sup>. Die medizinische Fachliteratur hat begonnen, über ein **neues Paradigma infektiöser Aerosole** zu sprechen. Man kommt zu dem Schluss, dass es keine Belege für das Konzept gibt, dass die meisten Atemwegsinfektionen in erster Linie mit der Übertragung grosser Tröpfchen in Verbindung gebracht werden und dass Aerosole mit kleinen Partikeln im Gegensatz zu den derzeitigen Richtlinien eher die Regel als die Ausnahme sind<sup>xxxii</sup>. Im Zusammenhang mit Gebäuden und Innenräumen **besteht kein Zweifel daran, dass das Kreuzinfektionsrisiko bis zu 1,5 m von einer Person mit körperlichem Abstand und darüber hinaus mit Lüftungslösungen kontrolliert werden kann.**

### 3 Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage im Zusammenhang mit COVID-19

Es gibt viele mögliche Massnahmen, die ergriffen werden können, um die Übertragungsrisiken von COVID-19 in Gebäuden zu mindern. Dieses Dokument enthält Empfehlungen für Lüftungslösungen als die wichtigsten "technischen Kontrollen", wie sie in der traditionellen Infektionskontrollhierarchie (Abbildung 3) beschrieben werden, um die Umweltrisiken der Übertragung über die Luft zu verringern. Gemäss der Hierarchie sind Belüftung und andere HVAC- und Sanitärmassnahmen auf einer höheren Ebene angesiedelt als die Anwendung von Verwaltungskontrollen und persönlicher Schutzausrüstung einschliesslich Masken. Es ist daher sehr wichtig, Belüftungs- und andere gebäudetechnische Systemmassnahmen zum Schutz vor Luftübertragung in Betracht zu ziehen. Diese können in bestehenden Gebäuden zu relativ geringen Kosten angewandt werden, um das Infektionsrisiko in Innenräumen zu verringern.

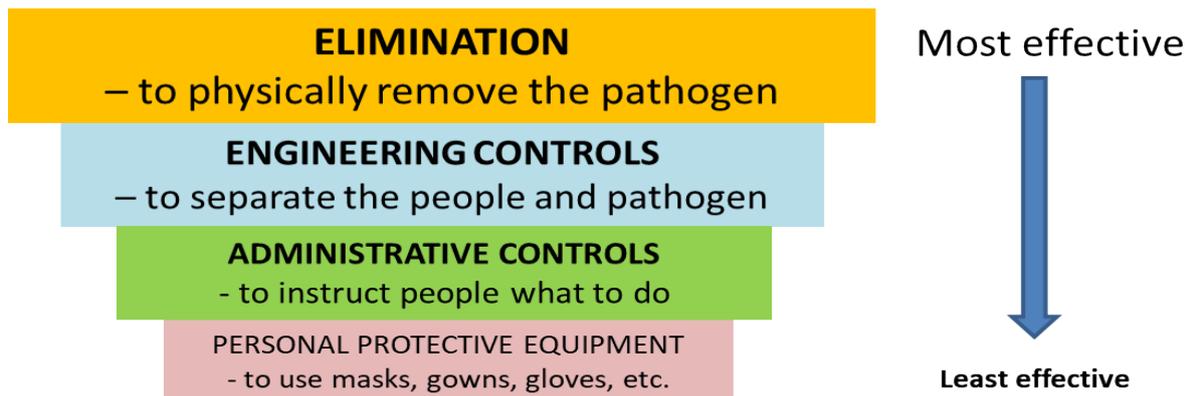


Abbildung 3. Traditionelle Infektionskontrollpyramide nach dem Vorbild der US Centers for Disease Control<sup>xxxxiii</sup>.

Das Europäische Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten (ECDC) hat für die Gesundheitsbehörden in den EU/EWR-Ländern und im Vereinigten Königreich Leitlinien zur Belüftung von Innenräumen im Zusammenhang mit COVID-19<sup>xxxi</sup> erstellt. Dieser Leitfaden richtet sich an Fachleute des öffentlichen Gesundheitswesens und dient REHVA als Grundlage für die Bereitstellung technischer und systemspezifischer Anleitungen für HLK-Fachleute. Die wichtigsten Erkenntnisse und Schlussfolgerungen des ECDC lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Übertragung von COVID-19 findet häufig in geschlossenen Innenräumen statt.
- Derzeit gibt es keinen Beweis für eine Infektion des Menschen mit SARS-CoV-2, die durch infektiöse Aerosole verursacht wird, die durch die Luftkanäle des Belüftungssystems verteilt werden. Das Risiko wird als sehr gering eingestuft.
- Gut gewartete HVAC-Systeme, einschliesslich Klimaanlage, filtern sicher grosse Tröpfchen, die SARS-CoV-2 enthalten. COVID-19-Aerosole (kleine Tröpfchen und Tröpfchenkerne) können sich durch HVAC-Systeme innerhalb eines Gebäudes oder Fahrzeugs und eigenständige Klimaanlage ausbreiten, wenn die Luft recirkuliert wird.
- Der von Klimaanlage erzeugte Luftstrom kann die Ausbreitung von Tröpfchen erleichtern, die von infizierten Personen über grössere Entfernungen innerhalb von Innenräumen ausgeschieden werden.
- HVAC-Systeme können eine ergänzende Rolle bei der Verringerung der Übertragung in Innenräumen spielen, indem sie die Luftwechselrate erhöhen, die Luftumwälzung verringern und die Nutzung der Aussenluft erhöhen.
- Gebäudeverwalter sollten Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage gemäss den aktuellen Anweisungen des Herstellers warten, insbesondere was die Reinigung und den Wechsel der Filter betrifft. In Verbindung mit COVID-19 gibt es keinen Nutzen und keine Notwendigkeit für zusätzliche Wartungszyklen.
- Energiesparende Einstellungen, wie z.B. bedarfsgesteuerte Lüftung, die durch eine Zeitschaltuhr oder CO<sub>2</sub>-Detektoren gesteuert wird, sollten vermieden werden.

Es sollte in Betracht gezogen werden, die Betriebszeiten von HVAC-Systemen zu verlängern, bevor und nach der regulären Periode.

- 
- Der direkte Luftstrom sollte von Personengruppen weggeleitet werden, um die Ausbreitung des Erregers von infizierten Personen und die Übertragung zu vermeiden.
  - Organisatoren und Verwalter, die für Versammlungen und kritische Infrastruktureinrichtungen verantwortlich sind, sollten mit Unterstützung ihrer Technik-/Wartungsteams Möglichkeiten prüfen, um den Einsatz von Luftumwälzung so weit wie möglich zu vermeiden. Sie sollten erwägen, ihre Verfahren für den Einsatz von Umluft in HLK-Systemen auf der Grundlage der vom Hersteller bereitgestellten Informationen zu überprüfen oder, falls dies nicht möglich ist, den Hersteller um Rat zu bitten.
  - Die Mindestanzahl der Luftwechsel pro Stunde gemäss den geltenden Bauvorschriften sollte jederzeit gewährleistet sein. Eine Erhöhung der Anzahl der Luftwechsel pro Stunde verringert das Risiko der Übertragung in geschlossenen Räumen. Dies kann je nach Einstellung durch natürliche oder mechanische Belüftung erreicht werden.



---

der normalen Betriebszeiten zu arbeiten. In der Zwischensaison mit geringem Heiz- und Kühlbedarf haben die oben genannten Empfehlungen begrenzte Energieeinbußen zur Folge. Gleichzeitig helfen sie, Viruspartikel aus dem Gebäude zu entfernen und freigesetzte Viruspartikel von Oberflächen zu entfernen. **Im Winter und Sommer muss ein erhöhter Energieverbrauch in Kauf genommen werden**, da Lüftungssysteme über genügend Heiz- und Kühlkapazität verfügen, um diese Empfehlungen ohne Beeinträchtigung des thermischen Komforts zu erfüllen.

Der allgemeine Ratschlag lautet, **so viel Aussenluft wie vernünftigerweise möglich zuzuführen**. Der Schlüsselaspekt ist die Menge der zugeführten Frischluft pro Quadratmeter Bodenfläche. Wenn die Anzahl der Bewohner reduziert wird, sollten die verbleibenden Bewohner nicht auf kleinere Bereiche konzentriert werden, sondern der physische Abstand (mindestens 2-3 m zwischen den Personen) zwischen ihnen beibehalten oder vergrößert werden, um den Verdünnungseffekt der Belüftung zu verbessern. Weitere Informationen über Lüftungsraten und Risiken in verschiedenen Räumen werden in der aktualisierten Version des Dokuments in den folgenden Monaten zur Verfügung gestellt.

**Abluftventilationssysteme für Toiletten sollten rund um die Uhr in ähnlicher Weise betrieben werden wie das Hauptlüftungssystem.** Sie sollte mindestens 2 Stunden vor der Gebäudeöffnungszeit auf die Nenndrehzahl geschaltet werden und kann 2 Stunden nach der Gebäudenutzungszeit auf eine niedrigere Drehzahl umgeschaltet werden. Wenn es nicht möglich ist, die Ventilatorgeschwindigkeit zu steuern, sollte die Toilettenbelüftung rund um die Uhr mit voller Geschwindigkeit betrieben werden.

#### 4.2 Öffnbare Fenster verwenden mehr

**Die allgemeine Empfehlung lautet, sich von überfüllten und schlecht belüfteten Räumen fernzuhalten.** In Gebäuden ohne mechanische Belüftungssysteme wird empfohlen, aktiv öffnbare Fenster zu verwenden (viel mehr als normal, auch wenn dies ein gewisses thermisches Unbehagen verursacht). Das Öffnen der Fenster ist dann die einzige Möglichkeit, die Luftwechselrate zu erhöhen. Die Fenster sollten etwa 15 Minuten lang geöffnet werden, wenn der Raum betreten wird (insbesondere, wenn der Raum zuvor von anderen Personen besetzt war). In Gebäuden mit mechanischer Belüftung kann das Öffnen der Fenster auch dazu genutzt werden, die Belüftung weiter zu erhöhen.

Offene Fenster in Toiletten mit passivem Schornstein oder mechanische Abluftsysteme können einen kontaminierten Luftstrom von der Toilette in andere Räume verursachen, was bedeutet, dass die Belüftung in umgekehrter Richtung zu arbeiten beginnt. Offene Toilettenfenster sollten dann vermieden werden. Wenn keine ausreichende Entlüftung von Toiletten vorhanden ist und Fensteröffnungen in Toiletten nicht vermieden werden können, ist es wichtig, Fenster auch in anderen Räumen offen zu halten, um Querströmungen im gesamten Gebäude zu erreichen.

#### 4.3 Befeuchtung und Klimatisierung haben keine praktische Wirkung

**Relative Feuchtigkeit (RH) und Temperatur tragen zur Lebensfähigkeit des Virus, zur Bildung von Tröpfchenkernen und zur Anfälligkeit der Schleimhäute der Insassen bei.** Die Übertragung einiger Viren in Gebäuden kann durch Änderung der Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit verändert werden, um die Lebensfähigkeit des Virus zu verringern. Im Falle von SARS-CoV-2 ist dies leider keine Option, da Coronaviren recht resistent gegen Umweltveränderungen sind und nur bei einer sehr hohen relativen Luftfeuchtigkeit von über 80% und einer Temperatur von über 30°C anfällig sind<sup>Cii,iii,iv</sup>, die in Gebäuden aus Gründen des thermischen Komforts und der Vermeidung von mikrobiellem Wachstum nicht erreichbar und akzeptabel sind. SARS-CoV-2 wurde 14 Tage lang unter 4°C, einen Tag lang unter 37°C und 30 Minuten lang unter 56 °C<sup>xxxiv</sup> für lebensfähig befunden.

Die Stabilität (Lebensfähigkeit) von SARS-CoV-2 wurde bei einer typischen Innentemperatur von 21-23 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 65% mit sehr hoher Virusstabilität bei dieser Temperatur und Feuchte<sup>xxxv</sup> getestet. Zusammen mit früheren Nachweisen zu MERS-CoV ist gut dokumentiert, dass eine Befeuchtung bis zu 65% nur eine sehr begrenzte oder gar keine Auswirkung auf die Stabilität des SARS-CoV-2-Virus haben kann. Die aktuelle Beweislage unterstützt nicht die Ansicht, dass eine moderate Luftfeuchtigkeit (RH 40-60%) die Lebensfähigkeit von SARS-CoV-2 positiv beeinflusst, so dass Befeuchtung KEINE Methode zur Verringerung der Lebensfähigkeit von SARS-CoV-2 ist.

Kleine Tröpfchen (0,5 - 50 µm) verdampfen bei jeder relativen Luftfeuchtigkeit (RH) schneller<sup>xxxvi</sup>. Nasensysteme und Schleimhäute sind bei einer sehr niedrigen relativen Luftfeuchtigkeit von 10-20 %<sup>xxxvii,xxxviii</sup> empfindlicher gegenüber Infektionen, weshalb manchmal eine gewisse Befeuchtung im Winter vorgeschlagen wird,

---

(bis zu 20-30%), obwohl der Einsatz von Luftbefeuchtern mit einem höheren Anteil an Gesamt- und Kurzzeitkrankenständen<sup>xxxxix</sup> in Verbindung gebracht wurde.

In Gebäuden, die mit einer zentralen Befeuchtung ausgestattet sind, besteht keine Notwendigkeit, die Sollwerte der Befeuchtungssysteme (normalerweise 25 oder 30%<sup>xl</sup>) zu ändern. In der Regel ist eine Anpassung der Sollwerte für Heiz- oder Kühlsysteme nicht erforderlich, und die Systeme können normal betrieben werden, da es keine direkten Auswirkungen auf das Risiko der Übertragung von SARS-CoV-2 gibt.

#### 4.4 Sicherer Einsatz von Wärmerückgewinnungssektionen

Die Übertragung von Viruspartikeln über Wärmerückgewinnungsgeräte ist kein Problem, wenn ein HLK-System mit einer Doppelpuleneinheit oder einem anderen Wärmerückgewinnungsgerät ausgestattet ist, das eine 100%ige Lufttrennung zwischen dem Abluft- und Zuluftsystem<sup>xli</sup> gewährleistet.

Einige Wärmerückgewinnungsgeräte können Partikel- und Gasphasenschadstoffe über Leckagen von der Abluftseite auf die Zuluftseite übertragen. Rotierende Luft-Luft-Wärmetauscher (d.h. Rotoren, auch Enthalpieräder genannt) können bei schlechter Konstruktion und Wartung zu erheblichen Leckagen führen. Bei ordnungsgemäss arbeitenden Rotationswärmetauschern, die mit Spülsektoren ausgestattet und korrekt aufgestellt sind, sind die Leckraten sehr gering und liegen im Bereich von 1-2%, was in der Praxis unbedeutend ist. Bei bestehenden Systemen sollte die Leckage unter 5% liegen und gemäss EN 16798-3:2017 durch verstärkte Aussenluftventilation ausgeglichen werden. Viele rotierende Wärmetauscher werden jedoch möglicherweise nicht ordnungsgemäss installiert. Der häufigste Fehler ist, dass die Ventilatoren so montiert wurden, dass sie auf der Abluftseite einen höheren Druck erzeugen. Dies führt zu einer Leckage von der Abluft in die Zuluft. Der Grad der unkontrollierten Übertragung von verschmutzter Abluft kann in diesen Fällen in der Grössenordnung von 20%<sup>xlii</sup> liegen, was nicht akzeptabel ist.

Es hat sich gezeigt, dass Rotationswärmetauscher, die ordnungsgemäss konstruiert, installiert und gewartet werden, nahezu keine Übertragung von partikelgebundenen Schadstoffen (einschliesslich luftübertragener Bakterien, Viren und Pilze) aufweisen und die Übertragung auf gasförmige Schadstoffe wie Tabakrauch und andere Gerüche beschränkt ist<sup>xliii</sup>. Es gibt keine Hinweise darauf, dass virusbeladene Partikel, die grösser als etwa 0,2 µm sind, über das Rad übertragen werden. Da die Leckrate nicht von der Rotationsgeschwindigkeit des Rotors abhängt, ist es nicht notwendig, die Rotoren abzuschalten. Durch den normalen Betrieb der Rotoren ist es einfacher, die Belüftungsraten höher zu halten. Es ist bekannt, dass die Verschleppungsleckage bei geringem Luftstrom am höchsten ist, daher sollten höhere Belüftungsraten verwendet werden, wie in Abschnitt 4.1 empfohlen.

Wenn kritische Leckagen in den Wärmerückgewinnungsabschnitten festgestellt werden, kann eine Druckanpassung oder ein Bypass (einige Systeme können mit einem Bypass ausgestattet sein) eine Option sein, um eine Situation zu vermeiden, in der ein höherer Druck auf der Abluftseite eine Leckluft auf der Zuluftseite verursacht. Druckdifferenzen können durch Dämpfer oder andere sinnvolle Vorkehrungen korrigiert werden. Abschliessend empfehlen wir die Inspektion der Wärmerückgewinnungsanlage, einschliesslich der Messung der Druckdifferenz und der Abschätzung der Leckage auf der Grundlage der Temperaturmessung (siehe [Spezifische Anleitung: Begrenzung der internen Luftleckagen über den rotierenden Wärmetauscher](#)).

#### 4.5 Keine Verwendung der zentralen Rezirkulation

Virales Material in Abluft-(Rück-)Kanälen kann wieder in ein Gebäude gelangen, wenn zentrale Luftbehandlungseinheiten mit Umluftsektoren ausgestattet sind. Die allgemeine Empfehlung lautet, während SARS-CoV-2-Episoden eine **zentrale Umluftumwälzung zu vermeiden**: Schliessen Sie die Umluftklappen entweder über das Gebäudemanagementsystem oder manuell.

Manchmal sind Lüftungsgeräte und Umluftbereiche mit Rückluftfiltern ausgestattet. Dies sollte kein Grund sein, Umluftklappen offen zu halten, da diese Filter in der Regel kein wirksames Herausfiltern von Virenmaterial ermöglichen, da sie grobe oder mittlere Filterwirkungsgrade (Filterklasse G4/M5 oder ISO-Grob/ePM10) aufweisen.

---

In Luftsystemen und Luft- und Wassersystemen, in denen eine zentrale Umluftführung wegen begrenzter Kühl- oder Heizleistung nicht vermieden werden kann, muss der Aussenluftanteil so weit wie möglich erhöht werden, und es werden zusätzliche Massnahmen zur Rückluftfilterung empfohlen. Um Partikel und Viren vollständig aus der Rückluft zu entfernen, wären HEPA-Filter erforderlich. Aufgrund eines höheren Druckabfalls und speziell erforderlicher Filterrahmen sind HEPA-Filter jedoch in der Regel nicht einfach in bestehende Systeme einzubauen. Alternativ kann die Kanalinstallation von Entkeimungsgeräten, wie z.B. ultraviolette keimtötende Bestrahlung (UVGI), auch germizide Ultraviolettstrahlung (GUV) genannt, verwendet werden. Es ist wichtig, dass diese Geräte richtig dimensioniert und installiert werden<sup>7</sup>. Wenn technisch möglich, ist es vorzuziehen, einen Filter höherer Klasse in vorhandene Rahmen einzubauen und den Druck des Abluftventilators zu erhöhen, ohne den Luftdurchsatz zu verringern. Eine minimale Verbesserung ist der Ersatz vorhandener Rückluftfilter mit niedrigem Wirkungsgrad durch ePM1 80% (früher F8) Filter. Die Filter der früheren F8-Klasse haben einen angemessenen Abscheidegrad für virusbeladene Partikel (Abscheidegrad 65-90% für PM1).

#### 4.6 Zirkulation auf Raumebene: Fan-Coil, Split- und Induktionsgeräte

In Räumen mit reinen Gebläsekonvektoren oder Split-Einheiten (Vollwasser- oder Direktverdampfungssysteme) hat die Erzielung einer ausreichenden Aussenluftventilation oberste Priorität. In solchen Systemen ist die mechanische Belüftung in der Regel unabhängig von den Gebläsekonvektoren oder Split-Einheiten und es gibt zwei Möglichkeiten, die Belüftung zu erreichen:

1. **Aktive Betätigung der Fensteröffnung zusammen mit der Installation von CO<sub>2</sub>-Monitoren als Indikatoren für die Belüftung der Aussenluft;**
2. Installation eines eigenständigen mechanischen Lüftungssystems (entweder lokal oder zentral, je nach technischer Machbarkeit). Nur so kann jederzeit eine ausreichende Aussenluftzufuhr in den Räumen gewährleistet werden.

Wenn Option 1 verwendet wird, sind CO<sub>2</sub>-Monitore wichtig, da Gebläsekonvektoren und Splitgeräte mit Kühl- oder Heizfunktion den thermischen Komfort verbessern, und es kann zu lange dauern, bis die Bewohner schlechte Luftqualität und mangelnde Belüftung<sup>xiv</sup> wahrnehmen. Siehe ein Beispiel für einen CO<sub>2</sub>-Monitor im [Spezifischen Leitfaden für Schulgebäude](#).

Gebläsekonvektoreinheiten verfügen über Grobfilter, die kleinere Partikel praktisch nicht filtern, aber dennoch potenziell kontaminierte Partikel auffangen können, die dann bei Inbetriebnahme der Ventilatoren freigesetzt werden können. Bei Gebläsekonvektoren und Induktionsgeräten sind möglicherweise folgende zusätzliche Massnahmen erforderlich:

1. Gebläsekonvektoren, Kühlkonvektoren und andere Induktionsgeräte, die mit primärer Aussenluftzufuhr (Luft- und Wassersysteme) ausgestattet sind und Aussenluft liefern, benötigen keine besonderen Massnahmen, ausser die Aussenluftventilationsrate so weit wie möglich zu erhöhen;
2. Nur Gebläsekonvektoren und Split-Einheiten in einzelnen Büroräumen und Wohnungen benötigen ausser einer regelmässigen Zufuhr von Aussenluft in den Raum keine weiteren Massnahmen;
3. Nur Gebläsekonvektoren und Split-Einheiten in Gemeinschaftsräumen (grössere Räume mit Gebläsekonvektoren oder Split-Einheiten, die von vielen Personen belegt sind) werden empfohlen, kontinuierlich betrieben zu werden, damit die Ventilatoren dieser Einheiten nicht abgeschaltet werden, sondern kontinuierlich mit niedriger Drehzahl betrieben werden. Wenn eine solche Regelung nicht möglich ist, sollten die Einheiten gezwungen werden, kontinuierlich zu arbeiten. Lassen Sie während der Besetzungszeiten die Fenster teilweise geöffnet (sofern sie geöffnet werden können), um die Belüftung zu erhöhen.

#### 4.7 Kanalreinigung hat keine praktische Wirkung

Es gab einige überreagierende Äusserungen, in denen empfohlen wurde, die Lüftungskanäle zu reinigen, um die Übertragung von SARS-CoV-2 über Lüftungssysteme zu vermeiden. Die Kanalreinigung ist nicht wirksam gegen eine Raum-zu-Raum-Infektion, da das Lüftungssystem keine Kontaminationsquelle darstellt, wenn die obigen Hinweise zur Wärmerückgewinnung und Rezirkulation befolgt werden. Viren, die sich an kleinen Partikeln anlagern, setzen sich nicht leicht in Lüftungskanälen ab und werden normalerweise durch den Luftstrom übertragen.<sup>xiv</sup> Daher sind keine Änderungen die für normale Kanalreinigungs- und Wartungsverfahren nötig. Viel wichtiger ist es, die Aussenluftzufuhr zu erhöhen und die Rezirkulation der Luft gemäss den oben genannten Empfehlungen zu vermeiden.

---

<sup>7</sup> Wird derzeit von der Arbeitsgruppe COVID-19 der REHVA entwickelt.

---

## 4.8 Ein Wechsel der Aussenluftfilter ist nicht erforderlich

Im Zusammenhang mit COVID-19 wurden Fragen zum Filterwechsel und zur Schutzwirkung in sehr seltenen Fällen von Viruskontamination im Freien gestellt, z.B. wenn sich die Luftauslässe in der Nähe der Lufteinlässe befinden. Moderne Lüftungsanlagen (RLT-Geräte) sind unmittelbar nach dem Aussenlufteintritt mit feinen Aussenluftfiltern (Filterklasse F7 oder F8<sup>8</sup> oder ISO ePM2,5 oder ePM1) ausgestattet, die Feinstaub aus der Aussenluft gut filtern. Die Grösse der kleinsten Viruspartikel in Atemaerosolen ist etwa 0,2 µm (PM0,2) und damit kleiner als die Abscheidefläche von F8-Filtern (Abscheidegrad 65-90% für PM1). Dennoch befindet sich der grösste Teil des Virusmaterials bereits innerhalb der Abscheidefläche von Filtern. Dies bedeutet, dass in seltenen Fällen viruskontaminierter Aussenluft Standard-Feinfilter für Aussenluft einen angemessenen Schutz für eine niedrige Konzentration und ein gelegentliches Auftreten von viralem Material in der Aussenluft bieten.

Wärmerückgewinnungs- und Umluftbereiche sind mit weniger wirksamen mittleren oder groben Abluftfiltern (G4/M5 oder ISO grob/ePM10) ausgestattet, deren Ziel es ist, die Geräte vor Staub zu schützen. Diese Filter haben einen sehr niedrigen Abscheidegrad für virales Material (siehe Abschnitt 4.4 für Wärmerückgewinnung und 4.5 für Rezirkulation).

Aus der Sicht des Filterwechsels können die normalen Wartungsverfahren verwendet werden. Verstopfte Filter stellen in diesem Zusammenhang keine Kontaminationsquelle dar, aber sie reduzieren den Zuluftstrom, was sich negativ auf die Reduzierung des Kontaminationsgrades in Innenräumen auswirkt. Daher müssen Filter bei Überschreitung von Druck- oder Zeitgrenzen gemäss den normalen Verfahren oder gemäss der planmässigen Wartung ausgetauscht werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es nicht empfehlenswert ist, bestehende Aussenluftfilter zu wechseln und durch andere Filtertypen zu ersetzen, und es wird auch nicht empfohlen, sie früher als üblich zu wechseln.

## 4.9 Sicherheitsverfahren für Wartungspersonal

Das HVAC-Wartungspersonal kann bei der Durchführung der planmässigen Wartung, Inspektion oder dem Austausch von Filtern (insbesondere Abluftfiltern) gefährdet sein, wenn die Standard-Sicherheitsverfahren nicht befolgt werden. **Gehen Sie zur Sicherheit immer davon aus, dass sich auf Filtern, Abluftkanälen und Wärmerückgewinnungsgeräten aktives mikrobiologisches Material, einschliesslich lebensfähiger Viren, befinden kann.** Dies ist besonders wichtig in jedem Gebäude, in dem kürzlich eine Infektion stattgefunden hat. Filter sollten bei ausgeschaltetem System gewechselt werden, wobei Handschuhe und Atemschutz getragen und in einem versiegelten Beutel entsorgt werden sollten.

## 4.10 Raumlufthereiniger und UVGI können in bestimmten Situationen nützlich sein

Raumlufthereiniger entfernen Partikel aus der Luft, wodurch ein ähnlicher Effekt wie bei der Aussenbelüftung erzielt wird. Um effektiv zu sein, **müssen Luftreiniger eine HEPA-Filter-Effizienz** haben, d.h. sie müssen als letzten Schritt einen HEPA-Filter haben. Leider sind die meisten preislich attraktiven Raumlufthereiniger nicht effektiv genug. Geräte, die elektrostatische Filterprinzipien anstelle von HEPA-Filtern verwenden (nicht dasselbe wie Raumionisatoren!), arbeiten oft mit ähnlicher Effizienz. Da der Luftstrom durch Luftreiniger begrenzt ist, ist die Bodenfläche, die sie bedienen können, in der Regel recht klein. Um die richtige Grösse des Luftreinigers auszuwählen, muss die Luftwechselrate des Geräts (bei einem akzeptablen Geräuschpegel) mindestens 2-fach betragen und wird sich bis 5-fach<sup>xlvi</sup> positiv auswirken (berechnen Sie die Luftströmungsrate durch den Luftreiniger in m<sup>3</sup>/h, indem Sie das Raumvolumen mit 2 oder 5 multiplizieren). Wenn Luftreiniger in grossen Räumen eingesetzt werden, müssen sie in der Nähe von Personen in einem Raum platziert werden und sollten nicht in der Ecke und ausser Sichtweite platziert werden. Spezielle UVGI-Desinfektionsgeräte können in Rückluftkanälen in Systemen mit Umluft oder in Räumen installiert werden, um Viren und Bakterien zu inaktivieren<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> Eine veraltete Filterklassifizierung der EN779:2012, die durch EN ISO 16890-1:2016 ersetzt wird, Luftfilter für die allgemeine Belüftung - Teil 1: Technische Spezifikationen, Anforderungen und Klassifizierungssystem auf der Grundlage der Partikelmasseeffizienz (ePM).

---

Solche Geräte, die meist in Gesundheitseinrichtungen verwendet werden, müssen richtig dimensioniert, installiert und gewartet werden. **Daher sind Luftreiniger eine einfach anzuwendende kurzfristige Massnahme zur Eindämmung, längerfristig sind jedoch Verbesserungen des Belüftungssystems erforderlich, um angemessene Belüftungsraten der Aussenluft zu erreichen.**

#### 4.11 Gebrauchsanweisung für Toilettendeckel

Wenn Toilettensitze mit Deckeln ausgestattet sind, wird empfohlen, die Toiletten bei geschlossenen Deckeln zu spülen, um die Freisetzung von Tröpfchen und Tröpfchenrückständen aus Luftströmen<sup>xlvii,xxvi</sup> zu minimieren. Die Gebäudeinsassen sollten klar instruiert werden, die Deckel zu benutzen. Abwassersyphone müssen jederzeit funktionieren<sup>xxvii</sup>. Überprüfen Sie die Abwassersyphone (Abflüsse und Geruchsverschlüsse) regelmässig und fügen Sie bei Bedarf Wasser hinzu, mindestens alle drei Wochen.

#### 4.12 Legionellose-Risiko nach Stilllegung

Während der gesamten Dauer der SARS-CoV-2 (COVID-19)-Epidemie wurden viele Gebäude über längere Zeiträume hinweg weniger genutzt oder vollständig stillgelegt. Dazu gehören z.B. Hotels/Resorts, Schulen, Sportanlagen, Turnhallen, Schwimmbäder, Badehäuser und viele andere Arten von Gebäuden und Einrichtungen, die mit HVAC- und Wassersystemen ausgestattet sind.

Abhängig von einer Vielzahl von Faktoren, einschliesslich Systemlayout und -design, kann ein längerer reduzierter (oder kein) Einsatz zu einer Stagnation des Wassers in Teilen der HVAC- und Wassersysteme führen, wodurch das Risiko eines Ausbruchs der Legionärskrankheit (Legionellose) bei Wiederaufnahme des vollen Betriebs erhöht wird.

**Vor der Wiederinbetriebnahme des Systems sollte eine gründliche Risikoanalyse durchgeführt werden, um eventuelle Legionelloseisrisiken einzuschätzen. Mehrere relevante Behörden stellen Informationen über die damit verbundene Risikobewertung und die Verfahren zur Wiederinbetriebnahme zur Verfügung, darunter**<sup>xlviii,xtix,lli,lii</sup>.

#### 4.13 IAQ/RLQ-Überwachung

Das Risiko einer Kreuzkontamination in Innenräumen durch Aerosole ist sehr hoch, wenn die Räume nicht gut belüftet sind. **Wenn die Lüftungssteuerung Aktionen von den Bewohnern erfordert (hybride oder natürliche Lüftungssysteme) oder wenn es im Gebäude kein eigenes Lüftungssystem gibt, wird empfohlen, CO<sub>2</sub>-Sensoren in der Aufenthaltszone zu installieren, die vor Unterlüftung warnen, insbesondere in Räumen, die häufig eine Stunde oder länger von Personengruppen genutzt werden, wie z.B. Klassenräume, Sitzungssäle, Restaurants, Während einer Epidemie wird empfohlen, die Standardeinstellungen **der Ampelanzeige vorübergehend so zu ändern, dass das gelb/orangefarbene Licht (oder die Warnung) auf 800 ppm und das rote Licht (oder der Alarm) auf bis zu 1000 ppm eingestellt wird,** um auch in Situationen mit reduzierter Belegung sofortige Massnahmen zur Erzielung einer ausreichenden Belüftung auszulösen. In einigen Fällen können freistehende CO<sub>2</sub>-Sensoren oder "CO<sub>2</sub>-Ampeln" verwendet werden, siehe ein Beispiel im Spezifischen [Leitfaden für Schulgebäude](#).**

Manchmal kann es besser funktionieren, CO<sub>2</sub>-Sensoren zu verwenden, die Teil eines webbasierten Sensornetzwerks sind. Die Signale dieser Sensoren können verwendet werden, um die Gebäudeinsassen zu warnen, damit sie bedienbare Fenster und mechanische Lüftungssysteme mit mehreren Einstellungen in der richtigen Weise verwenden. Man kann die Daten auch speichern und den Gebäudemanagern wöchentlich oder monatlich Daten zur Verfügung stellen, so dass sie wissen, was in ihrem Gebäude und in den Räumen mit hoher Konzentration vor sich geht und anschliessend das Infektionsrisiko erkennen können.

---

<sup>9</sup> Weitere Informationen über UVGI-Geräte werden derzeit von der REHVA-Arbeitsgruppe COVID-19 entwickelt.

---

## 5 Zusammenfassung der praktischen Massnahmen für den Betrieb der Gebäudetechnik während einer Epidemie

1. Für eine angemessene Belüftung der Räume mit Aussenluft sorgen
2. Schalten Sie die Belüftung bei Nenndrehzahl mindestens 2 Stunden vor der Gebäudeöffnungszeit ein und stellen Sie sie 2 Stunden nach der Gebäudenutzungszeit auf eine niedrigere Drehzahl ein
3. Schalten Sie nachts und am Wochenende die Belüftung nicht ab, sondern lassen Sie die Systeme mit geringerer Geschwindigkeit laufen.
4. Regelmässig geöffnete Fenster (auch in mechanisch belüfteten Gebäuden)
5. Toilettenbelüftung 24/7 in Betrieb halten
6. Vermeiden Sie offene Fenster in Toiletten, um die richtige Belüftungsrichtung beizubehalten
7. Weisen Sie die Gebäudenutzer an, die Toiletten bei geschlossenem Deckel zu spülen
8. Umschalten von Lüftungsgeräten mit Umluftbetrieb auf 100% Aussenluft
9. Inspektion von Wärmerückgewinnungsanlagen, um sicherzustellen, dass Leckagen unter Kontrolle sind
10. Stellen Sie die Einstellungen der Gebläsekonvektoren so ein, dass die Ventilatoren kontinuierlich eingeschaltet sind.
11. Heiz-, Kühl- und mögliche Befeuchtungs-Sollwerte nicht ändern
12. Führen Sie die planmässige Kanalreinigung wie gewohnt durch (eine zusätzliche Reinigung ist nicht erforderlich)
13. Ersetzen Sie die zentralen Aussenluft- und Abluftfilter wie üblich entsprechend dem Wartungsplan
14. Regelmässiger Filterwechsel und Wartungsarbeiten sind mit üblichen Schutzmassnahmen, einschliesslich Atemschutz, durchzuführen.
15. Einführung eines IAQ-Sensornetzwerks, mit dem Bewohner und Einrichtungsleiter überwachen können, dass die Lüftung angemessen funktioniert.

---

## Rückmeldung

Wenn Sie auf die in diesem Dokument behandelten Themen spezialisiert sind und Anmerkungen oder Verbesserungsvorschläge haben, können Sie uns gerne über [info@rehva.eu](mailto:info@rehva.eu) kontaktieren. Bitte erwähnen Sie 'COVID-19 interim document' als Betreff, wenn Sie uns eine E-Mail schicken.

### Kolophon

Dieses Dokument wurde von der Arbeitsgruppe COVID-19 des REHVA-Ausschusses für Technologie und Forschung auf der Grundlage der ersten Version des Leitfadens erstellt, der im Zeitraum vom 6. bis 15. März 2020 von REHVA-Freiwilligen entwickelt wurde. Mitglieder der Task Force sind:

**Prof. Jarek Kurnitski**, Vorsitzender der REHVA-Arbeitsgruppe COVID-19, Technische Universität Tallinn, Vorsitzender des Technologie- und Forschungsausschusses von REHVA

**Dr. Atze Boerstra**, REHVA-Vizepräsident, Geschäftsführer bba binnenmilieu

**Dr. Benoit Sicre**, Hochschule für Technik und Architektur Luzern

**Dr. Francesco Franchimon**, Geschäftsführer Franchimon ICM

**Francesco Scuderi**, Stellvertretender Generalsekretär des Verbandes Eurovent

**Frank Hovorka**, REHVA-Präsident, Direktor Technologie und Innovation FPI, Paris

**Henk Kranenberg**, Vizepräsident von Eurovent, Senior Manager bei Daikin Europe

**NV Hywel Davies**, Technischer Direktor von CIBSE

**Igor Sikonczyk**, Senior Technical and Regulatory Affairs Manager bei Eurovent

**Ir. Froukje van Dijken**, Spezialist für gesundes Bauen bei bba binnenmilieu

**Jaap Hogeling**, Leiter Internationale Projekte bei der ISSO

**Juan Travesi Cabetas**, REHVA-Vizepräsident, Vizepräsident von ATECYR

**Kemal Gani Bayraktar**, REHVA-Vizepräsident, Marketing-Direktor bei Izocam

**Mikael Borjesson**, Vizepräsident des Eurovent-Verbandes, Kompetenzleiter Swegon Group

**Prof. Catalin Lungu**, REHVA-Vizepräsidentin, Vizepräsidentin der

AIRR **Prof. Dr. Marija S. Todorovic**, Universität Belgrad Serbien

**Prof. em. Francis Allard**, Universität La Rochelle

**Prof. em. Olli Seppänen**, Universität Aalto

**Prof. Guangyu Cao**, Norwegische Universität für Wissenschaft und Technik

(NTNU) **Prof. Ivo Martinac**, REHVA-Vizepräsident, Königliche Technische

Hochschule KTH **Prof. Livio Mazzarella**, Polytechnische Universität Mailand

**Prof. Manuel Gameiro da Silva**, REHVA-Vizepräsident, Universität Coimbra

Dieses Dokument wurde von Prof. Yuguo Li von der Universität Hongkong, Prof. Shelly Miller von der University of Colorado Boulder, Prof. Pawel Wargocki von der Technischen Universität Dänemark, Prof. Lidia Morawska von der Queensland University of Technology und Dr. Jovan Pantelic von der University of California Berkeley begutachtet.

---

## Literatur

- <sup>i</sup> Monto, 1974. Medizinische Rezensionen. Koronaviren. Die Zeitschrift für Biologie und Medizin von Yale 47(4): 234-251.
- <sup>ii</sup> Doremalen et al, 2013. Stabilität des Coronavirus des respiratorischen Syndroms des Nahen Ostens (MERS-CoV) unter verschiedenen Umweltbedingungen. Europäisches Bulletin für übertragbare Krankheiten 18(38): 1-4.
- <sup>iii</sup> Ijaz et al, 1985. Überlebenscharakteristika des luftübertragenen menschlichen Coronavirus 229E. Zeitschrift für Allgemeine Virologie 66(12): 2743-2748.
- <sup>iv</sup> Casanova et al, 2010. Auswirkungen von Lufttemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit auf das Überleben von Coronaviren auf Oberflächen. Angewandte und Umweltmikrobiologie 76(9): 2712-2717
- <sup>v</sup> Doremalen et al, 2020. Aerosol- und Oberflächenstabilität von SARS-CoV-2 im Vergleich zu SARS-CoV-1. N Engl J Med 2020; 382:1564-1567. DOI: 10.1056/NEJMc2004973
- <sup>vi</sup> Li et al., 2005a. Die Rolle der Luftverteilung bei der Übertragung von SARS während des grössten nosokomialen Ausbruchs in Hongkong. Innenraumluft 15(2): 83-95.
- <sup>vii</sup> Li et al, 2005b. Mehrzonenmodellierung der wahrscheinlichen Übertragung des SARS-Virus durch Luftströmung zwischen Wohnungen  
in Block E, Amoy-Gärten. Raumlufte 15(2): 96-111.
- <sup>viii</sup> Luongo et al, 2016. Die Rolle der mechanischen Lüftung bei der Übertragung von Infektionserregern in Gebäuden über die Luft. Innenraumlufte 25(6): 666-678.
- <sup>ix</sup> Li et al., 2007. Die Rolle der Belüftung bei der Übertragung von Infektionserregern über die Luft in der bebauten Umwelt - eine multidisziplinäre systematische Übersicht. Innenraumlufte 17(1): 2-18.
- <sup>x</sup> Xie et al., 2007. Wie weit Tröpfchen sich in Innenräumen bewegen können - Betrachtung der Wells Verdunstungs-Fall-Kurve. Innenraumlufte 2007; 17: 211-225.
- <sup>xi</sup> Nicas et al., 2005. Toward Understanding the Risk of Secondary Airborne Infection: Emission von atembaren Krankheitserregern. Zeitschrift für Arbeits- und Umwelthygiene, 2: 143-154.
- <sup>xii</sup> Liu et al., 2017. Kurzstreckige Übertragung von expiratorischen Tröpfchen über die Luft zwischen zwei Personen. Innenraumlufte 2017; 27: 452-462, <https://doi.org/10.1111/ina.12314>
- <sup>xiii</sup> Nielsen V. P., et al. 2008. Kontaminantenfluss in der Mikroumgebung zwischen Menschen unter verschiedenen Beatmungsbedingungen. SL-08-064, ASHRAE-Transaktionen, 632-638.
- <sup>xiv</sup> WHO, COVID-19 Technische Anleitung: Leitfaden für Schulen, Arbeitsstätten und Institutionen
- <sup>xv</sup> Japanisches Ministerium für Gesundheit, Arbeit und Wohlfahrt. Fragen und Antworten zum neuartigen Coronavirus (für die breite Öffentlichkeit)
- <sup>xvi</sup> Nishiura et al, 2020. medRxiv, <https://doi.org/10.1101/2020.02.28.20029272>
- <sup>xvii</sup> Li et al, 2020. Beweise für eine wahrscheinliche Aerosolübertragung von SARS-CoV-2 in einem schlecht belüfteten Restaurant. Preprint, <https://doi.org/10.1101/2020.04.16.20067728>
- <sup>xviii</sup> Miller et al, 2020. Übertragung von SARS-CoV-2 durch Inhalation von Atemaerosol im Skagit Valley Chorale superspreading event. Preprint <https://doi.org/10.1101/2020.06.15.20132027>
- <sup>xix</sup> Allen und Marr, 2020. Überdenken des Potenzials für die luftgestützte Übertragung von SARS-CoV-2. Vorabdrucke 2020, 2020050126 (doi: 10.20944/Vorabdrucke202005.0126.v1)
- <sup>xx</sup> Morawska et al., 2020. Wie kann die Übertragung von COVID-19 über die Luft in Innenräumen minimiert werden? Umwelt International, 142. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105832>
- <sup>xxi</sup> ECDC 2020a. Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlageanlagen im Zusammenhang mit COVID-19. Europäisches Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten, Technischer Bericht, 22. Juni 2020. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/heating-ventilation-air-conditioning-systems-covid-19>
- <sup>xxii</sup> Robert-Koch-Institut, 2020. [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Steckbrief.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html)
- <sup>xxiii</sup> Morawska und Milton, et al, 2020. Es ist an der Zeit, sich mit der luftgestützten Übertragung von COVID-19 zu befassen.  
Klinische Infektionskrankheiten. 10.1093/cid/ciaa939. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa939>
- <sup>xxiv</sup> WHO, 2020d. Übertragung von SARS-CoV-2: Auswirkungen auf die Vorsichtsmassnahmen zur Infektionsprävention. Scientific Brief, 9. Juli 2020. <https://www.who.int/publications/i/item/modes-of-transmission-of-virus-verursachend-kovid-19-implikationen-für-ipc-vorsichtsmassnahmen-empfehlungen>
- <sup>xxv</sup> US CDS Pressemitteilung: <https://www.cdc.gov/media/releases/2020/s0522-cdc-updates-covid-transmission.html>
- <sup>xxvi</sup> WHO, 2020b. Wasser, sanitäre Einrichtungen, Hygiene und Abfallmanagement für COVID-19. Weltgesundheitsorganisation, Genf.
- <sup>xxvii</sup> Hung, 2003. Die SARS-Epidemie in Hongkong: Welche Lehren haben wir daraus gezogen? Zeitschrift der Königlichen Gesellschaft für Medizin 96(8): 374-378.
- <sup>xxviii</sup> WHO, 2020a. Bericht der Gemeinsamen Mission der WHO und Chinas zur Coronavirus-Krankheit 2019 (COVID-19). Weltgesundheitsorganisation, Genf.
- <sup>xxix</sup> Zhang et al, 2020. Molekulare und serologische Untersuchung von 2019- nCoV-infizierten Patienten:

---

Implikation von mehreren Abwurfrouen. Aufkommende Mikroben und Infektionen 9(1): 386-389.

<sup>xxx</sup> Guan W-J et al, 2020. Klinische Merkmale der 2019 neuartigen Coronavirus-Infektion in China. *l J Med.* 2020 Apr 30;382(18):1708-1720. doi: 10.1056/NEJMoa2002032.

<sup>xxxi</sup> Wenzhao et al, 2020. Der kurze Luftweg dominiert die Exposition gegenüber Atemwegsinfektionen bei engem Kontakt. *Gebäude und Umwelt* 176 (2020) 106859.

<sup>xxxii</sup> Fennelly KP, 2020. Partikelgrößen von infektiösen Aerosolen: Implikationen für die Infektionskontrolle. *Lanzetten-Respirator Med* 2020. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30323-4](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30323-4)

<sup>xxxiii</sup> US CDS 2015. Hierarchie der Kontrollen. Zentren für Seuchenkontrolle und -prävention.

<sup>xxxiv</sup> Chin et al, 2020. Stabilität von SARS-CoV-2 unter verschiedenen Umweltbedingungen. Die Lanzettenmikrobe. [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3)

<sup>xxxv</sup> Doremalen et al, 2020. Aerosol- und Oberflächenstabilität von SARS-CoV-2 im Vergleich zu SARS-CoV- 1. *N Engl J Med* 2020; 382:1564-1567. DOI: 10.1056/NEJMc2004973

<sup>xxxvi</sup> Morawska, 2006. Tröpfchenschicksal in Innenräumen, oder können wir die Ausbreitung der Infektion verhindern? *Innenraumluft* 16(2): 335-347.

<sup>xxxvii</sup> Salah et al, 1988. Der nasale mukoziliäre Transport bei gesunden Probanden ist langsamer, wenn trockene Luft eingeatmet wird. *Europäische Zeitschrift für Atemwegserkrankungen* 1(9): 852-855.

<sup>xxxviii</sup> Kudo et al., 2019. Niedrige Umgebungfeuchte beeinträchtigt die Barrierefunktion und die angeborene Resistenz gegen Influenza-Infektionen. *PNAS*: 1-6

<sup>xxxix</sup> Milton et al, 2001. Krankheitsurlaubsrisiko im Zusammenhang mit der Aussenluftzufuhrate, der Befeuchtung und den Beschwerden der Bewohner. *Raumluft* 2001. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0668.2000.010004212.x><sup>xi</sup>  
ISO 17772-1:2017 und EN 16798-1:2019

<sup>xli</sup> Han und al, 2005. Eine experimentelle Studie über Luftleckage und Wärmeübertragungseigenschaften eines Rotierender Wärmerückgewinnungsventilator. *Internationale Zeitschrift für Klima- und Kältetechnik* 13(2): 83-88.

<sup>xlii</sup> Carlsson et al., 1995. Stand der Technik Untersuchung von rotierenden Luft/Luft-Wärmetauschern. SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Energiteknik (Energietechnik) SP RAPPORT 1995:24. <sup>xliii</sup> Ruud, 1993. Transfer von Schadstoffen in rotierenden Luft/Luft-Wärmetauschern, Eine Literaturstudie/Stand der Technik. SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (Schwedisches nationales Prüf- und Forschungsinstitut) Energiteknik (Energietechnik) SP RAPPORT 1993:03

<sup>xliv</sup> Wargocki, P., & Faria Da Silva, N. A. (2012). Nutzung der CO<sub>2</sub>-Rückführung als Nachrüstlösung für Verbesserung der Luftqualität in natürlich belüfteten Klassenräumen. *Healthy Buildings, Brisbane, Australien.*

<sup>xlv</sup> Sipolla MR, Nazaroff WW, 2003. Modellierung des Partikelverlustes in Belüftungskanälen. *Atmosphärische Umgebung.* 37(39-40): 5597-5609.

<sup>xlvi</sup> Fisk et al., 2002. Leistung und Kosten von Partikel-Luftfiltrationstechnologien. *Innenraumluft* 12(4): 223-234. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0668.2002.01136.x>

<sup>xlvii</sup> Best et al, 2012. Potenzial für die Aerosolisierung von Clostridium difficile nach der Toilettenspülung: die Rolle von Toilettendeckeln bei der Verringerung des Risikos einer Umweltkontamination. *The Journal of hospital infection* 80(1):1-5.

<sup>xlviii</sup> La Mura et al, 2013. Legionellose-Prävention in Gebäudewasser- und HVAC-Systemen. *REHVA GB* 18.

<sup>xlix</sup> <https://www.hse.gov.uk/coronavirus/legionella-risks-during-coronavirus-outbreak.htm>

<sup>l</sup> CIBSE 2020, <https://www.cibse.org/coronavirus-covid-19/emerging-from-lockdown>

<sup>li</sup> ECDC 2020b, <https://www.ecdc.europa.eu/en/legionnaires-disease>

<sup>lii</sup> ESCMID 2017,

[https://www.escmid.org/fileadmin/src/media/PDFs/3Research\\_Projects/ESGLI/ESGLI\\_European\\_Technical\\_Guidelines\\_for\\_the\\_Prevention\\_Control\\_and\\_Investigation\\_of\\_Infections\\_Caused\\_by\\_Legio\\_nella\\_species\\_Juni\\_2017.pdf](https://www.escmid.org/fileadmin/src/media/PDFs/3Research_Projects/ESGLI/ESGLI_European_Technical_Guidelines_for_the_Prevention_Control_and_Investigation_of_Infections_Caused_by_Legio_nella_species_Juni_2017.pdf)