

Positionspapier zu Lüftungsunterstützenden Maßnahmen durch Einsatz von Luftreinigern zur Covid-19 Prävention und Einbringung von Wirkstoffen in die Innenraumluft

Positionspapier des Arbeitskreises Innenraumluft

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Autorinnen und Autoren: Mitglieder des Arbeitskreises Innenraumluft im BMK

Basis von Textteilen: Stellungnahme der Kommission Innenraumluftthygiene am deutschen Umweltbundesamt zu Luftreinigern

Weitere Experten: DI Felix Twardik Team Biozide / Umweltbundesamt GmbH: Mag. Christoph Zutz, PhD, Dr. Schindler Peter

Gesamtumsetzung: DI Peter Tappler, Assoz.-Prof. PD DI Dr. Hans-Peter Hutter

Wien, 2021. Stand: 23. März 2021

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des BMK und der Autoren ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autoren dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Werden Personenbezeichnungen aufgrund der besseren Lesbarkeit lediglich in der männlichen oder weiblichen Form verwendet, so schließt dies das jeweils andere Geschlecht mit ein.

Vorwort

Der vorliegende Text basiert zum Teil auf einem Fachartikel der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) des deutschen Umweltbundesamtes. Es wurden gegenüber dem Originaltext einige, vor allem österreichspezifische Ergänzungen, Streichungen sowie Anpassungen durchgeführt. Der Arbeitskreis Innenraumluft im Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie dankt dem IRK und den Autoren für die Möglichkeit und Erlaubnis, Textteile und Erkenntnisse für das vorliegende Positionspapier verwenden zu dürfen.

Der Originalartikel ist verfügbar unter:

umweltbundesamt.de/dokument/stellungnahme-IRK-luftreiniger

Positionspapiere des Arbeitskreises Innenraumluft im Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie werden zu aktuellen Themen im Bereich Innenraumklimatologie und -toxikologie ausgearbeitet und stellen das jeweilige Thema kurz und leicht aktualisierbar dar. Sie werden von Fachleuten der Umwelthygiene der Medizinischen Universität Wien, der Bundesländer, der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (AUVA) und Messtechnik sowie aus Forschungseinrichtungen des Bundes (Umweltbundesamt) und privater Institutionen erstellt und richten sich in erster Linie an Fachleute, aber auch an interessierte Laien, an Behörden, an den Öffentlichen Gesundheitsdienst und Personen aus den einschlägigen Gewerbebereichen.

Der Arbeitskreis Innenraumluft erstellt und veröffentlicht unterschiedliche Typen von Dokumenten: Die einzelnen Teile der „Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft“ werden unter Mitwirkung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften erstellt und definieren Richt- und Referenzkonzentrationen für häufig auftretende Schadstoffe in Innenräumen. Beim „Wegweiser für eine gesunde Raumluft“ handelt es sich um eine Konsumentenbroschüre, in der in leicht verständlicher Form Empfehlungen zum Thema „Innenraumluft“ gegeben werden. Zu einzelnen Themen werden Positionspapiere veröffentlicht, die gegebenenfalls durch Leitfäden ergänzt werden, in denen in umfangreicherer Form Informationen bereitgestellt werden.

Leitfäden und Positionspapiere sowie der Corona-Rechner legen prinzipielle Vorgangsweisen für Experten fest und schneiden offene Fachfragen an. Sie spiegeln die Fachmeinung der im Arbeitskreis vertretenen Experten und Expertinnen (Umwelthygiene, Messtechnik, Verwaltung usw.) zu einem aktuellen Problemkreis im Themenbereich „Innenraumlufte“ wider. Sie haben keinen normativen Charakter und können nach einer Evaluierung auch erneut bearbeitet werden.

Zum Zeitpunkt der Drucklegung sind erschienen:

- Leitfaden Gerüche in Innenräumen
- Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden („Schimmelleitfaden“)
- Leitfaden zur technischen Bauteiltrocknung

- Positionspapier zu Luftströmungen in Gebäuden
- Positionspapier zu Schimmel in Innenräumen
- Positionspapier zu Lüftungserfordernissen in Gebäuden
- Positionspapier zu Formaldehyd in Saunaanlagen
- Positionspapier zu technischer Bauteiltrocknung
- Positionspapier zu Verbrennungsprozessen und Feuerstellen in Innenräumen
- Positionspapier zur Sanierung von Schimmelbefall nach Wasserschäden in Krankenanstalten
- Positionspapier zur Lüftung von Schul- und Unterrichtsräumen – SARS-CoV-2
- Positionspapier zu Lüftungsunterstützenden Maßnahmen durch Einsatz von Luftreinigern zur Covid-19 Prävention und Einbringung von Wirkstoffen in die Innenraumlufte
- Positionspapier zur Bewertung von Innenräumen in Hinblick auf das Infektionsrisiko durch SARS-CoV-2

- Richtlinie zur Bewertung der Innenraumlufte (mehrere Teile)
- Wegweiser für eine gesunde Raumlufte
- Tool zur Berechnung des Infektionsrisikos durch SARS-CoV-2 über Aerosolpartikel in Innenräumen: corona-rechner.at

Alle Publikationen sind auf der Website des BMK zum Download verfügbar:

bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/luft/luft/innenraum.html

Positionspapier zu Lüftungsunterstützenden Maßnahmen durch Einsatz von Luftreinigern zur Covid-19 Prävention und Einbringung von Wirkstoffen in die Innenraumluft

Das Positionspapier des Arbeitskreises Innenraumluft basiert auf einer Empfehlung der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) am deutschen Umweltbundesamt zu Luftreinigern und soll Behörden, Raumnutzern und Gebäudebetreibern helfen, das Risiko für SARS-CoV-2-Übertragungen in Innenräumen und damit auch das Risiko für daraus resultierende Erkrankungen zu verringern. Das Positionspapier dient auch im Rahmen der Zuständigkeit des Arbeitskreises Innenraumluft im BMK zur Präzisierung und Ergänzung der von der Bundesregierung, verschiedenen Bundesministerien und weiteren Institutionen herausgegebenen Empfehlungen (zB. [1, 2]) in Bezug auf Lüftungsfragen und Fragen zur Einbringung (Vernebeln) von desinfizierenden Wirkstoffen in Innenräume in Zusammenhang mit Covid-19 Prävention. Die im Positionspapier getroffenen Aussagen sind sinngemäß auch für andere Fragestellungen in Zusammenhang mit Viren in Innenräumen anwendbar.

SARS-CoV-2 sowie die Krankheit Covid-19 stellen unsere Gesellschaft vor unerwartete und gänzlich neue logistische Herausforderungen. Mittlerweile wurde erkannt, dass vor allem in unzureichend belüfteten Innenräumen das Risiko einer Ansteckung mit SARS-CoV-2 erhöht ist. Mit großer Wahrscheinlichkeit spielen bei der Übertragung des Virus luftgetragene Aerosole, die sich wie ein Nebel im Raum verteilen können, eine nicht zu unterschätzende Rolle [3]. Neben der Beachtung der allgemeinen Hygiene- und Abstandsregeln [4] und dem Tragen eines Mund-Nasen-Schutzes [5] kann das Infektionsrisiko durch konsequente Lüftung und sachgerechten Einsatz von raumluftechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) deutlich reduziert werden. Es ist allerdings nicht möglich, einen 100-prozentigen Schutz vor Infektionen mit SARS-CoV-2 in Innenräumen zu erreichen.

Der mögliche Übertragungsweg von SARS-CoV-2 über Aerosole in der Luft wurde inzwischen erkannt und beschrieben [4, 6]. Auch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) weist darauf hin, dass SARS-CoV-2 neben der direkten Tröpfcheninfektion auch über luftgetragene Partikel übertragen werden kann [7]. Als Hauptübertragungsweg für SARS-CoV-2 wird die respiratorische Aufnahme virushaltiger Flüssigkeitspartikel, die beim Atmen, Husten, Sprechen und Niesen entstehen, beschrieben [8].

Die Zahl und die Durchmesser der von einem Menschen erzeugten, potenziell virushaltigen Partikel hängt stark von der Atemfrequenz und der Aktivität ab [8]. Selbst bei ruhiger Atmung werden (gegebenenfalls virushaltige) Partikel freigesetzt [9]. Das Infektionsrisiko wird durch gleichzeitige Aktivitäten vieler Personen im Gebäude bzw. durch den Aufenthalt vieler Personen auf engem Raum erhöht. Zu den Aktivitäten, die vermehrt Partikel freisetzen, gehören lautes Sprechen, Rufen, Singen, sportliche Aktivität oder auch lautstarke Unterstützung der Akteure bei Sportveranstaltungen. Betroffen davon sind unter anderem Schulen, Sport- und Konzerthallen und diverse Veranstaltungsräume.

Coronaviren selbst haben einen Durchmesser von ca. 0,12-0,16 Mikrometer (μm), werden aber meist als Bestandteil größerer Partikel emittiert. Im medizinischen Sprachgebrauch werden diese Partikel häufig in „Tröpfchen“ (Durchmesser $> 5 \mu\text{m}$) und „Aerosole“ (Durchmesser $\leq 5 \mu\text{m}$) unterschieden – man spricht üblicherweise generell von Tröpfchen-Infektionen. Bezüglich ihrer Eigenschaften gibt es jedoch keine scharfe Grenze zwischen „Tröpfchen“ und „Aerosolen“, der Übergang ist fließend. Häufig unbeachtet ist die Tatsache, dass der Mensch nur beim Niesen sehr große Partikel emittiert. Beim normalen Sprechen und Husten werden fast ausschließlich kleine Tröpfchen generiert [9]. Außerdem verändern sich die in die Umgebung freigesetzten Aerosolpartikel je nach Umgebungsbedingungen bezüglich ihrer Größe und Zusammensetzung.

An der Luft schrumpfen die ausgeatmeten Tröpfchen in der Regel rasch infolge der Verdunstung eines Großteils ihres Wasseranteils. Dabei entstehen kleinere Partikel, die deutlich länger – unter Umständen mehrere Stunden – in der Luft verbleiben können. Unter Laborbedingungen wurde festgestellt, dass vermehrungsfähige Viren in luftgetragene Flüssigkeitströpfchen bis zu 3 Stunden nach der Freisetzung nachweisbar waren [10], auch in einem Krankenzimmer wurden mehrere Meter von einer infizierten Person entfernt vermehrungsfähige Viren nachgewiesen [11]. In der Außenluft werden potenziell virushaltige Partikel in Verbindung mit den fast immer vorhandenen Luftbewegungen (Wind, Turbulenzen) rasch verdünnt. Dadurch ist das Risiko einer Übertragung von SARS-

CoV-2 durch Aerosole im Außenbereich sehr gering, wenn der Sicherheitsabstand eingehalten wird.

In Mitteleuropa spielt sich ein Großteil unseres Tagesablaufs, ca. 80-90%, nicht im Freien, sondern in geschlossenen Räumen ab. Wenn sich das private und gesellschaftliche Leben in der kälteren Jahreszeit vermehrt in Räume verlagert, ist daher angesichts der bestehenden SARS-CoV-2-Pandemie auf Übertragungsmöglichkeiten und die Vorsorge in Innenräumen verstärkt zu achten. Das Raumklima in Innenräumen wird durch die Temperatur, relative Luftfeuchte, Luftbewegungen und den Luftwechsel beeinflusst, die von den Umgebungsbedingungen, wesentlich aber von der gegebenen Nutzung abhängen. Die Bewegung von luftgetragenen Partikeln in Innenräumen wird weniger durch Deposition (Sedimentationsprozesse) und Diffusion (physikalische Verteilung), sondern vielmehr durch Luftströmungen bestimmt. Strömungen entstehen durch Luftzufuhr und -verteilung beim Öffnen von Fenstern und Türen („freies“ Lüften), über technische Lüftungseinrichtungen (Klima- und Lüftungsanlagen), aber auch durch Temperaturunterschiede (Konvektion). Ferner spielen Temperatur und Druckunterschiede zwischen der Innen- und Außenluft eine wichtige Rolle für Luftbewegungen.

Durch Luftbewegungen können Partikel innerhalb kurzer Zeit über mehrere Meter transportiert und so im Innenraum verteilt werden. Das gilt auch für potenziell virushaltige Aerosole. Im Sinne des Infektionsschutzes sollten daher Schul- und Unterrichtsräume mit einem möglichst hohen Luftaustausch und Frischluftanteil versorgt werden. Dies gilt gleichermaßen für freies Lüften über Fenster sowie beim Einsatz von RLT-Anlagen.

RLT-Anlagen sollen frische Luft unabhängig von Nutzereinflüssen von außen den Räumen zuführen (Zuluft) und die „verbrauchte“ Luft (Abluft) aus den Räumen nach draußen befördern. RLT-Anlagen arbeiten ohne (Lüftungsanlagen) und mit zusätzlicher Klimatisierung wie Raumkühlung, Ent- und Befeuchtung (Klimaanlagen). Mitunter wird bei Klimaanlagen ein Teil der Abluft wieder der Zuluft beigemischt (meist ältere sogenannte „Umluftanlagen“).

Eine möglichst hohe Frischluftzufuhr ist eine der wirksamsten Methoden, potenziell virushaltige Aerosole aus Innenräumen zu entfernen, Lüftungstechnische Anlagen sind daher in Zeiten der Pandemie als Vorsorge gegen Infektionen anzusehen. Klimaanlagen, die mit einem hohen Umluftanteil betrieben werden, können unter bestimmten Umständen eventuell eine Gefahrenquelle darstellen. Bei einem hohen Umluftanteil in Klimaanlagen in Verbindung mit unzureichender Filterung kann es, wenn sich eine oder

mehrere infizierte Personen, die Erreger ausscheiden, im Raum aufhalten, möglicherweise über die Zeit zu einer Anreicherung von infektiösen Aerosolen in der Luft kommen. Es gibt mehrere Hinweise, dass ein SARS-CoV-2- Ausbruch im industriellen Produktionsbereich auf einen hohen Umluftanteil der dortigen RLT-Anlage zurückzuführen war [12].

Die Luftwechselrate ist definiert als die pro Zeiteinheit mit dem Raumvolumen ausgetauschte Luftmenge. Ein Luftwechsel von 1 pro Stunde (h^{-1}) bedeutet, dass z.B. bei einem Raum von 50 m^3 Volumen pro Stunde 50 m^3 Luft zu- und abgeführt wird. Theoretischen Betrachtungen zufolge verringert sich die zu einem bestimmten Zeitpunkt im Innenraum freigesetzte Stoffmenge bei einem Luftwechsel von 1 pro Stunde innerhalb einer Stunde um ca. 60%, bei höheren Luftwechselraten entsprechend mehr. Näherungsweise gilt dies auch für von infizierten Personen freigesetzte Partikel. Intensives Lüften reduziert die Menge potenziell infektiöser Aerosole deutlich. Auch Partikel, die bspw. laufend durch die ruhige Atmung von Personen entstehen, werden bei höherem Luftwechsel entsprechend schneller entfernt bzw. verdünnt.

Bestimmend ist das zugeführte Außenluftvolumen, oft auch als „Frischluft“ bezeichnet. Als Richtschnur ist dem jeweiligen Raum pro im Raum anwesender erwachsener Person und Stunde ein mittleres Außenluftvolumen von etwa 35 m^3 zuzuführen, dies entspricht den in der österreichischen Arbeitsstättenverordnung definierten Anforderungen an Arbeitsplätze für Arbeiten mit geringer körperlicher Belastung sowie dem österreichischen Leitfaden für den Kulturbetrieb [13] des Zentrums für Public Health der Medizinischen Universität Wien. Bei Kindern sind altersabhängig geringere Werte anzusetzen. Bei einem Außenluftvolumen von 35 m^3 pro erwachsener Person und Stunde stellt sich nach einer gewissen Zeit eine Kohlenstoffdioxid-Konzentration von rund 1000 ppm (0,1 Vol-%) als Ausgleichskonzentration ein.

In natürlich belüfteten Innenräumen herrscht bei geschlossenen Fenstern und Türen meist nur ein geringer Luftwechsel von 0,01 bis 0,3 pro Stunde (in älteren Gebäuden mit einer weniger dichten Gebäudehülle etwas mehr). Lüftungstechnische Anlagen werden bis heute jedoch noch nicht in allen Neubauten eingesetzt, obwohl ohne eine solche eine effiziente Lüftung, wie sie auch die bautechnischen Regelungen der Länder vorschreiben, in vielen Praxissituationen nicht möglich ist (bspw. in Schulklassen). Um das Risiko einer Übertragung von SARS-CoV-2 in nicht-privaten Innenräumen zu verringern, in denen sich mehrere Personen aufhalten, ist bei ausschließlich natürlich über die Fenster belüfteten Räumen eine zusätzliche häufigere intensive Lüftung bzw. Öffnen der Fenster erforderlich.

Eine Belastung der Raumluft mit virenbeladenen Aerosolen lässt sich in Situationen, wo nur unzureichender Luftwechsel erzielt werden kann, durch den Einsatz von geeigneten Luftreinigungsgeräten auf relevante Weise reduzieren. Insbesondere in Fällen einer nur schwer umsetzbaren Lüftungsvorgabe durch Öffnen der Fenster werden daher in der kalten Jahreszeit geeignete Luftreiniger als eine Ergänzung für einen prophylaktischen Gesundheitsschutz angesehen, wenn andere Maßnahmen zuvor nicht greifen. Somit stellt sich die Frage, welche Arten von mobilen oder stationären Luftreinigern ergänzend zu aktivem Lüften über Fenster in Innenräumen grundsätzlich geeignet sind und ob es sinnvoll ist, Luftreiniger auch zusätzlich zu Lüftungstechnischen Anlagen einzusetzen.

Der Einsatz von chemischen Substanzen zur Desinfektion von Raumluft ist in der Regel nicht erforderlich. In wenigen und ganz bestimmten Fällen ist eine Desinfektion von Oberflächen notwendig, es werden allerdings neuerdings auch mobile Geräte und fix installierte Vorrichtungen angeboten, die permanent, zum Teil unter Anwesenheit von Personen, Substanzen an die Raumluft abgeben. Es wird behauptet, dass dadurch eine Verringerung des Risikos einer Ansteckung stattfinden soll.

Der Arbeitskreis Innenraumluft spricht für den Einsatz von Luftreinigern in Innenräumen in Zusammenhang mit SARS-CoV-2 und damit assoziierten Themen wie Raumluftreinigung mit chemischen Substanzen, Bioziden oder Ozon nachfolgende Empfehlungen aus, die sich am Stand der Technik orientieren. Diese resultieren aus Messungen und praktischen Erfahrungen in den letzten Jahrzehnten im Bereich Abtransport chemischer und biologischer Kontaminationen [14] und wurden an die Situation einer möglichen SARS-CoV-2 Belastung der Raumluft angepasst [15, 16]. Die im Positionspapier getroffenen Aussagen sind sinngemäß auch für andere Fragestellungen im Zusammenhang mit Viren in Innenräumen anwendbar.

Mobile und stationäre Luftreiniger

Als mobile Luftreiniger werden im Sinne dieser Empfehlung alle Geräte verstanden, bei denen die Raumluft durch ein mobil (d.h. frei) im Raum aufgestelltes Reinigungsgerät geleitet wird. Stationäre Luftreiniger sind fix, mitunter in einem nicht sichtbaren Lüftungskanal installierte Geräte, bei denen die Luft innerhalb eines Raumes umgewälzt wird. Dabei soll – bei Anwesenheit von möglicherweise mit SARS-CoV-2 Viren infizierten Personen – die angesaugte Raumluft durch geeignete Maßnahmen von Aerosolpartikeln

bzw. aktiven (und damit infektiösen) Viren gereinigt und der Raumluft direkt wieder zugeführt werden.

Folgende Verfahren kommen vor allem zum Einsatz:

- Reinigung der Luft über Filter (meist Hochleistungsschwebstofffilter [HEPA-Filter] oder Hochleistungs-Partikelfilter [EPA-Filter])
- Sterilisation der Luft durch Einsatz von UV-Technik
- Reinigung mittels Aktivkohlefilter
- Reinigung bzw. Luftbehandlung mit Ionisation, Ozon oder nichtthermischem Plasma (NTP, „Kaltplasma“)
- Reinigung über andere Filtertechniken (z.B. elektrostatische Filter)
- Kombination mehrerer Verfahren

Grundsätzlich ist das angestrebte Ergebnis beim Einsatz von Luftreinigungsgeräten stark von den jeweiligen individuellen Anforderungen und spezifischen Bedürfnissen der Nutzer abhängig, für unterschiedliche Schadstoffbelastungen sind jeweils eigene Arten der Luftreinigung erforderlich.

Nicht bei allen am Markt erhältlichen Geräten wird die Wirksamkeit gegenüber Viren und Bakterien als ausreichend erprobt angesehen (bspw. laut deutschem Umweltbundesamt bei „Plasmageräten“ [17]). Werden beim Einsatz von Geräten etwa reaktive Produkte wie bspw. Ozon erzeugt, besteht zudem auch die Gefahr, dass im Realbetrieb gesundheits-schädliche oder geruchsintensive Reaktionsprodukte an die Raumluft abgegeben werden [18, 19].

Einsatzempfehlungen zu Luftreinigern

Bei Filtergeräten spielen die Leistungsdaten des Filters (Abscheidegrad, Luftdurchsatz) eine Rolle, um auf effiziente Weise die Aerosolkonzentration zu senken. Hochleistungsschwebstofffilter (HEPA = High Efficiency Particulate Air Filter, Filterklassen H 13 und H 14) sind in der Lage, mit SARS-CoV-2 beladene Partikel sowie gegebenenfalls auch nicht aerosolgebundene Krankheitserreger effektiv zurückzuhalten. Damit ist bei Luftreinigern mit solchen Filtern von einer prinzipiellen Wirksamkeit auszugehen. Auch Hochleistungs-Partikelfilter (EPA = Efficient Particulate Air Filter) der Klassen E 11 und E 12 sind für eine

effiziente Luftreinigung im nichtmedizinischen Bereich sehr gut geeignet. Kleine Aerosolpartikel können sich bei entsprechenden Umgebungsbedingungen, z.B. bei erhöhter relativer Luftfeuchte, aneinander anlagern. In solchen Einzelfällen sind auch Feinfilter der Filterklassen ISO ePM1 70% oder ISO ePM1 80% nach ÖNORM EN ISO 16890¹ in der Lage, größere virenbeladene Partikel zurückzuhalten.

Partikelfilterklassen für EPA-, HEPA- und ULPA-Filter werden in der ÖNORM EN 1822-1² definiert. Die Verwendung einer möglichst hohen Filterklasse ist aber – im Gegensatz zum Einsatz in Reinräumen oder Krankenanstalten – nicht per se zu empfehlen. Ein Einsatz von H 14-Filtern bringt beispielsweise beim Anwendungsfall „mobiler oder stationärer Luftreiniger in Innenräumen“, abgesehen von höheren Betriebskosten, keinen relevanten hygienischen Vorteil gegenüber der Verwendung von H 13- oder E 12-Filtern (es werden bei jedem Durchlauf lediglich etwa 0,05% mehr Partikel der "Most Penetrating Particle Size" gefiltert). Die Anschaffungs- und Betriebskosten können unter Umständen durch die Verwendung von Filtern höherer Filterklassen ansteigen. Zudem erhöht sich meist der Schallpegel und jedenfalls der Energieverbrauch, da es mehr Leistung erfordert, die benötigten Luftvolumina durch feinere Filter zu bewegen. Empfehlenswert ist in allen Fällen der Einsatz von Vorfiltern, um die Standzeiten der Hauptfilter zu verlängern.

UV-Strahlung (meist UV-C) ist grundsätzlich in der Lage, SARS-CoV-2 Viren zu inaktivieren. Beim Einsatz von UV-Strahlung in Luftreinigern sind Mindest-Strahlungsdosen erforderlich, um eine Wirksamkeit zu begründen. Es wird daher empfohlen, sich vor Beschaffung und Einsatz von UV-Luftreinigern von den Herstellern überprüfbare Nachweise zur Wirksamkeit unter Realraumbedingungen geben zu lassen – insbesondere bezogen auf die Bestrahlungsintensität und Verweildauer der virenbeladenen Partikel innerhalb der bestrahlten Zone. Zudem kann die Exposition gegenüber UV-Strahlung negative gesundheitliche Wirkungen nach sich ziehen, betroffen sind vor allem Haut und Augen. Offene UV-Anwendungen dürfen daher nur bei Abwesenheit von Menschen erfolgen. Es wird empfohlen, bei Einsatz von Geräten mit UV-Technik darauf zu achten, dass diese Geräte keine direkte Strahlung in den Raum abgeben. Es ist davon auszugehen, dass dies bei den

¹ ÖNORM EN ISO 16890-2: Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik - Teil 2: Ermittlung des Fraktionsabscheidegrades und des Durchflusswiderstandes. 2020 07 15

² ÖNORM EN 1822-1: Schwebstofffilter (EPA, HEPA und ULPA) - Teil 1: Klassifikation, Leistungsprüfung, Kennzeichnung. 2019 09 01

am Markt befindlichen UV-Standgeräten gegeben ist, da in modernen Geräten Vorkehrungen getroffen werden, um einen Austritt von Strahlung zu vermeiden (bspw. automatische Abschaltung beim Öffnen) – dies ist jedenfalls nachzuweisen.

Generell muss bereits bei einer Ausschreibung bedacht werden, dass die Wartungs- und Energiekosten der Luftreinigungsgeräte gering sein sollten. Verbrauchsmaterialien wie bspw. Filtermaterial oder Leuchten bei UV-Geräten sollen kostengünstig sein. Außerdem ist es sehr wichtig, dass der Wechsel von Verbrauchsmaterial einfach durchführbar ist.

Kombinationen von unterschiedlichen Reinigungstechnologien für Innenräume werden häufig als Verkaufsargumente angepriesen, ohne dass ein erkennbarer hygienischer Zusatznutzen gegeben ist. Generell gilt daher für Kombinationsgeräte, dass die Sinnhaftigkeit in Hinblick auf eine relevante Risikoreduktion (die oftmals nicht erkennbar ist) geprüft werden muss. Seitens der Hersteller wird bspw. oft die Kombination von Filtern mit UV-Bestrahlung empfohlen, um Viren und andere Krankheitserreger, die an den Hochleistungsschwebstoff-Filtern zurückgehalten werden, durch UV-Strahlung abzutöten oder zu inaktivieren. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass eine derartige Kombination (außer bei speziellen Anwendungen, bspw. im Krankenhausbereich) keinen relevanten hygienischen Vorteil gegenüber der Verwendung von reinen Filtergeräten liefert, sondern nur zu deutlich höheren Betriebskosten führt. Kontaminierte Filter können nach Gebrauch (meist nach einem längeren Zeitraum) gefahrlos unter Beachtung der bekannten Vorsichtsmaßnahmen (Mund-Nasenschutz, Handschuhe) auch ohne UV-Desinfektion gewechselt werden.

Ausreichende Angaben zur Geräuschentwicklung sind zur Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit von Luftreinigungsgeräten unbedingt notwendig. Die Schallemissionen des jeweiligen Gerätes dürfen zu keiner Beeinträchtigung der Tätigkeiten im Raum führen (z.B. Büroarbeit, Schulunterricht). Für aussagekräftige Informationen sollte Schall grundsätzlich in Schallleistung oder Schalldruck angegeben werden, die Schallleistung ist nach einem genormten Verfahren zu bestimmen (wie z.B. ÖNORM EN ISO 3741³). Schalldaten sind immer luftmengenabhängig und variieren je nach Leistungsstufe, in der das Gerät arbeitet. Die akustischen Daten der Geräte sind daher durch den Hersteller für den Nennbetrieb detailliert für spezifische Volumenströme anzugeben.

³ ÖNORM EN ISO 3741: Akustik - Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1. 2011 01 01

Es dürfen bei Betrieb des Geräts keine unerwünschten Sekundärprodukte (Schadstoffe) freigesetzt werden. Sollte ein Einsatz von Geräten mit Verfahren, bei denen eine Bildung von Sekundärprodukten möglich oder zu erwarten ist, in speziellen Anwendungsbereichen erforderlich werden, sollten sich beim Betrieb keine Personen im Raum befinden oder es sollten endständige Filter eingesetzt werden, die Sekundärprodukte wirksam entfernen können.

Technische Daten sind generell transparent für unterschiedliche Volumenströme anzugeben. Dabei ist die elektrische Leistungsaufnahme für spezifische Volumenströme auszuweisen. Abhängig vom Gerätetyp muss eine regelmäßige Wartung erfolgen. Geräte sollten grundsätzlich konform mit der ÖNORM H 6021⁴ und VDI 6022⁵ sein.

Dimensionierung von Luftreinigern

Der Dimensionierung von Luftreinigern kommt eine entscheidende Bedeutung zu, wenn das Infektionsrisiko in Innenräumen auf relevante Weise gesenkt werden soll. Aussagen zur Effizienz von Luftreinigern in Innenräumen stammen zum Teil aus Versuchen unter Laborbedingungen, die nicht immer auf den praktischen Betrieb umgelegt werden können. Inzwischen liegen Versuche mit unterschiedlichen Untersuchungsansätzen und -ergebnissen aus Modellräumen [20, 21] sowie Untersuchungen in realen Klassenräumen von Schulen [22] vor. Die Ergebnisse sind nicht immer einheitlich.

Um die Raumluft hinreichend von Aerosolpartikeln bzw. aktiven Viren zu befreien, müssen die Geräte entsprechend ausgelegt sein. Dabei sind die konkreten Einsatzbedingungen (z.B. Raumverhältnisse, Belegungsdichte, Anordnung des Luftreinigers im Raum, etwaige Strömungshindernisse) zu berücksichtigen. Ein häufig benutztes Kriterium bei Filtergeräten ist die sogenannte „Clean Air Delivery Rate (CADR)“. Der CADR-Wert gibt an, welches Luftvolumen innerhalb einer vorgegebenen Zeit von Aerosolen im Größenbereich 0,09 µm bis 11 µm gereinigt wird. Es ist die Angabe des Volumenstroms in Kubikmeter pro Stunde (m³/h) üblich. Die Leistungsfähigkeit der Geräte wird durch den Abscheidegrad der

⁴ ÖNORM H 6021: ÖNORM H 6021: Lüftungstechnische Anlagen - Reinhaltung und Reinigung - Nationale Ergänzungen zu ÖNORM EN 15780. 2016 08 15

⁵ Vor allem VDI 6022 Blatt 1: Raumlufttechnik, Raumluftqualität - Hygieneanforderungen an raumlufttechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln). 2018 01

relevanten Partikelgrößenklassen und den für die Anwendung erforderlichen Volumenstrom charakterisiert. Der CADR-Wert wird unter standardisierten Laborbedingungen mit definierten Partikeln (Rauch, Staub, Pollen) bei höchster Leistungsstufe ermittelt [23].

Der Luftdurchsatz (bspw. die CADR) muss der Größe des Raums und dem natürlichen Luftwechsel im Raum angemessen sein und darf keine Zugscheinungen verursachen. Die Förderleistung des Einzelgerätes oder der Summe mehrerer Geräte (außenluftäquivalenter Luftwechsel, Angabe in m^3 pro Stunde) sollte so ausgelegt sein, dass das jeweils zu betrachtende Raumvolumen mindestens einem dreifachen Luftwechsel pro Stunde unterzogen wird. Bei zu hohem Luftwechsel (mehr als etwa 6 pro Stunde) kann es zu Zugscheinungen kommen. Es muss sichergestellt sein, dass über die Nutzungsdauer möglichst die gesamte Raumluft von der Reinigung erfasst wird und dass es zu keinem Kurzschlussvolumenstrom im Umfeld des Luftreinigers kommt. Sinngemäß gilt das Gesagte auch für die Leistung der Leuchten bei UV-Geräten, die entsprechend dimensioniert werden muss.

Stationäre Simulationsprogramme dienen dazu, grundsätzliche Unterschiede zwischen verschiedenen Raumtypen und Belegungsdichten zu ermöglichen [24]. Um im konkreten Fall die resultierende Risikosenkung unter den jeweils gegebenen Praxisbedingungen abschätzen zu können, empfiehlt sich auch die Verwendung von geeigneten Simulationsprogrammen (bspw. das Programm VIR-SIM des Arbeitskreises Innenraumluft im BMK⁶). Dieser Zugang erlaubt eine Risikoabschätzung unter Verwendung der bekannten bzw. angenommenen Randparameter „Belegung des Raumes“, „Luftwechsel“, „Sprach- und Atemaktivität“ sowie der Eingabe von Lüftungsphasen und zeigt die Abnahme des Risikos bei unterschiedlichem außenluftäquivalentem Luftwechsel durch einen Luftreiniger.

⁶ VIR-SIM unter corona-rechner.at

Luftbehandlung mittels nichtthermischem Plasma (NTP-Verfahren, „Kaltplasma“) und Ionisation

Bei mobilen Geräten, die mit nichtthermischem Plasma (NTP, „Kaltplasma“) arbeiten, wird deren Wirksamkeit gegenüber Viren und Bakterien bei typischen Raumgegebenheiten und Raumvolumina wie in Innenräumen üblich, vom deutschen Umweltbundesamt als nicht ausreichend erprobt angesehen [17].

Diese Luftreiniger arbeiten auf der Basis von stillen elektrischen Entladungen mit einem geringen Energieeintrag. In einem Reaktionsraum, durch den die Raumluft hindurch gepumpt wird, werden reaktive Sauerstoffspezies (ionisierende Moleküle und Radikale) erzeugt. Sie sollen die (oxidative) Umsetzung von Schadstoffen zu unbedenklichen Reaktionsprodukten wie Kohlendioxid und Wasser gewährleisten, auch soll eine Inaktivierung von Viren stattfinden. Das Deutsche Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitsschutz – BGIA kommt zu dem Ergebnis, dass die angestrebte komplette Reinigung schwach kontaminierter Innenraumluft mithilfe der NTP-Technik nicht erreichbar ist [25]. Keine der potenziell gebildeten reaktiven Sauerstoffspezies ermöglicht den vollständigen und ungefährlichen Abbau von Luftinhaltsstoffen. Es ist dagegen mit dem Entstehen von Reaktionsprodukten zu rechnen, die zum Teil eine höhere Reizwirkung aufweisen als ihre Ausgangssubstanzen. Eine Freisetzung von Ozon ist ebenfalls möglich. Es existieren laut BGIA keine wissenschaftlich fundierten Belege für einen erfolgreichen Einsatz der NTP-Technik unter Innenraumluftbedingungen. Dagegen wird durch Literaturdaten die Prognose untermauert, dass es zum Auftreten von unvollständig abgebauten Verbindungen kommt. Die Verwendung dieser Luftreiniger zur Innenraumdekontamination wird demzufolge vom BGIA nicht empfohlen. Insbesondere wird vor dem Betrieb solcher Geräte in Räumen gewarnt, in denen sich gleichzeitig Menschen aufhalten [25].

Zusammenfassend besteht die Gefahr bzw. ist davon auszugehen, dass im Realbetrieb durch chemische Reaktion mit anderen Stoffen geruchsintensive und zum Teil gesundheitsschädliche Reaktionsprodukte an die Raumluft abgegeben werden [18, 19, 26]. Der Nachweis seitens der Hersteller, dass keine bedenklichen Emissionen erzeugt werden, ist auf Grund der Flüchtigkeit bzw. mangelhaften analytischen Fassbarkeit der zum Teil sehr kurzlebigen Reaktionsprodukte mit Ausnahme weniger Substanzen wie bspw. Ozon grundsätzlich nicht möglich [27, 28]. Durch einen endständigen Filter (bspw. Aktivkohlefilter) – so ein solcher vorhanden ist – kann eine gewisse Reduktion dieser Reaktionsprodukte erreicht werden.

Vom Gebrauch von Geräten, die mit sogenanntem „Kaltplasma“ oder Ionisation ohne Filterung der entstehenden VOC arbeiten und auf diese Weise eine Viren-Inaktivierung erreichen wollen, ist daher (außer bei speziellen Anwendungen, bspw. im Krankenhausbereich) in Innenräumen abzuraten, solange es keine anerkannten standardisierten Prüfverfahren für eine Zulassung gibt und eine Gesundheitsgefährdung für die Raumnutzer nicht in allen Fällen ausgeschlossen werden kann. Dies auch deswegen, da robuste, erprobte Verfahren wie bspw. Filtergeräte ohne derartige unkalkulierbare Risiken verfügbar sind.

Luftbehandlung mittels Ozon

Zu unterscheiden sind Geräte, bei denen Ozon direkt im Gerät erzeugt und anschließend abgefiltert wird und solche, die Ozon direkt an die Innenraumluft abgeben. Mittels endständigem Filter (bspw. Aktivkohlefilter) kann auch hier, ähnlich wie bei „Kaltplasma-geräten“, eine gewisse Reduktion der Reaktionsprodukte erreicht werden. Bei Geräten, welche die Luft im Gerät mit Ozon behandeln, können Ozon und andere reaktive Raumluftinhaltsstoffe auch bei Filterung zumindest zum Teil an die Raumluft abgegeben werden. Ozon ist ein starkes Reizgas für den Atemtrakt, auch in geringen Konzentrationen. Das Wirkprinzip von derartigen Geräten ist, dass Ozon mit anderen Stoffen in der Raumluft reagiert; dabei ist mit der Bildung von zahlreichen neuen Reaktionsprodukten zu rechnen – Ozon reagiert mit vielen Materialien, was ebenfalls zur Bildung unerwünschter Sekundärprodukte führt [29]. Nachgewiesen ist, dass Schadstoffe wie Formaldehyd entstehen [17] und metallische Gerüche auftreten [30]. Zusätzlich ist zu bedenken, dass bei Einwirkung von oxidierenden Substanzen eine Veränderung von Materialien der Innenausstattung (zB. Degradation von Kunststoffen) möglich ist. Gerüche in Innenräumen, die von den Nutzern nicht gesteuert werden können, werden nach übereinstimmender Fachmeinung als unerwünscht betrachtet und können, zum Teil über psychologische Mechanismen, zu Klagen über schlechte Raumluft und im Einzelfall zu gesundheitlichen Beschwerden führen.

Vom Gebrauch von Geräten, welche die Luft direkt mit Ozon behandeln bzw. dieses freisetzen und auf diese Weise eine Viren-Inaktivierung erreichen wollen, ist daher (außer bei speziellen medizinischen Anwendungen) in Innenräumen abzuraten. Dies auch deswegen, da – wie schon bei der NTP-Technik („Kaltplasma“) beschrieben – robuste, erprobte Verfahren wie bspw. Filtergeräte ohne derartige unkalkulierbare Risiken verfügbar sind.

Grenzen des Einsatzes von Luftreinigern in Innenräumen

Durch mobile oder fest installierte Luftreiniger können grundsätzlich nicht alle Verunreinigungen aus der Raumluft entfernt werden, wie dies bei Zufuhr von Außenluft stattfindet. Dies trifft vor allem für Kohlendioxid, aber auch für eine Reihe chemischer Stoffe in der Raumluft zu, die nicht von allen Luftreinigern erfasst werden. Auch erhöhte Luftfeuchte (die unter bestimmten Umständen zur Gefahr von Schimmelbildung führen kann) kann auf diese Weise nicht abgeführt werden. Geräte, die keine Gewebefilter oder wirksame elektrostatische Filter verwenden, entfernen zudem keinen Staub aus der Raumluft.

Mobile oder auch fest installierte Geräte dieser Art wälzen die Raumluft lediglich um und ersetzen nicht die Zufuhr von Außenluft. Es wird daher ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Betrieb von Luftreinigern eine ausreichende hygienische Lüftung nicht ersetzen kann.

Es sind folgende Prioritäten zu setzen:

- Intensiveres Lüften über Fenster oder durch Einsatz von zentral oder etagenweise eingebauten raumluftechnischen Anlagen.
- Wenn der Einbau von raumluftechnischen Anlagen nicht realisierbar ist, sollte durch Verringerung der Anzahl der Nutzer des Raumes die Risikosituation verbessert werden.
- Wenn die vorher genannten Punkte nicht realisierbar sind, können Luftreiniger eingesetzt werden, die das eingeschränkte Lüften in Bezug auf eine Risikominimierung in Pandemiezeiten ergänzen, jedoch nicht ersetzen.

Es wird an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass erhöhte Kohlendioxidkonzentrationen in Innenräumen generell hygienisch inakzeptabel und der Leistungsfähigkeit abträglich sind [31, 32]. Laut der Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft des BMK ist in Räumen, in denen geistige Tätigkeiten verrichtet werden oder die zur Regeneration dienen ein mittlerer CO₂-Wert von 1000 ppm einzuhalten [33]. Alle hier genannten Maßnahmen, Lüftungskonzepte und -techniken sowie ggf. der Einsatz von Luftreinigern ersetzen nicht die allgemein bekannten Schutzmaßnahmen gegen SARS-CoV-2. Sie bieten zudem keinen wirksamen Schutz gegenüber einer Exposition durch direkten Kontakt bzw. Tröpfcheninfektion auf kurzer Distanz. Die Einhaltung der AHA-Regeln (Abstand, Hygiene/Händewaschen, „Alltags“ Mund-/Nasenschutz) sind daher unabhängig von den obigen Maßnahmen weiterhin zu beachten.

Vernebelung oder direkte Abgabe von Substanzen in die Raumluft

Von der Vernebelung von Wasserstoffperoxidlösung (H_2O_2) oder Natriumhypochloritlösung ($NaOCl$) zur Desinfektion der Raumluft wird vom deutschen Umweltbundesamt dringend abgeraten [17]. Diese Empfehlung gilt auch für den Einsatz als fix installierte Systeme, bei denen Desinfektionsmittel dem Zuluftstrom einer Lüftungstechnischen Anlage, zum Teil bei Anwesenheit von Personen, zudosiert wird, um entweder Oberflächen oder Raumluft zu behandeln. Derartige Systeme zeigen keine relevanten Vorteile gegenüber einer klassischen mechanischen Reinigung von Lüftungsanlagen, Risiken sind dabei allerdings nicht ausgeschlossen.

Beide Substanzen sind starke Oxidationsmittel und haben konzentrationsabhängig eine gesundheitsschädigende Wirkung. Desinfektionsmittel können z.B. Reizungen von Haut und Schleimhaut, Ekzeme, Allergien oder auch Vergiftungen auslösen – vor allem dann, wenn sie in zu hoher Dosierung verwendet werden – auch Materialschäden sind möglich. Aber auch eine Unterdosierung ist als kritisch anzusehen, weil damit keine ausreichende Wirksamkeit gegeben ist und die Bildung von Resistenzen gegenüber bestimmten Wirkstoffen gefördert werden kann [34]. Die Anwendung von zu niedrigen Konzentrationen eines Wirkstoffes, bei der keine akute Gefährdung von anwesenden Personen vorliegt, ist daher nicht zielführend.

Die Substanzen wirken antimikrobiell, allerdings ist die Wirksamkeit gegenüber luftgetragenen Viren unter Praxisbedingungen bisher nicht immer ausreichend belegt. Ebenso wird von der Vernebelung anderer Desinfektionsmittel ohne besondere Schutzmaßnahmen und Gefährdungsanalysen abgeraten [17]. Diese Einschätzung wird auch von der Österreichischen Gesellschaft für Hygiene, Mikrobiologie und Präventivmedizin (ÖGHMP) geteilt [34; 35]. Raumdesinfektionsverfahren haben laut ÖGHMP im Zusammenhang mit der Covid-19-Prävention aus fachlicher Sicht praktisch keine Bedeutung. Ausnahmen davon sind streng kontrollierte und gezielt angewendete Desinfektionsverfahren für gut überprüfbare Räume, z.B. bei der Herstellung bestimmter steriler Güter, in Einrichtungen für die medizinische Behandlung gefährlicher Infektionen oder in diagnostischen Hochsicherheitslabors. Diese speziellen Desinfektionsanwendungen sind begrenzt auf definierte und qualitätsgesicherte Prozesse, und sie geschehen in aller Regel nur in Abwesenheit von Menschen. Ergänzend werden in derartigen Fällen vor Ort Evaluierungen durchgeführt, um eine Wirksamkeit gewährleisten zu können.

Folgende kritische Punkte werden genannt [nach 35]:

- Diese Anwendungsart (Vernebeln) von Desinfektionsmitteln behandelt Luft und Oberflächen gleich, ohne Rücksichtnahme auf die tatsächlich erreichte Durchmischung im Raum oder die Aufbringung auf Flächen, auf die Beschaffenheit einzelner Gegenstände oder Oberflächen (glatt oder rau, trocken oder feucht ...) oder auf deren tatsächliche Bedeutung für die Übertragung der in Frage kommenden Erreger.
- Das Erreichen aller Luftkompartimente und Oberflächen, in/auf denen sich Erreger befinden, ist ungewiss.
- Die an den Erregern erreichte Wirk(stoff)konzentration ist auch dann ungewiss, wenn genügend Wirkstoff anströmt: Da die Applikation ohne mechanische Unterstützung (= ohne Wischen) geschieht, werden Wirkstoffe in größeren Anschmutzungen absorbiert und inaktiviert, bevor die Erreger erreicht werden.
- Die Desinfektionswirkung ist nicht sicher kontrollierbar.
- Chemikalien werden in der Atemluft und auf Kontaktflächen angereichert, dadurch ist eine gesundheitliche Schädigung der Nutzer des Raumes durch Einatmen oder/und Kontakt möglich.
- Wegen des geringen bis fehlenden Nutzens sind Risiken und Aufwand unverhältnismäßig hoch.
- Andere Hygienetechniken sind gezielter anwendbar und wirksamer. Diese machen daher im Regelfall eine Raumdesinfektion entbehrlich.

Zusammenfassend kann daher ausgesagt werden, dass Verfahren, die Wasserstoffperoxid (H_2O_2) oder Natriumhypochlorit ($NaOCl$) zur Desinfektion der Raumluft beimischen, in Innenräumen außer in speziellen, fachlich begleiteten Fällen nicht eingesetzt werden sollen. Dies gilt auch für andere Desinfektionsmittel wie bspw. Hypochlorige Säure und Chlordioxid oder sinngemäß für Ozon. Ein besonders kritischer Punkt ist, dass Nutzer bei der Anwendung wirkungsloser bzw. nicht ausreichend kontrollierbarer Verfahren der Meinung sind, dass andere wirksame Schutzmaßnahmen gegenüber SARS-CoV-2 wie verstärkte Lüftung, Händehygiene, Abstand oder Mund-Nasenschutz nicht erforderlich wären. Dadurch kann die Situation entstehen, dass auf Grund eines falschen Sicherheitsgefühls das Risiko von Infektionen zunimmt.

Es wird darauf hingewiesen, dass bei Betreten eines Raumes durch eine infizierte Person in Hinblick auf Aerosolpartikel die davor stattgefundenen Desinfektionsbemühungen keine relevante Wirkung mehr haben. Wegen des geringen bis fehlenden Nutzens werden daher

die mit Vernebelungen verbundenen Risiken und der Aufwand als unverhältnismäßig hoch eingeschätzt [35]. Dies gilt sinngemäß auch für UV-Desinfektionsmaßnahmen mit offen liegenden Leuchten (Ausnahmen auch hier spezielle medizinische Anwendungen oder technische Einsatzgebiete).

Falls im Einzelfall bei einer behördlich angeordneten Maßnahme eine Raumdesinfektion erforderlich sein sollte, ist zu beachten, dass sich Nutzer während der Desinfektionsmaßnahmen keinesfalls im Raum befinden dürfen. Nach einer Anwendung von Desinfektionsmittel muss ausreichend gelüftet werden, um eine Exposition gegenüber der verbleibenden Restkonzentration der Wirkstoffe und deren Reaktionsprodukten zu vermeiden.

Es dürfen nur Desinfektionsmittel und -verfahren eingesetzt werden, die für die jeweilige Anwendung geprüft und anerkannt sind. Hierfür kann bspw. auch auf die von der Stadt Wien gemeinsam mit der AUVA und dem BMK erstellte Desinfektionsmittel-Datenbank „WIDES“⁷ zurückgegriffen werden. Diese Datenbank bietet eine gute Orientierungshilfe, um bei der Beschaffung wirksamer Desinfektionsmittel auch die Gesundheit der Anwender und den Schutz der Umwelt zu berücksichtigen.

Es ist zu beachten, dass für Oberflächendesinfektion zugelassene Präparate nicht automatisch eine Wirksamkeit auf luftgetragene Viren aufweisen – hier ist ein gesonderter Wirksamkeits-Nachweis unter Praxisbedingungen (im Vergleich zu reinem Befeuchten der Luft) erforderlich. Anzumerken ist, dass sich eine Prüfung nach ÖNORM EN 17272⁸ auf die Wirksamkeit einer Oberflächendesinfektion durch Vernebelung bezieht, jedoch nicht automatisch auch auf eine Wirkung auf partikelgebundene Viren in der Raumluft.

⁷ Desinfektionsmittel-Datenbank WIDES. wides.at

⁸ ÖNORM EN 17272: Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Verfahren zur luftübertragenen Raumdesinfektion durch automatisierte Verfahren – Bestimmung der bakteriziden, mykobakteriziden, sporiziden, fungiziden, levuroziden, viruziden, tuberkuloziden und Phagen-Wirksamkeit. 2020 06 01

Literatur

1. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2020): COVID-19-Hygiene- und Präventionshandbuch für öffentliche Schulen, Privatschulen mit Öffentlichkeitsrecht und eingegliederte Praxisschulen an den Pädagogischen Hochschulen. bmbwf.gv.at/Ministerium/Informationspflicht/corona/corona_schutz.html
2. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2020): COVID-19-Hygiene- und Präventionshandbuch für elementarpädagogische Einrichtungen. bmbwf.gv.at/Ministerium/Informationspflicht/corona/corona_schutz.html
3. Morawska L, Cao J (2020): Airborne transmission of SARS-CoV-2: the world should face the reality. Environ. Int. 105730. doi.org/10.1016/j.envint.2020.105730
4. Österreichische Gesellschaft für Hygiene, Mikrobiologie und Präventivmedizin (ÖGHMP): Sinnvolle hygienische Maßnahmen gegen die Übertragung von SARS-CoV-2 vom 18.05.2020
5. Chu DK, Akl EA, Duda S, Solo K, Yaacoub S, Schünemann HJ on behalf of the COVID-19 Systematic Urgent Review Group Effort (SURGE) study authors (2020): Physical distancing, face masks and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. The Lancet 395(10242):1973-1987
6. Morawska L, Milton D (2020): It is time to address airborne transmission of COVID-19. Clinical Infectious Diseases. doi.org/10.1093/cid/ciaa939
7. WHO (2020): Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. 9 July 2020. [who.int/news-room/commentaries/detail/transmission-of-sars-cov-2-implications-for-infection-prevention-precautions](https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/transmission-of-sars-cov-2-implications-for-infection-prevention-precautions)
8. Buonanno G., Stabile L, & Morawska L (2020): Estimation of airborne viral emission: quanta emission rate of SARS-CoV-2 for infection risk assessment. Environment International 141, 105794. doi.org/10.1016/j.envint.2020.105794
9. Hartmann A, Lange J, Rotheudt H, Kriegel M (2020): Emissionsrate und Partikelgröße von Bioaerosolen beim Atmen, Sprechen und Husten, Preprint. dx.doi.org/10.14279/depositonce-10332

10. Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH et al. (2020): Aerosol and surface stability of SARS-CoV-1 as compared with SARS-CoV-2. The New England Journal of Medicine 382. 1564-1567. [nejm.org/doi/full/10.1056/nejmc2004973](https://doi.org/10.1056/nejmc2004973)
11. Lednitsky JA et al. (2020): Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients. medRxiv, Preprint, 04. August 2020. doi.org/10.1101/2020.08.03.20167395
12. Günther T, Czech-Sioli M, Indenbirken D et al. (2020): Investigation of a super-spreading event preceding the largest meat processing plant-related SARS-Coronavirus2 outbreak in Germany. papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3654517
13. Zentrum für Public Health der Medizinischen Universität Wien, Abteilung für Umwelt-hygiene und Umweltmedizin (2020): Kultur in Zeiten der COVID19-Epidemie in Österreich: Leitfaden für den Kulturbetrieb (13.05.2020)
14. Wallner P, Muñoz-Czerny U, Tappler P, Wanka A, Kundi M, Shelton JF, Hutter H-P (2015): Indoor environmental quality in mechanically ventilated, energy-efficient buildings vs. conventional buildings. International Journal of Environmental Research and Public Health 2015(11):14132-14147
15. BMK (2020): Positionspapier zu Lüftungserfordernissen in Gebäuden. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/luft/luft/innenraum/arbeitskreis.html
16. BMK (2020): Positionspapier zur Lüftung von Schul- und Unterrichtsräumen – SARS-CoV-2. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/luft/luft/innenraum/arbeitskreis.html
17. UBA (2020): Einsatz mobiler Luftreiniger als Lüftungsunterstützende Maßnahme in Schulen während der SARS-CoV-2 Pandemie. Stellungnahme der Kommission Innenraumlufthygiene (IRK) am Umweltbundesamt. Umweltbundesamt Deutschland Dessau-Roßlau
18. Gunschera J, Markewitz D, Bansen B, Salthammer T, Ding H (2016): Portable photocatalytic air cleaners: efficiencies and by-product generation. Environmental Science and Pollution Research 23, 7482-7493

19. Siegel JA (2016): Primary and secondary consequences of indoor air cleaners. *Indoor Air* 26, 88-96

20. Kähler CJ, Fuchs T, Mutsch B, Hain R (2020): Schulunterricht während der SARS-CoV-2 Pandemie – Welches Konzept ist sicher, realisierbar und ökologisch vertretbar? unibw.de/lrt7/schulbetrieb-waehrend-der-pandemie.pdf

21. Zacharias N, Haag A, Brang-Lamprecht R, Gebel J, Essert SM, Kistemann T, Exner M, Mutters NT, Engelhart S (2020): Air filtration as a tool for the reduction of viral aerosols. Institute for Hygiene and Public Health, University Hospital Bonn, Venusberg-Campus 1, 53127 Bonn, Deutschland (white paper).

22. Curtius J, Granzin M, Schrod J (2020): Testing mobile air purifiers in a school classroom: Reducing the airborne transmission risk for SARS-CoV-2. medRxiv, Version: October 6, 2020, doi.org/10.1101/2020.10.02.20205633

23. AHAM AC-1 (2019): Method for Measuring Performance of Portable Household Electric Room Air Cleaners. Association of Home Appliance Manufacturers, Washington, DC, United States

24 Müller D, Rewitz K, Derwein D, Burgholz TM, Schweiker M, Barday J, Tappler P (2020): Empfehlung zum erforderlichen Luftwechsel in Schulen, Großraumbüros, Hörsälen und Turnhallen zur Reduzierung eines aerosolgebundenen Infektionsrisikos. Report (white paper). doi.org/10.18154/RWTH-2020-10366

25. BGIA, Toxichem (2005): Luftreinigungsgeräte basierend auf elektrischen Entladungsprozessen. Projekt-Nr. BGIA 1086. dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/bgia_1086.jsp

26. Heberer H, Nies E, Dietschi M, Möller, Pflaumbaum W, Steinhausen M (2005): Überlegungen zur Wirkung und toxikologischen Relevanz von NTP-Luftreinigungsgeräten. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft*. 65, Nr. 10, 419-424

27. Weschler, C.J. and Shields, H.C. (1997) Potential reactions among indoor pollutants, *Atmos. Environ.*, 31, 3487–3495

28. Wolkoff P, Wilkins C-K, Clausen P-A, Nielsen G-D (2006): Organic compounds in office environments – sensory irritation, odor, measurements and the role of reactive chemistry. *Indoor Air* 16(1):7-19
29. Poppendieck D, Hubbard H Ward M, Weschler C, Corsi RL (2007): Ozone reactions with indoor materials during building disinfection. *Atmospheric Environment* 41, 3166-3176
30. Ozonos (2021): Positionspapier zu Lüftungsunterstützenden Maßnahmen. Ozonos GmbH, Februar 2021
31. Salthammer T, Uhde E, Schripp T, Schieweck A, Morawska L, Mazaheri M, Clifford S, He C, Buonanno G, Querol X, Viana M, Kumar P (2016): Children's well-being at schools: Impact of climatic conditions and air pollution. *Environment International* 94, 196-210
32. Petersen S, Jensen KL, Pedersen ALS Rasmussen HS (2016): The effect of increased class-room ventilation rate indicated by reduced CO₂ concentration on the performance of schoolwork by children. *Indoor Air* 26, 366-379
33. BMNT (2017): Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft, Kohlenstoffdioxid als Lüftungsparameter. Überarbeitete Fassung, erarbeitet vom Arbeitskreis Innenraumluft im Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (derzeit BMK) unter Mitarbeit der österreichischen Akademie der Wissenschaften. Blau-Weiße Reihe
34. ÖGHMP (2020): Ergänzende Information zur Desinfektion, zu Desinfektionsverfahren und im Speziellen zur Raumdesinfektion. Österreichische Gesellschaft für Hygiene, Mikrobiologie und Präventivmedizin.
oeghmp.at/media/ergaenzende_informationen_zur_desinfektion_update_29_05_2020.pdf
35. ÖGHMP (2020): Grundsätzliche Information zur Raumdesinfektion. Österreichische Gesellschaft für Hygiene, Mikrobiologie und Präventivmedizin.
oeghmp.at/media/grundlegende_ueberlegungen_zur_raumdesinfektion_update_29.05.2020.pdf

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und
Technologie**

Abteilung VII/11, Stubenbastei 5, 1010 Wien

+43 1 711 00-612119

vii@bmk.gv.at

bmk.gv.at