



Stellungnahme der DGKH

Zum Einsatz von dezentralen mobilen Luftreinigungsgeräten im Rahmen der Prävention von COVID-19

Martin Exner, Peter Walger, Jürgen Gebel, Ricarda Schmithausen, Axel Kramer und Steffen Engelhart

(Vorstand Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene – DGKH,
Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universitätskliniken Bonn)

Stand: 25. September 2020

1. Stellenwert der Luftübertragung (Aerosol) im Rahmen der allgemeinen Präventionsmaßnahmen

Bei der Prävention und Kontrolle von COVID 19 wird unterschieden zwischen direkten und indirekten Maßnahmen:

- **Direkte Maßnahmen zielen** primär auf eine durch Tröpfchen und Schleimhautkontakte bedingte Gesicht-zu-Gesicht Übertragung ab,
- **Indirekte Maßnahmen** primär auf die Reduktion von Aerosolen, die nicht direkt von Gesicht zu Gesicht übertragen werden.

Zu den **direkten Präventions- und Kontrollmaßnahmen** zählen die sog. AHA-Regeln:

- Abstand,
- Hygienemaßnahmen und
- Alltagsmasken.

Die Wahrung eines Mindest-Abstandes von 1,5 Meter zu anderen Personen, die Einhaltung von Hygieneregeln wie Händewaschen oder -desinfektion, Oberflächenreinigung, Husten- und Niesetikette sowie das Tragen von Alltagsmasken gelten mittlerweile unbestritten als bewährte Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle von COVID 19 bzw. zur Verhütung der Übertragung von SARS CoV-2 (1-3).

Derzeit wird u.a. geprüft, ob auch weitere Maßnahmen wie z.B. die Verwendung von Antiseptika zur Mundspülung zur Kontrolle von COVID-19 beitragen können (4, 5), wozu jedoch bislang keine epidemiologischen Untersuchungen vorliegen.

Ziel der nachfolgenden Stellungnahme ist es, Hinweise zu geben, inwieweit und wann ggfls. vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Aerosoldiskussion der Einsatz von Luftfiltergeräten zur Reduktion einer Luftbelastung mit SARS-CoV-2 entweder zusätzlich zu regelmäßigem Lüften oder bei fehlender Möglichkeit davon, zu empfehlen ist.

Es ist darauf hinzuweisen, dass auch nach derzeitigem Wissenstand der vorherrschende Übertragungsweg von SARS-CoV-2 über Tröpfchen anzunehmen ist. Der Bericht der Weltgesundheitsorganisation (WHO): „*Gemeinsame Mission zur Bekämpfung der Coronavirus-Krankheit 2019 (COVID-19) in China*“ unterstützte die Hypothese der Tröpfchenübertragung von Mensch zu Mensch bei engem ungeschütztem Kontakt bei der überwiegenden Mehrheit der untersuchten Infektionscluster innerhalb von Familien. Mit einer Rate von sekundären Infektionen im Haushalt, die zwischen 3 und 10% schwankt, lag ein Ergebnis vor, das nicht mit einer Aerosol-Übertragung zu erklären ist. Andere Arbeiten weisen auf ähnliche sekundäre Infektionsraten hin. So betrug die mittlere sekundäre „attack rate“ in Ningbo (China) 5% und umfasste eine Spanne von 10 - 40% innerfamiliär, 7% nach gemeinsamem Essen und 0,7% nach passageren Interaktionen beim Einkaufen (6).

Bei medizinischem Personal betrug sie < 3%, wesentlich bedingt durch unzureichenden Maskenschutz oder bei Aerosolproduzierenden Interventionen (7, 8).

Die Reproduktionszahl (R_0) für SARS-CoV-2 wird auf einen Wert zwischen 2,2 - 2,7 geschätzt, kompatibel mit anderen Atemwegsviren, die über den Tröpfchen/Kontakt-Weg übertragen werden. Hingegen haben klassische Aerosol übertragene Viren wie das Masernvirus einen R_0 -Wert, der zwischen 12 und 18 liegt (9).

Das konsequente Befolgen der AHA-Maßnahmen stellt daher die Basis der Prävention dar und kann durch andere Maßnahmen nicht ersetzt werden.

Hierdurch kann die Wahrscheinlichkeit der Übertragung bei einem durchschnittlichen Ausscheider deutlich minimiert bzw. so verringert werden, dass eine Infektion bei einer exponierten Person weitgehend verhindert werden kann. Ob weitere Maßnahmen grundsätzlich sinnvoll sind und in welchen Situationen sie eingesetzt werden sollten, ist nicht abschließend geklärt. Die Notwendigkeit weiterer Präventionsmaßnahmen hängt entscheidend von der Klärung der Fragen nach der quantitativen Bedeutung der anderen möglichen Übertragungswege wie der Aerosol- und der Kontakt-assoziierten Transmission von SARS-CoV-2 ab.

Während die Bedeutung einer Kontaktübertragung grundsätzlich bejaht wird, ihr quantitativer Anteil aber als eher gering eingeschätzt wird, wird in zunehmendem Maße die Bedeutung einer **Übertragung**

auch über Aerosole (feinste Tröpfchen $< 5 \mu\text{m}$), die über größere Distanz über die Luft verfrachtet werden können, diskutiert.

Experimentelle Untersuchungen zeigen, dass Aerosole in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit über einen längeren Zeitraum in der Luft nachweisbar sind und über weitere Strecken von bis zu 8 - 12 Metern verfrachtet werden können (10-13).

Im Zusammenhang mit einer multifaktoriellen Untersuchung eines Ausbruchereignisses in einem der größten Fleischverarbeitenden Betriebe in Deutschland konnten Günter et al. unter Berücksichtigung der räumlichen Beziehung zwischen den Arbeitern und der klimatischen und Lüftungstechnischen Rahmenbedingungen sowie unter Einbeziehung der Ganzgenomsequenzierung von PCR-bestätigten SARS-COV-2-Fällen zeigen, dass die Übertragung in einem umschriebenen Bereich des Fleischverarbeitenden Prozesses auftrat. Die Luft in diesem Bereich wurde zu einem sehr hohen Anteil als Umluft rezirkuliert und auf eine Temperatur von 10°C abgekühlt. Der als Index-Fall B1 identifizierte Ausscheider übertrug das Virus auf Mitarbeiter in einem Radius von mehr als 8 Metern an drei aufeinander folgenden Tagen. Die Ergebnisse wurden dahingehend interpretiert, dass Klimabedingungen und Luftzirkulation Faktoren sind, die eine effiziente Weiterübertragung von SARS-COV-2 über eine Entfernung von mehr als 8 Metern fördern kann und sich hieraus mögliche Anforderungen an die Mitigierungsstrategien in derartigen industriellen Verarbeitungsprozessen ergeben (14).

In Aerosolen können virale SARS-CoV-2-RNA ebenso nachgewiesen werden wie infektiöse Viren. Durch eine schlechte Belüftung kann der Aerosolverbleib prolongiert sein. Der Nachweis von Virus-RNA-haltigen Aerosolen und ebenso von infektiösen Viren in Aerosolen beweist nicht eine Aerosol-assoziierte Übertragung, lässt jedoch die grundsätzliche Möglichkeit einer „air-borne-transmission“ vermuten. Die epidemiologischen Daten sprechen zwar gegen einen nennenswerten Aerosol-assoziierten Anteil an der SARS-CoV-2-Ausbreitung, Ausnahmen könnten jedoch Infektionen nach prolongierter Exposition unter sehr spezifischen Rahmenbedingungen in geschlossenen Innenraum-Milieus sein.

L. Morawska and J. Cao

Environment International 139 (2020) 105730

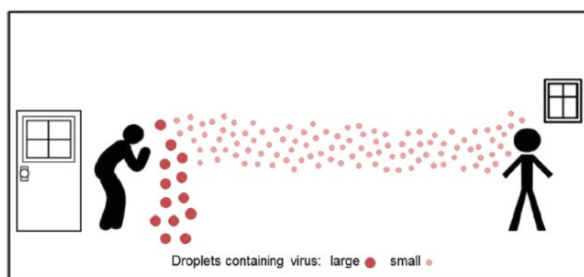


Fig. 1. Larger droplets with viral content deposit close to the emission point (droplet transmission), while smaller can travel meters or tens of meters long distances in the air indoors (aerosol transmission).

Abb. 1: Größere Tröpfchen mit Viren fallen in der Nähe des Ausscheiders zu Boden (Tröpfchen Übertragung) während kleinere über Meter (bis zu 10 Meter und mehr) in Innenräumen übertragen werden können (Aerosol Übertragung) nach Morawska et al. (15, 16)

So kann in Abhängigkeit von der Belegungsdichte in einem geschlossenen Raum insbesondere bei hoher körperlicher Arbeit mit entsprechend hohem Atemvolumen, unzureichendem Tröpfchenschutz und ohne ausreichende Frischluftzufuhr eine Übertragung über diesen Weg nicht ausgeschlossen werden (14, 17). Hierfür spricht beispielsweise die hohe Infektionsrate in der Fleischindustrie, insbesondere in Zerlegebetrieben. Ob andere Beispiele sog. Hyperspreader-Events wie die Chorprobe in Skagit County, Washington (18), die Aprèz-Ski-Partys in Ischgl oder Ausbrüche in Call-Centers (19) oder bei kirchlich-religiösen Massenveranstaltungen Belege für Aerosolübertragungen sind, ist wegen fehlender strukturierter Ausbruchs-Analysen und möglicher unterschiedlicher Übertragungsrisiken nicht eindeutig zu beantworten. So schreiben die Autoren in ihrer Publikation zum Chorproben-Ausbruch (18): „The 2.5-hour singing practice provided several opportunities for droplet and fomite transmission, including members sitting close to one another, sharing snacks, and stacking chairs at the end of the practice. The act of singing, itself, might have contributed to transmission through emission of aerosols, which is affected by loudness of vocalization“.

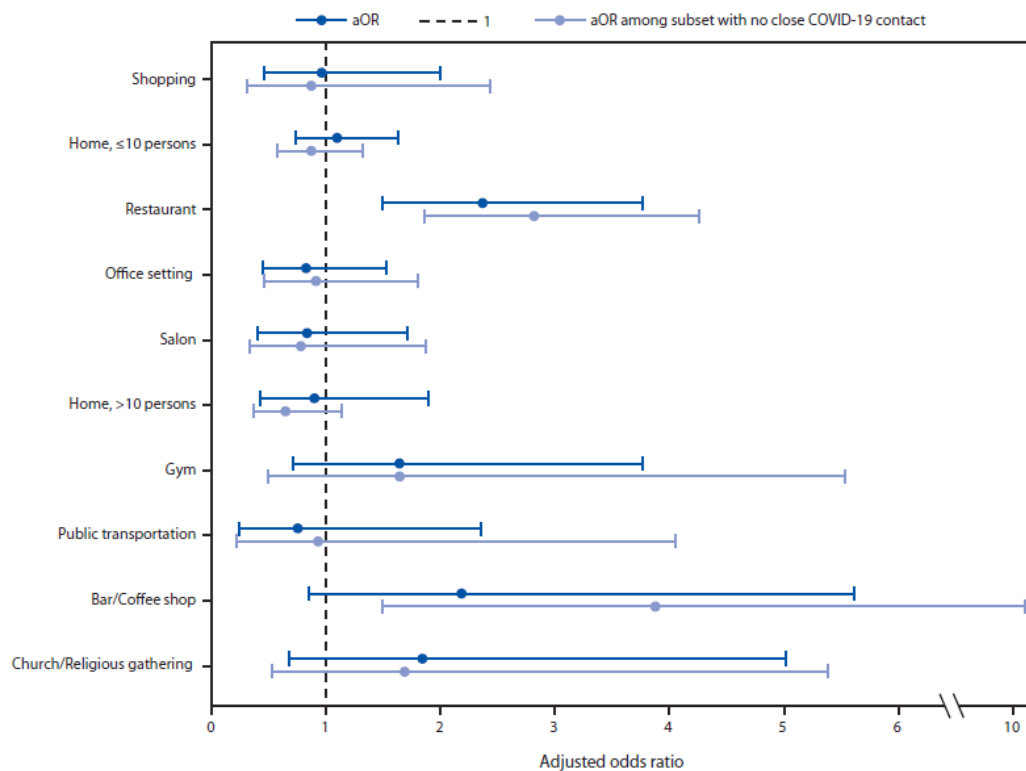
Der Ausbruch in einem südkoreanischen Call-Center, einem weiteren Ereignis, welches als Beleg für die Aerosoltransmission gewertet wird, scheint ebenfalls durch eine Mischung aus fehlendem Primärschutz des Personals bei gleichzeitiger Anwesenheit mehrerer symptomatisch Erkrankter verursacht worden zu sein. In einem kritischen Kommentar zu dem Event wird auf die Rolle des sog. Präsentismus in Südkorea eingegangen d. h. der Vermeidung einer krankheitsbedingten Abwesenheit vom Arbeitsplatz aus Sorge vor Arbeitsplatz- bzw. Einkommensverlusten (19).

Die Karnevalssitzung in Gangelt fand in einem Saal von ca. 330 m² Größe mit ca. 330 Personen statt. Aus Lärmschutzgründen durfte eine Lüftung durch Fensteröffnung nicht erfolgen. Die Raumluftechnische Versorgung bestand aus einer überwiegenden Umluftzirkulation, der ein Frischluftanteil von ca. 30% zugemischt war. Die gegenwärtigen Daten lassen zwar eine Aerosolkomponente bei den Übertragungen vermuten, eine Abgrenzung gegenüber dem Tröpfchenanteil bei karnevalsbedingter exzessiver Tröpfchenproduktion und -verbreitung kann jedoch nicht eindeutig gegeben werden (Exner, persönliche Mitteilung).

Lu et al. beschreiben einen Ausbruch von COVID-19 in einem raumluftechnisch behandelten Restaurant in Guangzhou, China, wobei drei Familiencluster involviert waren. Die Autoren konnten zeigen, dass das Luftbehandlungsgerät Umluft aus dem Raum entnahm und wieder in den Raum zurückführte, in welchem der Index-Patient war und es zu 9 weiteren Infektionen kam. Die Autoren sehen in der Umluftventilation und der Richtung des Luftstromes den Hauptfaktor für die Infektion. Um in Restaurants eine Übertragung von SARS-CoV-2 zu verhindern, schlagen die Autoren u. a. die Erhöhung des Abstandes zwischen den Tischen und eine Verbesserung der Lüftungssituation vor (20).

Fisher et al. (21) untersuchten die Expositionen von an COVID-19 symptomatisch erkrankten Erwachsenen von mindestens 18 Jahren in 11 ambulanten Gesundheitseinrichtungen in den Vereinigten Staaten. Dabei konnten sie zeigen, dass der enge Kontakt von Personen mit bekannter COVID-19-Infektion oder das Besuchen von Einrichtungen, die Essen und Trinken anboten, mit einer COVID-19-Infektion assoziiert war.

Erwachsene mit positivem SARS-COV-2-Test hatten ca. zweimal so häufig als Risikofaktor den Bericht über Essen in Restaurants als Personen, die ein negatives SARS-COV-2-Ergebnis hatten. Daher schlussfolgern die Autoren, dass Essen und Trinken in öffentlichen Einrichtungen (Restaurants, Kantinen) einen wichtigen Risikofaktor für SARS-COV-2-Infektionen darstellen. Aus diesem Grunde sind in diesen Bereichen weitergehende Maßnahmen wie z. B. Abstandswahrung oder ggf. Optimierung der Lüftung zusätzliche Faktoren, um Prävention und Kontrolle zu optimieren.



Abbreviation: COVID-19 = coronavirus disease 2019.

* Adjusted for race/ethnicity, sex, age, and reporting at least one underlying chronic medical condition. Odds ratios were estimated using unconditional logistic regression with generalized estimating equations, which accounted for Influenza Vaccine Effectiveness in the Critically Ill Network site-level clustering. A second model was restricted to participants who did not report close contact to a person known to have COVID-19 (n = 225).

† Community exposure questions asked were "In the 14 days before feeling ill about how often did you: shop for items (groceries, prescriptions, home goods, clothing, etc.); have people visit you inside your home or go inside someone else's home where there were more than 10 people; have people visit you inside your home or go inside someone else's home where there were 10 people or less; go to church or a religious gathering/place of worship; go to a restaurant (dine-in, any area designated by the restaurant including patio seating); go to a bar or coffee shop (indoors); use public transportation (bus, subway, streetcar, train, etc.); go to an office setting (other than for healthcare purposes); go to a gym or fitness center; go to a salon or barber (e.g., hair salon, nail salon, etc.)." Response options were coded as never versus at least once in the 14 days before illness onset.

Abb. 2: Adjustierte Odds Ratio (aOR)* und 95% Konfidenz Intervalle für öffentliche Exposition † assoziiert mit einer bestätigten COVID-19 Infektion bei symptomatischen Erwachsenen im Alter von ≥ 18 Jahren (N = 314) — USA, Juli 1–29, 2020

Riediker und Tsai (22) beschreiben eine mathematische Modellierung der Virus-Aerosol-Emissionen von SARS-CoV-2 bei unterschiedlichen Ausscheidertypen mit geringen bis sehr hohen Viruslasten und den hieraus resultierenden Luftkonzentrationen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Luftwechsellraten von 1-, 3-, 10- und 20-fachem Luftwechsel pro Stunde.

Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die Modellierung vermuten lässt, dass ein Infektionsrisiko für eine Person anzunehmen ist, die sich in einem kleinen Raum für längere Zeit mit einem Ausscheider

von SARS-CoV-2 mit erhöhter Viruslast aufhält, selbst wenn die Distanz zu weit für eine direkte (Tröpfchen-) Übertragung ist. Dieses Risiko wird höher sein, sofern das Individuum hustet.

Personen, die hohe Konzentrationen ausscheiden (starke Ausscheider), sind nicht sehr häufig in der Bevölkerung. Die Autoren gehen aber dennoch davon aus, dass es bei einer derartigen Person, die laut spricht oder singt, zu einer erhöhten Ausscheidung von Viren kommen kann (10, 11).

Während eine chirurgische Maske eine effektive Quellenkontrolle darstellen kann, schließen die Autoren nicht aus, dass dies unzureichend ist, sofern man sich eine längere Zeit mit einem hustenden Ausscheider mit hoher Viruslast insbesondere in kleinen Räumen mit geringgradiger Lüftung aufhält.

Sie schlussfolgern, dass jedes Individuum – auch solche, die asymptomatisch sind – eine gutsitzende chirurgische Maske tragen sollte, um Emissionen zu reduzieren.

Die Frage der Infektionsdosis, die letztlich entscheidend ist für die tatsächliche Infektion beim exponierten Empfänger der Aerosole, bleibt auch durch derartige Modellrechnungen nicht beantwortet.

Die grundsätzliche Möglichkeit einer Aerosol-assoziierten Übertragung von SARS-CoV-2 ist aber ursächlich dafür, dass in der internationalen Diskussion der Lüftung zur Erhöhung des Luftaustausches mit Verminderung von entsprechenden Aerosolen eine zunehmende Bedeutung zukommt (10-12, 15, 16, 22-26).

Dabei ist zu unterscheiden zwischen der

- natürlichen Lüftung durch Fenster- und Türöffnung oder
- Lüftung durch raumluftechnische Anlagen.

Die **natürliche Lüftung** durch Fensteröffnung – regelmäßig durchgeführt – gilt als eine wichtige Maßnahme zum Luftaustausch, setzt jedoch voraus, dass entsprechende Räume über eine ausreichende Zahl von zu öffnenden Fenstern verfügen. Nähere Ausführungen zur Diskussion über eine mögliche Reduktion des Risikos der Übertragung von SARS-CoV-2 durch geeignete Lüftungsmaßnahmen finden sich in einer aktuellen Stellungnahme der Innenraumlufthygienekommission (IRK) beim UBA (27).

In Gebäuden und Räumen, die durch eine **zentrale raumluftechnische Anlage** be- und entlüftet werden, ist zu unterscheiden zwischen

- Frischluftanteil und
- Umluftanteil.

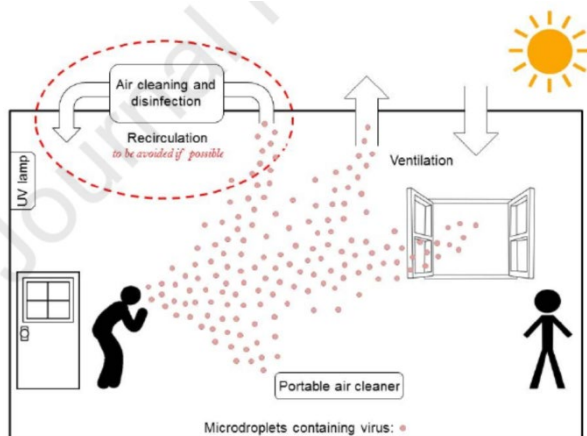


Abb. 3: Technische Maßnahmen zur Verringerung der luftgetragenen Übertragung mittels Fensterlüftung, Raumluft-technischer Behandlung möglichst ohne Umluft bzw. mobilen Raumluftreinigern nach Morawska et al. (16)

Nach gängiger Auffassung sollte der Frischluftanteil möglichst 100% betragen (28). Die Verwendung von Umluft nach Filtration über sogenannte F7-Filter (ISO ePM1 > 80% nach derzeit gültiger Klassifikation) ist in vielen RLT-Anlagen vorhanden, die allerdings die Prävention von viralen Infektionen nicht im Fokus hatten (VDI 6022).

Bezüglich SARS-CoV-2 ist eine Behandlung mit F7-Filtern jedoch nicht ausreichend, um diese Viren zurückzuhalten. Dies bedeutet, dass bei Einsatz von Umluft der Anteil an Frischluft so hoch wie möglich gesetzt werden soll oder eine zusätzliche Filtration mit HEPA-Filtern (Filterklasse ab H13) sicherzustellen ist, zumindest wenn mit einer erheblichen Aerosolisierung von SARS-CoV-2 zu rechnen ist. Die Bundesregierung schreibt in ihrer Empfehlung „Infektionsschutzgerechtes Lüften“ vom 16. 9. 2020:

„Weniger Umluft, mehr Frischluft: Vermeidung bzw. Reduzierung von Umluftbetrieb und Einstellung der RLT-Anlage auf möglichst hohe Luftwechselrate durch Außenluft.

Eine Ertüchtigung von RLT-Anlagen, die nicht zu 100% mit Frischluft betrieben werden können, durch zusätzliche effektive und effiziente Möglichkeiten der Reduktion luftgetragener Viren, insbesondere SARS-CoV-2, ist zu prüfen und wo erforderlich umzusetzen.

Bei RLT-Anlagen mit Umluftbetrieb sollte zum Beispiel ein Filterupgrade durchgeführt werden, z.B. durch Austausch von Staubfiltern der Klasse F7 mit Filtern der Klassen ISO ePM1 70% (vormals F8) oder besser ISO ePM1 80% (vormals F9), sofern die Anlage die entsprechenden technischen Voraussetzungen dazu bietet. Sofern technisch möglich, ist die Aufrüstung mit Hochleistungsschwebstofffiltern (HEPA - H 13 oder H 14) generell zu bevorzugen.“

<https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Thema-Arbeitsschutz/infektionsschutzgerechtes-lueften.html>

Diese technische Umrüstung ist in vielen Fällen nicht möglich.

Kritisch sind insbesondere solche Räumlichkeiten, in denen sich eine Vielzahl von Personen gleichzeitig aufhält, und z. B. eine intensive körperliche Arbeit oder sportliche Aktivitäten auf engem Raum durchführen, bei denen ein unzureichender Tröpfchenschutz vorhanden ist. In diesen Fällen wäre ein hoher Umluftanteil zu Lasten eines entsprechenden Frischluftanteils als besonders kritisch anzusehen.

In Situationen, in denen eine unzureichende Lüftung und/oder ein hoher Umluftanteil vorhanden und allgemeine und organisatorische Maßnahmen der Infektionsprävention bereits ausgeschöpft sind, wird aktuell der zusätzliche Einsatz von dezentralen mobilen Luftreinigungsgeräten diskutiert.

2. Dezentrale (mobile) Raumlufthereinigungsgeräte („Luftreiniger“)

Der Begriff „Luftreiniger“ ist nicht geschützt und wird für eine Vielzahl von Geräten in Anspruch genommen, die weder ein einheitliches Wirkprinzip noch vergleichbare Qualitätsanforderungen aufweisen. Letztlich handelt es sich um Sekundärluftgeräte, die Raumluf ansaugen, über unterschiedliche Verfahren (UV, Ionisierung, Filtration etc.) eine Abscheidung oder Inaktivierung verschiedener Luftinhaltsstoffe erreichen, und diese „gereinigte“ Luft wieder dem gleichen Raum zuführen.

Kritische Aspekte hierbei sind:

- Das Abscheideverfahren: Filtrationsverfahren mit klassifizierten H13-Filtern (oder höherwertig) dürften hierbei anderen Abscheideverfahren gegenüber die größte Wirksamkeit aufweisen. Aufgrund des zu überwindenden Druckgefälles sind hierbei aber leistungsfähige Ventilatoren erforderlich, um hinreichend rasch größere Raumvolumina zu filtrieren. Bei anderen Verfahren sind neben der geringeren Wirksamkeit auch Einträge von z. B. Ozon oder Ionen in die Raumluf zu berücksichtigen.
- Der Luftvolumenstrom des Gerätes und die theoretisch erreichbare Luftwechselrate: um Effekte auf die Luftkonzentration verschiedener Aerosole zu erreichen, muss ein mehrfacher Luftwechsel je Stunde (= Luftwechselrate = LWR) erreicht werden. Es ist allerdings derzeit nicht bekannt, welche LWR für einen präventiven Effekt bezüglich SARS-CoV-2 erforderlich ist.
- Die Lautstärke: Geräte, die mit wirksamen Verfahren arbeiten und eine hohe LWR erreichen sollen, benötigen hohe Luftvolumenströme und erzeugen somit hohe Schalldruckpegel. Hierbei sind die einschlägigen Immissionsschutzricht- und -grenzwerte in Innenräumen zu beachten, die häufig überschritten werden.
- Die Raumgeometrie und die Anordnung des Gerätes/der Geräte im Raum: die Ausblasrichtung der Geräte führt nicht zu einer homogenen Verteilung der gereinigten Luft im Raum, zumal sich bei partikulären Luftverunreinigungen anders als z. B. bei Gasen kein Verteilungsgleichgewicht im Raum einstellt. Bei einer nutzerfernen Aufstellung ist die nutzernehe Wirksamkeit fraglich, bei einer nutzernahen Aufstellung sind Verdriftungen von Aerosolen zwischen den Nutzern zu berücksichtigen. Eine unkritische Aufstellung von Geräten

ist daher abzulehnen, die optimale Anordnung der Geräte sollte daher grundsätzlich durch geeignete Verfahren validiert werden.

- Gerätequalität und Wartung: grundsätzlich sollte seitens der Hersteller die Qualität der Geräte unter Bezug auf die einschlägigen Normen dargelegt werden, deren Wirksamkeit mit geeigneten Messungen belegt und Hinweise zur Wartung und zum Filteraustausch vorgegeben werden (Laufzeit- oder Druckabhängigkeit), um dem Nutzer einen nachhaltig sicheren Betrieb zu ermöglichen und die anfallenden Kosten auch für einen längerfristigen Betrieb abschätzen zu können.

Zur Wirksamkeit von Luftreinigern hinsichtlich der Prävention von SARS-CoV-2 liegen bislang keine spezifischen Studien vor. Seitens der **Universität der Bundeswehr in München** (Institut für Strömungsmechanik und Aerodynamik) liegt von den Autoren Kähler, Fuchs und Hain eine gutachterliche Stellungnahme (24) vor zur Fragestellung:

„Können mobile Raumlufreiniger eine indirekte SARS-CoV-2-Infektionsgefahr durch Aerosole wirksam reduzieren?“

In dieser Untersuchung wurde ein Aerosol mit einem Generator aus Wi-2-Ethylhexyl-Sebacat (DEHS) erzeugt. Der mittlere Durchmesser, der hierdurch entstehenden Aerosolpartikel beträgt 1 µm, und die Größenverteilung liegt zwischen 0,1-2 µm.

Die Ergebnisse der quantitativen Untersuchungen zeigen, dass sich mit dem getesteten mobilen Raumlufreiniger aufgrund des großen Volumenstromes von 1.500 m³/h und der Filterkombination der Klasse F7 und H14 Aerosolkonzentrationen in Räumen von einer Fläche mit 80 m² je nach Volumenstrom in 6 - 15 Minuten halbieren lassen. Bei Räumen mit 20 m² wird eine Halbierung je nach Volumenstrom in 3 - 5 Minuten realisiert. Es ist daher nach Aussage der Autoren mit Raumlufreinigern möglich, die Aerosolkonzentration in Räumen kleiner und mittlerer Größe problemlos auf einem niedrigen Niveau zu halten.

Die Autoren betonen aber, dass Raumlufreiniger, geöffnete Fenster und leistungsstarke RLT-Anlagen zwar geeignete Werkzeuge sind, um dem indirekten Infektionsrisiko zu begegnen, diese aber das direkte Infektionsrisiko, das durch direktes Anhusten oder beim langen Unterhalten über kurze Distanz erfolgen kann, nicht verringern können. Es sei daher wichtig, weiterhin ausreichend große Abstände zu anderen Personen einzuhalten und Mund-Nasen-Bedeckung oder Partikel filternde Atemschutzmasken zu tragen, damit eine direkte Infektion vermieden wird.

Neben diesen Untersuchungen wurden am **Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universitätskliniken Bonn** Untersuchungen in einem 12 m² großen Raum mit einem Raumvolumen von 30,4 m³ bei ausgeschalteter Lüftung und minimierter Fugenlüftung mit dem gleichen Gerät durchgeführt (N. Zacharias, A. Haag, J. Gebel, S. Engelhart, M. Exner). Hierbei handelte es sich um das Modell eines konventionellen Raumes.

Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen.

Als Prüfaerosol wurden somatische Coliphagen (phi X174-Phage) (Microviridae, einzelsträngige DNA, 27 Nanometer Capsid-Durchmesser, unbehüllt) eingesetzt, die mit einem Pari-LC-Sprint-Vernebler der Firma Pari GmbH vernebelt wurden. Die Messung wurde mit einem Coriolis-Luftkeimsammler (Berta Technologies) durchgeführt. Das Sammelvolumen betrug 300 l/min.

Vorläufige Ergebnisse zeigen, dass das Ausmaß der Reduktionsleistung u.a. abhängig von der Höhe ist, auf welcher die Phagen vernebelt werden. Werden sie in Höhe der Ansaugöffnung des Luftreinigers vernebelt, so resultiert hierdurch eine Reduktion um bis zu 3 log-Stufen. In 1,1 Meter Höhe der Verneblung reduziert sich die Reduktion um 2 log-Stufen. In anderer Anordnung wurden aber auch praktisch fehlende Reduktionseffekte beobachtet. Dies unterstreicht die oben unter „Raumgeometrie“ angegebenen Einschränkungen.

Die Ergebnisse sowohl der Universität der Bundeswehr als auch die am Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit durchgeführten Untersuchungen belegen sowohl mit einem Versuchsgas als auch mit Bakteriophagen, dass derartige mobile Geräte mit HEPA-Filter grundsätzlich in der Lage sein können, eine Reduktion eingebrachter Viren zu bewirken.

Dennoch hängt die Reduktionsleistung u.a. entscheidend von dem Aufstellungsort in einem Raum ab.

Die **Innenraumlufthygienekommission (IRK)** am Umweltbundesamt (UBA) führt zu mobilen Luftreinigern in ihrer Stellungnahme vom 12. 08. 2020 (27) „*Das Risiko einer Übertragung von SARS-CoV-2 in Innenräumen lässt sich durch geeignete Lüftungsmaßnahmen reduzieren*“ im Hinblick auf mobile Luftreiniger Folgendes aus:

„Der Einsatz von mobilen Luftreinigern mit integrierten HEPA-Filtern in Klassenräumen reicht nach Ansicht der IRK nicht aus, um wirkungsvoll über die gesamte Unterrichtsdauer Schwebepartikel (z. B. Viren) aus der Raumluft zu entfernen. Dazu wäre eine exakte Erfassung der Luftführung und -strömung im Raum ebenso erforderlich, wie eine gezielte Platzierung der mobilen Geräte.

Auch die Höhe des Luftdurchsatzes müsste exakt an die örtlichen Gegebenheiten und Raumbelastung angepasst sein. Der Einsatz solcher Geräte kann Lüftungsmaßnahmen somit nicht ersetzen und sollte allenfalls dazu flankierend in solchen Fällen erfolgen, wo eine besonders hohe Anzahl an Schülerinnen und Schülern (z. B. aufgrund von Zusammenlegungen verschiedener Klassen wegen Erkrankung des Lehrkörpers) sich gleichzeitig im Raum aufhält. Eine Behandlung der Luftinhaltsstoffe mittels Ozon oder UV-Licht wird aus gesundheitlichen ebenso wie aus Sicherheitsgründen von der IRK abgelehnt. Durch Ozonung und UV-induzierte Reaktion organischer Substanzen können nicht vorhersagbare Sekundärverbindungen in die Raumluft freigesetzt werden. Beim UV-C sind auch vor allem Sicherheitsaspekte, weshalb der Einsatz im nicht gewerblichen Raum unterbleiben sollte.

Die **Vereinigung der europäischen Heizungs-, Lüftungs-, und Luftbehandlungs-Verbände (REHVA)** (29), auf die sich auch die ECDC bezieht, gibt nachfolgende Einschätzung:

„Raumluftreiniger 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

Raumluftreiniger nicht effektiv genug. Da der Luftstrom durch Luftreiniger begrenzt ist, ist das Raumvolumen, die sie erfassen können, in der Regel recht klein. Um die richtige Größe des Luftreinigers auszuwählen, muss die Luftströmungskapazität des Geräts (bei einem akzeptablen Geräuschpegel) mindestens 2 Luftwechselraten/h betragen und wird sich bis 5 Luftwechselraten/h positiv auswirken (berechnen Sie die Luftströmungsrate durch den Luftreiniger in m³/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 und sollten nicht in der Ecke und außer Sichtweite platziert werden. Daher sind Luftreiniger eine einfach anzuwendende kurzfristige Minderungsmaßnahme, aber auf längere Sicht sind Verbesserungen der Belüftungssysteme erforderlich, um angemessene Belüftungsraten der Außenluft zu erreichen.

3. Einsatz von Luftreinigern im Rahmen der COVID-19-Prävention

Unter Berücksichtigung der vorgelegten Untersuchungen bzw. der Empfehlung der Innenraumkommission bedarf der Einsatz von mobilen Luftreinigern einer vorherigen Abklärung anderer direkter und indirekter SARS-CoV-2-Präventionsmaßnahmen.

Luftreinigungsgeräte sind kein Ersatz für die Einhaltung direkter Präventionsmaßnahmen wie insbesondere die Einhaltung der AHA-Regeln. Auch andere indirekte Maßnahmen wie das Lüften von Räumen durch natürliche Lüftung (Stoßlüftung oder Querlüftung) im Sinne der Empfehlungen des Umweltbundesamtes müssen zunächst ausgeschöpft werden.

Ein Einsatz von dezentralen mobilen Geräten ist in Übereinstimmung mit den Empfehlungen der IRK nur als flankierende Maßnahme und Ultima Ratio in Fällen, wo alle anderen Maßnahmen bereits ausgeschöpft sind, zu beurteilen.

In innenliegenden Räumen ohne ausreichende Lüftung (durch natürliche Lüftung oder raumlufttechnische Behandlung mit hohem Umluftanteil), die trotz Prüfung einer Reduktion der Belegung regelmäßig so dicht belegt werden müssen, dass die Abstandsregeln nicht sicher einzuhalten sind oder das Tragen von Mund-Nasenschutz nicht möglich ist wie in Restaurants, kann die fachtechnisch abgestimmte Aufstellung eines oder mehrerer entsprechender Luftreinigungsgeräte einen ergänzenden Beitrag leisten.

Hierbei müssen aber die Raumgeometrie und die sonstigen oben genannten kritischen Aspekte berücksichtigt werden. Welche Räume überhaupt in der Nutzung bleiben sollten, oder ob nicht das Risiko einer direkten Tröpfchenübertragung wie z. B. in Wartezimmern mit symptomatischen Patienten per se so hoch ist, dass von einer zusätzlichen Luftreinigung kein wesentlicher Beitrag zur Risikominderung zu erwarten ist, muss darüber hinaus grundsätzlich oder aber im Einzelfall entschieden werden.

Luftreiniger können in bestimmten Fällen eine kurzfristige Minderungsmaßnahme für die Raumluftbelastung darstellen, auf längere Sicht sind aber Verbesserungen der Belüftungssysteme erforderlich, um eine angemessene Luftqualität in Innenräumen zu erreichen (29).

Die Einschränkungen in Bezug auf die Raumgeometrie, erforderliche Berechnungen der Strömungs- und Verdriftungseffekte, Dauer der Effekte, die Geräuschbelastung und die fehlenden Effekte auf die direkten Tröpfchentransmissionen, die das strikte Einhalten der AHA-Regeln erfordern, sind erhebliche Limitationen der Indikationen auch bei kurzfristigen und passageren Einsätzen. In größeren Räumen mit höheren Personenzahlen werden die Einschränkungen eher bedeutsamer, wenn es um den Einsatz mehrerer mobiler Geräte geht, um einen angemessenen Lufttausch oder die Erhöhung des Anteils von Viren gereinigter Luft erreichen zu können.

Als mögliche Einsatzorte, wo durch Luftreiniger durch nachgewiesene Reduktion der Viruslast ein möglicher Einsatz sinnvoll erscheinen könnte, kommen solche Bereiche in Frage, **wo bestimmungsgemäß kein Mund-Nasenschutz getragen werden kann**. Hierzu kommen ggfls. Restaurants oder Kantinen oder zahnärztliche Behandlungsräume in Frage, sofern diese nicht über eine ausreichende Lüftung oder eine raumluftechnische Versorgung verfügen. Dabei ist jedoch die Lärmbelastung zu berücksichtigen

Zusätzlich kann in Bereichen, wo ein sehr hoher Umluftanteil notwendig ist, um Hallen – wie z. B. in der Fleischverarbeitenden Industrie – zu kühlen und gleichzeitig eine hohe Arbeitslast bei hoher Personendichte besteht und ggfls. das Tragen von Mund-Nasenschutz nicht sichergestellt ist, theoretisch durch entsprechende Luftreinigungsgeräte der Anteil an Virus-gereinigter Umluft erhöht werden.

Prospektiv sollte geprüft werden, ob Sekundärluftkühl- bzw. Heiz-Systeme für öffentliche Bereiche mit hohem Personenaufkommen mit höherwertigem Filter – bzw. anderweitigen Aufbereitungs-systemen ausgestattet werden können, z. B. durch Austausch von Staubfiltern der Klasse F7 mit Filtern der Klassen ISO ePM1 70% (vormals F8) oder besser ISO ePM1 80% (vormals F9) sofern die Anlage die entsprechenden technischen Voraussetzungen dazu bietet. Sofern technisch möglich, ist die Aufrüstung mit Hochleistungsschwebstofffiltern (HEPA - H 13 oder H 14) generell zu bevorzugen.

Die Aufstellung entsprechender Luftreinigungsgeräte entbindet nicht von der Verpflichtung, den Wirkungsbereich, Verdriftungseffekte und die Luftwechselrate vor dem Hintergrund der Räumlichkeiten im Einzelfall zu überprüfen und anzupassen.

Die Verantwortlichkeit hierfür obliegt dem Auftraggeber sowie dem Unternehmen, welches die Luftreinigungsgeräte aufstellt unter Berücksichtigung der Angaben der Hersteller der Luftreinigungsgeräte. Hierfür sind klare Kriterien zu entwickeln.

Die Effizienz der Reduktion der Viruslast muss durch geeignete Untersuchungen belegt werden, wobei noch kein Konsens über das am besten geeignete Prüfaerosol besteht.

Bezüglich der Wirksamkeitsprüfung von UV-Desinfektionsgeräten bedarf es ebenfalls weitergehender Abstimmungen über geeignete Testkriterien.

Die DGKH sieht insgesamt zum gegenwärtigen Zeitpunkt einen erheblichen weiteren Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Literatur

1. Chu DK, Akl EA, Duda S, Solo K, Yaacoub S, Schunemann HJ. 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. *Lancet*. 2020 Jun 27;395(10242):1973-87.
2. ECDC. Infection prevention and control and preparedness for COVID-19 in healthcare settings Second update – 31 March 2020. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/infection-prevention-and-control-and-preparedness-covid-19-healthcare-settings>. 2020.
3. ECDC. Considerations relating to social distancing measures in response to COVID-19 – second update 23 March 2020. https://www.ecdc.europa.eu/en/search?s=&sort_by=field_ct_publication_date&sort_order=DESC&f%5B0%5D=diseases%3A2942&page=2. 2020.
4. Casale M, Rinaldi V, Sabatino L, Moffa A, Ciccozzi M. Could nasal irrigation and oral rinse reduce the risk for COVID-19 infection? *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2020 Jan-Dec;34:2058738420941757.
5. Meister TL, Bruggemann Y, Todt D, Conzelmann C, Müller JA, Gross R, et al. Virucidal efficacy of different oral rinses against SARS-CoV-2. *J Infect Dis*. 2020 Jul 29.
6. Chen Y, Wang AH, Yi B, Ding KQ, Wang HB, Wang JM, et al. [Epidemiological characteristics of infection in COVID-19 close contacts in Ningbo city]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2020 May 10;41(5):667-71.
7. Heinzerling A, Stuckey MJ, Scheuer T, Xu K, Perkins KM, Resseger H, et al. Transmission of COVID-19 to Health Care Personnel During Exposures to a Hospitalized Patient - Solano County, California, February 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2020 Apr 17;69(15):472-6.
8. Ng K, Poon BH, Kiat Puar TH, Shan Quah JL, Loh WJ, Wong YJ, et al. COVID-19 and the Risk to Health Care Workers: A Case Report. *Ann Intern Med*. 2020 Jun 2;172(11):766-7.
9. Conly J, Seto WH, Pittet D, Holmes A, Chu M, Hunter PR. Use of medical face masks versus particulate respirators as a component of personal protective equipment for health care workers in the context of the COVID-19 pandemic. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2020 Aug 6;9(1):126.
10. Asadi S, Wexler AS, Cappa CD, Barreda S, Bouvier NM, Ristenpart WD. Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. *Sci Rep*. 2019 Feb 20;9(1):2348.
11. Asadi S, Wexler AS, Cappa CD, Barreda S, Bouvier NM, Ristenpart WD. Effect of voicing and articulation manner on aerosol particle emission during human speech. *PLoS One*. 2020;15(1):e0227699.
12. Fears AC, Klimstra WB, Duprex P, Hartman A, Weaver SC, Plante KC, et al. Comparative dynamic aerosol efficiencies of three emergent coronaviruses and the unusual persistence of SARS-CoV-2 in aerosol suspensions. *medRxiv*. 2020 Apr 18.
13. Tang JW, Settles GS. Images in clinical medicine. Coughing and aerosols. *N Engl J Med*. 2008 Oct 9;359(15):e19.
14. Günther T, Czech-Sioli, M., Indenbirken, D., Robitailles, A., Tenhaken, P., Exner, M., Ottinger, M., Fischer, N., Grundhoff, A., Brinkmann, M. . Investigation of a superspreading event preceding the largest meat processing plant-related SARS-Coronavirus 2 outbreak in Germany. https://paperssrncom/sol3/paperscfm?abstract_id=3654517. 2020.
15. Morawska L, Cao J. Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. *Environ Int*. 2020 Jun;139:105730.
16. Morawska L, Tang JW, Bahnfleth W, Bluyssen PM, Boerstra A, Buonanno G, et al. How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? *Environ Int*. 2020 May 27;142:105832.
17. WHO. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. Scientific brief. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance-publications?publicationtypes=d198f134-5eed-400d-922e-1ac06462e676>. 2020.
18. Hamner L, Dubbel P, Capron I, Ross A, Jordan A, Lee J, et al. High SARS-CoV-2 Attack Rate Following Exposure at a Choir Practice - Skagit County, Washington, March 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2020 May 15;69(19):606-10.
19. Park SY, Kim YM, Yi S, Lee S, Na BJ, Kim CB, et al. Coronavirus Disease Outbreak in Call Center, South Korea. *Emerg Infect Dis*. 2020 Aug;26(8):1666-70.
20. Lu J, Gu J, Li K, Xu C, Su W, Lai Z, et al. COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020. *Emerg Infect Dis*. 2020 Jul;26(7):1628-31.
21. Fisher KA, Tenforde MW, Feldstein LR, Lindsell CJ, Shapiro NI, Files DC, et al. Community and Close Contact Exposures Associated with COVID-19 Among Symptomatic Adults ≥ 18 Years in 11

- Outpatient Health Care Facilities - United States, July 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2020 Sep 11;69(36):1258-64.
22. Riediker M, Tsai DH. Estimation of Viral Aerosol Emissions From Simulated Individuals With Asymptomatic to Moderate Coronavirus Disease 2019. JAMA Netw Open. 2020 Jul 1;3(7):e2013807.
 23. Godri Pollitt KJ, Peccia J, Ko AI, Kaminski N, Dela Cruz CS, Nebert DW, et al. COVID-19 vulnerability: the potential impact of genetic susceptibility and airborne transmission. Hum Genomics. 2020 May 12;14(1):17.
 24. Kähler CJ, Fuchs, T., Hain, R. . Können mobile Raumluftreiniger eine indirekte SARS-CoV-2 Infektionsgefahr durch Aerosole wirksam reduzieren? <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Aerosol+Prof+Christian+J+K%C3%A4hler%2C+Universit%C3%A4t+der+Bundeswehr+M%C3%BCnchenCOVID-19+und+Bundeswehr.> 2020 5.8.2020:1- 25.
 25. Prather KA, Wang CC, Schooley RT. Reducing transmission of SARS-CoV-2. Science. 2020 May 27.
 26. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. N Engl J Med. 2020 Apr 16;382(16):1564-7.
 27. UBA. Das Risiko einer Übertragung von SARS-CoV-2 in Innenräumen lässt sich durch geeignete Lüftungsmaßnahmen reduzieren
Stellungnahme der Kommission Innenraumlufthygiene am Umweltbundesamt. [https://www.umweltbundesamt.de/dokument/stellungnahme-kommission-innenraumlufthygiene-zu.](https://www.umweltbundesamt.de/dokument/stellungnahme-kommission-innenraumlufthygiene-zu) 2020.
 28. ECDC. Heating, ventilation and air-conditioning systems in the context of COVID-19. [https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/heating-ventilation-air-conditioning-systems-covid-19.](https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/heating-ventilation-air-conditioning-systems-covid-19) 2020.
 29. REHVA COVID-19 guidance document A, 2020. How to operate HVAC and other building service systems to prevent the spread of the coronavirus (SARS-CoV-2) disease (COVID-19) in workplaces. [https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance.](https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance) 2020 3.8.2020.