

Fachliche Einschätzung zum Umgang mit Aerosolen zur Vermeidung/Verminderung der Verbreitung von SARS-CoV-2

Neben dem für SARS-CoV-2 bislang vielfach beschriebenen Übertragungsweg der Tröpfcheninfektion, wird nach aktuellem Stand der Forschung auch die Übertragung der Viren über Aerosole in der Luft immer mehr anerkannt und beschrieben (1-7). Bei Aerosolen handelt es sich um ein Gemisch aus kleinen Tröpfchen ($< 5 \mu\text{m}$), sogenannten Aerosolpartikeln, und Luft. Es konnte gezeigt werden, dass ein mit SARS-CoV-2 Viren beladenes Aerosol infektiös ist, solange sich der Partikel in einer flüssigen Phase befindet, also noch nicht verdunstet ist (4,8). Je nach Luftfeuchtigkeit erstreckt sich diese Verdunstungszeit von wenigen Sekunden bis hin zu Stunden. Die Verdunstung kann bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit (ca. 85%) durch die gleichzeitig stattfindende Kondensation ausgeglichen werden, sodass die Infektionswahrscheinlichkeit ausschließlich durch die Halbwertszeit der Virusviabilität limitiert wird. Bei SARS-CoV-2 entspräche dies einer Zeitspanne von etwa 1,1-1,2 Stunden (4).

Entsprechend ist über Aerosole eine Übertragung von SARS-CoV-2 generell auch bei größeren Abständen möglich, v.a. wenn eine Anreicherung der Aerosolpartikel durch bestimmte Settings, wie geschlossene Räume und schlechte Belüftung zusätzlich gefördert wird. Durch lautes Sprechen, aber auch Singen oder schwere Atmung bei sportlicher Aktivität wird diese Anreicherung der potenziell virenbeladenen Aerosole in geschlossenen Räumen noch gesteigert (9).

Die Abreicherung von Aerosolen in geschlossenen Räumen hingegen kann v.a. durch sachgerechtes Lüften bzw. die Anwendung raumlufttechnischer (RLT-) Anlagen erreicht werden. RLT-Anlagen führen den Räumen frische Luft (Zuluft) von außen zu und „verbrauchte“ Luft (Abluft) aus den Räumen nach außen ab. Dieser Austausch findet jedoch selten in Gänze statt, vielmehr wird meist ein Teil der Abluft wieder der Zuluft beigemischt (Umluft). Ein zu hoher Umluftanteil in RLT-Anlagen in Zusammenhang mit unzureichender Ausstattung der Anlagen mit Filtern wiederum führt zu einer deutlich verlangsamten Abreicherung infektiöser Aerosole in der Luft. Hinweise auf diesen Zusammenhang ergeben sich auch aus neusten Untersuchungen eines Ausbruchs im industriellen Produktionsbereich (10). Entsprechend sollte beim Einsatz von RLT-Anlagen vor dem Hintergrund eines virusbedingten Pandemiegeschehens die folgenden Punkte beachtet werden:

- Der Umluftanteil der Anlage sollte soweit wie möglich reduziert bzw. komplett abgeschaltet werden.
- Ist ein kompletter Ausschluss des Umluftanteils nicht möglich, sollte der Anlage eine dritte Filterstufe mit ausreichend feinporigen hochabscheidenden Filtern (HEPA) hinzugefügt werden.

Mobile Luftreiniger mit integrierten HEPA-Filtern hingegen sind laut aktuellen Einschätzungen des Umweltbundesamtes nicht ausreichend, um in personengefüllten Räumen (insb. wird hier der Schulbetrieb genannt) wirkungsvoll über einen längeren Zeitraum hinweg Schwebepartikel (z. B. Viren) aus der Raumluft zu entfernen (9). Der Einsatz solcher mobilen Geräte sollte daher allenfalls zusätzlich zu den zuvor genannten Lüftungsmaßnahmen in solchen Fällen erfolgen, wo sich kurzfristig eine erhöhte Anzahl an Personen gleichzeitig in einem Raum aufhält (9).

Eine Fensterlüftung sorgt für eine Frischluftzufuhr und somit auch Verdünnung der Schadstoffe oder anderer Lasten in der Raumluft. Hierzu zählen auch Wärmelasten oder der CO_2 -Gehalt (13). Mobile Raumluftfilter hingegen reinigen die Raumluft mittels Umluftverfahren nur von Viren ohne

Frischlufzufuhr. Die CO₂-Konzentration in einem Raum stellt hierbei einen guten Indikator für den Luftwechsel dar. Anhand einer CO₂-Messung, beispielsweise mittels CO₂-Ampeln, kann die Konzentration gemessen und die Effizienz der Lüftung bzw. der Frischluftgehalt überprüft werden. Dieses Verfahren empfiehlt auch die Kommission Lufthygiene des Umweltbundesamtes (9). Auch wenn eine niedrige CO₂-Konzentration nicht gleichbedeutend mit einer niedrigen Aerosolkonzentration ist, lassen sich über den CO₂-Gehalt dennoch Rückschlüsse über das Lüftungsverhalten und die potentielle Aerosolkonzentration ziehen (14). In der direkten Umgebung eines SARS-CoV-2 Infizierten kann insbesondere in geschlossenen Räumen die Konzentration infektiöser Partikel zeitlich und örtlich begrenzt deutlich höher sein als die Gesamtaerosolkonzentration im Raum. Dieser Effekt wird durch Husten und Niesen noch einmal verstärkt.

Nach wie vor sollte daher das Tragen einer Mund-Nasen-Bedeckung in Zusammenhang mit eingehaltenem Mindestabstand als Basis des Konzepts betrachtet werden, die Ausbreitung von SARS-CoV-2 zu verlangsamen (1). Durch die konsequente Verwendung von Mund-Nasen-Bedeckungen kann die Freisetzung infektiöser Aerosole reduziert bzw. verzögert werden (6,11). Jedoch wurde gezeigt, dass der Wirkungsgrad dieser Mund-Nasen-Bedeckung mit ansteigender Größe der ausgeatmeten Partikel zunimmt. Kleinere Partikel werden weniger gut zurückgehalten und können sich daher weiterhin in geschlossenen Räumen anreichern (6,12). Daher sind die Nutzung einer Mund-Nasen-Bedeckung und die Einhaltung der Hygiene- und Abstandsregeln in Innenräumen stets mit den oben angeführten Maßnahmen für einen angemessenen Luftaustausch mit Frischluft in Kombination zu betrachten, um letztendlich eine Übertragung von SARS-CoV-2 zu minimieren. Ein kompletter Ausschluss der Übertragung kann nach aktuellen Erkenntnissen in Innenräumen hingegen weiterhin nicht garantiert werden.

Zusammenfassung

Nach derzeitigem Kenntnisstand spielen Aerosole bei der Übertragung von SARS-CoV-2 ebenfalls eine Rolle. Aufgrund der Partikelgröße können diese länger als Tröpfchen in der Raumluft verbleiben. Eine besondere Rolle spielt dies für geschlossene Räumlichkeiten in denen sich aufgrund der Dauer der Nutzung oder der Intensität des Luftausstoßes virushaltige Aerosole verstärkt anreichern können, wie beispielsweise gefüllte Klassenräume oder abgeschlossene Sporteinrichtungen. Entsprechend kann in unzureichend belüfteten Innenräumen das Risiko einer Ansteckung mit SARS-CoV-2 erhöht sein. Dem kann durch ausreichende Luftwechselraten mit Frischluftzufuhr entgegengewirkt werden. Regelmäßiges Querlüften oder die Nutzung einer raumlufttechnischen (RLT-) Anlage mit ausreichender Kapazität können hierzu beitragen.

Eine RLT sollte dabei eine größtmögliche Frischluftzufuhr entsprechend der vorhandenen Luftströmungen gewährleisten, die durch einen ausreichend feinporigen hochabscheidenden (HEPA) Filter ergänzt werden kann. Mobile RLT-Anlagen können dies im Allgemeinen nicht ausreichend leisten.

Maßnahmen zur Durchlüftung sind als alleinige Infektionsschutzmaßnahme nicht ausreichend. Sie können jedoch ergänzend zu den gebotenen Abstandregelungen, dem Tragen einer Mund-Nasen-Bedeckung in geschlossenen Räumen und der Händehygiene der Verbreitung des SARS-CoV-2 Virus entgegenwirken.

Fazit

Eine gute Durchlüftung trägt durch Reduzierung von Aerosolen in der Raumluft zur Verringerung des Infektionsrisikos mit SARS-CoV-2 bei. CO₂-Ampeln können hierbei genutzt werden, um die Effizienz der Lüftung und den Frischluftgehalt zu überprüfen. Weder Querlüften, noch der Einsatz von RLT-Anlagen können Übertragungen von SARS-CoV-2 vollkommen ausschließen, noch sind sie

als alleinige Maßnahmen ausreichend. Für Innenräume gilt, dass ein angemessener Luftaustausch über Fensterlüftung oder Lüftungstechnik gewährleistet sein muss, nur dann sind das Tragen einer Mund-Nasen-Bedeckung und die Einhaltung der Hygiene- und Abstandsregeln in diesem Setting ausreichend wirksam.

Literatur:

1. Robert-Koch-Institut: SARS-CoV-2 Steckbrief zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19). Online abgerufen am 17.08.2020: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html
2. Morawska L, Milton D (2020) It is time to address airborne transmission of COVID-19. *Clinical Infectious Diseases*, DOI: <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa939>.
3. WHO: Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. 9 July 2020. Online abgerufen am 17.08.2020: <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/transmission-of-sars-cov-2-implications-for-infection-prevention-precautions>.
4. 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, DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMc2004973>
5. Mittal R, Ni R, Seo J-H (2020) The flow physics of COVID-19. *Journal of Fluid Mechanics* 894, DOI: <https://doi.org/10.1017/jfm.2020.330>
6. Jayaweera M, Perera H, Gunawardana B, Manatunge J (2020) Transmission of COVID-19 virus by droplets and aerosols: A critical review on the unresolved dichotomy. *Environmental Research* 188, 109819, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109819>
7. Morawska L, Cao J (2020) Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. *Environmental International* 139, 105730, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105730>
8. Pyankov OV, Bodnev SA, Pyankova OG, Agranovski IE (2018) Survival of aerosolized coronavirus in the ambient air. *Journal of Aerosol Science* 115, 158–163, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2017.09.009>
9. Kommission Innenraumlufthygiene (IRK) am Umweltbundesamt (2020) Das Risiko einer Übertragung von SARS-CoV-2 in Innenräumen lässt sich durch geeignete Lüftungsmaßnahmen reduzieren - Stellungnahme.
10. Günther T, Czech-Sioli M, Daniela Indenbirken D et al. (2020) Investigation of a superspreading event preceding the largest meat processing plant-related SARS-Coronavirus 2 outbreak in Germany. *SSRN Electronic Journal*, preprint, DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3654517>
11. Prather KA, Wang CC, Schooley RT (2020) Reducing transmission of SARS-CoV-2. *Science* 368, 1422-1424, DOI: <https://doi.org/10.1126/science.abc6197>
12. Fernstrom A, Goldblatt M (2013) Aerobiology and its role in the transmission of infectious diseases. *Journal of Pathogens* 493960, DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/493960>
13. Ausschuss für Arbeitsstätten: „Technische Regeln für Arbeitsstätten – Lüftung“; Online abgerufen am 18.08.2020; URL: https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A3-6-Aenderungen-3.pdf?__blob=publicationFile&v=3
14. Hartmann, A., Kriegel, M. (2020): „Risikobewertung von virenbeladenen Aerosolen anhand der CO₂-Konzentration“ DOI: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-10361>