

Whitepaper

Übertragungsrisiko von Covid-19-Viren durch Lüftungssysteme

Berlin
Bochum
Dresden
Hamburg
Köln
München
Stuttgart
Wiesbaden

ZWP Ingenieur-AG | An der Münze 12 - 18 | 50668 Köln

Datum 16.10.2020 **Autor** Dipl.-Ing. Christoph Boch

Minimierung der Gefahren einer Übertragung von Covid-19-Viren durch Optimierung der Lüftung in Räumen.

1. Zentralanlagen für die Luftaufbereitung

Die Gefahr der Virusübertragung über die Zentralanlagen - von der kanalgebundenen Abluftabsaugung bis hin zu den Zuluftauslässen - spielt gegenüber den sonstigen Übertragungswegen eine untergeordnete/ vernachlässigbare Rolle - sofern die Anlagen zur Versorgung von Personenaufenthaltsräumen entsprechend den Hygienevorgaben der VDI 6022 bzw. für Räume des Gesundheitswesens nach DIN 1946-4 ausgeführt sind.

Dies wird auch durch Studien der Fachverbände bestätigt. Für sensible Bereiche ist Umluftbetrieb grundsätzlich nicht gestattet.

Die von der ZWP Ingenieur-AG geplanten Anlagen berücksichtigen immer die oben genannten Richtlinien. Insofern besteht hier kein zusätzlicher Handlungsbedarf.

2. Übertragungswege innerhalb der Räume

Die Übertragung der Covid-Viren erfolgt im Wesentlichen durch Tröpfchen und Aerosole von Mensch zu Mensch innerhalb der Räume. Die Tröpfchen fallen relativ schnell zu Boden, so dass hierfür ein Abstand von 1,5 bis 2 m von Mensch zu Mensch in der Regel ausreichend ist.

Anders verhält es sich mit den Aerosolen in der Raumluft, die nach Einschätzung von Experten bei der Infektion eine wichtige Rolle spielen.

Aerosole sind sehr kleine Schwebeteilchen, in denen sich das Virus befinden kann. Anders als Tröpfchen, die zu Boden fallen, können die kleineren und leichteren Aerosole noch längere Zeit in der Luft stehen und ansteckend sein. In geschlossenen und engen Räumen können sich in der Luft schwebende Aerosole besonders gut verteilen. Wichtig ist es daher, die Räume regelmäßig ausreichend zu lüften, damit es einen ausreichenden Luftaustausch gibt.

Natürliche Lüftung ist ein sehr gutes Mittel, kann jedoch im Sommer aufgrund des geringen Temperaturunterschiedes bei fehlendem Wind und Querlüftungsmöglichkeiten ineffektiv sein.

Bei der mechanischen Lüftung ist grundsätzlich ein ausreichender hygienischer Luftwechsel zu realisieren, der den Anforderungen der Gesetze und technischen Regeln wie ASR, DIN 16798, DIN 1946, VDI 6022 etc. entspricht.

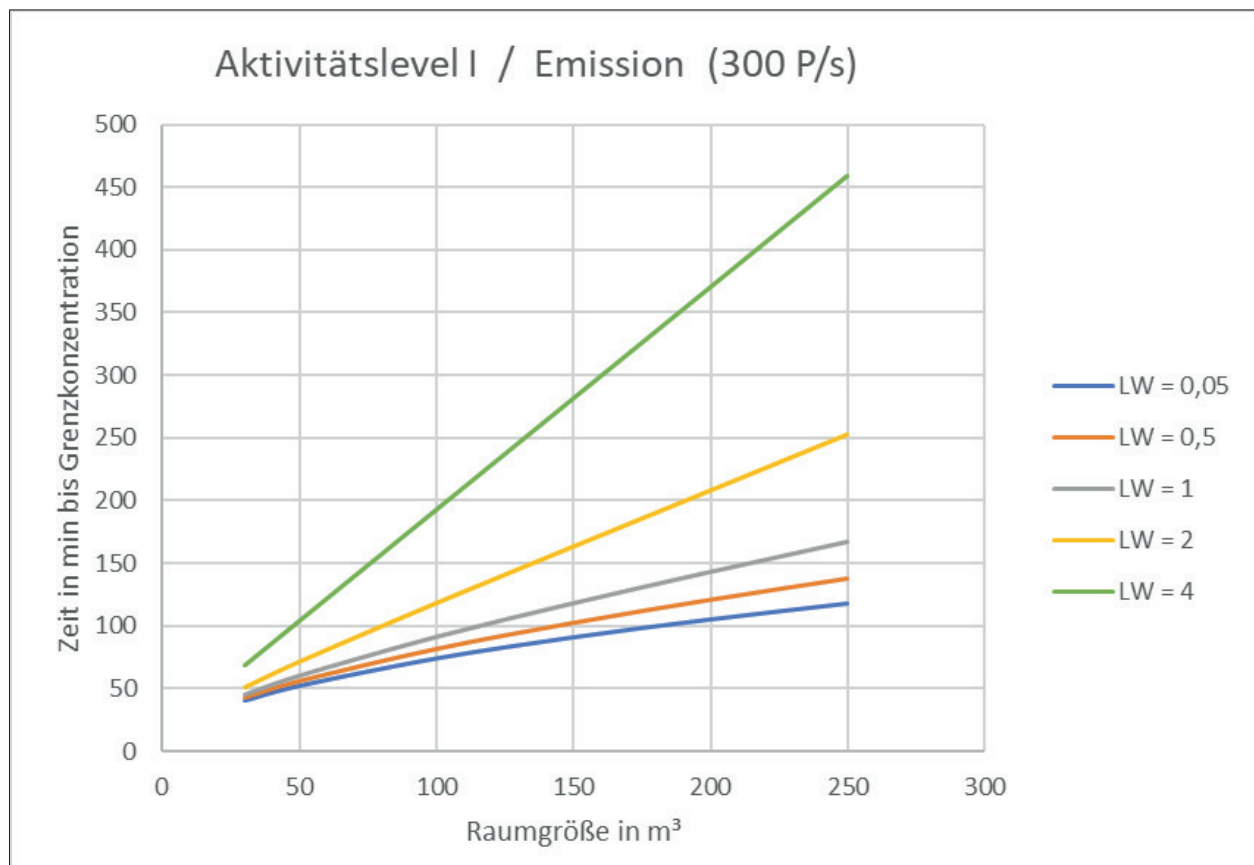
Studien zeigen, dass bei üblichen Luftwechselraten die Art des Lüftungssystems (Quelllüftung, Mischlüftung etc.) kaum Einfluss auf das Übertragungsrisiko von Viren von Person zu Person im Raum hat, da durch thermische Auftriebskräfte und Druckdifferenzen bedingte Luftströmungen (freie Konvektion) gegenüber denjenigen der mechanischen Lüftung dominieren.

Unter diesen Bedingungen ergibt sich bei allen Luftführungsarten eine nahezu gleichmäßige Verteilung der Viren im Raum und es erfolgt eine Aufkonzentration der Viren in Abhängigkeit des Raumluftwechsels über die Zeit im Raum. Grundsätzlich ist eine ausreichende und gleichmäßige Verdünnung der Raumluft mit Außenluft zu erreichen, wobei Totzonen möglichst zu minimieren sind.

Ziel ist es, wenn eine Person im Raum Covid-19 positiv ist, die Virendosis für die übrigen im Raum befindlichen Personen unterhalb einer kritischen Dosis zu halten. Die kritische Virendosis, bei der das Risiko

einer Erkrankung von gesunden Personen sehr wahrscheinlich ist, liegt nach Studienerkenntnissen bei ca. 3.000 bis 10.000 Viren. Problematisch ist, dass die Virenausstoßrate bei erkrankten Personen sehr stark variiert. Durch Außenluftzufuhr ist eine Aufkonzentration der Viren je m³ Raumluft zu verzögern bzw. zu verhindern.

Das Hermann Rietschel Institut Berlin hat eine Risikobewertung von Innenräumen zu virenbeladenen Aerosolen durchgeführt (siehe <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-10343.3> Version 3: 23.09.2020) und ausgewertet. Die nachfolgende Abbildung ist ein Auszug aus dieser Studie und zeigt die Zeit, in der der kritische Wert von 3.000 Viren über die Raumluft von einer infizierten Person an gesunde Personen übertragen wird. Hierbei wurden Raumvolumen von 30 bis 300 m³, Luftwechselraten 0,05 bis 4-fach pro Stunde, Emissionsrate der Viren einer infizierten Person von 300 P/s = 300 Viren/s und Mischlüftung mit Lüftungswirksamkeit 1 betrachtet.



Zeit in Minuten bis die Anzahl der eingeatmeten Viren 3.000 beträgt in Abhängigkeit des Raumvolumens und des Luftwechsels

Quelle: <https://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/11461.3>

Es wird deutlich, dass bei kleinen Räumen der Luftwechsel einen geringeren Einfluss auf das potenzielle Infektionsrisiko hat als bei größeren Räumen. Nimmt man die Linie LW = 0,05 zur Hilfe, so kann man abschätzen, in welchen zeitlichen Intervallen bei natürlich belüfteten Räumen eine Stoßlüftung vorgenommen werden muss. Auch bei mechanisch belüfteten Räumen sind spätestens nach Erreichen der Grenzkonzentration ausreichende Pausen einzulegen, um die Aufkonzentration der Viren mittels Zwangslüftung wieder abzubauen.

Daher halten wir folgende Empfehlung für sinnvoll:

- Bei natürlich gelüfteten Räumen ist durch den Betreiber organisatorisch sicher zu stellen, dass über Öffnen der Fenster – zumindest in einem turnusmäßigem Rhythmus bzw. Pausen z. B. bei Schulklassen etc. – regelmäßig der Luftaustausch im Raum sicher gestellt wird. Dabei sind möglichst große Öffnungsflächen zu schaffen (Prinzip „Stoßlüftung“). Die Intervalle für die Stoßlüftung können anhand des oben dargestellten Diagramms abgeschätzt werden.

Beispiel A: Für einen natürlich belüfteten Raum mit 100 m² sind mindestens alle 70 Min. die Fenster zu öffnen und eine ausreichende Stoßlüftung durchzuführen bis die Raumluft mindestens einmal getauscht ist.

Das Umweltbundesamt empfiehlt im Besonderen für Schulklassen alle 20 Minuten eine Stoßlüftung von wenigen Minuten durchzuführen.

- Die Bemessung der Volumenströme für die mechanische Raumbelüftung erfolgt wie bisher – auch im Hinblick auf eine Zeit nach Covid-19 – auf Basis der anerkannten Regeln der Technik unter besonderer Beachtung der spezifischen LW-Rate von 36 m³/ (h Person) gemäß ASR in Abhängigkeit der vom AG geforderten max. Personenbelegungsdichte.

Unter Beachtung der zeitlichen Aufkonzentration von Viren können notwendige Pausenzeiten anhand des oben dargestellten Diagramms abgeschätzt werden.

Beispiel B: Für einen mechanisch belüfteten Raum LW = 2-fach u. 100 m² ist mindestens alle 120 Minuten eine Pause von mindestens 30 Minuten einzulegen (Voraussetzung: Lüftungsanlage läuft kontinuierlich).

- Zur Sicherstellung notwendiger Pausen-/Regenerationszeiten und Stoßlüftungen ist der unterstützende Einsatz von CO₂-Ampeln oder CO₂-Messer zu empfehlen, die zur Erfassung der Luftqualität im Raum dienen.

Bei Überschreitung einer CO₂-Konzentration von 1.000 ppm sollten entsprechende Pausen-/Regenerationszeiten und Stoßlüftungen eingeleitet werden.

- Während der Covid-19-Pandemie hat der AG/ Nutzer in Räumen mit hoher Personenbelegungsdichte wie Besprechungs-, Seminar-, Speiseräume etc. organisatorisch sicher zu stellen, dass die Mindestabstände zwischen den Personen gemäß der Empfehlung des Robert-Koch-Instituts von derzeit 1,5 besser 2 m eingehalten werden. Dies entspricht, sofern keine Gruppenbildung zugelassen wird, einer max. Personenbelegungsdichte von ca. 0,25 Personen/m² bzw. 4 m²/Person und somit einer LW-Rate von ca. 9 bis 10 m³/(m² h) in Zeiten von Covid-19.

Je nach Anwendungsfall sollte überlegt werden auf eine CO₂-gesteuerte Volumenstromanpassung temporär zu Lasten der Betriebskosten zu verzichten und die Lüftungsanlage zur Erhöhung der Schadstoffverdünnung auf dem maximalen Fördervolumenstrom zu betreiben.

- Bei Räumen mit vergleichsweise geringer Personenbelegungsdichte wie z. B. Büroräumen kann unter Beachtung der Hygienebedingungen auch in Zeiten von Covid-19 eine konstante mechanische Lüftung

mit üblichen LW-Raten von ca. $5 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ bei Personenbelegungsdichten zwischen 0,1 u. 0,125 Personen/ m^2 realisiert werden.

- Sind seitens der Bauherren belastbarere Aussagen zum Risiko der Infektionsrate gewünscht, würden wir empfehlen hier einen Hygienegutachter einzuschalten, der für den konkreten Fall eine Gefährdungsbeurteilung mit Vorgaben für die Lüftungssysteme erstellt. Dies gilt im Besonderen für Räume des Gesundheitswesens.
- Die Strömungsgeschwindigkeit im Raum ist in Abhängigkeit der Strömungsart und Raumlufttemperatur zu begrenzen, um ein behagliches Umfeld sicher zu stellen (s. DIN EN 15251 bzw. DIN EN 16798-1).
Bei der Wahl der Strömungsart sind möglichst Luftverdrängungsströme von Person zu Person zu minimieren.
- Zur Verkleinerung der Aufkonzentration von Viren können Luftreinigungsgeräte im Umluftsystem mit Schwebstofffilter unterstützend eingesetzt werden.

Dies bietet sich im Besonderen in großen Räumen mit hohen Personenbelegungsdichten an, bei denen eine ausreichende Lüftungsmöglichkeit schwierig ist.

Dies gilt auch für Zonen innerhalb von Räumen, in denen eine Lüftung nicht wirksam ist. Als Beispiel können natürlich belüftete Räume benannt werden, bei denen Zonen im Raum weiter als $2,5 * H$ von offenbaren Fenster oder Türen entfernt liegen.

Einige Hersteller bieten bereits wirksame Luftreinigungsgeräte mit Schwebstofffilter im Umluftverfahren an. Die Luftreinigungsgeräte sind allerdings als mögliche unterstützende Maßnahme und nicht als alleiniges Heilmittel zu sehen. Grundsätzlich ist in Personenaufenthaltsräumen immer der hygienische Luftwechsel mit Außenluft sicher zu stellen (siehe ASR, DIN EN 16798, VDI 6022, DIN 1946 etc.). Auch das Umweltbundesamt empfiehlt die ausreichende Außenlufterneuerung als erste Wahl der Lösung.

ZWP Ingenieur-AG

E-Mail: info@zwp.de

Zentrale

An der Münze 12-18 | 50668 Köln
Telefon: +49 221 973182 - 0 | Telefax: - 40

Niederlassung Berlin

Bülowstraße 66 | 10783 Berlin
Telefon: +49 30 755008 - 0 | Telefax: - 99

Niederlassung Bochum

Massenbergstraße 15-17 | 44787 Bochum
Telefon: +49 234 96423 - 0 | Telefax: - 40

Niederlassung Dresden

Nickerner Platz 2 | 01257 Dresden
Telefon: +49 351 47372 - 0 | Telefax: - 50

Niederlassung Hamburg

Am Born 19 | 22765 Hamburg
Telefon: +49 40 2981264 - 0 | Telefax: - 40

Niederlassung Köln

An der Münze 12-18 | 50668 Köln
Telefon: +49 221 973182 - 0 | Telefax: - 40

Niederlassung München

Christoph-Rapparini-Bogen 25 | 80639 München
Telefon: +49 89 121121 - 0 | Telefax: - 40

Niederlassung Stuttgart

Gropiusplatz 10 | 70563 Stuttgart
Telefon: +49 711 72570 - 0 | Telefax: - 10

Niederlassung Wiesbaden

Hagenauer Straße 53 | 65203 Wiesbaden
Telefon: +49 611 33444 - 7 | Telefax: - 80

Niederlassung Innovation

An der Münze 12-18 | 50668 Köln
Telefon: +49 221 973182 - 0 | Telefax: - 40

Niederlassung international

An der Münze 12-18 | 50668 Köln
Telefon: +49 221 973182 - 200 | Telefax: - 210

Herausgeber | Konzept | Gestaltung:

ZWP Ingenieur-AG | Zentrale

Bildnachweise:
© HG Esch
sowie benannte Quellen

Urheberrecht:
Alle hier enthaltenen Abbildungen und Beiträge sind urheberrechtlich geschützt und ohne Zustimmung der Rechteinhaber nicht weiter verwendbar. Der Herausgeber übernimmt keine Haftung für die Vollständigkeit und Richtigkeit der dargestellten Informationen.

Registergericht Köln HRB 67209
Vorstand: Mirjam Borowietz,
Hans-Joachim Kloth, Christoph Zibell
© 2020