

## FAQ – Wie umgehen mit Aerosolen in Innenräumen?

Martin Kriegel, Berlin

Je nach Raumsituation entstehen spezielle Raumluftrömungen mit Aerosolverteilungen. Das Team Contamination Control am Hermann-Rietschel-Institut (HRI) der TU Berlin hat einen Fragenkatalog zum Thema Aerosole und Belüftung erstellt: [www.hri.tu-berlin.de](http://www.hri.tu-berlin.de) Der folgende Beitrag basiert auf diesen Fragen und Antworten. Er beleuchtet zu den drei Themen Aerosole, Maßnahmen und Risikobewertung für das Verständnis wichtige Aspekte.

### FAQ zu Aerosolen in Bezug auf SARS-CoV-2

Aerosole ist eine Art Kunstbegriff. Es handelt sich dabei um feste oder flüssige Partikel, deren Bewegung hauptsächlich von der Luftgeschwindigkeit abhängt. Die Größe der Aerosole ist dabei nicht festgelegt. Es hängt lediglich davon ab, ob sich die Partikel mit der Luft bewegen oder ob sie durch die Schwerkraft nach unten fallen. Strömt die Luft sehr langsam, so wie in geschlossenen Räumen, dann sind Aerosole in der Regel etwas kleiner als 10 Mikrometer. Flüssige Partikel, die einen großen und dominanten Schwerkrafteinfluss haben, nennt man Tröpfchen. Ab einer Größe von 50 Mikrometer fallen diese in normalen geschlossenen Räumen in der Regel sehr schnell zu Boden. Tröpfchen sind für ein gutes menschliches Auge bereits sichtbar.

Wie sich Aerosole in der Luft verhalten, hängt davon ab, welche Kräfte auf kleine Partikel wirken. Die eigenständige Bewegung von sehr kleinen Partikeln, die unabhängig von der Luftströmung stattfindet, nennt man Diffusion. Auch kleine Partikel haben eine Masse. Sie unterliegen der Schwerkraft und sinken zu Boden. Eine weitere Kraft, die auf kleine Partikel wirkt, ist die Luftbewegung im Raum, die die Partikel mit sich trägt. In ruhender Luft, also ohne jegliche Luftbewegung im Raum, sinkt ein Partikel der Größe von 10 Mikrometer etwa 3 mm pro Sekunde zu Boden. Die Luftgeschwindigkeit in einem Raum liegt jedoch durchschnittlich zwischen 50 mm bis 200 mm pro Sekunde. Der Vergleich zwischen Sink- und Raumlufgeschwindigkeit zeigt, dass die Luftgeschwindigkeit dominiert.

Die Aerosole sind in ihrer Bewegung an die Bewegung der Luft gekoppelt. Es gibt zwei verschiedene Arten, wodurch es zur Luftbewegung im Raum kommt. Eine wird durch Wärmequellen erzeugt, die andere durch so genannte erzwungene Luftbewegung. Letztere entsteht zum Beispiel durch Fensterlüftung, Lüftungs-/Klimaanlagen, Ventilatoren oder auch durch Personenbewegung. An Wärmequellen steigt die Luft nach oben. Wenn Luft in einem Raum nach oben strömt, muss zwangsläufig an anderer Stelle wieder Luft nach unten strömen. Die Luftbewegungen können an jedem Ort in einem Raum anders sein. In der Regel gibt es immer eine Bewegung in alle drei Raumrichtungen. Menschen erzeugen in einem Raum als starke Wärmequelle die größte Luftbewegung. Wenn die Luft gegen ein Hindernis oder eine Wand strömt, bleiben die Aerosole in der Regel nicht dort haften. Aerosole kommen nur geringfügig in Kontakt mit Oberflächen, da die Luft um ein Hindernis herum oder an einer Wand entlang strömt.

Da Aerosole dem Luftstrom folgen und ihre Massenträgheit sehr klein ist, bewegen sie sich mit der Luft und strömen ebenfalls um das Hindernis herum oder an der Wand entlang. Aerosole, die auf Oberflächen landen, gelangen in der Regel nicht wieder zurück in die Raumluft. Die Haftkräfte sind in der Regel so groß, dass es einer sehr großen, entgegen wirkenden Kraft bedarf, damit die Aerosole wieder in die Raumluft gelangen. Eine solche Kraft entsteht zum Beispiel, wenn man mit den Füßen am Boden entlang schleift oder mit den Fingern an einem Gegenstand reibt. In solchen Fällen können die Partikel wieder in den Luftstrom gelangen.

Die Größe von flüssigen Aerosolen in der Luft ändert sich. Aerosole und Tröpfchen aus der Atemluft sind flüssige Partikel. Sie bestehen unter anderem aus Wasser, Proteinen und Salzen. Sie sind in der Regel wärmer als die Umgebungsluft. Ein Teil des enthaltenen Wassers verdunstet dadurch sehr schnell. Innerhalb von wenigen Sekunden nach dem Austritt aus Mund oder Nase reduziert sich die Größe der Tröpfchen und der Aerosole jeweils etwa um die Hälfte. Damit werden auch größere Tröpfchen schnell zu Aerosolen.

Die Partikel nehmen sehr schnell die Temperatur der Umgebungsluft an, so dass der Verdunstungsprozess sich verlangsamt. Weil sich die Aerosole mit der Luft mitbewegen, also keine wesentliche Eigenbewegung haben, wird dieser Prozess noch weiter reduziert, bis sich eine Art Gleichgewicht einstellt und die Größe sich kaum noch verändert. Die verbleibende Verdunstung hängt auch von der Raumluftfeuchtigkeit ab. Je trockener die Luft, desto mehr Flüssigkeit verdunstet, je feuchter, desto weniger. Wenn die Flüssigkeit vollständig verdunstet ist, bleibt ein so genannter Tröpfchenkern übrig, der eine Größenordnung von etwa 0,3 Mikrometer hat. Wie viele Aerosole aus der Atemluft kommen und wie groß sie sind, hängt von der Aktivität der betroffenen Person ab. Beim Atmen stößt man im Mittel etwa 50 Partikel mit einer Größe kleiner als fünf Mikrometer pro Sekunde aus, beim Sprechen sind es rund 200 pro Sekunden, beim Singen ungefähr 3000 Partikel pro Sekunde. Die Anzahl variiert sehr stark; jede Person ist etwas anders, so dass auch schon beim Atmen 150, beim Sprechen 400 oder beim Singen 6000 Partikel pro Sekunde ausgestoßen werden können.

Die Partikelgröße hängt von der Aktivität der betroffenen Person ab. Beim Atmen sind es sehr kleine Partikel mit einer Größe kleiner als fünf Mikrometer, also ausschließlich Aerosole. Beim Sprechen und Singen können etwas größere Partikel hinzukommen, die dann in der Regel im Mund entstehen zum Beispiel durch so genannte nasse Aussprache. 99 Prozent sind kleiner als fünf Mikrometer. Beim Schreien, Husten oder Niesen entstehen deutlich mehr große Partikel über einer Größe von fünf Mikrometer. Auch dabei dominieren die kleinen Aerosole in ihrer Anzahl gegenüber den größeren Tröpfchen. Wie viele Viren sich auf einem Aerosol/Tröpfchen befinden, ist wissenschaftlich noch nicht geklärt. Die Mediziner gehen derzeit davon aus, dass etwa jedes zehnte Aerosol ein Virus trägt. Es gibt jedoch auch Schätzungen, die besagen, dass jedes Aerosol ein Virus trägt. Die Größe und die Anzahl von Partikeln in der Luft können gemessen werden. Dazu verwendet man zum Beispiel einen Laser Partikel Zähler.

Da sich in der Raumluft in der Regel Millionen von Partikeln befinden (Feinstaub, Hautschuppen, Fasern, etc.), die nicht aus der Atemluft kommen, lässt sich die Menge der Atemluft-Aerosole in einem normalen Raum nicht separat bestimmen. Solche Messungen können lediglich in den speziellen Reinräumen durchgeführt werden, wie sie am HRI existieren. Die Anzahl von Viren in der Raumluft kann nicht direkt gemessen werden. Dazu benötigt man so genannte Luftkeimsammler, die in speziellen Laboren ausgewertet werden müssen. Viren haben etwa eine Größe von 0,1 bis 0,2 Mikrometer. Wie lange Viren auf Aerosolen oder Viren auf Oberflächen überleben, ist in jedem Fall abhängig von den spezifischen Bedingungen. Daher gibt es aus der medizinischen Forschung noch keine abschließende Meinung. Die Wissenschaftler\*innen der Charité Universitätsmedizin – Berlin, die mit dem HRI zusammen arbeiten, gehen derzeit von einer Überlebensdauer der Viren auf Aerosolen von bis zu drei Stunden aus und von einer Überlebensdauer der Viren auf Oberflächen von rund 72 Stunden.

Mit Viren beladene Aerosole sind deshalb so gefährlich, da Aerosole so klein sind, dass sie den Weg direkt in die Lunge zu den so genannten Alveolen (Lungenbläschen) gelangen, ohne in den oberen Atemwegen in einem nennenswerten Umfang aufgehalten zu werden. Sind diese Aerosole mit Viren behaftet, erreichen diese nahezu ungehinderten Zugang zu den Schleimhäuten und Blutgefäßen und können sich dort massiv vermehren und damit eine Infektion hervorrufen. Die genaue Menge an Viren, die notwendig ist, um eine Infektion hervorzurufen, ist der medizinischen Wissenschaft noch nicht bekannt. Bei SARS-CoV-2 geht man derzeit davon aus, dass ein einziges Virus nicht ausreicht, sondern dass es einer bestimmten Menge an Viren bedarf. Die exakte Menge ist nicht bekannt. Unbestritten ist: Je mehr Viren eingeatmet werden, desto höher ist das Infektionsrisiko.

### FAQ zu Maßnahmen

Die erste Maßnahme, um virenbeladene Aerosole aus der Raumluft zu entfernen, sollte immer sein, Frischluft in den Raum zu lassen, damit die virenbeladene Aerosolkonzentration in der Atemluft möglichst niedrig ist. Je mehr Frischluft, desto stärker werden die virenbeladenen Aerosole in der Raumluft verdünnt. Frischluft sorgt auch allgemein für gute Luftqualität im Raum, denn es gibt auch andere Belastungen, die für uns negative Auswirkungen haben, wie zum Beispiel hohe Kohlendioxidkonzentrationen (CO<sub>2</sub>).

Daneben besteht die Möglichkeit, die Luft zu reinigen, also die Aerosole mit speziellen Filtern aus der Luft zu entfernen. Von guter Luftqualität spricht man, wenn die CO<sub>2</sub>-Konzentration unter 1000 ppm (parts per million) liegt. An diesem verbindlichen Wert orientieren sich auch die verschiedenen Richtlinien zur Luftqualität, wie z. B. die Arbeitsstättenrichtlinie ASR 3.6, die in der Arbeitsstättenverordnung fest verankert ist. Je mehr Personen in einem geschlossenen Raum sind, desto höher sind auch die Aerosol- und CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in diesem Raum. Jeder Mensch atmet kontinuierlich CO<sub>2</sub> und auch Aerosole aus. Die Außenluft hat in Deutschland etwa 400 ppm CO<sub>2</sub>. Von schlecht gelüfteten Räumen spricht man, wenn die CO<sub>2</sub>-Konzentration über 1000 ppm liegt. Ab 2000 ppm wird der Raum - auf Basis der CO<sub>2</sub>-Konzentration - als hygienisch bedenklich eingestuft.

Wie lange zum Beispiel das Fenster geöffnet sein muss, um eine gute Luftqualität zu erzeugen, ist aus wissenschaftlicher Sicht nicht eindeutig zu beantworten. Wie viel Luft durch ein Fenster strömt, hängt ab von der Temperaturdifferenz zwischen außen und innen, der Windgeschwindigkeit und -richtung sowie der Öffnungsfläche des Fensters. Die existierenden Lüftungsregeln vom Umweltbundesamt oder den Arbeitsstättenrichtlinien geben an, dass mindestens alle 20 Minuten für mehrere Minuten das Fenster voll geöffnet werden sollte (Stoßlüften). In wärmen Jahreszeiten kann/sollte das Fenster auch permanent geöffnet bleiben. Wenn möglich, sollte eine Querlüftung hergestellt werden, also Fenster und/oder Türen auf gegenüberliegenden Seiten geöffnet werden.

Mit der Kontrolle des CO<sub>2</sub>-Wertes bekommt man einen realistischen Eindruck darüber, wie gut ein Raum belüftet ist. Insbesondere bei Fensterlüftung haben Menschen oft einen falschen Eindruck von guter Luftqualität. Die Anzeige der CO<sub>2</sub>-Werte hilft dabei, ein angemessenes Lüftungsverhalten zu erlernen. In den so genannten CO<sub>2</sub>-Ampeln sind CO<sub>2</sub>-Sensoren verbaut, die kontinuierlich die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Luft messen. Die Ampelfarben zeigen den CO<sub>2</sub>-Konzentrationsbereich an. In der Regel bedeutet grün: < 1000 ppm CO<sub>2</sub>, gelb: 1000 bis < 2000 ppm CO<sub>2</sub>, rot: > 2000 ppm CO<sub>2</sub>. Es gibt verschiedene Modelle, die teilweise leicht unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Grenzwerte hinterlegt haben. Der Einsatz von CO<sub>2</sub>-Ampeln in Räumen mit Fensterlüftung ist sehr empfehlenswert.

Fensterlüftung kann in der meisten Zeit des Jahres eine gute Luftqualität erreichen, aber es ist nicht gesichert. Insbesondere in den kalten Jahreszeiten wird es nahezu unmöglich, gute Luftqualität durch Fensterlüftung herzustellen und gleichzeitig eine angenehme Temperatur zu bekommen. Im Sommer ist die Außentemperatur oft identisch mit der Raumtemperatur und es weht nur ein schwacher oder kein Wind, so dass sehr wenig Luft durch ein geöffnetes Fenster strömt. Ein Ventilator, der auf die Fensterbank bei geöffnetem Fenster gestellt wird, hilft nicht unbedingt, den Luftaustausch zu verbessern. Durch ein Fenster strömt die Luft an sehr unterschiedlichen Stellen herein und heraus. Ein Ventilator saugt ungerichtet aus allen Raumrichtungen die Luft an und bläst sie in eine bestimmte Richtung aus. Wenn die natürliche Luftströmungsrichtung – verursacht durch Temperaturdifferenz und durch Wind – hierbei nicht berücksichtigt wird und der Ventilator nicht richtig herum am richtigen Ort steht, kann es zu einem geringeren Luftaustausch und zu einer Kurzschlussströmung kommen. Verbrauchte Raumluft wird dann in den Raum geblasen.

Um eine Infektion zu bekommen, bedarf es einer bestimmten von der Medizin aber noch unbekanntem Menge an Viren. Mit Frischluft erreicht man, dass sich weniger Viren in der Luft befinden. Daneben entscheidet auch die Aufenthaltsdauer darüber, wie viele Viren man einatmet. Die Frage nach der benötigten Frischluftmenge hängt also auch von der Aufenthaltsdauer ab. Auch die Raumgröße hat einen Einfluss, da sich die Viren über das gesamte Raumvolumen verteilen. Eine Abschätzung der benötigten Frischluftmenge kann von Fachingenieuren angestellt werden. Unter [https://blogs.tu-berlin.de/hri\\_sars-cov-2/](https://blogs.tu-berlin.de/hri_sars-cov-2/) haben die Wissenschaftler\*innen Berechnungsmöglichkeiten für die benötigte Luftmenge verschiedener Räume veröffentlicht.

Der Unterschied zwischen Fensterlüftung und einer Lüftungsanlage ist, dass eine Lüftungsanlage automatisch Frischluft in den Raum befördert. Bei einem Fenster ist es für den Raumnutzer unklar, wie viel durch das Fenster rein und raus geht und wie lange es geöffnet werden muss, um eine gute Luftqualität zu erreichen. Um die Frage zu klären, ob Klimaanlage Virenschleudern sein können, muss zuerst der Begriff Klimaanlage definiert werden. Fachingenieure unterscheiden grundsätzlich drei Kategorien: 100 Prozent Frischluft, X Prozent Frischluft und Y Prozent Umluft, 100 Prozent Umluft. Sobald ein Frischluftanteil vorhanden ist, verdünnt sich automatisch die Aerosolkonzentration. Anlagen, die einen Anteil Umluft nutzen oder zu 100 Prozent mit Umluft fahren, dienen an erster Stelle der Temperierung der Luft (erwärmen, abkühlen), nicht der Luftqualität. Alle Anlagen erzeugen mit einer bestimmten Geschwindigkeit einen Luftvolumenstrom. Die Luftbewegung, die vom Menschen und den sonstigen Wärmequellen im Raum kommt, ist in der Regel immer größer als die Luftmenge, die durch Anlagen bewegt wird. Aus diesem Grund verteilen sich die Aerosole auch ohne deren Betrieb sehr schnell im gesamten Raum. Die Luftbewegung durch Klimaanlagen (Lüftungsanlagen) überlagert sich mit dieser Luftbewegung und beschleunigt die Verteilung, was aber keinen Einfluss auf die grundsätzliche Verbreitung der Aerosole hat. Beides passiert innerhalb von ein paar Minuten.

Auch wenn eine Anlage mit 100 Prozent Umluft betrieben wird, hat es in der Regel keinen entscheidenden Einfluss auf die Verteilung der Aerosole. Die Anzahl der Viren im Raum bleibt gleich. Klimaanlagen sind somit keine Virenschleudern, Anlagen mit Frischluftzufuhr verringern die Aerosolkonzentration in der Luft und führen immer zu einer Minderung des Risikos. Bei Umluftbetrieb von Lüftungsanlagen ist zu unterscheiden, ob die Anlagen dezentral im Raum platziert ist, oder ob es sich um eine zentral im Gebäude aufgestellte Anlage handelt, die Luft aus vielen Räumen sammelt und dann wieder in alle Räume verteilt. Bei dezentralen Anlagen sind die Anlagen weder schlecht noch gut. Bei zentralen Anlagen werden Viren unter Umständen aus einem Raum aufgesammelt und dann mit der Luft sämtlicher anderer Räume gemischt und über klassische Feinstaubfilter wieder in die Räume verteilt. Dabei wird die Luft noch mit Frischluft gemischt.

Die klassischen Feinstaubfilter scheiden etwa 50 Prozent der Viren ab. Ist eine Person im Gebäude infiziert, dann werden die von ihr ausgestoßenen virenbeladenen Aerosole mit einem sehr großen unbelasteten Anteil Luft vermischt (Luft aus den anderen Räumen und Frischluft) und noch gefiltert. Zwar werden die Viren in alle Räume verteilt, aber die Konzentration in der Luft ist sehr, sehr klein im Vergleich zu dem Raum, in dem sich die infizierte Person aufhält. Bei SARS-CoV-2 dürfte das Risiko, hierüber infiziert zu werden, sehr klein sein. Filter dienen dazu, Partikel aus der Luft abzuscheiden. Es existieren verschiedene Filterklassen, die eine bestimmte Partikelgröße effektiv herausfiltern. Häufig werden in Lüftungsanlagen Feinstaubfilter verbaut, die etwa 50 Prozent der Aerosole abscheiden. Es gibt hochwertigere Filter, wie zum Beispiel HEPA-Filter oder ULPA-Filter. Mit HEPA (H13/H14) Filtern lassen sich 99,9 Prozent der Aerosole abscheiden, so dass die gefilterte Luft als partikelfrei gilt. Klassische Feinstaubfilter filtern etwa 50 Prozent der Aerosole. Im Prinzip kann Luft mit Filtern gereinigt werden.

Es empfiehlt sich jedoch, unbedingt zuerst auf gute Luftqualität zu achten, weil allein damit das Risiko einer Infektion schon sehr stark gemindert werden kann. Gute Luftqualität ist ein Grundbedürfnis des Menschen und sollte sowohl draußen als auch drinnen gelten.

Dennoch gilt stets: Je länger die Aufenthaltszeit, desto höher das Risiko, denn die Luft wird nie zu 100 % rein sein.

Auch mit dem Einsatz von Filtern gelingt dies in normalen Räumlichkeiten nicht. Dies erreicht man nur in speziellen Reinräumen, wie z. B. am HRI der TU Berlin. HEPA Filter in einer Lüftungsanlage können nicht einfach nachgerüstet werden, weil die spezielle Vorrichtung zum Einbau nicht vorhanden ist und selbst wenn das möglich wäre, sich auch das Verhalten der Lüftungsanlage durch einen Einbau ändern würde. Es kann dann in der Regel weniger Luft transportiert werden. Es gibt spezielle Möglichkeiten der Luftführung im Raum, die eine Ausbreitung der Aerosole verhindern. Eingesetzt wird sie in Räumen, die absolute Partikelfreiheit benötigen, zum Beispiel in der Medikamenten-, der Computerchipproduktion, spezielle Räume des Gesundheitswesens.

Wo und wie Luft in den Raum kommt, ist nicht unbedingt egal. Frischluft ist sehr positiv. Fensterlüftung über Querlüftung ist effizienter als wenn nur auf einer Seite des Raumes die Fenster offen sind. Lüftungsanlagen führen die Frischluft in den Raum, und es wird die verbrauchte Luft abgeführt. Fachingenieure und Anlagenbauer müssen beim Planen und Bauen geltende Regeln berücksichtigen. Es ist also davon auszugehen, dass die Frischluftzufuhr grundsätzlich funktioniert. Doch auch die Position der Zuluft in den Raum und die Position der Abluft aus dem Raum heraus haben eine Auswirkung auf die Lüftungseffektivität. In einem Raum herrschen sehr selten überall identische Aerosolkonzentrationen. Es können so genannte Rezirkulationsgebiete (schlecht belüftet Raumbereiche) entstehen, in denen sich die Aerosole anreichern. Anders herum existieren Raumbereiche, die sehr gut belüftet werden. Das alles hängt von der Raumluftströmung ab, die von sehr vielen verschiedenen Faktoren beeinflusst wird.

Normale Büro- oder Veranstaltungsräume werden in der Regel mittels Misch- oder über Quelllüftung (Schichtlüftung) belüftet. Bei Mischlüftung wird die Raumluft durch Anwesenheit von Wärmequellen (Menschen) und der Art der Lufteinbringung, in der Regel über Luftauslässe an der Decke, durchmischt. Im Idealfall sollte dann die Aerosolkonzentration an jedem Raumpunkt gleich groß sein und wird durch die Zufuhr von Frischluft verdünnt. Bei Quelllüftung wird die Frischluft in Bodennähe eingebracht, und es bildet sich eine Art Frischluftsee aus. An den Wärmequellen (zum Beispiel Menschen) strömt die Luft nach oben und sammelt sich unterhalb der Decke, wo sie abgesaugt wird. Diese Art der Luftführung ist effektiver als die Mischlüftung, da in der Aufenthaltszone der Menschen sehr gute Luftqualität herrscht.

Nur in sehr speziellen Reinräumen können eingetragene Viren innerhalb von Sekunden aus dem Raum abtransportiert werden, ohne dass sie sich im Raum ausbreiten können.

Dies ist in einem normalen Umfeld (Büro, Klassenzimmer, Kino, etc.) nicht möglich. Wie lange es dauert, bis ein Raum von virenbeladenen Aerosolen frei ist, wenn er nicht verwendet wird, hängt von der Frischluftmenge, dem Raumvolumen und der Zeit ab. Die Frischluftmenge kombiniert mit dem Raumvolumen nennt man auch Luftwechselrate. In einem maschinell belüfteten Büroraum ist die Luftwechselrate etwa zweifach. Die Raumluft wird zweimal in einer Stunde mit Frischluft ausgetauscht. Das ist etwas irreführend, weil diese Aussage nicht direkt mit der Aerosolkonzentration gekoppelt werden kann. Es dauert bei einem zweifachen Luftwechsel etwa 2,5 Stunden bis die Aerosolkonzentration um 99 Prozent verringert wurde.

### FAQ zur Risikobewertung

In geschlossenen Räumen reichern sich die Aerosole in der Raumluft an. Die Aerosolkonzentration kann durch Frischluftzufuhr verringert werden. Im Freien werden die von Personen ausgestoßenen Aerosolwolken sehr schnell verdünnt, vom Wind verteilt und abtransportiert. Auch wenn es schwachwindig ist, sind die Luftgeschwindigkeiten draußen sehr viel höher als in Innenräumen. Das Risiko in Innenräumen hängt davon ab, wie viele infizierte Personen sich aufhalten, wie lange sie im Raum sind, vom Raumvolumen, von der Frischluftmenge, die dem Raum zugeführt wird und von der Aufenthaltsdauer der gesunden Personen, die permanent die virenbeladenen Aerosole einatmen. Theoretisch kann man das Risiko berechnen, das haben die Wissenschaftler\*innen in ihren Veröffentlichungen gezeigt. Es fehlen zur tatsächlichen Bestimmung jedoch entscheidende Daten: Die Anzahl der Viren auf einem Aerosol und die Anzahl der Viren, die für eine Infektion notwendig sind. Hier gibt es bis dato von medizinischer Seite keine Daten.

Grundsätzlich gilt:

- Je größer die Frischluftmenge, desto niedriger das Risiko.
- Je größer der Raum, desto niedriger das Risiko.
- Je kürzer die Aufenthaltsdauer, desto niedriger das Risiko.
- Die Anzahl der Personen in einem Raum ist bei Wahrung der AHA Regeln nicht entscheidend. Ausgehend von dem aktuellen Infektionsgeschehen kann man z. Zt. von maximal einer infizierten Person in einem Raum ausgehen.

Für die Luftqualität entscheidend ist die Frischluftzufuhr. Dies gilt auf in Räumen wie ein Flugzeug, ein Bahn-Waggon, ein Theater oder ein Kino. Die Frischluft, die in Flugzeugen in die Kabine kommt, reicht aus, um die CO<sub>2</sub>-Konzentration in einem noch akzeptablen Bereich zu halten. Ein großer Teil der Luftmenge, die der Kabine zugeführt wird, ist Umluft, die jedoch über HEPA Filter geführt wird und deswegen als partikelfrei gilt. Die Gesamtluftmenge (Frischluft + gefilterte Umluft), die nicht mit Viren beladen ist, ist sehr hoch im Vergleich zum Beispiel zu einem typischen Großraumbüro in Gebäuden. Die virenbeladene Aerosolkonzentration ist sehr niedrig. Auch in einem Bahn-Waggon kommt ausreichend Frischluft für die Personen in den Raum, um die CO<sub>2</sub>-Konzentration niedrig zu halten. Auch hier ist die Frischluftmenge im Verhältnis zu einer infizierten Person sehr hoch im Vergleich zu einem typischen Großraumbüro in Gebäuden.

Auch in einem Kino- oder Theaterraum, der maschinell belüftet wird, kommt ausreichend Frischluft für die Personen in den Raum, um die CO<sub>2</sub>-Konzentration und damit auch die Aerosol-Konzentration insgesamt niedrig zu halten. Die Frischluftmenge im Verhältnis zu einer infizierten Person ist sehr groß im Vergleich zu Räumen in anderen Gebäuden.

Klassenräume in Schulen sind zu 90 Prozent ohne eine Lüftungsanlage ausgestattet, also fast ausschließlich über Fenster zu lüften. Da die Fensterlüftung nicht gesichert Frischluft in den Raum befördert und die Fenster in der Regel nicht oft genug geöffnet werden, ist der Aufenthalt in diesen Räumen mit höherem Risiko behaftet. Für ein besseres Lüftungsverhalten mit ausreichender Frischluftzufuhr ist der Einsatz von CO<sub>2</sub>-Ampeln empfehlenswert. Negativ auf das Risiko wirkt sich dagegen – im Flugzeug, im Bahn-Waggon, im Kino, im Theater wie auch im Klassenraum – die Nähe der Personen untereinander aus. Das Risiko steigt für diejenige Person, die in der direkten Umgebung einer infizierten Person sitzt. Das Tragen von Masken ist daher sehr wichtig und sinnvoll. Entscheidend ist, dass wir die bestehenden Regeln zum Lüften beachten. Sonderregeln sind derzeit noch nicht nötig.

### Autor / Quelle

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel (GG), Leiter Hermann-Rietschel-Institut TU Berlin, Fachgebiet Gebäude-Energie-Systeme, [www.hri.tu-berlin.de](http://www.hri.tu-berlin.de)

<https://www.tu.berlin/forschen/themenportal-forschen/2020/august/faq-zu-aersolen-in-bezug-auf-sars-cov-2/>



### Copyright © 2020

Gesundheitstechnische Gesellschaft e.V. (GG) – Technisch-wissenschaftliche Vereinigung

Vorstand: Prof. Dipl.-Ing. Katja Biek (V), Dipl.-Ing. Dirk Borrmann, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel, Dipl.-Ing. Gerhard Lorbeer, Prof. Dr.-Ing. Jan Mugele, Dipl.-Ing. Dietrich Wittmer (stellvertretende Vorsitzende), Dr. Klaus Rinkenburger (Schatzmeister)  
Vereinsregister: Amtsgericht Charlottenburg VR 2508 B

---

## IMPRESSUM

Herausgeber/ Geschäftsstelle	Gesundheitstechnische Gesellschaft e. V. (GG) – Technisch-wissenschaftliche Vereinigung Lotzestraße 26, 12205 Berlin, Fon +49(30) 81294527, Fax -28, <a href="http://www.ggberlin.de">www.ggberlin.de</a> Geschäftsführerin: Angelika Bopp, Assessorin d. HLa, <a href="mailto:gs@ggberlin.de">mailto:gs@ggberlin.de</a>
Vorsitzende	Prof. Dipl.-Ing. Katja Biek, <a href="mailto:vs@ggberlin.de">mailto:vs@ggberlin.de</a> , c/o Biek Berlin, Heerstraße 18/20, 14052 Berlin
V.i.S.d.P.	Prof. Dr.-Ing. Matthias Kloas, c/o planungsteam energie + bauen, Auguste-Viktoria-Allee 101, 13403 Berlin Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht immer die Meinung der Redaktion wieder.
Bezug:	Die GG   Nachrichten werden an Mitglieder im Rahmen ihrer Mitgliedschaft geliefert. Der Bezugspreis ist im GG-Jahresbeitrag enthalten. Die GG   Nachrichten und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der GG.