

**Hygienisch-medizinische Stellungnahme
zur Lüftungssituation in den kreiseigenen Schulen des Kreises Ahrweiler zur
Minimierung des Risikos von Infektionen mit SARS-CoV-2
durch Aerosol-Übertragung**

von

**Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Exner
(Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin)**

**Im Auftrag des
Kreises Ahrweiler / Bad Neuenahr**

Kurzfassung der hygienisch medizinischen Stellungnahme

- Im Auftrag des Kreises Ahrweiler sollte ein umfassendes Gutachten zur Beurteilung der Notwendigkeit von weiteren Maßnahmen zur Raumlufthygiene in den 13 kreiseigenen Schulen erstellt werden, wobei für jede Schule eine entsprechende Stellungnahme der Erforderlichkeit von zusätzlichen baulich-technischen Maßnahmen erfolgen sollte. Grundlage hierfür sollten die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse sein.
- In der vorliegenden hygienisch-medizinischen Stellungnahme wird eine Darstellung der Grundlagen der Übertragung von SARS-CoV-2 und der Grundlagen für die Lüftung von Klassenräumen gegeben.
- Vor dem Hintergrund der Anreicherung des CO₂ Gehalt in der Raumlufth muss aus gesundheitlicher Sicht eine regelmäßige Frischluftzufuhr in Klassenräumen sichergestellt sein, welche durch CO₂ Messung kontrolliert werden kann.
- Es wird auf die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Lüftung wie Fensterlüftung, dezentrale Lüftungsgeräte, zentrale Raumlufthtechnik und mobile Luftreinigungsgeräte eingegangen.
- Dezentrale mobile Luftreinigungsgeräten filtern Raumlufth, bewirken aber keine Frischluftzufuhr, sondern haben lediglich die Funktion nach unterschiedlichen Prinzipien Schadstoffe wie auch Viren aus der Raumlufth zu eliminieren, Dies stellt eine wesentliche Einschränkung der Anwendbarkeit von mobilen Luftreinigungsgeräten dar. In keinem Fall kann durch mobile Luftreinigungsgeräten die Nahübertragung von SARS-CoV-2 verhindert werden.
- Zur Vermeidung der Übertragung von SARS-CoV-2 stehen hygienische bzw. nicht-pharmazeutische Maßnahmen zu Verfügung wie das Tragen von Mund-Nasenschutz, Abstandsregeln und Frischluftzufuhr, deren Effizienz mittlerweile durch eine Vielzahl von Untersuchungen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit u.a. im medizinischen Bereich¹⁻¹¹ gut belegt ist. .
- Epidemiologische Untersuchungen aus Deutschland zu Schulen und auch Meldungen aus dem Gesundheitsamt des Kreises Ahrweiler zeigen, dass hpts. sporadische Infektionen in Schulen nicht jedoch Explosivausbrüche auftreten im Gegensatz zum außer-schulischen Umfeld. Eine aktuelle Übersicht findet sich bei Heudorf et al.¹².
- Ausführlich wird auf die derzeitigen Empfehlungen insbesondere des Umweltbundesamtes (UBA) und der aktuellen S3 Leitlinie: Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle der SARS-CoV-2 Übertragung in Schulen vom November 2021 und die Einteilung von Klassenräumen in die Kategorien 1-3 nach UBA Empfehlung eingegangen.

- Auf dieser Grundlage wurden alle Schulen des Kreises begangen und die Klassenräume besichtigt und eine Einteilung in die Kategorien 1-3 vorgenommen und Hinweise für eine Optimierung gegeben.
- Aufgrund der guten baulich-funktionellen Ausstattung -auch in den von der Flutkatastrophe betroffenen Schulen - konnten nahezu alle Klassenräume der besichtigten Kreis-eigenen Schulen der Kategorie 1 nach UBA Einteilung zugeordnet werden.
- In wenigen Ausnahmen wurden Hinweise zur Optimierung insbesondere zur zusätzlichen Lüftungstechnischen Überprüfung im Hinblick zur Optimierung der Lüftungssituation gegeben, die dem erstellten Anhang für jede Schule zu entnehmen sind.
- Bemerkenswert war der festgestellte hohe Kenntnisstand der Schulleitungen zu SARS- CoV-2, die Einführung von Hygiene Beauftragten Lehrern und das konsequente Tragen von Mund- Nasenschutz von Schülern und Lehrern sowie die Ausstattung aller Klassen mit CO₂ Messgeräten. Die Mund und Nase bedeckende medizinische Maske schützt vor direkter und indirekter Übertragung. Das Tragen von Mund-Nase-Bedeckungen kann durch keine zusätzliche technische Lüftungsmaßnahme ersetzt werden.
- In Räumen der Kategorie 1 ist entsprechend der Empfehlung des UBA der Einsatz mobiler Luftreinigungsgeräte nicht notwendig, wenn ein Luftaustausch entweder durch regelmäßiges Stoß- und Querlüften oder durch raumlufttechnische Anlagen gewährleistet wird.
- Nur durch die Umsetzung sich gegenseitig ergänzender Hygienemaßnahmen der AHA + L Regeln als sogenannte „Bündelstrategie“ gelingt eine nachhaltige Prävention, welche durch die voraussichtlich bald auch für 5- bis 11-jährige Kinder zugelassene Impfmöglichkeit ergänzt und verstärkt wird. Eine Maßnahme allein reicht nach heutigem Stand des Wissens nicht aus, um auch bei hohen Inzidenzzahlen, wie sie aktuell vorliegen, wirksam vor Infektionen zu schützen. Daher ist eine hohe Wirksamkeit nur bei der Umsetzung der genannten Maßnahmen im Verbund zu erwarten, d. h. unter konsequenter Einhaltung der bekannten Hygieneanforderungen.
- Bei konsequenter Beachtung der bisherigen Hygieneregeln und einem regelmäßigen Lüften durch Öffnen der großflächigen vollständig zu öffnenden Fenstern der Klassenräume der kreiseigenen Schulen des Kreises Ahrweiler können die Übertragungsrisiken für SARS- CoV-2 unter Kontrolle gehalten werden .

1. Anlass

Im Auftrag des Landrates des Kreises Ahrweiler vom 29.06.2021 war der Unterzeichner gebeten worden, ein umfassendes Gutachten zur Beurteilung der Notwendigkeit von weiteren Maßnahmen zur Raumlufthygiene in den 13 kreiseigenen Schulen zu erstellen.

Ziel des Gutachtens sollte die Klärung der Frage sein, inwieweit eine Optimierung der Lüftungssituation zur Minimierung des Risikos von Infektionen mit SARS-CoV-2 durch Aerosol-Übertragung notwendig ist.

In dem Auftrag wird darauf hingewiesen, dass alle 550 Klassenzimmer der kreiseigenen Schulen über

- zu öffnende Fenster und
- CO₂-Ampeln

verfügen.

Die vorhandenen RLT-Anlagen (Sporthalle Menden etc.) wurden bereits im Jahr 2020 überprüft und auf 100 % Frischluft umgestellt. Nach Angaben des Landrates entsprachen damit die Schulen voll umfänglich dem aktuellen Hygieneplan des Landes Rheinland-Pfalz vom 21.06.2021.

In dem Gutachten sollte für jede Schule eine entsprechende Untersuchung der Erforderlichkeit von zusätzlichen technischen und/oder baulichen Maßnahmen mit Blick auf den Infektionsschutz erfolgen.

Grundlage hierfür sollten die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse und aktuellen technischen Möglichkeiten sein.

2. Grundlagen der Übertragung von SARS-CoV-2 und zur Lüftung

2.1 Grundlagen der Übertragung von SARS-CoV-2

Im Steckbrief des RKI heißt es zu den Übertragungswegen in der Allgemeinbevölkerung:

https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html;jsessionid=5B21058C16E2DE522E06C2F183033F13.internet101?nn=13490888#doc13776792bodyText2 abgerufen am 11.11.2021

*„Der Hauptübertragungsweg für SARS-CoV-2 ist die respiratorische Aufnahme virushaltiger Partikel, die beim Atmen, Husten, Sprechen, Singen und Niesen entstehen. Je nach Partikelgröße bzw. den physikalischen Eigenschaften unterscheidet man **zwischen***

*- **den größeren Tröpfchen und***

*- **kleineren Aerosolen,***

wobei der Übergang zwischen beiden Formen fließend ist.

Während insbesondere größere respiratorische Partikel schnell zu Boden sinken, können Aerosole auch über längere Zeit in der Luft schweben und sich in geschlossenen Räumen verteilen. Ob und wie schnell die Tröpfchen und Aerosole absinken oder in der Luft schweben bleiben, ist neben der Größe der Partikel von einer Vielzahl weiterer Faktoren, u. a.

- der Luftbewegung,

- der Temperatur,

- der Luftfeuchtigkeit und

- der Belüftung des Raumes

abhängig.

Beim Atmen und Sprechen, aber noch stärker beim Schreien und Singen werden Aerosole ausgeschieden; beim Husten und Niesen entstehen zusätzlich deutlich vermehrt größere Partikel. Neben der steigenden Lautstärke können auch individuelle Unterschiede zu einer verstärkten Freisetzung beitragen.

Grundsätzlich ist die Wahrscheinlichkeit einer Exposition gegenüber infektiösen Partikeln jeglicher Größe im Umkreis von 1 - 2 m um eine infizierte Person herum erhöht.

Diese Aspekte sind in der nachfolgenden Abbildung verdeutlicht.

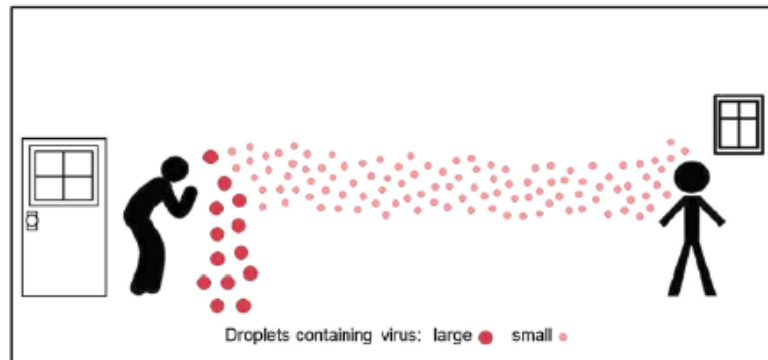


Abb.1: Größere beim Atmen und Sprechen freigesetzte virushaltige Tröpfchen (Tröpfchenübertragung direkte Übertragung von Gesicht zu Gesicht) und kleinere Tröpfchen, die sich als Aerosol in Innenräumen anreichern können (Aerosol-Übertragung indirekte Übertragung) nach Morawska et al.¹³

Eine **Maske (Mund-Nasen-Schutz oder Mund-Nasen-Bedeckung)** kann das Risiko einer Übertragung durch Partikel jeglicher Größe im unmittelbaren Umfeld um eine infizierte Person reduzieren.

Beim Aufenthalt in Räumen kann sich die Wahrscheinlichkeit einer Übertragung durch Aerosole auch über eine größere Distanz als 1,5 m erhöhen, insbesondere wenn sie klein und schlecht belüftet sind. Längere Aufenthaltszeiten und besonders tiefes oder häufiges Einatmen exponierter Personen erhöhen die Inhalationsdosis. Durch die Anreicherung und Verteilung der Aerosole im Raum ist das Einhalten des Mindestabstandes zur Infektionsprävention ggf. nicht mehr ausreichend. Auch wenn das Tragen eng anliegender Masken und Frischluftzufuhr das Risiko senken können, kann es bei (stunden-)langen Aufenthalten in einem Raum mit infektiösen Aerosolen u.U. dennoch zu relevanten Inhalationsdosen kommen, wie z.B. in Büroräumen. Ein extremes Beispiel ist das gemeinsame Singen in geschlossenen Räumen über einen längeren Zeitraum, wo es z. T. zu hohen Infektionsraten kam, die sonst nur selten beobachtet werden. Auch schwere körperliche Arbeit bei mangelnder Lüftung hat, beispielsweise in fleischverarbeitenden Betrieben, zu hohen Infektionsraten geführt. Ein effektiver Luftaustausch kann die Aerosolkonzentration in einem Raum vermindern. Übertragungen im Außenbereich kommen insgesamt selten vor und haben einen geringen Anteil am gesamten Transmissionsgeschehen. Bei Wahrung des Mindestabstandes ist die Übertragungswahrscheinlichkeit im Außenbereich aufgrund der Luftbewegung sehr gering“.

Für die Aufnahme von infektiösen Partikeln ist insbesondere die Schleimhaut von Mund und Nase von Bedeutung, da hier hohe Konzentrationen der sog. ACE-2-Rezeptoren vorhanden sind. Mit Hilfe dieser Rezeptoren sind Viren in der Lage, in die Zelle einzudringen und die Zellen des Mund-Nasen-Rachenraums so zu konditionieren, dass es zu einer Vermehrung von SARS-CoV-2 kommt.

Daher ist der Schutz des Mund-Nasen-Rachenbereiches von großer Bedeutung, der dadurch erzielt wird, dass z. B. durch eine medizinische Maske **sowohl die Nase als auch der Mund** vor dem Kontakt mit virushaltigen Partikeln geschützt wird.

Entsprechend dieser Grundlagen der Übertragungswege leitet das RKI die wichtigsten allgemein-hygienischen bzw. nicht-pharmazeutischen Maßnahmen zur Primärprävention ab, die in der nachfolgenden Abbildung des RKI dargestellt sind. Hierzu zählen neben Abstand, Mund-Nasenschutz und Händewaschen auch die Fensterlüftung.

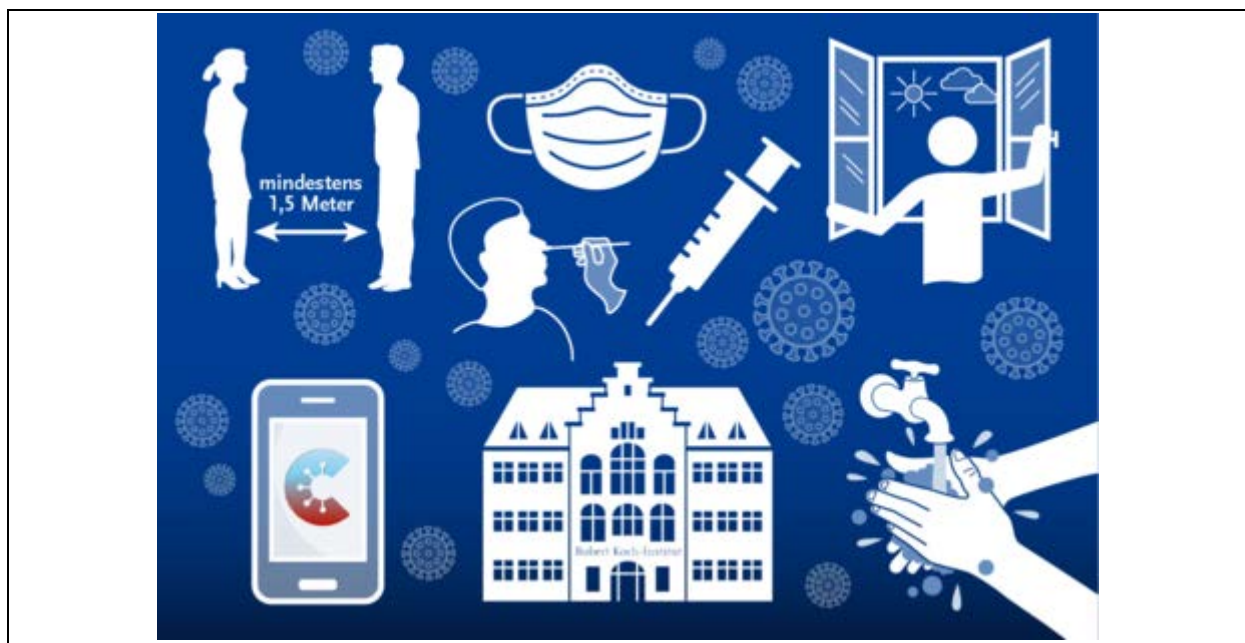


Abb. 2: Die wichtigsten nicht-pharmazeutischen Hygiene-Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle der Übertragung von SARS-CoV-2, https://www.rki.de/DE/Home/homepage_node.html

2.2 Allgemein hygienisch - medizinische Bedeutung der Lüftung

Bei den lufthygienischen Maßnahmen müssen neben der Minimierung des Infektionsrisikos durch SARS-CoV-2 weitere Aspekte der Lufthygiene berücksichtigt werden.

Hierzu zählt insbesondere die Anreicherung mit weiteren Schadstoffen in der Innenraumluft, insbesondere das mit der Atemluft ausgeatmete CO₂. Die nachfolgende Abbildung zeigt die gesundheitlichen Folgewirkungen von zu hohen CO₂-Belastungen in der Innenraumluft.

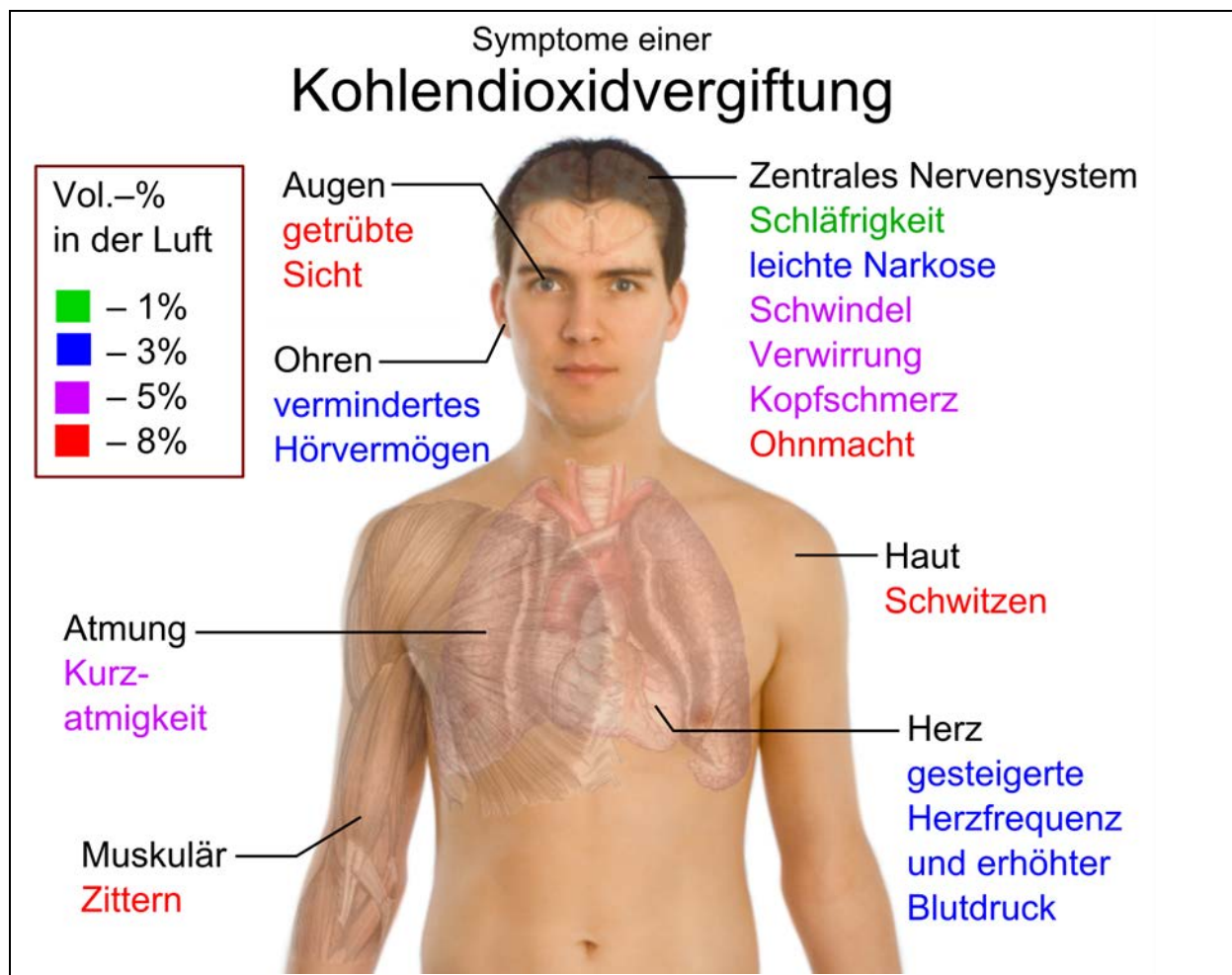


Abb. 3: Auswirkungen erhöhter CO₂ Konzentrationen auf den Menschen, entnommen aus

https://de.wikipedia.org/wiki/Kohlenstoffdioxid#/media/Datei:Main_symptoms_of_carbon_dioxide_toxicity_DE.svg, abgerufen am 06.11.2021.

Grundlage für die gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid ist die Mitteilung der ad-hoc Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Innenraumluft-Hygienekommission des Umweltbundesamtes und der obersten Landesgesundheitsbehörden:

„Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraum Luft“ aus dem Jahre 2008.

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/kohlendioxid_2008.pdf

Hierin wird unter anderem ausgeführt, dass mit der Erhöhung der CO₂ Konzentrationen in Schulklassen eine Abnahme der mentalen Leistung einhergeht. Eine deutliche Zunahme von ZNS-Symptomen wie Kopfschmerzen, Müdigkeit, Schwindel und Konzentrationsschwäche fand sich bei CO₂ Konzentrationen über 1500 ppm.

Eine weitere Studie aus Bremen nach dieser Empfehlung zeigte, dass die Senkung der CO₂ Konzentration in der Innenraumluft unter 1000 ppm durch verstärktes Lüften mit den Aufmerksamkeitsleistungen der Schüler, einer intensiveren Kommunikation zwischen Schülern und Lehrern und einem reduzierten Geräuschpegel verknüpft war und mit einer Senkung der Beanspruchung (gemessen an der Herzfrequenz) einhergingen. Dabei ergab die externe Beobachtung Hinweise darauf, dass sich die Anzahl der störenden Schüleraktivitäten und der hierdurch bedingten Disziplinierungsmaßnahmen verringerte.

In der o.a. Empfehlung wird eine Studie der US-amerikanischen Umweltbehörde angeführt, wonach pro Anstieg der CO₂-Konzentration um 100 ppm eine signifikante Zunahme von Schleimhaut- und respiratorischen Symptomen festgestellt werden konnte. Eine signifikante und deutliche Dosis-Wirkungsbeziehung konnte auch für die Symptomgruppen Halsschmerzen und pfeifendes Atemgeräusch nachgewiesen werden. Zudem wurden Untersuchungen vorgestellt, in welchen zwischen der CO₂-Konzentration und Asthmaanfällen bei Probanden mit Asthma ein Zusammenhang festgestellt werden konnte.

Innenraumkonzentration über 1000 ppm CO₂ werden allgemein, insbesondere im Hinblick auf Körpergerüche, als ein Indikator für inakzeptable Lüftungsraten angesehen.

In den Empfehlungen der Kommission wird ausgeführt, dass eine Absenkung der CO₂-Spitzenkonzentrationen auf 1100 ppm zu einer signifikanten Leistungssteigerung bei Schulkindern führt.

Die ad-hoc Kommission schlug daher die in der Tabelle genannten hygienischen Leitwerte vor.

Tab. 1: Hygienische Bewertung der Kohlendioxid-Konzentration in der Innenraumluft mithilfe von Leitwerten (bezogen auf die aktuell vorliegende Konzentration – Momentanwert). Die Empfehlungen zu kurzfristig durchzuführenden Maßnahmen bauen aufeinander auf. Die Kohlendioxid-Leitwerte können z. B. im Sinne einer Lüftungsampel (grün–gelb–rot) verwendet werden entsprechend der Mitteilungen der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Innenraumluftthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden

Hygienische Bewertung der Kohlendioxid-Konzentration in der Innenraumluft mithilfe von Leitwerten (bezogen auf die aktuell vorliegende Konzentration – Momentanwert). Die Empfehlungen mit kurzfristig durchzuführenden Maßnahmen bauen aufeinander auf. Die Kohlendioxid-Leitwerte können z. B. im Sinne einer Lüftungsampel (grün–gelb–rot) verwendet werden		
CO ₂ -Konzentration (ppm)	Hygienische Bewertung	Empfehlungen
< 1000	Hygienisch unbedenklich	Keine weiteren Maßnahmen
1000–2000	Hygienisch auffällig	Lüftungsmaßnahme (Außenluftvolumenstrom bzw. Luftwechsel erhöhen) Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern
> 2000	Hygienisch inakzeptabel	Belüftbarkeit des Raums prüfen ggf. weitergehende Maßnahmen prüfen

Bei **Überschreitung eines Wertes von 1000 ppm CO₂ soll** gelüftet werden. Wenn Lüftungsmaßnahmen und eine Verbesserung des Lüftungsverhaltens nicht den gewünschten Erfolg zeigen, sollte ein Lüftungsplan mit festgelegten Verantwortlichkeiten aufgestellt und umgesetzt werden. Es ist außerdem sinnvoll, bereits vor dem Erreichen einer CO₂ Konzentration von 1000 ppm für einen angemessenen Luftwechsel zu sorgen.

Bei **Überschreitung eines Wertes von 2000 ppm muss** gelüftet werden. Eine Unterschreitung von 1000 ppm CO₂ ist dabei anzustreben.

Die Rehva Covid 19 Richtlinie

([https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-](https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_V4.1_15042021.pdf)

19_guidance_document_V4.1_15042021.pdf) empfiehlt, dass **CO₂-Monitore mit Ampelanzeige** zumindest in den Klassenräumen installiert werden sollten, in denen die Belüftung von geöffneten Fenstern und/oder Außengittern abhängt. Dadurch wird der Bedarf an zusätzlicher Belüftung durch das Öffnen von Fenstern angezeigt. Es sollte hiernach darauf geachtet werden, dass der CO₂-Monitor an einer gut sichtbaren Stelle im Klassenzimmer angebracht wird, weit weg von Frischluftzufuhr (z. B. offene Fenster), typischerweise an der Innenwand in Höhe der Aufenthaltszone von etwa 1,5 m Höhe. In Zeiten von Corona wird seitens der REHVA empfohlen, die Standardeinstellungen der Ampelanzeige (gelbes/oranges Licht bis zu 800 ppm CO₂ und rotes Licht bis zu 1000 ppm CO₂) vorübergehend zu ändern, um so viel wie möglich zu lüften.

2.2 Lüftungsarten

Es lassen sich

- verschiedene Arten der Fensterlüftung sowie
- technische Systeme zur Lüftung

unterscheiden, worauf nachfolgend eingegangen wird.

2.2.1 Fensterlüftung

Bei der Fensterlüftung wird zwischen unterschiedlichen Formen der Lüftung unterschieden. Die nachfolgenden Abbildungen wurden dem Flyer des Gesundheitsamtes Frankfurt „Frische Luft für frisches Denken,“ entnommen. <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Betriebsoptimierung/Hinweise-zur-Gebaeudennutzung/Frische-Luft-fuer-frisches-Denken.pdf>

- Stoßlüften

Beim Stoßlüften werden die Fenster über mehrere Minuten ganz geöffnet. Dabei wird lediglich die Luft ausgetauscht, die Strahlungswärme des Raumes bleibt weitgehend erhalten. Dieser Vorteil kommt besonders im Winter zum Tragen.

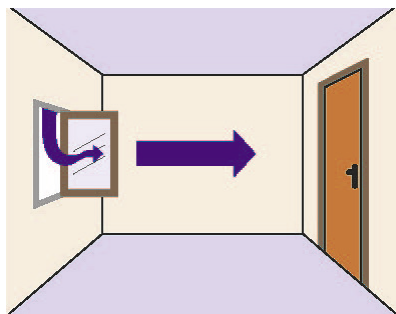


Abb.4: Die Abbildung zeigt das Grundprinzip der Stoßlüftung mit Öffnen der Fenster ohne Öffnen der gegenüberliegenden Tür.

- Querlüftung

Bei der Querlüftung werden Fenster und die gegenüberliegende Tür gleichzeitig geöffnet. Dies ist die effektivste Lüftungsart, da sie die höchste Luftwechselrate bewirkt.

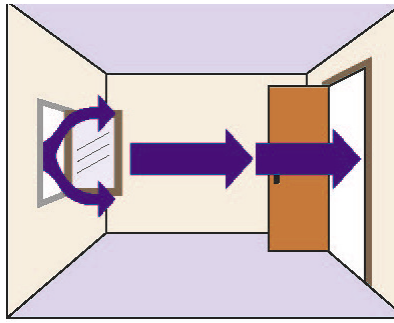


Abb.5: Die Abbildung zeigt das Grundprinzip der Querlüftung mit Öffnen der Fenster und gleichzeitiges Öffnen der gegenüberliegenden Tür.

Querlüftung ist nach DIN EN 12792:2004-01 definiert als freie Lüftung durch gegenüberliegende Fenster oder Türen infolge des Differenzdruckes, der durch Winddruck auf die Gebäudeaußenflächen entsteht und bei dem thermischer Auftrieb im Gebäude von geringerer Bedeutung ist. Umgangssprachlich wird die Querlüftung auch Durchzug genannt.

- Kipplüftung

Durch die Strömungsverhältnisse kommt es nur im Bereich des Fensters zu einem Luftaustausch. Die Fensterlaibungen können auskühlen und es kann dort Schimmel entstehen. Außerdem kommt es zu unerwünschten Energieverlusten, und der Unterricht wird durch eindringenden Außenlärm gestört.

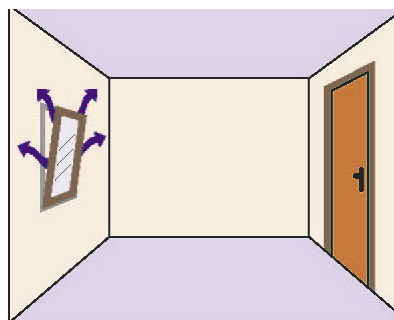


Abb.6: Die Abbildung zeigt das Grundprinzip der Kipplüftung mit Öffnen der Fenster in Kippstellung ohne weites Öffnen der Fenster und ohne gleichzeitiges Öffnen der gegenüberliegenden Tür.

2.2.2 Technische Systeme zur Lüftung

Bei den technischen Lüftungssystemen lassen sich

- dezentrale Lüftungsgeräte sowie
- zentrale Raumluftechnische Lüftungssysteme

unterscheiden.

Hiervon abzugrenzen sind Anlagen, die ausschließlich zur Abscheidung bzw. Inaktivierung bzw. Reinigung von in der Raumluf vorhandenen Viren eingesetzt werden, ohne die Funktion zu haben, Frischluft zuzuführen. Hierzu zählen mobile Luftreinigungsgeräte (siehe hierzu 2.2.3).

2.2.2.1 Dezentrale Lüftungsgeräte oder Lüftungsanlage :

Hierbei handelt es sich um Lüftungssysteme, die die Abfuhr verbrauchter Luft ggfls. virushaltiger Luft möglichst deckenseitig in die Außenluft ermöglichen bzw. Zufuhr von Frischluft bedingen, wodurch eine Minderung der virushaltigen und CO₂-belasteten Luft und die Zufuhr von Frischluft erreicht werden soll. Die Minimierung der CO₂-Belastung <1000ppm kann z. B. durch Ventilatoren in Oberlichtern von Fenstern oder in der Wand von Klassenräumen erzielt werden. Entsprechend der AWMF S3-Leitlinie „Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle der SARS-CoV-2-Übertragung in Schulen“ handelt es sich bei Lüftungsanlagen um Ventilator gestützte Anlagen, die verbrauchte Luft gegen frische Außenluft austauschen.

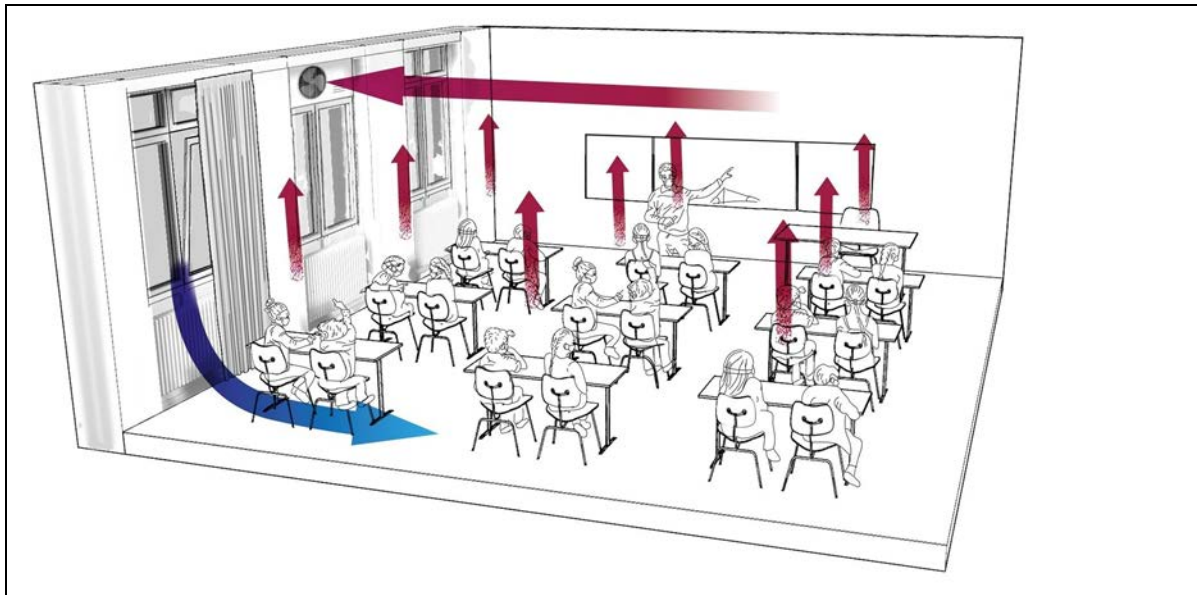


Abb. 7: Schematische Darstellung einer Lüftung durch dezentrale Lüftungssysteme mit Abfuhr verbrauchter Luft über in Oberlichter eingebaute Ventilatoren entsprechen einer Darstellung des Max Planck-Institutes für Chemie, Mainz.

2.2.2.2 Zentrale Raumluftechnik

Zentrale Lüftungssysteme (Raumluftechnische Anlagen – RLT Anlagen), saugen zentral Luft (Frischluft oder Umluft), filtern und konditionieren diese und belüften hiermit innenliegende Räume. Die eingeführte Luft wird aus dem Raum direkt oder indirekt wieder über zentrale Luftleitungssysteme in die Außenluft abgeführt.

Aufgrund von SARS-CoV-2 sollte möglichst 100% Frischluft verwendet werden. Bei Umluftverwendung z. B. wegen energetischer Aspekte, sollte mindestens eine Filtration durch F7- und F9-Filter sichergestellt werden, obwohl diese bestimmungsgemäß nicht zur Abfilterung von Viren vorgesehen sind. Eine sichere Filtration von Viren gelingt nur mit H13/H14 Filtern. Es darf zwischen Zuluftansaugung und Abluftfortführung nach DIN 1946 nicht zu Kurzschlussverbindung kommen.

Entsprechend der AWMF S3-Leitlinie „Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle der SARS-CoV-2-Übertragung in Schulen - Lebende Leitlinie - Kurzfassung Version 1.1, AWMF-Registernummer 027-076, November 2021) sind Raumluftechnische Anlagen (RLT-Anlagen) ventilatorgestützte Anlagen, die mindestens eine der Funktionen Filtern, Heizen, Kühlen, Befeuchten oder Entfeuchten bereitstellen. Durch eine geeignete Kombination dieser Funktionen wird es möglich, gewünschte Luftzustände hinsichtlich Reinheit, Temperatur und Feuchte in Räumen sicherzustellen. Es ist zu unterscheiden, ob die Anlagen

- einen Teil der Luft im Kreis führen (Umluft Betrieb) oder
- ausschließlich frische Außenluft nach entsprechender Vorbehandlung zuführen.

Bei allen Systemen muss die **Luftverdriftung** (horizontale Luftbewegungen) innerhalb von Räumen als Risikofaktor für die Weiterübertragung von SARS-CoV-2 berücksichtigt werden. Die Risiken der Luftverdriftung durch Ventilator betriebene Systeme sind bislang nur unzureichend thematisiert worden. Unter bestimmten Bedingungen wie z. B. in Hallen von Fleischverarbeitenden Betrieben können durch Umluft-erzeugende Kühlregister Verdriftungen resultieren, die zu einer Verbreitung von SARS-CoV-2 mit hieraus resultierenden Infektionen führen. Ausgehend von einer infizierten Person konnte mittels Untersuchung der viralen Genomsequenz belegt werden¹⁴, dass es bei Mitarbeitern in einer Entfernung von bis zu 12 m zur Übertragung von SARS-CoV-2 gekommen ist. Alle Ventilator-betriebenen Systeme wie Umluft- Kühl- bzw. Heiz-Geräte führen bestimmungsgemäß zu einer Verdriftung von Luft aus und in den Raum. Diese Systeme sind im Kontext von mit SARS-CoV-2 assoziierten Ausbrüchen beschrieben worden¹⁵. Grundsätzlich können unter dem Aspekt des Verdriftungsrisikos auch mobile Luftreinigungsgeräte gezählt werden.

Entsprechend der AWMF S3-Leitlinie „Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle der SARS-CoV-2-Übertragung in Schulen“ sollen Lüftungsanlagen und Raumluftechnische Anlagen frische Luft unabhängig von Nutzereinflüssen von außen den Räumen zuführen und die "verbrauchte" Luft aus den Räumen nach außen befördern. Häufig finden jedoch Anlagen mit einem hohen Umluftanteil Anwendung. Hier besteht die Gefahr der Ausbreitung infektiöser Aerosole, weshalb zusätzliche Maßnahmen zur Entfernung der Partikel mittels Schwebstofffiltern (HEPA-Filtern) der Klassen H13 und H14 eingesetzt werden. Es existieren keine Studien über die optimale Auswahl der Filterklassen für Lüftungsanlagen in Bezug auf die Reduzierung der Transmission von Viren. Der Betrieb von Umluftanlagen ohne entsprechende Filterung ist als nicht geeignet einzustufen.

Entsprechend der AWMF S3-Leitlinie „Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle der SARS-CoV-2-Übertragung in Schulen“ überwiegt nach Einschätzung der Expert*innen der Nutzen der Maßnahme die möglichen Schäden. Lüften wird in den vorliegenden Studien immer gemeinsam mit anderen Maßnahmen betrachtet (Abstand, Masken, Händehygiene). Daher wird Lüften als Bestandteil eines Standard-Maßnahmenpakets empfohlen.

2.2.3 Luftreinigungssysteme bzw. -geräte

Als mobile Luftreiniger werden im Sinne dieser Empfehlung alle Geräte verstanden, bei denen die Raumluf durch ein mobil (d.h. frei) im Raum aufgestelltes Reinigungsgerät geleitet wird.

Folgende Verfahren kommen hauptsächlich zum Einsatz:

- Reinigung der Luft über Hochleistungsschwebstofffilter (HEPA-Filter)
- Reinigung über andere Filtertechniken (z. B. Aktivkohlefilter, elektrostatische Filter)
- Aufbereitung der Luft durch Einsatz von UV-C-Technik
- Luftbehandlung mittels Ozon, Plasma oder Ionisation
- Kombination mehrerer Verfahren

Bei mobilen Luftreinigungsgeräten erfolgen die Ansaugung der Innenraumlufte und die Entfernung von Viren nach Filtrations- bzw. Inaktivierungsverfahren (z.B. UV-C-Desinfektion, Plasma, Ozon) und Rückführung in den Innenraum ohne Frischluftzufuhr bzw. ohne Abführung der verbrauchten Luft. Bei diesen Systemen kommt es - sofern Fenster nicht regelmäßig geöffnet werden oder anderweitig für Frischluftzufuhr gesorgt wird - zur Anreicherung von CO₂ belasteter Luft in den Räumen. Vielfach wird gefordert, zur Unterstützung der Lüftung in Klassenräumen dezentrale Luftreinigungsgeräte zur Entfernung von Viren einzusetzen. In Kapitel 3 wird auf deren Wirksamkeit in experimentellen Studien eingegangen.

3. Mobile Luftreinigungsgeräte und experimentelle Untersuchungen

Experimentelle Untersuchungen zur Reduktion von unterschiedlichen Luftinhaltsstoffen als Parameter für die Reduktion von SARS-CoV-2 und zur Wirksamkeitsprüfung von mobilen Luftreinigungsgeräten wurden von verschiedenen Autoren durchgeführt.

3.1 Untersuchungen von Kähler et al.

Von Kähler et al.¹⁶ liegen Untersuchungen mit finanzieller Unterstützung der Firma TROTEC zu der Fragestellung vor: „*Können mobile Raumlufreiniger eine indirekte SARS-CoV-2-Infektionsgefahr durch Aerosole wirksam reduzieren?*“ Die Autoren gehören zum Institut für Strömungsmechanik und Aerodynamik an der Universität der Bundeswehr in München,

In diesen Untersuchungen wurden künstlich erzeugte Aerosolpartikel mit einem Generator aus Di-2-Ethylhexyl-Sebacat (DEHS) erzeugt. Hierdurch konnte das Strömungsfeld in der Umgebung des Raumlufreinigers untersucht werden. Bei einem Volumenstrom von 1.500 m³/h wurden nach diesen Untersuchungen vor dem Ansaugbereich größere Strömungsgeschwindigkeiten erreicht, allerdings nur im Beinbereich und nur bis ca. 0,5 Meter Entfernung vor dem Gerät. Im empfindlichen Kopf- und Körperbereich sind die mittleren Strömungsgeschwindigkeiten und die turbulente Luftbewegung deutlich kleiner als 0,3 m/s.

Die Autoren empfehlen für eine effektive Filterung der Raumluft, den Raumlufreiniger möglichst in der Mitte der längsten Raumseite zu positionieren und darauf zu achten, dass die auf die Decke treffenden Luftstrahlen möglichst lange ungestört an der Decke entlang strömen können. Die Behinderung der Luftausbreitung an der Decke kann auch durch starke Wärmequellen (Heizung, Menschengruppen) im Raum verursacht werden.

Mit dem Ziel, die Filterleistung des Raumlufreinigers quantitativ weitergehend zu bestimmen, wurden mit Aerosol-Partikeln Konzentrationsmessungen an sechs Positionen in einem 80 m² großen Raum simultan durchgeführt. Zur Ermittlung der Abklingraten der Aerosolkonzentration in der Raumluft wurde ein Partikel-Imaging-Verfahren angewendet.

Die Filterleistung war nach diesen Untersuchungen stark vom Volumenstrom des Raumlufreinigers abhängig. Bei 600 m³/h kann nach rund 12 Minuten die Aerosolkonzentration halbiert, nach ca. 14 Minuten an der am weitesten entfernten Position.

Aufgrund von Berechnungen der Autoren zeigte sich, dass gerade kleinere Aerosolpartikel nur eine geringe Wahrscheinlichkeit haben, ein Virus zu transportieren. Nicht jedes von einem infizierten Menschen abgegebene Aerosolteilchen sei somit nach Ausführung der Autoren infektiös. Die Autoren kommen zu der Schlussfolgerung, dass leistungsstarke Raumlufreiniger mit F7- + H14-Filterkombinationen die Aerosolkonzentration in Räumen kleiner und mittlerer Größe auf einem niedrigen Niveau halten können und daher das indirekte Infektionsrisiko auch bei geschlossenen Fenstern und ohne geeignete RLT-Anlage durch diese Geräte stark reduziert werden. Sie schlussfolgern, dass die Geräte gut geeignet seien, um z. B. in Klassenzimmern, Geschäften, Warte- und Behandlungszimmern dauerhaft für eine geringe Viruslast zu sorgen, ohne sich um das Öffnen von Fenstern kümmern zu müssen und ohne das Wohlbefinden im Raum zu beeinträchtigen.

Abschließend betonen die Autoren jedoch, dass Raumlufreiniger, geöffnete Fenster und leistungsstarke RLT-Anlagen zwar geeignete Werkzeuge seien, um dem indirekten Infektionsrisiko zu begegnen, das direkte Infektionsrisiko (Nahfeld), das durch Anhusten oder bei langer Unterhaltung über kurze Distanzen erfolgen kann, können sie jedoch nicht verringern.

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.

Aus Sicht des Unterzeichners müssen hierbei folgende kritische Anmerkungen berücksichtigt werden.

- Die Autoren dieser Untersuchung mit finanzieller Unterstützung einer Herstellerfirma für mobile Luftreiniger verwenden Aerosolpartikel und keine Testviren.

- Die Autoren betrachten lediglich die Reduktion der Aerosolpartikel in einem Raum und führen aus, dass ggf. mehrere Luftreinigungsgeräte für eine effektive Minderung der Aerosolkonzentrationen notwendig seien.
- Die Autoren assoziieren, dass das indirekte Infektionsrisiko auch bei geschlossenen Fenstern und ohne RLT-Anlage reduziert werden könne, ohne sich um das Öffnen von Fenstern kümmern zu müssen und ohne das Wohlbefinden im Raum zu beeinträchtigen.
- Diese letztere Argumentation verkennt, dass eine Frischluftzufuhr in Zimmern unabhängig von einer Viruslast zur Reduktion der CO₂-Konzentration und anderer Luftinhaltsstoffe erforderlich ist und von daher eine Lüftung von Klassenzimmern zwingend erfolgen muss.
- Zusätzlich weisen auch diese Autoren darauf hin, dass Luftreinigungsgeräte allenfalls in der Lage sind, ein indirektes Infektionsrisiko zu reduzieren, nicht jedoch die direkte Tröpfcheninfektion im Nahbereich z. B. durch Anhusten auf kurze Distanzen.

3.2 Experimentelle Studie mit Bakteriophagen als Surrogat-Parameter von Zacharias et al.

Eine weitere experimentelle Studie zur Luftfiltration durch mobile Luftreinigungsgeräte mit einem Gerät mit H14-HEPA-Filter wurde von Zacharias et al.¹⁷ durchgeführt. Im Unterschied zu den von Kähler verwendeten Luftpartikeln wurden in diesem Fall zur Wirksamkeitsprüfung mobiler Luftreinigungsgeräte Bakteriophagen verwendet, die als Viren besser geeignet sind, die Spezifika der Wirksamkeitsprüfung bezogen auf SARS-CoV-2 zu verdeutlichen. Hierbei konnte gezeigt werden, dass mit einem H14-HEPA-Filter eine 4,6 – 6,1 log-Reduktion von Testviren erzeugt werden kann, was einer Reduktion um 99,9974 – 99,9999 % entspricht.

Dies bedeutet, dass mit H14-Filter ausgestattete mobile Luftreinigungsgeräte grundsätzlich in der Lage sind, Viren zu reduzieren.

In einem Raumexperiment konnte bei Betrieb des Gerätes mit und ohne Luftfilter in einer Distanz von 0,75 und 1,5 Meter bei einem Luftvolumen von 1.000 m³/h Geräteleistung die Reduktion der verwendeten Virusphagen um 2,86 log-Stufen reduziert werden. Allerdings zeigten die Ergebnisse ohne Filter, dass eine ähnliche Reduktion um 2,6 log-Stufen nach 35 Minuten erfolgte. Die Konzentration von Phagen in der Luft konnte zusätzlich um ca. 1 log-Stufe bei Verwendung von Luftfiltern im Vergleich ohne Luftfilter reduziert werden. Dabei zeigte sich darüberhinaus, dass die Entfernung ein wichtiger Faktor für die Risikoreduktion darstellt.

Bei der Anwendung von mobilen Luftreinigungsgeräten müssen nach Auffassung dieser Autoren zahlreiche Faktoren, wie der Aufstellungsort im Raum und zusätzliche Luftturbulenzen berücksichtigt werden.

Zacharias et al. weisen mit Nachdruck darauf hin, dass die Anwendung von mobilen Luftreinigungsgeräten nicht andere Sicherheitsmaßnahmen ersetzen können, wie das Tragen von Mund-Nasenbedeckung, Abstand und Lüftung.

Hierbei wird von Zacharias et al. auf die Untersuchungen von Lelieveld et al eingegangen¹⁸, die einen Algorithmus zur Abschätzung des Infektionsrisikos für verschiedene Innenraumumgebungen entwickelten, unter Berücksichtigung auf menschliche Aerosolemissionen, SARS-CoV-2-Virus Viruslast, Infektionsdosis und anderen Parametern. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass eine aktive Raumlüftung und das allgegenwärtige Tragen von Gesichtsmasken (d. h. bei allen Probanden) das individuelle Infektionsrisiko um den Faktor fünf bis zehnfach reduzieren kann, ähnlich wie bei der Filterung von hochvolumiger, hocheffizienter Partikel Luft (HEPA). Eine besonders wirksame Maßnahme sei die Verwendung von hochwertigen Masken, die das Infektionsrisiko in Innenräumen durch Aerosole drastisch Infektionsrisiko durch Aerosole drastisch reduzieren.

Eigene bislang unveröffentlichte Untersuchungen weisen darauf hin, dass mit gegenseitig getragenen Masken sowie dem regelmäßigen Lüften durch Fensterlüftung nach den Empfehlungen des UBA eine unmittelbare Reduktion der Kontamination durch in die Raumluft ausgebrachten Surrogatviren erzielt werden kann, der dem Effekt eine HEPA Filtration der Raumluft durch mobile Luftreinigungsgeräte überlegen ist und unmittelbar nach Anlegen der Masken besteht, wohingegen mittels mobilen Luftreinigungsgeräten erst nach längerer Zeit von 10- 20 ´ eine Reduktionseffekt auf die in die Raumluft ausgebrachten Surrogatviren resultiert. Diese Ergebnisse stehen in übereinstimmugn mit den Ergebnissen von Lelieveld¹⁸

3.3 Simulationsmodell nach Seipp et al.

Seipp und Steffens¹⁹ befassten sich mit Fragen der Lufthygiene in Unterrichtsräumen unter SARS-CoV-2-Bedingungen sowie mit den Aerosol-Konzentrationsgradienten und Beeinflussung der thermischen Behaglichkeit durch mobile Luftreiniger (MLR) im Rahmen einer Modellierungsstudie

Die Autoren weisen darauf hin, dass entgegen den realen Bedingungen die bisherigen Bewertungsverfahren zu mobilen Luftreinigern auf dem sofortigen Abbau hoher Partikelkonzentrationen aus homogener Verteilung basierten. Dabei wurden wirkungsmindernde Parameter sowie die Bilanzierung zusätzlicher Viruslasten im Raum nicht betrachtet, die aufgrund dauerhafter Lärmpegel durch mobile Luftreiniger und konsekutiv erzwungener lauterer Sprechweise resultieren.

In einem Simulationsmodell mit einem typischen Unterrichtsraum zeigten die Autoren, dass der Abstand vom mobilen Luftreinigungsgerät zu einer unbekanntem Virusquelle als wesentliche Einflussgröße der Funktion und Effizienz der mobilen Luftreinigungsgeräte resultierte.

Nach diesen Untersuchungen baut sich ein Konzentrationsgradient auf, der bei acht Meter Abstand eine Retentionszeit von 10 Minuten bedingt, nach der erstmalig und stark verdünnt Viruspartikel die mobilen Luftreinigungsgeräte erreichen. In der Bilanz des mobilen Dauerbetriebes von mobilen Luftreinigungsgeräten erhöhte sich die Viruslast im Unterrichtsraum schallbedingt und konnte nur in wenigen Konstellationen (geringer Abstand zur Quelle, hoher Volumenstrom) wieder vollständig entfernt werden bzw. erreichte nur eine minimale Reduktion im Vergleich zur Belastung ohne Betrieb von mobilen Luftreinigungsgeräten.

Im Detail zeigte sich, dass sich aus einer experimentell ermittelten Verteilungsgeschwindigkeit (0,8 m/Min.) eine Retentionszahl von 10 Minuten ableitete, sodass die von einer Virusquelle (hier Lehrkraft) emittierten Viruspartikel ein acht Meter entfernt positioniertes mobiles Luftreinigungsgerät nach 10 Minuten erreichte. Aufgrund der Verteilungsgeschwindigkeit bildete sich im Unterrichtsraum ein Konzentrationsgradient aus. Dies bedingt, dass die Viruspartikel-Konzentration am Luftreinigungsgerät ca. 25-fach geringer ist im Vergleich zur zeitgleich vorherrschenden Viruspartikel-Konzentration im (kugelförmigen) Umfeld der Virusquelle (3,2 Meter Durchmesser).

Aufgrund dieser Schlussfolgerung können nach Auffassung der Autoren mobile Luftreinigungsgeräte nur dann Viruspartikel wirksam entfernen/inaktivieren, wenn diese möglichst nah an der (unbekanntem) Virusquelle positioniert sind. Unter Berücksichtigung der zusätzlichen Viruslast, die mobile Luftreinigungsgeräte lärmbedingt erzwingen (durch hierdurch bedingtes lautes Sprechen) errechnete sich aus der modellierten Analyse, dass der Abstand zwischen dem (unbekanntem) Standort der Virusquelle und dem mobilen Luftreinigungsgerät < 4 Meter betragen und dieser mit einem Volumenstrom von mehr als 1.250 m³/h betrieben werden müsste, um eine bilanzielle Reduktion der Viruslast von 12 % über 45 Unterrichtsminuten zu erreichen. Bei entsprechend größeren Abständen zwischen mobilem Luftreinigungsgerät und Virusquelle (6,4 und 8 Meter) resultierten aus der Analyse auch bei höheren Volumenströmen (1.500 m³/h) in der Bilanz Zunahmen der akkumulierten Viruslast im Unterrichtsraum (bis mehr als 300 bzw. 450 %) im Vergleich zur Viruslast ohne Betrieb eines mobilen Luftreinigungsgerätes.

Da ein optimaler Aufstellungsort von mobilen Luftreinigungsgeräten nicht kalkuliert werden könne, sei die Wirksamkeit der mobilen Luftreinigungsgeräte als zufällig zu bewerten und es verbleibe lediglich die sichere (Neben-) Wirkung einer lärmbedingten Zunahme der Viruslast im Unterrichtsraum. Dagegen können durch manuelle oder bevorzugt maschinelle Stoßlüftung über 3 – 5 Minuten Virus- und CO₂-Lasten wirksam reduziert werden.

4. Zur Epidemiologie von SARS-CoV-2 Infektionen in Schulen

Wichtige Informationen über die Relevanz unterschiedlicher Übertragungswege und Infektionsrisiken können aus epidemiologischen Untersuchungen gezogen werden. Dabei können aus den Erfahrungen bei Kontaktnachverfolgung und aus Ausbruchsuntersuchungen wichtige Rückschlüsse gezogen werden, die für die hier zu behandelnde Fragestellung von Bedeutung ist.

Entsprechend dem Fachwörterbuch „Infektionsschutz und Infektionsepidemiologie - Definition und Interpretation“ des Robert Koch-Institutes befasst sich die **Epidemiologie** mit der Untersuchung, der Verteilung und den Determinanten gesundheitsrelevanter Zustände oder Ereignisse in bestimmten Populationen und der Anwendung der Ergebnisse dieser Untersuchungen bei der Bewältigung von Gesundheitsproblemen. Gegenstand der Epidemiologie sind Erkrankungsfälle, Fälle von Behinderung oder Sterbefälle in einer Bevölkerung sowie alle Faktoren, die die Gesundheit einer bestimmten Bevölkerung bedrohen oder beeinflussen, seien es physikalische, chemische, biologische, soziale, kulturelle Faktoren oder Verhaltensfaktoren.

Bei der Fragestellung, welche Risiken in Klassenräumen zu erwarten sind, müssen auch epidemiologische Untersuchungen der bisherigen Erkenntnisse und Erfahrungen zu Übertragungen von SARS-CoV-2 und insbesondere zu Ausbrüchen in Schulen mit berücksichtigt werden.

Bei dem Begriff **Ausbruch** ist zu unterscheiden zwischen

- einem Ausbruch mit begrenzter Fallzahl und
- einem Explosivausbruch.

Unter einem **Ausbruch mit begrenzter Fallzahl** werden Häufungen von zwei oder mehr im zeitlichen Zusammenhang auftretenden Infektionen verstanden.

Unter einem **Explosivausbruch** wird ein epidemisches Geschehen verstanden, das sich innerhalb sehr kurzer Zeit (schlagartig) entwickelt, wenn eine größere Gruppe von Personen etwa zeitgleich infiziert wird und erkrankt. Dies kann durch einen Erreger in Folge einer intensiven Übertragung durch kontaminierte, verbreitete Vehikel (Wasser, Lebensmittel, Luft) erfolgen.

Im Falle von SARS-CoV-2-Ausbrüchen sprechen **Häufungen mit begrenzter Fallzahl** d. h. mit nicht mehr als zwei bis fünf Infektionen **eher für eine Nahübertragung** durch größere Tröpfchen z. B. durch Gesichts- zu Gesichtskontakt.

Explosivausbrüche sprechen zwar auch eher für eine massenhafte Übertragung im Nahbereich, wenn Schutzmaßnahmen der Primärprävention wie Masken und Abstandswahrung nicht eingehalten wurden und sehr viele Menschen auf engem

Raum zusammentreffen. Die Möglichkeit einer Fernübertragung, bei der Aerosole eine wichtige Rolle spielen, muss aber erwogen werden und durch eine konkrete Analyse der Innenraumbelüftung abgeklärt werden. Derartige Explosivepidemien konnten u. a. in Alten- und Pflegeheimen und in der Fleischindustrie festgestellt werden. So kam es im Juni 2020 zu einer Explosivepidemie in einem Fleisch verarbeitenden Unternehmen in Rheda-Wiedenbrück, wo innerhalb eines kurzen Zeitraums 1.400 Mitarbeiter insbesondere in Fleischverarbeitenden Betrieben erkrankten. In diesem Fall konnte die Umluftkühlung im fleischverarbeitenden Bereich des Unternehmens als ein wichtiger Risikofaktor identifiziert werden¹⁴.

Eine zusammenfassende Darstellung der Epidemiologie zur SARS-CoV-2--Gefährdung von Kindern in der Covid-19-Pandemie an Schulen findet sich in der November-Ausgabe des Bundesgesundheitsblattes 2021 von Heudorf et al.¹²: „Kinder in der Covid-19-Pandemie und der Öffentliche Gesundheitsdienst (ÖGD, Daten und Überlegungen aus Frankfurt am Main)“¹²

Die Autoren haben die Meldedaten aus Frankfurt am Main mittels einer Surveillance-Abfrage der Kalenderwochen 10/2020 bis zum 30.06.2021 ermittelt. Kontaktpersonen (KP) von SARS-CoV-2-positiv gemeldeten Personen aus Schulen und Kitas wurden mittels PCR-Test auf SARS-CoV-2 untersucht. Zusätzlich wurden die Ergebnisse der seit April 2021 verpflichtenden Antigen-Schnellteste vorgestellt.

Die altersbezogene 7-Tage-Inzidenz der Kinder bis 14 Jahre lag vor Einführung der Testpflicht für Schüler stets unter der Gesamtinzidenz, danach darüber. Die meisten Kinder mit SARS-CoV-2-Infektion hatten keine oder nur milde Symptome; eine Hospitalisierung war selten erforderlich. Todesfälle traten nicht auf. Bei den Untersuchungen der Kontaktpersonen in Schulen und Kitas wurden meist keine oder nur selten mehr als zwei positive KP gefunden. Größere Ausbrüche traten nicht auf.

Die wichtigsten Ergebnisse werden nachfolgend dargestellt.

- In der ersten Schulwoche nach den Osterferien, als Wechselunterricht mit Pflichttestung startete, kam es zu einem enormen Anstieg der Inzidenzen insbesondere bei den Kindern mit Pflichttestung.

- Dies bedeutet, dass die Zahl der in der ersten Schulwoche nach den Ferien positiv auf SARS-CoV-2 getesteten Kinder und Jugendlichen (5 – 20 Jahre) auf das Zwei- bis Vierfache anstieg, während in Kreisen, in denen aufgrund höherer 7-Tages-Inzidenz Distanzunterricht stattfand (ohne Pflichttestung) die Inzidenzen nicht anstiegen. Bis zum Schuljahresende in der Kalenderwoche 28/2021 nahmen die Inzidenzen bei den Kindern kontinuierlich ab trotz Präsenzunterricht mit Testpflicht und trotz der zunehmenden Verbreitung der Delta-Variante in Deutschland.

- Die Begehungen zu den Hygienemaßnahmen in den Schulen zeigten, dass die Hygienebedingungen in allen Schulen eine sehr gute Umsetzung der Covid-19-Hygieneregeln beinhalteten. Die Abstandsregeln und Wegeführung wurden befolgt, wobei das Tragen von Masken auf Wegen (Weg zum Sitzplatz, Flure,

Sanitäreinrichtung) weitgehend umgesetzt wurde. Zusätzlich wurde ab Herbst die Empfehlung des Maskentragens auch im Unterricht umgesetzt.

- Von grundsätzlicher Bedeutung im hier zu behandelnden Kontext ist, dass die **Anschaffung von sog. mobilen Luftreinigungsgeräten, die teilweise von Eltern und Lehrern dringend gefordert wurde, seitens des Gesundheitsamtes abgelehnt worden** war, da einerseits kein epidemiologischer Beleg für deren Wirksamkeit vorlag und andererseits hierdurch keine Lufterneuerung stattfindet .

- Bei den Kontaktpersonen-Untersuchungen konnten nur wenige Kontaktpersonen positiv auf SARS-CoV-2 festgestellt werden. Die Positivrate blieb selbst zu Zeiten des Präsenzunterrichtes bei „Normalbetrieb unter Covid-19“ und bei hoher Gesamtinzidenz in der Bevölkerung im Herbst 2020 bei wenigen Prozent und deutlich unter der zur gleichen Zeit publizierten allgemeinen Positivrate der Laboratorien insgesamt. Auch unter den Bedingungen der Ausbreitung der Delta-Variante in Deutschland blieb die Positivrate bei der Kontaktpersonen-Testung gering bzw. nahm weiter ab. Bei 68 % der Index-Fälle in Kitas und bei 78 % in Schulen wurden keine Kontaktpersonen positiv getestet, in 24 % (Schulen: 18 %) der Fälle ein bis zwei Kontaktpersonen und in 8 % (Schulen: 4 %) mehr als zwei Kontaktpersonen mit einem Maximalwert von fünf Personen.

- 2021 waren in Kitas in 54 % der Vorgänge Erwachsene die Indexpersonen, in den Schulen in 18 %. Größere Ausbrüche wurden in Frankfurt am Main nicht bekannt. Nicht nur in Zeiten noch niedriger Gesamtinzidenzen, sondern auch bei hohen Inzidenzen und allgemeinem Präsenzbetrieb wurden nur wenige Kontaktpersonen in Schulen oder Kitas positiv auf SARS-CoV-2 getestet. Waren Lehrer die Indexperson, kam es dreimal häufiger zu Übertragungen, verglichen zu Kindern als Indexpersonen. Lehrer verursachten viermal mehr Sekundärfälle als Kinder – und dies häufig bedingt durch Kontakte zwischen den Lehrern.

- Auch in England waren in mehr als der Hälfte der Ausbrüche in Schulen ausschließlich Mitarbeiter und keine Schüler betroffen. Bezüglich der Testungen fielen insgesamt 21 (0,19 %) der 11.385 Antigen-Teste positiv aus. 16 davon wurden als falsch-positiv detektiert, d. h. die Rate der durch PCR-Test bestätigten Fälle betrug 0,04 %.

- Vor diesem Hintergrund wurde die Antigen-Testpflicht in der Risiko-, Aufwand- und Nutzenbewertung als nicht geeignet und nicht verhältnismäßig eingestuft.

Zusammengefasst kommen die Autoren Heudorf et al. unter Berücksichtigung vieler Studien zu nachfolgenden Schlüssen:

- Kinder nehmen am Infektionsgeschehen teil, ohne aber selbst „Treiber der Pandemie“ zu sein.

- Sie erkranken nur selten schwer an COVID-19 und sind seltener als Erwachsene Überträger.

- Da die Schulen nach Auffassung der Autoren keinen Risikobereich darstellen, sollte auch auf die erheblichen Aufwendungen (Finanzen, Umweltbelastung) für verpflichtende Schnellteste verzichtet werden.
- Die entsprechende Arbeit gibt einen guten Überblick auch über die übrigen in Deutschland vorliegenden Untersuchungen.
- Aus den Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass keine größeren Ausbrüche aufgetreten sind, was auch aus anderen Untersuchungen bekannt ist. Dies bedeutet, dass bei einem Indexfall die Übertragung allenfalls auf wenige Kontaktpersonen erfolgt.
- Ausbrüche, die ganze Klassen oder Schulen betreffen, sind faktisch aus Deutschland nicht bekannt.

Diese epidemiologischen Daten von Kontaktpersonennachverfolgung und Ausbruchsuntersuchungen sprechen dafür, dass die Aerosol-Ausbreitung bei Beachtung der üblichen Lüftungsmaßnahmen in Schulen aufgrund der epidemiologischen Untersuchung faktisch keine oder eine nur untergeordnete Rolle spielt.

5. Empfehlungen sowie Förderrichtlinien

5.1 Empfehlung des Umweltbundesamtes vom 09.07.2021: Lüftung, Lüftungsanlagen, mobile Luftreiniger an Schulen

Das Umweltbundesamt teilt Schulräume aus innenraumhygienischer Sicht in 3 Kategorien ein.

1. Räume mit guter Lüftungsmöglichkeit (raumluftechnische Anlage und/oder Fenster weit zu öffnen) (**Kategorie I**). Diese Voraussetzungen sind in der Mehrzahl der Schulräume gegeben.
2. Räume mit eingeschränkter Lüftungsmöglichkeit (keine raumluftechnische Anlage, Fenster nur kippbar bzw. Lüftungsklappen mit minimalem Querschnitt) (**Kategorie II**).
3. Nicht zu belüftende Räume (**Kategorie III**).

In **Räumen der Kategorie I** ist der Einsatz mobiler Luftreinigungsgeräte nach UBA Empfehlung nicht notwendig, wenn ein Luftaustausch entweder durch regelmäßige Stoss- und Querlüftung oder durch raumluftechnische Anlagen gewährleistet wird. Die gleichzeitige Anwendung von Lüftung und der Einhaltung der AHA-Regeln ist aus innenraumhygienischer Sicht umfassend und ausreichend für den Infektionsschutz gegenüber dem Corona-Virus.

Der Rechnung zufolge lässt sich mit mobilen Luftreinigern in Räumen der Kategorie I ein Zusatznutzen hinsichtlich der Reduzierung der Virenlast erzielen, insbesondere wenn die vom UBA empfohlene Lüftung und die Befolgung der AHA-Regeln nicht konsequent umgesetzt werden. Aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren (z. B. Gerätetyp, Aufstellungsbedingungen, Luftzirkulation, Umsetzung der Lüftungs- und AHA-Regeln) lässt sich diese Virusreduktion nicht exakt quantifizieren. Dies zeigt auch die hinsichtlich der Methoden und Ergebnisse heterogene aktuelle Studienlage.

In **Räumen der Kategorie 2** kann als technische Maßnahme die Zufuhr von Außenluft durch den **Einbau einfach und rasch zu installierender Zu- und Abluftanlagen** erhöht werden. Alternativ sei der **Einsatz mobiler Luftreiniger** sinnvoll. Fachgerecht positioniert und betrieben sei ihr Einsatz wirkungsvoll, um während der Dauer der Pandemie die Wahrscheinlichkeit indirekter Infektionen zu minimieren.

An dieser Stelle muss kritisch darauf hingewiesen werden, dass die S3 LL (siehe unter.5.3 keinen epidemiologische belegbaren Hinweis für die Wirksamkeit von mobilen Luftreinigungsgeräten bislang sieht

Es ist nach UBA Empfehlung zu beachten, dass **mobile Luftreinigungsgeräte die Notwendigkeit für das Lüften nicht ersetzen können. Die mobilen Geräte beseitigen nicht die sich in einem Schulraum durch Atmung anreichernde Luftfeuchte, das Kohlendioxid und weitere chemische Gase aus Mobiliar und Bauprodukten. Daher muss auch bei Nutzung mobiler Luftreiniger regelmäßig gelüftet werden.** Diese Feststellung hat die Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene dazu veranlasst, zu fordern, dass Räume der Kategorie nicht zu nutzen seien, sofern nicht durch andere Maßnahmen eine ausreichend Frischluft zu gewähren ist

Räume der Kategorie 3 werden aus innenraumhygienischer Sicht für den Schulunterricht nicht empfohlen. In solchen Räumen reichern sich ausgeatmetes Kohlendioxid und Feuchtigkeit rasch zu hohen Werten an. Auch viele gasförmige chemische Schadstoffe verbleiben im Raum. Jenseits des hygienischen Leitwerts für Kohlendioxid von 1.000 ppm sinken die Konzentration und Lernfähigkeit der Schüler. Der Einsatz von Luftreinigern in solchen Räumen ergibt keinen Sinn, da kein Luftaustausch mit der Außenluft (Lüftungserfolg) gewährleistet wird.

In diesem Kontext wird auf Kapitel 5.3 hingewiesen.

5.2 Einschätzung und Empfehlungen des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Seitens der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung wurde mit Datum vom 27.10.2021 eine Stellungnahme zu Luftfilteranlagen in öffentlichen Gebäuden unter dem Titel: „Eignung und Gefährdungsbeurteilung: Einschätzung und Empfehlung des

Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)“
herausgegeben. (<https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/4289>)

Hierin wird eingangs auf die Bedeutung der Lüftung zum Austausch verbrauchter Luft gegen frische Luft hingewiesen.

Ziel von Lüftungsmaßnahmen ist es hiernach, eine ausreichende Versorgung des Raums mit Außenluft zu erreichen, um die Anreicherung möglicherweise mit Viren belasteter Aerosole in der Raumluft zu verringern und damit das Infektionsrisiko zu senken. Die Lüftung gilt gemäß technischer Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.6 „Lüftung“ sowie der SARS-CoV-2-Arbeitsschutzregel als ausreichend, wenn die Kohlendioxidkonzentration (CO₂-Konzentration) der Raumluft 1.000 ppm nicht überschreitet, wobei dieser Wert in Zeiten einer Epidemie möglichst unterschritten werden soll.

Es wird jedoch – wie auch seitens des Umweltbundesamtes und anderer Publikationen – darauf hingewiesen, dass Tröpfcheninfektionen bzw. Infektionen durch belastete Aerosole im Nahbereich von Personen mit Lüftungsmaßnahmen allein jedoch nicht verhindert werden können, weshalb diese stets in Kombination mit anderen Infektionsschutzmaßnahmen zu kombinieren sind. Diese wird durch die AHA + L-Formel ausgedrückt, also Abstand von mindestens 1,5 Meter, Hygiene, Tragen von Atemschutzmasken oder medizinischem Mund-Nasen-Schutz und intensives Lüften.

Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass Luftreiniger nicht die in Innenräumen üblichen Anreicherungen von CO₂, Luftfeuchte und diversen chemischen und biologischen, teils geruchsaktiven Substanzen beseitigen können, sodass weiterhin eine ausreichende Lüftung erforderlich ist. Beeinträchtigungen durch die typischen Nachteile des freien Lüftens gerade in den kalten Jahreszeiten können also durch den Einsatz von Luftreinigern nicht vermieden oder vermindert werden. Daher sei es wesentlich, Maßnahmen zur Absenkung des Infektionsrisikos durch Versorgung mit Außenluft zu erzielen.

Bei der Auswahl von zusätzlichen Luftreinigungsgeräten wird ausgeführt, dass filternde Luftreiniger aufgrund des physikalischen Wirkprinzips bei der Auswahl geeigneter Filtermaterialien als gemeinhin gesichert gelten.

Andere Luftreiniger anstelle einer Schwebstofffiltration wie Luftdesinfektion mittels UV-C-Strahlung, Desinfektion mit Ozon oder Wasserstoffperoxid oder Hochspannungsverfahren können hiernach u. U. gesundheitsgefährdende Stoffe an die Raumluft abgeben. Hierzu zählen insbesondere die Reizgase Ozon und Stickoxid, wodurch auch die Gesundheit gefährdet werden kann.

Insofern konzentrieren sich die Ausführungen der Deutschen Unfallversicherung ausschließlich auf Geräte auf der Basis filternder Luftreiniger. Im Detail wird auf die Anforderungen an filternde Luftreiniger eingegangen wie Luftdurchsatz (mindestens der dreifache besser der fünffache Luftvolumenstrom des

Raumvolumens/h), Verwendung bei Auswahl von Filtern, Berücksichtigung des Produktes aus Abscheidegrad und Volumenstrom (CADR-Wert), Vermeidung von Hintergrundgeräuschen und keine Überschreitung des Höchstwertes, z. B. 35 dB (A) für Klassenräume und Kindertagesstätten, gesicherte Entsorgung potentiell belasteter Filter, die unzugänglich für Kinder sein müssen,

Als Alternative für mobile Luftreinigungsgeräte werden **dezentrale Lüftungsgeräte** als **bevorzugte Option** dargestellt. Hierdurch können nach Angaben der DGUV mindestens gleichwertige Ergebnisse erzielt werden wie mit mobilen Luftreinigern. Darüber hinaus bieten dezentrale Lüftungsgeräte abseits von Aspekten des Infektionsschutzes eine bessere Raumluftqualität, da dadurch weitere in der Luft enthaltene Stoffe nach außen abtransportiert werden.

5.3 AWMF S3-Leitlinie „Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle der SARS-CoV-2-Übertragung in Schulen | Lebende Leitlinie Kurzfassung AWMF-Registernummer 027-076 Kurzfassung Version 1.1, November 2021

In der aktuellen Fassung heißt es in der Gesamtbewertung zu mobilen Luftreinigungsgeräten:

- *Die Maßnahme "mobile Luftreinigung als Ergänzung zum Lüften" hat positive und negative gesundheitliche Wirkungen, denen weitreichende negative Wirkungen im Bereich der anderen Entscheidungskriterien gegenüberstehen, insbesondere im Hinblick auf finanzielle und ökologische Folgen sowie die Machbarkeit. Insgesamt überwiegen nach Einschätzung der Expert*innen weder die positiven noch die negativen Wirkungen, so dass die Maßnahme erwogen werden kann. Es gibt keine Evidenz im Hinblick auf verhinderte SARS-CoV-2-Infektionen, die Reproduktionszahl und die Anzahl hospitalisierter Patient*innen. Schwache Evidenz gibt es hinsichtlich der Wirksamkeit von HEPA-Filtern auf die Reduktion von Aersolpartikeln in der Luft.*

• Der Einsatz von Luftreinigern ist auf einzelne Situationen begrenzt und wird nicht als generelle Maßnahme empfohlen.

*Ein solches Beispiel wäre ein Klassenraum mit Oberlichtern, in dem der Grenzwert für CO₂ durch Lüften eingehalten wird, aufgrund ungünstiger Strömungsverhältnisse aber nur ein Teil der Luft effektiv ausgetauscht wird. In Rücksprache mit fachlicher Expertise (z.B. Lüftungingenieur*in) und in Abhängigkeit des Infektionsgeschehens kann in solchen Situationen ein Luftreiniger hier sinnvoll sein.*

- *Qualitätsanforderungen an mobile Luftreiniger wurden vom VDI (Verein Deutscher Ingenieure e.V.) festgelegt. Es existiert allerdings keine Sicherheit über die erforderliche Reinigungsleistung zur sicheren Vermeidung von SARS-CoV-2-Infektionen. Daher wird aktuell die Ansicht vertreten, dass jede Aerosolreduktion anzustreben ist. Die Effektivität der Filtrations- bzw. Vireninaktivierungsleistung ist jedoch bei jedem Gerät nachzuweisen.*

- *Da die Lautstärke die Akzeptanz der Maßnahme insbesondere gegenüber den Anschaffungs-, Betriebs- und Wartungskosten beeinflusst, ist bei der Implementierung Wert auf niedrige Schallemission zu legen.*

In der S3 Leitlinie wird das Sondervotum der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene zitiert, die den derzeitigen Wissenstand nach Auffassung des Unterzeichners konzise wiedergibt und nachfolgend wiedergegeben wird.

Klassenräume mit guter Belüftbarkeit (Kategorie I nach Umweltbundesamt (UBA)) erfordern grundsätzlich keine zusätzlichen Maßnahmen zur Aerosolreduktion. Räume mit fehlender Belüftbarkeit (Kategorie III nach UBA) sind für Unterrichtszwecke ungeeignet. Die verbleibenden Räume mit einer unzureichenden Belüftbarkeit (Kategorie II nach UBA) sollten unter dem Aspekt einer nachhaltigen Optimierung der Belüftbarkeit überprüft werden und durch geeignete baulich-technische Maßnahmen z. B. durch Installation von Abluftventilatoren oder eine optimierte Fensteröffnenbarkeit in die Lage versetzt werden, eine Belüftbarkeit der Kategorie I zu erhalten. Die verbliebenen Räume der Kategorie II ohne Optimierungspotential sollten wie Räume der Kategorie III klassifiziert werden, und nicht für Unterrichtszwecke genutzt werden oder alternativ nur unter intensivierten Hygieneschutzmaßnahmen genutzt werden.

Ein möglicher Zusatznutzen im Sinne einer Reduktion von Infektionsübertragungen wird aufgrund des insgesamt sehr niedrigen Übertragungsrisikos innerhalb von Schulen zwischen Schülern als sehr unwahrscheinlich eingeschätzt. Epidemiologische Daten aus Nachverfolgungsuntersuchungen im Umfeld infizierter Schüler haben nur sehr geringe sekundäre Infektionsfälle identifiziert. Bis dato hat es keine relevante Zahl von Häufungen oder Ausbrüchen innerhalb von Schulen gegeben, und wenn es zu Häufungen gekommen ist, war die Zahl der Sekundärfälle eher gering und der Ort der Ansteckung blieb in der Regel unklar.

Gegen einen Einsatz von Luftreinigungsgeräten sprechen aber nicht nur fehlende Evidenz einer Infektionsreduktion, sondern auch mögliche, bislang nicht untersuchte Risiken.

5.4 Hygieneplan-Corona für die Schulen in Rheinland-Pfalz

Das Land Rheinland-Pfalz hat einen Hygieneplan für die Schulen des Landes herausgegeben, der für die Schulen auch des Kreises Ahrweiler Orientierung gibt. Die nachfolgenden Ausführungen nehmen Bezug auf den Hygieneplan-Corona für die Schulen in Rheinland-Pfalz, 12. überarbeitete Fassung, gültig ab 24. November 2021:

Die nachfolgenden Empfehlungen beziehen sich nicht nur auf Klassenräume, sondern auf alle Räume. So sind z. B. auch für Lehrerzimmer, Sekretariate oder

Versammlungsräume organisatorische und ggf. auch technische Maßnahmen zu ergreifen, die eine bestmögliche Umsetzung von Hygieneregeln ermöglichen.

Im Hygieneplan heißt es:

„Regelmäßiges Lüften dient der Hygiene und fördert die Luftqualität, da in geschlossenen Räumen die Anzahl von Krankheitserregern in der Raumluft steigen kann. Eine möglichst hohe Frischluftzufuhr ist eine der wirksamsten Methoden, potenziell virushaltige Aerosole aus Innenräumen zu entfernen. Es ist daher auf eine intensive Lüftung der Räume durch eine geeignete raumlufttechnische Anlage (RLT) oder durch sachgerechte Stoßlüftung bzw. Querlüftung zu achten. Eine Kipplüftung ist weitgehend wirkungslos, da durch sie kaum Luft ausgetauscht wird.

Zur Gewährleistung der Hygiene und der Reduzierung möglicherweise in der Luft vorhandener Erreger sind die Unterrichtsräume mittels Fensterlüftung wie folgt regelmäßig zu lüften:

- *vor Unterrichtsbeginn,*
- *während des Unterrichts: grundsätzlich nach 20 Minuten,*
- *in den Pausen (Dauer abhängig von der Außentemperatur),*
- *nach der Raumnutzung (Unterrichtsende).*

Die Mindestdauer der Lüftung der Unterrichtsräume ist (neben der Größe des Raumes) von der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen und dem Wind abhängig.

Als Faustregel für die Dauer der Lüftung während des Unterrichtes kann gelten

- *im Sommer bis zu 10 - 20 Minuten,*
- *im Frühjahr/Herbst ca. 5 Minuten und*
- *im Winter ca. 3 - 5 Minuten.*

Auf das Stoß- und Querlüften kann auch im Winter nicht verzichtet werden. Kurzzeitiges Stoß- und Querlüften mit weit geöffneten Fenstern führt zunächst zwar zu einer Abkühlung der Raumluft um wenige Grad (2 bis 3°C). Dies ist aber gesundheitlich unproblematisch, denn Frischluft erwärmt sich schnell, schon nach kurzer Zeit ist die ursprüngliche Temperatur wieder erreicht. Zu einer Unterkühlung kommt es bei einer Lüftung von 3 - 5 Minuten nicht.

Unterrichtsräume mit eingeschränkten Lüftungsmöglichkeiten und nicht zu belüftende Räume sind für den Unterricht nicht geeignet.

Unterrichtsräume mit eingeschränkten Lüftungsmöglichkeiten können durch den Schulträger mithilfe von geeigneten Maßnahmen für den Unterricht nutzbar gemacht werden. Hierzu gehören:

- einfache ventilatorgestützte Zu- und Abluftsysteme -

- mobile Luftreinigungsgeräten

Auch beim Einsatz einfacher ventilatorgestützter Zu- und Abluftsysteme und mobiler Luftreinigungsgeräte kann auf die allgemeinen infektionspräventiven Maßnahmen (Abstand, Hygiene, Maske und Lüften) nicht verzichtet werden.

Bei Bedarf stehen das Institut für Lehrgesundheit und die Unfallkasse Rheinland-Pfalz beratend zur Verfügung.“

6. Förderrichtlinien

6.1 Förderrichtlinien des Landes Rheinland-Pfalz zur Verbesserung der Lüftungssituation in Schulräumen

Entsprechend der Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Bildung vom 27.08.2021 können folgende Maßnahmen gefördert werden.

- a) Maßnahmen, die die Frischluftzufuhr in Schulräumen unterstützen (beispielsweise Erneuerung von Fenstergriffen, Umbau von Fenstern, Einbau von einfachen Ventilator-gestützten Zu- und Abluftsystemen oder die Anschaffung von CO₂-Messgeräten). Zuwendungsfähig sind Kosten für Material, Installation und Inbetriebnahme. Betriebs-, Wartungs- und Reparaturkosten sowie Fracht- und Versandkosten sind nicht förderfähig.
- b) Die Ausstattung von Räumen in Schulgebäuden mit mobilen Luftreinigungsgeräten als Ergänzung zu der Lüftungsmaßnahme der Schule.

Zuwendungsfähig sind die Kosten für Kauf oder Miete eines mobilen Luftreinigungsgerätes zur Verringerung der Aerosol-Konzentrationen, einschließlich der Kosten für Aufbau und Inbetriebnahme. Betriebs-, Wartungs- und Reparaturkosten sowie Fracht- und Versandkosten sind nicht förderfähig.

Gefördert nach Nr. 2.1 b werden mobile Luftreinigungsgeräte, die den Spezifikationen der Stellungnahme des Umweltbundesamtes „Lüftung, Lüftungsanlagen und mobile Luftreiniger in Schulen“ vom 09.07.2021 entsprechen. Ergänzend wird auf die Prüfkriterien für mobile Luftreiniger (VDI ee 4300 Blatt 14) vom 20.07.2021 hingewiesen.

Zu den Zuwendungsvoraussetzungen heißt es:

Es werden nur Maßnahmen gefördert, mit denen nicht vor dem 16.04.2021 begonnen worden ist und bei denen zum Zeitpunkt der Antragsstellung eine Inbetriebnahme bis zum 15.11.2021 erwartet wird.

Grundlegende Voraussetzung für die Förderung nach Nr. 2.1 ist, dass der Schulraum, für welchen förderfähige Maßnahmen beabsichtigt sind, für den regelmäßigen Unterrichtsbetrieb benötigt wird.

Zusätzliche Voraussetzung für die Förderung von mobilen Luftreinigungsgeräten nach Nr. 2.1 b ist, dass für den Schulraum, für den eine Ausstattung mit diesen Geräten vorgesehen ist, keine einfachere und wirtschaftlichere Möglichkeit besteht, die Aerosol-Konzentration deutlich abzusenken; dies ist insbesondere dann der Fall, wenn der Raum nicht ausreichend zu belüften ist, weil die Fenster nicht vollständig geöffnet werden können, ein Umbau der Fenster durch einfache Maßnahmen kurzfristig nicht möglich ist und keine geeignete raumluftechnische Anlage vorhanden ist (beispielsweise Räume, in denen nur kleine Fenster oder Oberlichter zur Lüftung beitragen können).

6.2 Förderung durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Neueinbau stationärer RLT-Anlagen/Beschaffung und Einbau von Zu-/Abluftventilatoren

Hierin werden Informationen zum erstmaligem Einbau (Neueinbau) von stationären RLT-Anlagen und zur Beschaffung und zum Einbau von Zu-/Abluftventilatoren in Einrichtungen für Kinder unter 12 Jahren gegeben.

In den Förderrichtlinien heißt es, dass die Beschaffung und der Einbau von Zu-/Abluftventilatoren nur in Räumen mit eingeschränkter Lüftungsmöglichkeit förderfähig ist. Dies ist insbesondere anzunehmen für Räume ohne RLT-Anlage mit Frischluftzufuhr, in denen die Fenster nur kippbar und/oder nur Lüftungsklappen mit minimalem Querschnitt vorhanden sind (Räume der Kategorie II). Eine Ausstattung eines Raumes ausschließlich mit Zu- oder Abluftventilatoren ist nur dann förderfähig, wenn der Raum nach Umsetzung der Maßnahme mit mindestens einem Zu- und mindestens einem Abluftventilator ausgestattet ist.

7. Ergebnis der Untersuchungen zur Situation der kreiseigenen Schulen des Kreises Ahrweiler

7.1 Epidemiologie von Ausbrüchen in Schulen und Kitas

Mit dem Amtsarzt des Gesundheitsamtes des Kreises Ahrweiler (Hr. Dr. Voss) wurde Kontakt aufgenommen, um zu hinterfragen, inwieweit dem Gesundheitsamt Meldungen über Ausbrüche in Schulen vorliegen. Dr. Voss teilte mit, dass keine Häufungen und insbesondere keine Ausbrüche in Schulen seit dem Beginn der Corona-Pandemie gemeldet wurden.

Es seien bei den Untersuchungen zur Kontaktnachverfolgung allenfalls Einzelinfektionen von zwei, maximal drei Infektionen festgestellt worden. Eine genaue Differenzierung, inwieweit diese Infektionen während des Schulaufenthaltes oder außerhalb des Schulaufenthaltes verursacht wurden, könne nicht im Detail gegeben werden.

Die Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit der Publikation von Heudorf et al., die unter Kapitel 4 ausführlich referiert wurden.

Zusätzlich wurde bei den Begehungen hinterfragt, inwieweit außergewöhnliche Schulausbrüche den Leitern der jeweiligen Einrichtungen gemeldet wurden, soweit dies möglich war.

In einem Fall (Adenau, Realschule) wurde mitgeteilt, dass ein Ausbruch in einer Klasse aufgetreten sei. Dabei müsse jedoch berücksichtigt werden, dass nach Informationen der Schulleiterin eine sog. Corona-Party außerhalb der Schule stattgefunden hat, worauf dieser Ausbruch eher zurückzuführen sei.

7.2 Ergebnisse und Kriterien bei der Begehung der Schulen des Kreises Ahrweiler

Ziel der Begehung war es, die Räume dahingehend zu unterteilen, inwieweit sie entsprechend den Empfehlungen des Umweltbundesamtes den Kategorien I, II bzw. III entsprechen, um hiernach weitergehende Maßnahmen zur Optimierung der Lüftung und deren Kontrolle anzugeben. Hierzu zählt auch die Klärung der Frage, ob z. B. mobile Luftreinigungsgeräte zu empfehlen sind.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Schulbegehungen nach Schule, Gebäude, Etagen, Raumnummern und Raumart sowie die Einordnung zur Kategorie I, II oder III entsprechend den Kriterien des Umweltbundesamtes sowie Bemerkungen, Hinweise und empfohlene Maßnahmen wiedergegeben.

7.2.1 Janusz-Korczak-Schule, Beethovenstraße 3, 53489 Sinzig

Die Janusz-Korczak-Schule wurde unter Zugrundelegung der Flucht- und Rettungspläne am 17. 09. 2021 begangen.

Bei der Begehung wurden Herr Birkenbeil und Prof. Exner von Herrn Messaudi begleitet. Die Ergebnisse der Begehung sind dem Anhang zu entnehmen.

Entsprechend der Tabelle sind **alle Klassenräume** und alle übrigen begangenen Räume einschließlich der aufgestellten Container **mit weit zu öffnenden Fenstern**

in ausreichendem Maße über die gesamte Wand zu öffnen. Auf der den Fenstern gegenüberliegenden Seite befindet sich die Klassentür, sodass eine **Querlüftung** möglich ist.

Zusätzlich sind **alle Räume mit CO₂-Messgeräten** ausgestattet.



Abb.8: Beispielhafte Darstellung eines Klassenraumes in einem Container mit rechtseitiger Fensterwand und gegenüberliegender Tür .



Abb.9: Klassenraum im Hauptgebäude mit großzügiger vollständig zu öffnender Fensterfläche.



Abb. 10: Fest installierte CO₂ Messgeräte, mit der alle Klassen der Kreis-eigenen Schulen des Kreises Ahrweiler ausgestattet sind.

Alle Klassenräume dieser Schule konnten der **Kategorie I** zugeordnet werden.

In der **Aula der Schule** wurde empfohlen, eine **CO₂-Ampel** vorzusehen, die mittlerweile eingebaut wurde.



Abb.11: Aula der Schule mit großzügiger beiderseitiger Fensterfläche

Zwei Räume zum Werken (10 bzw. 11) wurden der Kategorie II bzw. III zugeordnet.



Abb.12: Werkraum (Raum 10) der Schule

Bei dem **Raum 10** wurden jedoch keine weitergehenden Maßnahmen für notwendig erachtet, da dieser Raum nur zwei bis drei Stunden pro Woche genutzt wird. Bei dem **Raum 11** handelt es sich um einen Abstellraum und nicht um einen als Klassenraum genutzten Raum.

Für den **Raum 16** wurde empfohlen, Türen einzubauen und eine CO₂-Ampel zu installieren, was mittlerweile umgesetzt wurde.

7.2.2 Rhein Gymnasium, Dreifaltigkeitsweg 35, 53489 Sinzig

Das Rhein Gymnasium wurde am 17.09.2021 begangen. Bei der Begehung war neben Herrn Birkenbeil und Prof. Exner Herr Massoudi anwesend.

Zusätzlich war vorübergehend der Schulleiter, Herr Dr. Braner, anwesend und stand für Auskünfte zur Verfügung.

Für diese Schule lagen die Flucht- und Rettungspläne vor.

Das Ergebnis der Begehung ist dem Anhang zu entnehmen.

Das **Gros der begangenen Räume** sowohl der Verwaltung als auch der Klassenräume konnte entsprechend der Empfehlungen des Umweltbundesamtes der **Kategorie I** zugeordnet werden.



Abb.13: Beispielhaft Darstellung eines Klassenraumes mit ausreichender vollständig zu öffnender Fensterfläche

Die **Räume 29 und 30** sind innenliegende Räume, deren Belüftung ausschließlich über Oberlichter erfolgt.



Abb.14: Innenliegender Physikraum, der nur über die Oberlichter be- und entlüftet wird.

Hier wurde empfohlen, durch einen Lüftungstechniker Möglichkeiten der Optimierung der Lüftung zu prüfen. Als mögliche Option wurde empfohlen, den Einbau von Abluftventilatoren zu prüfen. Bei diesen Räumen handelt es sich um Räume, in denen die Sitzbereiche stufenweise abschüssig angeordnet sind.

Unter dieser Prämisse wurden diese **Räume der Kategorie II** zugeordnet.

Die Verwendung von mobilen Luftreinigungsgeräten erscheint in diesem Fall nicht sinnvoll, da die Luft durch Luftreinigungsgeräte zusätzlich zu der abschüssigen Anordnung nach unten gesaugt wird. Stattdessen wurde empfohlen, Lüftungsmöglichkeiten zu prüfen, die die Raumluft nach oben zu den Oberlichtern abziehen.

Bei dem **Raum 24** handelt es sich um den Musikraum. Bei diesem Raum besteht keine über die gesamte Wand angeordnete Fensterfläche. Es befindet sich eine Abluftöffnung in diesem Raum. Aus diesem Grunde sollte auch durch einen Lüftungstechniker geprüft werden, inwieweit die Abluft in ausreichendem Maße zu einer Lufterneuerung bei geöffnetem Fenster führen kann.



Abb.15: Musikraum der Schule

Alle Räume verfügen über ein CO₂-Messgerät, so dass auch über eine CO₂-Messung die Notwendigkeit zur Lüftung angezeigt wird.

7.2.3 Integrierte-Gesamtschule in Remagen, Goethestr. 43

Die Schule wurde am 27. 09. 2021 begangen. Bei der Begehung waren neben Herrn Birkenbeil und Prof. Exner der Schulleiter Herr Wald anwesend.

Bei der Begehung lagen die Flucht- und Rettungspläne sowie die Raumpläne vor.

Das Ergebnis der Begehung ist dem Anhang zu entnehmen.

In verschiedenen Klassenräumen konnte festgestellt werden, dass zwar ausreichend Fensterflächen vorhanden sind, die Fenster jedoch aufgrund der sanierungsbedürftigen Griffe nicht leicht zu öffnen sind.

Aus diesem Grunde wurden diese **Räume der Kategorie II** zugeordnet. Es wurde jedoch ausdrücklich festgestellt, dass bei Sanierung der Griffe zum verbesserten

Öffnen der Fenster die Räume aufgrund ausreichender Fensterfläche danach der **Kategorie I** zugeordnet werden können.

Alle Räume sind mit CO₂-Messgeräten ausgestattet. Eine Querlüftung ist aufgrund der den Fenstern gegenüberliegenden Türen grundsätzlich möglich.

In **Raum D** (IGS Erdgeschoss, Block D, Aufenthaltsbereich) wurde ebenfalls eine **Einordnung zur Kategorie II** vorgenommen. Es wurde empfohlen, nach Lüftungstechnischer Überprüfung Abluftventilatoren vorzusehen und ein CO₂-Messgerät aufzustellen. Unter dieser Prämisse wurde festgestellt, dass der Aufenthaltsbereich dann der Kategorie I zugeordnet werden kann.

7.2.4 Burgweg-Schule, Burgweg 6, 56659 Burgbrohl

Die Begehung wurde am 27. 09. 2021 durchgeführt. Bei der Begehung waren neben Herrn Birkenbeil und Prof. Exner Frau Braun (Sekretärin) anwesend. Die Begehung wurde unter Zugrundelegung der Flucht- und Rettungspläne durchgeführt.

Alle Räume sind bis auf das Lehrerzimmer mit CO₂-Messgeräten ausgestattet.

Alle Räume wurden der Kategorie I zugeordnet.

In **Raum 11** wurde empfohlen, die Fensterfläche frei zu machen, um ein vollständiges Öffnen der Fenster zu ermöglichen.

Das **Lehrerzimmer (Raum 14)** sollte mit einer **CO₂-Ampel nachgerüstet** werden.

7.2.5 Erich-Klausener-Gymnasium, Dr. Klausener-Str. 43 – 45, 53518 Adenau

Die Begehung fand am 22. 09. 2021 statt.

Bei der Begehung waren neben Herrn Birkenbeil und Prof. Exner Frau Killmeier-Heimermann (Schulleiterin) sowie Herr Müller (Hausmeister) anwesend.

Die Begehung fand unter Zugrundelegung der Flucht- und Rettungspläne statt.

Alle Klassenräume sind mit CO₂-Messgeräten ausgestattet.

Das Ergebnis der Einteilung in Kategorien ist dem Anhang zu entnehmen.

Alle Räume, die als Lehrerzimmer bzw. Klassenräume verwendet werden, wurden der **Kategorie I** zugeordnet.



Abb.16: Beispielhafter Klassenraum der Schule mit vollständig zu öffnenden Fenstern

Es wurde jedoch in im Anhang gekennzeichneten Räumen angeregt, die Fenstergriffe nachzurüsten.

Bei den **Räumen 118, 119 und 120** handelt es sich um nicht als Klassenräume genutzte Räume, in denen zum Zeitpunkt der Begehung die Schnellantigenteste abgelegt werden. Diese **innenliegenden Räume wurden der Kategorie II** zugeordnet. Es wurde hierbei empfohlen, **Deckenventilatoren nachzurüsten**, um einen Abzug der verbrauchten Luft sicherzustellen und aus den umliegenden Räumen die Luft ziehen zu können.

In der **Turnhalle (Raum 01)** wurde empfohlen, **drei Abluftventilatoren nachzurüsten**. Bis dahin wird die Turnhalle als **Kategorie II** eingeordnet. Eine Überprüfung durch einen Lüftungstechniker wurde empfohlen.



Abb.17: Turnhalle der Schule

7.2.6 Hocheifel-Realschule + Adenau, Alte-Poststr. 77, 53518 Adenau

Die Begehung der Hocheifel-Realschule wurde am 22. 09. 2021 durchgeführt. Bei der Begehung waren neben Herrn Birkenbeil und Prof. Exner die Schulleiterin Frau Schüller-Diewald sowie Herr Hausmeister Schleich anwesend.

Das Ergebnis der Begehung findet sich im Anhang.

Alle Klassenräume sind mit großen weit zu öffnenden Fensterflächen mit gegenüberliegenden Türen ausgestattet, sodass eine Querlüftung möglich ist. Alle Räume wurden der **Kategorie I** zugeordnet.



Abb. 18: Beispielhaft Darstellung eines Klassenraumes der Schule.



Abb.19: Lehrküche der Schule mit breiter Fensterfront, die vollständig zu öffnen ist.

Alle Klassenräume sind mit CO₂-Messgeräten ausgestattet.

Eine Notwendigkeit zur Optimierung der Lüftung der Räumlichkeiten konnte nicht festgestellt werden.

7.2.7 Nürburgring-Schule, Schulstr. 22 – 24, 53518 Wimbach

Die Schule wurde am 22. 09. 2021 begangen. Bei der Begehung waren neben Herrn Birkenbeil und Prof. Exner Frau Braun (Sekretärin) anwesend.

Bei der Schule handelt es sich um eine Förderschule.

Das Ergebnis der Begehung ist dem Anhang zu entnehmen.

Alle Klassenräume verfügen über weit zu öffnende Fenster.

Alle Klassenräume sind mit CO₂-Messgeräten ausgestattet. Sie konnten der Kategorie I zugeordnet werden.

7.2.8 Philipp-Freiherr-von-Boeselager-Realschule, Schützenstr. 109, 53474 Bad Neuenahr – Ahrweiler

Die Begehung fand am 20.09.2021 statt.

Bei der Begehung war neben Herrn Birkenbeil und Prof. Exner Herr Haas, zuständiger Hausmeister anwesend.

Die Philipp-Freiherr-von-Boeselager-Realschule war von der Flut stark betroffen.

Zum Ersatz der noch geschädigten Räume wurden auf dem **Schulhof Container** aufgestellt.

Die Container sind in der Abbildung s.u. dargestellt.



Abb.20: Im Hintergrund auf Schulhof aufgestellte Container

Die Abbildung 21 zeigt einen Containerraum mit ausreichender einseitiger Fensterfläche und gegenüber liegenden Türen, sodass eine Querlüftung immer möglich ist. Die Fenster sind alle leicht zu öffnen.



Abb.21: Klassenraum in einem der Container der Schule , die alle gleich aufgebaut sind



Abb.22: Klassenraum der Schule mit breiter Fensterfront und vollständig zu öffnenden Fenstern

Alle Klassenräume einschließlich der Container sind mit CO₂-Messgeräten ausgestattet.

Das Ergebnis der Begehung ist dem Anhang zu entnehmen.

Alle Räume wurden der Kategorie I zugeordnet.

Im **Klassenraum 219** wurde empfohlen, die **Tische einzeln mit Abstand aufzustellen**. Derzeit befinden sich die Tische in U-Form.



Abb. 23: Klassenraum 219 mit U- förmig aufgestellten Tischen und Stühlen

7.2.9 Peter-Joerres-Gymnasium, Uhlandstr. 30, 53474 Bad Neuenahr – Ahrweiler

Das Peter-Joerres-Gymnasium wurde am 20. 09. 2021 begangen. Bei der Begehung waren neben Herrn Birkenbeil und Prof. Exner Herr Münch (Hausmeister) anwesend.

Die Peter-Joerres-Schule ist durch die Flutkatastrophe sehr stark geschädigt. Sie befindet sich derzeit in der Sanierung.



Abb. 24: Flutgeschädigter Eingangsbereich im Erdgeschoß der Schule

Es wurden jedoch keine Klassenräume beschädigt. Bei den durch die Überflutung beschädigten Räumen handelt es sich ausschließlich um Verwaltungsräume sowie Kunst- und Musikräume.

Die Klassenräume befinden sich in der 1. und 2. Etage. Alle Klassenräume sind mit ausreichender leicht zu öffnender Fensterfläche ausgestattet. Über die gegenüberliegenden Türen kann eine Querlüftung sichergestellt werden.

Alle Räume sind mit CO₂-Messgeräten ausgestattet.



Abb.25: Klassenraum mit breiter Fensterfront

Zusätzlich **verfügen die Klassenräume über eine Abluftventilation**, so dass auch hierüber eine zusätzliche Verbesserung der Lüftung sichergestellt ist.



Abb.26: Klassenraum der Schule mit Abluftanlage

Alle Klassenräume konnten daher der Kategorie I zugeordnet werden.

7.2.10 Berufsbildende Schule, Kreuzstr. 120, 53474 Bad Neuenahr – Ahrweiler

Die berufsbildende Schule wurde am 20. 09. 2021 begangen. Bei der Begehung waren neben Herrn Birkenball und Prof. Exner Frau Hauschild (Leiterin der Reinigung) sowie einer der beiden Hausmeister anwesend.

Die Schule ist durch die Überflutung schwer geschädigt und befand sich zum Zeitpunkt der Begehung in der Sanierung und Grundreinigung.

Es wurden die Klassenräume, welche nicht durch die Flutkatastrophe beschädigt sind, begangen.

Alle Räume verfügen über ausreichende Fensterflächen, die leicht zu öffnen sind, mit gegenüberliegenden Türen, sodass eine Querlüftung möglich ist.



Abb. 27: Klassenraum der Schule mit breiter Fensterfront einschließlich vollständig zu öffnender Fenster

Alle Räume sind mit CO₂-Messgeräten ausgestattet.

Vor diesem Hintergrund konnten **alle Klassenräume der Kategorie I** zugeordnet werden.

7.2.11 Don-Bosco-Schule, St.-Pius-Str. 23, 53474 Bad Neuenahr – Ahrweiler

Die Begehung erfolgte am 18. 10. 2021. Bei der Begehung war neben Herrn Birkenbeil und Prof. Exner Herr Kunte als Hausmeister anwesend. Die Don-Bosco-Schule ist durch die Flut massiv beschädigt.

Von daher konnte nur die Begehung des ersten Obergeschosses erfolgen, wobei die Grundvoraussetzungen der einzelnen Klassenräume im Hinblick auf die Lüftungssituation beurteilt wurden.

Alle Klassenräume verfügen über ausreichende Fensterflächen mit gegenüberliegenden Türen, sodass eine Querlüftung möglich ist.

Alle Räume sind mit CO₂-Messgeräten grundsätzlich ausgestattet.

Unter dem Vorbehalt der zukünftigen Sanierung können jedoch **alle Klassenräume der Kategorie I** zugeordnet werden.

7.2.12 Levana-Schule, St.-Pius-Str. 25, 53474 Bad Neuenahr – Ahrweiler

Die Begehung der Levana-Schule erfolgte am 18. 10. 2021.

Bei der Begehung war neben Herrn Birkenbeil und Prof. Exner Herr Kunte anwesend.

Die Levana-Schule ist durch die Flutkatastrophe massiv beschädigt und befindet sich derzeit in der Sanierung.

Die Räume wurden daher nur von den Grundprinzipien der Lüftungssituation begangen.

Alle Klassenräume, die für Klassenzwecke genutzt werden, verfügen über ausreichende Fensterflächen und gegenüberliegende Türen.

Alle Räume sind grundsätzlich mit CO₂-Messgeräten ausgestattet. Die CO₂-Messgeräte werden bei der Sanierung neu bestückt.

Aufgrund der ausreichenden Fensterfläche und den guten Lüftungsmöglichkeiten konnten **alle Klassenräume der Kategorie I** zugeordnet werden.

7.2.13 Are-Gymnasium, Mittelstr. 110, 53474 Bad Neuenahr – Ahrweiler

Die Begehung des Are-Gymnasiums erfolgte am 10. 10. 2021.

Die Begehung erfolgte durch Herrn Birkenbeil, Prof. Exner und Herrn Kunte.

Das Are-Gymnasium ist durch die Flutkatastrophe schwer beschädigt und befindet sich derzeit in der Sanierung.

Aus diesem Grunde wurden die Räumlichkeiten, insbesondere die Klassenräume hinsichtlich der Grundprinzipien der Lufthygiene begangen.

Die nicht beschädigten Klassenräume, die baugleich auch mit den beschädigten Klassenräumen gleichzusetzen sind, verfügen alle über ausreichende Fensterflächen und gegenüberliegende Türen, sodass eine Querlüftung möglich ist.

Alle Räume verfügen grundsätzlich über CO₂-Messgeräte.

Zusätzlich verfügen im Haus 2 alle Klassenräume über eine Abluftventilation analog zum Peter-Joerres-Gymnasium.

Vor diesem Hintergrund konnten **alle Räume der Kategorie I** zugeordnet werden.

8. Fazit

Aufgrund der Gegebenheiten und der Feststellung bei den Ortsbegehungen, aufgrund der guten Lüftungsmöglichkeiten und der Kontrolle der Lüftungsqualität der Raumluft in den Klassen durch CO₂-Messgeräte und unter Zugrundelegung der Kriterien des Umweltbundesamtes sowie des Robert Koch-Institutes entsprechen mit wenigen Ausnahmen alle Klassenräume der **Kategorie I**.

In den **Räumen der Kategorie II** wurden entsprechende zusätzliche Vorschläge gegeben, die nochmals durch einen Lüftungstechniker im Hinblick auf die Umsetzbarkeit geprüft werden.

Die Hinweise des Gesundheitsamtes des Kreises Ahrweiler weisen darauf hin, dass keine Explosionsausbrüche von SARS-CoV-2-Infektionen in Schulen des Kreises Ahrweiler als Hinweis für eine Aerosolübertragung aufgetreten sind. Vereinzelt ist es zu sporadischen Infektionen gekommen.

In Räumen der Kategorie I nach UBA Empfehlung ist der Einsatz mobiler Luftreinigungsgeräte nicht notwendig, wenn ein Luftaustausch entweder durch regelmäßiges Stoß- und Querlüften oder durch raumluftechnische Anlagen gewährleistet wird. Die gleichzeitige Anwendung von Lüftung und der Einhaltung der AHA-Regeln ist nach UBA Empfehlung aus innenraumhygienischer Sicht umfassend und ausreichend für den Infektionsschutz gegenüber dem Corona-Virus.

Aus der Bevölkerung wurde im Zusammenhang mit der Diskussion über der Anschaffung von Luftreinigungsgeräten die Frage an die Verwaltung herangetragen, inwieweit sich aufgrund der Flugfolgen (Staubbelastung, Schadstoffe und Pilzsporen in der Luft, Lärm in der Umgebung von Schulen) eine Aufstellung von Luftfilteranlagen begründen lasse.

Da die Straßen und auch die Schulen mittlerweile von Staub und Flugfolgen gereinigt sind, besteht in den Schulen kein erhöhter Bedarf zum Schutz vor entsprechenden Folgen. Eine erhöhte Staubbelastung kann bisher nicht nachgewiesen werden. Insbesondere ist die außerschulische Staub- und Schadstoffbelastung mindestens gleichwertig wie innerhalb der Schule, sodass eine zusätzliche Maßnahme innerhalb der Schule nicht begründet werden kann.

Bezüglich der Lärmbelastung ist anzuführen, dass die Lärmbelastung durch Luftfeinfilteranlagen deutlich höher ist und in der Regel mehr als 40 dB beträgt.

In Schulen sollte keine Lärmbelastung über 35 dB erlaubt sein.

Auch vor diesem Hintergrund kann der Einbau von zusätzlichen mobilen Luftreinigungsanlagen nicht begründet werden.

Bonn, den 23. 11. 2021

Gez.



Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Exner

(Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin)

9. Literatur:

1. Brooks JT, Beezhold DH, Noti JD, et al. Maximizing Fit for Cloth and Medical Procedure Masks to Improve Performance and Reduce SARS-CoV-2 Transmission and Exposure, 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2021;70:254-7.
2. 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;395:1973-87.
3. 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;9:126.
4. Gandhi M, Beyrer C, Goosby E. Masks Do More Than Protect Others During COVID-19: Reducing the Inoculum of SARS-CoV-2 to Protect the Wearer. *J Gen Intern Med* 2020.
5. Gettings J, Czarnik M, Morris E, et al. Mask Use and Ventilation Improvements to Reduce COVID-19 Incidence in Elementary Schools - Georgia, November 16-December 11, 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2021;70:779-84.
6. Herstein JJ, Degarege A, Stover D, et al. Characteristics of SARS-CoV-2 Transmission among Meat Processing Workers in Nebraska, USA, and Effectiveness of Risk Mitigation Measures. *Emerg Infect Dis* 2021;27:1032-8.
7. Leung CC, Lam TH, Cheng KK. Mass masking in the COVID-19 epidemic: people need guidance. *Lancet* 2020.
8. Tabatabaeizadeh SA. Airborne transmission of COVID-19 and the role of face mask to prevent it: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Med Res* 2021;26:1.
9. Talic S, Shah S, Wild H, et al. Effectiveness of public health measures in reducing the incidence of covid-19, SARS-CoV-2 transmission, and covid-19 mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2021;375:e068302.

10. van den Berg P, Schechter-Perkins EM, Jack RS, et al. Effectiveness of 3 Versus 6 ft of Physical Distancing for Controlling Spread of Coronavirus Disease 2019 Among Primary and Secondary Students and Staff: A Retrospective, Statewide Cohort Study. *Clin Infect Dis* 2021;73:1871-8.
11. Zhang XS, Duchaine C. SARS-CoV-2 and Health Care Worker Protection in Low-Risk Settings: a Review of Modes of Transmission and a Novel Airborne Model Involving Inhalable Particles. *Clin Microbiol Rev* 2021;34.
12. Heudorf U, Gottschalk R, Walczok A, Tinnemann P, Steul K. [Children in the COVID-19 pandemic and the public health service (OGD) : Data and reflections from Frankfurt am Main, Germany]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2021.
13. Morawska L, Cao J. Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. *Environ Int* 2020;139:105730.
14. Gunther T, Czech-Sioli M, Indenbirken D, et al. SARS-CoV-2 outbreak investigation in a German meat processing plant. *EMBO Mol Med* 2020;12:e13296.
15. Lu J, Gu J, Li K, et al. COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020. *Emerg Infect Dis* 2020;26:1628-31.
16. 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> 2020:1- 25.
17. Zacharias N, Haag A, Brang-Lamprecht R, et al. Air filtration as a tool for the reduction of viral aerosols. *Sci Total Environ* 2021;772:144956.
18. Lelieveld J, Helleis F, Borrmann S, et al. Model Calculations of Aerosol Transmission and Infection Risk of COVID-19 in Indoor Environments. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17.
19. Seipp TH, Steffens; T. . Lufthygiene in Innenräumen unter SARS- CoV-2 Bedingungen Teil 2 Aerosolkonzentrationsgradienten und Beeinflussung der themrischen Behaglichkeit. . *Geahrstoffe* 2021 81:135 - 46.