



Gesunde Klassenzimmer in der Pandemie

iStock.com/skynesher

Wie kann der Schulbetrieb in Zeiten eines hohen Infektionsgeschehens aufrecht erhalten werden ohne die Gesundheit der Kinder, Lehrkräfte und Betreuenden zu gefährden? An dieser Frage erhitzen sich die Gemüter. Steigende Infektionszahlen, striktere Regeln und vielfältige Meinungen was richtig und was falsch ist, erhöhen den Druck auf alle Beteiligten.

Lüftungsanlagen sind effizient und sicher.

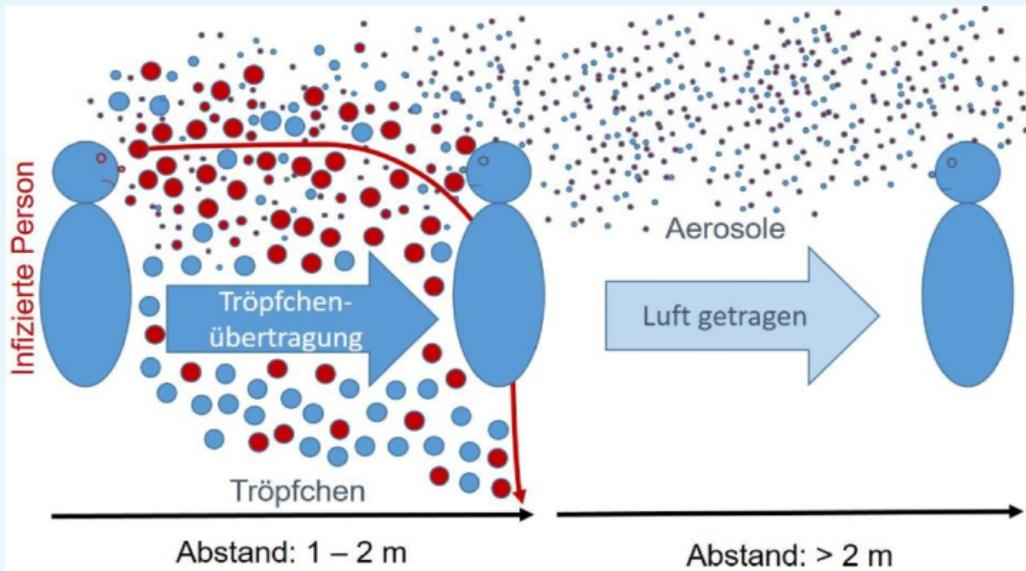
Aus technischer Sicht sind sich alle einig. Eine raumluftechnische Anlage (RLT) mit Frischluftzufuhr, Schwebstofffilter der Filterklasse H13/14 und einer Leistung von 30 bis 50 m³/h Luft pro Person im Raum zeigt sich als die effektivste Lösung, um das Infektionsrisiko in Klassenräumen zu minimieren ([VDI](#)). Anders als bei der temporären Fensterlüftung wird damit ein permanenter Luftaustausch gewährleistet, der eine hohe Luftqualität sichert.

Luftreiniger – eine Alternative?

Allerdings sind in Deutschland laut [VDMA](#) in lediglich [10 Prozent der annähernd 48.000 Schulen](#) eine raumluftechnische Anlage verbaut. Deshalb werden mobile Raumlufreiniger als kurzfristig einsetzbare Lösung gehandelt. Eine Vielzahl von Herstellern werben mit unterschiedlichsten Geräten, die Viren und Aerosole sicher aus der Luft entfernen und zudem einfach zu installieren und zu warten seien. Mobile Luftreiniger basieren auf dem Umluft-Prinzip, das heißt sie nehmen die Raumluft auf, filtern diese und geben die gefilterte Luft wieder an den Raum ab. Frische Luft von außen wird nicht hinzugefügt.

Schnelle Lösung mit viel ABER

Die gute Reinigungsleistung vieler handelsübliche Geräte bescheinigen mehrere Studien. ([Schetter GmbH & ILK Dresden](#), [Universität der Bundeswehr München](#)). Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde die Abscheidungsrate der Luftreinigungsgeräte unter Laborbedingungen mit Hilfe eines künstlich erzeugten, gleichmäßig verteilten Aerosolnebel gemessen. Aussagen über die Wirksamkeit der Geräte in einem belebten Klassenzimmer mit realen Luftbewegungen liefen diese Studien nicht. In der Realität verursacht nämlich die Wechselwirkung von Menschen, Technik und Möbel eine ungleichmäßige Aerosolverteilung.



Übertragungswege für SARS-CoV-2 in der Luft über Tröpfchen und Aerosole

Coronaviren selbst sind etwa $0,1 \mu\text{m}$ groß, werden aber als Bestandteil größerer Tröpfchen ($>5 \mu\text{m}$) und Aerosolen ($<5 \mu\text{m}$) ausgeschieden. Je nach Größe, trägt sie die Luftströmung unterschiedlich weit. Größere Partikel sinken schnell zu Boden, kleinere bleiben Stunden bis Tage in der Luft.

Quelle: C. Jehn, [VBC](#)

Wissenschaftler an der [Frankfurter Goethe-Universität](#) haben die Wirksamkeit von dezentralen Luftreinigungsgeräten während laufendem Unterricht untersucht. Ihre Messungen zeigen eine Reduktion der gesamten Aerosolkonzentration im Raum um ca. 90 % in weniger als einer halben Stunde. Auch diese Studie gibt keinen Aufschluss darüber wie sich virenbelasteten Aerosole nach ihrem Ausstoß im Raum verteilen, bevor sie vom Luftreinigungsgerät erfasst werden. Die in der Studie getes-

teten Geräte (4 Stück á ca. 400 €) sind für den Hausgebrauch vorgesehen. Für den anspruchsvollen und langfristigen Schulbetrieb sind sie nicht geeignet.

Von leistungsstärkeren Geräten geht eine Lärmbelastung von 54 – 57 dB(A) aus. Diese Werte überschreiten den durch das Baurecht für Schulen festgelegten [Höchstwert von 35 dB\(A\)](#). Genauso nimmt mit der Leistung auch das Risiko für unangenehme Zugerscheinungen zu.

Die 4 wichtigsten Fragen zu Luftreinigern in Klassenzimmern.

Sind Luftreiniger sicher?

Unter Laborbedingungen wurde die Wirksamkeit von vielem Luftreiniger überprüft. Es gibt keine Nachweise darüber, wie sich virenbelastete Aerosole tatsächlich im Raum verteilen bevor sie vom Reinigungsgerät erfasst werden. Sicher ist: Gegen den direkten Virenausstoß auf kurze Distanz oder beim Niesen und Husten helfen Luftreinigungsgeräten nicht.

Nie wieder AHA?

Nein. Luftreiniger können nur zum Teil das Infektionsrisiko senken. Insbesondere im Nahbereich von infizierten Personen ist die Ansteckungsgefahr hoch. Außerdem kann die Wirkung der Geräte durch vielfältige Faktoren vermindert werden. AHA bleibt ein Muss.

Kein Stoßlüften mehr?

Doch. [Der Einsatz von mobilen Luftreinigern ersetzt das Stoßlüften nicht.](#) Der Luftaustausch und die Aerosol-Verdünnung erfolgt durch Fensterlüftung [schneller](#). Da Luftreiniger nichts gegen schlechte Luft ausrichten, braucht es regelmäßige Frischluftzufuhr, um hohe CO₂-Konzentrationen im Raum zu senken.

Schnell und kostengünstig?

Kurzfristig gesehen ist die Anschaffung günstiger. Werden die Kosten für Ersatzfilter, Energie und Wartung berücksichtigt, stellen sich die Fragen: Geben wir Geld für Geräte aus, die nur teilweise das Infektionsrisiko mindern, aber nach der Pandemie im Keller stehen? Oder investieren wir in ein effizientes Lüftungssystem, das langfristig für gutes und gesundes Raumklima sorgt?

Beide Aspekte sollten berücksichtigt werden, damit Luftreiniger den Lernalltag nicht stören. Bei kleinen Schwebepartikeln, wie den Aerosolen, spielt die Konstruktionsart der Luftreiniger eine wichtige Rolle. Ungewollte Luftströmungen entstehen, die in der Nähe ausgestoßene Aerosole erst durch den Raum blasen bevor diese in den Luftreiniger gelangen. Steht das Gerät zudem falsch, können sich strömungsarme Bereiche im Raum bilden, in denen sich Aerosole vermehrt anhäufen.

Luftreiniger wirken lokal und die Reduktionsleistung hängt entscheidend von dem Aufstellungsort in einem Raum ab ([Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene](#)). Deshalb bieten Luftreinigungsgeräte keinen Schutz gegen den direkten Virenausstoß auf kurze Distanz und beim Niesen oder Husten. Die Einhaltung der Abstands- und Hygieneregeln bleibt unverzichtbar.

Die [IRK](#) (Kommission Innenraumlufthygiene am Umweltbundesamt) empfiehlt vor dem Einsatz mobiler Luftreiniger, deren Wirksamkeit unter den jeweiligen Praxisbedingungen fachgerecht bewerten zu lassen. Eine aussagekräftige Bewertung berücksichtigt nicht nur die Leistungsdaten (Luftdurchsatz), sondern untersucht auch die Raumverhältnisse, Belegungsdichte, Anordnung der Geräte im Raum und etwaige Strömungshindernisse detailliert.

Schlechte Luft bleibt.

Luftreiniger richten nichts gegen schlechte Luft aus. Sie wälzen die verbrauchte Luft um ohne das CO₂ herauszufiltern.

Um die Luftqualität ist es in Deutschlands Klassenzimmern schon lange schlecht bestellt ([baulinks.de](#)). Ohne Frischluftzufuhr überschreiten die CO₂-Konzentrationen während des Unterrichts bereits nach 15 Minuten den empfohlenen Höchstwert von 1000 ppm. Sie steigen weit [über 2000 ppm und erreichen nicht selten 5000 ppm](#). Werte von über 2000 ppm sind hygienisch und gesundheitlich inakzeptabel, aber bereits Konzentrationen über 1000 ppm führen zu Konzentrationsschwäche, Müdigkeit und Kopfschmerzen. Deshalb bleibt das Stoßlüften nach Empfehlungen des [Bundesumweltamts](#) ein Muss.

Checkliste für den Kauf von Luftreinigern



Ausreichende Leistung

Das Gerät sollte mindestens das [sechsfache Volumen des Raumes](#) in einer Stunde durchsetzen. Bei einem Klassenzimmer von 70 m² braucht es mehrere kleine Geräte oder ein leistungsstarkes Gerät mit einem Luftdurchsatz von gesamt 1.260 m³/h.



Keine Zugluft

Ein hoher Luftdurchsatz bedeutet hohe Luftgeschwindigkeiten an den Luftauslässen. Das kann zu unangenehmen Zugerscheinungen führen. Deshalb sollte der [Draft Risk_{max}-Wert unter 20%](#) liegen. Denn werden die Geräte heruntergeregelt, weil ein kühler Zug stört, dann mindert das ihre Wirksamkeit.



Optimale Position

Luftreiniger wirken lokal und Ihre [Filterleistung hängt vom Aufstellungsort](#) ab. Damit der Raum möglichst gleichmäßig mit gereinigter Luft versorgt wird, muss die Geräteposition für die individuellen Raumverhältnisse fachgerecht ermittelt werden, z.B. mit Computersimulation.



Geringe Lautstärke

Lauter als [40 dB\(A\)](#) sollte der Geräuschpegel nicht sein. Der [Lärmpegel des laufenden Unterrichts](#) belastet bereits erheblich. Jedes weitere Geräusch erschwert die Kommunikation, insbesondere bei eingeschränkter Sprachverständlichkeit durch das Maskentragen.



Richtige Filter

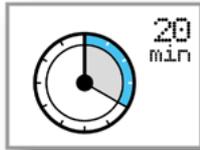
Mobile Luftreiniger müssen mit einem HEPA-Filter der Klassen H13/H14 bzw. ePM1 ausgerüstet sein. Zudem ist die Filtereffizienz (CADR) zu berücksichtigen. Als Richtwert gilt ein CADR von [100 m³/h je 10 m² bei 2,5 m Höhe](#). Die Geräte sollten einen effizienten Vorfilter und eine Filterwechsel-Anzeige haben.



Wartung und Reparatur

Sowohl Vor- als auch HEPA-Filter müssen regelmäßig ausgetauscht werden. Fachgerechtes Einbauen und Warten durch geschulte Personen (z.B. nach [VDI 6022](#)) sind die Voraussetzung für einen sicheren Betrieb der Luftreiniger.

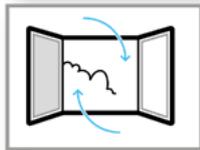
Richtig Lüften im Schulalltag.



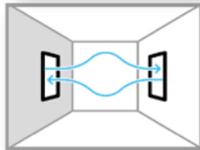
Stoßlüften: Während des Unterrichts alle 20 Minuten mit weit geöffneten Fenstern lüften.



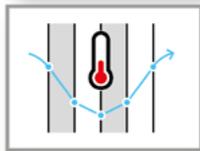
Wie lange wird gelüftet?
Im Winter drei bis fünf Minuten, im Sommer zehn bis zwanzig Minuten.



Nach jeder Unterrichtsstunde von 45 Minuten über die gesamte Pause lüften.



Querlüften: Wenn möglich, gegenüberliegende Fenster gleichzeitig weit öffnen.



Beim Stoß- und Querlüften sinkt die Raumtemperatur nur um wenige Grad ab und steigt nach dem Schließen der Fenster schnell wieder an.

Quelle: Umweltbundesamt

In die Zukunft zu denken, rechnet sich.

Es braucht langfristig angelegte Lüftungskonzepte, die auch nach Corona dafür sorgen, dass Schüler*innen und Lehrkräfte besser und gesünder arbeiten können.

Auf lange Sicht gesehen sind zentrale und dezentrale RLT-Anlagen im Vergleich zu mobilen Luftreinigern energie- und kosteneffizienter. Belüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung versorgen, wenn sie optimal auf die räumlichen Bedingungen ausgelegt sind, nahezu geräuschlos und zugfrei das Klassenzimmer mit frischer Luft. Dabei werden um die 80% Heizenergie der Abluft mit einem Wärmetauscher entzogen und der Frischluft wieder zugeführt. Zwar fallen zusätzliche Stromkosten an. Unterm Strich [spart man aber Heizkosten in ähnlicher Höhe](#), da das Aufwärmen nach der Fensterlüftung entfällt.

Eine dezentrale Anlage zum Nachrüsten kostet beispielsweise pro Klassenraum [8.000 bis 15.000 €](#). Im Vergleich dazu liegen leistungsfähige Luftreiniger bei 3.000 bis 5.000 €. Auf den ersten Blick die günstigere Variante. Allerdings kommen laufende Ausgaben für Strom, Ersatzfilter und Wartung hinzu. Es fällt Filtermüll an und die Geräte stehen nach der Pandemie ungenutzt im Schulkeller. Berücksichtigt man die längere Nutzungsdauer und die bessere Energieeffizienz der dezentralen Lüftungsanlagen relativiert sich der höherer Anschaffungspreis.

Erst untersuchen, dann kaufen.

Für spezielle Anforderungen und Raumsituationen sind mobile Lüftungsgeräte durchaus eine Lösung, die es gut zu durchdenken gilt. Um Infektionsschutz und beste Wirksamkeit zu gewährleisten, braucht es das passende Gerät und dessen optimale Ausrichtung auf die Raumsituation. Zentrale oder dezentrale RLT-Anlagen mit regulierbarer Frischluftzufuhr sind sicherlich für die Gesamtheit der Schulen eine nachhaltigere Lösung. Sie sorgen auch über die Pandemie hinaus für adäquates Raumklima und Infektionsschutz.

Egal welche Lüftungstechnik zum Tragen kommt, bei Schulen, Kitas oder Büros lohnt es sich vor dem Kauf die Wirkung der technischen Maßnahmen in den vorgesehenen Räumen zu überprüfen. Hier bieten [Experten für Luftströmungen](#) digitale Unterstützung an. Am Bildschirm simulieren sie die Luftbewegungen und Aerosolausbreitung in der individuellen Raumsituation. Außerdem überprüfen die Ingenieure die Funktion der technischen Maßnahmen unter Einfluss der realen Betriebsbedingungen wie Raumbelastung, Temperatur, Luftwechselrate und Fensterlüftung. Sie verhindern etwaige Strömungshindernisse und zeigen, welches Gerät an welchem Platz die beste und sicherste Leistung hat. So ist gewährleistet, dass die Investitionen größtmöglichen Nutzen bringen und sowohl für bestes Raumklima als auch sicheren Infektionsschutz sorgen.

Die [HTCO GmbH](#) bietet zuverlässige Luft- und Klima-Simulationen für Innenräume und berät herstellerunabhängig bei der Planung von effizienter Lüftungs- und Klimatechnik.