

Die Verwaltung der Stadt Frechen hat sich im März aus nachvollziehbaren Gründen gegen die Annahme eine Spende von Luftfiltern ausgesprochen, da diese nicht die notwendigen technischen Anforderungen erfüllt hätten, die es braucht um die Virenkonzentration in Klassenräumen signifikant zu reduzieren [UBA]. Dennoch bleibt die Frage ob es nicht sinnvoll wäre Luftfilter, die diesen Anforderungen entsprechen, auch in Räumen mit Fenstern zu installieren, um das Infektionsgeschehen in Schulen zu reduzieren und somit den Schulbetrieb auch unter erhöhten Inzidenzwerten mit stark verringerten Risiko weiterlaufen lassen zu können.

Im Folgenden möchten wir einen Überblick über aktuelle Lage bezüglich der Wirksamkeit von Luftfiltern und anderer Maßnahmen zur Reduktion der Virenkonzentration in Klassenräumen geben. Bitte beachten Sie, dass es nicht unser Ziel ist eine Umfassende Abhandlung aller existierenden Studien vorzulegen, sondern unseren Gesamteindruck wiederzugeben unter Berücksichtigung der gesamten Bandbreite von Studienergebnissen. Zweitens möchten wir auf dieser Grundlage Vor- und Nachteile, mit Blick auf Wirkungsgrad, Ökologie und Ökonomie, aus unserer Sicht diskutieren.

Bevor wir die Wirksamkeit von Luftfiltern in Räumen diskutieren, möchte wir kurz über die Rolle der Schulen im Infektionsgeschehen sowie die Infektionsgefahr in Klassenräumen anhand exemplarischer Studien diskutieren. [Le] kommen zu dem Ergebnis, dass durch stündliches Lüften sowie dem Tragen von FFP2 Masken das Risiko einer Übertragung innerhalb der Gruppe, sofern kein „Superspreader Event“ vorliegt, bei etwa 4 % liegt, d.h. in 4 von 100 Fällen findet eine Ansteckung statt. Liegt ein „Superspreader Event“ vor, findet eine Ansteckung unter gleichen Bedingungen jedes 3. Mal statt. Zu beachten ist, dass [Le] sich hierbei explizit auf Kinder beziehen, die älter als 10 Jahre alt sind, da kleinere Kinder weit aus weniger Aerosole/Viren ein- und ausatmen. [Le] haben außerdem zur Vereinfachung angenommen, dass alle Gruppenmitglieder die gleiche Menge an Aerosolen freisetzen. In der Regel sind es allerdings die LehrerInnen, die durch den größeren Redeanteil am meisten Aerosole an die Umgebung abgeben. Diese Studie legt nahe, dass das regelmäßige Testen von Lehrkörpern in Kombination mit Lüften und dem Tragen von FFP2 Masken, besonders der Lehrkräfte, das Ansteckungsrisiko stark minimieren kann. Auch [Kri] diskutieren in ihrer Studie das Ansteckungsrisiko. Sie errechneten den Reproduktionsfaktor¹ für verschiedene Alltagsszenarien, unter anderem auch dem Schulunterricht (auch hier der Fokus auf Jugendliche und junge Erwachsene). Bei halber Klassenstärke, der Anwesenheit einer infektiösen Person, Lüften und dem Tragen von Masken, die 50 % der Viren zurück halten, ergibt sich ein Reproduktionsfaktor von 2,9, was bedeutet, dass etwa 3 Personen infiziert werden. Dieser Wert ist ein vielfaches höher als die Ergebnisse von [Le] es nahe legen. Der Wert von 2,9 würde durch die Verwendung von FFP2 Masken nochmals deutlich reduziert, wurde aber von den AutorInnen nicht untersucht. Diese auf den ersten Blick unterschiedlichen Ergebnisse zeigen, wie schwer es ist genaue Aussagen über die Übertragung innerhalb von Klassenräumen zu treffen. Dennoch gibt es Hinweise, dass Grundschulen einen viel geringeren Beitrag zum Infektionsgeschehen leisten als weiterführende Schulen [Fla, Vla]. [Vla] kommen zu dem Ergebnis, dass nach Schulschließung der weiterführenden Schulen in Schweden ein Rückgang der Infektionen unter LehrerInnen und Eltern zu beobachten war, wobei vor allem LehrerInnen viel stärker betroffen waren, welche dann den Virus an PartnerInnen und Freunde

¹ also wie viele Menschen im Durchschnitt von einer Person angesteckt werden

weitergaben. Dies legt zum einen nahe, dass der Fokus auf weiterführenden Schulen liegen und zum anderen deren LehrerInnen besser geschützt und getestet werden sollten, um dem Infektionsgeschehen entgegen zu wirken.

Das Luftfilteranlagen, die eine 6-fache Luftwechselrate gewährleisten können sowie mit hocheffizienten Gewebefiltern ausgestattet sind, die Aerosolkonzentration² und damit auch die Konzentration von Viren in der Raumluft³ bei entsprechendem Betrieb um mehr als 90 % reduzieren können steht wissenschaftlich außer Frage [UBA, Käh, Cur, Bod, Kli, HYB]. Nicht eindeutig geklärt werden konnte bisher ob Stoßlüften effektiver ist. Eine Studie der Technischen Hochschule Mittelhessen [Sei] kommt zum dem Ergebnisse, dass nach 5-minütigem Stoßlüften die Aerosolkonzentration um 83 % bis zu 99 % (abhängig von der Außentemperatur⁴) verringert werden kann. Die in der Studie verwendeten Luftfilter, über die allerdings keine technischen Angaben gemacht wurden, sind laut Autoren zwischen 10-80 Mal weniger effektiv. Andere Studien [Käh, Bod, HYB] bezweifeln hingegen, dass durch Stoßlüften die Aerosolkonzentration ausreichend reduziert werden kann, um Ansteckungen zu ausreichend zu minimieren. Dabei ist allerdings zu beachten, dass in [Käh] in einem Raum ohne Fenster durchgeführt wurde und nur die Tür zur Lüftung diente (kein Durchzug möglich); dass [Bod] eine Simulation ist und nicht untersucht hat ob durch Stoßlüften die nötigen Luftwechselraten erreicht werden können; und dass [HYB] sehr wohl zeigt, dass Lüften die Aerosolkonzentration auf ein ähnlich niedriges Niveau wie Luftreiniger senkt, die Aerosolkonzentration allerdings nach dem Lüften innerhalb von 20 Minuten wieder den Wert vor dem Lüften erreicht. Ob regelmäßiges Lüften ohne den Einsatz von Luftfiltern ausreichend ist, um das Infektionsgeschehen zu reduzieren bleibt nach unserer Auffassung unklar und damit eben auch der Mehrwert von Luftfiltern in Räumen, die sich gut lüften lassen.

Für die Installation von Luftfiltern in allen Klassenräumen spricht, dass

- diese die Aerosolkonzentration signifikant reduzieren, auch bei geschlossenem Fenster, was sehr wahrscheinlich das Infektionsrisiko in geschlossenen Räumen stark senken und dadurch eine sofortige Rückkehr zum Schulbetrieb ermöglichen würde, sofern die Landesregierung mit Luftfiltern ausgestattete Schulen von weiteren generellen Schließungen ausnehmen würde. Das hätte zur Folge, dass
 - häusliche Gewalt gegen Kinder abnimmt
 - Eltern entlastet würden und wieder voll arbeiten könnten
 - Bildungsungleichheit reduziert würde
 - die emotionale und psychische Belastung von Kindern und Jugendlichen reduziert würde
 - das Verpassen von Unterrichtsinhalten (Bildung), was auf lange Sicht zu einem niedrigeren Einkommen/Anteil am BIP führt, reduziert würde
- die Gefahr besteht, dass durch Mutationen und bei nicht wirksamen Impfstoffen, die Schulen in den nächsten Monaten/Jahren erneut geschlossen werden müssen

² im Folgenden wird nur noch von Aerosolkonzentration die Rede sein, da nur diese in der Regel direkt gemessen werden kann

³ Viren, die in Tröpfchen gelöst sind, lagern sich an Aerosolen ab (kleinste Luftpartikel bestehend aus Sand, Staub, Salzen oder Molekülen), welche, durch ihre Verweildauer von Minuten bis Stunden in geschlossenen Räumen, eine der Hauptursachen für Übertragungen von Covid-19 sind.

⁴ je größer der Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außenraum, desto effektiver ist das Lüften

- kostengünstige „self-made“ Installationen (für 200 € pro Installation) eine Reduktion der Aerosolkonzentration von 50 - 90 % bewirken können [Bod]
- die Wirksamkeit von CO2 Ampeln zur Eindämmung des Infektionsgeschehens noch nicht empirisch belegt wurde

Gegen die Installation spricht, dass

- die Wirksamkeit von Luftfiltern zur Eindämmung des Infektionsgeschehens noch nicht empirisch belegt wurde
- die Nicht-Wirksamkeit von CO2 Ampeln zur Eindämmung des Infektionsgeschehens noch nicht empirisch belegt wurde
- andere Maßnahmen, wie regelmäßiges Testen oder Tragen von FFP2 Masken, noch nicht effektiv eingesetzt werden
- hohe Kosten für die Stadt anfallen, die ggf. eher für eine umfangreiche Teststrategie verwendet werden könnten:
 - Kosten pro Luftfilter ca 3.000 €, das bedeutet für die Stadt eine Investition von 500.000 - 1.000.000 € um alle Klassenräume auszustatten plus jährliche Stromkosten von ca. 30.000 €
- hohe ökologische Kosten entstehen:
 - Material und Energiekosten für die Herstellung der Geräte
 - Da die Stadt nicht mit Strom aus erneuerbaren versorgt wird beliefen sich die Emissionen auf etwa 38 Tonnen CO2 pro Jahr
 - Bei defekten Geräten: Produktion von Müll; je nach Filtersystem chemische Abfallstoffe
- dauerhaftes Lüften über den Frühling und Sommer möglich wird und die Impfung der Risikogruppen und Menschen über 60 bis zum Ende des Sommer möglich ist

[Bod] Bodenschatz (2020), Analyse der Raumlufthereinigung und deren Einfluss auf das Ansteckungsrisiko durch SARS-CoV-2 in Klassenräumen [Kli] Klimach und Helleis (2020), Vorläufige Dokumentation Abluftanlage für Klassenräume, Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz

[Cur] Curtius, J., M. Granzin, J. Schrod (2020): Testing mobile air purifiers in a school classroom: Reducing the airborne transmission risk for SARS-CoV-2. medRxiv 2020.10.02.20205633; doi: <https://doi.org/10.1101/2020.10.02.20205633>

[Fla] Flasche and Edmunds (2020), The role of schools and school-aged children in SARS-CoV-2 transmission, DOI:[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30927-0](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30927-0)

[Ger] Gerhard (2020), Gefährdet die Schule die Eindämmung des Virus?, <https://www.quarks.de/gesellschaft/bildung/gefahrdet-die-schuloeffnung-die-eindaemmung-des-virus/>

[HYB] HYBETA (2020), Prüfung Luftreinigungsgesetzgerät Blue.care+ [Sei] Seipp und Steffens (2020), Stoßlüftung um ein Vielfaches wirksamer als Luftfiltergeräte,

<https://www.thm.de/site/hochschule/campus/aktuelles/aus-lehre-und-forschung/stoss-lueftung-um-ein-vielfaches-wirksamer-als-luftfiltergeraete.html>

[Käh] Kähler, C. J., T. Fuchs, B. Mutsch, R. Hain (2020): Schulunterricht während der SARS-CoV-2 Pandemie – Welches Konzept ist sicher, realisierbar und ökologisch vertretbar? DOI: 10.13140/RG.2.2.11661.56802 (Raum hat keine Fenster; geringe Virenlast bei 6facher Wechselrate)

[Kri] Kriegel und Hartmann (2021), Covid-19 Ansteckung über AerosolpartikelVergleichende Bewertung von Innenräumen hinsichtlich des situationsbedingten R-Wertes, DOI:<http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-11387>

[Lel] Lelieveld et al. (2020), Model Calculations of Aerosol Transmission and Infection Risk of COVID-19 in Indoor Environments, doi: 10.3390/ijerph17218114

[UBA] Umweltbundesamt (2021), Empfehlungen des Umweltbundesamtes zum Einsatz von mobilen Luftreinigern als Lüftungsunterstützende Maßnahme bei SARS-CoV-2 in Schulen

[Vla] Vlachos et al. (2021), The effect of school closures on SARS-CoV-2 among parents and teachers