

Univ.-Prof. Dr. rer. nat. C.J. Kähler

Telefon +49 89 6004-2145/-2536
Telefax +49 89 6004-3896
E-Mail christian.kaehler@unibw.de

01.12.2020

Kommentar zum Rahmenhygieneplan Schulen des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege vom 13. November 2020

Am 13. November 2020 wurde der Rahmenhygieneplan zur Umsetzung des Schutz- und Hygienekonzepts für die bayerischen Schulen veröffentlicht [1]. Der Hygieneplan enthält Maßnahmen und Hinweise, die eine großflächige Ausbreitung des Coronavirus an Schulen verhindern sollen. Leider beruhen einige Äußerungen auf falschen Annahmen und daher verhindern einige Maßnahmen und Hinweise nicht die großflächige Ausbreitung des Coronavirus an Schulen, sondern befördern sie sogar.

Direkte Infektion über kurze Distanz beim Atmen, Sprechen oder Husten

Unter 4.3.2 ist die Behauptung zu lesen: „Trennwände, auch zwischen den Schülerplätzen, würden die Luftzirkulation beim Lüften deutlich behindern; sie dürfen daher nicht installiert werden, es sei denn, der Klassenraum ist mit einer ablufttechnischen Anlage ausgestattet, die die Abluft nach oben absaugt.“

Zunächst ist festzustellen, dass der bestmögliche Schutz vor einer direkten Infektion zwischen benachbarten Personen, die über kurze Distanz länger miteinander interagieren, eine feste Schutzwand ist, wie in Abb. 1 dargestellt. Eine Schutzwand ist nämlich nicht durchlässig für Aerosolpartikel! Aufgrund des hohen Schutzes werden diese transparenten Schutzwände bereits in vielen Parlamenten, Gerichtssälen, Empfangsbereichen, Geschäften, Restaurants, Arztpraxen und in vielen anderen Bereichen zum wirksamen Schutz der Menschen eingesetzt. Es ist daher überhaupt nicht nachvollziehbar, warum der wirksamste Schutz vor einer direkten Infektion in Schulen nicht wirksam sein soll, obwohl er doch in vielen anderen Arbeitsbereichen als verlässlichste Schutzmöglichkeit vor der direkten Infektion anerkannt ist.

Es wird in [1] behauptet, dass die Schutzwände die Luftzirkulation in Klassenräumen behindern würden. Diese Annahme ist physikalisch falsch, wie bereits wissenschaftlich nachgewiesen wurde [2]. Physikalisch richtig ist, dass die Durchmischung der Luft im Raum aufgrund der natürlichen Konvektion und Turbulenz stets so groß ist, dass eine nahezu perfekte Durchmischung der Raumluft vorliegt. Diese Durchmischung bewirkt, dass in allen Raumbereichen eine sehr gleichmäßige Abnahme der Aerosolpartikel stattfindet, sobald Fenster geöffnet oder Raumluftreiniger eingeschaltet werden [3, 4]. Gerade die von den Kindern erzeugten Konvektionsströmungen durch Körperwärme und Atmung sowie durch deren Bewegung sorgen dafür, dass die Durchmischung im Bereich der Schutzwände gewährleistet ist und damit auch der Abtransport der Virenlast. Die Annahme, dass im Bereich der Schutzwände ein verminderter Luftaustausch stattfindet, ist somit physikalisch falsch. Die Messergebnisse in [2] zeigen darüber hinaus eindeutig, dass die Abnahme der Aerosolpartikel im Raum unabhängig davon ist, ob der Raum nur mit Stühlen und Tischen oder zusätzlich noch mit Personen, Taschen, Laptops und Schutzwänden zwischen benachbarten Plätzen versehen ist.

Dass der Rahmenhygieneplan die Nutzung der wirksamsten Methoden zum Schutz der Kinder und Jugendlichen in Schulen vor einer direkten Infektion untersagt, ist nicht nachvollziehbar. Dass die Unterlassung der wirksamsten Schutzmöglichkeit mit nicht fundierten Argumenten begründet und der Stand der Technik und der Forschung ignoriert wird, ist bedauerlich. Ich möchte daher dringendst auffordern,

den Rahmenhygieneplan zu berichtigen und die Aufstellung von angemessenen transparenten Schutzwänden zwischen benachbarten Kindern nicht nur zu erlauben, sondern zu empfehlen!

Einen noch besseren Schutz vor einer direkten Infektion ergibt sich, wenn diese Schutzwände mit einer umlaufenden Kante versehen werden, wie in Abb. 1 gezeigt. Der Schutz dieser transparenten Schutzwände ist so gut, dass selbst das Tragen von einfachen Mund-Nasen-Bedeckungen oder OP-Masken am Platz nicht erforderlich ist. Ich habe mich sehr intensiv mit Masken auseinandergesetzt und die wesentlichen Forschungsergebnisse im Journal of Aerosol Science publiziert [5]. Unsere Forschungsergebnisse werden selbst von der WHO und dem CDC zitiert [6, 7, 8]. Ich habe auch vor der Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences über das Thema vorgetragen [9]. Daher weiß ich sehr genau, was ich hier schreibe. Die einfachen Masken, die derzeit an Schulen zum Schutz der Kinder empfohlen werden, bieten in der Regel einen guten Schutz vor einer direkten Infektion, wenn sich Personen über eine Distanz von 1,5 m von Angesicht zu Angesicht unterhalten. Aber sie bieten einen sehr schlechten Schutz, wenn die Menschen dicht nebeneinander sitzen wie in der Schule, da die Aerosolpartikel seitlich am Maskenrand austreten und direkt in den Gesichtsbereich der benachbarten Person strömen, siehe Abbildung 2. Dies ist inzwischen von zahlreichen unabhängigen Forschern bestätigt worden und ich verweise daher auf den allgemein anerkannten Stand der Forschung. Aus diesem Grund bieten transparente Schutzwände mit umlaufender Kante in Schulen einen viel besseren Schutz vor einer direkten Infektion als einfache Mund-Nasen-Bedeckungen oder OP-Masken. Die in [1] unter 6.3 aufgeführten Masken, deren Spalt am Maskenrand so groß sein darf, dass gut geatmet werden kann, stellen eine erhebliche Gefahr bei der Verwendung im Klassenzimmer dar. Eine Schutzwand ist zwingend erforderlich, um eine Infektion zwischen benachbarten Personen, die die unter 6.3 beschriebenen Masken tragen, zu verhindern.

Es ist auch zu bedenken, dass sich das Lehrpersonal und die Kinder deutlich sicherer fühlen im Unterricht, wenn an Schulen ein wirklich wirksames Schutzkonzept etabliert würde. Da Mund-Nasen-Bedeckungen oder OP-Masken keinen zusätzlichen Schutz bieten, sobald transparente Schutzwände zwischen benachbarten Plätzen installiert sind, könnten sie am Platz auch bedenkenlos abgesetzt werden, so wie dies in Landesparlamenten und in Gerichten längst gängige Praxis ist. Dies würde nicht nur befreiend wirken, sondern auch ein Stück Normalität in den Klassenraum bringen. Ferner wäre die Mimik wieder sichtbar, was gerade in den Grundschulen von höchster Bedeutung ist. Nur wenn sich das Lehrpersonal auf die Kinder zubewegt, sind Masken erforderlich. In diesem Fall sollten aber partikelfiltrierenden Halbmasken vom Lehrpersonal verwendet werden, da nur diese über kurze Distanz einen wirksamen Schutz vor einer Infektion bieten [5]. Die Kinder bräuchten diese Masken nur dann, wenn sie den Platz verlassen und durch die Schule zum Pausenhof gehen oder im Bus zur Schule fahren.

Indirekte Infektion aufgrund einer hohen Virenlast im Raum

Um die Gefahr einer indirekten Infektion zu minimieren empfiehlt das Umweltbundesamt (UBA) den Luftaustausch in Schulen über das regelmäßige Lüften mit Fenstern zu realisieren [10]. Es empfiehlt darüber hinaus einen Luftwechsel von 3 pro Stunde zu realisieren, wobei ausdrücklich gefordert wird, dass die gesamte Luft pro Luftwechseln ausgetauscht werden soll [10]. In Bereichen, in denen das Lüften nicht ausreichend funktioniert, weil z.B. die Fenster klein sind, werden vom UBA Raumlufreiniger empfohlen. Raumlufreiniger werden seit vielen Jahrzehnten in Krankenhäusern und anderen Arbeitsbereichen genutzt, um Viren oder andere Gefahrstoffe abzuscheiden. Es handelt sich also um eine etablierte und anerkannte Technologie. Das UBA ist der Ansicht, dass ein 3-facher Luftwechsel (LW) mit der Fensterlüftung einem 6-fachen Luftwechsel mit Raumlufreinigern äquivalent ist [11]. Diese Annahme ist aber falsch. In beiden Fällen handelt es sich physikalisch um eine Mischlüftung und daher ist $3LW_{\text{Fenster}} < 6LW_{\text{Filter}}$ und nicht $3LW_{\text{Fenster}} = 6LW_{\text{Filter}}$! Da ein Luftwechsel von 3 mit der Stoßlüftung physikalisch nur in den seltensten Fällen (starker Wind oder dauerhaft großer Temperaturunterschied zwischen drinnen und draußen) mit der vom UBA und der KMK angegebenen Methodik erreicht werden kann, und schon gar nicht ein Luftwechsel von 6, den wir und andere Wissenschaftler [9] aufgrund der Gefährlichkeit von SARS-CoV-2 für erforderlich halten, sollte die Nutzung von Raumlufreinigern ebenfalls empfohlen werden. Selbst die Innenraumlufthygiene-Kommission am UBA (IRK) empfiehlt, dass die verbrauchte Luft fünfmal pro Stunde durch frische Luft ersetzt werden sollte [12]. Auch Herr Moriske hat kürzlich in einem Streitgespräch mit mir zugegeben, dass man nur mit großen weit geöffneten Fenstern 2–3 Luftwechsel realisieren kann [13]. Das zeigt, dass selbst das UBA nicht an die Schutzwirkung der eigenen Empfehlungen glaubt.

Mit geeigneten, auf die räumliche Situation angepassten Raumlufreinigern lässt sich kontinuierlich ein Luftwechsel von 6 oder mehr pro Stunde in Klassenräumen erzielen, ohne dass es unbehaglich oder

kalt wird und ohne menschliches Zutun. Es spielt bei dieser Technik auch keine Rolle, ob es in dem Raum ausreichend Fenster gibt und wie stark der Wind draußen weht oder wie groß der Temperaturunterschied zwischen drinnen und draußen ist. Mit der vom UBA empfohlenen Methodik alle 20 Minuten die Fenster für 3–5 Minuten zu öffnen ist ein LW von 6 pro Stunde in der Praxis nur selten möglich und selbst ein LW von 3 kann häufig nicht erreicht werden. Die im Rahmenhygieneplan [1] empfohlene Methodik mindestens alle 45 Minuten für mindestens 5 Minuten zu lüften, wird kaum auf 1 LW pro Stunde führen gemäß Fachliteratur [14] sowie aktuellen Messungen [2, 9]. Diese Empfehlung ist daher völlig ungenügend und gefährdet die Kinder im hohen Maße. Das Problem sind folglich nicht die Trennwände wie in [1] behauptet, sondern das Lüftungskonzept selbst!

Das UBA schreibt in [10], dass beim richtigen Stoßlüften und Querlüften die Temperatur im Raum nur um wenige Grad absinkt. Wenn dies der Fall ist, dann sollten man den Raum schnell verlassen, da die Viren nach dem Lüften noch im Raum sind! Wenn in einem Raum 20° herrschen und draußen 0° und die Fenster werden für kurze Zeit geöffnet, so dass die Mischtemperatur im Raum noch 15° beträgt, dann heißt dies, dass sich näherungsweise noch 75% der Viren im Raum befinden! Um einen Luftwechsel von 1 zu realisieren, müsste die Temperatur in dem Beispiel bis auf nahe 0° absinken, da nur in diesem Fall wirklich alle Viren in kurzer Zeit aus dem Raum entfernt sind. Studien, die diesen physikalischen Prinzipien widersprechen, sollten auf systematische Fehler hin analysiert werden und die Positionierung der Messsonden muss kritisch hinterfragt werden. Die Empfehlung, die Fenster nur kurzzeitig zu öffnen, damit es nicht kalt wird, impliziert im Hinblick auf den Infektionsschutz, dass die Infektionsgefahr bestehen bleibt. Mit dieser Empfehlung werden die Kinder einer großen Gefahr ausgesetzt und wer möchte das verantworten? Die Empfehlung, das Lüften zu beenden, wenn die Temperatur ein paar Grad gesunken ist, konterkariert alle Bemühungen, die Kinder vor einer indirekten Infektion zu schützen.

Das UBA schreibt [15]: "Eine verlässliche Reduzierung der SARS-CoV-2-Viren ausschließlich durch mobile Luftreinigungsgeräte in Unterrichtsräumen ist basierend auf dem derzeitigen Kenntnisstand nicht eindeutig nachgewiesen. Das UBA empfiehlt daher trotz aller Mängel weiter auch in der kalten Jahreszeit die Fensterlüftung als prioritäre Maßnahme." Es ist schon erstaunlich, dass diese seit Jahrzehnten etablierte Filtertechnologie vom UBA nicht anerkannt wird, obwohl diese mobilen Luftfilter in Krankenhäusern und Mikrolaboratorien genau zu diesem Zweck seit Jahrzehnten zum Einsatz kommen. Noch erstaunlicher ist, dass das UBA für Raumluftreiniger explizit einen Nachweis fordert, aber der Methodik der freien Lüftung „trotz aller Mängel“ ohne Nachweis blind vertraut, obwohl die Mängel dieser Methode völlig evident sind. Die Gründe für diese Haltung konnten auch in unserem Spiegel Streitgespräch leider nicht geklärt werden [13].

Empfehlung

Es ist leicht vorhersehbar, dass die Kinder, Jugendlichen, Lehrerinnen und Lehrer in der kalten Jahreszeit nicht ausreichend lüften werden, da es sehr unangenehm wird. Das Lüften ist ja nicht nur eine Frage des Könnens, sondern auch des Wollens! Um diesem verständlichen Verhalten zu begegnen, ohne die Sicherheit der Kinder zu gefährden, ist die Nutzung von transparenten Schutzwänden mit umlaufender Kante zur Minimierung der direkten Infektion erforderlich. Darüber hinaus ist die Nutzung von leisen Raumluftreinigern, die mindestens das 6-fache des Raumvolumens pro Stunde filtern und einen Filter der Klasse H13 oder H14 nutzen, sehr zu empfehlen, um der indirekten Infektion zu begegnen. Daher sollte dieses Schutzkonzept in Schulen nicht aus ideologischen oder sonstigen Gründen verhindert werden. Wenn eine Gemeinde oder Schulleitung sich entschließt, dieses Konzept zum Schutz der Kinder und der Arbeitnehmer umzusetzen, dann sollte sie die Freiheit dazu haben. Wer die Umsetzung dieses Konzeptes verhindert, fördert das Infektionsgeschehen und damit Leid und Tod. Die Liste im Anhang verdeutlicht die weite Verbreitung des Schutzkonzeptes in der Arbeitswelt. Es wird Zeit, dass nicht nur die Erwachsenen für ihren eigenen Schutz sorgen, sondern auch die Kinder mit einbezogen werden, denn die Kinder werden die enormen Kosten für die Pandemie über die nächsten Jahrzehnte zum großen Teil abbezahlen müssen. Die Förderung eines wirklich wirksamen Schutzkonzeptes für Schulen erhöht nicht nur die Sicherheit, sondern zahlt sich auch langfristig aus, da ein Lockdown an Schulen verhindert werden kann. Dadurch werden erhebliche Kosten für Staat, Wirtschaft, Gesundheitssysteme und die Gesellschaft vermieden und wieder ein Stück Normalität in den Schulen geschaffen.

Christian J. Kähler



Abbildung 1: Transparente Schutzwände in einem Klassenraum und Raumluftreiniger.



Abbildung 2: Seitliches Austreten der Aerosolpartikel bei einfachen MN-Bedeckungen und OP-Masken.

Referenzen

- [1] Hygieneplan für die bayerischen Schulen. <https://www.km.bayern.de/ministerium/meldung/7061/aktualisierter-rahmen-hygieneplan-fuer-schulen-liegt-vor.html>. 13.11.2020
- [2] Kähler CJ, Fuchs T, Mutsch B, Hain R. Schulunterricht während der SARS-CoV-2 Pandemie – Welches Konzept ist sicher, realisierbar und ökologisch vertretbar? DOI: 10.13140/RG.2.2.11661.56802. 22.09.2020
- [3] Curtius J, Granzin M, Schrod J. 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>. 2020
- [4] Kähler CJ, Fuchs T, Hain R. Können mobile Raumluftreiniger eine indirekte SARS- CoV-2 Infektionsgefahr durch Aerosole wirksam reduzieren? DOI: 10.13140/RG.2.2.27503.46243. 2020
- [5] Kähler CJ, Hain R. Fundamental protective mechanisms of face masks against droplet infections. Journal of Aerosol Science 148:105617, <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2020.105617>. 2020
- [6] https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333919/WHO-2019-nCoV-IPC_Masks-Children-2020.1-chi.pdf
- [7] https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/335945/WHO-2019-nCoV-IPC_Masks-Children-2020.1-fre.pdf
- [8] <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/downloads/science-of-masking-abbreviated.pdf>
- [9] CORONA: From droplets to pandemic - how we can determine the spread of Covid-19. The Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. <https://www.knaw.nl/en/news/calendar/corona-from-droplets-to-pandemic>. 04.06.2020
- [10] Richtig Lüften in Schulen. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/richtig-lueften-in-schulen#warum-ist-ein-regelmassiger-luftaustausch-in-klassenzimmern-wichtig>. 15.10.2020
- [11] Einsatz mobiler Luftreiniger als Lüftungsunterstützende Maßnahme in Schulen während der SARS-CoV-2 Pandemie. Umweltbundesamt. https://www.km.bayern.de/download/23988_201116_irk_stellungnahme_luftreiniger.pdf. 16.10.2020
- [12] <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/richtiges-lueften-reduziert-risiko-der-sars-cov-2>, 13.08.2020
- [13] Streitgespräch zu Corona-Strategien für Schulen. Filtern oder Lüften? Jens Radü, Spiegel Plus, 19.11.2020
- [14] Heinz E. Wohnungslüftung – frei und ventilatorgestützt. Herausgeber DIN, Beuth Verlag, ISBN 978-410-25270-2, 2016
- [15] Mobile Luftreiniger in Schulen: Nur im Ausnahmefall sinnvoll. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/mobile-luftreiniger-in-schulen-nur-im-ausnahmefall>, 08.11.2020

Anhang: Organisationen, die bereits Luftreiniger beschafft haben (Auswahl)

Ministerium für Verbraucherschutz
Ministerium für Soziales, Gesundheit und Familien
Oberfinanzdirektion Karlsruhe und Stuttgart
Ministerium Baden Württemberg
Finanzgericht München
Bundesagentur für Arbeit
Katastrophenschutz in mehreren Bundesländern
Polizeischulen
Viele Land u. Amtsgerichte
Diverse Gemeinden in Deutschland
Zahlreiche Schulen und Universitäten
Johanniter Kliniken
Deutsche Diabetes Forschungsgesellschaft
Oberbergkliniken
Mehrere Covid Abstrichstationen
Malteser Hilfsdienst
Charité Berlin
Bayerisches Rote Kreuz
Deutsches Rotes Kreuz
Arbeiter Samariter Bund

Max Planck Gesellschaft
Fraunhofer ISC
Paul Ehrlich Institut
Leibniz Institut
DWI - Leibniz Institut
Alfred Krupp Stiftung
Erdoelvorratsverband Porsche AG
VW AG
Wispo AG
Deutsche Bundesbank
Deutsche Bank
Sebapharma
Deutsche Welle

Bayerische rote Kreuz
Arbeiter Samariter Bund Augsburg
Constantin Film Gemeinde Oberhaching
Technische Hochschule Ulm
Infineon
MTU Aero Engines
Stadtwerke München
Best Bing Group
Bezirkskliniken Schwaben
Implenia Instandsetzung
freiwillige Feuerwehr Planegg
Klinikum rechts der Isar
Siemens Healthcare
Conrad Elektronik

uvm.