**Merkblatt**

Niedersächsisches Landesgesundheitsamt

Stand: 28.01.2021

# Bedeutung mobiler Luftreinigungs-Geräten für Infektionsrisiken durch SARS-CoV-2

## Prüfsteine und Handlungsempfehlungen

### Hintergrund

Mit dem Versprechen, das Risiko von SARS-CoV-2-Übertragungen in den Klassenräumen reduzieren zu können, drängen gerade viele Anbieter von unterschiedlichsten Geräten zur Luftreinigung in den Schulräumen auf den Markt. In den letzten Tagen und Wochen erschien zu diesen Geräten eine nahezu inflationäre Anzahl an Stellungnahmen, Mitteilungen zu Modellierungen und „Expertenmeinungen" zum Einsatz von mobilen Luftreinigern insbesondere in Schulen, die häufig unter speziellen, engen Blickwinkeln sehr partikuläre Fragestellungen betrachten. Hierbei ist festzustellen, dass den fortlaufend aktualisierten öffentlichen Stellungnahmen von berufenen Fachgremien zum Teil weniger Glauben geschenkt wird als (wissenschaftlichen) Einzelmeinungen. Belastbare wissenschaftliche Expertise ist gekennzeichnet durch die kritische Diskussion und Begutachtung (z.B. „peer-Review-Verfahren" bei Fachzeitschriften).

Auch wenn die Pandemie Schnelligkeit erfordert, so erfordert sie mindestens genauso sichere Aussagen: Der Glaube an gute Ideen einzelner Akteure sollte nicht die fachliche wissenschaftliche Einschätzung ersetzen!

Der Lernort, aber auch der potentielle Infektionsort, Schule hat allerdings mehr Aufmerksamkeit verdient, als nur (z.T. wissenschaftlich durchaus gebotene) simplifizierende Strömungsmodellierungen oder Luftpartikel-Betrachtungen anzustellen.

Teilweise werden aus Einzelergebnissen wissenschaftlich unzulässige Verallgemeinerungen sowie nicht begründbare Äußerungen im Hinblick auf die gesundheitliche Bedeutung solcher Untersuchungen abgeleitet.

Manche Stellungnahmen geben noch nicht einmal die Annahmen an, unter denen die Betrachtungen angestellt wurden. Wieder andere „Studien" von Einzel-Geräten (z.T. auch im Hersteller-Auftrag) prüfen nur ganz bestimmte Geräte-Eigenschaften und unter individuell gestalteten Laborbedingungen (z.B. ohne Anwesenheit von Personen und/oder ohne Bewegungen derer im Raum).

Andere dagegen gehen sehr auf mathematisch-ingenieur-technische Details ein oder sind Machbarkeitsstudien. Typischerweise ist aber nicht erkennbar, wie alle notwendigen Einzel-Ziele einer Unterrichtsdurchführung miteinander in Einklang gebracht werden sollen.

Hierzu zählt unter anderem, neben der Verbesserung des infektiologischen Schutzes (kein Konzept bedeutet Risikofreiheit!), die Berücksichtigung der maximalen Lautstärke von unterstützenden Anlagen von 35 dB(A) in Unterrichtsräumen, die Auswahl geeigneter Aufstellorte, die Sicherung gegen unbefugte Eingriffe sowie eine ausreichende elektrische Absicherung der zusätzlich betriebenen Geräte.

Im Hinblick auf die Aussagekraft ist somit in jedem Einzelfall eine sehr genaue Prüfung von Annahmen und Aussagekraft sowie Qualität der Stellungnahmen erforderlich: Dies ist nicht nur erforderlich um zu prüfen, ob die jeweilige Betrachtung wissenschaftlich zutreffend ist. Dies ist insbesondere für die Beurteilung erforderlich, ob die partikuläre Betrachtung der Stellungnahme unter den realen Bedingungen eines gesamten Schulalltages, der bestehenden unterschiedlichen Gebäude bzw. Räume sowie sonstigen Voraussetzungen tatsächlich noch einen belastbaren Rückschluss über eine Verringerung des realen Infektionsrisikos zulässt (s.a. Cochrane Library Review, 2020; Isphording, 2020).

Als Werkzeug zur Relevanz-Prüfung werden hier nachfolgende Prüfsteine für Stellungnahmen vorgeschlagen.

**1) Geräteprüfung – Laborprüfungen und technische Angaben**

In einem VDI-Workshop zum Thema „Mobile Lüftungsanlagen" am 13.01.2021 wurden Defizite solcher Laborstudien diskutiert. Es wurde festgestellt, dass solche Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit dieser gerade völlig neu entwickelten Luftreinigungsgeräte nur unter standardisierten Laborbedingungen sinnvoll sind.

Für Bioaerosole (also auch Viren) müssen standardisierte Prüfbedingungen erst noch formuliert werden, um Ergebnisse verschiedener Labore zu unterschiedlichen Geräten vergleichen zu können. Eine Bedeutung (insbesondere in Schulen) kommt dabei auch der Geräuschentwicklung zu. Entscheidend ist die Frage, welcher viren-abgereicherte Volumenstrom wird dem Klassenraum unter Beachtung des zulässigen Schalldruckpegels zur Verfügung gestellt (s.a. Prüfstein 2 und 6).

**2) Geräteprüfung – unter realistischen Labor-Prüfbedingungen (Nutzungssimulation)**

Es ist bei Untersuchungen durch Prüfinstitute zu beurteilen, ob

a.) sogenannte -
sungen vorgenommen und bewertet wurden, in dem zu Beginn eine feste Raumluft-Konzentration an einem Surrogat-Parameter eingebracht wird – und dann die Reinigungsleistung im Zeitverlauf geprüft wird. Dabei wird auf die technische „Erholzeit
der Raumluft abgehoben. Dies kann für einen reinen Gerätevergleich ein sehr wichtiger Parameter sein.
Allerdings dürfen diese Ergebnisse nicht falsch verstanden werden: Eine direkte Übertragbarkeit auf reale Schul-Bedingungen bleibt fraglich. Wenn solche „Abklinguntersuchungen" ohne Real-Situationen herangezogen werden, wäre dies sehr fern von realen Bedingungen und Problemen!

b.) eine kontinuierliche Freisetzung durch die Quelle(n) im Raum sowie die Auswirkung der Wärmeabgabe der Personen und Geräte im Raum auf die Luftzirkulation realistisch berücksichtigt worden sind. Dies wäre für die Beurteilung der zusätzlichen Sicherheit durch den Geräteeinsatz auch für die

Anwender wichtig. Wie hoch bleibt der Viruspegel im Raum bei der 1,2 … erkrankten spielt die - on der Personen?

c.) ob berücksichtigt wurde, dass jede Art von Einbauten im Raum (vom Mobiliar bis hin zu Deckenleuchten oder Raumecken) sowie die Bewegung von einer oder mehreren Person(en) durch den Raum als Strömungshindernisse z. B. anhand eines „normierten Raumes" einzubeziehen ist. Was passiert, wenn die Tische umgestellt werden?

### 2.1) Auswahl Messparameter zur Erfassung der SARS-CoV-2 - Infektiosität

Es ist zu prüfen, wie die Untersuchung im Hinblick auf „luftgetragenen SARS-CoV-2-Viren" erfolgte, wofür es bisher auch international keine standardisierten Methoden gibt. Es werden daher häufig „Surrogat- oder Indikator-Parameter" herangezogen, z.B. bestimmte Bakteriophagen oder Prüfaerosole. Die Übertragbarkeit derartiger Ergebnisse auf die SARS-CoV-2-Viren ist wissenschaftlich noch nicht geklärt, da dieses behüllte Virus eine sehr hohe Empfindlichkeit aufweist und sehr schnell seine Infektiosität verliert.

Eine Herausforderung an die Interpretation bei den sonst wichtigen PCR-Untersuchungen bei dieser Fragestellung ist, dass auch Erbgut von nicht-mehr-infektiösen Virus-Partikeln mitgemessen wird.

Aus Sicht der Gesundheits- und Schulbehörden ist zu fordern, das Vorgehen zur Validierung und Charakterisierung der Leistungsfähigkeit und sonstigen Geräteeigenschaften der mobilen Luftreiniger baldmöglichst in einer Prüf-Norm zu beschreiben – einschließlich einer Betrachtung zur tatsächlichen Übertragbar - keit auf SARS-CoV-2-Viren unter realen Bedingungen im Klas - senzimmer.

### 3) Individuelles Einzelraum-Belüftungskonzept

Aufbauend auf den Erkenntnissen, der in einigen Stellungnah - men und Veröffentlichungen vorgeschlagenen „realistischen Laborprüfungen", ergibt sich, dass selbst diese Ergebnisse, die unter „genormten" Geräteeinstellungen und -aufstellungskonzepten gewonnen wurden, hinsichtlich der Besonderheiten jedes realen Einzelraumes überprüft werden müssen.

Es ist ein individuelles Lüftungskonzept für jeden Einzelraum jedes Schulgebäudes erforderlich, um den Nutzen von Veränderungen durch zusätzliche Geräte oder Einbauten abschätzen zu können.

### 3.1) Spuckschutzwände und andere nachträgliche Einbauten

Die Position der Gesellschaft für Aerosolforschung (in Ihrem „Positionspapier zum Verständnis der Rolle von Aerosolpartikeln beim SARS-CoV-2 Infektionsgeschehen, 2020) ist, dass z.B. Plexiglastrennwände „weitgehend unwirksam gegen die Verbreitung von Aerosolen in Innenräumen sind" und im Wesentlichen als Spuk- und Spritzschutz gegen Tröpfchen wirken (GAeF 2020).

Aufgrund der sehr unterschiedlichen möglichen Arten der Luftführung in Innenräumen wäre zudem in jedem Einzelfall zu prüfen, welche verwirbelnden Störeinflüsse auf Luftströmungen durch zusätzliche Einbauten wie z.B. Spuckschutzwände auftreten.

Weitere Themen betreffen 6. Raumakustik und 7. Unfallgefahr.

### 4) Luftqualität - u.a. CO2-Gehalt

Obwohl es sich um eine jahrzehntealte Erkenntnis handelt, sei hier noch einmal betont, dass eine reine Umluft-Führung verbrauchter Luft keinesfalls ausreichend ist (UBA, 2021). Aus gesundheitlicher Sicht ist bei geschlossen Räumen bei Anwesenheit vieler Personen bereits nach kurzer Zeit (z.B. Klassenraum etwa nach 20 Minuten) ein Austausch der mit $CO_2$ in zu hoher Konzentration angereicherten Luft dringend notwendig (u. a. Grams et al., 2008).

Als Lösung wurde ein Lüften in der Mitte der Unterrichtsstunde (Schema 20-5-20-Minuten) vorgeschlagen (Tiesler, 2009; UBA,2021). Der besondere Nutzen und die pädagogische Praktikabilität dieses regelmäßigen Lüftens wurde in mehreren Studien belegt (Bilek et al, 2008, Tiesler et.al., 2009).

Auch unter Berücksichtigung der Arbeitsschutzvorgaben für die $CO_2$-Konzentrationen der Luft < 1000 ppm muss an diesem Qualitätsziel festgehalten werden (z.B. BGN, 2020).

Aufgrund der durch die Anwesenheit von Personen rasch ansteigenden $CO_2$-Konzentrationen in Innenräumen ist zwingend eine Zuführung von unverbrauchter Außenluft („Lüften") erforderlich! Eine parallele „Luftbehandlung" kann als ergänzende Maßnahme zum notwendigen Lüften zur weiteren Risikoabsenkung geprüft werden. Jedoch sollte zuvor eine Einschätzung des zusätzlichen Effektes von „Luftreinigern" zur Lüftung und Luftqualität erfolgen (UBA, 2020).

### 4.1) Luftdesinfektions-Verfahren - Verschlechterungsverbot

Luft-Desinfektionsverfahren zur Luftbehandlung im Innenraum werden zwar beworben und diskutiert, aber insbesondere dann kritisch betrachtet, wenn sie die Luft-Inhaltsstoffe nachteilig verändern (UBA 2020; BGN, 2020). Das Versprühen jedweder Desinfektionsmittel (z.B. $H_2O_2$, HOCl) in die Atemluft ist auch gemäß Berufsgenossenschaft BGN unzulässig (BGN, 2020).

Die sog. Luft-Desinfektionsverfahren (z.B. UV-Strahlung, Plasmabehandlung) beruhen auf durchaus nachvollziehbaren Wirkungs-Konzepten. Sie sind aber in der praktischen Anwendung zur Desinfektion von Luftströmen weder geprüft, noch durch Normung geregelt. Insbesondere sind sie nicht als in der Praxis erprobt oder bereits für den Innenraum-Einsatz als geeignet anzusehen. Luftreinigungsgeräte mit „Desinfektionsfunktion" können negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben, die sich vor allem durch Reizwirkungen dabei entstehender chemischer Verbindungen äußern.

So erzeugen einige dieser Geräte - insbesondere die mit UV- oder Plasmaquellen – das als krebserzeugend eingestufte Ozon sowie Hydroxylradikale. Einmal gebildet, reagieren diese starken Oxidationsmittel in der Innenraumluft mit flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), die aus Baumaterialien, Einrichtungsgegenständen oder bei der Verwendung von Reinigungs- und Körperpflegeprodukten freigesetzt werden (Salthammer et al, 2016; Gunschera et al, 2016, Siegel, 2016, Carslaw et al., 2012 ).

Dadurch können dann eine Reihe von sekundären chemischen Verbindungen erzeugt werden, von denen einige selbst wieder gesundheitsschädlich sind (u. a. ungesättigte Aldehyde sowie ultrafeine Partikel).
Partikel).

Eine Erhöhung von Luftschadstoff-Gehalten durch Neben- oder Sekundärprodukte, wie z.B. des krebserzeugenden Ozons oder Aldehyd-Verbindungen, ist aus gesundheitlicher Sicht klar abzulehnen („Verschlechterungsverbot").

### 5) Einordnung der Bedeutung der aerosol-getragenen Viren zum Gesamt-Infektionsrisiko

Geräte und Wirkprinzipien, welche die ersten 4 Prüfsteine erfolgreich passiert haben, müssen sich anschließend in der Praxis, d. h. dem Schulalltag, bewähren und tatsächlich zu einer nachweisbaren und relevanten Verringerung des Infektionsrisikos beitragen.

Die Reduzierung des Infektionsrisikos im Unterricht ist ein wichtiger Baustein der Infektionsvorsorge. Das reale Infektionsrisiko bzw. die Exposition gegenüber SARS-CoV-2-Viren im Schulalltag begrenzt sich aber mitnichten auf die Unterrichtszeit, in der sich Schüler*innen und Lehrer*innen im Regelfall an einem festen Platz befinden und nur eine Person sich im Raum bewegt bzw. spricht.

(Die Situation in Grundschulen ist noch weit komplexer, kann aber hier nicht in der Kürze ausreichend gewürdigt werden).

#### 5.1) Summierung des Gesamt-Infektionsrisikos

Das reale Infektionsrisiko summiert sich auf aus allen mit dem Schulbesuch verbundenen Vorgängen:

- Weg zur Schule (Schulbus, ÖPNV oder in Fahrgemeinschaften), sich kreuzende Wege innerhalb der Schule auf dem Weg zu Klassenräumen
- „Situation Unterricht"
- zwischenzeitliches Aufsuchen anderer Klassenräume
- zwischenzeitliches Aufsuchen von Sonderräumen, z. B. Toiletten, Lehrerzimmer
- Kontakte mit kontaminierten Flächen, z. B. Türklinken
- Wege in und von den Pausenräumlichkeiten oder Pausenhöfen etc.
- Informelle Treffen während der Pausen
- kreuzende Wege innerhalb der Schule, z. B. auf dem Rückweg von Klassenräumen
- Weg von der Schule nach Hause (Schulbus, ÖPNV oder in Fahrgemeinschaften
- informelle Treffen nach der Schule

Erste kürzlich veröffentliche Studien zeigen erste Ansätze der Berücksichtigung und Gewichtung dieser Rahmen-Faktoren. Die Studien sind aber noch nicht ohne weiteres auf den Schulalltag in Deutschland übertragbar (Bershteyn 2020, Isphording 2020, Landeros 2020).

Die jeweilige Bedeutung der hier nur beispielhaft aufgezählten Einzelfaktoren bzw. Situationen können derzeit mangels belastbarer Real-Studien nicht verlässlich eingeordnet werden. Es ist daher geboten, für jede Einzelsituation eine mögliche Risikominimierung herbeizuführen, somit auch für den Aufenthalt im Klassenraum. Der jeweilige Zusatznutzen ist mit Blick auf einen angemessenen Aufwand zu betrachten.

#### 5.2) Bedeutung Nahfeld (Tröpfchen) vs. Aerosol (Fernfeld) bei der Übertragung

Die größten Grundsatzfrage der relativen Bedeutung des Infektionsrisikos bestehen:

➔ **Tröpfchen** - „kurzzeitig, hohe Konzentration, frisch direkt von infizierter Person"

vs.

➔ **Aerosol** - Transport „schwebend" durch den Raum, lange Verweilzeit in der Raumluft

Studien und Modellierungen von Aerosolen sowie Betrachtungen von Lüftungsanlagen (RLT-Anlagen) legen in der Regel *mittlere Luftkonzentrationen von Aerosolen* bei idealer Durchmischung – mit und ohne Sedimentation zugrunde (z.B. Smieszek, 2018, Curtius 2020).

Einige Studien zur Übertragung -auch in Verkehrsmitteln oder in Schulen- haben die Bedeutung der Übertragung im Nahfeld (durch „Tröpfchen") oder auch im Fernfeld untersucht.

Grundsätzlich haben Lüftungsanlagen im Nahumfeld von Personen (z.B. 1,5 m) nur einen sehr geringen Einfluss! Die praktische Bedeutung von Modellen und Studien zur Ausbreitung von „hypothetisch infektiösen" Aerosolen im Fernfeld ist unklar, da die reale Verteilung und Dichte von infektiösen Viren in den Aerosolen unbekannt sind.

Die Gesellschaft für Aerosolforschung fordert in ihrem Positionspapier unter anderem: *„Für die Forschung in der Zeit nach der Pandemie müssen geeignete Modellsysteme gefunden und die Übertragbarkeit von Ergebnissen mit verschiedenen Virenstämmen erforscht werden"* (GAeF 2020).

Nach derzeitigem W issenstand sind „ Tröpfchen" weiterhin als der vorherrschende Übertragungsweg von SARS-CoV-2 anzunehmen. Für eine Quantifizierung des Beitrags der Ausbreitung im Fernfeld als Aerosol liegen zu wenig Informationen vor. (CDC, 2020; Washington University Review, 2020; WHO 2020; UN-FAQ 2021; DGKH 2020); hier besteht weiterer Klärungsbedarf.

### 6) Raumakustik – Lärm, Nachhallzeit und Sprachverständlichkeit

Es besteht die Notwendigkeit, die Viren-Freisetzung bereits an der Quelle zu stoppen. Durch die daraus resultierende Vorgabe einen Mund-Nasenschutz zu tragen, wird dann aber auch das Ablesen von den Lippen sowie insbesondere die Sprachverständlichkeit beeinträchtigt.

Jede zusätzliche Geräuschquelle (wie ein oder mehrere Lüftungsgeräte im Raum) sowie andere massive Eingriffe in die Raumakustik (z.B. durch ein nicht vorab geplantes Aufstellen von Spuckschutzwänden) vergrößern diese Lärm- und Verständigungsproblematik zusätzlich.

Die Umwälzleistung korreliert.meist mit der Lärmabgabe. Vor der Aufstellung eines Luftfiltergerätes ist daher zu klären, welchen viren-abgereicherten Volumenstrom in den Klassenraum -unter Beachtung des zulässigen Schalldruckpegels von 35 dB (A)- abgegeben werden kann.

Unter anderem die *Technische Regel für Arbeitsstätten ASR 3.7 Lärm* empfiehlt als Höchstwert für Hintergrundgeräusche in Klassenräumen und Kindertagesstätten einen Dauerschallpegel von 35 dB(A) LpAeq und enthält weitere raumakustische Vorgaben, auch für Schulen.

### 7) Unfallgefahr – und infrastrukturelle Voraussetzungen

Das nachträgliche bzw. zusätzliche Aufstellen von mehreren auf dem Boden stehenden Geräten mit kabelgebundener Stromversorgung mitten im Raum zwischen den Schulbänken ist je nach Größe und Befestigung sowohl bei der bestimmungsgemäßen Nutzung, als auch bei "Fehlverhalten" mit Unfallrisiken verbunden. Insbesondere nachträglich auf dem Fußboden verlegte Stromkabel sind aus diesem Grund abzulehnen.

Auch sind zunächst die gesamten Energieversorgungskonzepte des Gebäudes bzw. der Einzelräume darauf zu überprüfen, ob eine überlastungsfreie Stromversorgung zusätzlicher Luftbehandlungsgeräte möglich ist.

Neben anderen technischen Aspekten wie der elektrischen Sicherheit ist eine mögliche Wegegefährdung zum Beispiel mit dem Gemeinde-Unfallversicherungsverband (GUV) zu klären.

## Fazit:

Bei vielen aktuell vorgelegten, meistens nicht begutachteten (nicht „peer-reviewten") Studien bestehen erhebliche Zweifel, ob die jeweiligen theoretischen partikulären Ergebnisse mit Luftreinigungsgeräten tatsächlich einen relevanten Einfluss bzw. einen relevanten infektiologischen Zusatznutzen über die vorgeschriebene 20:5:20 Lüftung hinaus im realen Schulalltag haben. Vor einem falschen Sicherheitsgefühl bei der Nutzung ist daher zu warnen!

Unabhängige Reviews bewerten einen etwaigen Zusatznutzen bisher sehr zurückhaltend (z. B. *Cochrane Library Review, 2020*; Washington University Review, 2020).

Insbesondere bei propagierten Luft-Desinfektionsmaßnahmen besteht dagegen die Sorge, dass diese sogar nachteilige gesundheitliche Effekte aufweisen (UBA, 2020; BGN, 2020).

Die vorgestellten Prüfsteine können eine Beurteilungshilfe sein, um insbesondere Studien mit sehr partikulären Ansätzen und Betrachtungen hinsichtlich der tatsächlichen Relevanz in realen Infektionssituationen in Klassenzimmern einordnen und bewerten zu können.

Es besteht weitgehend Einigkeit, dass die Regeln

*Abstand, Hygiene, Atemmaske – und Lüften (AHA + L)*

den größten Nutzen haben (BZgA, 2020, DGKH,2020, CDC, 2020). Darüber hinaus ist zu betonen, dass der Punkt „L" für Lüften steht, jedoch nicht für eine ggf. nur mit geringem Zusatznutzen verbundene „Luftreinigung". Die Versorgung des Menschen mit frischer, sauerstoffhaltiger, $CO_2$- und Schadstoffarmer Atemluft ist sicherzustellen.

Luftbehandlung ist kein Ersatz für Luftaustausch: Aus gesundheitlicher Sicht ist in geschlossen Räumen bei Anwesenheit vieler Personen bereits nach kurzer Zeit (z.B. Klassenraum etwa nach 20 Minuten) ein Austausch der mit $CO_2$ angereicherten Luft zwingend notwendig (UBA-IRK, 2007; Grams, 2008). Die Lernfähigkeit ist bei hohen $CO_2$-Konzentrationen deutlich beeinträchtigt (Salthammer et al, 2016).

Mobile Luftbehandlungsgeräte sind zumeist Umwälzsysteme und können $CO_2$ nicht entfernen. Daher sind sie kein Ersatz für einen Luftaustausch und sollten niemals als Grund zur Reduzierung der Belüftung verwendet werden (s.a. UBA, 2020; UBA, 2021, DGKH, 2020).

Luftbehandlungs-Varianten mit Freisetzung von Schadstoffen sind im Sinne eines Verschlechterungsverbotes abzulehnen!

Aus umweltmedizinischer Sicht ist ein gezielter Luftwechsel (z. B. am $CO_2$-Gehalt orientiert) zu fordern. Von Schnellschüssen in Form des nachträglichen Einsatzes von „mobilen Luftreinigern" mit wenig oder fehlender nachhaltige Wirkung („Alibi-Geräte") und damit auch wenig Nutzen ist abzuraten. Ein solcher gerin - ger oder minimaler Nutzen ist in Relation zum Anschaffungs-, Betriebs- , Wartungsaufwand und Unfall-Risiken zu setzen.

Bisher sind keine wissenschaftlich relevanten Studien bekannt, die über einen theoretisch ableitbaren Detail-Nutzen hinaus den praktischen, realen infektionshygienischen Zusatz-Nutzen durch den Einsatz von mobilen Luftreinigern unter Alltags-Bedingungen in Schulen ausreichend wissenschaftlich belegen (s. a. *Helmholtz-Gesellschaft, 2020; Cochrane Library Review, 2020*; UBA, 2020).

Aus den vorgenannten Grundlagen der Prüfsteine lassen sich die auf der nachfolgenden Seite kurz zusammengefassten Handlungsempfehlungen des NLGA ableiten.

## Handlungsempfehlungen des NLGA:

Primär ist die konsequente Einhaltung der Grundregeln:

➔ ***Abstand, Hygiene, Atemmaske – und Lüften (AHA + L)***

essentielle Voraussetzung zur Verminderung der Infektionsrisiken. Hier wird durch regelmäßige Erinnerung, Kontrollen und Schulungen einiges an Verbesserungspotential gesehen.

Ergänzend kann dann der (ggf. auch temporäre) Einsatz von

➔ **$CO_2$-Ampeln in Klassenräumen (ggf. CO2-App)**

es Schüler n wie Lehrkräften ermöglichen, die Luftgüte selber einschätzen zu können – und durch das Fensteröffnen besteht auch eine sofortige Einfluss- und Handlungsmöglichkeit.

Im Hinblick auf die Anreicherung von Aerosolen, Ausdünstungen jedweder Art sowie $CO_2$ ist sowohl aus umweltmedizinischer Sicht, als auch aus Gründen von Aufwand, Wirksamkeit und Kosten-Nutzen-Relation, die –mit geringstem Aufwand praktizierbare–

➔ **regelmäßige Fensterlüftung (nach dem 20-5-20-Minuten-Rhythmus)**

oder aber

➔ **der Betrieb einer Raumlufttechnischen Anlage** nach den anerkannten technischen Regeln (z. B. VDI 6022) anforderungsgerecht geplant, gebaut und betrieben

zu bevorzugen.

Als Ergänzung zur AHA-L-Regel wird zunehmend auch auf die Notwendigkeit der zeitlichen und zahlenmäßigen **Kontaktbegrenzung** hingewiesen. Daher ist, unabhängig von der Lüftungsdiskussion, durch eine

➔ **Halbierung der Belegungsdichte**

(also z.B. durch einen 2-Schicht- oder Wechsel-Betrieb mit halbierter Schülerzahl) eine deutliche Verbesserung zu erzielen.

➔ **Mobile Luftreiniger sind auf keinen Fall ein Ersatz für eine sauerstoffreiche Frischluftzufuhr** und ihr Einsatz sollte niemals als Rechtfertigung für eine Reduzierung der Frischluftzufuhr verwendet werden.

Ein Misch-Betrieb zwischen freier Lüftung und mobilen Luftreinigern bedürfte vorab einer lüftungstechnischen und versorgungstechnischen Einzelraumprüfung durch Sachverständige oder Fachkräfte und sollte zunächst grundsätzlich anhand der obengenannten Kriterien „Prüfsteine" hinterfragt werden.

## Literatur:

*ASR - Technische Regeln für Arbeitsstätten:*
*# ASR A3.6 Lüftung; BMAS; GMBL 2018, S. 474 ff*
*# ASR A3.7 Lärm; BMAS; GMBl 2018, S. 456 ff*

*Bilek, 2008*
Bilek, A., Koch, M., Penshorn, M. & Wiechert, J. (2008). Frische Luft für frisches Denken. Neue Unterrichtsqualität in unseren Klassenräumen. Hrsg.: Gemeinde-Unfallversicherungsverband Hannover, Wiesbaden: Universum.

*Bershteyn 2020*
Anna Bershteyn, Hae-Young Kim, Jessica McGillen, R. Scott Braithwaite
Which policies most effectively reduce SARS-CoV-2 transmission in schools?
medRxiv 2020, doi: https://doi.org/10.1101/2020.11.24.20237305,

BGN, 2020
Berufsgenossenschaft Nahrung und Gastgewerbe, BGN

Infektionsschutzgerechte Lüftung von Arbeitsbereichen (Stand 01.10.2020)

*BZgA, 2020*
Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)
Alltag in Zeiten von Corona: Mit AHA+L+A durch den Winter,
https://www.infektionsschutz.de/coronavirus/alltag-in-zeiten-von-corona.html,

*Carslaw, 2012*
Carslaw N, Mota T, Jenkin ME, Barley MH, McFiggans G. (2012)
A significant role for nitrate and peroxide groups on indoor secondary organic aerosol
Environ Sci Technol. 2012 Sep 4;46(17):9290-8.

*CDC, 2020*
Scientific Brief: Community Use of Cloth Masks to Control the Spread of SARS-CoV-2
Updated Nov. 20, 2020. https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/more/masking-science-sars-cov2.html

*Cochrane Library Review, 2020*
KrishnaratneS,PfadenhauerLM,CoenenM,GeffertK,Jung-SieversC,KlingerC,KratzerS,LittlecottH, MovsisyanA, RabeJE,RehfuessE,SellK, StrahwaldB,StratilJM,VossS,WabnitzK,Burns
Cochrane Database of Systematic Reviews Measures implemented in the school-setting to contain the COVID-19 pandemic:a rapid scoping review, Issue12. Art.No.:CD013812. https://doi.org/10.1002/14651858.CD013812

*Curtius, 2020*
J. Curtius, M. Granzin, J. Schrod: Testing mobile air purifiers in a school classroom: Reducing the air-borne transmission risk for SARS-CoV-2, University of Frankfurt,
MedRxiv, https://doi.org/10.1101/2020.10.02.20205633,

*DGKH, 2020*
Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene (Stand: 25.09.2020)
Zum Einsatz von dezentralen mobilen Luftreinigungsgeräten im Rahmen der Prävention von COVID-19;Exner, Martin; Peter Walger, Jürgen Gebel, Ricarda Schmithausen, Axel Kramer und Steffen Engelhart

*GAeF 2020*
Gesellschaft für Aerosolforschung: Positionspapier zum Verständnis der Rolle von Aerosolpartikeln beim SARS-CoV-2 Infektionsgeschehen, vom 07.12.2020

*Grams, 2003*
Grams H, Hehl O, Dreesman J (2003) „Aufatmen in Schulen" – Untersuchungsergebnisse und Modellierungsansätze zur Raumluftqualität in Schulen. Gesundheitswesen (2003) 65:447–456

*Gunschera, 2016*
Gunschera, J., Markewitz, D., Bansen, B., Salthammer, T., Ding, H. (2016)
Portable photocatalytic air cleaners: efficiencies and by-product generation.
Environ Sci Pollut Res (2016) 23, 7482–7493.

*Helmholtz-Gesellschaft, 2020*
Helmholtz-Corona-Expertenwissen – FAQ: Mit welchen neuen technologischen Entwicklungen können offen zu haltende Einrichtungen, über die AHAL-Maßnahmen hinaus, sicherer gemacht werden?
https://www.helmholtz.de/aktuell/coronavirus-sars-cov-2/expertenwissen/

*Isphording 2020,*
Isphording I, Lipfert M, Prestel N.
School re-openings after summer breaks in Germany did not increase SARS-CoV-2 cases.
http://ftp.iza.org/dp13790.pdf

*Landeros 2020*
Landeros_A, Ji_X, Lange_KL, Stutz_TC, Xu_J, Sehl_ME, et al.
An examination of school reopening strategies during the SARS-CoV-2 pandemic.
medRxiv [Preprint) 2020.

*Salthammer, 2016*
Salthammer, T., Uhde, E., Schripp, T., Schieweck, A., Morawska, L., Mazaheri, M., Clifford, S., He, C., Buonanno, G., Querol, X., Viana, M., Kumar, P., 2016. Children's well-being at schools: Impact of climatic conditions and air pollution. Environment International 94, 196-210.

*Smieszek, 2018*
Smieszek,Timo; Gianrocco Lazzari; Marcel Salathé
Assessing the Dynamics and Control of Droplet- and Aerosol-Transmitted Influenza Using an Indoor Positioning System; Scientific Reports (2019) 9:2185

*Siegel, J.A., 2016*
Primary and secondary consequences of indoor air cleaners.
Indoor Air (2016) 26, 88-96.

*Tiesler, 2009*
Tiesler, G., Schönwälder, H.-G. & Ströver, F. (2009).
Gesundheitsfördernde Einflüsse auf das Leistungsvermögen im schulischen Unterricht. Ein Beitrag zur Ergonomie der Schule.
Bremerhaven: Wirtschaftsverlag für neue Wissenschaft.

*Tiesler, 2020*
Bremer Arbeitswissenschaftler: Klassenzimmer öfter lüften überfällig, 01.10.2020,
https://www.butenunbinnen.de/nachrichten/wissen/lueften-von-klassenzimmern-aerosole-schulen-interview-tiesler-100.html

*UBA, 2007*
UBA – IRK – Innenraumkommission
Kohlendioxid und Schimmelpilze in Schulgebäuden – Fragen und Antworten des UBA
Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2007 · 50:1467–1469

*UBA, 2020*
Umweltbundesamt (UBA), 2020-2. Mobile Luftreiniger in Schulen: Nur im Ausnahmefall sinnvoll. Dessau-Roßlau. Empfehlung vom 22.10.2020.

*UBA, 2021*
Corona in Schulen: Luftreiniger allein reichen nicht - Umweltbundesamt, https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/corona-in-schulen-luftreiniger-allein-reichen-nicht,

*WHO: UN, 2020*
United Nations:
COVID-19 Frequently Asked Questions; https://www.un.org/en/coronavirus/covid-19-faqs;

*Washington University, 2020*
Washington University, COVID-19 Literature Report Team: Summary of Evidence Related to Indoor Ventilation to Reduce SARS-CoV-2 Transmission, December 23, 2020

## Impressum

**Herausgeber:**
Niedersächsisches Landesgesundheitsamt
Roesebeckstr. 4 - 6, 30449 Hannover
Fon: 0511/4505-0, Fax: 0511/4505-140
www.nlga.niedersachsen.de
1. Auflage Januar 2021