

Hygiene in Schulen in der Corona-Pandemie - Erfahrungen mit Hygienebegehungen in Schulen in Frankfurt am Main im Sommer 2020 und weitere Überlegungen

Katrin Steul^{1*}, Ursel Heudorf²

¹ Gesundheitsamt Frankfurt am Main

² MRE-Netz Rhein-Main, c/o Gesundheitsamt Frankfurt am Main

■ Zusammenfassung

Hintergrund: Hygiene in Schulen ist ein wichtiges und angesichts der COVID-19-Pandemie auch hochaktuelles Thema. Durch die Beachtung guter Hygieneregeln (AHA+L: Abstand, Husten- und Niesetikette und das Tragen von Alltagsmasken, wenn Abstand nicht möglich ist, sowie Lüften) können Übertragungen von SARS-CoV-2 vermindert werden. Parallel zur graduellen Wieder-Öffnung der Schulen in Hessen im Mai/Juni nach dem Lockdown im März 2020 überprüfte das Gesundheitsamt die Hygiene in den Schulen vor Ort.

Material und Methode: Mitarbeiter des Gesundheitsamtes führten von 18.5. bis 30.6.2020 in 109 Schulen infektiologisch-Begehungen durch und dokumentierten die Situation vor Ort mit einer zuvor eigens erstellten standardisierten Checkliste.

Ergebnisse: 96% der Schulen verfügten über einen Hygieneplan und 93% über einen Reinigungs- und Desinfektionsplan, praktisch alle Pläne waren auf die Corona-Situation abgestimmt. Mehr als 95% der Sanitärräume waren korrekt ausgestattet und sauber (Ausnahme: nur in 66% der Mädchentoiletten waren Hygieneeimer verfügbar). In 53 Schulen waren Präsenzkkräfte für die Reinigung vorhanden und in weiteren 4 Schulen war die Reinigung erweitert worden. In 86% der Schulen waren in den Klassenräumen die Abstandregeln gut umgesetzt, in 10% der Schulen galt eine Maskenpflicht auch im Unterricht. Alle (100%) Waschbecken in den Klassenräumen waren mit Seifenspendern und 97% mit Abfalleimern ausgestattet.

63% der Schulen stellten auch Händedesinfektionsmittel zur Verfügung (generell, nicht in den Klassen- oder Sanitärräumen). In 29 Schulen war eine Raumlufttechnische Anlage vorhanden, aber nur in 24 Schulen (82,7% der Schulen mit RLT-Anlage) war den Beschäftigten vor Ort der aktuelle tägliche Betriebszustand bekannt.

Schlüsselwörter

- COVID-19
- Schulen
- Hygiene
- Sanitärhygiene
- Raumlufthygiene
- Lüften

Diskussion: Insgesamt machten die Schulen einen guten hygienischen Eindruck; sie hatten die strengen Hygieneauflagen umgesetzt. Es bleibt zu hoffen, dass diese Verbesserung nachhaltig bestehen bleibt und auch durch die Aktion „Frische Luft für frisches Denken“ eine Verbesserung der Raumluftqualität durch vermehrtes Lüften nachhaltig umgesetzt wird. Die angesichts der COVID-19-Pandemie verschiedentlich angepriesenen Methoden der Luftreinigung durch Filter oder UV-Behandlung dagegen sind für Schulen nicht wirklich geeignet und werden von Fachgremien so nicht empfohlen. Wichtiger ist, dass die Schulgemeinden selbst aktiv das Lüftungsproblem „in die Hand“ nehmen und durch eigenständiges, bedarfsorientiertes Lüften für eine gesundheitlich zuträgliche Luftqualität in der Schule sorgen.

Korrespondierende Autorin*:

Dr. med. Katrin Steul
Gesundheitsamt Frankfurt
am Main
Breite Gasse 28
60313 Frankfurt

E-Mail: katrin.steul@
stadt-frankfurt.de

Interessenkonflikt:

Die Autoren bestätigen, dass kein Interessenkonflikt gemäß den Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) besteht.

Zitierweise:

Steul K., Heudorf U.
Hygiene in Schulen in der Corona-Pandemie - Erfahrungen mit Hygienebegehungen in Schulen in Frankfurt am Main im Sommer 2020 und weitere Überlegungen. HygMed 2021; 46 (9): D77-D85

Manuskriptdaten:

Eingereicht: 22. Mai 2021
Überarbeitete Version
angenommen: 11. Juli 2021

■ Abstract

Hygiene in schools in the corona pandemic - Experience with hygiene inspections of schools in Frankfurt am Main, Germany, in summer 2020 and further considerations

Background: Hygiene in schools is an important and highly topical issue in view of the COVID 19 pandemic. Observing good hygiene rules (AHA+L: distance, cough and sneeze etiquette and wearing everyday masks when distance is not possible, as well as ventilation) can reduce transmissions of SARS-CoV-2. In parallel with the gradual re-opening of schools in Hesse in May/June after the lockdown in March 2020, the health department checked hygiene in the schools on site.

Material and method: From May 18th to June 30th 2020, staff members of the public health department carried out infectious hygiene inspections in 109 schools and documented the situation on site using a standardised checklist that had been prepared in advance.

Results: 96% of the schools had a hygiene plan and 93% had a cleaning and disinfection plan, practically all plans were adapted to the Corona situation. More than 95% of the sanitary rooms were properly equipped and clean. In 53 schools there were presence staff for cleaning and in another 4 schools cleaning had been extended. In 86% of the schools, the distance rules were well implemented in the classrooms, and in 10% of the schools a mask requirement also applied in class. All (100%) washbasins in the classrooms were equipped with soap dispensers and 97% with waste bins. 63% of the schools also provided hand disinfectants (generally, not in the classrooms or sanitary rooms). In 29 schools, a ventilation and air conditioning system was available, but only in 24 schools (82.7% of the schools with air conditioning) was the current daily operating status known to the staff on site.

Discussion: Overall, the schools exhibited a good hygiene status; they had implemented the strict hygiene requirements. It is to be hoped that this improvement will be sustained and that an improvement in indoor air quality through increased ventilation will also be implemented sustainably through the „Fresh air for fresh thinking“ campaign. On the other hand, the meth-

ods of air purification through filters or UV treatment, are not really suitable for schools and are not recommended by expert committees in this way. It is more important that the school communities themselves actively „take charge“ of the ventilation problem and ensure healthy air quality in the school through independent, demand-oriented ventilation.

Keywords: COVID-19 · schools · hygiene · sanitary hygiene · indoor air hygiene · ventilation

■ Einleitung

Angesichts der COVID-19-Pandemie wurden im März 2020 im Rahmen des Lockdowns in vielen Ländern, auch in Deutschland, Schulen und Kindergemeinschaftseinrichtungen geschlossen, obwohl zu diesem Zeitpunkt keine eindeutigen Erkenntnisse zum Beitrag von Kindern auf das Übertragungs- und Infektionsgeschehen vorlagen [1]. Für die schrittweise Wiederöffnung der Schulen ab Mai 2020 wurde die Einhaltung guter hygienischer Bedingungen gefordert [2]. Im Fokus standen zunächst Abstandsregeln im Klassenzimmer aber auch auf dem Pausenhof, die Bildung kleinerer Gruppen und die Wegeführung der Kinder sowie eine gute Händehygiene, d.h. Händewaschen vor dem Unterricht, ggf. auch Händedesinfektion im Schuleingangsbereich. Lehrer und Kinder sollten Masken (Mund-Nasen-Bedeckungen) tragen, solange sie (noch) nicht an ihren Schreibtischen in den Klassenräumen waren; darüber hinaus konnten Schulleiter auch das Tragen der Masken während des Unterrichts verpflichtend festlegen [3]. Vergleichsweise spät wurde auch auf die Bedeutung einer guten und regelmäßigen Lüftung als infektionspräventive Maßnahme hingewiesen und die AHA-Regel (Abstand Hygiene Alltagsmaske) um das Lüften ergänzt: AHA+L. Aus vielen Schulen wurden Forderungen nach raumlufttechnischen Anlagen laut. Einige Hersteller boten verschiedene Luftreinigungs- und Luftfilteranlagen oder UV-Anlagen zur Abtötung der Viren in der Luft an.

Die Gesundheitsämter haben nach Infektionsschutzgesetz (IfSG) nicht nur die Aufgabe, Meldungen von Infektionen oder von Krankheitserregern zu

bearbeiten, Ermittlungen anzustellen, Erkrankte zu isolieren und deren Kontaktpersonen unter Quarantäne zu stellen (§ 6, 7 sowie § 25 ff IfSG) [4]. Auch die infektionshygienische Beratung und Begehung von Kindergemeinschaftseinrichtungen und Schulen ist eine wichtige infektionspräventive Aufgabe der Gesundheitsämter (§ 36 IfSG) [5]. Vor diesem Hintergrund hat das Gesundheitsamt Frankfurt im Zusammenhang mit der schrittweisen Wiederaufnahme des Unterrichtsbetriebs im Mai und Juni 2020 die Schulen in seinem Zuständigkeitsbereich begangen und die Einhaltung der erforderlichen Hygienemaßnahmen überprüft. Die Ergebnisse sollen in dieser Arbeit vorgestellt und vor dem Hintergrund epidemiologischer Daten sowie von Stellungnahmen pädiatrischer und anderer Fachgesellschaften diskutiert werden.

■ Material und Methode

Begleitend zur Wiederöffnung der Schulen hat das „Team Schulhygiene“ (erfahrene Gesundheitsaufseher, teilweise unterstützt von Kinderärztinnen) von 18.5. bis 30.6.2020 insgesamt 109 Schulen infektionshygienisch begangen und die Situation vor Ort mit einer zuvor eigens erstellten standardisierten Checkliste erfasst. Es handelte sich dabei um 54 Grundschulen, 17 Gymnasien, 13 Integrierte Gesamtschulen, 13 Berufsschulen, 8 Realschulen und vier Förderschulen.

Das Team überprüfte, ob ein Hygieneplan (HP) und ein Reinigungs- und Desinfektionsplan (RD) vorhanden und auch auf die Corona-Situation angepasst war. Es erfasste Ausstattung und Zustand der Jungen-, Mädchen- und Lehrertoiletten sowie der Klassenräume (u.a. Abstandsregel), die Vorgaben zum Tragen eines Mund-Nasen-Schutzes durch die Schüler sowie das Vorhandensein einer Raumlufttechnischen Anlage (RLT-Anlage) und von Händedesinfektionsmittel.

■ Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt die wesentlichen Ergebnisse. 96% der Schulen verfügten über einen Hygieneplan und 93% über einen Reinigungs- und Desinfektionsplan, praktisch alle Pläne waren auf die Corona-Situation abgestimmt.

Mit wenigen Ausnahmen (unter 5%) waren die Sanitärräume korrekt ausge-

Tabelle 1 : Ergebnisse der Hygiene-Begehungen von 109 Schulen in Frankfurt am Main - von Mai-Juni 2020

		n	%
Hygiene-/Desinfektionsplan vorhanden	HP vorhanden	105	96,3
	HP Corona bedingt angepasst	104	95,4
	RD Plan vorhanden	101	92,7
	RD Corona bedingt angepasst	98	89,9
Sanitarräume ausreichend/ vorhanden und hygienisch akzeptabel	Jungen WC	107	98,2
	Jungen Waschbecken	107	98,2
	Jungen Seifenspender	107	98,2
	Jungen Handtuchsystem geeignet	104	95,4
	Jungen Abfallbehälter	104	95,4
	Mädchen WC	107	98,2
	Mädchen Waschbecken	106	97,2
	Mädchen Seifenspender	106	97,2
	Mädchen Handtuchsystem geeignet	103	94,5
	Mädchen Abfallbehälter	103	94,5
	Mädchen Hygieneeimer	72	66,1
	Lehrer WC	104	95,4
	Lehrer Waschbecken	105	96,3
	Lehrer Seifenspender	105	96,3
	Lehrer Handtuchsystem geeignet	105	96,3
	Lehrer Abfallbehälter	105	96,3
Klassenräume	Klassenräume Tischabstandsregel umgesetzt	94	86,2
	Klassenräume Seifenspender	109	100,0
	Klassenräume Handtuchsystem geeignet	98	89,9
	Klassenräume Abfallbehälter vorhanden	106	97,2
Regelung zur Mund-/Nasenabdeckung (MNA)	Nutzung von MNA	96	88,1
	MNA-Unterricht	11	10,1
	MNA-Flur	95	87,2
	MNA-Pausenhof	60	55,0
Putzraum	Putzutensilien hygienisch in Ordnung	99	90,8
	Putzraum Farbsystem vorgesehen	99	90,8
Klimaanlage vorhanden	RLT-Anlage	29	26,6
	Aktueller täglicher Betriebszustand bekannt	24	22,0
Händedesinfektionsmittel (HDM) in der Schule verfügbar (nicht Klassen- oder Sanitarräume)	HDM ist verfügbar	69	63,3
	HDM ist VAH-gelistet	40	36,7
	im Wandspendersystem	35	32,1
	mit Pumpaufsatz	39	35,8
Bewertung	Nachbegehung erforderlich	0	0,0
	Optischer Eindruck gut	106	97,2

stattet und sauber. In 53 Schulen waren jetzt Präsenzkkräfte für die Reinigung vorhanden und in 4 weiteren Schulen war die Reinigung erweitert worden. Die Sanitäreinrichtungen und die Putzutensilien machten in 90% der Schulen einen guten Eindruck.

In den Klassenräumen waren in 86% der Schulen die Abstandsregeln gut umgesetzt, alle (100%) Waschbecken waren mit Seifenspendern und in 97% der Schulen mit Abfalleimern ausgestattet.

In 87% der Schulen war geregelt, dass die Schüler auf dem Flur einen Mund-Nasen-Schutz tragen müssen, in 10% der Schulen galt dies auch für den Unterricht.

In 63% der Schulen gab es auch Händedesinfektionsmittel; dieses war teilweise im Eingangsbereich oder in Lehrerbereichen angebracht und stand Kindern und Lehrern, teilweise nur den Lehrern, zur Nutzung zur Verfügung. Das Händedesinfektionsmittel war in

37% der Schulen VAH-gelistet (Verband für Angewandte Hygiene e.V.).

In 29 Schulen (27%) waren Raumlufttechnische Anlagen vorhanden, aber nur in 24 Schulen (82,7% der Schulen mit RLT-Anlage) war den Beschäftigten vor Ort der aktuelle tägliche Betriebszustand bekannt; d.h. sie wussten nicht, ob die Anlage aktuell lief oder nicht. Eine Schule gab an, dass die Anlage wegen einer benachbarten Baustelle aktuell abgestellt worden sei. In einer Passivhausschule wurde angegeben, dass die RLT-Anlage generell im Sommer abgestellt sei.

Insgesamt machten die Schulen bei den Begehungen einen sehr guten Eindruck; sie hatten sich intensiv mit den Anforderungen auseinandergesetzt und diese umgesetzt. Nachbegehungen waren nicht erforderlich. Tabelle 2 gibt einen beispielhaften Auszug aus den Kurzbewertungen der Teams für die einzelnen Schulen.

■ Diskussion:

Zu Beginn der Corona-Pandemie wurden in Deutschland und vielen anderen Ländern Schulen und Kinderbetreuungseinrichtungen geschlossen. Durch Notfallbetreuung für Kinder von Eltern die in der kritischen Infrastruktur – u.a. in Medizin und Pflege – arbeiten, wurde dem Risiko einer schlechteren medizinischen Versorgung und damit einem steigenden Mortalitätsrisiko der Bevölkerung durch Personalmangel infolge privater Betreuung von Kindern [6] entgegengewirkt. In der internationalen Literatur wurde bereits früh auf die negativen Auswirkungen von Schulschließungen auf die allgemeine und psychische Gesundheit von Kindern und auf die sozialen Auswirkungen hingewiesen und eine baldige Wiederaufnahme des Schulbetriebs gefordert [7–9]. Es wurde auf das Recht der Kinder auf Bildung hingewiesen und das Überdenken

Tabelle 2: Auszug aus den Freitexten bei der Bewertung der hygienischen Situation in den Schulen in Frankfurt am Main - Mai-Juni 2020

Beispiele der Bewertungen

neues Gebäude, gut versorgt mit allen hygienischen Details, großräumige Flächen und Klassenräume wie Türen und Schulhof = keine Probleme

sehr gut organisiert, Handwaschanlage auf dem Schulhof für 10 Schüler, da keine Waschbecken in den Klassenräumen, Einbahnstraßen-System

sehr gut organisiert, versetzte Anfangszeiten, klassenbezogene Ein- und Ausgänge, Schüler arbeiten zu zweit oder dritt mit 2 m Abstand face to face (Struktur der Schule)

sehr gut organisiert, klassenbezogene Ein- und Ausgänge, kein Einbahnstraßen-System

sehr gut organisiert, versetzte Pausen-Anfangszeiten, Einbahnstraßen-System, tgl. alle Schüler 3 Stunden im Unterricht, bisher nur Jahrgang 5

sehr gut organisiert, Einbahnstraßen-System, 4 verschiedene Ein- und Ausgänge ins Gebäude (klassenbezogen), Anfangs- und Pausenzeiten sind versetzt, Pausenhof unterteilt

sehr gut organisiert, versetzte Anfangszeiten, Einbahnstraßen-System

sehr gut organisiert, versetzte Anfangs- und Pausenzeiten, Pausenhof ist abgeteilt

gut organisiert, Einbahnstraßen-System im Treppenhaus, keine Pausen (3er Blöcke)

sehr gut organisiert, Einbahnstraßen-System im Treppenhaus, versetzte Anfangs- und Pausenzeiten, Pausenhof in 5 „Gehege“ unterteilt, pro Gehege eine Klasse, Probleme mit der Präsenzkraft (Aufgabengebiet)

sehr gut organisiert, versetzte Anfangszeiten, Einbahnstraßen-System im kompletten Gebäude, keine Waschbecken in den Klassenräumen

Behindertentoilette = TOP. Jungentoilette = Rinne nicht bespülbar – furchtbarer Gestank

alles gut organisiert; Schulhausverwalter sehr engagiert, hat guten Kontakt mit Reinigungskräften und regelt so vieles auf dem kleinen Dienstweg

der Schulschließungen bzw. die baldige Wiederöffnung der Schulen gefordert [8, 10, 11].

Pädiatrische Fachgesellschaften in Deutschland forderten bereits im April mit Blick auf die Bedürfnisse und Rechte der Kinder und Jugendlichen Entscheidungen für eine rasche Normalisierung der Situation für Kinder, „die sich nicht ausschließlich an einer hygienischen und epidemiologischen Risikominimierung für Erwachsene orientieren, sondern die stark genug sind, um langfristig Schaden von Kindern und Jugendlichen abzuwenden“. Am 20.4.2020 empfahl die DAKJ die Wiederaufnahme des Schulbetriebs. In einer weiteren Stellungnahme vom 4.5.2020 wurde auf die Publikationen verschiedener Pädiatrischer Fachgesellschaften (Neuropädiatrie, pädiatrische Kardiologie, pädiatrische Immunologie, Kinder- und Jugendrheumatologie, Pädiatrische Diabetologie) verwiesen und betont, dass eine „möglicherweise allzu großzügig ausgelegte Protektionsabsicht mehr schaden als nützen“ könne [12, 13].

Die am 19.5.2020 erschienene gemeinsame Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH), des Berufsverbandes der Kinder und Jugendärzte e.V.(BVKJ), der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie (DGPI), der Deutschen Akademie für Kinder- und Jugendmedizin (DAKJ) sowie der Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin (GHUP) [14] blieb weitgehend ungehört. Darin stellten die Fachgesellschaften vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Datengrundlage u.a. fest:

- „Kitas, Kindergärten und Grundschulen sollen zeitnah – unter Berücksichtigung der regionalen Neuinfektionsrate und der vorhandenen Kapazitäten – wiedereröffnet werden. Dies ist auf Seiten der Kinder ohne massive Einschränkungen, zu denen z.B. Kleinstgruppenbildung und Barrierschutzmaßnahmen wie Abstandswahrung und Maskentragen gehören würden, möglich. Entscheidender als die individuelle Gruppengröße ist die Frage der nachhaltigen Konstanz der jeweiligen Gruppe und Vermeidung von Durchmischungen.
- Kinder können in Grundregeln der Hygiene wie Händewaschen und achtsames Hygieneverhalten im Um-

gang miteinander, beim Essen und in den Sanitäreinrichtungen spielerisch und kindgerecht unterwiesen werden. Dies und die dazu erforderliche angemessene Ausstattung aller Schultoiletten und Händewaschplätze mit Seifenspendern und Papierhandtüchern hätte nach heutigem Wissensstand langfristig erhebliche positive Auswirkungen auf die Ausbreitung vieler anderer kontagiöser Erreger in solchen Einrichtungen“.

Des Weiteren betonten die Fachgesellschaften, dass Gemeinschaftseinrichtungen für Kinder und Jugendliche im Gegensatz zu Seniorenheimen per se keine Hochrisikoumgebung darstellen. Darüber hinaus dürfe der Nachweis einzelner Infektionen bei Kindern oder Schülern nicht automatisch zur erneuten Schließung der gesamten Kita oder Schule führen [14].

Vergleichbare Empfehlungen wurden aus Norwegen publiziert, das nach einem Lockdown im März 2020 bereits am 20.4.2020 Kitas, am 27.4.2020 Grundschulen und am 11. Mai Schulen für höhere Klassen wieder eröffnet hatten [15].

■ Schuljahr 2020

Für die schrittweise Wiederöffnung der Schulen ab Mai/Juni 2020 hatten die Kultusminister der Länder strenge Hygieneregeln vorgeschrieben. Angesichts der altbekannten Hygieneprobleme in Schulen – mangelnde Lüftung, mangelnde Reinigung, Hygieneprobleme in Sanitärbereichen (fehlende Ausstattung, Vandalismus) [5, 16, 17] hat das Gesundheitsamt die Einhaltung dieser Hygieneregeln in den Schulen im Rahmen von Vor-Ort-Begehungen überprüft. Dabei zeigte sich eine bemerkenswert gute Umsetzung der Vorgaben des Infektionsschutzgesetzes (Hygieneplan gemäß § 36 IfSG) und der COVID-Vorgaben des Kultusministeriums. Bei einer Umfrage des Gesundheitsamtes im Jahr 2006 hatten noch weniger als die Hälfte der Schulen Hygienepläne erstellt [18], jetzt waren es 100%. Waren noch 2018 erhebliche Klagen über unhygienische Zustände in den Sanitäranlagen in mehr als 90% der Frankfurter Schulen geäußert worden [17], hatten die Schulen resp. die Schulämter jetzt eine angemessene Ausstattung

der Sanitäreinheiten einschließlich der Wasch-Bereiche sichergestellt und die Reinigung durch Präsenzkkräfte und/oder Erhöhung der Reinigungsfrequenz verbessert. Die organisatorischen Vorgaben des Kultusministeriums wie Abstandsregeln, Wegeführung, Tragen von Masken (zumindest) außerhalb des Klassenraums waren umgesetzt.

In Frankfurt am Main wurden bis 31.07.2020 1977 SARS-CoV-2 positiv getestete Personen gemeldet, darunter 138 Kinder unter 15 Jahren [19]. Die weitaus meisten Kinder waren innerhalb der Familie von einem Erwachsenen infiziert worden, nur bei 5 Kindern war eine Übertragung in einer Kindergemeinschaftseinrichtung (Kita) – zwei davon außerhalb von Frankfurt – wahrscheinlich. Weder während des Notbetriebs zu Beginn der Pandemie noch im Zusammenhang mit der schrittweisen Wiederöffnung der Schulen vor den Sommerferien waren dem Gesundheitsamt Frankfurt Übertragungen auf oder zwischen Kindern im Schulsetting gemeldet worden [20].

Das Robert Koch-Institut legte im September 2020 eine Auswertung der ihm bis 11.08.2020 gemeldeten Ausbrüche (mindestens 2 Personen) vor: In lediglich 31 von 7.864 (0,4%) Ausbrüchen waren Schulen betroffen, mit 150 von 55.141 (0,3%) der gemeldeten Personen [21]. Eine weitere Auswertung bis Ende August bestätigte diese Daten [22].

■ Schuljahr 2020/2021

Rechtzeitig zum Beginn des Schuljahres 2020/2021 veröffentlichten Simon et al. detaillierte Empfehlungen für die Wiederaufnahme des Schulbetriebs [23]. Diese und weitere Untersuchungen und Stellungnahmen gingen in die Empfehlungen des Robert Koch-Institutes für Schulen „Präventionsmaßnahmen in Schulen während der COVID-19-Pandemie“ vom 12.10.2020 ein [24]. Vorrangige Ziele waren demnach die Aufrechterhaltung eines „regulären“, zuverlässigen und kontinuierlichen Unterrichtsangebots als Präsenzunterricht – bei bestmöglichem Schutz der Schüler und Beschäftigten, insbesondere durch Einhaltung von Abstand, Hygieneregeln und dem Tragen von Alltagsmasken, wenn der Mindestabstand nicht eingehalten werden kann – sowie von organisatorischen Vorgaben (Wegeführung, gestaffelte Schul- und Pausenkon-

zepte sowie das regelmäßige und korrekte Lüften (s.u.).

In der öffentlichen Diskussion zur Corona-Pandemie wurden ab Herbst 2020 „Luftreiniger“ auch für Schulen propagiert – insbesondere Lehrer und Eltern forderten die Installation solcher Geräte. Nicht zuletzt angesichts kritischer Stellungnahmen u.a. der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene und der Innenraumkommission des Umweltbundesamtes [25–27], vor dem Hintergrund jahrelanger konkreter Erfahrungen mit der Lüftungsproblematik in Schulen [18, 28–30] und angesichts der Erfahrung, dass in Schulen alles kaputt geht, was nur kaputt gehen kann und somit technikarme, „robuste“ Gebäude zu fordern sind [16], lehnte das Gesundheitsamt Frankfurt die Forderung nach solchen „Luftreinigungsgeräten“ ab und führte im Herbst 2020 stattdessen erneut die Kampagne „Frische Luft für frisches Denken“ [31] durch. Die Flyer wurden im Hinblick auf die Corona-Pandemie aktualisiert (Abbildung 1).

Die am 1. Februar 2021 erschienene S3-Leitlinie Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle der SARS-CoV-2-Übertragung in Schulen [32], bestätigt die Bedeutung der Fensterlüftung, sieht dabei den Betrieb einer geeigneten Lüftungs- oder Raumlufttechnischen Anlage als gleichwertig an und stellt eindeutig klar: „Räume, in denen keine Lüftungsmöglichkeiten über Fenster vorhanden sind und auch keine geeignete Lüftungs- oder Raumlufttechnischen Anlage zum Einsatz kommt, sollen nicht für den Unterricht genutzt werden“. Auch der Einsatz mobiler Luftreiniger als ergänzende Maßnahme könne nur „als ergänzende Maßnahme zum Lüften zur Aerosolreduktion erwogen werden, wenn grundsätzlich eine ausreichende Lüftung gewährleistet werden kann“. Eine Empfehlung zum Einsatz dieser Geräte wird also auch in dieser Leitlinie nicht ausgesprochen. [32]. Seipp und Steffen weisen darüber hinaus auf die Lärmbelastung durch den Betrieb der Geräte hin, die durch ein lautes Sprechen der Lehrer kompensiert werden muss, was wiederum mit einer höheren möglichen Virusfreisetzung verbunden und somit kontraproduktiv sein kann [33, 34]. Unter den o.g. Bedingungen wurde – auch in Frankfurt am Main – mit Beginn des Schuljahres 2020/2021

Regelbetrieb von Schulen unter Pandemiebedingungen

Corona-Update

Aerosole sind ein möglicher Übertragungsweg des neuartigen Corona-Virus SARS-CoV-2. Sie verteilen sich insbesondere in geschlossenen Innenräumen schnell im gesamten Raum.

Richtiges Lüften reduziert das Risiko der SARS-CoV-2-Infektion

Es ist auf eine intensive Lüftung der Räume (nicht nur Klassenräume, sondern alle Räume wie z.B. Lehrerzimmer, Sekretariate oder Versammlungsräume) zu achten.

Mindestens alle 45 Minuten ist eine Stoßlüftung bzw. Querlüftung durch vollständig geöffnete Fenster über mehrere Minuten vorzunehmen, wenn möglich auch öfter während des Unterrichts.

(Hygieneplan Corona für die Schulen in Hessen vom 12. August 2020, Hessisches Kultusministerium)

Einsatz von Luftreinigern, Ozon oder UV-Licht

Der Einsatz von mobilen Luftreinigern mit integrierten HEPA-Filtern in Klassenräumen reicht nach Ansicht der Innenraumlufthygiene-Kommission am Umweltbundesamt (IRK) nicht aus, um wirkungsvoll über die gesamte Unterrichtsdauer Schwebepartikel (z.B. Viren) aus der Raumluft zu entfernen.

Eine Behandlung der Luftinhalstoffe mittels Ozon oder UV-Licht wird aus gesundheitlichen ebenso wie aus Sicherheitsgründen von der IRK abgelehnt. Durch Ozonung und UV-induzierte Reaktionen organischer Substanzen können nicht vorhersehbare Sekundärverbindungen in die Raumluft freigesetzt werden. Beim UV-C sind es auch vor allem Sicherheitsaspekte, weshalb der Einsatz im nicht-gewerblichen Bereich unterbleiben sollte.

(Aus: Stellungnahme der IRK am Umweltbundesamt)

Tipps und Tricks – Experimente zum Selbermachen

- Bitte Sie die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Gesundheitsamtes oder des Amtes für Bau und Immobilien, Sie mit einem CO₂-Messgerät zu besuchen und experimentieren Sie gemeinsam in den Klassen:
 - Beobachten Sie, wie rasch der CO₂-Gehalt ansteigt – in Abhängigkeit von der Anzahl der SchülerInnen und Schüler im Raum.
 - Erfahren Sie, wie schnell der CO₂-Gehalt durch eine Quer- oder Stoßlüftung reduziert werden kann und dass eine Kipp- und Öffnung nicht effektiv ist.
 - Ermitteln Sie, dass der Luftaustausch im Winter rascher erfolgt als im Sommer – und warum.
- Das Stadtschulamt wird einen kleinen Satz CO₂-Ampeln für jede Schule beschaffen, die dann alternierend in den Klassen ausprobiert werden können, um ein Gefühl für die Luftqualität und notwendige Lüftungspausen zu bekommen.
- Alternativ können Sie sich ein CO₂-Messgerät oder eine sogenannte CO₂-Ampel vom Amt für Bau und Immobilien ausleihen. Diese zeigt durch ein optisches oder akustisches Signal erhöhte CO₂-Werte an. Die Fenster sollten dann geöffnet werden!
- Stellen Sie sich einen Kurzzeitwecker und lassen die Kinder nach 20 Minuten Unterricht stoßlüften.

Haben Sie weitere Fragen? Wir sind für Sie da!

Gesundheitsamt Frankfurt am Main,
Telefon: 069 212-38971
Amt für Bau und Immobilien,
Telefon: 01 60/91 750991

Gibt es Besonderheiten in Passivhausschulen?

Neue Gebäude wie nach der neuen Energieeinsparverordnung errichtete Schulen oder Passivhausschulen verfügen über eine besonders dichte Gebäudehülle und über eine Lüftungsanlage. Diese tauscht die „verbrauchte“ Luft gegen „frische“ Luft aus und erwärmt diese. In der Regel ist diese RL-Anlage aus energetischen Gründen nur in der Winterphase in Betrieb und wird im Sommer ausgeschaltet.

Klassenzimmer einer Passivhausschule...

...mit Lüftungsanlage

In der Sommerphase ist auch in Passivhausschulen und in anderen Schulen mit abgeschalteten Lüftungsanlagen Fensterlüftung erforderlich. Das heißt, bei abgeschalteter Lüftungsanlage soll im Sommer die Fensterlüftung mittels Stoßlüftung oder Querlüftung nach jeder Schulstunde und nach jeder Unterrichtsstunde zusätzlich nach 20 Minuten Unterricht durchgeführt werden.

Frische Luft für frisches Denken

Corona-Update

CO₂-Messung in einem Klassenraum mit laufender Lüftungsanlage in Abhängigkeit von der Anzahl der Menschen im Raum

Fällt die Lüftungsanlage oder die dazugehörige Steuerungstechnik aus, muss dies unmittelbar denjenigen mitgeteilt werden, die den Raum nutzen. Dann müssen auch in der „Winterphase“ die Klassenräume mittels Stoß- oder Querlüftung nach jeder Schulstunde und zusätzlich nach 20 Minuten Unterricht gelüftet werden.

Abbildung 1a: Flyer „Frische Luft für frisches Denken - mit Corona-Update“

Ohne frische Luft kein gutes Lernen!

Der Mensch muss atmen, um leben zu können. Sauerstoff wird eingeatmet und Kohlendioxid (CO₂) wird ausgeatmet.

Eine hohe Kohlendioxidkonzentration im Klassenraum bedeutet „schlechte, verbrauchte Luft“. Dies führt zu Müdigkeit, Konzentrationsmangel, eingeschränkter Leistungsfähigkeit und (bei hohen Belastungen) auch zu Kopfschmerzen.

Die Kohlendioxid(CO₂)-Konzentration wird als Indikator für die Raumluftqualität angegeben; Werte unter 1000 ppm gelten als gut, Werte über 2000 ppm als „nicht akzeptabel“.

Schlechte Luft in Schulen? Das muss nicht sein!

Da in Klassenräumen in der Regel viele SchülerInnen und Schüler auf engem Raum zusammen sind und Kohlendioxid ausatmen, steigt im Klassenraum die Kohlendioxidkonzentration rasch an.

Die Abbildung zeigt stark ansteigende CO₂-Werte (blau) bei Anwesenheit der SchülerInnen und Fensterlüftung (hellblau).

CO₂-Messung in einem Klassenzimmer ohne Lüftungsanlage in Abhängigkeit von der Anzahl der Menschen im Raum und der Fensterlüftung

Wie lüften?

Um Kindern und Lehrkräften ein gesundes Lernumfeld zu ermöglichen, muss das ausgeatmete CO₂ regelmäßig „rausgelüftet“ werden.

Wenn keine Lüftungsanlage vorhanden ist oder diese nicht in Betrieb ist, sind folgende Punkte zu beachten:

- Den Zugang zum Fenster nicht verstellen! Keine Blumenvasen, Bücher oder Bastmaterialien auf dem Fensterbrett abstellen.
- Mindestens nach jeder Schultunde (45 Minuten) sollte eine gute Pausenlüftung stattfinden.
- In Studien* wurde durch eine Zwischenlüftung nach 20 Minuten eine gute Luftqualität in Klassenräumen erreicht – verbunden mit:
 - Gesteigerter Aufmerksamkeit und höherem Lerneffekt bei den Kindern
 - Verminderter Herzfrequenz der Kinder als Indikator für geringeren Stress
 - Verringertem Geräuschpegel in der Klasse und damit einhergehend:
 - Verbesserung der sozialen Rahmenbedingungen und des Verhaltens der SchülerInnen und Schüler

*Heinrichs Kultusministerium, Frische Luft für frisches Denken, Neue Unterrichtsqualität in unseren Klassenräumen, Wiesbaden, 2008

Wie lüften?

Um Kindern und Lehrkräften ein gesundes Lernumfeld zu ermöglichen, muss das ausgeatmete CO₂ regelmäßig „rausgelüftet“ werden.

Wenn keine Lüftungsanlage vorhanden ist oder diese nicht in Betrieb ist, sind folgende Punkte zu beachten:

- Den Zugang zum Fenster nicht verstellen! Keine Blumenvasen, Bücher oder Bastmaterialien auf dem Fensterbrett abstellen.
- Mindestens nach jeder Schultunde (45 Minuten) sollte eine gute Pausenlüftung stattfinden.
- In Studien* wurde durch eine Zwischenlüftung nach 20 Minuten eine gute Luftqualität in Klassenräumen erreicht – verbunden mit:
 - Gesteigerter Aufmerksamkeit und höherem Lerneffekt bei den Kindern
 - Verminderter Herzfrequenz der Kinder als Indikator für geringeren Stress
 - Verringertem Geräuschpegel in der Klasse und damit einhergehend:
 - Verbesserung der sozialen Rahmenbedingungen und des Verhaltens der SchülerInnen und Schüler

*Heinrichs Kultusministerium, Frische Luft für frisches Denken, Neue Unterrichtsqualität in unseren Klassenräumen, Wiesbaden, 2008

Stoßlüften ist angesagt!

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.

Querlüftung als schnellste Alternative!

Bei der Querlüftung werden Fenster und die gegenüberliegende Tür gleichzeitig geöffnet. Dies ist die effektivste Lüftungsart, da sie die höchste Luftwechselrate bewirkt. Als problematisch erweist sich die Querlüftung manchmal, weil die SchülerInnen und Schüler einem „Durchzug“ ausgesetzt werden.

Stoßlüften ist angesagt!

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.

Querlüftung als schnellste Alternative!

Bei der Querlüftung werden Fenster und die gegenüberliegende Tür gleichzeitig geöffnet. Dies ist die effektivste Lüftungsart, da sie die höchste Luftwechselrate bewirkt. Als problematisch erweist sich die Querlüftung manchmal, weil die SchülerInnen und Schüler einem „Durchzug“ ausgesetzt werden.

Kipplüftung reicht nicht aus!

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

Abbildung. 1b: Flyer „Frische Luft für frisches Denken - mit Corona-Update“

„Regelbetrieb unter Coronabedingungen“ durchgeführt, d.h. Präsenzunterricht für die Schüler, unter Einhaltung der AHA+L-Regeln (Abstand, Hygiene, Alltagsmaske und Lüften). Angesichts des hohen Arbeitsanfalls in der zweiten Corona-Welle ab Oktober 2020 im Zusammenhang mit den SARS-CoV-2 Meldungen konnten leider keine weiteren standardisierten Hygiene-Begehungen durchgeführt werden, auch wenn dies unter „Regelbetrieb unter Coronabedingungen“ wünschenswert gewesen wäre. In enger Zusammenarbeit mit den Schulen stellte das Gesundheitsamt bei Bekanntwerden jedes Corona-Falles in einer Schule (Schüler oder Mitarbeiter) jetzt umgehend detaillierte Ermittlungen an und veranlasste umfangreiche Untersuchungen der Kontaktpersonen (Rachenabstriche und PCR-Testung auf SARS-CoV-2). Bei zwischen KW 35 und KW 52 insgesamt 110 dokumentierten „Vorgängen“, also ungeschützten Kontakten zwischen einem SARS-CoV-2 positiven „Index“-Fall und weiteren Personen wurden 3788 Kontaktpersonen (897 Erwachsene und 2891 Kinder) untersucht. 0,9% der Erwachsenen und 2,5% der Schüler wurden positiv getestet – bei hohen 7-Tagesinzidenzen bis über 200/100.000 in Frankfurt am Main [35–37]. In 69% der Fälle wurden keine Kontaktpersonen positiv getestet, in 26% 1–2 und in 10% der Fälle mehr als 2, mit einem Maximalwert von 4 Personen. Größere Ausbrüche, wie sie vereinzelt aus Schulen berichtet wurden [38, 39], wurden nicht bekannt. Bundesweit lag die Test-Positiven-Rate ab KW 43 >5% und ab KW 49 über 10%, also deutlich höher als bei den untersuchten engen Kontaktpersonen in den Kindergemeinschaftseinrichtungen. In Übereinstimmung mit zahlreichen Arbeiten aus vielen Ländern können Schulen demnach nicht als Hotspots und Kinder nicht als „Treiber der Pandemie“ bezeichnet werden [40–42, weitere Literatur bei 36].

Vor diesem Hintergrund waren die Schulschließungen im Zusammenhang mit dem erneuten Lockdown Ende Dezember 2020 in Deutschland aus fachlicher Sicht nicht nachvollziehbar. Die DGKH und pädiatrische Fachgesellschaften machten wiederholt darauf aufmerksam, dass Kinder in der Regel nicht schwer erkranken und warnten weiterhin vor den Kollateralschäden

der langen Schulschließungen [43–46]. Die teilweise hohen Inzidenzen bei Kindern und Jugendlichen nach vorsichtiger Wiederöffnung der Schulen nach den Osterferien in der KW 16/2021 mit 2×wöchentlicher Testpflicht für Schüler und Mitarbeiter mittels Antigentest waren nicht auf den Schulbetrieb zurückzuführen, da die Tests unmittelbar nach den 14-tägigen Ferien und vor/zu Schulbeginn vorgenommen werden mussten [47].

Mit weiter rückläufigen 7-Tagesinzidenzen und zunehmenden Impfungen der vulnerablen Gruppen und weiterer Bevölkerungsgruppen (Stand Ende Mai 2020) gibt es keine fachliche (und rechtliche) Begründung, die Schulen weiter geschlossen zu halten und den Kindern wichtige Entwicklungschancen vorzuenthalten. Die Daten der Kontaktpersonen-Nachverfolgung im Herbst 2020 (damals bei hohen 7-Tages-Inzidenzen und ohne Antigen-Testpflicht) zeigten, dass SARS-CoV-2-Übertragungen in Schulen weitgehend vermeidbar sind. Die Daten unserer Hygieneüberwachung bestätigten, dass Hygiene in Schulen durchaus umsetzbar ist, wenn die Bedeutung einer guten Hygiene in der Schulgemeinde akzeptiert und gelebt wird und eine ausreichende Unterstützung durch die Schulämter (Reinigung, Sanitärhygiene) gewährleistet wird.

■ Fazit

Hygiene in Schulen ist grundsätzlich ein wichtiges, aber häufig zu wenig beachtetes Thema. In der COVID-19-Pandemie zeigt sich die Bedeutung guter Hygiene ganz besonders. Im Rahmen der Begehungen von mehr als 100 Schulen in Frankfurt am Main waren die Hygieneregeln gut umgesetzt und die Sanitärhygiene insgesamt gut, nicht zuletzt, weil die Stadt auch das Reinigungspersonal aufgestockt hatte. Es bleibt zu hoffen, dass diese Verbesserung nachhaltig bestehen bleibt und auch durch die Aktion „Frische Luft für frisches Denken“ eine Verbesserung der Raumluftqualität durch vermehrtes Lüften nachhaltig umgesetzt wird. Die angesichts der COVID-19-Pandemie verschiedentlich angepriesenen Methoden der Luftreinigung durch Filtern oder UV-Behandlung dagegen sind für Schulen nicht wirklich geeignet. Wichtiger ist, dass die Schulgemein-

den selbst aktiv das Lüftungsproblem „in die Hand“ nehmen und durch eigenständiges, bedarfsorientiertes Lüften für eine gesundheitlich zuträgliche Luftqualität in der Schule sorgen.

■ Literatur

1. Haas W, an der Heiden M, Buda S, Rexroth U. Fachliche Stellungnahme zu Schulschließungen als bevölkerungsbezogene antiepidemische Maßnahme. *Epid Bull* 2020; 12: 7–8 DOI 10.25646/6552
2. Robert Koch-Institut: Wiedereröffnung von Bildungseinrichtungen – Überlegungen, Entscheidungsgrundlagen und Voraussetzungen. *Epid Bull* 2020;19: 6-12. DOI 10.25646/6826
3. Hessisches Ministerium für Soziales und Integration: Verordnung zur Bekämpfung des Corona-Virus. <https://www.hessen.de/fuer-buerger/corona-hessen/verordnungen-und-allgemeinverfuegungen>
4. Infektionsschutzgesetz vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 18. November 2020 (BGBl. I S. 2397) geändert worden ist.
5. Heudorf U. Hygiene und Infektionsprävention in medizinischen Einrichtungen und in Kindergemeinschaftseinrichtungen – Gesetzliche Grundlagen, Überwachungspraxis und Erfahrungen der Gesundheitsämter. *Gesundheitswesen* 2015; 77: 481–487.
6. Bayham J, Fenichel EP. Impact of school closures for COVID-19 on the US healthcare workforce and net mortality: a modelling study. *Lancet Public Health*. 2020 May;5(5):e271–e278. doi: 10.1016/S2468-2667(20)30082-7. Epub 2020 Apr 3. PMID: 32251626
7. Viner RM, Russell SJ, Croker H, et al. School closure and management practices during coronavirus outbreaks including COVID-19: a rapid systematic review. *Lancet Child Adolesc Health*. 2020 May;4(5):397-404. doi: 10.1016/S2352-4642(20)30095-X.
8. Levinson M, Cevik M, Lipsitch M. Reopening primary Schools during the pandemic. *N Engl J Med*. 2020 Sep 3;383(10):981-985. doi: 10.1056/NEJMms2024920.
9. Lee J. Mental health effects of school closures during COVID-19. *Lancet Child Adolesc Health*. 2020 Jun;4(6):421. doi: 10.1016/S2352-4642(20)30109-7.
10. Schober T, Rack-Hoch A, Kern A, von Both U, Hübner J. Kinder haben das Recht auf Bildung. Als Überträger von SARS-CoV-2 spielen Kinder eine geringere Rolle als bislang vermutet. *Deutsches Ärzteblatt* 2020; 117 (19); A 990–994.
11. Munro APS, Faust SN. Children are not COVID-19 super spreaders: time to go back to school. *Arch Dis Child*. 2020 Jul;105(7):618–619. doi: 10.1136/archdischild-2020-319474.
12. Stellungnahme der Deutschen Akademie für Kinder- und Jugendmedizin e.V. zu weiteren Einschränkungen der Lebensbedingungen von Kindern und Jugendlichen in der Pandemie mit dem neuen Coronavirus (SARS-CoV-2) vom 20.04.2020. <https://www.dakj.de/stellungnahmen/stellungnahme-der-deutschen-akademie-fuer-kinder-und-jugendmedizin-e-v-zu-weiteren-einschraenkungen-der-lebensbedingungen-von-kindern-und-jugendlichen-in-der-pandemie-mit-dem-neuen-coronavirus-sar/>
13. Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. Welche Grunderkrankungen legen Einschränkungen in der Teilnahme am Schulunterricht aufgrund der Corona-Pandemie nahe? Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ) im Austausch mit den Konventgesellschaften und mit Unterstützung des Berufsverbands der Kinder- und Jugendärzte (BVKJ). https://www.dgkj.de/fileadmin/user_upload/Meldungen_2020/200506_SN_SchulbefreiungRisikogruppen_final_alt.pdf
14. Walger P, Heininger U, Knuf M, et al. German Society for Hospital Hygiene (DGKH); German Society for Pediatric Infectious Diseases (DGPI); German Academy for Pediatric and Adolescent Medicine (DAKJ); Society of Hygiene, Environmental and Public Health Sciences (GHUP); Professional Association of Pediatricians in Germany (bvjk e.V.). Children and adolescents in the COVID-19 pandemic: Schools and daycare centers are to be opened again without restrictions. *GMS Hyg Infect Control*. 2020 May 28;15:Doc11. doi: 10.3205/dgkh000346.
15. Johansen B, Astrup E, Jore S, et al. Infection prevention guidelines and considerations for paediatric risk groups when reopening primary schools during COVID-19 pandemic, Norway, April 2020 *Euro Surveill*. 2020 Jun;25(22):2000921. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2020.25.22.2000921.
16. Heudorf U, Exner M: Hygiene in Schulen. Altbekannte Probleme nach wie vor aktuell. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* (2008) 51: 1297–1303.
17. Heudorf U, Neuhäusel T, Demircan Y, Leohardt K, Petrozziello S, Savas G. Toilettenhygiene in Schulen – ein altes und immer noch aktuelles Thema. *Gesundheitswesen*. 2020 Apr;82(4):345–353. doi: 10.1055/a-0955-5542. Epub 2019 Aug 8.
18. Heudorf U, Voigt K, Eikmann Th, Exner M. Hygiene in Schulen – auch eine wichtige Aufgabe des öffentlichen Gesundheitsdienstes. *Gesundheitswesen* (2011) 73: 730–736.
19. Heudorf U, Steul K, Gottschalk R. SARS-CoV-2 in children – insights and conclusions from the mandatory reporting data in Frankfurt am Main, Germany, March–July 2020. *GMS Hyg Infect Control*. 2020;15:Doc24. DOI: 10.3205/dgkh000359, URN: urn:nbn:de:0183-dgkh0003598

20. STADT FRANKFURT AM MAIN. Hygiene und Ausbruchmanagement in der Corona-Pandemie I Krankenhäuser, Altenpflegeheime, soziale Einrichtungen, Schulen und Kitas (Berichtszeitraum Frühjahr bis Spätsommer 2020). ISBN 978-3-941782-27-3
21. Buda S, an der Heiden M, Altmann D, Diercke M, Hamouda O, Rexroth U. Infektionsumfeld von erfassten COVID-19 Ausbrüchen in Deutschland. *Epid Bull* 2020; 38:3–12 DOI: 10.25646/7093
22. Otte im Kampe E, Lehfeld A, Buda S, Buchholz U, Haas W. Surveillance of COVID-19 school outbreaks, Germany, March to August 2020. *Euro Surveill* 2020;25(38):pii=2001645. <https://doi.org/10.2807/1560-7917>.
23. Simon A, Hübner J, Berner R, Huppertz H-I, Walger P, DAKJ: Maßnahmen zur Aufrechterhaltung eines Regelbetriebs und zur Prävention von SARS-CoV-2-Ausbrüchen in Einrichtungen der Kindertagesbetreuung oder Schulen unter Bedingungen der Pandemie und Kozyklisation weiterer Erreger von Atemwegserkrankungen. 4.8.2020 <https://www.dakj.de/allgemein/massnahmen-zur-aufrechterhaltung-eines-regelbetriebs-und-zur-praevention-von-sars-cov-2-ausbruechen-in-einrichtungen-der-kindertagesbetreuung-oder-schulen-unter-bedingungen-der-pandemie-und-kozykulat/>
24. Robert Koch-Institut: Präventionsmaßnahmen in Schulen während der COVID-19-Pandemie Empfehlungen des Robert Koch-Instituts für Schulen 12.10.2020 https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Praevention-Schulen.pdf;jsessionid=555F74CECA3BB9652C7E31F88F20B5DA.internet121?__blob=publicationFile
25. Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene e.V. (DGKH), Exner M, Walger P et al. Stellungnahme der DGKH: Zum Einsatz von dezentralen mobilen Luftreinigungsgeräten im Rahmen der Prävention von COVID-19. https://www.krankenhaushygiene.de/ccUpload/upload/files/2020_09_03_DGKH_Stellungnahme_Zum_Einsatz_von_dezentralen_Luftreinigern_zur_Praevention.pdf 2020; Stand: 25. September 2020
26. Umweltbundesamt (UBA). Mobile Luftreiniger in Schulen: Nur im Ausnahmefall sinnvoll; Empfehlungen des Umweltbundesamtes zum Einsatz von mobilen Luftreinigern als lüftungsunterstützende Maßnahme bei SARS-CoV-2 in Schulen. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/mobile-luftreiniger-in-schulen-nur-im-ausnahmefall> 2020; Stand: 22. Oktober 2020
27. Meier W, Wahlen C, Wahl H, Theiss K, Brixius B, Simon A. Offener Brief zu den Herausforderungen und zum Umgang mit der Coronavirus Pandemie bei Kindern- und Jugendlichen. <http://www.paedine-saar.de/index.php/news/item/160-offener-brief-zu-den-herausforderungen-und-zum-umgang-mit-der-coronavirus-pandemie-bei-kindern-und-jugendlichen>
28. Heudorf U. Feinstaubbelastungen in Schulen – Untersuchungsergebnisse und Lösungsansätze am Beispiel der Stadt Frankfurt am Main. *Das Gesundheitswesen* (2008) 70: 231–238.
29. Heudorf U. Raumlufthygienische Probleme in Schulen – Bringen Passivhausschulen die Lösung? *Umweltmed Forsch Prax* (2008) 13: 219–226.
30. Heudorf U, Neitzert V, Spark J: Particulate matter and carbon dioxide in classrooms – The impact of cleaning and ventilation. *Intern J Hygiene Environ Health* (2009) 212: 45–55.
31. Hessisches Kultusministerium und Unfallkasse Hessen. Frische Luft für frisches Denken. 2008 https://www.landkreis-pfaffenhofen.de/media/9581/frische_luft_fuer_frisches_denken.pdf
32. S3-Leitlinie Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle der SARS-CoV-2-Übertragung in Schulen. Registriernummer 027-076. https://www.bmbf.de/files/027-076k_Praevention_und_Kontrolle_SARS-CoV-2-Uebertragung_in_Schulen_2021-02.pdf
33. Steffens T, Seipp HM. Lüftthygiene in Unterrichtsräumen unter SARS-CoV-2-Bedingungen. Gefahrstoffe Teil I. Auswirkungen der Schallbelastung beim Einsatz mobiler Luftreiniger (MLR) 2021; 81: nr 3-4, S. 127–134.
34. Seipp HM, Steffens T. Lüftthygiene in Unterrichtsräumen unter SARS-CoV-2-Bedingungen. Teil II: Aerosolkonzentrationsgradienten und Beeinflussung der thermischen Behaglichkeit durch mobile Luftreiniger (MLR). 2021; 81: nr 3-4, 135–146
35. Heudorf U, Steul K, Walczok A, Gottschalk R. COVID-19 in Schulen. Keine Pandemie-Treiber“. *Deutsches Ärzteblatt* 2020; 117 | Heft 51–52 | 21. Dezember 2020 A
36. Heudorf U, Steul K, Walczok A, Gottschalk R. Kinder und COVID-19: Kontaktpersonen-Surveillance in Frankfurter Kitas und Schulen (August bis Dezember 2020). *Monatsschrift Kinderheilkunde* 2021; 169: 322–334.
37. STADT FRANKFURT AM MAIN. Hygiene und Ausbruchmanagement in der Corona-Pandemie II Krankenhäuser, Altenpflegeheime, soziale Einrichtungen, Schulen und Kitas (Berichtszeitraum Oktober bis Dezember 2020). ISBN 978-3-941782-28-0
38. Stein-Zamir C, Abramson N, Shoob H, Libal E, Bitan M, Cardash T, Cayam R, Miskin I. A large COVID-19 outbreak in a high school 10 days after schools' reopening, Israel, Maa 2020. *Euro Surveill.* 2020;25(29):pii=2001352. <https://doi.org/10.2807/1560-7917>. ES.2020.25.29.2001352
39. Hamburg #CoronaHH. Hamburgs Schülerinnen und Schüler infizierten sich außerhalb der Schule offensichtlich vier Mal so häufig wie in der Schule. <https://www.hamburg.de/coronavirus/14644922/2020-11-19-bsb-coronadaten-schulen/> und <https://www.tagesspiegel.de/wissen/von-bildungsbehoerde-unterdrueckte-corona-studie-einzelne-person-loeste-masseninfektion-an-hamburger-schule-aus/26753114.html>
40. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC): COVID-19 in children and the role of school settings in COVID-19 transmission. 6. August 2020. Stockholm: ECDC; 2020. <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/COVID-19-schools-transmission-August%202020.pdf>
41. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC): COVID-19 in children and the role of school settings in COVID-19 transmission. First update. 23. December 2020 Stockholm: ECDC; 2020. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/children-and-school-settings-covid-19-transmission>
42. Schoeps A, Hoffmann D, Tamm C, et al. COVID-19- transmission in educational institutions August to December 2020, Rhineland-Palatinate, Germany: a study of index cases and close contact cohorts. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.02.04.21250670v1.full>
43. Berner R, Walger P, Simon A, et al. Stellungnahme von DGPI und DGKH zu Hospitalisierung und Sterblichkeit von COVID-19 bei Kindern in Deutschland – Stand April 2021 21. April 2021(korr. Version) <https://www.krankenhaushygiene.de/pdfdata/presse/2021-04-21-Mortalitaet-Kinder.pdf>
44. Walger P, Huppertz I, Hübner J, Simon A, Exner M, Berner R. Kinder in der COVID-19 Pandemie (05.02.2021) https://www.krankenhaushygiene.de/pdfdata/2021_02_05_DGPI_DGKH_zu_Kindern_COVID19.pdf
45. Hübner J, Simon A, Exner M, et al. Aktualisierte Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie (DGPI) und der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH) zur Rolle von Schulen und Kindertagesstätten in der COVID-19 Pandemie. Version 18.1.2021. https://www.krankenhaushygiene.de/pdfdata/DGKH_DGPI%20Empfehlung_18_01_2021.pdf
46. Ravens-Sieberer U, Kasman A, Otto C, et al. Mental health and quality of life in children and adolescents during the COVID-19 pandemic – results of the COPSy study. *Dtsch Ärztebl Int* 2020; 117: 828–829. DOI: 10.3238/arztebl.2020.0828.
47. Heudorf U, Gottschalk R. SARS-CoV-2 und die Schulen – Was sagen die Daten? *Hessisches Ärzteblatt* 2021; 82: 358–362.