

Abschlussbericht des Gesundheitsamtes Hamburg-Nord zur Untersuchung eines COVID-19-Ausbruches in der Heinrich-Hertz-Schule im Spätsommer 2020

Der jahrgangsübergreifende COVID-19-Ausbruch in der Heinrich-Hertz-Schule Hamburg im September vergangenen Jahres hat bundesweit Aufmerksamkeit erregt. Erstmals seit Beginn der Pandemie gab es in Hamburg konkrete Hinweise auf eine Übertragung innerhalb der Schule. Jetzt liegt der ausführliche Bericht des zuständigen Gesundheitsamtes vor.

Das damalige Ausbruchsgeschehen konnte durch das Gesundheitsamt Hamburg-Nord durch effektive Maßnahmen zügig eingedämmt werden. Dies gelang auch durch die sehr gute Kooperation mit dem Schulkollegium sowie mit den betroffenen Eltern und Kindern vor Ort. Die notwendigen weiteren Hygienemaßnahmen in der Schule wurden zügig umgesetzt. Wegen der Besonderheit des Ausbruches zu diesem Zeitpunkt hatte das Gesundheitsamt Hamburg-Nord eine genaue Ausbruchsuntersuchung im Rahmen seines Public-Health Auftrages initiiert. Erstmals wurde in Hamburg zur Aufklärung eines Schulausbruches eine Sequenzierung von positiven Proben aus der schulischen Reihentestung beauftragt. Die Ergebnisse wurden mit den erhobenen Daten des Gesundheitsamtes und der Schule zusammengeführt und mit umfangreichen Untersuchungen der epidemiologischen, räumlichen, strukturellen und weiteren molekularbiologischen Zusammenhängen analysiert.

Einleitung

Seit Beginn der COVID-19 - Pandemie wird die Rolle der Schulen und der Kinder im Infektionsgeschehen sehr kontrovers diskutiert. Entsprechend wurde auch die Frage, inwieweit Präsenzunterricht stattfinden kann und muss, wiederholten Prüfungen unterzogen. Als die entstandenen Schäden bei Kindern und die allgemeinen Auswirkungen von Schließungen bekannt wurden, setzte sich ab der zweiten Welle der Pandemie die Ansicht, dass eine Schließung von Schulen die letzte Option sein müsse, international durch. Inzwischen besteht in diesem Punkt Einigkeit bei der WHO, dem CDC und dem ECDC.

Fundiertes Wissen über die genaue Dynamik von COVID-19 Schulausbrüchen als Grundlage für effektive Sicherheitskonzepte in der Pandemie ist für den Schulbetrieb mit Primärunterricht unerlässlich.

Daher untersuchte das Gesundheitsamt Hamburg-Nord im Rahmen seiner hoheitlichen Aufgaben den bis dahin größten Schulausbruch im Spätsommer 2020 in Hamburg ausführlich unter Berücksichtigung vieler beeinflussender Aspekte. Die wichtigsten Ergebnisse und Bewertungen der epidemiologischen, molekularbiologischen, strukturellen und räumlichen Analysen des COVID-19 - Ausbruches werden hier zusammenfassend dargestellt. Eine ausführliche wissenschaftliche Auswertung in englischer Sprache wird derzeit für die Publikation vorbereitet und nach Verfügbarkeit als Link auf den Seiten des Bezirksamtes Hamburg-Nord eingestellt.

Hintergrund

Nach der ersten Pandemiewelle und der Wiedereröffnung der Schulen im Sommer 2020 wurde größtenteils davon ausgegangen, dass Kinder weniger häufig infiziert werden oder andere anstecken, weniger symptomatisch oder selten schwer erkranken und noch seltener an einer COVID-19 Erkrankung versterben. Inzwischen ist bekannt, dass Kinder zwar empfänglich für eine Infektion sind (wenn auch etwas weniger als Erwachsene) und auch andere anstecken können, wie vermutet aber niedrige Hospitalisierungs- und Mortalitätsraten aufweisen (1). Die Mehrzahl der bisherigen Studien konnten Schulen nicht als pandemische Treiber identifizieren. Eine erste Beschreibung eines Ausbruches mit der aktuellen Delta-Variante in einer amerikanischen Primärschule liegt seit kurzem vor (1). Demnach hatte eine ungeimpfte Lehrkraft anwesende Schüler einer Primärschule ebenfalls in einer Unterrichtseinheit infiziert. Auch in dem hier beschriebenen Ausbruch waren die Beteiligten nicht geimpft.

Die Inzidenzen in Hamburg waren Ende August 2020 niedrig (<15) und der Sommer in Deutschland insgesamt sehr ruhig verlaufen. Diese Situation führte dazu, dass im ersten Hygienekonzept der Hamburger Schulen eine zum damaligen Zeitpunkt fachlich umstrittene generelle Maskenpflicht für Kinder nicht enthalten war, um sie nicht „unnötig“ zu belasten.

Das Hygienekonzept in Hamburger Schulen umfasste im Sommer 2020 im Wesentlichen:

- Ausschluss von Personen mit COVID-19 Symptomen, (außer bei leichter Rhinorrhoe)
- Kohortierung nach Klassenstufen:
 - o Aufhebung der 1,5 Meter-Abstandsregel in Klassenräumen und anderen beengten Räumen innerhalb der Klassenstufen, funktionelle Trennung zwischen den Stufen
- Pflicht, vor dem Unterricht die Hände zu waschen oder zu desinfizieren
- Maskenpflicht in Fluren, Treppenhäusern, Toiletten und Außenräumen
- Keine Pflicht zum Tragen von Mund/Nasenschutz für Schüler in Klassenräumen, für Lehrkräfte freiwillige Nutzung von Masken oder transparenten Visieren
- Empfehlung, mehrmals am Tag mit voll geöffneten Fenstern, möglichst mit Querlüftung, während der Pausen oder bei Bedarf auch während des Unterrichts zu lüften.

Bei dem betroffenen Schulgebäude handelt es sich um ein altes Haus. Einige Treppenaufgänge und z.T. auch Flure sind beengt und lassen in Stoßzeiten die Einhaltung der Mindestabstände kaum zu. Die nach Geschlechtern getrennten Waschräume und Toiletten auf den Etagen werden von mehreren Klassen und Klassenstufen gemeinschaftlich genutzt, was teilweise ebenfalls zu beengten Situationen führte. In den Klassenräumen war aus Sicherheitsgründen zunächst nur das Öffnen der kleinen oberen Klappen möglich. Vor Wiedereröffnung der Schulen wurden auch einige große Fenster in den Klassenräumen wieder einer manuellen Öffnung zugänglich gemacht, aber noch nicht vollumfänglich.

Ablauf und Methodik

Das Gesundheitsamt Hamburg-Nord wurde Anfang September von einem ersten positiven PCR-Testergebnis bei einer Lehrkraft informiert. Am selben Tag wurde ein weiteres positives Ergebnis von einer Schüler*in gemeldet, sodass das Gesundheitsamt einen Ausbruch vermutete und umgehend die Schulleitung sowie die Schul- und Gesundheitsbehörde informierte. Eine Quarantäne wurde für alle Schüler*innen und Lehrkräfte der betroffenen Jahrgänge sowie die nahen Kontaktpersonen bzw. Familienangehörigen ab dem folgenden Tag angeordnet und zwei Massen-PCR-Testungen über das FAST-Track-System veranlasst.

Erstmals wurde in einer Hamburger COVID-19 - Ausbruchsuntersuchung eine Sequenzierung von dem zuständigen Gesundheitsamt beauftragt und organisiert. Primärlabore, die positive PCR-Ergebnisse von diesem Ausbruch generiert hatten, wurden aufgefordert, das Material an das Zentrum für Diagnostik der Universitätsklinik Eppendorf (UKE) zur Sequenzierung weiterzuleiten. Nach Bestätigung der PCR-Testung wurde, soweit genügend Virus-RNA vorhanden war, im UKE und dem Heinrich-Pette-Institut (HPI) das gesamte Genom der positiven Proben sequenziert (Whole Genome Sequencing), mit vorhandenen Sequenzdateien in Datenbanken verglichen und eine erste Bewertung vorgenommen. Eine aktuelle phylogenetische Einordnung mit graphischer Darstellung und Deutung wurde 2021 im Robert Koch-Institut durchgeführt.

Es gelang nicht, alle Proben einer Sequenzierung zuzuführen, weil Probenmaterial nicht mehr überall verfügbar war. Innerhalb des Fast-Track-Verbundes hatten zahlreiche Hamburger PCR-Labore Proben erhalten. Von den zunächst in der SARS-CoV-2 PCR positiv getesteten 33 Schüler*innen liegen für 25 Schüler*innen und einem von 8 Elternteilen Sequenzen vor.

Daher mussten in einer aufwendigen epidemiologischen Untersuchung die genauen Details zu den Hintergründen des Ausbruches, dem Primärfall und möglichen Infektionsketten geklärt werden.

Retrospektive Nachverfolgung und detaillierte Recherche zu den involvierten Personen, dem Hintergrund und Umgebungsdaten in der Schule

Das gesamte Ausbruchsgeschehen wurde retrospektiv analysiert, zunächst durch die Auswertung, Ergänzung und Strukturierung der gewonnenen Daten des Gesundheitsamtes und der Schulleitung. Außerdem wurde die Schulleitung, alle SARS-CoV-2 positiv getesteten und anderweitig beteiligten pädagogischen Mitarbeiter*innen sowie Teile der involvierten Schüler*innen nach vorheriger Einwilligung der jeweils Verantwortlichen telefonisch befragt, ebenso wie einige Familienmitglieder.

Die räumlichen Bedingungen wurden geprüft und strukturelle Gegebenheiten wie der damals gültige Hygieneplan berücksichtigt.

Ergebnisse

Tabelle 1: In den Ausbruch involvierte Personen in dem betroffenen Gebäude: pädagogische Mitarbeiter*innen und Schüler*innen sowie zugehörige Familienmitglieder mit Laborergebnissen, Symptomstatus, Inkubationszeiten und Quarantänemaßnahmen

	Schüler*innen im Alter von 11-14 Jahren	Pädagogisches Personal	Familiäre Kontakte
Gesamt	368	177	93
davon PCR CoV+	33 (8.9 %)	3 (1.7 %)	7 (7.5 %)
ausbruchsassoziiert	31 (8.4 %)	3	3 (3.2 %)
von CoV+ sequenziert	25 (86,2 %)	0	1 (14.3 %)
Ausbruchscluster	24 (72,7 %)	0	1
andere Sequenzen	1 (3 %)	0	0
andere Quelle	2 (6 %)	0	4
mit COVID-19 Symptomen	26 (78,8 %)	2 (66,7 %)	7 (100 %)
ohne Symptome	7 (21,2 %)	1 (33,3 %)	0
Inkubationszeit in Tagen	1-9	4-5	2-4
Anzahl betroffener Klassen	7	7	7
nahe Kontakte mit Quarantäne von 14 Tagen	*238, nach Ausschluss 151	*40, nach Ausschluss 29	93

*Die Quarantäne wurde bei Schüler*innen und Personal nach Negativ-Testung deeskaliert.

PCR-Diagnostik und Sequenzierung

33 Schüler*innen, 3 pädagogische Mitarbeiter*innen und 7 Familienmitglieder wurden in der SARS-CoV-2 PCR positiv getestet. Eine Familie wurde epidemiologisch als nicht zugehörig identifiziert, was zum Ausschluss von einer Schüler*in und 3 Familienmitgliedern bei der Untersuchung führte.

Davon wurden die Proben von 26 Personen sequenziert, was 25 weitgehend übereinstimmende Sequenzen einer Viruslinie (B 1.1.77) und eine Probe mit der Sequenz einer anderen Viruslinie ergab. 21 Sequenzen stimmten überein und vier Proben enthielten unterschiedliche, jeweils einzeln auftretende, Punktmutationen. Die eine deutlich

abweichende Sequenz konnte einer Schüler*in zugeordnet werden, die oder der im weiteren Verlauf der Analysen von der Ausbruchsbetrachtung ausgeschlossen wurde.

Die genaue Sequenz des Ausbruchsclusters wurde zu dem Zeitpunkt weder in nationalen noch internationalen Genbankeinträgen hinterlegt, wohl aber phylogenetisch verwandte Sequenzen.

Epidemiologische Untersuchungen

In dem Zeitfenster von vier Schultagen vor der verhängten Quarantäne steckten sich vermutlich 31 Schüler*innen und 2 pädagogische Mitarbeiter*innen innerhalb der Schule mit dem SARS-CoV-2 Virus des Ausbruchsclusters an. Drei Familienmitglieder betroffener Schüler*innen wurden in der Folge ebenfalls infiziert, wobei ein weiterer positiv getesteter Fall nicht eindeutig dem Ausbruch zugeordnet werden konnte und ausgeschlossen wurde. Es ließ sich ein Mitglied des pädagogischen Personals (A) epidemiologisch durch genaue Fallrecherche und Ausschluss anderer potenzieller Indexpatienten als Primärfall ermitteln, von dem keine Sequenzen vorliegen. Im Zusammenhang mit zwei Unterrichtseinheiten, in denen A nur im nahen Kontakt mit Schüler*innen einen Baumwoll-Mundschutz trug, traten zahlreiche Infektionen mit SARS-CoV-2 auf. Von den Teilnehmenden, die alle keinen Mundschutz trugen, wurden später 23 Schüler*innen und ein Mitglied des pädagogischen Personals (B) positiv getestet.

Am nächsten Tag fand noch in zwei Klassen Unterricht mit A statt, von denen bei 4 Schüler*innen später eine Infektion nachgewiesen wurde. An diesem zweiten Tag trug A in der Schule durchgehend Mundschutz, hielt größere Abstände von > 1,5 m und redete weniger. Nachdem ein Krankheitsgefühl auftrat, beendete A die zweite Unterrichtseinheit nach 45 min und verließ die Schule.

Weitere Infektionen bei Schüler*innen anderer Klassen, einem Mitglied des Personals und Familienmitgliedern, die nicht im direkten Zusammenhang mit den Unterrichtseinheiten des Primärfalles stehen, wurden nachgewiesen. Hierbei spielten bei den vier Schüler*innen in der Übertragung wahrscheinlich vor allem Pausenkontakte zu Freunden der von A unterrichteten vier Klassen eine Rolle.

Räumliche Untersuchungen

Die wichtigsten Klassenräume, in denen der Unterricht während der zwei Tage stattfand, wurden ausgemessen und Sitzpläne erstellt. In einem Klassenraum waren die Belüftungsmöglichkeiten eingeschränkt, weil nicht alle Fenster geöffnet werden konnten und eine Querlüftung erschwert war. Mindestabstände konnten nicht immer eingehalten werden.

Analyse der Unterrichtseinheiten mit überproportional vielen Infektionen

Die verschiedenen Parameter wie Verhalten des Primärfalles, Tragen von Mundschutz, Belüftung und Expositionszeiten in den vier auffälligen Unterrichtseinheiten wurden

analysiert. Es wurde ein signifikanter Unterschied in der Infektionsrate pro Zeit zwischen den zwei Unterrichtstagen von A nachgewiesen.

Deutung

Bei den infizierten Personen, bei denen eine Sequenzierung erfolgte, ergab sich, bis auf eine Ausnahme, die gleiche Sequenz einer Viruslinie. Nur in den Sequenzen von vier Proben konnten einzelne Mutationen detektiert werden. Damit war ein Ausbruchscluster aus einer gemeinsamen Quelle nachgewiesen, was zu den epidemiologischen Ergebnissen zum Primärfall und den Infektionshäufungen („Super-Spreading-Ereignissen“) im betroffenen Zeitraum passt und einen Ausbruch im Schulsetting bestätigt.

Die Analyse der Ausbruchsdynamik während der betroffenen Unterrichtseinheiten ergab, dass die Verkürzung der Expositionszeiten, die Veränderung des Verhaltens der infektiösen Person, u.a. mit konstantem Gebrauch des Mund-Nasenschutzes, kombiniert mit veränderten Rahmenbedingungen zu einer deutlich reduzierten Übertragung am zweiten Tag geführt hatte. Wenn die nicht infizierten anwesenden Personen konstant einen Mund-Nasenschutz in den Klassenräumen genutzt hätten, wäre der Schutz vor einer SARS-CoV-2 Infektion, je nach Art der Maske, entsprechend den bekannten Berechnungen anderer Forscher*innen (siehe z.B. Literaturhinweis 2.), zusätzlich erhöht worden.

Die Schulleitung, Personal und Schüler*innen haben sich an die damals geltenden Hygienevorschriften der Schule und der Stadt Hamburg gehalten. Auch der Primärfall hat alle geltenden Regeln eingehalten. Die durchgeführte Kohortierung sorgte für ein begrenztes Infektionsgeschehen innerhalb der Schule. Das Gesundheitsamt hat in Kooperation mit der Schule durch sofortige Quarantäne und Massentestungen aller potenziellen Kontaktpersonen die zeitnahe Beendigung des Ausbruches erreicht.

Fazit:

Eine SARS-CoV-2 Übertragung innerhalb der Schule fand zwischen einem Mitglied des pädagogischen Personals und Schüler*innen sowie einem anderen Mitglied des Personals in „Super-Spreading-Ereignissen“ in Klassenräumen statt. Auch Infektionen durch Schüler*innen untereinander und von einigen Familienmitgliedern ereigneten sich, vermutlich ebenso eine einzelne Übertragung von Schüler*innen auf Personal. Der begrenzte und explosive Ausbruch ging mit hoher Wahrscheinlichkeit vor allem von zwei „Super-Spreading-Ereignissen“ an einem Tag in Klassenräumen aus und führte zu einigen weiteren Infektionen in den folgenden drei Tagen.

Hierbei begünstigte das zeitliche Zusammentreffen mehrerer negativer Einflussfaktoren die anfänglich überproportionale Übertragung des SARS-CoV-2 Virus: eine ansteckende sozial exponierte Person (A) vor Symptombeginn, fehlender Mundschutz bei den Schüler*innen und einer Lehrkraft (B) sowie beim Referieren des Primärfalles, lange Expositionszeiten, die Anwesenheit vieler Personen im Klassenraum mit partieller Unterschreitung der Mindestabstände bei z.T. nicht ausreichender Belüftung.

Bereits durch die Änderung des Verhaltens des Primärfalles und die Verkürzung der Expositionszeiten wurde die Übertragung am zweiten Tag stark reduziert. Nach Bekanntwerden des Ausbruches gelang durch eine sofortige Umsetzung von effektiven

Maßnahmen des Gesundheitsamtes eine schnelle Eindämmung. Es wurden nur wenige nahe Familienangehörige infiziert. Ein Übergreifen auf weitere Klassen oder Gebäude der Schule wurde verhindert, ebenso wie ein Virusaustrag in die Bevölkerung.

Die Ergebnisse sprechen für die hohe Effektivität von gebündelten Hygiene- und Sicherheitsmaßnahmen in Ergänzung zu Test- und Impfprogrammen, was auch im Hinblick auf die Bekämpfung neuer SARS-CoV-2 Virusvarianten helfen dürfte. Eine Masken-Pflicht für alle innerhalb der Gebäude sollte aufrechterhalten werden, solange die Inzidenz und die Durchimpfungsrate keine Entspannung der Gesamtlage zulassen. Detaillierte Belüftungskonzepte mit kontrollierter Belüftung, entweder durch moderne raumlufttechnische Anlagen (RLT) oder bei Fensterbelüftung mit Festlegung von Belüftungsarten und -zeiten sowie Benennung von Zuständigen, sind erforderlich. Räume, in denen eine ausreichende Belüftung trotzdem nicht gewährleistet werden kann, sollten vorerst mit weniger Personen und/oder zeitlich begrenzt genutzt werden.

Frau Dr. med. Sigrid Baumgarte
Virologin, Fachärztin für Mikrobiologie, Virologie und
Infektionsepidemiologie, Krankenhaushygienikerin
Gesundheitsamt Hamburg Nord

Frau Dr. med. Kirsten Bollongino
Leiterin des Gesundheitsamtes Nord
Bezirksamt Hamburg Nord
Eppendorfer Landstraße 59
20249 Hamburg

Hamburg, den 22.9.2021

Literaturhinweise:

1. LAM-HINE T, MCCURDY SA, SANTORA L, ET AL. OUTBREAK ASSOCIATED WITH SARS-CoV-2 B.1.617.2 (DELTA) VARIANT IN AN ELEMENTARY SCHOOL — MARIN COUNTY, CALIFORNIA, MAY–JUNE 2021. MMWR MORB MORTAL WKLY REP. EPUB: 27 AUGUST 2021.
DOI: [HTTP://DX.DOI.ORG/10.15585/MMWR.MM7035E2](http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm7035e2)EXTERNAL ICON
2. EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (ECDC). COVID-19 IN CHILDREN AND THE ROLE OF SCHOOL SETTINGS IN COVID-19 TRANSMISSION—SECOND UPDATE. 8 JULY 2021. STOCKHOLM: ECDC; 2021. AVAILABLE FROM [HTTPS://WWW.ECDC.EUROPA.EU/EN/PUBLICATIONS-DATA/CHILDREN-AND-SCHOOL-SETTINGS-COVID-19-TRANSMISSION#COPY-TO-CLIPBOARD](https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/children-and-school-settings-covid-19-transmission#copy-to-clipboard)
3. J. LELIEVELD, F. HELLEIS, S. BORRMANN, Y. CHENG, F. DREWNICK, G. HAUG, T. KLIMACH, J. SCIARE, H. SU UND U. POSCHL: „MODEL CALCULATIONS OF AEROSOL TRANSMISSION AND INFECTION RISK OF COVID-19 IN INDOOR ENVIRONMENTS“, INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH, 2020.