

# **Die Nebenwirkungen und die Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen zur Eindämmung des Coronavirus SARS-CoV-2 an Schulen – ein Thesenpapier**

Prof. Dr. Christof Kuhbandner

Lehrstuhl für Pädagogische Psychologie, Universität Regensburg

## **Kurzzusammenfassung**

An vielen Schulen werden zahlreiche Maßnahmen zur Eindämmung des Coronavirus SARS-CoV-2 ergriffen, wie beispielsweise eine durchgängige Maskenpflicht im Unterricht, ein Verzicht auf Körperkontakt, das Einhalten von Mindestabständen und umfangreiche Quarantänemaßnahmen im Falle eines einzigen positiven Coronavirus-Testergebnisses. Zur Begründung solcher Maßnahmen wird auf die in den Stellungnahmen der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina und der Gesellschaft für Virologie gemachten Empfehlungen sowie den Empfehlungen des Robert-Koch Instituts für den Schulbereich verwiesen.

Allerdings wurden in keiner dieser Stellungnahmen die möglichen momentanen wie langfristigen Nebenwirkungen der empfohlenen Maßnahmen auf das psychologische, physiologische und soziale Wohlbefinden der betroffenen Kinder und Jugendlichen geprüft und evidenzbasiert ausgeschlossen oder zumindest quantifiziert. Ebenso wenig wurde die Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen vor dem Hintergrund der existierenden empirischen Evidenz eines möglichen Nutzens hinsichtlich des Infektionsgeschehens und den möglichen negativen Nebenwirkungen geprüft und die Entscheidung für die Verhängung der Maßnahmen nachvollziehbar begründet.

Dies ist umso problematischer, da die empfohlenen Maßnahmen mit zahlreichen negativen Nebenwirkungen einhergehen können. Weiterhin zeigt eine Analyse des Infektionsgeschehens an Schulen, dass dort praktisch keinerlei relevantes Infektionsgeschehen zu beobachten ist. Zudem ist es inzwischen als klar belegt anzusehen, dass Kinder das Virus SARS-CoV-2 kaum weitergeben. Eine genauere Analyse der empirischen Evidenz für die Wirksamkeit der Maßnahmen insbesondere im Schulbereich zeigt zudem, dass die Wirksamkeit von Masken kaum belegt ist.

Die Verhältnismäßigkeit der an den Schulen ergriffenen Maßnahmen ist demnach als fragwürdig einzustufen. Angesichts dessen, dass Bund, Länder und Kommunen auch in Zeiten der Corona-Epidemie zur vollumfänglichen Umsetzung der UN-Kinderrechtskonvention verpflichtet sind, wonach bei Entscheidungen über Maßnahmen die dort verbrieften Schutz-, Förder- und Beteiligungsrechte von Kindern vorrangig zu berücksichtigen sind, ist die Nichtberücksichtigung der möglichen Nebenwirkungen der Maßnahmen und die fehlende Prüfung der Verhältnismäßigkeit als höchst problematisch einzustufen.

(Version 1.1 vom 18. Oktober 2020)

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung .....	3
2.	Ausgangsbasis: Die UN-Kinderrechte.....	4
3.	Negative Nebenwirkungen der Maßnahmen an Schulen.....	5
3.1.	Mögliche psychologische Nebenwirkungen .....	5
3.2.	Mögliche physiologische Nebenwirkungen .....	7
3.3.	Fehlende Studien und problematische Plausibilitätsargumente.....	8
3.4.	Zwischenfazit .....	9
4.	Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen an Schulen .....	9
4.1.	Ist die aktuelle Coronavirus-Gefahrenlage überhaupt groß genug, so dass es gerechtfertigt werden kann, mögliche Nebenwirkungen von Maßnahmen in Kauf zu nehmen? .....	9
4.1.1.	Gefahrenaspekt 1: Wie ist das Infektionsgeschehen aktuell ausgeprägt? .....	10
4.1.2.	Gefahrenaspekt 2: Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit eines schweren Krankheitsverlaufs? 16	
4.1.3.	Häufige Gegenargumente.....	18
4.1.4.	Zwischenfazit .....	23
4.2.	Ist die von Schülerinnen und Schülern ausgehende Infektionsgefahr überhaupt groß genug, so dass es gerechtfertigt werden kann, mögliche Nebenwirkungen von Maßnahmen in Kauf zu nehmen?.....	23
4.2.1.	Die von Schülern ausgehende Infektionsgefahr .....	23
4.2.2.	Die Viruslast bei Kindern.....	25
4.3.	Ist die empirische Evidenz für die Wirksamkeit von Masken überhaupt groß genug, so dass es gerechtfertigt werden kann, mögliche Nebenwirkungen von Maßnahmen in Kauf zu nehmen? .....	27
4.3.1.	Die Qualität der existierenden Studien.....	27
4.3.2.	Der Stand der Evidenz vor der Corona-Krise .....	28
4.3.3.	Die Evidenz seit Beginn der Corona-Krise .....	29
5.	Schlussfolgerungen zur Verhältnismäßigkeit der an Schulen ergriffenen Maßnahmen .....	32

## 1. Einleitung

An den Schulen werden in vielen Bundesländern zahlreiche Maßnahmen zur Eindämmung des Coronavirus ergriffen. Beispielsweise müssen in Bayern Schüler aller Altersstufen sobald sie ihren Sitzplatz verlassen auf dem Schulgelände grundsätzlich Mund-Nasen-Bedeckungen („Masken“) tragen. Wenn ein Sieben-Tage-Inzidenz-Wert von 35 pro 100.000 Einwohner überschritten wird, ist eine Maskenpflicht im Unterricht ab der 5. Klasse vorgeschrieben, bei einer Überschreitung einer Sieben-Tage-Inzidenz von über 50 müssen sogar Grundschüler durchgängig im Unterricht Masken tragen. Zudem gilt eine Maskenpflicht auch im Schulbus, was im Extremfall dazu führt, dass sechsjährige Kinder durchgängig von 7 bis 14 Uhr Masken tragen. Weiterhin werden die Schülerinnen und Schüler selbst in der ersten Klasse dazu aufgefordert, auf Körperkontakt (z.B. persönliche Berührungen, Umarmungen, Händeschütteln) zu verzichten und Berührungen von Augen, Mund und Nase zu vermeiden. Zudem soll, wo immer es im Schulgebäude möglich ist, generell auf einen Mindestabstand von 1,5 m geachtet werden.

Zur Begründung solcher Maßnahmen wird sowohl von politischer Seite als auch von Gerichten auf die in den Stellungnahmen der Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina ([https://www.leopoldina.org/uploads/tx\\_leopublication/2020\\_08\\_05\\_Leopoldina\\_Stellungnahme\\_Coronavirus\\_Bildung.pdf](https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2020_08_05_Leopoldina_Stellungnahme_Coronavirus_Bildung.pdf)) und der Gesellschaft für Virologie (<https://www.g-f-v.org/node/1326>) gemachten Empfehlungen für den Schulbereich sowie den Empfehlungen des Robert-Koch Instituts zu den Präventionsmaßnahmen an Schulen ([https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Praevention-Schulen.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Praevention-Schulen.html)) verwiesen. Für das Aussprechen von Empfehlungen bzw. die Begründbarkeit von Maßnahmen sind aus der Perspektive einer evidenzbasierten Medizin dabei aber eigentlich drei Aspekte evidenzbasiert zu prüfen:

- (1) Handelt es sich um Maßnahmen, deren Nutzen in Bezug auf die Virusausbreitung evidenzbasiert nachgewiesen ist?
- (2) Wurden mögliche physische, psychische und soziale Nebenwirkungen evidenzbasiert geprüft und ausgeschlossen bzw. quantifiziert?
- (3) Wurde die Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen hinsichtlich der existierenden Evidenz für einen Nutzen gegenüber den möglichen negativen Nebenwirkungen geprüft und nachvollziehbar bewertet?

Diese Prüfung ist zudem vor dem Hintergrund zu betrachten, dass Deutschland sich als Vertragsstaat dazu verpflichtete hat, die UN-Kinderrechtskonvention einzuhalten, demnach bei allen Maßnahmen, die Kinder betreffen, das Wohl des Kindes ein Gesichtspunkt ist, der vorrangig zu berücksichtigen ist.

In den genannten Stellungnahmen wird aber weder ersichtlich, dass mögliche negative Nebenwirkungen in Betracht gezogen worden wären, noch wird ersichtlich, dass die Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen vor dem Hintergrund der empirischen Evidenz für den Nutzen der Maßnahmen im Vergleich zu den möglichen Nebenwirkungen geprüft wurde.

Dies ist umso problematischer, da die empfohlenen Maßnahmen mit zahlreichen negativen momentanen wie langfristigen Nebenwirkungen auf das physische, psychische und soziale Wohlergehen von Kindern einhergehen können. Zusammen mit der Tatsache, dass an Schulen ein äußerst geringes Infektionsgeschehen zu beobachten ist und Kinder das Virus SARS-CoV-2 zudem kaum weitergeben, ist die Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen als höchst fragwürdig einzustufen. Angesichts dessen erscheint es unbedingt geboten, zum einen die an den Schulen ergriffenen Maßnahmen evidenzbasiert auf mögliche negative Nebenwirkungen zu prüfen, und zum anderen

deren Verhältnismäßigkeit zu prüfen, vor dem Hintergrund der existierenden Evidenz für einen Nutzen der schulischen Maßnahmen auf das Infektionsgeschehen in der Bevölkerung.

Dieses Thesenpapier hat zum Ziel, dafür eine Grundlage zu bieten. Zu diesem Ziel wird im Folgenden sowohl auf die möglichen negativen Nebenwirkungen der Maßnahmen als auch auf die Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen eingegangen, vor dem Hintergrund einer Betrachtung der aktuell vorhandenen empirischen Evidenz.

## **2. Ausgangsbasis: Die UN-Kinderrechte**

Als Ausgangspunkt wird auf einen wichtigen Punkt hingewiesen: Deutschland hat sich als Vertragsstaat dazu verpflichtet, die UN-Kinderrechtskonvention einzuhalten. Dort heißt es in Artikel 3 „Wohl des Kindes“:

„Bei allen Maßnahmen, die Kinder betreffen, gleich viel ob sie von öffentlichen oder privaten Einrichtungen der sozialen Fürsorge, Gerichten, Verwaltungsbehörden oder Gesetzgebungsorganen getroffen werden, ist das Wohl des Kindes ein Gesichtspunkt, der vorrangig zu berücksichtigen ist.“

In Bezug auf die während der Corona-Krise ergriffenen Maßnahmen sagte hierzu Claudia Kittel, Leiterin der Monitoring-Stelle UN-Kinderrechtskonvention beim Deutschen Institut für Menschenrechte, am 9. September im Rahmen des öffentlichen Expertengesprächs der Kinderkommission des Deutschen Bundestages zum Thema Auswirkungen der Corona-Krise auf die Rechte und Lebenslagen von Kindern (<https://www.youtube.com/watch?v=UXsovK5qWEU>):

„Die Kinderrechtskonvention (...) ist ein völkerrechtlicher Vertrag, mit dem Deutschland im Sinne der Staatenpflicht erklärt hat, die darin verbrieften Schutz-, Förder- und Beteiligungsrechte von Kindern (...) zu achten, zu schützen und zu gewährleisten. Menschenrechte – und damit auch die Kinderrechte – sind für alle Staaten auch in Krisenzeiten verbindlich, und Einschränkungen einzelner Menschenrechte, um ein anderes Recht zu sichern, müssen verhältnismäßig sein. (...) Zu Beginn der Pandemie war ein schnelles Handeln erforderlich, dabei haben die völkerrechtlich verbrieften Rechte von Kindern wie selbstverständlich in sämtlichen Abwägungsdiskussionen über die im Zuge der Corona-Maßnahmen eingeführten grundrechtlichen Einschränkungen jedoch keine Rolle gespielt.“

Auf derselben Expertenanhörung sagte Prof. Michael Klundt von der Hochschule Magdeburg-Stendal:

„Obgleich Bund, Länder und Kommunen auch in Zeiten der Corona-Pandemie zur vollumfänglichen Umsetzung der UN-Kinderrechtskonvention verpflichtet waren und sind, konnte mit dieser Untersuchung nachgewiesen werden, dass dies in der Praxis weitgehend versäumt wurde. So sind nachweislich elementare Schutz-, Fürsorge- und Beteiligungsrechte von circa 13 Millionen Kindern und Jugendlichen verletzt worden. Praktisch alle Entscheidungen und Maßnahmen der Politik seit März/April wurden somit völkerrechtsverstoßend und bundesgesetzwidrig ohne vorrangige Berücksichtigung des Kindeswohls vorgenommen. Die Kinder sind sozusagen aus der Perspektive herausgefallen. An vielen Stellen wurden die Kinder nicht nur ignoriert, die Kinderrechte oder der Kinderschutz hatten auf einmal fast eine ganz neue Wendung bekommen: Der Kindeswohlvorrang ist nicht nur ignoriert worden, sondern es wurde plötzlich aus dem Kinderschutz eigentlich nur der Schutz vor Kindern.“

Deutschland hat sich also eigentlich dazu verpflichtet, bei den Entscheidungen über Maßnahmen die in der Kinderrechtskonvention verbrieften Schutz-, Förder- und Beteiligungsrechte von Kindern vorrangig zu berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund wird im Folgenden auf die oben angesprochenen Punkte der möglichen negativen Nebenwirkungen der Maßnahmen und der Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen eingegangen.

### 3. Negative Nebenwirkungen der Maßnahmen an Schulen

Aus einer psychologischen und physiologischen Perspektive heraus betrachtet, sind mit den an Schulen ergriffenen Maßnahmen zahlreiche mögliche Nebenwirkungen verbunden. So schreibt beispielsweise die WHO in ihrer Stellungnahme zum Tragen von Masken bei Kindern (<https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1296520/retrieve>; Übersetzung durch den Autor):

„Mehrere Studien ergaben, dass Kinder bei der Verwendung von Masken über Faktoren wie Wärme, Reizung, Atembeschwerden, Unbehagen, Ablenkung, geringe soziale Akzeptanz und schlechte Maskenanpassung berichteten“.

Daraus wird später das übergreifende Grundprinzip abgeleitet:

„Erzeugen Sie keinen Schaden: Das Interesse, die Gesundheit und das Wohlbefinden des Kindes sollten priorisiert werden“.

Allerdings werden in der Stellungnahme der WHO keine Nebenwirkungen auf psychologischer Ebene betrachtet. Diese werden nur insofern einbezogen, dass beispielsweise entwicklungspsychologische Hintergründe beleuchtet werden, ab wann ein Kind dazu fähig ist, eine Maske richtig und zuverlässig zu tragen. Im Folgenden soll sowohl auf die möglichen psychologischen als auch physiologischen Nebenwirkungen der an Schulen ergriffenen Maßnahmen eingegangen werden.

#### 3.1. Mögliche psychologische Nebenwirkungen

Aus einer pädagogisch-psychologischen Perspektive heraus betrachtet ist mit weitreichenden negativen Effekten hinsichtlich der Entwicklung und Heranreifung unserer Kinder zu rechnen. So wird durch das Tragen von Masken die nonverbale Kommunikation extrem eingeschränkt, was insbesondere für kleinere Kinder einer der wichtigsten Kanäle für das Entstehen einer tragfähigen sozialen Beziehung darstellt. Weiterhin ist der Gesichtsausdruck einer der zentralen Signale, über welchen wir den eigenen emotionalen Zustand kommunizieren und den emotionalen Zustand des Gegenübers erschließen, was einer der fundamentalen Bausteine der Entwicklung einer hohen emotionalen und sozialen Kompetenz darstellt. So schreibt Prof. Manfred Spitzer in einer kürzlich erschienenen Übersichtsarbeit hierzu (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7417296/>; Übersetzung durch den Autor):

„Das Abdecken der unteren Gesichtshälfte verringert die Fähigkeit zu kommunizieren, zu interpretieren und die Fähigkeit, die emotionalen Ausdrücke der sozialen Interaktionspartner innerlich nachzuempfinden. Positive Emotionen werden weniger erkennbar und negative Emotionen werden verstärkt. Emotionale Mimikry, Ansteckung und Emotionalität im Allgemeinen werden reduziert und dadurch die Bindung zwischen Lehrenden und Lernenden, der Gruppenzusammenhalt und das Lernen beeinträchtigt – weil Emotionen hierfür einer der wichtigsten Antriebskräfte sind.“

Hinzu kommt, dass das Tragen von Masken die Sprachübertragung behindert. Zum einen werden höhere Frequenzen gedämpft, zum anderen wird das visuelle Signal von den Lippen vollständig behindert, was die verbale Kommunikation beeinträchtigt und mit der Gefahr von Missverständnissen einhergeht (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28054912/>).

Auch der Verzicht auf Körperkontakt geht mit psychologischen und sozialen Nebenwirkungen einher. Körperliche Berührungen stellen eines der essentiellen Elemente unseres menschlichen Daseins dar. Zahlreiche Studien zeigen, dass körperliche Berührungen für die kindliche Entwicklung und das Sozialverhalten im Allgemeinen von sehr großer Bedeutung sind. So ist beispielsweise der

Körperkontakt beim Trösten eines der zentrale Wirkelemente, in Freundesgruppen, in denen Berührungen untereinander normal und häufig sind, gibt es weniger Aggressionen, weiterhin werden durch angenehme Berührungen Stress abgebaut und das Immunsystem gestärkt. Über körperliche Nähe werden zudem Gefühle der sozialen Nähe und Unterstützung vermittelt, welche auf keinem anderen Weg in einer vergleichbaren Intensität herstellbar sind (für einen Überblick siehe <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0273229711000025>).

Aus psychologischer Perspektive betrachtet ist auch das Einhalten eines Mindestabstandes von 1,5 m mit Nebenwirkungen auf psychischer und sozialer Ebene verbunden. Aus kulturanthropologischen Studien ist bekannt, dass der eingehaltene Abstand zwischen Menschen eine wichtige soziale Signalfunktion hat: Für jede Kultur gibt es einen bestimmten Abstand, der als angenehm empfunden wird und förderlich für das gemeinsame Arbeiten, Lernen und Spielen ist ([https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-531-92764-0\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-531-92764-0_7)). Wird dieser Abstand unterschritten, fühlt sich das unangenehm, wird dieser Abstand nicht erreicht, bleibt man sich einander eher fremd. Interessanterweise gibt es keine Kultur auf dieser Welt, in welcher der für gute Freundschaften und enge Kooperationen ausschlaggebende räumliche Abstand bei 1,5 m liegt. Das Einhalten eines Mindestabstandes von 1,5 m könnte demnach den Aufbau von engeren sozialen Bindungen und Freundschaften beeinträchtigen und sich auch negativ auf bereits bestehende soziale Kontakte auswirken. So schreibt der Berufsverband Deutscher Psychologinnen und Psychologen in einem Artikel zu den Auswirkungen der Maßnahmen auf die nonverbale Kommunikation (<https://www.bdp-verband.de/aktuelles/2020/06/corona-und-die-nonverbale-kommunikation.html>):

„Genauso könnte es sein, dass wir durch vergrößerte Abstände zu uns sonst viel näher stehenden Menschen unsere Gesprächsthemen und unser sonstiges Kommunikationsverhalten anpassen und dadurch eine Entfernung zwischen den Interaktionspartner\*innen auftreten könnte.“

Problematisch sind auch insbesondere für kleinere Kinder Verbote, sich im Gesicht zu berühren. Entwicklungspsychologisch gesehen sind kleinere Kinder praktisch nicht in der Lage, solche Verbote umzusetzen. Dementsprechend werden damit beim Kind Schuldgefühle ausgelöst, welche insbesondere mit Hinblick auf den Zweck dieses Verbots – das Leben anderer Personen „zu schützen“ – mit dramatischen Konsequenzen für die Entwicklung des Kindes verbunden sein können.

Das Auslösen von Schuldgefühlen und Angst stellt vermutlich eines der größten Risiken dar, welche von den an den Schulen ergriffenen Maßnahmen ausgehen. Durch die Maßnahmen wird den Kindern permanent vermittelt, dass sowohl von anderen eine große Gefahr für sie selbst ausgeht, als auch von ihnen selbst für andere. Damit können sowohl intensive Ängste als auch intensive Schuldgefühle einhergehen, was zu sozialem Rückzug bis hin zur Entwicklung von Angststörungen und Depressionen führen kann (<https://jamanetwork.com/journals/jamapediatrics/article-abstract/2765196>). So gibt es Berichte von Kindern, die große Angst davor haben, für den Tod ihrer Eltern oder Großeltern verantwortlich zu sein (z.B. <https://www.spiegel.de/gesundheit/coronavirus-was-muss-ich-tun-damit-ich-die-grosseltern-wieder-besuchen-darf-a-2600d8d0-358e-4168-864a-122e06e90f7a>), was zu fundamentalen Entwicklungsstörungen führen kann. Kindern eine solche „Verantwortung“ aufzulasten ist aus pädagogischer Perspektive absolut unzulässig. So schreibt beispielsweise Doris Graf, Leiterin der Staatlichen Schulberatungsstelle für Oberbayern-West und 2. Vorsitzende des Landesverbands Schulberatung einen Artikel zu den ergriffenen Maßnahmen (<https://lbsp.de/2020/08/01/freie-kommunikation-fuer-kinder-und-jugendliche/>):

„Kinder tragen keine Verantwortung für Erwachsene. So ist es nicht statthaft, die kindliche Unbeschwertheit und ungestörte Entwicklungsmöglichkeiten (durch Unterbinden kommunikativer Kontakte) für das (gesundheitliche) Wohl ihrer Erzieher einzufordern.“

Hinzu kommen die möglichen negativen Effekte umfassender Quarantänemaßnahmen auf das Lernen und Wohlbefinden von Heranwachsenden. So sind beispielsweise in Bayern laut offiziellen Angaben in den letzten beiden Wochen 800 positive Testergebnisse (also nicht Infektionen, wie unten genauer ausgeführt, sind hier vermutlich relativ viele falsch-positive Testergebnisse darunter) bei Schülerinnen und Schülern aufgetreten, was dazu geführt hat, dass sich aktuell rund 19.000 Schüler und Schülerinnen in Quarantäne befinden (Stand 16. Oktober: <https://www.sueddeutsche.de/bildung/schulen-muenchen-maskenpflicht-auch-im-hort-mehr-corona-positive-schueler-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-201016-99-969855>). Hier ist noch anzumerken, dass für Quarantänemaßnahmen bereits der Erhalt eines einzigen positiven Testergebnisses ausreichend ist und Bestätigungstests nicht vorgesehen sind, so dass mögliche falsch-positive Testergebnisse nicht ausgeschlossen werden. Zudem müssen nahe Kontaktpersonen selbst dann in Quarantäne, wenn sie ein negatives Testergebnis aufweisen.

### 3.2. Mögliche physiologische Nebenwirkungen

Auf physiologischer Ebene werden als mögliche Nebenwirkungen des Tragens einer Maske erhöhter Atemwiderstand, steigende CO<sub>2</sub>-Konzentration im Blut, Blutdruckschwankungen, beschleunigter Herzschlag, Schwindel, Unwohlsein und Kopfschmerzen, Wärme- und Feuchtigkeitsansammlung und Hautprobleme diskutiert (<https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/bsp.2011.0009>), in Einzelfällen sogar Panik, Verwirrtheit, Bewusstlosigkeit und Krämpfe beim Vorhandensein bestimmter Vorerkrankungen (<https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/112344/Nicht-fuer-jeden-ist-das-Tragen-einer-Maske-unbedenklich>). So gibt es Berichte von Lehrkräften, Eltern und Ärzten, dass vermehrt Kopfschmerzen, Übelkeit und Schwindel bei Kindern zu beobachten sind (<https://www.wp.de/region/sauer-und-siegerland/maskenpflicht-schueler-beklagen-kopfschmerzen-und-uebelkeit-id230256348.html>).

Belegt wird dies auch durch aktuelle Studien an Erwachsenen. In einer kürzlich im Deutschen Ärzteblatt veröffentlichten Studie (<https://www.aerzteblatt.de/archiv/215610/Einfluss-gaengiger-Gesichtsmasken-auf-physiologische-Parameter-und-Belastungsempfinden-unter-arbeitstypischer-koerperlicher-Anstrengung>) trugen 24 Probanden aus dem Bereich der Krankenhausbelegschaft für je neun Minuten eine FFP2-Maske, einen chirurgischen Mund-Nasen-Schutz und eine Stoffmaske („Community Mask“) unter arbeitstypischen Belastungsbedingungen. Das Tragen einer Maske führte bei allen Masken zu einem signifikanten Anstieg des arteriellen CO<sub>2</sub>-Partialdrucks. 14 der 24 Probanden beklagten maskenspezifische Beschwerden (n = 11 Dyspnoe, n = 4 Kopfschmerzen, n = 2 Hitzegefühl, n = 1 Schwindel), wobei 13 dieser 18 Beschwerdeangaben FFP2-Masken betrafen. Angesichts dessen, dass Schülerinnen und Schüler bei einer Maskenpflicht im Unterricht und in Schulbussen in etwa 7 Stunden pro Tag durchgängig Masken tragen müssen, ist zum einen bemerkenswert, dass solche Effekte bereits nach dem neunminütigen Tragen einer Maske zu beobachten sind. Hinzu kommt, dass bei Kindern der prozentuale Anteil des Totraumvolumens der Maske am Gesamatemvolumen größer ist und sich der Durchströmungswiderstand der Maske aufgrund der schwächer ausgeprägten Atemmuskulatur stärker auswirken kann, so dass zu vermuten ist, dass solche Effekte bei Kindern sogar noch stärker ausfallen.

Als Konsequenz können sich im harmloseren Fall Konzentrationsschwächen und Leistungseinbußen einstellen. Im Extremfall sind dramatischere Wirkungen auf das körperliche Wohl eines Kindes vorstellbar, wenn beispielsweise beim Auftreten körperlicher Komplikationen nicht entsprechend gehandelt wird. Weiterhin finden im Gehirn von Kindern noch zahlreiche sensitive Entwicklungsprozesse statt, die womöglich durch die beschriebenen physiologischen Nebenwirkungen beeinträchtigt werden könnten.

### 3.3. Fehlende Studien und problematische Plausibilitätsargumente

Angesichts der zahlreichen – und zum Teil dramatischen – möglichen Nebenwirkungen wäre es sowohl aus medizinethischer Perspektive als auch aus der Perspektive der in der Kinderrechtskonvention verbrieften Schutz-, Förder- und Beteiligungsrechte von Kindern zwingend nötig, das mögliche Auftreten solcher Nebenwirkungen vor der Einführung einer Maskenpflicht für Schülerinnen und Schüler empirisch zu prüfen und deren Auftreten auszuschließen bzw. die Häufigkeit des Auftretens zu quantifizieren. Bei der Entwicklung von Medikamenten beispielsweise ist die Prüfung von Nebenwirkungen ein verpflichtender Aspekt. Ähnlich ist es im Bereich des Tragens von Atemschutzgeräten im beruflichen Bereich. Dort ist es verpflichtend, dass die individuelle Eignung einer Person von einem Arbeitsmediziner oder Arzt bestätigt und dabei die Arbeitsplatzverhältnisse wie z.B. Klima und Tragedauer des zu verwendenden Atemschutzgerätes berücksichtigt wird ([http://regelwerke.vbg.de/vbg\\_dguvr/dr112-190/dr112-190\\_0.html](http://regelwerke.vbg.de/vbg_dguvr/dr112-190/dr112-190_0.html)).

Hier stößt man auf ein erstes grundlegendes Problem: es gibt kaum Studien zu den möglichen negativen Nebenwirkungen. So gibt es meines Wissens keine einzige Studie, welche die Wirkungen des mehrstündigen Tragens von Masken auf physiologischer und psychologischer Ebene untersucht hätte. So müssen beispielsweise in Bayern ab der 5. Klasse ab einer 7-Tage-Inzidenz von über 35 pro 100.000 Einwohner im Unterricht – selbst im Sportunterricht – durchgängig Masken getragen werden, ab einer 7-Tage-Inzidenz von über 50 pro 100.000 Einwohner ist das sogar in der Grundschule der Fall. Zudem gilt eine Maskenpflicht für alle Schüler, sobald sie sich außerhalb ihrer Klassen auf dem Schulgelände bewegen sowie im Schulbus. Das bedeutet im Extremfall, dass sechsjährige Kinder durchgängig von 7 Uhr morgens bis 14 Uhr nachmittags Masken tragen. Hier ist noch zu beachten, dass kleinere Kinder nicht in der Lage sind, vorgegebene Regeln selbstgesteuert zu hinterfragen, was dazu führt, dass Kinder nicht von sich aus die Masken ab und an lüften, sondern diese auch wirklich durchgängig tragen.

Da diesbezüglich oft der Vergleich mit Ärzten angestellt wird, die ja auch stundenlang während Operationen Masken tragen, ohne dass sich Beeinträchtigungen zeigen würden, sei noch auf folgenden Punkt hingewiesen: Das Tragen von Masken im Klassenzimmer ist nicht vergleichbar mit dem Tragen von Masken in Operationssälen. Operationssäle sind mit Hochleistungsbelüftungssystemen ausgestattet, welche einen Überdruck aufrechterhalten und den Sauerstoffgehalt der Raumluft erhöhen (<https://www.management-krankenhaus.de/news/belueftung-von-op-reinraeumen>). Zudem werden die Masken dort bei Durchfeuchtung sofort gewechselt, was im Klassenzimmer aufgrund der begrenzten Anzahl der Masken pro Kind nicht möglich ist.

Wichtig ist noch anzumerken, dass hier reine Plausibilitätsargumente keinesfalls ausreichend sind, sondern unter Umständen sogar problematisch sein können. Beispielsweise sagte der Sprecher des Berufsverbandes der Kinder- und Jugendärzte (BVKJ), Dr. Jakob Maske, gegenüber der Deutschen Presse-Agentur (zitiert nach der Welt: <https://www.welt.de/wissenschaft/article217116574/Coronavirus-Angebliche-Todesfaelle-Ist-die-Maske-gefaehrlich-fuer-Kinder.html>):

„Auch kleine Kinder könnten einen Mundschutz tragen. 'Das ist gar kein Problem', erklärt der Experte. Angenommen, ein Kind würde tatsächlich nicht genügend Sauerstoff oder zu viel CO<sub>2</sub> einatmen, dann würde es müde werden und sich abgeschlagen fühlen, so der Mediziner. In diesem Fall nähme das Kind die Maske von allein ab“.

Angesichts dessen, dass es hierzu keinerlei empirische Studien dazu gibt, handelt es sich bei der Aussage um eine bloße Hypothese. Wenn strikte Regeln von sozialen Instanzen vorgegeben werden,

ist es aber beispielsweise aus psychologischer Perspektive nicht notwendigerweise zu erwarten, dass insbesondere kleinere Kinder sich in einem solchen Fall von sich aus die Maske abnehmen werden. Dementsprechend ist die Aussage des Sprechers BVKJ eigentlich als Hinweis auf das Risiko zu werten, welches mit einer Maskenpflicht für Kinder einhergeht, und es wäre unbedingt vor der Einführung einer Maskenpflicht empirisch zu validieren, ob sich Kinder tatsächlich unter den an Schulen gegebenen Bedingungen die Maske von selbst ausziehen, wenn sie sich schlapp fühlen.

### **3.4. Zwischenfazit**

Zusammenfassend kann man sagen: Die Einführung einer Maskenpflicht für Schülerinnen und Schüler sowie die weiteren für Schulen empfohlenen Maßnahmen stellen ein Experiment mit unklarem – und im Extremfall womöglich sogar dramatischem – Ausgang für deren momentanes und langfristiges physisches, psychisches und soziales Wohlbefinden dar. Angesichts der beschriebenen möglichen Nebenwirkungen ist es als höchst problematisch einzustufen, Maßnahmen wie eine Maskenpflicht für Schülerinnen und Schüler zu empfehlen bzw. zu verordnen, ohne zuvor evidenzbasiert mögliche generelle negative Nebenwirkungen auszuschließen, und ohne eine verpflichtende Prüfung der gesundheitlichen Voraussetzung eines jeden Schülers zu empfehlen bzw. zu verordnen. Es erscheint aus dieser Perspektive heraus hoch problematisch, wenn wie aktuell in Bayern der Erwerb von Attesten zur Maskenbefreiung stattdessen erschwert wird, indem Zusatzklauseln eingeführt werden, nach denen auf Attesten die zugrundeliegende Diagnose angegeben werden muss, was einen Bruch mit der ärztlichen Schweigepflicht als Grundlage für ein geschütztes Arzt-Patient-Verhältnis darstellt. Abschließend ist noch der Hinweis wichtig, dass das Einführen von Maßnahmen ohne wissenschaftliche Grundlage und klare Hinweise auf Unbedenklichkeit bei denen, die sie anordnen, zu rechtlichen Konsequenzen führen kann.

## **4. Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen an Schulen**

Bevor bestimmte Maßnahmen empfohlen bzw. verordnet werden können, müssen die Maßnahmen auf ihre Verhältnismäßigkeit in Bezug auf den Nutzen hinsichtlich des Infektionsgeschehens im Vergleich zu den Kosten hinsichtlich (möglicher) negativer Nebenwirkungen geprüft werden. Auch das wird an keiner Stelle der Stellungnahmen der Leopoldina und der Gesellschaft für Virologie gemacht bzw. in den entsprechenden Regierungserklärungen erwähnt.

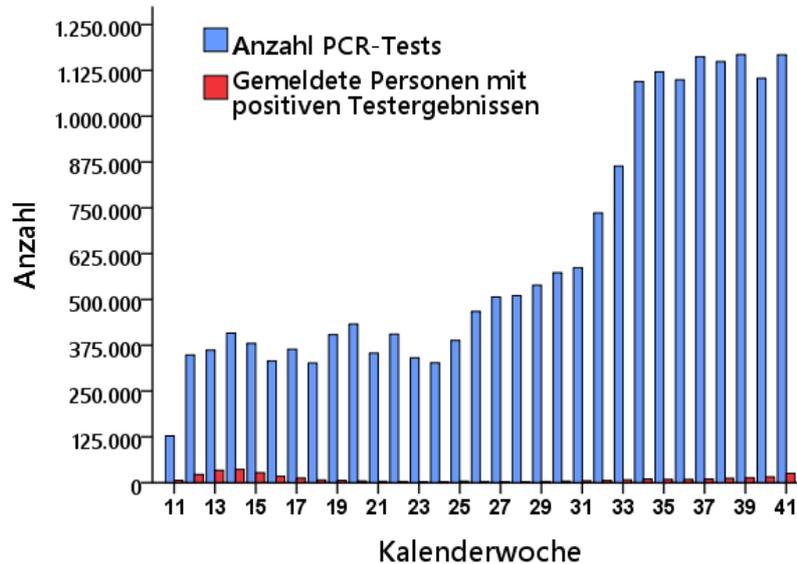
Hinsichtlich der Verhältnismäßigkeit sind insbesondere drei Punkte relevant, auf die im Folgenden eingegangen werden soll: Die aktuelle Coronavirus-Gefahrenlage insbesondere mit Blick auf die Schulen, die von Kindern ausgehende Infektionsgefahr und die empirische Evidenz zur Wirksamkeit der ergriffenen Maßnahmen.

### **4.1. Ist die aktuelle Coronavirus-Gefahrenlage überhaupt groß genug, so dass es gerechtfertigt werden kann, mögliche Nebenwirkungen von Maßnahmen in Kauf zu nehmen?**

Hinsichtlich der von einem Virus ausgehenden Gefahr sind insbesondere zwei Aspekte ausschlaggebend: Erstens, wie ist das Infektionsgeschehen aktuell ausgeprägt? Und zweitens, wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass bei einer infizierten Person ein schwerer Krankheitsverlauf auftritt? Beide Aspekte sollen im Folgenden behandelt werden.

#### 4.1.1. Gefahrenaspekt 1: Wie ist das Infektionsgeschehen aktuell ausgeprägt?

Den ersten Aspekt kann man sich anhand der Entwicklung der Anzahl der Neuinfektionen ansehen. Die folgende Abbildung 1 zeigt die Anzahl der durchgeführten Tests pro Woche und die Anzahl der bei den Gesundheitsämtern gemeldeten Personen mit positiven Testergebnissen pro Woche seit Kalenderwoche 11 (Quelle: RKI-Lagebericht vom 14. Oktober und Daten Hub RKI: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=f10774f1c63e40168479a1feb6c7ca74>, Stand 14. Oktober):



**Abbildung 1:** Anzahl durchgeführter Coronavirus-PCR-Tests und Anzahl der neu gemeldeten Personen mit positiven Testergebnissen für die Kalenderwochen 11 bis 41.

Wie Abbildung 1 zeigt, ist die Anzahl der Neuinfektionen von 36.068 in der Hochphase in der 14. Kalenderwoche auf in etwa 2.339 in der 24. Kalenderwoche gesunken und aktuell wieder auf 25.494 gestiegen. Man könnte also den Eindruck einer „zweiten Welle“ gewinnen.

Allerdings gibt es bei der Interpretation dieser Zahlen drei wichtige Probleme zu beachten.

##### **Problem 1: Anstieg der Testanzahl**

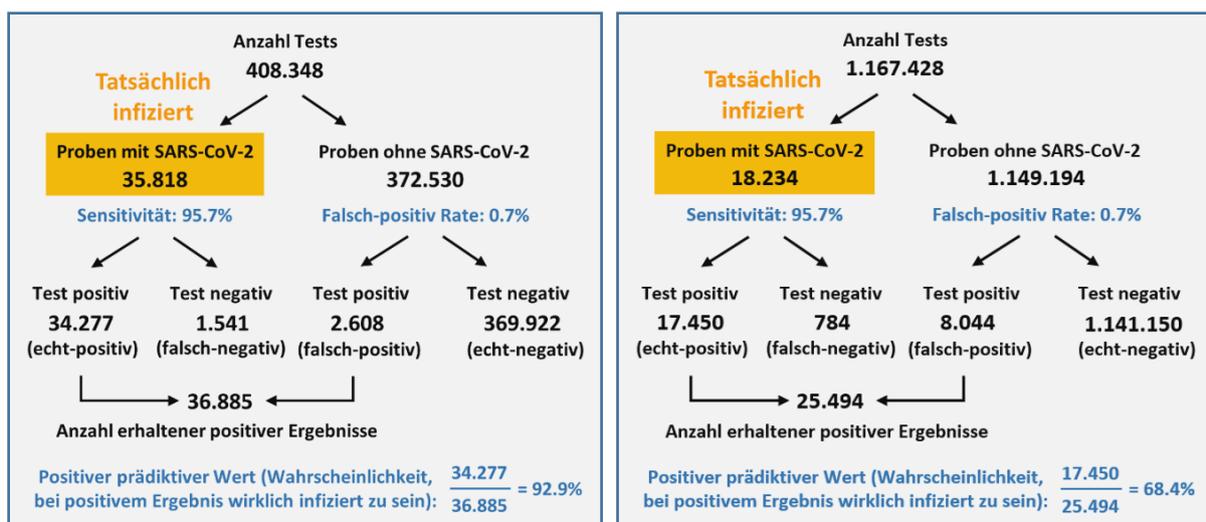
Ein erster wichtiger Punkt ist, dass diese Zahlen vor dem Hintergrund zu betrachten sind, dass die Anzahl der Tests stark zugenommen hat – von 408.348 in der Hochphase Anfang April auf aktuell 1.167.428. Betrachtet man den prozentualen Anteil erhaltener positiver Testergebnisse, zeigt sich, dass der momentane Anstieg hinsichtlich des Anteils erhaltener positiver Testergebnisse vergleichsweise gering ist. Der prozentuale Anteil positiver Testergebnisse ist von 9,0% Anfang April auf 0,6% in der 28. Kalenderwoche gesunken und aktuell auf 2,5% gestiegen – ein im Vergleich zur Hochphase nach wie vor relativ geringer Wert.

##### **Problem 2: Das Auftreten falsch-positiver Testergebnisse**

Ein zweiter wichtiger Punkt ist, dass eine Person bei einem diagnostischen Test ein positives Testergebnis erhalten kann, obwohl sie gar nicht infiziert ist (falsch-positives Testergebnis). Führt man nun zunehmend mehr Tests an nicht-infizierten Personen durch, findet man auch zunehmend mehr falsch-positive Testergebnisse. Das kann zu einer zunehmenden Überschätzung der wahren Fallzahl führen.

Leider sind laut Anfragen selbst sieben Monate nach Beginn der Epidemie weder dem RKI noch den Landesämtern für Gesundheit auf Bundeslandebene bekannt, wie häufig falsch-positive Testergebnisse bei den Coronavirus-PCR-Tests auftreten. Allerdings liefert eine internationale Validierungsstudie einer Forschungsgruppe um Christian Drosten (<https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.27.2001223>) zumindest eine grobe Orientierung, welche man zur Abschätzung des Problems verwenden kann. In dieser Studie wurden an 365 Labore aus 36 Ländern 1.563 Proben verschickt, welche das Virus SARS-CoV-2 nicht enthielten (1/3 der SARS-CoV-2-negativen Proben enthielt gar kein weiteres Virusmaterial, 2/3 enthielt bereits bekannte, harmlosere Coronaviren). Trotzdem wurde 11 Mal ein falsch-positives Ergebnis gemeldet, was einer Falsch-Positiv-Rate von 0,7 Prozent entspricht (SARS-CoV-2-negative Proben ohne weiteres Virusmaterial: 0,6 Prozent, SARS-CoV-2-negative Proben mit harmloseren Coronaviren: 0,8 Prozent).

Ausgehend von der Falsch-Positiv-Rate und der Sensitivität des Tests (Wahrscheinlichkeit, dass der Test bei tatsächlich infizierten Personen auch wirklich ein positives Testergebnis liefert; laut der Validierungsstudie um Christian Drosten liegt dieser Wert bei 95,7%) kann man nun die wahre Anzahl an Infektionen pro Woche statistisch schätzen (<https://www.bmj.com/content/369/bmj.m1808>). Die folgende Abbildung 2 zeigt die entsprechenden Ergebnisse für die Kalenderwochen 14 (Hochphase) und 41 (aktuell).



**Abbildung 2:** Die statistisch geschätzte wahre Anzahl von Proben mit SARS-CoV-2-Infektion in den Kalenderwochen 14 (Hochphase) und 41 (aktuell), ausgehend von einer Falsch-Positiv-Rate von 0,7% und einer Sensitivität von 95,7% (siehe internationale Validierungsstudie um Christian Drosten).

Legt man für die Berechnung eine Falsch-Positiv-Rate von 0,7% zugrunde, handelte es sich in der Hochphase bei 92,9% der positiven Ergebnisse um echt-positive Ergebnisse, aktuell wären nur noch 68,4% der positiven Testergebnisse echt-positiv. Bei Berücksichtigung einer Falsch-Positiv-Rate von 0,7% wäre demnach das aktuelle Infektionsgeschehen in Wirklichkeit um etwa ein Drittel geringer als es angesichts der berichteten Fallzahlen den Anschein hat.

### Kurzer Exkurs zur Falsch-Positiv-Rate der Coronavirus-PCR-Tests

In Bezug auf die mögliche Falsch-Positive-Rate der Coronavirus-PCR-Tests ist noch ein Punkt anzumerken: Oftmals wird argumentiert, dass die Falsch-Positiv-Rate in Wirklichkeit sehr klein sei, weil standardmäßig Bestätigungstests durchgeführt werden würden. So sagte beispielsweise Prof. Christian Drosten gegenüber t-online (<https://www.t-online.de/gesundheit/krankheiten->

[symptome/id\\_88503344/corona-experte-christian-drosten-zu-pcr-tests-was-sind-die-gefahren-.html](https://www.zeitung-berlin.de/symptome/id_88503344/corona-experte-christian-drosten-zu-pcr-tests-was-sind-die-gefahren-.html)):

„Ganz besonders bei positiven Testergebnissen wird immer durch einen Zusatztest bestätigt (zusätzliche Genstelle). Damit wird das Vorkommen von falsch positiven Diagnosen praktisch auf Null unterbunden.“

Allerdings wird diese Aussage von Christian Drosten bereits im selben Artikel widerlegt. Dort heißt es:

"Die Deutsche Presse-Agentur hat beispielhaft mehrere große Labore angefragt. Konkret geantwortet hat Synlab, ein Anbieter, der nach eigenen Angaben aktuell bis zu 80.000 Tests pro Woche durchführt. Synlab schreibt, dass standardmäßig nicht auf mehrere Genstellen getestet wird. Auch werde nicht jedes positive Testergebnis mit einem Zusatztest bestätigt."

Dies wird auch von anderen Laboren bestätigt. So heißt es in einer Fachinformation von *Biovis Diagnostik*, einem großen Anbieter eines umfangreichen Spektrums an Laboranalysen, unter dem Punkt "Spezifität" ([http://www.biovis-diagnostik.eu/wp-content/uploads/Biovis\\_SARS-CoV-2\\_Teil3\\_DE.pdf](http://www.biovis-diagnostik.eu/wp-content/uploads/Biovis_SARS-CoV-2_Teil3_DE.pdf)):

"In den letzten Monaten kam es immer wieder zu Berichten, die Zweifel an der Spezifität der SARS-CoV-2-PCR aufkommen ließen. Es wurden Personen positiv auf das Virus getestet, ohne dass Symptome vorlagen. Durch örtliche Gesundheitsämter angeregte Nachtestungen ergaben einen negativen Befund. Wie kam diese Diskrepanz zustande? Viele Labore setzen zum Nachweis von SARS-CoV-2 PCR-Verfahren ein, die nur das E-Gen des Virus erkennen. Diese Tests sind kostengünstig und zeichnen sich durch eine hohe Sensitivität aus. Da das E-Gen, welches lediglich die Virushülle codiert, aber nicht spezifisch für SARS-CoV-2 ist, sondern auch andere Coronaviren (Sarbecoviren) erkennt, wurden früher E-Gen-positive Proben mit einer 2. PCR untersucht, um sicherzustellen, dass es sich wirklich um SARS-CoV-2 handelt. Gesucht wurde in der Bestätigungs-PCR nach spezifischen Genen, wie dem RdRP-Gen, dem S-Gen oder dem ORF1-Gen. Als auf Empfehlung der WHO für endemische Gebiete die Bestätigungstests eingestellt wurden, erfolgte ab April 2020 in vielen kleineren Laboren ein PCR-Nachweis von SARS-CoV-2 nur noch über das E-Gen."

Anders als von manchen vermutet, werden demnach in der Laborpraxis nicht standardmäßig Bestätigungstests durchgeführt, zudem bildet die in der internationalen Validierungsstudie um Christian Drosten gefundene Falsch-Positiv-Rate von 0,7% die Laborpraxis ab, weil die teilnehmenden Labore dazu aufgefordert wurden, die verschickten Proben entsprechend der üblichen Probenauswertung im Labor zu behandeln.

Allerdings legt der Auszug aus der Fachinformation von *Biovis Diagnostik* nahe, dass die Falsch-Positiv-Rate vom jeweils eingesetzten Testverfahren abhängt. In der Tat zeigen die sogenannten FIND-Untersuchungen (<https://www.finddx.org/covid-19/sarscov2-eval-molecular/molecular-eval-results/>), dass die Falsch-Positiv-Rate von PCR-Testverfahren zu PCR-Testverfahren schwankt, und es sehr gute Testverfahren mit Falsch-Positiv-Raten von weniger als 0,1% gibt, aber auch weniger gute Testverfahren mit Falsch-Positiv-Raten von mehr als 1%. Laut den INSTAD-Ringversuchen ([https://www.instand-ev.de/aktuelles/detail/news/instand-ringversuch-340-virusgenom-nachweis-coronaviren-inkl-sars-cov-2-junijuli-2020/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=32ab412a3c63b08ed79e7e889566ea44](https://www.instand-ev.de/aktuelles/detail/news/instand-ringversuch-340-virusgenom-nachweis-coronaviren-inkl-sars-cov-2-junijuli-2020/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=32ab412a3c63b08ed79e7e889566ea44)) sind höhere Falsch-Positiv-Raten vor allem dann zu erwarten, wenn nur auf einzelne Gensequenzen ohne Bestätigungstest getestet wird. Da dies laut der Auskünfte der obigen Labore in Deutschland durchaus relativ häufig der Fall ist, erscheint eine durchschnittliche Falsch-Positiv-Rate von in etwa 0,7% auch für Deutschland einigermmaßen realistisch zu sein. Je nach

eingesetztem Testsystem kann aber bei lokalen Testungen die Falsch-Positiv-Rate deutlich kleiner, aber auch deutlich größer sein.

Schließlich ist noch wichtig darauf hinzuweisen, dass es sich bei den erwähnten Studien zur Falsch-Positiv-Rate um qualitätsprüfende Studien auf der Ebene der Labore handelt. In der Testpraxis kommen noch mögliche Fehler bei der Probenentnahme hinzu. Das Problem ist, dass der PCR-Test so sensitiv ist, dass für eine Kontaminierung bei der Entnahme einer Probe bei einer nicht infizierten Person bereits eine kleine Menge viraler Partikel ausreichend ist. Ein bekanntes Beispiel ist ein Fall im Landkreis Rostock, wo aufgrund eines positiven Testergebnisses eines Schülers eine ganze Grundschule geschlossen wurde, eine umfangreiche rechtsmedizinische Kontrolluntersuchung aber danach ergeben hat, dass das Probenmaterial des Kindes mit biologischem Material einer tatsächlich SARS-CoV-2-positiven Person verunreinigt war ([https://www.ndr.de/nachrichten/mecklenburg-vorpommern/Graal-Mueritz-Corona-Test-war-fehlerhaft-Schule-oeffnet-wieder\\_coronavirus2884.html](https://www.ndr.de/nachrichten/mecklenburg-vorpommern/Graal-Mueritz-Corona-Test-war-fehlerhaft-Schule-oeffnet-wieder_coronavirus2884.html)). Dementsprechend ist in der Testpraxis insbesondere in Gebieten mit einer größeren Virusverbreitung sogar noch mit etwas höheren Falsch-Positiv-Raten zu rechnen.

### **Problem 3: Positives Testergebnis ≠ Infektiös**

Es gibt noch ein drittes Problem bei der Interpretation der Fallzahlen: Selbst der Erhalt eines echt-positiven Testergebnisses heißt nicht, dass eine Person infektiös ist. Zahlreiche Studien zeigen, dass ein relativ großer Anteil von infizierten Personen selbst Wochen oder gar Monate nach Symptombeginn im Falle einer erneuten Testung ein positives Testergebnis erhalten, obwohl bereits nach in etwa 10 Tagen keine Infektiösität mehr besteht. Weiterhin resultiert selbst dann ein positives Testergebnis, wenn die Viruslast so klein ist, dass gar keine Infektiösität besteht. So schreibt das RKI auf der offiziellen Informationsseite zum Coronavirus ([https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Vorl\\_Testung\\_nCoV.html#doc13490982bodyText7](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Vorl_Testung_nCoV.html#doc13490982bodyText7)):

„Im Gegensatz zu replikationsfähigem Virus ist SARS-CoV-2 virale RNA bei vielen konvaleszenten Patienten noch Wochen nach Symptombeginn in der RT-PCR nachweisbar (Xiao et al., 2020; Zheng et al., 2020; Zhou et al., 2020). Dass diese positiven RT-PCR-Ergebnisse bei konvaleszenten Patienten nicht zwingend mit Kontagiosität gleichzusetzen sind, wurde mehrfach gezeigt (...). Einige Arbeitsgruppen haben sich mit der Korrelation der Virusgenomlast im Untersuchungsmaterial (z. B. Rachenabstrich) und der Anzuchtbarkeit der in der Probe enthaltenen Viren in Zellkultur als Maß für die Infektiosität beschäftigt. (...) Aus veröffentlichten Untersuchungen lassen sich “cut-off” Werte im Bereich von  $<10^6$  Genomkopien/ml (van Kampen et al., 2020; Wolfel et al., 2020) bzw. Ct-Werte im jeweils verwendeten Testsystem von 31 - 34 ableiten (Arons et al., 2020; La Scola et al., 2020; National Centre for Infectious Diseases and Chapter of Infectious Disease Physicians / Academy of Medicine in Singapore, 2020). Ergebnisse (bisher unveröffentlicht) aus der Diagnostik am RKI zeigen, dass der Verlust der Anzuchtbarkeit in Zellkultur mit einer per real-time PCR ermittelten RNA Menge von  $<250$  Kopien/5  $\mu$ L RNA-Eluat einherging. Diese RNA-Konzentration entsprach im verwendeten Testsystem einem Ct-Wert  $>30$ .“

Das sich daraus ergebende Problem ist, dass bei den berichteten Fallzahlen des RKI nur die Anzahl der gemeldeten Personen mit positiven PCR-Testergebnissen berücksichtigt wird. Werden aus diesen Zahlen aber weder die Fälle herausgerechnet, bei welchen der Symptombeginn länger zurückliegt, noch die Fälle, bei welchen der Ct-Wert  $> 30$  ist, überschätzen die berichteten Fallzahlen die tatsächliche Anzahl der aktuell in der Bevölkerung vorhandenen Personen, welche das Virus weitergeben können.

Dieses Problem wird interessanterweise sogar von Christian Drosten sehr gut auf den Punkt gebracht, allerdings bezogen auf die damalige Explosion der Fallzahlen von MERS-Infektionen in

Saudi-Arabien. So antwortete er 2014 auf eine entsprechende Frage in einem Interview mit der *Wirtschaftswoche* (<https://www.wiwo.de/technologie/forschung/virologe-drosten-im-gespraech-2014-die-who-kann-nur-empfehlungen-aussprechen/9903228-2.html>):

„(...) die [PCR-]Methode ist so empfindlich, dass sie ein einzelnes Erbmolekül dieses Virus nachweisen kann. Wenn ein solcher Erreger zum Beispiel bei einer Krankenschwester mal eben einen Tag lang über die Nasenschleimhaut huscht, ohne dass sie erkrankt oder sonst irgend etwas davon bemerkt, dann ist sie plötzlich ein Mers-Fall. Wo zuvor Todkranke gemeldet wurden, sind nun plötzlich milde Fälle und Menschen, die eigentlich kerngesund sind, in der Meldestatistik enthalten. Auch so ließe sich die Explosion der Fallzahlen in Saudi-Arabien erklären. Dazu kommt, dass die Medien vor Ort die Sache unglaublich hoch gekocht haben.“

Prof. Matthias Schrappe, emeritierter Professor für Innere Medizin, ehemaliger stellvertretender Vorsitzender des Sachverständigenrats zur Begutachtung im Gesundheitswesen und Autor mehrerer vielbeachteter Thesenpapiere zur Corona-Pandemie (gemeinsam mit einer Reihe von weiteren Fachexperten/innen) beschreibt dieses Problem in einem Addendum zum 4. Thesenpapier folgendermaßen

([http://www.matthias.schrappe.com/index\\_hm\\_files/thesenpapier\\_4\\_endfass\\_200830.pdf](http://www.matthias.schrappe.com/index_hm_files/thesenpapier_4_endfass_200830.pdf)):

„Wie in Thesenpapier 2.0 ausführlich dargestellt (Kap. 2.1.2), sollte man die Aussagekraft der PCR nicht allein auf eine technische Kontrolle gegenüber anderen PCR-positiven Laborstandards beziehen (hier werden Spezifitäten von über 99% erreicht), sondern auf die relevante Frage der Infektiosität: Sind die PCR-positiven Personen wirklich infektiös? – wenn dies nicht der Fall ist, sollten sie als falsch-positive Befunde gewertet werden. Dies betrifft vor allem die zweite Infektionswoche nach Abklingen der Symptomatik. Wissenschaftliche Untersuchungen zu dieser Thematik fehlen weitgehend und sind dringlich durchzuführen, gerade weil die PCR-Befunde zur Begründung der Beschränkungen der Freizügigkeit (Quarantäne-Anordnung) und z.B. von Schulschließungen herangezogen werden.“

Zusammenfassend kann man also festhalten, dass die vom RKI berichteten Fallzahlen die tatsächliche Anzahl der in der Bevölkerung vorhandenen Personen, welche das Coronavirus weitergeben können, substantiell überschätzen. Der Grund ist, dass die RKI-Fallzahlen nur die Anzahl gemeldeter positiver Testergebnisse widerspiegeln, ohne dass die Testanzahl berücksichtigt wird, ohne dass mögliche falsch-positive Testergebnisse herausgerechnet werden und ohne dass die Fälle herausgerechnet werden, welche aufgrund eines lange zurückliegenden Symptombeginns oder eines Ct-Wert > 30 nicht infektiös sind. Zusammengenommen ist die Anzahl tatsächlich infektiöser Personen also deutlich niedriger, als es die veröffentlichten Fallzahlen des RKI nahelegen (für vergleichbare Schlussfolgerungen siehe die Stellungnahme des Deutschen Netzwerks für Evidenzbasierte Medizin <https://www.ebm-netzwerk.de/de/veroeffentlichungen/covid-19> oder die Thesenpapiere der neunköpfigen Expertengruppe um Prof. Matthias Schrappe: [http://www.matthias.schrappe.com/index\\_hm\\_files/thesenpapier\\_4\\_endfass\\_200830.pdf](http://www.matthias.schrappe.com/index_hm_files/thesenpapier_4_endfass_200830.pdf)).

### **Äußerst niedriges Infektionsgeschehen an Schulen**

Angesichts der aktuellen Zahlen erscheint unter Einbezug der beschriebenen Probleme das aktuelle Infektionsgeschehen vergleichsweise gering zu sein. Interessanterweise zeigen die aktuellen Fallzahlen im Bereich der Schule, dass das Infektionsgeschehen bei Lehrkräften besonders gering ist. So wurden beispielsweise in Bayern zu Beginn des aktuellen Schuljahres freiwillige Reihentestungen an Lehrkräften durchgeführt. Laut Auskunft der bayerischen Gesundheitsministerin Melanie Hummel wurden im Zuge dieser Testungen rund 60% der rund 150.000 Lehrkräfte in Bayern getestet, mit dem Ergebnis, dass man insgesamt 46 positive Testergebnisse erhalten hat

(<https://www.br.de/nachrichten/bayern/huml-weitere-corona-reihentests-fuer-lehrer-fraglich,SAwV3xi>), was einem prozentualen Anteil von in etwa 0,05% entspricht. Im Zuge der

freiwilligen Reihentestungen an Lehrkräften in Hessen wurden bis zum aktuellen Zeitpunkt 47.325 Lehrkräfte getestet und nur 14 positive Testergebnisse beobachtet (<https://kultusministerium.hessen.de/schulsystem/umgang-mit-corona-schulen/auswirkungen-der-corona-pandemie-auf-den-schulbetrieb>), was einem prozentualen Anteil von in etwa 0,03% entspricht. Solche prozentualen Anteile liegen in etwa auf der Höhe der Falsch-Positiv-Rate der besten PCR-Testverfahren. Statistisch gesehen weist damit keine einzige der im Rahmen der Reihentestungen getesteten Lehrkräfte eine echte Infektion auf.

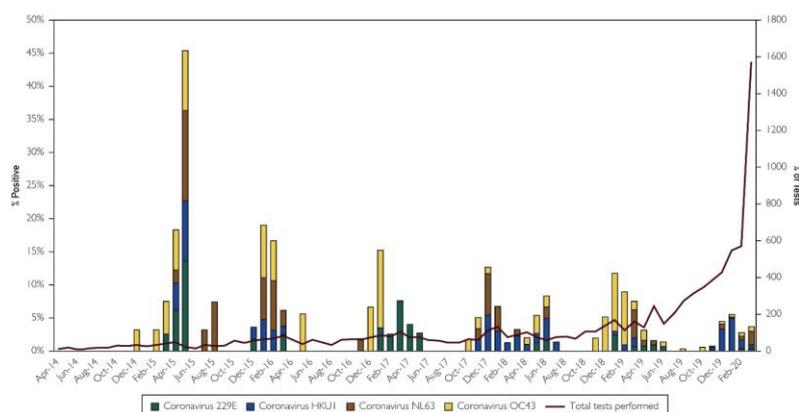
Ähnlich ist die Befundlage auf Seiten der Schüler. Ein Beispiel ist Bayern. Wie bereits erwähnt, sind dort laut Aussage des Kultusministeriums aktuell 800 Schüler und Schülerinnen mit positiven Testergebnissen (also nicht Infektionen, da auch hier vermutlich falsch-positive Testergebnisse darunter sind) in Quarantäne – bei insgesamt ca. 1,65 Millionen Schülern in Bayern (Stand 16. Oktober). Wenn man wie oben dargestellt davon ausgeht, dass die Falsch-Positiv Rate des PCR-Tests 0,7% beträgt und damit etwa ein Drittel der positiven Testergebnisse falsch-positiv sind, hieße das: Während der letzten zwei Wochen traten unter 10.000 Schülern etwa drei Infektionen auf (0,03%).

Bestätigt wird das auch in einer aktuellen Umfrage des *Redaktionsnetzwerks Deutschland* unter den Kultusministerien der Bundesländer (<https://www.rnd.de/politik/schulen-und-corona-kaum-infektionen-wenig-quarantane-YTZL7RNZ6JHOBGYEH5K6R7KK6Y.html>). Demnach wiesen in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein etwa 0,04% der Schüler ein positives Coronavirus-Testergebnis auf, in Berlin 0,07%, in Sachsen-Anhalt war kein einziger Fall an Schulen zu verzeichnen. Vergleichbare Befunde gibt es beispielsweise auch aus Österreich. Laut Bildungsministeriums betrug der Anteil positiver Testergebnisse unter allen getesteten Schülern nur 0,03% (<https://kurier.at/chronik/oesterreich/corona-cluster-in-schulen-schliessungen-wieder-notwendig/401054224>).

Diese Zahlen zeigen, dass es an Schulen sowohl auf der Ebene von Lehrkräften als auch auf der Ebene von Schülern praktisch keinerlei relevantes Infektionsgeschehen gibt.

### Der aktuelle Anstieg in den Fallzahlen

Selbst bei einer Analyse der Fallzahlen unter Beachtung der erwähnten Probleme ist aktuell ein Anstieg in den Fallzahlen zu beobachten. Allerdings ist ein Anstieg genau das, was in der aktuellen Jahreszeit aufgrund der Erfahrungen mit verwandten Coronaviren zu erwarten ist. Die folgende Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse einer aktuellen Studie zum saisonalen Verlauf von Coronavirus-Infektionen in den letzten Jahren. Wie man sieht, ist ein Anstieg der Fallzahlen in der aktuellen Jahreszeit relativ typisch (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025619620305486>).

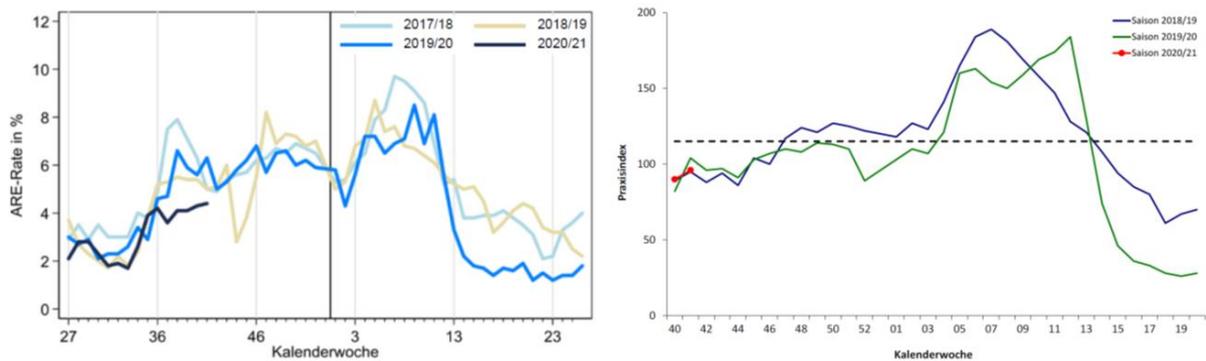


**Abbildung 3:** Monatlicher prozentualer Anteil positiver Testergebnisse für verschiedene Coronaviren von 2014-2020 (Quelle: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025619620305486>).

Ausgehend von der Annahme, dass es sich beim Coronavirus SARS-CoV-2 um ein neues Virus handelt, welches zu den bisher bekannten Viren hinzukommt, könnte man erwarten, dass man es aufgrund des Anstiegs der SARS-CoV-2-Fallzahlen mit einer zunehmend problematischen Situation zu tun haben könnte, welche das Gesundheitssystem zunehmend überfordern könnte.

Allerdings zeigt ein Blick in die aktuellen Auswertungen der Arbeitsgemeinschaft Influenza des bevölkerungsbasierten Überwachungsinstrumentes GrippeWeb – ein Online-Portal über welches jede Woche Tausende von deutschlandweit registrierten Personen anonym neu auftretende Atemwegserkrankungen melden – ein anderes Bild

([https://influenza.rki.de/Wochenberichte/2020\\_2021/2020-41.pdf](https://influenza.rki.de/Wochenberichte/2020_2021/2020-41.pdf)): der Anstieg in der Aktivität der akuten Atemwegserkrankungen in der Bevölkerung liegt völlig im Rahmen der Vorjahre und fällt sogar etwas geringer aus (siehe Abbildung 4, linke Seite). Dasselbe Bild zeigt die Auswertung des im Rahmen der Influenza-Surveillance erhobenen Praxisindex, welcher für alle teilnehmenden Arztpraxen die gemittelte relative Abweichung der beobachteten akuten respiratorischen Erkrankungen (ARE) gegenüber einem für jede Praxis ermittelten Normalniveau repräsentiert. Eine normale ARE-Aktivität wird beim Praxisindex bis zu Werten von 115 angenommen. Wie in Abbildung 4 auf der rechten Seite gezeigt, liegt auch hier der Wert völlig im Rahmen der Vorjahre.



**Abbildung 4:** Linke Seite: Die für die Bevölkerung in Deutschland geschätzten ARE-Raten in den Saisons 2017/18, 2018/19, 2019/20 und 2020/21 bis zur 41. KW 2020/21. Der schwarze, senkrechte Strich markiert den Jahreswechsel. Rechte Seite: Praxisindex ab der 40. KW 2020/21 im Vergleich zu den Saisons 2018/19 und 2019/20 (gestrichelte Linie: Normalitäts-Grenzwert von 115; Quelle: [https://influenza.rki.de/Wochenberichte/2020\\_2021/2020-41.pdf](https://influenza.rki.de/Wochenberichte/2020_2021/2020-41.pdf)).

Der Anstieg in den SARS-CoV-2-Infektionszahlen geht also nicht mit einem verstärkten Auftreten von Atemwegserkrankungen einher, und ist ein Effekt, der aufgrund der aktuellen Jahreszeit zu erwarten ist.

#### 4.1.2. Gefahrenaspekt 2: Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit eines schweren Krankheitsverlaufs?

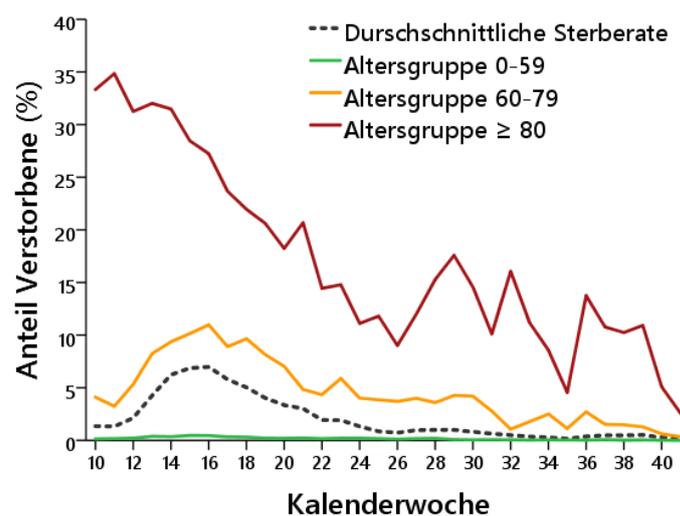
Die von den Schulen in Bezug auf das Coronavirus ausgehende Gefahr für die Bevölkerung ist demnach also bereits aufgrund des sehr geringen Infektionsgeschehens an den Schulen als gering einzuschätzen. Hinzu kommt eine weitere Beobachtung, welche den zweiten Aspekt der Gefahrenbewertung betrifft: Seit der Hochphase im April ist die Sterberate – also die Wahrscheinlichkeit, dass eine infizierte Person an einer Coronavirus-Infektion verstirbt – dramatisch gesunken. Während Mitte April von den gemeldeten Fällen von 1.000 Fällen noch 70 verstarben

(7%), verstarben in den Kalenderwochen 33-38 (10. August bis 20. September) von den gemeldeten Fällen von 1.000 Fällen im Schnitt nur noch drei bis vier Personen (0,36%).

Interessanterweise nähert sich dieser Wert damit der über Antikörperstudien geschätzten Infektionssterblichkeitsrate an. Diese wurde in einer kürzlich von der WHO in ihrem offiziellen Bulletin veröffentlichten Meta-Analyse der weltweit existierenden Antikörperstudien auf 0,27% (korrigiert geschätzt 0,23%) geschätzt ([https://www.who.int/bulletin/online\\_first/BLT.20.265892.pdf?ua=1](https://www.who.int/bulletin/online_first/BLT.20.265892.pdf?ua=1)). Hier ist noch anzumerken, dass nicht alle infizierten Personen auch Antikörper entwickeln. So zeigte sich beispielsweise in einer Studie von der Universität Lübeck, dass bei 30% der Infizierten mit milden bis moderaten Symptomen in zwei Antikörper-Nachfolgetestungen keine Antikörper nachgewiesen werden konnten (<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.05.30.20111393v1.full.pdf>). Die wahre Infektionssterblichkeit liegt demnach vermutlich sogar noch deutlich niedriger als in den Antikörperstudien geschätzt.

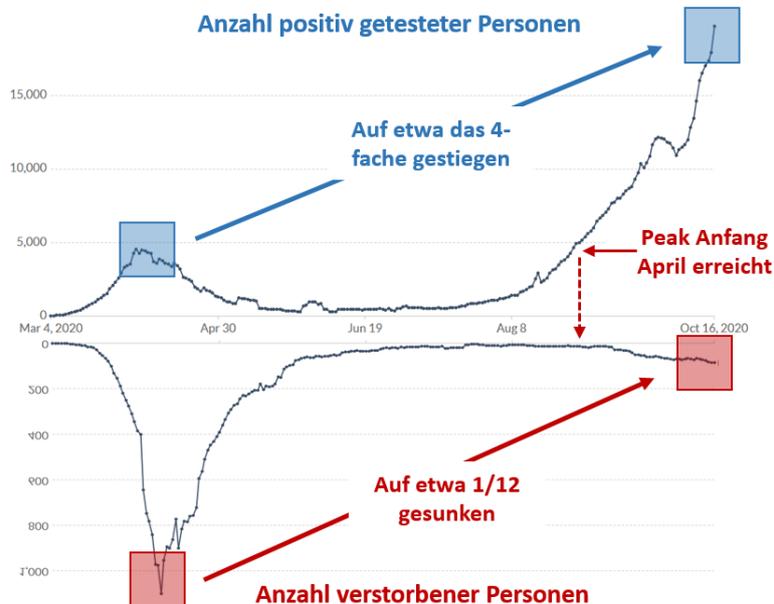
In der Tat ist der Anteil der versterbenden Personen lokal sogar noch geringer. So sind beispielsweise in der Stadt München (1,47 Millionen Einwohner) im August und September insgesamt nur zwei Todesfälle im Zusammenhang mit einer Corona-Infektion gemeldet worden. Man muss diese Zahl vor dem Hintergrund betrachten, dass in München pro Monat in etwa 900 Personen versterben. In den Monaten August und September war das Coronavirus demnach für 0,11% der Todesfälle verantwortlich – oder anders ausgedrückt: 99,89% der Todesfälle gingen auf andere Ursachen zurück, bei denen keine außergewöhnlichen Maßnahmen ergriffen wurden.

Wichtig ist anzumerken, dass der Rückgang der Sterberate nicht hauptsächlich darauf zurückgeht, dass sich inzwischen vor allem jüngere Menschen infizieren würden. Wie die folgende Abbildung 5 zeigt (Stand 14. Oktober), ist die Sterberate in allen Altersgruppen substantiell gesunken. Vielmehr sind dafür vermutlich eine Reduzierung der Dunkelziffer von zwar infizierten aber nicht gemeldeten Personen durch die Ausweitung der Tests, bessere Behandlungsmöglichkeiten oder eine Abschwächung des Virus verantwortlich (für eine vertiefte Diskussion siehe: <https://www.heise.de/tp/features/Coronavirus-Das-Aufrechterhalten-der-Massnahmen-trotz-einer-dramatisch-gesunkenen-Sterberate-4906401.html>).



**Abbildung 5:** Der prozentuale Anteil der in einer Kalenderwoche gemeldeten Fälle, welcher verstorbt, aufgliedert nach den verschiedenen Altersgruppen (Stand 14. Oktober, in den Kalenderwochen 39 bis 41 sind die Zahlen noch mit etwas Unsicherheit behaftet, da der weitere Krankheitsverlauf noch nicht bei allen Personen klar ist).

Ähnliche Befunde gibt es auch in anderen europäischen Ländern. In der folgenden Abbildung 6 ist als Beispiel Frankreich zu sehen. Dort ist die Anzahl positiv getesteter Personen in den letzten Wochen stark gestiegen und ist inzwischen in etwa viermal so hoch verglichen mit der Hochphase im April. Die Anzahl der mit und am Coronavirus verstorbenen Personen beträgt dagegen nur noch in etwa 1/12 verglichen mit der Hochphase im April. Da bei der Anzahl positiv getesteter Personen das Niveau der Hochphase im April bereits Ende August erreicht wurde, kann es sich hier auch nicht nur um einen verzögerten Effekt auf der Ebene der Todesfälle handeln.



**Abbildung 6:** Die Anzahl der positiv getesteten Personen (oben) und nach unten gespiegelt die Anzahl der mit und am Coronavirus verstorbenen Personen in Frankreich seit Beginn der Coronavirus-Epidemie (Stand 16. Oktober; Quelle: <https://ourworldindata.org/coronavirus-data-explorer>).

Fasst man die genannten Punkte zusammen, ist sowohl das Infektionsgeschehen im Vergleich zur Hochphase im März und April deutlich zurückgegangen und insbesondere an Schulen ist praktisch kaum ein relevantes Infektionsgeschehen aktuell zu beobachten. Zugleich ist die Sterberate extrem gesunken. Zusammengenommen geht damit aktuell vom Coronavirus eine weitaus geringere Gefahr für die Bevölkerung aus als es in der Hochphase der Fall war. Vor diesem Hintergrund ist es bereits fraglich, inwiefern die an den Schulen ergriffenen Maßnahmen als verhältnismäßig einzustufen sind.

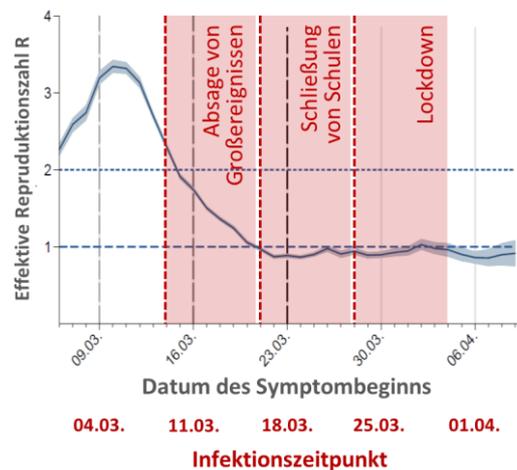
#### 4.1.3. Häufige Gegenargumente

Hinsichtlich der Interpretation des aktuell geringen Infektionsgeschehens in Bezug auf die Notwendigkeit bzw. Aufrechterhaltung von Maßnahmen werden häufig drei Gegenargumente angeführt, welche im Folgenden noch betrachtet werden sollen: Das sogenannte Präventionsparadox, die Prognose exponentieller Anstiege der Fallzahlen und die hohen Sterberaten in manchen Ländern.

##### Gegenargument 1: Das sogenannte Präventionsparadox

Oft wird argumentiert, dass das geringe Infektionsgeschehen im Vergleich zur Hochphase Anfang April ein Effekt der ergriffenen Maßnahmen sei, und man diese deswegen nicht zurücknehmen dürfe,

weil sonst die Zahlen wieder steigen würden. Hierfür gibt es allerdings keinerlei belastbare empirische Evidenz. Man kann das am Beispiel der Schulschließungen im März verdeutlichen. Wie die folgende Abbildung 7 zeigt, wurde in Deutschland die Schließung von Schulen zu einem Zeitpunkt etabliert, als die Virusausbreitung – gemessen an der Reproduktionszahl  $R$  – bereits gering war ( $R$ -Wert unter 1). Ein zusätzlicher Effekt der Schulschließungen lässt sich nicht erkennen.

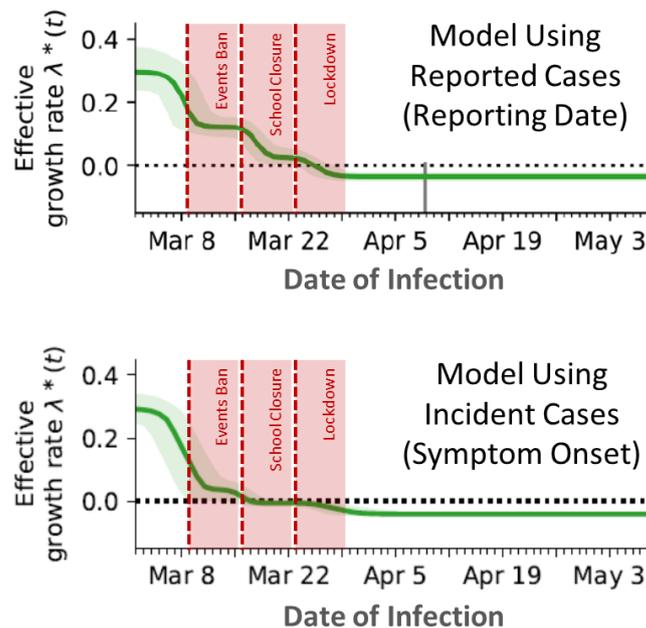


**Abbildung 7:** Geschätzte Virusausbreitung (effektive Reproduktionszahl) in Deutschland (Quelle: RKI, <https://edoc.rki.de/handle/176904/6650.2>). Die X-Achse zeigt das Datum des Symptombeginns bzw. den Infektionszeitpunkt, welcher in etwa fünf Tage vor dem Symptombeginn liegt (rotes Datum). Die roten vertikalen Linien zeigen jeweils das Datum bezogen auf den Infektionszeitpunkt an, wann die drei zentralen Maßnahmen in Deutschland etabliert wurden.

Die in den Medien intensiv kursierenden Studien, welche ein anderes Bild nahelegen, haben sich inzwischen als methodisch fehlerhaft herausgestellt. Ein eindrückliches Beispiel ist die vielzitierte Studie einer Gruppe um Neil Ferguson vom Imperial College London (<https://www.imperial.ac.uk/mrc-global-infectious-disease-analysis/covid-19/report-9-impact-of-npis-on-covid-19/>), welche angeblich zeigt, dass durch die Maßnahmen und insbesondere den „Lockdown“ allein in Deutschland 570.000 Todesfälle verhindert worden seien, europaweit sogar mehr als drei Millionen Todesfälle. Allerdings war die Studie zum einen statistisch so angelegt, dass ausschließlich die ergriffenen Maßnahmen den europaweiten Rückgang der Anzahl der Todesfälle erklären durften, andere Faktoren wie beispielsweise die Zunahme an Immunität in der Bevölkerung oder die Verbesserung der Behandlungsmethoden wurden nicht berücksichtigt (für einen kritischen Kommentar siehe z.B. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2020.580361/full>). Zum anderen basierte die Prognose der Anzahl von Todesfällen ohne Maßnahmen auf irrealen und epidemiologisch nicht nachvollziehbaren Annahmen (siehe unten).

Ein zweites Beispiel ist die Studie eines Forscherteams um Viola Priesemann (<https://science.sciencemag.org/content/369/6500/eabb9789>), welche zunächst den Anschein erweckt hatte, Schulschließungen hätten die Virusausbreitung verlangsamt, worüber ebenfalls intensiv in den Medien berichtet wurde. Allerdings wurde in dieser Studie der Zeitpunkt zwischen Infektionszeitpunkt und Meldezeitpunkt zu kurz geschätzt und in einem Addendum korrigiert ([https://github.com/Priesemann-Group/covid19\\_inference\\_forecast/raw/master/technical\\_notes\\_dehning\\_etal\\_2020.pdf](https://github.com/Priesemann-Group/covid19_inference_forecast/raw/master/technical_notes_dehning_etal_2020.pdf)), mit dem Effekt, dass sich exakt dasselbe Bild zeigt, wie in den RKI-Analysen in Abbildung 7 (siehe folgende Abbildung 8; für eine kritische Diskussion siehe [https://advance.sagepub.com/articles/preprint/Comment\\_on\\_Dehting\\_et\\_al\\_Science\\_15\\_May\\_2020](https://advance.sagepub.com/articles/preprint/Comment_on_Dehting_et_al_Science_15_May_2020)

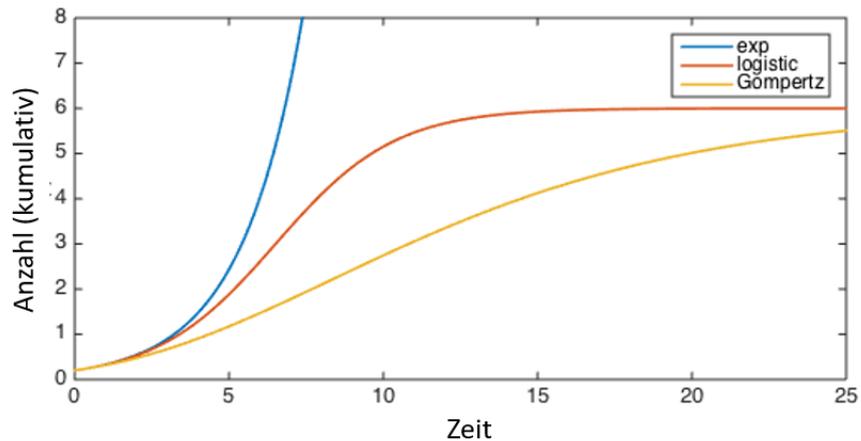
[0 eabb9789 Inferring change points in the spread of COVID-19 reveals the effectiveness of interventions /12362645](https://doi.org/10.1101/2020.03.19.20062645)).



**Abbildung 8:** Schätzung der Ausbreitung von Neuinfektionen (effektive Wachstumsrate) in Deutschland in der Studie des Forscherteams um Viola Priesemann basierend auf der invaliden Schätzung anhand des Meldedatums im Originalartikel (oben) und der validen Schätzung anhand des Datums des Infektionszeitpunktes im späteren Addendum (unten).

### Gegenargument 2: Prognose exponentieller Anstiege der Fallzahlen

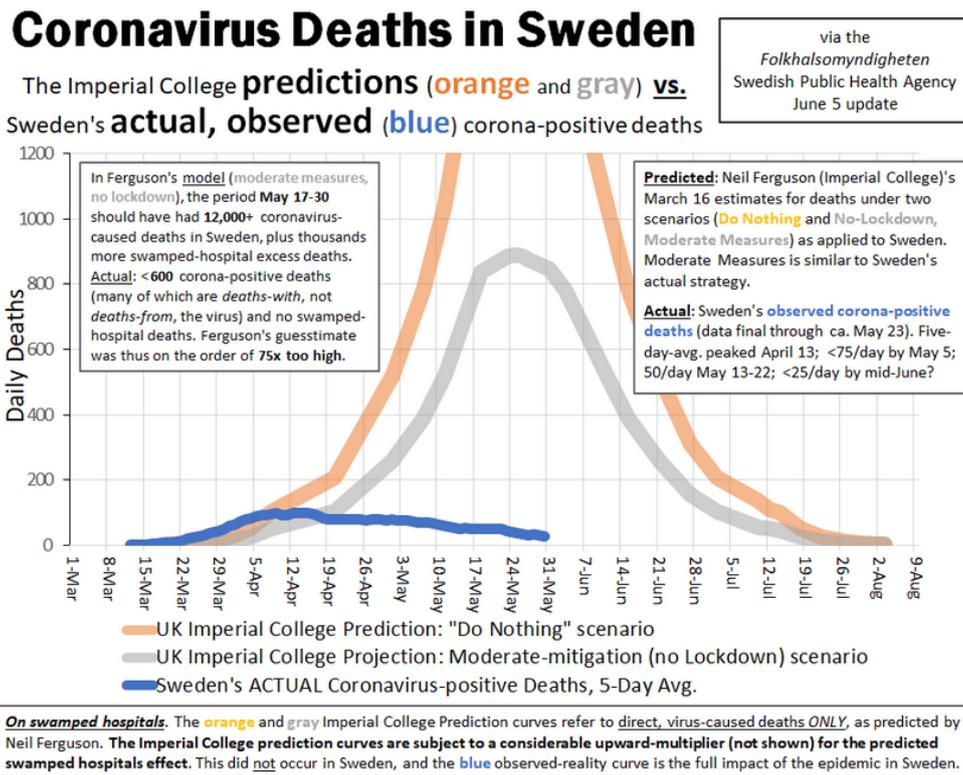
Angesichts der aktuell steigenden Fallzahlen wird manchmal argumentiert, dass im Winter wieder extreme Fallzahlen zu erwarten wären, basierend auf dem Argument, dass wieder ein exponentieller Anstieg bevorstehen könnte. Hierzu ist zum einen anzumerken, dass es selbst im März in Wirklichkeit nie einen exponentiellen Anstieg gab. Zum einen ist ein großer Teil des Anstiegs in den gemeldeten Neuinfektionen im März auf die gleichzeitige starke Zunahme der Testanzahl zurückzuführen. Zum anderen ist die Ausbreitung eines Virus ein sich selbst limitierender Prozess, weil zunehmend weniger für das Virus empfängliche Personen in der Bevölkerung vorhanden sind. Aus diesem Grund lässt sich ein Infektionsgeschehen nicht mit einer Exponential-Funktion beschreiben, welche unbegrenzt zunehmend ansteigt, sondern besser mit einer logistischen Funktion oder einer Gompertz-Funktion (siehe Abbildung 6; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7325180/>). Solche Funktionen erreichen ab einem bestimmten Zeitpunkt einen Umkehrpunkt, ab dem die Fallzahlen immer geringer zunehmen, und schließlich einen stabilen Grenzwert, ab dem keine weiteren neuen Fälle mehr auftreten. Wie Abbildung 9 illustriert, ist es tückisch, dass der Verlauf einer logistischen oder Gompertz-Funktion zu Beginn einer Epidemie praktisch kaum vom Verlauf einer Exponential-Funktion unterscheidbar ist. Macht man nun den Fehler, die Entwicklung der Fallzahlen fälschlicherweise mittels einer Exponential-Funktion vorherzusagen, ergeben sich extreme Überschätzungen der zu erwartenden Fallzahlen.



**Abbildung 9:** Verlaufskurven einer exponentiellen Funktion, einer logistischen Funktion und einer Gompertz-Funktion. Während bei einer exponentiellen Funktion die Fallzahlen zunehmend immer schneller steigen, wird bei der logistischen und der Gompertz-Funktion zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Umkehrpunkt erreicht, ab dem die Fallzahlen immer geringer zunehmen, bis ein stabiler Grenzwert erreicht wird, ab dem keine weiteren neuen Fälle mehr auftreten.

Der Zeitpunkt, wann eine sinkende Ausbreitungsrate (Umkehrpunkt) bzw. ein stabiler Grenzwert erreicht wird, hängt stark von der sogenannten Herdenimmunität ab. Hier wurde anfänglich davon ausgegangen, dass sich 50% oder mehr der Bevölkerung infizieren müssen, damit die Ausbreitung des Coronavirus stoppt. Ein Umkehrpunkt würde demnach relativ spät erreicht, zudem wäre mit einer relativ hohen Anzahl an Todesfällen zu rechnen, bis eine Herdenimmunität erreicht ist. Allerdings basieren solch hohe Werte auf den starken Annahmen, dass niemand zu Anfang immun sei, alle Personen gleich empfänglich für das Virus seien und sich das Virus zufällig in der Bevölkerung ausbreite, unabhängig von sozialen Netzwerken. Wie sich gezeigt hat, ist das aber beim neuen Coronavirus nicht der Fall. Vielmehr gibt es hier wenige Personen, welche besonders empfänglich und gleichzeitig besonders stark mit anderen Menschen in Kontakt sind. Zudem legen inzwischen zahlreiche Studien nahe, dass doch relativ viele Menschen eine Immunität auf der Ebene der T-Helfer-Zellen-Immunaabwehr haben, welche aus früheren Kontakten mit ähnlichen Coronaviren stammen. Bezieht man diese beiden Aspekte mit ein, sinkt der zur Herdenimmunität nötige Anteil an Personen, die sich infizieren müssen, laut epidemiologischen Modellierungen auf 10-20% (für einen Überblick siehe <https://www.bmj.com/content/370/bmj.m3563>). Demnach würde ein Umkehrpunkt weitaus früher erreicht werden, zudem wäre mit weitaus weniger Todesfällen zu rechnen, bis eine Herdenimmunität erreicht ist.

Wie extrem die Prognosen der Fallzahlen bei zu hoch angenommenen Werten für das Erreichen einer Herdenimmunität die tatsächlich beobachteten Zahlen überschätzen können, zeigt die folgende Abbildung 10 am Beispiel Schwedens. Man sieht dort, wie dramatisch die damaligen Vorhersagen von Neil Ferguson vom Imperial College London von den real beobachteten Fallzahlen abweichen, obwohl in Schweden vergleichsweise moderate Maßnahmen zur Eindämmung des Virus unternommen wurden.



**Abbildung 10:** Die Abbildung zeigt für das Beispiel Schweden die von Neil Ferguson vom Imperial College London prognostizierte Entwicklung der Anzahl der Coronavirus-Todesfälle (orange Linie: keinerlei Maßnahmen, graue Linie: moderate Maßnahmen ohne Lockdown) und die tatsächlich beobachtete Anzahl der Coronavirus-Todesfälle (Quelle: <https://hailtoyou.wordpress.com/2020/04/29/against-the-corona-panic-pt-vii-swedens-vindication-is-complete-graphing-the-actual-coronavirus-epidemic-in-sweden-against-the-pro-panic-sides-wild-projections/#comment-46425>).

### Gegenargument 3: Die hohe Anzahl an Todesfällen in anderen Ländern

Bei der Diskussion um die Notwendigkeit der Maßnahmen wird oft auf die im Vergleich zu Deutschland vergleichsweise hohe Anzahl von (mit und) am Coronavirus verstorbenen Personen bzw. hohe Übersterblichkeit in anderen Ländern verwiesen. Insbesondere wird hier oft auf Schweden fokussiert, wo vergleichsweise moderate Maßnahmen ergriffen wurden, und daraus geschlossen, dass Deutschland ja verglichen mit Schweden angesichts der hohen Todeszahlen dort hinsichtlich der Maßnahmen sehr viel richtiggemacht hätte. Ein solches Argument ist schon allein aufgrund der Tatsache problematisch, dass in Ländern mit starken Maßnahmen wie beispielsweise Spanien oder Großbritannien bezogen auf die Bevölkerungsanzahl deutlich höhere Todeszahlen als in Schweden zu beobachten waren.

Weiterhin gibt es Hinweise darauf, dass die Anzahl der mit und am Coronavirus verstorbenen Personen in einem Land umso geringer ist, je geringer die Anzahl der Hoch-Risiko-Personen ist, welche potentiell am Coronavirus versterben können. So zeigt eine ländervergleichende Studie, dass in Ländern wie in Schweden, in denen in den Vorjahren nur vergleichsweise schwache Grippewellen zu beobachten waren und damit mehr Hoch-Risiko-Patienten am Leben geblieben sind, höhere Coronavirus-Todeszahlen zu beobachten sind ([https://www.ibs.cam.ac.uk/fileadmin/user\\_upload/research/workingpapers/wp2003.pdf?v=1600368520](https://www.ibs.cam.ac.uk/fileadmin/user_upload/research/workingpapers/wp2003.pdf?v=1600368520)). Dementsprechend waren in Deutschland womöglich nicht etwa deswegen weniger „Coronavirus-Todesfälle“ zu verzeichnen als in Schweden, weil man besonders effektive Maßnahmen

gegen Corona ergriffen hat, sondern weil viele Hoch-Risiko-Personen bereits im Zuge der starken Grippewellen der vergangenen Jahre verstorben waren ([https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3674138](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3674138)).

#### **4.1.4. Zwischenfazit**

Fasst man die bisher genannten Punkte zusammen, ist insbesondere auf der Ebene der Schulen aktuell ein äußerst geringes Infektionsgeschehen zu beobachten. Weiterhin sind die Befürchtungen, es könnte im Winter zu einem exponentiellen Anwachsen der Fallzahlen kommen, weder evidenzbasiert noch fundiert theoretisch ableitbar. Zudem gibt es keine empirische Evidenz dafür, dass das aktuell geringe Infektionsgeschehen an den auf der Ebene der Schule ergriffenen Maßnahmen liegen könnte.

### **4.2. Ist die von Schülerinnen und Schülern ausgehende Infektionsgefahr überhaupt groß genug, so dass es gerechtfertigt werden kann, mögliche Nebenwirkungen von Maßnahmen in Kauf zu nehmen?**

#### **4.2.1. Die von Schülern ausgehende Infektionsgefahr**

Selbst wenn ein höheres Infektionsgeschehen vorliegen würde, so hieße das nicht, dass auch notwendigerweise eine große Gefahr von Schulen ausginge. Eine viel diskutierte Frage ist, inwiefern Kinder überhaupt zum Infektionsgeschehen beitragen, da es zahlreiche Hinweise darauf gibt, dass Kinder sich zum einen weniger häufig anstecken und auch andere Personen seltener anstecken. Beispielsweise zeigen die Befunde einer kürzlich veröffentlichten Metaanalyse, in welcher die Daten aus 32 Studien mit mehr als 41 000 Kindern und Jugendlichen sowie fast 270 000 Erwachsenen ausgewertet wurden, dass Kinder und Jugendliche ein um 44 Prozent geringeres Risiko haben, sich anzustecken (<https://jamanetwork.com/journals/jamapediatrics/fullarticle/2771181>). Die Autoren schließen daraus, dass Kinder und Jugendliche eine geringere Rolle bei der Verbreitung des Coronavirus spielen.

Dies wird auch durch Antikörperstudien bestätigt. So wurden beispielsweise in Sachsen mit Antikörpertests gezielt Schülerinnen, Schüler und Lehrkräfte von Schulen getestet, an denen Corona-Fälle aufgetreten waren (<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.07.16.20155143v3>). Unter den 1538 getesteten Schülern zwischen 14 und 18 Jahren sowie den rund 507 Lehrern aus 13 sächsischen Schulen fanden sich lediglich bei 12 Personen eine abgeklungene Infektion (0,6%), was weit unter dem lag, was man eigentlich erwartet hatte. Zudem zeigte sich selbst bei Personen, welche aus einem Haushalt stammten, in dem bekanntermaßen eine andere Person infiziert war, nur in 4,2% der Fälle eine abgeklungene Infektion.

Hinzu kommt, dass es inzwischen als klar belegt anzusehen ist, dass von infizierten Schülern zudem ein geringeres Ansteckungsrisiko ausgeht. Besonders illustrativ ist in diesem Zusammenhang eine kürzlich veröffentlichte umfassende Analyse zu Ansteckungsherden (sog. Clustern) in Deutschland, in welcher die Ansteckungswege von 61.540 Coronavirus-Fällen von Beginn der Epidemie an bis Ende August nachvollzogen und insgesamt 8.841 Cluster identifiziert werden konnten (<https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.38.2001645>). Davon stehen nur 48 Cluster (0,54%) im Zusammenhang mit Schulen mit insgesamt 216 Fällen (0,35%). Von den 48 Clustern bestanden 10 Cluster ausschließlich aus Personen über 21 Jahre, damit gibt es nur 38 Cluster (0,43%), bei denen die Ansteckung überhaupt von Schülern hätte ausgehen können. Bei 11 dieser Cluster waren ausschließlich Schüler beteiligt. Damit verbleiben 27 Cluster (0,31%), in denen überhaupt theoretisch ein Schüler hätte einen Erwachsenen anstecken können. Die mittlere

Clustergröße (Median) betrug dabei nur 5 Personen, 30% der Cluster bestanden aus drei oder weniger Personen. Vergleichbare Befunde gibt es beispielsweise aus Irland, wo zu der Zeit, als die Schulen noch normal geöffnet waren, keine einzige Virusausbreitung an Schulen zu beobachten war (<https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.21.2000903>), oder aus einer französischen Stadt mit stärkerer Virusausbreitung, wo sich keine Hinweise auf Ansteckungen durch Schüler im Schulbereich finden ließen (<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.06.25.20140178v2>).

Hinzu kommt, dass unklar ist, in welcher Richtung in einem Cluster infiziert wurde - also ob ein Schüler die Erwachsenen oder ein Erwachsener die Schüler infiziert hat. Aus Österreich gibt es hier beispielsweise Daten, dass nur in einem von sechs schul- und kindergartenbezogenen Clustern die Infektion vom Kind ausging (<https://www.vienna.at/bisher-sechs-coronavirus-cluster-an-schulen-und-kindergaerten/6653900>). Wäre es in Deutschland ähnlich, wären seit Beginn der Epidemie bis Ende August nur in etwa fünf Cluster an Schulen zu beobachten gewesen, in denen Erwachsene von Kindern angesteckt wurden. Angesichts der Tatsache, dass es deutschlandweit 32.332 Schulen gibt, wäre damit im Verlauf der Epidemie bis Ende August nur an 0,015% der Schulen ein Infektionscluster mit einem Übertrag des Coronavirus von Kinder auf Erwachsene aufgetreten. Interessant ist hier noch, dass sich die Anzahl der pro Woche auftretenden schulbezogenen Cluster vor der Schulschließung (ohne Maßnahmen) und nach der Wiedereröffnung (mit Maßnahmen) nicht statistisch unterscheidet, was darauf hinweist, dass dieses geringe Ansteckungsrisiko nicht auf die Maßnahmen zurückgeführt werden kann.

Unterstützt werden solche Befunde durch Studien, in welchen die Kontakte von infizierten Kinder nachverfolgt wurde und die Wahrscheinlichkeit bestimmt wurde, mit der sich Kontaktpersonen anstecken (sog. sekundäre Befallsrate). Ein eindrückliches Beispiel auf schulischer Ebene ist eine Studie in Australien, in welcher untersucht wurde, wie häufig sich die Kontaktpersonen aller an Schulen auftretenden SARS-CoV-2-Erstfälle im Bundesstaat New South Wales vom 25. Januar bis zum 10. April ansteckten (kein Tragen von Masken). Zunächst bestätigt auch diese Studie, dass an Schulen ein äußerst geringes Infektionsgeschehen zu beobachten ist. So wurden bei einer Gesamtanzahl von 1.232.367 Schülerinnen und Schülern in diesem Zeitraum nur neun Erstfälle mit aktiven Infektionen an Schulen beobachtet. Für alle neun Fälle wurden die engen Kontakte bestimmt, definiert als Face-to-Face Kontakt für mindestens 15 min oder der gemeinsame Aufenthalt in einem geschlossenen Innenraum für mindestens 40 min. Insgesamt wurde dann für 914 enge Kontaktpersonen mittels eines PCR-Tests 5-10 Tage nach dem letzten Kontakt und einem Antikörpertest 21 Tage nach dem letzten Kontakt überprüft, inwiefern bei den Kontaktpersonen Infektionen auftraten. Dies war bei fünf Personen (drei Kinder und zwei Erwachsene) der Fall, was einer sekundären Befallsrate von nur 0,5% entspricht. Vergleichbare Studien haben ähnliche Werte ergeben (für einen kurzen Überblick siehe: [https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/12/20-3452\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/12/20-3452_article)).

Dass Schulen praktisch keine Rolle in Bezug auf das Infektionsgeschehen spielen, bestätigen auch die Erfahrungen in den nordeuropäischen Ländern. So zeigt beispielsweise eine Studie, dass in Schweden und Finnland vergleichbare Fallzahlen unter Schulkindern zu beobachten waren, obwohl in Schweden die Schulen für Kinder bis 15 Jahren ohne größere Maßnahmen durchgängig geöffnet waren, während in Finnland die Schulen für die meisten Kinder geschlossen waren (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/apa.15432>). Ähnlich ist es in den weiteren nordeuropäischen Ländern. So heißt es beispielsweise in der ZEIT zusammenfassend (<https://www.zeit.de/gesellschaft/schule/2020-08/corona-sonderweg-schweden-schulen-offen-virusuebertragung-kinder/komplettansicht>):

„Auch andere Länder im Norden Europas haben ähnliche Erfahrungen mit ihren Schulen gemacht. Dazu gehören Island, Dänemark und Norwegen. Sie alle hatten mit Ausbruch der Corona-Pandemie ihre Schulen geschlossen, aber schon wenige Wochen später wieder nach und nach geöffnet. Die Befürchtung, das Öffnen der Schulen könnte eine neue Infektionswelle auslösen, hat sich in keinem der Länder bestätigt. Im Gegenteil: Schon bald wurden Abstandsregeln oder das Unterrichten in Kleingruppen wieder aufgehoben.“

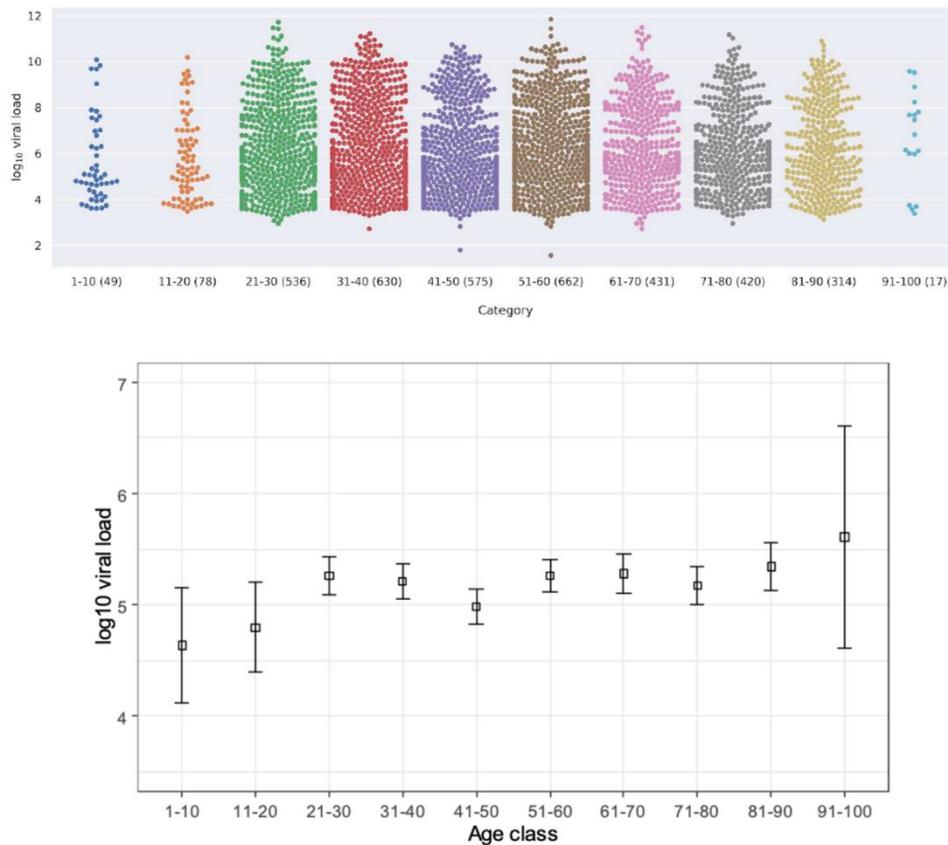
Allerdings wird oft als Gegenargument gebracht, dass es zumindest Einzelbeispiele gäbe, wo sich ein größerer Infektionsherd an Schulen entwickelt habe. Ein Beispiel ist eine Schule in Skellefteå in Nordschweden, wo nach dem Auftreten von Fällen nach einem Schüleraustausch mit Norditalien alle Lehrkräfte getestet und ein Viertel des Lehrpersonals positiv getestet wurde. Allerdings hat sich auch in diesem Fall gezeigt, dass die Virusausbreitung offenbar nicht von den Kindern ausgegangen ist. So sagte die Infektionsärztin Gunilla Persson in einem Interview mit der schwedischen Tageszeitung Dagens Nyheter (zitiert nach: <https://www.zeit.de/gesellschaft/schule/2020-08/corona-sonderweg-schweden-schulen-offen-virusuebertragung-kinder/komplettansicht>): „Unsere Schlussfolgerung ist, dass nicht die Kinder für die Verbreitung des Virus gesorgt haben. Es waren die Erwachsenen“.

#### 4.2.2. Die Viruslast bei Kindern

Hinzu kommt schließlich noch, dass inzwischen sogar die Hypothese aufgestellt wurde, dass eine Ansteckung durch ein Kind womöglich sogar vorteilhaft sein könnte, verglichen mit einer Ansteckung durch einen Erwachsenen, weil die Krankheitsschwere im ersten Fall geringer sein könnte (siehe folgender Fachartikel: <https://osf.io/5n8da/>). Die Hypothese beruht auf der Annahme, dass die Krankheitsschwere umso geringer ist, je geringer die bei einer Ansteckung abgekommene Viruslast ist.

Dass die Viruslast bei Kindern kleiner ist, belegt beispielsweise ausgerechnet eine Studie von Christian Drosten welche intensiv in den Medien mit der gegenteiligen Botschaft verbreitet wurde. Dort wurde die Viruslast verschiedener Personengruppen verglichen, allerdings in der damaligen Preprint-Publikation (<https://t.co/xunzyHEi47?amp=1>) verbunden mit dem eigentlich bekannten statistischen Fehler, dass bei einer kleinteiligen Aufteilung von Altersgruppen und der damit verbundenen Verkleinerung der Anzahl von Personen pro Gruppe die Power (also die Wahrscheinlichkeit, einen wahren Unterschied mit dem gewählten Design der Studie zu finden) so klein ist, dass der Nachweis signifikanter Unterschiede fast unmöglich ist, selbst wenn in Wirklichkeit ein Unterschied da ist.

Betrachtet man die im Originalartikel in der Abbildung 2A dargestellten tatsächlichen Ergebnisse (siehe obere Graphik in der folgenden Abbildung 11), sieht man – anders als es von Christian Drosten basierend auf dem statistischen Fehler verbreitet wurde – bereits mit bloßem Auge, dass die Viruslast bei Kindern in Wirklichkeit deutlich kleiner ist. Jeder Punkt steht dort für die Viruslast eines Individuums in der getesteten Personengruppe. Noch klarer wird das Bild, wenn man die Ergebnisse auf der Ebene der Mittelwerte pro Altersgruppe betrachtet (siehe untere Graphik in der Abbildung 11). Man sieht deutlich, dass sowohl die Altersgruppe 0-10 als auch die Altersgruppe 10-20 unterhalb der erwachsenen Altersgruppen liegt. Vergleicht man beispielsweise die Viruslast zwischen der Altersgruppe 0-10 und der Altersgruppe älter als 20, so weisen Kinder unter 11 Jahren durchschnittlich nur 27% der Viruslast von Erwachsenen aus (Hinweis: in der Graphik in Abbildung 11 ist die Y-Achse logarithmiert dargestellt, deswegen sieht der Effekt dort visuell kleiner aus, als er in Wirklichkeit ist).



**Abbildung 11:** Die Viruslast in Abhängigkeit von der Altersgruppe nach der Studie um Christian Drosten. Die obere Graphik entspricht der Abbildung 2A in der Originalpublikation; jeder Punkt in der Graphik steht für die Viruslast eines getesteten Individuums. Die untere Graphik zeigt pro Altersgruppe die Mittelwerte mit adäquat geschätzten Konfidenzintervallen (Quelle: [https://medium.com/@d\\_spiegel/is-sars-cov-2-viral-load-lower-in-young-children-than-adults-8b4116d28353](https://medium.com/@d_spiegel/is-sars-cov-2-viral-load-lower-in-young-children-than-adults-8b4116d28353)).

Die Graphik illustriert auch den statistischen Fehler: Nur weil aufgrund der geringen Anzahl der Personen in den Altersgruppen 0-10 und 10-20 die Streuung der Werte so groß ist, und weil Kinder nicht mit der Gesamtgruppe der Erwachsenen verglichen wurden, sondern mit kleinteilig aufgeteilten Subgruppen von Erwachsenen mit entsprechend größerer Streuung aufgrund der geringeren Anzahl an Personen pro Subgruppe, sind diese Unterschiede in der ursprünglichen Analyse in der Originalpublikation nicht signifikant.

Zusammen mit dem Befund, dass Kinder häufiger zu den mild Erkrankten und asymptomatisch Infizierten gehören, spricht dieser Befund zur geringeren Viruslast dafür, dass Kinder nur eine geringere Menge an Viren im Falle einer Ansteckung an andere weitergeben, was in der Folge die Krankheitsschwere der von Kindern infizierten Personen reduzieren könnte. Bekräftigt wird diese Hypothese auch dadurch, dass aus Entwicklungsländern überraschend milde Verläufe von SARS-CoV-2-Infektionen berichtet werden. Da in diesen Ländern die Anzahl an Kindern in der Bevölkerung höher ist, könnte das erklären, warum die Epidemie in Entwicklungsländern milder verläuft (für einen Überblick siehe auch den Blogbeitrag des Kinderarztes und Wissenschaftlers Herbert Renz-Polster: <https://www.kinder-verstehen.de/mein-werk/blog/corona-die-ausgebliebene-katastrophe/>).

#### **4.3. Ist die empirische Evidenz für die Wirksamkeit von Masken überhaupt groß genug, so dass es gerechtfertigt werden kann, mögliche Nebenwirkungen von Maßnahmen in Kauf zu nehmen?**

Ein letzter Punkt in Bezug auf die Beurteilung der Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen auf Schulebene ist, inwiefern der Nutzen der Maßnahmen überhaupt empirisch belegt ist. In einem kritischen Artikel zur Beurteilung der Empfehlung einer Maskenpflicht durch das RKI, erschienenen in der Fachzeitschrift *Krankenhaushygiene up to date* und von der Ärztekammer als Ärztliche Fortbildung zertifiziert, schreibt dazu Prof. Ines Kappstein, Fachärztin für Mikrobiologie, Virologie, Infektionsepidemiologie, Hygiene und Umweltmedizin (<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/a-1174-6591.pdf>, S. 287):

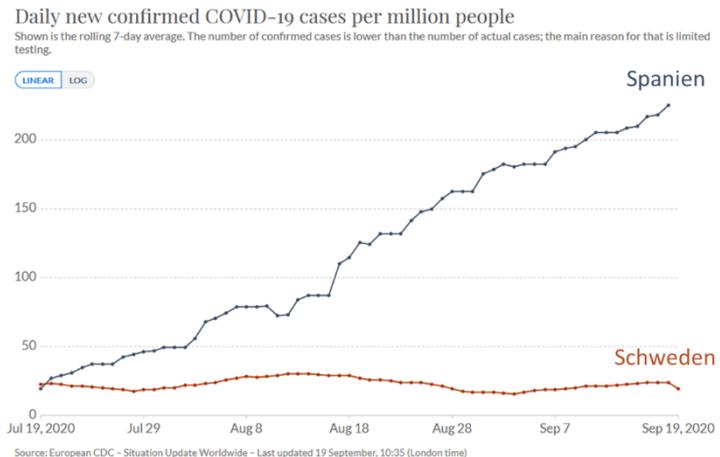
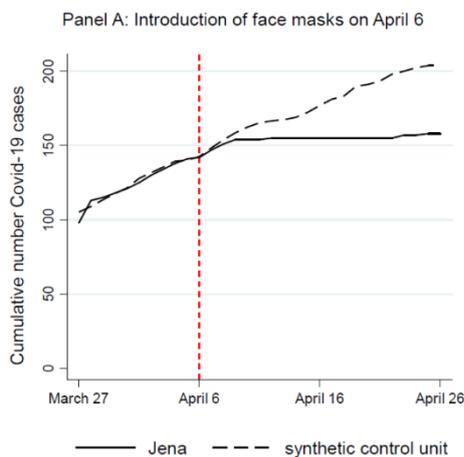
„Man muss feststellen, dass alle nationalen und internationalen Gesundheitsbehörden entgegen der wissenschaftlich etablierten Standards der Evidence-based Medicine eine Einschätzung zum Tragen von Masken im öffentlichen Raum mit großer Tragweite abgegeben haben, die lediglich auf sog. plausiblen Überlegungen beruht, was jedoch nicht ausreichen kann, um der Politik in einer solchen Lage, d. h. für den Einsatz bei Millionen von Menschen, eine wissenschaftliche fundierte Entscheidungsbasis zu vermitteln“.

Bei der Verordnung von Maßnahmen für Millionen von Kindern sind demnach bloße Plausibilitätsargumente zum Nutzen der Maßnahmen – insbesondere angesichts der möglichen Nebenwirkungen – nicht ausreichend. Vielmehr muss aus der Perspektive der evidenzbasierten Medizin der Nutzen einer Maßnahme empirisch nachgewiesen sein. Im Folgenden soll dieser Aspekt am Beispiel der Wirksamkeit der Maske zur Eindämmung der Virusausbreitung genauer vertieft werden.

##### **4.3.1. Die Qualität der existierenden Studien**

Zunächst ist festzuhalten, dass der „Goldstandard“ des Nachweises einer Wirksamkeit in randomisiert kontrollierten Studien besteht. Dabei wird die Wirksamkeit überprüft, indem Personengruppen zufällig jeweils einer Bedingung mit versus ohne Maßnahme zugewiesen werden und die Effekte verglichen werden. Wenn man beispielsweise einfach nur Städte oder Länder vergleicht, in denen einmal eine Maskenpflicht herrscht und einmal nicht, können die womöglich gefundenen Unterschiede in der Virusausbreitung an den zahlreichen weiteren Faktoren liegen, welche mit der Einführung einer Maskenpflicht zufällig kovariieren. Zudem hängt das Ergebnis stark von der getroffenen Auswahl ab.

Das kann man beispielhaft an der intensiv in den Medien kursierenden sogenannten „Jena-Studie“ illustrieren (<https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/113598/COVID-19-Jena-hat-durch-fruehe-Maskenpflicht-viele-Infektionen-vermieden>), in welcher die frühe Einführung der Maskenpflicht in Jena mit anderen Städten ohne Maskenpflicht verglichen wurde. Je nachdem, welche Vergleichsgruppe man wählt, können die Ergebnisse hier sehr anders aussehen. Abbildung 12 zeigt auf der linken Seite die Ergebnisse aus der „Jena-Studie“ und auf der rechten Seite den Vergleich der Fallzahlen zwischen Spanien, als einem Land mit einer der extremsten Maskenpflichten (landesweit gilt dort eine Pflicht zum Tragen einer Mund- und Nasenbedeckung an allen öffentlichen Orten innerhalb und außerhalb geschlossener Räume sowie in öffentlichen Verkehrsmitteln ab 6 Jahren), und Schweden, als einem Land ohne Maskenpflicht (Quelle: <https://ourworldindata.org/coronavirus-data-explorer>).



**Abbildung 12:** Auf der linken Seite ist die Entwicklung der Fallzahlen in Jena im Vergleich zu anderen Städten laut der „Jena-Studie“ zu sehen (Masken scheinen hier einen positiven Effekt zu haben), auf der rechten Seite die Entwicklung der Fallzahlen von Mitte Juli bis Mitte September in Spanien, als einem Land mit einer der extremen Maskenpflichten, und Schweden, als einem Land ohne Maskenpflicht (Masken scheinen hier einen negativen Effekt zu haben).

Um die Wirkung einer Maßnahme wirklich evidenzbasiert nachzuweisen, sind also Studien notwendig, in welchen Gruppen von Personen zufällig einer Bedingung mit bzw. ohne Maßnahme zugewiesen werden und das Infektionsgeschehen zwischen den beiden Bedingungen verglichen wird.

#### 4.3.2. Der Stand der Evidenz vor der Corona-Krise

Hinsichtlich des Stands der empirischen Evidenz aus randomisierten kontrollierten Studien ist es sinnvoll, eine historische Zweiteilung zu machen – in eine Zeit vor und nach dem Coronavirus.

Vor der Ausbreitung des Coronavirus gab es beispielsweise in Bezug auf das Grippevirus – einem Virus, der hinsichtlich Größe (Coronavirus: bis zu 60-140 nm, Grippevirus: 80-120 nm) und Ansteckungswegen (Tröpfchen-, Aerosole-, Kontakt- und Schmierinfektion) dem Coronavirus relativ ähnlich ist – eine Reihe von randomisierten kontrollierten Studien zur Frage, inwiefern das Tragen einer Maske die Ausbreitung des Grippevirus eindämmen kann.

In zwei kürzlich erschienenen Meta-Analysen über diese Studien heißt es hierzu (Übersetzung durch den Autor):

Jefferson et al. (<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.03.30.20047217v2>): „Im Vergleich zu keinen Masken gab es keine Verringerung der Fälle von influenza-ähnlichen Erkrankungen (Risk Ratio 0.93, 95% CI 0.83 bis 1.05) oder Influenza (Risk Ratio 0.84, 95% CI 0.61-1.17) für Masken in der Allgemeinbevölkerung oder bei Beschäftigten im Gesundheitswesen (Risk Ratio 0.37, 95% CI 0.05 bis 2.50)“.

Xiao et al. ([https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/5/19-0994\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/5/19-0994_article)): „Wir fanden keine empirische Evidenz dafür, dass chirurgische Gesichtsmasken zum Verringern der Übertragung einer laborbestätigten Influenza etwas beitragen, weder wenn sie von Infizierten selbst getragen werden, noch wenn sie von der allgemeinen Bevölkerung getragen werden, um die eigene Anfälligkeit zu vermindern“.

Und selbst die WHO schreibt nach wie vor in ihrer veränderten Empfehlung zum Tragen von Masken in der Öffentlichkeit am 5. Juni 2020 – zuvor war das Tragen von Masken nicht empfohlen worden (<https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1279750/retrieve>, Übersetzung durch den Autor):

„Derzeit gibt es keine direkten empirischen Belege (aus Studien zu COVID-19 und bei gesunden Menschen in der Öffentlichkeit) für die Wirksamkeit des universellen Tragens von Masken gesunder Menschen in der Öffentlichkeit zur Verhinderung einer Infektion mit Atemwegsviren, einschließlich COVID-19. (...) Viele Länder haben die Verwendung von Stoffmasken/Gesichtsbedeckungen für die breite Öffentlichkeit empfohlen. Gegenwärtig wird die weit verbreitete Verwendung von Masken durch gesunde Menschen in der Gemeinde noch nicht durch qualitativ hochwertige oder direkte wissenschaftliche Befunde gestützt und es sind potenzielle Vorteile und Nachteile zu berücksichtigen“.

Angesichts dieser Befundlage schreibt Prof. Markus Veit, Apotheker und Geschäftsführer der Alphatopics GmbH, Kaufering, einer Beratungsfirma für die pharmazeutische Industrie in der Deutschen Apotheker Zeitung (<https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/2020/daz-33-2020/hauptsache-maske>):

„Die mangelhafte Schutzwirkung von Alltagsmasken (und auch von chirurgischen Masken) als Schutz vor Infektionen mit Viren ist in der wissenschaftlichen Welt basierend auf den bisher vorliegenden Daten unstrittig. Das wissen auch unsere Politiker und das RKI, deshalb wurde auch zunächst von der Verwendung von Masken abgeraten. Warum es zu einer Änderung in der Kommunikation mit der Öffentlichkeit kam und einem Zwang, Masken in bestimmten Situationen zu tragen, darüber kann man nur spekulieren – zumal das zu einem Zeitpunkt passierte, als der Infektionsdruck bereits am Abklingen war“.

Und selbst Christian Drosten vertrat Ende Januar noch folgende Meinung (<https://www.youtube.com/watch?v=hdPjDmFkP6A>):

„Damit [mit einer Maske] hält man das [das Coronavirus] nicht auf (...) die technischen Daten dazu sind nicht gut“.

#### **4.3.3. Die Evidenz seit Beginn der Corona-Krise**

Die evidenzbasierte Sichtweise bis zum Beginn der Corona-Epidemie war also, dass die Virusausbreitung in der Bevölkerung durch das Tragen von Masken nicht eingedämmt werden kann. Wie aus dem Zitat der WHO-Empfehlung ersichtlich, gibt es auch nach wie vor keine randomisierten kontrollierten Studien dazu, in welchen die Effektivität des Maskentragens auf die Eindämmung des Infektionsgeschehens in der Bevölkerung nachgewiesen worden wäre. Allerdings gibt es zwei Arten von Studien, welche häufig als Beleg für die Wirksamkeit der Maske zur Eindämmung des Infektionsgeschehens ins Feld geführt werden.

##### **Randomisierte kontrollierte Studien zum Filtereffekt der Maske**

Zum einen gibt es inzwischen randomisierte kontrollierte Studien, in denen der Filtereffekt der Maske untersucht wurde. So wurde untersucht, wie stark Partikel von der Größe des Coronavirus beim Luftdurchfluss durch eine Maske gefiltert werden (z.B. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsnano.0c05025>) und wie viel Viruslast beim Atmen oder Husten mit versus ohne Maske in einer Auffangschale ankommt (z.B. <https://www.nature.com/articles/s41591-020-0843-2>). Hier zeigt sich in der Tat eine gewisse Reduktion beim Tragen von Masken.

Allerdings wird aus solchen laborexperimentellen Befunden oft vorschnell auf die Virusausbreitung im echten Leben geschlossen. Das Problem dabei ist, dass in solchen Studien nur ein einziger Übertragungsweg experimentell überprüft wird. Im echten Leben gibt es dagegen noch weitere Übertragungswege, auf welche das Tragen einer Maske womöglich negativ wirkt, so dass in der Gesamtsumme Masken womöglich sogar negative Effekte auf die Virusausbreitung haben können, obwohl sich ein positiver Effekt auf die Übertragung über den Luftstrom experimentell nachweisen lässt.

Dieses Problem kann gut anhand einer der ersten Studien zur Wirksamkeit der Masken illustriert werden (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7153751/>), welche inzwischen allerdings aufgrund einer problematischen Interpretation der Daten zurückgezogen wurde (was allerdings nichts an der Aussagekraft der erhobenen Daten ändert). In der Studie mussten infizierte Probanden mit oder ohne Maske auf eine Petrischale husten. Anschließend wurde die Viruslast sowohl in der Petrischale als auch auf der Innen- und Außenseite der Maske gemessen – mit folgendem Ergebnis (siehe Abbildung 13).

*Table. SARS-CoV-2 Viral Load in Patient Samples, Petri Dishes, and Mask Surfaces*

Characteristic	Patient 1 (Hospital A)	Patient 2 (Hospital A)	Patient 3 (Hospital B)	Patient 4 (Hospital B)
Age, y	61	62	35	82
Sex	Male	Female	Male	Female
Clinical diagnosis	Pneumonia	Upper respiratory infection	Upper respiratory infection	Pneumonia with ARDS
Symptom onset before admission, d	24*	4	5	10
Timing of the mask test, hospital days	8	4	2	14
Viral load, log copies/mL				
Nasopharyngeal swab	7.68	5.42	5.98	3.57
Saliva	4.29	2.59	5.91	3.51
Petri dish				
Coughing without a mask (before control)	3.53	2.14	2.52	ND
Coughing with a surgical mask	3.26	1.80	2.21	ND
Coughing with a cotton mask	2.27	ND	1.42	ND
Coughing without a mask (after control)	3.23	2.06	2.64	2.44
Mask surface				
Outer surface of surgical mask	2.21	2.11	2.63	2.59
Inner surface of surgical mask	ND	ND	2.00	ND
Outer surface of cotton mask	2.76	2.66	3.61	2.58
Inner surface of cotton mask	ND	ND	3.70	ND

**Abbildung 13:** Die Viruslast nach dem Husten mit und ohne Maske in der angehusteten Petrischale und der inneren und äußeren Oberfläche der Maske (Quelle: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7153751/>).

Betrachtet man nur den Aspekt der Viruslast in der Petrischale, hat sich dieser bei einer Baumwollmaske reduziert. Betrachtet man allerdings die Viruslast auf der Außenseite der Maske, haben sich dafür mehr Viren auf der Außenseite der Maske angesammelt. Je nachdem, welchen Faktor man demnach betrachtet, haben Masken also einmal positive und einmal negative Wirkungen auf die Virusausbreitung. In solchen Situationen aus einem einzigen experimentell untersuchten Faktor Empfehlungen für die Praxis abzuleiten, ist aus der Perspektive der Anwendungsforschung ein bekannter Fehlschluss, denn in der Praxis zählt das Zusammenspiel aller Faktoren. Diesbezüglich gibt es sogar Grund zur Annahme, dass die negativen Effekte die positiven Effekte überwiegen. So lautet die zentrale Schlussfolgerung im bereits erwähnten Artikel von Ines Kappstein zur Bewertung der Evidenzbasierung der Empfehlung einer Maskenpflicht durch das RKI (<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/a-1174-6591.pdf>):

„Der Gebrauch von Masken im öffentlichen Raum ist schon allein aufgrund des Fehlens von wissenschaftlichen Daten fragwürdig. Zieht man dazu noch die erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen in Betracht, müssen Masken nach den aus Krankenhäusern bekannten Regeln im öffentlichen Raum sogar als ein Infektionsrisiko betrachtet werden.“

Zur Beurteilung der Wirkung von Masken auf die Virusausbreitung in der Bevölkerung bräuchte man demnach Studien im echten Leben, in welchen Gruppen von Personen zufällig einer Bedingung mit und ohne Maske zugewiesen und die jeweiligen Wirkungen auf das Infektionsgeschehen verglichen werden. Anzumerken ist noch, dass man in Bezug auf die Frage nach der Wirksamkeit bei Kindern Studien mit Kindern als Probanden bräuchte, weil deren Umgang mit der Maske nicht mit Erwachsenen vergleichbar sein muss. Allerdings gibt es bisher solche Studien weder auf der Ebene von Erwachsenen noch auf der Ebene von Kindern, so dass die Einführung einer Maskenpflicht an Schulen aus der Perspektive einer evidenzbasierten Medizin als nicht evidenzbasiert betrachtet werden muss.

Bestätigt wird die fehlende Evidenzbasierung beispielsweise auch durch Schwedens Staatsepidemiologen Anders Tegnell, der den Verzicht auf eine Maskenpflicht in Schweden auf einer Pressekonferenz Anfang September folgendermaßen begründete (<https://de.euronews.com/2020/09/04/bringen-masken-uberhaupt-etwas-anders-tegnell-will-wissenschaftliche-beweise>):

„Es gibt keine neuen Beweise, was ein bisschen überraschend ist, da so viele Länder die Masken nutzen. Man rechnete damit, dass es eine Bewertung der Maskennutzung geben würde. Vielleicht kommt diese ja auch noch, und dann wird die Lage klarer, wann und wie Gesichtsmasken tatsächlich etwas bringen. Im Augenblick gibt es also keinen Grund, so etwas einzuführen“.

### **Beobachtungsstudien zum Alltagsverhalten**

Weiterhin gibt es Beobachtungsstudien, in denen das Verhalten von Menschen hinsichtlich des Tragens von Masken im Alltags bestimmt wurde und das Infektionsgeschehen zwischen Personengruppen mit versus ohne Maske verglichen wurden. Ein Beispiel ist die bereits erwähnte „Jena-Studie“, in welcher die frühe Einführung der Maskenpflicht in Jena mit anderen Städten ohne Maskenpflicht verglichen wurde, ein anderes Beispiel sind Befragungsstudien, in welchen Personen über ihr Alltagsverhalten befragt und einer Gruppe mit versus ohne Maske zugeteilt. Wie bereits erwähnt, sind die Ergebnisse aus solchen Studien wenig verlässlich, da keine zufällige Zuteilung zum Maskentragen erfolgt ist und somit ein Schluss auf eine kausale Wirkung nicht möglich ist. Auf die damit verbundenen Probleme wurde bereits weiter oben bei der „Jena-Studie“ hingewiesen. In Bezug auf die Befragungsstudien ist es beispielsweise so, dass Personen, welche freiwillig im Alltag Masken tragen, sich auch sonst hygienetechnisch anders verhalten, so dass ein gefundener Effekt womöglich gar nicht auf die Maske zurückzuführen ist.

Schaut man sich die Ergebnisse solcher Studien an, so ist laut einer im Juni veröffentlichten Meta-Analyse zu Studien zu den Viren SARS, MERS und Covid-19 das Risiko, sich zu infizieren, beim Tragen einer einfachen OP-Maske oder einer Baumwollmaske um 65% reduziert ([https://www.thelancet.com/article/S0140-6736\(20\)31142-9/fulltext](https://www.thelancet.com/article/S0140-6736(20)31142-9/fulltext)), wobei anzumerken ist, dass die Autoren den geschätzten Wert aufgrund von Inkonsistenzen in den Daten als unsicher einschätzen. Sollte sich ein Effekt in dieser Größe auch in randomisierten kontrollierten Studien bestätigen, könnte man auf den ersten Blick meinen, dass dies ein relativ großer Effekt sei. Wie die Autoren aber in einem Kommentar selbst schreiben, ist hier bei der Interpretation zu beachten, wie viele Personen in einer Population überhaupt erkrankt sind (Prävalenz) und wie hoch das von einer infizierten Person ausgehende Ansteckungsrisiko ist. Ist das sich aus diesen Werten ergebende Risiko, sich ohne Maske anzustecken (Baseline-Risiko), klein, müssen trotz einer relativ großen Risikoverminderung sehr viele Personen eine Maske tragen, um eine einzige Infektion zu verhindern.

Man kann sich das anhand eines Beispiels klarmachen. Nehmen wir an, in einer Population beträgt das Baseline-Risiko, sich ohne Maske anzustecken, 10% (Prävalenz von 50%, Ansteckungsrisiko von 20%). Bei einer Risikoverminderung von 65% würde das Tragen einer Maske das Risiko einer Infektion auf 3,5% verringern. Das entspricht einer absoluten Risikodifferenz von 6,5%. Damit müssen statistisch gesehen 15 Personen eine Maske tragen um eine einzige Infektion zu verhindern. Beträgt das Baseline-Risiko, sich ohne Maske anzustecken in einer Population aber nur 0,01% (Prävalenz von 1%, Ansteckungsrisiko von 1%), sieht die Situation völlig anders aus. Bei einer Risikoverminderung von 65% würde das Tragen einer Maske das Risiko einer Infektion auf 0,0035% verringern, was einer absoluten Risikodifferenz von 0,0065% entspricht. Dann müssten statistisch gesehen 15.385 Personen eine Maske tragen um eine einzige Infektion zu verhindern. Für SARS-CoV-2 Infektionen wurde diese Zahl sogar noch höher geschätzt. So errechnen die Autoren der Meta-Analyse in ihrem Kommentar am Beispiel Norwegen, dass dort 200.000 Menschen eine Maske tragen müssten, um pro Woche eine neue Infektion zu vermeiden. Um eine solches Verhältnis zu bewerten, ist ein Beispiel aus dem Bereich der Arzneimittelzulassung hilfreich. Hier wäre es schwer vorstellbar, ein Arzneimittel positiv zu bewerten, wenn damit 200.000 Menschen behandelt werden müssen um bei einer einzigen Person einen positiven Effekt zu erzielen, insbesondere, wenn mit Nebenwirkungen zu rechnen ist.

Eine ähnliche Rechnung kann man nun für den Bereich der Schule anstellen. Geht man beispielsweise von der in Bayern beobachteten 14-Tage-Prävalenz von in etwa drei infizierten Schülern pro 10.000 Schülern Anfang Oktober (Prävalenz: 0,03%) und einem Ansteckungsrisiko bei engen Kontakten von 0,5% aus (oben erwähnte Studie aus Australien, Kontakte ohne Maske und ohne Abstand), ergibt sich für Schulen ein Baseline-Risiko, sich ohne Maske anzustecken, von 0,00015%. Bei einer Risikoverminderung von 65% würde das Tragen einer Maske das Risiko einer Infektion auf 0,0000525% verringern, was einer absoluten Risikodifferenz von 0,0000975% entspricht. Dann müssten statistisch gesehen 1.025.641 Schüler und Schülerinnen mögliche Nebenwirkungen des 14-tägigen Tragens einer Maske in Kauf nehmen um eine einzige Infektion zu verhindern.

## **5. Schlussfolgerungen zur Verhältnismäßigkeit der an Schulen ergriffenen Maßnahmen**

Bevor eine Empfehlung von Maßnahmen zur Eindämmung der Ausbreitung des Coronavirus an Schulen ausgesprochen werden kann, welche Millionen von Schülerinnen und Schülern betreffen, sind drei Aspekte kritisch zu prüfen:

- (1) Handelt es sich um Maßnahmen, deren Nutzen in Bezug auf die Virusausbreitung in der Bevölkerung evidenzbasiert nachgewiesen ist?
- (2) Wurden mögliche physische, psychische und soziale Nebenwirkungen evidenzbasiert geprüft und ausgeschlossen bzw. quantifiziert?
- (3) Wurde die Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen hinsichtlich des Nutzens gegenüber den möglichen negativen Nebenwirkungen geprüft und nachvollziehbar bewertet?

Wie die obigen Ausführungen zeigen, gibt es weder überzeugende Evidenz dafür, dass Maßnahmen wie die Maskenpflicht das Infektionsgeschehen an Schulen und das von Schulen ausgehende Risiko für das Infektionsgeschehen in der Bevölkerung substantiell reduzieren könnten, noch wurden mögliche negative Nebenwirkungen evidenzbasiert geprüft. Vielmehr gibt es sogar die Befürchtung, dass das verpflichtende Tragen von Masken im Unterricht aufgrund der Handhabung an Schulen sogar ein Infektionsrisiko darstellen könnte und mit zahlreichen negativen Nebenwirkungen auf das physische, psychische und soziale Wohlergehen von Kindern einhergehen könnte. Zusammen mit der Tatsache, dass an den Schulen ein äußerst geringes Infektionsgeschehen zu beobachten ist und

Kinder das Virus SARS-CoV-2 zudem kaum weitergeben, ist die Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen als höchst fragwürdig einzustufen.

Angesichts dessen ist es unbedingt geboten, die in diesem Thesenpapier angesprochenen Punkte kritisch zu prüfen und die schulischen Maßnahmen – falls die angeführte evidenzbasierte Wissenslage nicht widerlegt werden kann – kritisch zu hinterfragen. Angesichts der beschriebenen aktuell vorhandenen empirischen Evidenz erscheint ein Aufrechterhalten der Maßnahmen an Schulen als höchst fragwürdig, so dass eine kritische Prüfung unbedingt notwendig erscheint.

Eine solche Einschätzung entspricht der Einschätzung, welche bereits Ende Mai in einer gemeinsamen Stellungnahme von der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene, der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie, der Deutschen Akademie für Kinder- und Jugendmedizin, der Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin und des Berufsverbands der Kinder- und Jugendärzte in Deutschland vertreten wurde. Dort lautet die zentrale Empfehlung (<https://dgpi.de/stellungnahme-schulen-und-kitas-sollen-wieder-geoeffnet-werden/>):

„Kitas, Kindergärten und Grundschulen sollen zeitnah - unter Berücksichtigung der regionalen Neuinfektionsrate und der vorhandenen Kapazitäten – wieder eröffnet werden. Dies ist auf Seiten der Kinder **ohne massive Einschränkungen, zu denen z. B. Kleinstgruppenbildung und Barrierschutzmaßnahmen wie Abstandswahrung und Maskentragen gehören würden**, möglich“ (Hervorhebung durch den Autor).

Abschließend soll noch einmal darauf hingewiesen werden, dass Bund, Länder und Kommunen auch in Zeiten der Corona-Epidemie zur vollumfänglichen Umsetzung der UN-Kinderrechtskonvention verpflichtet sind. Aus dieser Perspektive heraus ist die Nichtberücksichtigung der möglichen Nebenwirkungen der Maßnahmen und die fehlende Prüfung der Verhältnismäßigkeit als völkerrechtsverstoßend und bundesgesetzwidrig einzustufen.